

## Le mouvement الحركة

### (I) النسبية الحركة relativité du mouvement

#### 1 - نشاط

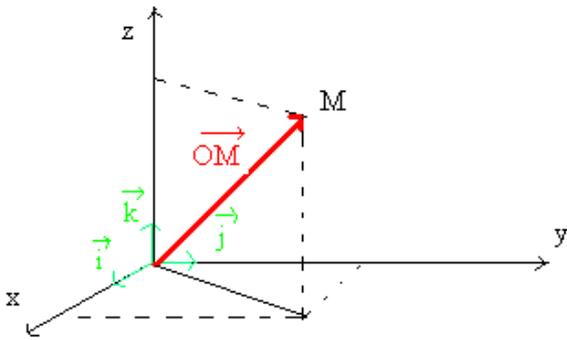
- نعتبر ثلاثة أشخاص ، الشخص 1 و الشخص 2 في إحدى عربات القطار الذي يوجد في حركة ، بينما الشخص 3 يقف على الرصيف .  
 أ - كيف يلاحظ الشخص 2 الشخص 1 ؟ و ماذا يمكن أن نقول ؟  
 ب - كيف يلاحظ الشخص 3 الشخص 1 ؟ و ماذا يمكن أن نقول ؟  
 ج - ماذا تستنتج ؟

#### 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 كسم 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  $\vec{OM} = \vec{OA} + \vec{OB} + \vec{OC}$

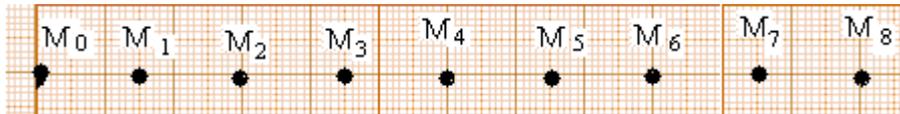
نستنتج تعبير المتجهة  $\vec{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$  والتي تسمى متجهة الموضع Vecteur position و نسمي x، y، z الإحداثيات الديكارتية . تتغير الإحداثيات الديكارتية مع الزمن و نسمي الدوال  $x = f(t)$  ،  $y = g(t)$  و  $z = h(t)$  المعادلات الزمنية للحركة .

### 3 - 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  $1 \text{ mn} = 60 \text{ s}$  ،  $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$  . 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  $R(O, \vec{i})$

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

ب - ما طبيعة المسار ؟

#### استثمار

أ -

الموقع	$M_8$	$M_7$	$M_6$	$M_5$	$M_4$	$M_3$	$M_2$	$M_1$	$M_0$
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  $\Delta t$  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  $km.h^{-1}$

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

#### 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 متقاربان و يؤطران التاريخ  $t$ .

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

##### ب - متجهة السرعة

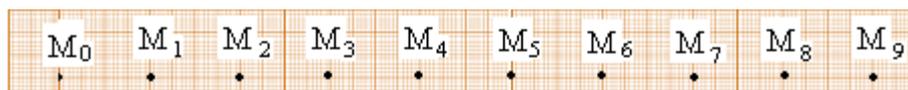
السرعة تتميز باتجاه  $Z$  منحنى و قيمة معينة إذن السرعة مقدار متجهي نرمز له بالمتجهة  $\vec{V}$  .

- 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

#### • مناقشة 1

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

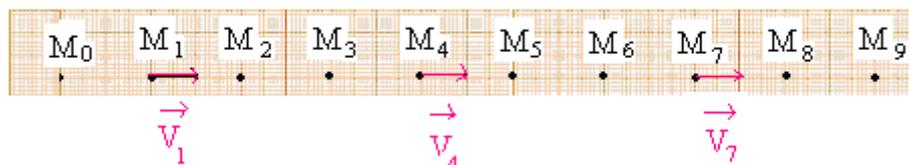


- باستعمال طريقة التأطير ، أحسب سرعة الخيال عند النقط  $M_1, M_4, M_7$  .
- باستعمال سلم مناسب مثل عند النقط  $M_1, M_4, M_7$  متجهات السرعة  $\vec{V}_1, \vec{V}_4, \vec{V}_7$  .
- ما طبيعة الحركة؟

#### استثمار

$$V_1 = \frac{M_0 M_2}{t_2 - t_0} = \frac{M_0 M_2}{2\tau} = \frac{4.10^{-2}}{2.40.10^{-3}} = 0,5m.s^{-1}$$

➤

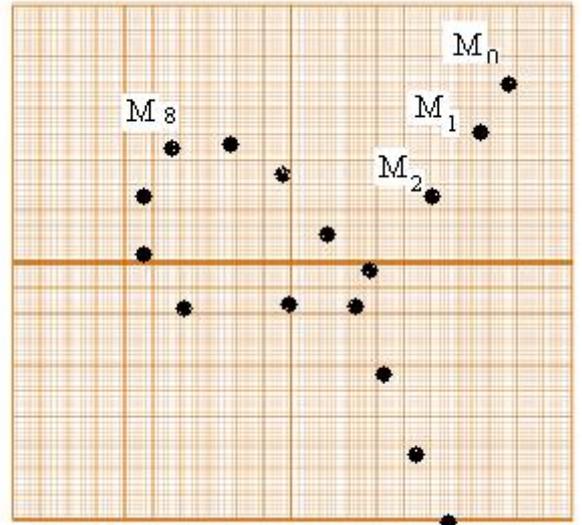


- السرعة ثابتة و المسار مستقيمي إذن يأخذ الخيال حركة مستقيمة منتظمة .

#### • مناقشة 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 التأخير ، 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

$$V_8 = \frac{M_7M_9}{2\tau} \approx \frac{M_7M_9}{2\tau} = \frac{1,4 \cdot 10^{-2}}{80 \cdot 10^{-3}} = 0,175 \text{ms}^{-1}$$

$$V_5 = \frac{M_4M_6}{2\tau} \approx \frac{M_4M_6}{2\tau} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{80 \cdot 10^{-3}} = 0,25 \text{ms}^{-1}$$

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

نسمي  $v_x$  إحدائية 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  $\text{m.s}^{-1}$  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

$$x_0 = M_1M_2 = 0,02 \text{ m}$$

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

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

### 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 نرسم لها ب s .  $T = \frac{2\pi R}{V}$

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