جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

الطبيعيات

الصف الثاني

الفرع الصناعي-فرع الحاسوب وتقنية المعلومات

تأليف

د. شهاب احمد زيدان الجبوري

د. مفيد عبد اللطيف جليل الربيعي

هدى صلاح كريم

ذكرى محمد علي خليل

د. محمد سعيد وحيد

عباس ناجي رشيد البغدادي

سميرة خالد عبد الرحمن

حسين حسن حمزة العجياوي

انغام خاجيك تكلان

الطبعة الثامنة

1447هـ - 2025م

مقدمة :-

الفيزياء علم ومكون اساسي في الثقافة الانسانية وتعبير عن أبداع العقل البشري في نشاطات تأملية عظيمة وتذوق جمالي فعال له بريق مبهر يستهوي الأفئدة.

فالفيزياء مادة مشوقة تميل النفس الى دراستها والبحث فيها. وهذا الكتاب يشكل دعامة من دعائم المنهج المطور في الفيزياء والكيمياء والذي يعمل على تحقيق أهداف علمية وعملية تواكب التطور العلمي في تكنولوجيا المعلومات كما يحقق هذا الكتاب ربط للحقائق والمفاهيم التي يدرسها الطالب بواقع حياته اليومية المجتمعية وهذا المنهج يهدف الى ضرورة توضيح العلاقة بين العلم والتكنولوجيا في مجال العلوم وتأثيرها على التنمية وربطها بالحياة العملية وكذلك اكساب الطالب منهجية التفكير العملي الممتزج بالمتعة والتشويق ومحاولة تدريب الطلاب على الاستكشاف من خلال تنمية مهارات حياتية وقدرات علمية تطبيقية.

إن هذا الكتاب يضم مواضيع مهمة في الفيزياء والكيمياء تتضمن (الباب الاول ـ الفيزياء) و (الباب الثاني ـ الكيمياء).

نقدم الشكر والتقدير الى الاستاذ الدكتور حازم لويس منصور لمراجعته الكتاب والسادة الاختصاصيين التربويين في مديريتنا، ونخص بالذكر كل من السيد عبدالله سلمان برهان والسيد كريم ابراهيم صالح والست ماجدة صخيل محمد. لمساهمتهم العلمية وملاحظاتهم القيمة في اخراج هذا الكتاب ، كما نقدم الشكر والتقدير للسادة المقومين العلميين والمقيم اللغوي لمراجعتهم العلمية واللغوية للكتاب .

نسأل الله عز وجل أن تعم الفائدة من خلال هذا الكتاب وندعوه سبحانه وتعالى أن يكون ذلك اساس عملنا والذي يصب في حب وطننا والانتماء اليه ..... والله ولي التوفيق ...

المؤلفون

فهرست الكتاب

مقدمة 3

الباب الاول

الفصل الاول 26-5

الحركة الاهتزازية والحركة الموجية والصوت

الفصل الثاني 35-27

الموائع والضغط في السوائل

الفصل الثالث 49-36

الكهربائية الساكنة

الفصل الرابع 68-50

الكهربائية التيارية

الفصل الخامس 77-69

المغناطيسية (المجال المغناطيسي)

الفصل السادس 96-78

الضوء

الفصل السابع 106-97

الاجهزة البصرية

الفصل الثامن 113-107

الالوان

الباب الثاني

الفصل التاسع 134-115

الكيمياء

الفصل الاول

الحركة الاهتزازية والموجية والصوت

Wave and Vibration Motion and Sound



مفردات الفصل:-

1-1 الحركة الاهتزازية
2-1 شروط توليد الحركة الاهتزازية
3-1 الحركة التوافقية البسيطة
4-1 الحركة الموجية والصوت
5-1 الضربات في الصوت
6-1 طبيعة وتولد الصوت
7-1 انطلاق الصوت
8-1 الموجات فوق الصوتية
أسئلة ومسائل الفصل

الأهداف السلوكية

- يعرف مفهوم الحركة (الدورية ، الاهتزازية)
- التعرف على بعض المصطلحات في الحركة الاهتزازية
- التعرف على مفهوم الحركة التوافقية البسيطة وحركة بعض الأشياء مثل (البندول، النابض الحلزوني)
- استيعاب مفاهيم (الصوت ، الحركة الموجية)
- يعرف مبدأ التراكب ومفهوم التداخل
- يعرف على مفهوم الضربات
- يذكر مفهوم الرنين
- يعدد خصائص الصوت
- يدرك معنى ظاهرة دوبلر

