

Le mouvement الحركة

(I) النسبية الحركة relativité du mouvement

1 - نشاط

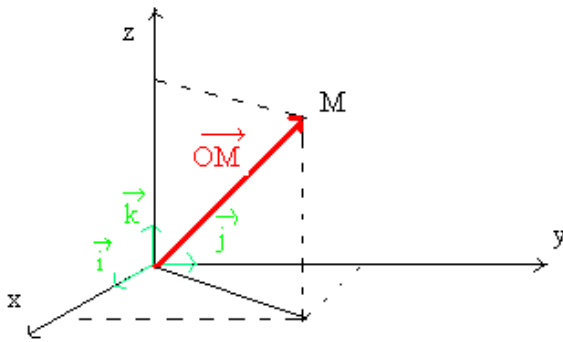
نعتبر ثلاثة أشخاص ، الشخص 1 و الشخص 2 في إحدى عربات القطار الذي يوجد في حركة ، بينما الشخص 3 يقف على الرصيف .
أ - كيف يلاحظ الشخص 2 الشخص 1 ؟ و ماذا يمكن أن نقول ؟
ب - كيف يلاحظ الشخص 3 الشخص 1 ؟ و ماذا يمكن أن نقول ؟
ج - ماذا تستنتج ؟

استثمار

أ - الشخص 2 يلاحظ الشخص 1 في حالة سكون. نقول إن الشخص 1 في حالة سكون بالنسبة للشخص 2
ب - الشخص 3 يلاحظ الشخص 1 في حركة ، نقول إن الشخص 1 في حركة بالنسبة للشخص 3 .
ج - نستنتج أن مفهومي الحركة و السكون نسبيان أي يتعلقان بالمرجع الذي يدرس فيه هذان المفهومان . نقول إن جسما يتحرك بالنسبة لجسم آخر اختير كسـم مرجعي ، إذا انتقل و تغير موضعه بالنسبة لهذا الجسم .

2 - 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 منظم $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ يسمى معلم الفضاء .



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

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

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

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

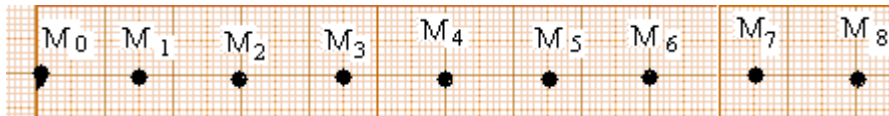
نستنتج تعبير المتجهة $\vec{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ والتي تسمى متجهة الموضع
Vecteur position و نسمي x، y و z الإحداثيات الديكارتية . تتغير الإحداثيات الديكارتية مع الزمن و نسمي الدوال $x = f(t)$ و $y = g(t)$ و $z = h(t)$ المعادلات الزمنية للحركة .

3 - 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 التاريخ . وحدة الزمن في النظام العالي للوحدات هي الثانية seconde و نرمز لها ب s . الوحدات المضاعفة هي $1 \text{ mn} = 60 \text{ s}$ و $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$. 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 $\tau = 40 \text{ ms}$ فنحصل على التسجيل التالي :



أ - أملء الجدول التالي و الذي يسمى : ميفات الحركة

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

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

ب - ما طبيعة المسار ؟

استثمار

أ -

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

ب - المسار مستقيمي

4 - المسار la trajectoire

هو مجموعة المواضع التي تحتلها النقطة المتحركة أثناء حركتها .

إذا كان المسار مستقيمي ، نقول بأن لدينا حركة مستقيمة .
إذا كان المسار منحنى ، 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 مستقيمة 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 $km.h^{-1}$

$$V_m = \frac{\vec{M_1 M_2}}{t_2 - t_1} \quad \text{في حالة حركة مستقيمة} \quad V_m = \frac{\|\vec{M_1 M_2}\|}{t_2 - t_1} = \frac{M_1 M_2}{t_2 - t_1}$$

تمرين تطبيقي

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

الحل

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

2 - السرعة اللحظية vitesse instantanée

أ - مفهوم السرعة اللحظية

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

$$V = \frac{d}{t_2 - t_1} \quad \text{مع} \quad t_1 < t < t_2 \quad \text{و} \quad \delta t = t_2 - t_1 \quad \text{جد صغيرة}$$

ب - متجهة السرعة

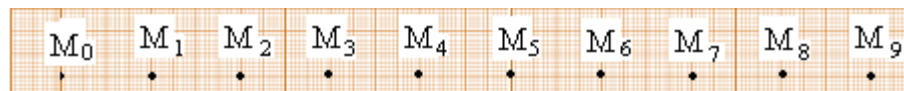
السرعة تتميز باتجاه ز منحنى و قيمة معينة إذن السرعة مقدار متجهي نرمز له بالمتجهة $\vec{V}$.

