ARMS
ACADEMY

GENERAL PHYSICS 1

Chapter 1

Our Groups

قناة الاكاديمية

Telegram

ARMS
ACADEMY

Chapter -01-Units, Physical Quantities, and Vectors

1.1 The Nature of Physics
1.2 Solving Physics Problems
1.3 Standards and Units
1.4 Using and Converting units
1.5 Uncertainty and Significant figures
1.7 Vectors and Vector Addition
1.8 Components of Vectors
1.9 Unit Vectors

1.1 The Nature of Physics

Physics is an experimental science.

الفيزياء هي علم تجريبي

Ask questions ⟶ Design experiments ⟷ Make observations ⟶ Find pattern (Theory)

اطرح الاسئلة — تجارب التصميم — اجراء الملاحظات — ايجاد النمط (النظرية)

Theories can be revised by new observation.

يمكن مراجعة النظريات من خلال الملاحظة الجديدة

Theories have a range of validity.

النظريات لها مدى من الصحة

Measurements and numbers are required to perform experiments and explain the results.

القياسات والارقام المطلوبة لإجراء التجارب وشرح النتيجة

1.2 Solving Physics Problems

Problem-Solving Strategies that offer techniques for setting up and solving problems efficiently and accurately.

استراتيجيات حل المشكلات التي تقدم تقنيات لإعداد وحل المسائل بكفاءة ودقة.

ISEE

Identify → Determine target variable and given quantities.

التحديد ← تحديد المتغير المستهدف والكميات المعطاة

Setup → Choose equations based on the known and unknown values.

الاعداد ← إختر المعادلات بناء على القيم المعروفة والمجهولة

Execute → Do the math.

التنفيذ ← إجراء الحسابات

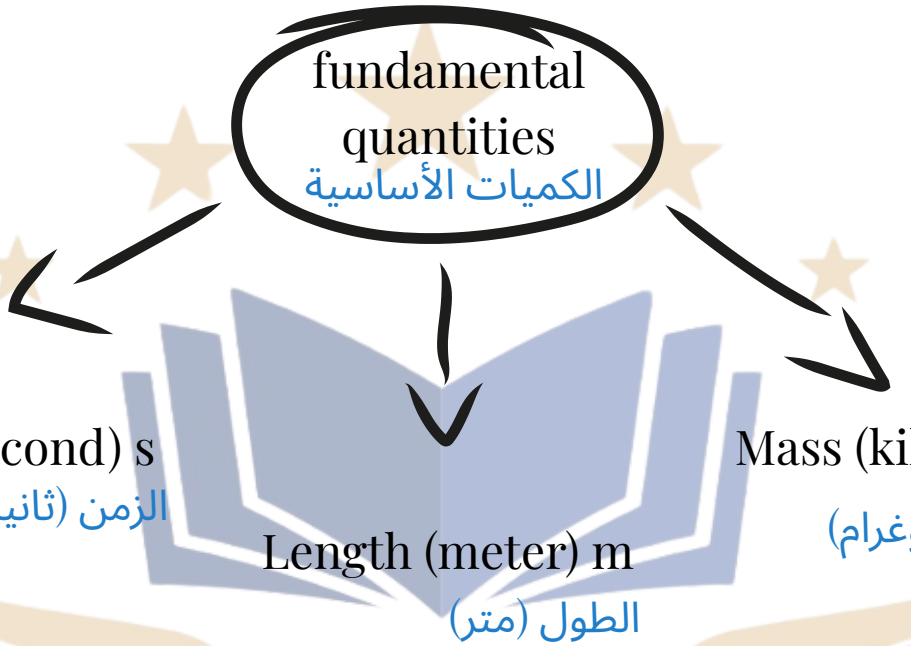
Evaluate → Dose answer make the sense.

التقييم ← هل الاجابة لها معنى

1.3 Standards and Units

In mechanics, three fundamental quantities are used;

في الميكانيكا ، تستخدم ثلاث كميات أساسية؛



Other quantities in mechanics can be expressed in terms of the three fundamental quantities and are called derived quantities.

يمكن التعبير عن الكميات الأخرى في الميكانيكا من حيث الكميات الأساسية الثلاث وتسمى الكميات المشتقة

Area: A product of two lengths.

المساحة: حاصل ضرب طولين

Speed: A ratio of a length to a time interval.

السرعة: نسبة الطول إلى فترة زمنية

Density: A ratio of mass to volume.

الكثافة: نسبة الكتلة إلى الحجم

Some units of Length, Mass, and Time

بعض وحدات الطول والكتلة والزمن

Length
1 nanometer $= 1\ \text{nm} = 10^{-9}\ \text{m}$ (a few times the size of the largest atom)
1 micrometer $= 1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{m}$ (size of some bacteria and other cells)
1 millimeter $= 1\ \text{mm} = 10^{-3}\ \text{m}$ (diameter of the point of a ballpoint pen)
1 centimeter $= 1\ \text{cm} = 10^{-2}\ \text{m}$ (diameter of your little finger)
1 kilometer $= 1\ \text{km} = 10^{3}\ \text{m}$ (distance in a 10-minute walk)

