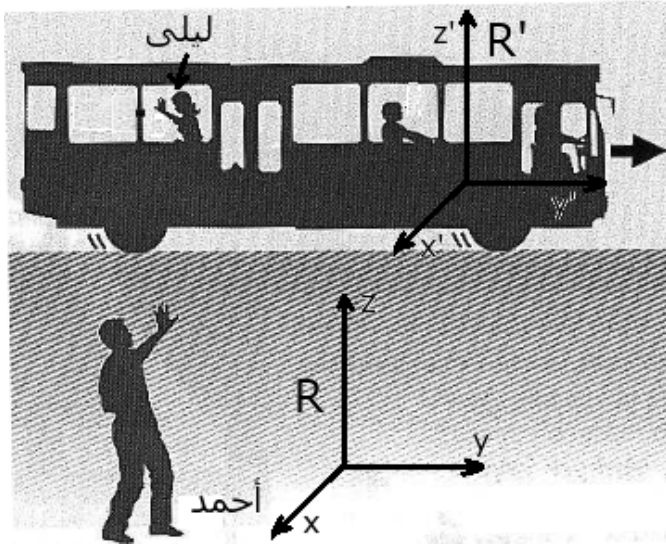


الحركة

I - الحركة

1 - نسبية الحركة



النشاط التجريبي 1 :

في التبيانة جانبه حافلة النقل المدرسي يجلس بداخلها أحمد بينما ليلي ما زالت تنتظر حافلة نقل أخرى ، وتشاهد حافلة صديقتها تبعد عنها . الجسم R مرتبط بالأرض و R' جسم مرتبط بالحافلة .

- 1 - أثناء حركة الحافلة هل أحمد في حركة بالنسبة للجسم R ؟ بالنسبة للجسم R' ؟
- 2 - أثناء حركة الحافلة هل ليلي في حركة بالنسبة للجسم R ؟ بالنسبة للجسم R' ؟
- 3 - ماذا تتطلب دراسة مفهومي الحركة والسكون ؟

خلاصة :

مفهوم الحركة والسكون نسبيان : فهما يتعلقان بالجسم المرجعي R .
نقول أن جسما يتحرك بالنسبة لجسم آخر ، اختير **كجسم مرجعي** ، إذا انتقل وتغير موضعه بالنسبة للجسم المرجعي .

ملحوظة .

لدراسة حركة جسم ما أو مجموعة أجسام يجب تحديد **الجسم المرجعي** الذي ستدرس فيه الحركة .
ويجب أن يكون **الجسم المرجعي مجموعة غير قابلة للتشويه** .

– أمثلة للجسم المرجعي :

المرجع الأرضي :

هو مرجع مرتبط بسطح الأرض أي ثابت على سطح الأرض ويستعمل لدراسة جميع الأجسام التي تتحرك على سطح الأرض أو على ارتفاع ضئيل منه .

المرجع المركزي الأرضي

هو مرجع مرتبط بمركز الأرض وهو يستعمل لدراسة الأجسام التي تتحرك حول الأرض مثل المركبات الفضائية أو الأقمار الاصطناعية أو الطائرات الخ ...

2 - المعلم R

2 - 1 - معلم الفضاء

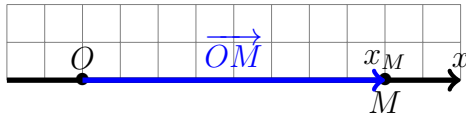
النشاط التجريبي 2

أتمم الجدول التالي :

الحالة الميكانيكية	أحرقة على شاحنة على طريق مستقيمي بالنسبة للأرض	أحرقة على شاحنة على طريق مستقيمي بالنسبة للأرض	طائر يتحرك في الفضاء بالنسبة للأرض
الجسم المرجعي			
معلم الفضاء			
إحداثيات النقطة M			
متجهة الموضع			

