Lecture (1) المحاضرة (1)

الوحدة الاولى

تمهيد:

الفيزياء ركيزة من ركائز العلوم الاساسية وهي تعني فهم وتفسير طبيعة الكون من حولنا وما يحدث فيه من ظواهر ومشاهدات, وتعتبر الفيزياء أصل من اصول العلوم وأساس من أسس التقدم العلمي والتكنولوجي, وفهم الفيزياء يعني فهم القوانين الحاكمة لهذا الكون وهو ما أدى إلى النهضة الصناعية الحضارية التي يقودها الغرب الأن وإن كان الفضل الاول يعود الى العرب والمسلمين حيث كان لهم سبق اكتشاف هذه القوانين قبل الغرب بقرون عديدة.

إن فهم الفيزياء وتطبيقاتها المختلفة يعطي دفعة نهوض للمجتمع ويحوله من الضعف والفقر الى القوة والغنى والتقدم وإذا نظرنا الى الدول التي تقود العالم الآن مثل امريكا واليابان وبعض الدول الأوربية نجدها هي أكثر الدول التي كرست ابحاثها وسخرت علمائها للتوغل في فهم الفيزياء بشتى فروعها وقوانينها ولعل التطبيقات الحديثة بين أيدينا الأن مثل الكمبيوتر والاقمار الصناعية والهاتف المحمول والتلفزيون هي اهم شاهد على هذا التطور , إذا اخذنا أيا من هذه ونظرنا إلى مراحل تطوره خلال السنوات القليلة الماضية لاكتشفنا كم البحث العلمي الهائل والعمل الدؤوب لمزيد من التطور والاكتشاف.

الكميات الفيزيائية, الوحدات والابعاد Physical quantities, units and dimensions

(1-1) الكميات الفيزيائية Physical Quantities

الكميات الفيزيائية كثيرة ومتنوعة منها ما هو شائع الاستخدام في حياتنا اليومية مثل الزمن والطول والكتلة حيث إن هذه الكميات يستخدمها الناس مع اختلاف ثقافتهم ومستوياتهم العلمية وهناك كميات اخرى اقل استخداما وتتطلب قدرا من الخلفية العلمية للتعامل معها, منها على سبيل المثال (شدة التيار – المجال الكهربائية – كثافة الفيض المغناطيسي - ..... وهكذا)

تقسم الكميات الفيزيائية الى:

- **كميات اساسية**: هي الكتلة (Mass) والطول (Length) والزمن (Time).
- **كميات مشتقة**: هي كميات مشتقة من الكميات الاساسية مثل الحجم والسرعة والتعجيل و غير ذلك من الكميات.

(1-2) الوحدات Units

للتعبير عن أي كمية فيزيائية بصورة صحيحة ومفهومة وسهلة الادراك فإنه يلزمنا ذكر عدد يحدد قيمة هذه الكمية ويتبع هذا العدد وحدة مناسبة. فمثلا نقول سرعة السيارة (100 km/h) فنحن نتكلم عن السرعة ككمية

فيزيائية وعن قيمتها (100) وعن الوحدة المستخدمة وهي (km/h) وعلى ذلك فالوحدات لابد منها للتعبير عن الكميات الفيزيائية بشكل صحيح.

وهناك ثلاثة أنظمة شائعة للوحدات تستخدم على مستوى العالم نوجزها فيما يلي:

1- النظام العالمي International system of unit (ISU)

وهو اكثر الانظمة شيوعا واستخداما على مستوى العالم ويعرف اختصارا بنظام MKS وهو مشتق جزئيا من النظام العالمي حيث الحروف:

M: تشير الى المتر (Meter) وهو وحدة قياس الطول.

K: تشير الى الكيلوغرام (Kilogram) وهو وحدة قياس الكتلة.

S: تشير إلى الثانية (Second) وهي وحدة قياس الزمن.

وتقاس درجة الحرارة بهذا النظام بوحدة الكلفن أو ما نسميها بالدرجة المطلقة.

2- النظام الكاوسي Gaussian

ويطلق عليه ايضا النظام الفرنسي ويسمى كذلك CGS (Centimeter Gram Second) (سنتيميتر – غرام – ثانية) كوحدات لقياس الطول والكتلة والزمن على الترتيب وتقاس درجة الحرارة في هذا النظام بدرجة الكلفن.

3- النظام البريطاني British system

ويطلق عليه أيضا FBS نسبة إلى (Foot- Pound- Second) (قدم- باوند- ثانية) لوحدات القياس (الطول- الكتلة- الزمن), والباوند يساوي 454 غرام, والقدم يساوي 30.5 سنتيمتر, وتقاس الحرارة في هذا النظام بدرجة الفهرنهايت.

(1-3) الكميات الأساسية في النظام الدولي:

نظرا لتعدد الكميات الفيزيائية وتنوعها فقد تم اختيار كميات معينة لتمثل هذا النظام تمثيلا كامل ويطلق على وحدات قياس هذه الكميات (الوحدات الاساسية) واي وحدات اخرى في هذا النظام تسمى وحدات مشتقة وهذه الكميات ليست الخيار الوحيد فكان من الممكن اختيار عدد أخر من الكميات والتعبير عن وحدات الكميات الأخرى في النظام الدولي بدلالة وحدات هذه الكميات ولكن اهم ما في الامر هو توحيد الاختيار والاتفاق عليه عالميا ومن ثم إقراره واعتماده, ووحدات الكميات المختارة مبينة في الجدول (1-1) مع الكميات الفيزيائية المقاسة .

جدول (1-1): الكميات الفيزيائية الاساسية ووحداتها بالنظام الدولي والنظام البريطاني

Quantity الكمية	**Unit الوحدة**	
	بالنظام الدولي (ISU)	بالنظام البريطاني (FBS)
Mass الكتلة	Kilogram كيلوغرام	Pound باوند
Length الطول	Mater متر	Foot قدم
Time الزمن	Second ثانية	Second ثانية
Temperature درجة الحرارة	كلفن	الفهرنهايت

وهناك كميات فيزيائية تشتق من الكميات الفيزيائية الاساسية تسمى بالكميات المشتقة وكما موضح بالجدول (1-2)

جدول (1-2): الكميات الفيزيائية المشتقة ووحداتها بالنظام الدولي والنظام البريطاني

Quantity الكمية	**Unit الوحدة**	
	بالنظام الدولي (ISU)	بالنظام البريطاني (FBS)
Area المساحة	متر ^{2} (m^2)	قدم^2
Volume الحجم	متر ^{3} (m^3)	قدم^3
Density الكثافة	Kg/m^3	باوند/قدم^3
Force القوة	نيوتن (N)	ثقل باوند (LB)
Pressure الضغط	باسكال (N/m^2)	ثقل باوند/قدم^2

(1-4) البادئات المترية prefixes

الغرض من استخدام البادئات المترية هو إظهار الكمية الفيزيائية وقيمتها في أفضل صورة مناسبة لفهم المتلقي واستيعابه السريع دون الحاجة الى تحويلات رياضية أو عمليات حسابية.

