دوسية النيرد في مادة الفيزياء

الصف العاشر - الفصل الدراسي الأول

شرح شامل للكتاب المدرسي مع حل جميع الأمثلة والتمارين وأسئلة دليل المعلم وأسئلة التفكير..

أسئلة إضافية وإثرائية على كل موضوع في المادة حتى يكون الطالب مُتمكن منها 100٪

حل أسئلة مراجعة الدرس وأسئلة مراجعة الوحدة لكل وحدة دراسية في المادة

رسومات وتصاميم توضيحية للحلول والأمثلة الموجودة في الكتاب وملاحظات هامة لكل موضوع في الدرس.

سيتم إضافة بنك أسئلة وملخص قوانين للمادة من خلال بطاقة أساس التعليمية.

بإمكانكم حجز بطاقة أساس لمادة الفيزياء الصف التاسع والعاشر من خلال التواصل مع رقمي على الواتس

0795360003

الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى

مقدمة الكورس

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خير معلم الناس الخير نبينا محمد وعلى آله وصحبة أجمعين، أما بعد:

الفيزياء من أكثر المواد التي يواجه فيها الطالب مشكلة أثناء دراستها وتحتاج جهد وتركيز كبير للوصول إلى فهمها بالشكل الصحيح وتحقيق المراد، يعود ذلك لعدم وجود مصدر شامل لشرح المادة بالتفصيل وإيصال فكرة الأسئلة للطالب أو لوجود مشكلة في تأسيس الطالب الرياضي أو الفيزيائي على حد سواء لأن الرياضيات لغة الفيزياء.

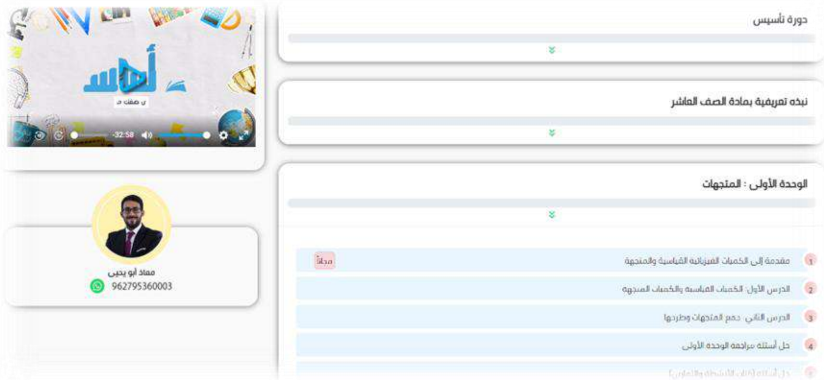
يأتي هذه الكورس خدمة لأحبتنا الطلبة والمهتمين بدراسة ومراجعة مادة الفيزياء الجديد للصف العاشر سواءً من المعلمين أو الأهالي، وهو مصدر دراسي لتبسيط الكتاب المدرسي فدائما يبقى الكتاب هو المصدر الأول للدراسة.

في هذه الكورس قُمنا بترتيب طرح المواضيع والمحتوى وإضافة ملاحظات وشروحات لأساليب حل الأسئلة وطريقة التعامل معها ورسومات وتصاميم توضيحية مُرفق معها حل أسئلة الدروس وأسئلة الوحدة وأسئلة فكر والواجبات الواردة في الكتاب المدرسي مدعومًا بأمثلة وتدريبات إضافية.

نسأل الله للجميع العلم النافع والعمل الصالح والتوفيق والسداد والإخلاص والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

أ.معاذ أمجد أبو يحيى

بإمكانكم حجز بطاقة أساس التعليمية لمتابعة شرح المادة التفصيلي:

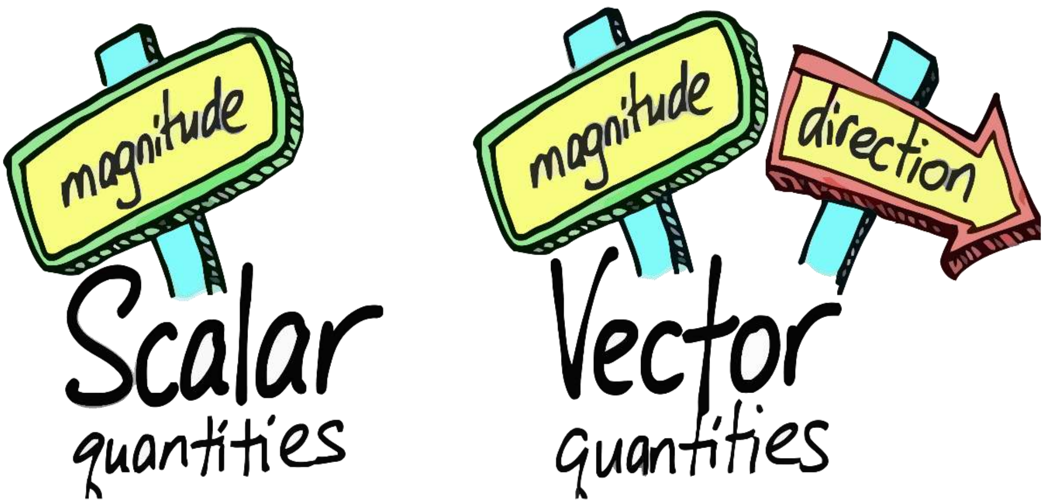


بإمكانكم متابعة أوراق العمل والامتحانات من خلال مجموعة الواتس:

بإمكانكم متابعة الأخبار والإعلانات من خلال صفحة الأستاذ على الفيس:

الوحدة الأولى من مادة فيزياء الصف العاشر

المتجهات



الوحدة الأولى: المتجهات

الدرس الأول: الكميات القياسية والكميات المتجهة

الكميات الفيزيائية

نتعامل في حياتنا اليومية مع كميات فيزيائية عديدة يتم التعبير عنها بعدد ووحدة مناسبتين فمثلًا نقول (كتلة الحقيبة = 2 kg) حيث (2) تمثل العدد و(kg) تمثل الوحدة.

■ **يمكن تقسيم الكميات الفيزيائية إلى:**

☑ **كميات أساسية:** هي الكمية التي تعرف بمقدار واحد فقط دون الحاجة إلى كمية فيزيائية أخرى لتعريفها.

◄ **وهي ثمن كميات متفق عليها في النظام الدولي** (الزمن ودرجة الحرارة والكتلة والطول والشحنة والتيار الكهربائي وشدة الضوء وكمية المادة).

☑ **كميات مشتقة:** وهي الكمية التي يتم استنتاجها من الكميات الاساسية أي أننا نحتاج في تعريفها الى أكثر من كمية اساسية مثل السرعة والتي تساوى مقسوم المسافة على الزمن.

◄ **من الأمثلة عليها:** القوة والسرعة والتسارع والضغط.

■ **بشكل عام تقسم الكميات الفيزيائية إلى قسمين رئيسين هما:**

☑ **الكميات القياسية:** هي الكميات التي تُحدد فقط بالمقدار ولا يوجد لها اتجاه.

◄ **من الأمثلة عليها:** الحجم، الطاقة، الضغط، المسافة.

☑ **الكميات المتجهة:** هي الكميات التي تُحدد بالمقدار والاتجاه معًا.

◄ **من الأمثلة عليها:** الإزاحة، التسارع، القوة.

سؤال صنف الكميات الفيزيائية الآتية إلى كميات متجهة أو قياسية:

الكمية الفيزيائية	كمية متجهة / كمية قياسية	السبب
الكتلة (4 Kg)	قياسية	لأنها حُددت فقط بمقدار
التسارع ($20\ m/s^2$, غربا)	متجهة	لأنها حُددت بمقدار واتجاه
الشغل (200 J)	قياسية	لأنها حُددت فقط بمقدار
القوة (120 N , شمالًا)	متجهة	لأنها حُددت بمقدار واتجاه

سؤال كيف يمكننا التمييز الكمية المتجهة من القياسية؟

يمكن تمييز الكمية المتجهة عن القياسية بعدة طرائق منها:

- وضع سهم فوق رمز الكمية المتجهة مثل ($\vec{F}$) لتمييز متجه القوة.
- يتم التعبير عن مقدار المتجه باستخدام القيمة المطلقة له $|\vec{F}|$ أو بكتابة (F) بدون السهم.
- يمكن التعبير عن الكمية المتجهة من خلال كتابة رمزها بالخط العريض ($\boldsymbol{F}$) لتمييز متجه القوة وبالخط العادي للدلالة على مقدار المتجه مثل (F)

الكمية المتجهة
(القوة كمثال)

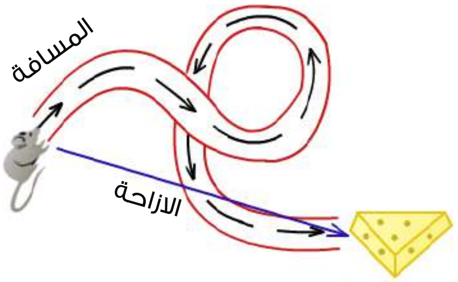
- المتجه ← $\vec{F}$ أو $\mathbf{F}$
- مقدار المتجه ← $|\vec{F}|$ أو F

سؤال بالنسبة للكمية المتجهة الإشارة السالبة أو الموجبة تشير إلى اتجاه تلك الكمية، هل يمكن أن تكون الكمية القياسية سالبة؟

الكمية القياسية تقبل دخول السالب إليها على عكس الكمية المتجهة لا تقبل بل يتم التعبير عن السالب بالاتجاه.

كمثال درجة الحرارة قد تكون سالبة وهي كمية قياسية والإشارة السالبة هنا لا تعني اتجاهاً.

سؤال ما الفرق بين المسافة والإزاحة؟



المسافة: طول المسار الفعلي بين نقطتي البداية والنهاية.
المسافة كمية قياسية

الإزاحة: الخط المستقيم من نقطة البداية باتجاه نقطة النهاية.
الإزاحة كمية متجهة

سؤال **هل يمكن أن يكون للكمية المتجهة والكمية القياسية الوحدة نفسها؟**

نعم كمثال المسافة (كمية قياسية) والإزاحة (كمية متجهة) ووحدة كل منهما (m).

سؤال **هل يمكن أن تتساوى كميتان متجهتان في المقدار وتختلفان في الاتجاه؟**

نعم يمكن؛ فمثلاً نقول تؤثر في الجسم قوتان متساويتان في المقدار إحداهما باتجاه الشرق والأخرى باتجاه الشمال فهنا الكميات المتجهة تساوت في المقدار واختلفت في الاتجاه.
ويمكن كذلك أن تكون الكميات المتجهة مختلفة في المقدار ومتماثلة في الاتجاه.

تمرين **في أثناء جلوسك في الغرفة الصفية سقط قلم باتجاه سطح الأرض. حدد كميتين قياسيتين وكميتين متجهتين تتعلق بهذه الحادثة؟**

الكميات القياسية: كتلة القلم، زمن سقوط القلم، درجة حرارة الغرفة الصفية.
الكميات المتجهة: وزن القلم (نحو سطح الأرض) ، سرعة سقوط القلم (نحو الأسفل).

سؤال إضافي NERD **أقيمت مباراة لكرة القدم على ملعب مدينة الحسين الرياضية، حدد كميتين متجهتين وكميتين قياسيتين ثم رتبها في جدول مبينا اسم الكمية ورمزها ووحدة قياسها.**

اسم الكمية	رمز الكمية	وحدة القياس	كمية متجهة، كمية قياسية
طول الملعب، عرض الملعب	L	m	قياسية
كتلة كرة القدم	m	kg	قياسية
القوة المؤثرة في الكرة لحظة ركلها	F	N	متجهة
سرعة انطلاق الكرة لحظة ركلها	□	m/s	متجهة

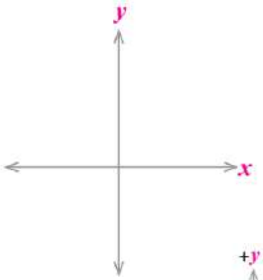
أتحقق: **قارن بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.**

الكميات المتجهة: كميات لها مقدار واتجاه وهي تُحدد بالمقدار والاتجاه معًا.
الكميات القياسية: كميات لها مقدار وليس لها اتجاه وهي تُحدد بالمقدار فقط.

تمثيل المتجهات بيانيًا

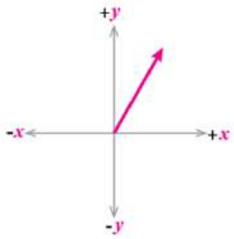
■ ملاحظات مهمة عن تمثيل المتجهات بيانيًا:

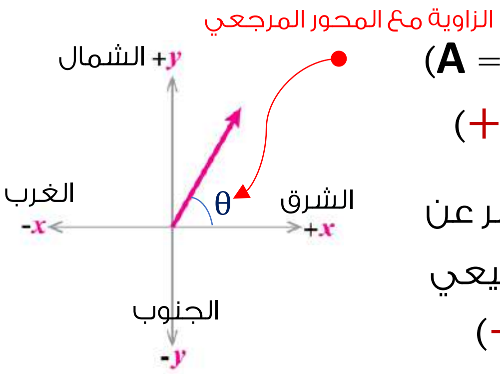
- التعامل مع الكميات القياسية وإجراء العمليات الحسابية عليها من جمع وطرح وضرب وقسمة أسهل من التعامل مع الكميات المتجهة.
- من السهل المقارنة بين كميتين قياسيتين خلافًا للمقارنة بين متجهين وذلك لكل من المتجهين مقدارًا واتجاها لذلك نلجأ أحيانا لتمثيل الكميات المتجهة تمثيلًا بيانيًا لتسهيل التعامل معها.
- يحدد مقدار الكمية المتجهة بعدد ووحدة قياس ولها اتجاه أيضا.



■ كيف يمكننا تمثيل المتجه بيانيًا:

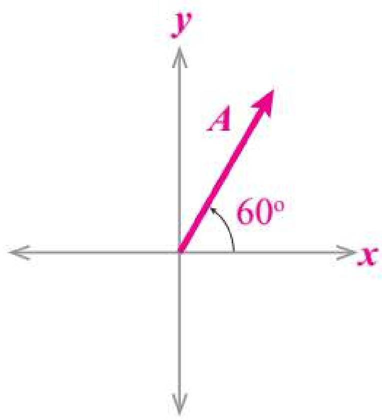
- نختار مستوى إحداثي مثل $(x - y)$ ونقطة إسناد مثل نقطة الأصل $(0,0)$.
- نرسم سهما بحيث يقع ذيله (نقطة بدايته) عند نقطة الأصل.
- طول السهم يمثل قيمة المتجه ويحدد باستخدام مقياس رسم مناسب.
- اتجاه السهم يحدد نسبة إلى اتجاه مرجعي إما:
  - ◂ جغرافيًا باستخدام الجهات الأربعة (شمال ، جنوب ، شرق ، غرب).
  - ◂ أو باستخدام الزاوية (θ) التي يصنعها المتجه مع المحور المرجعي.



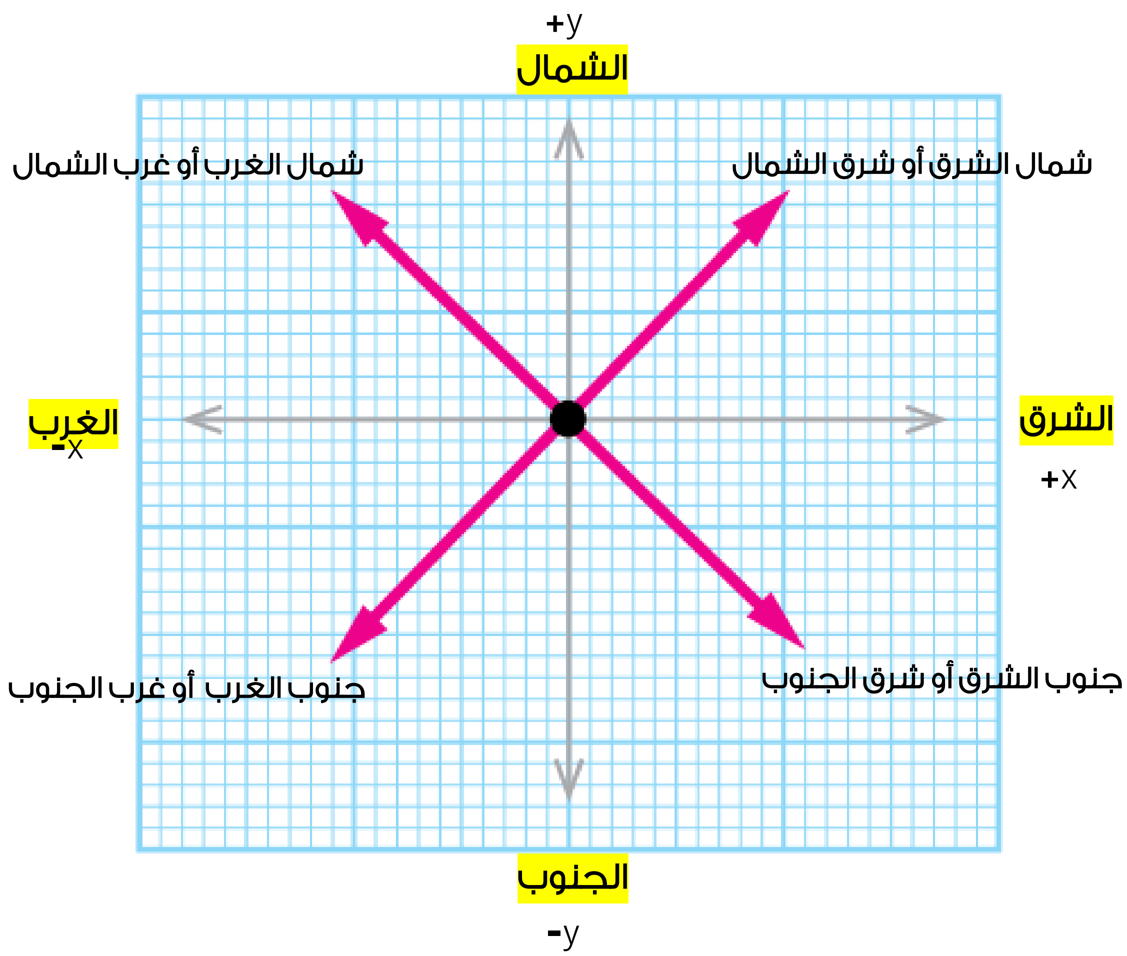


◂ كمثال المتجه (**A**) في الشكل الآتي يكتب بصورة (**A** = A , 60°) والتي تعني أن المتجه يصنع زاوية مقدارها (60°) مع محور $(+x)$

لاحظ معي أن طول السهم يعبر عن مقدار المتجه (A) وبالوضع الطبيعي يكون المحور المرجعي هو $(+x)$

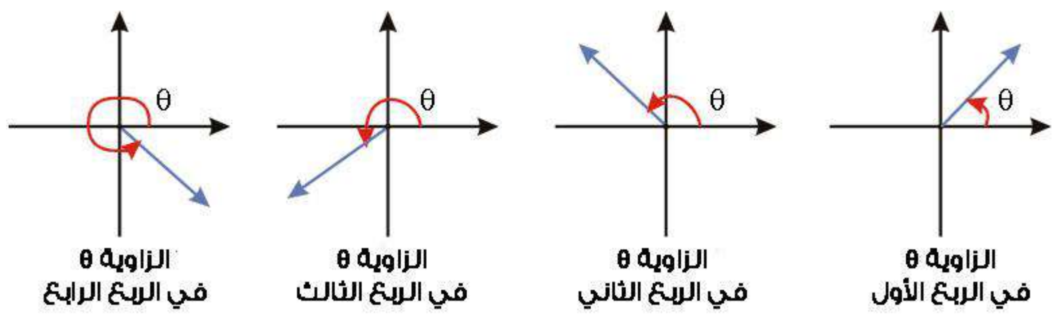


■ مراجعة بسيطة للاتجاهات في الرسم الديكارتي:



■ مراجعة بسيطة لمفهوم المحور المرجعي والزاوية المرجعية:

تقاس الزاوية بالنسبة الى اتجاه مرجعي " محور إسناد " وهو محور السينات الموجب (x+) إلا إذا تم تحديد عكس ذلك في السؤال في حالات خاصة سنتعامل معها في الصفوف القادمة.



■ الشكل العام للتعبير عن المتجهات:

Vector = Magnitude + Unit , Angle °

المتجه — مقدار المتجه — الوحدة — زاوية المتجه

Ex : ($\boldsymbol{v}$ = 3 m/s , 270°) , ($\boldsymbol{F}$ = 3 N , 45°) , ($\boldsymbol{a}$ = 3 m/s² , 45°)

- بإمكاننا وضع الاتجاه بدلًا من الزاوية مثل (يمين، شمال، شرق، غرب ، ....) أو نكتب أسم المحور مثلا $(+x)$ أو $(+y)$ وهكذا .. وهو نفسه يعبر عن الزاوية !

كمثال لو قلنا بأن الاتجاه نحو الشمال يعني أن المتجه يصنع زاوية (90°) مع محور $(+x)$.

اختيار مقياس الرسم المناسب

- في تمثيل المتجهات نحتاج لاختيار مقياس الرسم المناسب لتحديد طول المتجه المناسب في الرسم، ويتم تقديره بما هو مناسب من قِبل الطالب.
- يتم التعبير عن طول المتجه في الرسم البياني بالوحدات كمثال طول السهم الذي يعبر عن مقدار المتجه 7 وحدات أو 10 وحدات وهكذا ...

(1 cm : Number + unit)

قيمة الكمية الفيزيائية المناسبة لكل 1 سم — وحدة الكمية الفيزيائية

بمعنى أن كل (1 cm) من الرسم البياني على الورقة يمثل (مقدار محدد) من الوحدة الفيزيائية.

طول السهم = مقدار الكمية × مقياس الرسم

$$L = A \times scale$$

? سؤال جد مقياس الرسم المناسب وطول السهم للكميات الفيزيائية الآتية:

1) $7\ m/s$ ← نختار مقياس رسم (1 cm: $1\ m/s$).

$$L = 7\ m/s \times \frac{1\ cm}{1\ m/s} = 7\ cm$$

أي أن كل ($1\ cm$) على الورقة يمثل ($1\ m/s$) فيكون طول السهم على الورقة ($7\ cm$)

2) $60\ N$ ← نختار مقياس رسم ($1\ cm: 10\ N$).

$$L = 60\ N \times \frac{1\ cm}{10\ N} = 6\ cm$$

أي أن كل ($1\ cm$) على الورقة يمثل ($1\ N$) فيكون طول السهم على الورقة ($6\ cm$)

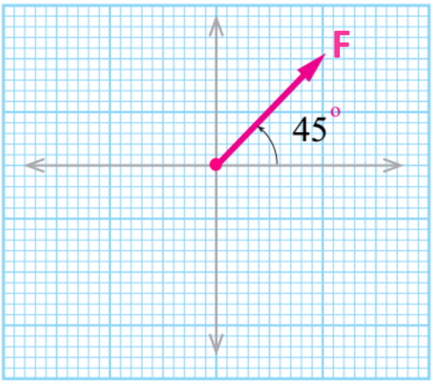
يستطيع الطالب حل السؤال بأكثر من طريقة مناسبة من خلال تقدير الطول المناسب للمقياس مثلا لنعتبر أنني أخترت مقياس الرسم ($1\ cm: 6\ N$) يعني أن كل ($1\ cm$) على الورقة يمثل ($6\ N$) فيكون بذلك طول السهم على الورقة ($10\ cm$)

$$L = 60\ N \times \frac{1\ cm}{6\ N} = 10\ cm$$

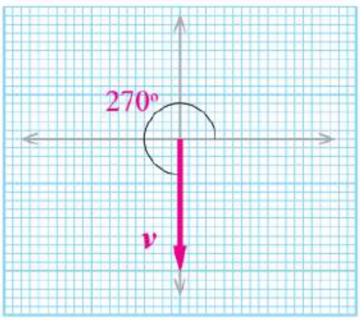
? سؤال **تؤثر قوة (F) مقدارها ($40\ N$)، باتجاه يصنع زاوية مقدارها (45^o)، مثل متجه القوة (F) بيانيًا.**

$$L = 40\ N \times \frac{1\ cm}{10\ N} = 4\ cm$$

فنرسم سهمًا طوله ($4\ cm$) وله نقطة بداية عند نقطة الأصل بحيث يصنع زاوية مقدارها (45^o) مع محور السينات الموجب (المحور المرجعي).



? سؤال **اكتسب جسم سرعة ($v = 3\ m/s, 270^o$)، مثل متجه السرعة بيانيًا:**



$$L = 3m/s \times \frac{1\ cm}{1m/s} = 3\ cm$$

فنرسم سهمًا طوله ($3\ cm$) وله نقطة بداية عد نقطة الأصل بحيث يصنع زاوية مقدارها (270^o) مع محور السينات الموجب (المحور المرجعي).

تحديد مكان الزاوية المصنوعة مع المحور المرجعي

● لو قلنا أن هنالك متجه صنع زاوية (37°) أو (60°) كمثال فبكل بساطة نقوم برسم الزاوية مع محور السيات الموجب ونحدد طول سهم المتجه من خلال مقياس الرسم المناسب ونرسم .

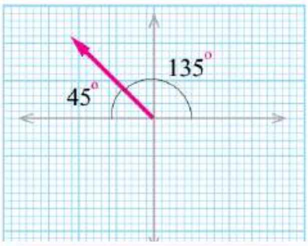
لكن ماذا نفعل لو قال لنا في السؤال أن الجسم صنع زاوية مقدارها كذا وكذا شمال الغرب أو جنوب الشمال وهكذا !؟ كيف يمكننا التأكد بأن الزاوية مصنوعة مع المحور المرجعي وليست مع محور أخر !؟

هنا نفترض أن الزاوية المذكورة تكون مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه ال التعريف.

? سؤال **حدد الزاوية الرئيسية في الرسم للمتجهات في الحالات الآتية:**

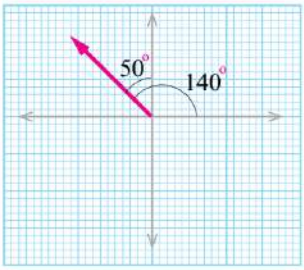
1) متجه يصنع زاوية (45°) شمال الغرب.

يعني أنه بدأ من الغرب باتجاه الشمال وقطع زاوية (45°) أو بالأحرى الزاوية مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه **ال التعريف** وهو **الغرب** في حالتنا هذه.



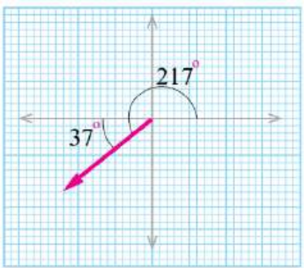
2) متجه يصنع زاوية (50°) غرب الشمال.

يعني أنه بدأ من الشمال باتجاه الغرب وقطع زاوية (50°) أو بالأحرى الزاوية مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه **ال التعريف** وهو **الشمال** في حالتنا هذه.

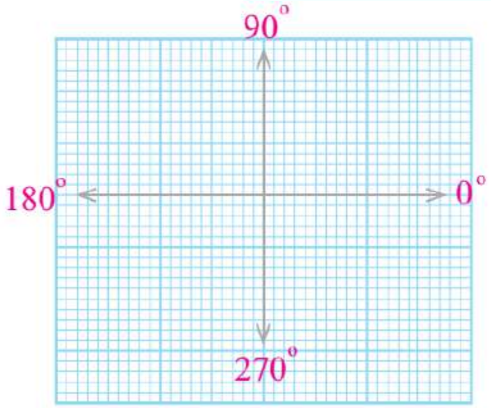


3) متجه يصنع زاوية (37°) جنوب الغرب.

يعني أنه بدأ من الغرب باتجاه الجنوب وقطع زاوية (37°) أو بالأحرى الزاوية مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه **ال التعريف** وهو **الغرب** في حالتنا هذه.



● يمثل الشكل الزوايا الرئيسية في الرسم البياني المطلوب من الطالب معرفتها ومعرفة موقعها ليتمكن بكل سهولة من إيجاد ومعرفة الزاوية المرجعية وقيمتها وأنتبه دائما تكون الزاوية الصحيحة مصنوعة مع محور السينات الموجب.

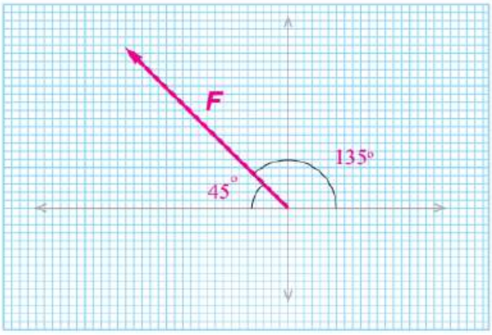


الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى
0795360003
منصة أساس التعليمية
0799797880

? سؤال **تؤثر قوة (F) مقدارها ($60\ N$)، باتجاه يصنع زاوية مقدارها (45^o) شمال الغرب، مثل متجه القوة (F) بيانيًا.**

نختار مقياس رسم مناسب وليكن ($1\ cm: 10\ N$) أي أن كل ($1\ cm$) على الورقة يمثل ($10\ N$)

فيكون طول السهم ($L = 60\ N \times \left(\frac{1\ cm}{10\ N}\right) = 6\ cm$).

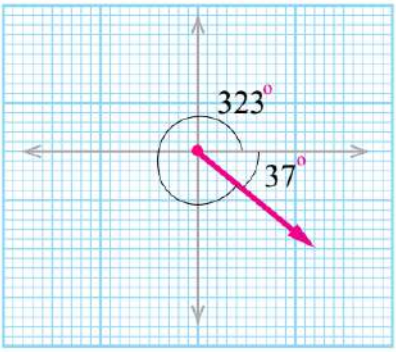


بما ان اتجاه المتجه يصنع زاوية مع شمال الغرب فذلك يعني أنه بدأ من الغرب باتجاه الشمال وقطع زاوية (45^o) أو بالأحرى الزاوية مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه **ال التعريف** وهو الغرب في حالتنا هذه، فنرسم سهمًا طوله (**6 cm**) يصنع زاوية (135^o) مع محور (+x)

تمرين **تسير سيارة بسرعة (v) مقدارها ($80\ km/h$) ، في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (37^o) جنوب الشرق ، مثل متجه القوة (v) بيانيًا.**

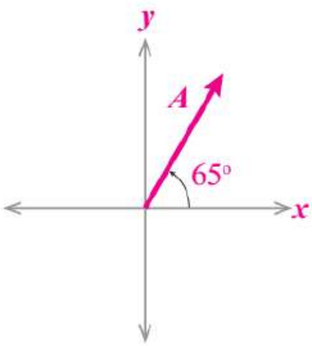
نختار مقياس رسم مناسب مثل ($1\ cm: 10\ km/h$)

فيكون طول السهم ($L = 80\ km/h \times \left(\frac{1\ cm}{10\ km/h}\right) = 8\ cm$).



بما ان اتجاه المتجه يصنع زاوية مع جنوب الشرق فذلك يعني أن الزاوية مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه **ال التعريف** وهو الشرق في حالتنا هذه ، فنرسم سهمًا طوله (**8 cm**) يصنع زاوية (37^o) مع محور (+x).

سؤال إضافي NERD **استخدم معاذ مقياس الرسم ($1\ cm: 100\ m$) لتمثيل متجه بُعد المدرسة عن منزله (A) كما في الشكل، إذا علمت أن طول سهم المتجه على الورقة يبلغ ($5\ cm$) فما هو بُعد المدرسة عن منزل معاذ؟**



$$L = A \times \left(\frac{1\ cm}{100\ m}\right) = 5\ cm$$

طول السهم ← **L** ، بُعد المدرسة عن منزل معاذ (مقدار المتجه) ← **A**

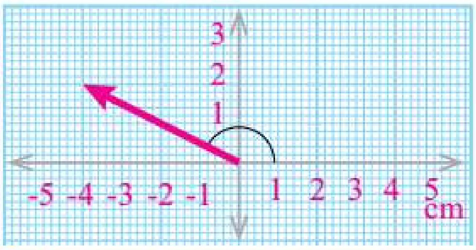
$$M = L \times \left(\frac{100\ m}{1\ cm}\right) = 5\ cm \times \left(\frac{100\ m}{1\ cm}\right) = 500\ m$$

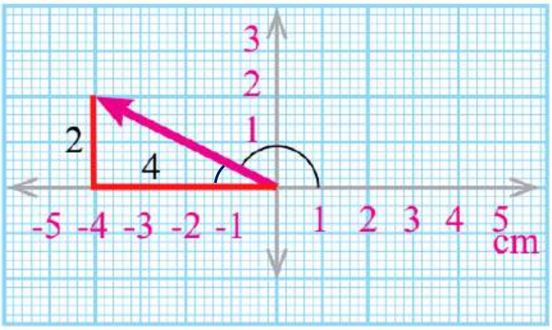
بُعد المدرسة عن منزل معاذ = 500 m، باتجاه يصنع زاوية (65^o) مع شمال الشرق أو بدونها.

سؤال إضافي NERD مُثلث قوة (F_1) مقدارها $(300\ N)$ بيانيًا بسهم طوله $(6\ cm)$ في اتجاه الشمال. إذا استعمل مقياس الرسم نفسه في تمثيل قوة أخرى (F_2)، برسم سهم طوله $(10\ cm)$ في اتجاه يصنع زاوية (37^o) جنوب الشرق، فجد:

أ) مقياس الرسم المستعمل. ب) مقدار القوة الثانية (F_2) واتجاهها.

أُفكِّر: استخدم احمد مقياس الرسم $(1\ cm: 20\ m)$ لرسم متجه يمثل بعد المسجد عن منزله (A) كما في الشكل، حدد بعد المسجد عن منزل احمد مبينًا الاتجاه.





في السؤال لم يحدد لنا طول السهم حتى نستخدم مقياس الرسم الموجود ونحدد البعد لذلك نلجأ لاستخدام الأساليب الرياضية للبحث عن طريقة لإيجاد طول السهم.

نستخدم نظرية فيثاغورس لتحديد طول السهم (الوتر) كما في الشكل

$(\text{طول السهم})^2 = (2)^2 + (4)^2 = 20$ ، طول السهم = $\sqrt{20}$

$$L = M \times \left(\frac{1\ cm}{100\ m}\right) = \sqrt{20}\ cm$$

طول السهم ← L ، بعد المدرسة عن منزل احمد ← M

$$M = L \times \left(\frac{20\ m}{1\ cm}\right) = \sqrt{20}\ cm \times \left(\frac{20\ m}{1\ cm}\right) = 20\sqrt{20}\ m$$

بعد المسجد عن منزل احمد = $20\sqrt{20}$ متر.

لتحديد الاتجاه نحتاج لمعرفة الزاوية ← نستخدم قوانين المقابل والمجاور والزوايا ← $\tan(\theta)$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2}{4}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = 27^o$$

بعد المسجد عن منزل احمد = $20\sqrt{20}\ m$ ، 27^o شمال الغرب.

أتحقَّق: كيف يمكن تحديد كل من طول السهم واتجاهه عند تمثيل المتجه بيانيًا؟

من خلال اختيار مقياس رسم مناسب لتحديد طول السهم ثم يحسب طول السهم من خلال القانون (طول السهم = مقدار الكمية الفيزيائية × مقياس الرسم) ويكون اتجاه السهم هو نفس اتجاه المتجه.

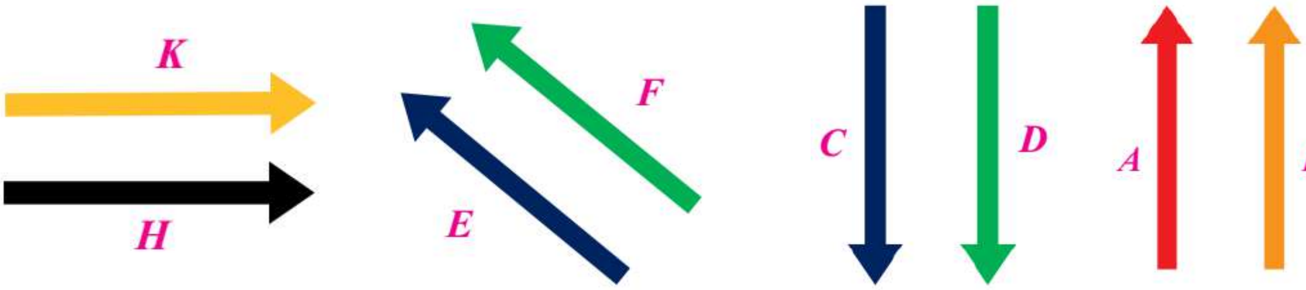
خصائص المتجهات

• تساوي المتجهين • سالب معكوس المتجه • ضرب المتجه بكمية قياسية

■ تساوي المتجهين

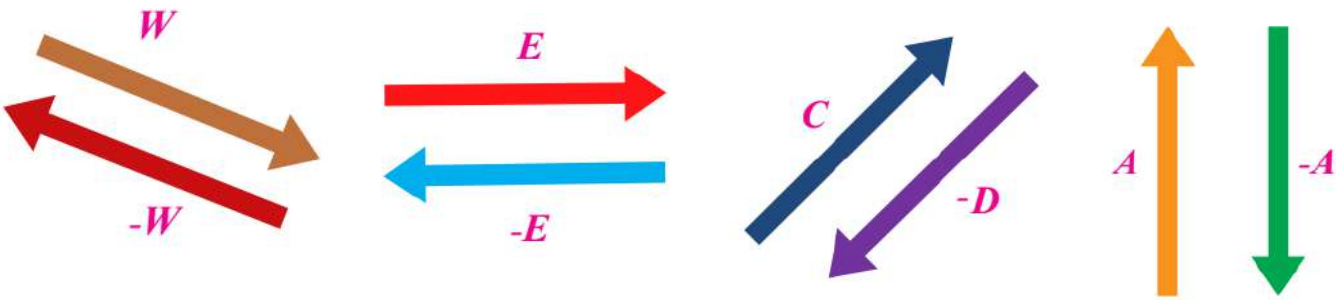
☑ يتساوى المتجهان عندما يكون لهما المقدار والاتجاه نفساهما.

☑ يمكن نقل المتجه من مكان إلى آخر بشرط المحافظة على ثبات كل من مقداره واتجاهه.