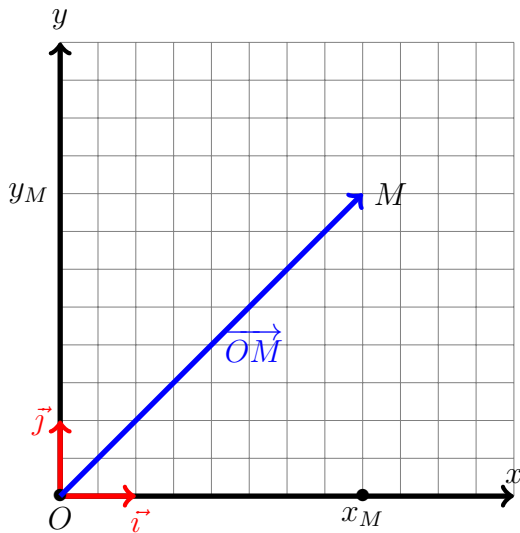
خلاصة: لدراسة حركة جسم ما ، نختار جسما مرجعيا ونرفق به معلما يسمى **معلم الفضاء** . نحدد موضع نقطة M من الجسم المتحرك في معلم الفضاء بمتجهة الموضع \vec{OM} بحيث أن O أصل معلم الفضاء .

في حالة الحركة المستقيمة : نختار معلما للفضاء $\mathcal{R}(O, \vec{i})$.
تكتب متجهة الموضع



$$\vec{OM} = x_M \cdot \vec{i}$$

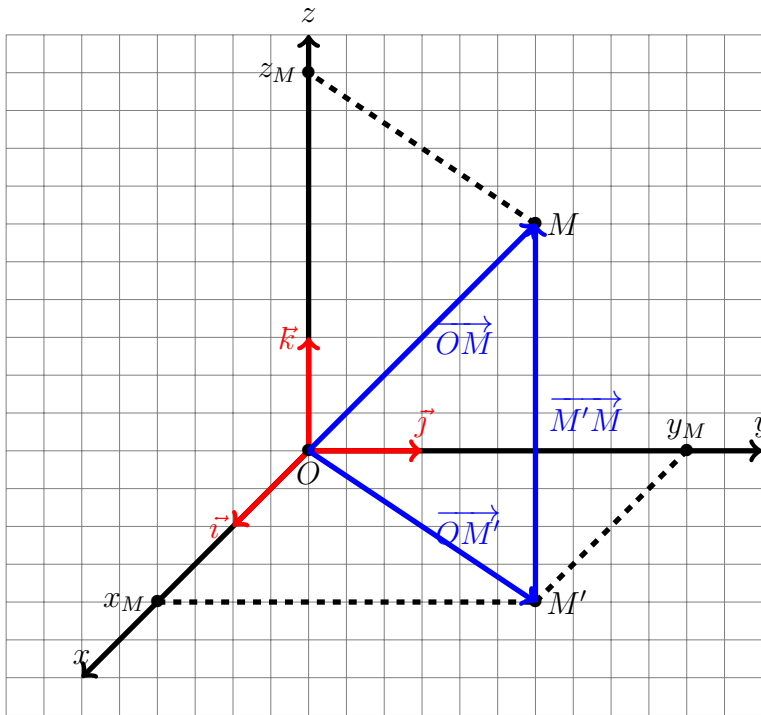
$$d = \|\vec{OM}\| = \sqrt{x_M^2} = x_M > 0$$



في حالة الحركة المستوية : نختار معلما للفضاء $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j})$.
تكتب متجهة الموضع

$$\vec{OM} = x_M \cdot \vec{i} + y_M \cdot \vec{j}$$

$$d = \|\vec{OM}\| = \sqrt{x_M^2 + y_M^2}$$



في حالة الحركة الفضائية : نختار معلما للفضاء $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. تكتب متجهة الموضع

$$\overrightarrow{OM} = x_M \cdot \vec{i} + y_M \vec{j} + z_M \cdot \vec{k}$$

$$d = \|\overrightarrow{OM}\| = \sqrt{x_M^2 + y_M^2 + z_M^2}$$

2 - 2 - معلم الزمن

لدراسة حركة نقطة M من جسم ، يجب الإشارة إلى تواريخ اللحظات التي تحتل خلالها هذه النقطة مواضع معينة .

نقرن بكل موضع للنقطة M تاريخا t .

