

الفيزياء والكميات الفيزيائية

1-: مقدمة

الفيزياء كلمة يونانية الأصل معناها معرفة الطبيعة، وهي علم يسعى لدراسة الكون بما فيه من مادة مع عمليات التأثير المتبادل بين مكونات المادة، وما ينتج عن ذلك من ظواهر متكررة. يعتمد علم الفيزياء، على الملاحظة والتجربة والتفكير النظري بأن واحد، بهدف صياغة نظريات تساعد في فهم مكونات هذا الكون، وتفسر سلوك مكوناته ومحاولة التحكم بها بدءاً من أصغر جزء في الكون كنواة الذرة إلى الأجرام السماوية والمجرات.

تعد الفيزياء بأهميتها من إحدى أهم العلوم الأساسية، فالأفكار والمفاهيم التي تقدمها الفيزياء ضرورية لكافة تخصصات العلوم والهندسة والتكنولوجيا، فأساسيات هذه التخصصات تؤخذ من المبادئ الأولية الأساسية لعلم الفيزياء.

يقسم مجال عمل الفيزياء إلى مجالين هما الفيزياء الكلاسيكية، والفيزياء الحديثة. الفيزياء الكلاسيكية تدرس المادة والطاقة وتفاعلاتهما على المستوى الجهري (الماكروسكوبي)، وحركة الأجسام المادية المتحركة بسرعات معتدلة أقل بكثير من سرعة الضوء، وتشتمل على مواضيع مثل دراسة حركة الأجسام الصلبة، والسائلة، ودراسة طبيعة الصوت وسلوكه، والسلوك الظاهري للضوء، والكهرباء والمغناطيسية، والحرارة.

أما الفيزياء الحديثة، فتشمل نظرية فيزياء الكم، والنظرية النسبية. تدرس نظرية فيزياء الكم المادة والطاقة وتفاعلاتهما على المستوى المجهري (المكروسكوبي) مثل حركة الإلكترونات، التركيب الذري والجسيمات الأولية، والفيزياء النووية. بينما تدرس النظرية النسبية المادة والطاقة وتفاعلاتهما عندما يتعلق الأمر بحركة الأجسام بسرعات قريبة من سرعة الضوء.

2- الكميات الفيزيائية:

لوصف أي ظاهرة فيزيائية، أول ما نقوم به في عملية الملاحظة هو أخذ القياسات الكمية المتكونة من أرقام، أو من أرقام ووحدات. إن أي شيء يمكن أن يقاس بإعطائه رقم، أو رقم ووحدة نسميه في الفيزياء كمية فيزيائية.

فالمسافة والكتلة والزمن والحجم والسرعة والشحنة الكهربائية والقوة ومعامل الاحتكاك ومعامل الانكسار كلها كميات فيزيائية. تعد بعض الكميات الفيزيائية أساسية وتشكل عوامل مميزة للأجسام بحيث نستطيع وصفها بصورة طبيعية، ونقيسها بمقارنتها بوحدات قياس نسميها وحدات قياس أساسية. والبعض الآخر لا نستطيع وصفها وقياسها إلا بواسطة أكثر من وحدة قياس أساسية، وهذه الكميات نسميها كميات فيزيائية مشتقة،

ووحداتها نسميها وحدات مشتقة، وهذه التسمية جاءت اعتماداً على أن تلك الكميات صيغت بقوانين فيزيائية على شكل علاقات رياضية تربط ما بين كميات فيزيائية أساسية لتفسير سلوك الظواهر الطبيعية.

تعريف الكتلة والطول والزمن:

يتم التعبير عن قوانين الفيزياء باستخدام كميات فيزيائية محددة. هناك ثلاث كميات فيزيائية أساسية في علم الميكانيك هي: الطول L والكتلة M والزمن. وجميع الكميات الفيزيائية الأخرى في علم الميكانيك هي كميات فيزيائية مشتقة يتم الحصول عليها من الكميات الفيزيائية الأساسية الثلاثة السابقة.

في عام 1960، أنشأت اللجنة الدولية (System International (SI)) مجموعة من المعايير للكميات الأساسية. حيث يُقدر كل من الطول، الكتلة، والزمن بوحدات المتر، الكيلوغرام والثانية على التوالي. كما واعتمدت (SI) أربعة معايير أخرى في الفيزياء تشمل: درجة الحرارة (كلفن)، شدة التيار الكهربائي (أمبير)، كثافة الإضاءة (الشمعة، أو الكانديلا)، وكمية المادة (المول).

الطول Length :

الوحدة المستخدمة لقياس الطول هي المتر. في عام 1983 تم تعريف المتر (m) بأنه المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال (ثانية $1/c = 1/299792458$)، حيث $c \approx 3 \times 10^8 m/s$ هي سرعة الضوء في الفراغ.

الكتلة Mass :

الوحدة المستخدمة لقياس الكتلة هي الكيلوغرام (kg). ويُعرف الكيلوغرام بأنه كتلة اسطوانة من سبيكة البلاتين والاريديوم محفوظة في المكتب الدولي للأوزان والمقاييس في فرنسا.

