مدارس الكلية العلمية الإسلامية

المادة: الفيزياء

الصف: العاشر

أوراق عمل

الوحدة الأولى: المتجهات

الدرس الأول: الكميات القياسية والكميات المتجهة

اسم الطالب :.....

الشعبة : .....

مدارس الكلية العلمية الإسلامية جبل عمان / الجبيهة	ورقة عمل رقم (1) المبحث: الفيزياء الصـــف: العاشر	
اسم الطالب :	الوحدة : المتجهات	الشعبة : ( )
اليوم/ التاريخ : / / 2025	الدرس الأول : الكميات القياسية والمتجهة	

أولاً: الكميات الفيزيائية

- **الكميات الفيزيائية تقسم إلى قسمين رئيسين ، هما:**

1) **الكميات القياسية**: هي كميات تحدد بالمقدار فقط ، ولا يوجد لها اتجاه.

2) **الكميات المتجهة** : هي كميات تحدد بالمقدار والاتجاه معًا.

المثالُ 1

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

الجدولُ (1)	تصنيفُ الكمياتِ الفيزيائيةِ
الكميةُ الفيزيائيةُ	كميةٌ مُتَّجِهةٌ/ كميةٌ قياسيةٌ
الكتلةُ (4 kg)	
التسارُعُ ($20\,m/s^2$، غربًا)	
الشغلُ (200 J)	
القُوَّةُ (120 N، شمالًا)	

السؤال الأول : ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة فيما يلي:

1) إحدى المجموعات الآتية تمثل كميات قياسية فقط:

أ) القوة ، التسارع ، الوزن
ب) المقاومة الكهربائية ، الشغل ، الإزاحة
ج) الزمن ، المسافة ، التسارع
د) درجة الحرارة ، الكتلة ، الطاقة

2) إحدى المجموعات الآتية تمثل كميات متجهة فقط:

أ) درجة الحرارة ، الزمن ، الوزن.
ب) الإزاحة ، الوزن ، التسارع.
ج) الكتلة ، المسافة ، السرعة.
د) الإزاحة ، الضغط ، الزمن.

السؤال الثاني: (تمرين /كتاب)

في أثناء جلوسي في غرفة الصفّ سقط قلم باتجاه سطح الأرض. أُحدِّدُ كميتيْنِ قياسيتيْنِ، وكميتيْنِ مُتَّجِهَتَيْنِ لها صلة بذلك.

.....

.....

السؤال الثالث: صنّف الكميات الفيزيائية الآتية إلى قياسية ومتجهة في الجدول الآتي مع تحديد رمز كل منها:

(الزمن ، درجة الحرارة ، الكتلة ، القوة ، التسارع ، السرعة ، الازاحة ، قوة الجاذبية الأرضية ، الحجم ، الشغل ، الشحنة الكهربائية ، الوزن ، المقاومة الكهربائية ، الحجم ، الطاقة ، المسافة ، الضغط)

الرقم	الكمية القياسية	رمزها	الكمية المتجهة	رمزها
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

- **لكي نميز الكمية المتجهة عن الكمية القياسية يمكننا كتابة أن نستخدم إحدى الطريقتين التاليتين :**

1. نضع سهم فوق رمز الكمية المتجهة مثل ($\vec{F}$) للتعبير عن متجه القوة (تستخدم هذه الطريقة على الدفتر وعلى اللوح)
2. كتابة رمز الكمية المتجهة بخط غامق مثل $\boldsymbol{F}$ للتعبير عن متجه القوة . (تستخدم هذه الطريقة في الكتاب)

- أما إذا أردنا التعبير عن مقدار المتجه فقط دون اتجاه فيمكن وضع الرمز بين إشارتي القيمة المطلقة أو كتابة الرمز بخط عادي دون سهم فمثلا نعبر عن مقدار القوة على النحو التالي: $|F|$ أو F

- السرعة قد تكون كمية قياسية أو متجهة، وسوف نتعامل هنا مع السرعة المتجهة أينما ورد لفظ السرعة.

المثالُ 2

أُجيبُ بـ (نعمْ) أوْ (لا)، مُعزِّزًا إجابتي بمثالٍ على كلٍّ ممّا يأتي:

- تشيرُ الإشارةُ السالبةُ أوِ الإشارةُ الموجبةُ إلى اتجاهِ الكميةِ المُتَّجِهةِ . هلْ يُمكِنُ أنْ تكونَ الكميةُ القياسيةُ سالبةً؟
- قدْ يكونُ للكميةِ المُتَّجِهةِ والكميةِ القياسيةِ الوحدةُ نفسُها.
- قدْ تتساوى كميتانِ مُتَّجِهتانِ في المقدارِ، وتختلفانِ في الاتجاهِ.

واجب بيتي على الدفتر:

سؤال: (1) فرع (أ) + سؤال: (2) صفحة (21) من الكتاب

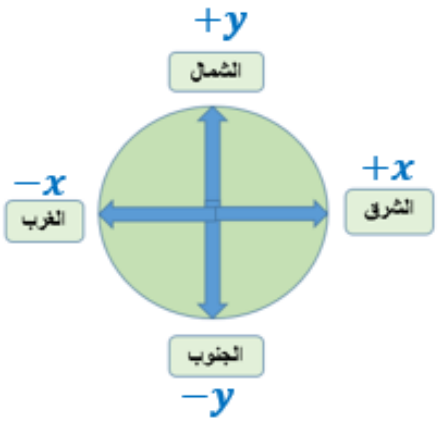
ثانياً: تمثيل المُتّجه بيانيًا ورياضيًا

- لتمثيل المتجه بيانيًّا، نختارُ مستوى إحداثيًا مثل $(x \ - \ y)$ ، ونقطة إسناد مثل نقطة الأصل (0,0)، ثمَّ نرسم سهما بحيثُ يقعُ ذيلُهُ (نقطة بدايتِهِ) عندَ نقطة الأصل، وذلك على النحو الآتي :

1) طول السهم يُمثلُ **مقدارَ المُتَّجِهِ**، ويُحدد باستخدام **مقياس رسم مناسب**.
2) اتجاه السهم يمثل **اتجاه المتجه** ، ويُحدد نسبةً إلى اتجاه مرجعي، وذلك بطريقتين :

أ. **جغرافيًا** باستخدام الجهات الأربع: (شمال، جنوب، شرق، غرب)

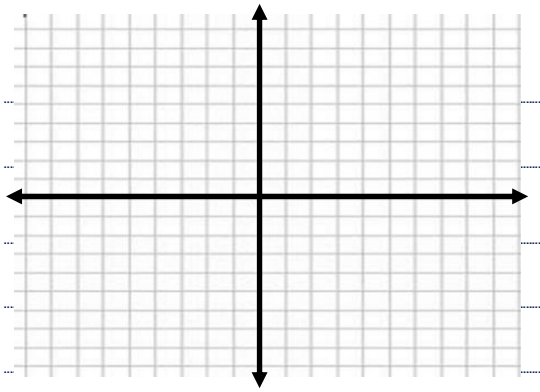
فإذا كَانَ المُتَّجِهُ يَصنعُ زاويةً (30°) مثلا شمال الغرب ، فهذا يعني وجوب البدء من الغرب، وقطع زاوية (30°) باتجاه الشمال ، أما إذا كانَتِ الزاوية غربَ الشمال فيجب البدء من الشمال باتجاه الغرب، وهكذا



ب. باستخدام الزاوية θ التي يَصنعها المُتَّجِهُ معَ محورٍ مرجعي، مثل المحور الأفقي **بعكس دورانِ عقارب الساعة.**

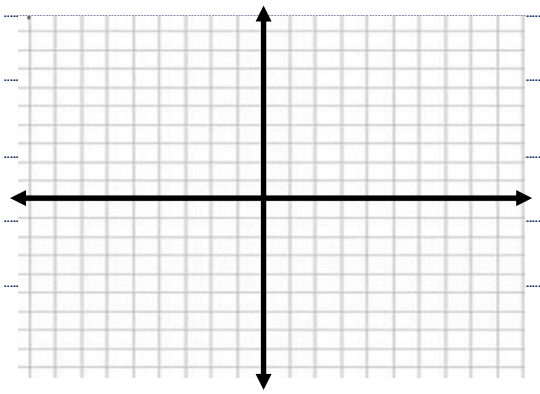
المثالُ 3

يتحركُ جسمٌ بسرعةٍ مقدارُها $v = 3\ \text{m/s}$ باتجاهِ محورِ الصاداتِ الموجبِ (نحوَ الشمالِ). أمثِّلُ متجهَ السرعةِ بيانيًّا.



