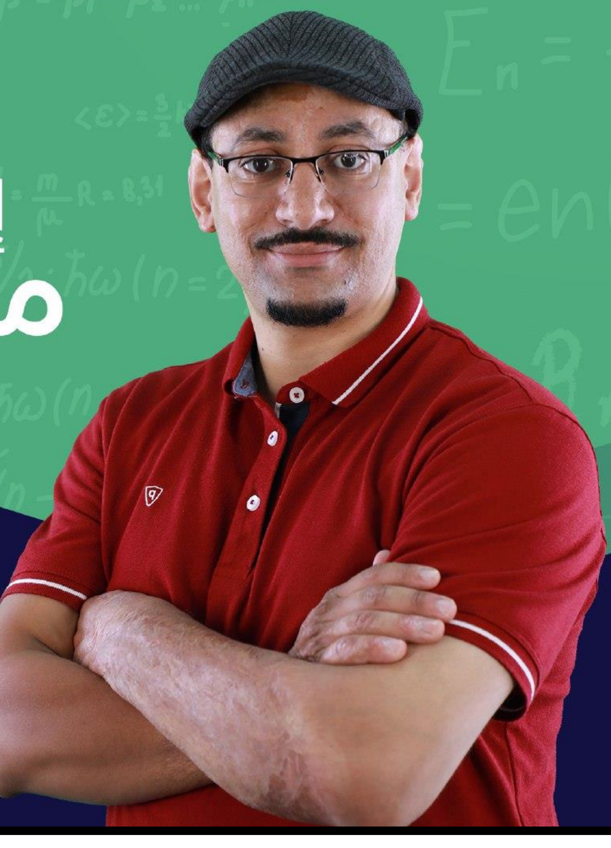
أساس
منصة أساس التعليمية

# الأول في الفيزياء

## الصف العاشر

إعداد الأستاذ :
**مهند القرم**



أ.مهند القرم

بسم الله الرحمن الرحيم


للحصول على شرح الدوسية من خلال بطاقة أساس

التواصل مع منصة أساس 062229990

# الكميات القياسية والكميات المتجهة

**الكميات الفيزيائية**
- **أساسية**: الزمن، درجة الحرارة، الكتلة، الطول
- **مشتقة**: القوة، السرعة، الحجم، الطاقة، الضغط

**يتم التعبير عن الكمية بـ عدد ووحدة مناسبين**

كتلة الحقيبة 6 kg | سرعة الطائرة 200 m/s

هلْ كانَ وصْفُ كلٍّ منَ الكميتيْنِ كافيًا؟


ما الكمياتُ الفيزيائيةُ التي ظهرَتْ في النشرةِ الجويةِ؟

هلِ اختلفَ وصفُ كلٍّ منْها عنْ غيرِهِ؟

يُلاحَظُ وجودُ كمياتٍ فيزيائيةٍ يُمكِنُ وصفُها وصفًا كاملًا بتحديدِ مقدارِها فقطْ، وأُخرى يَلزمُ تحديدُ مقدارِها واتجاهِها معًا.

## الكمياتُ القياسيةُ

هيَ الكمياتُ التي تُحدَّدُ فقطْ بالمقدارِ، ولا يوجدُ لها اتجاهٌ.

**أمثلة:**

الحجمُ، والطاقةُ، والضغطُ

## الكمياتُ المُتَّجِهةُ

هيَ الكميَّاتُ التي تُحدَّدُ بالمقدارِ والاتجاهِ معًا

**أمثلة:**

الإزاحةُ، والتسارعُ، والقُوَّةُ

### مثال 1

أصنِّفُ الكمياتِ الفيزيائيةَ في الجدولِ (1) الآتي إلى كمياتٍ مُتَّجِهةٍ، وأُخرى قياسيةٍ:

| الجدولُ (1) | |
|---|---|
| **الكميةُ الفيزيائيةُ** | **كميةٌ مُتَّجِهةٌ/ كميةٌ قياسيةٌ** |
| الكتلة (4 kg) | |
| التسارع ( $20 m/s^2$، غربًا) | |
| الشغل (200 J) | |
| القوة (120 N، شمالًا) | |

لتمييزِ الكميةِ المُتَّجِهةِ منَ الكميةِ القياسيةِ

1 وَضْعُ سَهْمٍ فوقَ رمزِ الكميةِ المُتَّجِهةِ، مثلِ: $\vec{F}$

مقدار المتجه ← $|\vec{F}|$ أوْ F

2 كتابةُ رمزِ الكميةِ المُتَّجِهةِ بالخطِّ العريضِ (Bold)، مثل **F**

مقدار المتجه ← بالخطَ العادي مثل F

✔ **أتحقَّقُ:** أُقارِنُ بينَ الكمياتِ المُتَّجِهةِ والكمياتِ القياسيةِ.

## مثال 2

**أجب بنعم أو لا مدعمًا إجابتك بمثال لكل مما يأتي:**

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

- نعم؛ فدرجة الحرارة قد تكون سالبة وهي كمية قياسية؛ وهنا الإشارة السالبة لا تعني اتجاهًا.

- هل يمكن أن يكون للكمية المتجهة والكمية القياسية الوحدة نفسها؟

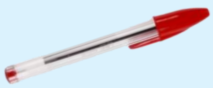
- نعم؛ فالمسافة (طول المسار الفعلي بين نقطتي البداية والنهاية) كمية قياسية، لكن الإزاحة (الخط المستقيم من نقطة البداية باتجاه نقطة النهاية) كمية متجهة ووحدة قياس كل من تلك الكميتين نفسها وهي المتر في النظام الدولي.

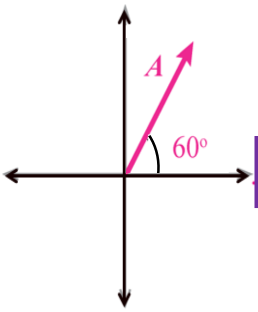
- هل يمكن أن تتساوى كميتان متجهتان في المقدار وتختلفان في الاتجاه؟

- نعم؛ فالكميات المتجهة يمكن أن تتساوى في المقدار وتختلف في الاتجاه فمثلاً نقول تؤثر في الجسم قوتان متساويتان في المقدار إحداهما باتجاه الشرق والأخرى باتجاه الشمال. ويمكن كذلك أن تكون الكميات المتجهة مختلفة في المقدار ومتماثلة في الاتجاه.

### تمرينٌ

في أثناءِ جلوسِك في الغرفةِ الصفيةِ سقطَ قلمٌ باتجاه سطح الأرض. حدد كميتين قياسيتين وكميتين متجهتين تتعلق بهذه الحادثة.






## تمثيلُ المتجهات بيانيًّا

**نلجأ لتمثيل المتجهات عند المقارنة بينها أو إيجاد المحصّلة لها بجمعها أو طرحها**

**سؤال: كيف يمكن تمثيل المتجه بيانياً ؟**

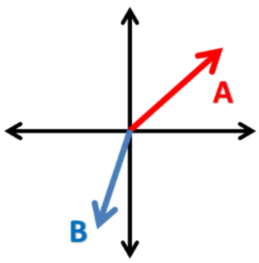
نختارُ مستوًى إحداثيًّا مثلَ ($x$-$y$)، ونقطةَ إسنادٍ مثلَ نقطةِ الأصل (0،0)

نرسمُ سهمًا بحيثُ يقعُ ذيلُهُ (نقطةُ بدايتِهِ) عندَ نقطةِ الأصل

- طولُ السهمِ يمثلِ قيمةَ المتجه ويُحدَّدُ باستخدامِ مقياسِ رسمٍ مناسبٍ.
- اتجاهُ السهمِ يُحدَّدُ نسبةً إلى اتجاهٍ مرجعيٍّ

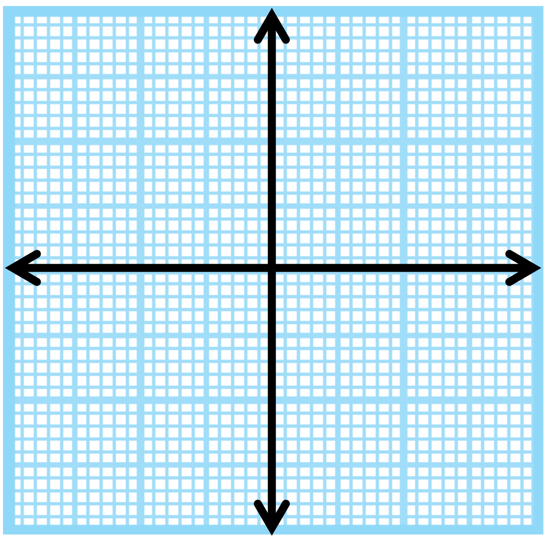
إمّا جغرافيًّا (شمالٌ، جنوبٌ، شرقٌ، غربٌ)

وإمّا باستخدام الزاويةِ θ التي يَصنعُها المُتَّجِهُ معَ محورٍ مرجعيٍّ



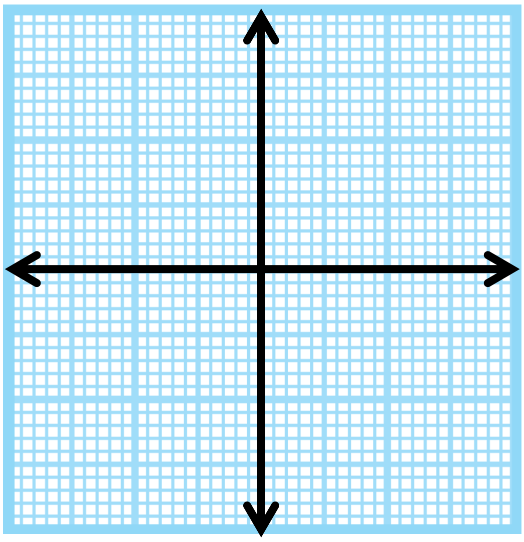

### مثال 3

يتحرك جسم بسرعة مقدارها v = 3 m/s باتجاه محور الصادات الموجب (نحو الشمال). أمثّل متجه السرعة بيانياً



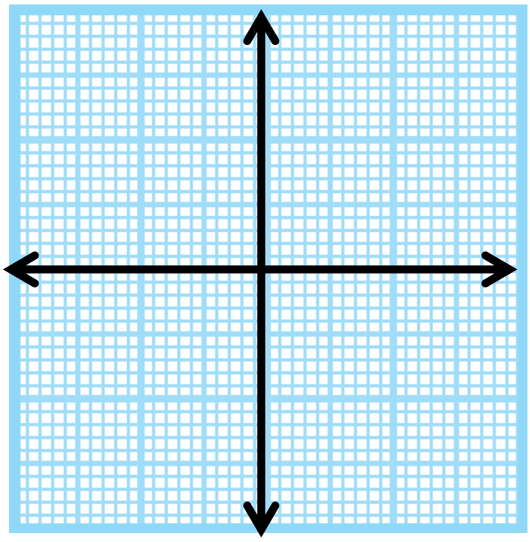
## مثال 4

تُؤثِّرُ قُوَّةٌ $F$ مقدارُها $60\ N$ في جسمٍ باتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها $45^{\circ}$ شمالَ الغربِ. أُمثِّلُ مُتَّجِهَ القُوَّةِ $F$ بيانيًّا.

