وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية علوم الاغذية

قسم علوم وتكنلوجيا الاغذية

محاضرات مادة

الفيزياء

للمرحلة الاولى لطلبة قسم علوم وتكنلوجيا الاغذية

مدرس المادة

م.د. مناف خلف محمود

٢٠٢٤م ١٤٤٦هـ

الفهرست

ت	الموضوع	رقم الصفحة
١.	اللزوجة	
٢.	الخواص الميكانيكية للمواد	
٣.	الحرارة ودرجة الحرارة	
٤.	الحركة في بعد واحد	
٥.	الليزر والتطبيقات الطبية	
٦.	مقدمة في البصريات	
٧.	الخواص الفيزيائية للسوائل	
٨.	التيار الكهربائي	
٩.	التفاعلات الفيزيائية والكيميائية للغذاء	
١٠.	الضغط ودرجة الحرارة	
١١.	انتقال الحرارة بالتوصيل	
١٢.	تأثير الإشعاع على سلامة وجودة الغذاء	
١٣.	البوليمرات في الصناعة	

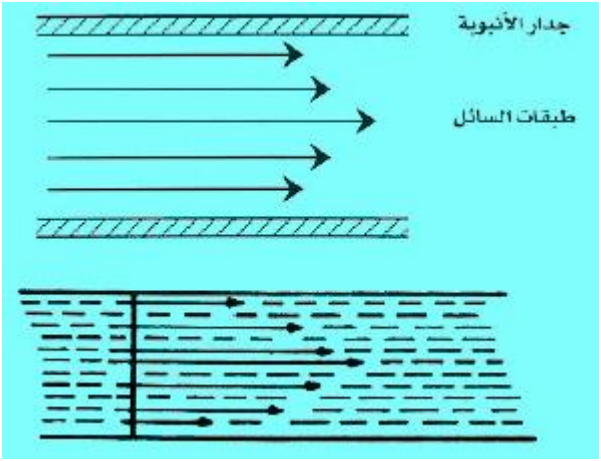
١- تعريف اللزوجة Viscosity

اللزوجة: هي مقاومة السائل للإنسياب (مقياس لسرعة سريان السائل بتأثير قوى معينة) حيث تبدي جميع السوائل مقاومة معينة للسريان، تختلف من سائل لآخر. فالماء أسرع في سريانه من الجلسرين، وبذلك يعد الماء أقل لزوجة من الجلسرين (عند نفس درجة الحرارة، كذلك فإن الماء أقل لزوجـة من العسل.

كما أن هناك العديد من القياسات المهمة في الصفات الفيزيائية للسوائل هي: الضغط البخاري ، التبخر، درجة الغليان، التوتر السطحى ، اللزوجـة ، الانكسار الضوئي ، النشاطية الضوئية، العزم الزاوي.

أسباب نشأة اللزوجة Viscosity

تنشأ اللزوجة من قوى الاحتكاك بين طبقات السائل في أثناء حركتها لبعضها البعض (سببها وجود قوى تجاذب (تماسك) بين جزيئات السائل تسبب احتكاكاً داخلياً). ويكون هذا التأثير ضعيفاً في المحاليل ذات اللزوجـة المنخفضة كالكحول الإيثيلي والماء ذات الانسياب السهل (السريع). المحاليل الأخرى كعسل النحل أو زيوت المحركات ذات اللزوجـة العالية فيكون انسيابها بطيئاً إلى حد كبير. كذلك يمكن القول بأن احتكاك الطبقات المتجاورة في الجلسرين أكبر من احتكاك الطبقات المتجاورة في الماء، ولهذا تقل سرعة سريان الجلسرين عن سرعة سريان الماء ويصبح الجلسرين أكثر لزوجـة من الماء. وإذا فرضنا أننا وضعنا سائلاً في أنبوبة ضيقة وأثرنا عليه بقوة ما مثل فرق في الضغط بين طرفي الأنبوبة، فإن السائل يبدأ في السريان في الأنبوبة، ولكن السرعة التي تتحرك بها طبقات هذا السائل تختلف من طبقة إلى أخرى. فالطبقة الرقيقة الملامسة لجدار الأنبوبة تكون ساكنة تقريباً، وتتزايد سرعة حركة الطبقات كلما بعدنا عن جدار الأنبوبة، وتصل هذه السرعة إلى أقصاها في الطبقات الوسطى من السائل، ثم تقل بعد ذلك تدريجياً حتى تصل إلى جدار الأنبوبة المقابل (انظر الشكل التالي)



يعمل هذا الاحتكاك بين طبقات السائل على مقاومة الحركة ويؤدي إلى ظاهرة اللزوجة.

القوانين الرياضية المتعلقة باللزوجة Viscosity

وقد وجد من التجارب العلمية أن قوى الاحتكاك (F) التي تضاد الحركة النسبية كطبقتين متلاصقتين واللازمة لكي يبقى هناك فرق ثابت من سرعة الطبقتين المتتاليتين يتناسب طردياً مع مساحة سطح التماس بين طبقتي السائل.

$F\alpha S$

حيث (S)هي مساحة سطح التماس وهي تتناسب مع معدل تغير السرعة:

$dV/dxF\alpha$

حيث (V) السرعة و (X) المسافة التي تفصل الطبقتين.

بالجمع بين العلاقتين السابقتين نجد أن:

$F\alpha S (dV/dx)$

$F= \eta S (dV/dx)$

حيث η ثابت ويعرف بمعامل اللزوجة.

قوى الاحتكاك = معامل اللزوجـة × مساحة سطح التماس × (سرعة على المساحة)

ملاحظات هامة على اللزوجة Viscosity

١- تعتمد سرعة الجزيئات وتدفق السوائل على درجة لزوجة السائل، فكلما زادت اللزوجة قلت سرعة الإنسياب. فمثلاً الجلسرين أكثر لزوجـة من الماء، ولذلك فإن الماء أكثر انسياباً من الجلسرين. كذلك زيوت المحركات انسيابها بطيء مقارنة بالماء، ولذلك فهي أكثر لزوجـة من الماء.

٢- يتم تصنيع زيوت السيارات بدرجات مختلفة.وذلك للإستخدام وفق الفصل (صيف أم شتاء)، فالزيت ذو الدرجة العالية يدل على ارتفاع لزوجته وبالتالي يصلح للإستخدام في فصل الصيف الذي يمتاز بارتفاع درجة حرارته. بينما في الشتاء تستخدم الزيوت ذات الدرجة المنخفضة.

٣- اللزوجة في السوائل أكبر منها بكثير عن الغازات بسبب زيادة قوى التجاذب في السوائل.

تعريف معامل اللزوجة (أو اللزوجة)

هو القوة بالداين (dyne) التي تؤثر بين طبقتين متوازيتين من سائل، مساحة مقطع كل منهما (١)cm^2 ويبعدان عن بعضها مسافة (١)cm^2 لكي تحفظ سرعة سريان إحدى الطبقتين بالنسبة للأخرى بسرعة قدرها (١) cm/s.

العلاقة بين معامل اللزوجة والحجم السائل الذي يمر خلال أنبوبة دقيقة (شعرية) ذات قطر (r) وطول (L) في الزمن (t) بالثانية تحت ضغط (P) تعطى بعلاقة التالية:

$$\eta = \frac{\pi r^4 P t}{8VL}$$

وعند قياس اللزوجـة بالطريقة المباشرة باستخدام علاقة بوازيه حيث يستخدم جهاز أوستوالد ويسمى بالفيسكوميتروايمكن أن يحدث تعديل في معادلة بوازيه لمثل هذا الغرض ، حيث القوة المشتقة (الضغط الهيدروستاتيكي) الموجودة في معادلة بوازيه يستبدل بـ (ghd)

$$\eta = \frac{\pi r^4 P t}{8VL}$$

$$\eta = \frac{\pi r^{4} \mathrm{ghd}t}{8VL}$$

وحدات معامل اللزوجة

$$\text{Viscosity} = \frac{\text{Force} \times \text{Distance}}{\text{Velocity} \times \text{Area}}$$

$$\eta = \frac{\text{Newton} \times \text{m}}{\text{ms}^{-1} \times \text{m}^{2}}$$

$$\eta = \frac{\text{Kg m s}^{-2} \times \text{m}}{\text{ms}^{-1} \times \text{m}^{2}}$$

$$\eta = \text{Kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$$

العوامل المؤثرة في اللزوجة

(١) درجة الحرارة

تقل اللزوجـة بارتفاع درجة الحرارة ، لأن زيادة درجة الحرارة يزيد من حركة الجزيئات فتقل نسبياً قوى التجاذب بين الجزيئات، فإذا قل التجاذب قلت اللزوجـة. لذلك ينصح سائقوا السيارات باستخدام زيوت عالية اللزوجـة في الصيف. وقليلة اللزوجـة في الشتاء. وقد وجد أن لزوجة السائل تقل بمقدار (١-٢) % لكل ارتفاع في درجة الحرارة مقداره (١)°C.