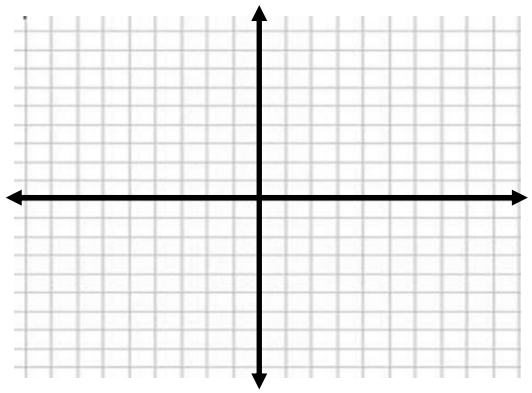
المثالُ 4

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

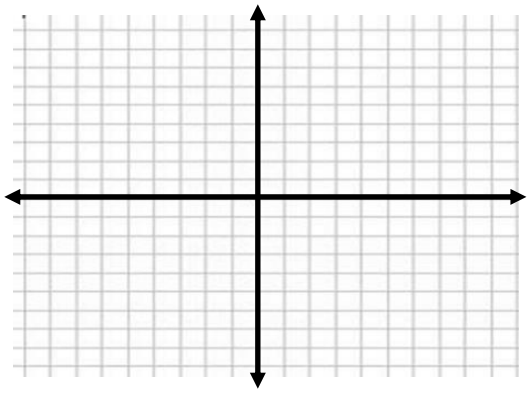


السؤال الأول: مثّـل المتجهات الآتية بيانيًا:

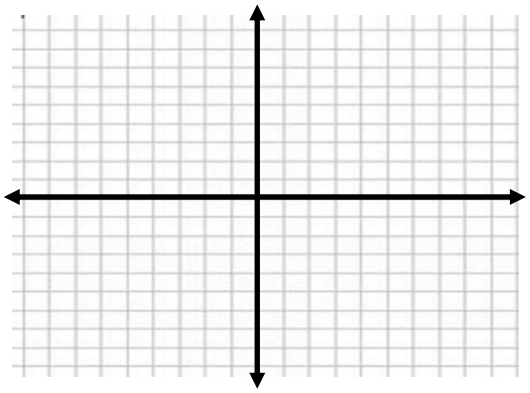
أ) يتحرك جسم بسرعة $\boldsymbol{v}$ مقدارها $30\ m/s$ باتجاه محور الصادات السالب (نحو الجنوب).



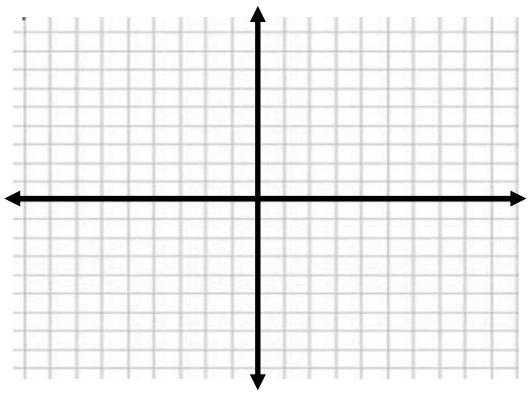
ب) قُوَّةً $\boldsymbol{F}$ مقدارها $60\ N$ باتجاه يَصنعُ زاويةً مقدارها 40° شمال الشرق.



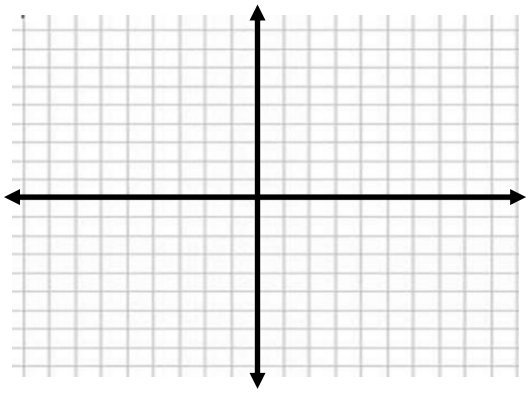
ج) قُوَّةً $\boldsymbol{F}$ مقدارها $60\ N$ باتجاه يَصنعُ زاويةً مقدارها 40° شرق الشمال.



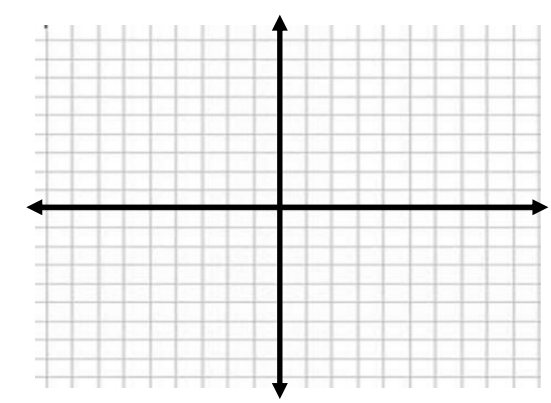
د) تسارع مقداره $6\ m/s^2$ في اتجاه يَصنعُ زاويةً مقدارها 50° مع محور $+x$



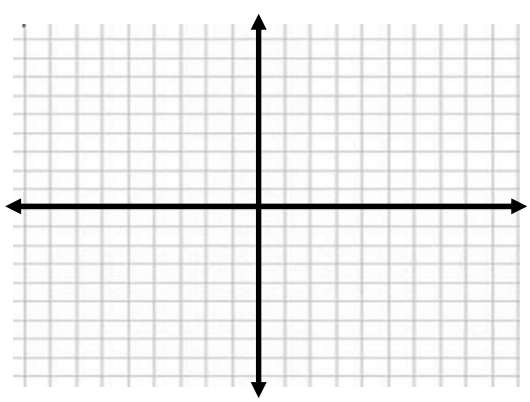
هـ) تسارع مقداره $10\ m/s^2$ في اتجاه يَصنعُ زاويةً مقدارها 50° مع محور $-x$

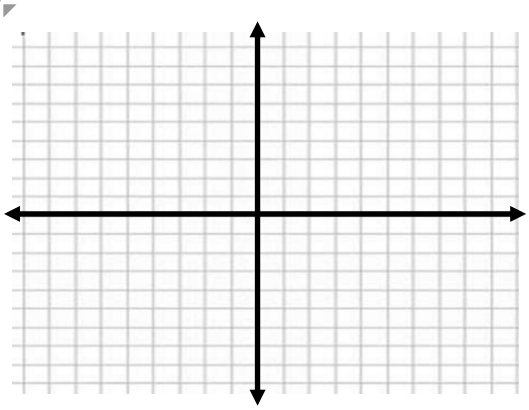


و) سرعة $\boldsymbol{v}$ مقدارها $50\ m/s$ باتجاه محور السينات السالب (نحو الغرب).



ي) قُوَّةً $\boldsymbol{F}$ مقدارها $0.6\ N$ باتجاه يَصنعُ زاويةً مقدارها 53° جنوب الغرب.





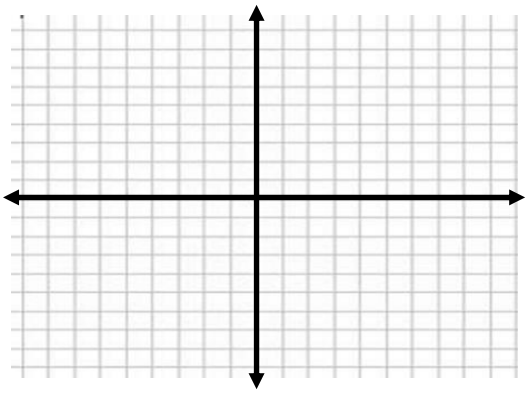
تمرينٌ

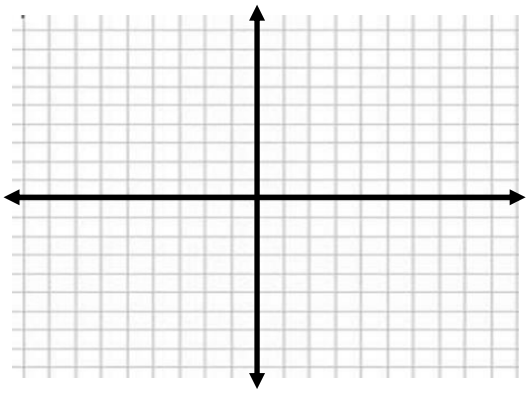
تسيرُ سيارةٌ بسرعةٍ v مقدارُها 80 km/h، في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها 37° جنوبَ الشرقِ. أُمثِّلُ مُتَّجِهَ السرعةِ بيانيًّا.