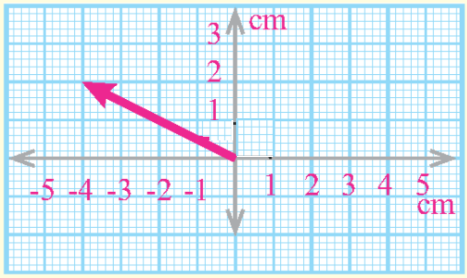


## تمرين

تسيرُ سيارةٌ بسرعةٍ $v$ مقدارُها $80\ km/h$، في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها $37^{\circ}$ جنوبَ الشرقِ. أُمثِّلُ مُتَّجِهَ السرعةِ بيانيًّا.



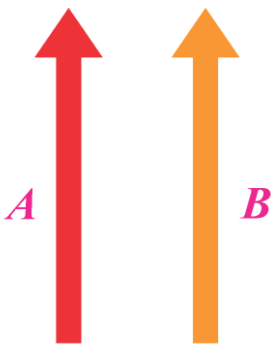
**أفكر** استخدمَ أحمدُ مقياسَ الرسمِ (1 cm: 20 m) لرسمِ مُتَّجِهٍ يُمثِّلُ بُعْدَ المسجدِ عنْ منزلِهِ كما في الشكلِ (5).أُحدِّدُ بُعْدَ المسجدِ عنْ منزلِ أحمدَ، مُبيِّنًا الاتجاهَ.




الشكلُ(5): مُتَّجِهٌ يُمثِّلُ بُعْدَ المسجدِ عنْ منزلِ أحمدَ.

## خصائصُ المُتَّجِهات

تمتازُ المُتَّجِهاتُ بخصائصَ عِدَّةٍ تُميِّزُها منِ الكمياتِ القياسيةِ، وهذِهِ بعضُها:




- **تساوي المُتَّجِهيْنِ**

يتساوى المُتَّجِهانِ عندما يكونُ لهُما المقدارُ والاتجاهُ نفساهُما من النوع نفسه

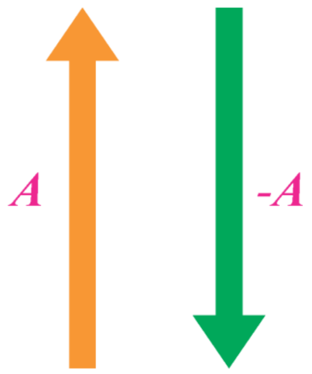
اعتمادًا على هذِهِ الخصيصةِ

يُمكِنُ نقلُ المُتَّجِهِ منْ مكانٍ ما إلى آخرَ بشرطِ المحافظةِ على ثباتِ كل منْ مقدارِهِ واتجاهِهِ.

## سالبُ (معكوسُ) المُتَّجِهِ

هوَ مُتَّجِهٌ لهُ مقدارُ المُتَّجِهِ الأصليِّ نفسِهِ، ولكنَّهُ يعاكسُهُ في الاتجاهِ

أيْ إنَّ الزاويةَ بينَ المُتَّجِهِ وسالبِ المُتَّجِهِ تساوي $180^{o}$




## ضربُ المُتَّجِهِ في كميةٍ قياسيةٍ

يُمكِنُ ضربُ مُتَّجِهٍ ما مثلُ $C$ في كميةٍ قياسيةٍ مثل $n$ للحصولِ على مُتَّجِهٍ جديدٍ $(nC)$ مقدارُهُ $nC$، حيثُ $n$ عددٌ حقيقيٌّ. أمّا اتجاهُهُ فيعتمدُ على إشارةِ $n$

منَ الأمثلةِ الفيزيائيةِ على ضربِ المُتَّجِهِ في كميةٍ قياسيةٍ القانونُ الثاني لنيوتنْ الذي سندرسُهُ لاحقًا، إذ إنَّ مُتَّجِهَ محصلةِ القوى $\sum \boldsymbol{F}$ هوَ حاصلُ ضربِ الكتلةِ $m$ في مُتَّجِهِ التسارعِ $\boldsymbol{a}$ بحسبِ العلاقةِ الآتيةِ:

$$\sum \boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a}$$

**أفكر** لماذا يكونُ اتجاهُ التسارعِ $\boldsymbol{a}$ دائمًا بنفسِ اتجاهِ محصلةِ القوى $\sum \boldsymbol{F}$ ؟

**أتحقَّقُ:** ما المقصودُ بكلٍّ ممّا يأتي:

- تساوي المُتَّجِهيْنِ؟
- ضربُ المُتَّجِهِ في عددٍ سالبٍ؟

## مثال 5

تتحرَّكُ عربةٌ بسرعةٍ مُتَّجهةٍ $v$ مقدارُها 40 m/s في اتجاهِ الشرقِ. أُمثِّلُ بيانيًّا:

a. مُتَّجِهَ السرعةِ $v$

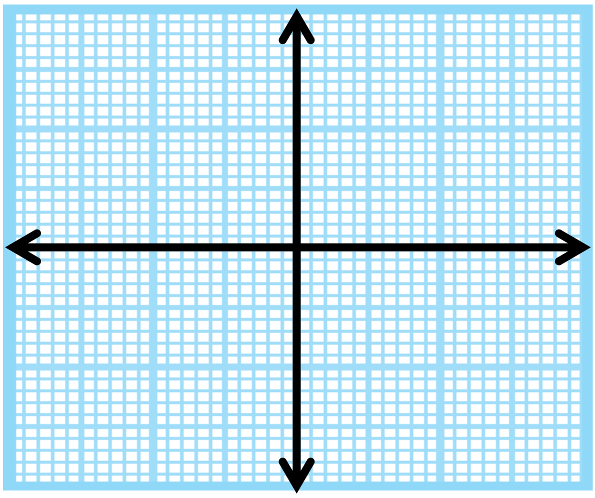
b. المُتَّجِهَ $2v$

c. المُتَّجِهَ $-0.5v$

d. سالبَ المُتَّجِهِ $v$

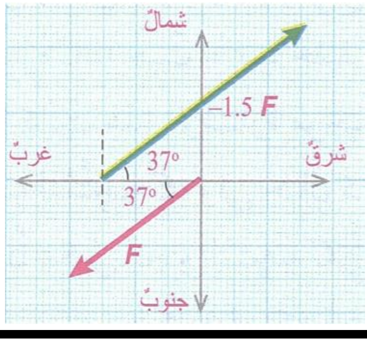
## مثال 6

تؤثر قوة **F** مقدارها 250 N في جسم باتجاه يصنع زاوية مقدارها 37 جنوب الغرب، أمثل بيانياً :



أ. متجه القوة **F**

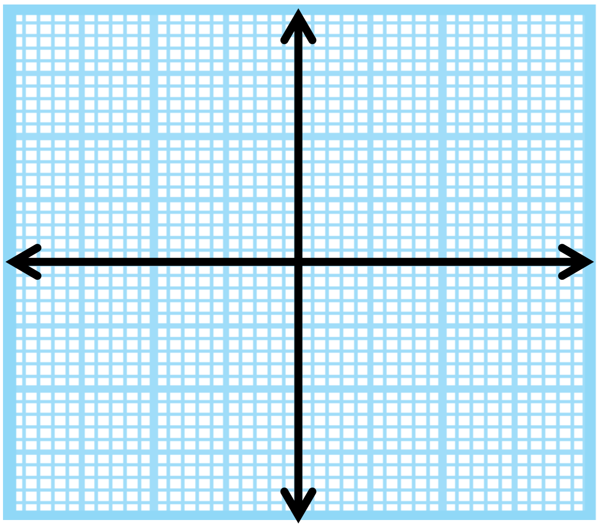
ب- المتجه (-1.5 **F**)



**تمرينٌ**

تسيرُ سيارةٌ بتسارعٍ ثابتٍ $a = 3\ m/s^2$ في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها $30^o$ شرقَ الشمالِ. أُمثِّلُ بيانيًّا:

a. سالبَ المُتَّجِهِ $\boldsymbol{a}$.    b. ضربَ المُتَّجِهِ $\boldsymbol{a}$ في الرقمِ (2).

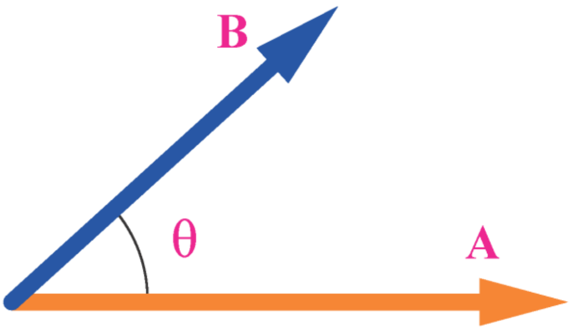


## ضربُ المُتَّجِهاتِ

يوجدُ نوعانِ منْ ضربِ المُتَّجِهيْنِ بعضِهِما في بعضٍ، هما: الضربُ القياسيُّ، والضربُ المُتَّجِهيُّ.

### a. الضربُ القياسيُّ (النقطيُّ)

$$\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = AB\cos\theta$$

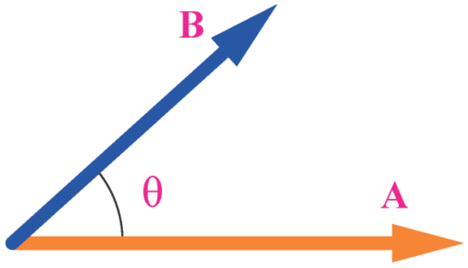



$A$: مقدارُ المُتَّجِهِ $\boldsymbol{A}$.