والجدول (1-3) يبين أهم البادئات الشائعة الاستخدام في حياتنا العملية.

Prefix البادئة	Factor 10^x معامل الضرب
Peta-	10^{15}
Tera-	10^{12}
Giga-	10^9
Mega-	10^6
Kilo-	10^3
Hector-	10^2
Deca-	10
Deci-	10^{-1}
Centi-	10^{-2}

Milli-	10^{-3}
Micro-	10^{-6}
Nano-	10^{-9}
Pico-	10^{-12}
Femto-	10^{-15}
Atto-	10^{-18}

المحاضرة (2)　　　Lecture (2)

الوحدة الثانية

جبر المتجهات Vector Algebra

(2-1) الكميات القياسية (عددية) والكميات المتجه Scalars and vectors

عند قياسك لكمية ما فإنك تعبر عن النتيجة بدلالة عدد ما , فمثلا قد يكون طولك 165 cm وهذه كمية لها قيمة عددية 165 ولها وحدة قياس هي السنتيمتر كذلك يمكن التعبير عن الطول بالكمية 65 in أو 5.4 ft ويلاحظ في كل حالة أن الكمية لها مقدار ووحدة قياس.

هناك نوعان من الكميات الفيزيائية وهي:

- **الكميات القياسية Scalars quantity:** هي كميات فيزيائية غير متجهة يتم تعيينها تماماً إذا عرف مقدارها (كميتها) ووحدة قياسها فقط .

ومن أمثلة الكميات غير متجهه (القياسية) الكثافة , الشحنة , الكتلة , الزمن , الحجم , الطول , درجة الحرارة والطاقة وجميعها تمتلك كمية أو حجم لكنها غير مرتبطة باتجاه.

وفي التعامل مع الكميات القياسية نطبق قوانين الجبر العادية. ونشير هنا أن بعض الكميات ربما يكون لها إشارة موجبة أو سالبة فتراعي ذلك عند التطبيق.

- **الكميات المتجهة Vectors quantity:** هي كميات فيزيائية متجهة يتم تعيينها تماماً إذا عرف مقدارها واتجاهها بالإضافة الى وحدة قياسها.

ومن أمثلة الكميات المتجهة الإزاحة والسرعة والعجلة والقوة.

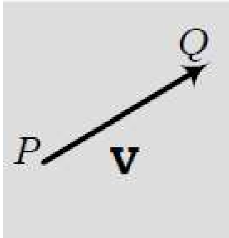
فمثلاً نقول أن السيارة سارت مسافة (50 km) باتجاه الشمال فنحن نتكلم عن متجه الإزاحة فيلزمنا لتحديد موقع السيارة أن نعرف المسافة بالإضافة إلى الاتجاه ولون ان هذه السيارة تحركت مرة أخرى مسافة (50 km) باتجاه الجنوب فنجد أن محصلة إزاحة هذه السيارة صفر لأنها عادت الى نقطة البداية علما بأنها قطعت مسافة فعلية مقدارها (100 km) وهذا يوضح لنا الفرق بين المسافة ككمية قياسية والازاحة ككمية متجهة.

ويرمز عادة **للمتجه** بحرف غامق **R** أو حرف عادي وفوقه سهم صغير $\vec{R}$, ويمثل بيانيا بقطعة مستقيمة $\overline{PQ}$ يتناسب طولها مع قيمة المتجه , وتسمى النقطة P نقطة بداية المتجه و Q نقطة نهاية المتجه. ونعبر عن طول R أو مقداره بالشكل:

$$\overline{PQ} = |\overline{PQ}| = \mathbf{R} = R \text{ طول}$$

أما الكمية **القياسية** أو ما يُعرف بقيمة المتجه **R** مثلا فيعبر عنه بالرمز R أو $|\boldsymbol{R}|$ أو $|\vec{R}|$.

وتستخدم عادةً الطرق الهندسية في تمثيل الكمية المتجهة حيث يمثَّل المتجه بيانياً بسهم يتناسب طوله طردياً مع مقدار المتجه واتجاهه يمثل اتجاه المتجه شكل (2-1).



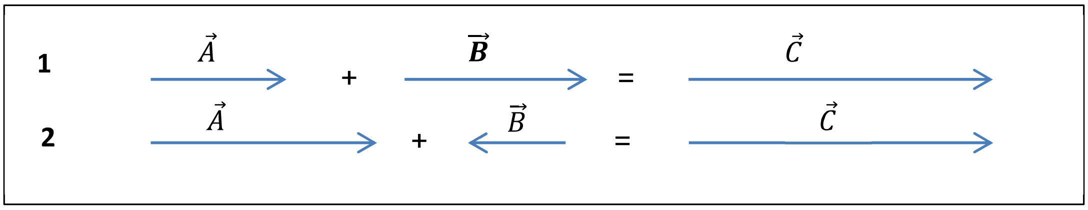
شكل (2-1): سهم يمثل

(2-2) جمع المتجهات Addition of Vector:

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.

<u>ولإيجاد محصلة مجموعة من المتجهات:</u>

A. 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.



شكل (2-2): محصلة المتجهين المتوازيين في نفس الاتجاه.

<u>الحالة الاولى:</u> تكون المحصلة هي المجموع الجبري لقيم المتجهين ونأخذ اتجاه احدهما

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

$$C = A + B \quad \ldots(2)$$

نلاحظ ان المعادلة (1) معادلة اتجاهية والمعادلة (2) هي معادلة قياسية (عددية) تعطي قيمة المحصلة, أما الاتجاه فهو اتجاه اي من $\vec{A}$ أو $\vec{B}$.

<u>الحالة الثانية:</u> المتجهان المتوازيان احدهما عكس الاخر

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

$$C = A - B \quad \ldots(4)$$

واتجاه $\vec{C}$ هو اتجاه المتجه ذو القيمة الاكبر $\vec{A}$.

B. إذا لم يكن خط تأثير المتجهات واحداً فإننا نوجد محصلتها بإحدى طريقتين:

1. **طريقة المثلث Triangle method**:

لإجراء عملية الجمع بطريقة المثلث نقوم برسم أحد المتجهين أولاً وليكن **A** بمقياس رسم مناسب، ثم من رأس المتجه **A** نرسم المتجه **B** فتكون المحصلة **R** هي المتجه الذي يبدأ من بداية المتجه **A** وينتهي عند رأس المتجه **B** كما في الشكل (2-3)(a). والشكل (2-3) (b) يوضح عملية الجمع مبتدئه بالمتجه B مضافا له المتجه A.