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

أ . قُوَّةٌ مغناطيسيةٌ مقدارُها 0.25 N في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها 37° معَ محورِ $-x$.

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





واجب بيتي على الدفتر:

أنقل السؤال الآتي إلأى دفترك ثمّ أجب عليه:

مثّل المُتّجهات الآتية بيانيًا:

1. **قوة مقدارها** $(F = 40\ N)$ **في اتجاه يصنع زاوية مقدارها** (70°) **مع محور** $(+x)$.
2. **سرعة مقدارها** $(v = 20\ m/s)$ **في اتجاه يصنع زاوية مقدارها** (60°) **مع محور** $(-x)$.
3. **سرعة مقدارها** $(v = 20\ m/s)$ **في اتجاه يصنع زاوية مقدارها** (60°) **شمال الغرب.**
4. **تسارع ثابت مقداره** $(a = 1.5\ m/s^2)$ **في اتجاه يصنع زاوية مقدارها** (30°) **جنوب الشرق.**
5. **تسارع ثابت مقداره** $(a = 1.5\ m/s^2)$ **في اتجاه يصنع زاوية مقدارها** (30°) **شرق الجنوب.**

✓ **أتحقَّقُ:** كيفَ يُمكِنُ تحديـدُ كلٍّ منْ طولِ السهمِ واتجاهِـهِ عنـدَ تمثيلِ المُتَّجِهِ بيانيًّا؟

الاجابة:

- **لتحديد طول السهم ، يُختار مقياس رسم مناسب، ثُمّ يُحسب طول السهم باستخدام العلاقة الآتية:**

$$\text{طول السهم} = \text{مقدار الكمية} \times \text{مقياس الرسم}$$

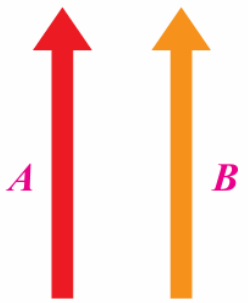
السؤال الثاني: مُثّلت قوة مقدارها 300 N بيانيًا بسهم طوله 6 cm في اتجاه الشمال ، إذا استُعمل مقياس الرسم نفسه في تمثيل قوة أخرى F_2، برسم سهم طوله 10 cm ، في اتجاه يصنع زاوية 37° جنوب الشرق، فجد:

أ. مقياس الرسم المستعمل.

ب. مقدار القوة الثانية F_2

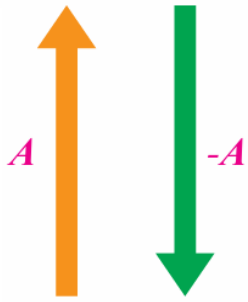
ثالثًا: خصائص المتجهات:

1) تساوي متجهين :



- يتساوى متجهان عندما يكون لهما **المقدار والاتجاه نفساهما**، إضافة إلى أنهما من **النوع نفسه**.
- الفائدة من هذه الخاصية: يمكن نقل المتجه من مكان إلى آخر شرط **المحافظة على ثبات** كل من مقداره واتجاهه.

2) سالب (معكوس) المُتّجه :



- هوَ مُتَّجه له مقدارُ المُتَّجِهِ الأصلي نفسه، ولكنَّهُ يعاكسه في الاتجاه.
- إذا كان المتجه يصنع زاوية θ مع المحاور ولتكن جنوب الغرب فإن سالب (معكوس) المتجه يصنع الزاوية نفسها θ ولكن شمال الشرق .
- إذا كان المتجه يصنع زاوية θ مع أحد المحاور وليكن$(+x)$ فإن سالب (معكوس) المتجه يصنع الزاوية نفسها θ ولكن مع $(-x)$.

3) ضرب المتجه C في :

أ) عدد :

1. موجب: ينتج متجه مقداره يساوي مقدار المتجه الأصلي مضروبا في مقدار العدد الموجب ، واتجاهه باتجاه المتجه الأصلي (دون أن ينتج كمية متجهة جديدة أي تبقى وحدة القياس كما هي).
2. سالب: ينتج متجه مقداره يساوي مقدار المتجه الأصلي مضروبا في القيمة المطلقة للعدد السالب، واتجاهه عكس اتجاه المتجه الأصلي (دون أن ينتج كمية متجهة جديدة أي تبقى وحدة القياس كما هي)

ب) كمية قياسية n :

1. موجبة : ينتج متجه جديد (بوحدة جديدة) مقداره يساوي $(n\ \mathbf{C})$ ، واتجاهه باتجاه المتجه $\mathbf{C}$.
2. سالب : ينتج متجه جديد (بوحدة جديدة) مقداره يساوي $(n\ \mathbf{C})$ ، واتجاهه عكس اتجاه المتجه $\mathbf{C}$

أفكّرُ: لماذا يكونُ اتجاهُ التسارُعِ a دائمًا في نفسِ اتجاهِ القُوَّةِ المحصلةِ $\sum F$ ؟

منَ الأمثلةِ الفيزيائيةِ على ضربِ المُتَّجِهِ في كميةٍ قياسيةٍ القانونُ الثاني لنيوتن الذي سندرسُهُ لاحقًا؛ إذْ إنَّ مُتَّجِهَ القُوَّةِ المحصلةِ $\sum F$ هوَ حاصلُ ضربِ الكتلةِ m في مُتَّجِهِ التسارُعِ a بحسبِ العلاقةِ الآتيةِ:

$$\sum F = ma$$

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

- تساوي مُتَّجِهيْنِ؟
- ضربُ مُتَّجِهٍ في عددٍ سالبٍ؟

واجب بيتي على الدفتر:
سؤال: (1) فرع (ب) صفحة (21) من الكتاب

المثالُ 5

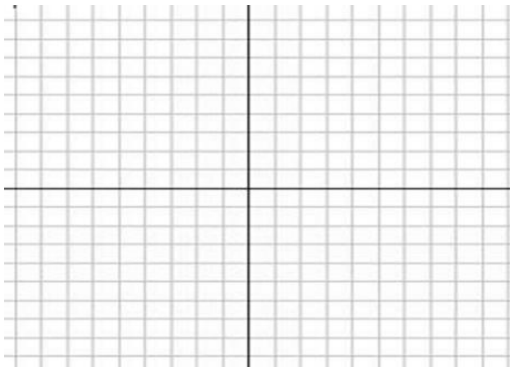
تتحرَّكُ عربةٌ بسرعةٍ مُتَّجِهةٍ v مقدارُها 40 m/s في اتجاهِ الشرقِ. أُمثِّلُ بيانيًّا:

أ . مُتَّجِهَ السرعةِ v

ب. المُتَّجِهَ $2v$

جـ. المُتَّجِهَ $-0.5v$

د . سالبَ المُتَّجِهِ v

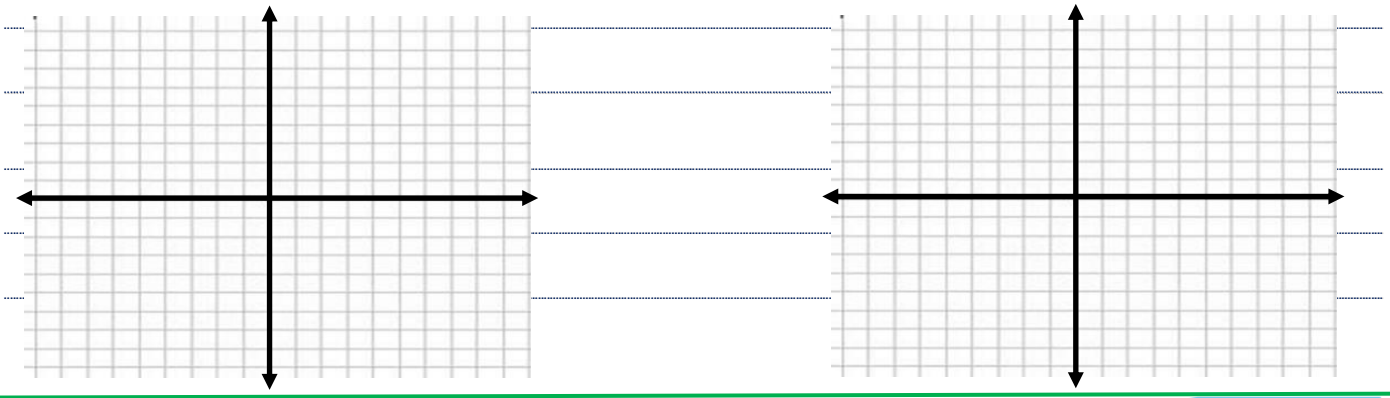


المثالُ 6

تُؤثِّرُ قُوَّةٌ F مقدارُها 250 N في جسمٍ باتجاهٍ يَصنعُ زاويةً مقدارُها 37° جنوبَ الغربِ. أُمثِّلُ بيانيًّا:

أ . مُتَّجِهَ القُوَّةِ F.

