محاضرات مادة الفيزياء /1/

لطلاب السنة الأولى

(ميكاترونيكس – معلوماتية – عمارة)

الأستاذ الدكتور جبُّور نوفل جبُّور

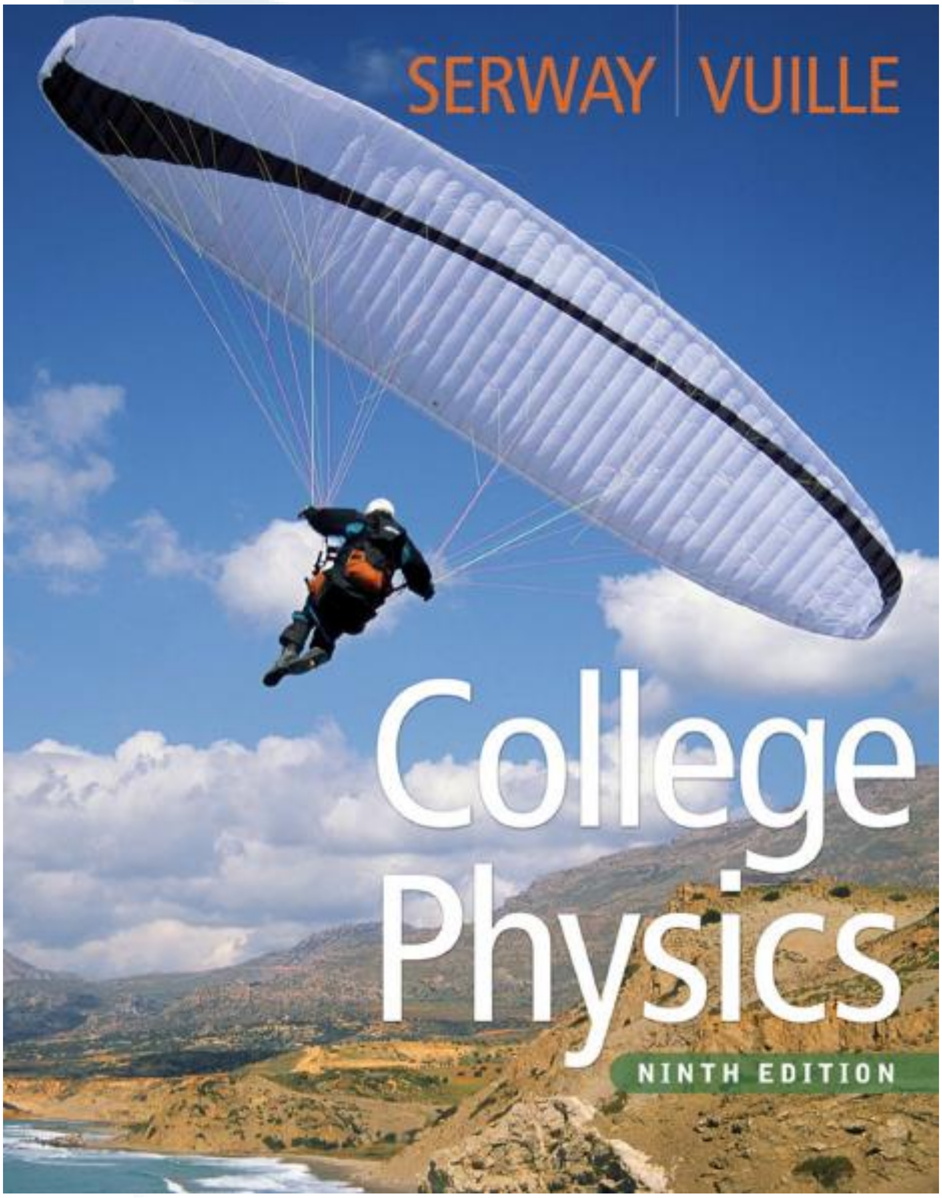
2025 - 2024

مقرر الفيزياء /1/ يغطي المواضيع التالية:

- 1- مقدمة،
- 2- الحركة الاهتزازية (التو افقية البسيطة)،
- 3- حركة الموجة،
- 4- الصوت (الأمواج الصوتية)،
- 5- الضوء،
- 6- الكهرباء (الحقل الكهربائي)،
- 7- الكهرباء (الطاقة الكهربائية)،
- 8- الكهرباء (التيار الكهربائي والمقاومة)،
- 9- الكهرباء (دارات التيار المستمر)،
- 10- مفهوم التحريض،
- 11- الديودات،
- 12- الترانزستورات.

جَـامعة
المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

المرجع الرئيس



المحاضرة الأولى

مقدمة

Introduction

- دراسة الفيزياء
- مجال تطبيق الفيزياء:

1- الوحدات المعيارية (الأساسية) للطول، للكتلة، وللزمن.

2- بنية المادة.

3- تحليل أبعاد معادلة (وحدات أو واحدات).

4- الارتياب (الأخطاء) في القياس ومفهوم الأرقام المعنوية.

5- تغيير الوحدات.

6- تقدير مرتبة قيمة حسابات.

7- جمل الإحداثيات.

8- علاقات مثلثية.

9- آلية حل المسائل.

10- رسومات بيانية.

11- تذكير ببعض المفاهيم الرياضية: (الأشعة – الجداء السلمي – الجداء الشعاعي – شعاع الموضع).

مُقدَّمة

- **دراسة الفيزياء:**

الفيزياء هي العلم الذي يحاول وصف سلوك وطبيعة الأشياء التي حولنا. أو بشكل آخر، يمكن القول إن الفيزياء تدرس المادة بأشكالها المتعددة وخواصها وبنيتها والظواهر الناتجة عنها.

إن مجال تطبيق الفيزياء واسع جداً، فهو ينطلق من المكونات الصغيرة جداً النواة الذرية، إلى الأشياء الكبيرة جداً كالكون.

- **مجال تطبيق الفيزياء:**

<u>الفيزياء الكلاسيكية (بين عام 1600 و 1900):</u>

- الميكانيك الكلاسيكي.
- الترموديناميك (درجة الحرارة، وانتقال الحرارة).
- الكهرطيسية (الكهرباء، المغناطيسية، أمواج كهرطيسية).

<u>الفيزياء الحديثة (من عام 1900 إلى يومنا الحاضر):</u>

- النظرية النسبية الخاصة.
- النظرية النسبية العامة.
- الميكانيك الكوانتي (النظرية الذرية).

1- الوحدات المعيارية (الأساسية) للطول، للكتلة، وللزمن.

الوحدات الأساسية في النظام المتري الذي يُعتبر نظام معياري مُعتمد عالمياً هي:

- المتر (m) لقياس المسافات.
- الكيلوغرام (kg) لقياس الكتل.
- الثانية (s) لقياس الزمن.

<u>ملاحظة</u>: الواحدات الأساسية (ومفهوم القياس المباشر)، الواحدات المشتقة (ومفهوم القياس غير المباشر).

بعض القيم التقريبية
للطول، للكتلة، وللمجالات الزمنية

Approximate Values for Length, Mass, and Time Intervals

قيم تقريبية لبعض الأطوال المقاسة

Table 1.1 Approximate Values of Some Measured Lengths

		Length (m)
Distance from Earth to most remote known quasar		1×10^{26}
Distance from Earth to most remote known normal galaxies		4×10^{25}
Distance from Earth to nearest large galaxy (M31, the Andromeda galaxy)		2×10^{22}
Distance from Earth to nearest star (Proxima Centauri)		4×10^{16}
One light year	السنة الضوئية	9×10^{15}
Mean orbit radius of Earth about Sun	نصف قطر مدار الأرض حول الشمس	2×10^{11}
Mean distance from Earth to Moon	البعد بين الأرض والشمس	4×10^{8}
Mean radius of Earth	نصف قطر الأرض	6×10^{6}
Typical altitude of satellite orbiting Earth	....	2×10^{5}
Length of football field	....	9×10^{1}
Length of housefly	....	5×10^{-3}
Size of smallest dust particles	....	1×10^{-4}
Size of cells in most living organisms		1×10^{-5}
Diameter of hydrogen atom	قطر ذرة الهيدروجين	1×10^{-10}
Diameter of atomic nucleus	قطر النواة الذرية	1×10^{-14}
Diameter of proton	قطر البروتون	1×10^{-15}

قيم تقريبية لبعض الكتل

Table 1.2 Approximate Values of Some Masses

الكون
مجرة
الشمس
الأرض
القمر
......
......
......
برغشة
بكتريا
ذرة الهيدروجين
الإلكترون

	Mass (kg)
Observable Universe	1×10^{52}
Milky Way galaxy	7×10^{41}
Sun	2×10^{30}
Earth	6×10^{24}
Moon	7×10^{22}
Shark	1×10^{2}
Human	7×10^{1}
Frog	1×10^{-1}
Mosquito	1×10^{-5}
Bacterium	1×10^{-15}
Hydrogen atom	2×10^{-27}
Electron	9×10^{-31}

قيم تقريبية لبعض المجالات الزمنية

Table 1.3 Approximate Values of Some Time Intervals

	Time Interval (s)
Age of Universe	5×10^{17}
Age of Earth	1×10^{17}
Average age of college student	6×10^{8}
One year	3×10^{7}
One day	9×10^{4}
Time between normal heartbeats	8×10^{-1}
Period[a] of audible sound waves	1×10^{-3}
Period[a] of typical radio waves	1×10^{-6}
Period[a] of vibration of atom in solid	1×10^{-13}
Period[a] of visible light waves	2×10^{-15}
Duration of nuclear collision	1×10^{-22}
Time required for light to travel across a proton	3×10^{-24}

[a]A *period* is defined as the time required for one complete vibration.