$B$: مقدارُ المُتَّجِهِ $\boldsymbol{B}$

$\theta$: الزاويةُ الصغرى بينَ المُتَّجِهيْنِ: $\boldsymbol{A}$ و$\boldsymbol{B}$؛ أيْ $(0^o \le \theta \le 180^o)$ حينَ ينطلقُ المُتَّجِهانِ منَ النقطةِ نفسِها

أمّا الناتجُ منْ عمليةِ الضربِ القياسيِّ فيكونُ كميةً قياسيةً لها مقدارٌ فقطْ، وهوَ مقدارٌ يتغيَّرُ بتغيُّرِ مقدارِ الزاويةِ $\theta$ بينَ المُتَّجِهيْنِ.




اقارن بين ناتج كل من $B$ . $A$ و $A$ . $B$ .

منَ التطبيقاتِ الفيزيائيةِ على الضربِ القياسيِّ الشغلُ $W$، وهوَ حاصلُ الضربِ القياسيِّ لمُتَّجِهِ القُوَّةِ $\boldsymbol{F}$ في مُتَّجِهِ الإزاحةِ $\boldsymbol{d}$:

$$(W = \boldsymbol{F}.\boldsymbol{d} = Fd\cos\theta)$$

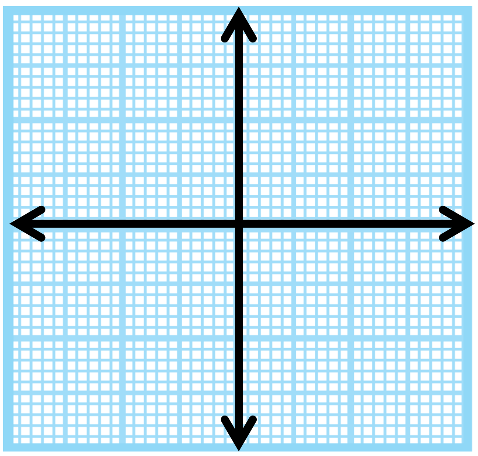
## مثال 7

أثَّرَتْ قُوَّةٌ $\boldsymbol{F}$ مقدارُها 120 N في جسمٍ، فحرَّكَتْهُ إزاحة $d$ مقدارُها 5 m في اتجاهِ الشرقِ. فإذا علمْتُ أنَّ الشغلَ $W$ الذي تُنجِزُهُ القُوَّةُ $\boldsymbol{F}$ يُعطى بالعلاقةِ: $W = \boldsymbol{F} . \boldsymbol{d}$، وأنَّ الزاويةَ بينَ اتجاهِ $\boldsymbol{F}$ واتجاهِ $d$ ($53^o$)، فأُجيبُ عمّا يأتي:

a. مثّل المتجهات $\boldsymbol{F}$ و $d$ بيانيًا.

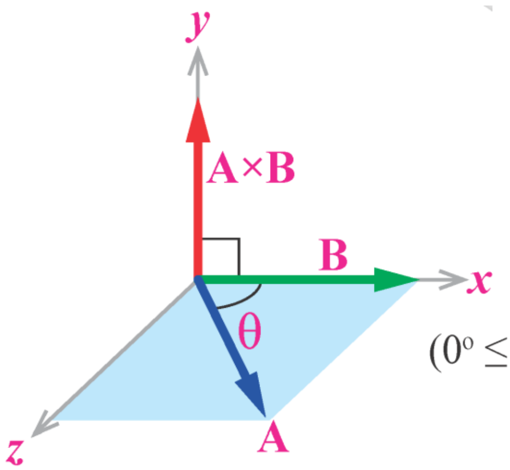
b. هلْ يُعَدُّ الشغلُ $W$ كميةً مُتَّجِهةً؟ أُوضّحُ ذلكَ.

c. أَجِدُ مقدارَ الشغلِ الذي أنجزَتْهُ القُوَّةُ.



### b. الضربُ المُتَّجِهيُّ (التقاطعيُّ)

$$|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}| = A\,B \sin\theta$$




$|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}|$: قيمةُ ناتجِ الضربِ المُتَّجِهيِّ للمُتَّجِهيْنِ: $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$ .

$A$: مقدارُ المُتَّجِهِ $\boldsymbol{A}$.

$B$: مقدارُ المُتَّجِهِ $\boldsymbol{B}$

$\theta$: الزاويةُ الصغرى بينَ المُتَّجِهيْنِ : $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$ ؛ أيْ $(0^{\circ} \le \theta \le 180^{\circ})$ حينَ ينطلقُ المُتَّجِهانِ منَ النقطةِ نفسِها.

ناتج الضربُ المُتَّجِهيُّ لمُتَّجِهيْنِ، مثلِ: $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$ ، بينَهما زاويةٌ $\theta$ $(\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B})$ يكونُ كميةً مُتَّجِهةً لها مقدارٌ واتجاهٌ

يكونُ الاتجاهُ دائمًا متعامدًا مع كلٍّ منِ اتجاهِ المُتَّجِهيْنِ : $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$

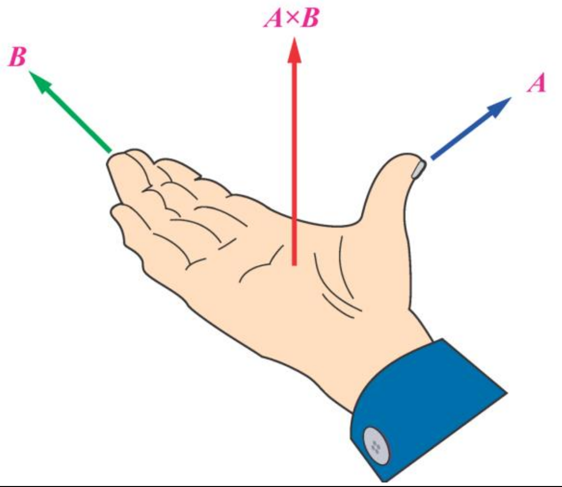
لتحديدِ اتجاهِ حاصلِ الضربِ المُتَّجِهيِّ $(\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B})$، تُستخدَمُ قاعدةُ كفِّ اليدِ اليمنى

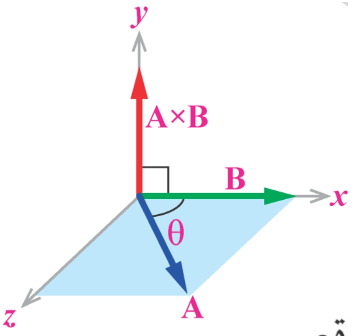
إذْ يشيرُ اتجاهُ الإبهامِ إلى اتجاهِ المُتَّجِهِ الأولِ $\boldsymbol{A}$

وتشيرُ الأصابعُ إلى اتجاهِ المُتَّجِهِ الثاني $\boldsymbol{B}$

فيكونُ اتجاهُ المُتَّجِهِ الناتجُ منْ حاصلِ ضربِهما المُتَّجِهيِّ $(\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B})$ عموديًّا على الكفِّ، وخارجًا منْها.

**أفكر** إذا أشارَتِ الأصابعُ إلى المُتَّجِهِ $\boldsymbol{A}$، وأشارَ الإبهامُ إلى المُتَّجِهِ $\boldsymbol{B}$، فهلْ تتغيَّرُ نتيجةُ الضربِ المُتَّجِهيِّ؟ أُوضِّحُ ذلكَ.






منَ التطبيقاتِ الفيزيائيةِ على الضربِ المُتَّجِهيِّ القوة المغناطيسية $\boldsymbol{F}$ المؤثرة على شحنة كهربائية $q$ متحركة بسرعة $\boldsymbol{v}$ في مجال مغناطيسي $\boldsymbol{B}$ و تعطى بالعلاقة $\boldsymbol{F} = q\,(\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B})$

وكذلك عزم القوة $\boldsymbol{\tau}$ $\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F}$ حيث $\boldsymbol{F}$ القوة المؤثرة و $\boldsymbol{r}$ متجه الموقع.

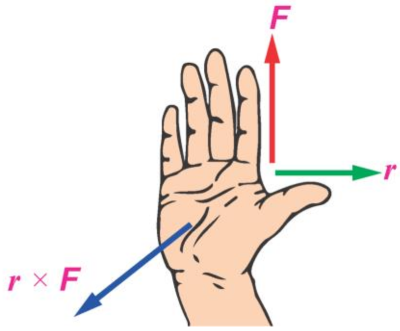
**أتحقَّقُ:** ما الفرقُ بينَ الضربِ المُتَّجِهيِّ والضربِ القياسيِّ؟

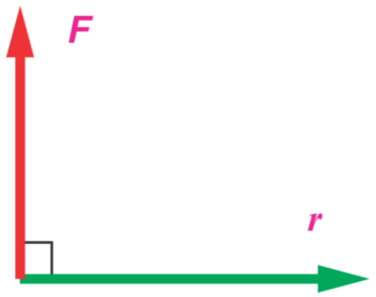
## مثال 8

**في الشكلِ (14)، إذا كانَ $F = 250\ \text{N}$، و $r = 0.4\ \text{m}$، فأُجيبُ عمّا يأتي:**

**a. أَجِدُ مقدارَ عزمِ القوة $(\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F})$ واتجاهَهُ.**

**b. إذا تغيَّرَتِ الزاويةُ بينَ $\boldsymbol{r}$ و $\boldsymbol{F}$ لتصبحَ $45^{\circ}$، فما مقدارُ $\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F}$، واتجاهُهُ؟**



## تمرينٌ

مُتَّجِهانِ: $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$، مقدارُ كلٍّ منْهُما $20\ u$ (الرمزُ u يعني وحدةً unit).

أَجِدُ مقدارَ الزاويةِ بينَ المُتَّجِهيْنِ في الحالتيْنِ الآتيتيْنِ:

a. $\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = 320\ u$

b. $|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}| = 200\ u$

## مراجعةُ الدّرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أذكرُ اختلافًا واحدًا وتشابهًا واحدًا بينَ:

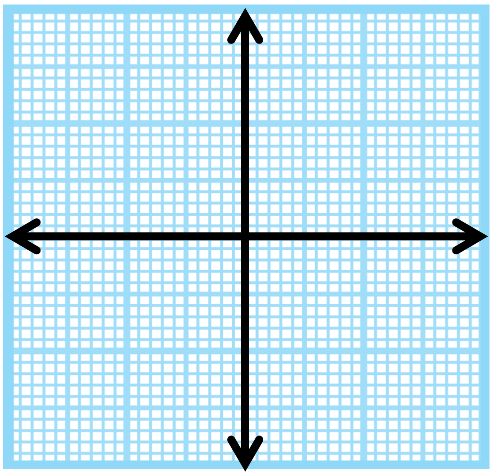
a. الكميةِ المُتَّجِهةِ والكميةِ القياسيةِ.
b. المُتَّجِهِ وسالبِ المُتَّجِهِ.
c. الضربِ القياسيِّ والضربِ المُتَّجِهيِّ.