شكل (2-3): محصلة متجهين بطريقة المثلث

(*) ان عملية جمع المتجهات عملية تبادلية.

2. **طريقة متوازي الأضلاع Parallelogram method** :

حاصل جمع المتجهين **A** و **B** هو متجه **R**, ويسمى عادةً بالمحصلة (Resultant) . فالمحصلة يمكن تمثيلها بقطر متوازي الاضلاع. والمتجهين يرسمان على جوانب متوازي الاضلاع (الضلعان المتجاوران لمتوازي الاضلاع). كما هو موضح في الشكل (2-4).

شكل (2-4): محصلة متجهين بطريقة متوازي الاضلاع.

(*) نستخدم لإيجاد المحصلة (R) لمتجهان بينهما اي زاوية عدا الـ (90) ولكلا الطريقتين (المثلث ومتوازي الاضلاع) قانون الجيب تمام (cosine law) :

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$$

عندما يكونان المتجهان متعامدان (أي الزاوية بينهما $90°$) فيكون قانون (نظرية) فيثاغورس بالصورة الاتية:

$$R^2 = A^2 + B^2$$

(*) ولإيجاد أتجاه المحصلة (R) فنستخدم قانون ظل الزاوية (tangent of angle) في حالة كانا المتجهان متعامدان:

$$\tan\theta = \frac{Opposite}{adjacent} \equiv \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} \rightarrow \theta = tan^{-1}\frac{Opp}{adj}$$

أما اذا كانا المتجهان غير متعامدان فنستخدم علاقة الجيب (sin law) لإيجاد المحصلة:

$$\frac{A}{\sin\alpha} = \frac{B}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\gamma}$$

.3 طريقة الرسم (الجمع) البياني (Graphical Addition):

يتم ايجاد محصلة مجموعة متجهات بطريقة الرسم البياني, وخطوات تنفيذ هذه الطريقة كما يأتي:

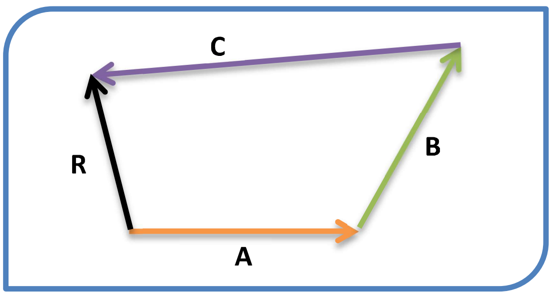
a) نختار المقياس المناسب تبعا لقيم المتجهات.

b) نمثل المتجه الاول تبعا لمقياس الرسم.

c) نمثل المتجه الثاني بدءاً من نهاية الاول كما مبين بالشكل (2-5) ثم الثالث و هكذا.

d) تكون محصلة المجموعة هي الضلع الذي يغلق الشكل كثير الاضلاع عكس أتجاه بقية اتجاهات المجموعة كما مبين بالرسم.

e) بمعلومية مقياس الرسم نستنتج القيم الفعلية للمحصلة ونقيس الزاوية بينهما وبين المتجه الاول.



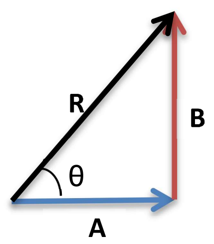
الشكل (2-5): محصلة مجموعة متجهات بطريقة الجمع البياني.

مثال 2-1

يتحرك جسم مسافة (30 km) شرقا ثم (40 km) شمالا. ما الازاحة الكلية لهذا الجسم قيمة واتجاها؟

الحل:

تمثل الازاحة الاولى بمتجه (A) والتي مقدارها (30 km) شرقا وتكافئ على الرسم (3 cm), أما الازاحة الثانية فتمثل المتجه (B) والتي مقدارها (40 km) شمالا والتي تكافئ على الرسم (4 cm), وكما في الشكل ادناه.



$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

$$R^2 = A^2 + B^2$$

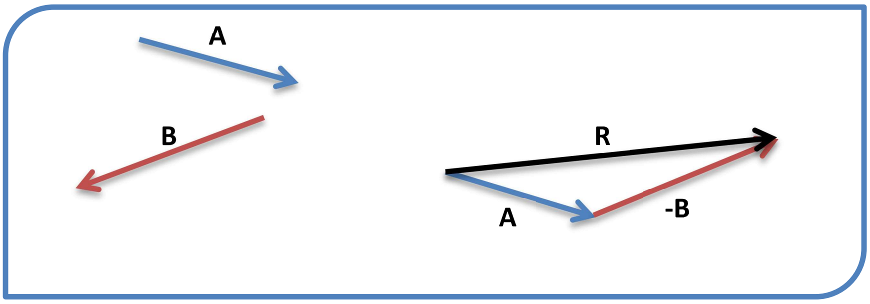
$$R = 3^2 + 4^2$$

$$R^2 = 9 + 16 = 25 \ \rightarrow R = 5\, cm \equiv 50\, km$$

$$\tan\theta = \frac{opp}{adj} = \frac{\vec{B}}{\vec{A}} = \frac{4}{3} = 1.3 \ \ \rightarrow \ \theta = tan^{-1}\, 1.3 \cong 53^{\circ}$$

(2-3) طرح المتجهات Subtraction of vector:

إن عملية طرح المتجهات شبيهة بعملية جمع المتجهات (ويعتبر طرح المتجهات حالة خاصة من عملية جمعها $(\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$, فمثلاً A − B هو متجه جديد R ولتحديد المتجه R 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 **R** هي المتجه الذي يبدأ من بداية المتجه **A** وينتهي عند رأس المتجه **B** − , كما في الشكل (2-6).



