Mona Al-Hafed

كهربائية مغناطيسية

جامعة الموصل

كلية العلوم ـ قسم الفيزياء

المستوى الاول

المقرر 103

مبادئ الكهربائية والمغناطيسية

المحاضرة 1

الاستاذ الدكتور

ليث محمد سعدون الطعان

٢٠١٩-٢٠٢٠

Prof. Dr. Laith Al-Taan

1

مقدمة

تنقسم الكميات الفيزيائية (التي تستخدم لوصف ودراسة أي من الظواهر الطبيعية) إلى

- **كميات أولية مثل الكتلة والمسافة والزمن**
- **كميات مشتقة من الكميات الأولية مثل السرعة والتعجيل**
- **كميات تكميلية مثل الزاوية**

- جميع الكميات الفيزيائية (أساسية أو مشتقة) يمكن تقسيمها إلى نوعين،

- - الكميات **القياسية** ***scalar*** ((يمكن تحديدها <u>**بالمقدار**</u> <u>**magnitude**</u> فقط، مثل أن تقول أن كتلة جسم 5kg

  أو مساحة قطعة مستطيلة 30 m2 بهذا نكون قد حددنا الكمية الفيزيائية.))

- -الكمية **المتجهة** ***vector***. ((وهي الكميات التي تحتاج إلى أن تحدد اتجاهها <u>**direction**</u> بالإضافة إلى

  <u>**magnitude**</u>، مثل سرعة الرياح 10km/h واتجاهها غرباً لاحظ هنا أنه احتجنا لتحديد المقدار أولاً ثم

  الاتجاه ثانياً))

الكميات الفيزيائية

يتكون

(i) A **vector** consists of two components: مكونات

magnitude and *direction* .

(e.g. force, velocity, pressure)

السرعة

(ii) A **scalar** consists of *magnitude only.*

(e.g. mass, charge, density)

الكثافة الشحنة

Vectors المتجهات

Vectors

يتميز

A vector is characterized by the following three properties:

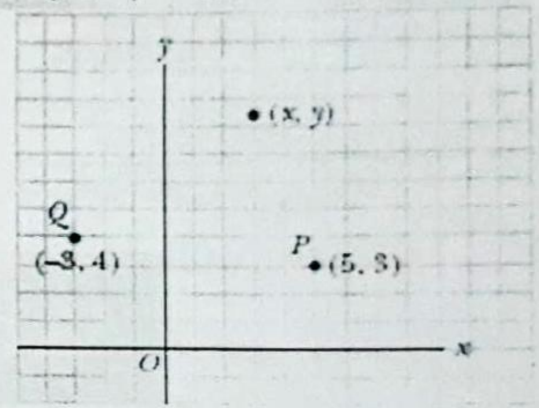
- has a magnitude كمقدار
- has direction (Equivalently, has several components in a selected system of coordinates).
- obeys certain addition rules("rule of parallelogram"متوازي الاضلاع)

يطيع / يتقبل بعض

(Coordinate Systems) نظم الإحداثيات

نحتاج في حياتنا العملية إلى تحديد موقع جسم ما في الفراغ سواءً كان ساكناً أم متحركاً،
ولتحديد موقع هذا الجسم فإننا نستعين بما يعرف بالإحداثيات *Coordinates*،
وهناك نوعان من الإحداثيات التي سوف نستخدمها وهما *Rectangular coordinates* و *polar coordinates*.

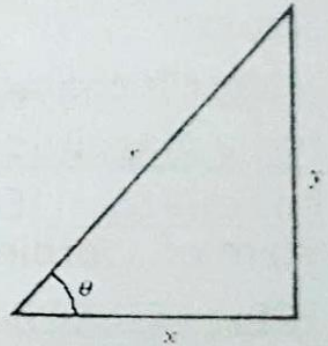
الإحداثيات الكارتيزية (X,Y)