2. **أُصنِّفُ** الكمياتِ الآتيةَ إلى مُتَّجِهةٍ، وقياسيةٍ:

- زمنُ الحصةِ الصفيةِ
- قُوَّةُ الجاذبيةِ الأرضيةِ
- درجةُ حرارةِ المريضِ
- المقاومةُ الكهربائيةُ
- كتلةُ حقيبتِكَ المدرسيةِ

3. **أُمَثِّلُ بيانيًّا** الكميتيْنِ المُتَّجِهتيْنِ الآتيتيْنِ:

a. قُوَّةٌ مغناطيسيةٌ مقدارُها $0.25\ N$ في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها $37^o$ معَ محورِ $x$-.



b. تسارعٌ ثابتٌ مقدارُهُ $4\ m/s^2$ في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها $30^o$ شمالَ الغربِ.

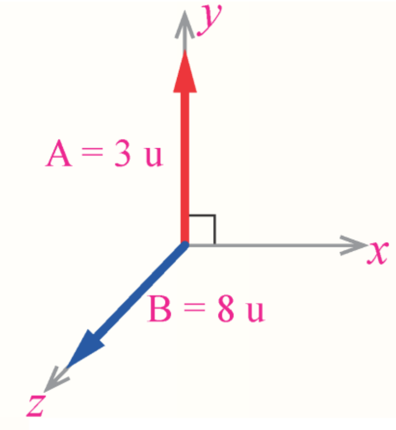
4. ما مقدارُ الزاويةِ بينَ الكميتيْنِ المُتَّجِهتيْنِ $\boldsymbol{F}$ و $\boldsymbol{L}$ في الحالاتِ الآتيةِ:　باعتبار $F \neq 0 , L \neq 0$.

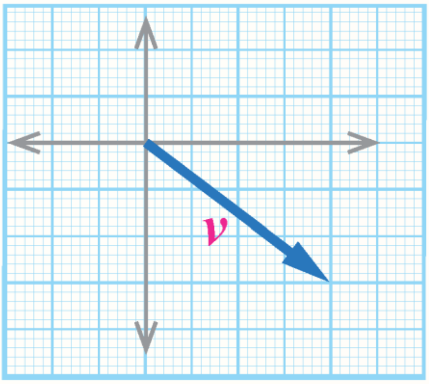
a. $\boldsymbol{F} \times \boldsymbol{L} = 0$؟　　b. $\boldsymbol{F} . \boldsymbol{L} = 0$؟

5. **أحسُبُ**: اعتمادًا على العلاقةِ الآتيةِ للتدفُّقِ المغناطيسيِّ $\Phi$:　$\Phi = \boldsymbol{B} . \boldsymbol{A}$

أحسُبُ مقدارَ التدفُّقِ المغناطيسيِّ $\Phi$ عندما تكونُ $A = 2 \times 10^{-6}\ m^2$ ، $B = 0.1$ Tesla، ومقدارُ الزاويةِ بينَ المُتَّجِهيْنِ $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$ $(45^o)$.

6. **أحسُبُ**: اعتمادًا على البياناتِ في الشكلِ المجاورِ، أحسُبُ مقدارَ حاصلِ الضربِ المُتَّجِهيِّ $(\boldsymbol{B} \times \boldsymbol{A})$، مُحدِّدًا الاتجاهَ (الرمزُ u يعني وحدةً unit).





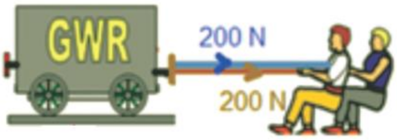

7. أحسُبُ: سيـارةٌ تسيرُ بسرعـةٍ ثابتـةٍ $v$، وفي اتجاهٍ مُحدَّدٍ. مُثِّلَتْ سرعةُ السيارةِ بيانيًّا برسمِ سهمٍ طولُهُ 5 cm باستخدامِ مقياسِ الرسمِ (1 cm: 10 m/s) على النحوِ المُبيَّنِ في الشكلِ المجاورِ. أحسُبُ مقدارَ سرعةِ السيارةِ، مُحدِّدًا اتجاهَها بالنسبةِ لمحورِ السيناتِ الموجبِ.

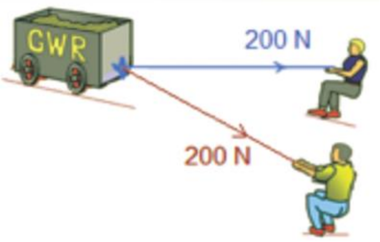
8. أحسُـبُ مقـدارَ الزاويـةِ بيـنَ المُتَّجِهيْـنِ: $\boldsymbol{F}$ و $\boldsymbol{r}$، التـي يتسـاوى عندَهـا مقـدارُ الضـربِ القياسـيِّ ومقـدارُ الضـربِ المُتَّجِهـيِّ للمُتَّجِهيْـنِ: $|\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F}| = \boldsymbol{r} \cdot \boldsymbol{F}$.

# جمع المتجهات وطرحها

| جمع الكمياتِ القياسيةِ وطرحِها | جمع الكمياتِ المُتَّجِهةِ وطرحِها |
|---|---|
| بشرطِ أنْ تكونَ منَ النوعِ نفسِهِ | مراعاةُ الاتجاهِ والمقدارِ عندَ جمعِها أوْ طرحِها |
| أنْ يكونَ لها الوحداتُ نفسُها | مُتَّجِهَ المحصلةِ $R$ |

**مثال** (الزمنُ، درجة الحرارة)




**أتحقَّقُ:** ما المقصودُ بمُتَّجِهِ المحصلةِ؟

## مثال 9

مزلاج كتلته $m_1=70\ kg$ وضع فوقه صندوق حجمه $1\ m^3$ وكتلته $m_2=80\ kg$، سحب 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.

a. أحدّد الكميات القياسية التي يمكن جمعها معًا؟ وأجدُ ناتج الجمع ؟

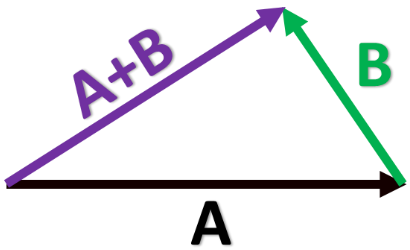
b. أحدّد الكميات المتجهة التي يمكن جمعها معًا؟ وأعبرُ عن ناتج الجمع (المحصلة) بالرموز؟

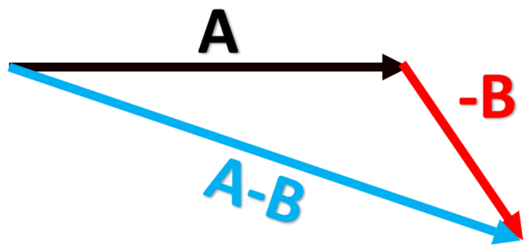
## طرحُ المُتَّجِهاتِ

طرحَ المُتَّجِهِ

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

طرحَ المُتَّجِهِ . جمعَ سالب ذلك المتجه



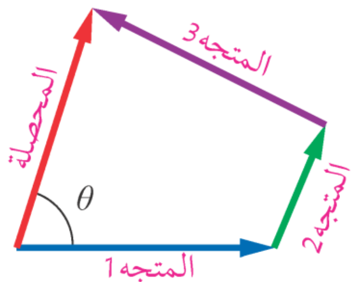




أتحقَّقُ: ما المقصودُ بطرحِ المُتَّجِهِ؟

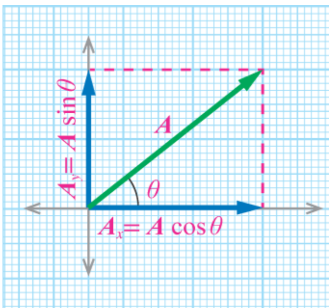
## محصلةُ مُتَّجهاتٍ عِدَّةٍ

لإيجادِ محصلةِ مُتَّجِهيْنِ أوْ أكثرَ؛ سواءٌ أكانَتْ في بُعْدٍ واحدٍ مثلِ محورِ $x$ أوْ محورِ $y$، أمْ في بُعْدينِ مثلِ مستوى $(x\text{-}y)$ فإنَّنا نستخدمُ إحدى الطريقتيْنِ الآتيتيْنِ:

### a. الطريقةُ البيانيةُ

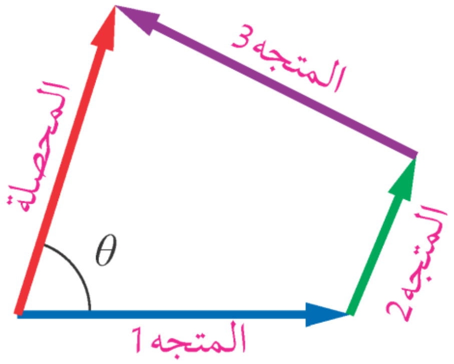



### b. الطريقةُ التحليليةُ



## a. الطريقةُ البيانيةُ

### طريقةُ المُضلَّع (الذيلُ على الرأسِ)

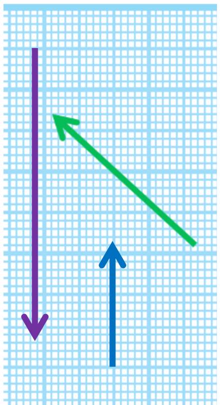


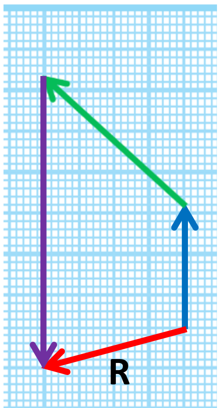

1. اختيارُ مقياسِ رسم مناسبٍ، ورسمُ أسهمٍ تُمثِّلُ المُتَّجهاتِ
2. رسمُ المُتَّجِهِ الأولِ، ثمَّ رسمُ المُتَّجِهِ الثاني، بحيثُ يقعُ ذيلُهُ عندَ رأسِ المُتَّجِهِ الأولِ، معَ المحافظةِ على طولِ السهمِ واتجاهِهِ عندَ نقلِهِ.
3. رسمُ سهمٍ منْ ذيلِ المُتَّجِهِ الأولِ إلى رأسِ المُتَّجِهِ الأخيرِ؛ ليُمثِّلَ طولُهُ مقدارَ المحصلةِ، معَ مراعاةِ مقياسِ الرسمِ، ويُمثِّلَ اتجاهُهُ (منَ الذيلِ إلى الرأسِ) اتجاهَ المحصلةِ (قياسُ الزاويةِ بينَ اتجاهِ المحصلةِ ومحورِ $+x$، بعكسِ عقاربِ الساعةِ).