شكل (2-6): طرح المتجهات

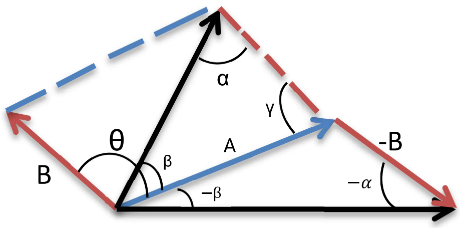
تمثل هذه العملية رياضياً بالمعادلة

$$\boldsymbol{R = A - B}$$

مثال 2-2

ما قيمة واتجاه كل من $R_1 = A + B$ و $R_2 = A - B$ في الشكل (1-9) إذا كان A=7 unit و B=6 unit و $\theta=120$ ؟

الحل:



لإيجاد المحصلة $R_1 = A + B$ نكمل شكل متوازي الاضلاع

$$\boldsymbol{R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta}$$

$$R_1 = \sqrt{7^2 + 6^2 - 2(7)(6)cos120}$$

$$R_1 = \sqrt{49 + 36 - 84\,(-0.5)} = \sqrt{85 + 42} = \sqrt{127} = 11.26\ U$$

ولإيجاد متجه محصلة R_1

$$\frac{B}{\sin\beta} = \frac{R_1}{\sin\gamma} \rightarrow \frac{6}{\sin\beta} = \frac{11.26}{\sin 60}$$

$$\sin\beta = \frac{6\sin 60}{11.26} = \frac{6(0.866)}{11.26} = \frac{5.196}{11.26} = 0.46$$

$$\beta = sin^{-1}0.46 \rightarrow \beta \approx 27^\circ$$

ولإيجاد محصلة $R_2 = A - B$

$$R_2 = \sqrt{7^2 + 6^2 - 2(7)(6)cos60}$$

$$R_2 = \sqrt{49 + 36 - 84\,(0.5)} = \sqrt{85 - 42} = \sqrt{43} = 6.6\ U$$

ولإيجاد متجه R_2

$$\frac{A}{\sin\alpha_1} = \frac{R_2}{\sin\gamma} \rightarrow \frac{7}{\sin\alpha_1} = \frac{6.6}{\sin 60}$$

$$\sin\alpha_1 = \frac{7\sin 60}{6.6} = \frac{7(0.866)}{6.6} = \frac{6.062}{6.6}$$

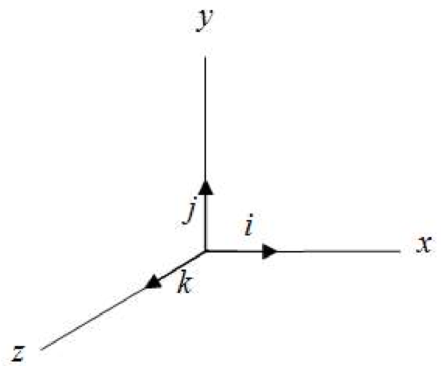
$$\alpha_1 = sin^{-1}0.918 \rightarrow \alpha \approx 66^\circ$$

Lecture (3) المحاضرة (3)

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 (2-7) ، 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 :

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

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

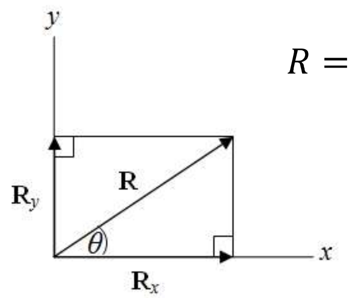


شكل (2-7): متجهات الوحدة $\boldsymbol{i}$ و $\boldsymbol{j}$ و $\boldsymbol{k}$ تتجه في الاتجاه الموجب للمحاور الثلاثة x و y و z على الترتيب

(2-4) تحليل المتجهات Analysis of vectors

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

$$R = R_x i + R_y j$$



شكل (2-8): تحليل المتجه R الى مركبتين متعامدتين

ويطلق على $\mathbf{R}_x$ أسم المركبة السينية (X- Component) و R_y أسم المركبة الصادية (Y-Component).
فإذا كان المتجه **R** يصنع زاوية مقدارها θ مع الاتجاه الموجب لمحور x كما هو بالشكل (2-8) وأسقطنا من رأس المتجه **R** عمودين على المحورين x و y فإن الكميتين $\mathbf{R}_x$ و $\mathbf{R}_y$ هما مركبتا المتجه **R** ومن الشكل نجد أن:

$$R_x = R\, cos\theta$$

$$R_y = R\, sin\theta$$

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

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

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

أما اتجاه المحصلة فنستخدم قانون ظل الزاوية (tangent of angle) وذلك لان الزاوية بين محور X ومحور Y قائمة (90°):

$$\tan\theta = \frac{Opp}{adj} \quad \rightarrow \quad \theta = tan^{-1}\frac{R_y}{R_x}$$

ملاحظة مهمة

عند تحليل اي متجه الى مركبتين ليس بالضرورة أن تكون المركبة السينية تأخذ الـ cos, فيمكن أن تأخذ الـ sin وذلك لان تحليل المتجه يعتمد على قانون الـ sin والـ cos وكما يأتي:

$$cos\theta = \frac{adjacent}{bowstring} \equiv \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$$

$$sin\theta = \frac{Opposite}{bowstring} \equiv \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

في الأمثلة التالية سوف نوضح كيفية تحليل المتجه.

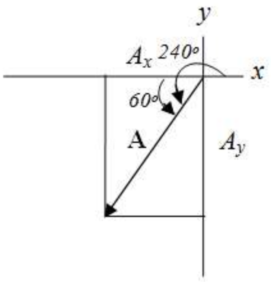
مثال 2-3

احسب المركبتين السينية والصادية للمتجه **A** قيمته 6 وحدات ويصنع زاوية مقدارها 60^o مع الاتجاه السالب لمحور x

الحل:

ملاحظة: لتحليل هذا المتجه لمركباته السينية والصادية, هناك طريقتان الاولى أن نحدد زاوية المتجه مع الاتجاه الموجب لمحور X (تكون الزاوية بدءا من محور السينات الى المتجه بعكس عقارب الساعة), ومن ثم نحلل المتجه الى أن المركبة السينية تأخذ الـ cos والمركبة الصادية تأخذ الـ sin أو نأخذ الزاوية المعطاة في السؤال ونحللها كما في الملاحظة أعلاه.

الطريقة الاولى للحل:



$$\theta = 180 + 60 = 240$$

$$A_x = A\, cos\theta$$

$$A_x = 6\, cos240$$

$$A_x = 6\,(-0.5) = -3\, U$$

$$A_y = A\, sin\theta$$

$$A_y = 6\, sin240 = 6\,(-0.866) = -5.2\, U$$

الطريقة الثانية للحل:

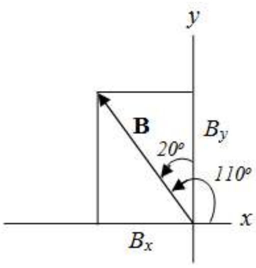
$$A_x = -A\cos 60 = -6\,(0.5) = -3\, U$$

$$A_y = -A\sin 60 = -6\,(0.866) = -5.2\, U$$

مثال 2-4

أحسب المركبتين السينية والصادية للمتجه B قيمته 5 U ويصنع زاوية مقدارها 20° مع الاتجاه الموجب لمحور y.