المصطلحات العلمية	
simple harmonic motion	الحركة التوافقية البسيطة
frequency	التردد
sound	الصوت
amplitude	السعة
wavelength	الطول الموجي
oscillation	ذبذبة
compression	التضاغط
rarefaction	التخلخل
constrictive interference	التداخل البناء
destructive interference	تداخل اتلاف
Doppler effect	ظاهرة دوبلر
resonance	الرنين
temperature	درجة الحرارة

1-1 الحركة الاهتزازية (Oscillatory Motion)



الشكل 1-1 البندول البسيط

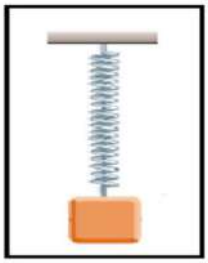
تتحرك جميع الأنظمة المهتزة وتعيد حركتها باستمرار مرات ومرات، فالبندول في الشكل (1-1) يهتز ذهاباً وإيابا مرة بعد مرة فيقال ان حركته دورية.

وكذلك حركة الاوتار في الآلات الموسيقية. وحركة ارجوحة الاطفال، الشكل (1-2)



الشكل 1-2 حركة الارجوحة

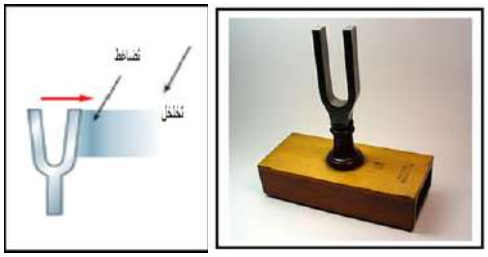
وحركة الثقل المعلق بنابض محلزن عندما يسحب الثقل بتأثير قوة ليهتز شاقولياً ثم يترك. وشأنه الشكل (1-3) وحركة رقاص الساعة كلها تمثل (حركة دورية periodic motion) وهي الحركة على مسار معين تتكرر بفترات زمنية منتظمة.



الشكل 1-3 نابض حلزوني

فإذا كانت هذه الحركة الدورية تنعكس دوراتها بفترات زمنية منتظمة فتسمى (الحركة الاهتزازية) والتي توصف بأنها حركة ذهاب وايابا حول نقطة معينة تسمى (موضع الاستقرار) او هي الحركة التي يصنعها الجسم المهتز على جانبي موضع سكونه او أتزانه الأصلي ومن امثلتها:

حركة البندول البسيط اذا ازيح عن موضع استقراره وترك ليتحرك بحرية وحركة فرعي شوكة رنانة بعد ان تطرق، الشكل (1-4).



الشكل 1-4 حركة فرعي شوكة رنانة

2-1 شروط توليد الحركة الاهتزازية :

لتوليد الحركة الاهتزازية واستمرارها لمدة معينة يشترط وجود :

1 – مصدر مجهز للطاقة يولد الاهتزاز ويغذي الجسم المهتز بالطاقة التي يفقدها عند كل هزة أو (تذبذب).

2 – القوة المعيدة هي التي تعيد الجسم المهتز الى موضع استقراره بعد تغير حالة اتزانه بمؤثر ما.

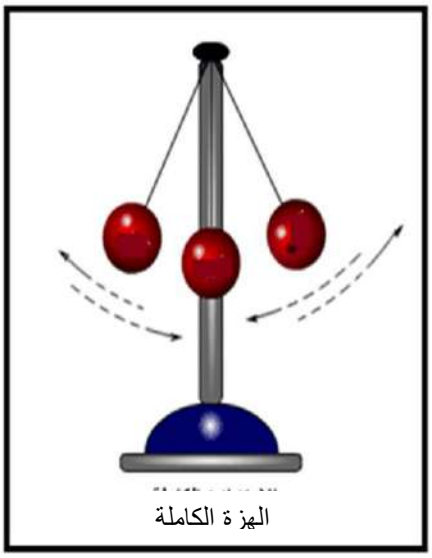
3 – الاستمرارية على الحركة الاهتزازية بفعل طاقته الحركية.