■ سالب معكوس المتجه

☑ هو متجه له مقدار المتجه الأصلي ولكن يُعاكسه في الاتجاه أي أن الزاوية بين المتجه وسالب المتجه تساوي 180^o



■ ضرب المتجه بكمية قياسية

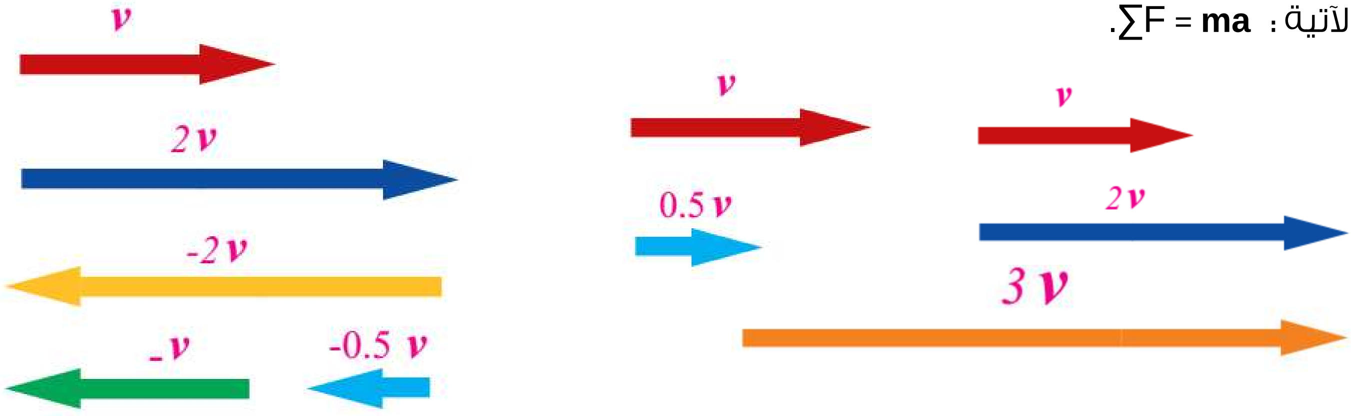
☑ يمكن ضرب متجه ما مثل (C) بكمية قياسية مثل n للحصول على متجه جديد (nC) مقداره (nC).

☑ يعتمد اتجاه المتجه (C) بعد ضربه بالكمية القياسية (nC) على إشارة (n):

- فإذا كانت موجبة فأن المتجه (nC) يكون في الاتجاه نفسه للمتجه (C).
- وإذا كانت سالبة فأن المتجه (nC) يكون عكس اتجاه المتجه (C).

الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى
0795360003
منصة أساس التعليمية
0799797880

☑ من الأمثلة الفيزيائية على ضرب المتجه في كمية قياسية القانون الثاني لنيوتن، إذا أن محصلة القوى ($\sum F$) تساوي حاصل ضرب الكتلة (m) في متجه التسارع (a) بحسب العلاقة الآتية: $\sum F = ma$.



أتحقّق: **وضح ما هو المقصود بكل مما يأتي:**

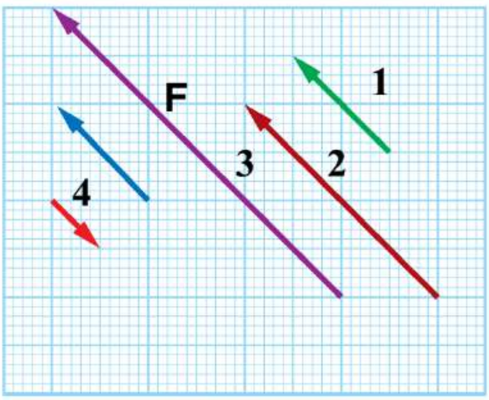
تساوي المتجهين: أي أن المتجهان لهما نفس المقدار والاتجاه.

سالب المتجه: متجه جديد مقداره يساوي مقدار المتجه الأصلي مضروبًا في القيمة المطلقة للعدد السالب واتجاهه عكس اتجاه المتجه الأصلي.

أفكّر: **لماذا يكون اتجاه التسارع (a) دائما في نفس اتجاه محصلة القوى ($\sum F$)؟**

لأن الكتلة (m) دائما موجبة، وناتج ضرب كمية متجهة (a) في كمية قياسية موجبة (m) يكون كمية متجهة ($F = ma$) في نفس اتجاه المتجه.

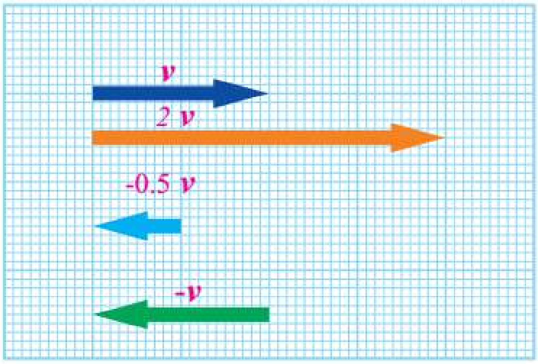
سؤال إضافي NERD **معتمداً على الشكل المجاور عبر عن مقدار كل من هذه المتجهات بدلالة المتجه (F).**



سؤال تتحرك عربة بسرعة متجهة (v) مقدارها ($40\ m/s$) في اتجاه الشرق، مثل بيانيا:

1) متجه السرعة (v)　　2) المتجه ($2v$)

3) المتجه ($0.5\ v$)　　4) سالب المتجه (v)



أهم خطوة هي اختيار مقياس رسم بياني مناسب لتحديد طول السهم المناسب ورسمه، من خلال التقدير نستطيع اختيار مقياس (1 cm :10 m/s) أي لكل (1 cm) على الورقة يمثل (10 m/s) فيكون طول السهم 4 cm

.($L = 40\ m/s \times \left(\frac{1\ cm}{10\ m/s}\right) = 4\ cm$)

1) نرسم سهمًا طوله (4 cm) ليمثل المتجه (v) باتجاه الشرق كما في الشكل.

2) نرسم سهمًا طوله (8 cm) ليمثل المتجه ($2v$) ومقداره (80 m/s) باتجاه الشرق.

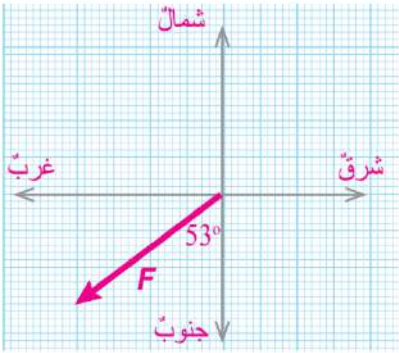
3) نرسم سهمًا طوله (2 cm) ليمثل المتجه ($-0.5v$) ومقداره (20 m/s) باتجاه الغرب.

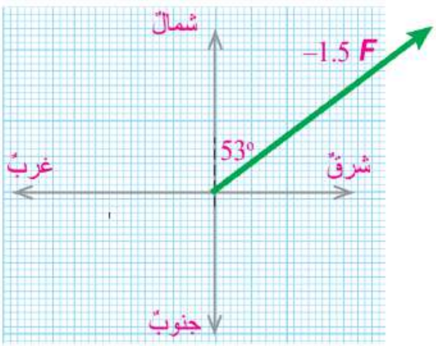
4) نرسم سهمًا طوله (4 cm) ليمثل المتجه ($-v$) ومقداره (40 m/s) باتجاه الغرب.

سؤال توثر قوة (F) مقدارها ($250\ N$) في جسم باتجاه يصنع زاوية مقدارها (53^o) غرب الجنوب، مثل بيانيا:

1) متجه القوة (F)

2) المتجه (−1.5F)





لتحديد طول السهم المناسب ورسمه، من خلال التقدير نستطيع اختيار مقياس رسم ($1\ cm: 50\ N$) أي لكل ($1\ cm$) على الورقة يمثل ($50\ N$) فيكون طول السهم $5\ cm$

($L = 250\ N \times \left(\frac{1\ cm}{50\ N}\right) = 5\ cm$)

1) نرسم سهمًا طوله (5 cm) ليمثل المتجه (F) وبما ان اتجاه المتجه يصنع زاوية مع غرب الجنوب فذلك يعني أن الزاوية مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه **ال التعريف** وهو الجنوب في حالتنا هذه، فنرسم سهمًا طوله (5 cm) يصنع زاوية (53°) مع محور الجنوب.

2) نرسم سهمًا طوله (7.5 cm) ليمثل المتجه (-1.5F) ، المتجه الجديد يختلف في المقدار عن متجه (F) و يصنع زاوية مع شرق الشمال بسبب ضربه بسالب فتنعكس الاتجاهات فذلك يعني أن الزاوية مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه **ال التعريف** وهو الشمال في حالتنا هذه ، فنرسم سهمًا طوله (7.5 cm) يصنع زاوية (53°) مع محور الشمال.

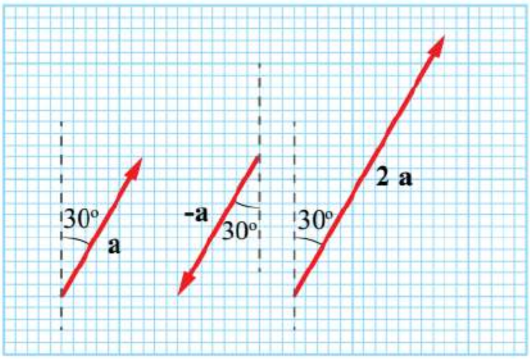
تمرين **تسير سيارة بتسارع ثابت ($a = 3\ m/s^2$) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (30^o) شرق الشمال، مثل بيانيا:**

1) سالب المتجه (a)

متجه طوله ($3\ cm$) بعكس اتجاه (a) كما في الشكل.

2) ضرب المتجه (a) في الرقم (2)

متجه طوله ($6\ cm$) بنفس اتجاه (a) كما في الشكل.



ضرب المتجهات

كما شرحنا سابقًا أن حاصل ضرب كمية قياسية في متجه ينتج عنه متجه، لكن ماذا لو احتجنا لضرب كمية متجهة في كمية متجهة أخرى فهل سيكون الناتج كمية متجهة أم قياسية ؟

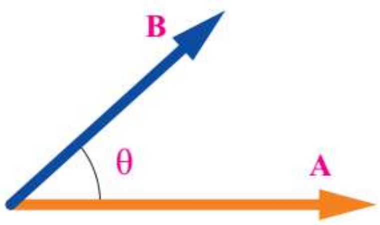
▪ **يمكن تقسيم أنواع ضرب المتجهات إلى:**

1) الضرب القياسي **2) الضرب المتجهي**

الضرب القياسي (النقطي)

❖ القانون الخاص بالضرب القياسي:

$$A.B = AB\cos\theta$$



☑ حيث: A ← مقدار المتجه (**A**)، B ← مقدار المتجه (**B**)

θ ← الزاوية بين المتجهين (**A**) و (**B**) وتكون دائما بين (0°) و (180°).

☑ ينطلق المتجهان من النقطة نفسها كما في الشكل المجاور.

☑ الناتج من عملية الضرب القياسي يكون كمية قياسية لها مقدار فقط، وهو مقدار يتغير بتغير مقدار الزاوية بين المتجهين.

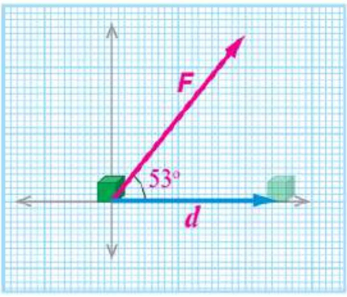
$$A.B = B.A$$

☑ من التطبيقات الفيزيائية على الضرب القياسي الشغل (W) وهو حاصل الضرب القياسي لمتجه القوة (F) في متجه الإزاحة (d).

$$W = F.d = Fdcos\theta$$

? سؤال أثرت قوة (F) مقدارها ($120\ N$) في جسك فحركته إزاحة (d) مقدارها ($5\ m$) في اتجاه الشرق. فإذا علمت أن الشغل (W) الذي تنجزه القوة (F) يعطى بالعلاقة ($W = F.d$) وأن الزاوية بين اتجاه (F) واتجاه (d) مقدارها (53^o) فأجيب عم يأتي:

1) مثل المتجهات (F) و (d) بيانياً.



اخترنا مقياس (1 cm : 1 m) لتمثيل متجه (**d**) فيكون طول السهم 5 cm ومقياس (1 cm : 20 N) لتمثيل متجه (**F**) فيكون طول السهم 6 cm يميل بزاوية (53°) عن متجه (**d**).

2) هل يُعد الشغل (W) كمية متجهة؟ أوضح ذلك.

لا، بل هو كمية قياسية لأنه ناتج من الضرب القياسي لمتجهي القوة والإزاحة.

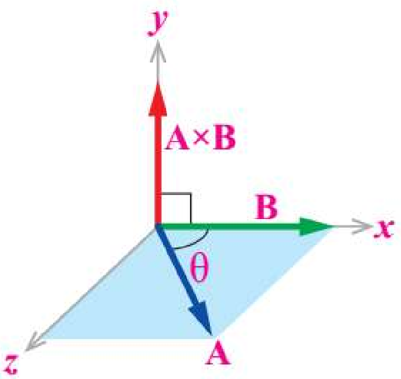
3) جد مقدار الشغل الذي أنجزته القوة.

$$W = F.d = Fdcos\theta = 120 \times 5 \times \cos(53^o) = 360\ \text{J}$$

الضرب المتجهي (التقاطعي)

❖ القانون الخاص بالضرب المتجهي:

$$A \times B = ABsin\theta$$



☑ حيث: A ← مقدار المتجه (**A**)، B ← مقدار المتجه (**B**).

☑ θ ← الزاوية الصغرى بين المتجهين (**A**) و (**B**) وتكون دائما بين (0°) و (180°).

☑ ينطلق المتجهان من النقطة نفسها كما في الشكل المجاور.

☑ الناتج من عملية الضرب المتجهي يكون كمية لها مقدار واتجاه.

☑ يكون الاتجاه دائما متعامد مع كل من المتجهين.

☑ لتحديد اتجاه حاصل الضرب المتجهي ($A \times B$) نستخدم **قاعدة كف اليد اليمنى**.

$$A \times B = -(B \times A)$$

☑ من التطبيقات الفيزيائية على الضرب المتجهي القوة المغناطيسية (F) المؤثرة على شحنة كهربائية (q) متحركة بسرعة (v) في مجال مغناطيسي (B).

$$F = q(v \times B) = qvB\sin\theta$$

وكذلك عزم القوة (T) يعطى بالضرب المتجهي بين القوة المؤثرة ومتجه الموقع.

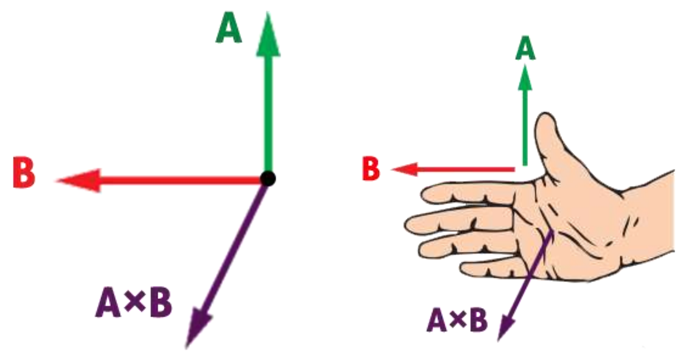
$$T = r \times F = rF\sin\theta$$

سؤال إضافي NERD **كميتان متجهتان (A) و(B) متساويتان في المقدار والاتجاه نفسه، وناتج ضربهما النقطي ($64\ N.m$). جد مقدار كل متجه ووحدة قياسه.**

قاعدة كف اليد اليمنى

لو أردنا تحديد اتجاه ($A \times B$) في الشكل الآتي:

يشير اتجاه الإبهام إلى اتجاه المتجه الأول (A) وتشير الأصابع إلى اتجاه المتجه الثاني (B) فيكون اتجاه المتجه الناتج من حاصل ضربهما المتجهي ($A \times B$) سهم خارج من كف اليد نحو محور (z+) (خارج من الورقة).



أتحقَّق: ما الفرق بين الضرب المتجهي والضرب القياسي؟

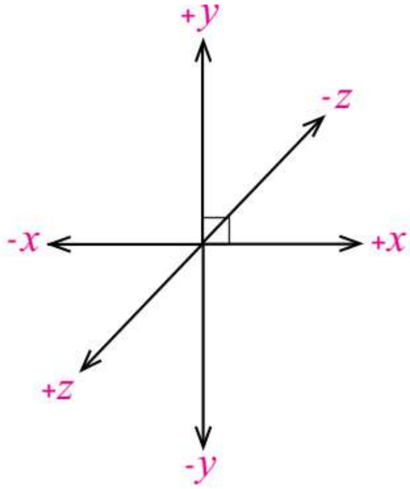
ناتج الضرب المتجهي يكون كمية متجهة لها مقدار واتجاه على عكس ناتج الضرب القياسي الذي يكون كمية قياسية لها مقدار فقط بدون اتجاه.

وفي قانون الضرب المتجهي تضرب مقدار المتجهين بـ ($\sin\theta$) أما الضرب القياسي فنضرب مقدار المتجهين بـ ($\cos\theta$).

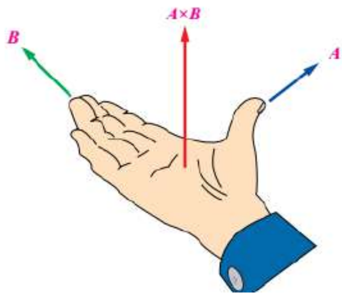
- يجب على الطالب معرفة الاتجاهات وتحديدها في الرسم البياني:

خارج من الورقة ← $+z$

داخل إلى الورقة ← $-z$



أفكّر: **في الشكل الآتي إذا أشارت الأصابع إلى المتجه (A) وأشار الإبهام إلى المتجه(B) فهل تتغير نتيجة الضرب المتجهي؟**



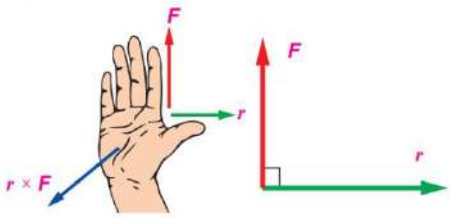
نعم، إذ ينعكس ناتج الضرب المتجهي، أما المقدار فلا يتغير وهذه الحالة تمثل $(\boldsymbol{B \times A})$.

أفكّر: **لماذا يكون اتجاه التسارع دائما في نفس اتجاه محصلة القوى؟**

لأن الكتلة (m) دائما موجبة وناتج ضرب كمية متجهة (a) في كمية قياسية موجبة (m) يكون كمية متجهة $(F = ma)$ في اتجاه المتجه نفسه.

سؤال؟ **في الشكل الآتي، إذا كان $(F = 250\ N)$، $(r = 0.4\ m)$ فأجيب عما يأتي:**

1) جد مقدار عزم القوة $(r \times F)$.



$$T = r \times F = rFsin\theta$$

$$T = 0.4 \times 250 \times sin(90^o) = 100\ N.m$$

بحسب قاعدة كف اليد اليمنى يشير الإبهام إلى اتجاه (r) وتشير الأصابع إلى اتجاه (F) لذا يكون اتجاه عزم القوة خارج من الورقة (باتجاه محور z+).

2) إذا تغيرت الزاوية بين (F) و (r) لتصبح (135°) فما مقدار $(r \times F)$ واتجاهه.

$$W = r \times F = rFsin\theta = 0.4 \times 250 \times sin(135^o) = 70\ N.m$$

بحسب قاعدة كف اليد اليمنى يشير الإبهام إلى اتجاه (r) وتشير الأصابع إلى اتجاه (F) لذا يكون اتجاه عزم القوة خارج من الورقة (باتجاه محور z+).

تمرين: متجهان (A) و (B) مقدار كل منهما (20) فجد مقدار الزاوية بين المتجهين في الحالتين الأتيتين:

1) $\boldsymbol{A}.\boldsymbol{B} = 320$

$ABcos\theta = 320 \rightarrow 20 \times 20 \times cos\theta = 320 \rightarrow 400 \times cos\theta = 320$

$cos\theta = 0.8 \rightarrow \theta = 37^o$

2) $|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}| = 200$

$ABsin\theta = 200 \rightarrow 20 \times 20 \times sin\theta = 200 \rightarrow 400 \times sin\theta = 200$

$sin\theta = 0.5 \rightarrow \theta = 30^o, 150^o$

ملاحظات مهمة

- في حال قمنا بعكس المتجهات في الضرب المتجهي ($\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}$) ليصبح ($\boldsymbol{B} \times \boldsymbol{A}$) فإن مقدار المتجه يبقى نفسه لكن يختلف اتجاه المتجه المحصل.
- إذا استخدمنا اليد اليسرى بدلًا من اليمنى لتحديد اتجاه المتجه المحصل الناتج من الضرب المتجهي فإن اتجاه المتجه ينعكس يعني كمثال لو كان الاتجاه عند استخدام اليد اليمنى هو ($+z$) فإنه يصبح عند استخدام اليد اليسرى ($-z$) وهكذا..

حل أسئلة مراجعة الدرس الأول من الوحدة الأولى

سؤال 1 أذكر اختلافًا واحدًا بين:

a – الكمية المتجهة والكمية القياسية.

الكمية المتجهة لها مقدار واتجاه على عكس الكمية القياسية تكون مقدار بدون اتجاه.

b – المتجه وسالب المتجه.

سالب المتجه يكون عكس اتجاه المتجه أي أن الزاوية بينهما تكون (180) درجة.

c – الضرب القياسي والضرب المتجهي.

ناتج الضرب المتجهي يكون كمية متجهة لها مقدار واتجاه على عكس ناتج الضرب القياسي الذي يكون كمية قياسية لها مقدار فقط بدون اتجاه.

سؤال 2 صنف الكميات الآتية إلى متجهة وقياسية :

زمن الحصة الصفية ← كمية قياسية

قوة الجاذبية الأرضية ← كمية متجهة

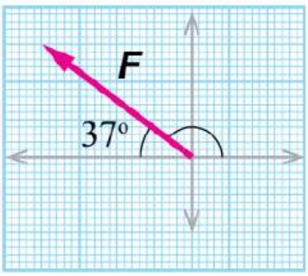
درجة حرارة المريض ← كمية قياسية

المقاومة الكهربائية ← كمية قياسية

كتلة حقيبتك المدرسية ← كمية قياسية

سؤال 3 مثل بيانيًا الكميتين المتجهتين الآتيتين:

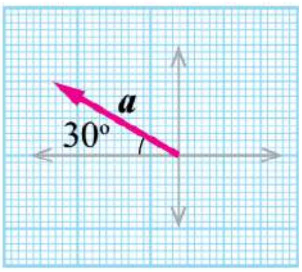
a– قوة مغناطيسية مقدارها ($0.25\ N$) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (37^o) مع محور ($-x$).



$1\ \text{cm}: 0.05\ \text{N}$

طول السهم ($5\ \text{cm}$).

b– تسارع ثابت مقداره ($1\ \text{m/s}^2$) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (30^o) شمال الغرب.



$1\ \text{cm}: 1\ \text{m/s}^2$

طول السهم ($4\ \text{cm}$).

سؤال 4 ما مقدار الزاوية بين الكميتين المتجهتين (F) و (L) في الحالات الآتية :

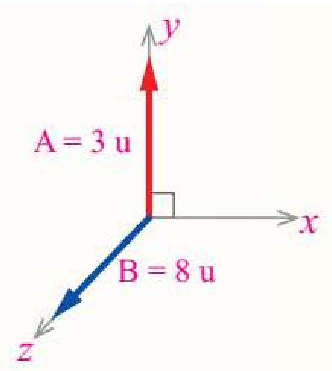
1) $\boldsymbol{F} \times \boldsymbol{L} = 0 \rightarrow FLsin\theta = 0 \rightarrow sin\theta = 0 \rightarrow \theta = 0^{o}, 180^{o}$

2) $\boldsymbol{F}.\boldsymbol{L} = 0 \rightarrow ABcos\theta = 0 \rightarrow cos\theta = 0 \rightarrow \theta = 90^{o}, 270^{o}$

سؤال 5 اعتماداً على العلاقة الآتية للتدفق المغناطيسي (Φ) ← $\Phi = \boldsymbol{B}.\boldsymbol{A}$
احسب مقدار التدفق المغناطيسي (Φ) عندما تكون ($A = 2 \times 10^{-6}\ m^{2}$)،
($B = 0.1\ T$) ومقدار الزاوية بين المتجهين ($\boldsymbol{A}$) و ($\boldsymbol{B}$) (45^{o}).

$$\Phi = \boldsymbol{B}.\boldsymbol{A} = BAcos\theta = 0.1 \times 2 \times 10^{-6} \times cos45^{o}$$
$$\Phi = 1.4 \times 10^{-7}\ \mathrm{T.m^{2}}$$

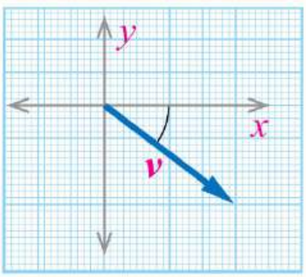
سؤال 6 اعتماداً على البيانات في الشكل المجاور، احسب مقدار حاصل الضرب المتجهي ($\boldsymbol{B} \times \boldsymbol{A}$) ، مُحدداً الاتجاه.



$$\boldsymbol{B} \times \boldsymbol{A} = BAsin\theta = 8 \times 3 \times sin90^{o} = 24\ unit$$

بحسب قاعدة كف اليد اليمنى يشير الإبهام إلى اتجاه (B) وتشير الأصابع إلى اتجاه (A)
لذا يكون المتجه خارج نحو الغرب (باتجاه محور x-)

سؤال 7 سيارة تسير بسرعة ثابتة (v) وفي اتجاه محدد، وقد مُثلث سرعة السيارة بيانياً برسم سهم طوله ($5\ cm$) باستخدام مقياس الرسم ($1\ cm: 10\ m/s$) على النحو المبين في الشكل المجاور، احسب مقدار سرعة السيارة محدداً اتجاهها.



$$L = v \times \frac{1\ cm}{10\ m/s} = 5\ cm \rightarrow v = 50\ m/s$$

$$\theta = tan^{-1}\left(\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}\right) = tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) = 36.86^{o}$$

سؤال 8 احسب مقدار الزاوية بين المتجهين ($\boldsymbol{r}$) و ($\boldsymbol{F}$) التي يتساوى عندها مقدار الضرب القياسي ومقدار الضرب المتجهي للمتجهين: $\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F} = \boldsymbol{r}.\boldsymbol{F}$

$$\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F} = rFsin\theta \quad , \quad \boldsymbol{r}.\boldsymbol{F} = rFcos\theta$$

$$\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F} = \boldsymbol{r}.\boldsymbol{F} \rightarrow rFsin\theta = rFcos\theta \rightarrow sin\theta = cos\theta \rightarrow \theta = 45^o$$

الوحدة الأولى: المتجهات

الدرس الثاني: جمع المتجهات وطرحها

جمع المتجهات

تعلمنا سابقًا أنه بمكن ضرب الكميات المتجهة والكميات القياسية، سنتعلم في هذا الفصل كيف يمكننا جمع وطرح الكميات المتجهة وما هو الفرق بين جمع وطرح الكميات المتجهة والكميات القياسية؟

☑ الكميات القياسية يتم جمع وطرحها بطريقة جبرية بشرط أن تكون من النوع نفسه ولها الوحدات نفسها ويكون ناتج الجمع كمية قياسية أيضا..

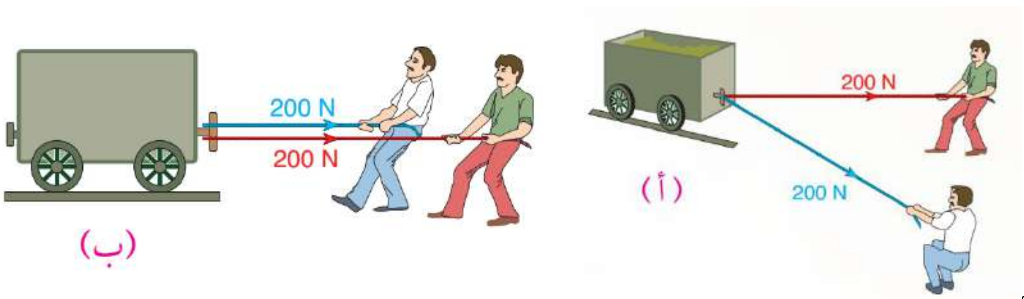
كمثال على جمع وطرح الكميات القياسية:

كتلة معاذ (50 كغم) وكتلة احمد (40 كغم) فما هو مجموع كتلة كل منهما ؟

مجموع كتلة معاذ واحمد = 50 + 40 = 90 كغم. ← (جمع وطرح جبري رياضي)

☑ الكميات المتجهة يجب مراعاة الاتجاه والمقدار عند جمعها أو طرحها

كمثال على جمع وطرح الكميات المتجهة :



في الشكل (أ) لو قمنا بجمع القوتان اللتان يؤثر بهما الرجلان لسحب العربة بشكل جبري (200 N + 200 N = 400 N) فإن الإجابة تكون غير صحيحة.

أما إذا أثر الرجلان في الاتجاه نفسه كما في الشكل (ب) فأنه لو قمنا بجمع القوتان اللتان يؤثر بهما الرجلان لسحب العربة بشكل جبري (200 N + 200 N = 400 N) فإن الإجابة تكون صحيحة.

☑ ناتج جمع متجهين مثل (**A**) و (**B**) يكون متجه جديد (**A+B**) يختلف مقداره واتجاهه باختلاف مقدار واتجاه كل من المتجهين، وما ينطبق على جمع متجهين ينطبق على جمع عدة متجهات.

☑ يسمى المتجه الناتج من جمع عدة متجهات باسم (متجه المحصلة) ويرمز له بالرمز (R).

$$R = A + B + C$$

بشرط أن تكون المتجهات من النوع نفسه كمثال إذا جمعنا متجهات سرعة تكون جميع المتجهات ومتجه المحصلة عبارة عن سرعة وهكذا ..

أتحقّق: وضح ما هو المقصود بمتجه المحصلة؟

هو متجه ناتج من الجمع المتجهي لمتجهين أو أكثر.

؟ سؤال مزلاج كتلته ($m_1 = 70\ kg$) وضع فوقه صندوق حجمه ($1\ m^3$) وكتلته ($m_2 = 80\ kg$)، سُحب المزلاج بقوة مقدارها ($F_1 = 400\ N$) باتجاه الشرق وأثرت في المزلاج قوة أخرى ($F_2 = 100\ N$) باتجاه الغرب فتحرك المزلاج بتسارع ($a = 2\ m/s^2$) باتجاه الشرق.

1) حدد الكميات القياسية التي يمكن جمعها معًا وجد ناتج جمعها؟

الكميات القياسية في المثال هي كتلة المزلاج وحجم الصندوق وكتلة الصندوق.
الكميات التي يمكن جمعها يجب أن تكون من النوع نفسه وهي (m_1=70 kg) و (m_2=80 kg)
وناتج جمعها هو كمية قياسية (m_1+ m_2) وتساوي (70+80 = 150).

2) حدد الكميات المتجهة التي يمكن جمعها معًا وعبر عن ناتج جمعها(المحصلة) بالرموز؟

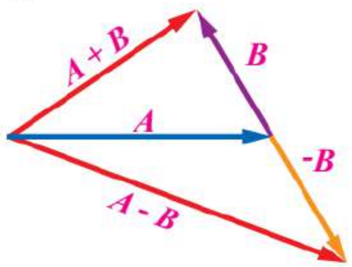
الكميات المتجهة هي القوة الأولى (**F_1**) والقوة الثانية (**F_2**)، التسارع (a)
الكميات التي يمكن جمعها يجب أن تكون من النوع نفسه وهي (F_1=400 N) و (F_2=100 N)
ومحصلتها (**$R=F_1+F_2$**) وهي كمية متجهة.

طرح المتجهات

- مشابهة لعملية الجمع والإشارة السالبة تدل على معكوس المتجه المراد طرحه.
- كمثال عند طرح المتجه (**A**) من المتجه (**B**) أي ($A - B$):

فإن المتجه (**A**) يجمع مع معكوس المتجه الثاني ($-B$) ويكتب بالصورة:

$$A - B = A + (-B)$$



أتحقّق: وضح ما هو المقصود بطرح المتجه؟

جمع سالب ذلك المتجه

محصلة متجهات عدة

لإيجاد محصلة متجهين أو أكثر بغض النظر عن كونه في بعد واحد مثل محور (x) أو (y) أو في بعدين مثل مستوى $(x-y)$ فإننا نستخدم إحدى الطريقتين:

1) الطريقة البيانية (الرسم)   2) الطريقة التحليلية

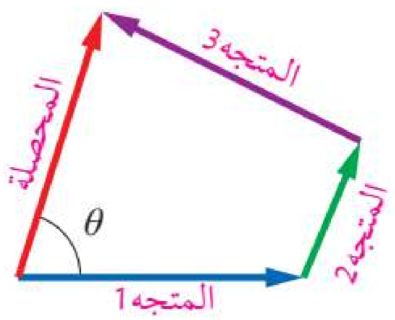
■ الطريقة البيانية (الرسم):

تمثيل المتجهات المراد جمعها بأسهم ثم تركيب هذه الأسهم من خلال طريقتين إما <u>بطريقة متوازي الأضلاع</u> أو <u>بطريقة المضلع (الذيل على الرأس)</u>.

<u>والطريقة المتناولة والمطلوبة منا في الكتاب الحالي هي طريقة المضلع فقط</u>

■ طريقة المضلع (الذيل إلى الرأس)

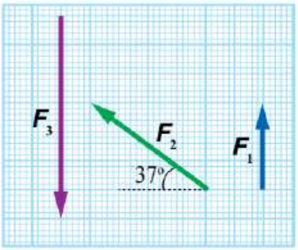
- اختيار مقياس مناسب ورسم أسهم تمثل كل متجه لإيجاد محصلتها.
- رسم المتجه الأول ثم نرسم المتجه الثاني بحيث نضع ذيل المتجه الثاني عند رأس المتجه الأول وعلى هذا الحال لباقي المتجهات حتى نصل لآخر متجه.
- يجب المحافظة على طول واتجاه السهم عند نقله ووضعه.
- في النهاية نرسم سهم يصل بين ذيل المتجه الأول ورأس المتجه الأخير ويكون طوله عبارة عن مقدار محصلة المتجهات جميعها واتجاه من الذيل على الرأس يدل عل اتجاه متجه المحصلة.
- دائما نأخذ ونقيس الزاوية بين متجه المحصلة ومحور السينات الموجب $(+x)$ ونقوم بقياسها باستخدام المنقلة.



أفكّر: **هل يمكن إيجاد الزاوية (θ) بطريقة رياضية من دون استخدام المنقلة؟**

نعم يمكن ذلك في حالات خاصة كمثال إذا تم جمع متجهين وإيجاد محصلة المتجهين وأعطانا شكل مثلث قائم فيمكننا باستخدام قوانين المثلث القائم والنسب إيجاد الزاوية.

؟ سؤال **تؤثر ثلاث قوى في جسم: القوة الأولى (F_1) مقدارها ($30\ N$) في اتجاه الشمال، والقوة الثانية (F_2) مقدارها ($50\ N$) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (37^o) شمال الغرب، والقوة الثالثة (F_3) مقدارها ($70\ N$) في اتجاه الجنوب. جد مقدار واتجاه محصلة القوى المؤثرة في الجسم بيانياً.**

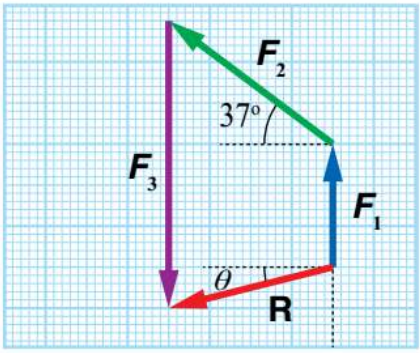


بالبداية قبل أي شيء من خلال الاطلاع على مقدار كل متجه نحدد مقياس رسم مناسب للرسم وليكن (1 cm : 10 N) وبالتالي يكون طول كل متجه من المتجهات كالآتي:

$F_1 \rightarrow 3\text{ cm}$ ، $F_2 \rightarrow 5\text{ cm}$ ، $F_3 \rightarrow 7\text{ cm}$

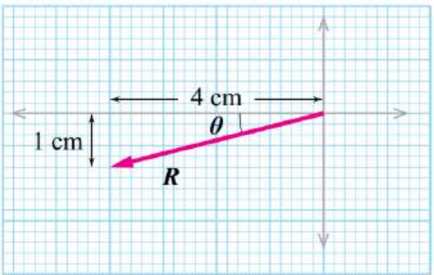
الآن نرسم السهم الذي يمثل (F_1) ثم نرسم السهم الذي يمثل (F_2) بحيث ذيله على رأس سهم (F_1)، ثم نرسم السهم الذي يمثل (F_3) بحيث ذيله على رأس سهم (F_2).

بعد ذلك نرسم سهماً من ذيل المتجه الأول (F_1) إلى رأس المتجه الثالث الأخير (F_3) ليمثل طوله مقدار المحصلة ويمثل اتجاهه اتجاه المحصلة.



نقيس بالمسطرة طول سهم المحصلة (R) في الشكل وحسب مقدار مقياس الرسم نستطيع معرفة مقدار المحصلة، وفي شكلنا ومثالنا من الكتاب تبين معنا بإن طول السهم (4.1 cm) وبحسب مقياس الرسم (1 cm : 10 N) فإن مقدار المحصلة يساوي (41 N)
ونقيس بالمنقلة الزاوية بين متجه المحصلة (R) ومحور ($+x$) ← (194^o) لتمثل اتجاه المحصلة أو يمكن قياس الزاوية بين متجه المحصلة (R) ومحور ($+x$) فنجد أنها (14^o).

أفكّر: **هل يمكن إيجاد الزاوية (θ) بطريقة رياضية في المثال السابق من دون استخدام المنقلة؟**



نعم يمكن باستعمال النسب المثلثية.

$$\theta = \tan^{-1} \left|\left(\frac{-1}{-4}\right)\right| = \tan^{-1} 0.25 = 14^o$$

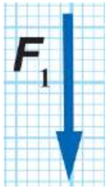
تمرين **شحنة كهربائية تؤثر فيها ثلاث قوى كهربائية على النحو الآتي (F_1) مقدارها (200 N) في اتجاه الجنوب، والقوة الثانية (F_2) مقدارها (300 N) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (53^o) شمال الغرب، والقوة الثالثة (F_3) مقدارها (500 N) في اتجاه الغرب. جد مقدار محصلة القوى المؤثرة في الشحنة واتجاهها بيانيًا.**

نفس آلية الحل السابقة من خلال الاطلاع على مقدار كل متجه نحدد مقياس رسم مناسب للرسم وليكن (1 cm:100 N) وبالتالي يكون طول كل متجه من المتجهات كالآتي:

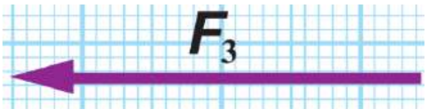
$F_1 \rightarrow 2$ cm ، $F_2 \rightarrow 3$ cm ، $F_3 \rightarrow 5$ cm

الآن نرسم كل متجه لوحدة على الرسم البياني ضمن م قياس الرسم المتفق عليه أعلاه..