$$\sin\theta = \frac{y}{r}$$

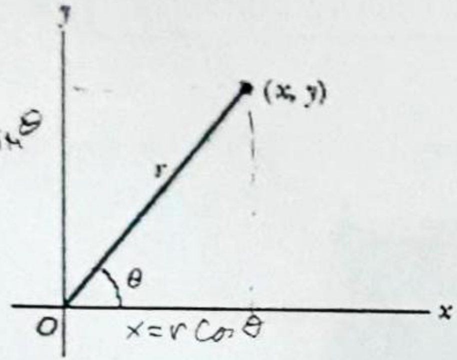
$$\cos\theta = \frac{x}{r}$$

$$\tan\theta = \frac{y}{x}$$



الإحداثيات القطبية (r,θ)

تحدد في نظام الاحداثيات تم ر و θ

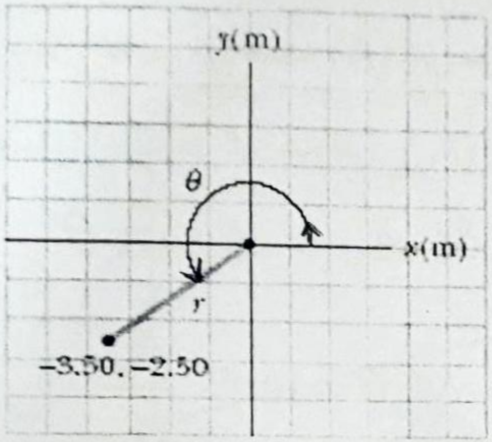


$$\tan\theta = y/x \qquad x = r\cos\theta$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \qquad y = r\sin\theta$$

<u>Example</u> : If the vector coordinates of a vector are (x, y) = (-3.5, -2.5), Find his polar coordinates?

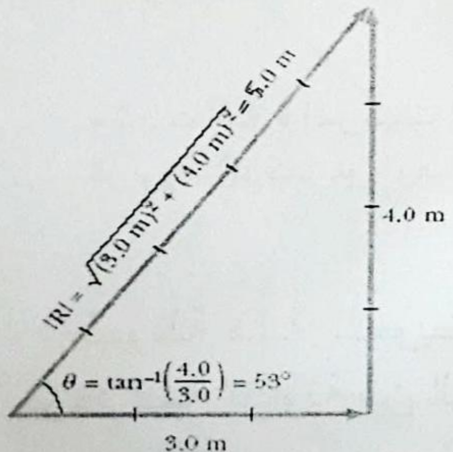
أي أوجد r , θ المجهولين



$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(-3.50\ \text{m})^2 + (-2.50\ \text{m})^2} = 4.30\ \text{m}$$

$$\tan\theta = \frac{y}{x} = \frac{-2.50\ \text{m}}{-3.50\ \text{m}} = 0.714$$

$$\theta = 216°$$



<u>Example</u> 2: Find the value of the vector (r) and its direction (θ) if X = 3m & Y = 4 m, as shown in the attached diagram?

$$|r| = \sqrt{x^2 + y} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\ \text{m}$$

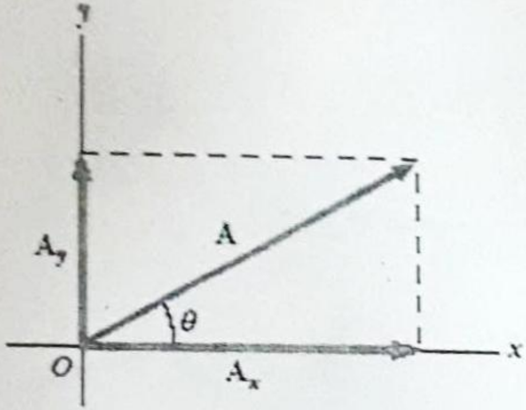
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right) = 53°$$

5

Components of a vector & unit vector

مركبات المتجه ومتجه الوحدة:

لتبسيط الحل لاي متجه



- يمكن تحليل أي متجه (A) إلى مركبة سينية (A_x) على المحور السيني (x) ومركبة صادية (A_y) على المحور الصادي (y) حيث

$$A_x = A\cos\theta \quad \& \quad A_y = A\sin\theta$$

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad \& \quad \theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$$

