مقرر ف 303 — النظرية الكهرومغناطسية

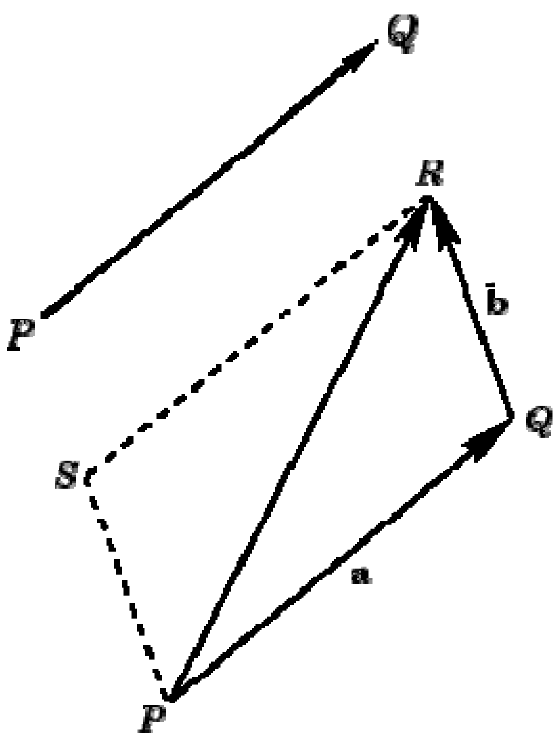
الفصل الأول Chapter One

المتجهات Vectors

Sequence:1

مدرس المقرر : د. وائل عبد اللطيف كديمي

- المقدمة
- الكميات العددية والكميات المتجه
- مقدار المتجه وحاصل الضرب في كمية عددية
- متجه الوحدة
- خصائص المتجهات



المقدمـــــــة

يوجد في علم الفيزياء ما يعرف باسم الكميات الفيزيائية، هذه الكميات الفيزيائية يحتاج البعض منها تحديد مقدارها، ويكون هذا الأمر كافياً للتعبير الكامل عنها مثل الحرارة والكتلة والزمن والكثافة وغيرها من هذه الكميات، والبعض الأخر من الكميات الفيزيائية يحتاج إلى التعبير عن مقدارها واتجاهها، مثل الازاحة والسرعة والتعجيل والقوة وغيرها من هذه الكميات.

الكميات العددية والكميات المتجه

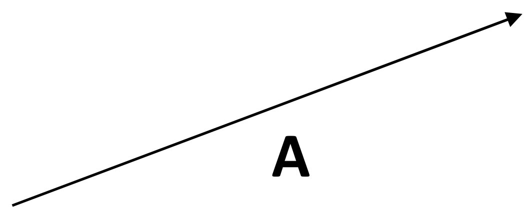
- **الكميات العددية :** هي كميات فيزيائية غير متجهة يتم تعيينها تماماً إذا عرف مقدارها فقط .

ومن أمثلة الكميات الغير متجهه الكتلة والزمن والطول ودرجة الحرارة والطاقة وجميعها كميات عددية.

- **الكميات المتجهة:** هي كميات فيزيائية متجهة يتم تعيينها تماماً إذا عرف مقدارها واتجاهها.

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

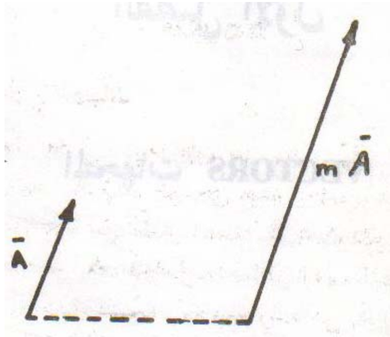
- وتستخدم عادةً الطرق الهندسية في تمثيل الكمية المتجهة حيث يمثّل المتجه بيانياً بسهم يتناسب طوله طردياً مع مقدار المتجه واتجاهه يمثل اتجاه المتجه شكل (1) .