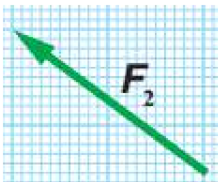
F_1 باتجاه الجنوب بطول (2 cm) →



F_3 باتجاه الغرب بطول (5 cm) →

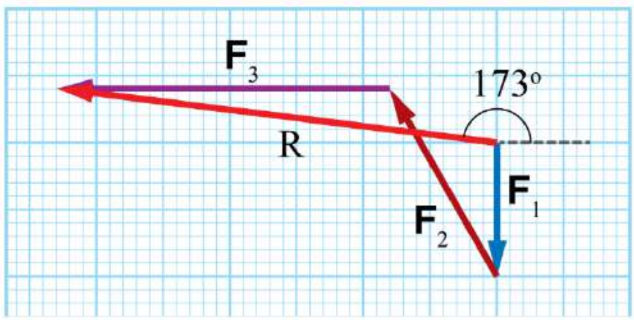


F_2 بما ان اتجاه المتجه يصنع زاوية (53º) مع شمال الغرب فذلك يعني أن الزاوية مصنوعة بين المتجه والمحور الذي فيه **ال التعريف** وهو الغرب في حالتنا هذه ، فنرسم سهمًا طوله (3 **cm**) يصنع زاوية (53º) مع محور ال غرب (x-).



الآن نرسم السهم الذي يمثل (**F_1**) ثم نرسم السهم الذي يمثل (**F_2**) بحيث ذيله على رأس سهم (**F_1**) ، ثم نرسم السهم الذي يمثل (**F_3**) بحيث ذيله على رأس سهم (**F_2**).

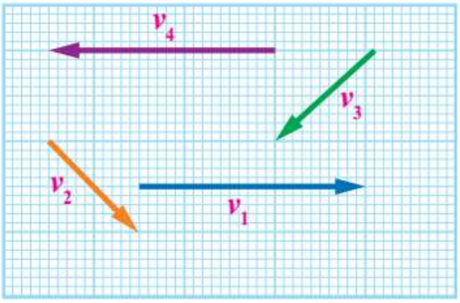
بعد ذلك نرسم سهمًا من ذيل المتجه الأول (**F_1**) إلى رأس المتجه الثالث الأخير (**F_3**) ليمثل طوله مقدار المحصلة ويمثل اتجاهه اتجاه المحصلة.



نقيس بالمسطرة طول سهم المحصلة (**R**) في الشكل وحسب مقدار مقياس الرسم نستطيع معرفة مقدار المحصلة، وفي شكلنا ومثالنا من الكتاب تبين معنا بإن طول السهم (6.4 cm) وبحسب مقياس الرسم (1 cm : 100 N) فإن مقدار المحصلة يساوي (640 N) ونقيس بالمنقلة الزاوية بين متجه المحصلة (**R**) ومحور (+x) ← (173º) لتمثل اتجاه المحصلة.

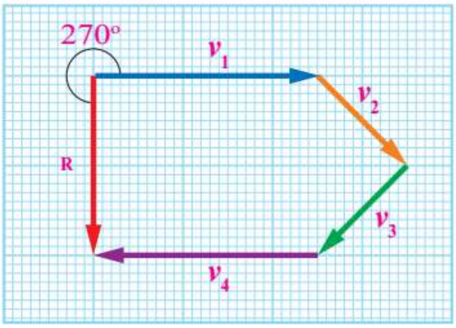
سؤال مُثلث أربع متجهات للسرعة (v_1, v_2, v_3, v_4) بالرسم كما في الشكل وذلك

باستخدام مقياس رسم (1 cm : 5 m/s)، جد ما يلي:



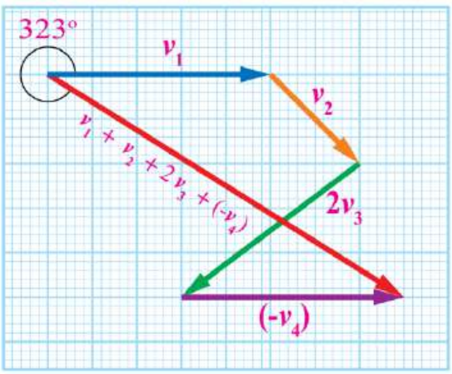
1) مقدار متجه محصلة السرعة واتجاهه.

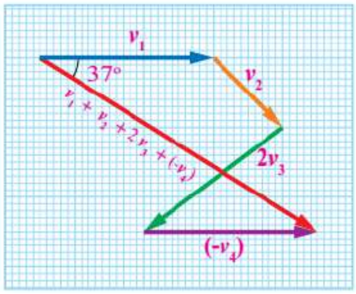
من خلال تطبيق طريقة المضلع يكون طول سهم المحصلة (4 cm) وحسب مقياس الرسم (1cm : 5m/s) فإن مقدار المتجه المحصل (20 m/s) واتجاهها من خلال المنقلة يكون نحو الجنوب بزاوية (270º) أو يمكن القول بأن المتجه المحصل اتجاهه نحو الجنوب.



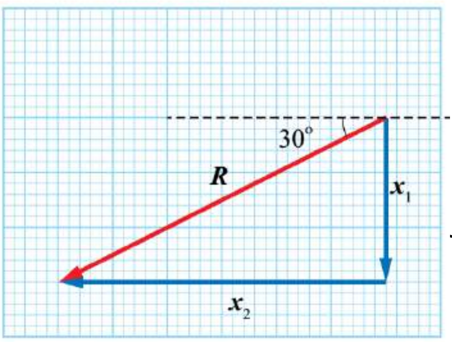
2) $(v_1 + v_2 + 2v_3 - v_4)$.

بتطبيق طريقة المضلع يكون طول سهم المتجه الناتج من جمع $(v_1 + v_2 + 2v_3 - v_4)$ هو $(10\ cm)$ وحسب مقياس الرسم (1cm : 5m/s) فإن مقدار المتجه المحصل (50 m/s) واتجاهها باستخدام المنقلة يميل بزاوية (323º) عن محور $(+x)$. أو يمكن القول بأن المتجه المحصل يصنع زا وية (37º) جنوب الغرب.





سؤال إضافي NERD **استعملت الطالبة تقوى المصعد للنزول من الطابق الخامس إلى الطابق الأرضي ثم اتجهت نحو الغرب، وقطعت مسافة $(30\ m)$ لتصل إلى إدارة المدرسة. إذا كان ارتفاع الطابق الخامس $(15\ m)$، فجد بيانيًا محصلة الإزاحة التي تحركتها الطالبة من الطابق الخامس إلى إدارة المدرسة.**



طول السهم (6.6 cm) وبحسب مقياس الرسم (1 cm: 5 m) فإن مقدار المحصلة يساوي (33 m). ونقيس بالمنقلة الزاوية بين متجه المحصلة **(R)** ومحور $(+x)$ فنجد أنها تساوي (207^o). أو يمكن القول بأن المتجه المحصل الشرق ويعتبر الحل صحيح أيضا.

سؤال **ما هي عيوب وسلبيات استخدام الطريقة البيانية (الرسم) لإيجاد محصلة المتجهات؟**

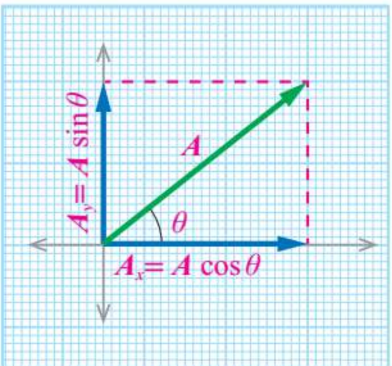
نتائجها تكون غير دقيقة بسبب أخطاء في عمليات القياس عند استخدام أدوات القياس لمعرفة الأطوال والزوايا.

الطريقة التحليلية

طريقة أكثر دقة لإيجاد محصلة المتجهات من خلال تحليل المتجهات إلى مركباتها بحيث نقوم بتحليل المتجه الواحد والاستعاضة عنه بمتجهين متعامدين (على محوري (y) و(x) مثلًا) يسميان مركبتي المتجه وتكون محصلتهما المتجه نفسه ويتحدان معه في نقطة البداية.

عملية تحليل المتجه:

يمكن تحليل المتجه إلى مركبتين مركبة أفقية ومركبة عمودية كمثال سنقوم بتحليل المتجه (A) الواقع في الربع الأول من مستوى (x-y) الديكارتي كما في الشكل إلى مركبتين هما :



- المركبة الأفقية (A_x): تمثل مسقط المتجه (A) على محور (+x).
- المركبة العمودية (A_y): تمثل مسقط المتجه (A) على محور (+y).

.

ملاحظات مهمة

- يكون المجموع المتجهي للمركبتين مساويًا للمتجه (A).

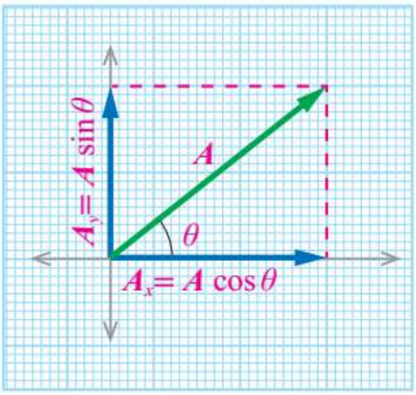
$$A_x + A_y = A$$

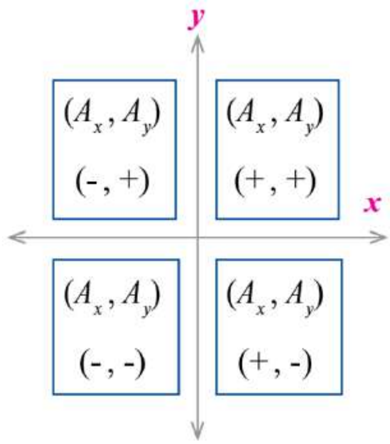
- يمكننا تطبيق النسب المثلثية لإيجاد قيمة كل من المركبة الأفقية والعمودية:

$$\cos(\theta) = \frac{A_x}{A} \rightarrow A_x = A\cos(\theta)$$

$$\sin(\theta) = \frac{A_y}{A} \rightarrow A_y = A\sin(\theta)$$

☑ تتغير إشارة المركبات الأفقية والعمودية بحسب الربع الذي يقع فيه المتجه.





سؤال إضافي NERD **اثبت أن:**

$$A_x^2 + A_y^2 = A^2$$

? سؤال **ما المقصود بتحليل المتجه؟**

استبدال المتجه بمتجهين متعامدين يسميان مركبتي المتجه وتكون محصلتهما المتجه نفسه ويتحدان معه في نقطة البداية.

لاحظ معي الشكل المركبتان (A_x) و (A_y) تشكلان ضلعين في مثلث قائم الزاوية والمتجه (**A**) يمثل وتر هذا المثلث القائم لذلك يمكننا استخدام قانون فيثاغورس في هذه الحالة:

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

ويمكننا حساب الزاوية المرجعية بين المتجه ومحور (x) القريب لها من خلال العلاقة الآتية :

$$\tan\theta = \frac{A_y}{A_x} \rightarrow \theta = \tan^{-1}\left|\frac{A_y}{A_x}\right|$$

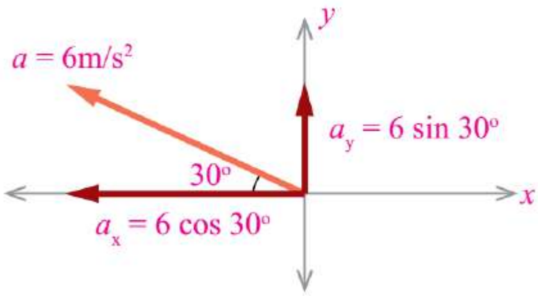
ملاحظات مهمة

■ **في الطريقة التحليلية يمكننا استخدام الآلية الآتية لحل المسائل:**

☑ **النظام المعتمد في الكتاب المدرسي:**

- نقوم برسم المتجه وتحديد المركبة الأفقية والعمودية له. وتحديد موقع الزاوية.
- إذا كان المتجه يصنع الزاوية مع المركبة الأفقية فأنها تأخذ (cos) والمركبة العمودية تأخذ (sin) والعكس صحيح.
- نُراعي موضوع إشارة المركبة الأفقية والعمودية.

? سؤال **تتحرك مركبة بتسارع ثابت مقداره $(a = 6\ \mathrm{m/s^2})$ واتجاهه كما هو مبين في الشكل، جد مقدار المركبتين الأفقية والعمودية للتسارع وحدد اتجاه كل منهما.**



$$a_x = -a \times \cos(\theta) \rightarrow a_x = -6 \times \cos(30^o)$$

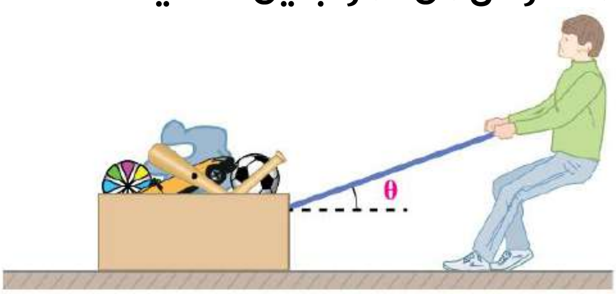
$$a_x = -6 \times 0.86 = -5.2\ \mathrm{m/s^2}$$

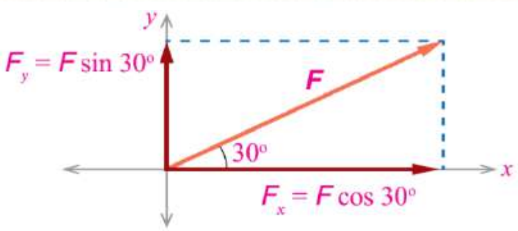
$$a_y = a \times \sin(\theta) \rightarrow a_y = 6 \times \sin(30^o)$$

$$a_y = 6 \times 0.5 \rightarrow a_y = 3\ \mathrm{m/s^2}$$

لاحظ معي أن (a_x) سالبة مما يعني أن اتجاهها نحو محور $(-x)$ و(a_y) موجبة مما يعني أن اتجاهها نحو محور $(+y)$.

? سؤال **يسحب عامر صندوق ألعابه بقوة مقدارها $(100\ \mathrm{N})$ في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (30^o) مع محور $(+x)$ كما في الشكل، جد مقدار كل من المركبتين الأفقية والعمودية للقوة محدداً اتجاه كل منهما.**





$$F_x = F \times \cos(\theta) = 100 \times \cos(30^o)$$

$$F_x = 100 \times 0.87 = 87\ \mathrm{N}, +x$$

$$F_y = F \times \sin(\theta) = 100 \times \sin(30^o)$$

$$F_y = 100 \times 0.5 = 50\ \mathrm{N}, +y$$

سؤال إضافي انطلقت كرة جولف بسرعة (v)، في اتجاه يصنع زاوية (25^o) مع الأفق كما في الشكل. إذا كانت المُركبة الأفقية لسرعة انطلاق الكرة ($36\ m/s$) فما مقدار مُركبتها العمودية؟

$$v_x = v \times \cos(\theta) \rightarrow 36 = v \times \cos(25^o) \rightarrow v = \frac{36}{\cos(25^o)} = 40\ m/s$$

$$v_y = v \times \sin(\theta) = 40 \times \sin(25^o) = 17\ m/s$$

تمرين أطلقت قذيفة بسرعة (v) وكانت المركبة الأفقية للسرعة ($-20\ m/s$) والمركبة العمودية لها ($40\ m/s$)، جد مقدار السرعة (v) واتجاهها.

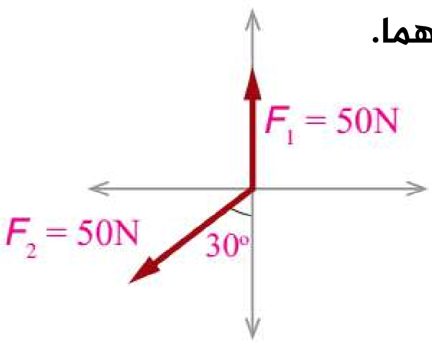
$$v_x = -20\ m/s \quad , \quad v_y = 40\ m/s \quad , \quad v = ?! \quad , \quad \theta = ?!$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(-20)^2 + (40)^2} = 44.7\ m/s$$

$$\theta^o = tan^{-1}(\frac{v_y}{v_x}) = tan^{-1}\left|\frac{40}{-20}\right| = tan^{-1}(2) = 63.4^o \approx 64^o$$

لاحظ معي أن (v_x) سالبة مما يعني أن اتجاهها نحو محور ($-x$) و(v_y) موجبة مما يعني أن اتجاهها نحو محور ($+y$) وبالتالي المتجه (v) يقع في الربع الثاني.

سؤال إضافي تؤثر القوتان (F_1) و (F_2) في نقطة مادية كما في الشكل، جد مقدار كل من المركبتين الأفقية والعمودية لكل قوة محدداً اتجاه كل منهما.



$$F_{1x} = F_1 \times \sin(\theta) = 50 \times \sin(0^o) = 0\ \text{N}$$

$$F_{1y} = F_1 \times \cos(\theta) = 50 \times \sin(0^o) = 50\ \text{N}, +y$$

$$F_{2x} = -F_2 \times \sin(\theta) = -50 \times \sin(30^o)$$

$$F_{2x} = -50 \times 0.5 = -25\ \text{N} = 25\ \text{N}, -x$$

$$F_{2y} = -F_2 \times \cos(\theta) = -50 \times \cos(30^o)$$

$$F_{2y} = -50 \times 0.86 = -43\ \text{N} = 43\ \text{N}, -y$$

تدريب ? ماذا يحدث لكلاً من المركبة العمودية ولأفقية للقوة إذا قلت الزاوية؟

حساب محصلة المتجهات بالطريقة التحليلية

■ محصلة المتجهات بالطريقة التحليلية:

لإيجاد مقدار واتجاه محصلة متجهين أو أكثر بالطريقة التحليلية نتبع الخطوات الآتية:

☑ نرسم المتجهات بحيث يبدأ كل متجه من نقطة الأصل $(0,0)$ عند رسمه.

☑ نحلل كل متجه إلى مركبتيه العمودية والأفقية مع مراعاة التقاء نقطة البداية لكل متجه عند نقطة الأصل.

☑ نجد محصلة المركبات على محور (x) من خلال جمع متجهات المركبة الأفقية ← R_x

☑ نجد محصلة المركبات على محور (y) من خلال جمع متجهات المركبة العمودية ← R_y

☑ نجد مقدار المحصلة الكلية للمتجهات (R) باستخدام العلاقة ← $R = \sqrt{R_x^{\,2} + R_y^{\,2}}$

☑ نحدد اتجاه المحصلة الكلية للمتجهات (R) باستخدام العلاقة ← $\alpha = \tan^{-1}\dfrac{R_y}{R_x}$ حيث (α) هي الزاوية بين (R) ومحور $(+x)$.

☑ المركبة التي يكون مقدارها (0) بسبب الزاوية لا داعي لوضعها في الرسم عند تحليل المركبات.

R_x موجب ← نحو محور $(+x)$ ، R_x سالب ← نحو محور $(-x)$.

R_y موجب ← نحو محور $(+y)$ ، R_y سالب ← نحو محور $(-y)$.

أُفكِّر: إذا كانت محصلة المركبات على محور y (R_y) لمجموعة من المتجهات صفرًا، فهل يعني ذلك بالضرورة أن جميع تلك المتجهات تقع فقط على محور (x)؟ فسر إجابتك..

لا ، ليس شرطًا أن تقع تلك المتجهات جميعها على محور (x) فقط ولكن يشترط أن يكون مجموع المركبات العمودية الموجبة مساويًا لمجموع المركبات العمودية السالبة $(R_y = 0)$.

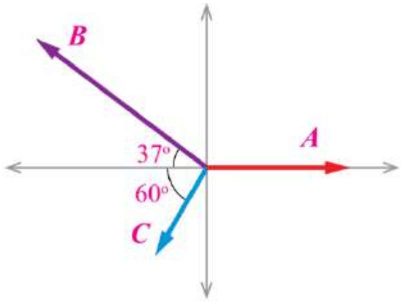
أتحقَّق: حدد اتجاه المحصلة عندما تتساوى محصلة المركبات على محور $(+x)$ مع محصلة المركبات على محور $(+y)$.

$$\theta = tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right) \rightarrow R_x = R_y$$

$$\theta = tan^{-1}(1) = 45^o$$

? سؤال ثلاثة متجهات (A, B, C) قيمها: $(3\ u\ , 5\ u\ , 2\ u)$ على الترتيب كما في الشكل جد مقدار المحصلة واتجاهها **بالطريقة التحليلية**.

نحلل كل متجه إلى مركبته العمودية والأفقية.

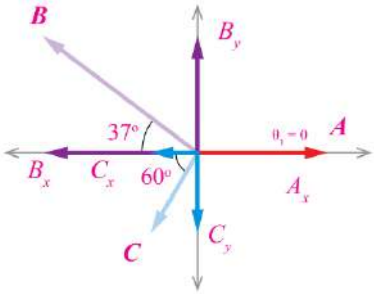


$$A_x = A \times \cos(0^o) = 3 \times \cos(0^o) = 3\ u$$

$$A_y = A \times \sin(0^o) = 3 \times \sin(0^o) = 0$$

$$B_x = -B \times \cos(37^o) = -5 \times \cos(37^o) = -4\ u$$

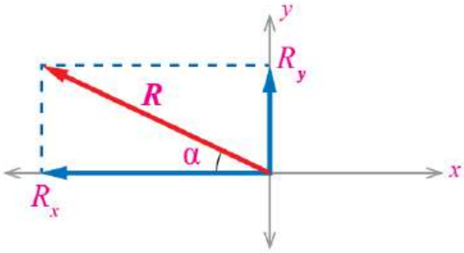
$$B_y = B \times \sin(37^o) = 5 \times \sin(37^o) = 3\ u$$



$$C_x = -C \times \cos(60^o) = -2 \times \cos(60^o) = -1\ u$$

$$C_y = -C \times \sin(60^o) = -2 \times \sin(60^o) = -1.74\ u$$

الآن نجد محصلة المتجهات على محور (x):



$$R_x = A_x + B_x + C_x = 3 + -4 + -1 = -2\ u$$

الآن نجد محصلة المتجهات على محور (y):

$$R_y = A_y + B_y + C_y = 0 + 3 + -1.74 = 1.26\ u$$

الآن نجد مقدار محصلة المتجهات الكلية (R):

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(-2)^2 + (1.26)^2} = 2.36\ u$$

$$\alpha = tan^{-1}\left|\frac{R_y}{R_x}\right| = tan^{-1}\left|\frac{1.26}{-2}\right| = 32^o$$

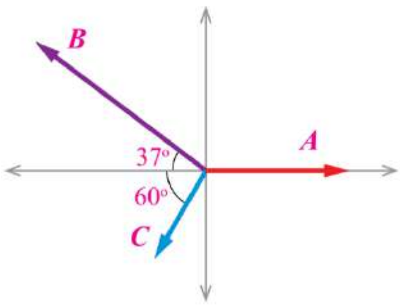
أتأمَّلُ الصورةَ

يكونُ اتجاهُ حركةِ الطائراتِ في أثناءِ هبوطِها في الأحوالِ الاعتياديةِ موازيًا لمَدْرجِ المطارِ، وأحيانًا يواجهُ الطيارُ صعوباتٍ في أثناءِ عمليةِ الهبوطِ في الأجواءِ العاصفةِ عندما يكونُ اتجاهُ الرياحِ عموديًّا على اتجاهِ المَدْرجِ، فيلجأ حينئذٍ إلى توجيهِ مُقدِّمةِ الطائرةِ على نحوٍ منحرفٍ عنِ اتجاهِ المَدْرجِ بعكسِ اتجاهِ هذهِ الرياحِ، كما هوَ مُبيَّنٌ في الصورةِ. وهذا ما حدثَ معَ طيارٍ أردنيٍّ؛ إذْ تمكَّنَ منَ الهبوطِ بأمانٍ على الرغمِ منَ العاصفةِ القويةِ التي ضربَتْ مطارَ هيثرو في لندنَ عامَ 2020 م، علمًا أنَّهُ تعذَّرَ على عشرينَ طائرةَ الهبوطُ وقتئذٍ.

فما الهدفُ منْ توجيهِ الطيارِ مُقدِّمةَ الطائرةِ نحوَ الاتجاهِ المُبيَّنِ في الشكلِ؟ وما أثرُ ذلكَ في السلامةِ العامةِ؟

بعدَ دراستي وحدةَ المُتَّجهاتِ تعرَّفْتُ سببَ توجيهِ الطيارِ الطائرةَ إلى اليسارِ بزاويةٍ معيَّنةٍ (عكسَ اتجاهِ الرياحِ) في بندِ: أتأمَّلُ الصورةَ؛ وهوَ جعلُ اتجاهِ محصلةِ سرعتَي الرياحِ والطائرةِ في أثناءِ هبوطِها نحوَ المَدْرجِ؛ حفاظًا على سلامةِ المسافرينَ وطاقمِ الطائرةِ، وتجنُّبًا لحدوثِ أيِّ أضرارٍ في جسمِ الطائرةِ. ولو افترضْنا أنَّ الطيارَ هبطَ بالطائرةِ باتجاهِ المَدْرجِ لانحرفَتِ الطائرةُ نحوَ اليمينِ، وخرجَتْ عنِ المسارِ المُحدَّدِ لها على المَدْرجِ.

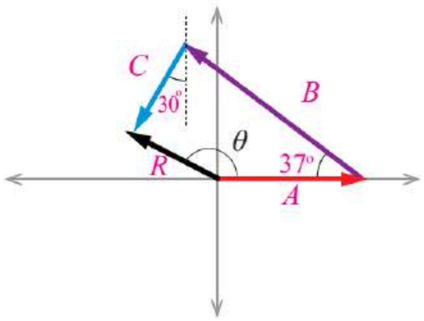
تمرين ثلاثة متجهات (A, B, C) قيمها: $(3\ u\ , 5\ u\ , 2\ u)$ على الترتيب كما في الشكل جد مقدار المحصلة واتجاهها بالطريقة البيانية.

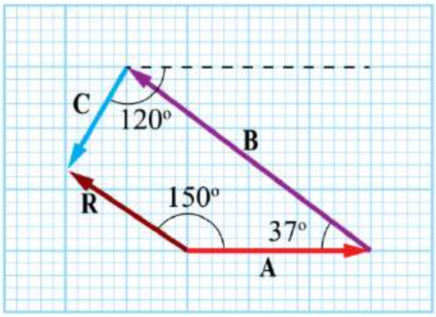


نفس آلية الحل السابقة من خلال الاطلاع على مقدار كل متجه نحدد مقياس رسم مناسب للرسم وليكن (1 cm : 1 u) وبالتالي يكون طول كل متجه من المتجهات كالآتي:

A ← 3 cm ، B ← 5 cm ، C ← 2 cm

$$R = 2.3\ u\ , 150^o$$



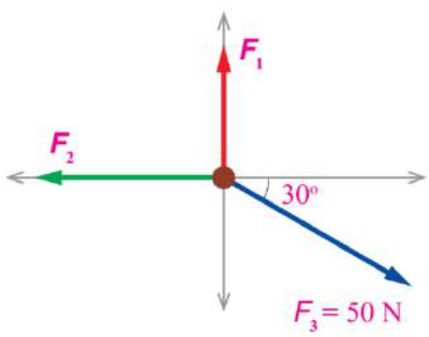


ملاحظات مهمة

- إذا كانت المحصلة تساوي صفرًا فهذا يعني أن كلًا من محصلة المركبات السينية والمركبات الصادية تساوي صفرًا.

$$F_x = 0\ \ ,\ \ F_y = 0$$

تمرين تؤثر ثلاثة قوى في نقطة مادية كما في الشكل، فإذا علمت أن محصلة تلك القوى تساوي صفرًا، فجد مقدار كل من القوتين الأولى والثانية؟



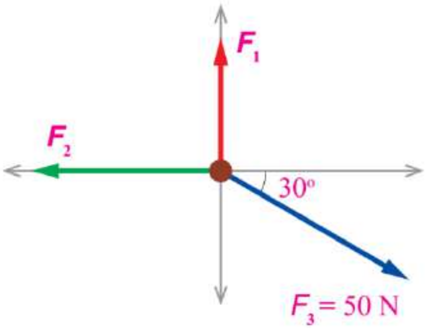
$$F_x = 0\ \ ,\ \ F_y = 0$$

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}$$

$$F_x = 0 + -F_2 + F_3 cos30^o$$

$$0 = -F_2 + 50 \times 0.87$$

$$0 = -F_2 + 43.5 \rightarrow F_2 = 43.5\ N$$



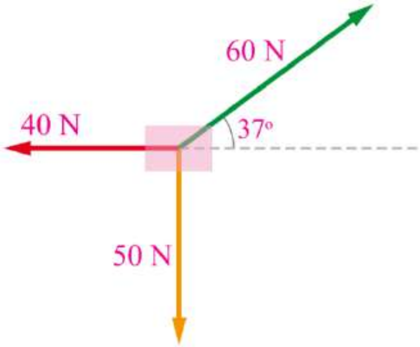
$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y}$$

$$F_y = F_1 + 0 + -F_3 sin30^o$$

$$0 = F_1 - 50 \times 0.5$$

$$0 = F_1 - 25 \rightarrow F_1 = 25\ N$$

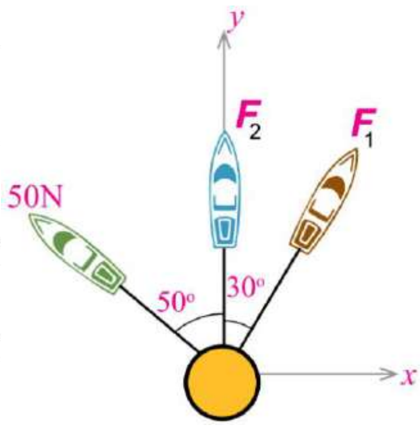
? تدريب معتمداً على البيانات الواردة في الشكل المجاور احسب القوة المحصلة لمجموعة القوى الممثلة في الشكل مبيناً مقدارها واتجاهها.



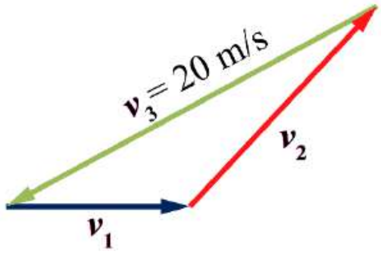
? تدريب تؤثر ثلاثة قوى في جسم ما بحيث كل منها يؤثر بمقدار وزاوية مختلفة كما في الشكل المجاور. إذا تحرك الجسم باتجاه $(+y)$ فاحسب كلاً مما يلي:

أ- مقدار المركبة الأفقية للقوى المحصلة.

ب- مقدار القوة (F_1).



سؤال إضافي NERD ثلاث متجهات للسرعة تشكل مثلثاً مغلقًا كما في الشكل المجاور. جد:



1) $(v_1 + v_2)$.

$$v_1 + v_2 = -v_3$$

2) محصلة المتجهات الثلاثة.

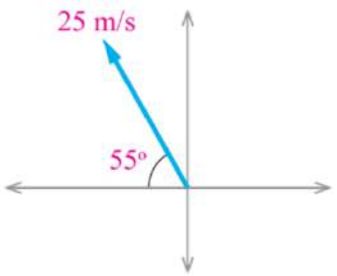
$$v_1 + v_2 + v_3 = 0$$

? تدريب معتمداً على دراستك لتحليل المتجهات جد مقدار واتجاه المركبة الأفقية والعمودية لكل متجه مما يلي:

1) $\boldsymbol{F} = 20\ N, 30^o$

2) $\boldsymbol{B} = 0.01\ unit, 60^o$ جنوب الغرب

? تدريب يتحرك جسم بسرعة مقدارها $(25\ m/s)$ في الاتجاه المبين في الشكل المجاور. أي الآتية تمثل المركبة الأفقية للسرعة؟



أ) $(25 \times \cos(55^o))$. ب) $(-25 \times \sin(55^o))$.

جـ) $(-25 \times \cos(35^o))$. د) $(-25 \times \sin(35^o))$.

ملاحظات مهمة

- يكون دائما مقدار المحصلة لمتجهين أقل من المجموع الجبري للمتجهين وأكبر من القيمة المطلقة لحاصل طرحهما.

حل أسئلة مراجعة الدرس الثاني من الوحدة الأولى

سؤال 1 قارن بين كل مما يأتي:

أ- جمع المتجهات وتحليلها.

جمع المتجهات: إيجاد محصلة المتجهين بيانيًا أو رياضيًا عن طريق تحليل تلك المتجهات.

تحليل المتجهات: استبدال متجهين متعامدين يسميان مركبتي المتجه ومحصلتهما المتجه نفسه بالمتجه.

ب - جمع المتجهات ومحصلتها.

جمع المتجهات هي محصلة المتجهات نفسها.

جـ - جمع المتجهات وطرحها.

طرح الكميات المتجهة هو جمع متجهي لسالب الكميات المتجهة.

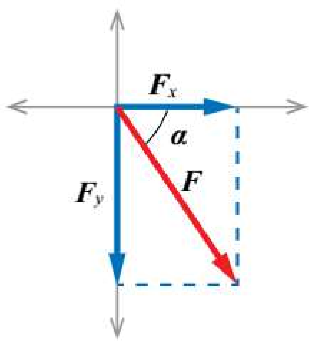
د - الطريقة التحليلية والطريقة البيانية في جمع المتجهات.

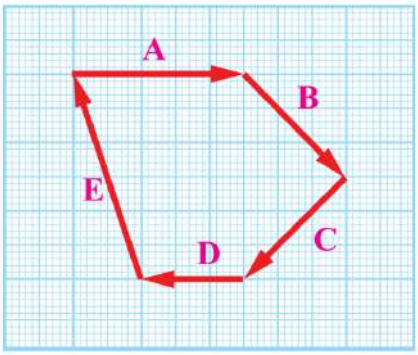
في الطريقة البيانية نقوم بإيجاد محصلة متجهين أو أكثر عن طريق الرسم باستعمال مقياس رسم مناسب، أما في الطريقة التحليلية نقوم بالجمع الرياضي لإيجاد محصلة متجهين أو اكثر من خلال تحليل كل متجه إلى مركباته.

سؤال 2 قوة مقدارها ($\boldsymbol{F}$) مقدار مركبتيها ($F_y = -8\ N$)، ($F_x = 6\ N$). أحسب مقدار القوة وحدد اتجاهها.

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(6)^2 + (-8)^2} = 10\ \text{N}$$

$$\alpha = tan^{-1}\left|\frac{F_y}{F_x}\right| = tan^{-1}\left|\frac{-8}{6}\right| = 53^o$$

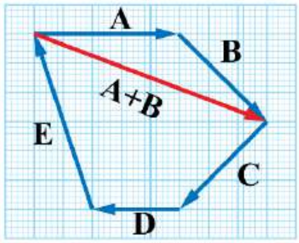




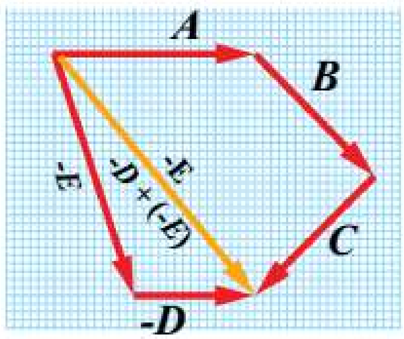
سؤال 3 اعتماداً على الشكل المجاور:

أ- ما محصلة المتجهات المبينة في الرسم؟

المحصلة تساوي صفرًا لأن نقطة البداية ونقطة النهاية هما نفساهما.



ب- جد بيانيًا محصلة المتجه ين: A و B



جـ- أثبت بالرسم أن: $A + B + C = -D + (-E)$

سؤال 4 قوتان متساويتان في المقدار، ما أكبر قيمة لمحصلتهما؟ وما أقل قيمة لمحصلتهما؟

أكبر قيمة لمحصلتهما تساوي مثلي قيمة أحدهما عندما تكون القوتان في نفس الاتجاه أي ان الزاوية بينهما (0^o).

وأقل قيمة لمحصلتهما تساوي صفرًا عندما تكون القوتان متعاكسان في الاتجاه أي ان الزاوية بينهما (180^o).

سؤال 5 ما مقدار الزاوية التي تطلق بها كرة القدم بسرعة متجهة (v) بحيث:

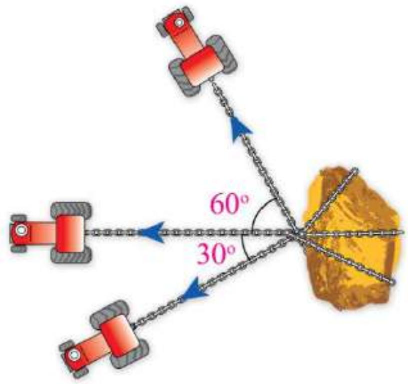
أ- تساوي المركبة العمودية للسرعة (v_y) صفرًا.

$$v_y = 0 \rightarrow v\, sin\theta = 0 \rightarrow sin\theta = 0 \rightarrow \theta = sin^{-1}(0) = 0^o$$

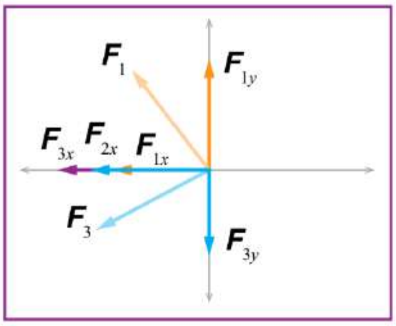
ب- تساوي المركبة الأفقية للسرعة (v_x) متجه السرعة (v).

$$v_x = v \rightarrow v\, cos\theta = v \rightarrow cos\theta = 1 \rightarrow \theta = cos^{-1}(1) = 0^o$$

سؤال 6 ثلاث جرارات تحاول سحب صخرة كبيرة. إذا أثر كل منها بقوة سحب مقدارها ($4000\ N$) في الاتجاهات المبينة في الشكل:



أ- جد مقدار محصلة القوى التي تؤثر بها الجرارات في الصخرة.



$$F_1 = F_2 = F_3 = 4000\ N$$

$$F_{1x} = -F_1 cos\theta_1 = -4000 \times cos60^o = -2000\ N$$

$$F_{2x} = -F_2 cos\theta_2 = -4000 \times cos0^o = -4000\ N$$

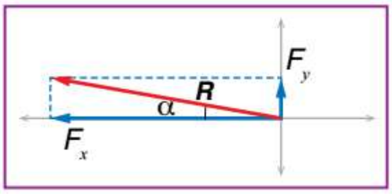
$$F_{3x} = -F_3 cos\theta_3 = -4000 \times cos30^o = -3464\ N$$

$$F_{1y} = F_1 sin\theta_1 = 4000 \times sin60^o = 3464\ N$$

$$F_{2y} = F_2 sin\theta_2 = 4000 \times sin0^o = 0\ N$$

$$F_{3y} = -F_3 sin\theta_3 = -4000 \times sin30^o = -2000\ N$$

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = -2000 - 4000 - 3464$$



$$F_x = -9464\ N$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 3464 + 0 - 2000$$

$$F_y = 1464\ N$$

$$R = \sqrt{{F_x}^2 + {F_y}^2} = \sqrt{(-9464)^2 + (1464)^2} = 9594\ N$$

$$\alpha = tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = tan^{-1}\left(\frac{1464}{-9464}\right) = 8.8^o$$

ب- في أي اتجاه ستتحرك الصخرة.

