Le mouvement الحركة

I) نسبية الحركة relativité du mouvement

1 ـ نشاط

نعتبر ثلاثة أشخاص ، الشخص 1 و الشخص 2 في إحدى عربات القطار الذي يوجد في حركة ، بينما الشخص 3 يقف على الرصيف .

أ ـ كيف يلاحظ الشخص 2 الشخص 1؟ و ماذا يمكن أن نقول ؟

ب ـ كيف يلاحظ الشخص 3 الشخص 1 ؟ و ماذا يمكن أن نقول ؟

ج ـ ماذا تستنتج ؟

استثمار

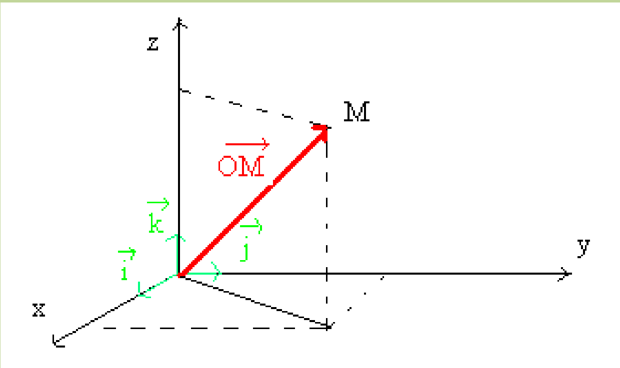
أ ـ الشخص2 يلاحظ الشخص1 في حالة سكون. نقول إن الشخص 1 في حالة سكون بالنسبة للشخص 2

ب ـ الشخص 3 يلاحظ الشخص 1 في حركة ، نقول إن الشخص 1 في حركة بالنسبة للشخص 3 .

ج ـ نستنتج أن مفهومي الحركة و السكون نسبيان أي يتعلقان بالمرجع الذي يدرس فيه هذان المفهومان . نقول إن جسما يتحرك بالنسبة لجسم آخر اختير كسم مرجعي ، إذا انتقل و تغير موضعه بالنسبة لهذا الجسم .

2 ـ معلم الفضاء repère d'espace

الجسم المرجعي هو عبارة عن جسم صلب غير قابل للتشويه .مثلا : الأرض ، الشمس ، المختبر ، . . . لتحديد موضع المتحرك نقرن الجسم المرجعي بمعلم متعامد ممنظم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ يسمى معلم الفضاء.



نسقط $\overrightarrow{OM}$ على $(O,\vec{i})$ فنحصل على $\overrightarrow{OA}=x.\vec{k}$

نسقط $\overrightarrow{OM}$ على $(O,\vec{j})$ فنحصل على $\overrightarrow{OB}=y.\vec{k}$

نسقط $\overrightarrow{OM}$ على $(O,\vec{k})$ فنحصل على $\overrightarrow{OC}=z.\vec{k}$

حسب علاقة شال $\overrightarrow{OM}=\overrightarrow{OA}+\overrightarrow{OB}+\overrightarrow{OC}$

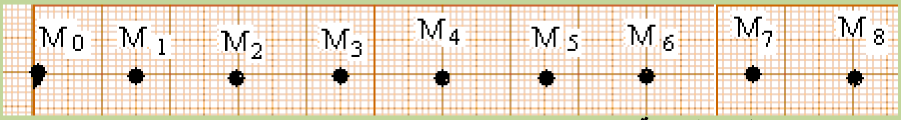
نستنتج تعبير المتجهة $\overrightarrow{OM}=x\vec{i}+y\vec{j}+z\vec{k}$ و التي تسمى متجهة الموضع Vecteur position و نسمي x ،y و z الإحداثيات الديكارتية . تتغير الإحداثيات الديكارتية مع الزمن و نسمي الدوال $x=f(t)$ ، $y=g(t)$ و $z=h(t)$ المعادلات الزمنية للحركة .