نعرف **المدة الزمنية** Δt المجال الزمني الفاصل بين بداية حدث ونهايته . و**التاريخ** هو لحظة وقوع الحدث ، ولتحديده نختار معلما للزمن أصله اعتباطي يأخذ القيمة 0 ومنحى موجب من الماضي إلى المستقبل . وحدة الزمن في النظام العالمي للوحدات : **الثانية (s)**

2 - 3 - المسار .

مسار نقطة من جسم متحرك هو **الخط المستمر** الذي يصل مجموع المواضع المتتالية التي تحتلها هذه النقطة أثناء حركتها .

يتعلق شكل مسار نقطة من جسم متحرك **بالجسم المرجعي** الذي تدرس فيه الحركة .

- تكون الحركة مستقيمة : إذا كان مسارها عبارة عن **مستقيم** .

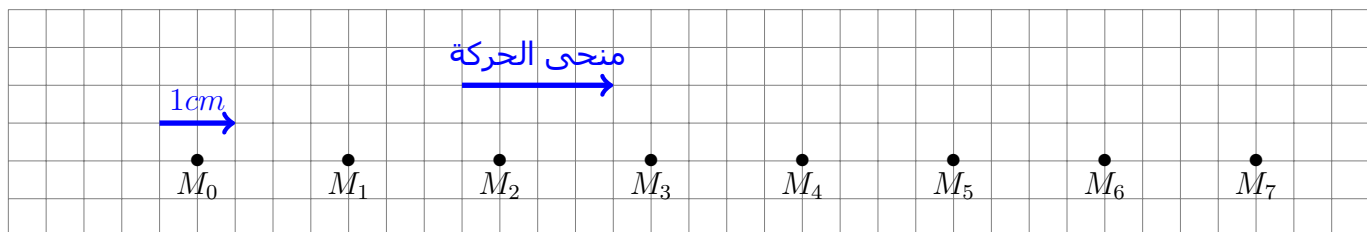
- تكون الحركة منحنية : إذا كان مسارها عبارة عن **منحني** .

تكون الحركة دائرية ، إذا كان مسارها عبارة عن **دائرة** .

النشاط التجريبي 3

لدراسة حركة جسم في المختبر نستعمل جهاز يتكون من حامل ذاتي يتوفر على مفجر لشرارات كهربائية تُرسل بطريقة دورية أي خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية ، نحصل عليها عن طريق مولد ذي توتر جد عالي . ومنضدة وورق التسجيل على أساس أن المفجر يترك أثاره على هذا الورق .

تجربة : نرسل حامل ذاتي على منضدة أفقية ونسجل حركة المفجر M خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 60ms$ فنحصل على التسجيل التالي :



نختار كجسم مرجعي ومعلم الفضاء المرتبط به لدراسة حركة النقطة M $\mathcal{R}(O, \vec{i})$ أصله منطبق مع النقطة M_0

1 - أكتب متجهة الموضع لنقطة M أفصولها x في هذا المعلم .

2 - هل تتغير إحداثيات النقطة M مع الزمن t ؟

بأخذ لحظة مرور النقطة M من الموضع M_3 أصل معلم الزمن .
أملأ الجدول التالي :

M_6	M_5	M_4	M_3	M_2	M_1	M_0	موضع النقطة M
							$x_M(m)$
							$t(s)$

- 3 _ حدد المدة الزمنية الفاصلة بين لحظتي مرور M من الموضعين M_4 و M_1 .
4 _ حدد شكل المسار للنقطة M واستنتج طبيعة حركتها .

II _ متجهة السرعة

1 _ السرعة المتوسطة :

تعرف السرعة المتوسطة بالعلاقة :

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

d المسافة المقطوعة من طرف المتحرك وحدتها في النظام العالمي للوحدات المتر (m)
المدة الزمنية اللازمة لقطع المسافة d ونعبر عنها بالثانية (s) .

وحدة السرعة في النظام العالمي للوحدات هي m/s

مثال : تقطع سيارة من أسفي إلى الدار البيضاء مسافة 250km بسرعة متوسطة $V_m = 100km/h$ ما هي
المدة الزمنية اللازمة لقطع هذه المسافة ؟

ملحوظة : تتعلق قيمة السرعة بالجسم المرجعي الذي تدرس فيه الحركة .