في الاتجاه شمال الغرب بحيث يصنع زاوية مقدارها 8.8^o مع محور ($-x$).

درّب نفسك

سؤال 01 إذا كان ($A_x = 4\ u$)، ($A_y = 2\ u$)، ($B_x = -2\ u$)، ($B_y = -1\ u$)

فاحسب كلاً مما يلي:

أ. (B).

ب. ($C = A - B$).

جـ. ($D = 2A - 3B$).

سؤال 02 إذا كان ($A - B = 0$) فإن المتجهين (A) و (B):

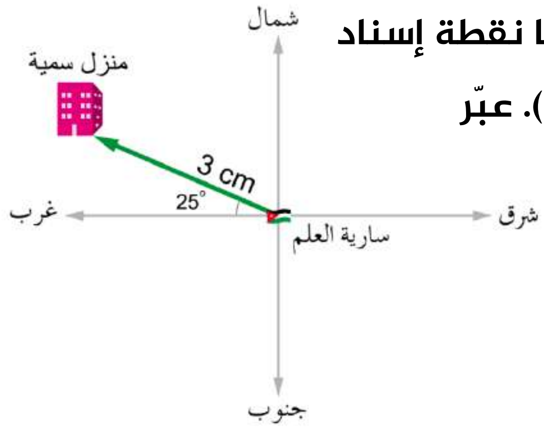
أ. متساويان مقدارًا، متماثلان اتجاهًا.

ب. مختلفان مقدارًا، متماثلان اتجاهًا.

جـ. متساويان مقدارًا، متعاكسان اتجاهًا.

د. مختلفان مقدارًا، متعاكسان اتجاهًا.

سؤال 03 في الشكل رسمت سمية متجه الموقع لمنزلها نسبة إلى سارية العلم في ساحة مستودعات وزارة التربية والتعليم، بوصفها نقطة إسناد (مرجعية)، واستخدمت مقياس رسم ($1\ cm: 100\ m$). عبّر عن متجه الموقع لمنزل سمية مقدارًا واتجاهًا.



سؤال 04 إذا علمت أن مقدار حاصل الضرب المتجهي لمتجهين يعتمد على مقدار الزاوية بينهما، فما أكبر قيمة لذلك المقدار؟ وكم تكون الزاوية بينهما حينئذ؟

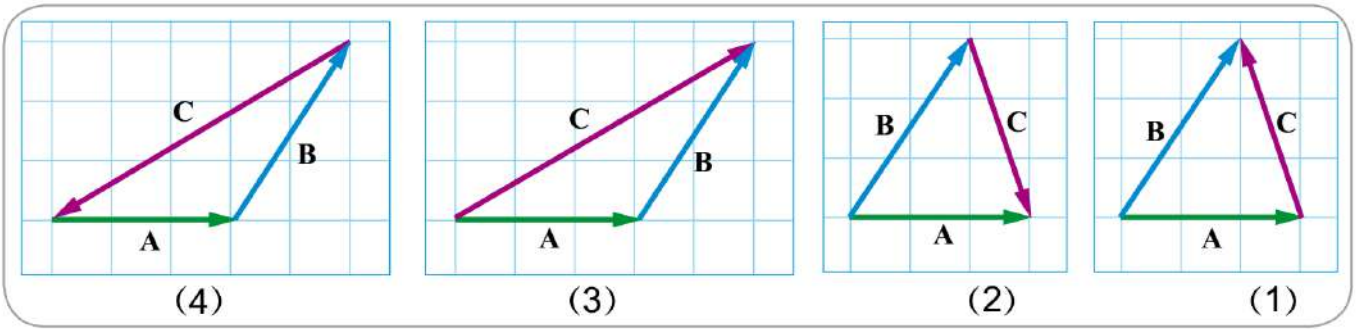
سؤال 05 أي الكميات الفيزيائية الآتية تُعد متجهة؟

أ. المسافة. ب. الكتلة. جـ. الزمن. د. الإزاحة.

سؤال 06 لديك متجهان، مقدار الأول (12) وحدة ومقدار الثاني (8) وحدات. أي المقادير الآتية على الترتيب يمكن أن تمثل أكبر مقدار وأصغر مقدار لحاصل جمعهما:

أ. (14.4) وحدة، (4) وحدات. ب. (12) وحدة، (8) وحدات.

جـ. (20) وحدة، (8) وحدات. د. (20) وحدة، (4) وحدات.



سؤال 07 رسم طالب الرسومات الموضحة للتعبير عن العلاقة بين ثلاث متجهات (A, B, C)، معتمدًا على الشكل، أي الرسومات تمثل العلاقة ($C = A - B$)؟

أ. (1). ب. (2). جـ. (3). د. (4).

سؤال 08 في أي الرسومات كان المتجه المحصل للمتجهات الثلاثة مساويًا صفرًا؟

أ. (1). ب. (2). جـ. (3). د. (4).

سؤال 09 في أي الأشكال يكون (A) محصلاً للمتجهين (B) و(C)؟

أ. (1). ب. (2). جـ. (3). د. (4).

سؤال 10 إذا علمت أن ($A = 10\ units\ , 53^o$)، فإن المتجه ($-3A$) يساوي:

أ. ($-30\ units\ , 53^o$) ب. ($30\ units\ , 53^o$).

جـ. ($30\ units\ , 233^o$). د. ($-30\ units$, جنوب الشرق 53^o).

حل أسئلة مراجعة الوحدة الأولى

سؤال 1 ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

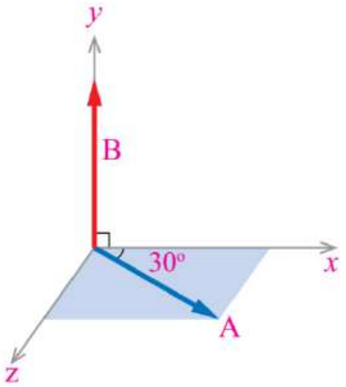
1. الكمية المتجهة من الكميات الفيزيائية الآتية هي:

تسارع الطائرة في أثناء إقلاعها.

2. عند جمع القوتين ($30\ N$) و ($20\ N$) جمعًا متجها، فإن قيمة القوة المحصلة، هي:

36 N

3. حاصل الضرب المتجهي $|A \times B|$ في الشكل المجاور هو:

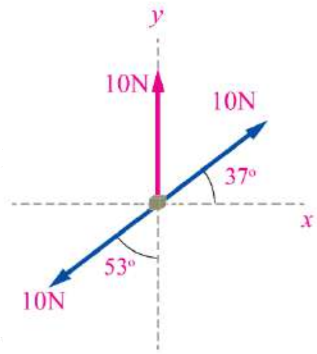


$$|A \times B| = ABsin(90^o)$$

4. العلاقة بين متجهي التسارع a_1, a_2 بناء على العلاقة ($a_1 - a_2 = 0$) هي:

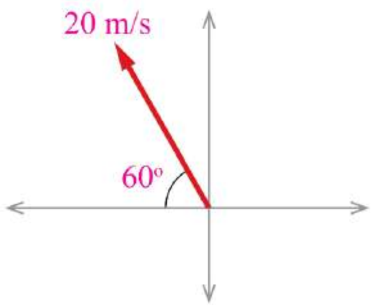
المتجهان a_1, a_2 متساويان في المقدار وفي الاتجاه نفسه.

5. المقدار والاتجاه لمحصلة القوى في الشكل المجاور هما:



$$10\ N, +y$$

6. صوبت سعاد كرة السلة بسرعة مقدارها ($20\ m/s$) في الاتجاه المبين في الشكل. أي الآتية تمثل المركبة الأفقية للسرعة:



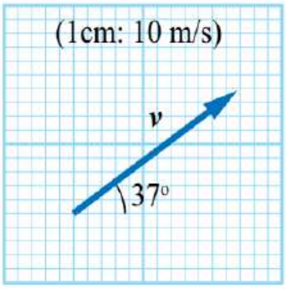
$$-20\cos(60^o)$$

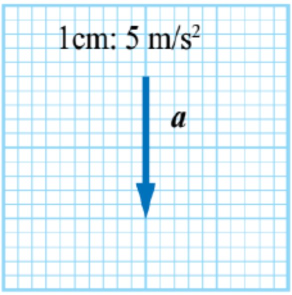
سؤال 2 ركل لاعب كرة قدم كتلتها $(0.4\ kg)$ لتنطلق بسرعة $(30\ m/s)$ في اتجاه يصنع زاوية (37^o) مع سطح الأرض الأفقي وبتسارع مقداره $(10\ m/s^2)$. وقد استغرقت الكرة مدة زمنية مقدارها $(6\ s)$ لتعود إلى مستوى سطح الأرض.

a . حدد الكميات المتجهة والكميات القياسية.

الكميات المتجهة ← (السرعة) و (التسارع).
الكميات القياسية ← (كتلة الكرة) و (الزمن) و (الزاوية).

b. مثل الكميات المتجهة بيانيًا.

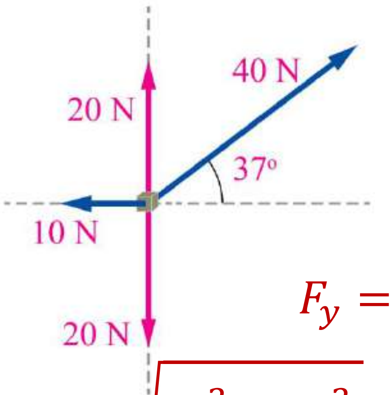




c. هل يمكن إيجاد محصلة تلك الكميات المتجه؟

نعم يمكن من خلال تحليل المتجه لمركبتين عمودية وأفقية.

سؤال 3 تؤثر قوى عدة في جسم كما في الشكل المجاور.



جد المقدار والاتجاه لمحصلة القوى المؤثرة في الجسم بالطريقة التحليلية.

$$F_x = 40cos37^o + 0 + -10cos0^o + 0 = 22\ N$$

$$F_y = 40sin37^o + 20sin90^o + 0 + -20sin90^o = 24\ N$$

$$F = \sqrt{{F_x}^2 + {F_y}^2} = \sqrt{(22)^2 + (24)^2} = 32.6\ \mathrm{N}$$

$$\alpha = tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = tan^{-1}\left(\frac{24}{22}\right) = 47.5^o$$

سؤال 4 متجهان الأول $(F = 8\ N)$ في اتجاه محور $(-y)$ والثاني $(r = 5\ m)$ في اتجاه محور $(+x)$ جد:

أ. $3F \leftarrow 3 \times 8 = 24\ N, -y$

ب. $-0.5r \leftarrow -0.5 \times 5 = 2.5\ m, -x$

جـ. $|r \times F| \leftarrow rFsin\theta = 5 \times 8 \times sin90^o = 40\ N.m$

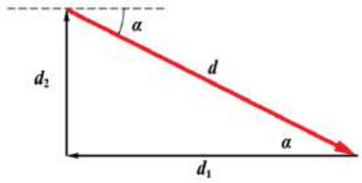
د. $|r \times r| \leftarrow rrsin\theta = 5 \times 5 \times sin0^o = 0$

هـ. $F.r \leftarrow Frcos\theta = 8 \times 5 \times cos90^o = 0$

سؤال 5 انطلقت نور من منزلها سيرًا على الأقدام وقطعت مسافة $(400\ \text{m})$ باتجاه الغرب، ثم اتجهت شمالاً وقطعت مسافة $(200\ \text{m})$ لتصل منزل صديقتها. إذا أرادت نور العودة مباشرة إلى منزلها بخط مستقيم، فكم مترًا يجب أن تسير؟ وفي أي اتجاه يتعين عليها السير حتى تصل منزلها؟

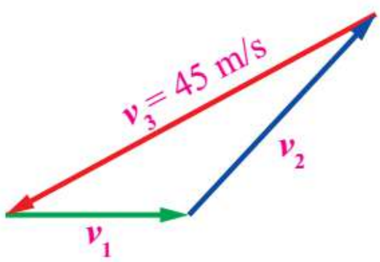
$$d_1 = d_x = 400\ \text{m}, 180^o \quad , \quad d_2 = d_y = 200\ \text{m}, 90^o$$

$$d = \sqrt{{d_x}^2 + {d_y}^2} = \sqrt{(-400)^2 + (200)^2} = 447\ m$$



$$\alpha = tan^{-1}\left(\frac{d_y}{d_x}\right) = tan^{-1}\left(\frac{200}{-400}\right) = 27^o$$

سؤال 6 ثلاثة متجهات للسرعة تشكل مثلثًا مغلقًا كما في الشكل المجاور. جد:



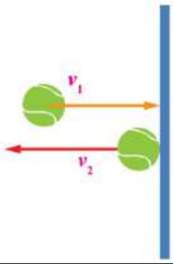
1) $(v_1 + v_2)$.

$$v_1 + v_2 = -v_3$$
$$v_1 + v_2 = 45\ m/s$$

2) محصلة المتجهات الثلاثة.

$$v_1 + v_2 + v_3 = 0$$

سؤال 7 صوبت سارة كرة تنس أفقيا نحو حائط عمودي فاصطدمت به بسرعة أفقية v_1 مقدارها $(10\ m/s)$ باتجاه الشرق كما في الشكل ثم ارتدت عنه أفقيا نحو الغرب بسرعة v_2 مقدارها $(7\ m/s)$. جد التغير في سرعة الكرة (Δv).



$$v_1 = 10\ m/s\ , v_2 = -7\ m/s$$
$$\Delta v = v_2 - v_1 = -7 - 10 = -17\ m/s$$
$$\Delta v = 17\ m/s\ , -x$$

سؤال 8 ما مقدار الزاوية بين المتجهين (A) و (B) في الحالتين الآتيتين:

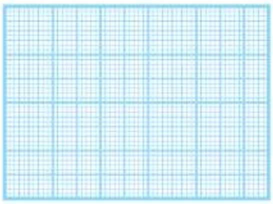
أ. AB = |**A**×**B**| ←

$$ABsin\theta = AB \rightarrow sin\theta = 1 \rightarrow \theta = 90^o$$

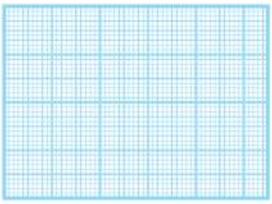
ب. AB = **A.B** ←

$$ABcos\theta = AB \rightarrow cos\theta = 1 \rightarrow \theta = 0^o$$

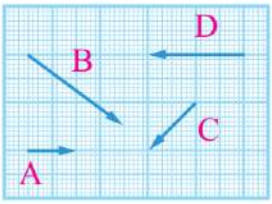
سؤال 9 أستخدم الطريقة البيانية في حساب ناتج جمع المتجهات وطرحها كما هو مبين في الجدول الآتي:



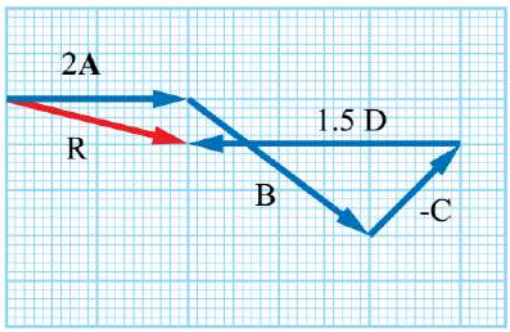
ناتج جمع:
$2A + B - C + 1.5\,D$



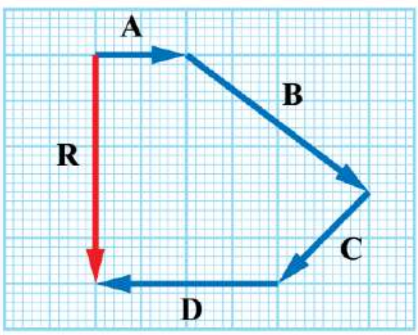
المحصلة R



المُتَّجِهات: A، و B، و C، و D حيثُ يُمثِّلُ كلُّ مربعٍ في الرسم وحدةً واحدةً $(1u)$.

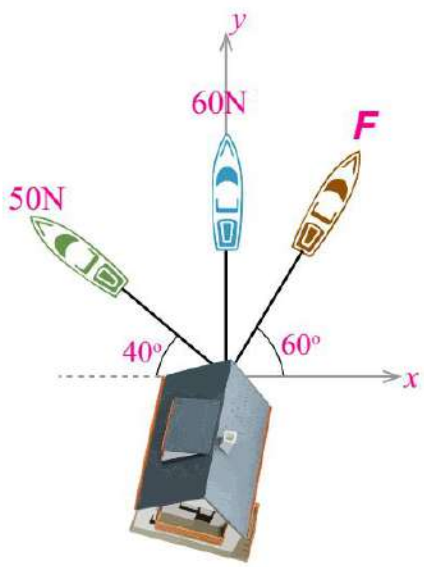


$4.1\ units$



$R = 5\ units, -y$

سـؤال 10 ثلاثة قوارب كل منها يؤثر بقوة في منزل عائم في الماء لسحبه كما في الشكل المجاور. فإذا تحرك المنزل باتجاه محور $(+y)$ جد:



أ. مقدار القوة (F).

تحرك المنزل في اتجاه $(+y)$ هذا يعني أن اتجاه المحصلة $(\sum F)$ هو $(+y)$.

$$R_x = 0 \quad , \quad R_y = \sum R$$

$$R_x = F\cos 60^o + 60 \times \cos 90^o - 50\cos 40^o$$

$$0 = 0.5F + 0 - 50 \times 0.76 \rightarrow F = 76\ N$$

ب. مقدار محصلة القوى الثلاث واتجاهها.

$$R_x = 0 \quad , \quad R_y = \sum R$$

$$R_y = 76.6\sin 60^o + 60\sin 90^o + 50\sin 40^o$$

$$R_y = 70 \times 0.87 + 60 + 70 \times 0.64 \ \approx 152.9\ N$$

$$\sum R = \sqrt{{R_x}^2 + {R_y}^2} = \sqrt{(0)^2 + (152.9)^2} = 152.9\ N$$

$$\sum R = 152.9\ N, +y$$

مقدمة الكورس

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خير معلم الناس الخير نبينا محمد وعلى آله وصحبة أجمعين، أما بعد:

الفيزياء من أكثر المواد التي يواجه فيها الطالب مشكلة أثناء دراستها وتحتاج جهد وتركيز كبير للوصول إلى فهمها بالشكل الصحيح وتحقيق المراد، يعود ذلك لعدم وجود مصدر شامل لشرح المادة بالتفصيل وإيصال فكرة الأسئلة للطالب أو لوجود مشكلة في تأسيس الطالب الرياضي أو الفيزيائي على حد سواء لأن الرياضيات لغة الفيزياء.

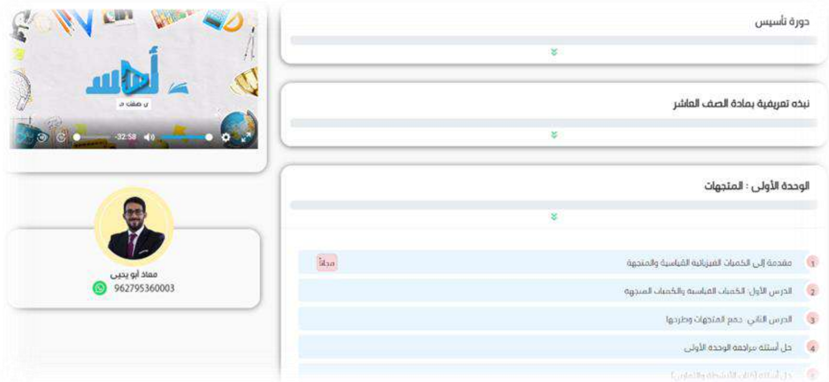
يأتي هذه الكورس خدمة لأحبتنا الطلبة والمهتمين بدراسة ومراجعة مادة الفيزياء الجديد للصف العاشر سواءً من المعلمين أو الأهالي، وهو مصدر دراسي لتبسيط الكتاب المدرسي فدائما يبقى الكتاب هو المصدر الأول للدراسة.

في هذه الكورس قُمنا بترتيب طرح المواضيع والمحتوى وإضافة ملاحظات وشروحات لأساليب حل الأسئلة وطريقة التعامل معها ورسومات وتصاميم توضيحية مُرفق معها حل أسئلة الدروس وأسئلة الوحدة وأسئلة فكر والواجبات الواردة في الكتاب المدرسي مدعومًا بأمثلة وتدريبات إضافية.

نسأل الله للجميع العلم النافع والعمل الصالح والتوفيق والسداد والإخلاص والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

أ. معاذ أمجد أبو يحيى

بإمكانكم حجز بطاقة أساس التعليمية لمتابعة شرح المادة التفصيلي:

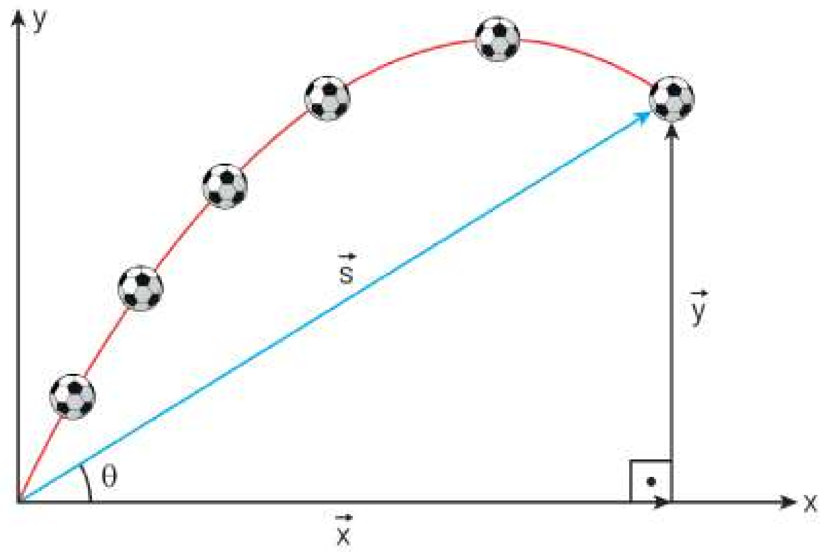


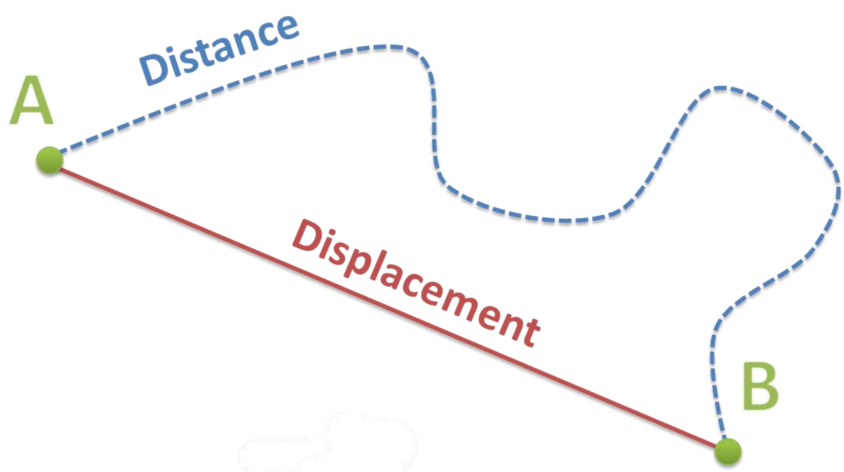
بإمكانكم متابعة أوراق العمل والامتحانات من خلال مجموعة الواتس:

بإمكانكم متابعة الأخبار والإعلانات من خلال صفحة الأستاذ على الفيس:

الوحدة الثانية من مادة فيزياء الصف العاشر

الحركة





الوحدة الثانية: الحركة

الدرس الأول: الحركة في بُعد واحد

☑ **تُصنف أشكال الحركة ضمن ثلاث مجالات رئيسية:**

1) الحركة في بعد واحد **2) الحركة في بعدين** **3) الحركة في ثلاثة أبعاد**

الحركة في بعد واحد تعنى أن الجسم يتحرك في خط مستقيم بشكل أفقي على محور (x) أو بشكل عمودي أو رأسي على محور (y).

■ الإطار المرجعي للحركة:

عند تحديد موقع جسم لوصف حالته الحركية فأننا نعتمد على جسم أخر قربه أو على نظام إحداثيات متعامدة ونقطة إسناد محددة.

موضوع دراستنا في هذا الدرس فقط الحركة في بعد واحد..

الموقع والإزاحة

- نعبر عن موقع الكرة في الشكل الآتي بالنسبة إلى نقطة الإسناد ($x = 0$):
  - إذا كان موقع الكرة على يمين نقطة الإسناد تكون (x) موجبة.
  - إذا كان موقع الكرة على يسار نقطة الإسناد تكون (x) سالبة.
- يمكن وصف حركة الكرة في الشكل باستخدام مفهوم :

التعويض في القوانين يكون بالوحدات الأساسية إلا إذا طلب العكس.

الإزاحة ← كمية متجهة

المسافة ← كمية قياسية

- الإزاحة في الشكل فوق: الفرق بين متجه موقع الكرة النهائي (x_2) ومتجه موقعها الابتدائي (x_1). ويمكن التعبير عنها من خلال القانون الآتي:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

في المرحلة الأولى انتقلت الكرة من الموقع $(x_1 = 2)$ إلى الموقع $(x_2 = 5)$ لذا تكون إزاحة الكرة في المرحلة الأولى:

$$(\Delta x)_1 = x_2 - x_1 = 5 - 2 = +3\ m$$

إشارة الإزاحة الموجبة تدل على أن الكرة تحركت في اتجاه محور (x) الموجب.

في المرحلة الثانية انتقلت الكرة من الموقع $(x_1 = 5)$ إلى الموقع $(x_2 = -4)$ لذا تكون إزاحة الكرة في المرحلة الأولى:

$$(\Delta x)_2 = x_2 - x_1 = -4 - 5 = -9\ m$$

إشارة الإزاحة السالبة تدل على أن الكرة تحركت في اتجاه محور (x) السالب.

☑ يمكن حساب الإزاحة الكلية للكرة في المرحلتين الأولى والثانية من خلال حاصل جمع الإزاحتين للمرحلة الأولى والثانية:

$$(\Delta x) = (\Delta x)_1 + (\Delta x)_2 = +3 + (-9) = -6\ m$$

☑ أو يمكن حساب الإزاحة الكلية للكرة في المرحلتين الأولى والثانية مباشرة من خلال إيجاد الفرق بين موقعي الكرة الابتدائي والنهائي كما يأتي:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = (-4) - (+2) = -6\ m$$

- المسافة: كمية قياسية قيمتها تساوي طول المسار الفعلي الذي اتبعه الجسم ويرمز إليها بالرمز (**s**) ويمكن التعبير عنها من خلال القانون الآتي:

$$s = s_1 + s_2$$

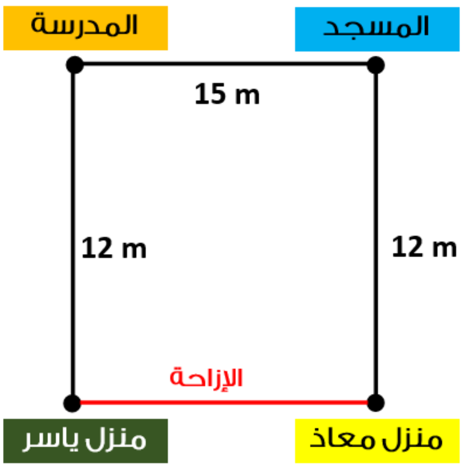
المسافة الكلية التي قطعتها الكرة (**s**) هي المسافة التي قطعتها الكرة في المرحلة الأولى $(S_1 = 3\ m)$ مضافاً إليها المسافة التي قطعتها الكرة في المرحلة الثانية $(S_2 = 9\ m)$.

$$s = s_1 + s_2 = (3) + (9) = 12\ m$$

سؤال فيم تختلف المسافة التي قطعتها الكرة عن الإزاحة التي أحدثتها الكرة في هذه الحركة؟ وأيهما أكبر المسافة أم مقدار الإزاحة؟

المسافة طول المسار الفعلي المقطوع بين نقطة البداية و النهاية وهي كمية قياسية بينما الإزاحة هي الخط المستقيم الذي يصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية وهي كمية متجهة. دائما المسافة أكبر من أو تساوي الإزاحة.

سؤال بدأ معاذ الحركة من منزله باتجاه المسجد نحو الشمال فقطع مسافة (12 m) ثم تحرك نحو الغرب باتجاه المدرسة فقطع مسافة (15 m) ، ثم تحرك نحو منزل صديقه ياسر باتجاه الجنوب فقطع مسافة (12 m) ، كم تبلغ المسافة الكلية والإزاحة التي قطعها معاذ للوصول لمنزل صديقه ؟



$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 12 + 15 + 12 = 39\ m$$

$$\Delta x = -15\ m$$

سؤال إضافي NERD فكر متى تتساوى المسافة مع مقدار الإزاحة؟

عندما تكون حركة الجسم بخط مستقيم من نقطة البداية نحو نقطة النهاية.

QUIZ TIME "عدو صهيوني" هارب من "مقاوم فلسطيني" باتجاه الشمال وبعد أن قطع مسافة (8 km) وصل المركز الأمني فأمسك به المقاوم الفلسطيني وقام بطعنه ولاذ المقاوم بالفرار باتجاه الشرق فقطع مسافة (7 km) إلى أن وصل إلى بر الأمان..

1) كم تبلغ المسافة الكلية والإزاحة التي قطعها "المقاوم الفلسطيني"؟

2) كم تبلغ المسافة الكلية والإزاحة التي قطعها "العدو الصهيوني" مع العلم بإنه فقد حياته عند موقع المركز الأمني بسبب الطعنة؟

السرعة والسرعة المتوسطة

السرعة القياسية: مقدار معدل تغير المسافة المقطوعة بالنسبة للزمن.
أو المسافة التي يقطعها الجسم في زمن معين بغض النظر عن اتجاه حركته.

السرعة المتجهة: معدل تغير الإزاحة المقطوعة بالنسبة للزمن.

سنأتي الآن لإضافة عدة مفاهيم للسرعة كالسرعة المتوسطة واللحظية.

السرعة المتوسطة

- **من اهم مظاهر وصف حركة جسم ما السرعة التي يتحرك بها.**

1) السرعة القياسية المتوسطة: ($\bar{v}_s$)

◄ السرعة القياسية المتوسطة تحسب من خلال قسمة **المسافة الكلية** التي يقطعها الجسم (المسافة) (s) على **الزمن الكلي** للحركة (Δt).

$$\bar{v}_s = \frac{s}{\Delta t}$$

◄ **تقاس بوحدة** (m/s)، وليس لها اتجاه لأن المسافة والزمن ليس لهما اتجاه.

2) السرعة المتجهة المتوسطة: ($\bar{v}$)

◄ السرعة المتجهة المتوسطة تحسب من خلال قسمة **الإزاحة الكلية** للجسم (الإزاحة) (Δx) على **الزمن الكلي** للحركة (Δt).

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

◄ **تقاس بوحدة** (m/s)، ولها اتجاه لأن الإزاحة لها اتجاه.

◄ اتجاه السرعة المتجهة يكون باتجاه الإزاحة.

$s \longrightarrow$ المسافة المقطوعة , $x \longrightarrow$ الإزاحة , $t \longrightarrow$ الزمن

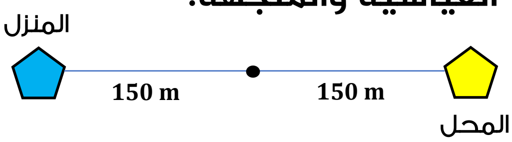
? سؤال قطع فراس بدراجته مسافة (645 m) خلال مدة زمنية مقدارها (86 s). جد السرعة القياسية المتوسطة.

$$\bar{v}_s = \frac{s}{\Delta t} = \frac{645}{86} = 7.5\ \mathrm{m/s}$$

? سؤال قطع عز الدين بسيارته إزاحة مقدارها (500 m) نحو الجنوب خلال مدة زمنية مقدارها (100 s). جد السرعة المتجهة المتوسطة.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-500}{100} = -5\ \mathrm{m/s} = 5\ \mathrm{m/s}$$ ، نحو الجنوب

سؤال إضافي NERD افرض إنك ذهبت من منزلك لشراء بعض الحاجات من محل تجاري يقع إلى الشرق من منزلك وعلى بعد (300 m) وبعد أن قطعت نصف المسافة (150 m) تذكرت أنك لم تحضر نقوداً معك، فعدت ادراجك إلى المنزل لتحضر النقود ثم تابعت مسيرك إلى المحل التجاري وقد استغرقت منك الرحلة كاملة مدة عشر دقائق، احسب متوسط سرعتك القياسية والمتجهة.



$$\bar{v}_s = \frac{s}{\Delta t} = \frac{150+150+300}{10\times 60} = 1\ \mathrm{m/s}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{300}{600} = 0.5\ \mathrm{m/s}\ ,\ +x$$

QUIZ TIME تتحرك سيارة نحو الشرق بسرعة (15 km/h)، كم استغرقت السيارة من الزمن بالثواني لقطع إزاحة مقدارها (1.5 km)؟!

السرعة المتجهة اللحظية

السرعة المتجهة اللحظية: (v)

سرعة الجسم عند لحظة معينة مع تحديد اتجاه حركة الجسم
أما إذا لم يطلب أو يحدد الاتجاه فأن فالمقدار يعبر عن سرعة قياسية لحظية.

ملاحظات مهمة

- إذا كانت السرعة المتجهة أو القياسية اللحظية ثابتة فإنها تساوي السرعة القياسية أو المتجهة المتوسطة دائما.
- تكون حركة الجسم منتظمة إذا تحرك بسرعة قياسية ثابتة.
- في هذا الكتاب الجديد كلمة "سرعة" تدل دائما على السرعة المتجهة إلا إذا حدد عكس ذلك في السؤال.

سؤال **ما الشرط الواجب توافره في الحركة في بعد واحد لكي تتساوي السرعة المتجهة المتوسط مع السرعة اللحظية؟**

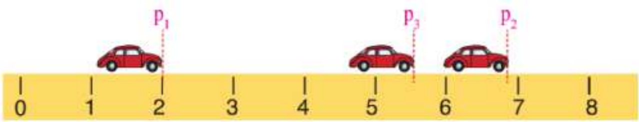
إذا كانت السرعة المتجهة أو القياسية اللحظية ثابتة فإنها تساوي السرعة القياسية المتوسطة أو المتجهة المتوسطة دائما.

- **السرعة المتجهة: (في بعد واحد)**

موجبة ← حركة أفقية في اتجاه محور $(+x)$ أو حركة عمودية في اتجاه محور $(+y)$.

سالبة ← حركة أفقية في اتجاه محور $(-x)$ أو حركة عمودية في اتجاه محور $(-y)$.

سؤال **وضعت لعبة سيارة على محور (x) على بعد $(2\ m)$ من نقطة الأصل في الاتجاه الموجب، ثم حُركت في الاتجاه الموجب فأصبحت على بعد $(6.8\ m)$ على المحور نفسه، ثم حُركت في الاتجاه السالب فأصبحت على بعد $(5.6\ m)$ كما في الشكل. إذا علمت أن الزمن الكلي للحركة هو $(15\ s)$ فجد:**



1) المسافة الكلية التي قطعتها لعبة السيارة.

$$S = S_1 + S_2 = (2 \rightarrow 6.8) + (6.8 \rightarrow 5.6) + 4.8 + 1.2 = 6\ m$$

2) الإزاحة الكلية للعبة السيارة.

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 5.6 - 2 = 3.6\ m$$

3) السرعة القياسية المتوسطة للعبة السيارة.

$$\bar{v}_s = \frac{s}{\Delta t} = \frac{6}{15} = 0.4\ m/s$$

4) السرعة المتجهة المتوسطة للعبة السيارة.

$$\bar{v}_s = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3.6}{15} = 0.24\ m/s\ , +x$$

QUIZ TIME في السؤال السابق لو وضعنا لعبة السيارة على محور (x) على بعد $(1\ m)$ من نقطة الأصل، مع بقاء باقي المعطيات كما هي في السؤال، كم تُصبح السرعة القياسية المتوسطة للعبة السيارة؟

التسارع الثابت

يمكن توضيح مفهوم التسارع بأنه حدوث تغير إما ازدياد أو نقصان في سرعة السيارة خلال مدة زمنية معينة، حتى تصل الفكرة بشكل كامل يمكننا توضيح المفهوم من خلال الجدول الآتي :

الجدول (1) السرعة الثابتة، والسرعة المتغيّرة

الزمن (s):	$t_1=0$	$t_2=1$	$t_3=2$	$t_4=3$	$t_5=4$
سرعة السيارة الأولى (m/s):	$v_1=4.0$	$v_2=4.0$	$v_3=4.0$	$v_4=4.0$	$v_5=4.0$
سرعة السيارة الثانية (m/s):	$v_1=0$	$v_2=2.0$	$v_3=4.0$	$v_4=6.0$	$v_5=8.0$

نلاحظ أن سرعة السيارة الأولى لا تتغير خلال الزمن تبقى ثابتة المقدار عن نفس السرعة وكذلك اتجاهها مما يعني أنها لا تتسارع، أما سرعة السيارة الثانية فهي متغيرة المقدار بحيث تزداد كل ثانية من الزمن مما يعني أنها تتسارع.