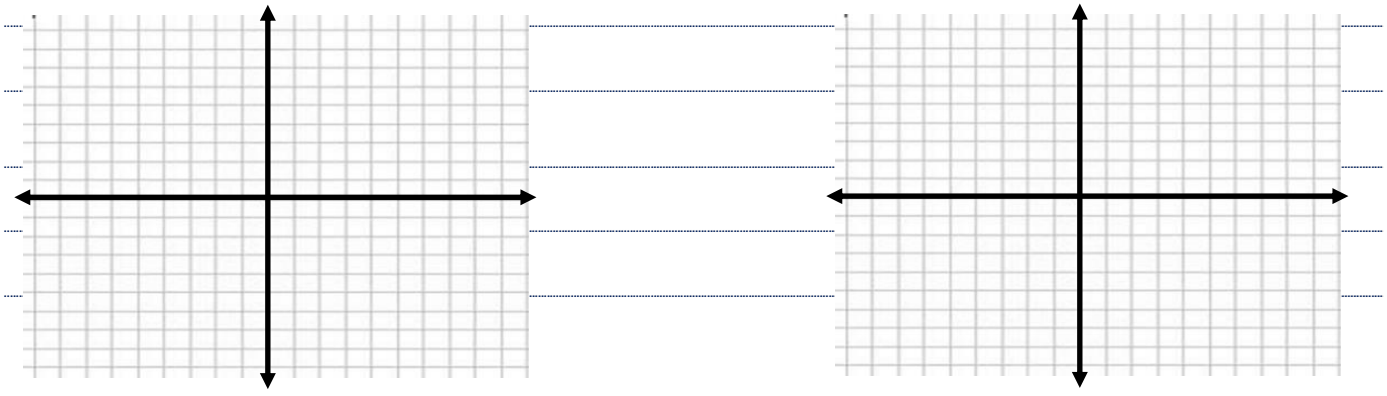
ب. المُتَّجِهَ $(-1.5F)$.



تمرينٌ

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

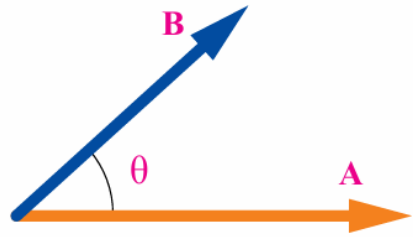
أ. سالبَ مُتَّجِهِ التَسارعِ. ب. ضربَ مُتَّجِهِ التَسارعِ في العددِ (2).



رابعًا: ضرب المُتّجهات:

➢ **يوجد نوعان من ضرب متجهين بعضهما في بعض:**

❖ **أولاً : الضرب القياسي (النقطي) Dot Product :**



✓ يعرّف الضرب القياسي لمتجهين (مثل : $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$) بينهما زاوية θ على النحو:

$$\boldsymbol{A}.\boldsymbol{B} = |\boldsymbol{A}|\ |\boldsymbol{B}|\ \cos\boldsymbol{\theta}$$

$|\boldsymbol{A}|$: مقدار المتجه $\boldsymbol{A}$

$|\boldsymbol{B}|$: مقدار المتجه $\boldsymbol{B}$

$\boldsymbol{\theta}$: الزاوية الصغرى بين المتجهين $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$ حيث ينطلق المتجهان من النقطة نفسها (أي أن $0^\circ \le \theta \le 180^\circ$)

✓ الناتج من عملية الضرب القياسي **كمية قياسية** لها **مقدار فقط**.

❑ **من التطبيقات الفيزيائية على الضرب القياسي:**

الشغل (W) وهو حاصل الضرب القياسي لمتجهي القوة والإزاحة.

$$W = \boldsymbol{F}.\boldsymbol{d} = |\boldsymbol{F}|\ |\boldsymbol{d}|\ \cos\theta$$

❖ **يكون حاصل الضرب القياسي لمتجهين:**

✓ **موجباً** إذا كانت الزاوية **حادة** بين المتجهين **($0^\circ \le \theta \le 90^\circ$).**

✓ **سالباً** إذا كانت الزاوية **منفرجة** بين المتجهين **($90^\circ \le \theta \le 180^\circ$).**

✓ **صفراً** إذا كان **المتجهان متعامدان ($\theta = 90^\circ$).**

❖ **ملاحظات هامة :**

✓ حاصل الضرب القياسي لمتجه مع نفسه هو: **مربع مقدار المتجه.**

✓ حاصل الضرب القياسي لمتجه مع سالب المتجه نفسه هو: **سالب** مربع مقدار المتجه.

✓ تمتاز عملية الضرب القياسي بالخاصية التبديلية .

✓ يكون لحاصل الضرب القياسي **أكبر قيمة** عندما يكون المتجهان في الاتجاه نفسه ($\theta = 0^\circ$)

حيث: $\cos 0 = 1$.

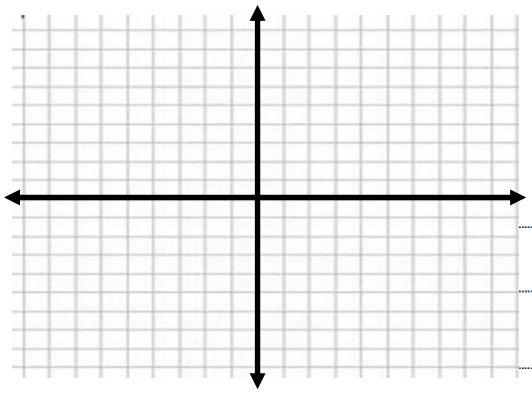
✓ يكون لحاصل الضرب القياسي **أقل قيمة** (صفر) عندما يكون المتجهان متعامدين ($\theta = 90^\circ$) .

حيث: $\cos 90^\circ = 0$.

أُقارِنُ بينَ ناتجِ كلٍّ منْ: $\boldsymbol{A}.\boldsymbol{B}$، وَ $\boldsymbol{A}.\boldsymbol{B}$.

المثالُ 7

أثَّرَتْ قُوَّةٌ F مقدارُها 120 N في جسمٍ، فحرَّكَتْهُ إزاحةٌ d مقدارُها 5 m في اتجاهِ الشرقِ. إذا علمْتُ أنَّ الشغلَ W الذي تُنجِزُهُ القُوَّةُ F يُعطى بالعلاقةِ: $W = F.d$، وأنَّ الزاويةَ بينَ اتجاهِ F واتجاهِ d (53°)، فأُجيبُ عمّا يأتي:



أ . أُمثِّلُ المُتَّجِهيْنِ F وَ d بيانيًّا.

ب . هلْ يُعَدُّ الشغلُ W كميةً مُتَّجِهةً؟ أُوضِّحُ ذلكَ.

جـ . أَجِدُ مقدارَ الشغلِ الذي أنجزَتْهُ القُوَّةُ.

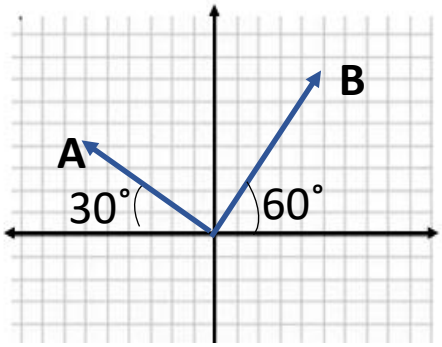
.....

