جامعة بابل - كلية التربية الاساسية – قسم العلوم – محاضرات الفيزياء العامة - للمرحلة الاولى – للعام الدراسي 2024_2025 ا. م . سفير عبد الكريم عبد الرحيم

م. د. ماهر حسن رشيد

المحاضرة الاولى من (1 – 7)

الفصل الأول: الوحدات والأبعاد
Units and Dimensions

1-1 الكميات الفيزيائية Physical quantities

هي التي تبني هيكل الفيزياء و بها نكتب المعادلات و القوانين الفيزيائية، من هذه الكميات: القوة – الزمن – السرعة – الكثافة – درجة الحرارة – الشحنة و غير ذلك. وقياس الكميات الفيزيائية يعنى تحديد مقدارها بأداة القياس والمقدار يعنى رقما ووحدة قياس معيارية.

و تنقسم الكميات الفيزيائية إلى:

- **كميات أساسية:** هي الكتلة و الطول و الزمن و يرمز لها (T , L , M) على الترتيب.

  وحدة قياس الطول (L) Length وتقاس في النظام الدولي بالمتر m

  وحدة قياس الكتلة (M) Mass وتقاس في النظام الدولي بالكيلوجرام Kg

  وحدة قياس الزمن (T) Time وتقاس في النظام الدولي بالثانية S

  و يوجد وحدات أساسية أخرى في الفيزياء مثل درجة الحرارة وشدة الإضاءة وغيرها.

- **كميات مشتقه:** هي كميات مشتقة من الكميات الأساسية مثل الحجم و السرعة و العجلة و غير ذلك.

2-1 وحدات الكميات الفيزيائية Units of physical quantities

أي كمية فيزيائية يجب أن يكون لها وحدة قياس إلى جانب قيمتها العددية إذ أنه لا معنى لقولنا أن المسافة بين مدينة غزة ومدينة القدس هي 80 (دون ذكر وحدة القياس) لأن 80 كيلو متر تختلف عن 80 متر تختلف عن 80 ميل حيث أن الكيلو متر والمتر والميل هي وحدات قياس الطول.

أنظمة القياس

- **النظام الدولي ISU (M K S system):** متر – كيلوجرام – ثانيه. وأحياناً يسمى بالنظام الفرنسي المطلق. وفيه يقاس الطول بالمتر(M) وتقاس الكتلة بالكيلوجرام (K) ويقاس الزمن بالثانية (S)
- **نظام (C G S system):** سنتيمتر – جرام – ثانيه وهو نظام الوحدات الأصغر حيث يقاس الطول بالسنتمتر(C) وتقاس الكتلة بالجرام (G) ويقاس الزمن بالثانية (S).
- **النظام البريطاني (F B S):** قدم – باوند – ثانيه حيث يقاس الطول بالقدم (Foot) وتقاس الكتلة بالرطل (Slug) ويقاس الزمن بالثانية (S).

وجميع الوحدات المستخدمة في هذا المقرر سوف تكون وفقاً للنظام الدولي للوحدات.

وقد تكون قيمة بعض الكميات الفيزيائية كبيرة جداً أو صغيرة جداً، لذلك نستخدم مقاطع لتدل على مضاعفات أو أجزاء الوحدة. ويعرض الجدول (1-1) الآتي بعض هذه المقاطع.

جدول (1-1) مضاعفات وأجزاء الوحدة

الاسم	الرمز	القيمة		الاسم	الرمز	القيمة
ديسي	d	10^{-1}		ديكا	da	10
سنتي	c	10^{-2}		هيكتو	h	10^{2}
مللي	m	10^{-3}		كيلو	K	10^{3}
ميكرو	µ	10^{-6}		ميجا	M	10^{6}
نانو	n	10^{-9}		جيجا	G	10^{9}
بيكو	p	10^{-12}		تيرا	T	10^{12}
فيمتو	f	10^{-15}				

تعتبر وحدة قياس المسافة (الكيلومتر) كبيرة في بعض الأحيان فمثلاً لقياس طول غرفة الدراسة أو قياس مسافة عرض الشارع فإنه يمكن استخدام وحدات مشتقة مثل المتر أو السنتمتر أو الميليمتر. الجدول التالي يوضح قيمة وحدات المسافة المشتقة بالمتر.

