

القوى والحركات المستقيمة

I. دراسة حركة:

1. نسبة الحركة:

نشاط 1: لاحظ الشكل المقابل:

❖ ما هي الحالة الحركية لكل قطار؟

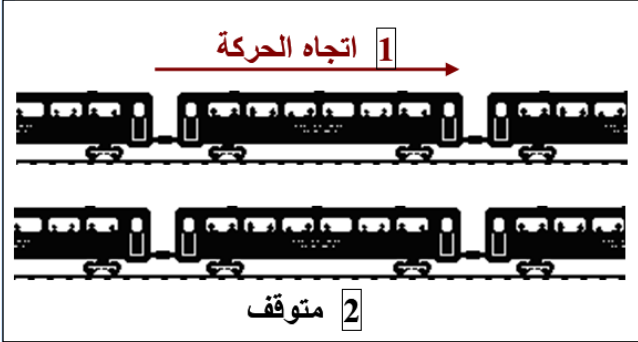
القطار (1) يسير من اليسار نحو اليمين، والقطار (2) متوقف في المحطة.

❖ ما هي الحالة الحركية للقطار (1) بالنسبة للقطار (2)؟

القطار (1) متحرك بالنسبة للقطار (2).

❖ ما هي الحالة الحركية للقطار (2) بالنسبة للمحطة؟

القطار (2) ثابت بالنسبة للمحطة.



الخلاصة: يمكن لجسم أن يكون متحركاً بالنسبة لجسم A وثابتاً بالنسبة لجسم B.

نقول إن الحركة نسبية لأنها تتعلق بالمرجع الذي نختاره لدراسة الحركة.

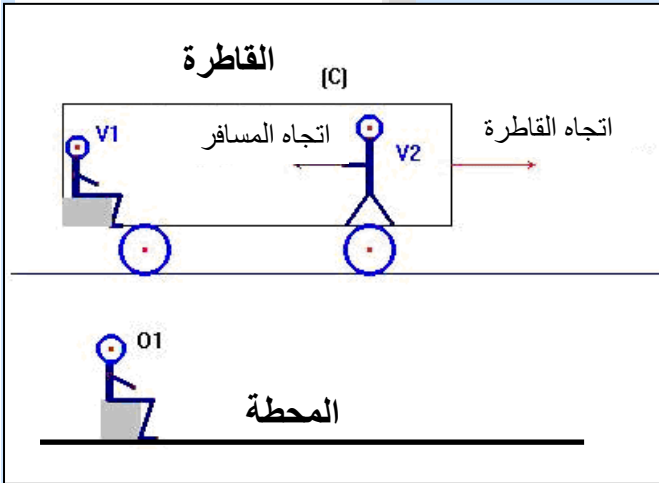
نشاط 2: لاحظ الشكل المقابل:

❖ ما هي الحالة الحركية لـ v_1 بالنسبة لـ O_1 ؟
متحرك.

❖ ما هي الحالة الحركية لـ v_1 بالنسبة للقاطرة؟
ثابت.

❖ ما هي الحالة الحركية لـ v_2 بالنسبة للقاطرة؟
متحرك.

❖ ما هي الحالة الحركية لـ v_2 بالنسبة لـ v_1 ؟
متحرك.



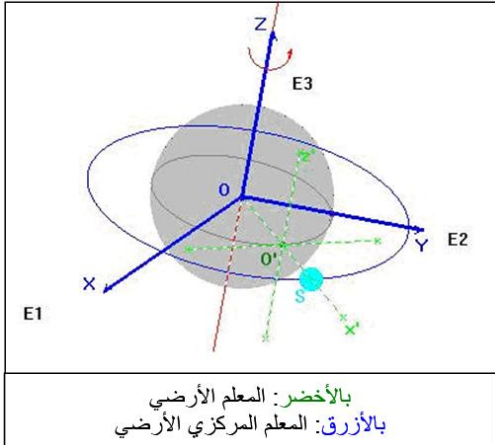
الخلاصة: نقول إن جسماً A يتحرك بالنسبة لجسم B الذي اختير كمرجع، إذا تنقل A من موضعه

الأصلي أو تغيرت المسافة بينه وبين المرجع خلال الزمن.