مصطلحات في الحركة الاهتزازية

1 – الذبذبة (الهزة) الكاملة

هي حركة جسم مهتز من نقطة وعودته مباشرة الى النقطة نفسها وبالاتجاه ذاته كحركة البندول. ان حركة الجسم المهتز عندما يمر بنقطة واحدة معينة في مسار حركته مرتين متتاليتين في نفس الاتجاه تمثل هزة كاملة.

لاحظ حركة البندول في الشكل (1-5).



الشكل 1-5 حركة البندول

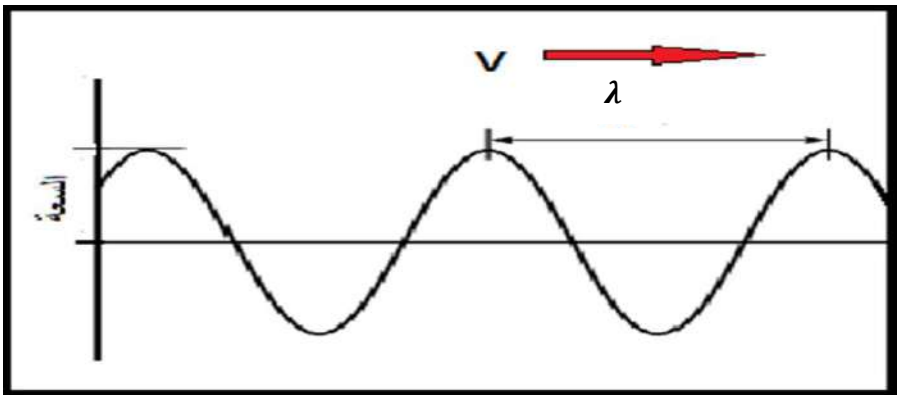
2 – الازاحة (Displacement)

هي بعد الجسم المهتز عن موضع استقراره.

3– التردد (f) (Frequency)

هي بعد الذبذبات للجسم المهتز في الثانية الواحدة. ويقاس بوحدة هيرتز (Hz)

ملاحظة: كلما قصر طول الموجة ازداد التردد والعكس صحيح. الشكل (1-6) يبين موجة تسير بسرعة (v) وطولاً موجياً (λ) وهو المسافة بين نقطتين متجاورتين على الموجة ولهما نفس الطور.



الشكل 1-6 حركة الموجة

فكر

ماذا تمثل المسافة بين مركزي تضاغطين او تخلخلين متعاقبين لشوكة رنانة ؟

4 – مدة الذبذبة (الزمن الدوري) (T)

هو الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل ذبذبة كاملة (دورة واحدة).

ملاحظة ان العلاقة العامة للتردد مع الزمن الدوري والتي تنطبق على جميع انواع الحركات الموجية هي:

$$f=\frac{1}{T}$$

فإذا كان التردد يمثل عدد الموجات (الذبذبات) لوحدة الزمن والذبذبة الكاملة تستغرق وقتاً قدره (T)

فأن التردد $(f) = \frac{\text{عدد الذبذبات}}{\text{الزمن اللازم لها}}$

مثال 1 : ما هو تردد موجة اذا كان زمنها الدوري 0.04 s ؟

الحل/

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0.04} \longrightarrow f = \frac{100}{4} \longrightarrow f = 25\ Hz$$

مثال 2 : احسب الزمن الدوري لموجة اذا كان ترددها 50Hz ؟

الحل/

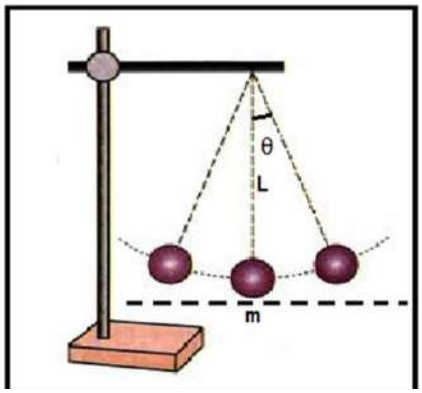
$$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{50} \longrightarrow T = 0.02\ s$$

5– السعة (Amplitude):

هي اقصى ازاحة للجسم المهتز عن موضع استقراره .