جدول (2-1) مضاعفات وأجزاء المتر

الاسم	الرمز	القيمة
ديسيمتر	dm	10^{-1} m
سنتمتر	cm	10^{-2} m
مليمتر	mm	10^{-3} m
كيلومتر	km	10^{3} m

الجدول (1-3) يبين وحدات القياس الأساسية والجدول (1-4) يبين بعض وحدات القياس المشتقة.

جدول (1-3) وحدات القياس الأساسية

الكمية	الوحدة بالنظام الدولي (ISU)	الوحدة بالنظام البريطاني (FBS)
الكتلة (Mass)	كيلوجرام (Kg)	باوند
الطول أو المسافة (Length)	متر (m)	قدم
الزمن (Time)	ثانية (s)	ثانية

جدول (1-4) وحدات القياس المشتقة

الكمية	الوحدة بالنظام الدولي (ISU)	الوحدة بالنظام البريطاني (FBS)
المساحه	متر ^{2} (m^2)	قدم ^{2} (ft^2)
الحجم	متر ^{3} (m^3)	قدم^3 (ft^3)
الكثافة = الكتلة / الحجم	Kg/m^3	باوند / قدم^3
قوة	نيوتن ($N=Kg.m/s^2$)	ثقل باوند (LB)
الضغط = قوة / مساحة	(باسكال $Pa=N/m^2$)	ثقل باوند / قدم^2

3-1 أبعاد الكميات الفيزيائية Dimensions of physical quantities

بُعد أي كمية فيزيائية يحدد طبيعة هذه الكمية فيما إذا كانت كتلة Mass أو طول Length أو زمن Time وتكتب أبعاد أي كمية طبيعيه بدلالة الكتلة (M) والطول (L) والزمن (T) والجدول (1-3) يوضح أبعاد بعض الكميات الفيزيائية.

جدول (1-5) حساب أبعاد بعض الكميات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	بُعد الكمية الفيزيائية
الكثافة (ρ) = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$	$[\rho]=\frac{M}{L^3}=ML^{-3}$
السرعة الخطية (v) = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$	$[v]=\frac{L}{T}=LT^{-1}$
السرعة الزاوية (ω) = $\frac{\text{السرعة الخطية}}{\text{نصف قطر الدوران}}$	$[\omega]=\frac{LT^{-1}}{L}=T^{-1}$
العجلة (a) = $\frac{\text{السرعة الخطية}}{\text{الزمن}}$	$[a]=\frac{LT^{-1}}{T}=LT^{-2}$

$[F]=M\times LT^{-2}=MLT^{-2}$	القوة (F) = الكتلة x العجلة
$[W]=MLT^{-2}\times L=ML^2T^{-2}$	الشغل (W) = القوة x المسافة
$[P]=\dfrac{ML^2T^{-2}}{T}=ML^2T^{-3}$	القدرة (P) = $\dfrac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$

اذا الكميات الفيزيائية الاساسية وهي الكميات التي تكون معروفة بذاتها وهي لا تعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الاخرى لذلك تسمى في بعض الاحيان بالكميات الفيزيائية غير المعرفة مثل الكتلة ، المسافة ،الزمن, الشحنة.

اما الكميات الفيزيائية المشتقة وهي الكميات التي يتم اشتقاقها من الكميات الاساسية وتعرف بدلالتها ولذلك تسمى احيان بالكميات المعرفة.

وعليه يمكن تعريف القياس بانه اسلوب تعطى بواسطة قيمة عددية لكمية فيزياوية نتيجة مقارنتها مع كمية قياسية اخرى اعتبرت وحدة قياس وهناك كميات ووحدات اساسية واخرى مشتقة.