.....

.....

.....

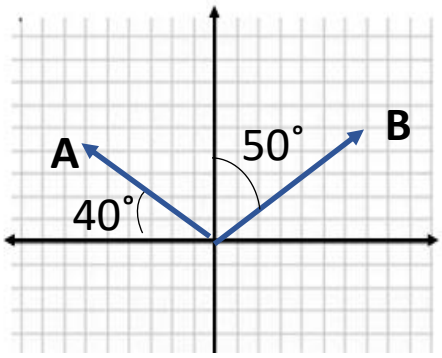
<u>السؤال الأول</u>: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :



1) مُعتمدًا على الشكل المجاور، فإن الزاوية بين المتجهين **A** و **B** :

أ. 30° ب. 60°

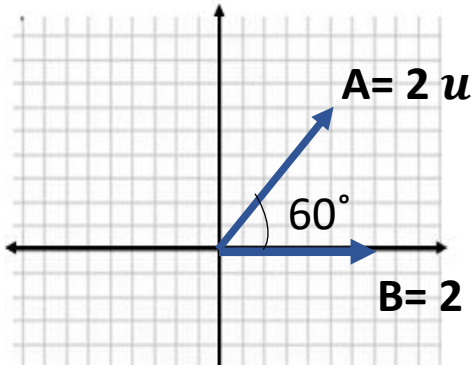
ج. 90° د. 100°



2) مُعتمدًا على الشكل المجاور ، فإن الزاوية بين المتجهين **A** و **B**:

أ. 40° ب. 50°

ج. 90° د. 100°



3) مُعتمدًا على الشكل المجاور فإن ناتج **A . -B** يساوي:

أ. $4\ u^2$ ب. $-4\ u^2$

ج. $2\ u^2$ د. $-2\ u^2$

السؤال الثاني: لديك المتجهان $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{B}$ ، إذا علمت أن مقدار $\boldsymbol{A}$ يساوي $2\ u$ ، ومقدار $\boldsymbol{B}$ يساوي $5\ u$

أجب عما يلي:

1- جد ناتج: $\boldsymbol{A}.\boldsymbol{B}$ عندما تكون الزاوية بين المتجهين:

أ) صفر .....

ب) 60° .....

ج) 90° .....

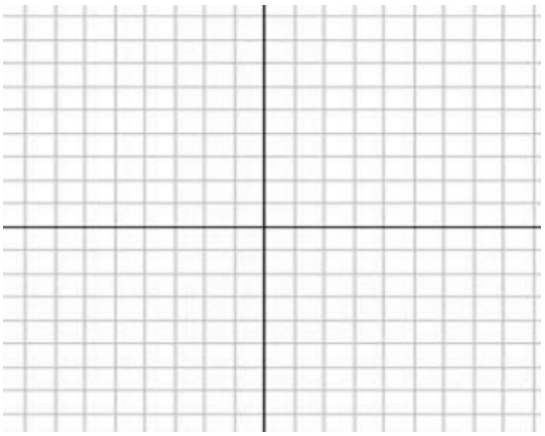
د) 120° .....

هـ) 180° .....

2- ما مقدار الزاوية بين المتجهين التي يكون عندها ناتج الضرب القياسي أكبر ما يمكن ؟

3- احسب $\boldsymbol{A}.\boldsymbol{A}$ ؟ ماذا تستنتج ؟

السؤال الثالث: لديك المتجهات الآتية :



1) مثل المتجهات بشكل تقريبي على الشكل المقابل .

2) جد ناتج ما يلي :

أ) $\boldsymbol{A}.\boldsymbol{B}$

ب) $\boldsymbol{B}.\boldsymbol{A}$

ج) $\boldsymbol{C}.\boldsymbol{A}$

3) من خلال إجابتك عن الفرعين أ وب ، هل يمتاز الضرب القياسي بالخاصية التبديلية ؟

5. **أحسُبُ:** اعتمادًا على العلاقةِ الآتيةِ للتدفّقِ المغناطيسيِّ Φ: $\Phi = B \cdot A$،

أحسُبُ مقدارَ التدفُّقِ المغناطيسيِّ Φ عندما تكونُ $A = 2 \times 10^{-6}\ m^2$ ، $B = 0.1\ Tesla$، ومقدارُ الزاويةِ بينَ المُتَّجِهيْنِ A وَ B تساوي 45°.

.....

.....

.....

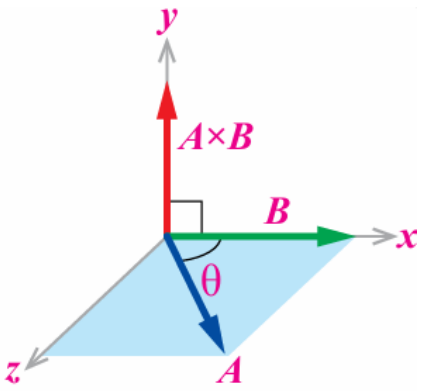
.....

.....

.....

❖ **ثانياً : الضرب المتجهي (التقاطعي) Cross Product :**

✓ ناتج الضرب المتجهي لمتجهين (مثل : **A** و **B**) بينهما زاوية θ يكتب في صورة **(A × B)** ويكون **كمية متجهة** لها مقدار واتجاه.



❑ **يعطى مقدار الضرب المتجهي على النحو الآتي :**

$$|A \times B| = |A|\,|B|\,\sin\theta$$

❖ حيث:

✓ $|A \times B|$: **مقدار** ناتج الضرب المتجهي للمتجهين $(A$ وَ $B)$

✓ $|A|$: مقدار المتجه A

✓ $|B|$: مقدار المتجه B

✓ θ : الزاوية الصغرى بين المتجهين A و B حيث ينطلق المتجهان من النقطة نفسها

(أي أنّ $0^\circ \le \theta \le 180^\circ$)

❑ **من التطبيقات الفيزيائية على الضرب المتجهي :**

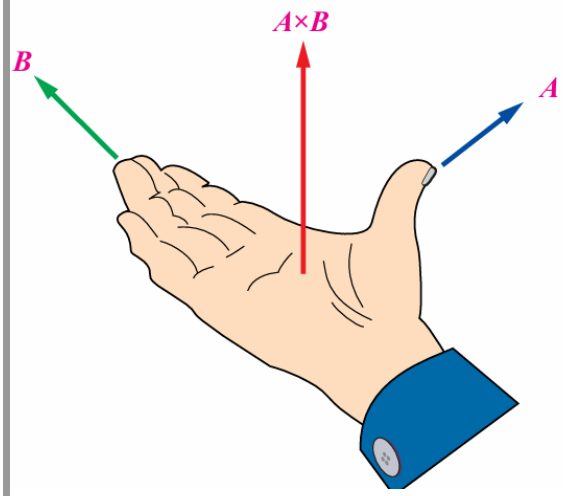
1) عزم القوة τ وهو حاصل الضرب المتجهي لمتجه القوة F ، ومتجه الموقع r ويعطى بالعلاقة:

$$\tau = r \times F$$

2) القوة المغناطيسية F المؤثرة في شحنة كهربائية q متحركة بسرعة v في مجال مغناطيسي B وتعطى بالعلاقة:

$$F = q\,(v \times B)$$

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



❖ حيث:

✓ يشير الإبهام إلى اتجاه المتجه الأول (A).

✓ تشير الأصابع إلى اتجاه المتجه الثاني (B).

✓ يكون اتجاه المتجه الناتج من حاصل ضرب المتجهين (A وَ B) عمودياً على الكف وخارجاً منها (دائماً متعامد مع كلٍ من اتجاه المتجهين (A وَ B)

❖ **ملاحظات هامة :**

✓ حاصل الضرب المتجهي لمتجه مع نفسه يساوي **صفر.**

✓ حاصل الضرب المتجهي لمتجه مع سالب المتجه نفسه يساوي **صفر.**

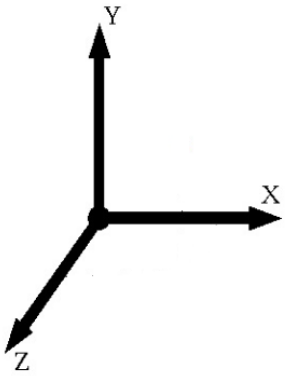
✓ يكون لحاصل الضرب المتجهي **أكبر قيمة** عندما يكون المتجهان متعامدين($\theta = 90^\circ$) .