− A_x negative, + A_y positive	A_x positive +, A_y positive +
− A_x negative, − A_y negative	A_x positive +, A_y negative −

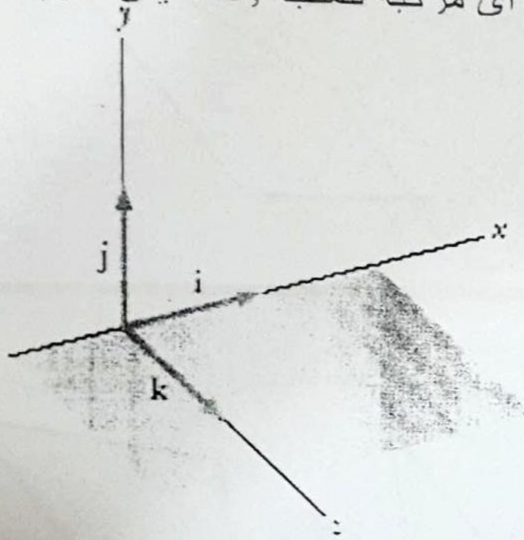
- تعتمد أشارة المركبات السينية والصادية على الزاوية θ، كما هو موضح بالرسم

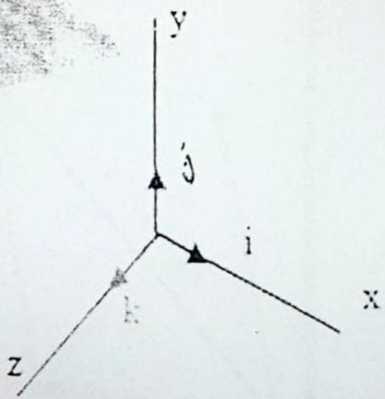
- ملحوظة هامة: للتعويض بالمعادلات السابقة لحساب المركبة السينية أو الصادية دائما تؤخذ قيمة الزاوية بين المتجه والمحور السيني الموجب

- **vector unit**: is a vector whose absolute value is one that does not change the amount of any component of the vector but indicates the direction, and is used to write the equation of vectors as follows:

- (وحدة المتجه) هو متجه قيمته المطلقة واحد أي انه لا يغير مقدار أى مركبة للمتجه ولكنة يدل على اتجاهها، ويستخدم لكتابة معادلة المتجهات كالأتي:

$$\overline{A} = A_x \vec{i} + A_y \vec{j} + A_z \vec{k}$$





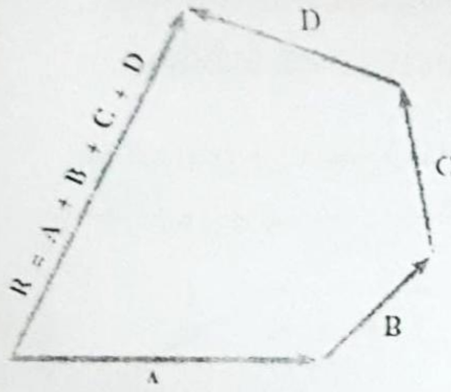
i ≡ a unit vector along the *x*-axis
j ≡ a unit vector along the *y*-axis
k ≡ a unit vector along the *z*-axis