الزمن Time :

يُقدر الزمن بالثانية. وتُستخدم الساعة الذرية لتعريف الثانية.

الساعة الذرية (الساعات الجزيئية والكمومية) هي جهاز لقياس الزمن تستخدم فيه عملية دورية ما تُمثل الاهتزازات الخاصة المرتبطة بعمليات تحدث على مستوى الذرات والجزيئات.

في عام 1967 اعتمد عنصر السيزيوم 133 لتعيين الثانية. إن تواتر (تردد) الاهتزاز التجاوبي لذرة السيزيوم 133 (أي تواتر الإشعاع الكهرطيسي المنبعث عند الانتقال بين مستويين للطاقة لهذه الذرة) هو ($9\ 192\ 631\ 770\ Hz$)، ومنه فالثانية هي مقلوب هذا الرقم.

الساعات الذرية مهمة في الملاحة، وفي تحديد مواقع المركبات الفضائية والأقمار الصناعية والصواريخ الباليستية، والطائرات والغواصات. وتُستخدم الساعات الذرية أيضاً في أنظمة الاتصالات الأرضية والصاروخية بما في ذلك قواعد المحطات المتنقلة، وفي المكاتب العالمية والمكاتب الوطنية للمعايير، وفي مكاتب خدمات الزمن الدقيق، التي تبث بشكل دوري إشارات زمنية على الراديو.

يُعرف (SI) الثانية الواحدة بأنها زمن أكبر بـ (9192631770) مرة من دور.

وفقاً لهذا التعريف، تعتبر ذرة السيزيوم 133 هي المعيار لقياسات الزمن والتواتر. إن دقة تعريف الثانية تعين أيضاً دقة تعريف الوحدات الأساسية الأخرى التي تحتوي على الثانية في تعريفها مثل المتر والفولت وغيرها.

يقع استقرار الساعات الذرية $\Delta f / f$ (حيث Δf هو انحراف التواتر f للساعة خلال مدة زمنية ما) غالباً في المجال 10^{-15} – 10^{-14} (أي ليس أكثر من ثانية خلال مليون سنة)، ويبلغ في بعض التصاميم الخاصة بالساعات الذرية 10^{-17} وهي الأفضل من بين أنواع الساعات الموجودة.

(السيزيوم 133 هو النظير الوحيد المستقر لعنصر السيزيوم، ويملك العدد الذري 55 والعدد الكتلي 133، وينتشر في الطبيعة بنسبة 100% تقريباً. [

تحليل الأبعاد

إن كلمة البعد لها معنى خاص في الفيزياء. وهي تدل على الطبيعة الفيزيائية للكمية. بغض النظر عما إذا تم قياس المسافة بوحدات القدم أو الأمتار أو الإنش، إلا أنها تبقى مسافة. وبهذا للمسافة بعد هو الطول.

الرموز التي نستخدمها في دراستنا لتحديد أبعاد الطول والكتلة والزمن هي L , M , T على التوالي. ونستخدم القوسين [] للإشارة إلى أبعاد الكمية الفيزيائية. مثلاً، الرمز الذي نستخدمه للسرعة هو v ومنه فأبعاد السرعة هي $[L/T]$ ، وأبعاد المساحة A هي $[L^2]$.

نحتاج في كثير من الحالات، إلى اشتقاق معادلة محددة أو التحقق من صحتها. من المفيد استخدام ما يسمى تحليل الأبعاد للمساعدة في الاشتقاق أو للتحقق من صحة كتابة علاقة رياضية ما.

بفرض أننا نريد اشتقاق معادلة الموضع x لسيارة في لحظة زمنية t . إذا بدأت السيارة الحركة من السكون

وإذا تحركت بتسارع مستمر. في الفصل 2، سنجد أن التعبير الصحيح هو $x = \frac{1}{2}at^2$.

نستخدم تحليل الأبعاد للتحقق من صحة هذه المعادلة. الكمية x على الطرف الأيسر من العبارة لها أبعاد الطول. لكي تكون المعادلة صحيحة الأبعاد، يجب أن يكون للكمية على الطرف الأيمن أيضاً بعد الطول. يمكن أن نفحص أبعاد الطرف الأيمن عن طريق استبدال أبعاد التسارع بـ L/T^2 ، والزمن بـ T في

المعادلة. وبهذا شكل الأبعاد للمعادلة $x = \frac{1}{2}at^2$ هو:

$$L = \frac{L}{T^2}T^2 = L$$

وباختصار أبعاد الزمن، نجد أن لطرفي المعادلة أبعاد الطول. ومنه فالمعادلة صحيحة.