يمكن إيجاد العلاقة لاعتماد سائل على درجة الحرارة والتي تعرف بمعادلة أندراد (*Andrade*) وهي :

$$\log n = \frac{\Delta E}{RT} + \log A$$

(٢) الوزن الجزيئي

تزداد اللزوجـة بازدياد حجم الجزيئ (الوزن الجزيئي) في المركبات المتجانسة (من نوع واحد)، فمثلاً في الهيدروكربونات لزوجـة المركب. C_8H_{18} أكبر من C_7H_{16}

(٣) قوى التجاذب

قوى الجذب بين الجزيئات تعتبر مقياس مبدئي للزوجة السوائل، فكلما زاد التجاذب بين الجزيئات تزداد صعوبة حركة الجزيئات وبالتالي تزداد لزوجة السائل. فمثلاً السوائل ذات الجزيئات القطبية تكون أعلى لزوجة. وبالتالي فإن السوائل التي تمتاز جزيئاتها بقوى تجاذب عالية ذات لزوجـة عالية.

(٤) وجود مواد ذائبة

المواد المذابة في السائل تؤثر في اللزوجة، فمثلاً وجود السكر في الماء يزيد من لزوجـة الماء. أما وجود الأملاح الأيونية في الماء فإنها تقلل من لزوجـة الماء ووجود المواد العالقة في السائل يزيد من لزوجته، فمثلاً الدم أعلى لزوجـة من الماء بسبب وجود البروتينات والصفائح الدموية العالقة فيه.

(٥) الضغط

بزيادة الضغط على السائل تزداد قوى التجاذب بين جزيئات السائل، وبالتالي تزداد اللزوجـة بعض الشيء .

(٦) شكل الجزيء وتركيبه

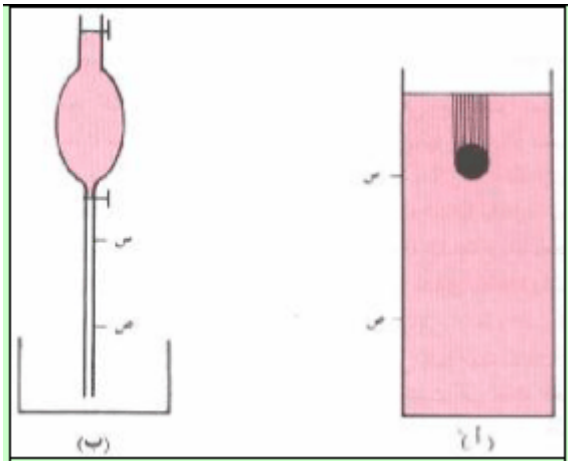
يلعب شكل جزيئات السائل وتركيبها دوراً كبيراً في مقدار لزوجتها، فالسوائل ذات الجزيئات الكبيرة وغير المنتظمة الشكل (التي يكون شكل جزيئاتها معيقاً لحركتها) تكون أكثر لزوجـة من الجزيئات الصغيرة المتماثلة في الشكل.

كيفية قياس اللزوجة

هناك طريقتان للقياس كما يلي:

(١) تقاس عادة اللزوجـة بقياس المسافة التي تقطعها كرة حديدية خلال زمن معين في عمود من السائل ومنها تقاس السرعة التي تتناسب عكسياً مع اللزوجـة (شكل أ) .

(٢) أو عبر قياس المسافة التي يقطعها السائل خلال زمن معين وذلك في عمود يحتوي على هذا السائل (شكل ب)، وهذه التجربة سنقوم بتطبيقها في المعمل لتعيين اللزوجـة لبعض السوائل.



استطاع العالم الفرنسي بوازيه Poisellieh الى التوصل لقانون لقياس اللزوجـة كما يلي

$$\eta = \frac{\pi r^{٤} P t}{٨ V L}$$

حيث:

η: معامل (درجة) اللزوجـة وينطق (إيتا) ووحدتها البواز (Poise).

r: نصف قطر الأنبوبة بوحدة (cm).

t: الزمن اللازم لتدفق السائل بوحدة الثانية (sec).

P: الضغط الواقع على السائل.

L: طول الأنبوبة الشعرية بوحدة (cm).

V: حجم السائل المستخدم بوحدة ($cm^{٣}$).

الخلاصة

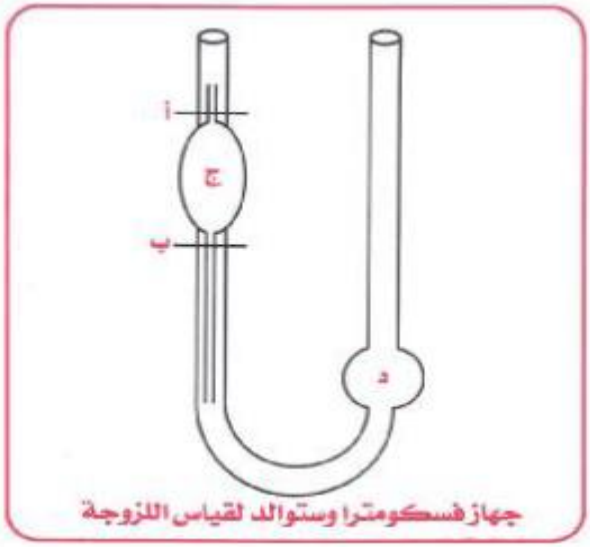
درجة اللزوجة (η): هي القوة بوحدة الداين (dyne) اللازمة لتحريك الوجه المنزلق من السائل بسرعة قدرها (١) cm/sec

وحدة قياس اللزوجة: هي البواز (Poise) وهي تعادل g/s.cm أو تكتب $g\ s^{-١}\ cm^{-١}$.

السيولة (f): هي مقلوب معامل اللزوجة يسمى السيولة $f = {}^{١}/_{\eta}$

قياس اللزوجة النسبية

تقاس اللزوجة عادة بما يسمى باللزوجة النسبية وذلك بقياس زمن سريان حجم معين من سائلين مختلفين خلال أنبوبة شعرية، ثم نقارن زمن سريانها. ويمكن ايجادها عملياً باستخدام جهاز فيسكوميتر (استوالد) Ostwald Viscometer



جهاز فسكومترا وستوالد لقياس اللزوجة

خطوات قياس اللزوجة النسبية لسائل باستخدام جهاز الفيسكومتر كما يلي:

(١) توضع كمية مناسبة من السائل المراد ايجاد لزوجته في الإنتفاخ (د).

(٢) يسحب السائل إلى الانتفاخ (ج).

(٣) نحسب الزمن (t_1) الذي يستغرقه السائل للسريان من العلامة (أ) إلى العلامة (ب).

(٤) يغسل الجهاز ثم تعاد التجربة مع سائل آخر ونحسب الزمن (t_2) له بنفس الخطوات السابقة.

(٥) بمقارنة t_1 مع t_2 يمكن حساب معامل اللزوجة من خلال العلاقة التالية:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1\ t_1}{d_2\ t_2}$$

$$\eta_1 = \eta_2 \left(\frac{d_1\ t_1}{d_2\ t_2} \right)$$

$$\eta_2 = \eta_1 \left(\frac{d_2\ t_2}{d_1\ t_1} \right)$$

حيث:η_2 / η_1: اللزوجـة النسبية

η_1: اللزوجـة المطلقة للسائل الأول

η_2: اللزوجـة المطلقة للسائل الثاني

d_1: كثافة السائل الأول

d_2: كثافة السائل الثاني

t_1 و t_2 : زمن السائل الأول وزمن السائل الثاني على التوالي.

٢- **الخواص الميكانيكية للمواد**

تعريف الخصائص الميكانيكية هي خصائص المواد التي تعكس آلية تعاملها وتفاعلها مع الأحمال والقوى المركزة عليها، وتُستخدم لتحديد العمر الزمني المتوقع للمادة ومدى فاعليتها عبر مرحلة ما بعد التصنيع، وتساعد الخصائص الميكانيكية أيضاً على تصنيف المواد وإعطاء هويتها. حيث تُعرف الخصائص الميكانيكية للمواد بأنّها متغيرة وليست ثابتة حيث تتغير تبعاً للوضع المحيط بها، فالتغير في درجة حرارة الغرفة مثلاً يسبب تغيراً في خصائص المواد الميكانيكية، لذلك تُجرى اختبارات تحديد الخصائص على درجة حرارة معيارية معيّنة.

الخصائص الميكانيكية للمواد تضم الخصائص الميكانيكية للمواد ما يلي:

المتانة: وهي قدرة المادة لمقاومة وتحمّل الإجهاد والصدمات الواقعة عليها.

الصلادة: وهي قدرة المادة لمقاومة وتحمّل الخدش أو الاختراق.