Mass
1 microgram $= 1\ \mu\text{g} = 10^{-6}\ \text{g} = 10^{-9}\ \text{kg}$ (mass of a very small dust particle)
1 milligram $= 1\ \text{mg} = 10^{-3}\ \text{g} = 10^{-6}\ \text{kg}$ (mass of a grain of salt)
1 gram $= 1\ \text{g} = 10^{-3}\ \text{kg}$ (mass of a paper clip)

Time
1 nanosecond $= 1\ \text{ns} = 10^{-9}\ \text{s}$ (time for light to travel 0.3 m)
1 microsecond $= 1\ \mu\text{s} = 10^{-6}\ \text{s}$ (time for space station to move 8 mm)
1 millisecond $= 1\ \text{ms} = 10^{-3}\ \text{s}$ (time for a car moving at freeway speed to travel 3 cm)

1.4 Using and Converting units

An equation must always be dimensionally consistent. You can't add apples and automobiles; two terms may be added or equated only if they have the same units.

يجب ان تكون المعادلة دائما متسقة ابعاديًا. لا يمكنك تفاح وسيارات؛
يمكن اضافة حدين أو معادلتهما فقط إذا كان لهما نفس الوحدات

For example, if a body moving with constant speed v travels a distance d in a time t , these quantities are related by the equation;

على سبيل المثال، إذا تحرك جسم بسرعة ثابتة v وقطع مسافة d في
زمن t، فان هذه الكميات مرتبطة بالمعادلة

For example the equation distance = speed × time

$$d\ (\mathrm{m}) = v\ (\mathrm{m/s}) \bullet t\ (\mathrm{s})$$

Both sides must be in the same units and dimensions, if d is in meters, vt also must be in meters.

يجب ان يكون كلا الطرفين بنفس الوحدات والأبعاد، إذا كان d بالأمتار،
فيجب ان يكون vt ايضاً بالامتار

$$10\ \mathrm{m} = \left(2\ \frac{\mathrm{m}}{\$}\right)(5\ \$)$$

Example 1.1 Converting speed units

The world land speed record of 763.0 mi/h was set on October 15, 1997, by Andy Green in the jet-engine car *thrust* SSC. Express this speed in meters per second.

$$763.0 \text{ mi/h} = \left(763.0 \frac{\text{mi}}{\text{h}}\right)\left(\frac{1.609 \text{ km}}{1 \text{ mi}}\right)\left(\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}\right)\left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}\right)$$

$$= 341.0 \text{ m/s}$$

1.5 Uncertainty and Significant figures

Measurements always have uncertainties;
The uncertainties depends on the measuring devices.

القياسات دائما ما تحتوي على حالات عدم يقين، وتعتمد حالات عدم اليقين على اجهزة القياس

Example, the thickness of your mobile phone is announced to be 5.15 mm With ordinary ruler, precise to 1mm.
[you can write 5 mm not 5.0, 5.00, 5.10 or 5.15]

على سبيل المثال، تم الإعلان عن سمك هاتف محمول على انه 5.15 سم باستخدام مسطرة عادية، دقيق إلى 1 مم

Smaller uncertainty is a more accurate measurement.

كلما كان عدم اليقين اصغر، كان القياس اكثر دقة

The uncertainty in the measurement is indicated by the number of significant figures.

يشير إلى عدم اليقين في القياس بعدد الأرقام المعنوية

Significant Figures; The digit that are known with the certainty plus the one digit.

الأرقام المعنوية؛ الرقم المعروف بدرجة اليقين زائد رقم واحد

Multiplication or division:
Result can have no more significant figures than the factor with the fewest significant figures

الضرب او القسمة:
لا يمكن ان تحتوي النتيجة على ارقام معنوية اكثر من العامل الذي يحتوي على اقل عدد من الأرقام المعنوية

$$\frac{0.745 \times 2.2}{3.885} = 0.42$$

$$1.32578 \times 10^{7} \times 4.11 \times 10^{-3} = 5.45 \times 10^{4}$$

Addition or subtraction:
Number of significant figures is determined by the term with the largest uncertainty (i.e., fewest digits to the right of the decimal point)

الجمع او الطرح:
يتم تحديد عدد الأرقام المعنوية بواسطة الحد الذي يحتوي على اكبر درجة عدم اليقين (أي اقل عدد من الأرقام على يمين الفاصلة العشرية)

$$27.153 + 138.2 - 11.74 = 153.6$$

Example 1.3 Significant Figures in Multiplication

The rest energy E of an object with rest mass m is given by Albert Einstein's famous equation $E = mc^2$, where c is the speed of light in vacuum. Find E for an electron for which (to three significant figures) $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg. The SI unit for E is the joule (J); 1 J= 1 kg • m^2/s^2.

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} E &= (9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \\ &= (9.11)(2.99792458)^2(10^{-31})(10^8)^2 \text{ kg} \bullet \text{m}^2/\text{s}^2 \\ &= (81.87659678)(10^{|-31+(2\times8)|}) \text{ kg} \bullet \text{m}^2/\text{s}^2 \\ &= 8.187659678 \times 10^{-14} \text{ kg} \bullet \text{m}^2/\text{s}^2 \\ E &= 8.19 \times 10^{-14} \text{ kg} \bullet \text{m}^2/\text{s}^2 = 8.19 \times 10^{-14} \text{ J} \end{aligned}$$

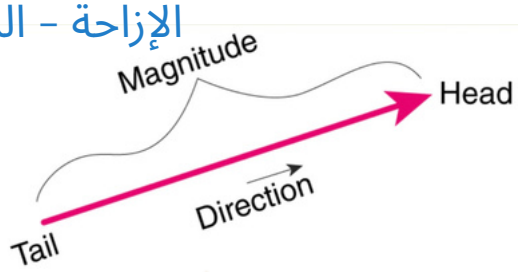
1.7 Vectors and Vector Addition

Vectors → have both magnitude and direction.