التسارع ثابت ← السرعة تتغير بمقدار محدد..

التسارع المتوسط $(\bar{a})$

◀ كمية متجهة تعطى بناتج قسمة التغير في السرعة اللحظية (Δv) على المدة الزمنية اللازمة لإحداث التغير في السرعة (Δt).

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

◀ **يقاس التسارع بوحدة** (m/s^2)، ويكون اتجاه التسارع دائما في نفس اتجاه التغير في السرعة اللحظية (Δv).

التسارع اللحظي: التسارع عند لحظة زمنية معينة.

؟ سؤال **بناء على قيم الزمن والسرعة الواردة في الجدول أدناه، جد التسارع المتوسط لكل من السيارتين خلال المدة الزمنية من $(t_2 = 1\ s)$ إلى $(t_3 = 2\ s)$.**

الجدول (1) السرعةُ الثابتةُ، والسرعةُ المُتغيِّرةُ

الزمنُ (s):	$t_1=0$	$t_2=1$	$t_3=2$	$t_4=3$	$t_5=4$
سرعةُ السيارةِ الأولى (m/s):	$v_1=4.0$	$v_2=4.0$	$v_3=4.0$	$v_4=4.0$	$v_5=4.0$
سرعةُ السيارةِ الثانيةِ (m/s):	$v_1=0$	$v_2=2.0$	$v_3=4.0$	$v_4=6.0$	$v_5=8.0$

التسارع المتوسط للسيارة الأولى:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = \frac{4-4}{2-1} = 0$$

التسارع المتوسط للسيارة الثانية:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = \frac{4-2}{2-1} = 2\ m/s^2$$

السيارة الثانية تتحرك بتسارع متوسط ثابت المقدار والاتجاه في اتجاه محور (x) الموجب

أتحقَّق جد التسارع المتوسط لكل من السيارتين في أثناء مُدد زمنية أخرى، من ($t_1 = 0\ s$) إلى ($t_4 = 3\ s$).

السيارة الأولى ← $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{4-0}{3-0} = 1.333\ m/s^2$

السيارة الثانية ← $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{6-0}{3-0} = 2\ m/s^2$

؟ سؤال تحرك قطار نحو الشرق في اتجاه محور ($+x$) بسرعة متغيرة المقدار، وقد رصدت سرعته الابتدائية عند اللحظة ($t = 2\ s$) فكانت ($12\ m/s$) ثم رصدت سرعته النهائية عند اللحظة ($t = 38\ s$) فكانت ($30\ m/s$). جد مقدار التسارع المتوسط الذي تحرك به القطار خلال المدة من ($t = 2\ s$) إلى ($t = 38\ s$) ثم حدد اتجاه هذا التسارع.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{30-12}{38-2} = \frac{18}{36} = 0.5\ m/s^2$$

بما أن التغير في السرعة اللحظية المتجهة موجب في اتجاه الشرق لذا يكون اتجاه التسارع المتوسط نحو الشرق ($+x$) ويظهر ذلك من خلال إشارة التسارع الموجبة.

؟ سؤال انطلق سامر بزلاجته بسرعة ابتدائية ($2.4\ m/s$) باتجاه الشرق، وبعد مدة زمنية مقدارها ($3\ s$) توقفت الزلاجة عن الحركة. جد مقدار التسارع المتوسط للزلاجة مُحدداً اتجاهه.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-2.4}{3-0} = \frac{-2.4}{3} = -0.8\ m/s^2 = 0.8\ m/s^2, \text{نحو الغرب}$$

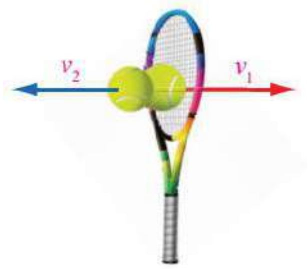
إشارة التسارع المتوسط سالبة وبالتالي يتجه نحو الغرب ($-x$) عكس اتجاه السرعة وفي مثل هذه الحالة تكون الحركة بتباطؤ.

حالات تسارع الأجسام

الحالة الأولى ← تكون الاجسام متسارعة عندما تتشابه إشارة السرعة مع التسارع (يتسارع الجسم مع اتجاه السرعة) وفي هذه الحالة تكون حركة الجسم في تزايد.
تكون الإشارتين موجبتين أو سالبتين.

الحالة الثانية ← تكون الاجسام متباطئة عندما تختلف إشارة السرعة عن التسارع (يتسارع الجسم عكس اتجاه السرعة) وفي هذه الحالة تكون حركة الجسم في تباطؤ. الإشارتين أحدهما موجبة والأخرى سالبة.

؟ سؤال تحركت كرة تنس أرضي في اتجاه الشرق مع محور $(+x)$ بسرعة $(40\ m/s)$. وفي أثناء مدة زمنية مقدارها $(\Delta t = 0.05\ s)$ ارتدت الكرة نحو الغرب مع محور $(-x)$ بسرعة $(40\ m/s)$ كما في الشكل، جد مقدار تسارع الكرة في أثناء هذه المدة مُحدداً اتجاهه.



$v_2 = -40\ m/s^2\ \ , v_1 = 40\ m/s^2\ \ , \Delta t = 0.05\ s$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-40-40}{0.05} = \frac{-80}{0.05}$$

$\bar{a} = -1600\ m/s^2 = 1600\ m/s^2$, نحو الغرب

تسارع الكرة سالب وبالتالي يكون التسارع في اتجاه محور $(-x)$

✓ أتحقّق بدأت طائرة السير على مدرج المطار من وضع السكون، بحركة أفقية في خط مستقيم، فأصبحت سرعتها $(80\ m/s)$ بعد مرور مدة زمنية مقدارها $(t = 32\ s)$ جد التسارع المتوسط للطائرة خلال تلك المدة ثم حدد اتجاهه.

$v_2 = 80\ m/s^2\ \ , v_1 = 0\ m/s^2\ \ , \Delta t = 32\ s$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{80-0}{32} = 2.5\ m/s^2$$

تسارع الكرة موجب وبالتالي يكون التسارع في اتجاه السرعة نحو محور $(+x)$

QUIZ TIME انطلق سامر بزلاجته بسرعة ابتدائية (v_o)، وبعد مدة زمنية مقدارها $(0.01\ \mathrm{h})$ توقفت الزلاجة عن الحركة. جد مقدار واتجاه السرعة الابتدائية للزلاجة إذا علمت بأن التسارع المتوسط للزلاجة يبلغ $(2.5\ m/s^2)$ نحو الغرب.

سؤال إضافي NERD أي العبارات الآتية صحيحة:

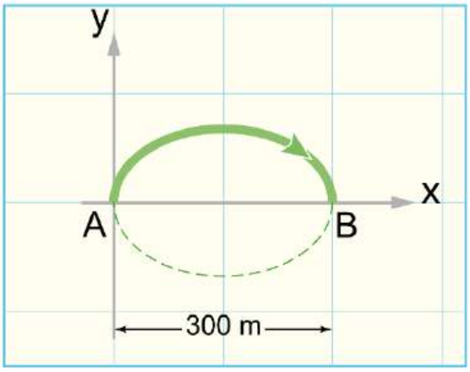
أ) للتسارع والإزاحة الإشارة نفسها دائما.

ب) للتسارع وللسرعة المتجهة الإشارة نفسها دائما.

جـ) إشارة التسارع تعتمد على كيفية تغير السرعة المتجهة.

د) إشارة التسارع موجبة دائما.

سؤال إضافي NERD سيارة تسير على مسار بيضاوي كما في الشكل بسرعة ثابتة مقدارها ($30\ m/s$). احسب ما يأتي:



أ) سرعة السيارة المتجهة عند كل من النقاط (A) و(B).

ب) إذا استغرقت السيارة ($40\ s$) لتصل من (A) إلى (B) فاحسب متوسط السرعة المتجهة بين النقطتين.

سؤال إضافي NERD أعطِ مثلاً عمليًا لكل من:

أ) جسم سرعته موجبة وتسارع سالب.

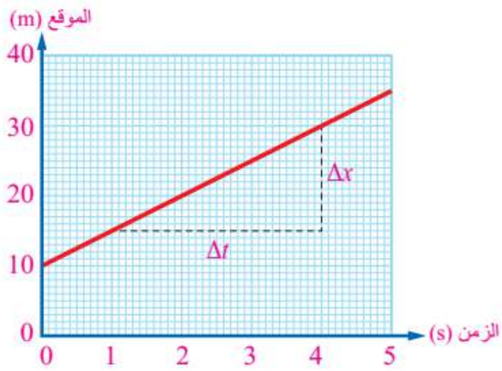
ب) جسم سرعته سالبه وتسارع موجب.

جـ) جسم سرعته سالبة وتسارع موجب.

تمثيل الحركة بيانيًا

• منحنى الموقع – الزمن:

منحنى بياني يصف التغير في موقع الجسم بالنسبة للزمن بحيث يحدد محور $(+x)$ لتدريج الزمن ومحور $(+y)$ لتدريج الموقع.



◄ نقطة الإسناد من المفترض أن تكون عند (0,0)

◄ كمثال شرح لفكرة المنحنى لاحظ معي من خلال الشكل أن الجسم يقع على بعد (15m) من نقطة الإسناد عند اللحظة (t=1s) وأنه قد غيّر موقعه ليصبح على بعد (30m) عند اللحظة (t=4s).

$$\Delta x = x_f - x_i = 30 - 15 = 15\, m \quad , \Delta t = t_f - t_i = 4 - 1 = 3\, s$$

يمكن حساب ميل الخط المستقيم من خلال القانون:

$$Slope = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

حساب الميل للمنحنى السابق:

$$Slope = \frac{\Delta y}{\Delta x} \rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{15}{3} = 5\ \text{m/s} \rightarrow Slope = v$$

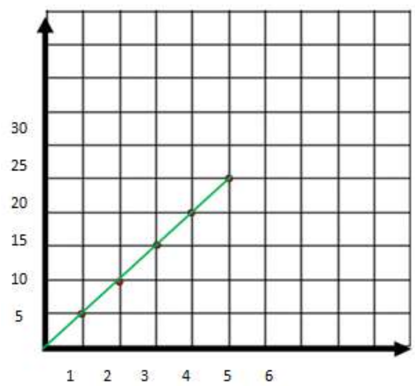
لاحظ معي أن الميل هنا يمثل مقسوم الموقع (المسافة) على الزمن وهي تمثل السرعة المتجهة المتوسطة.

◄ منحنى (الموقع–الزمن) يكون خطًا مستقيمًا عند الحركة بسرعة ثابتة حيث التسارع يساوي صفرًا ولا يكون مستقيمًا عند الحركة بسرعة متغيرة حيث التسارع لا يساوي صفرًا.

أتحقّق ✓ صف شكل منحنى الموقع – الزمن لجسم يتحرك بسرعة ثابتة مقدارًا واتجاهًا.

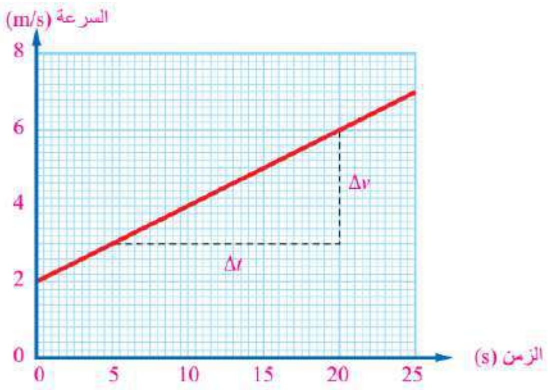
يكون خطًا مستقيمًا عند الحركة بسرعة ثابتة.

d(m)	t(s)
0	0
5	1
10	2
15	3
20	4
25	5



• منحنى السرعة – الزمن:

منحنى بياني يصف التغير في سرعة الجسم بالنسبة للزمن بحيث يحدد محور (**+x**) لتدريج الزمن ومحور (**+y**) لتدريج السرعة.



◀ نقطة الإسناد من المفترض أن تكون عند (0,0)

◀ يمكننا معرفة سرعة الجسم عند أي لحظة زمنية معينة من خلال الشكل وحساب تسارع الجسم من خلال تحليل الرسم البياني وحساب الميل.

◀ ميل الخط المستقيم في هذا المنحنى يمثل التسارع.

$$Slope = a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

◀ الميل يكون موجبا عند تسارع الجسم (تتزايد سرعته) ويكون سالبا عند تباطؤ الجسم (تتناقص سرعته).

◀ نستفيد من منحنى السرعة – الزمن في معرفة إزاحة الجسم وذلك من خلال إيجاد المساحة تحت المنحنى.

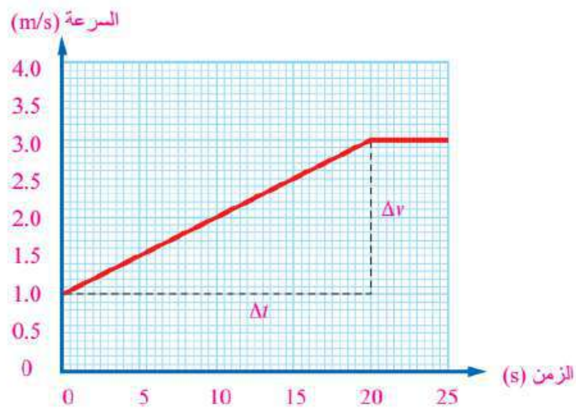
◀ الإزاحة = المساحة المحصورة تحت منحنى السرعة–الزمن.

؟ سـؤال **في تجربة لدراسة حركة عربة صغيرة في المختبر كانت النتائج كما في الجدول الآتي:**

الزمنُ (s)	0	5	10	15	20	25
السرعةُ (m/s)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0

مثل القيم التي في الجدول بيانيًا ثم استنتج من المنحنى تسارع العربة خلال المدة الزمنية من ($0\ s$) إلى ($20\ s$).

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3.0-1.0}{20-0} = 0.1\ m/s^2$$

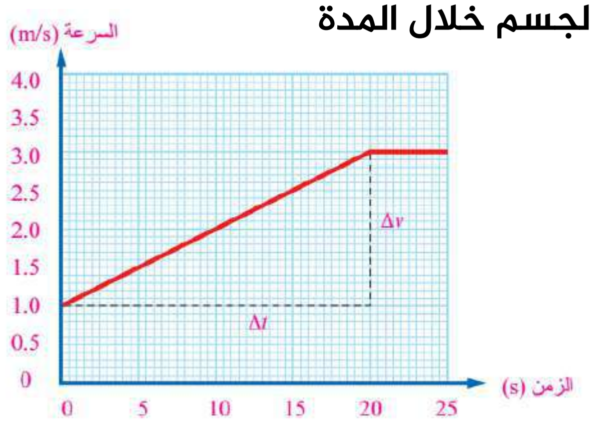


تمرين جد المساحة المحصورة بين المنحنى والمحور الأفق (محور الزمن) بين اللحظتين $(t = 0\ s, t = 25\ s)$ في المثال السابق. أو ما هي إزاحة العربة خلال المدة الزمنية $(t = 0\ s, t = 25\ s)$؟

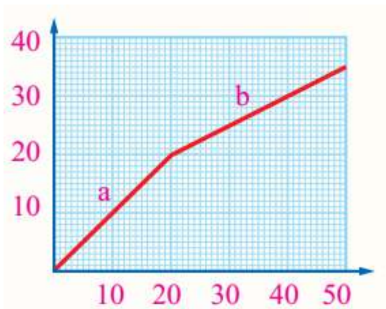
الإزاحة = مساحة المثلث + مساحة المستطيل الأول + مساحة المستطيل الثاني

$$x = 0.5 \times 20 \times 2 + 20 \times 1 + 5 \times 3 = 55\ \mathrm{m}$$

QUIZ TIME في الشكل المجاور منحى السرعة - الزمن لسيارة تتحرك في طريق مستقيم، معتمداً على الشكل ما هي الإزاحة التي يقطعها الجسم خلال المدة الزمنية $(0\ s - 15\ s)$:



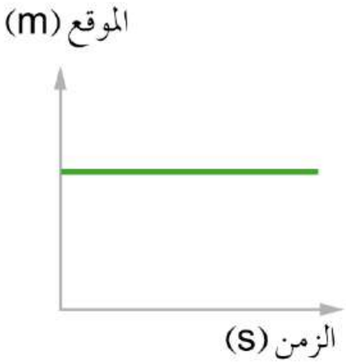
QUIZ TIME يمثل الشكل المجاور منحى الموقع - الزمن لسيارة تتحرك في طريق مستقيم، معتمداً على الشكل جد ما يأتي:

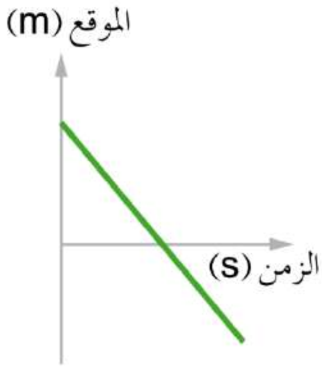


a) الإزاحة التي قطعتها السيارة في المرحلة (b) من الحركة.

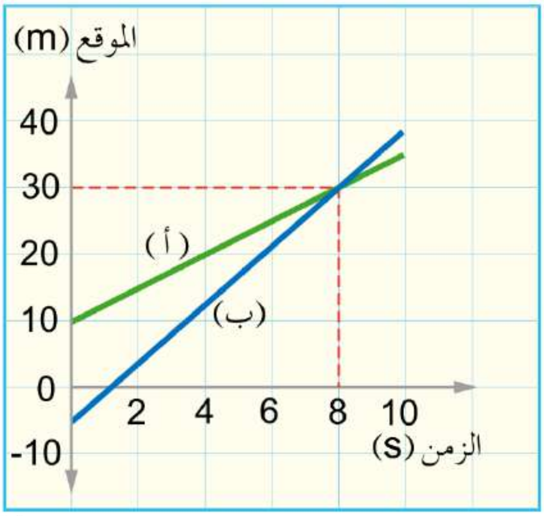
b) السرعة المتوسطة للسيارة في المرحلة (a) من الحركة.

سؤال إضافي NERD على ماذا يدل كل من منحنيي (الموقع - الزمن) الموضحين في الشكل؟





سؤال إضافي NERD رُصدت حركة عداءين (أ) و(ب) في سباق جري وفي مواقع مختلفة من مضمار السباق، ثم رُسم منحنيي (الموقع-الزمن) لهذين العداءين فكانت كما يظهر في الشكل. حدد:

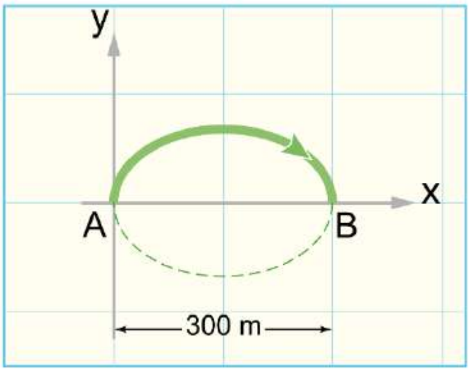


أ) موقع كل من العداءين بالنسبة إلى نقطة الإسناد لحظة بداية رصد الحركة ($t = 0\ s$).

ب) الزمن الذي كان فيه العداءين عند الموقع نفسه.

جـ) أي العداءين كانت سرعته أكبر؟

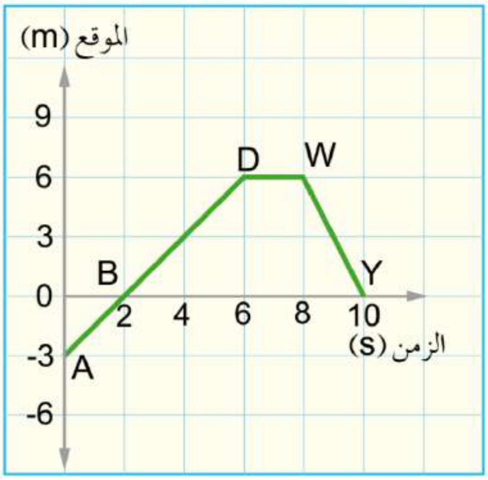
سؤال إضافي NERD سيارة تسير على مسار بيضاوي كما في الشكل بسرعة ثابتة مقدارها ($30\ m/s$). احسب ما يأتي:



أ) سرعة السيارة المتجهة عند كل من النقاط (A) و(B).

ب) إذا استغرقت السيارة ($40\ s$) لتصل من (A) إلى (B) فاحسب متوسط السرعة المتجهة بين النقطتين.

سؤال إضافي NERD يتحرك جسم على طريق أفقي بحيث يتغير موقعه مع الزمن كما هو موضح في الشكل.



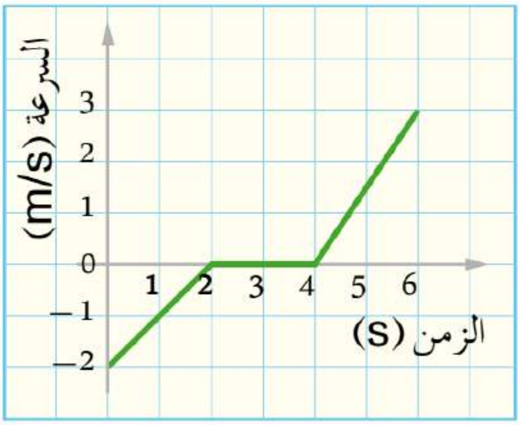
أجب عما يأتي:

أ) صف حركة الجسم خلال الرحلة.

ب) احسب متوسط السرعة القياسية للجسم خلال الرحلة.

جـ) احسب متوسط السرعة المتجهة للجسم خلال الرحلة.

سؤال إضافي NERD جسم يتحرك على خط مستقيم وتتغير سرعته مع الزمن كما هو موضح في الشكل.



أ) احسب الإزاحة الكلية للجسم.

ب) احسب المسافة الكلية للجسم.

معادلات الحركة بتسارع ثابت

معادلات رياضية تساعد على وصف الحركة المنتظمة للأجسام في خط مستقيم.

- **المعادلة الأولى:**

$$v_2 = v_1 + at$$

Show that:

- **المعادلة الثانية:**

$$\Delta x = v_1 t + 0.5 a t^2$$

Show that:

- **المعادلة الثالثة:**

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a\Delta x$$

Show that:

ملاحظات مهمة

- الاشتقاق الرياضي لمعادلات الحركة هو فقط للمطالعة الذاتية وغير مطلوب.
- استخدام أي من هذه المعادلات لحل المسائل يعتمد على ما هو معطى في السؤال وما هو مطلوب.

ملاحظات مهمة

- عند نقطة البداية بالعادة تكون $(t_i = 0)$ و$(x_i = 0)$.
- إذا انطلق الجسم من السكون فإن سرعته الابتدائية تساوي صفرًا $(v_i = 0)$
- إذا توقف الجسم المتحرك عن الحركة بعد فترة معينة فان $(v_f = 0)$
- إذا تحرك الجسم بسرعة ثابتة فإن $(v_i = v_f) \rightarrow (a = 0)$

- **يمكن معرفة السرعة المتجهة المتوسطة في حالة التسارع الثابت بإيجاد المتوسط الحسابي للسرعة الابتدائية والنهائية:**

$$\bar{v} = \frac{v_1+v_2}{2}$$

$$\Delta x = \bar{v} \times t = \frac{v_1+v_2}{2} \times t$$

سؤال انطلقت نسرين بدراجتها الهوائية من وضع السكون بسرعة أفقية في خط مستقيم بتسارع ثابت مقداره $(5\ m/s^2)$، جد:

أ) السرعة النهائية بعد مرور زمن مقداره $(6.4\ s)$.

$$a = 5\,m/s^2\ ,\ \ v_i = 0\,m/s\ \ ,\ \ \Delta t = 6.4\ s$$

$$v_f = v_i + at \rightarrow v_f = 0 + 5 \times 6.4 \rightarrow v_f = 32\ m/s$$

ب) الإزاحة التي قطعتها الدراجة.

$$\Delta x = v_i t + \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow \Delta x = 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times (6.4)^2 \rightarrow \Delta x = 102.4\ m$$

سؤال سار قطار بسرعة أفقية ($20\ m/s$) في خط مستقيم ثم نقصت سرعته في أثناء إزاحة مقدارها ($128\ m$) فأصبحت ($4\ m/s$)، جد تسارع القطار.

حدوث تناقص في مقدار سرعة الجسم يدل على أن الجسم في حالة تباطؤ لذلك يكون التسارع سالب

$$v_i = 20\ m/s\ ,\ v_f = 4\ m/s\ \ ,\ \Delta x = 128\ m$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x \rightarrow (4)^2 = (20)^2 + 2 \times a \times 128$$

$$\rightarrow 16 = 400 + 256 \times a \rightarrow 256 \times a = -384 \rightarrow a = -1.5\ m/s^2$$

تمرين في السؤال السابق جد المدة الزمنية التي قطع فيها القطار الإزاحة المذكورة.

$$v_i = 20\ m/s\ ,\ v_f = 4\ m/s\ \ ,\ \Delta x = 128\ m\ \ ,\ a = -1.5\ m/s^2$$

$$v_f = v_i + at \rightarrow 4 = 20 + -1.5 \times t \rightarrow t = 10.666\ m/s$$

سؤال إضافي NERD تتحرك سيارة بسرعة ثابتة باتجاه الشرق، ضغط السائق على الكوابح مدة ($5\ s$) فتناقصت سرعة السيارة بصورة منتظمة إلى ($6\ m/s$) بعد أن قطعت مسافة ($40\ m$)، جد ما يأتي:

أ) السرعة الابتدائية التي كانت تتحرك بها السيارة.

$$v_f = 6\ m/s\ ,\ \Delta x = 40\ m\ \ ,\ \Delta t = 5\ s$$

$$\Delta x = \frac{v_1+v_2}{2} \times \Delta t \rightarrow 40 = \frac{v_i+6}{2} \times 5\ \ \rightarrow v_i = 10\ m/s$$

ب) تسارع السيارة بعد أن ضغط السائق على الكوابح.

$$v_f = v_i + at \rightarrow 6 = 10 + a \times 5 \rightarrow a = -0.8\ m/s^2$$

التسارع بعكس اتجاه السرعة وهو يُشير إلى أن الجسم في حالة تباطؤ.

تدريب هل يمكن حل السؤال أعلاه باستخدام معادلات الحركة بتسارع ثابت ؟

نعم يمكن 😲 ← تغشيش بسيط الحل بطريقة الحذف والتعويض من خلال استخدام معادلتين بمجهولين..

سؤال إضافي NERD

إذا تغيرت سرعة جسم يتحرك نحو الشرق في خط مستقيم بمعدل ثابت من $(8\ m/s)$ إلى $(4\ m/s)$ خلال ثانيتين، فاحسب:

a) مقدار واتجاه تسارع الجسم.

$$v_f = v_i + at \rightarrow 4 = 8 + a \times 2 \rightarrow a = -2\ m/s^2$$

b) متوسط سرعته.

$$\bar{v} = \frac{v_1+v_2}{2} = \frac{8+4}{2} = 6\ m/s$$

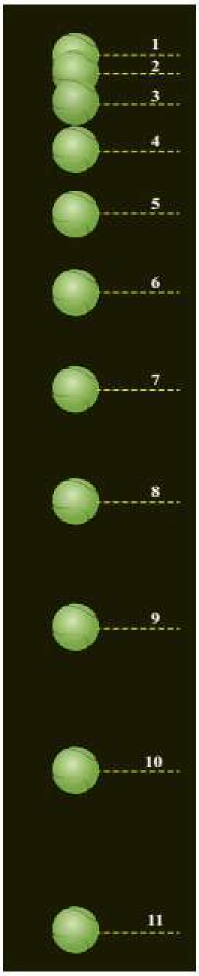
c) إزاحته في فترة التغير.

$$\Delta x = \bar{v} \times \Delta t \rightarrow \Delta x = 6 \times 2 \rightarrow \Delta x = 12\ m$$

QUIZ TIME

إذا تغيرت سرعة جسم يتحرك نحو الغرب في خط مستقيم بمعدل ثابت من $(8\ m/s)$ إلى $(4\ m/s)$ خلال ثانيتين، فاحسب مقدار واتجاه تسارع هذا الجسم ومتوسط سرعته.

- لاحظ معي أن كل تعاملنا السابق بالحركة كان على محور (x) حيث يتحرك الجسم إما نحو اليمين $(+x)$ أو نحو اليسار $(-x)$. حركة أفقية



السقوط الحر

؟ سؤال **وضح ما هو المقصود بالسقوط الحر؟**

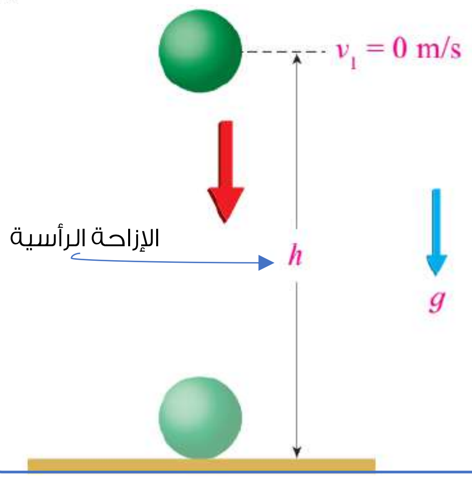
حركة الأجسام إلى الأعلى أو إلى الأسفل تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية فقط وذلك بإهمال القوى الأخرى مثل مقاومة الهواء.

- **هنا يبدأ تعاملنا بالحركة في بعد واحد على محور (y) حيث يتحرك الجسم إما نحو الأعلى (قذف) ($+y$) أو نحو الأسفل (سقوط) ($-y$) حركة عمودية رأسية.**

ملاحظات مهمة

- **الجسم الموجود في مجال الجاذبية الأرضية يتأثر بقوة جذب الأرض له.**
- **السقوط الحر من أهم التطبيقات على الحركة في بُعد واحد بتسارع ثابت.**
- **يرمز لهذا التسارع الثابت بـ (g) وهو يمثل تسارع السقوط الحر .**
- **يختلف تسارع الأجسام عند سقوطها بسبب تأثير مقاومة الهواء لها وهذا التأثير يختلف باختلاف حجم وشكل وسرعة الجسم الساقط.**
- **تسارع الجاذبية ثابت مقداره وهو يساوي ($g = 9.8\ m/s^2$) نحو سطح الأرض.**

- **في حالة السقوط الحر أو قذف جسم نضع في معادلات الحركة السابقة (-g) بدلاً من (a) و (y) للتعبير عن الإزاحة الرأسية بدلاً من الإزاحة الأفقية (x) و(h) للتعبير عن الارتفاع.**
- **الإزاحة والسرعة تكون موجبة إذا كانت الحركة للأعلى وسالبة إذا كانت الحركة للأسفل.**
- **تسارع الجاذبية (g) يكون دائما سالب لان اتجاه تسارع الجاذبية دائما نحو الأسفل بغض النظر عن مكان نقطة الإسناد أو اتجاه الحركة.**
- **ممكن تكون الإزاحة الرأسية تساوي الارتفاع وممكن تختلف، يعتمد ذلك على المطلوب بالسؤال.**



- الارتفاع دائما موجب على عكس الإزاحة الرأسية ممكن تكون موجبة وممكن سالبة.
- عند عودة الجسم المقذوف من مستوى معين إلى نفس المستوى تكون إزاحته $(y = 0)$ لذلك حسب المعادلة $(v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x)$ ← فإن $(v_i = v_f)$ إلا انهما متعاكسان في الاتجاه.
- ناتج الجذر التربيعي يكون $(+)$ و $(-)$ القيمة ونختار أحدهما حسب اتجاه الحركة.
- سرعة الصعود عند نقطة ما تساوي في المقدار سرعة الهبوط عند النقطة نفسها.

- تكون معادلات الحركة في حالة السقوط الحر:
- المعادلة الأولى:

$$v_2 = v_1 + at \rightarrow v_2 = v_1 - gt$$

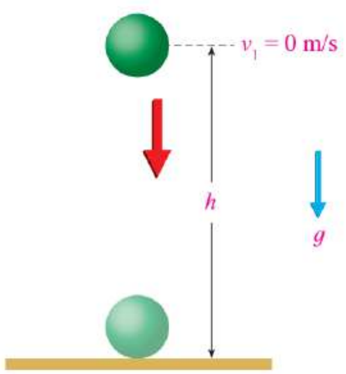
- المعادلة الثانية:

$$\Delta x = v_1 t + 0.5at^2 \rightarrow y = v_1 t - 0.5gt^2$$

- المعادلة الثالثة:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a\Delta x \rightarrow v_2^2 = v_1^2 - 2gy$$

؟ سؤال أسقطت كرة من وضع السكون كما في الشكل فوصلت الأرض بعد $(0.6\ s)$. جد السرعة النهائية للكرة قبل ملامستها سطح الأرض مباشرة.



$v_i = 0\ m/s$, $t = 0.6\ s$, $g = 9.8\ m/s^2$

$v_f = v_i + at \rightarrow v_f = v_i - gt \rightarrow v_f = 0 - 9.8 \times 0.6$

$v_f = -5.88\ m/s$

الإشارة السالبة هنا تعني أن اتجاه السرعة نحو الأرض بعكس الاتجاه الموجب

تمرين في السؤال السابق جد الارتفاع الذي سقطت منه الكرة.

$$v_i = 0\,m/s \ , \ t = 0.6\,s \ , \ g = 9.8\,m/s^2 \ , \ v_f = -5.88\,m/s$$

$$y = v_i t - \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow y = 0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (0.6)^2 \rightarrow y = -1.76\,m$$

$$y = -1.76\,m \rightarrow h = 1.76\,m$$

سؤال إضافي NERD إذا سقط جسم من السكون من ارتفاع ($5\,m$) عن سطح الأرض سقوطًا حرًا فاحسب:

أ) سرعة الجسم عند وصوله سطح الأرض.

$$v_i = 0\,m/s \ , \ y = 5\,m \ , \ g = 9.8\,m/s^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 - 2gy \rightarrow v_f^2 = 0 - 2 \times 9.8 \times (-5) \rightarrow v_f^2 = 98$$

$$\rightarrow v_f^2 = 98 \rightarrow v_f = \sqrt{98} \rightarrow v_f = -9.9\,m/s$$

ب) الزمن المستغرق لوصوله إلى سطح الأرض.

$$y = v_i t - \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow -5 = 0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (t)^2 \rightarrow t = 1.01\,s$$

جـ) سرعته عندما أصبح على ارتفاع ($2\,m$).

هون مثال على فكرة أن الارتفاع لا يساوي الإزاحة المقطوعة دائما

$$v_f^2 = v_i^2 - 2gy \rightarrow v_f^2 = 0 - 2 \times 9.8 \times (-3) \rightarrow v_f^2 = 58.8$$

$$\rightarrow v_f^2 = 58.8 \rightarrow v_f = \sqrt{58.8} \rightarrow v_f = -7.66\,m/s$$

سؤال ? قُذف سهم رأسيا نحو الأعلى بسرعة ابتدائية ($14.7\,m/s$)، جد:

أ) زمن وصول السهم إلى أقصى ارتفاع.

$$v_i = 14.7\,m/s \ , \ v_f = 0\,m/s \ , \ g = 9.8\,m/s^2$$

$$v_f = v_i - gt \rightarrow 0 = 14.7 - 9.8 \times t \rightarrow t = 1.5\,s$$

ب) أقصى ارتفاع وصل إليه السهم.

$$v_f^2 = v_i^2 - 2gy \rightarrow 0 = (14.7)^2 - 2 \times 9.8 \times y \rightarrow y \approx 11\,m$$

نلاحظ أن إشارة الإزاحة موجبة مما يعني أن إزاحة السهم نحو الأعلى.

سؤال إضافي NERD معتمداً على السؤال السابق، احسب كلاً مما يلي:

أ) سرعة السهم عند عودته لسطح الأرض.

$$v_f^2 = v_i^2 - 2gy \rightarrow v_f^2 = 0 - 2 \times 9.8 \times (-11) \rightarrow v_f^2 = 215.6$$
$$\rightarrow v_f^2 = 215.6 \rightarrow v_f = -14.7\ m/s$$

ب) الزمن الذي استغرقه السهم ليعود إلى سطح الأرض.

$$t = 3\ s$$

نلاحظ أن زمن العودة للأرض هو مثلي زمن الصعود المحسوب في الفرع الأول في السؤال الماضي وبالتالي زمن الصعود يساوي زمن الهبوط إلى النقطة نفسها.

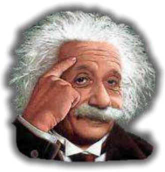
QUIZ TIME إذا قذف عامل بناء طوبة رأسيا إلى أسفل عن سطح بناية ارتفاعها ($20\ m$) عن سطح الأرض بسرعة ابتدائية مقدارها ($4\ m/s$) فاحسب:

أ) سرعة الطوبة عند وصولها إلى سطح الأرض.

ب) الزمن المستغرق لوصول الطوبة إلى سطح الأرض.

? تدريب قام عوض برمي حجر رأسيا نحو الأعلى بسرعة ابتدائية ($10\ m/s$)، جد:

a) سرعة الحجر عند عودته لسطح الأرض.



b) الزمن الذي استغرقه الحجر ليعود إلى سطح الأرض.

? تدريب قام عوض بقذف حجر رأسيا نحو الأسفل بسرعة ابتدائية ($10\ m/s$)، جد:

a) سرعة الحجر عند وصوله سطح الأرض.

b) الزمن الذي استغرقه الحجر ليصل إلى سطح الأرض.

السرعة في بعد واحد

متوسط السرعة الحسابي

$$\bar{v} = \frac{v_1+v_2}{2}$$

السرعة المتوسطة

$$v_s = \frac{s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

السرعة ضمن تسارع ثابت

$$v_2 = v_1 + at$$

$$\Delta x = v_1 t + 0.5at^2$$

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a\Delta x$$

السقوط الحر

بشكل رأسي نحو الأعلى

السرعة (+)، تسارع الجاذبية (−)، الإزاحة العمودية (+)
الارتفاع (+)، الزمن (+)

بشكل رأسي نحو الأسفل

السرعة (−)، تسارع الجاذبية (−)، الإزاحة العمودية (−)
الارتفاع (+)، الزمن (+)

التسارع في بعد واحد

حركة رأسية (سقوط حر)

$$g = 9.8\ m/s^2$$

حركة أفقية

$a \leftarrow$ يُعطى بالسؤال أو يتم إيجاده

حل أسئلة مراجعة الدرس الأول من الوحدة الثانية

سؤال 1 وضح المقصود بالحركة المنتظمة في بعد واحد وعلاقة ذلك بالسرعة والتسارع.