المرونة: هي قدرة المادة على الرجوع لشكلها الأصلي عند زوال القوة المؤثرة عليها ضمن حدود.

الانفعال: هو معدل التغيير في أبعاد المادة وشكلها حسب كميّة الإجهاد المعرضة له.

الحمل الديناميكى: هي قدره المادة لتحمل مقدار معيّن من القوى المطبقة عليها بشكل لحظي أو متكرر.

التعب: و هو انهيار المادة وتشوّهها بعد تطبيق الحمل بشكل متكرر عليها.

الخضوع: هي قدرة المادة لتحمل القوة المطبقه عليها قبل حدوث أي تغييرات فيها.

الهشاشة: هي قابلية المادة للتكسر عند تعرضها للإجهاد دون المرور بمرحلة التمدد.

اللدونة: هي التغيرالحاصل في شكل الماده بشكل دائم ومستمر بعد الانتهاء من تطبيق القوة عليها.

القساوة: وهي مقاومة المادة للانحناء.

المطاوعة: هي مقداراستجابة المادة عند تعرضها للضغط أو الطرق عليها.

خصائص أُخرى المواد

لا تقتصر خصائص المواد على الميكانيكية فقط فهناك أيضاً:

الخصائص الفيزيائية: وهي الخصائص التي يمكن ملاحظتها دون التغيير في هوية المادة مثل اللون و الكثافة.

الخصائص الكيميائية: وهي الخصائص التي تشرح تحول الماده إلى مادةٍ أُخرى مختلفة تماماً مثل قابلية بعض المواد للاشتعال ومقاومة المادة للأكسدة

٣- الحرارة ودرجة الحرارة

الحرارة

تعّد الحرارة نوعاً من أنواع الطاقة، وهي بدء تحرّك الذرات أو الجزيئات الداخلة في تركيب مادة ما، ويتزامن مع هذه الحركة توليد الطاقة ويكون ذلك بإحدى الطرق الرئيسية لتوليد الطاقة، وهي:

أ- **التفاعلات الكيميائية**: والتي تتمثّل بتولّد الطاقة كيميائياً كالاحتراق مثلاً.
ب- **التفاعلات النووية**: كما هو الحال في الاندماج النووي الذي يحدث فوق سطح كوكب الشمس.
ت- **الاشعاع الكهرومغناطيسي**: ويحدث هذا النوع من توليد الحرارة في المواقد الكهرومغناطيسي.
ث- **الحركة**: وتتمثل ببدء توليد الحرارة عند احتكاك جزيئات الجسم أو الآلة ببعضها البعض.

تعتمد الحرارة على عدة طرق تنتقل فيها من جسم لآخر، ومن هذه الطرق التوصيل بالإشعاع والتوصيل الحراري والحمل الحراري، ومن المتعارف عليه فإن الحرارة تنتقل من درجة الحرارة العليا إلى الدنيا، ويطلق مسمى السعة الحرارية على كمية الحرارة المطلوبة لزيادة درجة حرارة أي جسيم بنسبة درجة مئوية واحدة مثلاً، وتعتبر السعة الحرارية قيمةً معروفةً بالنسبة لكل مادة، أما فيما يتعلق بالحرارة المطلوبة لزيادة درجة حرارة الكتلة لأيّ مادة بنسبة درجة واحدة فيطلق عليها مصطلح الحرارة النوعية، وتعتمد بدورها على التركيب الكيميائي للمادة والحالة التي تكون عليها المادة.

درجة الحرارة

تُعرف درجة الحرارة بأنها المؤشّر على الكمية التي يحتويها أي جسم من الطاقة الحرارية ويختزنها، كما يمكن تعريفها أيضاً بأنها ذلك المؤشر الذي يكشف عن مدى الحركة التي يمتلكها جسم بين ذراته، وتستخدم وحدات قياس الحرارة التالية الذكر لتحديد مدى برودة الجسم أو سخونته، وتلعب دوراً مهماً في تحديد الاتجاه الذي تنتقل فيه الحرارة بشكل تلقائي.

وحدات قياس الحرارة

يُعتمد فيزيائياً وكيميائياً على وحدات قياس معينة لقياس الحرارة وفقاً للمنظومة العالمية SI، ومن هذه الوحدات:

١- **الكلفن**: وهي تلك الوحدة الأكثر استخداماً في المجالات العلمية بمختلف أنواعها، وهي ذاتها درجة الحرارة المطلقة K.
٢- **السيليزية**: ويرمز لها بالرمز °C، وتستخدم في الحياة اليومية لحياة الأفراد، وغالباً في حالة الطقس اليومية. ويمكن تحويل درجة الحرارة الى كلفن عن طريق العلاقة
$$T(K) = {}^{\circ}C + ٢٧٣$$
٣- **الفهرنهيت**: ويرمز لها بالرمز °F، وتستخدم فقط في الولايات المتحدة الأمريكية. ويمكن تحويل درجة الحرارة من الفهرنهايتية الى السيليزية عن طريق العلاقة
$$^{\circ}C = (^{\circ}F - ٣٢)\ \frac{٥}{٩}$$

الفرق بين الحرارة ودرجة الحرارة

يكمن الاختلاف بين الحرارة ودرجة الحرارة بما يلي:

تستخدم في علم الفيزياء لقياس الحرارة وحدة القياس الجول، وتعبر عن الكمية التي تمتلكها الحرارة من الطاقة عند نقلها، ويشار إلى أن كل واط يساوي جول/ الثانية، أما درجة الحرارة فإنها تقاس بالكلفن و السيليزية و الفهرنهايت.

ان الحرارة تقيس ما يمتلكه جسم ما من طاقة كلية بما فيها الطاقة الحركية وطاقة الوضع وغيرها، أما درجة الحرارة فإنها تقيس فقط الطاقة الحركية التي يمتلكها جسم ما عند تحرك جزيئاته. تخضع الحرارة ودرجتها إلى قوانين الديناميكا الحرارية.

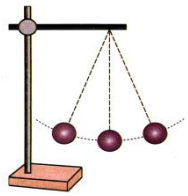
٤- الحركة في بعد واحد

سنهتم في هذا الموضوع بحركة الاجسام في بعد واحد (اي بخط مستقيم) مثلاً على طول المحور x.

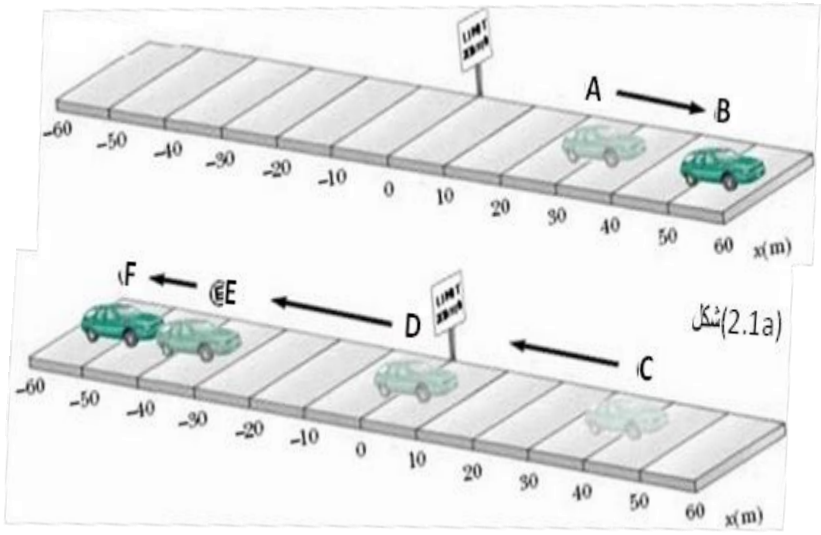
- اولاً سنعرف الموقع x و الازاحة Δx والسرعة v والتسارع a.
- ثم بأستخدام هذه المفاهيم لندرس حركة الاجسام في بعد واحد وبتسارع ثابت.

ويمكن تقسيم الحركة الى ثلاثة انواع:

١- الحركة الانتقالية: مثل حركة جسم على طول خط مستقيم.
٢- الحركة الدورانية: مثل حركة الارض حول الشمس.
٣- الحركة التذبذبية او الاهتزازية: مثل حركة البندول.



الموقع x (Position): موقع جسم هو مكانه بالنسبة الى نقطة مرجعية معينة. مثلاً اعتبر سيارة تتحرك بالنسبة الى نقطة الاصل (تتحرك الى الامام الى الخلف) على طول محور السينات



شكل(2.1a)

الموقع	$t(s)$	$x(m)$
Ⓐ	0	30
Ⓑ	10	52
Ⓒ	20	38
Ⓓ	30	0
Ⓔ	40	−37
Ⓕ	50	−53

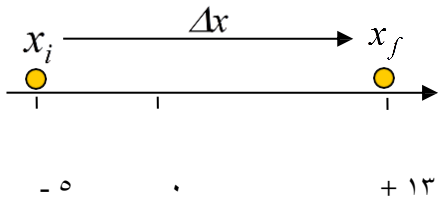
الازاحة Δx Displacement

هي التغير في موقع الجسم، وهي الفرق بين موقعه النهائي والابتدائي. كما ان الازاحة كمية متجهة ويمكن ان تكون موجبة او سالبة: $\Delta x = x_f - x_i$

مثال: يتحرك جسيم على طول المحور السيني. بدأ حركته من النقطة x=-٥m الى النقطة $x=+١٣\ m$. احسب ازاحته.

