كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الاولى**

المادة : فيزياء عامة١

المحاضرة : الاولى/نظري/د.خديجة الحسن

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

المحاضرة الأولى

الوحدات والأبعاد

1-1 الكميات الفيزيائية

1-2 وحدات الكميات الفيزيائية

1-3 أبعاد الكميات الفيزيائية

الوحدات والأبعاد

Units and Dimensions

مقدمة:

تتحدد أي كمية فيزيائية بعاملين اثنين هما العدد والوحدة، أي أنه لا يمكن ذكر أعداد أو أرقام مجردة دون تحديد الوحدة التي تقاس بها تلك الكمية.

فمثلاً لتحديد كتلة جسم نقول أن كتلته تساوي 20كيلوجرام حيث تأتي أهمية الوحدة من دلالتها على المقدار الفيزيائي وتبيان ماهيته.

1.1. الكميات الفيزيائية Physical quantities

هي التي تبني هيكل الفيزياء وبها نكتب المعادلات والقوانين الفيزيائية، ومن هذه الكميات: القوة – الزمن – السرعة – الكثافة – درجة الحرارة – الشحنة وغير ذلك.

وتقسم الكميات الفيزيائية إلى:

- **كميات أساسية:** هي الكتلة والطول والزمن ويرمز لها $(T\ ,L\ ,M)$على الترتيب.
- **كميات مشتقه:** هي كميات مشتقة من الكميات الأساسية مثل الحجم والسرعة والتسارع وغير ذلك من الكميات.

2.1. وحدات الكميات الفيزيائية Units of physical quantities

لكل كمية فيزيائية وحدة قياس محددة إلى جانب قيمتها العددية إذ أنه لا معنى لقولنا أن المسافة بين مدينة وأخرى هي 80 (دون ذكر وحدة القياس) لأن 80 كيلو متر تختلف عن 80 متر وتختلف عن 80 ميل

حيث أن الكيلومتر والمتر والميل هي وحدات لقياس الطول حيث تختلف وحدات هذه الكميات باختلاف نظام قياسها.

أنظمة القياس:

- النظام الدولي **(IS)**: متر– كيلوجرام – ثانيه $(M\ K\ S)$ وأحياناً يسمى بالنظام الفرنسي المطلق أو سنتيمتر– جرام–ثانية (C G S).
- النظام البريطاني: قدم – باوند – ثانية (F B S).

الجدول (1–1) يبين وحدات القياس الأساسية والجدول (1–2) يبين بعض وحدات القياس المشتقة.

جدول (1–1) وحدات القياس الأساسية

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

جدول (1–2) وحدات القياس المشتقة

الكمية	الوحدة بالنظام الدولي (IS)	الوحدة بالنظام البريطاني (FBS)
المساحة	متر ^{2} (m^2)	قدم ^{2}
الحجم	متر ^{3} (m^3)	قدم^3
الكثافة = الكتلة / الحجم	Kg/m^3	باوند / قدم^3
قوة	نيوتن (N)	باوند–قوة (lbf)
الضغط = قوة / مساحة	$\frac{N}{m^2}$ (باسكال)	psf باوند–قوة / قدم^2

3.1. أبعاد الكميات الفيزيائية Dimensions of physical quantities

بُعد أي كمية فيزيائية يحدِد طبيعة هذه الكمية فيما إذا كانت كتلة Mass أو طول Length أو زمن Time وتكتب أبعاد أي كمية طبيعية بدلالة الكتلة (M) والطول (L) والزمن (T) أي بدلالة الكميات الأساسية في الفيزياء.

جدول (1–3) حساب أبعاد بعض الكميات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	بُعد الكمية الفيزيائية
الكثافة = الكتلة/الحجم $\rho = \frac{m}{V}$	$[\rho] = \frac{M}{L^3} = ML^{-3}$
السرعة الخطية (v) = المسافة / الزمن	$[v] = \frac{L}{T} = LT^{-1}$
السرعة الزاوية(ω) =السرعة الخطية/نصف قطر الدوران	$[\omega] = \frac{[L.T^{-1}]}{[L]} = [T^{-1}]$
التسارع الخطي (a) = السرعة الخطية / الزمن	$[a] = \frac{LT^{-1}}{T} = LT^{-2}$
القوة (F) = الكتلة x العجلة	$[F] = M \times LT^{-2} = MLT^{-2}$
العمل (W) = القوة x الانتقال	$[\mathrm{W}] = \mathrm{MLT}^{-2} \times \mathrm{L} = \mathrm{ML}^2\mathrm{T}^{-2}$
الاستطاعة $(P) = \frac{\text{العمل}}{\text{الزمن}}$	$[P] = \frac{ML^2T^{-2}}{T} = ML^2T^{-3}$

a.3.1. نظرية الأبعاد وتطبيقاتها

تحتِّم نظرية الأبعاد على أن يكون طرفا المعادلات الرياضية متجانسين من حيث الأبعاد، وهذا ما يعطي أهمية بالغة لهذه النظرية من حيث:

أ- التحقق من صحة القوانين الفيزيائية.

ب- اشتقاق وحدات الثوابت التي تعتمد عليها العلاقات الرياضية المختلفة.

ج- التحويل من وحدات النظام الدولي (النظام الفرنسي) إلى النظام البريطاني (النظام الإنجليزي).

لإثبات صحة أي معادلة يجب أن تكون أبعاد الطرف الأيسر تساوي أبعاد الطرف الأيمن،

تمرين محلول:

أثبت صحة قانون النواس (البندول) البسيط $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

عند كتابة معادلة الأبعاد لهذا القانون فإننا نعتبر 2π عدد لا يعتمد على أي من الوحدات الأساسية أي لا وجود له في معادلة الأبعاد.

أبعاد الطرف الأيمن هي: $\mathrm{T} = \sqrt{\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{LT}^{-2}}}$

أي أن أبعاد الطرف الأيمن تساوي أبعاد الطرف الأيسر وعليه فإن القانون صحيح.

- **معادلات الأبعاد :**

تعطي معادلة الأبعاد علاقة مقدار فيزيائي مشتق بدلالة المقادير الفيزيائية الأساسية.

يرمز للمقادير الأساسية في معادلات الأبعاد بالرموز التالية:

الطول بالرمز L ، والكتلة بالرمز M ، والزمن بالرمز T ، وشدة التيار بالرمز I.

وبالتالي يمكن كتابة معادلة الأبعاد لمقدار فيزيائي مشتق بالشكل :

$$[B] = \left[L^{\alpha}, M^{\beta}, T^{\gamma}, I^{\theta}\right]$$

حيث $\alpha, \beta, \gamma, \theta$ عبارة عن أعداد يمكن أن تكون سالبة أو موجبة صحيحة أو كسرية وأحياناً صفراً .

مثال:

اكتب معادلة الأبعاد للقوة بالاعتماد على قانون نيوتن الثاني:

$$F = m\ a$$

الحل:

$$[F] = [M, L, T^{-2}]$$

$$\alpha = 1, \quad \beta = 1, \quad \gamma = -2, \quad \theta = 0$$

تمرين محلول:

اكتب معادلة الأبعاد للطاقة بالاعتماد على علاقة الطاقة الحركية:

$$E_K = \frac{1}{2} m V^2$$

الحل:

$$[F] = [M, L^2, T^{-2}]$$

$$\alpha = 2, \quad \beta = 1, \quad \gamma = -2, \quad \theta = 0$$

مسائل على الفصل الأول

جد أبعاد كل من السرعة (v) والتسارع (a) والقوة (F) والعمل (W) والكثافة (ρ) والضغط (P).

أثبت صحة العلاقة التالية من حيث الأبعاد.

$$v = v_0 + at$$

حيث t ، a، v تمثل السرعة الخطية والتسارع والزمن على الترتيب.

1- حدد ما إذا كانت العلاقة التالية صحيحة من حيث الأبعاد أم لا.

$$v^2 = {v_0}^2 + 2a$$

****

الحركة الخطية المنتظمة

3-1 الإزاحة

3-2 السرعة (الاتجاهية) المتوسطة الحركة الخطية بعجلة منتظمة

3-3 السرعة (الاتجاهية) اللحظية

3-4 السرعة (القياسية) المتوسطة

3-5 التسارع المتوسط

3-6 التسارع اللحظي

3-7 الحركة الخطية المنتظمة

3-8 قوانين نيوتن للحركة

3-9 قانون انحفاظ كمية التحرك

3-10قانون انحفاظ الطاقة

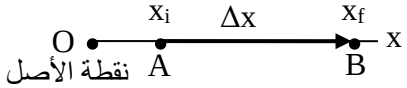
3-11الحركة الدائرية المنتظمة

الحركة الخطية المنتظمة

Linear Motion

تعتبر الحركة من المواضيع الهامة التي يتحتم علينا دراستها ابتداءً من حركة الجسيمات الصغيرة إلى كرة القدم والسيارة وانتهاءً بحركة النجوم والكواكب، ويسمى العلم الذي يبحث في حركة الجسيمات بعلم الميكانيك.