الحل بالطريقة الاولى:



$$\theta = 90 + 20 = 110$$

$$B_x = B\, cos\theta$$

$$B_x = 5\, cos110$$

$$B_x = 5\,(-0.342)$$

$$B_y = B\ sin\theta$$

$$B_y = 5\ sin110$$

$$B_y = 5\ (0.939) = 4.695\ U$$

الحل بالطريقة الثانية:

$$cos\theta = \frac{adjacent}{bowstring} \equiv \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{B_y}{B}$$

$$B_y = B\ cos\theta = 5\ cos20 = 5(0.939) = 4.695\ U$$

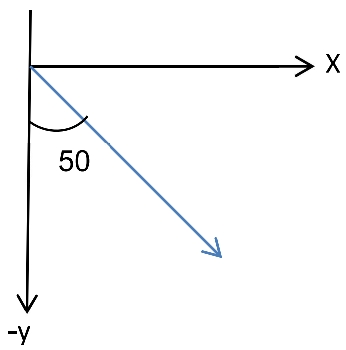
$$sin\theta = \frac{Opposite}{bowstring} \equiv \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{-B_x}{B}$$

$$B_x = -B\ sin\theta = -5\ sin20 = -5(0.342) = -1.71\ U$$

مثال 2-5

ما مركبتي المتجه D الموضح بالشكل على المحورين ox و oy إذا كان طوله *9 unit* و $\theta=50$؟

الحل:



س/ كيف نجد محصلة عدة متجهات بطريقة التحليل؟

لنفترض الان ان المتجهين A و B معرفين بدلالة مركباتهما على النحو :

$$A = A_x + A_y$$

و

$$B = B_x + B_y$$

عندئذ تكون محصلتهما R:

$$R = (A_x + A_y) + (B_x + B_y)$$

أو

$$R = (A_x + B_x) + (A_y +B_y)$$

أي ان المركبتين السينية والصادية للمحصلة هما :

$$C_x = A_x +B_x$$

$$C_y = A_y + B_y$$

تنطبق نفس الطريقة لإيجاد محصلة مجموعة من المتجهات. يمكن كتابة محصلة مجموعة من المتجهات بصورتها الاتجاهية كما يلي:

$$\boldsymbol{R} = \boldsymbol{A} + \boldsymbol{B} + \boldsymbol{C} = (A_x+ B_x + C_x)\, \boldsymbol{i} + (A_y+ B_y + C_y)\, \boldsymbol{j} + (A_z+ B_z + C_z)\, \boldsymbol{k}$$

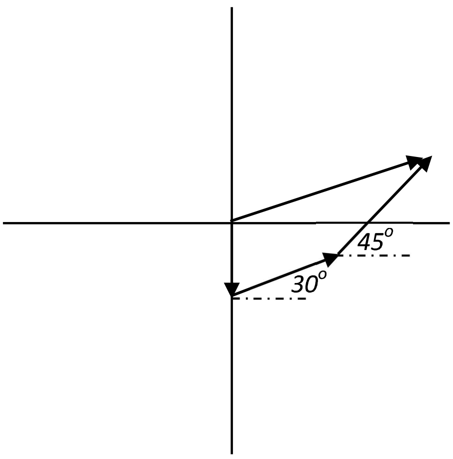
أذا نجد المحصلة النهائية من نظرية فيثاغورس, والمحصلة من $tan\theta$,كما سبق وأن تم توضيحه أعلاه.

مثال 2-6

يخرج سائح من مدينة أربيل فيقطع مسافة $10\ km$ باتجاه الجنوب , ثم يسير مسافة $15\ km$ باتجاه يصنع 30° شمال شرق ثم يقطع مسافة $20\ km$ باتجاه الشمال الشرقي بزاوية 45°. ما هو موضع السائح بالنسبة لمدينة أربيل ؟

الحل:

ملاحظة: إن المسافات التي يقطعها السائح هي متجهات إزاحة لكل منها مقدار و اتجاه، فالمسألة هي جمع متجهات.



الرسم يوضح الحالات المتعاقبة لسير السائح و يوضح موقعه الحالي من مدينة أربيل والتي تمثل نقطة الأصل، ولإيجاد قيمة واتجاه المحصلة (الموضع بالنسبة لمدينة أربيل) نعمل

على تحليل الإزاحات الثلاثة في الاتجاهين السيني والصادي ثم نحسب المحصلة مقدارا واتجاها.

$$R_x = A\ cos\theta + B\ cos\theta + C\ cos\theta$$

$$R_x = 10\ cos\ 270 + 15\ cos\ 30 + 20\ cos\ 45$$

$$= 10\ (0)+15\ (\ 0.866) + 20\ (\ 0.707)$$

$$0+12.99+14.14 = 27.13\ Km$$

$$R_y = A\ sin\theta + B\ sin\theta + C\ sin\theta$$

$$R_y = 10\ sin\ 270 + 15\ sin\ 30 + 20\ sin\ 45$$

$$= 10\ (-1) + 15\ (\ 0.5) + 20\ (\ 0.707)$$

$$=-10+7.5+14.14 = 11.64\ Km$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(27.13)^2 + (11.64)^2}$$

$$R = \sqrt{736.037 + 135.4896} = \sqrt{871.526} = 29.522\ Km$$

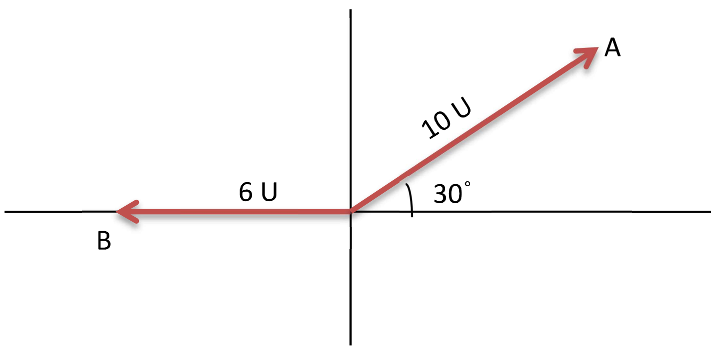
ولإيجاد متجه المحصلة

$$tan\theta = \frac{R_y}{R_x} \rightarrow \theta = tan^{-1}\frac{R_y}{R_x} = tan^{-1}\frac{11.64}{27.13} = tan^{-1}0.429 = 23.22^{\circ}$$

مثال *2-7*

أطرح المتجه B من المتجه A , وأطرح المتجه A من المتجه B وأجمع المتجه A مع المتجه B وبطريقة التحليل البياني, في الشكل التالي:

الحل:



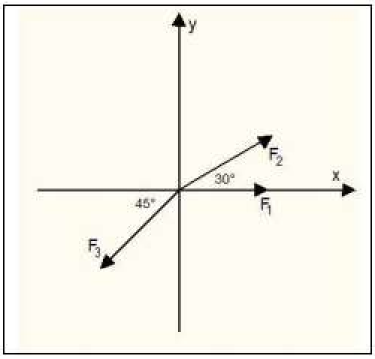
مثال 8-2

أوجد محصلة مجموعة القوى التالية:

F_1 : تعمل في أتجاه الشرق وقيمتها $20\ N$.