الجواب: $\Delta x = x_f - x_i = ١٣m - (-٥m) = ١٨m$

لاحظ ان الازاحة موجبة، اي ان الجسيم يتحرك بالاتجاه السيني الموجب $(+x)$ وهذا يوضح ان الازاحة كمية متجهة.



معدل السرعة (السرعة المتوسطة)

أ- السرعة المتوسطة (المتجهة) Average Velocity

هي الازاحة مقسومة على الفترة الزمنية التي تمت من خلالها عملية الازاحة (او التغير في الموقع بمرور الزمن) ويحسب من العلاقة التالية:

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_f-x_i}{t_f-t_i}$$

مثال: يتحرك جسيم على طول المحور السيني. بدأ حركته من النقطة x=-٥m الى النقطة $x=+١٣\ m$ اذا استغرق الجسيم فترة زمنية مقدارها ٣ s ليتحرك Δx ، احسب متوسط سرعة الجسيم.

الجواب:

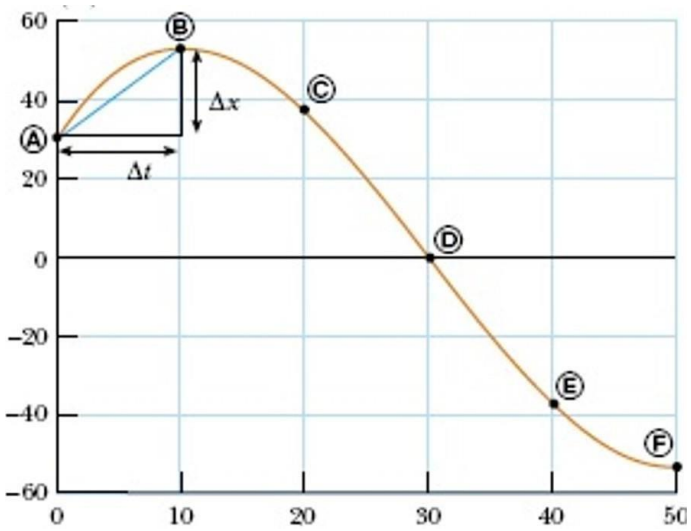
$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_f-x_i}{t_f-t_i}=\frac{١٣m-(-٥m)}{٣\ s}=\frac{١٨m}{٣\ s}=٦\ m/s$$ بالاتجاه الموجب لـ x

ب- **السرعة المتوسطة (غير المتجهة) Average Speed**

هي المسافة الكلية مقسومة على الزمن الكلي:

$$\textbf{Average Speed}=\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$ ولها نفس وحدة السرعة المتجهة وهي **m/s**

تمرين: باستخدام الشكل ادناه جد ما يأتي من الكميات المتعلقة بحركة سيارة معينة بين النقطتين A و F.



أ- الازاحة

ب- متوسط السرعة المتجهة

ت- متوسط السرعة غير المتجهة

الإزاحة: هي المسار المستقيم الذي يقطعه الجسم من نقطة إلى أخرى باتجاه ثابت، وهي كمية متجهة أي لها مقدار واتجاه، وتقاس بالسنتيمتر والمتر والكيلومتر.

المسافة في علم الفيزياء بأنّها مقدار حركة الجِسم المُتحرّك الكُليّة، دون النظر إلى اتجاه مسار هذهِ الحركة الذي يسلُكه الجسم، فهي تُعَدّ كَمّيَّة قياسية عددية، تهتم بالمقدار وليس الاتجاه.

السرعة هي المسافة التي يتم قطعها خلال وحدة زمنية ، وتُقاس السرعة على أنها نسبة المسافة إلى الوقت الذي تم فيه قطع المسافة.

تمرين: قذفت كرة عمودياً الى أعلى وارتفعت حتى وصلت أعلى ارتفاع ثم هبطت راجعة الى يد من قذفها. اوجد: ١- معدل سرعة الكرة ٢- سرعتها عند اقصى ارتفاع.

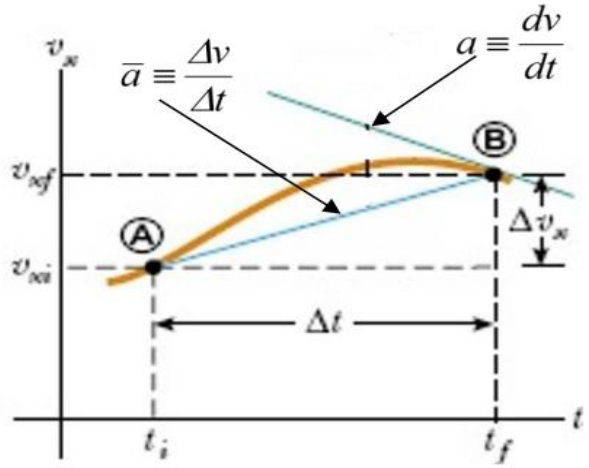
التسارع Acceleration (a)

هو التغير في السرعة بمرور الزمن، $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. وحدة التسارع هي $\frac{m}{s^2}$.

متوسط التسارع: هو التغير في السرعة مقسوماً على الفترة الزمنية التي يتم تغيير السرعة خلالها، وتحسب من العلاقة

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

في الشكل ادناه نوضح ان ميل الخط المستقيم الواصل بين النقطتين A و B يمثل متوسط التسارع



مثال: تتغير سرعة جسيم يتحرك على طول محور السينات حسب العلاقة التالية

$v(t)=(-٥t^{٢} + ٤٠)m/s$

احسب ما يلي: ١- متوسط التسارع خلال الفترة الزمنية t=٠ الى t=٢ s.

الحل:

التسارع المتوسط خلال هذه الفترة

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

نحتاج حساب السرعتين الابتدائية والنهائيةمن خلال العلاقة الموجودة في المثال وكالاتي

$$v(t)=(-٥t^{٢} + ٤٠)m/s \rightarrow \quad v(٠) = (-٥(٠)^{٢} + ٤٠)m/s \quad \rightarrow \quad v(٠) = ٤٠\ m/s$$

$$v(t)=(-٥t^{٢} + ٤٠)m/s \rightarrow \quad v(٢) = (-٥(٢)^{٢} + ٤٠)m/s \quad \rightarrow \quad v(٢) = ٢٠\ m/s$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \quad \rightarrow \quad a = \frac{٢٠ - ٤٠}{٢ - ٠} = -\ ١٠\ m/s^{٢}$$

٥- الليزر والتطبيقات الطبية

الليزر هو مصدر لتوليد الضوء المرئي وغير المرئي والذي يتميز بمواصفات مميزة لا توجد في الضوء الذي تصدره بقية مصادر الضوء الطبيعية والصناعية. وكلمة ليزر **Laser** هي اختصار للأحرف الاولى لكلمات الجملة الانكليزية (**Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**) والتي تعني (تضخيم الضوء بالانبعاث المحثوث للاشعاع). يقوم الليزر بتوليد نوع مميز من الضوء يختلف في خصائصه عن الضوء الطبيعي الصادر عن الشمس والنجوم والضوء الاصطناعي الصادر عن مختلف انواع المصابيح الكهربائية.

يتميز ضوء الليزر بعدة خصائص اهمها:

١- ان كامل الطاقة الضوئية تتركز في شعاع له مقطع عرضي متناهي في الصغر قد لا يتجاوز في بعض انواعه عدة ميكرومترات مربعة ولهذا فأنه يسير لمسافات طويلة محتفظاً بطاقته ضمن هذا الشعاع الدقيق. وبما ان جميع الطاقة الضوئية التي يولدها الليزر تتركز ضمن هذا المقطع الصغير للشعاع فأنه بالامكان الحصول على شدة اضاءة قد تزيد بملايين المرات عن شدة الضوء الصادر عن الشمس او المصابيح الكهربائية.

٢- ان ضوء الليزر يتكون من حزمة ضيقة جدا من الترددات بعكس انواع الضوء الاخرى التي تتكون من طيف واسع من الترددات ولذا فهي تبدو للعين كضوء ابيض يحتوي على جميع الوان الطيف المرئي بينما يبدو ضوء الليزر للعين بلون واحد عالي النقاء كاللون الاحمر والاخضر والازرق.