2 _ متجهة السرعة اللحظية .

السرعة اللحظية لنقطة متحركة M هي سرعة النقطة عند كل لحظة .

ونرمز لها ب $v(t)$ أي أنها دالة زمنية .

تقاس السرعة اللحظية بواسطة مسراع أو بواسطة جهاز رادار تبعث منه حزمة ضوئية .

معرفة السرعة اللحظية لا تعطي معلومات عن اتجاه ومنحى الحركة لذا يجب أن نعبر عن السرعة بمقدار

متجهي .

مميزات متجهة السرعة :

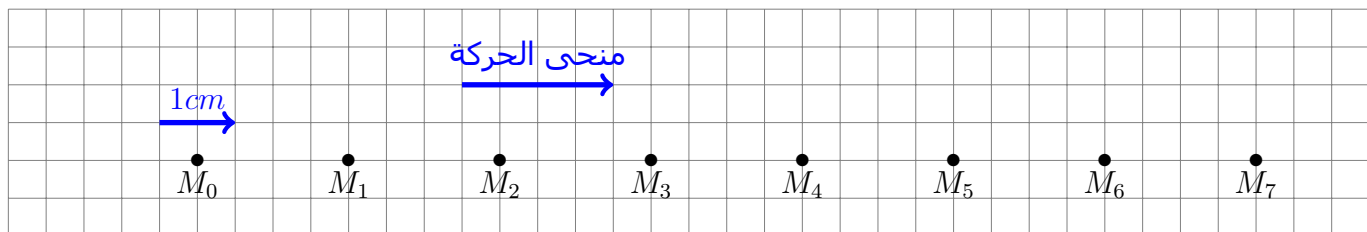
بالنسبة لنقطة من جسم متحرك نعرف متجهة السرعة في اللحظة t بالمتجهة \vec{V} **النشاط التجريبي 4**

تجربة 1: نطلق حامل ذاتي على منضدة أفقية ونسجل مواضع المفجر M أثناء مدد زمنية متتالية ومتساوية

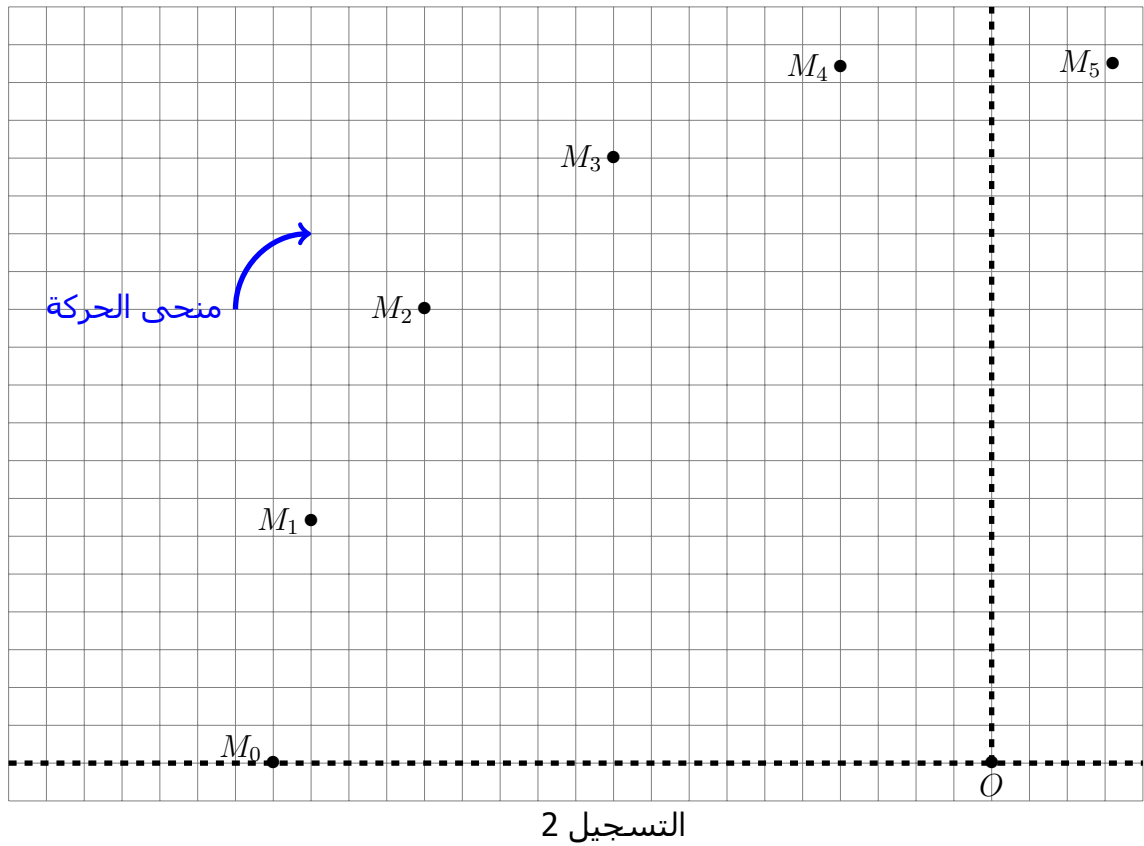
قيمتها $\tau = 60ms$. فنحصل على التسجيل 1 .