Vector Algebra

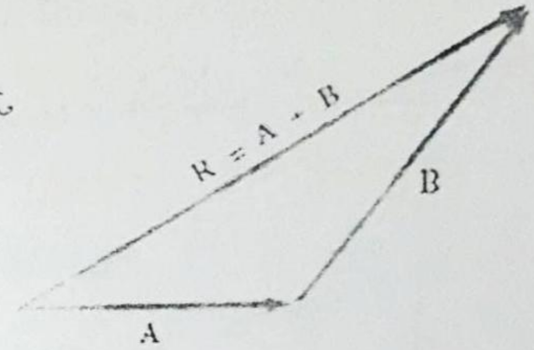
Adding vectors

بالرسم

أكثر من متجهين

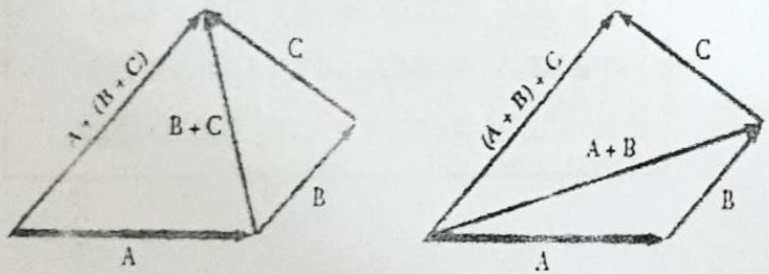


متجهين



القانون الترابطي

Associative Law

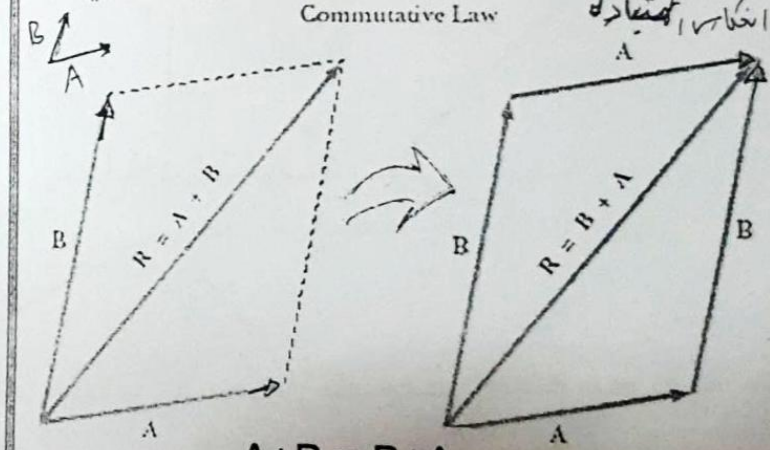


$$A+(B+C) = (A+B)+C$$

القانون التبادلي

Commutative Law

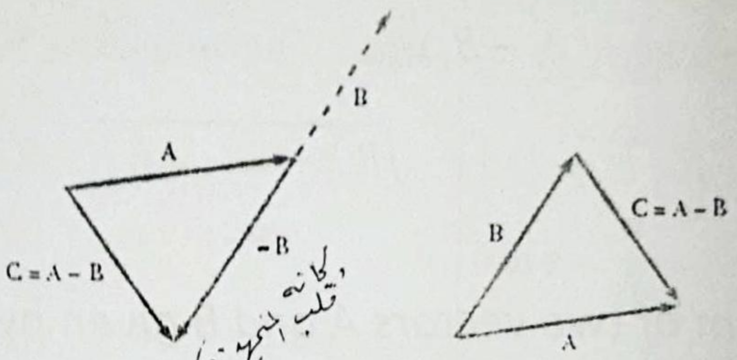
تنطبق انعكاساً متبادلة



$$A+B = B+A$$

:Subtracting vectors

Vector Subtraction



وكأنه قلب المتجه تعكس اشارته

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

- عند جمع المتجهات حسابيا، تجمع المركبات السينية أو الصادية كلا على حدا لكتابة معادلة المجموع أو المحصلة

$$\vec{A} = A_x\vec{i} + A_y\vec{j} + A_z\vec{k} \quad \& \quad \vec{B} = B_x\vec{i} + B_y\vec{j} + B_z\vec{k}$$

$$\vec{A} + \vec{B} = (A_x + B_x)\vec{i} + (A_y + B_y)\vec{j} + (A_z - B_z)\vec{k}$$

$$\vec{R} = R_x\vec{i} + R_y\vec{j} + R_z\vec{k} \qquad |R| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} \quad \& \quad \boxed{\theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x}}$$