يعتبر اختراع الليزر من اكثر الاختراعات اثارة في العصر حيث لم يكن يخطر على بال أحد ان هذا المصدر الضوئي البسيط سيفتح ابواباً لا حصر لها من التطبيقات ذات الاهمية البالغة في حياة البشر.

شروط حدوث اشعاع الليزر:

١- ان تثار ذرات المادة لمستويات طاقة عالية وبأعداد هائلة ويتم ذلك بتطبيق طاقة اثارة مناسبة عليها.
٢- ان تكون المادة الفعالة المستعملة ذات ثلاث مستويات للطاقة او اكثر.
٣- ان توضع المادة الفعالة بين مرآتين كي يتحقق انعكاسات متعددة للشعاع بينهما وبالتالي تحقيق أكبر عدد ممكن من الاصدارات المحثوثة ذات الفوتونات المتماسكة.
٤- ان تطبق على الجملة طاقة حقن خارجية كي تحدث اثارة لذرات المادة وشحنها بالطاقة وبالتالي جعلها جاهزة ومهيأة لاطلاق الفوتونات المتماسكة حال حدوث اصطدامات مع فوتونات سريعة تعبر المادة.

هكذا يقصد بالاصدار المحثوث الليزري هو ان نضبط ونروض بلايين المحركات الانفجارية الصغيرة في المادة الفعالة وهي الالكترونات بأن تمتص الطاقة الواردة افرادياً ونجعلها تحرر تلك الطاقة دافعة واحدة بشكل فوتونات متماسكة.

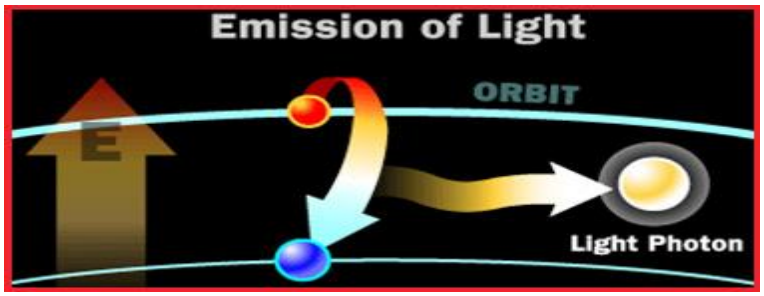
مبدأ عمل الليزر

قام العالم انيشتاين عام ١٩١٧ م بدراسة تفاعل الامواج الكهرومغناطيسية او ما يسمى بالاشعاع مع ذرات المادة ووجد ان هنالك ثلاثة انواع من التفاعلات وهي:

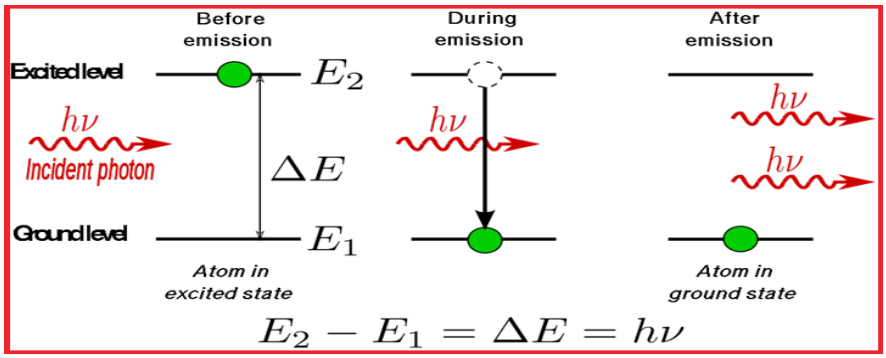
١- **الامتصاص Absorption:** وهي ان تقوم ذرات المادة بامتصاص فوتونات الاشعاع المسلط عليها وتعمل طاقة الاشعاع الممتص على رفع الالكترونات من مدارات منخفضة الطاقة الى مدارات عالية الطاقة وتصبح الذرات في حالة اثارة.

٢- **الانبعاث التلقائي:** تقوم الذرات المثارة باشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الالكترونات من المدارات عالية الطاقة الى المدارات منخفضة الطاقة. ان الاشعاع التلقائي الصادر عن المادة المثارة يسمى اشعاعاً غير مترابط وذلك لان الالكترونات تنزل من تلقاء نفسها وبطريقة عشوائية بين مدارات الذرة المختلفة وذلك فأن هذا الاشعاع يحتوي على عدد كبير جدا من الترددات وتعتمد مصادر الضوء العادية على هذه ظاهرة الانبعاث التلقائي في عملها.

٣- **الانبعاث المحثوث:** وفي هذا النوع من الانبعاث تقوم الذرات المثارة بإشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الالكترونات من المدارات عالية الطاقة الى المدارات منخفضة الطاقة ولكن ليس بطريقة تلقائية وعشوائية كما في الانبعاث التلقائي بل نتيجة لحثها بإشعاع له تردد محدد. ان الاشعاع المحثوث الصادر عن المادة المثارة يسمى اشعاع مترابط وذلك لان الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة عن نزول الالكترونات لها تردد وطور يساويان تماما تردد وطور الامواج التي قامت بحث الالكترونات على الاشعاع ولذلك فان هذا الاشعاع له تردد واحد من الناحية النظرية ويمكن حساب تردد الاشعاع المنبعث من المادة من خلال تقسيم فرق الطاقة بين المدارين الذي انتقل بينهما الالكترون بثابت بلانك



ويمكن ايجاز مراحل هذه الظاهرة بالشكل التالي:

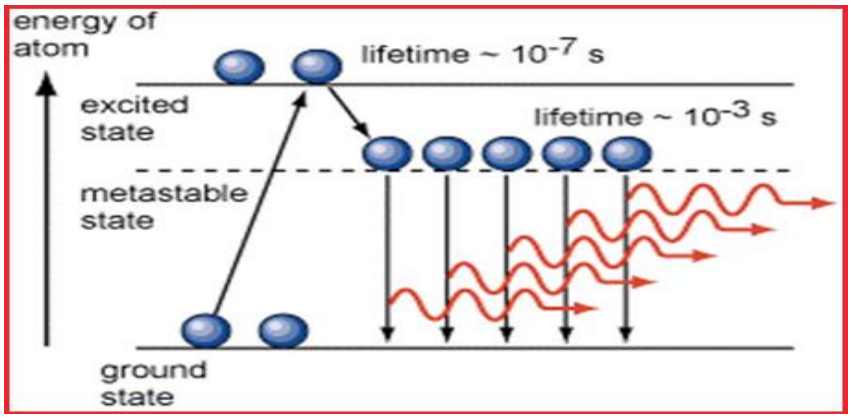


ان المبدأ الرئيسي الذي يقوم به عمل الليزر هو ظاهرة الانبعاث المحثوث وهنالك ثلاثة شروط اساسية لكي يولد ضوءاً مترابطاً من خلال هذه الظاهرة.

الشرط الاول: هو توفر ما يسمى بالتوزيع الالكتروني المقلوب للالكترونات في ذرات المادة التي ستولد الضوء والذي يعني ان عدد الالكترونات في الحالة المثارة يجب ان يكون اعلى منها في الحالة غير المثارة، وهذا الشرط لا يتحقق الا في مواد معينة تسمى الوسط الفعال التي يكون عدد المدارات في نطاق توصيلها ثلاثة او اكثر وبحيث يوجد مدار شبه مستقر بين المدار منخفض الطاقة والمدار عالي الطاقة.

الشرط الثاني: هو توفر مصدر يقوم بضخ الالكترونات من المدارات منخفضة الطاقة (غير مثارة) الى المدارات عالية الطاقة (مثارة) وذلك للحصول على التوزيع المقلوب للالكترونات.

الشرط الثالث: هو وجود نظام تغذية راجعة موجبة لكي يعمل الليزر كمذبذب يقوم بتوليد تردد الضوء المطلوب وغالباً ما يتم استخدام المرايا للحصول على هذه التغذية الراجعة.



ان الليزر يعمل من خلال ضخ الالكترونات باستخدام مصدر ضخ خارجي كالضوء او التيار الكهربائي من المدار الادنى الى المدار الاعلى ومن ثم تهبيط الالكترونات المثارة من خلال الانبعاث التلقائي من المدار الاعلى الى المدار شبه المستقر والذي يقع بين المدارين الادنى والاعلى حيث تبدأ الالكترونات بالتراكم في هذا المدار لتنتج التوزيع الاسكاني المقلوب فأنه سيحث بعض الالكترونات الموجودة في المدار شبه المستقر للنزول الى المدار الادنى منتجة عدداً من الفوتونات الضوئية لها نفس تردد وطور واتجاه الفوتون الذي قام بحثه.