3 ـ معلم الزمن Repère du temps

نعرف معلم الزمن باللحظة أو التاريخ $t=0$ لحظة تواجد النقطة المتحركة في موضع معين و تسمى هذه اللحظة أصل معلم الزمن أو أصل التواريخ . وحدة الزمن في النظام العالي للوحدات هي الثانية seconde و نرمز لها ب s . الوحدات المضاعفة هي $1\ mn=60\ s$ و $1h=3600s$. المدة الزمنية هي مقدار موجب $\Delta t=t_2-t_1$ حيث t_1 هو تاريخ بداية الحدث و t_2 تاريخ نهاية الحدث .

نشاط تجريبي

نرسل حاملا ذاتيا فوق منضدة هوائية أفقية و نسجل حركة إحدى نقطه M ، أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau=40ms$ فنحصل على التسجيل التالي :



ا ـ أملء الجدول التالي و الذي يسمى : **ميقات الحركة**

نختار لحظة تسجيل M_2 أصلا للتواريخ و M_1 أصلا لمعلم الفضاء $R(O,\vec{i})$

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
التاريخ t (s)									
الأفصول x (m)									

ب ـ ما طبيعة المسار ؟

استثمار

أ ـ

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
التاريخ t (s)	-0,08	-0,04	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24
الأفصول x (m)	-0,015	0	0,015	0,03	0,045	0,06	0,075	0,09	0,105

ب ـ المسار مستقيمي

4 ـ المسار la trajectoire

هو مجموعة المواضيع التي تحتلها النقطة المتحركة أثناء حركتها .

إذا كان المسار مستقيمي ، نقول بأن لدينا حركة مستقيمية .
إذا كان المسار منحني ، نقول بأن لدينا حركة منحنية .
إذا كان المسار دائري ،نقول بأن لدينا حركة دائرية .

5 – حركة الإزاحة mouvement de translation

يكون جسم صلب في حركة إزاحة إذا كان لكل نقطة من نقطه نفس المسار . و الإزاحة تكون إما مستقيمية أو منحنية .

II) سرعة نقطة من جسم صلب في حركة إزاحة vitesse d'un point d'un solide en mouvement de translation

1 – السرعة المتوسطة vitesse moyenne

السرعة المتوسطة V لنقطة من جسم صلب في حركة هي خارج قسمة المسافة المقطوعة d على المدة الزمنية Δt اللازمة لقطع هذه المسافة $V_m = \frac{d}{\Delta t}$. وحدتها المتر على الثانية و نرمز لها ب $m.s^{-1}$ و يمكن استعمال الوحدة $km.h^{-1}$

في حالة حركة مستقيمية $V_m = \frac{\|\overrightarrow{M_1M_2}\|}{t_2 - t_1} = \frac{M_1M_2}{t_2 - t_1}$ في حالة حركة منحنية $V_m = \frac{\overset{\frown}{M_1M_2}}{t_2 - t_1}$

تمرين تطبيقي

تقطع سيارة مسافة 120km في ظرف 80mn . أحسب بالوحدتين $m.s^{-1}$ و $km.h^{-1}$ سرعة السيارة .

الحل

$$V_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{120000}{80.60} = 25m.s^{-1} \qquad V_m = \frac{25m}{s} = \frac{25.3600m}{3600s} = \frac{90000m}{h} = 90km.h^{-1}$$

2 - السرعة اللحظية vitesse instantanée

أ - مفهوم السرعة اللحظية

السرعة اللحظية للنقطة M عند التاريخ t في قيمة سرعتها المتوسطة بين تاريخين t_1 و t_2 جد متقاربان و يؤطران التاريخ t.

$$V = \frac{d}{t_2 - t_1}$$

مع $t_1 < t < t_2$ و $\delta t = t_2 - t_1$ جد قصيرة

ب - متجهة السرعة

السرعة تتميز باتجاه ز منحى و قيمة معينة إذن السرعة مقدار متجهي نرمز له بالمتجهة $\vec{V}$.