ملاحظة: لدراسة حركة جسم يجب أولاً تحديد المرجع. ويجب أن يكون هذا المرجع جسماً أو مجموعة أجسام غير قابلة للتشويه.

2. بعض أنواع المرجع:

المرجع الأرضي: وهو مرتبط بسطح الأرض ويستعمل لدراسة جميع الأجسام التي تتحرك على سطح الأرض أو على ارتفاع ضئيل منه.

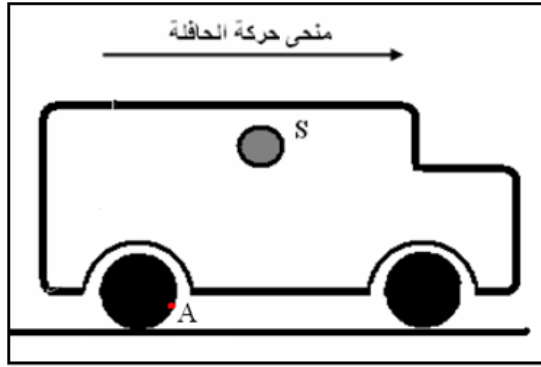


المرجع المركزي الأرضي: وهو مرجع مرتبط بمركز الأرض، المحور (OZ) يكون متجها نحو نجمة خيالية بعيدة E_3 : يمكننا اعتبارها النجمة القطبية مثلا، والمحورين (OX) و(OY) يكونان عموديان على (OZ) وعموديان فيما بينهما، وهما موجودان عند خط الاستواء ويكونان متجهين نحو نجمتين بعيدتين E_2 و E_1 يفترض أنهما ثابتتين (أنظر الشكل المقابل).

يستعمل هذا المرجع لدراسة حركة الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية.

3. النقطة المتحركة:

نشاط: لاحظ الشكل المقابل:



❖ ما هو مسار الجسم S بالنسبة للمرجع الأرضي؟

خط مستقيم.

❖ ما هو مسار عجلة الحافلة بالنسبة للمرجع الأرضي؟

من الصعب تحديده.

❖ ما هو مسار النقطة A بالنسبة للمرجع الأرضي؟

دائري انتقالي.

❖ ماذا تلاحظ؟

دراسة مسار العجلة معقد وغير محدد لكن مسار النقطة A واضح ومحدد.

الخلاصة: لكون حركة الأجسام معقدة في غالب الأحيان، نختار لدراسة حركة جسم ما، نقطة منه نسميها "النقطة المتحركة أو المادية" بحيث تعود دراسة حركته إلى دراسة حركة هذه النقطة المختارة. غالبا ما يختار الفيزيائيون "مركز الثقل" للجسم المدروس كنقطة مادية لكونه نقطة ليس لها أي بعد وتنسب إليها كتلة هذا الجسم.

4. مميزات الحركة:

دراسة حركة نقطة متحركة في مرجع أرضي تقتضي تعيين مميزات هذه الحركة.

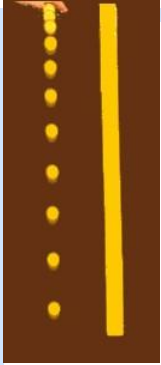
أ. المسار:

مسار جسم متحرك هو الأماكن المتعاقبة التي سلكها هذا الجسم خلال حركته.

❖ إذا كان المسار مستقيما، نقول أن: **الحركة مستقيمة.**

- إذا كان المسار دائريا، نقول أن: **الحركة دائرية**.
- إذا كان المسار منحنيا، نقول أن: **الحركة منحنية**.

الخلاصة: هندسيا: المسار هو الخط المستمر الذي يجمع المواضع المتتالية التي شغلتها النقطة المتحركة لهذا الجسم. تسمح معرفة المسار بتصنيف الحركات وفق نوعية مساراتها.