وبشكل عام باستخدام تحليل الأبعاد يمكن إنشاء شكل المعادلة:

$$x \propto a^n t^m$$

حيث m و n أسين يُطلب تعيينهما، والرمز \propto يُشير إلى التناسب. هذه العلاقة صحيحة فقط إذا كانت أبعاد الطرفين متماثلة. بما أن أبعاد الطرف الأيسر هي طول، يجب أن تكون أبعاد الطرف الأيمن أيضاً طول. أي:

$$[a^n t^m] = L = L^1 T^0$$

وبما أن أبعاد التسارع هي L/T^2 وأبعاد الزمن هي T فإن:

$$(L/T^2)^n T^m = L^1 T^0 \Rightarrow L^n T^{m-2n} = L^1 T^0$$

يجب أن يكون لكل من L و T نفس الأس على طرفي المعادلة.

من أس L نلاحظ مباشرة أن $n=1$. ومن أس T نلاحظ أن $m-2n=0 \Rightarrow m=2n=2(1)=2$. وبالعودة إلى العلاقة الأصلية نستنتج أن: $x \propto at^2$. وهذه العلاقة تختلف بالمعامل $1/2$ عن العلاقة الصحيحة $x = at^2 / 2$.

مثال:

لنفترض أن تسارع الجسيم المتحرك بسرعة منتظمة v على محيط دائرة نصف قطرها r ، يتناسب مع r^n ومع v^m مثلاً. المطلوب: حدد قيمة n و m واكتب أبسط شكل لمعادلة التسارع.

الحل:

نأخذ a ليكون لدينا:

$$a = k r^n v^m$$

حيث k ثابت التناسب وهو عديم الأبعاد.

وبمعرفة أبعاد a و r و v نجد أن أبعاد المعادلة يجب أن تكون:

$$\frac{L}{T^2} = L^n \left(\frac{L}{T} \right)^m = \frac{L^{n+m}}{T^m}$$

ومنه:

$$\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T^m} \Rightarrow m = 2$$

و:

$$L^1 = L^{n+m} \Rightarrow n + m = 1 \Rightarrow n + 2 = 1 \Rightarrow n = -1$$

ومنه فشكل معادلة التسارع:

$$a = k \frac{v^2}{r}$$

المادة - كثافة المادة

أثبتت التجارب أن الذرة هي أصغر جزء لا يتجزأ من المادة، وأن المادة تتكون من تجمع للذرات والجزيئات. الذرة متعادلة كهربائياً وأبعادها من مرتبة الأنغستروم ($1A^0 = 10^{-10}m$)، وتتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة ذات أبعاد من مرتبة الفيرمي ($1Fr = 10^{-15}m$) ومن إلكترونات سالبة الشحنة، وعدد الإلكترونات في الذرة Z (هو ترتيب العنصر في جدول التصنيف الدوري للعناصر) يساوي عدد البروتونات في النواة P ، وشحنة الإلكترون (هي الشحنة العنصرية وتساوي $e \approx 1,6 \cdot 10^{-19}$ كولون) تساوي بالقيمة المطلقة شحنة البروتون ولكن تعاكسها بالإشارة.

تتكون النواة من عدد من البروتونات P وعدد من النيوترونات N ومجموعهما يساوي العدد الكتلي A حيث أن $A = N + Z$. وتحمل النواة كتلة الذرة تقريباً (نحو 99,99%)، ولذا فالعدد الكتلي A يساوي بالتقريب كتلة الذرة.

ترتبط النيوترونات والبروتونات فيما بينها في النواة بواسطة القوة النووية (وهي أقوى قوة معروفة في الطبيعة) وهي قوة قصيرة المدى، ويبلغ مدى تأثيرها مرتبة نصف قطر النواة، أي مرتبة الفيرمي.

النيوترون هو جسيم متعادل الشحنة الكهربائية، وكتلة النيوترون m_n تساوي بالتقريب كتلة البروتون m_p

$$m_n \approx m_p \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

من المعلوم؛ أن البروتون والنيوترون يتمتعان ببنية داخلية تفصيلية. وأن البروتون والنيوترون والجسيمات الأخرى تتكون من ستة أنواع مختلفة من جسيمات تسمى الكواركات، والتي أعطيت الأسماء: (up, down, strange, charmed, bottom and top) أعلى وأسفل، غريب وساحر، وقمة وقاع.

تحمل الكواركات: فوق up، الساحرة charmed، وقمة top شحنة كهربائية موجبة وتساوي $(+2/3)$ من شحنة البروتون، بينما تحمل الكواركات: أسفل down، غريبة strange، قاع bottom شحنة سالبة وتساوي $(-1/3)$ من شحنة البروتون.

يتكون البروتون من كواركين فوق up وكوارك أسفل down ومنه فشحنة البروتون تساوي:

$$2 \times \left(+\frac{2}{3} \right) - \frac{1}{3} = \frac{4}{3} - \frac{1}{3} = \frac{3}{3} = 1$$

يتكون النيوترون من كواركين أسفل down ومن كوارك فوق up ومنه فشحنة النيوترون تساوي:

$$2 \times \left(-\frac{1}{3} \right) + \frac{2}{3} = -\frac{2}{3} + \frac{2}{3} = 0$$

يُعبّر عن الكثافة ρ للمادة بالعلاقة:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

حيث $m(kg)$ كتلة المادة، و $V(m^3)$ حجم المادة.