أتحقَّقُ: أُوضِّحُ المقصودَ بطريقةِ المُضلَّعِ لإيجادِ محصلةِ مُتَّجهاتٍ عِدَّةٍ بيانيًّا.

## المثالُ 10

تُؤثِّرُ ثلاثُ قوى في جسمٍ: القُوَّةُ الأولى $F_1$ مقدارُها 30 N، والقُوَّةُ الثانيةُ $F_2$ مقدارُها 50 N، والقُوَّةُ الثالثةُ $F_3$ مقدارُها 70 N واتجاهُ كلٍّ منها مبيَّنٌ في الشكلِ (18/أ) . أَجِدُ مقدارَ محصلةِ القوى المؤثِّرةِ في الجسمِ واتجاهَها بيانيًّا.





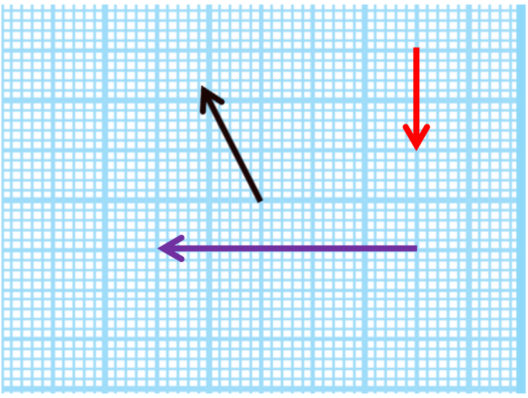

R= 41 N, -x مع محور 14°

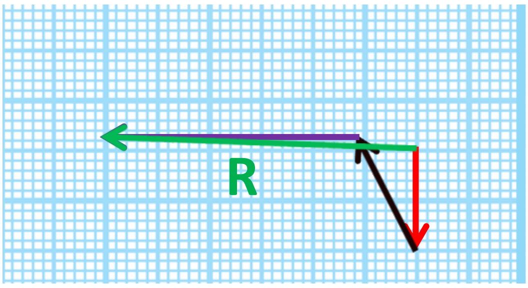
## تمرينٌ

شحنةٌ كهربائيةٌ تُؤثِّرُ فيها ثلاثُ قوى كهربائيةٍ على النحوِ الآتي:

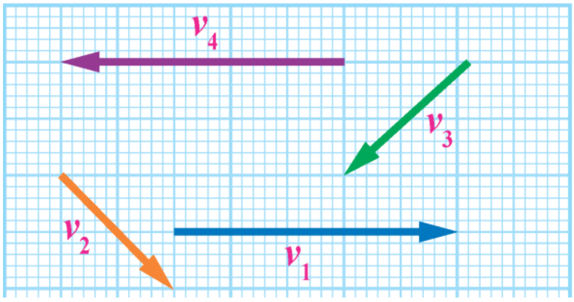
200 N في اتجاهِ الجنوبِ، 300 N في اتجاهِ يَصنعُ زاويةً مقدارُها $53^{\circ}$ شمالَ الغربِ، 500 N في اتجاهِ الغربِ.

أَجِدُ مقدارَ محصلةِ القوى الكهربائيةِ المُؤثِّرةِ في الشحنةِ واتجاهَها بيانيًّا.






**R= 640 N, –x مع محور 7 o**



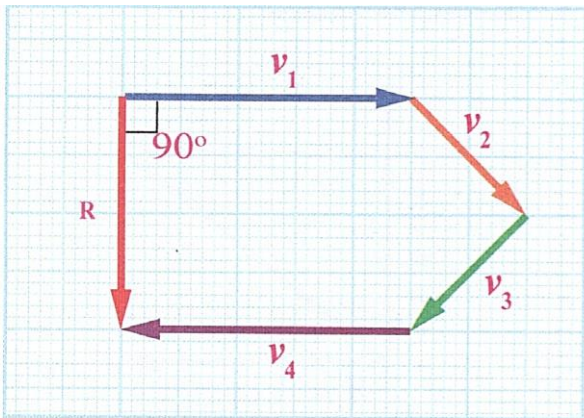

## مثال 11

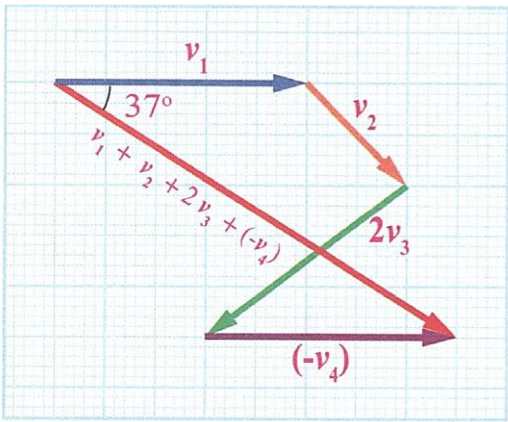
**مُثِّلَتْ أربعةُ مُتَّجِهاتٍ للسرعةِ $(v_1, v_2, v_3, v_4)$ بالرسمِ كما في الشكلِ (19)، وذلكَ باستخدامِ مقياسِ الرسمِ (1 cm:5 m/s).**

**أَجِدُ:**

a. مقدارَ مُتَّجِهِ محصلةِ السرعةِ، واتجاهَهُ.

b. $v_1 + v_2 + 2v_3 - v_4$.



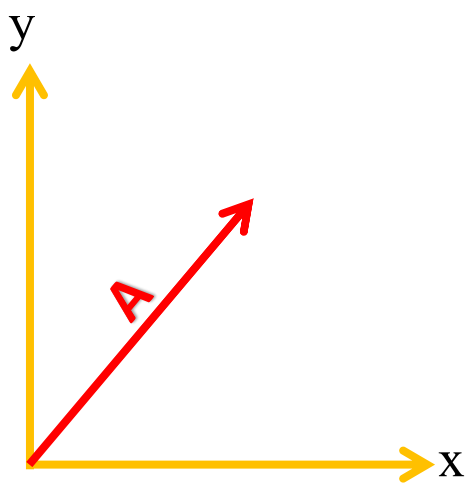
## b. الطريقةُ التحليليةُ

تحليلُ المُتَّجِهاتِ إلى مُركَّباتِها

### مُركَّباتُ المُتَّجِهاتِ


تحليل المُتَّجِهِ

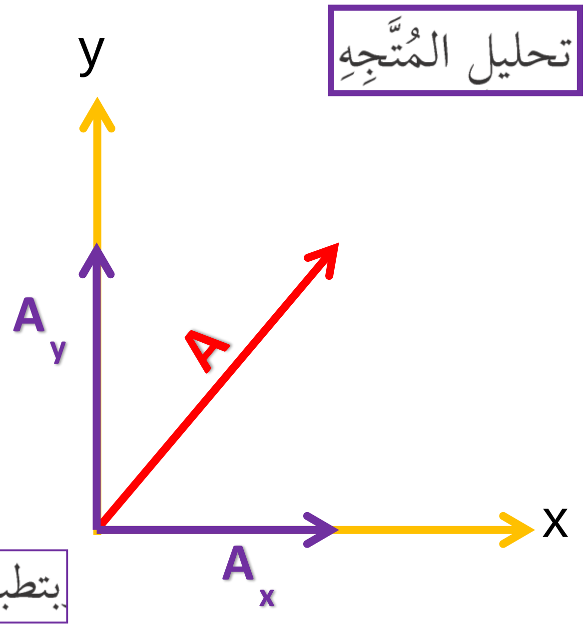
الاستعاضةِ عنْهُ بمُتَّجِهيْنِ متعامديْنِ (على محورَيْ $x$ و $y$ مثلًا) يُسمّيانِ مُركَّبتَيِ المُتَّجِهِ، وتكونُ محصلتُهُما المُتَّجِهَ نفسَهُ، ويتحدانِ معَهُ في نقطةِ البدايةِ.



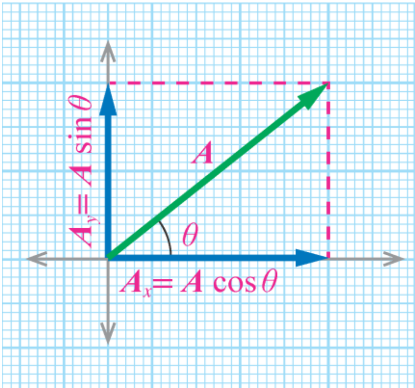

- المُرَكَّبةُ الأفقيةُ $A_x$: تُمثِّل مسقطَ المُتَّجِهِ $A$ على محورِ $+x$.
- المُرَكَّبةُ العموديةُ $A_y$: تُمثِّل مسقطَ المُتَّجِهِ $A$ على محورِ $+y$.

$$A_x + A_y = A$$

## تحليل المُتَّجِهِ

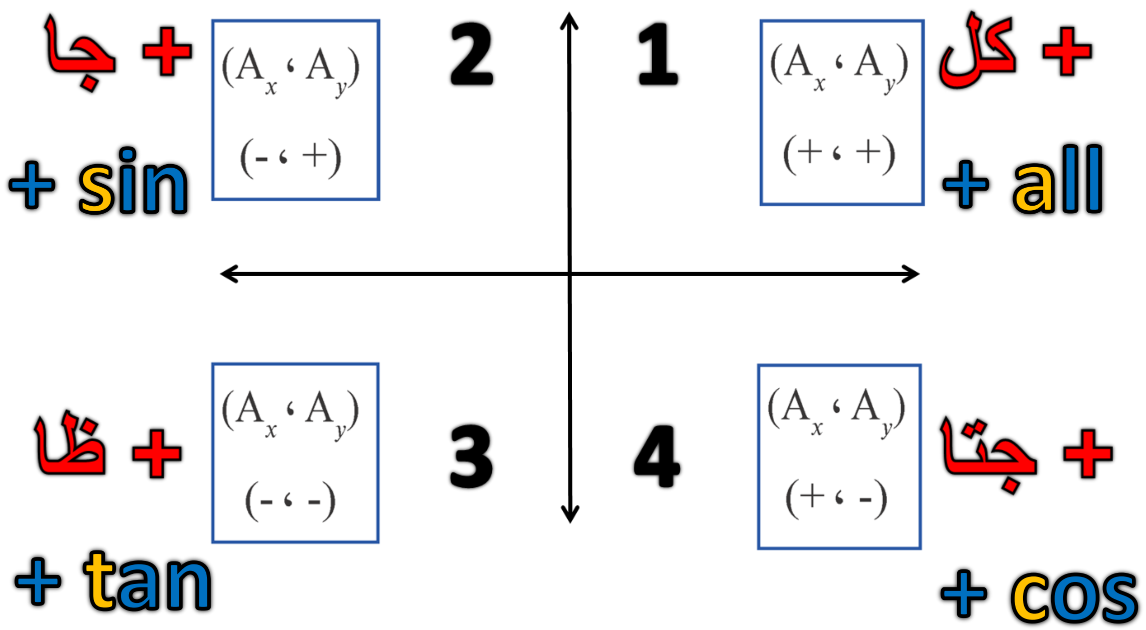



بتطبيقِ النسبِ المثلثيةِ




اثبت ان: $A_x^2 + A_y^2 = A^2$

تتغيَّرُ إشاراتُ المُركَّباتِ الأفقيةِ والعموديةِ بحسبِ الربعِ الذي يقعُ فيهِ المُتَّجِهُ