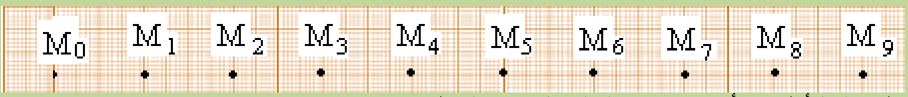
مميزات متجهة السرعة $\vec{V}$ عند النقطة M .

- الاتجاه : المستقيم المماسي للمسار عند النقطة M .
- المنحى : منحى الحركة
- المنظم : قيمة السرعة اللحظية عند النقطة M .

ج - نشاط تجريبي

- **مناولة 1**

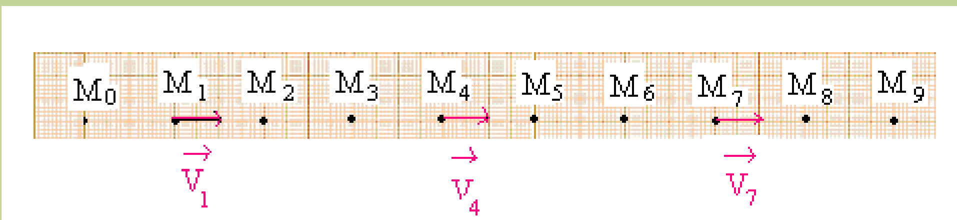
نرسل خيالا فوق نضد هوائي و نسجل حركة إحدى نقطه M ، أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau = 40ms$ فنحصل على التسجيل التالي :



- باستعمال طريقة التأطير ، أحسب سرعة الخيال عند النقط M_1، M_4 و M_7 .
- باستعمال سلم مناسب مثل عند النقط M_1، M_4 و M_7 متجهات السرعة $\vec{V}_1$ ، $\vec{V}_4$ و $\vec{V}_7$.
- ما طبيعة الحركة؟

استثمار

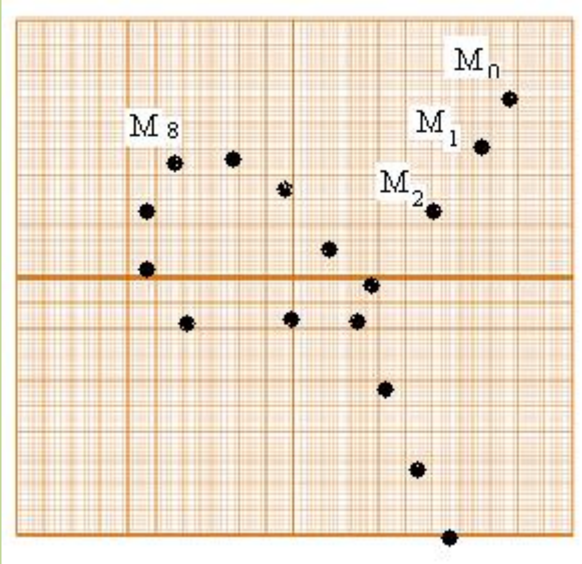
- $V_1 = \frac{M_0M_2}{t_2 - t_0} = \frac{M_0M_2}{2\tau} = \frac{4.10^{-2}}{2.40.10^{-3}} = 0,5m.s^{-1}$
-



- السرعة ثابتة و المسار مستقيمي إذن يأخذ الخيال حركة مستقيمية منتظمة .