عمر الكون
عمر الأرض
العمر الوسطي لبعض معاهد الطلاب
سنة واحدة
يوم واحد
....
....

Some Prefixes for Powers of Ten - مضاعفات وأجزاء الواحدات

عامل الضرب		الرمز	الاسم	
1 000 000 000 000 000 000 000 000	$=10^{24}$	Y	يوتا	yotta
1 000 000 000 000 000 000 000	$=10^{21}$	Z	زيتا	zetta
1 000 000 000 000 000 000	$=10^{18}$	E	إيكسا	exa
1 000 000 000 000 000	$=10^{15}$	P	بيتا	peta
1 000 000 000 000	$=10^{12}$	T	تيرا	tera
1 000 000 000	$=10^{9}$	G	جيغا	giga
1 000 000	$=10^{6}$	M	ميغا	mega
1 000	$=10^{3}$	k	كيلو	kilo
100	$=10^{2}$	h	هيكتو	hecto
10	$=10^{1}$	da	ديكا	deca
0,1	$=10^{-1}$	d	ديسي	deci
0,01	$=10^{-2}$	c	سنتي	centi
0,001	$=10^{-3}$	m	ميلي	milli
0,000 001	$=10^{-6}$	µ	ميكرو	micro
0, 000 000 001	$=10^{-9}$	n	نانو	nano
0,000 000 000 001	$=10^{-12}$	p	بيكو	pico
0,000 000 000 000 001	$=10^{-15}$	f	فيمتو	femto
0,000 000 000 000 000 001	$=10^{-18}$	a	أتو	atto
0,000 000 000 000 000 000 001	$=10^{-21}$	z	زيبتو	zepto
0,000 000 000 000 000 000 000 001	$=10^{-24}$	y	يوكتو	yocto

مفهوم المصطلح العلمي

لنحاول أن نعبر عن الأعداد الكبيرة جداً، مثل كتلة الأرض، أو الصغيرة جداً مثل كتلة الإلكترون، باستخدام ما يُدعى بـ "المصطلح العلمي". إن الشكل الأساسي لهذا المصطلح العلمي هو:

$$M \times 10^{n}$$

حيث M عدد حقيقي (صحيح) يقع بين الـ 1 والـ 10، و n عدد تام.

أمثلة:

$$10^{0} = 1$$
$$10^{1} = 10$$
$$10^{2} = 10 \times 10 = 100$$
$$10^{3} = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$
$$10^{-1} = 1 / 10 = 0.1$$
$$10^{-2} = 1 / 10 / 10 = 0.01$$
$$10^{-3} = 1 / 10 / 10 / 10 = 0.001$$

وعلى سبيل المثال، كتلة الأرض تساوي تقريباً:

6 000 000 000 000 000 000 000 000 kg

نُعبر عنها بالمصطلح العلمي الآتي:

$$6,0 \times 10^{24} kg$$

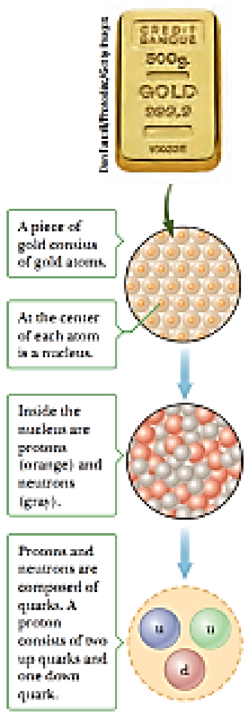
وأيضاً كتلة الإلكترون:

0.000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 911 kg

نُعبر عنها بالمصطلح العلمي الآتي:

$$9,11 \times 10^{-31} kg$$

2- بنية المادة.



جزيء

ذرة (إلكترونات + نواة)

نواة (بروتونات + نترونات)

البروتونات والنترونات تتألف من كواركات

Quarks

up, down, strange, charm,

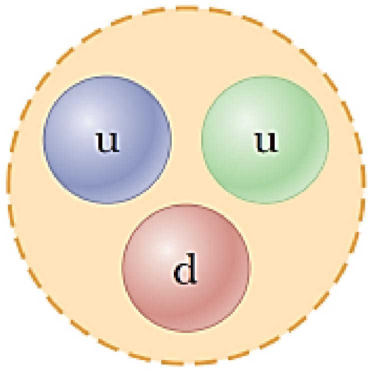
bottom, and *top.*

شحنة الكواركات:

up, charm, top (+2/3)

down, strange, bottom (-1/3)

مثال: شحنة البروتون:



$$u + u + d$$

up, charm, top (+2/3)

down, strange, bottom (-1/3)

$$(2/3) + (2/3) - (1/3) = (3/3) = 1$$

3- تحليل أبعاد (وحدات أو واحدات) معادلة):

نستخدم الرموز التالية : (L,M,T) لكل من الطول، الكتلة، والزمن

تُستخدم الأقواس المتوسطة [ ] التي تسمى Brackets لكي نرمزبها لوحدات (لواحدات) المقادير (الكميات) الفيزيائية.

$[v] = L/T$ (Speed) السرعة

$[A] = L^2$ (Area) (المساحة) السطح

العلاقات بين التسارع، السرعة، والمسافة:

وحدة المسافة : $[x] = L$ وحدة الزمن : $[t] = T$

وحدة السرعة : $[v] = L/T$

وحدة التسارع : $[a] = L/T^2$

$$[x] = L = L\frac{T}{T} = \frac{L}{T}T = [v][t] = [a][t]^2$$

$$[v] = \frac{L}{T} = \frac{L}{T^2}T = [a][t]$$

أبعاد وبعض وحدات كل من السطح (المساحة)، الحجم، السرعة، والتسارع

Table 1.5 Dimensions and Some Units of Area, Volume, Velocity, and Acceleration

الجملة	السطح (L^2)	الحجم (L^3)	السرعة (L/T)	التسارع (L/T^2)
System	Area (L^2)	Volume (L^3)	Velocity (L/T)	Acceleration (L/T^2)
SI	m^2	m^3	m/s	m/s^2
cgs	cm^2	cm^3	cm/s	cm/s^2
U.S. customary	ft^2	ft^3	ft/s	ft/s^2

System International (SI) الجملة الدولية (أو الجملة المكتية (MKS)

الجملة السغثية (CGS)

الجملة الأمريكية (الأنكلوساكسون) (U.S.customary)

مثال: تحليل أبعاد معادلة

هل أبعاد المعادلة التالية هي أبعاد سرعة؟

$$v = v_0 + at$$

الحل:

أبعاد السرعة

$$[v] = [v_0] = \frac{L}{T}$$

أبعاد التسارع

$$[at] = [a][t] = \frac{L}{T^2}(T) = \frac{L}{T}$$

صح أم خطأ؟ True or False

هل المعادلة التي أبعادها صحيحة هي صحيحة فيزيائياً؟

هل المعادلة التالية $(x=vt^2)$ أبعادها صحيحة؟ (غير صحيحة incorrect)

وإذا كانت غير صحيحة فما هي المعادلة الصحيحة؟ $(x=vt)$

مثال: (إيجاد معادلة) جسم يتحرك على دائرة (حركة دائرية) نصف قطرها r.

المطلوب إيجاد العلاقة بين التسارع الثابت، السرعة، ونصف القطر.

الحل:

$$[a]=\frac{L}{T^2}$$

$$[v]=\frac{L}{T}\quad\rightarrow\quad T=\frac{L}{[v]}$$

$$[a]=\frac{L}{T^2}=\frac{L}{(L/[v])^2}=\frac{[v]^2}{L}$$

$$[a]=\frac{[v]^2}{[r]}\quad\rightarrow\quad \boxed{a=\frac{v^2}{r}}$$

4- الارتياب (الأخطاء) في القياس ومفهوم الأرقام المعنوية:

$$16{,}3\ \text{cm}\pm 0{,}1\ \text{cm}=(16{,}3\pm 0{,}1)\ \text{cm}$$

$$(16{,}3+0{,}1)\ \text{cm}=16{,}4\ \text{cm}$$

$$(16{,}3-0{,}1)\ \text{cm}=16{,}2\ \text{cm}$$

ملاحظة: حول الخطأ المطلق والخطأ النسبي: ليس هناك من دقة مطلقة ولا من خطأ معدوم.