في هذا الفصل سندرس حركة الجسيمات في خط مستقيم ومن خلاله أيضا سنتعرف على مفاهيم **الإزاحة والسرعة والتسارع** وعلاقتها ببعضها البعض وبالزمن أيضاً.



شكل (3-1) Δx تمثل إزاحة الجسم على خط مستقيم من الموضع A إلى الموضع B

2−1 الإزاحة Displacement

نعرف إزاحة الجسم بأنها التغير في موضعه بالنسبة إلى نقطة إسناد (مرجع) معينة وهي كمية متجهة تعتمد على نقطة البداية ونقطة النهاية بغض النظر عن المسار الذي يتبعه الجسم في تحركه، أي أن إزاحة الجسم على محور ox هي Δx فإذا كانت موجبة فإن ذلك يعني أنها باتجاه المحور x وإذا كانت سالبة فيعني أنها بعكس اتجاه المحور x.

يبين الشكل (3−1) جسماً ينتقل على محور x من الموضع الابتدائي A عند زمن t_i إلى الموضع النهائي B عند زمن t_f.

إزاحة الجسم تعطى حسب الصيغة التالية:

$$\Delta x = x_f - x_i \qquad (3\text{-}1)$$

ملاحظة هامة: يجب التفريق بين المسافة distance والإزاحة displacement حيث أن المسافة تمثل الطول الفعلي للمسار الذي يقطعه الجسم وهي كمية قياسية، أما الإزاحة فتمثل أقصر مسافة بين نقطة البداية ونقطة النهاية وهي كمية متجهة.

2.2. السرعة (الاتجاهية) المتوسطة Average velocity

نعلم أن حركة جسم ما من موضع عند زمن ابتدائي t_i إلى موضع آخر عند زمن نهائي t_f تستغرق فترة زمنية Δt. تعرّف السرعة المتوسطة بأنها نسبة الإزاحة إلى الزمن واتجاهها هو اتجاه الإزاحة وتعطى بالعلاقة :

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \qquad (3\text{-}2)$$

3.2. السرعة (الاتجاهية) اللحظية Instantaneous velocity

تعرف على أنها معدل تغير متجه الموضع بالنسبة للزمن وهي تعبر عن سرعة الجسم عند لحظة معينة وتعطى حسب العلاقة :

$$v = \frac{dx}{dt}$$

4.2. السرعة القياسية المتوسطة Average speed

نعرف متوسط السرعة القياسية لجسم ما بأنها نسبة المسافة الكلية التي يقطعها الجسم للزمن الكلي، وإذا رمزنا للسرعة القياسية بالرمز s فإنّ:

$$s = \frac{d}{t}$$

حيث d المسافة الكلية المقطوعة خلال زمن مقداره t.

5.2. التسارع المتوسط Average acceleration

عندما يتحرك جسم ما بسرعة معينة على خط مستقيم و تزداد سرعته نقول بأنه يتسارع وإذا تناقصت سرعته فنقول أن تسارعه سالب أي أنه يتباطأ وبشكل عام نعرف متوسط التسارع a بأنه نسبة تغير السرعة اللحظية للزمن.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \qquad (3\text{-}5)$$

2.6. التسارع اللحظي Instantaneous acceleration

يعرف على أنه معدل تغير السرعة اللحظية بالنسبة للزمن وتعطى حسب العلاقة:

$$a = \frac{dv}{dt}$$

مثال (3-1)

يتحرك جسم من نقطة الأصل شرقاً مسافة 40m في ست ثواني، ثم غرباً مسافة 20m في أربع ثواني، وأخيراً شرقاً مسافة 60m في عشر ثواني. والمطلوب حساب:

a) إزاحة الجسم
b) متوسط سرعته المتجهة
c) متوسط سرعته المتجهة خلال الفترة الزمنية الثانية.
d) المسافة الكلية التي يقطعها
e) متوسط سرعته القياسية.