هنا ستطلع لنا الزاوية غير دقيقة ؟ أين X_z

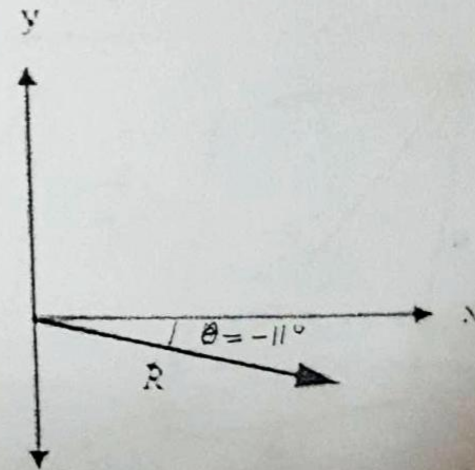
Example :*Find the sum of two vectors A and B given by* $\vec{A} = 3i + 4j$

$\vec{B} = 2i - 5j$

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = (3+2)i + (4-5)j = 5i - j$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{25+1} = \sqrt{26} = 5.1$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x} = \tan^{-1}\frac{-1}{5} = -11^\circ$$



Example: Find the sum of the vector A & B, given :

$$\mathbf{A} = (2.0\mathbf{i} + 2.0\mathbf{j})\ \text{m} \quad \text{and} \quad \mathbf{B} = (2.0\mathbf{i} - 4.0\mathbf{j})\ \text{m}$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{A} + \mathbf{B} = (2.0 + 2.0)\mathbf{i}\ \text{m} + (2.0 - 4.0)\mathbf{j}\ \text{m}$$
$$= (4.0\mathbf{i} - 2.0\mathbf{j})\ \text{m}$$

$$R_x = 4.0\ \text{m} \qquad R_y = -2.0\ \text{m}$$

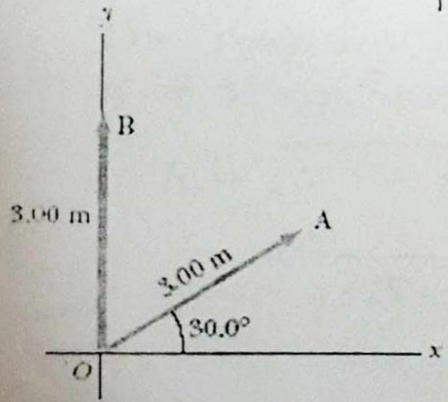
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(4.0\ \text{m})^2 + (-2.0\ \text{m})^2} = \sqrt{20}\ \text{m}$$
$$= 4.5\ \text{m}$$

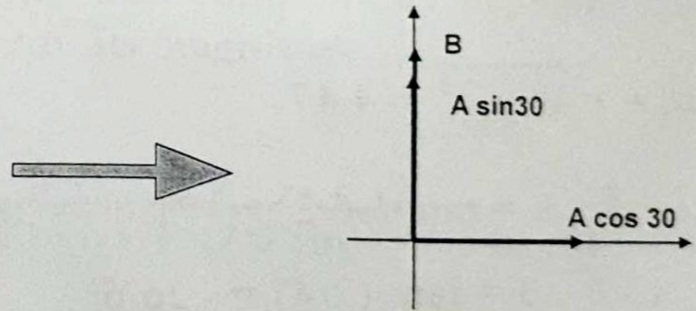
$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} = \frac{-2.0\ \text{m}}{4.0\ \text{m}} = -0.50$$

$\theta = \tan^{-1} 0.5$

θ= 333 درجة

homework: أوجد قيمة المحصلة للمتجهين A&B، كما هو موضح بالرسم؟





Example

Two vectors are given by $\bar{A} = 3i - 2j$ and $\bar{B} = -i - 4j$. Calculate (a) $\bar{A} + \bar{B}$, (b) $\bar{A} - \bar{B}$, (c) $|\bar{A} + \bar{B}|$, (d) $|\bar{A} - \bar{B}|$, and (e) the direction of $\bar{A} + \bar{B}$ and $|\bar{A} - \bar{B}|$.