شكل (1) سهم يمثل المتجه

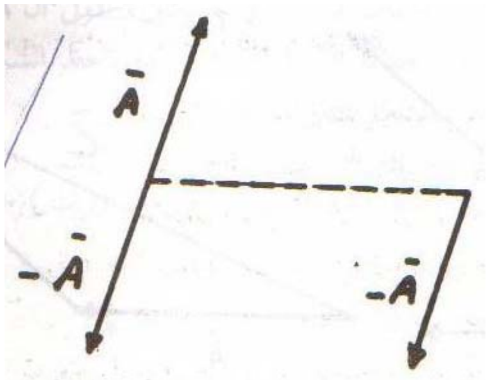
مقدار المتجه وحاصل الضرب في كمية عددية

تميز الكميات المتجهة بحروف معينة يرسم فوقها خط او سهم. وعليه فان $\vec{\mathbf{A}}$ متجها مقداره كمية عددية تساوي A أو $|\vec{\mathbf{A}}|$.



شكل (2) ضرب متجه بكمية عددية m

• اذا كان $\vec{\mathbf{A}}$ يمثل متجها كما في الشكل (2)، فعند ضرب هذا المتجه بكميةعددية مثل m فأن الناتج يكون متجهاً جديدا باتجاه المتجه $\vec{\mathbf{A}}$ ويعادل m من قيمة المتجه $\vec{\mathbf{A}}$. اما اذا كانت m كمية سالبة فأن المتجه الناتج $\mathbf{m}\vec{\mathbf{A}}$ يكون له اتجاه معاكس لاتجاه المتجه الاصلي $\vec{\mathbf{A}}$. الشكل (3) يبين حاصل ضرب المتجه **A** في الكمية العددية (1-).



شكل (3) ضرب متجه بكمية عددية سالبة 1-

المتجهات ومركباتها

أن اي متجه يمتلك مركبات تكون معتمدة على نظام الإحداثيات الذي نحن فيه، وسنتحدث هنا عن نظام الإحداثيات المتعامدة (الكارتيزية)، ومن الممكن التعبير عن كافة المتجهات بالمستوى الكارتيزي عن طريق المركبات x , y, z، حيث أن أي متجه في الحقيقة هو يساوي مجموع الثلاث مركبات هذه، أي المركبة x تكون مضروبة في متجه الوحدة $(\hat{\imath})$ ، وتكون المركبة y مضروبة في متجه الوحدة $(\hat{\jmath})$ ، وأخيراً المركبة z تكون مضروبة في متجه الوحدة $(\hat{k})$، وتعتبر المركبة بمثابة تعابير عن طول المتجه على المحاور الموجودة بنظام الإحداثيات الذي يتم استخدامه، فمن الممكن القول أن طول المتجه الموجود على المحور x يساوي المركبة x لهذا المتجه، ونفس الحالة فيما يخص المركبتين y & z.

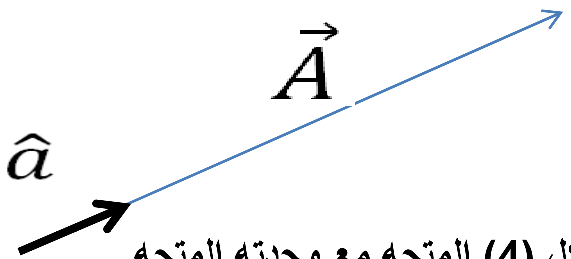
متجه الوحدة

يمكن أن نُعرف متجه الوحدة كما في الشكل (4) على أنه متجه بدون أبعاد يبلغ مقداره وحدة واحدة، أما عن اتجاهه فهو يعبر عن اتجاه كل مركبة بمركبات المتجه، وتختلف المتجهات الخاصة بالوحدة بحسب اختلاف نظام الإحداثيات الذي يتم استخدامه وكما يلي:

1- نظام الاحداثيات الكارتيزية $(\hat{x}\,,\hat{y}\,,\hat{z})\quad or\quad (\hat{\imath}\,,\hat{\jmath}\,,\hat{k})$

2- نظام الاحداثيات الكروية $(\hat{r}\,,\hat{\theta}\,,\hat{\varphi})$

3- نظام الاحداثيات الاسطوانية $(\hat{\rho}\,,\hat{\varphi}\,,\hat{z})$



شكل (4) المتجه مع وحدته المتجه

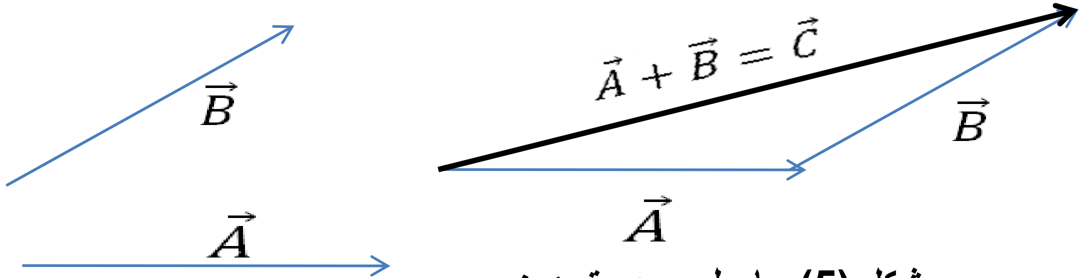
$$\vec{A} = \hat{a}A$$

خصائص المتجهات

جمع المتجهات: فمكن جمع المتجهات وذلك من خلال جمع مركباتها معاً، بمعنى أنه يتم جمع المركبات السينية معاً وجمع المركبات الصادية ثم القيام بجمع المركبات العمودية z، كل مركبة منهم يتم جمعها على حدها، ومن الممكن القيام بجمع المتجهات بواسطة طريقة هندسية والتي يتم فيها وضع المتجه الأول ثم يتم وضع ذيل المتجه الثاني وهكذا، وبالنهاية يتم رسم سهم بدءاً من ذيل المتجه الأول حتى رأس المتجه الأخير، ويكون حاصل الجمع هو المتجه الأخير الذي رُسم وهو ما يعرف باسم محصلة المتجه، ويخضع جمع المتجهات لكل من الخاصيتين التبدال والترافق.

لأيجاد حاصل جمع متجهين **A** و **B** فأننا نرسم سهما باتجاه المتجة **A** ليدل على طوله على مقدار المتجه **A** ثم نرسم سهما اخر باتجاه المتجه **B** ليدل طوله على مقدار المتجه **B**. ان المتجه **B** يمثل المحصلة لهذين المتجهين بالمقدار والاتجاه وكما مبين في الشكل رقم (5). والمعادلة ادناه يعبر عنها بالمعادلة المتجهيه:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{C} \quad \text{.........(1)}$$



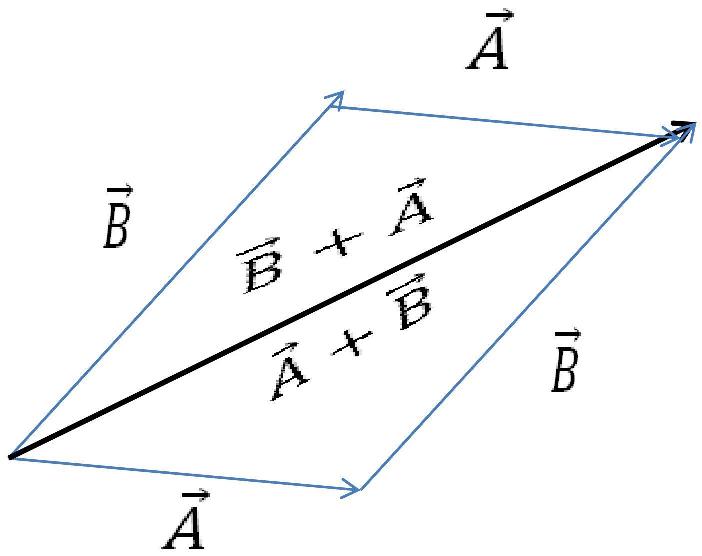
شكل (5) حاصل جمع متجهين

خصائص المتجهات

ومن طبيعة حاصل الجمع فأن :