الحل:

أ) بما أن الجسم يتحرك من نقطه الأصل على خط مستقيم فتكون إزاحة الجسم

$$\Delta x = x_1 + x_2 + x_3$$

وحيث أن الإزاحة كمية متجهة فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار إشارة الانزياحات الثلاثة وعليه فإن الإزاحة الكلية

$$\Delta x = 40 - 20 + 60 = 80m$$

وحيث أن الإزاحة موجبة اعتبرت باتجاه الشرق.

ب) متوسط السرعة المتجهة

$$\overline{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{80m}{6s + 4s + 10s} = 4\ {}^{m}/_{s}$$

وبما أنها موجبه فهي أيضاً في اتجاه الشرق.

ج) في الفترة الزمنية الثانية كانت

التغير في المسافة $= \Delta x = (20 - 40)m = -20m$

التغير في الزمن خلال الفترة الثانية $= \Delta t = 4s$

$$\overline{v} = \frac{-20}{4} = -5\ {}^{m}/_{s}$$

و بما أنها سالبه تكون باتجاه الغرب.

د) المسافة الكلية التي يقطعها الجسم

$$d = 40m + 20m + 60m = 120m$$

هـ) معدل سرعته القياسية

$$s = \frac{d}{t} = \frac{120m}{6s + 4s + 10s} = 6\ {}^{m}/_{s}$$

وتختلف عن متوسط سرعة الجسم المتجهة و التي مقدارها *4 m/s*.

3−1 الحركة الخطية بتسارع منتظم Linear motion with constant acceleration

عندما يتحرك جسم ما بسرعة متزايدة أو متناقصة بمعدل ثابت فإن حركته تكون بتسارع منتظمa تعرف بأنها السرعة بالنسبة للزمن.

دعنا نفترض أن جسماً ما يسير بسرعة $v_1 = v_0$ عند بداية الحركة $t_1=0$ وبعد زمن معين $t_2 = t$ أصبحت سرعته $v_2 = v$ فإن التسارع (عجلة الجسم)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t - 0} \qquad (3\text{-}9)$$

وتتلخص قوانين الحركة الخطية ذات التسارع المنتظم فيما يأتي:

أولاً: إذا كان الجسم يتحرك بسرعة ابتدائية v_0 وبتسارع منتظم a ، فمن المعادلة (3−9) تكون سرعته vعند الزمن t هي

(3-10)

$$\mathbf{v = v_0 + at}$$

ثانياً: إذا كانت المسافة التي يقطعها الجسم خلال الزمن t هي x فإن:

(3-11)

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

وهذه العلاقة تربط بين المتغيرات الثلاث t و a و x

ثالثاً : من تعريف التسارع

$$a = \frac{V - V_0}{t} \qquad \therefore \ t = \frac{V - V_0}{a}$$

إذا عوضنا في العلاقة (3−11) عن قيمه t نحصل على:

$$\boxed{V^2 = V_0^2 + 2ax} \qquad (3\text{-}12)$$

مثال (3−2)

يتحرك جسم من السكون بتسارع منتظم $5\ m/s^2$. جد سرعته بعد مضي ثلاث ثوان على حركته.

الحل:

$$v0 = 0\ ,t = 3\ s\ ,a = 5\ m/s^2$$

$$v = v0 + at$$

$$v = 0 + (5)\ (3) = 15\ m/s$$

مثال (3−3)

تتسارع طائرة بدءاً من السكون إلى أن تصل سرعتها إلى $360\ Km/h$ وهي السرعة اللازمة للإقلاع.

جد التسارع اللازم لذلك إذا كان طول المدرج $1200\ m$.

الحل:

$$v_0 = 0\ ,\ v = 360\frac{Km}{h} = 360 \times \left(\frac{10^3}{60 \times 60}\right) = 100\ m/s$$

$$x = 1200\ m$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

$$(100)^2 = 0 + 2\ (a)\ (1200) \Rightarrow 10000 = 2400\ (a)$$

$$a = \frac{10000}{2400} = 4.16\ m/s2$$

مثال (3−4)

تتحرك سيارة من السكون على خط مستقيم بتسارع منتظم مقداره $2.5\frac{m}{s^2}$. جد

1) الزمن اللازم حتى تقطع مسافة $50\ m$.

2) سرعتها في نهاية هذه الفترة.