F_2 :تعمل في أتجاه الشمال الشرقي بزاوية 30° وقيمتها $10\ N$

F_3 : تعمل في ي اتجاه الجنوب الغربي بزاوية 45° وقيمتها $10\sqrt{2}$



Lecture (4)　　　المحاضرة (4)

(2-5) ضرب المتجهات

أن ضرب متجهين ببعضهما قد يكون عددا او متجها بحسب طبيعة الضرب المستعمل. ولهذا نعرف ثلاث طرق لضرب المتجهات: الاولى ضرب متجه بعدد, والثانية الضرب العددي (أو النقطي), والثالثة ضرب المتجه (أو التقاطعي) لمتجهين.

i. ضرب متجه بعدد

إذا ضربنا متجها A بعدد n فإننا نحصل على متجه جديد B له نفس منحى المتجه الاصلي A أذا كان n موجبا أما اذا كان n سالبا فيكون أتجاه المتجه الجديد عكس أتجاه المتجه A :

$$B = nA$$

ومن أهم تطبيقات ضرب متجه بعدد التعبير عن مركبات متجه على المحاور ox و oy و oz. حيث أن (i, j, k) هي متجهات طولها واحدة الاطوال وبأتجاه محور السينات (ox) و الصادات (oy) وباتجاه محور z (oz) على التوالي في الفضاء D فيكتب بالشكل :

$$D = Dxi + Dyj + Dzk$$

أن المركبات الثلاث هي أعداد موجبة أو سالبة يعطي كل منها قيمة المركبة وتدل أشارته على اتجاهها بالنسبة للمحور المحمولة عليه.

ii. الضرب العددي (أو النقطي) *scalar or dot product* :

يعرف الضرب العددي لمتجهين A و B بالعلاقة

$$A \,.\, B = R$$

حيث R عدد موجب او سالب قيمته:

$$R = AB \cos \theta_{AB}$$

حيث θ_{AB} هي الزاوية المحصورة بين A و B بينما A و B طول كل منهما, على الترتيب. ونستنتج من المعادلتين اعلاه أن:

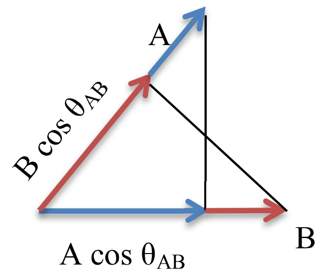
$$A \,.\, B = AB \cos \theta_{AB}$$

ويمكن كتابة العلاقة السابقة بالشكل

$$A \,.\, B = A\,(B \cos \theta_{AB}) = B\,(A \cos \theta_{AB})$$

حيث $B\cos\theta_{AB}$ تمثل مركبة B على A, بينما $A\cos\theta_{AB}$ تمثل مركبة A على B, فعملية الضرب العددي تكافئ ضرب أحد المتجهين بمركبة الاخر عليه, كما في الشكل *(2-9)*.

وايضا فان عملية الضرب العددي تبادلية وليس هناك اهمية لترتيب المتجهين المضروبين ببعضهما, وهذا منطقي لان نتيجة الضرب هي عدد موجب او سالب فقط.



شكل *(2-9)*

ملاحظة:

$$\boldsymbol{ii = jj = kk = 1}$$

$$\boldsymbol{ij = jk = ki = 1}$$

- الزاوية بين اي متجه ونفسه تساوي صفر. والزاوية بين اي متجه ومتجه اخر تساوي *90*

مثال *2-9*

ما نتيجة الضرب العددي لمتجهات الوحدة التالية :

(أ) i.i (ب) j.j (ج) k.k (د) i.j (هـ) j.k

(و) k.i

الحل:

(أ)

$$i.i = ii\cos\theta_{ii}$$

$$i.i = 1\cos 0 = 1$$

ونفس الطريقة نجد (ب) j.j و(ج) k.k

$$\mathbf{i.i = j.j = k.k = 1}$$

(د)

$$i.j = ij \cos \theta_{ij} = 1 \cos 90 = 0$$

$$\mathbf{i.j = j.k = k.i = 0}$$

مثال 2-9

إذا كان $R = R_x\boldsymbol{i} + R_y\boldsymbol{j} + R_z\boldsymbol{k}$ فجد حاصل الضرب العددي $R\ .\ R$ واستفد من النتيجة لمعرفة طول واتجاه R بالنسبة للمحاور الاحداثية.

الحل:

$$R\ .\ R = (R_x\boldsymbol{i} + R_y\boldsymbol{j} + R_z\boldsymbol{k})\ .\ (R_x\boldsymbol{i} + R_y\boldsymbol{j} + R_z\boldsymbol{k})$$

$$R.R = (R_xi\ .\ R_xi) + (R_xi\ .\ R_yj) + (R_xi\ .\ R_zk) + (R_yj\ .R_xi) + (R_yj\ .R_yj) + (R_yj\ .\ R_zk) + (R_zk\ .R_xi) + (R_zk\ .R_yj) + (R_zk\ .\ R_zk)$$

$$R.R = R_x^2\,(i.i) + 2R_xR_y\,(i.j) + 2R_xR_z(i.k) + R_y^2\,(j.j) + 2R_yR_z(i.k) + R_z^2(k.k)$$

$$R.R = R_x^2 + R_y^2 + R_z^2 = RR\cos\theta_{RR}$$

$$R_x^2 + R_y^2 + R_z^2 = RR\cos 0$$

$$R^2 = R_x^2 + R_y^2 + R_z^2$$

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

ولايجاد الزاوية بين R والمحور ox مثلا , نضرب R عدديا بمتجه i فنجد :

$$i\ .\ R = R_x\,(i.i) + R_y\,(i.j) + R_z(i.k) = iR_x\cos\theta_{Rx}$$

حيث θ_{RX} الزاوية بين R ومحور السينات, كما أن $i=1$ لذلك نجد أن

$$R = R_x cos\theta_{Rx}$$

$$R = R_y cos\theta_{Ry}$$

$$R = R_z cos\theta_{Rz}$$

مثال *2-10*

أذا كان $A= 2i +6j -3k$ و $B= i - j+ k$ فما حاصل ضربهما العددي وما الزاوية بينهما؟