الأرقام المعنوية

Significant Figures

الأرقام المعنوية لعدد تُمثل الأرقام السليمة (الصحيحة) لهذا العدد.

قواعد:

(1) الأرقام غير المعدومة هي دائماً معنوية.

(2) كل الأصفار النهائية (الأخيرة) معنوية.

(3) الأصفار بين الأرقام المعنوية هي معنوية.

(4) الأصفار المستخدمة فقط لنقل الفاصلة لا تكون معنوية.

أمثلـة:

الأرقام المعنوية	عـدد
6	3.14159 = 3.14159 10^{0}
5	0.34000 = 3.4000 10^{-1}
4	0.1034 = 1.034 10^{-1}
4	0.001034 = 1.034 10^{-3}
4	7.000 = 7.000 10^{0}
2	0.000034 = 3.4 10^{-5}

مفهوم التقريب واستخدام الآلة الحاسبة:

5,35 ~ 5,4 5,33 ~ 5,3

قاعدة (1): الضرب:

When multiplying several quantities, the number of significant figures in the final answer is the same as the number of significant figures in the quantity having the smallest number of significant figures. The same rule applies to division.

عند ضرب عدة مقادير، فإن عدد الأرقام المعنوية للجواب النهائي.
يجب أن يكون مساوياً لعدد الأرقام المعنوية للمقدار الذي يمتلك أصغر عدد من هذه الأرقام المعنوية. تطبق هذه القاعدة على القسمة أيضاً.

مثال (1): مساحة دائرة – Area of a circle

$$A = \pi r^2 = \pi(6.0\ \text{cm})^2 = 1.1 \times 10^2\ \text{cm}^2$$

$$A = \pi\ r^2 = 113.097\ 335\ 5 = 1{,}1\times10^2\ \text{cm}^2$$

مثال (2): مساحة مستطيل – Area of a rerctangle

$$A = 12{,}71\ \text{m} \times 3{,}46\ \text{m} = 43{,}976\ 6\ \text{m}^2 = 44{,}0\ \text{m}^2$$

قاعدة (2): الجمع والطرح:

When numbers are added or subtracted, the number of decimal places in the result should equal the smallest number of decimal places of any term in the sum or difference.

عند جمع أو طرح عدة مقادير، فإن عدد الأرقام بعد الفاصلة للجواب النهائي، يجب أن يكون مساوياً لعدد الأرقام بعد الفاصلة للمقدار الذي يمتلك أصغر عدد من هذه الأرقام.

مثال (2): حساب مجموع أو طرح– calculate of a sum or difference

$$23,2 + 5,174 = 28,374 = 28,4$$

$$1.000\,1 + 0.000\,3 = 1.000\,4$$
$$1.002 - 0.998 = 0.004$$

أمثلة:

14.71 m → 4 significant figures
7.46 m → 3 significant figures

$14.71\ m \times 7.46\ m = 109.74\ m^2 \rightarrow \boxed{1.10 \times 10^2\ m^2}$

4.822 m → 4 significant figures
5.1 m → 2 significant figures

$4.822\ m \times 5.1\ m = 24.59\ m^2 \rightarrow \boxed{25\ m^2}$

13.8 m → 3 significant figures
9 m → 1 significant figure

$13.8\ m \times 9\ m = 124.2\ m^2 \rightarrow \boxed{100\ m^2} = 1\times 10^2\ m^2$

$$1.10 \times 10^2\ m^2 + 25\ m^2 + 100\ m^2 = 235\ m^2$$

$$235\ m^2 \rightarrow \boxed{2 \times 10^2\ m^2}$$

Remark - ملاحظة

$$\begin{matrix} 9{,}4\ m \\ 8{,}5\ m \end{matrix} \rightarrow 9\ m$$

مثال: إيجاد مساحة مستطيل

أولاً – الطول (Length) (750 m) والعرض (Width) (125 m)

ثانياً– الطول (Length) (400 m) والعرض (Width) (150 m)

الحل:

أولاً – مساحة المستطيل الأول:

$$(750 \times 125) = 93750\ m^2 = 9{,}4 \times 10^4\ m^2$$

ثانياً– مساحة المستطيل الثاني:

$$(400 \times 150) = 60000\ m^2 = 6 \times 10^4\ m^2$$

ثالثاً– مساحة المستطيلين:

$$9{,}4 \times 10^4\ m^2 + 6 \times 10^4\ m^2 = 15{,}4 \times 10^4\ m^2 = 1{,}5 \times 10^5\ m^2$$

مثال: أوجد قيمة ما يلي:

$$2,35 \times 5,89 \,/\, 1,57$$

First: $2,35 \times 5,89 = 13,842 \cong 13,8$

$13,8 \,/\, 1,57 = 8,789\,8 \cong 8,79$

Second: $5,89 \,/\, 1,57 = 3,751\,6 \cong 3,75$

$2,35 \times 3,75 = 8,812\,5 \cong 8,81$

Finally: $2,35 \,/\, 1,57 = 1,496\,8 \cong 1,5$

$1,5 \times 5,89 = 8,835 \cong 8,84$

ملاحظة: يفضل عادة تقريب النتيجة النهائية فقط.

5- تغيير الوحدات.

يجب أن نعرف التحويل من واحدة إلى أخرى (الانتقال من واحدة إلى أخرى).

أمثلة:

- 1h = 60 mn = 3600 s
- 100 cm = 1 m
- 1000 g = 1 kg

أمثلة أخرى:

- 1 day = 24 h = 964000 s
- 1 km = 1000 m = 100000 cm = 1000000 mm
- 1 ton = 1000 kg = 1000000 g

الانتقال من الجملة الدولية SI والجملة U.S (جملة الوحدات الأمريكية)

$$1\,609 \text{ m} = 1.609 \text{ km}$$

$$39.37 \text{ in.} = 3.281 \text{ ft}$$

$$1 \text{ ft} = 0.304\,8 \text{ m} = 30.48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ in.} = 0.025\,4 \text{ m} = 2.54 \text{ cm}$$

مثال: الانتقال من الإنش inch إلى السنتيمتر:

$$15.0 \text{ in.} = 15.0 \cancel{\text{in.}} \times \left(\frac{2.54 \text{ cm}}{1.00 \cancel{\text{in.}}}\right) = 38.1 \text{ cm}$$

الانتقال من المتر في الثانية إلى المايل في الثانية:

$$28.0 \text{ m/s} = \left(28.0 \frac{\cancel{\text{m}}}{\text{s}}\right)\left(\frac{1.00 \text{ mi}}{1\,609 \cancel{\text{m}}}\right) = 1.74 \times 10^{-2} \text{ mi/s}$$

الانتقال من المايل في الثانية إلى المايل في الساعة:

$$1.74 \times 10^{-2} \text{ mi/s} = \left(1.74 \times 10^{-2} \frac{\text{mi}}{\cancel{\text{s}}}\right)\left(60.0 \frac{\cancel{\text{s}}}{\cancel{\text{min}}}\right)\left(60.0 \frac{\cancel{\text{min}}}{\text{h}}\right) = \boxed{62.6 \text{ mi/h}}$$

ملاحظة:

1,00 m/s = 2,24 mi/h

152 mi/h = 67,9 m/s

مثال:

التسارع: الانتقال من (m/s^2) إلى (km/min^2)

$$22,0\ m/s^2 = ?$$

$$\frac{22.0\ \cancel{m}}{1.00\ \cancel{s^2}}\left(\frac{1.00\ km}{1.00 \times 10^3\ \cancel{m}}\right)\left(\frac{60.0\ \cancel{s}}{1.00\ min}\right)^2 = \boxed{79.2\ \frac{km}{min^2}}$$

مثال: تحويل المقدار $(4,50 \times 10^3)\ kg/m^3$

. . . . إلى g/cm^3

EXERCISE 1.5 Convert $4.50 \times 10^3\ kg/m^3$ to g/cm^3.

ANSWER $4.50\ g/cm^3$

6- تقدير مرتبة قيمة حسابات:

المطلوب تقدير مرتبة الجداء:

$$\pi \times 27 \times 65$$
$$\pi = 3,141592 \sim 3$$
$$27 \sim 30$$
$$65 \sim 70$$

ومنه فيمكن أن نكتب:

$$\boldsymbol{\pi \times 27 \times 65 \cong 3 \times 30 \times 70 \cong 6300}$$

مثال: تقدير عدد الخلايا في دماغ (مخ) الإنسان:

بفرض أن دماغ الإنسان له شكل كرة نصف قطرها $(0,20m)$، وبفرض أن الدماغ يتكون من خلايا حيث نعتبر أن شكل الخلية هو أيضاً كرة نصف قطرها $(10\ \mu m)$، المطلوب تقدير عدد الخلايا التي تكون الدماغ.