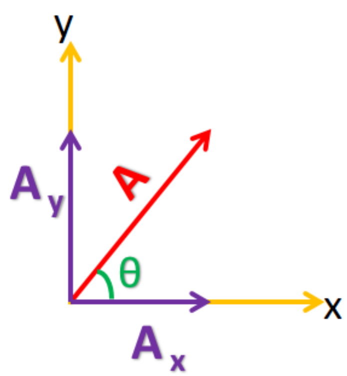



يمكن أن نحفظها بالعربي : كما يقول أهل مصر ☺ ( كل حاكم ظالم جتو نيلة )

أو باللغة الإنجليزية : add suger to coffee

تحليل المُتَّجِهِ

القوانين




$$A_x = A\cos\theta$$

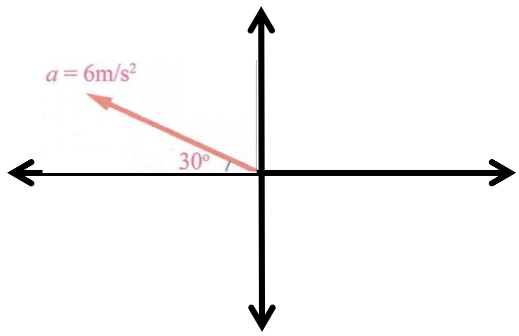
$$A_y = A\sin\theta$$

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

$$\tan\theta = \frac{A_y}{A_x} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$$

أتحقَّقُ: لماذا يُعدُّ إيجادُ محصلةِ متجهاتٍ عدةٍ بالطريقةِ التحليليةِ أكثرَ دقةً منْ إيجادِها بالطريقةِ البيانيةِ؟

## مثال 12

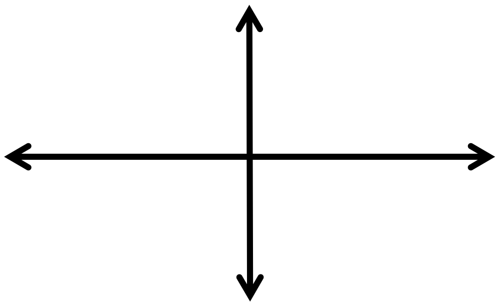



تتحرَّكُ مركبةٌ بتسارُعٍ ثابتٍ مقدارُهُ $a = 6\ \text{m/s}^2$، واتجاهُه كما هوَ مبيَّنٌ في الشكلِ (24). أَجِدُ مقدارَ المُركَّبتيْنِ الأفقيةِ والعموديةِ للتسارعِ، ثمَّ أُحدِّدُ اتجاهَ كلٍّ منْهُما.

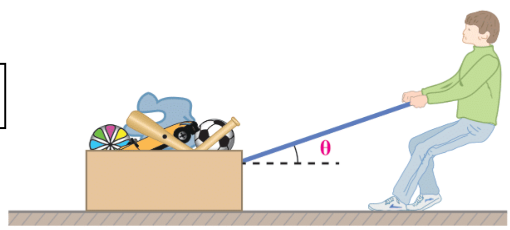
**أفكر** ما علاقة صورة لاعب كرة السلة في بداية الوحدة بتحليل المتجهات.

## المثالُ 13

**يسحبُ عامرٌ صندوقَ ألعابِهِ بقُوَّةٍ مقدارُها $100\ \text{N}$ في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً $\theta$ مقدارُها $30^\circ$ معَ محورِ $+x$ كما في الشكلِ (26). أَجِدُ مقدارَ كلٍّ منَ المُركَّبتيْنِ الأفقيةِ والعموديةِ للقُوَّةِ، مُحدِّدًا اتجاهَهُما.**

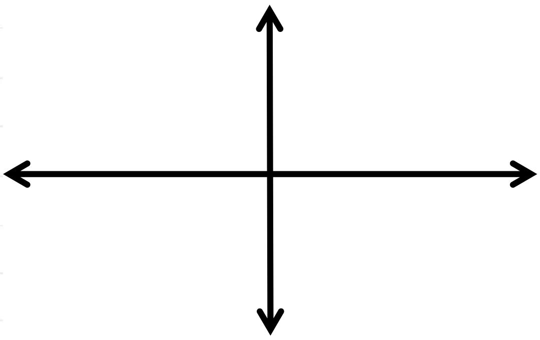


ماذا يحدثُ للمُركَّبتيْنِ الأفقيةِ والعموديةِ للقُوَّةِ إذا قلَّتِ الزاويةُ θ عنْ $30^\circ$؟



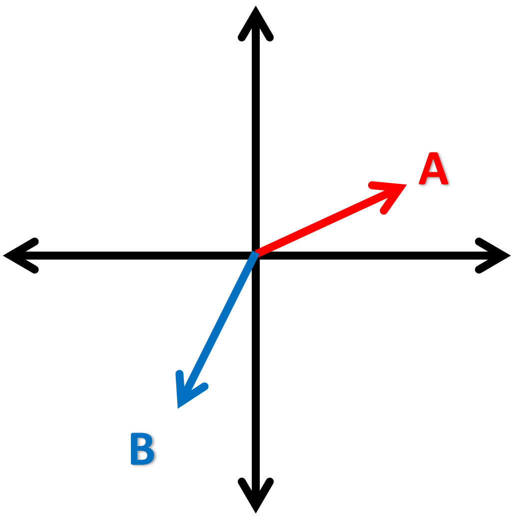
تمرينٌ

أُطلِقَتْ قذيفةٌ بسرعةِ $v$ ، وكانَتِ المُركَّبةُ الأفقيةُ للسرعةِ ($-20$ m/s) والمُركَّبةُ العموديةُ لها $40$ m/s. أَجِدُ مقدارَ السرعةِ $v$، واتجاهَها.



## محصلةُ المُتَّجهاتِ بالطريقةِ التحليليةِ

لإيجادِ المقدارِ والاتجاهِ لمحصلةِ مُتَّجِهيْنِ أوْ أكثرَ بالطريقةِ التحليليةِ، أتَّبعُ الخطواتِ الآتيةَ:




- أرسمُ المُتَّجِهاتِ، بحيثُ يبدأُ كلُّ مُتَّجِهٍ بنقطةِ الأصلِ (0،0).
- أُحلِّلُ كلَّ مُتَّجِهٍ إلى مُركَّبتيهِ، مراعيًا أنْ تلتقيَ نقطةُ البدايةِ (الذيلُ) لجميعِ المُتَّجِهاتِ عندَ نقطةِ الأصلِ (0،0).
- أَجِدُ مجموعَ المُركَّباتِ على محورِ $x$ ($R_x$) ومجموعَ المُركَّباتِ على محورِ $y$ ($R_y$).
- أَجِدُ مقدارَ المحصلةِ $R$ باستخدامِ العلاقةِ الآتيةِ:

$$R = \sqrt{R_x^{\,2} + R_y^{\,2}}$$

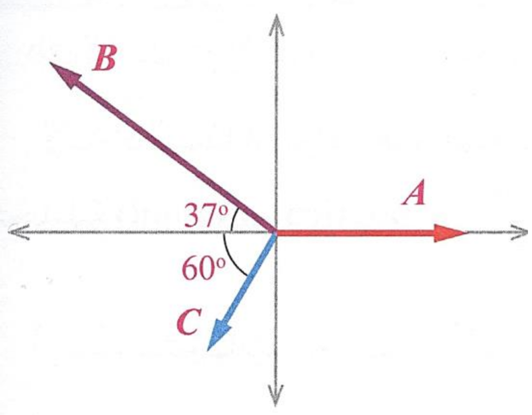
- أُحدِّدُ اتجاهَ المحصلةِ $R$ .

**أتحقَّقُ:** أحدد اتجاه المحصلة عندما تتساوى محصلة المركبات على محور $+x$ مع محصلة المركبات على محور $+y$.

**أفكر** إذا كانَتْ محصلةُ المُركَّباتِ على محورِ $y$ $(R_y)$ لمجموعةٍ منَ المُتَّجِهاتِ صفرًا، فهلْ يعني ذلكَ بالضرورةِ أنَّ جميعَ تلكَ المُتَّجِهاتِ تقعُ فقطْ على محورِ $x$؟ أُفسِّرُ إجابتي..

## المثالُ 14

ثلاثةُ مُتَّجِهاتٍ $(A, B, C)$ قيمُها: $(3\,u\,, 5\,u\,, 2\,u)$ على الترتيبِ كما في الشكلِ (28). أَجِدُ مقدارَ المحصلةِ واتجاهَها بالطريقةِ التحليليةِ.

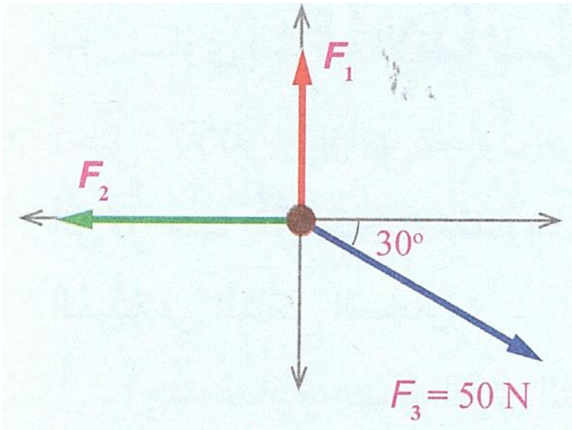


## تمارين

- أَجِدُ مقدارَ المحصلةِ واتجاهَها في المثالِ السابقِ بيانيًّا، ثمَّ أُقارِنُ النتائجَ. ماذا أستنتجُ؟

| | |
|---|---|
| $A_x = 3\ u$ | $A_y = 0\ u$ |
| $B_x = -4\ u$ | $B_y = 3u$ |
| $C_x = -1\ u$ | $C_y = -1.74\ u$ |

ربما توصلت بعد دراستك لوحدة المتجهات إلى الهدف من توجيه الطيار للطائرة بزاوية معينة لليسار بعكس اتجاه الرياح في الصورة الموضوعة بداية الوحدة تحت عنوان "أتأمل الصورة"، وهو أن يكون اتجاه محصلة (سرعة الرياح وسرعة الطائرة أثناء هبوطها) باتجاه المدرج حفاظًا على سلامة المسافرين وطاقم الطائرة وتجنبًا لأية أضرار في جسم الطائرة. ولو أن الطيار هبط بالطائرة باتجاه المدرج لانحرفت الطائرة نحو اليمين وخرجت عن المسار المقرر لها على المدرج.