Vectors

1-2 الكميات القياسية والكميات المتجهة Scalars and vectors

الكميات الفيزيائية نوعان:

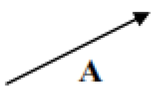
أ- **الكميات القياسية:** هي كميات فيزيائية غير متجهة يتم تعيينها تماماً إذا عرف مقدارها فقط.

ومن أمثلة الكميات القياسية: الكتلة، الزمن، الطول، درجة الحرارة والطاقة.

ب- **الكميات المتجهة:** هي كميات فيزيائية متجهة يتم تعيينها تماماً بمعرفة مقدارها واتجاهها.

يمكن تمييز الكمية المتجهة عن الكمية القياسية وذلك بكتابة المتجه بخط عريض **A** كما هو مستخدم في الكتب أو بوضع إشارة سهم أعلى الرمز A كما هو الحال في الكتابة اليدوية $\vec{A}$. أما الكمية القياسية أو ما يُعرف بقيمة المتجه **A** مثلا فيعبر عنه بالرمز A أو |**A**| أو $|\vec{A}|$.

ومن الأمثلة على الكميات المتجهة الإزاحة والسرعة والعجلة والقوة وكمية الحركة. وتستخدم عادةً الطرق الهندسية في تمثيل الكمية المتجهة حيث يمثَّل المتجه بيانياً بسهم يتناسب طوله طردياً مع مقدار المتجه واتجاهه يمثل اتجاه المتجه شكل (1-2) .

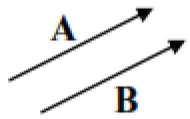


شكل (1-2) سهم يمثل المتجه

خواص المتجهات:

- **تساوي المتجهات:**

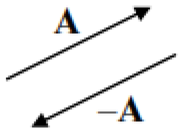
إن المتجهين **A** ، **B** متساويان إذا كان لهما نفس المقدار ونفس الاتجاه (ونفس الوحدة إن وجدت) ، أي أن **B = A** إذا كان مقدار **A** يساوي مقدار **B** وكان السهم الممثل للمتجه **A** يوازي السهم الممثل للمتجه **B** شكل (2-2) .



شكل (2-2) تساوي المتجهات

- **سالب المتجه:**

إذا أعطينا المتجه **A** فإن **A**– هو متجه مساوٍ له في المقدار ويعاكسه في الاتجاه شكل (3-2) .



شكل (3-2) سالب المتجه

- **جمع المتجهات:**

عند جمع المتجهات يجب أن تكون هذه المتجهات من نفس النوع فلا يمكن مثلا أن نجمع متجه قوة إلى متجه سرعة لاختلافهما في الأبعاد. وذلك ينطبق أيضا عند جمع الكميات القياسية.

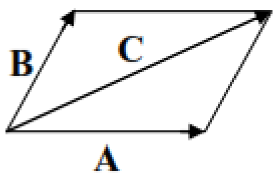
إيجاد محصلة مجموعة من المتجهات:

1- إذا كانت جميعها تعمل على خط واحد فإنها تجمع جبرياً بإشاراتها وذلك بعد اختيار اتجاهاً معيناً يكون موجباً . وإذا تساوى مقدار متجهين وتضادا اتجاهاً كان محصلتهما تساوي صفر.

2- إذا لم يكن خط تأثير المتجهات واحداً فإننا نوجد محصلتها بإحدى طريقتين:

أ- طريقة متوازي الأضلاع:

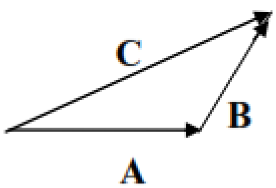
حاصل جمع المتجهين **A** و **B** هو متجه **C**، ويسمى عادةً بالمحصلة (Resultant). ولإجراء عملية الجمع نقوم برسم أحد المتجهين أولاً وليكن **A** بمقياس رسم مناسب ، ثم من بداية المتجه **A** نرسم المتجه **B** بنفس مقياس الرسم ثم نكمل رسم متوازي الأضلاع فتكون المحصلة هي قطر متوازي الأضلاع الذي ضلعاه المتجاوران هما المتجهان **A** و**B**. كما هو موضح في الشكل (4-2).