الحل:

حجم الدماغ (المخ): يساوي حجم كرة:

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4\pi}{3}(0,20m)^3 = \frac{4\pi}{3} \times 8 \times 10^{-3}\ m^3$$

حجم الخلية الواحدة:

$$\frac{4\pi}{3}r^3 = \frac{4\pi}{3} \times (10 \times 10^{-6}\ m)^3 = \frac{4\pi}{3} \times 10^{-15}\ m^3$$

عدد الخلايا في الدماغ:

$$\frac{\frac{4\pi}{3} \times 8 \times 10^{-3}\ m^3}{\frac{4\pi}{3} \times 10^{-15}\ m^3} = 8 \times 10^{12} \cong 10^{13}\ cells$$

مثال: تقدير عدد المجرات في الكون:

بفرض أنه يمكننا الرؤية على بعد 10 بلايين (10 مليار) سنة ضوئية داخل الفضاء، وأنه يوجد 14 مجرة في مجوعتنا الحالية، ونحن على بعد 2 مليون سنة ضوئية عن المجموعة الأكثر قرباً من مجموعتنا، المطلوب تقدير عدد المجرات التي يمكن ملاحظتها أو مراقبتها في هذا الكون. (ملاحظة: السنة الضوئية هي عبارة عن المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، وتساوي حوالي $(9{,}5 \times 10^{15}\ m)$ (انظر الشكل المرافق).

في هذه الصورة في عمق الفضاء نرى عدد قليل من النجوم – عدد المجرات غير منتهي.

الحل:

من المعلومات المعروفة، نستطيع تقدير عدد المجرات في واحدة الحجم. المجموعة المحلية مؤلفة من 14 مجرة محتواة في كرة نصف قطرها مليون سنة ضوئية، وفي المجموعة الحالية (عبارة عن كرة مشابهة للسابقة)، يوجد 10 مجرات تقريباً بحجم كرة نصف قطرها مليون سنة ضوئية. بضرب هذا العدد الذي يمثل الكثافة بحجم الكون الذي يمكن ملاحظته أو مراقبته.

نحسب المسافة الموافق للسنة الضوئية – Light year، التي تُعرف بأنها المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحد، كما يلي علماً أن سرعة الضوء تساوي $3 \times 10^8\ m/s$:

سرعة الضوء × الزمن الموافق لسنة كاملة مقدراً بالثانية:

$$Light\ year\ (ly) = \left(3 \times 10^8 \frac{m}{s}\right) \times (365 \times 24 \times 60 \times 60)s$$
$$= 9\ 460\ 800\ 000\ 000\ 000 = 9{,}461 \times 10^{15} m$$

حساب تقريبي لحجم المجموعة المحلية (local group-lg) من المجرات:

حجم كرة نصف قطرها مليون سنة ضوئية:

$$V_{lg} = \frac{4}{3}\pi r^3 \sim (10^6\ ly)^3 = 10^{18}\ ly^3$$

وذلك بفرض أن: $\frac{4}{3}\pi \sim 1$ و $14 \sim 10$.

كثافة المجرات؛

كثافة المجرات = عدد المجرات مقسوماً على الكثافة

$$density\ of\ galaxies = \frac{10\ galaxies}{V_{lg}} = \frac{10\ galaxies}{10^{18}\ ly^3}$$

$$= 10^{-17}\ \frac{galaxies}{ly^3}$$

حجم الكون الممكن مراقبته: نعتبره كرة نصف قطرها 10 مليار سنة ضوئية:

$$V_u = \frac{4}{3}\pi r^3 \sim (10^{10}\ ly)^3 = 10^{30}\ ly^3$$

وعدد المجرات يساوي كثافة المجرات مضروباً بالحجم V_u:

$$number\ of\ galaxies = density\ of\ galaxies \times V_u$$

$$= \left(10^{-17}\ \frac{galaxies}{ly^3}\right)(10^{30}\ ly^3) = 10^{13}\ of galaxies$$

7- جمل الإحداثيات:

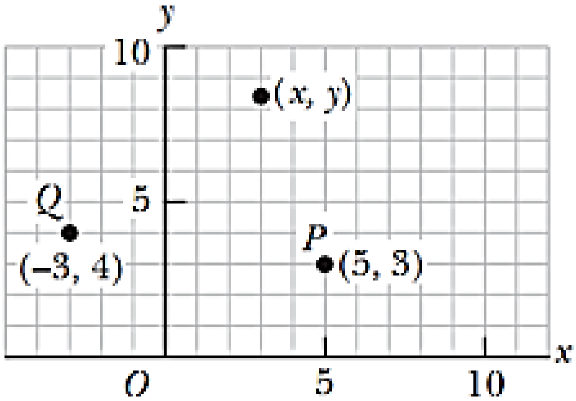


Figure 1.4 Designation of points in a two-dimensional Cartesian coordinate system. Every point is labeled with coordinates (x, y).

الإحداثيات الديكارتية

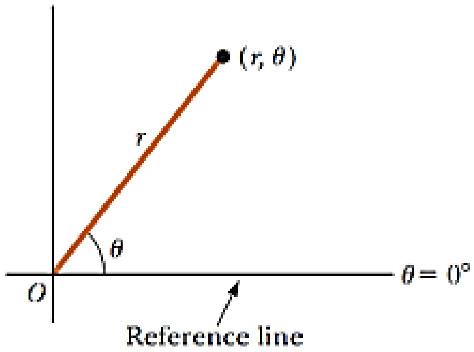


Figure 1.5 The plane polar coordinates of a point are represented by the distance r and the angle θ, where θ is measured counterclockwise from the positive x-axis.

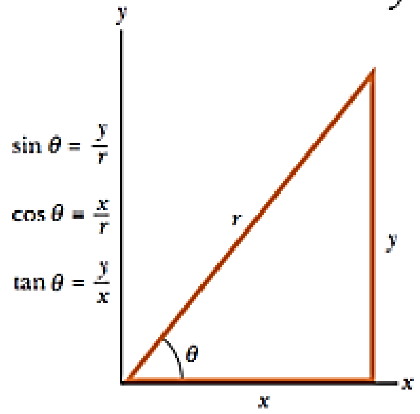
الإحداثيات القطبية

8- علاقات مثلثية:

	نظرية فيثاغوروث

Pythagorean Theorem

$$r^2 = x^2 + y^2$$



Active Figure 1.6
Certain trigonometric functions of a right triangle.

$\sin\theta =$ الوتر/المقابل

$\cos\theta =$ الوتر/المجاور

$\tan\theta =$ المجاور/المقابل

$$\sin\theta = \frac{\text{side opposite } \theta}{\text{hypotenuse}} = \frac{y}{r}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{side adjacent to } \theta}{\text{hypotenuse}} = \frac{x}{r}$$

$$\tan\theta = \frac{\text{side opposite } \theta}{\text{side adjacent to } \theta} = \frac{y}{x}$$

ملاحظة: عند حساب التوابع المثلثية يجب الانتباه لقيمة الزوايا، أي يجب أن نعبر عن الزوايا إما بالدرجة أو بالراديان.