الشكل (1-7) .

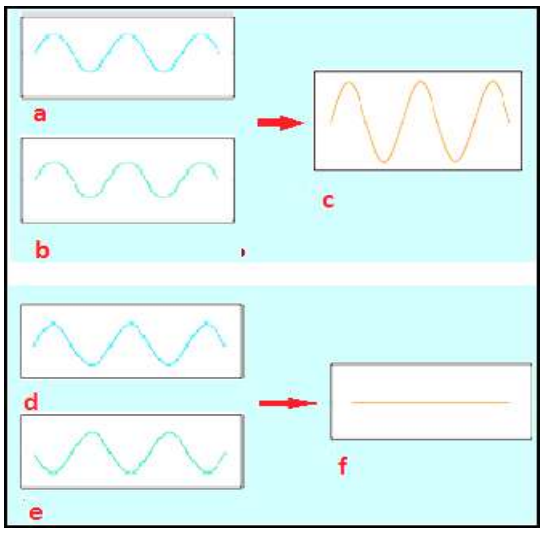


الشكل(1-7) اقصى ازاحة لجسم مهتز

6– الطور (Phase):

هو الحالة الاهتزازية للجسم المهتز من حيث الموضع واتجاه الحركة، لاحظ الشكل (1-8).

ان الطور يقدر بالدرجات على اساس ان الذبذبة الكاملة تمثل 2π زاوية نصف قطرية اي (360°) والجسم المهتز يمر بأطوار مختلفة خلال انجازه الذبذبة الكاملة ويعود ليكرر هذه الاطوار.



ان الموجات ذات الطول الموجي الواحد تكون في طور واحد عندما تقع قمم بعضها على بعض فاذا التقت موجتان مثل (a,b) في الشكل (1-8) ولهما نفس الطول الموجي وكانت قمة احدهما على قمة الثانية نحصل على موجة واحدة ذات سعة مضاعفة (c) ولها الطول الموجي للموجتين فهي في طور واحد.

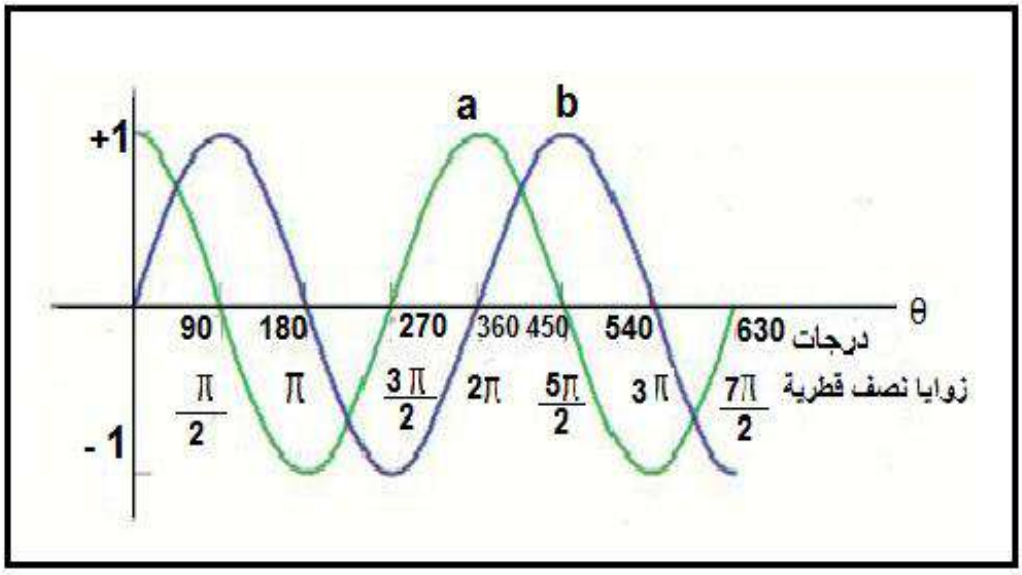
الشكل 1-8

أما اذا كانتا بطور مختلف مثل الموجتين (d,e) بحيث قمة احدهما على قعر الاخرى فسوف نحصل على موجة سعتها تساوي صفراً كما في الشكل (f-8-1).