كيف يمكن الحصول على مسار نقطة متحركة تجريبيا؟

لدراسة حركة جسم في المختبر نستعمل:

- ❖ **التصوير المتعاقب:** الذي نحصل عليه باستعمال آلة تصوير حيث يتم تصوير مختلف مواضع الجسم المتحرك خلال فترات زمنية متتالية ومتساوية وصغيرة على نفس الشريط.
- ❖ **منضدة وحامل ذاتي** يتوفر على مفجر لشرارات كهربائية ترسل بطريقة دورية، أي خلال فترات زمنية متتالية ومتساوية، وورق تسجيل يترك المفجر آثاره عليه.
- ❖ **التسجيل بشريط الفيديو:** حيث نستعمل كاميرا لتسجيل فيلم الحركة ثم تتم معالجة الفيلم بواسطة الكمبيوتر عن طريق برامج خاصة.

ب. السرعة:

وتقاس ب (m/s) أو (km/h)، وهي اصطلاحا المؤشر الذي يشير إليه عداد السيارة (مثلا) وهي تتحرك، لكن علميا ما يشير إليه العداد هو نوع من أنواع السرعة. فما هي أنواع السرعة؟

السرعة المتوسطة:

السرعة المتوسطة هي متوسط السرعات التي سجلها عداد السيارة مثلا، في مختلف الأماكن التي مرت بها السيارة، فالعداد يشير إلى قيم مختلفة في أزمنة مختلفة، ترتفع أحيانا وتنخفض أحيانا أخرى حسب زحمة السير.

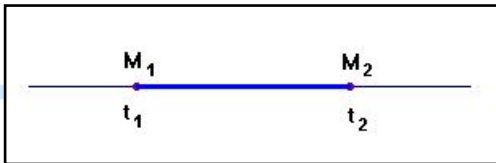
الخلاصة: نحسب السرعة المتوسطة v_m لنقطة متحركة M بالعلاقة التالية: $v_m = \frac{d}{\Delta t}$ ، حيث: d المسافة

المقطوعة خلال المدة الزمنية Δt .

وحدة السرعة في النظام العالمي للوحدات هي m/s أو ms^{-1} .

السرعة اللحظية:

نفهم من هذه العبارة أنها تمثل قيمة السرعة في لحظة معينة وفي موضع معين. أي أنها السرعة التي يشير إليها عداد السيارة لحظة النظر إليه.



v_1 هي السرعة اللحظية في النقطة M_1 في الزمن t_1 .

v_2 هي السرعة اللحظية في النقطة M_2 في الزمن t_2 .

السرعة اللحظية لجسم متحرك أو لنقطة متحركة هي سرعة النقطة عند كل لحظة. ونرمز لها ب $v(t_i)$.

لحساب السرعة اللحظية عند اللحظة t ، نقوم بحساب السرعة المتوسطة بين تاريخين جد متقاربين ويؤطران اللحظة t . هنا لحساب السرعة اللحظية عند النقطة M_2 ، نحسب السرعة المتوسطة بين M_3 و M_2 أي:

$$v(t_2) = \frac{M_3 M_1}{t_3 - t_1}$$

الخلاصة: بصفة عامة: عند تسجيل نقطة متحركة A خلال مدد زمنية متساوية ومتتالية، نحسب السرعة

$$v(t_i) = \frac{A_{i+1} A_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

ملاحظة: إن السرعة المتوسطة لا تساوي بالضرورة السرعة اللحظية.

تسمح السرعة اللحظية للمتحرّك بتحديد طبيعة حركته: فإذا كانت السرعة اللحظية:

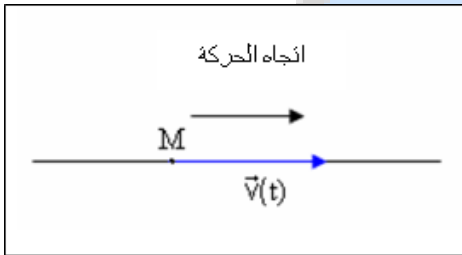
- ❖ ثابتة، فإن الحركة منتظمة.
- ❖ متزايدة، فإن الحركة متسارعة.
- ❖ متناقصة، فإن الحركة متباطئة.