✓ يكون لحاصل الضرب المتجهي **أقل قيمة** (صفر) عندما يكون المتجهان متوازيين (180° أو $\theta = 0^\circ$) .

✓ يكون مقدار حاصل الضرب المتجهي **دائماً موجب أو صفر** .

✓ لا تمتاز عملية الضرب المتجهي بالخاصية التبديلية حيث أن $(A \times B) = - (B \times A)$

✓ إذا كان المتجهين (A وَ B) في مستوى الصفحة ($x - y$) فإن اتجاه ناتج الضرب المتجهي يكون دائماً باتجاه z أي عمودي على الصفحة وقد يكون :



أ) عمودي على الصفحة للخارج ، $+z$ ، ⊙ ، نحو الناظر

(عند الدوران من المتجه الأول إلى المتجه الثاني عكس عقارب الساعة).

ب) عمودي على الصفحة للداخل ، $-z$ ، ⊗ ، بعيداً عن الناظر

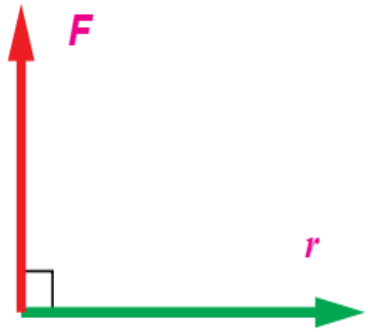
(عند الدوران من المتجه الأول إلى المتجه الثاني مع عقارب الساعة).

أفكّر: إذا أشارَتِ الأصابعُ إلى المُتَّجِهِ A، وأشارَ الإبهامُ إلى المُتَّجِهِ B، فهلْ تتغيَّرُ نتيجةُ الضربِ المُتَّجِهيِّ؟ أُوضِّحُ ذلكَ.

واجب بيتي على الدفتر:

سؤال: (1) فرع (ج) صفحة (21) من الكتاب

المثالُ 8



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

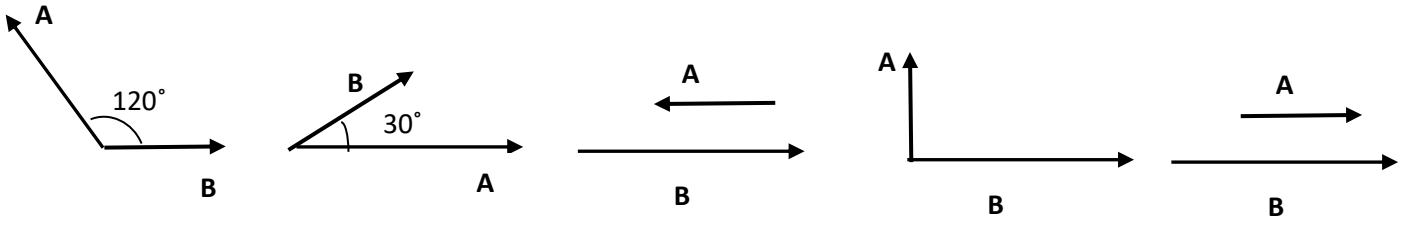
أ . أَجِدُ مقدارَ عزمِ القُوَّةِ $(r \times F)$، واتجاهَهُ.

ب. إذا تغيَّرَتِ الزاويةُ بينَ r وَ F لتصبحَ $45°$، فما مقدارُ $r \times F$، واتجاهُهُ؟

السؤال الأول: لديك المتجهان **A** و **B** ، إذا علمت أن مقدار **A** يساوي $2\ u$ ، ومقدار **B** يساوي $5\ u$

أجب عما يلي :

1) احسب $A \times B$ في الحالات الآتية :



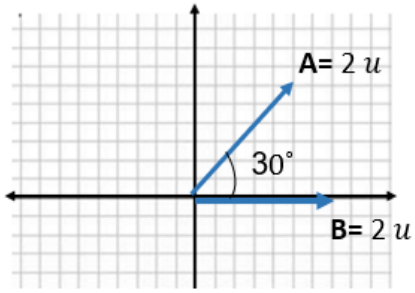
2) ما مقدار الزاوية بين المتجهين التي يكون عندها ناتج الضرب المتجهي **أكبر** ما يمكن ؟

3) ما مقدار الزاوية بين المتجهين التي يكون عندها ناتج الضرب المتجهي يساوي صفراً ؟

4) احسب $A \times A$ ؟ ماذا تستنتج ؟

السؤال الثاني: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في الجُملة الآتية :

اعتماداً على الشكل المجاور فإن ناتج **A × B-** يساوي :



(a $4\ u^2$ باتجاه $+z$

(b $-4\ u^2$ باتجاه $-z$

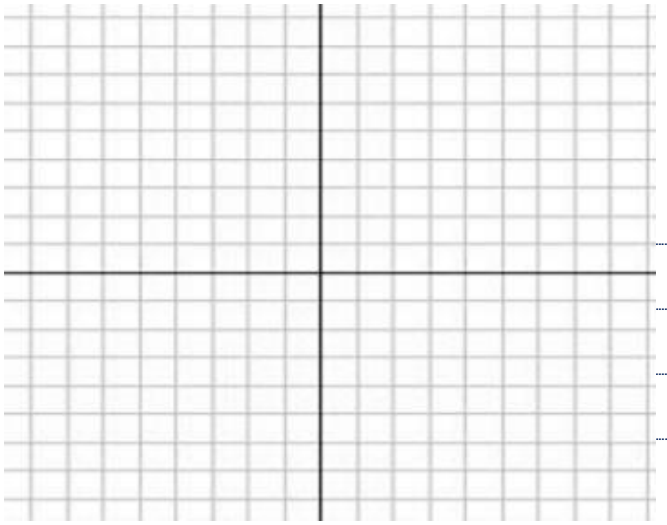
(c $2\ u^2$ باتجاه $+z$

(d $2\ u^2$ باتجاه $-z$

السؤال الثالث: لديك المُتجهات الآتية :

B = 10 u , شمال الغرب ˚60 , **J** = 20 u , شمال الشرق ˚37

D = 10 u , شمال الشرق ˚30 , **H** = 10 u , جنوب الشرق ˚60



1) مثل المتجهات بشكل تقريبي على الشكل المقابل .

2) جد ناتج ما يلي :

أ) **B × H**

ب) **B × D**

ج) **-D × D**

د) **H × J**

تمرينٌ

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

أَجِدُ مقدارَ الزاويةِ بينَ المُتَّجِهيْنِ في الحالتيْنِ الآتيتيْنِ:

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

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

4. ما مقدارُ الزاويةِ بينَ الكميتيْنِ المُتَّجِهتيْنِ $\boldsymbol{F}$ وَ $\boldsymbol{L}$ في الحالتيْنِ الآتيتيْنِ:

أ . $\boldsymbol{F} \times \boldsymbol{L} = 0$؟ ب . $\boldsymbol{F} \cdot \boldsymbol{L} = 0$؟ بافتراضِ أنَّ $(L \neq 0$ وَ $F \neq 0)$.

8. أحسُبُ مقدارَ الزاويةِ بينَ المُتَّجِهيْنِ: $\boldsymbol{F}$ وَ $\boldsymbol{r}$، التي يتساوى عندَها مقدارُ الضربِ القياسيِّ ومقدارُ الضربِ المُتَّجِهيِّ للمُتَّجِهيْنِ؛ أيْ إنَّ: $|\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F}| = \boldsymbol{r} \cdot \boldsymbol{F}$.

مدارس الكلية العلمية الإسلامية

المادة: الفيزياء

الصف: العاشر

أوراق عمل

الوحدة الأولى: المتجهات

الدرس الثاني: جمع المتجهات

اسم الطالب :.....

الشعبة : .....