_ تجربة 2: نرسل الحامل الذاتي على المنضدة الأفقية ، على أساس الحصول على مسار منحني فنحصل

على تسجيل مواضع النقطة M للمفجر أثناء مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 60ms$.



التسجيل 1



استثمار :

- 1 - حدد طبيعة مسار النقطة M في كل تجربة .
- 2 - قارن المسافات المقطوعة من طرف M في نفس المدة الزمنية τ
- 3 - مثل في كل تجربة متجهات السرعة اللحظية \vec{V}_1 و \vec{V}_3 على التسجيل .
- 4 - قارن هذه المتجهات في كل تجربة . ما هو استنتاجك ؟
- 5 - متى تكون حركة نقطة من جسم صلب حركة مستقيمة منتظمة وحركة دائرية منتظمة ؟

خلاصة : مميزات متجهة السرعة اللحظية \vec{V}

- الأصل : مةضع النقطة عند اللحظة t
- الاتجاه : اتجاه المسار في حالة الحركة المستقيمة أو المستقيم المماس للمسار في حالة الحركة المنحنية .
- المنحنى : منحنى الحركة
- المنظم : $\|\vec{V}\|$ يساوي قيمة السرعة اللحظية .
- لحساب السرعة اللحظية عند التاريخ t_i لنقطة متحركة ، نقوم بحساب السرعة المتوسطة بين تاريخين t_{i-1} و t_{i+1} جد متقاربين ويؤطران التاريخ t_i . عند تسجيل نقطة متحركة M خلال مدد زمنية متساوية ومنتالية $\tau = \Delta t$ نحسب السرعة بالطريقة التأطرية التالية :
- في حركة مستقيمة :

$$V_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

في حركة منحنية (دائرية)

$$V_i = \frac{\widehat{M_{i-1}M_{i+1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

3 - سرعة جسم صلب في إزاحة

* حركة الإزاحة : وهي حركة قد تكون مستقيمة أو منحنية ينتقل فيها الجسم من موضع لأخر دون تغيير توجيهه في الفضاء . وتنتقل جميع نقطه بنفس متجهة السرعة اللحظية .
دراسة حركة جسم صلب في إزاحة يكفي دراسة حركة إحدى نقطه .

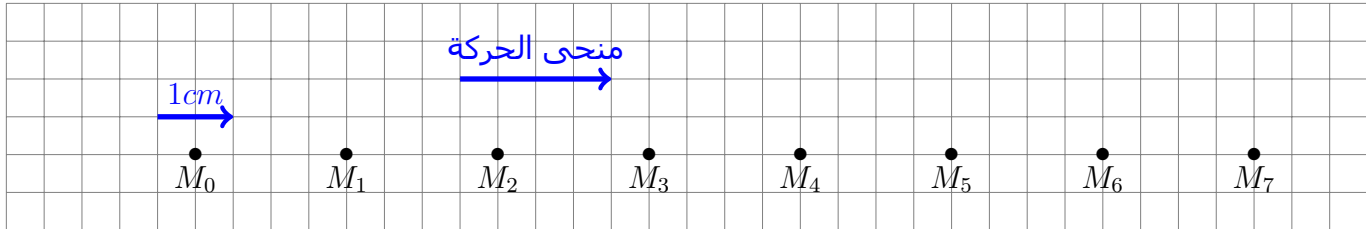
III - الحركة المستقيمة المنتظمة**1 - تعريف :**