شعاع السرعة اللحظية:

معرفة قيمة السرعة اللحظية لجسمين متحركين لا تكفي لوصف أو مقارنة حركتهما إذ نحتاج إلى معرفة جهة حركتهما ومنحاهما في كل لحظة. لذلك لجأ الفيزيائيون إلى تمثيل السرعة بشعاع نسميه "شعاع السرعة" ونرمز له بالرمز \vec{v} ، وبالنسبة لنقطة من متحرك نعرّف شعاع السرعة اللحظية في اللحظة t بـ $\vec{v}(t)$.

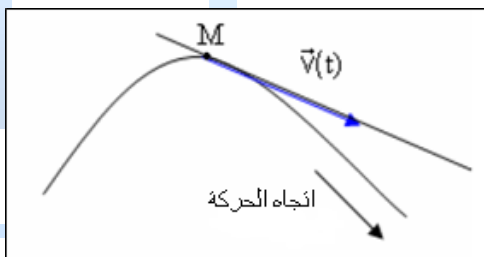
مميزاته في حالة حركة مستقيمة هي:

- ❖ **بدايته:** موضع المتحرك في اللحظة المدروسة أي M .
- ❖ **حامله:** الخط الموازي للحركة والذي يشمل النقطة M .
- ❖ **اتجاهه:** اتجاه الحركة.
- ❖ **طويلته:** قيمة السرعة اللحظية في اللحظة المدروسة.



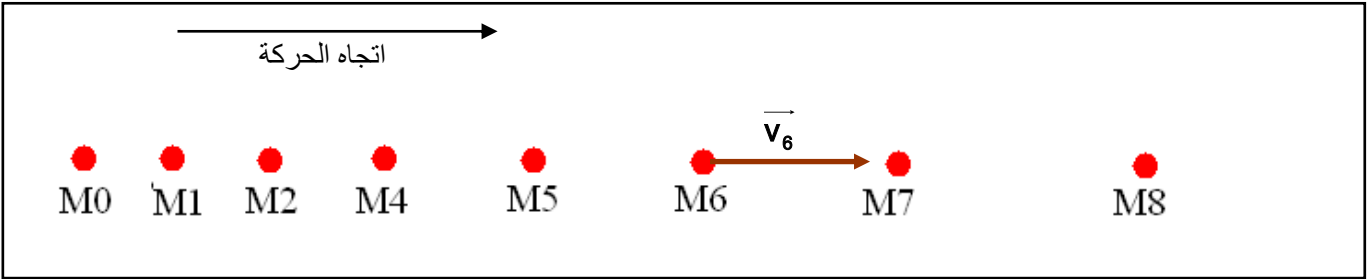
مميزاته في حالة حركة منحنية أو دائرية هي:

- ❖ **بدايته:** موضع المتحرك في اللحظة المدروسة أي M .
- ❖ **حامله:** الخط المماسي للحركة والذي يشمل النقطة M .
- ❖ **اتجاهه:** اتجاه الحركة.
- ❖ **طويلته:** قيمة السرعة اللحظية في اللحظة المدروسة.



كيف نمثل شعاع السرعة اللحظية:

في حالة حركة مستقيمة:

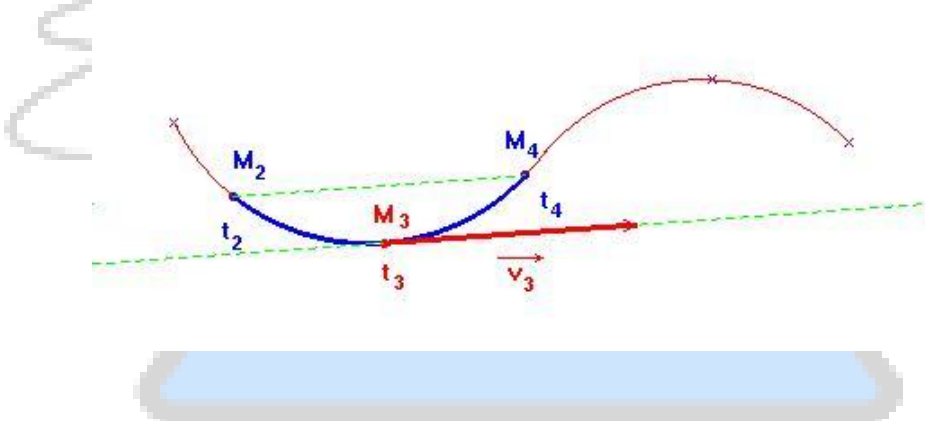
لتمثيل شعاع السرعة اللحظية في النقطة M_6 نتبع الخطوات التالية:

- ❖ بما أن الحركة مستقيمة يكون حاملها موازيا للمسار ويشمل النقطة M_6 .
- ❖ نختار سلما لتمثيل السرعات وليكن مثلا: $1\text{cm} \rightarrow 10\text{m/s}$.
- ❖ نمثل السرعة اللحظية بسهم منطبق على المسار، مبدأه الموضع M_6 ، جهته جهة الحركة وطويلته تكون:

$$\left. \begin{array}{l} 1\text{cm} \rightarrow 10\text{m/s} \\ x\text{cm} \rightarrow 20\text{m/s} \end{array} \right\} \Leftrightarrow x = \frac{1 \times 20}{10} = 2\text{cm}$$

(أنظر الشكل أعلاه).

في حالة حركة منحنية أو دائرية:

لتمثيل شعاع السرعة اللحظية في النقطة M_3 نتبع الخطوات التالية:

- ❖ بما أن الحركة منحنية يكون حاملها مماسيا للمسار ويشمل النقطة M_3 ، نرسمه بخط متقطع.
- ❖ نختار سلما لتمثيل السرعات وليكن مثلا: $1\text{cm} \rightarrow 5\text{m/s}$.
- ❖ نمثل السرعة اللحظية بسهم منطبق على المسار، مبدأه الموضع M_3 ، جهته جهة الحركة وطويلته تكون:

$$\left. \begin{array}{l} 1\text{cm} \rightarrow 5\text{m/s} \\ x\text{cm} \rightarrow 15\text{m/s} \end{array} \right\} \Leftrightarrow x = \frac{1 \times 15}{5} = 3\text{cm}$$

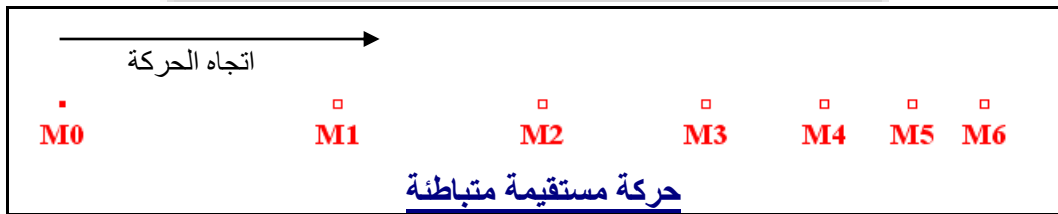
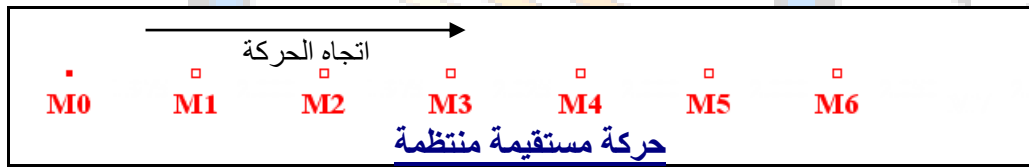
(أنظر الشكل أعلاه).

II. تحليل التسجيلات في الحركة المستقيمة:1. تحليل أولى للتسجيل:

❖ للتأكد من أن حركة الجسم أو النقطة المادية هي حركة مستقيمة، نقارن المواضع المختلفة التي مر بها الجسم أو النقطة المادية خلال حركته، إذا كانت النقاط التي تمثل هذه المواضع على استقامة واحدة فإن الحركة مستقيمة.