الحل:

$$v_0 = 0\frac{m}{s} \quad , \quad a = 2.5\frac{m}{s^2} \quad , \quad x = 50\,m$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

أ)

$$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow 50 = (0)(t) + \frac{1}{2}(2.5)t^2$$

$$50 = \left(\frac{2.5}{2}\right)t^2 = 1.25\,t^2$$

$$t^2 = 50 / 1.25 = 40\,(s)$$

$$t = (40)^{½} = 6.32\,s$$

مثال:

تناقصت سرعة سيارة بانتظام من $60m/s$ إلى $30m/s$ فإذا كان مقدار التسارع $-3m/s^2$

-ما هي المسافة التي قطعتها السيارة؟ واحسب زمن تناقص التسارع؟

السرعة $v^2 = v_0^2 + 2ax$

$$60^2 = 30^2 + 6.x$$

$$X = 450m$$

$$v = v_0 + at$$

$$60 = 30 + 3t$$

$$T = 3s$$

7.2. قوانين نيوتن للحركة Newton's law of motion

وضع نيوتن ثلاثة قوانين أساسية للحركة هي:

القانون الأول:

يظل الجسم الساكن في حالة سكون ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته. وكذلك الجسم المتحرك بسرعة منتظمة في خط مستقيم يظل على حركنه ما لم تؤثر عليه قوى تغير من حالته.

و يوضح هذا القانون خاصية القصور للأجسام. فالجسم الساكن يقاوم أي تغير في حالة سكونه وكذلك الجسم المتحرك بسرعة منتظمة يقاوم أي تغير في حالة حركته. وهذا هو ما يعرف بالقصور الذاتي للأجسام.

القانون الثاني:

إذا أثرنا بقوة F على جسم ما فإنها تحدث أو تحاول أن تحدث تغيراً في حالة الجسم عن حالة سكونه أو حركته الخطية بسرعة منتظمة. وعندما تتغير حالة الجسم تنشأ عجلة تسارع a يكون اتجاهها في نفس اتجاه القوة المؤثرة.

$$F = m\,.\,a \qquad (3-13)$$

و قد وجد نيوتن أن النسبة بين القوة المؤثرة إلى التسارع الناتجة تكون دائماً ثابتة للجسم الواحد و تساوي كمية المادة بداخله أي كتلته.

إذا كان زمن تأثير القوة هو t وكان مقدار التغير في سرعة الجسم في تلك الفترة هو Δv فمن تعريف التسارع يمكن أن نكتب $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

وبالتالي معادلة القوة (3−13) تكون

$$F = m\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F\,.\Delta t\;=\;m\,\Delta v\;=\;m\,(v2-\,v1\,)\;=\;mv2-\,mv1$$

حيث $v_1\,,v_2$ هما السرعتان الابتدائية والنهائية للجسم بدأً من تأثير القوة أو على طرفي الفترة الزمنية.Δt

الكمية mv تعرف بكمية الحركة ويرمز لها بالرمز P وتقاس بوحدة $Kg.m.s^{-1}$ وتعطى حسب العلاقة:

$$P\;=\;mv \qquad\qquad (3-14)$$

ولما كان حاصل ضرب القوة × الزمن يساوي دفع القوة (Impulse)

$$\mathrm{I}\;=\;\mathrm{F}\,.\Delta\mathrm{t}$$

حيث I هي الدفع ، فإنه يمكن بذلك كتابة القانون التالي:

$$\mathrm{I}\;=\;\Delta\mathrm{P}\;=\;\mathrm{P2}-\,\mathrm{P1}\;=\;\mathrm{mv}_2-\,\mathrm{mv}_1 \qquad\qquad (3-15)$$

بمعنى أن التغير في كمية حركة جسم يساوي دفع القوة المؤثرة والمسببة لهدا التغير، ووحدة قياس الدفع هي نفس وحدة قياس كمية التحرك $(Kg.\frac{m}{\sec})$.

مثال (3−6)

سيارة كتلتها $1500\;kg$ تصطدم بجدار كما هو موضح بالشكل (3−2). السرعة الابتدائية للسيارة $v_i\;=\;4.5\;m/s$ باتجاه اليسار والسرعة النهائية $v_f\;=2.6\;m/s$ باتجاه اليمين، والمطلوب:

1) جد الدفع الناشئ عن التصادم.

2) إذا كان متوسط القوة المبذولة على السيارة هي $F = 1.76 \times 10^5\ N$ جد زمن التصادم Δt.