شكل (4-2) محصلة متجهين
بطريقة متوازي الأضلاع

ب- طريقة المثلث:

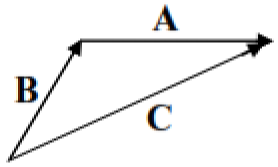
لإجراء عملية الجمع بطريقة المثلث نقوم برسم أحد المتجهين أولاً وليكن **A** بمقياس رسم مناسب، ثم من رأس المتجه **A** ننقل المتجه **B** فتكون المحصلة **C** هي المتجه الذي يبدأ من بداية المتجه **A** وينتهي عند رأس المتجه **B** كما في الشكل (5-2) .



شكل (5-2) محصلة متجهين
A+B بطريقة المثلث

ويمكن التعبير رياضياً عن عملية الجمع في كلتي الطريقتين بالمعادلة (2-1).

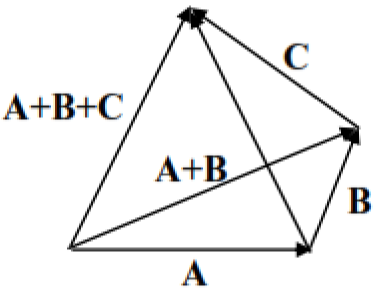
$$C = A + B \qquad (2\text{-}1)$$



شكل (2-6) محصلة متجهين **B+A** بطريقة المثلث

لنفرض أننا بدأنا عملية الجمع بأخذ المتجه **B** أولاً ثم جمعنا إليه المتجه **A** أي قمنا بعملية الجمع **B+A** يتضح من الشكل (2-6) أننا نحصل على نفس المتجه **C** وبذلك نستطيع أن نكتب :

$$\mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{B} + \mathbf{A} \qquad (2\text{-}2)$$



شكل (2-7) محصلة ثلاث متجهات بطريقة المثلث

وتسمي هذه النتيجة **بقانون التبادل للجمع** .

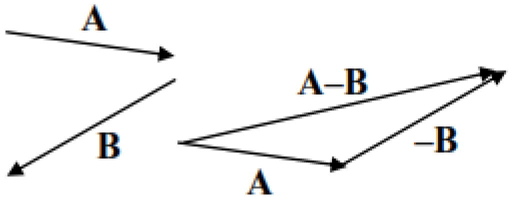
يمكن تطبيق طريقة المثلث لجمع أكثر من متجهين، فمثلاً المتجهات الثلاث **A** و **B** و **C** يمكن جمعها كما هو مبين في الشكل (2-7).

ويمكن التعبير عن هذه النتيجة رياضياً بالمعادلة

$$(\mathbf{A} + \mathbf{B}) + \mathbf{C} = \mathbf{A} + (\mathbf{B} + \mathbf{C}) \qquad (2\text{-}3)$$

وتسمى هذه المعادلة بقانون الترافق للجمع.

- **طرح المتجهات:**



شكل (2-9) طرح المتجهات

إن عملية طرح المتجهات شبيهة بعملية جمع المتجهات، فمثلاً **A – B** هو متجه جديد **C** ولتحديد المتجه **C** نقوم برسم المتجه **A** أولاً ومن رأس هذا المتجه نرسم سهماً موازياً ومعاكساً في الاتجاه للمتجه **B**. إن هذا السهم يمثل المتجه **B–**، وبذلك تكون المحصلة **C** هي المتجه الذي يبدأ من بداية المتجه **A** وينتهي عند رأس المتجه **B–** شكل (2-9). تمثل هذه العملية رياضياً بالمعادلة (2-5).

$$\mathbf{C} = \mathbf{A} - \mathbf{B} \qquad (2\text{-}4)$$

- **ضرب المتجهات بكمية قياسية:**

يمكن ضرب المتجه بكمية قياسية فمثلاً **2A** تعني متجه جديد مقداره 2A واتجاهه هو نفس اتجاه **A**.