❖ المسافات المسجلة بين كل نقطة والنقطة التي تليها، تعبر عن المسافات التي قطعها الجسم المتحرك في كل مجال زمني، وبما أن هذه المجالات الزمنية متساوية فإن:

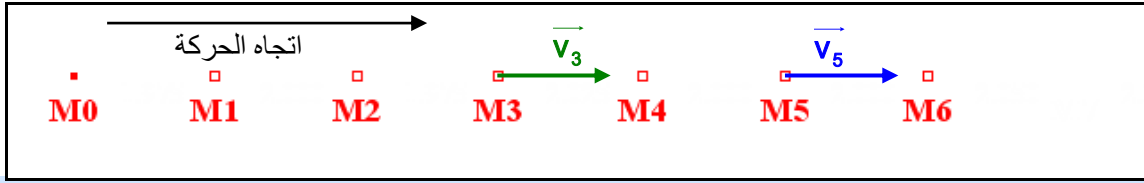
- تساوي هذه المسافات يدل على أن الحركة هي **حركة مستقيمة منتظمة**.
 - تزايد طول المسافات من مجال زمني إلى آخر يدل على أن الحركة هي **حركة مستقيمة متسارعة**.
 - تناقص طول المسافات من مجال زمني إلى آخر يدل على أن الحركة هي **حركة مستقيمة متباطئة**.
- ❖ لمعرفة الطول الحقيقي لهذه المسافات يجب استعمال سلم الرسم المحدد من قبل.

2. كيفية تحديد وتمثيل شعاع تغير السرعة في موضع معين:

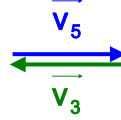
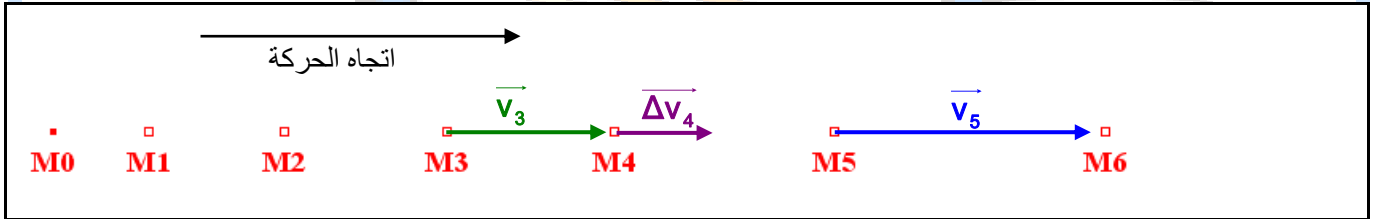
لدراسة تطور المسافة المقطوعة من طرف المتحرك خلال حركته، وجب علينا إيجاد وسيلة تصف لنا قيمة وجهة هذا التطور، لهذا أوجد الفيزيائيون مفهوما جديدا سموه شعاع تغير السرعة ونرمز له بـ $\Delta \vec{v}$ الذي بمقارنة اتجاهه بجهة الحركة نتعرف على نوعية هذه الأخيرة.

الخلاصة: إن شعاع تغير السرعة $\Delta \vec{v}_i$ في الموضع M_i يساوي الفرق بين الشعاعين \vec{v}_{i+1} و \vec{v}_{i-1} بحيث:

$$\Delta \vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}$$

أ. تحديد وتمثيل شعاع تغير السرعة في حالة حركة منتظمة:مثال: لنحدد شعاع تغير السرعة في الموضع M_4 :

$$\left. \begin{array}{l} \vec{\Delta v}_4 = \vec{v}_5 - \vec{v}_3 \\ \vec{v}'_3 = -\vec{v}_3 \end{array} \right\} \Leftrightarrow \vec{\Delta v}_4 = \vec{v}_5 + \vec{v}'_3$$