- مميزات متجهة السرعة $\vec{V}$ عند النقطة M .
- الاتجاه : المستقيم المماسي للمسار عند النقطة M .
- المنحنى : منحنى 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 :

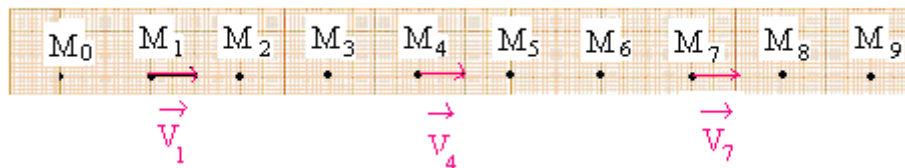


- باستعمال طريقة التأطير ، أحسب سرعة الخيال عند النقط M_1, M_4, M_7 .
- باستعمال سلم مناسب مثل عند النقط M_1, M_4, M_7 متجهات السرعة $\vec{V}_1, \vec{V}_4, \vec{V}_7$.
- ما طبيعة الحركة؟

استثمار

$$V_1 = \frac{M_0 M_2}{t_2 - t_0} = \frac{M_0 M_2}{2\tau} = \frac{4.10^{-2}}{2.40.10^{-3}} = 0.5m.s^{-1}$$

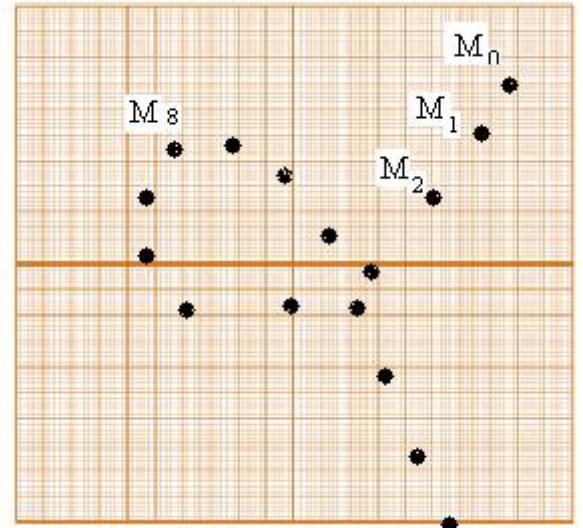
➤



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

• مناولة 2

نرسل حاملا ذاتيا فوق منضدة هوائية أفقية و نسجل أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau = 40\text{ms}$ 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

$$V_8 = \frac{M_7 M_9}{2\tau} \approx \frac{M_7 M_9}{2\tau} = \frac{1,4 \cdot 10^{-2}}{80 \cdot 10^{-3}} = 0,175 \text{ms}^{-1}$$

$$V_5 = \frac{M_4 M_6}{2\tau} \approx \frac{M_4 M_6}{2\tau} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{80 \cdot 10^{-3}} = 0,25 \text{ms}^{-1}$$

حركة منحنية

(II) الحركة المستقيمة المنتظمة mouvement rectiligne uniforme

1 - تعريف

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

2 - خاصيات الحركة المستقيمة المنتظمة

- المسار مستقيمي

- السرعة ثابتة في كل لحظة.

3 - المعادلة الزمنية للحركة

نعتبر معان الفضاء $R(O, \vec{i})$

نختار لحظة تواجد النقطة المتحركة ب M_0 أصلا للتواريخ .

تعبير السرعة $V = v_x = \frac{M_0 M}{t - t_0} = \frac{x - x_0}{t}$ و منه نستنتج المعادلة الزمنية للحركة

$$x = v_x \cdot t + x_0$$

نسمي v_x إحداثية السرعة $\vec{V} = v_x \cdot \vec{i}$ 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 $V_A = 72 \text{ km/h}$ و $V_B = 108 \text{ km/h}$. 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 للأفاصل .

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

2 - أعط المعادلتين الزمنتين 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 للأفاصل .

استثمار

$$x_0 = M_1 M_2 = 0,02 \text{ m}$$

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

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