حركة الجسم بسرعة قياسية ثابتة المقدار إما بشكل أفقي أو عمودي.

عندما تكون الحركة منتظمة تكون السرعة ثابتة والتسارع يساوي صفرًا.

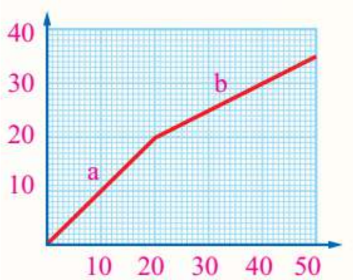
سؤال 2 تحرك قطار حركة أفقية في خط مستقيم بسرعة ثابتة مقدارها ($12\ m/s$). جد الإزاحة التي يقطعها القطار إذا تحرك مدة ($80\ s$).

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta x = v \times t = 12 \times 80 = 960\ m$$

سؤال 3 تسحب فتاة صندوقًا على سطح أفقي في اتجاه ثابت. بدأ الصندوق الحركة من وضع السكون، وأصبحت سرعته ($1.2\ m/s$) بعد مرور ($3\ s$). جد التسارع الذي أكتسبه الصندوق.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1.2-0}{3} = 0.4\ m/s^2$$

سؤال 4 يمثل الشكل المجاور منحى الموقع - الزمن لحصان يجر عربة في طريق مستقيم، معتمدًا على الشكل جد ما يأتي:



أ) الإزاحة التي قطعتها العربة في المرحلة (a) من الحركة.

$$\Delta x = x_f - x_i = 20 - 0 = 20\ m$$

ب) السرعة المتوسطة للعربة في المرحلة (b) من الحركة.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{35-20}{50-20} = \frac{15}{30} = 0.5\ m/s$$

سؤال 5 يجري عدّاء في طريق مستقيم، رصدت حركته ومُثلت سرعته بيانيًا كما في الشكل المجاور. معتمدًا على الشكل جد ما يأتي:

أ) السرعة اللحظية للعدّاء عن نهاية المرحلة (a) من الحركة.

$$v = 15\ m/s$$

ب) تسارع (تباطؤ) العدّاء في المرحلة (b) من الحركة.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5-15}{50-30} = \frac{-10}{20} = -0.5\ m/s^2$$

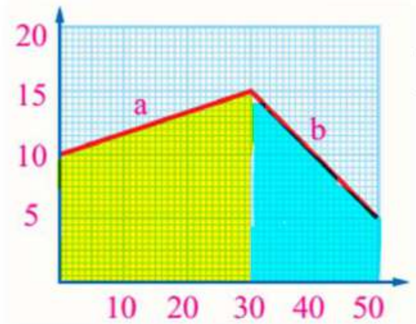
جـ) الإزاحة التي قطعها العدّاء في مرحلتي الحركة معًا.

الإزاحة = المساحة المحصورة تحت منحنى السرعة–الزمن.

$$x_a = 0.5 \times 30 \times 5 + 10 \times 30 = 375\ \text{m}$$

$$x_b = 0.5 \times 20 \times 10 + 20 \times 5 = 200\ \text{m}$$

$$\Delta x = x_a + x_b = 345 + 200 = 575\ \text{m}$$



سؤال 6 سقط جسم من وضع السكون من ارتفاع (176.4 m) عن سطح الأرض بإهمال مقاومة الهواء، جد:

أ) زمن وصول الجسم إلى سطح الأرض.

$$y = v_i t - \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow -176.4 = 0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (t)^2 \rightarrow t = 6\ s$$

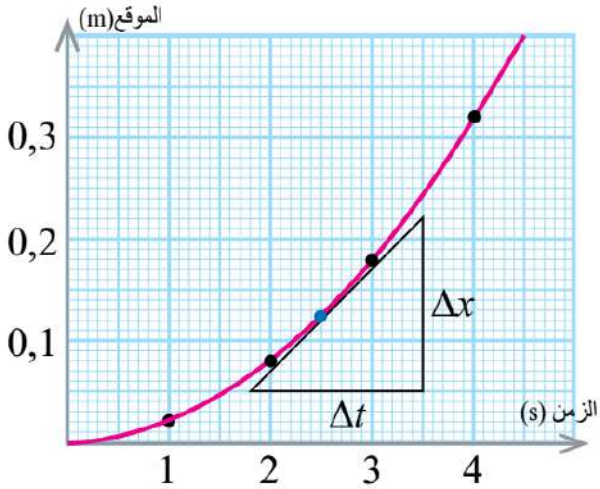
ب) سرعة الجسم النهائية قبيل لمسه سطح الأرض.

$$v_f^2 = v_i^2 - 2gy \rightarrow v_f^2 = 0 - 2 \times 9.8 \times (-176.4) \rightarrow v_f^2 = 3457.44$$

$$\rightarrow v_f^2 = 3457.44 \rightarrow v_f = \sqrt{3457.44} \rightarrow v_f = -58.8\ m/s$$

سؤال 7 انطلق جسم من وضع السكون بتسارع ثابت وقد رصد موقعه وزمن حركته في الجدول الآتي. مثل بيانيًا العلاقة بين الزمن والموقع ثم جد السرعة اللحظية عند ($t = 2.5\ s$).

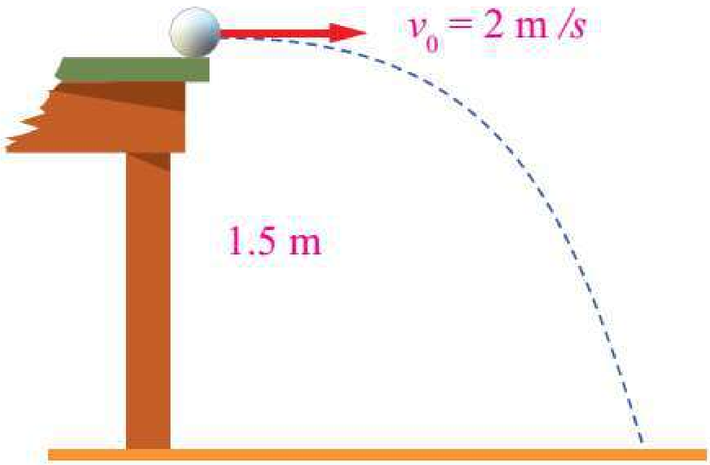
الزمنُ (s):	0	1	2	3	4
الموقع (m):	0	0.2	0.8	1.8	3.2

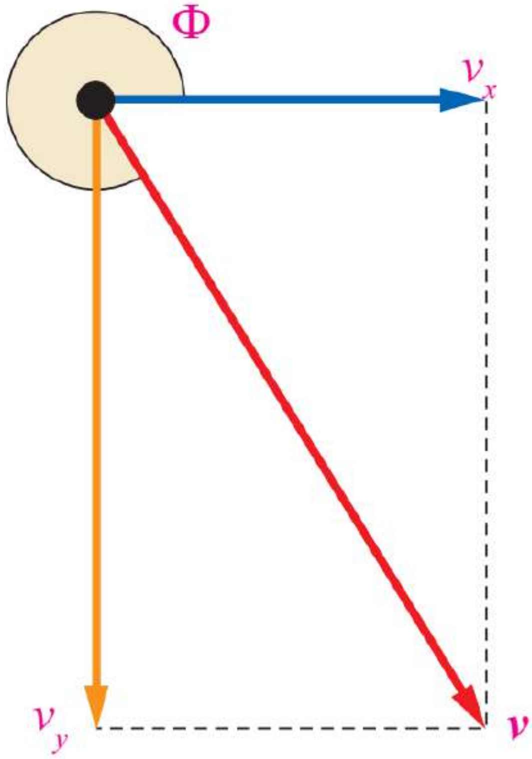


$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2.3-0.5}{3.5-1.8} = 1.1\ m/s$$

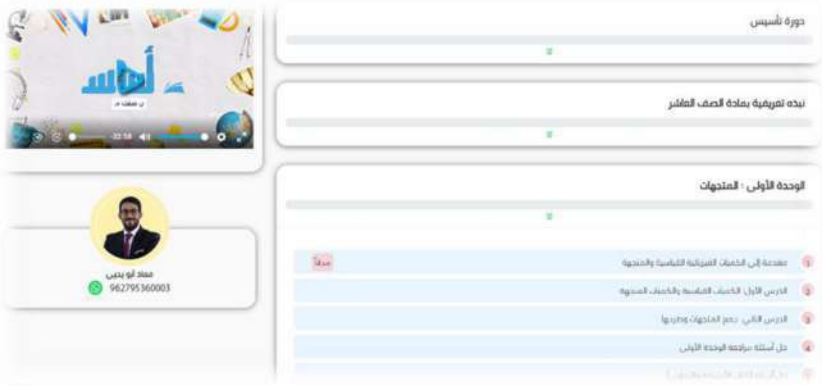
الوحدة الثانية من مادة فيزياء الصف العاشر

الحركة

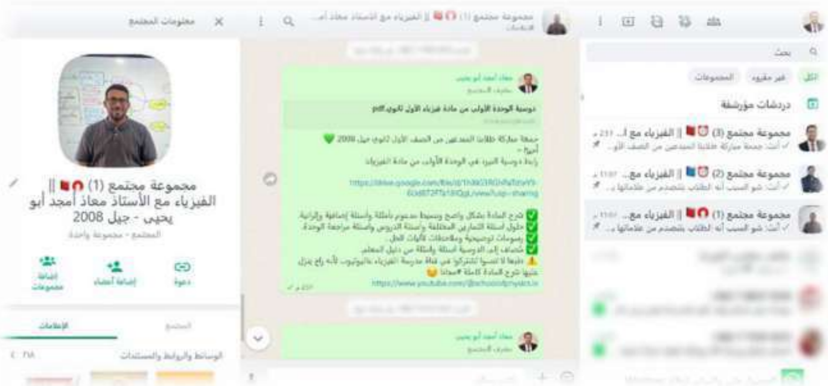




بإمكانكم حجز بطاقة أساس التعليمية لمتابعة شرح المادة التفصيلي:



بإمكانكم متابعة أوراق العمل والامتحانات من خلال مجموعة الواتس:



بإمكانكم متابعة الأخبار والإعلانات من خلال صفحة الأستاذ على الفيس:

الوحدة الثانية: الحركة

الدرس الثاني: الحركة في يُعدين

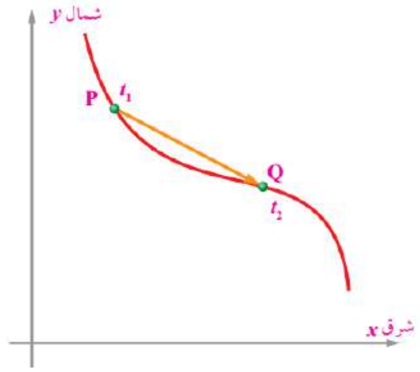
☑ تُصنف أشكال الحركة ضمن ثلاث مجالات رئيسية:

1) الحركة في بعد واحد 2) الحركة في بعدين 3) الحركة في ثلاثة أبعاد

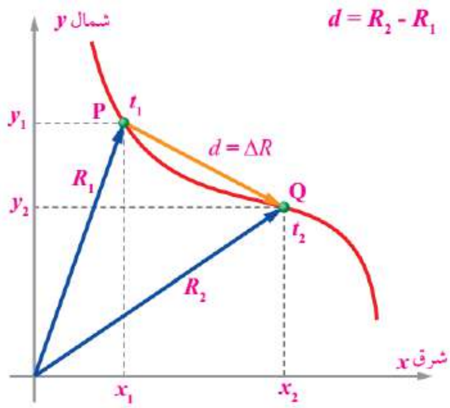
راح نتعامل في هذا الدرس مع شرح مفهوم حركة الأجسام في بعدين وراح نتعرف على عدة أنواع من الحركة في بعدين منها حركة المقذوفات والحركة الدائرية.

مفهوم الحركة في بُعدين والمركبات المتعامدة

يبين الشكل طريقًا أفقيًا متعرجًا تسير عليه دراجة لنفرض أن الدراجة تحركت من الموقع (P) إلى الموقع (Q) على المسار المنحنى خلال مدة زمنية (Δt).



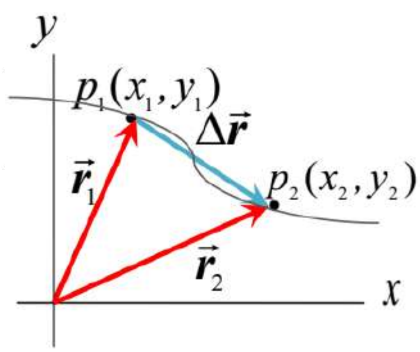
- يمكن وصف هذه الحركة باستخدام مفاهيم الإزاحة والسرعة والتسارع لكن في بعدين لأن التغير يكون على المحور الأفقي والعمودي في نفس الوقت..



- الشكل التالي يبين شكل متجه الموقع الاول (R_1) ومتجه الموقع الثاني (R_2) وتم تحديدهم بالنسبة لنقطة مرجعية $(0,0)$.
- لاحظ معي أنه يمكن تحليل متجه مل متجه موقع إلى مركبتين متعامدتين مركبة أفقية ومركبة عمودية مستقلتين تمامًا فالحركة العمودية (الرأسية) تخضع لقوة الجاذبية الأرضية بينما الحركة الأفقية لا تخضع لها.

متجه الموقع الأول (R_1) ← مركبة أفقية (x_1) وعمودية (y_1)

متجه الموقع الأول (R_2) ← مركبة أفقية (x_2) وعمودية (y_2)



- التغير في الموقع (d) يمثله المتجه $(d = \Delta R)$.

$$d = \Delta R \rightarrow d_x = x_2 - x_1 \quad , \quad d_y = y_2 - y_1$$

ملخص الحكاية: سنقوم بتحليل الكميات الفيزيائية في الحركة في بعدين إلى مركبتين إحداهما على محور (x) مركبة أفقية والأخرى على محور (y) مركبة عمودية (رأسية) لغرض وصف حركة الجسم.

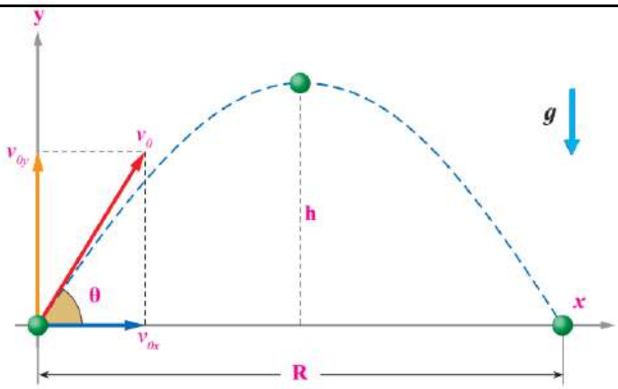
كمثال يمكن تمثيل السرعة المتجهة للدراجة كالآتي:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow v_x = \frac{d_x}{\Delta t} \quad , \; v_y = \frac{d_y}{\Delta t}$$

ملاحظات مهمة

- حركة الجسم في مسار منحنى تدل على أن الحركة في بعدين وعند حركة الجسم في بعدين تتغير احداثيات حركته على المحورين الأفقي والعمودي (الرأسي) في اللحظة نفسها.
  على عكس الحركة في بعد واحد يكون إما متحركا يمينًا أو يسارًا او نحو الأعلى أو الأسفل يعني فقط تتغير الحركة على محور واحد.

المقذوفات في بُعدين



الحالة الأولى (قذف الجسم في اتجاه عمودي.)

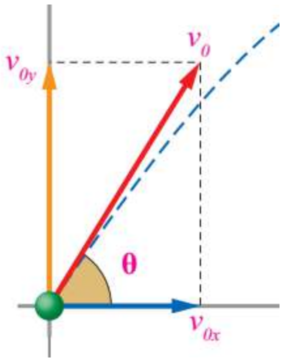
- عند قذف جسم في اتجاه يصنع زاوية مع الأفق (الأرض) فإنه يتحرك في مسار منحنٍ (حركة في بعدين) بحيث تتغير إحداثيات حركة الجسم على المحورين الأفقي والرأسي في اللحظة نفسها.
- نطبق معادلات الحركة الثلاثة في حالة الحركة في بعدين بحيث يكون هنالك معادلات للمحور الأفقي ومعادلات للمحور الرأسي بصورة مستقلة عن بعض.
- يمكن تحليل سرعة الجسم المقذوف إلى مركبتين في أي موقع من المواقع التي يمر بها عبر مساره كمثال عند تحليل السرعة الابتدائية السرعة الابتدائية التي انطلق بها الجسم ($v_\circ$)

المركبة الأفقية للسرعة الابتدائية — المركبة العمودية للسرعة الابتدائية

$$v_o \rightarrow (v_{ox} , v_{oy})$$

المركبة الأفقية للسرعة النهائية — المركبة العمودية للسرعة النهائية

$$v_f \rightarrow (v_x , v_y)$$



$v_{ox} = v_o \cos(\theta) \longrightarrow$ المركبة الأفقية للسرعة الابتدائية

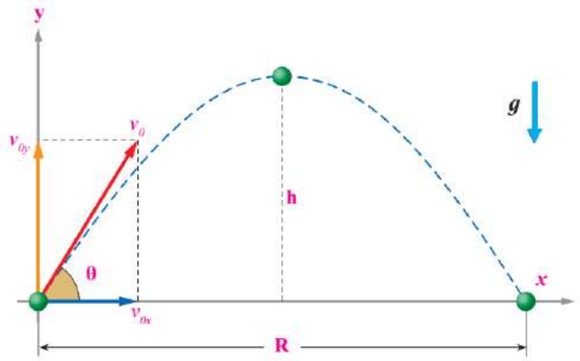
$v_{oy} = v_o \sin(\theta) \longrightarrow$ المركبة العمودية للسرعة الابتدائية

$v_{fx} = v_f \cos(\theta) \longrightarrow$ المركبة الأفقية للسرعة النهائية

$v_{fy} = v_f \sin(\theta) \longrightarrow$ المركبة العمودية للسرعة النهائية

ملاحظات مهمة

- في أثناء حركة الجسم المقذوف كما في السابق تكون المركبة الأفقية للسرعة ثابتة المقدار والاتجاه لأن التسارع الأفقي يساوي صفرًا $(a_x = 0)$ على عكس المركبة العمودية للسرعة التي تزداد إلى أن تصل لأقصى ارتفاع ثم تقل إلى أن تصل لسطح الأرض.



- تستمر الكرة في حركتها بعد الانطلاق إلى أن تصل إلى أقصى ارتفاع (h) ثم تعود للأسفل.
- تعاملنا هنا في المعادلات فقط مع المركبة الرأسية (العمودية) لأنه الأفقية دائما صفر.
- في أثناء حركة الجسم المقذوف كما يلي تتأثر المركبة الرأسية للسرعة بقوة الجاذبية الأرضية مما يؤدي لحركتها بتسارع الجاذبية $(a_y = g)$ يتناقص مقدار المركبة الرأسية تدريجيا في مرحلة الصعود إلى أن يصل إلى الصفر عند أقصى ارتفاع ثم تزداد تدريجيا في مرحلة الهبوط.

ملاحظات مهمة

- المركبة الرأسية للسرعة عند أقصى ارتفاع تساوي صفرًا.$(v_y = 0)$.
- في معادلات الحركة عند التعامل مع السقوط الحر أو الجسم المقذوف في جاذبية الأرض نقوم باعتبار $(a_y = g)$،$(a_x = 0)$.

☑ يمكننا حساب مقدار السرعة الابتدائية والنهاية للمقذوف في حال كان معنا مقدار المركبة الأفقية والعمودية لكل منهما.

$$v_o = \sqrt{(V_{ox})^2 + (V_{oy})^2}$$

$$v_f = \sqrt{(V_x)^2 + (V_y)^2}$$

☑ فيما يلي معادلات الحركة في حالة المقذوفات:

$$v_2 = v_1 + at \rightarrow v_{fy} = v_{oy} - gt$$

$$\Delta x = v_1 t + 0.5at^2 \rightarrow y = v_{oy}t - 0.5gt^2$$

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a\Delta x \rightarrow v_{fy}^2 = v_{oy}^2 - 2gy$$

؟ سؤال وضح ما هو المقصود بزمن التحليق (T)؟

هو الزمن الكلي لحركة الجسم المقذوف في الهواء. ويساوي مجموع زمني الصعود والهبوط.

أو ببساطة هو مقدار الزمن الذي استغرقه الجسم من لحظة قذفه حتى عودته إلى نفس المستوى.

- **زمن الصعود** ← زمن تحليق الجسم المقذوف من مستوى انطلاقه لأقصى ارتفاع.
- **زمن الهبوط** ← زمن هبوط الجسم المقذوف من اقصى ارتفاع إلى مستوى نزوله (نهايته).

ليس شرطًا أن يكون دائما زمن الصعود مساويًا لزمن الهبوط!

؟ سؤال متى يكون زمن صعود الجسم المقذوف مساويًا لزمن الهبوط ومتى لا يكون مساويًا؟

يعتمد ذلك على المستوى الأفقي الذي يعود إليه الجسم المقذوف عن مستوى الإطلاق فإذا كان مختلفًا عن مستوى الإطلاق يختلف زمن الهبوط عن زمن الصعود وإذا عاد إلى نفس المستوى الذي انطلق منه يكون زمن الهبوط مساويًا لزمن الصعود.

$$T = t_h + t_l \quad , \quad T = 2 \times t_h \quad , \quad T = 2 \times t_l$$

؟ سؤال كيف يمكننا حساب أو إيجاد مقدار زمن تحليق الجسم المقذوف؟

- بكل بساطة من خلال استخدام معادلات الحركة المتواجد فيها الزمن وهما معادلتين المعادلة الاولى والثانية.. لإيجاد زمن الصعود أو الهبوط ومن ثم نجد زمن التحليق ..
- ضروري جدا يتم تحديد موقع البداية وموقع النهاية المراد تطبيق معادلات الحركة عليه.
- الزمن في المعادلات أعلاه يمثل إما زمن الصعود أو الهبوط أو زمن التحليق الكامل حسب المعطيات التي يتم تعويضها!
- عند طلب إيجاد زمن التحليق أو أقصى ارتفاع نستعمل مركبة السرعة الرأسية في المعادلات وعند طلب إيجاد المدى الأفقي نستعمل مركبة السرعة الأفقية.

؟ سؤال وضح ما هو المقصود بالمدى الأفقي؟

المدى الأفقي (R): أكبر إزاحة أفقية يصنعها المقذوف من نقطة انطلاقه إلى أن يعود إلى مستوى الإطلاق نفسه (سطح الأرض كمثال).

؟ سؤال كيف يمكننا حساب أو إيجاد مقدار المدى الأفقي ؟

بشكل مباشر من خلال القانون الآتي:

$$R = T \times v_{ox} = T \times v_o \cos\theta$$

$$Show\ that:\ x = v_{ox}t - 0.5(0)t^2 \rightarrow x = v_{ox}t \rightarrow x = V_{ox}\ T$$

بندلعها المدى الأفقي (R)

هذا زمن التحليق كامل مش زمن الصعود أو الهبوط

أتحقّق ✓ استنتج العوامل التي يعتمد عليها كل من: أقصى ارتفاع، زمن التحليق؟

السرعة الابتدائية وزاوية الإطلاق للكميات جميعها.

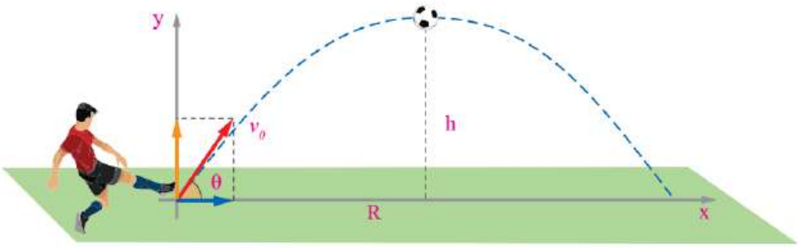
أفكِّر: هل يكون تأثير مقاومة الهواء في حركة المقذوفات في المركبة الأفقية لسرعة المقذوف أم في المركبة الرأسية أم في المركبتين معاً؟

تؤثر مقاومة الهواء في كل من المركبتين الأفقية والرأسية لحركة المقذوف وتُهمل تأثيرها بسبب صغر المقدار وضعف تأثيرها في حالات معينة. وعند إهمال مقاومة الهواء تبقى الحركة الأفقية في حالة اتزان حركي بينما الحركة الرأسية تحت تأثير الوزن فقط وتكون الحركة بتسارع السقوط الحر.

? سؤال ركل لاعب كرة قدم بسرعة ابتدائية ($22.5\ m/s$)، في اتجاه يصنع زاوية (53^o) مع الأفق كما في الشكل، بإهمال مقاومة الهواء جد ما يلي:

a) أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة.

$$\theta = 53^o \quad , \quad v_o = 22.5\ m/s$$



$$v_{ox} = v_o cos\theta \rightarrow v_{ox} = 22.5 \times \cos(53^o) = 13.5\ m/s$$

$$v_{oy} = v_o sin\theta \rightarrow v_{oy} = 22.5 \times \sin(53^o) = 18\ m/s$$

$${v_y}^2 = {v_{oy}}^2 - 2gy \rightarrow 0 = (18)^2 - 2 \times 9.8 \times y$$

$$y = 16.5\ m \rightarrow y = h = 16.5\ m$$

b) زمن تحليق الكرة حتى تعود إلى سطح الأرض.

طالب زمن التحليق كامل وهو يساوي زمن الصعود مضاف إليه زمن الهبوط لذلك إذا قمنا بإيجاد زمن الصعود بإمكاننا إيجاد زمن التحليق عن طريقه ..... زمن الصعود لأقصى ارتفاع يعني تكون المركبة العمودية للسرعة النهائية صفراً.

$$v_y = v_{oy} - gt \rightarrow 0 = 18 - 9.8 \times t \rightarrow t = 1.84\ s \rightarrow T = 3.68\ s$$

c) المدى الأفقي للكرة.

$$R = T \times v_{ox} \rightarrow R = 3.68 \times 13.5 \rightarrow R = 49.68\ m$$

d) الإحداثي الأفقي للكرة بعد ثانيتين من قذفها على فرض أن نقطة الأصل هي نقطة القذف.

$$R = T \times v_{ox} \rightarrow R = 2 \times 13.5 \rightarrow R = 27\ m$$

✓ أتحقّق بناء على العلاقات السابقة، أستنتج العوامل التي يعتمد عليها المدى الأفقي للمقذوف؟

مقدار السرعة الابتدائية ومقدار الزاوية التي يصنعها متجه السرعة الابتدائية مع الأفق.

QUIZ TIME أطلقت كتائب القسم قذيفة صاروخية من سطح الأرض نحو مستوطنات الاحتلال الإسرائيلي بسرعة ابتدائية مركبتها الأفقية ($100\ m/s$) ومركبتها العمودية ($294\ m/s$) ، جد ما يلي :

a) الزمن بالدقائق اللازم لوصول القذيفة إلى أقصى ارتفاع.

b) مقدار السرعة النهائية للقذيفة الصاروخية محدداً اتجاهها.

c) بعد مستوطنات الاحتلال الإسرائيلي عن نقطة إطلاق القذيفة.

QUIZ TIME ركل لاعب كرة قدم بسرعة ابتدائية مركبتها الأفقية ($30\ m/s$)، في اتجاه يصنع زاوية (30^o) مع العمودي على الأفق، بإهمال مقاومة الهواء جد ما يلي:

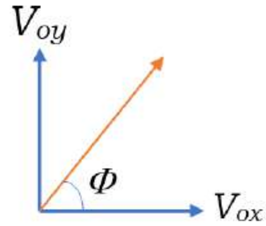
a) زمن تحليق الكرة حتى تعود إلى سطح الأرض.

b) المدى الأفقي للكرة.

سؤال إضافي "عوض" متطاوش مع "نيشان" فطلع زعلان من الصف، أثناء خروجه من الصف ركل علبة الأقلام الموجودة بجانب باب الصف بسرعة ابتدائية تصنع زاوية مع الأفق مركبة السرعة الأفقية ($60\ m/s$) ومركبتها العمودية ($80\ m/s$)، جد ما يلي:

a) مقدار واتجاه السرعة الابتدائية لعلبة الأقلام.

$$v_o = \sqrt{(V_{ox})^2 + (V_{oy})^2} = \sqrt{(60)^2 + (80)^2} = 100\ m/s$$

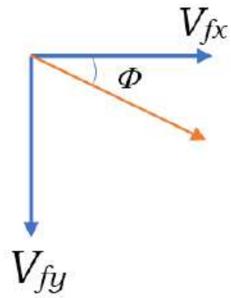


$$tan\ (\Phi) = \frac{v_{oy}}{v_{ox}} = \frac{80}{60} \rightarrow \Phi = 53^o$$

b) مقدار واتجاه السرعة النهائية لعلبة الأقلام بافتراض أن زمن وصول علبة الأقلام إلى الأرض هو ($10\ s$).

$$v_x = v_{ox} \rightarrow v_x = 60\ m/s$$

$$v_y = v_{oy} - gt \rightarrow v_y = 80 - 10 \times 10 = -20\ m/s$$



$$v_f = \sqrt{(v_x)^2 + (v_y)^2} = \sqrt{(60)^2 + (-20)^2} = 62.6\ m/s$$

$$tan\ (\Phi) = \frac{v_y}{v_x} = \frac{-20}{60} \rightarrow \Phi = 18.4^o$$

QUIZ TIME أيٌّ من الآتي يصف حركة المقذوف وصفًا صحيحًا؟

أ) المركبة الأفقية للسرعة ثابتة والتسارع الرأسي ثابت.

ب) المركبة الأفقية للسرعة متغيرة والتسارع الرأسي ثابت.

جـ) المركبة الأفقية للسرعة متغيرة والتسارع الرأسي متغير.

د) المركبة الأفقية للسرعة ثابتة والتسارع الرأسي متغير.

QUIZ TIME رُكِلَت كرة رأسيا لأعلى بسرعة ابتدائية (v) ووصلت إلى أقصى ارتفاع (h). إذا رُكِلَت الكرة بسرعة مقدارها ($2v$)، فما أقصى ارتفاع قد تصل إليه، بدلالة (h)؟

أ) ($4h$) ب) ($2h$) جـ) (h) د) ($0.5h$)

QUIZ TIME

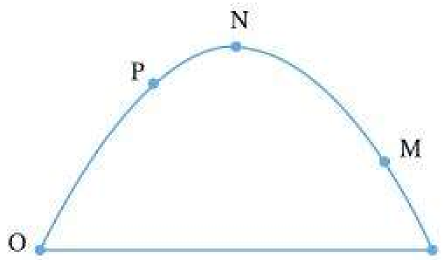
ضرب لاعب جولف كرة جولف بزاوية مع الأفقي، فأصبحتْ سرعتها الابتدائية (v). إذا أهملنا مقاومة الهواء، فسيمثل الشكل الآتي مسار الكرة. أيّ من الآتي الترتيب الصحيح للنِّقاط M وN وP من حيث مقدار سرعة الكرة من أعلى سرعة إلى أقلِّ سرعة؟

أ) (N) ثم (M) ثم (P).

ب) (P) ثم (N) ثم (M).

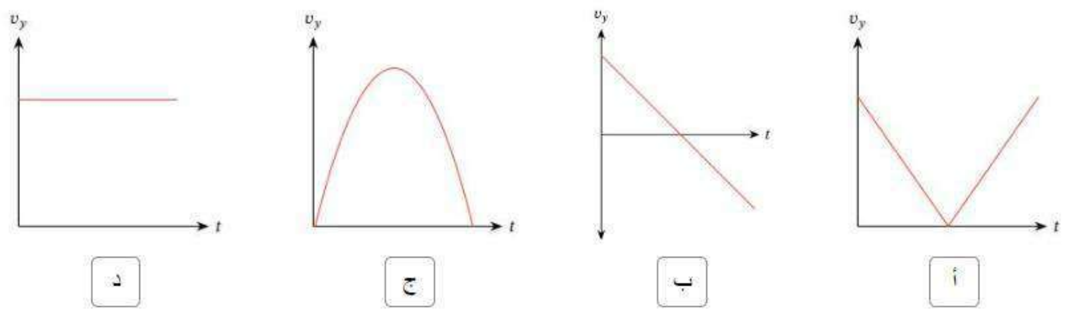
جـ) (N) ثم (P) ثم (M).

د) (M) ثم (P) ثم (N).



QUIZ TIME

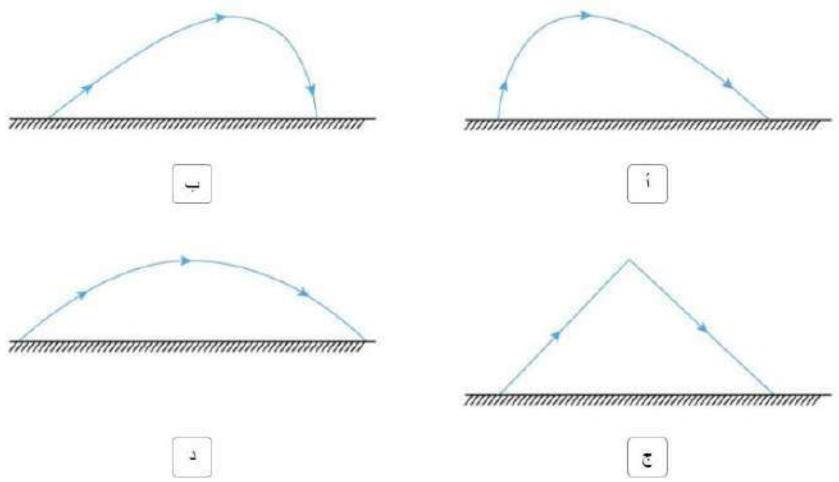
قُذفت كرة بزاوية θ مع الأفقي. أيّ التمثيلات البيانية الآتية يُمثل المركبة الرأسية لسرعة الكرة مقابل الزمن حتى لحظة وصولها إلى المستوى الذي قُذفت منه؟



أ ب ج د

QUIZ TIME

مدفع يقع على مستوى الأرض يُطلِق طلقة من النار بزاوية θ فوق الأفقي. بإهمال مقاومة الهواء، أيُّ من الأشكال الآتية يمثِّل بشكل صحيح مسار الطلقة حتى تضرب الأرض؟

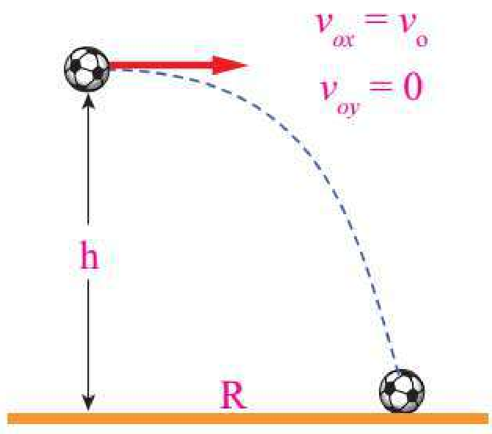


أ ب ج د

المقذوفات في بُعدين: قذف الجسم في اتجاه أفقي

- إذا قمنا بقذف الجسم في اتجاه أفقي من مكان مرتفع عن سطح الأرض حيث ($\theta = 0^o$)، فإن مركبتي السرعة الابتدائية تكونان:

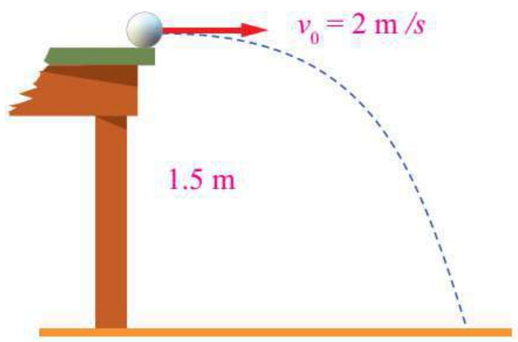
$$v_{ox} = v_o cos\theta = v_o \cos(0^o) \rightarrow v_{ox} = v_o$$
$$v_{oy} = v_o sin\theta = v_o \sin(0^o) \rightarrow v_{oy} = 0$$
$$v_o = \sqrt{(V_{ox})^2 + (V_{oy})^2}$$
$$v_o = \sqrt{(V_{ox})^2 + (0)^2} = v_{ox}$$



ملاحظات مهمة

- نعوض الإزاحة (y) سالب إذا كان اتجاه الإزاحة نحو الأسفل بعكس الاتجاه الموجب.
- زمن التحليق (T) في هذه الحالة يكون نفسه زمن الهبوط (t).

سؤال ? قذفت كرة تنس أرضي أفقيًا من سطح طاولة كما في الشكل. معتمدًا على البيانات الواردة في الشكل جد ما يأتي:



a) زمن وصول الكرة إلى الأرض.

$$v_{ox} = 2\ m/s\ ,\ y = -1.5\ m$$
$$v_{oy} = v_o sin\theta = 2 \times \cos(0^o) = 0$$
$$y = v_{oy}t - 0.5gt^2$$
$$-1.5 = 0 - 0.5 \times 9.8 \times t^2$$
$$t = 0.55\ s$$

b) المدى الأفقي للكرة.

$$v_{ox} = v_o cos\theta = v_o \cos(0^o) \rightarrow v_{ox} = v_o = 2\ m/s$$

$$R = T \times v_{ox} \rightarrow R = 0.55 \times 2 \rightarrow R = 1.1\ m$$

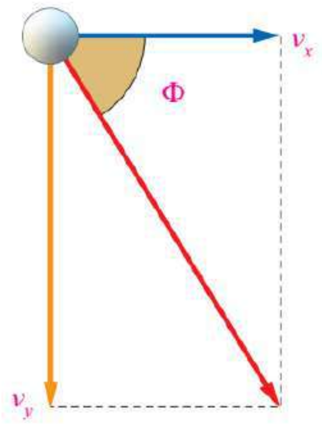
c) مقدار السرعة النهائية للكرة ، محدداً اتجاهها.

$$v_x = v_{ox} \rightarrow v_x = 2\ m/s$$

$$v_y = v_{oy} - gt \rightarrow v_y = 0 - 9.8 \times 0.55 = -5.39\ m/s$$

$$v_f = \sqrt{(v_x)^2 + (v_y)^2} = \sqrt{(2)^2 + (-5.39)^2} = 5.7\ m/s$$

$$tan\ (\Phi) = \frac{v_y}{v_x} = \frac{-5.39}{2} \rightarrow \Phi = 69.6^o$$



سؤال إذا سقطت الكرة سقوطاً حرّاً عن حافة الطاولة فاحسب الزمن الذي تستغرقه للوصول إلى سطح الأرض.

$$v_f{}^2 = v_i{}^2 - 2gy \rightarrow v_f{}^2 = 0 - 2 \times 9.8 \times -1.5 \rightarrow v_f{}^2 = 29.4$$

$$v_f = -5.42\ m/s$$

$$v_f = v_i - gt \rightarrow -5.42 = 0 - 9.8 \times t \rightarrow t = 0.55\ s$$

ملاحظات مهمة

- عند إسقاط الجسم (بدون أي قوة تأثر عليه غير الجاذبية) من ارتفاع معين، سيكون لديه نفس الزمن اللازم للوصول إلى الأرض مهما كان مساره. سواء قذفت الجسم أفقيًا أم اسقطته عموديًا من نفس الارتفاع، سيتأثر بنفس الجاذبية وسيسقط بنفس الزمن.