الحل:

$$A.\ B = AB \cos \theta_{AB} = (2)(1) + (6)(-1) + (-3)(1)= -7$$

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

$$+A = \sqrt{(2)^2 + (6)^2 + (-3)^2} = \sqrt{4 + 36 + 9} = \sqrt{49} = 7$$

$$B = \sqrt{(1)^2 + (-1)^2 + (1)^2} = \sqrt{3} = 1.7$$

ولذلك يكون :

$$cos\theta_{AB} = \frac{A.B}{AB} = \frac{-7}{(7)(1.7)} = \frac{-7}{11.9} = -0.588$$

$$\theta = cos^{-1}(-0.588) = 126°$$

iii. **الضرب المتجه (أو التقاطعي) *Vector or cross prodect***

يعرف الضرب المتجه بالعلاقة

$$A \times B = R$$

حيث R متجه جديد تعطى قيمته بالعلاقة:

$$R = AB \sin \theta_{AB}$$

ونستنتج أن :

$$|A \times B| = AB\ sin\theta_{AB}$$

كما يتضح من الضرب التقاطعي لمتجهين أنه ليس تبادليا لكن قيمة النتيجة واحدة في كلا الحالتين مع تعاكس الاتجاهين, فطول$A \times B$ يساوي طول $B \times A$ ولكن باتجاه معاكس له.

$$A \times B = -B \times A$$

ويمكن أيجاد نتيجة الضرب التقاطعي باستخدام العلاقة الاتية :

$$A \times B = \begin{vmatrix} i & j & k \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

أي أن:

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

مثال *2-11*

ما نتيجة الضرب التقاطعي لمتجهات الوحدة التالية:

(أ) $i\times i$ (ب) $j\times j$ (ج) $k\times k$ (د) $i\times j$ (هـ) $j\times k$ (و) $k\times i$

الحل:

$$|i \times i| = ii\ sin\theta_{ii}$$

$$|i \times i| = ii\ sin0 = 0$$

إذا

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

$$R\times R = 0$$

ولحساب $\boldsymbol{i\times j}$

$$|i \times j| = ij\ sin\theta_{ij}$$

$$|i \times j| = ij\ sin90 = 1$$

أن متجه الضرب التقاطعي لـ j و i هو المتجه k , أي ان:

$$i \times j = k \quad , \quad j \times k = i\ , \quad k \times i = j$$

ونستنتج أيضا ان :

$$j \times i = -k \quad , \quad k \times j = -i \quad , \quad i \times k = -j$$

مثال 2-12

إذا كان $R= 2i -4j +k$ و $F= 3i + j - 5k$ فأحسب (a) $W = R \times F$ (b) θ_{RF} (c) الزاوية بين R ومحور الصادات.

الحل:

(a)

$$W = R \times F = \begin{vmatrix} i & j & k \\ R_x & R_y & R_z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

$$W = \left(R_y F_z - R_z F_y\right)i + (R_z F_x - R_x F_z)j + \left(R_x F_y - R_y F_x\right)k$$

$$W = [(-4)(-5) - (1)(1)]i + \big((1)(3) - (2)(-5)\big)j + \big((2)(1) - (-4)(3)\big)k$$

$$W = (20 - 1)i + \big(3 - (-10)\big)j + \big(2 - (-12)\big)k$$

$$W = 19i + 13j + 14k$$

(b)

لإيجاد الزاوية بين RوF

$$|W| = |R \times F| = RF \sin \theta_{RF}$$

حيث

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} = \sqrt{(2)^2 + (-4)^2 + (1)^2}$$

$$= \sqrt{4 + 16 + 1} = \sqrt{21} = 4.58$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} = \sqrt{(3)^2 + (1)^2 + (-5)^2}$$

$$= \sqrt{9 + 1 + 25} = \sqrt{35} = 5.92$$

$$W = \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} = \sqrt{(19)^2 + (13)^2 + (14)^2}$$

$$= \sqrt{361 + 169 + 196} = \sqrt{726} = 26.944$$

$$|W| = RF \sin \theta_{RF}$$

$$\sin\theta_{RF} = \frac{W}{RF} = \frac{26.944}{(4.58)(5.92)}$$

$$\theta_{RF} = \sin^{-1}\frac{26.944}{27.114} = \sin^{-1}0.994 = 83.72^\circ$$

(C)

$$\cos\theta_{Ry} = \frac{R_y}{R} = \frac{-4}{4.58} = -0.87$$

$$\theta = \cos^{-1}(-0.87) = 150.5^\circ$$

Lecture (5) المحاضرة (5)

الوحدة الثالثة

Temperature درجة الحرارة

تتناول هذه الوحدة دراسة الحرارة ودرجة الحرارة ومقاييسها وانواع المحارير المستخدمة لذلك وأليات انتقالها. وكذلك دراسة تأثيرات تغير درجة الحرارة على الخواص الفيزيائية للمادة.

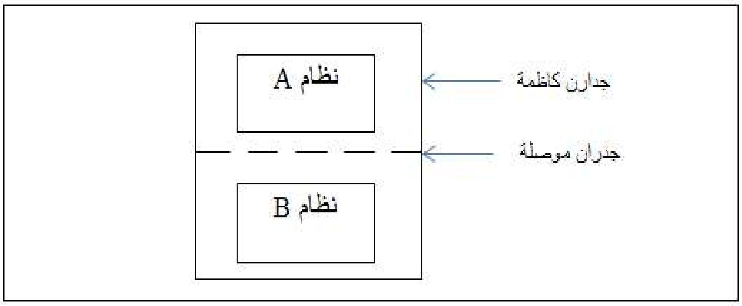
(3-1) الحرارة Heat

هي شكل من أشكال الطاقة التي ترافق حركة الجزئيات أو الذرات أو أي جسيم أخر يدخل في تركيب المادة (النواة أو مكوناتها) ويمكن الحصول على درجة الحرارة أما بطرق فيزياوية مثل الاحتكاك أو تهيج جزئيات المادة, أو بطرق كيميائية مثل الحرارة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية والاحتراق والتفاعلات النووية وغيرها. والحرارة طاقة قابلة للانتقال بطرق مختلفة مثل الاشعاع أو الحمل أو التوصيل ولا يمكن للحرارة أن تنتقل بين جسمين الا في حالة اختلاف درجة حرارتيهما. وتنساب درجة الحرارة من الجسم الساخن الى الجسم البارد.