$\pi = 3{,}14$ radians $= 180^o$

1 radians $= x^o$

→ 1 radian $= 180^o / 3{,}14 = 57{,}3$ degre

ملاحظة: على الطالب معرفة النسب المثلثية للزوايا الشهيرة، انظر الجدول المرفق:

θ	0^o	30^o	45^o	60^o	90^o	180^o
$\sin\theta$	0	0,5	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0
$\cos\theta$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0,5	0	-1

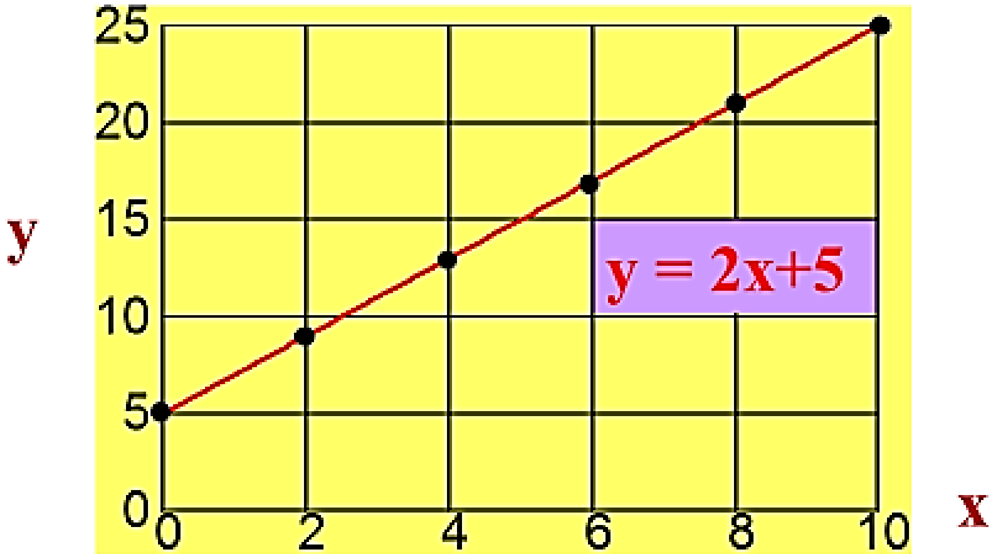
9- آلية حل المسائل:

رسومات بيانية

يوجد ثلاثة علاقات رياضية الأكثر اشتراكاً في كافة مجالات الفيزياء:

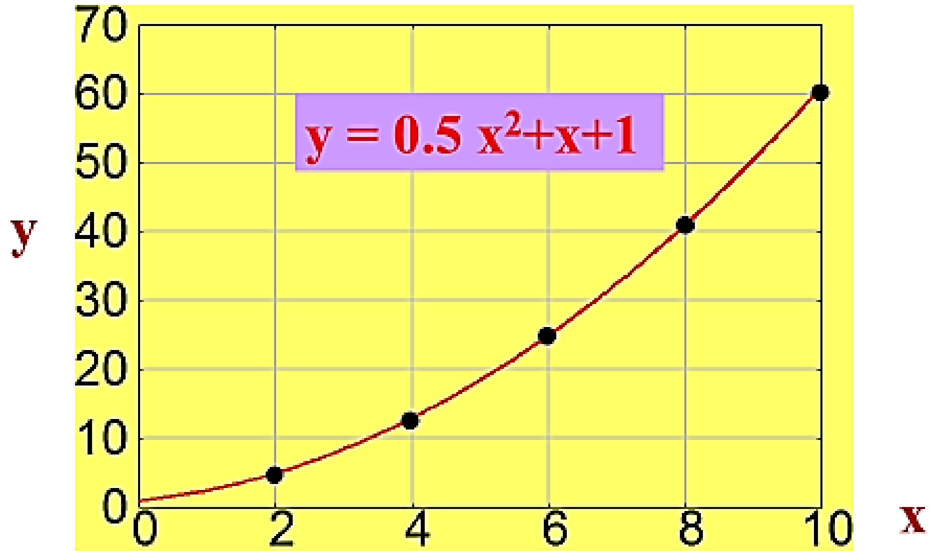
(1) علاقة خطية:

$$y = ax + b$$



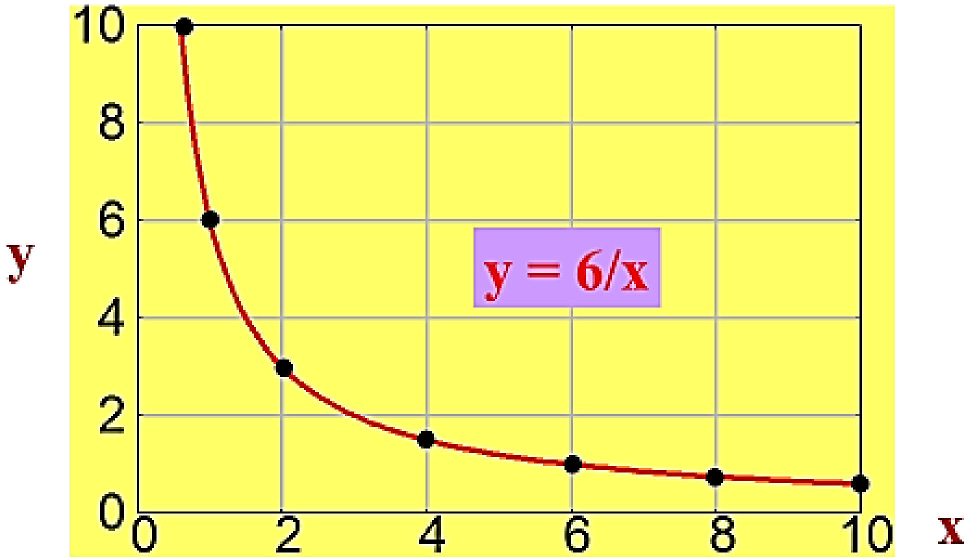
(2) علاقة تربيعية (علاقة من الدرجة الثانية) :

$$y = ax^2 + bx + c$$



(3) علاقة عكسية :

$$y = \frac{k}{x}$$



تذكير ببعض المفاهيم الرياضية

(1) الأشعة

(2) الجداء السلمي

(3) الجداء الشعاعي

(4) شعاع الموضع

(1) الأشعة

Physique

مقادير سلمية

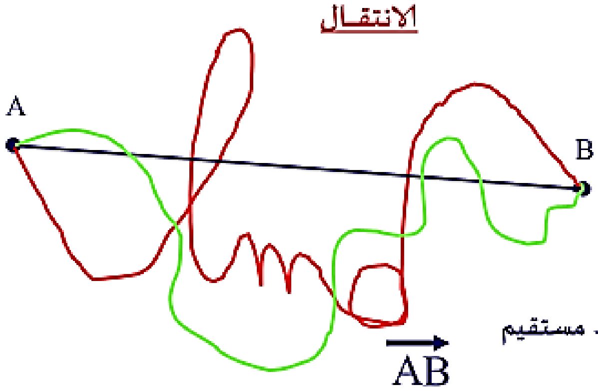
- الزمن ✓
- المسافة ✓
- الكتلة ✓
- درجة الحرارة ✓
- الشحنة الكهربائية ✓
- إلخ.... ✓

مقادير شعاعية

- الانتقال ✓
- السرعة ✓
- التسارع ✓
- القوة ✓

<u>مفهوم الانتقال:</u>

<u>الانتقال</u>



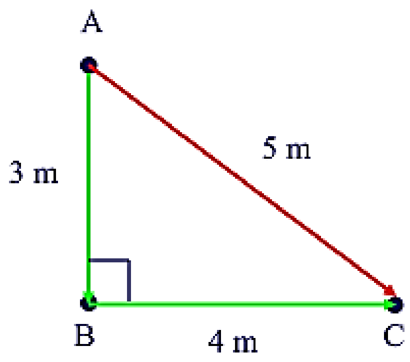
ننتقل من A

نصل إلى B بخط مستقيم

شعاع الانتقال (أو بشكل مبسط شعاع)

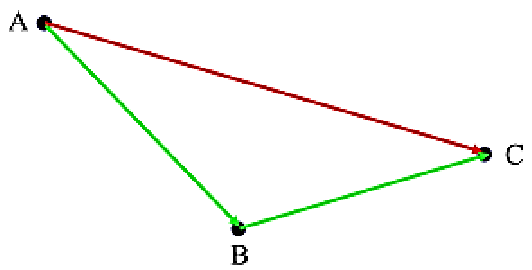
انتباه: الشعاع $\overrightarrow{AB}$ يختلف عن الشعاع $\overrightarrow{BA}$

خصائص ومميزات شعاع الانتقال:



المسافة $= 3 + 4 = 7\ m$

الانتقال $= \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\ m$



الانتقال من A إلى B ثم الانتقال من B إلى C يساوي الانتقال من A إلى C، أي أن:

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC}$$

خصائص الأشعة:

a) التبديل: $\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$

b) التجميع: $\vec{a} + (\vec{b} + \vec{c}) = (\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c}$

c) العنصر الحيادي: $\vec{a} + \vec{0} = \vec{0} + \vec{a} = \vec{a}$

d) المعاكس لـ $\vec{a}$ $-\vec{a}$

e) إلخ.....