Solution

(a) $\bar{A} + \bar{B} = (3i - 2j) + (-i - 4j) = 2i - 6j$

(b) $\bar{A} - \bar{B} = (3i - 2j) - (-i - 4j) = 4i + 2j$

(c) $|\bar{A} + \bar{B}| = \sqrt{2^2 + (-6)^2} = 6.32$

(d) $|\bar{A} - \bar{B}| = \sqrt{4^2 + 2^2} = 4.47$

(e) For $\bar{A} + \bar{B}$, $\theta = \tan^{-1}(-6/2) = -71.6^\circ = 288^\circ$

For $\bar{A} - \bar{B}$; $\theta = \tan^{-1}(2/4) = 26.6^\circ$

The Resultant Displacement

متتالية = على التوالي
تخضع

A particle undergoes three consecutive displacements: $\mathbf{d}_1 = (15\mathbf{i} + 30\mathbf{j} + 12\mathbf{k})$ cm, $\mathbf{d}_2 = (23\mathbf{i} - 14\mathbf{j} - 5.0\mathbf{k})$ cm, and $\mathbf{d}_3 = (-13\mathbf{i} + 15\mathbf{j})$ cm. Find the components of the resultant displacement and its magnitude.

$$\mathbf{R} = \mathbf{d}_1 + \mathbf{d}_2 + \mathbf{d}_3$$

$$= (15 + 23 - 13)\mathbf{i}\text{ cm} + (30 - 14 + 15)\mathbf{j}\text{ cm} + (12 - 5.0 + 0)\mathbf{k}\text{ cm}$$

المركبة الناتجة تكون

$$= (\underbrace{25\mathbf{i}}_{R_x} + \underbrace{31\mathbf{j}}_{R_y} + \underbrace{7.0\mathbf{k}}_{R_z})\text{ cm}$$

The resultant displacement has components $R_x = 25$ cm, $R_y = 31$ cm, and $R_z = 7.0$ cm. Its magnitude is

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

$$= \sqrt{(25\text{ cm})^2 + (31\text{ cm})^2 + (7.0\text{ cm})^2} = 40\text{ cm}$$

Example:

A hiker begins a trip by first walking 25.0 km southeast from her car. She stops and sets up her tent for the night. On the second day, she walks 40.0 km in a direction 60.0° north of east, at which point she discovers a forest ranger's tower. (a) Determine the components of the hiker's displacement for each day.

$A_x = A\cos(-45.0°) = (25.0\text{ km})(0.707) = 17.7\text{ km}$

$A_y = A\sin(-45.0°) = -(25.0\text{ km})(0.707) = -17.7\text{ km}$

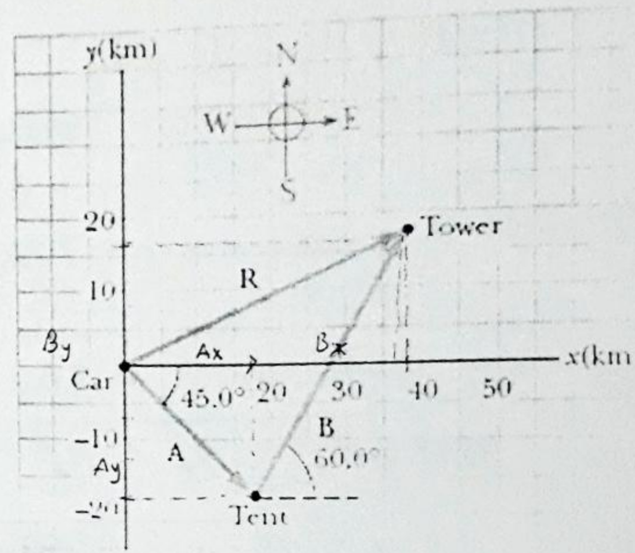
$B_x = B\cos 60.0° = (40.0\text{ km})(0.500) = 20.0\text{ km}$