المتجهات ← لها مقدار واتجاه

Displacement – area – velocity – Force – torque.

الإزاحة - المساحة - السرعة - القوة - عزم الدوران



Scalars → Scalars have magnitude only.

القياسات ← لها مقدار فقط

Mass – time – speed – distance - temperature – density – energy.

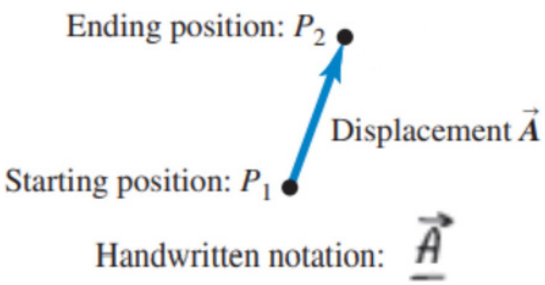
الكتلة - الزمن - السرعة - المسافة - درجة الحرارة - الكثافة - الطاقة

Displacement as a vector quantity.

الازاحة ككمية متجهة

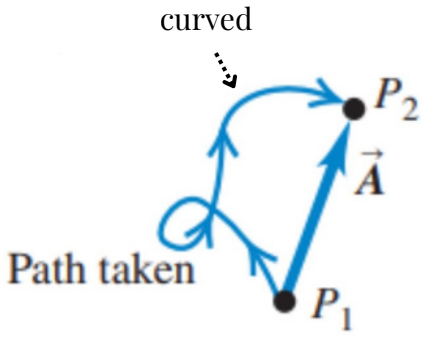
(a) We represent a displacement by an arrow that points in the direction of displacement.

يمثل الازاحة بسهم يشير إلى اتجاه الإزاحة



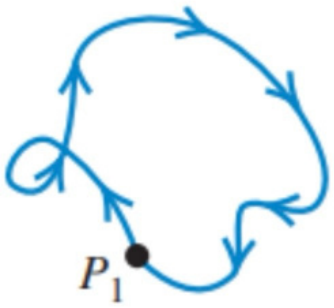
(b) A displacement is always a straight arrow directed from the starting position to the ending position. It does not depend on the path taken even if the path is curved

الإزاحة هي دائما سهم مستقيم موجه من موضع البداية إلى موضع النهاية. ولا تعتمد على المسار المتخذ حتى لو كان المسار منحنيًا



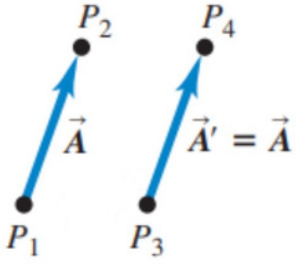
(c) Total displacement for a round trip is zero (o), regardless of of the path taken or distance traveled.

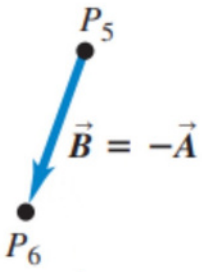
الازاحة لرحلة ذهاب وعودة تساوي صفرا (o)، بغض النظر عن المسار المتخذ أو المسافة المقطوعة



The meaning of vectors that have the same magnitude and the same or opposite direction.

معنى المتجهات التي لها نفس المقدار ونفس الاتجاه أو متعاكسان



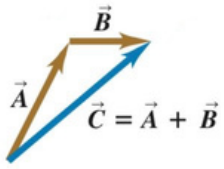


Because vectors have different orientation in space, we can not add them algebraically. Instead, we use the vector addition that depends on trigonometry

لان المتجهات لها اتجاهات مختلفة في الفضاء، لا يمكننا جمعها جبريا بدلا من ذلك، نستخدم جمع المتجهات الذي يعتمد على علم المثلثات

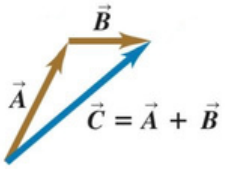
(a) We can add two vectors by placing them head to tai.

يمككنا جمع متجهين بوضعهما من الرأس إلى الذيل



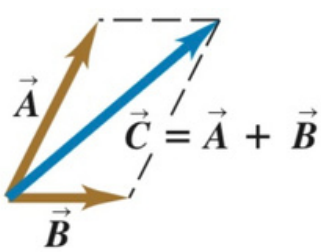
(b) Adding them in reverse order gives the same result: $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$. The order doesn't matter in vector addition.

جمعها بترتيب عكسي يعطي نفس النتيجة
$\vec{A} + \vec{B} = \vec{A} + \vec{B}$. الترتيب لا يهم في جمع المتجهات



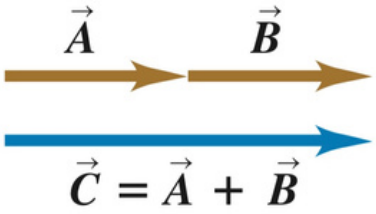
(c) We can also add two vectors by placing them tail to tail and constructing a parallelogram.