وبصورة عامة فإن ضرب المتجه **A** بالكمية القياسية c يعطي المتجه **cA** و اتجاهه هو نفس اتجاه **A** إذا كانت

الكمية القياسية c موجبة. وعكس اتجاه **A** إذا كانت الكمية القياسية c سالبة.

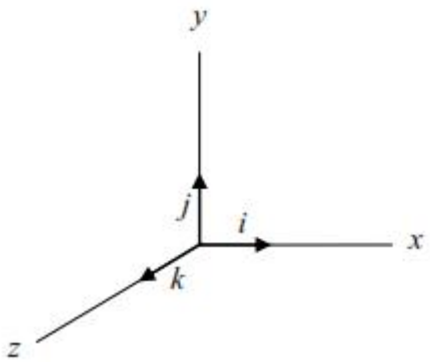
من الأمثلة الفيزيائية على ضرب المتجه بكمية قياسية الزخم الخطي (كمية التحرك الخطية) **P** وهو حاصل ضرب الكتلة m في متجه السرعة **v** ويعطي بالعلاقة (2-6).

$$\mathbf{P} = m\,\mathbf{v} \tag{2-5}$$

2-2 متجهات الوحدة Unit vectors

متجه الوحدة هو متجه له اتجاه معين وقيمته هي الوحدة (Unity)، وليس له وحدة قياس أو بُعد.

يوجد ثلاث متجهات وحدة في نظام الإحداثيات الكارتيزية (الديكارتية) هي $\boldsymbol{i}$ و $\boldsymbol{j}$ و $\boldsymbol{k}$ (يدويا تكتب $\hat{i}$، $\hat{j}$، $\hat{k}$) حيث أن هذه المتجهات تشير إلى الاتجاه الموجب للمحاور x و y و z على الترتيب كما هو موضح في الشكل (2-10) ، فمثلا إذا كان المتجه **A** يتجه باتجاه x الموجب وقيمته A و **B** يتجه باتجاه y الموجب وقيمته B و **C** باتجاه z الموجب وقيمته C فإن هذا المتجهات تكتب على الترتيب بالصورة الاتجاهية التالية :



شكل (2-10) متجهات الوحدة $\boldsymbol{i}$ و $\boldsymbol{j}$ و $\boldsymbol{k}$ تتجه في الاتجاه الموجب للمحاور الثلاثة x و y و z على الترتيب

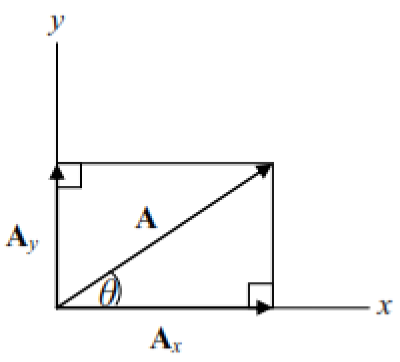
$$\mathbf{A} = A\,\boldsymbol{i}\,,\ \mathbf{B} = B\,\boldsymbol{j}\,,\ \mathbf{C} = C\,\boldsymbol{k}$$

ملاحظة : وجود الإشارة السالبة أمام أي متجه وحدة يدل على الاتجاه المعاكس فمثلا $-\boldsymbol{i}$ تشير إلى الاتجاه السالب لمحور x .