الشعاع $\vec{V}$ يمتلك:

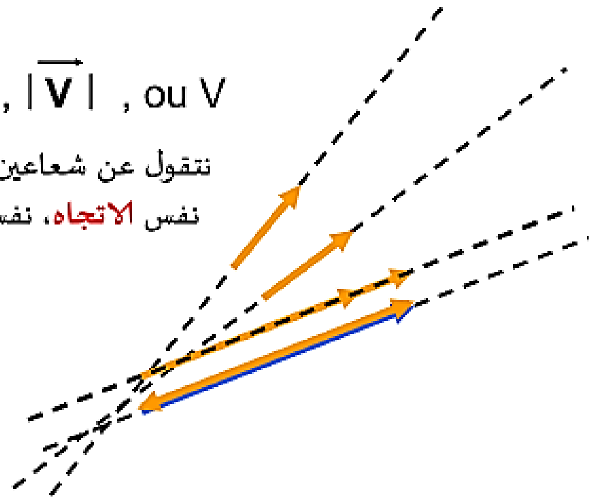
مقدار – قيمة (طويلة أو طول)

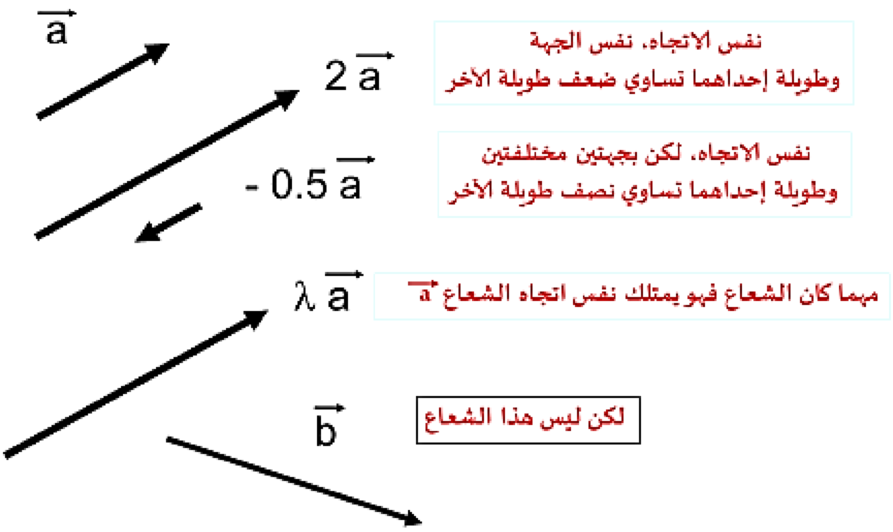
اتجاه (محمول بوساطة مستقيم)

الطويلة: $\|\vec{V}\|$, $|\vec{V}|$, ou V

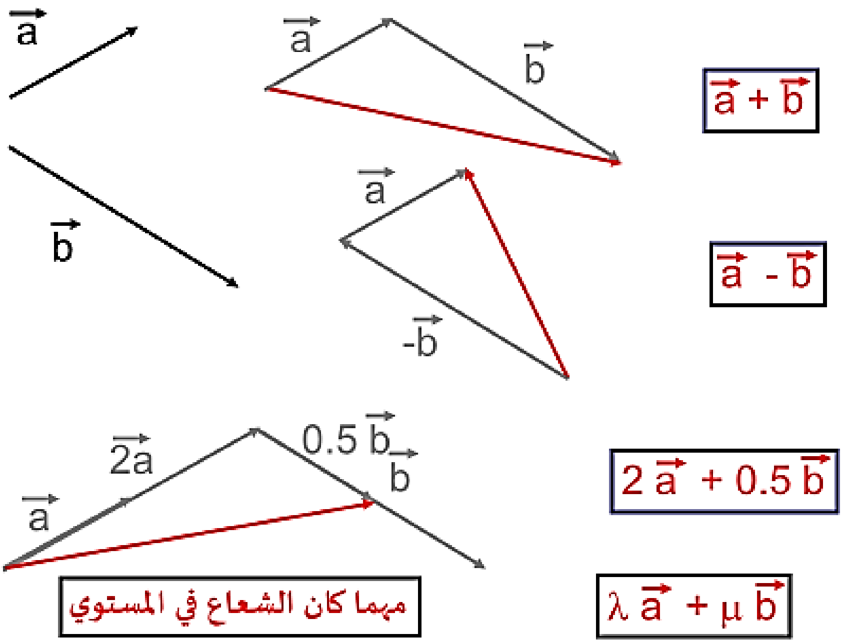
نتقول عن شعاعين أنهما متساويان إذا امتلكا:

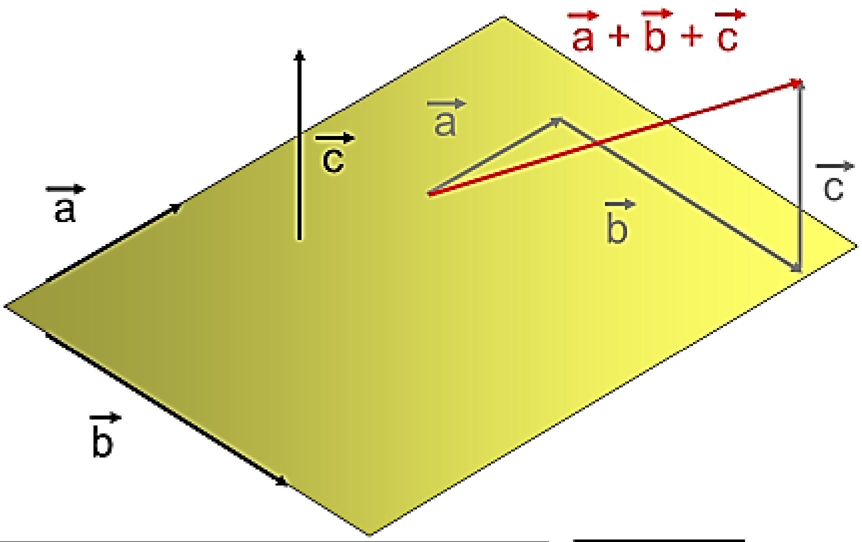
نفس **الاتجاه**، نفس **الجهة**، ونفس **الطويلة**





نقول عن الشعاعين $\vec{a}$ و $\vec{b}$ أنهما مستقلان خطياً.





هل يمكن أن نكتب $\vec{c}=\lambda\,\vec{a}+\mu\,\vec{b}$?

NON !

نقول عن الأشعة $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ أنها مستقلة خطياً

الأمثلة الثلاثة السابقة تُمثل فراغات شعاعية (متجهة):

- بعد واحد (1D) : $\vec{v} = \lambda \vec{a}$
- بعدين (2D): $\vec{v} = \lambda \vec{a} + \mu \vec{b}$
- ثلاثة أبعاد (3D): $\vec{v} = \lambda \vec{a} + \mu \vec{b} + \beta \vec{c}$

يمكن تعميم ذلك على n بعد

نقول عن الأشعة $\vec{c}$ $\vec{b}$ $\vec{a}$ إنها تُشكل **قاعدة**

(جملة إحداثيات).

إذا كان كل شعاعان متعامدان مع بعضهما البعض

فهذه الأشعة تشكل قاعدة متعامدة

إضافة لذلك، إذا كانت طويلة هذه الأشعة تساوي الواحد، فإنها تُشكل ما

يدعى بالقاعدة المتعامدة الواحدية.يُرمز لها بـ

$\vec{i}$ $\vec{j}$ $\vec{k}$

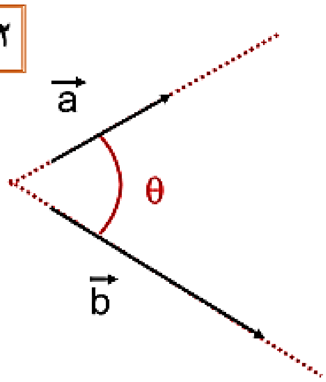
$$\vec{v} = x\,\vec{i} + y\,\vec{j} + z\,\vec{k}$$

(x, y , z) إحداثيات الشعاع (المتجه) $\vec{V}$

(2) الجداء السلمي:

٢- الجداء السلمي:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a\, b \cos\theta$$



$$\vec{a} \cdot \vec{a} = a\, a \cos 0 = a^2$$

$$\vec{a} \cdot \vec{a} = \|\vec{a}\|^2$$

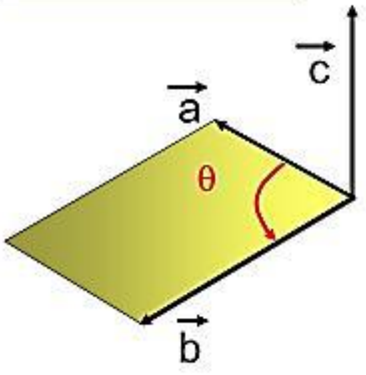
$$\vec{i} \cdot \vec{i} = 1$$ شعاع مضبوط أو منظم للواحد

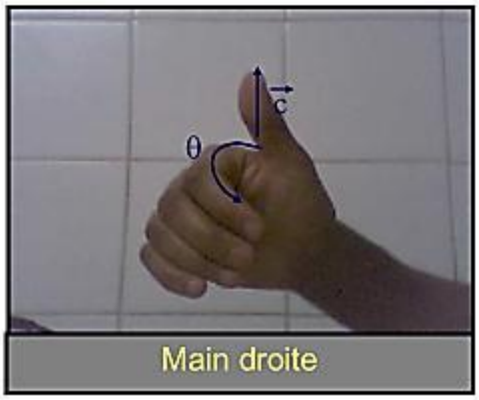
$$\vec{i} \cdot \vec{j} = 0$$ شعاعان متعامدان