أتحقّق ما الأثر المتوقع في حال عدم إهمال مقاومة الهواء لحركة الكرة على المركبتين الأفقية والرأسية للسرعة؟

بسبب مقاومة الهواء، ستقل سرعة المركبتين الأفقية والرأسية مع مرور الزمن، وستحتاج كلتاهما إلى وقت أطول للوصول إلى الأرض.

سؤال إضافي NERD مدفع على قمة تلة ارتفاعها ($125\ m$) عن سطح الأرض، أطلق قذيفة بسرعة ($200\ m/s$) باتجاه يميل عن الأفق بزاوية (37^o). بإهمال أبعاد المدفع، احسب:

a) زمن التحليق للقذيفة.

$$v_{ox} = v_o cos\theta = 200 \times \cos(37^o) = 160\ m/s$$
$$v_{oy} = v_o sin\theta = 200 \times \sin(37^o) = 120\ m/s$$
$$y = v_{oy}t - 0.5gt^2 \rightarrow -125 = 120 \times t - 0.5 \times 9.8 \times t^2$$
$$t = 25.5\ s$$

b) الإحداثي الأفقي لموقع القذيفة على الأرض (المدى الأفقي).

$$R = T \times v_{ox} \rightarrow R = 25.5 \times 160 \rightarrow R = 4080\ m$$

c) الزمن اللازم حتى تصل القذيفة إلى أقصى ارتفاع.

d) الزمن الذي تحتاجه القذيفة للهبوط من أقصى ارتفاع وحتى وصولها للأرض..

سؤال إضافي NERD قذفت كرة باتجاه أفقي عن سطح طاولة ارتفاعها عن سطح الأرض ($80\ cm$) فارتطمت بالأرض على بعد ($2\ m$) من النقطة التي تقع أسفل حافة الطاولة التي غادرتها الكرة، احسب:

a) زمن التحليق.

$$v_{ox} = v_o cos\theta = v_o \times \cos(0^o) = v_o$$
$$v_{oy} = v_o sin\theta = v_o \times \sin(0^o) = 0$$
$$y = v_{oy}t - 0.5gt^2 \rightarrow -0.8 = 0 \times t - 0.5 \times 9.8 \times t^2$$
$$t^2 = 0.16\ s \rightarrow t = 0.4\ s$$

b) السرعة الابتدائية للكرة.

$$R = T \times v_{ox} \rightarrow 2 = 0.4 \times v_{ox} \rightarrow v_{ox} = 5\ m/s$$
$$v_{ox} = v_o = 5\ m/s$$

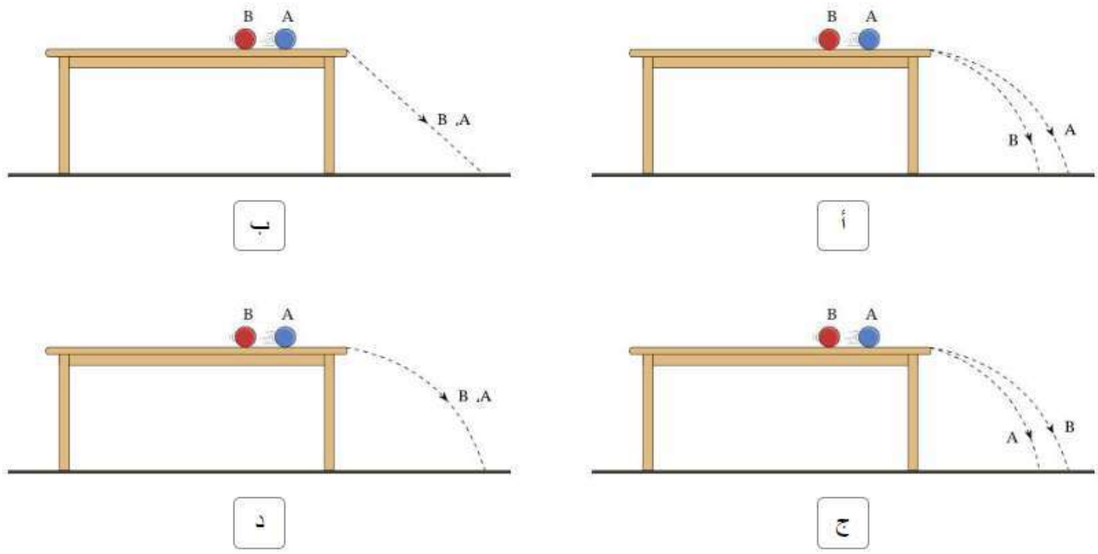
QUIZ TIME قذف معاذ حجر أفقيا من سطح منزله بسرعة ابتدائية مقدارها ($5\ m/s$)، فوصل الحجر إلى سطح الأرض بعد مرور ($10\ s$)، جد ما يلي:

a) ارتفاع منزل معاذ.

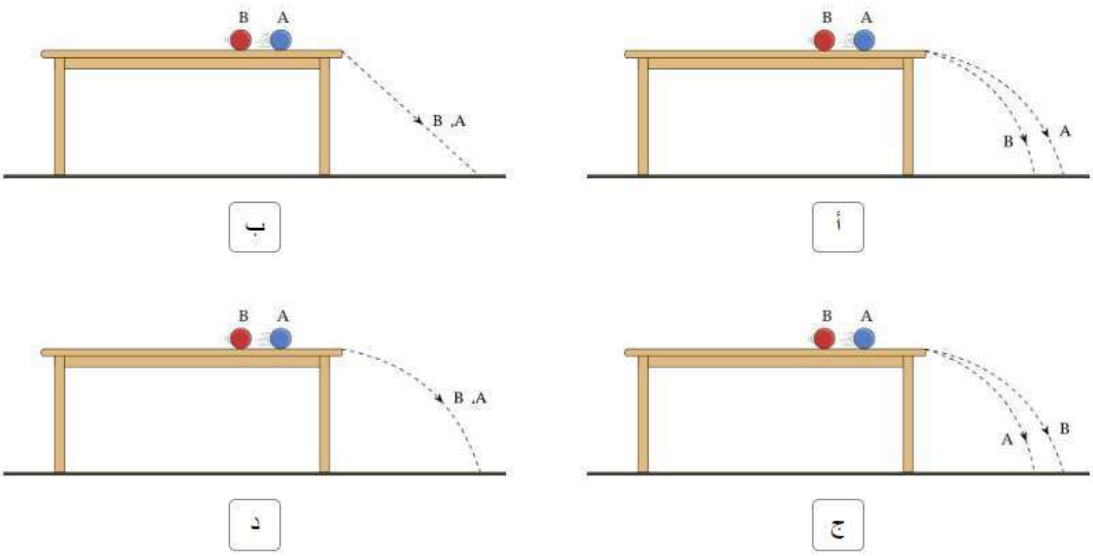
b) أكبر إزاحة أفقية يصنعها الحجر.

c) لو قام معاذ بترك الحجر يسقط رأسيًا من سطح منزله دون قذفه فاحسب مقدار الزمن الذي يحتاجه الحجر حتى يصل إلى سطح الأرض.

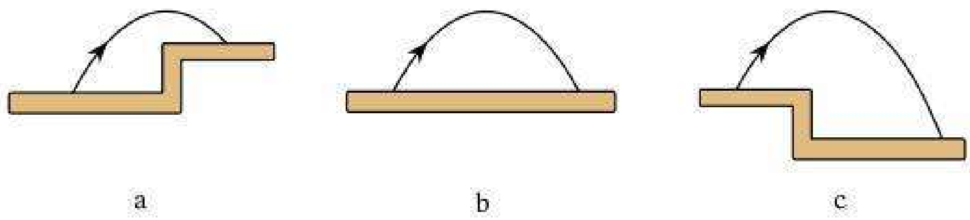
QUIZ TIME تتدحرج الكرتان (A)و(B) من قمة مكتب أفقي مُسطح. إذا كانت الكرتان لهما نفس الكتلة، لكن سرعة تدحرُج الكرة A أكبر من سرعة تدحرُج الكرة B ، فأيٌّ من الآتي يَصِف حركتَي الكرتين إذا أهملنا تأثير مقاومة الهواء؟



QUIZ TIME تتدحرج الكرتان (A) و(B) من قمة مكتب أفقي مُسطح. إذا كان للكرتين نفس سرعة التدحرج، لكن كتلة الكرة A أكبر من كتلة الكرة B ، فأيّ من الآتي يصف حركتَي الكرتين إذا أهملنا تأثير مقاومة الهواء؟



QUIZ TIME إذا قُذفت ثلاثة أجسام متطابقة بنفس الزاوية مع الأفقي وبنفس السرعة المتجهة، لكن هبط كلّ منها على ارتفاع مختلف عن الآخر، كما هو مُوضّح في الشكل الآتي، فأيّ منها سيكون له أكبر سرعة متجهة قبل الهبوط؟



QUIZ TIME لدينا الكرتان (A) و(B). قُذِفَت الكرة A أفقيًا بسرعة متجهة v، وعند نفس الزمن ومن نفس الارتفاع سقطت الكرة B سقوطًا حرًا. أيُّ العبارات الآتية صواب؟ افترض أن مقاومة الهواء مُهمَلة.

أ) تصل الكرتان إلى الأرض عند نفس الزمن.

ب) تصل الكرة A إلى الأرض أولاً.　　　　جـ) تصل الكرة B إلى الأرض أولاً.

QUIZ TIME

أطلقت ثلاث كرات متطابقة في نفس اللحظة بنفس السرعة لكن بزوايا مختلفة. أطلقت الكرة الأولى بزاوية قياسها (20^o) مع الأفقي، والثانية بزاوية قياسها (45^o)، والثالثة بزاوية قياسها (60^o). أيّ الكرات ترتطم بالأرض أخيرًا؟

QUIZ TIME

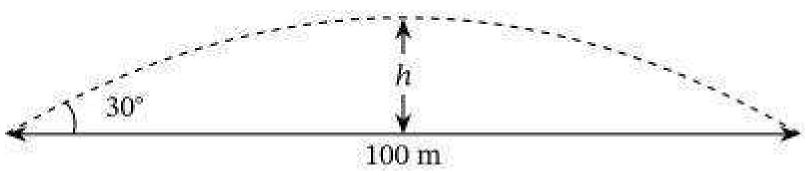
أطلِقَت قذيفة واتبعت المسار الموضّح في الشكل الآتي. باستخدام الشكل، فإن مقدار السرعة التي أطلِقَت بها القذيفة وأقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة:

أ) ($67.3\ m/s$) ، ($231\ m$).

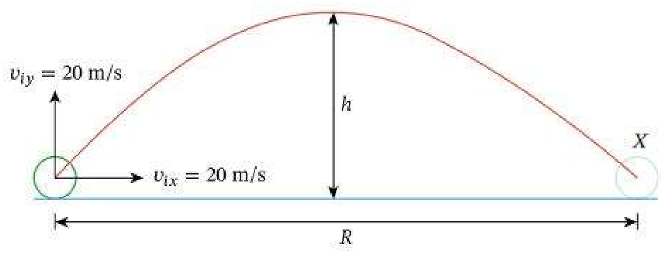
ب) ($88.5\ m/s$) ، ($693\ m$).

جـ) ($47.6\ m/s$) ، ($5.77\ m$).

د) ($33.6\ m/s$) ، ($14.4\ m$).



QUIZ TIME يوضح الشكل الآتي مقذوفًا أطلق بزاوية قياسها (45^o) مع الأفقي. ما المسافة الأفقية R التي قطعها المقذوف؟



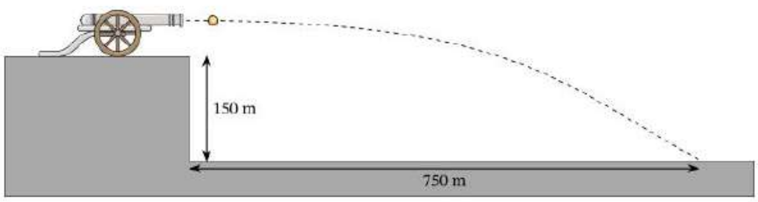
أ) (10 m) ب) (80 m)

جـ) (40 m) د) (20 m)

QUIZ TIME يضرب لاعب كرةَ جولف من الأرض بزاوية قياسها (25^o) مع الأفقي بسرعة (75 m/s). ما الزمن الذي تستغرقه الكرة في الوصول إلى الأرض مرة أخرى؟ افترض أن ($g = 10\ m/s^2$).

أ) (13.6 s) ب) (3.2 s) جـ) (2.6 s) د) (6.3 s)

QUIZ TIME أطلِقَت قذيفة أفقيًا من مدفع، واتبعت المسار الموضح في الشكل الآتي. احسب سرعة إطلاق القذيفة. افترض أن ($g = 10\ m/s^2$).

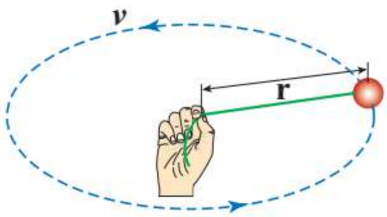


أ) (194 m/s) ب) (50 m/s)

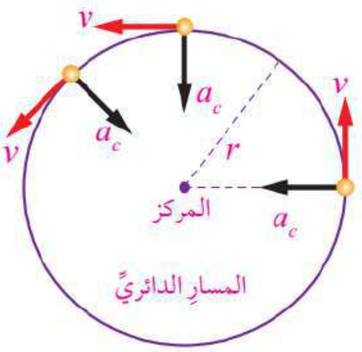
جـ) (137 m/s) د) (25 m/s)

الحركة الدائرية المنتظمة

الدوران في مسار دائري أفقي بسرعة ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه.



- يملك الجسم في الحركة الدائرية تسارعًا مركزيًا (a_c).
- يكون اتجاه التسارع المركزي دائما نحو مركز الدوران.
- يؤدي التسارع المركزي لحدوث تغير في اتجاه السرعة.
- يتعامد دائما متجه التسارع المركزي مع متجه السرعة.
- يكون دائما متجه السرعة على امتداد مماس الدائرة (سرعة مماسية).
- مركز المسار الدائري يمثل نقطة إسناد مرجعية لتحديد المتغيرات.



سؤال ؟ أعط أمثلة على الحركة الدائرية المنتظمة؟

حركة نقطة مرسومة على طرف مروحة تدور، وحركة سيارة بسرعة ثابتة المقدار حول الدوار، وحركة بعض الأقمار الصناعية حول الأرض.

ملاحظات مهمة

- السرعة عبارة عن طول المسار المقطوع على الزمن والمسار المقطوع هنا هو محيط الدائرة والزمن هنا هو الزمن الدوري (الزمن اللازم لإكمال دورة كاملة حول مركز الدوران).
- السرعة في حالة الحركة الدائرية المنتظمة تكون ثابتة المقدار متغيرة الاتجاه.
- السرعة القياسية المتوسطة تساوي السرعة القياسية اللحظية.

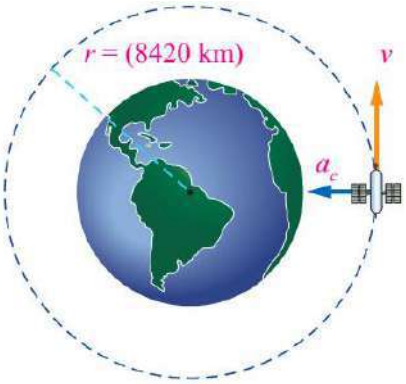
$$v_s = \frac{\text{طول المسار الدائري}}{\text{الزمن اللازم لإتمام دورة واحدة}} = \frac{S}{T} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$a_c = \frac{{v_s}^2}{r}$$ → التسارع المركزي للحركة الدائرية المنتظمة

أتحقق: مستخدمًا العلاقة الرياضية للتسارع المركزي ومعتمدًا على وحدتي قياس السرعة ونصف القطر، أشتق وحدة التسارع المركزي.

$$a_c = \frac{{V_s}^2}{r} \rightarrow [a_s] = \frac{[{V_s}^2]}{[r]} = \frac{[m/s]^2}{[m]} = \frac{[\frac{m^2}{s^2}]}{[m]} = [m/s^2]$$

سؤال قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع (8420 km) عن مركز الأرض، في مسار دائري تقريبا بسرعة مماسيه ثابتة المقدار كما في الشكل. إذا علمت أن الزمن الدوري له (129 min) فجد ما يأتي:



a) مقدار السرعة المماسية للقمر الصناعي.

$$v_s = \frac{s}{T} = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\times3.14\times8420\times10^3}{129\times60} = 6832\ m/s$$

b) التسارع المركزي لهذا القمر.

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(6832)^2}{8420\times10^3} = 5.54\ m/s^2$$

سؤال تسير سيارة على طريق أفقي بسرعة (2 m/s)، إذا انعطفت السيارة لتسير في مسار دائري قطره (140 m)، جد ما يلي:

a) الزمن بالدقائق اللازم لإتمام السيارة خمسة دورات كاملة.

$$v_s = 2\ m/s \ \ ,\ \ r = 140 \div 2 = 70\ m$$

$$v_s = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow 2 = \frac{2\times3.14\times70}{T} \rightarrow T = 220\ s = 3.66\ min$$ الزمن اللازم لإكمال دورة واحدة

$$\rightarrow T_{(\text{الزمن اللازم لإتمام 5 دورات})} = 3.66 \times 5 = 18.33\ min$$

b) التسارع المركزي للسيارة.

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(2)^2}{70} = 0.057\ m/s^2$$

تدريب كرة مربوطة بخيط تتحرك حركة دائرية بتسارع مركزي مقداره ($4\ m/s^2$) ، إذا علمت أن محيط الدائرة المتكونة من حركة الكرة (2π) جد ما يلي :

a) السرعة المماسية للكرة.

a) الزمن بالدقائق اللازم لإتمام الكرة دورة كاملة.

QUIZ TIME كرة في نهاية خيط تدور في مسار أفقي نصف قطره ($0.3\ \mathrm{m}$) على ارتفاع عن الأرض ($1.8\ \mathrm{m}$)، قُطع الخيط وسقطت الكرة على مسافة أفقية ($2\ \mathrm{m}$) من مسقط موقع الكرة على الأرض لحظة قطع الخيط. احسب التسارع المركزي للكرة في أثناء دورانها.

QUIZ TIME تتحرك العربتان (A) و (B) في المسار الدائري نفسه بالسرعة نفسها. إذا كانت ($m_A = 4m_B$) فجد النسبة بين تسارع العربة (A) وتسارع العربة (B).

QUIZ TIME إذا تضاعف الزمن الدوري لجسم يتحرك في مسار دائري، ما الذي يحدث لتسارع الجسم المركزي؟

QUIZ TIME ربط طفل كرة في طرف حبل وأداره في حركة دائرية منتظمة، أي العبارات الآتية ليست صحيحة حول حركة الكرة؟

أ) نصف قطر الدوران ثابت.
ب) التسارع المركزي ثابت المقدار.
جـ) السرعة الخطية ثابتة مقدارًا واتجاهًا.
د) الزمن الدوري ثابت المقدار.

حل أسئلة مراجعة الدرس الثاني من الوحدة الثانية

سؤال 1 ما أهمية تحليل السرعة الابتدائية للمقذوفات إلى مركبتين أفقية ورأسية؟

نقوم بتحليل مركبة السرعة الابتدائية لغايات وصف حركة الجسم ولاستعمال المركبتين في إيجاد زمن التحليق والمدى الأفقي والسرعة النهائية للجسم وأقصى ارتفاع.

سؤال 2 أذكر مثالين من الحياة اليومية على حركة المقذوفات ومثالين آخرين على الحركة الدائرية المنتظمة.

حركة المقذوفات ← كرة السلة عند رميها من قبل اللاعب، ركل كرة القدم في الملعب.

الحركة الدائرية المنتظمة ← حركة السيارة حول الدوار، دوران القمر الصناعي حول كوكب الأرض، حركة المراوح.

سؤال 3 فسر ما سبب وجود تسارع مركزي وعدم وجود تسارع مماسي في الحركة الدائرية المنتظمة؟

لا يوجد تسارع مماسي في الحركة الدائرية المنتظمة لأن السرعة المماسية ثابتة المقدار في حين يوجد تسارع مركزي فيها لأن اتجاه السرعة يتغير باستمرار.

سؤال 4 قارن بين مركبتي كل عنصر من العناصر الآتية لحركة المقذوفات الأفقية والرأسية:

- **الإزاحة** ← (x) الإزاحة الأفقية تكون في اتجاه واحد، و(y) الإزاحة الرأسية تكون في اتجاهين متعاكسين.
- **السرعة** ← (v_x) السرعة الأفقية ثابتة المقدار والاتجاه، و(v_y) السرعة الرأسية متغيرة المقدار والاتجاه.
- **التسارع** ← (a_x) التسارع الأفقي يساوي صفراً، و $(g=a_y)$ التسارع الرأسي يساوي تسارع السقوط الحر.

سؤال 5 قُذفت كرة بسرعة مقدارها $(15.8\ m/s)$ نحو الأعلى في اتجاه يصنع مع الأفق زاوية مقدارها (30^o)، بإهمال مقاومة الهواء لحركة الكرة، جد:

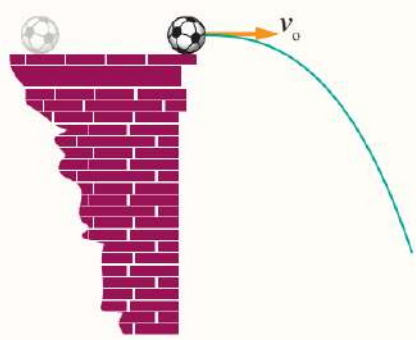
a) زمن تحليق الكرة.

$$v_{ox} = v_o cos\theta = 15.8 \times \cos(30^o) = 13.6\ m/s$$
$$v_{oy} = v_o sin\theta = 15.8 \times \sin(30^o) = 7.9\ m/s$$
$$v_y = v_{oy} - gt \rightarrow 0 = 7.9 - 9.8 \times t \rightarrow t = 0.80\ s$$
$$T = 2t = 2 \times 0.80 = 1.60\ s$$

b) أقصى ارتفاع للكرة.

$$v_y{}^2 = v_{oy}{}^2 - 2gy \rightarrow 0 = (7.9)^2 - 2 \times 9.8 \times y$$
$$0 = 62.41 - 19.6 \times y \rightarrow y = 3.18\ m = h$$

سؤال 6 قُذفت كرة من فوق بناية ارتفاعها $(44.1\ \mathrm{m})$ عن سطح الأرض بسرعة أفقية مقدارها $(12\ \mathrm{m/s})$ كما في الشكل، احسب زمن سقوط الكرة إلى سطح الأرض والمسافة الأفقية التي تقطعها الكرة قبل ارتطامها بالأرض.



$$v_{ox} = v_o cos\theta = v_o \times \cos(0^o) = 12\ m/s$$
$$v_{oy} = v_o sin\theta = v_o \times \sin(0^o) = 0$$
$$y = v_{oy}t - 0.5gt^2$$
$$\rightarrow -44.1 = 0 \times t - 0.5 \times 9.8 \times t^2$$
$$\rightarrow t^2 = 9 \rightarrow t = 3\ s$$
$$R = T \times v_{ox} = 3 \times 12 = 36\ m$$

سؤال 7 كتلة مربوطة بخيط طوله (0.80 m)، تتحرك حركة دائرية منتظمة، ويبلغ الزمن الدوري للحركة (1 s) إذا كان طول الخيط هو نصف قطر المدار ، فما مقدار التسارع المركزي لهذه الحركة ؟

$$v_s = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow v_s = \frac{2\times3.14\times0.80}{1} = 5\ m/s$$

b) التسارع المركزي للسيارة.

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(5)^2}{0.80} = 31.3\ m/s^2$$

الوحدة الثالثة من مادة فيزياء الصف العاشر

القوى

الوحدة الثالثة: القوى

الدرس الأول: القانون الأول لنيوتن في الحركة

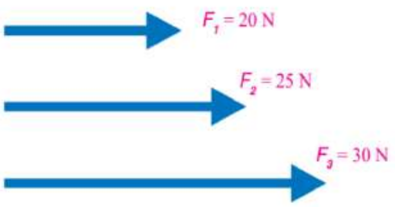
مفهوم القوة ومخطط الجسم الحر

■ **القوة:**

كل ما يؤثر في الأجسام فيغير من أشكالها أو حالاتها الحركية ويرمز إليها بالرمز (F)، وتقاس بوحدة (N) بحسب النظام الدولي لوحدات القياس.

ملاحظات مهمة

- تتغير حالة الجسم الحركية بتغير مقدار سرعته أو تجاهها أو كليهما معًا.
- القوة كمية فيزيائية متجهة تحدد بكمية واتجاه.
- تمثل القوة على شكل سهم يتناسب طوله مع مقدار القوة التي يمثلها وفق مقياس رسم مناسب ويدل اتجاه السهم على اتجاه تأثير القوة أو خط عملها.



تمثيلُ القوى بأسهمٍ تتناسبُ أطوالُها مع مقاديرِ القوى التي تُمثّلها.

سؤال **وضح ما المقصود بمخطط الجسم الحر؟**

هو رسم تخطيطي يبين جميع القوى الخارجية المؤثرة في جسم ما.

◄ يُستخدم نموذج الجسيم النقطي في تمثيل الجسم بنقطة.

◄ تُمثل كل قوة خارجية مؤثرة في الجسم بسهم يتناسب طوله مع مقدار المتجه ويشير إلى اتجاه تأثيرها.

◄ يطلق على الجسم الذي ندرس تأثير القوى فيه اسم النظام.

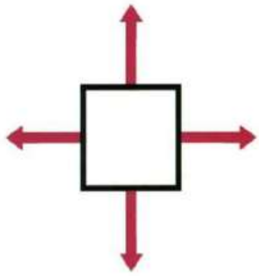
سؤال **كيف نرسم مخطط الجسم الحر ؟**

← تحديد النظام الذي سنقوم بتحليله.

← تمثيل الجسم على شكل نقطة.

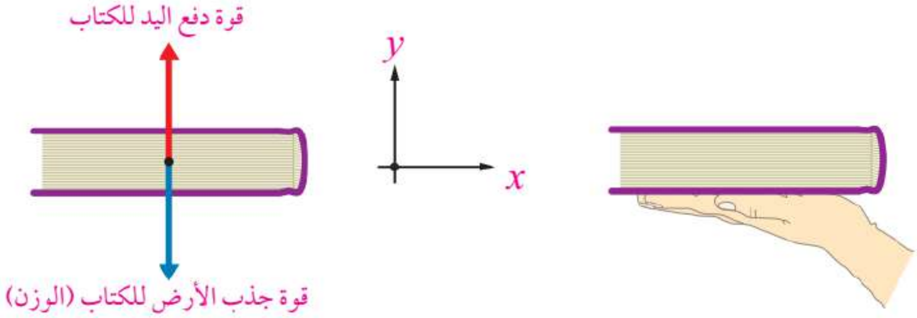
← تمثيل كل قوة بسهم يشير إلى الاتجاه الذي تؤثر به.

← راعي أن يكون طول السهم يمثل مقدار القوة.



- يوضح المخطط البياني أربع قوى تؤثر في الجسم (المربع): ، ويمثل طول السهم المستخدم مقدار القوة كما تبدو مقادير القوى المؤثرة في هذه الحالة متساوية، كما يوضح اتجاه كل سهم اتجاه تأثير القوة.

- يوضح المخطط الآتي مخطط الجسم الحر لكتاب (نظام) يتزن على يد طالب حيث يتأثر الكتاب بقوتين هما قوة دفع اليد للكتاب إلى أعلى وقوة جذب الأرض للكتاب إلى أسفل.



الشكلُ (2): a. اتزانُ كتابِ الفيزياءِ على يدِ طالبٍ. b. مُخطَّطُ الجسمِ الحرِّ للكتابِ.

القانون الأول في الحركة لنيوتن

■ **مفهوم القوة والحركة على مر العصور:**

- في زمن أرسطو اعتقد العلماء أن الحالة الطبيعية للأجسام هي السكون وأن القوة ضرورية لتحريك جسم ما ، وأنه يجب أن تؤثر قوة في الجسم باستمرار لكي يظل الجسم متحركًا ، وأن زوال تأثير هذه القوة يوقف الجسم عن الحركة.
- في بدايات القرن السابع عشر للميلاد جاء العالم غاليليو لتصحيح أفكار العلماء السابقين واقترح أن الحركة بسرعه متجهه ثابته هي حالة طبيعية للأجسام مثل حالة السكون ، وأن كرة صلبه ملساء تتحرك بسرعه متجهه ثابته على مستوى أفقي أملس سوف تستمر بحركتها بسرعه متجهه ثابته في حال انعدام الاحتكاك ومقاومة الهواء.

? سؤال إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما تساوي صفرًا فكيف تكون حالة الجسم الحركية؟

يكون الجسم في حالة اتزان إما اتزان سكوني أو اتزان ديناميكي (حركي).

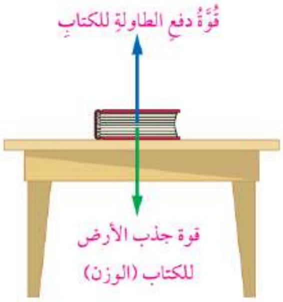
؟ سؤال **إذا تحركت سيارة على طريق أفقي بسرعة متجهة ثابتة، فهل يعني ذلك عدم وجود قوى مؤثرة في السيارة؟**

لا ، لأنه يؤثر بها كل من : المحرك (قوة دفع) والطريق بـ (قوة احتكاك وقوة عمودية) والأرض بـ(قوة الوزن) والهواء بـ (قوة الاحتكاك).

مفهوم الاتزان

يكون الجسم في حالة الاتزان عندما تكون محصلة القوة المؤثرة عليه تساوي صفر.

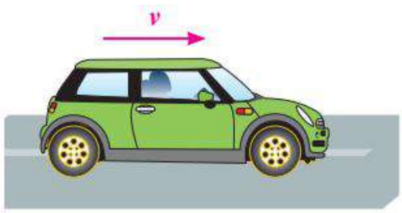
- **الاتزان السكوني:**



يكون الجسم في حالة الاتزان السكوني عندما تكون محصلة القوة المؤثرة عليه تساوي صفرًا والجسم ساكن متوقف في مكانه لا يتحرك.

كمثال في الصورة كتابًا ساكنًا على سطح طاولة أفقي يتأثر الكتاب بقوتين متساويتين في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه هما وزنه إلى الأسفل وقوة دفع سطح الطاولة للكتاب نحو الأعلى.

- **الاتزان الحركي (الديناميكي) :**



إذا تحرك جسم ما بسرعة ثابته مقدارًا واتجاهًا فأن القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفرًا وبالتالي يكون في حالة اتزان ديناميكي

كمثال في الصورة حركة سيارة بسرعة متجهة ثابته على طريق أفقي.

؟ سؤال **ما هو نص القانون الأول لنيوتن؟**

الجسم يظل على حالته من حيث السكون أو الحركة بسرعة ثابتة مقدارًا واتجاهًا ما لم تؤثر فيه قوة خارجية محصلة تغير حالته الحركية.

ملاحظات مهمة

- يجب أن تتوافر قوة محصلة لتغيير مقدار سرعة الجسم أو اتجاهها أو كليهما.
- القوة المحصلة المؤثرة في كل من الجسم الساكن والجسم المتحرك بسرعة ثابتة مقدارًا واتجاهًا تساوي صفرًا لذلك يكون الجسم متزنًا.

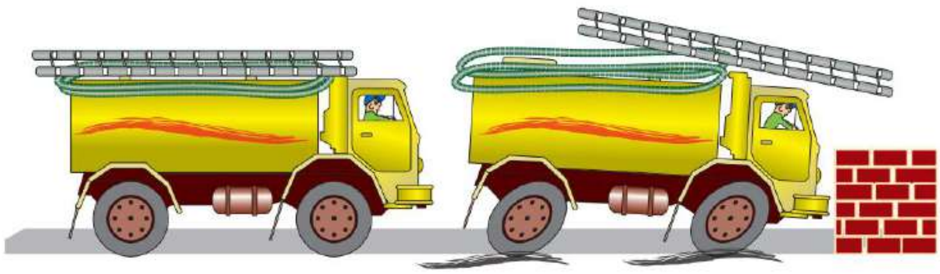
$$\sum F = 0 \rightarrow \sum F_x = 0 \quad , \quad \sum F_y = 0$$

ملاحظات مهمة

- الجسم يكون عاجز أو قاصر عن تغيير حالته الحركية من تلقاء نفسه أو لوحده لذلك يتطلب تأثير قوة محصلة في الجسم لتغيير حالته الحركية وهذا ما يعرف باسم القصور الذاتي.
- يسمى القانون الأول لنيوتن باسم قانون القصور الذاتي.

سؤال ? ما هو المقصود بالقصور الذاتي؟

ممانعة الجسم لأي تغيير في حالته الحركية ، فإذا كان ساكنًا أو متحركًا بسرعة متجهه ثابتة فإنه يظل في حالته ما لم تؤثر فيه قوة محصلة.



في الشكل أعلاه توضيح بسيط لقانون القصور الذاتي حيث عند اصطدام الشاحنة بالحاجز يندفع السلم إلى الأمام بالسرعة نفسها قبل التصادم بسبب القصور الذاتي وعدم تثبيت السلم بالشاحنة.

سؤال ? أعط مثال على القصور الذاتي من المشاهدات اليومية ؟

اندفاع السائق والطلبة إلى الأمام عند توقف حافلة المدرسة فجأةً وميلانهم إلى اليمين أو اليسار عند تغير اتجاه سرعتها.
أو اندفاع الصناديق المحملة على الشاحنة إلى الخلف أو إلى الأمام عند توقفها المفاجئ أو انطلاقها بتسارع إلى الامام.

سؤال ? في الصورة تظل اطباق السفرة ثابتة على سطح الطاولة عند سحب المفرش من أسفلها بسرعة كبيرة. فسر ذلك..

عند سحب مفرش السفرة الأملس الموضوع على طاولة ملساء بقوة أفقية كبيرة فإن الأطباق التي على المفرش تبقى ثابتة في مكانها تقريبا على سطح الطاولة بسبب قصورها الذاتي إذ أثرت قوة السحب في المفرش فقط ولم تؤثر في الأطباق.

ملاحظات مهمة

- كتلة الجسم مقياس لقصوره الذاتي وكتلة الجسم تتناسب طرديا مع القصور الذاتي فكلما زادت كتلة الجسم زاد قصوره واحتجنا تأثير قوة محصلة أكبر لتغيير حالته الحركية.

سؤال إضافي NERD **ميزان نابض (زنبرك) عُلق في نهايته صندوق خشبي:**

1) حدد القوى المؤثرة في هذا الصندوق؟

وزن الصندوق رأسيا إلى الأسفل وقوة شد الميزان رأسيا إلى الأعلى.

2) هل محصلة القوى المؤثرة في الصندوق تساوي صفرًا أم لا ؟

حسب قانون نيوتن الأول فإن القوى المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفرًا لأن الجسم في حالة سكون.

3) لو قمنا بتحريك الميزان النابض والصندوق معلق به رأسيًا إلى الأعلى بسرعة ثابتة فهل يبقى الصندوق متزن أم لا ولماذا؟

نعم يبقى متزن ، لأنه يتحرك بسرعة متجهة ثابتة وحسب قانون نيوتن الأول تكون القوة المحصلة المؤثرة في الصندوق صفر.

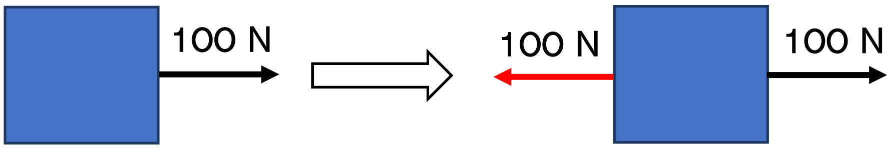
سؤال إضافي NERD **سيارة تتحرك بسرعة ثابتة مقدارًا واتجاهًا على طريق أفقي مستقيم، إذا كانت قوة دفع محرك السيارة (100 N) فما هي القوة المحصلة المؤثرة في السيارة؟ وما هو مقدار القوة المعيقة المؤثرة في السيارة وما هو اتجاهها؟**

السيارة تتحرك بسرعة ثابتة مقدارًا واتجاهًا لذلك تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفر أما مقدار القوة المعيقة المؤثرة في السيارة مساوي لمقدار قوة دفع محرك السيارة ومعاكس له في الاتجاه.

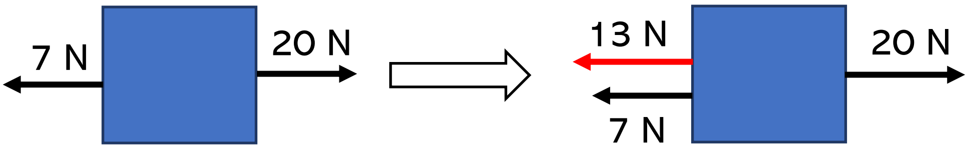
الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى
0795360003
منصة أساس التعليمية
0799797880

سؤال إضافي NERD **في الحالات الآتية إذا علمت أن الصندوق ساكن وفي حالة اتزان، فما هي القوة الإضافية التي يلزم التأثير بها بالصندوق حتى يتحقق شرط الاتزان؟**

حتى يتحقق الاتزان يجب ان تكون القوى متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.

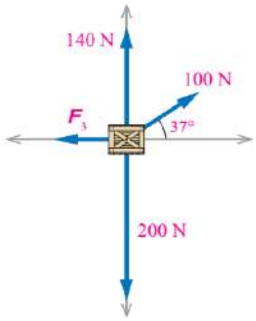


حتى يتحقق الاتزان يجب ان تكون القوى متساوية في المقدار و متعاكسة في الاتجاه.