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A} \qquad \text{.............} \quad (2)$$

وتسمى هذه العملية الرياضية بخاصية او قانون التبادل وكما مبين في الشكل رقم (6).



شكل (6) حاصل جمع متجهين

وخاصية او قانون التبادل

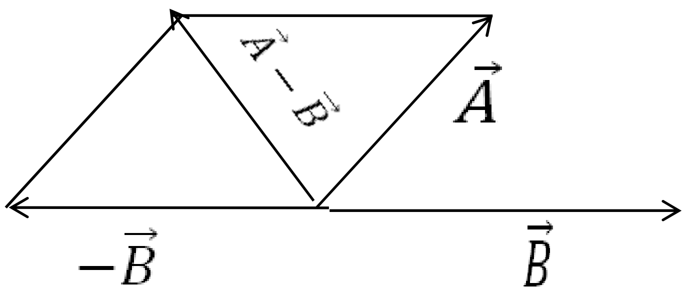
خصائص المتجهات

واجب بيتي: ايجاد حاصل الجمع لثلاثة متجهات

$$\vec{A} + (\vec{B} + \vec{C}) = (\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C} \quad .... \quad (3)$$

طرح المتجهات: لأيجاد حاصل طرح متجه مثل **B** من متجه اخر مثل متجة **A** يتم ذلك بأن نضرب المتجه **B** بالكمية العددية (1-) (اي يتم عكس اتجاه المتجه **B**) ومن ثم نضيف الى الناتج المتجه **A** وكما مبين في الشكل رقم (7):

وتعتبر عملية طرح المتجهات نفس عملية الجمع، ولكن بدلا من القيام بجمع متجهين فانه يتم القيام بإضافة المتجه الأول إلى سالب المتجه الثاني، بمعنى أنه يتم إضافة المتجه الثاني بعد القيام بعكس اتجاهه.



شكل (7) حاصل طرح متجهين

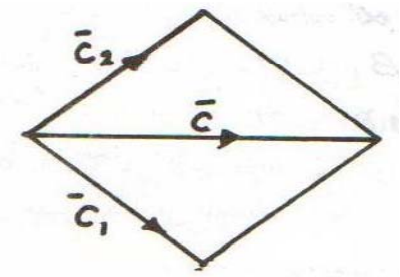
خصائص المتجهات

المتجه السالب: في حال لو كان لدينا المتجه **A** فنفهم أن المتجه السالب منه يكون هو المتجه الذي يعطي نتيجة صفر حين القيام بجمعه مع المتجه **A**، والمتجه السالب له نفس النسخة الموجبة إلا أنه يكون في عكس اتجاهه، أي أن الدرجة التي بينهما تكون 180.

تساوي المتجهات: أن المتجهات تكون متساوية في حال إمتلكها نفس الطول أي نفس المقدار، ويشيران لنفس الاتجاه أي أنهما لهما نفس الاتجاه، فمثلاً يمكننا القول أن متجهين يشيران للشمال ويبلغ مقدار كل متجه منهما 5 إذ نفهم أن هذان المتجهان متساويان.

خصائص المتجهات

تحليل المتجهات: تسمى العملية المعكوسة لجمع المتجهات بتحليل المتجهات. الشكل (8) يوضح المتجهين $\overrightarrow{C_1}$ و $\overrightarrow{C_2}$ ويعد كل منهما مركبة للمتجه الاصلي $\vec{C}$ ،كما يمكن ايضا تعيين ثلاثة



شكل (8) مركبتي المتجه C