اي ان الضوء المتولد سيكون له تردد واحد اي انه احادي اللون وذلك من الناحية النظرية، وتستخدم المرايا لعكس بعض الفوتونات المتولدة لتمر من خلال ذرات المادة الفعالة لتولد مزيداً من الفوتونات التي لها نفس الخصائص وعادة ما تكون احد المرايا ذات معامل انعكاس يقرب من الواحد وذلك لتعكس جميع الضوء الساقط عليها بينما يكون معامل انعكاس المراة الثانية اقل من الواحد وذلك لتسمح لجزء من الضوء المتولد للخروج منها لاستخدامه في التطبيقات المختلفة. وبما ان الفوتونات المستحثة لها نفس تردد الفوتونات التي قامت بحثها وتسير بنفس اتجاه سيرها فان ضوء الليزر الناتج سيكون احادي اللون تقريباً ويسير بأتجاه واحد وذلك على العكس من طبيعة ضوء المصادر الاخرى. يخرج الضوء المتولد من الليزر في العادة اما على شكل نبضات او على شكل موجة مستمرة والذي يحدد ذلك التركيب الذري للمادة الفعالة ونوع وكمية الضخ المستخدم وكذلك طريقة تركيب الليزر.

التطبيقات الطبية لليزر

ان استخدام الليزر في العلوم البيولوجية والتطبيقات الطبية في تقدم مستمر ويستخدم الليزر للتشخيص او كوسيلة لأحداث تغير غير قابل للعكس.

في الطب مازالت التطبيقات قليلة ولكنها في تطور مستمر ايضا ففي مجال التشخيص يستخدم الليزر في قياس جريان الدم باستخدام تقنية مقياس السرعة لدوبلر.

اما في الجراحة فهنالك ما يسمى بمشرط جزمة الليزر كبديل للمشرط التقليدي فيستخدم حزمة من اشعة الليزر الممحرقة (غالباً لليزر ثنائي اكسيد الكربون) حيث يؤخذ منه جزء الاشعاع الواقع في منطقة تحت الحمراء والذي يمتص من قبل جزيئات الماء المتواجدة في انسجة الجسم مسببة بذلك تبخر سريع لهذه الجزيئات يتبعها قطع في النسيج. ويمكن تخليص مزايا استخدام مشرط حزمة الليزر كما يلي:

١- يمكن فتح الشق في الموضع المطلوب بدقة عالية وخاصة عندما توجه الحزمة بميكروسكوب مناسب (الجراحة المجهرية الليزرية).
٢- يمكن اجراء العملية المواضع يصعب الوصول اليها.
٣- التقليص الهائل من الخسارة الجانبية والناتجة عن قطع الاوعية الدموية والتي تحدث عند استخدام المشرط التقليدي.
٤- تقليص الدمار الذي يصيب الانسجة المجاورة لموضع القطع.

مساوئ استخدام مشرط الليزر

١- الكلفة العالية والتعقيد في تقنية هذه الوحدة الجراحية.
٢- سرعة هذا المشرط اقل.
٣- المشاكل الناجمة من الاعتماد علىه كأداة جراحية ومشاكل الامانة المرافقة لاستخدام هذا المشرط.

هنالك عدة استخدامات لليزر في المعالجات الطبية ومنها:

١- طب العيون

يستخدم الليزر لعلاج انفصال الشبكية وتقرحها حيث يمحرق شعاع الليزر الصادر عن ايون الارغون على الشبكية من خلال عدسة العين حيث يمتص شعاعه الاخضر المزرق بشدة من قبل خلايا الدم الحمراء للشبكية ويؤدي التاثير الحراري الناتج الى امكانية اعادة ربط الشبكية او التخثر في قنواتها.

٢- طب الاذن والانف والحنجرة

يجد استخدام الليزر في هذا الحقل اقبالاً شديداً فاستعماله شيق وجذاب في هذا الفرع من الطب حيث يتعلق استخدامه بجراحة الاعضاء كالقصبة الهوائية والبلعوم والاذن الوسطى ولاسيما تلك الاعضاء التي يصعب الوصول اليها او العمل عليها. في هذه الحالة يستخدم الليزر غالباً عن طريق الميكروسكوب.

٣- جراحة الفم

لقد وجدت ايضاً فائدة في استخدام الليزر في جراحة الفم كإزالة الاورام السليمة او الخبيثة ومن اهم الفوائد في هذه الحالة هي وقف التريف الدموي والتخفيف من الاوجاع واحتمالية التقرح واسترجاع العافية للمريض بوقت اسرع.

٤- حالات التريف الدموي الداخلي الشديد

تتم معالجة هذه الحالات عن طريق توجيه شعاع الليزر عادة ليزر نيوديميوم او ليزر ايون الارغون الى الموضع المطلوب معالجته بواسطة الياف بصرية خاصة توضع في المنظار التقليدي.

٥- علم الجلد وامراضه

يستخدم الليزر في ازالة البقع والوشم ولمعالجة بعض امراض الاوعية الدموية التي تسبب في تبقع الجلد وبعض امراضه.

٦- جراحة القلب

تم استخدام اشعة الليزر لفتح قنوات جديدة الى القلب للمرضى اللذين يعانون من الام الذبحة الصدرية والتصلب التعصدي الناتج عن انسداد في اجزاء كبيرة من الشرايين التاجية وفي المواضع التي يمكن ممارسة عملية التحويلة المعروفة فلقد صمم مبضع خاص لحزمة الليزر تم بواسطته فتح قنوات كبيرة جديدة يبلغ قطر الواحدة منها (٠.٥)mm ليتغذى القلب بالدم من خلالها. ان اهم فائدة هنا لاستخدام الليزر هو تجنب التريف وكذلك الالتهابات نتيجة سريان الدم المستمر.

٦- تعريف علم البصريات

البصريات هي فرع من فروع الفيزياء التي تتعامل مع تحديد سلوك وخصائص الضوء وتفاعلاته مع المادة وكذلك مع الأدوات المستخدمة في اكتشافه، كما يستخدم علم البصريات، بطريقة بسيطة، لوصف سلوك الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية، كما أدت دراسة البصريات إلى تطوير أجهزة مثل النظارات والعدسات اللاصقة والتلسكوبات والمجاهر والكاميرات والمناظير والليزر والألياف الضوئية وغيرها.

فروع علم البصريات ينقسم علم البصريات إلى قسمين رئيسيين هما:

البصريات الهندسية

من التجارب اليومية مع الضوء، تم الوصول إلى أن الضوء ينتقل في الغالب في خطوط مستقيمة، وخلال الفترة السابقة، استخدم باحثو البصريات الهندسة لنمذجة هذا السلوك للضوء، إذ تم افتراض أن الضوء ينتقل مع الأشعة، وهذه المقاطع الخطية تكون مستقيمة في مساحة خالية،

ولكنها قد تغير اتجاهها مع اصطدامه بشيء ما، وقد تم الوصول إلى قانونان لوصف ذلك، قانون الانعكاس وقانون الانكسار، وهما مرتبطان، ومن هذه القوانين، يمكن تحديد سلوك الأجهزة البصرية مثل التلسكوبات والمجاهر.

البصريات الفيزيائية

إذا تم النظر مرة أخرى إلى شعاع الضوء، فقد يتم اكتشاف جانب آخر من البصريات، تُظهر التجارب وجود بقعة مضيئة مركزية صغيرة جدًا تحيط بها حلقات، ولكن لا يمكن تفسير هذه الحلقات باستخدام البصريات الهندسية وحدها، وبالتالي ظهرت طبيعة موجة الضوء، إذ أن البصريات الفيزيائية هي دراسة الخصائص الموجية للضوء، والتي يمكن تصنيفها في ثلاث فئات وهي التداخل والحيود والاستقطاب.

تطبيقات علم البصريات فيما يلي أهم التطبيقات التي يدخل بها علم البصريات:

الطب

تستخدم المعدات الطبية البصريات والضوئيات بكثير من الطرق، حيث تستخدم النظارات والعدسات اللاصقة والعدسات داخل العين وجراحة الليزك البصريات والضوئيات لتصحيح الرؤية، كما تدخل البصريات في معدات طب العيون، مثل التصوير المقطعي للتماسك البصري (OCT) في تشخيص الجلوكوما وأمراض العيون الأخرى في مراحلها الأولى، وتتوسع استخدامات الابصريات لاستخدامها في أمراض القلب وغيرها من المجالات، أيضًا تعتمد أجهزة التصوير الشعاعي للثدي والتصوير المقطعي المحوسب، وكذلك أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني على البصريات.

التصنيع

تدخل البصريات في الأدوات الآلية القائمة على الليزر ورؤية الآلة، وفي تصنيع وتمييز وفحص كل شيء من السيارات وخطوط الأنابيب إلى رقائق أشباه الموصلات في الهواتف المحمولة، ويستمر المجال في التقدم، مع طاقة أعلى ونبضات ليزر أقصر، وفهم أكبر للمواد الجديدة، مثل استخدام أدوات ومواد الطباعة الدقيقة بالأشعة السينية اللينة الجديدة لتصميم أدق التفاصيل على الرقائق الإلكترونية لاستخدامها في الهواتف المحمولة وأجهزة الكمبيوتر.