يمكننا ايضا جمع متجهين بوضعهما بحيث يكون من الذيل إلى الذيل وإنشاء متوازي اضلاع



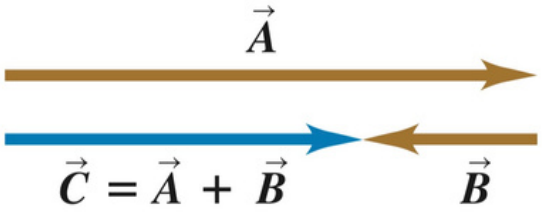
only when vectors $\vec{A}$ and $\vec{B}$ are parallel does the magnitude of their vectors sum $\vec{C}$ equal the sum of their magnitude: C = A + B

فقط عندما يكون المتجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ متوازيين يكون مجموع مقدار متجهيهما مساويًا لمجموع مقدارهما: C = A + B



when $\vec{A}$ and $\vec{B}$ are antiparallel, the magnitude of their vectors sum $\vec{C}$ equal the difference of their magnitude: C = |A - B|

عندما يكون $\vec{A}$ و $\vec{B}$ متعاكسين ، فان مجموع مقدار متجهيهما يساوي الفرق في مقدارهما: C = A - B

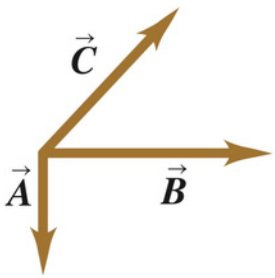


Several constructions for finding the vector sum $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$

عدة تراكيب لإيجاد مجموع المتجهات $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$

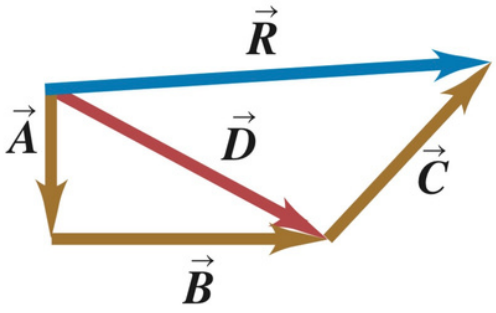
To find the sum of these three vectors

لإيجاد مجموع هذه المتجهات الثلاثة



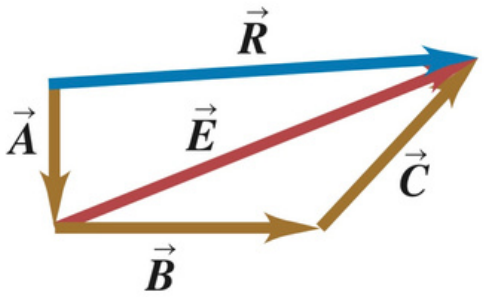
(a) add $\vec{A}$ and $\vec{B}$ to get $\vec{D}$ and then add $\vec{C}$ to $\vec{D}$ to get the final sum (resultant) $\vec{R}$

اجمع $\vec{A}$ و $\vec{B}$ للحصول على $\vec{D}$ ثم اجمع $\vec{C}$ إلى $\vec{D}$ للحصول على المجموع النهائي (المحصل) $\vec{R}$



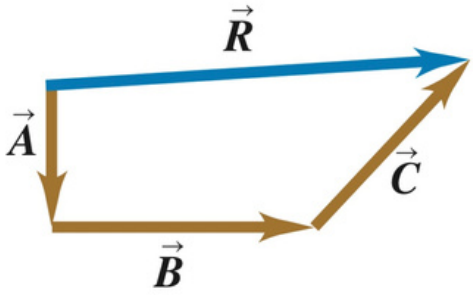
(b) or add $\vec{B}$ and $\vec{C}$ to get $\vec{E}$ and then add $\vec{A}$ to $\vec{E}$ to get $\vec{R}$

او اجمع $\vec{B}$ و $\vec{C}$ للحصول على $\vec{E}$ ثم اجمع $\vec{A}$ إلى $\vec{E}$ للحصول على $\vec{R}$



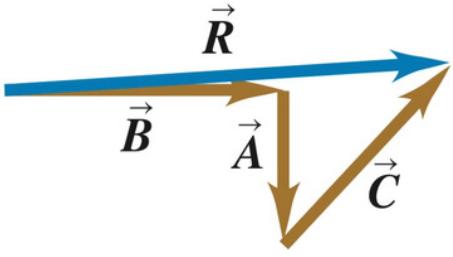
(c) or add $\vec{A}$, $\vec{B}$, and $\vec{C}$ to get $\vec{R}$ directly.

او اجمع $\vec{A}$, $\vec{B}$ و $\vec{C}$ للحصول على $\vec{R}$ مباشرة



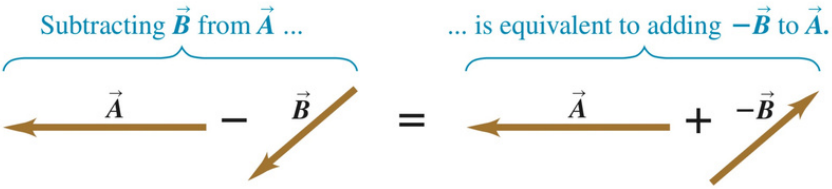
(d) or add $\vec{A}$, $\vec{B}$, and $\vec{C}$ in any other order and still get $\vec{R}$.