$B_y = B\sin 60.0° = (40.0\text{ km})(0.866) = 34.6\text{ km}$

$R_x = A_x + B_x = 17.7\text{ km} + 20.0\text{ km} = 37.7\text{ km}$

$R_y = A_y + B_y = -17.7\text{ km} + 34.6\text{ km} = 16.9\text{ km}$

$\mathbf{R} = (37.7\mathbf{i} + 16.9\mathbf{j})\text{ km}$



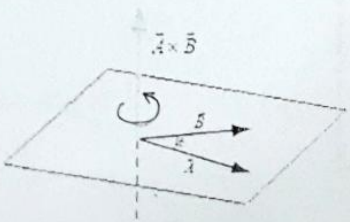
ويمكن حسابها بالرسم
بتحريك $\bar{B}$ الى نقطة الاصل وحساب المركبات

Product of a vector ضرب المتجهات

يوجد نوعين من الضرب للمتجهات:

-النوع الأول يسمى **الضرب القياسي scalar product** لان حاصل ضرب متجهين يعطي كمية قياسية مثل حاصل ضرب متجه القوة في متجهة الإزاحة يكون **الناتج** الشغل **وهو كمية قياسية** scalar

-والنوع الثاني هو **الضرب الاتجاهي cross product** وذلك لان حاصل ضرب متجهين **ينتج عنه متجه ثالث يكون اتجاهه عمودي على المستوى** الذي يحوي المتجهين الآخرين مثل متجه سرعة جسم مشحون في متجه المجال المغناطيسي ينتج عنه متجه قوة مغناطيسية.



ينتج من ((الضرب القياسي ⇦كمية قياسية)) وينتج من ((الضرب الإتجاهي ⇦ كمية متجهة))

The scalar product: is also known as (dot product) the result of scalar product of two vectors is scalar quantity.

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

- وتكون هذه القيمة موجبة إذا كانت الزاوية المحصورة بين المتجهين بين (0 و 90 درجة)
- وتكون النتيجة سالبة إذا كانت الزاوية المحصورة بين المتجهين بين(90 و 180 درجة)
- وتساوي صفراً إذا كانت الزاوية (90).

$$\boxed{\begin{array}{l} \bar{A}\bar{B} = +\text{ve when } 0 \le \theta < 90^\circ \\[1em] \bar{A}\bar{B} = -\text{ve when } 90^\circ < \theta \le 180^\circ \\[1em] \bar{A}\bar{B} = \text{zero when } \theta = \cancel{0}\,90 \end{array}}$$

يمكن إيجاد قيمة scalar product لمتجهين والزاوية بينهما باستخدام مركبات كل متجه كما يلي:

$$\bar{A} = A_x i + A_y j + A_z k$$

$$\bar{B} = B_x i + B_y j - B_z k$$

وبضرب مركبات المتجه A بمركبات المتجه B ينتج :

$$\bar{A}\bar{B} = (A_x i - A_y j - A_z k).(B_x i + B_y j + B_z k)$$

$$\begin{aligned}\bar{A}.\bar{B} = (&A_x i.B_x i + A_x i.B_y j + A_x i.B_z k \\ &+ A_y j.B_x i + A_y j B_y j + A_y j.B_z k \\ &+ A_z k.B_x i - A_z k.B_y j + A_z k.B_z k)\end{aligned}$$

لأن
$i.j = 0$
$j.k = 0$
$j.i = 0$
حيث $\cos 90 = 0$

Therefore

$$\therefore \bar{A}\bar{B} = A_x B_x - A_y B_y + A_z B_z$$

The angle between the two vectors is

$$\cos\theta = \frac{\bar{A}.\bar{B}}{|A||B|} = \frac{A_x B_x - A_y B_y - A_z B_z}{|A||B|}$$