- محصلة القوى الأفقية (+) إذن يكون اتجاه المحصلة نحو محور (+x) وإذا كانت (–) يكون اتجاه المتجه المحصل نحو (-x).
- محصلة القوى العمودية (+) إذن يكون اتجاه المحصلة نحو محور (+y) وإذا كانت (–) يكون اتجاه المتجه المحصل نحو (-y).

? سؤال يتزن صندوق كتلته (20 kg) على سطح أفقي تحت تأثير أربع قوى مستوية متلاقية كما في الشكل الذي يبين مخطط الجسم الحر للصندوق، جد:



1) مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الصندوق محدداً اتجاهها.

الصندوق متزن وبالتالي تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفر.

2) مقدار القوة (F_3).

$$\sum F = 0$$

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + F_{4x} = 0$$

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + F_{4y} = 0$$

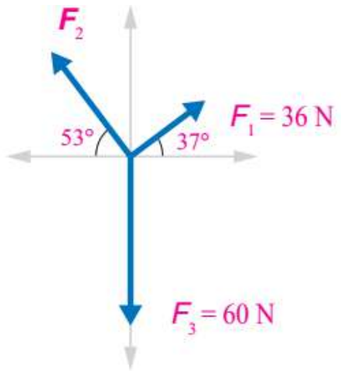
$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + F_{4x} = 0$$

$$= 100 \cos 37^o + 0 + -F_3 - 0 = 0$$

$$= 100 \times 0.8 - F_3 = 0 \rightarrow 80 - F_3 = 0 \rightarrow F_3 = 80\ N$$

$$F_3 = 100\ \text{N}, -x$$

تمرين **يمثل الشكل مخطط الجسم الحر لدمية متزنة يؤثر فيها ثلاثة قوى في الاتجاهات المبينة في الشكل، جد مقدار القوة (F_2).**



$$F_x = 0 \ , \ F_y = 0$$

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}$$

$$F_x = F_1 cos37^o + -F_2 cos53^o + 0$$

$$0 = 36 \times 0.8 - F_2 \times 0.6$$

$$0 = -0.6F_2 + 28.8 \rightarrow F_2 = 48\ N$$

إيجاد محصلة القوى في حالة عدم الاتزان

وجب التنبيه أن هذه الحالة من الأسئلة لم ترد ضمن أمثلة الكتاب لكنها وردت ضمن أسئلة مراجعة الوحدة لذلك يجب علينا شرحها رغم أن تفاصيلها أكبر وأزخم من الأفكار السابقة.

- بالبداية نقوم بإيجاد محصلة القوى على المحور الأفقي ثم محصلة القوى على المحور العمودي من خلال القوانين التي تم شرحها سابقا.

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + F_{4x} + \ldots..$$

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + F_{4y} + \ldots..$$

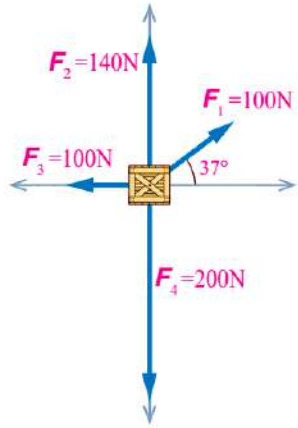
- نقوم بإيجاد محصلة القوى الكلية المؤثرة على الجسم من خلال قانون إيجاد القوة المحصلة في حالة التعامد (شرحناه سابقا في الدورة التأسيسية جزء المتجهات) :

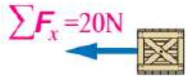
$$\sum F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

- يكون اتجاه المتجه المحصل يقع بين المتجهين الممثلين لكل متجه محصلة القوى على المحور الأفقي ومتجه محصلة القوى على المحور العمودي بحيث يصنع زاوية مع أقرب محور أفقي له.

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right)$$

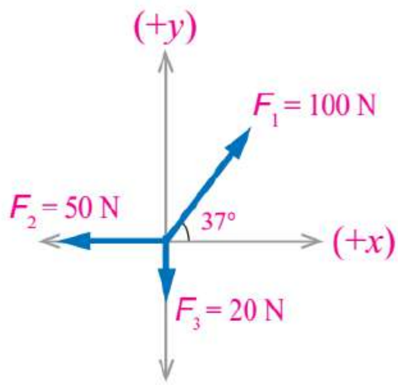
سؤال إضافي NERD صندوق كتلته (20 kg) موضوع على سطح أفقي كما في الشكل تحت تأثير أربعة قوى متلاقية كما في الشكل الذي يبين مخطط الجسم الحر للصندوق، جد مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الصندوق في اتجاه محور (x) محدداً اتجاهها.





$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + F_{4x}$$
$$\sum F_x = 100 \times \cos 37^o + 0 + -100 + 0$$
$$\sum F_x = 80 - 100 = -20\ \text{N}$$
$$\sum F_x = 20\ \text{N}, -x$$

سؤال إضافي NERD إذا أثرت ثلاثة قوى في جسم كتلته (5 kg) $(F_1=100\ N)$ و $(F_2=50\ N)$ و $(F_3=20\ N)$ بالاتجاهات الموضحة في الشكل. جد مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم. الصندوق.



$$\sum F_x = 100 \times \cos 37^o + -50 + 0 = 80 - 50 = 30\ \text{N}$$
$$\sum F_y = 100 \times \sin 37^o + 0 + -20 = 60 - 20 = 40\ \text{N}$$
$$\sum F = \sqrt{F_x{}^2 + F_y{}^2} = \sqrt{(30)^2 + (40)^2} = 50\ \text{N}$$
$$\sum F = 50\ \text{N}$$

حل أسئلة مراجعة الدرس الأول من الوحدة الثالثة

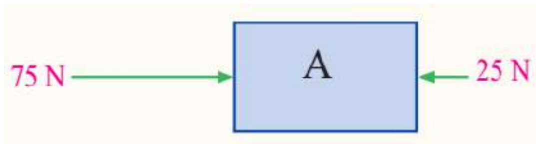
سؤال 1 **لماذا يشترط قانون السير ربط حزام الأمان عند ركوب السيارة؟**

للتغلب على القصور الذاتي للسائقين والركاب إذ أن سرعته مساوية لسرعة السيارة وعند تغير السرعة فجأة بإنهم يندفعون بقوة إلى الأمام فتقلل أحزمة الأمان من اندفاعهم وتجنبهم الارتطام بعجلة القيادة أو الزجاج الأمامي أو الاندفاع خارج السيارة.

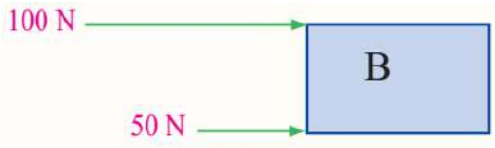
سؤال 2 **تتحرك سيارة بسرعة ثابتة مقدارًا واتجاهًا على طريق أفقي مستقيم، إذا كانت قوة دفع محركها (6000 N) فما مقدار القوة المعيقة المؤثرة في السيارة؟ وما اتجاهها؟**

القوة المحصلة المؤثرة في السيارة تساوي صفر لأنها تتحرك بسرعة ثابتة مقدارًا واتجاهًا على طريق أفقي مستقيم وبالتالي يكون مقدار القوة المعيقة المؤثرة في السيارة (6000 N) بعكس اتجاه حركتها.

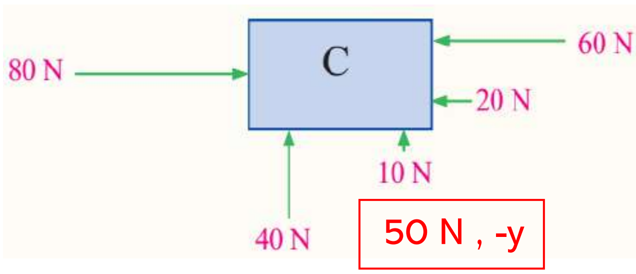
سؤال 3 **الأجسام المبينة في الشكل جميعها ساكنة، وهي في حالة اتزان. جد مقدار القوة الإضافية واتجاهها اللازم التأثير بها في كل جسم حتى يتحقق شرط الاتزان.**



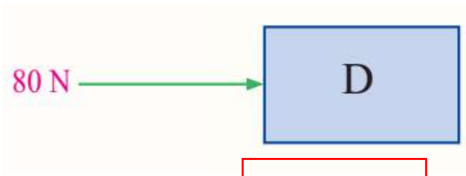
50 N , -x



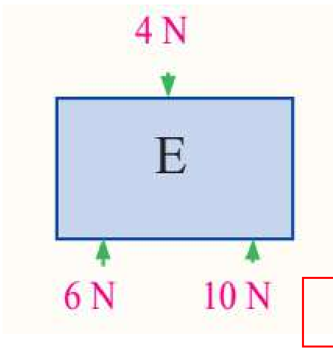
150 N , -x



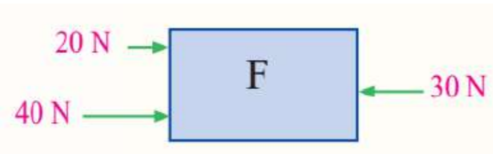
50 N , -y



80 N , -x



12 N , -y



30 N , -x

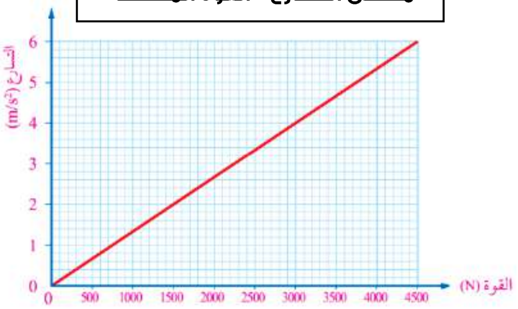
الوحدة الثالثة: القوى

الدرس الثاني: القانون الثاني والقانون الثالث في الحركة لنيوتن

- القانون الأول لنيوتن يقدم لنا وصفًا لحالة الجسم الحركية عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه صفرًا من دون توضيح كيفية تغير حالة الجسم الحركية عندما تؤثر فيه قوة محصلة لا تساوي صفرًا.
- القانون الثاني لنيوتن جاء لاستكمال العلاقة بين القوة والحركة وذلك بوصف حركة جسم تؤثر فيه قوة محصلة.

القوة والتسارع

منحنى التسارع – القوة المحصلة



- العلاقة بين القوة والتسارع علاقة خطية طردية فكلما زادت القوة المحصلة المؤثرة في الجسم زاد تسارع الجسم عند ثبات كتلته.

$$a \propto \sum F$$

- يبين الشكل الآتي الرسم البياني العلاقة بين مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم ومقدار تسارعه عند ثبات كتلته.
- الميل هنا ثابت وهو يساوي مقلوب كتلة الجسم.

$$slope = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{a}{\sum F} = \frac{1}{m}$$

الكتلة والتسارع

منحنى التسارع – الكتلة

- العلاقة بين الكتلة والتسارع علاقة عكسية فكلما زادت كتلة الجسم قل تسارع الجسم عند ثبات القوة المحصلة المؤثرة فيه.

$$a \propto \frac{1}{m}$$

- يبين الشكل الآتي الرسم البياني العلاقة بين التسارع و الكتلة عند ثبات مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم.

? سؤال **ما هو نص القانون الثاني لنيوتن؟**

يتناسب تسارع الجسم طرديًا مع القوة المحصلة المؤثرة فيه ويتناسب عكسيًا مع كتلته.

** يمكن كتابة القانون الثاني لنيوتن في الصورة الآتية:

$$\sum F = ma$$

? سؤال **تمعن الصورتين أدناه ثم أجب عن الأسئلة الآتية:**


(a) (b)

1) أي السيارتين تؤثر فيها قوة محصلة أكبر؟ ولماذا؟

السيارة في الشكل (b) تؤثر بها قوة محصلة أكبر لأن أكثر من شخص يدفعها في الاتجاه نفسه مما يعني أن مقدار القوة المحصلة يساوي مجموع مقادير القوى التي يؤثرون بها.

2) أي السيارتين تتغير سرعتها بمقدار أكبر؟ ولماذا؟

السيارة في الشكل (b) لأن مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيها أكبر وبما أن الكتلة ثابتة للسيارة في الشكلين فالعلاقة بين مقدار القوة ومقدار التسارع علاقة خطية طردية عند ثبوت الكتلة.

? سؤال **بحسب قانون نيوتن الأول ما الذي يحدث لحالة الجسم الحركية عندما لا تساوي القوة المحصلة المؤثرة فيه صفرًا؟**

تتغير حالته الحركية (يتحرك من السكون أو تتزايد سرعته أو تتناقص سرعته أو يتغير اتجاه سرعته أو يتغير مقدار سرعته واتجاهها معًا).

? سؤال **بحسب قانون نيوتن الثاني ما الذي يحدث لحالة الجسم الحركية عند تأثير قوة محصلة فيه؟**

يكتسب الجسم تسارعًا إذ أن العلاقة بين القوة والتسارع علاقة طردية خطية.

ملاحظات مهمة

- يكون اتجاه التسارع دائما في اتجاه القوة المحصلة.
- يجب مراعاة وحدات القياس عند التعويض في قانون نيوتن الثاني.

$$F \rightarrow \mathrm{N} \quad , \quad a \rightarrow m/s^2 \quad , \quad m \rightarrow \mathrm{kg}$$

- يمكننا أن نقول أن ($1\mathrm{N} \equiv 1\ \mathrm{kg.m/s^2}$).

سؤال: ما هو تعريف وحدة قياس القوة (N)؟

هو مقدار القوة المحصلة التي يلزم التأثير بها في جسم كتلته (1 kg) لإكسابه تسارعًا مقداره ($1\ m/s^2$) في اتجاهها.

ملاحظات مهمة

- القوة المحصلة الأفقية تُكسب الجسم تسارعًا أفقيا.
- القوة المحصلة الرأسية تُكسب الجسم تسارعًا رأسيا.

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

- القانون الأول لنيوتن يعد حالة خاصة من قانونه الثاني، فإذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في جسم صفرًا فإن تسارعه يكون صفرًا وعندئذ يكون الجسم ساكنًا أو متحركًا بسرعة ثابتة مقدارًا واتجاهًا أي يكون متزنًا.

$$\sum F = 0 \quad , \quad a = 0$$

سؤال: جد القوة المحصلة التي يلزم التأثير بها في صندوق كتلته ($20\ \mathrm{kg}$) لإكسابه تسارعًا أفقيًا مقداره ($2\ m/s^2$) جهة اليمين.

$$\sum F_x = ma_x = 20 \times 2 = 40\ \mathrm{N}$$

$$\sum F_x = 40\ \mathrm{N}, +x$$

? سؤال تعطلت سيارة كتلتها ($800\ kg$) فسحبتها شاحنة قطر على طريق أفقي مستقيم بقوة أفقية مقدارها ($1000\ N$) نحو اليمين. فإذا كانت قوة الاحتكاك المؤثرة في السيارة تساوي ($400\ N$) نحو اليسار فجد:

1) القوة المؤثرة المحصلة في السيارة في الاتجاه الأفقي.

$$\sum F_x = F - f = 1000 - 400 = 600\ \text{N}, +x$$

2) تسارع السيارة الأفقي.

$$\sum F_x = ma_x \rightarrow 600 = 800 \times a_x \rightarrow a_x = 0.75\ m/s^2$$

3) السرعة المتجهة للسيارة بعد مرور ($10\ s$) من بدء سحبها.

$$v_f = v_i + at \rightarrow v_f = 0 + 0.75 \times 10 \rightarrow v_f = 7.5\ m/s$$

? سؤال أثرت قوة محصلة أفقية مقدارها ($100\ N$) باتجاه اليمين في صندوق كتلته ($20\ kg$) ، وهو مستقر على سطح أفقي أملس ، جد :

1) تسارع الصندوق.

$$\sum F_x = ma_x \rightarrow 100 = 20 \times a_x \rightarrow a_x = 5\ m/s^2$$

2) السرعة المتجهة للصندوق بعد مرور ($5\ s$) من بدء حركته.

$$v_f = v_i + at \rightarrow v_f = 0 + 5 \times 5 \rightarrow v_f = 25\ m/s$$

3) الإزاحة التي يقطعها الصندوق بعد مرور ($5\ s$) من بدء حركته.

$$x = v_i t + 0.5at^2 \rightarrow x = 0 + 0.5 \times 5 \times 5^2 \rightarrow x = 62.5\ \text{m}$$

سؤال إضافي NERD أثرت قوة محصلة مقدارها ($100\ N$) في اتجاه المحور ($+y$) في صندوق كتلته ($50\ kg$)، جد مقدار التسارع الذي يكتسبه الصندوق محدداً اتجاهه.

$$\sum F_y = ma_y \rightarrow 100 = 50 \times a_y \rightarrow a_y = 2\ m/s^2, +y$$

سؤال إضافي NERD إذا تضاعف مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم كتلته ثابتة، فما الذي يحدث لمقدار تسارعه؟

سؤال إضافي NERD إذا تضاعفت كتلة جسم مع ثبات مقدار القوة المحصلة، فما الذي يحدث لمقدار تسارعه؟

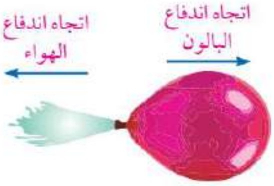
القانون الثالث لنيوتن في الحركة

- القانون الأول لنيوتن ← وصف الحالة الحركية لجسم ما عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفرًا.
- القانون الثاني لنيوتن ← قدم تفسير لكيفية تغير تسارع الجسم عندما تؤثر فيه قوة محصلة.
- القانون الثالث لنيوتن ← يدرس طبيعة القوى المتبادلة بين الأجسام.

سؤال ؟ ما هو نص القانون الثالث لنيوتن؟

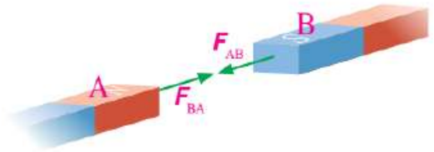
إذا تفاعل جسمان فإن القوة التي يؤثر بها الجسم (A) في الجسم (B) تساوي القوة التي يؤثر بها الجسم (B) في الجسم (A) من حيث المقدار وتعاكسها من حيث الاتجاه.

سؤال ؟ أعط أمثلة توضيحية على قانون نيوتن الثالث؟



- عند افلات بالون منفوخ يندفع الهواء من فوهته إلى اليسار بينما يندفع البالون في الاتجاه المعاكس إلى اليمين.
- عند تقريب مغناطيس فإن كل منهما يسحب الآخر أو يدفعه بقوة مجال.
- عند الاستناد على أحد الجدران فإن جسمي يؤثر بقوة تلامس في الجدار ويؤثر لجدار بقوة تلامس في جسمي.

سؤال؟ بالاعتماد على قانون نيوتن الثالث وضح ماذا يحدث عند تقريب القطب الشمالي لمغناطيس إلى القطب الجنوبي لمغناطيس آخر ؟



نلاحظ من خلال الشكل أن القطب الشمالي للمغناطيس (A) يؤثر بقوة تجاذب (F_{AB}) في القطب الجنوبي للمغناطيس (B) وأن القطب الجنوبي للمغناطيس (B) يؤثر بقوة تجاذب (F_{BA}) في القطب الشمالي للمغناطيس (A)، وتكون هاتين القوتين متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

ملاحظات مهمة

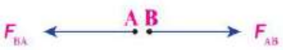
- يُعرف قانون نيوتن الثالث باسم قانون الفعل ورد الفعل.
- يمكن إعادة صياغة قانون نيوتن الثالث على النحو الآتي:

"لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه"

- القوى في الطبيعة توجد في صورة أزواج (أي فعل ورد فعل) ولا توجد منفردة.

كمثال توضيحي عند ملامسة قدم اللاعب للكرة فإنه يؤثر فيها بقوة (F_{AB}) في الاتجاه الموضح في الشكل وفي اللحظة نفسها تؤثر الكرة في قدم اللاعب بقوة (F_{BA}) تكون مساوية في المقدار للقوة (F_{AB}) لكنها معاكسه في الاتجاه.

← تعرف هاتان القوتان أيضا باسم زوجي التأثير المتبادل.



سؤال؟ هل يمكن أن توجد قوة منفردة؟ فسر إجابتك..

لا توجد في الكون قوة منفردة لوحدها، بل جميع القوى عبارة عن أزواج متبادلة من القوى بين الأجسام.

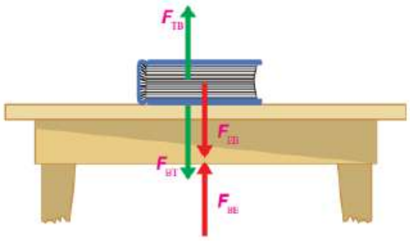
التفسير في المثال التوضيحي في الصفحة السابقة..

سؤال؟ ماذا نعني بقولنا "أن قوتي الفعل ورد الفعل متزامنتان"؟

قوة الفعل ورد الفعل متزامنان ولا يحدث أحدهما قبل الآخر إنما ينشأن معًا ويختفيان معًا لذلك من الخطأ أن نقول أن رد العفل للدلالة على وقوع حدث بعد وقوع حدث آخر استجابة له.

سؤال ماذا نعني بقولنا " أن قوة الفعل، وقوة رد الفعل، يؤثران في جسمين مختلفين"؟

قوة الفعل، وقوة رد الفعل، هما قوتان لا تؤثران على نفس الجسم بل هما قوتان متبادلتان بين جسمين مختلفين دائما.



كمثال توضيحي يمثل الشكل كتابًا يتزن على سطح طاولة أفقي و فيه يؤثر وزن الكتاب بقوة في سطح الطاولة إلى أسفل (F_{BT})، ويؤثر سطح الطاولة بقوة في الكتاب إلى أعلى (F_{TB}).

هاتان القوتان تؤثران في جسمين مختلفين وتنشأان معًا وتختفيان معًا.
وبالمثل تؤثر الأرض بقوة جذب في الكتاب إلى أسفل (F_{EB}) ويؤثر الكتاب بقوة جذب في الأرض إلى أعلى (F_{BE}) وهاتان القوتان تمثلان زوجي التأثير المتبادل.

سؤال هل يمكن إيجاد محصلة قوة الفعل ورد الفعل؟ فسر إجابتك..

لا ، لأن قوتي الفعل ورد الفعل تؤثران في جسمين مختلفين ولا تؤثران في الجسم نفسه لذا لا تُحسب محصلتهما وإنما تحسب القوة المحصلة للقوى عندما تؤثر في الجسم نفسه.

سؤال ما العلاقة بين الفعل ورد الفعل؟

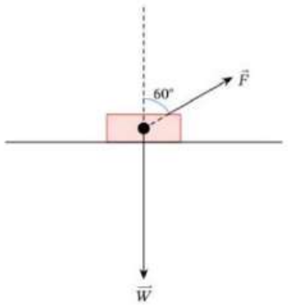
متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه.

سؤال ماذا نعني بقولنا "أن قوتي الفعل ورد الفعل متجانستان"؟

أي أن لهما الطبيعة نفسها فإذا كان الفعل قوة جذب فإن رد الفعل يكون قوة جذب وإذا كان الفعل يكون قوة كهربائية فإن رد الفعل يكون قوة كهربائية وهكذا ..

سؤال إضافي NERD وضع صندوق وزنه ($15\ N$) على طاولة. ما القوة التي تؤثر بها الطاولة على الصندوق؟

سؤال إضافي NERD في الشكل المجاور إذا كانت ($F = 20\ N$) ووزن الجسم ($40\ N$) فما قيمة قوة رد فعل السطح على الجسم؟



حل أسئلة مراجعة الدرس الثاني من الوحدة الثالثة

سؤال 1 علام يعتمد تسارع أي جسم؟ هل يمكن أن توجد قوة منفردة في الطبيعة؟

يتناسب تسارع أي جسم طرديًا مع القوة المحصلة المؤثرة فيه وعكسيًا مع كتلته، وتوجد القوى في الطبيعة في صورة أزواج، ولا يمكن أن توجد قوة منفردة.

سؤال 2 لكل زوج ممّا يأتي، حدد أيهما قصوره الذاتي أكبر :

1) سيارة صغيرة وشاحنة. ← القصور الذاتي للشاحنة أكبر

2) كرة قدم وكرة تنس طاولة. ← القصور الذاتي لكرة القدم أكبر

3) كرة تنس وحجر لهما الكتلة نفسها. ← لهما القصور الذاتي نفسه.

سؤال 3 دفع زيد عربة تسوق كتلتها ($40\ \text{kg}$)، فتسارعت بمقدار ($2\ m/s^2$) جهة اليمين على أرض أفقية ملساء:

أ) احسب مقدار القوة المؤثرة في العربة ثم حدد اتجاهها.

$$\sum F = ma \rightarrow \sum F = 40 \times 2 \rightarrow \sum F = 80\ \text{N}, +x$$

ب) جد تسارع عربة ثانية كتلتها ($60\ \text{kg}$) وقد أثرت فيها القوة المحصلة السابقة نفسها.

$$\sum F = ma \rightarrow 80 = 60 \times a \rightarrow a = 1.333\ m/s^2, +x$$

جـ) جد مقدار القوة المحصلة التي يلزم تأثيرها في العربة الثانية لإكسابها نفس تسارع العربة الأولى.

$$\sum F = ma \rightarrow \sum F = 60 \times 2 \rightarrow \sum F = 120\ \text{N}, +x$$

د) قارن بين مقداري القوة المحصلة في الفرع (أ) والفرع (جـ)، ماذا تستنتج ؟

مقدار القوة المحصلة في الفرع (جـ) أكبر منه في الفرع (أ) فكلما زادت كتلة الجسم زادت القوة اللازمة لإكسابه تسارعًا معينا.

سؤال 4 فكر في تجربة تثبت فيها أن قوة الفعل وقوة رد الفعل متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

حل أسئلة مراجعة الوحدة الثالثة

سؤال 1 ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي :

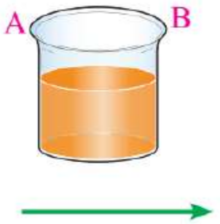
1. تتحرك سيارة على طريق أفقي مستقيم بسرعة متجهة ثابتة مقدارها (90 km/h) شمالاً. القوة المحصلة المؤثرة في السيارة هي :

صفر، لان السرعة ثابتة

2. إحدى الحالات التالية تتطلب تأثير قوة محصلة أكبر :

إكساب جسم كتلته (4 kg) تسارعًا مقداره ($3\ m/s^2$). $\sum F = ma = 4 \times 3 = 12\ N$

3. تجلس فرح في سيارة تتحرك على طريق أفقي بسرعة متجهة ثابتة في اتجاه المحور (+x) وتُمسك بيدها كوبًا فيه عصير، أنظر الشكل المحاور. إذا ضغط السائق فجأةً على المكابح:



فإن العصير ينسكب من الجهة (B).

وذلك بسبب القصور الذاتي يبقى الجسم ممانعًا للتغير في حركته.

4. تُسمى ممانعة الجسم لأي تغيير في حالته الحركية:

القصور الذاتي.

5. عند نقصان مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم إلى النصف مع ثبات كتلته، فإن مقدار تسارعه:

العلاقة بين التسارع والقوة المحصلة طردية لذلك يقل مقدار تسارع إلى النصف.

6. عندما تدفع جدارًا بقوة معينة، فإن الجدار يدفعك بقوة معاكسة في الاتجاه مقدارها يساوي:

مقدار قوتك لأنه لكل فعل رد فعل مساوٍ بالمقدار ومعاكس بالاتجاه.

7. تتحرك سيارة بسرعة متجهة ثابتة على طريق أفقي وفجأة توقفت السيارة فاندفع سائقها إلى الأمام. يُعزى سبب اندفاع السائق إلى:

القصور الذاتي للسائق

8. أي خصائص الجسم الآتية قد تتغير عند تأثير قوة محصلة فيه :

مقدار السرعة والكتلة واتجاه الحركة.

9. وحدة قياس القوة هي:

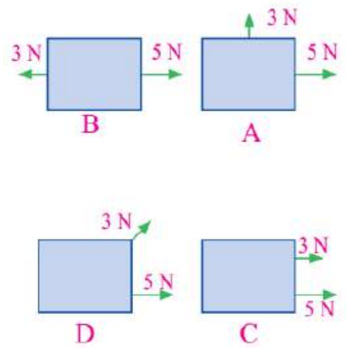
نيوتن (N)

10. بحسب القانون الثاني لنيوتن، يكون اتجاه التسارع دائما:

في اتجاه القوة المحصلة.

11. القصور الذاتي للجسم يسبب:

مقاومته لأي تغيير في الحركة.



12. إذا كانت كتل الأجسام الموضحة في الشكل المجاور متساوية، فأي منها مقدار تسارعه هو الأقل:

(B) لأنه يؤثر بالجسم أقل قوة محصلة وبالتالي أقل تسارع.

13. يمثل الشكل المجاور شاحنة في صورة قاطرة ومقطورة، إذا كانت كتلة المقطورة (5) أضعاف كتلة القاطرة، وكانت القاطرة تتسارع على طريق أفقي مستقيم، فإن القوة التي تؤثر بها المقطورة في القاطرة تساوي:

القوة التي تؤثر بها القاطرة في المقطورة.

سؤال 2 عند النظر إلى سباح في بركة السباحة يُلاحظ أنه يدفع الماء إلى الخلف، فسر سبب فعله ذلك.

يدفع السباح بيديه الماء بقوة إلى الخلف (فعل) فيدفعه الماء بقوة مساوية إلى الأمام (رد فعل).

سؤال 3 إذا كان تسارع جسم ما صفرًا، فهل تستنج عدم وجود قوى تؤثر فيه ؟

لا ، إذا كان تسارع الجسم صفر فإن القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفر وهذا يعني احتمال عدم وجود قوى تؤثر في الجسم أو وجود قوى تؤثر فيه ولكن محصلتها صفر.

سؤال 4 علام يعتمد تسارع أي جسم؟ هل تؤثر السرعة في تسارع الجسم؟

يعتمد تسارع الجسم على مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيه وعلى كتلته.
ولا تؤثر السرعة في تسارع الجسم وإنما تسارع الجسم هو الذي يؤدي إلى تغير سرعته.

سؤال 5 لكي تسير رؤى على الأرض فإنها تدفع الأرض بقوة إلى الخلف، فتدفعها الأرض بقوة إلى الأمام. لماذا لا يظهر أثر دفع رؤى في الأرض؟

لأن كتلة الأرض كبيرة جدًا جدًا مقارنة بكتلة رؤى ، وبحسب قانون نيوتن الثاني فإن العلاقة بين تسارع الجسم وكتلته علاقة عكسية وبالتالي يكون تسارع الأرض صغير جدًا جدًا بسبب كتلته الكبيرة جدًا ، فيكون تأثير قوة دفع رؤى في الأرض مهملًا.

سؤال 6 يمثل الشكل المجاور شخصًا يقفز من قارب نحو الرصيف. لماذا يندفع القارب إلى الخلف في أثناء ذلك؟

لأن الشخص يؤثر في القارب بقوة دفع إلى الخلف (فعل) فيؤثر القارب بقوة دفع في الشخص إلى الأمام (رد فعل). كما أن وجود القارب على سطح الماء يسهل حركته إلى الأسفل بسبب قوة الفعل.

سؤال 7 إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في جسم صفرًا فهل يمكن أن يكون الجسم متحركًا؟ فسر إجابتك..

نعم ، حسب قانون نيوتن الأول قد يكون الجسم متحركًا بسرعة ثابتة وقد يكون ساكنًا.

سؤال 8 حدد زوجي التأثير المتبادل في كل حالة مما يأتي :

a. حارس مرمى يمسك كرة قدم متجهة نحوه.

تؤثر الكرة بقوة في الحارس في اتجاه حركتها (فعل) ويؤثر الحارس بقوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه (رد فعل).

b. عداءة تركض على أرضية مضمار سباق.

تدفع العداءة أرضية المضمار بقوة إلى الخلف (فعل) فيدفعها المضمار بقوة مساوية في المقدار إلى الأمام (رد فعل).

c. اصطدام كرة بجدار.

تؤثر الكرة بقوة في الجدار في اتجاه حركتها (فعل) ويؤثر الجدار في الكرة بقوة مساوية المقدار ومعاكسة لاتجاه حركتها (رد فعل).

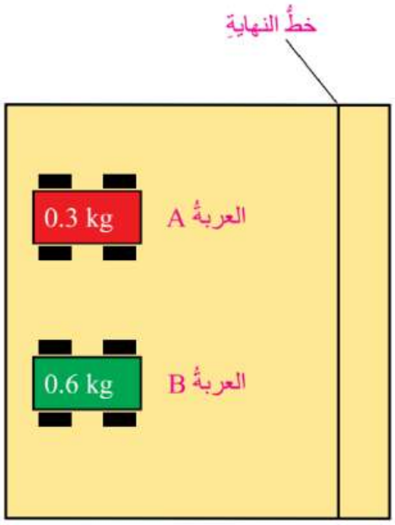
d. إطلاق مكوك فضائي من على سطح الأرض.

تؤثر محركات المكوك بقوة دفع في الغازات الناتجة من احتراق الوقود إلى أسفل (فعل) فتدفع الغازات المكوك بقوة مساوية في المقدار إلى أعلى (رد فعل).

سؤال 9 التفكير الناقد: إذا كانت قوتا الفعل ورد الفعل متساويتين فكيف يُفسر جر حصان لعربة؟

عند رسم مخطط الجسم الحر للحصان نلاحظ أن سطح الأرض يدفع الحصان إلى الأمام (قوة رد فعل لدفعه سطح الأرض إلى الخلف) وأن العربة تسحب الحصان بقوة إلى الخلف (قوة رد فعل لسحب الحصان لها) فتكون القوة المحصلة المؤثرة في الحصان مساوية للفرق بين هاتين القوتين، وهي المسؤولة عن تحريك الحصان والعربة.

سؤال 10 يمثل الشكل المجاور منظرًا علويًا لعربتين مختلفتين في الكتلة (A) و (B)، تستقران على سطح أفقي. دفعت العربتان من وضع السكون في اللحظة نفسها في اتجاه محور (+x) ووصلتا خط النهاية في للحظة نفسها أيضا:



a. أي العربتين أثرت فيها قوة محصلة أكبر ؟ فسر إجابتك..

العربة (B) لأن كتلتها أكبر، ولأن العربتين تحركتا بالتسارع نفسه لذا يجب أن تكون القوة المحصلة المؤثرة في (B) أكبر.

b. ما العلاقة بين تسارعي العربتين ؟

تسارعهما متساوٍ لأنهما تحركتا من السكون معًا ووصلتا خط النهاية معًا أي أن لهما نفس السرعة النهائية.

سؤال 11 يبين الجدول المجاور قيم القوة المحصلة والتسارع في اتجاه المحور (x) لكتل مختلفة. اعتماداً على القانون الثاني لنيوتن، أكمل الجدول :

الفقرةُ	$\sum F$ (N)	m (kg)	a (m/s²)
A		500	2.5 +
B	300	600	
C	2500		+2
D	-600	800	

الفقرةُ	$\sum F$ (N)	m (kg)	a (m/s²)
A	1250	500	2.5 +
B	300	600	0.5
C	2500	1250	+2
D	-600	800	-3/4

سؤال 12 تتحرك سيارة كتلتها (1000 kg) على طريق أفقي مستقيم بسرعة متجهة ثابتة مقدارها ($24\ m/s$) في اتجاه المحور ($+x$) ، شاهد سائقها ممر مشارة أمامه ، فضغط على المكابح مًسببًا تباطؤ السيارة حتى توقفت خلال ($4\ s$) جد :

a. تسارع السيارة.

$$v_f = v_i + at \rightarrow 0 = 24 + a \times 4 \rightarrow a = -6\ m/s^2 = 6\ m/s^2, -x$$

b. القوة المحصلة التي أثرت في السيارة.

$$\sum F = ma \rightarrow \sum F = 1000 \times -6 \rightarrow \sum F = -6000\ \text{N} = 6000\ \text{N}, -x$$

سؤال 13 قوة محصلة مقدارها (4 N) أثرت في الكتلة (m_1) فأكسبتها تسارعًا مقداره ($8\ m/s^2$) وأثرت في الكتلة (m_2) فأكسبتها تسارعًا مقداره ($16\ m/s^2$). ما التسارع الذي تكتسبه هاتان الكتلتان عند ربطهما معًا وتأثير القوة السابقة نفسه فيهما؟

$$\sum F = m_1 a \rightarrow 4 = m_1 \times 8 \rightarrow m_1 = 0.5\ \text{kg}$$

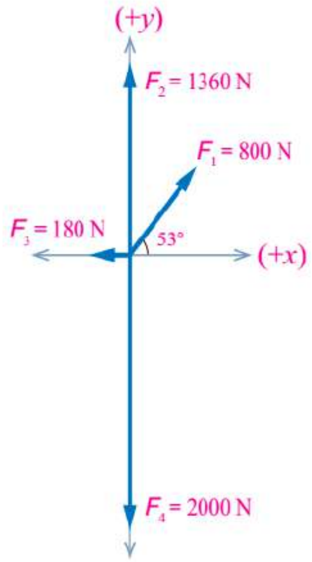
$$\sum F = m_2 a \rightarrow 4 = m_2 \times 16 \rightarrow m_2 = 0.25\ \text{kg}$$

$$\sum F = (m_1 + m_2)a \rightarrow 4 = (0.5 + 0.25) \times a \rightarrow 4 = (0.75) \times a$$

$$a = 5.333\ m/s^2$$

سؤال 14 أثرت قوى عدة مستوية متلاقية في قارب كتلته ($200\ kg$) في أثناء سحبه بسفينة. وكان مخطط الجسم الحر لهذه القوى كما في الشكل المجاور، جد:

a. القوة المحصلة المؤثرة في القارب.



$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + F_{4x}$$
$$\sum F_x = 800 \times \cos 53^o + 0 + -180 + 0$$
$$\sum F_x = 480 - 180 = 300\ \text{N}\ , +x$$
$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + F_{4y}$$
$$\sum F_y = 800 \times \sin 53^o + 1360 + 0 + -2000$$
$$\sum F_y = 640 + 1360 - 2000 = 0$$
$$\sum F = \sum F_x = 300\ \text{N}\ , +x$$

b. التسارع الأفقي والتسارع الرأسي للقارب.

$$\sum F_y = m a_y \rightarrow 0 = 200 \times a_y \rightarrow a_y = 0$$
$$\sum F_x = m a_x \rightarrow 300 = 200 \times a_x \rightarrow a_x = 1.5\ m/s^2, +x$$