او اجمع $\vec{A}$, $\vec{B}$ و $\vec{C}$ باي ترتيب آخر وستظل تحصل على $\vec{R}$

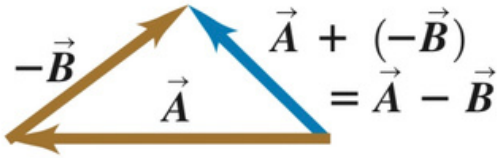


To construct the vector difference $\vec{A} - \vec{B}$, you can either place the tail of $-\vec{B}$ at the head of $\vec{A}$ or place the two vectors $\vec{A}$ and $\vec{B}$ head to head.

لانشاء الفرق بين المتجهين $\vec{A} - \vec{B}$ ، يمكنك اما وضع ذيل $-\vec{B}$ في راس $\vec{A}$
أو وضع المتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ وجها لوجه

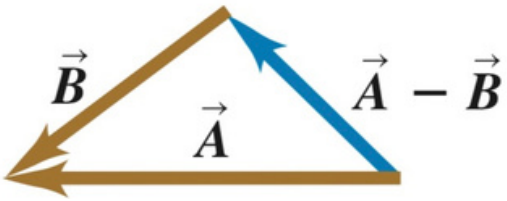


With $\vec{A}$ and $-\vec{B}$ head to tail, $\vec{A} - \vec{B}$ is the vector from the tail of $\vec{A}$ to the head of $-\vec{B}$.



مع وجود $\vec{A}$ و $\vec{B}$ وجها لوجه مع الذيل، فان
$\vec{A} - \vec{B}$ هو المتجه من ذيل $\vec{A}$ إلى راس $-\vec{B}$

With $\vec{A}$ and $\vec{B}$ head to head, $\vec{A} - \vec{B}$ is the vector from the tail of $\vec{A}$ to the tail of $\vec{B}$.



مع وجود $\vec{A}$ و $\vec{B}$ وجها لوجه، $\vec{A} - \vec{B}$ هو المتجه
من ذيل $\vec{A}$ إلى ذيل $\vec{B}$

Example 1.5 Adding Two Vectors at Right Angles

A cross-country skier skis 1.00 km north and then 2.00 km east on a horizontal snowfield. How far and in what direction is she from the starting point?

$$\sqrt{(1.00\ \text{km})^2 + (2.00\ \text{km})^2} = 2.24\ \text{km}$$

$$\tan\theta = \frac{\text{opposite side}}{\text{adjacent side}} = \frac{2.00\ \text{km}}{1.00\ \text{km}} = 2.00$$

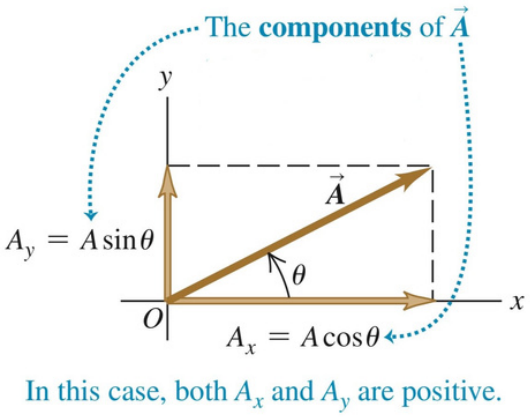
$$\theta = \arctan 2.00 = 63.4^\circ$$

the direction as 63.4° east of north or $90^\circ - 63.4^\circ = 26.6^\circ$ north of east

1.8 Components of Vectors

Representing a vector $\vec{A}$ in terms of its components A_x and A_y.

تمثيل المتجه $\vec{A}$ من حيث مكوناته A_x و A_y



In this case, both A_x and A_y are positive.

$$\vec{A} = A_x + A_y$$

$$A_x = A\cos\theta \qquad A_y = A\sin\theta$$

θ measured from the + x-axis, rotating toward the + y-axis.

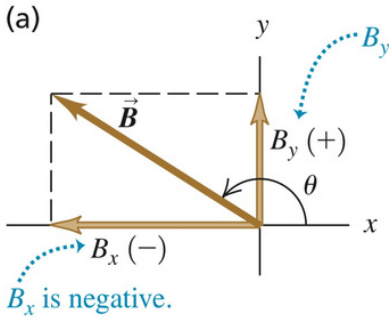
يتم قياس θ من المحور +x ، والدوران نحو المحور +y

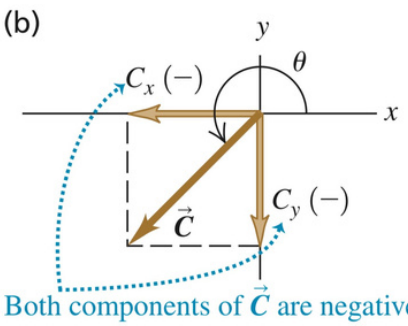
The sign of the components depends on the angle from zero degree;

تعتمد إشارة المكونات على الزاوية من درجة الصفر

The components of a vector may be positive or negative numbers.