7 – فرق الطور:

هو تغير الحالة الاهتزازية للجسم المهتز بين لحظتين مختلفتين او لجسمين مهتزين في اللحظة نفسها.

ان الدقائق التي لها نفس الازاحة وتتحرك في نفس الاتجاه وبنفس السرعة تكون في طور واحد اي لا يوجد بينهما فرق في الطور وعدا ذلك يكون هناك فرق في الطور. الشكل (1-9) يبين فرق في الطور بين حركتي الجسمين (a,b) مقداره ($\frac{\pi}{2}$) ربع دورة .

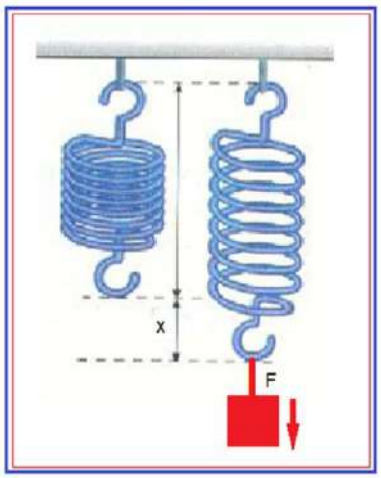


الشكل 1-9 يبين فرق الطور بين حركتي جسمين

3-1 الحركة التوافقية البسيطة (Simple Harmonic Motion)

تسمى الحركة الاهتزازية في ابسط صورها بالحركة التوافقية البسيطة **(وهي الحركة الاهتزازية على خط مستقيم يتناسب فيها كل من مقدار القوة المعيدة والتعجيل تناسباً طردياً مع الازاحة ويتجهان نحو موضع الاستقرار)** ومن امثلتها (حركة النابض الحلزوني وحركة البندول البسيط) ففي حالة النابض الحلزوني :

عند اهتزاز ثقل معلق بطرف نابض حلزوني وازاحته عن موضع استقراره، كما في الشكل (1-10) ازاحة ($\vec{x}$) بصورة شاقوليه ويترك وشأنه سوف يهتز نحو موضع استقراره بفعل قوة المرونة المتولدة من النابض جراء تغيير شكله الطبيعي وتكون هذه القوة في بدء الحركة مساوية لقوة السحب بالمقدار ومعاكسة لها بالاتجاه لتتجه نحو موضع الاستقرار وتسمى بالقوة المعيدة ($\vec{F}$) لانها تعيد الجسم الى موضع استقراره وتقاس هذه القوة بوحدة (Newton).



الشكل 1-10 تذبذب ثقل مثبت بنابض

ان الجسم يستمر في حركته صعوداً ونزولاً وتتكرر هذه الحركة وتستمر بشرط انعدام القوة المعيقة للحركة مثل الاحتكاك ومقاومة الوسط المحيط بالجسم.

وبما أن قوة المرونة تتناسب طردياً مع مقدار الاستطالة (حسب قانون هوك) :

$$\mathbf{F \propto -x}$$

$$\mathbf{\vec{F} = -K\vec{X}}$$

حيث ان

$\vec{F}$ = القوة المعيدة بوحدة نيوتن (N)

K = ثابت النابض بوحدة نيوتن\ متر (N/m)

$\vec{X}$ = الازاحة بوحدة متر (m)

(الاشارة السالبة تعني أن أتجاه القوة المعيدة عكس أتجاه الازاحة)

$$\because F=ma \Rightarrow \therefore ma = -kx$$

$$a = -\left(\frac{k}{m}\right)x \Rightarrow \alpha \propto -x$$

تذكر

تقل القوة والتعجيل الناتج عنها بالاقتراب من موضع الاستقرار حتى تصبح صفراً في موضع الاستقرار بينما السرعة الانية تكون بأكبر مقدار لها .

ان هذه النوابض لها استخدامات عديدة حيث تستعمل في الابواب والمسجلات والموازين والغسالات والتطبيقات التي تتطلب نماذج متنوعة من ادوات الشد والشكل (1-11) يبين بعض انواع النوابض.