$i.i = 1$
$j.j = 1$
$k.k = 1$

Ex Find the angle between the two vectors

$$\bar{A} = 2i + 3j + 4k, \quad \bar{B} = i - 2j + 3k$$

Solution

$$\cos\theta = \frac{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}{|A||B|}$$

$$A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = (2)(1) + (3)(-2) + (4)(3) = 8$$

$$|A| = \sqrt{2^2 + 3^2 + 4^2} = \sqrt{29}$$

$$|B| = \sqrt{1^2 + (-2)^2 + 3^2} = \sqrt{14}$$

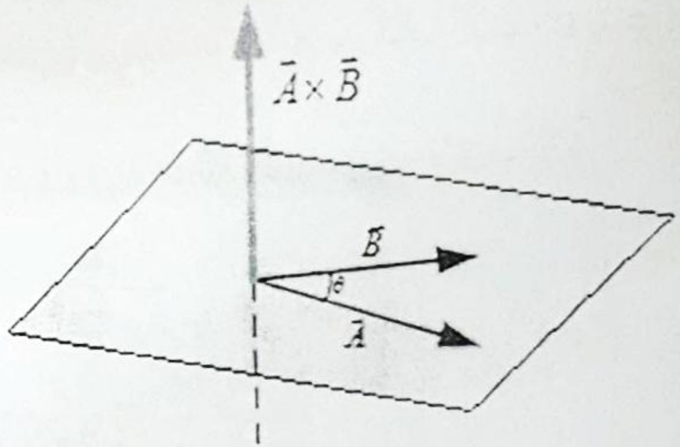
$$\cos\theta = \frac{8}{\sqrt{29}\sqrt{14}} = 0.397 \Rightarrow \theta = 66.6^\circ$$

$\cos^{-1} 0.397 = \theta$

الضرب الاتجاهي The cross product

يعرف الضرب الاتجاهي بـ *vector product* ايضا وتكون نتيجة الضرب الاتجاهي لمتجهين كمية متجهة. كما في الشكل التالي:

يظهر متجه جديد



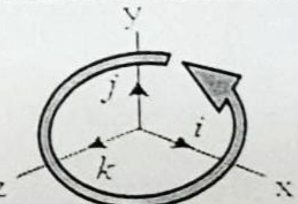
$$\bar{A}\times\bar{B} = AB\sin\theta$$

$$\bar{A}\times\bar{B} = (A_x i + A_y j + A_z k)\times(B_x i + B_y j + B_z k)$$

لايجاد قيمة حاصل الضرب نستعين بالحقيقة المتمثلة

في أن الزاوية بين المتجهات i, j, k هي $90°$

$i\times i = 0$	$i\times j = k$	$i\times k = -j$
$j\times j = 0$	$j\times k = i$	$j\times i = -k$
$k\times k = 0$	$k\times i = j$	$k\times j = -i$



z قبل y ⇐ حسب قاعدة الكف اليمنى

z قبل x

x قبل y

$$\bar{A}\times\bar{B} = (A_y B_z - A_z B_y)i - (A_z B_x - A_x B_z)j + (A_x B_y - A_y B_x)k$$

لاتجاه x ⇐ بسبب أن الضرب الاتجاهي بين أي متجهين ينتج متجه ثالث

اتجاه y

اتجاه z

If $\bar{C} = \bar{A} \cdot \bar{B}$, the components of $\bar{C}$ are given by ملاحظة

$$C_x = A_y B_z - A_z B_y$$

$$C_y = A_z B_x - A_x B_z$$

$$C_z = A_x B_y - A_y B_x$$

Example

If $\bar{C} = \bar{A} \times \bar{B}$, where $\bar{A} = 3i - 4j$, and $\bar{B} = -2i + 3k$, **what is** $\bar{C}$?

Solution

$$\bar{C} = \bar{A} \times \bar{B} = (3i - 4j) \times (-2i + 3k)$$

لان الزاوية بينهما صفر
ولان Sin 0=0

لان الزاوية بينهما 90
ولان Sin 90=1

which, by distributive law, becomes

$$\bar{C} = -(3i \times 2i) + (3i \times 3k) + (4j \times 2i) - (4j \times 3k)$$

Using equation (~~[illegible]~~) to evaluate each term in the equation above we get

$$\bar{C} = 0 - 9j - 8k - 12i = -12i - 9j - 8k$$

The vector $\bar{C}$ is perpendicular to both vectors $\bar{A}$ and $\bar{B}$.