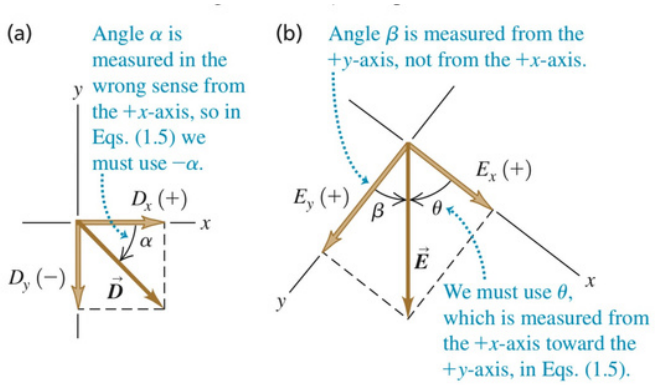
قد تكون مكونات المتجه ارقاماً موجبة أو سالبة.





Example 1.6 Finding Components

(a) What are the x- and y-components of vector D in **Fig. 1.19a**? The magnitude of the vector is D = 3.00 m, and angle α = 45°. (b) What are the x- and y-components of vector E in Fig. 1.19b ? The magnitude of the vector is E = 4.50 m, and angle β = 37.0°.



(a)

$D_x = D \cos \theta = (3.00\ m)(\cos(-45^\circ)) = +2.1\ m$

$D_y = D \sin \theta = (3.00\ m)(\sin(-45^\circ)) = -2.1\ m$

(b)

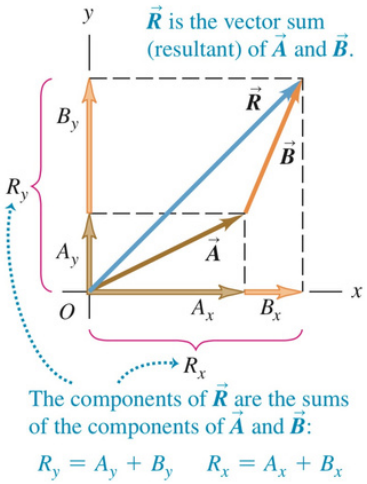
$\theta = 90.0^\circ - \beta = 90.0^\circ - 37.0^\circ = 53.0^\circ$

$E_x = E \cos 53.0^\circ = (4.50\ m)(\cos 53.0^\circ) = +2.71\ m$

$E_y = E \sin 53.0^\circ = (4.50\ m)(\sin 53.0^\circ) = +3.59\ m$

Finding the vector sum (resultant) of $\vec{\mathbf{A}}$ and $\vec{\mathbf{B}}$ using components.

Resolve each vector into its x- and y-components.



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

$B_x = B \cos \theta$ $B_y = B \sin \theta$

Add the x-components together to get R_x and the y-components to get R_y

Calculating the magnitude of the resultant with the Pythagorean Theorem

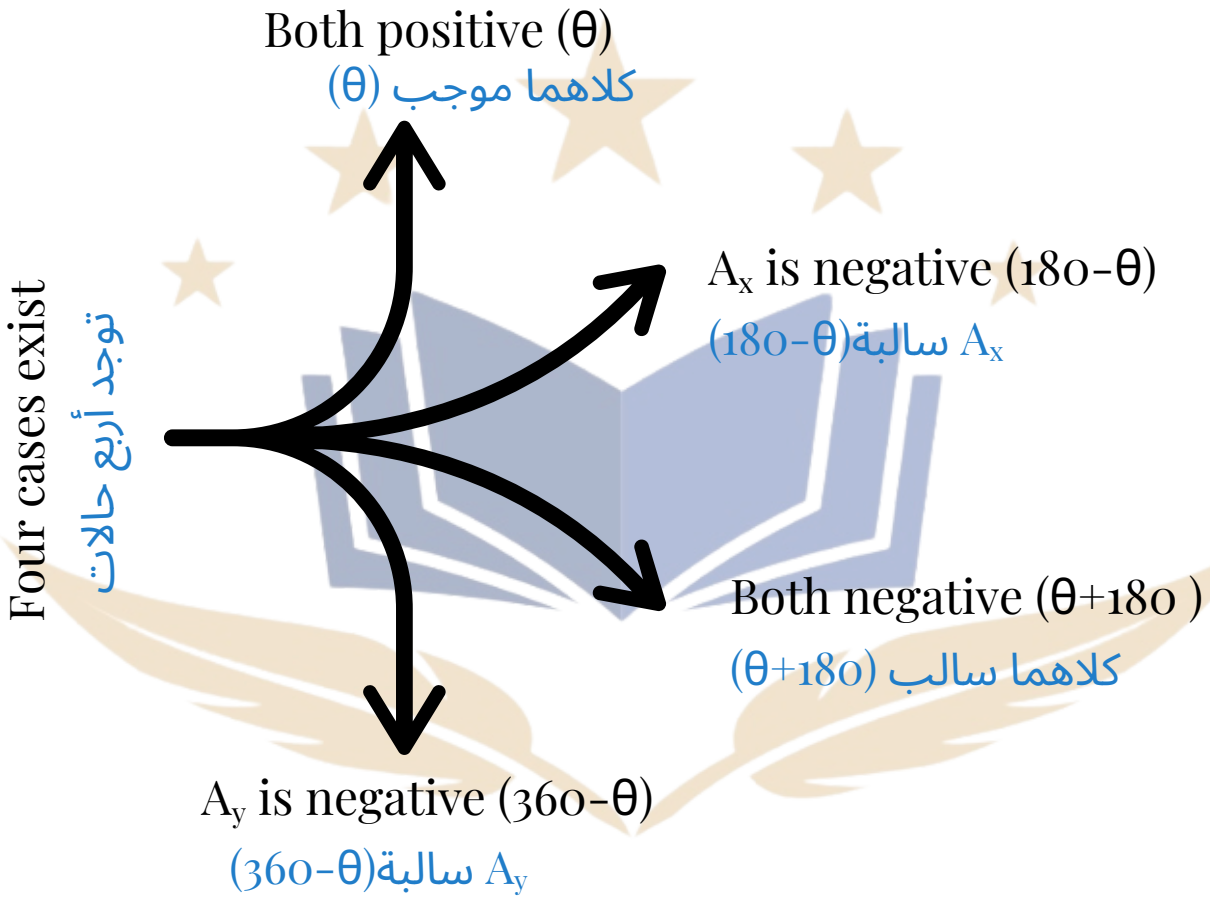
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Determine the angle