الاستخدامات الأمنية والدفاعية

تدخل تطبيقا البصريات التي يتم نشرها حاليًا في مجال منع وكشف الهجمات الإرهابية الكيميائية والبيولوجية والإشعاعية والنووية والتقليدية، فضلاً عن علاج الضحايا، إذ تعد المستشعرات القائمة على البصريات مفتاحًا للاستخبارات والمراقبة والاستطلاع، وكان التقدم في تكنولوجيا الليزر أمرًا بالغ الأهمية للدخول في المجالات العسكرية. الطاقة الشمسية والحفاظ على الطاقة أصبحت الخلايا والوحدات الشمسية الآن قادرة على المنافسة كمصادر للطاقة بسبب عقود من التقدم في البصريات والضوئيات التي تتداخل مع فيزياء الحالة الصلبة والعلوم الحرارية والمواد والكيمياء، أيضًا ستكون الطاقة الشمسية مصدرًا مهمًا للطاقة البديلة لمعالجة استقلالية الطاقة وتغير المناخ، ويرافق ذلك التسويق التجاري السريع لاستخدام الإضاءة القائمة على تكنولوجيا الـ LED والتي تساعد في الحفاظ على استهلاك الطاقة.

الاتصالات

تجعل شبكات اتصالات الألياف الضوئية الإنترنت ميسور التكلفة، حيث يمكن الوصول إليه في جميع أنحاء العالم، إذ تعمل الألياف الضوئية والمكونات والمعدات البصرية على إتاحة توصيل مقاطع الفيديو والصور والبيانات إلى جميع المجالات في العمل والمنزل، كما تدخل الألياف البصرية في الأبراج التي تتصل بهواتفنا المحمولة، أيضًا يستمر هذا المجال في التقدم إلى معدلات بيانات أعلى وتأخير أقل في نقل البيانات للحصول على المزيد من القدرات في أنظمة الاتصالات، مثل الشبكات اللاسلكية الناشئة G٥

الاستكشاف العلمي

تتيح البصريات والضوئيات الاستكشاف العلمي سواء على نطاق صغير جدًا من الجسيمات دون الذرية أو على نطاق الكون، إذ تقوم أشعة الليزر الضخمة بتفجير الأهداف بطاقة هائلة لاستكشاف فيزياء الجسيمات والقوى دون الذرية، بالطريقة التي فعلتها المصادمات الفائقة حتى الآن، إذ أن معظم ما تم رصده في الكون تم الوصول إليه فقط من خلال البصريات، أولاً من الأطوال الموجية المرئية التي رصدها غاليليو وأيضًا الأطوال الموجية من الأشعة السينية إلى الأشعة تحت الحمراء وموجات الراديو وحتى موجات الجاذبية المكتشفة بالضوء.

٧- الخواص الفيزيائية للسوائل

هنالك عدة خواص للسوائل ومنها: التماسك والتلاصق و التبخر والتكاثف

التماسك: يُعرف التماسك (Cohesion) بأنه الميل لدى جزيئات المادة لجذب بعضها البعض، وتعد هذه الخاصية هي التفسير لظاهرة التوتر السطحي للسائل، والتوتر السطحي هي الخاصية التي تعطي سطح السائل مظهراً شبيهاً بالجلد، فهو عبارة عن طبقة رقيقة جداً من جزيئات نفس المادة المنجذبة لبعضها البعض بقوة أكبر من تلك القوة التي تربطها بجزيئات الأجسام الأخرى، وقد يمتلك السائل قوة تماسك كبيرة كتلك التي يمتلكها الماء والتي تمكّن الذبابة من الوقوف على سطحها.

التلاصق (adhesion) : هو القوة التي تربط بين جزيئات المواد المختلفة، فالسوائل بشكل عام لا تنجذب فقط لبعضها البعض، بل قد تنجذب أيضاً للوعاء أو الأنبوب الحامل لجزيئات السائل، حيث إن جزيئات السائل تكون عادة مرتفعة عند الحواف فوق مستوى السائل في الوسط، وذلك نتيجة لقوى التلاصق بين السائل والأنبوب، ويبدو سطح السائل ذا شكل مُنحنٍ مقعّرٍ كنتيجة لتمازج خاصتي التماسك والتلاصق للسائل.

التبخر والتكاثف

يُعرف **التبخر** بأنه التغير الفيزيائي الحاصل لحالة المادة، بحيث يتحول السائل من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية

أما التكاثف فهو تغير فيزيائي تتحول فيه المادة السائلة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة.

ويحدث التبخر عندما يمتلك الجزيء في السائل قوة كافية للتغلب على قوى التماسك بين جزيئات السائل، والتحرك نحو سطحه، والتحول إلى الحالة الغازية، أمّا التكاثف فيحدث نتيجة لاصطدام جزيئات الغاز مع الجزيئات الموجودة على سطح السائل، بحيث تقوم ذرات السائل المتبخر بنقل الطاقة لجزيئات السائل والدخول في الحالة السائلة.

خصائص أخرى للسائل يمتاز السائل ببعض الخواص الأخرى إلى جانب الخصائص المذكورة أعلاه، من أهمها ما يأتي:

١- تمتلك السوائل حجماً ثابتاً -بثبوت درجة الحرارة وانعدام التبخر- وشكلاً متغيراً بتغير شكل الإناء الذي يوضع السائل فيه، وهي الخاصية التي تميزها عن الغازات التي تتمدد لتملأ حجم الوعاء الموضوع فيه وتمتلك حجماً كحجمه تماماً، أما المادة الصلبة فلا يتغير شكلها أو حجمها باختلاف الإناء الموضوعة فيه.

٢- تُعدُّ السوائل مذيباً جيّداً للكثير من المواد، فالسوائل تُصنف إلى سوائل نقية، وخليط سائل؛ وهو الخليط الذي يحتوي على مواد قد تكون في أصلها صلبة أو غازية مذابة في السائل، ومن أمثلة الخليط السائل الدم الذي يشتمل على مواد ذائبة تعد ضرورية جداً لحياة الكائنات الحية.

٣- يمتلك السائل القدرة على نقل موجات الصوت عبره بسرعة تصل إلى ١ كم في الثانية، أي ثلاثة أضعاف سرعة الصوت في الهواء.

بعض الخصائص الفيزيائية للسوائل

تسمى السوائل والغازات بالموائع والمائع هو المادة التي لها القدرة على الجريان او الانسياب وتأخذ شكل الوعاء الموجود فيه، ويعود السبب في ذلك ان جزيئات السائل والغاز في حركة مستمرة وعشوائية.

تشترك السوائل مع الغازات بمجموعة من الخصائص ومنها:

١- لهما القدرة على الانسياب والجريان.
٢- يأخذ السائل والغاز شكل الوعاء الموجود فيه.
٣- جزيئات السائل والغاز في حركة مستمرة وعشوائية.
٤- تتصادم جزيئات السائل مع بعضها وكذلك جزيئات الغاز.
٥- التصادمات بين جزيئات كل من السوائل والغازات تصادمات مرنة.

للسوائل صفات تميزها عن الغازات ومنها:

١- يوجد بين جزيئات السائل قوى تجاذب كافية لجعلها قريبة من بعضها مقارنة بالغازات.

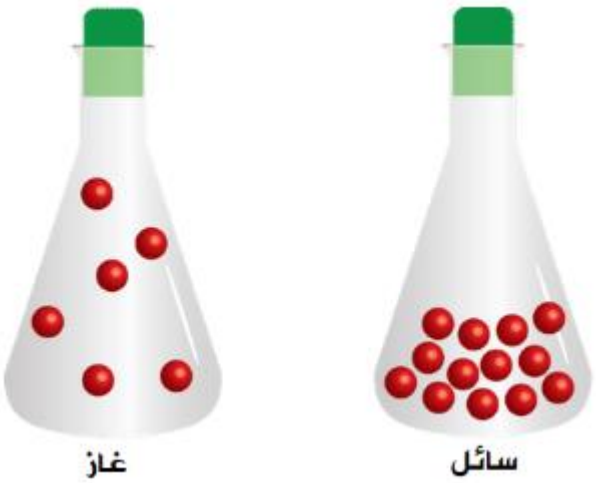
٢- جزيئات السائل في حركة دائمة وعشوائية كالغازات الا ان قوى التجاذب بينها تقلل من تلك الحركة وتعيق انتشارها.

٣- الطاقة الحركية لجزيئات السائل اقل من الغازات.

٤- السوائل غير قابلة للانضغاط.

٥- حجم السائل ثابت بينما حجم الغاز يتغير بتغير الوعاء.

٦- كثافة السوائل اكبر من كثافة الغازات.