3-2 تحليل المتجهات Analysis of vectors

يمكن تحليل أي متجه **A** واقع في المستوى xy إلى متجهين متعامدين ، الأول موازي لمحور x $(\mathbf{A}_x)$ والآخر موازي لمحور y $(\mathbf{A}_y)$ وتكون محصلتهما هي نفس المتجه **A** :

$$\boxed{\mathbf{A} = A_x\,\boldsymbol{i} + A_y\,\boldsymbol{j}} \tag{2-7}$$



شكل (2-11) تحليل المتجه **A** إلى مركبتين متعامدتين

فإذا كان المتجه **A** يصنع زاوية مقدارها θ مع الاتجاه الموجب لمحور x كما هو بالشكل (2-11) وأسقطنا من رأس المتجه **A** عمودين على المحورين x و y فإن الكميتين $\mathbf{A}_x$ و $\mathbf{A}_y$ هما مركبتا المتجه **A** ومن الشكل نجد أن :

$$\boxed{A_x = A\cos\theta\,,\ A_y = A\sin\theta} \tag{2-8}$$

- إن المركبتين A_x و A_y أرقام يمكن أن تكون موجبه أو سالبه (أو صفر) و تسمى عملية إيجادهما بتحليل المتجه إلى مركباته .
- إن المركبتين A_x و A_y تشكلان ضلعين من مثلث قائم الزاوية بينما يشكل A وتر هذا المثلث و بتطبيق نظرية فيثاغورث نجد أن قيمة المتجه **A** تعطى كما في المعادلة (2-9) :

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

$$\boxed{A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}} \qquad (2\text{-}9)$$

A_x سالبة A_y موجبة	A_x موجبة A_y موجبة
A_x سالبة A_y سالبة	A_x موجبة A_y سالبة

شكل (2-12) إشارة المركبات حسب الربع الذي يقع فيه المتجه

ومن الشكل (2-11) نجد أن

$$\tan\theta = \frac{A_y}{A_x} \qquad (2\text{-}10)$$

وعند حلها لإيجاد قيمة θ فإننا نكتب

$$\boxed{\theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}} \qquad (2\text{-}11)$$

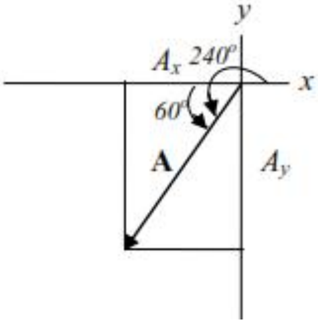
المعادلة (2-11) تقرأ θ تساوي الزاوية التي ظلها $\frac{A_y}{A_x}$ ، وتعتبر قيمه θ المسئولة عن تحديد إشارات المركبات A_y و A_x لأن الزاوية θ تحدد الربع الذي يقع فيه المتجه **A** . الشكل (2-12) يلخص إشارات المركبات في كل ربع.

مثال (2-1)

احسب المركبتين السينية والصادية للمتجهات التالية:

أ- متجه **A** قيمته 6 وحدات ويصنع زاوية مقدارها 240^o مع الاتجاه الموجب لمحور x

الحل:



$$A_x = A\cos 240 = 6 \times (-1/2) = -3$$

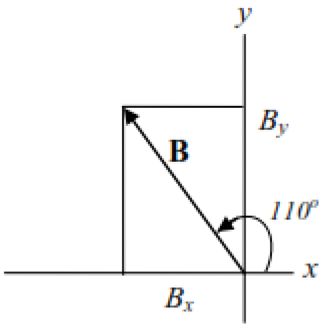
$$A_y = A\sin 240 = 6 \times (-\frac{\sqrt{3}}{2}) = -5.2$$

حل آخر:

$$A_x = -A\cos 60 = -6 \times (1/2) = -3$$
$$A_y = -A\sin(60) = -5.2 = -6 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

ب- متجه **B** قيمته 5 وحدات و يصنع زاوية مقدارها 110^0 مع الاتجاه الموجب لمحور x

الحل:



$$B_x = B\cos 110 = -1.7$$
$$By = B\sin 110 = 4.7$$