(3-2) الاتزان الحراري Thermal equilibrium

يكون النظام في حالة أتزان حراري إذا كانت جميع خواصه ثابتة لا تتغير ما دام الوسط الخارجي المحيط به لا يتغير أيضا.

لنفرض لدينا جسمين مختلفين, A ذا درجة حرارة معينة T_1 كأن يكون باردا عند لمسه باليد, وB ذا درجة حرارة معينة T_2 كأن يكون ساخنا عند لمسه باليد. كل منهما على حدة في حالة اتزان حراري ثم جعلا في وضع تماس حراري بواسطة جدران موصلة أي تسمح بمرور الحرارة من نظام إلى نظام الأخر وعزلاً عن الوسط المحيط بهما بواسطة جدران عازلة للحرارة أو ما تسمى بالجدران الكاظمة (Adiabatic walls) كما في الشكل أدناه فما الذي يحدث ؟



إذا كان النظامان ليسا في حالة توازن متبادل بالأصل فالذي يحدث هو أن تتغير خواصهما بالتدريج حتى يصلا إلى حالة التوازن المتبادل. وحالما يتم هذا التوازن لا يحدث تغيير يذكر في تلك الخواص طالما تبقى الظروف الخارجية بدون تغيير وعندها يقال أن النظاميين في حالة توازن حراري.

ومن الممكن تعريف خاصية جديدة نستدل بواسطتها على حدوث التوازن الحراري بين نظامين أو أكثر وهذه الخاصية هي درجة الحرارة وتعرف كالاتي: يمتلك نظامان درجتي حرارة متساويتين عندما يكونان في وضع تماس حراري إذا لم تتغير خواصهما. وبعبارة أخرى يحدث التوازن الحراري بين نظامين في حالة تماس حراري عندما تكون درجتا حرارتيهما متساويتين.

(3-2) درجة الحرارة Temperature

يعد مفهوم درجة الحرارة من المفاهيم الأساسية في الفيزياء، شأنه شأن المفاهيم الاساسية الاخرى كالقوى مثلا. وعلى الرغم من أن الجميع يملك فكرة واضحة أو تصورا معينا عن معنى هذا المفهوم وذلك بدلالة أحاسيسه إلا أن مفهوم درجة الحرارة ليس سهل التعريف والتحديد بدقة.

ومن المفاهيم البسيطة والأولية هو ان **درجة الحرارة** وهي كمية فيزيائية عيانيه تعتبر مقياس لدرجة سخونة أو برودة الجسم. وتعد حاسة اللمس ابسط طريقة لتميز سخونة وبرودة الاجسام, إذ نستطيع القول أن الجسم X أشد سخونة من الجسم Y, والجسم Y أشد أو أقل سخونة من الجسم Z وهكذا يمكن التعبير عن مفهوم درجة الحرارة.

ويمكن اعتبار درجة الحرارة كمقياس للنشاط الحراري لذرات او جزئيات المادة. وتعرف على أنها مقياس للطاقة الحركية او (الاهتزازية) لذرات او جزئيات المادة. ويعبر عن درجة الحرارة بالدرجة السليزية أو (المئوية) ^{o}C أو بالدرجة الفهرنهايتية ^{o}F أو بالدرجة الكلفنية (أو المطلقة) K.

(3-3) أسس قياس درجة الحرارة

تسمى الاجهزة المستخدمة لقياس درجة الحرارة **بالمحارير** والتي تعتمد على تغير الخواص الفيزيائية للمادة, كاستطالة أو تقلص المعادن أو تغير مقاومتها الكهربائية, أو تغير حجم مائع أو تغير لون مادة, وغير ذلك. أن بناء أي مقياس لدرجة الحرارة يعتمد على عدة عوامل تعتمد على الاختبارات التالية:

i. اختيار المادة الحرارية المناسبة.
ii. اختيار الصفة المحرارية المناسبة لتلك المادة.
iii. افتراض أن الصفة المحرارية المختارة تتغير مع درجة الحرارة.
iv. أختيار المقدار المناسب لدرجة الحرارة التي يراد قياسها بأستمرار.

أن استحضار النقاط الانفة الذكر مهم جدا عند بناء اي مقياس لدرجات الحرارة. فيمكن ان تكون صفة محرارية مناسبة لمدى معين من درجة الحرارة دون غيرها.

ومن أشهر موازين الحرارة أنبوب شعري يحوي كمية معينة من الزئبق تتمدد أو تتقلص مع تغير درجة حرارتها, إذا بقيت مساحة مقطع الانبوب ثابتة خلال ذلك بصنعه من مادة لا تتأثر بسهولة بالحرارة, عندئذ يصير ارتفاع الزئبق في الانبوب متناسبا مع درجة حرارته. وتتم معايرة هذا الميزان بوضعه في مزيج من الماء والجليد تحت ضغط جوي واحد ويحدد مكان الزئبق, ثم يغمس الميزان في ماء مغلي ويحدد ارتفاع الزئبق هناك, ثم تدرج المسافة بين النقطتين بشكل متساو لتدريجات معينة. ونظرا لتعدد هذه التدريجات فإن هناك عدة أنظمة لتقدير درجة الحرارة.

(3-4) مقاييس درجة الحرارة The Temperature scales

بصورة عامة هناك ثلاثة مقاييس رئيسة لدرجة الحرارة, وكما يأتي:

1- المقياس السليزي

2- المقياس الفهرنهايتي

3- المقياس كلفني

المقياس السليزي The Celsius scales

يتم تدرج هذا المقياس وذلك بتعريف نقطة انجماد الماء على أنها تساوي صفر سليزي $0^{o}C$ تحت الضغط الجوي الاعتيادي, ونقطة الغليان على أنها تساوي $100\ ^{o}C$ تحت الضغط الجوي الاعتيادي, والطريقة المستخدمة لتدريج المحرار الزئبقي وفق هذا المقياس هي بوضح المحرار الزئبقي في خليط من الثلج والماء وتركه مدة كافية حتى يستقر مستوى الزئبق على انه $0^{o}C$ ثم يهيئ خليط البخار والماء ويوضع المحرار داخله فيرتفع مستوى الزئبق ويستقر عند مستوى معين, يؤشر هذا المستوى على انه $100\ ^{o}C$ ثم تقسم المسافة العلامتين 0و100 سليزي الى 100 جزء متساو كل جزء سيمثل تغيرا في درجة الحرارة مقداره درجة سليزية واحدة. ويمكن توسع مدى المحرار المذكور وذلك بأضافة المسافات نفسها قبل النقطة $0\ ^{o}C$ وبعد النقطة $100\ ^{o}C$ للحصول على الدرجات الحرارية الواقعة قبل الصفر السيليزي وبعد $100\ ^{o}C$.