الشكل 1-11 بعض انواع النوابض

البندول البسيط (Simple Pendulum)

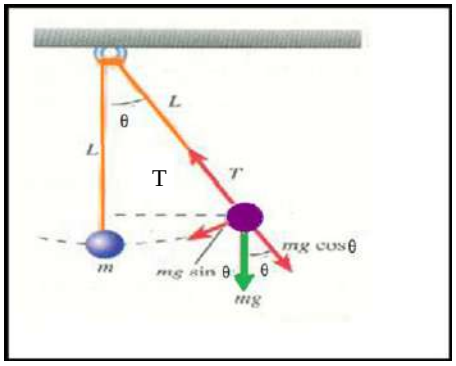
يمثل البندول البسيط ثقل او كرة مرتبطة بخيط طوله (L) مهمل الوزن وغير قابل للتمدد والاستطالة وكرته قابلة للاهتزاز حول نقطة معينة تسمى موضع الاستقرار ويكون البندول في حالة الاتزان عندما يكون الخيط رأسياً اي في موضع الاستقرار فاذا ازيح البندول عن موضع الاستقرار بحيث يصنع زاوية (ɵ) مع الشاقول كما في الشكل (1-12) سوف نجد ان هنالك قوتين مؤثرتين على كتلة كرته (m) وهي

1 – وزن الكرة (mg)

2 – قوة الشد في الخيط

لذا سوف يتحلل وزن الكرة الى مركبتين

- المركبة العمودية للوزن (mg cos ɵ) التي تعاكس قوة الشد في الخيط.
- المركبة المماسية للوزن (mg sin ɵ) والتي تحاول اعادة الكرة الى موضع الاستقرار او الاتزان وتسمى القوة المعيدة (F).



الشكل 1-12

يتوقف مقدار القوة المعيدة (F) على الازاحة الزاوية للبندول (ɵ) ووزن كرته.

اذ ان:

$$F = -mg \sin \theta$$

حيث ان (F) القوة المعيدة بوحدة Newton

والاشارة السالبة تدل على ان القوة المعيدة عكس اتجاه الازاحة الزاوية (ɵ)

هل تعلم:

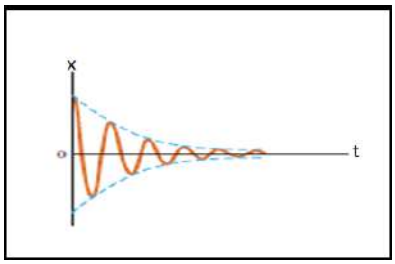
- ان مقدار القوة المعيدة يتناقص كلما اقتربت كرة البندول من موضع الاستقرار.
- يزداد مقدار القوة المعيدة كلما ابتعدت كرة البندول من موضع الاستقرار.
- يصبح مقدار القوة المعيدة (صفراً) في موضع الاستقرار لان الازاحة الزاوية (ɵ) بين مستوى امتداد الخيط وخط الشاقول تساوي صفر.

اي ان $F = -mg \sin(0)$

$F=0$

الاهتزاز المضمحل او المتلاشي (Damping Vibration):

في حالة الاهتزاز الحر للجسم سوف تتلاشى سعة الاهتزاز تدريجياً بسبب القوى المعرقلة لحركة الجسم وكلما ازدادت القوة المعرقلة او المعيقة فأن سعة الاهتزاز سوف تتلاشى بسرعة كبيرة وبمرور الوقت سوف يتوقف الجسم عن الحركة. لذا فأن سعة اهتزاز البندول سوف تقل بمرور الوقت نتيجة احتكاك الهواء مع كرة البندول وتقل سعة اهتزاز الثقل المعلق بطرف نابض مغمور في سائل لزج والشكل (1-13) يوضح الموجة المتلاشية.



الشكل 1-13 موجة متلاشية

ولكي يستمر اي نظام بالاهتزاز لفترة من الزمن لابد من تزويده بالطاقة باستمرار لتعويض الطاقة المفقودة خلال كل ذبذبة وذلك من خلال بذل شغل ضد قوى الاحتكاك كما في حالة دفع ارجوحة الاطفال باستمرار لتعويض طاقة الاهتزاز المفقودة في كل ذبذبة حيث تعتمد طريقة اهتزاز النظام على مقدار الطاقة المفقودة فيه ، لاحظ الشكل(1-14).