## تمارين

- تؤثر ثلاث قوى في نقطة مادية كما في الشكل (32)، فإذا علمت أن محصلة تلك القوى تساوي صفرًا. أَجِدُ مقدار كل من القوتين الأولى والثانية؟

## مراجعةُ الدّرسِ

١. أُقارِنُ بينَ كلٍّ ممّا يأتي:

a. جمعُ المُتَّجِهاتِ وتحليلُها.

b. جمعُ المُتَّجِهاتِ ومحصلتُها.

c. جمعُ المُتَّجِهاتِ وطرحُها.

**جمع المتجهات (Vectors Addition):** جمع متجهي للكميات المتجهة يراعى فيه المقدار والاتجاه وليس جمع جبري.

**تحليل المتجهات (Vectors Analysis):** استبدال متجه بمتجهين متعامدين (على محوري $x$-$y$ مثلًا) يسميان مركبتي المتجه ومحصلتهما المتجه نفسه، ويتحدان معه في نقطة البداية.

**متجه المحصلة (Resultant Vector):** المتجه الناتج عن الجمع المتجهي لعدة متجهات.

طرحَ المُتَّجِهِ يُكافِئُ جمعَ سالب ذلك المتجه

d. الطريقةُ التحليليةُ والطريقةُ البيانيةُ في جمعِ المُتَّجِهاتِ.

**الطريقة التحليلية (Analytical Method):** طريقة رياضية لايجاد محصلة متجهين أو أكثر من خلال تحليل المتجهات إلى مركباتها.

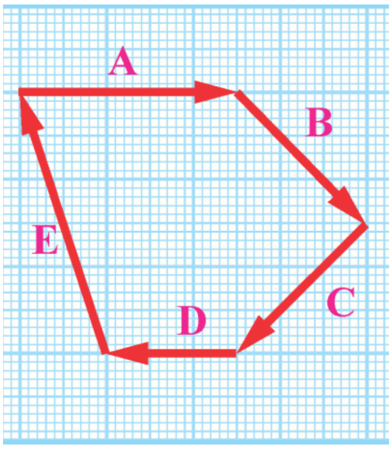
**الطريقة البيانية (Graphical Method):** طريقة لايجاد محصلة متجهين أو أكثر بالرسم، وتتلخص بتمثيل المتجهات المراد جمعها بأسهم ثم تركيب تلك الأسهم إما بطريقة متوازي الأضلاع أو بطريقة المضلع (الذيل على الرأس).

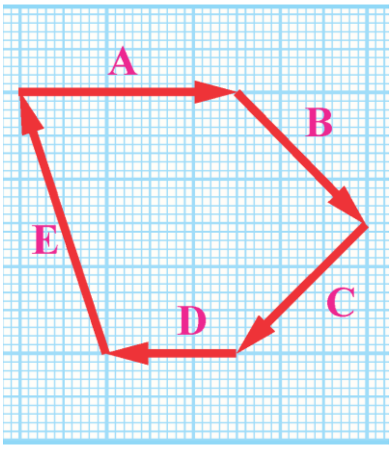
## مراجعةُ الدّرسِ

2. أُحلِّلُ: أُكمِلُ الفراغَ بما هوَ مناسبٌ في الجدولِ الآتي الذي يُمثِّلُ تحليلَ المُتَّجِهاتِ إلى مُركَّباتِها:

| المُتَّجِهُ | المُركَّبةُ الأفقيةُ | المُركَّبةُ العموديةُ |
|---|---|---|
| ( $d$ = 8 m , 53°) | --------- | --------- |
| ($F$ = ---- ,-----) | 6 N | - 8 N |
| ($v = \sqrt{200}$ m/s , ----) | 10 m/s | --------- |

## مراجعةُ الدّرسِ




3. أُحلِّلُ: اعتمادًا على الشكلِ المجاورِ:

a. ما محصلةُ المُتَّجِهاتِ المُبيَّنةِ في الرسمِ؟

b. أَجِدُ بيانيًّا محصلةَ المُتَّجِهيْنِ: $B$ و $A$.

**R= 8.54, +x مع محور 20 °**

c. أُثبِتُ بالرسمِ أنَّ: $A + B + C = -D + (-E)$.

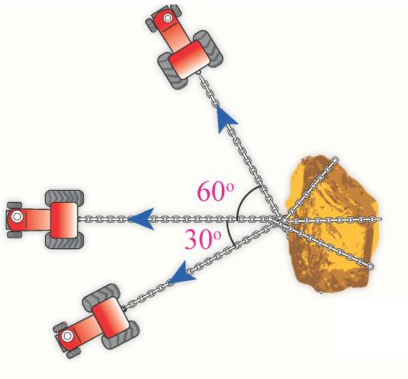
4. أُقارِنُ: قُوَّتانِ متساويتانِ في المقدارِ، ما أكبرُ قيمةٍ لمحصلتِهِما؟ ما أقلُّ قيمةٍ لمحصلتِهِما؟

5. أحسُبُ: ما مقدارُ الزاويةِ التي تُطلَقُ بها كرةُ القدمِ بسرعةٍ مُتَّجِهةٍ $v$، بحيثُ:

a. تساوي المُركَّبةُ العامودية للسرعةِ $v_y$ صفرًا؟

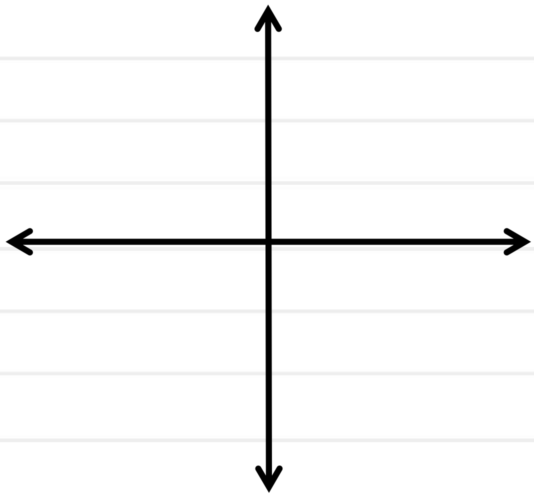
b. تساوي المُركَّبةُ الأفقيةُ للسرعةِ $v_x$ متجه السرعة $v$؟

6. أُحلِّلُ: ثلاثةُ جرّاراتٍ تحاولُ سحبَ صخرةٍ كبيرةٍ. إذا أثَّرَ كلٌّ منْها بقُوَّةِ سحبٍ مقدارُها 4000 N في الاتجاهاتِ المُبيَّنةِ في الشكلِ:




a. أَجِدُ مقدارَ محصلةِ القوى التي تُؤثِّرُ بها الجرّاراتُ في الصخرةِ.

b. في أيِّ اتجاهٍ ستتحرَّكُ الصخرةُ؟



# أسئلة الوحدة – المتجهات

**1. أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممّا يأتي:**

1. الكميةُ المُتَّجِهةُ منَ الكمياتِ الفيزيائيةِ الآتيةِ هيَ:

أ . عددُ المسافرينَ في الطائرةِ.

ب . المدَّةُ الزمنيةُ لإقلاعِ الطائرةِ.

جـ . تسارعُ الطائرةِ في أثناءِ إقلاعِها.

د . حجمُ وقودِ الطائرةِ.

2. عندَ جمعِ القوتينِ المتعامدتينِ: 30 N وَ 20 N جمعًا مُتَّجِهًا، فإنَّ قيمةَ القوةِ المحصلةِ، هيَ:

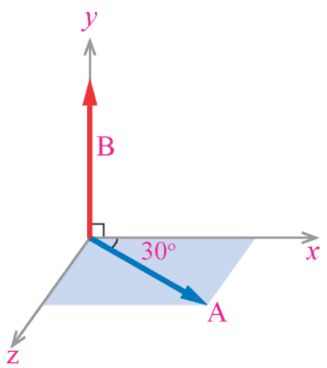
أ . 10 N

ب . 20 N

جـ . 50 N

د . 36 N

3. ناتجُ الضربِ المُتَّجِهيِّ $|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}|$ في الشكلِ المجاورِ، هوَ:




أ . $AB \sin 90^\circ$

ب . $AB \sin 30^\circ$

جـ . $AB \cos 30^\circ$

د . $AB \cos 90^\circ$

4. العلاقةُ بينَ مُتَّجِهَي التسارُعِ $\boldsymbol{a}_2$، $\boldsymbol{a}_1$ بناءً على العلاقةِ $(\boldsymbol{a}_1 - \boldsymbol{a}_2 = 0)$ هيَ:

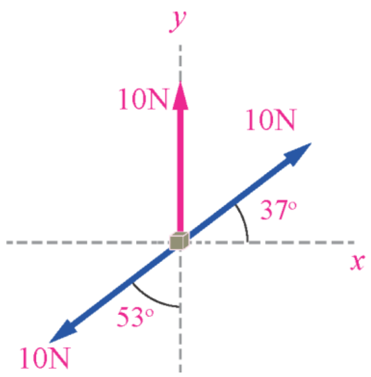
أ . المُتَّجِهانِ $\boldsymbol{a}_2$ ، $\boldsymbol{a}_1$ متساويانِ في المقدارِ، ومتعاكسانِ في الاتجاهِ.

ب . المُتَّجِهانِ $\boldsymbol{a}_2$ ، $\boldsymbol{a}_1$ متساويانِ في المقدارِ، وفي الاتجاهِ نفسِه.

جـ . المُتَّجِهانِ $\boldsymbol{a}_2$ ، $\boldsymbol{a}_1$ مختلفانِ في المقدارِ، وفي الاتجاهِ نفسِه.

د . المُتَّجِهانِ $\boldsymbol{a}_2$ ، $\boldsymbol{a}_1$ مختلفانِ في المقدارِ، ومتعاكسانِ في الاتجاهِ.