تكون حركة نقطة من جسم صلب مستقيمة منتظمة إذا كان مسارها مستقيمي ومتجهة سرعتها اللحظية \vec{V} ثابتة خلال الزمن t .

$$\vec{V} = \vec{V}_0$$

2 - المعادلة الزمنية للحركة المستقيمة المنتظمة

استغلال نتائج التجربة 1 في النشاط التجريبي 4 :



موضع النقطة M	M_6	M_5	M_4	M_3	M_2	M_1	M_0
$x_M(m)$							
$t(s)$					0		

- 1 - أتمم الجدول التالي باعتبار اللحظة التي سجلت فيها M_2 أصلا لمعلم الزمان ($t=0$) .
- 2 - مثل بسلم مناسب المنحنى الذي يمثل $x = f(t)$.
- 3 - تسمى معادلة الدالة $x = f(t)$ بالمعادلة الزمنية لحركة M ، أوجد تعبيرها .
- 4 - ما هو المدلول الفيزيائي لكل مقدار وارد في المعادلة ؟
- 5 - نختار أصل معلم الزمان لحظة تسجيل النقطة M_0 . هل تتغير المعادلة الزمنية ؟
- 6 - نختار أصل معلم الفضاء M_2 وأصل معلم الزمان لحظة تسجيل النقطة M_0 ، أكتب الكعادلة الزمنية للحركة في هذه الحالة .

خلاصة : المعدلة الزمنية لحركة نقطة متحركة M ، هي العلاقة التي تربط بين أفضول موضع النقطة M من المتحرك واللحظة ذات التاريخ t أي تعبير المعادلة الزمنية لحركة مستقيمة منتظمة :

$$x(t) = V_x \cdot t + x_0$$

x بالمترو t بالثانية و السرعة ب m/s x_0 الأفضول البدئي للنقطة M من المتحرك عند اللحظة التي تاريخها $t=0s$

نسمي المنحنى الذي يمثل المعادلة الزمنية $x(t)$ بمخطط المسافات .
ملحوظة : يتعلق تعبير المعادلة الزمنية للحركة بالشروط البدئية (أصل معلم الفضاء وأصل معلم الزمن)

III - الحركة الدائرية المنتظمة

1 - تعريف :

تكون حركة نقطة من جسم صلب دائرية منتظمة إذا كان المسار دائريا ويبقى منظم متجهة السرعة اللحظية ثابتا خلال الزمن t .

2 - السرعة الزاوية

العلاقة بين قوس من مسار دائري s والزاوية θ

عندما تقطع نقطة M قوسا دائريا طوله s خلال المدة الزمنية Δt فإن متجهة الموضع \overrightarrow{OM} تكسح زاوية θ تسمى بزاوية الدوران بحيث أن شعاع المسار الدائري r يعرف السرعة الزاوية لنقطة في حركة دائرية منتظمة بالعلاقة التالية :

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي rad/s العلاقة بين السرعة اللحظية M والسرعة الزاوية ω هي :

$$V = \frac{s}{\Delta t} = \frac{R.\theta}{\Delta t}$$

أي أن :

$$V = R.\omega$$

نسمي كذلك V بالسرعة الخطية للنقطة M

3 - الدور والتردد

تعريف الدور:

هو المدة الزمنية التي تستغرقها النقطة M لإنجاز دورة كاملة وحدة الدور في النظام العالمي للوحدات هي الثانية s التردد : هو عدد الدورات التي تنجزها النقطة M خلال ثانية واحدة : وحدة التردد في النظام العالمي للوحدات : الهرتز Hz

* حركة الدوران حول محور ثابت :

في هذه الحركة تنجز كل نقطة من الجسم حركة دائرية لها شعاع خاص ממركز حول نقطة من المحور . أما نقط المحور فتبقى ثابتة .