شكل 1-14 يوضح طاقة الاهتزاز

ملاحظة /عندما تكون زاوية التأرجح للبندول البسيط صغيرة بحدود (5°) تصبح حركته حركة توافقية بسيطة ويكون لهذه الحركة عادةً تردد ثابت وزمن ذبذبة معين الشكل (1-15) ويمكن حساب الزمن الدوري للبندول من العلاقة الاتية:

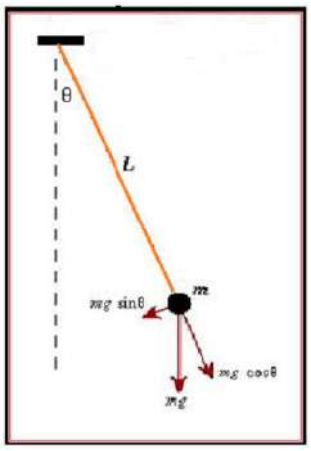
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

حيث ان (T) الزمن الدوري للبندول البسيط بوحدة (s) ثانية .

(L) طول البندول بوحدة (m) متر

(g) التعجيل الارضي بوحدة ($\frac{m}{s^2}$)

ملاحظة: بالرغم من بساطة النتيجة اعلاه الا انها تمثل طريقة دقيقة لقياس تعجيل الجاذبية في اي منطقة على سطح الارض من خلال قياس زمن الذبذبة او الزمن الدوري لبندول بسيط وقياس طوله.



الشكل 1-15 الحركة التوافقية للبندول

تذكر

ان تردد البندول وزمنه الدوري لا يعتمد على كتلة البندول (m) والازاحة الزاوية (θ) ولكنه يعتمد فقط على الطول (L) وتعجيل الجاذبية (g).

مثال 3: بندول بسيط مدة ذبذبته تساوي $\frac{22}{7}$ s جد طوله اذا كانت قيمة التعجيل الارضي هناك تساوي $9.8 \frac{m}{s^2}$ ؟

الحل /

نربع الطرفين

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$$

$$L = \frac{9.8 \times (\frac{22}{7} \times \frac{22}{7})}{4 \times (\frac{22}{7} \times \frac{22}{7})}$$

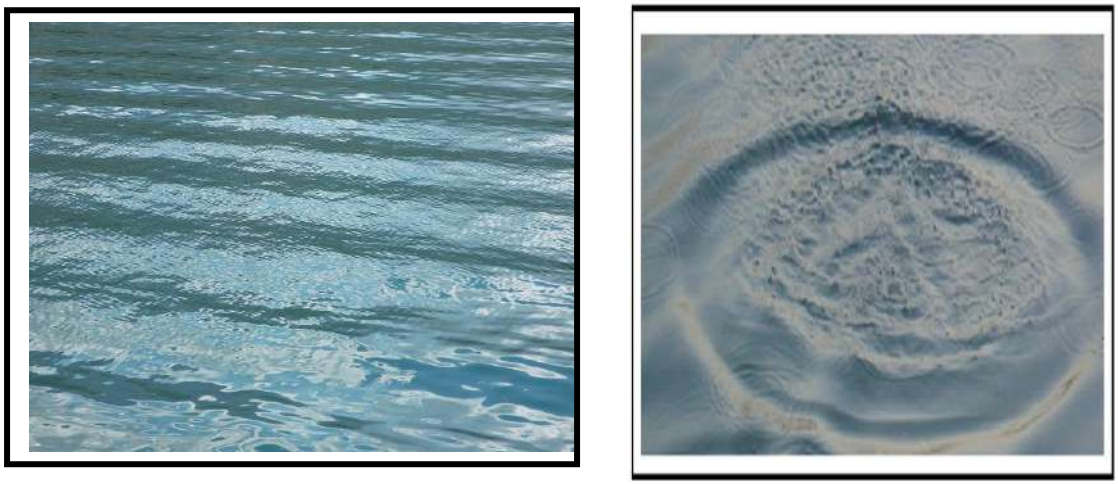
$$L = \frac{9.8}{4} = 2.45 \ (m)$$ طول البندول

1– 4 الحركة الموجية والصوت (Wave Motion and Sound):

مفهوم الموجة

الموجة: هي اضطراب لحظي ناتج عن مصدر طاقة مثل اهتزاز سطح الماء، الشكل (1-16)، أو اهتزاز شوكة رنانة او حركة شحنة في هوائي الارسال.