(3) الجداء الشعاعي أو المتجه أو الخارجي:

$$\vec{a} \wedge \vec{b} = \vec{c}$$

$$c = a\, b\, |\sin\theta|$$





C يُمثل مساحة متوازي الأضلاع

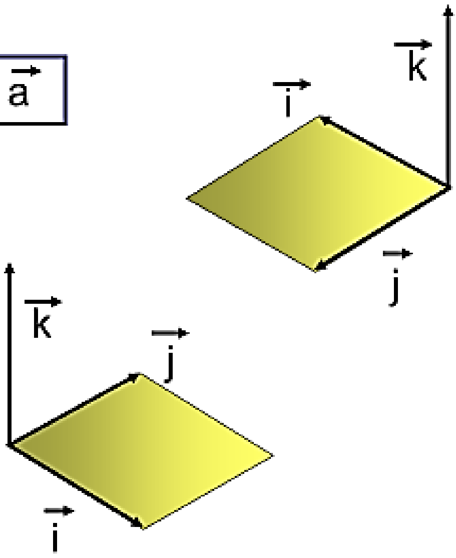
بعض خواص الجداء الشعاعي

$$\vec{a} \wedge \vec{b} = -\vec{b} \wedge \vec{a}$$

$$\vec{a} \wedge \vec{a} = 0$$

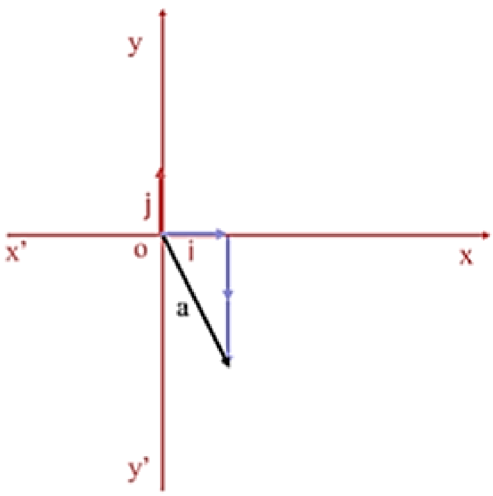
$$\vec{i} \wedge \vec{i} = 0$$

$$\vec{i} \wedge \vec{j} = \vec{k}$$



أمثلة:

المطلوب تمثيل الشعـاع $\vec{a} = \vec{\imath} - 2\vec{\jmath}$ على محوري الإحداثيات x و y، ومن ثم إيجاد قيمة الزاوية بين الشعـاع $\vec{a}$ والمحور x.



الإحداثيات $(\boldsymbol{o}, \vec{\boldsymbol{\imath}}, \vec{\boldsymbol{\jmath}})$

$$\vec{a} = \vec{\imath} - 2\vec{\jmath}$$
$$\vec{a}.\vec{\imath} = \|\vec{a}\| \, \|\vec{\imath}\| \cos\alpha$$
$$\vec{a}.\vec{\imath} = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5}\ \cos\alpha$$

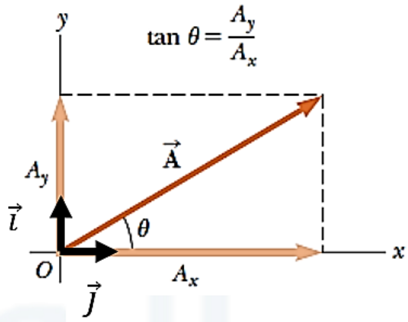
من ناحية أخرى يمكن أن نكتب:

$$\vec{a}.\vec{\imath} = (\vec{\imath} - 2\vec{\jmath}).\vec{\imath} = \vec{\imath}.\vec{\imath} - 2\vec{\jmath}.\vec{\imath}$$
$$= 1 - 0 = 1$$

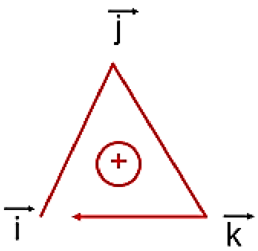
وبمساواة العلاقتين السابقتين نجد أنّ:

$$\sqrt{5}\ \cos\alpha = 1$$
$$\rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{5}} \cong 0{,}4472$$
$$\rightarrow \alpha = cos^{-1}(0{,}4472) \cong 63^o$$

ويمكن أن نكتب:

	طويلة الشـعـاع $\vec{a}$ بتابعية مسـاقطه على محوري الإحداثيات: $\vec{A} = A_x\vec{\imath} + A_y\vec{\jmath}$ $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ من ناحية أخرى يمكن أن نكتب: $A_x = \mathrm{A} \cos \theta$ $A_y = \mathrm{A} \sin \theta$ $\tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$

ويمكن أن نكتب أيضاً (بخصوص الجداء السلمي والشعاعي لأشعة الواحدة) ما يلي:

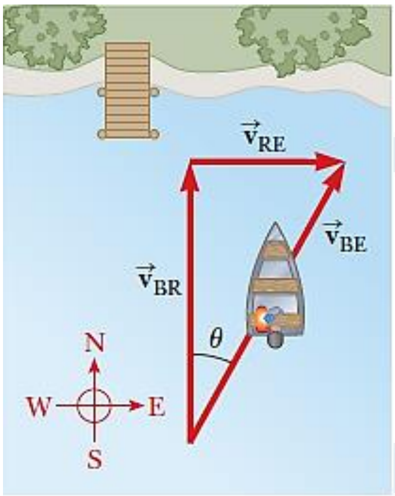
	$\vec{\imath}\Lambda\vec{\jmath} = \vec{k}$ $\vec{\jmath}\Lambda\vec{k} = \vec{\imath}$ $\vec{k}\Lambda\vec{\imath} = \vec{\jmath}$ $\vec{\jmath}\Lambda\vec{\imath} = -\vec{k}$ $\vec{k}\Lambda\vec{\jmath} = -\vec{\imath}$ $\vec{\imath}\Lambda\vec{k} = -\vec{\jmath}$

أمثلة:

مثال (1): عبور نهر مع اتجاه تيار الماء:

مركب يقطع نهر كما هو موضح في الشكل المرفق، متجهاً نحو الشمال بسرعة $\vec{v}_{BR}$ تساوي $10\ km/h$ بالنسبة لمياه النهر. بفرض أن سرعة مياه النهر منتظمة وتساوي $\vec{v}_{RE}$ $5\ km/h$ بالنسبة للأرض، متجهة نحو الشرق، انظر الشكل المرفق. المطلوب تحديد قيمة واتجاه سرعة المركب $\vec{v}_{BE}$ بالنسبة لمراقب متواجد على الضفة الأخرى للنهر (أي بالنسبة للأرض). نأخذ الاتجاه الموجب المحور x وفق الشرق، والاتجاه الموجب للمحور y وفق الشمال.

الحل:



السرعة النسبية للمركب بالنسبة للمراقب المتواجد على الضفة الأخرى للنهر

$$\vec{v}_{BR} = \vec{v}_{BE} - \vec{v}_{RE}$$

الشعاع	المركبة وفق المحور x (km/h)	المركبة وفق المحور y (km/h)
$\vec{v}_{BR}$	0	10,0
$\vec{v}_{BE}$	v_x	v_y
$\vec{v}_{RE}$	5,00	0

إيجاد مركبة السرعة v_x وفق المحور x:

$$\vec{v}_{BR} = \vec{v}_{BE} - \vec{v}_{RE} \to 0 = v_x - 5,00\left(\frac{km}{h}\right) \to v_x = 5,00\,(\frac{km}{h})$$

إيجاد مركبة السرعة v_y وفق المحور y:

$$\vec{v}_{BR} = \vec{v}_{BE} - \vec{v}_{RE} \to 10,0\left(\frac{km}{h}\right) = v_y - 0 \to v_y = 10,0\,(\frac{km}{h})$$

قيمة شعاع السرعة $\vec{v}_{BE}$:

$$v_{BE} = \sqrt{(5,00\,km/h)^2 + (10,0\,km/h)^2} = \sqrt{125,00(km/h)^2}$$
$$= 11,2\,km/h$$

اتجاه شعاع السرعة $\vec{v}_{BE}$:

$$\tan\theta = \frac{v_x}{v_y} \to \theta = tan^{-1}\frac{5,00\,km}{10,0\,km} = 30^o$$

إذاً المركب يسير بسرعة $(11,2\,km/h)$ وباتجاه شرق شمال بزاوية قدرها $26,6^o$.