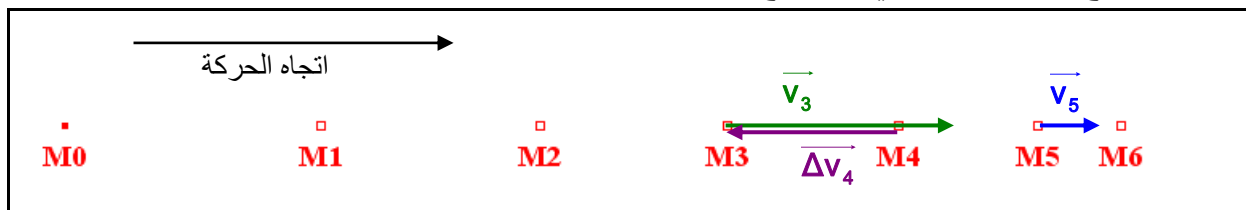
نلاحظ أن $\vec{v}_5 = \vec{v}_3$ وهذا معناه أن $\vec{\Delta v}_4 = \vec{0}$ **الخلاصة:** في حالة حركة منتظمة فإن $\vec{v}_{i+1} = \vec{v}_i = \vec{v}_{i-1}$ وهذا معناه أن السرعة ثابتة و $\vec{\Delta v}_i$ معدوم.**ب. تحديد وتمثيل شعاع تغير السرعة في حالة حركة متسارعة:**مثال: لنحدد شعاع تغير السرعة في الموضع M_4 :

$$\left. \begin{array}{l} \vec{\Delta v}_4 = \vec{v}_5 - \vec{v}_3 \\ \vec{v}'_3 = -\vec{v}_3 \end{array} \right\} \Leftrightarrow \vec{\Delta v}_4 = \vec{v}_5 + \vec{v}'_3$$

نلاحظ أن $\vec{v}_5 > \vec{v}_3$ وهذا معناه أن $\vec{\Delta v}_4$ له نفس اتجاه الحركة وأن: $\|\vec{\Delta v}_4\| = \|\vec{\Delta v}_5\| - \|\vec{\Delta v}_3\|$ **الخلاصة:** في حالة حركة متسارعة فإن $\vec{v}_{i+1} > \vec{v}_{i-1}$ وهذا معناه أن $\vec{\Delta v}_i$ له نفس اتجاه الحركة وأن:

$$\|\vec{\Delta v}_i\| = \|\vec{\Delta v}_{i+1}\| - \|\vec{\Delta v}_{i-1}\|$$

- مميزات $\vec{\Delta v}_i$:
- بدايته هي النقطة المعتبرة M_i .
 - حامله منطبق على المسار.
 - جهته هي جهة الحركة.
 - طويلته هي الفرق بين طويلتي الشعاعين \vec{v}_{i+1} و \vec{v}_{i-1} .

ج. تحديد وتمثيل شعاع تغير السرعة في حالة حركة متباطئة:مثال: لنحدد شعاع تغير السرعة في الموضع M_4 :

$$\left. \begin{aligned} \vec{\Delta v}_4 &= \vec{v}_5 - \vec{v}_3 \\ \vec{v}'_3 &= -\vec{v}_3 \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow \vec{\Delta v}_4 = \vec{v}_5 + \vec{v}'_3$$



نلاحظ أن $\vec{v}_5 < \vec{v}_3$ وهذا معناه أن $\vec{\Delta v}_4$ له عكس اتجاه الحركة وأن: $\|\vec{\Delta v}_4\| = \|\vec{\Delta v}_5\| - \|\vec{\Delta v}_3\|$

الخلاصة: في حالة حركة متباطئة فإن $\vec{v}_{i+1} < \vec{v}_{i-1}$ وهذا معناه أن $\vec{\Delta v}_i$ له عكس اتجاه الحركة وأن:

$$\|\vec{\Delta v}_i\| = \|\vec{\Delta v}_{i+1}\| - \|\vec{\Delta v}_{i-1}\|$$

- مميزات $\vec{\Delta v}_i$:
- بدايته هي النقطة المعتبرة M_i .
 - حامله منطبق على المسار.
 - جهته هي عكس الحركة.
 - طويلته هي القيمة المطلقة للفرق بين طويلتي الشعاعين \vec{v}_{i+1} و \vec{v}_{i-1} .

تم بحمد الله وتوفيقه

Latreche MIFA