مدارس الكلية العلمية الإسلامية جبل عمان / الجبيهة	ورقة عمل رقم (2) المبحث : الفيزياء الصـف: العاشر	
اسم الطالب :	الوحدة الأولى : المتجهات	الشعبة : ( )
اليوم/ التاريخ : ..... / ..... / 2025	الدرس الثاني : جمع المتجهات	

أولًا : جمع المتجهات

- **جمع الكميات المُتجهة**: جمع مُتّجهي للكميات المُتجهة، يُراعى فيه المقدار والاتجاه، وهو ليس جمعًا جبريًا.
- **مُتجه المحصلة**: مُتجه ناتج من الجمع المُتجهي لمتجهات عدّة، ويرمز إليه بالرمز $(\boldsymbol{R})$

ملاحظات :

1. **عند جمع الكميات الفيزيائية القياسية يجب أن تكون من النوع نفسه، فمثلًا ($2\text{kg} + 3\text{kg} = 5\text{ kg}$) ولا يجوز جمع ($3\text{ m}^3 + 2\text{ kg}$) .**

2. **عند جمع الكميات الفيزيائية المُتجهة يجب أن تكون من النوع نفسه، فمثلًا؛ إذا جمعنا مُتجهات للسرعة فإنّ مُتجه المحصلة يكون مُتجه سرعة.**

3. **يجب تحديد الزاوية بين الكميات المتجهة في حالة ايجاد المحصلة :**
   - إذا كان المتجهان بنفس الاتجاه، فإنّ المحصلة مجموعهما وباتجاههما.
   - إذا كان المتجهان باتجاهين متعاكسين، فإنّ المحصلة الفرق بينهما وباتجاه الأكبر.
   - إذا كان المتجهان متعامدان ($\theta = 90^\circ$)، فإنّا نجد المحصلة باستخدام فيثاغورس
   - إذا كان هناك زاوية بين المُتجهين ولا تساوي (90°)، فإنّا نجد المحصلة باستخدام تحليل المتجهات.

المثالُ ٩

مِزْلاجٌ كتلتُهُ m_1=70 kg، وُضِعَ فوقَهُ صندوقٌ حجمُهُ 1 m^3، وكتلتُهُ m_2=80 kg. سُحِبَ المِزْلاجُ بقُوَّةٍ مقدارُها F_1=400 N باتجاهِ الشرقِ، وأثَّرَتْ فيهِ قُوَّةٌ أُخرى F_2=100 N باتجاهِ الغربِ، فتحرَّكَ بتسارُعٍ مقدارُهُ a =2 m/s² باتجاهِ الشرقِ:

أ . أُحدِّدُ الكمياتِ القياسيةَ التي يُمكِنُ جمعُها معًا، ثمَّ أَجِدُ ناتجَ الجمعِ.

ب . أُحدِّدُ الكمياتِ المُتَّجِهةَ التي يُمكِنُ جمعُها معًا، ثمَّ أُعبِّرُ عنْ ناتجِ الجمعِ (المحصلةُ) بالرموزِ.

سؤال: يدفع محمد عربة كتلتها (20 kg) وحجمها ($0.5\ m^3$) داخلها طفل كتلته (10 kg) ، بقوة (200 N) نحو الشرق ، إذا كانت الأرض خشنة وقوة الاحتكاك ($100\ N$) نحو الغرب ، وتتحرك بتسارع ($a = 2\ m/s^2$) ، حدد ما يلي :

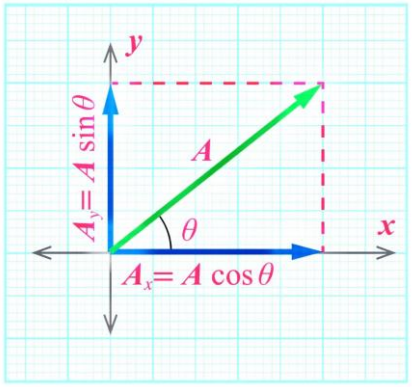
1. الكميات القياسية التي يمكن جمعها ، ثم جد الناتج . .....
2. الكميات المتجهة التي يمكن جمعها ، ثم جد المحصلة . .....

مُحصّلة متجهات عدّة:

لايجاد مُحصلة متجهين أو أكثر، فإننا نستخدم **الطريقة التحليلة**.

- **الطريقة التحليليّة:** طريقة رياضية لإيجاد محصلة متجهين أو أكثر عن طريق تحليل المُتجهات إلى مركباتها.
- **تحليل المتجه إلى مركبتيه:** تحليل المُتجه الواحد والاستعاضة عنه بمتجهين متعامدين، يُسميان مركبتي المُتجه، وتكون مُحصلتهما المُتجه نفسه، ويتحدان معه في نقطة البداية.

فمثلًا: يُمكن تحليل المُتجه $\boldsymbol{A}$ الواقع في الربع الأول من مستوى $x - y$ كما في الشكل إلى مركبتين، هما:



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

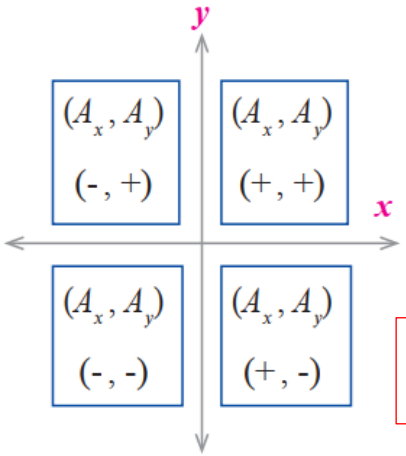
يكونُ المجموعُ المُتَّجِهيُّ للمُركَّبتيْنِ مساويًا المُتَّجِهَ A؛ أيْ أنَّ:

$$A_x + A_y = A$$

وبتطبيقِ النسبِ المثلثيةِ، فإنَّ:

$$\cos\theta = \frac{A_x}{A} \rightarrow \boxed{A_x = A\cos\theta}$$

$$\sin\theta = \frac{A_y}{A} \rightarrow \boxed{A_y = A\sin\theta}$$



إذْ تتغيَّرُ إشاراتُ المُركَّباتِ الأفقيةِ والعموديةِ بحسبِ الربعِ الذي يقعُ فيهِ المُتَّجِهُ، أنظرُ الشكلَ

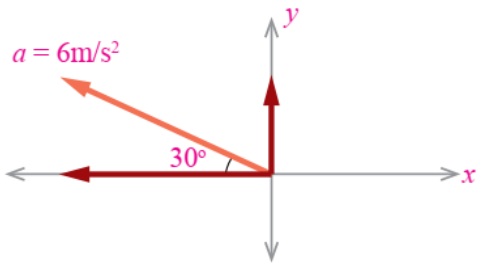
بحسبِ نظريةِ فيثاغورس.....

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

أمّا الزاويةُ المرجعيةُ θ بينَ المُتَّجِهِ ومحورِ $+x$ فيُمكِنُ حسابُها منَ العلاقةِ الآتيةِ:

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

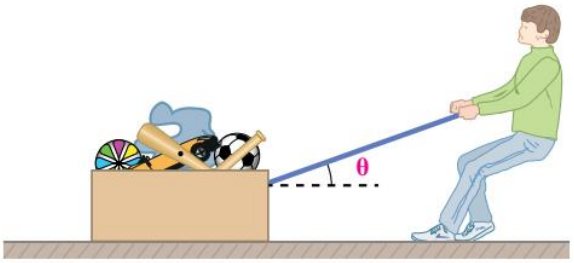
المثالُ 12



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.

المثالُ 13

يسحبُ عامرٌ صندوقَ ألعابِهِ بقُوَّةٍ مقدارُها 100 N في اتجاهٍ يَصنعُ زاويةً θ مقدارُها 30° معَ محورِ $+x$ كما في الشكلِ (25). أَجِدُ مقدارَ كلٍّ منَ المُركَّبتيْنِ الأفقيةِ والعموديةِ للقُوَّةِ، مُحدِّدًا اتجاهَهُما.

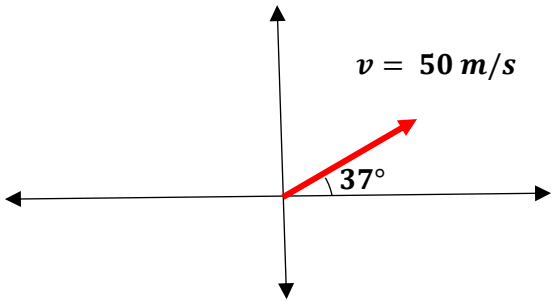


الشكلُ (25): عامرٌ يسحبُ الصندوقَ بقُوَّةٍ.