$$\tan \theta = \frac{R_x}{R_y} \qquad \theta = \arctan \frac{R_x}{R_y}$$

Any two angles that differ by 180° have the same tangent.

أي درجتين تختلفان بمقدار 180° لهما نفس المماس



1.9 Unit Vectors

A unit vector is a vector that has a magnitude of 1, with no units. Its only purpose is to point that is, to describe a direction in space.

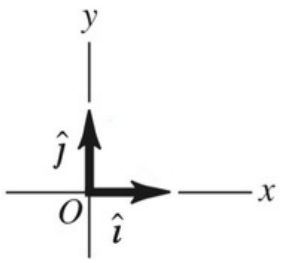
متجه الوحدة هو متجه له مقدار 1، بدون وحدات. غرضه الوحيد هو الإشارة، أي وصف اتجاه في الفضاء

We will always include a caret, or "hat" (^) , in the symbol for a unit vector to distinguish it from ordinary vectors.

سنقوم دائما بتضمين علامة ادراج، أو "قبعة" (^) . في رمز متجه الوحدة لتمييزه عن المتجهات العادية

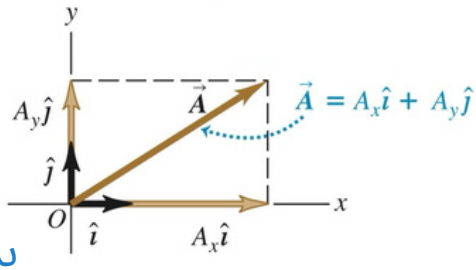
Unit vectors $\hat{i}$ and $\hat{j}$ point in the directions of positive x- and y-axis and have a magnitude of 1.

يشير متجه الوحدة $\hat{i}$ و$\hat{j}$ في اتجاهي المحورين x و y الموجبين، ولهما مقدار 1.



We can express a vector $\vec{A}$ in terms of its components as; $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$

يمكننا التعبير عن المتجه $\vec{A}$ من حيث مكوناته على النحو التالي $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$



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

Example 1.8 Using Unit Vectors

Given the two displacements

$$D = (6.00\,\hat{i} + 3.00\,\hat{j} - 1.00\,\hat{k})\ \text{m} \quad \text{and}$$
$$E = (4.00\,\hat{i} - 5.00\,\hat{j} + 8.00\,\hat{k})\ \text{m}$$

find the magnitude of the displacement 2D - E.

$$\vec{F} = 2(6.00\,\hat{i} + 3.00\,\hat{j} - 1.00\,\hat{k})\ \text{m} - (4.00\,\hat{i} - 5.00\,\hat{j} + 8.00\,\hat{k})\ \text{m}$$

$$= [(12.00 - 4.00)\hat{i} + (6.00 + 5.00)\hat{j} + (-2.00 - 8.00)\hat{k}]\ \text{m}$$

$$= (8.00\,\hat{i} + 11.00\,\hat{j} - 10.00\,\hat{k})\ \text{m}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