ملاحظة:

أو مباشرة من نظرية فيثاغورث:

$$v_{BE} = \sqrt{v_{BR}^2 + v_{RE}^2} = \sqrt{(10,0\,km/h)^2 + (5,00\,km/h)^2} = \sqrt{100 + 25}$$
$$= \sqrt{125} = 11,2\,km/h$$

ونُحدد اتجاه المركب بحساب ظل الزاوية θ:

$$tan\ \theta = \left(\frac{v_{RE}}{v_{BR}}\right) = \left(\frac{5{,}00\ km/h}{10{,}0\ km/h}\right) \rightarrow \theta = tna^{-1}\left(\frac{5{,}00\ km/h}{10{,}0\ km/h}\right) = 30^{o}$$

<u>**سؤال أول:**</u> إذا كانت السرعة النسبية للمركب بالنسبة للماء تتزايد، ماذا يحدث للزاوية؟ **(الزاوية تزداد)**.

<u>**سؤال ثاني:**</u> ب فرض أن سرعة مياه النهر باتجاه الشرق تساوي $(3{,}00\ m/s)$، وأن المركب يسير باتجاه الجنوب بسرعة $(4{,}00\ m/s)$ بالنسبة للنهر. المطلوب إيجاد سرعة واتجاه المركب بالنسبة للأرض. **الجواب: المركب يسير بسرعة $(5{,}00\ m/s)$ وباتجاه جنوب شرق بزاوية قدرها $53{,}1^{o}$**.

<u>**مثال (2): مركب يعبر نهر بعكس اتجاه تيار الماء:**</u>

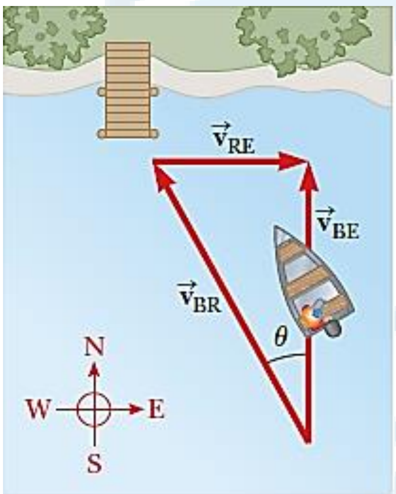
مركب يقطع نهر بشكل عرضي، كما هو موضح في الشكل المرفق، متجهاً نحو الشمال بسرعة $\vec{v}_{BR}$ تساوي $10\ km/h$ بالنسبة لمياه النهر. بفرض أن سرعة مياه النهر منتظمة $\vec{v}_{RE}$ وتساوي $5\ km/h$ متجهة نحو الشرق، انظر الشكل المرفق. المطلوب تحديد قيمة واتجاه سرعة المركب $\vec{v}_{BE}$ بالنسبة لمراقب متواجد على الضفة الأخرى للنهر. نأخذ الاتجاه الموجب المحور x وفق الشرق، والاتجاه الموجب للمحور y وفق الشمال.

<u>**الحل:**</u>

السرعة النسبية للمركب بالنسبة للمراقب المتواجد على الضفة الأخرى للنهر

$$\vec{v}_{BR} = \vec{v}_{BE} - \vec{v}_{RE}$$

الشعاع	المركبة وفق المحور x (km/h)	المركبة وفق المحور y (km/h)
$\vec{v}_{BR}$	$-(10{,}0)sin\ \theta$	$(10{,}0)cos\ \theta$
$\vec{v}_{BE}$	0	v
$\vec{v}_{RE}$	$5{,}00$	0



معادلة مركبة السرعة النسبية وفق المحور x تسمح بحساب الزاوية θ:

$$-\left(10{,}0\frac{km}{h}\right) sin\ \theta = 0 - \left(5{,}00\frac{\text{km}}{\text{h}}\right) \rightarrow sin\ \theta = \frac{5{,}00\ km/h}{10{,}0\ km/h} = \frac{1{,}00}{2{,}00}$$

وباتخاذ عكس التابع نجد قيمة الزاوية θ التي تحدد اتجاه المركب شرق جنوب:

$$\theta = sin^{-1}\left(\frac{5{,}00\ km/h}{10{,}0\ km/h}\right) = sin^{-1}\left(\frac{1{,}00}{2{,}00}\right) = 30^{o}$$

إن معادلة المركبة وفق المحور y للسرعة النسبية يمكن أن تستخدم لإيجاد قيمة السرعة v:

$$(10{,}0\ \mathrm{km/h})cos\ \theta = v \rightarrow v = 8{,}66\ km/h$$

ملاحظة:

أو مباشرة من نظرية فيثاغورث:

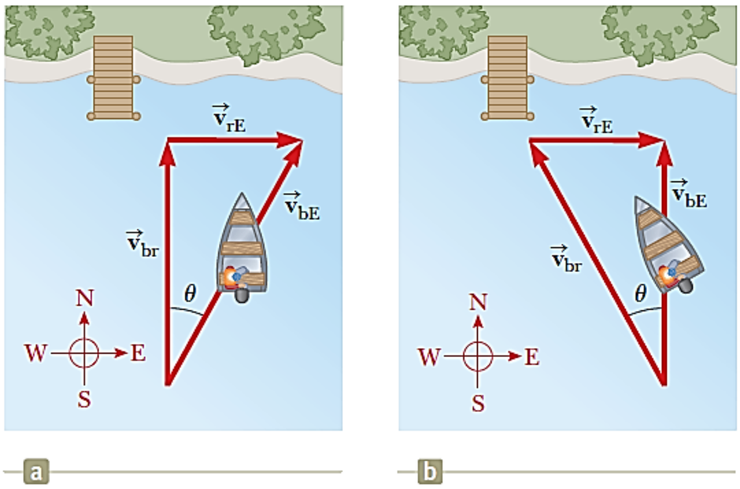
$$v_{BE} = \sqrt{v_{BR}^2 - v_{RE}^2} = \sqrt{(10{,}0\ km/h)^2 - (5{,}00\ km/h)^2} = \sqrt{100 - 25}$$
$$= \sqrt{75} = 8{,}66\ km/h$$

ونُحدد اتجاه المركب بحساب ظل الزاوية θ:

$$\tan\theta = \left(\frac{v_{RE}}{v_{BE}}\right) = \left(\frac{5{,}00\,\frac{km}{h}}{8{,}66\,\frac{km}{h}}\right) \rightarrow \theta = tna^{-1}\left(\frac{5{,}00\,\frac{km}{h}}{8{,}66\,\frac{km}{h}}\right) = 30^o$$

سؤال:

تخيل أن المركبين في الشكلين المرفقين a (يسير مع تيار مياه النهر)، و b (يسير بعكس تيار مياه النهر) يقطعان النهر بسرعة $\vec{v}_{bE}$، أي المركبين يصل قبل الآخر؟



سرعة مياه النهر منتظمة وتساوي $\vec{v}_{rE}$، بينما سرعة المركب هي $\vec{v}_{br}$.

وفي نهاية هذه المقدمة لا بُدَّ من التنويه إلى أنه تم استخدام الأحرف اللاتينية المعروفة في اللغتين الإنكليزية والفرنسية للكتابة ولترميز المعادلات، إضافة إلى الأحرف اليونانية المُعطاة في الجدول المُرفق. كما تمَّ استخدام الترقيم العربي بدلاً من الهندي:

(0, 1, 2, 3, ...)	الأعداد العربية

(٠، ١، ٢، ٣، ...)	بدلاً من الأعداد الهندية

التي اعتاد الطالب على استخدامها في دراسته خلال المرحلة الثانوية.

وفي حالات مُعينة تمَّ استخدام الأعداد الرومانية (I, II, III, IV, V, ...). أما من ناحية الأعداد الأسية فإنه تمَّ استخدام الأساس العشري الذي أساسه العشرة.

جدول بالحروف الأبجدية اليونانية المستخدمة على نطاق واسع

الاسم	الرمز		الاسم	الرمز	
	أحرف كبيرة	أحرف صغيرة		أحرف كبيرة	أحرف صغيرة
Alpha	A	**Α**	Nu	N	**Ν**
Beta	B	**Β**	Xi	Ξ	**Ξ**
Gamma	Γ	**Γ**	Omicron	O	**Ο**
Delta	Δ	**Δ**	Pi	Π	**Π**
Epsilon	E	**Ε**	Rho	P	**Ρ**
Zeta	Z	**Ζ**	Sigma	Σ	**Σ**
Eta	H	**Η**	Tau	T	**Τ**
Theta	Θ	**Θ**	Upsilon	Υ	**Υ**
Iota	I	**Ι**	Phi	Φ	**Φ**
Kappa	K	**Κ**	Chi	X	**Χ**
Lamda	Λ	**Λ**	Psi	Ψ	**Ψ**
Mu	M	**Μ**	Omega	Ω	**Ω**