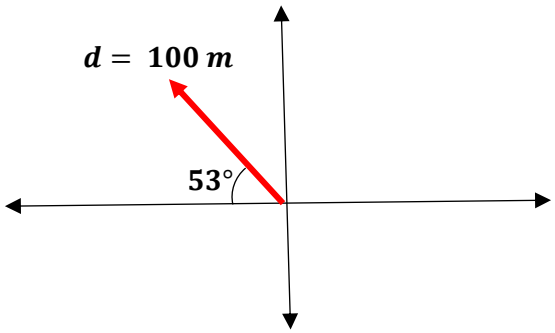
تمرينٌ

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

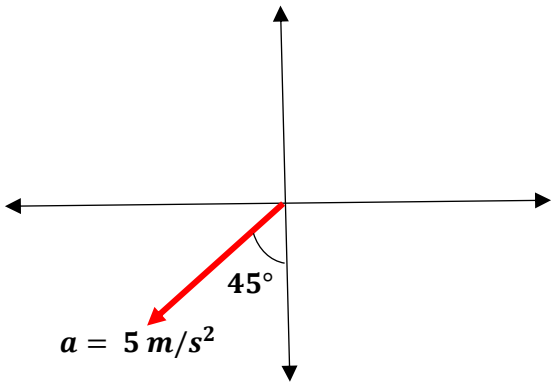
سؤال (1): تتحرك مَركبة **بسرعة** $(v = 50\ m/s)$، واتجاهها كما في الشكل المجاور، جد مقدار المركبتين الأفقية والعمودية للسرعة، ثم حدد اتجاه كل منها.



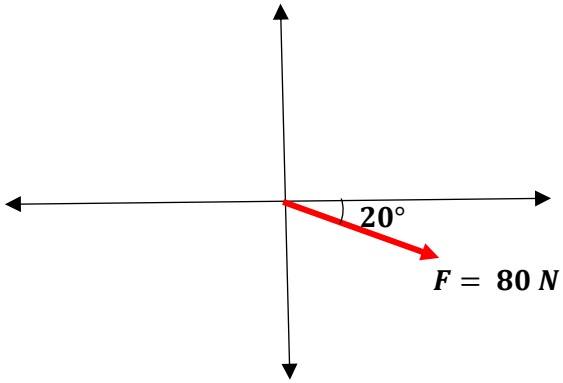
سؤال (2): تتحرك دراجة **إزاحة** مقدارها $(d = 100\ m)$، واتجاهها كما في الشكل المجاور، جد مقدار المركبتين الأفقية والعمودية للازاحة، ثم حدد اتجاه كل منها.



سؤال (3): تتحرك مركبة **بتسارع** ثابت $(a = 5\ m/s^2)$، واتجاهها كما في الشكل المجاور، جد مقدار المركبتين الأفقية والعمودية للتسارع، ثم حدد اتجاه كل منها.



سؤال (4): تؤثر **قوة** مقدارها $(F = 80\ N)$ في جسم، واتجاهها كما في الشكل المجاور، جد مقدار المركبتين الأفقية والعمودية للقوة، ثم حدد اتجاه كل منها.



سؤال (5): أثّرت **قوة** (F) في جسم ، وكانت المُركّبة الافقية للقوة $(F_x = 36\ N)$ والمُركّبة العمودية لها $(F_y = 64\ N)$، جد مقدار القوة (F)، واتجاهها.

سؤال (6): أُطلق جسم **بسرعة** (v)، وكانت المُركّبة الافقية للسرعة $(v_x = -9\ m/s)$ والمُركّبة العمودية لها $(v_y = 12\ m/s)$، جد مقدار السرعة (v)، واتجاهها.

سؤال (7): تتحرك مركبة **بتسارع** ثابت (a)، وكانت المُركّبة الافقية للتسارع $(a_x = -3\ m/s^2)$ والمُركّبة العمودية لها $(a_y = -4\ m/s^2)$، جد مقدار التسارع (a)، واتجاهه.

سؤال (8): تتحرك دراجة فتقطع **ازاحة** مقدارها (d)، وكانت المُركّبة الافقية للازاحة $(d_x = 20\ m)$ والمُركّبة العمودية لها $(d_y = -15\ m)$، جد مقدار الازاحة (d)، واتجاهها.

واجب بيتي على الدفتر:
سؤال: (2) صفحة (34) من الكتاب المدرسي.

واجب بيتي: أكمل الفراغ بما هو مناسب في الجدول الآتي، الذي يُمثّل تحليل المُتجهات إلى مُركباتها:

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

الحل: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. **أُقارِنُ:** قُوَّتانِ متساويتانِ في المقدارِ، ما أكبرُ قيمةٍ لمحصلتِهما؟

ما أقلُّ قيمةٍ لمحصلتِهما؟

.....

.....

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

أ . تساوي المُركَّبةُ العموديةُ للسرعةِ v_y صفرًا؟

ب . تساوي المُركَّبةُ الأفقيةُ للسرعةِ v_x مُتَّجِهَ السرعةِ v؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مُحصّلة المتجهات بالطريقة التحليلة:

لإيجادِ المقدارِ والاتجاهِ لمحصلةِ مُتَّجِهيْنِ أوْ أكثرَ **بالطريقةِ التحليليةِ (Analytical method)**، أتَّبعُ الخطواتِ الآتيةَ:

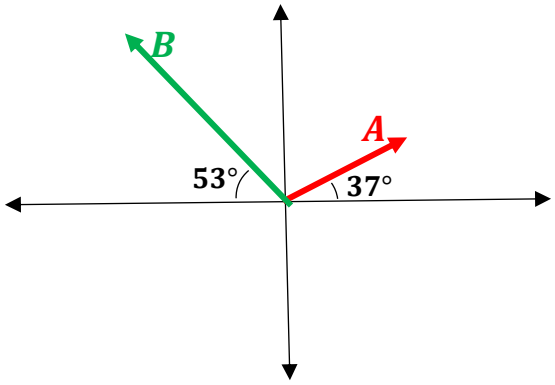
- أرسمُ المُتَّجِهاتِ، بحيثُ يبدأُ كلُّ مُتَّجِهٍ بنقطةِ الأصلِ (0,0).
- أُحلِّلُ كلَّ مُتَّجِهٍ إلى مُركَّبتيهِ، مراعيًا أنْ تلتقيَ نقطةُ البدايةِ (الذيلُ) لجميعِ المُتَّجِهاتِ عندَ نقطةِ الأصلِ (0,0).
- أَجِدُ مجموعَ المُركَّباتِ على محورِ x (R_x) ومجموعَ المُركَّباتِ على محورِ y (R_y).
- أَجِدُ مقدارَ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

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

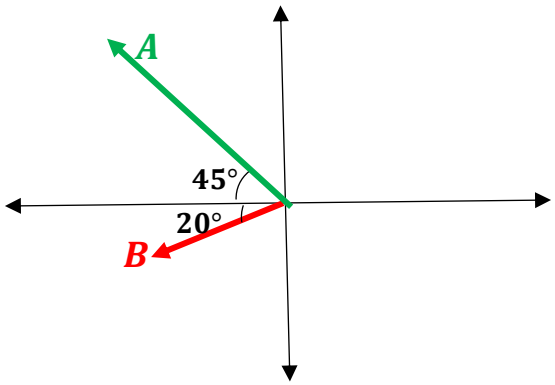
أُفكِّرُ: إذا كانَ مجموعُ المُركَّباتِ على محورِ y (R_y) لمجموعةٍ منَ المُتَّجِهاتِ صفرًا، فهلْ يعني ذلكَ بالضرورةِ أنَّ جميعَ تلكَ المُتَّجِهاتِ تقعُ فقطْ على محورِ x؟ أُفسِّرُ إجابتي.

أتدرَّب وأحُلُّ المسائل

سؤال (1): متجهان (A, B)، قيمهما $(10\ u, 20\ u)$ على الترتيب، كما في الشكل المجاور، جد مقدار المحصلة واتجاهها بالطريقة التحليلية.



سؤال (2): متجهان (A, B)، قيمهما $(100\ u, 50\ u)$ على الترتيب، كما في الشكل المجاور، جد مقدار المحصلة واتجاهها بالطريقة التحليلية.



سؤال (3): متجهان (A, B)، قيمهما $(5\ u, 2\ u)$ على الترتيب، كما في الشكل المجاور، جد مقدار المحصلة واتجاهها بالطريقة التحليلية.