$$= \sqrt{(8.00\ \text{m})^2 + (11.00\ \text{m})^2 + (-10.00\ \text{m})^2}$$

$$= 16.9\ \text{m}$$

Scalar product

Scalar product is also called the dot product

يُطلق على حاصل الضرب القياسي ايضاً أسم حاصل الضرب النقطي

the quantity $\vec{A} \bullet \vec{B}$ is a scalar

الكمية $\vec{A} \bullet \vec{B}$ عددية

$$\vec{A} \bullet \vec{B} = AB \cos \theta = |\vec{A}||\vec{B}| \cos \theta$$

If θ is between 0° and 90°, $\vec{A} \bullet \vec{B}$ is positive

إذا كانت θ بين 0° و 90°، فان $\vec{A} \bullet \vec{B}$ موجباً

If θ is between 90° and 180°, $\vec{A} \bullet \vec{B}$ is negative

إذا كانت θ بين 90° و 180°، فان $\vec{A} \bullet \vec{B}$ سالباً

If $\theta = 90^\circ$, $\vec{A} \bullet \vec{B}$ is zero

إذا كانت $\theta = 90^\circ$، فان $\vec{A} \bullet \vec{B}$ تكون صفر

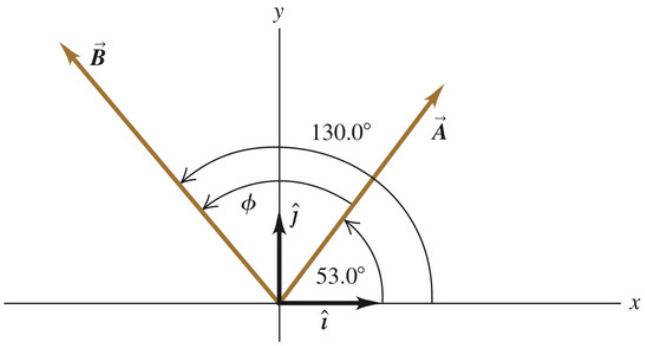
$$\hat{i} \bullet \hat{i} = \hat{j} \bullet \hat{j} = \hat{k} \bullet \hat{k} = (1)(1) \cos 0^\circ = 1$$

$$\hat{i} \bullet \hat{j} = \hat{i} \bullet \hat{k} = \hat{j} \bullet \hat{k} = (1)(1) \cos 90^\circ = 0$$

$$A \bullet B = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

Example 1.9 Calculating a Scalar Product

Find the scalar product $\vec{\mathbf{A}} \cdot \vec{\mathbf{B}}$ of two vectors in **Fig. 1.28**. The magnitudes of the vectors are A = 4.00 and B = 5.00.



$\theta = 130.0^\circ - 53.0^\circ = 77.0^\circ$

$A \cdot B = AB \cos \theta = (4.00)(5.00) \cos 77.0^\circ = 4.50$

Vector product

Vector product is also called the cross product

يطلق على حاصل الضرب المتجهي ايضاً أسم حاصل الضرب الاتجاهي

The direction perpendicular to the plane stablished by the two vectors $\vec{A}$ and $\vec{B}$.

الاتجاه العمودي على المستوى المرسوم بواسطة المتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$

$$C = AB \sin \theta$$

using the right-hand rule to find the direction of $\vec{A} \times \vec{B}$

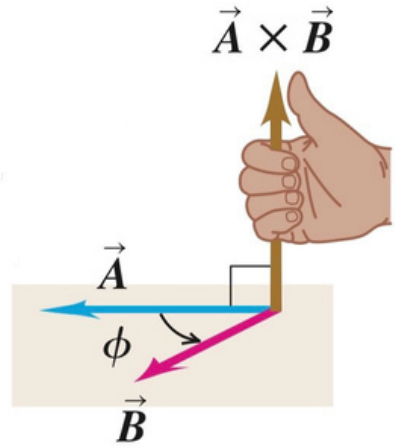
استخدام قاعدة اليد اليمنى لإيجاد اتجاه $\vec{A} \times \vec{B}$

1- Place $\vec{A}$ and $\vec{B}$ tail to tail.

ضع $\vec{A}$ و $\vec{B}$ ذيلاً إلى ذيل

2- Point fingers of right hand along $\vec{A}$, with palm facing $\vec{B}$

اشر باصابع اليد اليمنى على $\vec{A}$ مع توجيه راحة اليد نحو $\vec{B}$



3- Curl fingers toward $\vec{B}$.

لف الاصابع باتجاه $\vec{B}$

4- Thumb points in direction of $\vec{A} \times \vec{B}$.

يشير الابهام إلى اتجاه $\vec{A} \times \vec{B}$

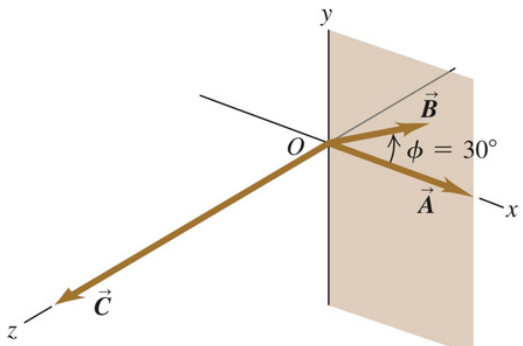
$$\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$$

$$\hat{i} \times \hat{j} = -\hat{j} \times \hat{i} = \hat{k}$$
$$\hat{j} \times \hat{k} = -\hat{k} \times \hat{j} = \hat{i}$$
$$\hat{k} \times \hat{i} = -\hat{i} \times \hat{k} = \hat{j}$$

$$C_x = A_y B_z - A_z B_y \qquad C_y = A_z B_x - A_x B_z \qquad C_z = A_x B_y - A_y B_x$$

Example 1.11 Calculating a Vector Product

Vector $\vec{\mathbf{A}}$ has magnitude 6 units and is in the direction of the + x-axis. Vectors $\vec{\mathbf{B}}$ has magnitude 4 units and lies in the xy-plane, making an angle of 30° with the + x-axis (**Fig. 133**). Find the vector product $\vec{\mathbf{C}} = \vec{\mathbf{A}} \times \vec{\mathbf{B}}$.



$AB \sin \theta = (6)(4)(\sin 30^\circ) = 12$

By the right-hand rule, the direction of $A \times B$ is along the + z-axis, so $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = 12\hat{k}$

ARMS
ACADEMY

GENERAL PHYSICS 1

Chapter 1

استثمر في تعليمك اليوم ،لتحصد
ثمار ذلك غداً

Our Groups

قناة الاكاديمية

Telegram