- **مناولة2**

نرسل حاملا ذاتيا فوق منضدة هوائية أفقية و نسجل أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau = 40ms$ حركة إحدى نقطه M التي تنتمي لمحيط الحامل الذاتي فنحصل على التسجيل التالي :



- باستعمال طريقة التأطير ، أحسب سرعة الخيال عند النقط M_5 و M_8 .
- باستعمال سلم مناسب مثل عند النقط M_5 و M_8 متجهات السرعة $\vec{V}_5$ و $\vec{V}_8$.
- ما طبيعة الحركة؟

استثمار

$$V_5 = \frac{\overset{\frown}{M_4M_6}}{2\tau} \approx \frac{M_4M_6}{2\tau} = \frac{2.10^{-2}}{80.10^{-3}} = 0{,}25m.s^{-1}$$

$$V_8 = \frac{\overset{\frown}{M_7M_9}}{2\tau} \approx \frac{M_7M_9}{2\tau} = \frac{1{,}4.10^{-2}}{80.10^{-3}} = 0{,}175m.s^{-1}$$

حركة منحنية

II) الحركة المستقيمية النتظمة mouvement rectiligne uniforme

1 - تعريف

تكون حركة نقطة من جسم صلب مستقيمية منتظمة إذا كانت متجهة سرعتها ثابتة .

2 - خاصيات الحركة المستقيمية المنتظمة

- المسار مستقيمي
- السرعة ثابتة في كل لحظة.

3 - المعادلة الزمنية للحركة

نعتبر معلن الفضاء $R(O,\vec{i})$

نختار لحظة تواجد النقطة المتحركة ب M_0 أصلا للتواريخ .

تعبير السرعة $V = v_x = \frac{M_0M}{t - t_0} = \frac{x - x_0}{t}$ و منه نستنتج المعادلة الزمنية للحركة $x = v_x.t + x_0$

نسمي v_x إحداثية السرعة $\vec{V} = v_x.\vec{i}$ و نسمي x_0 الأفصول عند أصل التواريخ

إذا كانت v_x موجبة أي $v_x = V$ فإن ل $\vec{V}$ و $\vec{i}$ نفس المنحى .

إذا كانت v_x سالبة أي $v_x = - V$ فإن ل $\vec{V}$ و $\vec{i}$ منحيان متعاكسان .

تمرين تطبيقي

نعتبر سيارتين (A) و (B) في حركة منتظمة على جزء مستقيمي من طريق سيار و في نفس المنحى . حيث $V_A = 72$ km/h و $V_B = 108$ km/h . في اللحظة $t = 0$ أصل التواريخ توجد السيارة (B) على بعد 300m وراء السيارة (A) . نختار الموضع O للسيارة (A) عند اللحظة $t = 0$ أصلا للأفاصيل .

1 - أحسب بالوحدة $m.s^{-1}$ السرعة V_B و V_A للسيارتين (A) و(B) .

2 - أعط المعادلتين الزمنيتين لحركة السيارتين (A) و (B) .

3 - حدد موضع و تاريخ التحاق السيارة (B) بالسيارة (A) .

4 - نشاط تجريبي

باعتبار المناولة 1 في النشاط التجريبي السابق أكتب المعادلة الزمنية للحركة. نعتبر لحظة تسجيل النقطة M_2 أصلا للتواريخ M_1 أصلا للأفاصيل .

استثمار

الحركة تتم من اليسار نحو اليمين إذن $v_x = V = 0{,}5m.s^{-1}$ $\quad x_0 = M_1M_2 = 0{,}02$ m

إذن المعادلة الزمنية للحركة $x = 0{,}5t + 0{,}02$

III) الحركة الدائرية المنتظمة mouvement circulaire uniforme

1 - تعريف

تكون نقطة M من جسم في حركة دائرية منتظمة، إذا كان مسارها دائريا ، وكانت سرعتها ثابتة .

2 - الدور و التردد

أ - الدور : هو المدة الزمنية T التي تستغرقها النقطة M لإنجاز دورة كاملة . وحدته الثانية و نرمز لها ب s . $T = \frac{2\pi.R}{V}$

ب – التردد : هو عدد الدورات في الثانية نرمز له ب N وحدته الهيرتز Hertz و نرمز لها ب Hz