5. المقدارُ والاتجاهُ لمحصلةِ القوى في الشكلِ المجاورِ هما:




أ . 30 N باتجاهِ محورِ $+y$

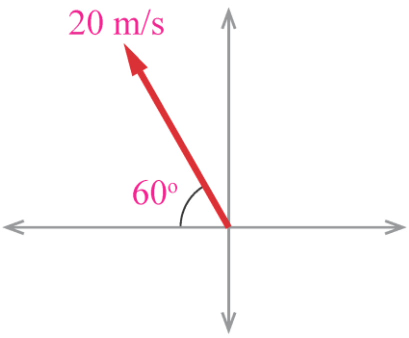
ب . 30 N باتجاهِ محورِ $-y$

جـ . 10 N باتجاهِ محورِ $+y$

د . 0 N

## أسئلة الوحدة – المتجهات

6. صوَّبَتْ سعادُ كرةَ السَّلَّةِ بسرعةٍ مقدارُها 20 m/s في الاتجاهِ المُبيَّنِ في الشكلِ المجاورِ. أيُّ الآتيةِ تُمثِّلُ المُركَّبةُ الأفقيةُ للسرعةِ:



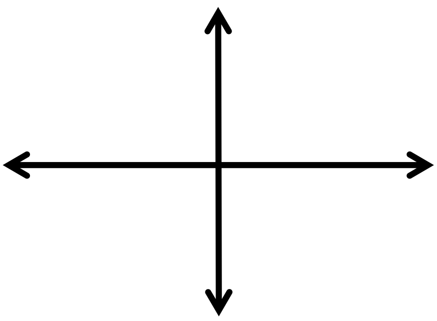

أ . $-20\cos 60°$؟

ب . $20\cos 60°$؟

جـ . $20\sin 30°$؟

د . $20\cos 30°$؟

2. **أحَلِّلُ:** ركلَ لاعبٌ كرةَ قدمٍ كتلتُها 0.4 kg لتنطلقَ بسرعةٍ 30 m/s في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها 37° مع سطحِ الأرضِ الأفقيِّ، وبتسارعٍ مقدارُهُ $10\ m/s^2$. وقد استغرقَتِ الكرةُ مدَّةً زمنيةً مقدارُها 6 s لتعودَ إلى مستوى سطحِ الأرضِ:



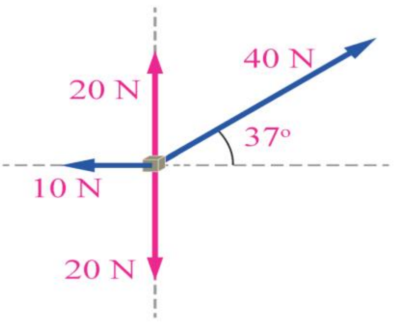
a. أُحدِّدُ الكمياتِ المُتَّجِهة والكمياتِ القياسية.

b. أُمثِّلُ الكمياتِ المُتَّجِهة بيانيًّا.

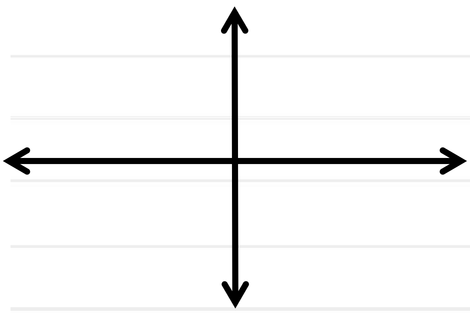
c. هلْ يُمكِنُ إيجادُ محصلةِ تلكَ الكمياتِ المُتَّجِهةِ؟ أُفسِّرُ إجابتي.

# أسئلة الوحدة – المتجهات

3. **أحلّلُ:** تُؤثِّرُ قوًى عِدّةٌ في جسمٍ، كما في الشكلِ المجاورِ.
أَجِدُ مقدارَ محصلةِ القوى المُؤثِّرةِ في الجسمِ بالطريقةِ التحليليةِ، وأحددُ اتجاهَها بالنسبةِ لمحورِ $+x$ .




4. **أحسُبُ:** مُتَّجِهانِ: الأولُ $F = 8\ \text{N}$ في اتجاهِ محورِ $(-y)$، والثاني $r = 5\ \text{m}$ في اتجاهِ محورِ $(+x)$. أَجِدُ:



$\boldsymbol{F} \cdot \boldsymbol{r}$ $|\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F}|$

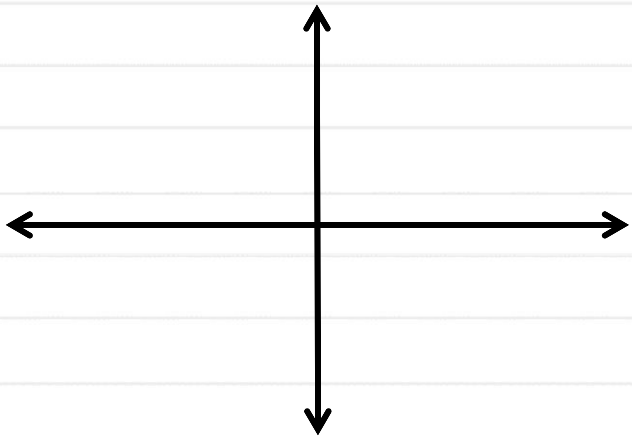
$3\ \boldsymbol{F}$

$|\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{r}|$

$-\ 0.5\ \boldsymbol{r}$

# أسئلة الوحدة – المتجهات

5. **حلُّ المشكلاتِ:** انطلقَتْ نورُ منْ منزلِها سيرًا على الأقدامِ، وقطعَتْ مسافةَ 400 m باتجاهِ الغربِ، ثمَّ اتجهَتْ شمالًا، وقطعَتْ مسافةَ 200 m لتصلَ منزلَ صديقتِها. إذا أرادَتْ نورُ العودةَ مباشرةً إلى منزلِها بخطٍّ مستقيمٍ، فكمْ مترًا يجبُ أنْ تسيرَ؟ في أيِّ اتجاهٍ يتعيَّنُ عليْها السيرُ حتّى تصلَ منزلَها؟

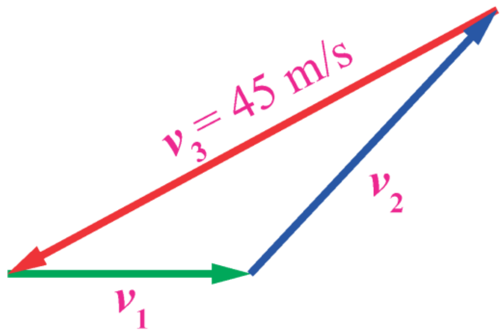


6. ثلاثةُ مُتَّجِهاتٍ للسرعةِ تُشكِّلُ مثلثًا مغلقًا كما في الشكلِ المجاورِ.

أَجِدُ:

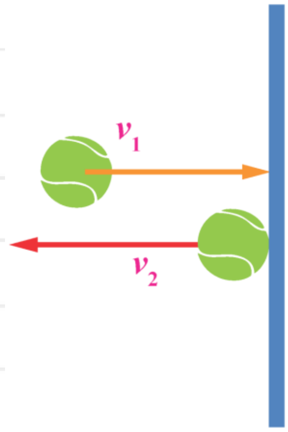
a. $v_1 + v_2$

b. محصلةَ المُتَّجِهاتِ الثلاثةِ.



## أسئلة الوحدة – المتجهات

7. **أحسُبُ:** صوبت سارة كرةَ تنسٍ أفقيًّا نحوَ حائطٍ عموديٍّ، فاصطدمَتْ بهِ بسرعةٍ أفقيةٍ $v_1$ مقدارُها 10 m/s باتجاهِ الشرق كما في الشكلِ المجاورِ، ثمَّ ارتدَّتْ عنْهُ أفقيًّا نحوَ الغرب بسرعةٍ $v_2$ مقدارُها 7 m/s. أَجِدُ التغيُّرَ في سرعةِ الكرةِ $(\Delta v)$.



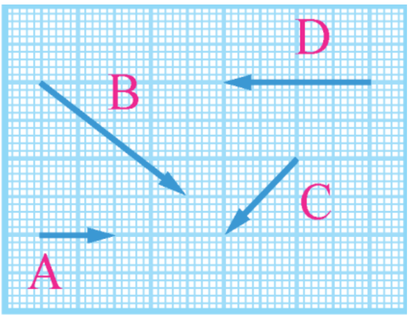

8. **أستنتجُ:** ما مقدارُ الزاويةِ بينَ المُتَّجِهيْنِ: $A$ و $B$ في الحالتيْنِ الآتيتيْنِ:

a. $|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}| = A\,B$؟

b. $\boldsymbol{A}.\boldsymbol{B} = A\,B$؟

## أسئلة الوحدة – المتجهات

9. أستخدمُ الطريقةَ البيانيةَ في حسابِ ناتجِ جمعِ المُتَّجِهاتِ وطرحِها كما هوَ مُبيَّنٌ في الجدولِ الآتي:

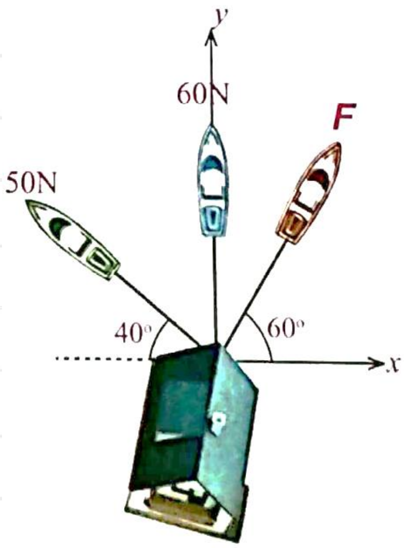



| ناتجُ جمع: $2A + B - C + 1.5\,D$ | المحصلةُ $R$ | المُتَّجِهاتُ: $A$، $B$، $C$، $D$ حيث يُمثِّلُ كلُّ مربعٍ في الرسمِ وحدةً واحدةً $(1u)$. |
|---|---|---|

10. **أُحلِّلُ:** ثلاثةُ قواربَ، كلٌّ منْها يُؤثِّرُ بقُوَّةٍ في منزلٍ عائمٍ في الماءِ لسحبِهِ كما في الشكلِ المجاورِ. فإذا تحرَّكَ المنزلُ باتجاهِ محور $(+y)$. أَجِدُ:

a. مقدارَ القُوَّةِ $F$.

b. مقدارَ محصلةِ القوى الثلاثِ واتجاهها.



# والله ولي التوفيق