٨-التيار الكهربائي

يُعد التيار الكهربائي (بالإنجليزية Electric current) :جوهر علم الكهرباء، وهو يُمثل أي حركة ناتجة من حاملات الشحنة الكهربائية، وفي الدائرات الكهربائية هو معدل تدفق الشحنات عبر نقطة معينة داخل الدائرة، بحيث تكون هذه الشحنات إمّا إلكترونات ذات الشحنة السالبة، أو البروتونات ذات الشحنة الموجبة، أو الأيونات الموجبة أو الثقوب، وفي السلك الناقل فإنّ التيار الكهربائي عبارة عن مقياس لكمية الشحنات المتدفقة عبر نقطة معينة في السلك لكل وحدة زمنية، وتكون هذه الشحنات عبارة عن إلكترونات.

ويُعرّف التيار الكهربائي بأنّه تدفق الشحنات الكهربائية عبر موصل كهربائي، وتكون الشحنات إمّا إلكترونات أو بروتونات أو أيونات، ويُقاس بوحدة الأمبير، وينقسم التيار الكهربائي إلى نوعين وهما، التيار الكهربائي المستمر الذي يتدفق باتجاه واحد، والتيار الكهربائي المتردد والذي يتدفق باتجاهين.

ومن أهم خصائص التيار الكهربائي التي لا يُمكن أن يتدفق بدونها هي فرق الجهد الكهربائي والمقاومة الكهربائية، والتي من خلالها اشتق قانون أوم لحساب التيار الكهربائي والذي يتمثل بفرق الجهد الكهربائي مقسومًا على المقاومة. ويُطبق التيار الكهربائي في العديد من التطبيقات الكهربائية، مثل: السخان الكهربائي، والهاتف المحمول، والكمبيوتر، ونظام الشبكة الكهربائية الكبيرة، أو أي عقدة مستشعر عن بُعد يكون التيار الكهربائي هو الأساس في تشغيلها، ويختلف تدفق شحنات الإلكترونات عبر الدائرة الكهربائية باختلاف الجهد، لذا أُشتقت الصيغة الرياضية الخاصة للتيار الكهربائي من قانون أوم الذي يُمثل نسبة التيار الكهربائي مع فرق الجهد والمقاومة خلال الموصل، وهي كالتالي:

التيار الكهربائي = فرق الجهد الكهربائي / المقاومة ويُمكن تمثيله بالرموز: ت = جـ / م

$$\mathbf{I = V / R}$$

حيث أنّ: ت :(I) التيار الكهربائي ويُقاس بوحدة الأمبير. جـ :(V) فرق الجهد الكهربائي ويُقاس بوحدة الفولت. م :(R) المقاومة وتُقاس بوحدة الأوم.

أنواع التيار الكهربائي هناك نوعان من التيار الكهربائي وهما كالتالي:

التيار الكهربائي المستمر التيار

الكهربائي المستمر أو ما يُعرف بالتيار المباشر(Direct current) ويُرمز له بالرمز (DC) هو التيار الكهربائي الذي يتدفق عبر الموصل باتجاه واحد فقط، ومن الأمثلة التطبيقية عليه البطاريات؛ إذ لا تُشحن البطاريات ولا تنتج إلّا تيارًا مباشرًا، يتحول التيار المباشر الذي شُحنت به البطارية إلى طاقة كيميائية، وعندما تُصبح البطارية قيد الاستخدام تعود لتحول الطاقة الكيميائية إلى تيار مباشر للاستخدام.

التيار الكهربائي المتردد

التيار الكهربائي المتردد(Alternating Current) ويُرمز له بالرمز (AC) وهو التيار الكهربائي الذي يعكس اتجاهه ويُغيره في كل دورة أثناء تدفقه عبر الموصل، بحيث يتولد التيار ويُغير اتجاهه ذهابًا وإيابًا حسب قانون فارادي للحث الكهرومغناطيسي، بحيث قام العالم فارادي بتحريك مغناطيس داخل موصل ولاحظ أنّ التيار يتغير اتجاهه كلما تغير اتجاه المغناطيس، ولذلك يحتاج التيار المتردد إلى مولد حثي ليُنتج، ومن الأمثلة التطبيقية عليه محطات توليد

الطاقة. خصائص التيار الكهربائي معرفة خصائص التيار الكهربائي أمرًا مهمًا، فهو يُعد عنصرًا مهمًا في الدوائر الكهربائية وإنتاج الكهرباء في حياتنا.

وفيما يلي نُبين خصائص التيار الكهربائي: الطاقة الكهربائية: يُنتج التيار الكهربائي المتدفق عبر الموصل طاقة كهربائية والتي يُمكنها التحول إلى شكل آخر من أشكال الطاقة مثل الطاقة الحرارية والطاقة الضوئية وغيرها، على سبيل المثال تتحول الطاقة الكهربائية في صندوق حديدي إلى طاقة حرارية، بينما تتحول الطاقة الكهربائية في المصباح إلى طاقة ضوئية. اتجاه التيار الكهربائي: يعرف الاتجاه التقليدي للتيار الكهربائي بأنّ تدفق الإلكترونات باتجاه الطرف الموجب للبطارية وبعيدًا عن الطرف السالب. فرق الجهد الكهربائي: ليحدث تدفق التيار الكهربائي يجب حدوث فرق جهد كهربائي بين نقطتي سريان التيار، أي أن تكون القوة الناتجة عن مجموعة من الإلكترونات في نقطة ما أكبر من قوة الإلكترونات في النقطة الأخرى، بحيث تدفع القوة الأكبر الإلكترونات بعيدًا عن النقطة الأولى باتجاه النقطة الثانية. المقاومة الكهربائية: وليحدث تدفق تيار كهربائي أيضًا يجب توفر المسار الذي يمكن للإلكترونات أن تنتقل عبره، بعض المواد قادرة على توفير هذا المسار والبعض الآخر لا يُمكنه توفيره، بحيث تُسمى المواد التي تسمح بتدفق التيار الكهربائي بالموصلات.

أمّا المواد التي تمنع تدفق التيار تُعرف بالعوازل، ولذلك ترتبط الموصلية بعلاقة عكسية مع المقاومة وتُقاس المقاومة بوحدة الأوم. سرعة تدفق الشحنات الكهربائية يتسبب المجال الكهربائي في الموصلات الكهربائية بحركة عشوائية للشحنات، بحيث تتدفق الشحنات عشوائيًا بعكس اتجاه المجال الكهربائي، ويُعبر عن علاقة سرعة التيار وسرعة تدفق الشحنات عبر الموصل بالصيغة الرياضية التالية: التيار الكهربائي = مقدار الشحنة الكهربائية الموجودة في كل جسيم × عدد الشحنات× مساحة المقطع العرضي للموصل × سرعة تدفق الشحنات ويُمكن تمثيله بالرموز كالتالي I = qnAv :حيث أنّ :I :التيار الكهربائي في الموصل ويُقاس بوحدة الأمبير (كولوم/ث :q .(هي الشحنة الموجودة في كل جسيم وتُقاس بوحدة الكولوم :n .عدد الشحنات في الموصل لكل وحدة حجم وتُقاس بوحدة إلكترون/م^3 :A .مساحة المقطع العرضي للموصل وتُقاس بوحدة م^2 :v .سرعة تدفق الشحنات الكهربائية وتُقاس بوحدة م/ث. شدة التيار الكهربائي وقياسه شدة التيار الكهربائي هي كمية الشحنات التي تعبر موصل كهربائي خلال فترة زمنية معينة، تُقاس شدة التيار الكهربائي بوحدة الأمبير وتساوي ١ كولوم/ثانية، ويُمكن تمثيله بالصيغة الرياضية التالية:

شدة التيار الكهربائي = كمية الشحنة الكهربائية / الزمن أو ت= ش/ ز ويُمكن تمثيله بالرموز: ت: شدة التيار الكهربائي، وتُقاس بوحدة الأمبير. ش: كمية الشحنة الكهربائية عبر الموصل وتُقاس بوحدة الكولوم. ز: الفترة الزمنية وتُقاس بوحدة الثانية.

ولذلك عندما نقول شدة التيار الكهربائي تساوي ١ أمبير فهذا يعني أنّ كمية شحنة كهربائية مقدارها ١ كولوم عبرت موصل كهربائي خلال فترة زمنية مدتها ثانية واحدة.

يُمكن تعريف التيار بأنّه كمية تدفق الشحنات عبر موصل كهربائي خلال فترة زمنية وهذا ما يُطلق عليه اسم شدة التيار الكهربائي، وعند تعرض الموصل لمجال كهربائي فإنّه الشحنات داخله تتحرك بحركة عشوائية عكس اتجاه المجال ويُمكن حساب سرعتها باستخدام القانون

$$I = qnAv$$

٩- التفاعلات الفيزيائية والكيميائية للغذاء