وينتشر الاضطراب في وسط مادي للموجات الميكانيكية او ينتشر في الفراغ وبعض الاوساط المادية للموجات الكهرومغناطيسية.



الشكل 1-16 موجات في سطح الماء

ويمكن تقسيم الحركة الموجية الى قسمين:

1– الموجات الميكانيكية (Mechanical Waves)

هي الموجات التي تحتاج لوسط مادي لانتقالها وقد يكون (غازاً – سائلاً – صلباً) ومن امثلتها الموجات الصوتية، الموجات الزلزالية، الموجات في الاوتار المهتزة، موجات الماء، كما في الشكل (1-17).

تذكر:

ان الموجات الميكانيكية على نوعين

1- موجات مستعرضة.
2- موجات طولية.



الشكل 1-17 موجات الماء

شروط توليد الموجة الميكانيكية :

- وجود مصدر مهتز يولد الاضطراب الموج .
- وجود وسط ناقل لأن الموجة الميكانيكية لا تنتقل بالفراغ.

هل تعلم:

الموجات الميكانيكية تنتقل بفعل قوة تسبب ازاحة موضعية لجسيمات الوسط عن مواقع استقرارها تكون مصدراً للاضطراب في جسيمات ذلك الوسط ونتيجة خواص الوسط في المرونة والاستمرارية ينتقل الاضطراب من منطقة الى اخرى فتتحرك جسيمات الوسط حركة اهتزازية في مسارات محددة بكافة الاتجاهات حول مواضع استقرارها من دون ان يرافقها انتقال في جسيمات الوسط.

2– الموجات الكهرومغناطيسية (Electromagnetic Waves):

هي الموجات التي لا تحتاج بالضرورة الى وسط مادي لانتقالها فهي تنتقل في الفراغ كما تنتقل في بعض الاوساط المادية. ومن امثلتها موجات المذياع والتلفاز والموجات الدقيقة (Micro Waves) وموجات الضوء والحرارة وغيرها.

تذكر

ان للموجات الكهرومغناطيسية نوع واحد فقط من الموجات هي الموجات المستعرضة.

فكر

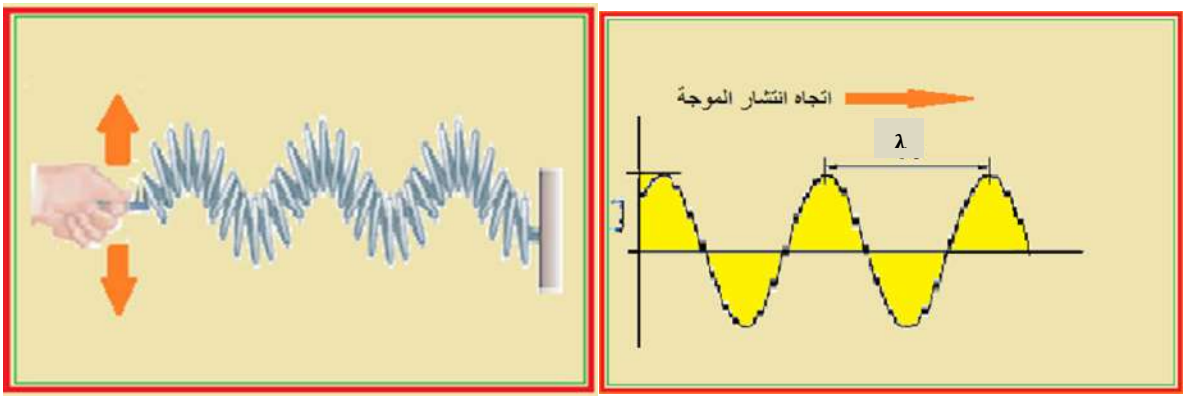
هل تتبدد وتتلاشى طاقة الموجات الميكانيكية والكهرومغناطيسية عند انتقالها في وسط مادي؟ ولماذا؟

انواع الموجات Kinds of Waves

1 – الموجات المستعرضة (Transverse Waves)

هي الموجات التي تهتز فيها جسيمات الوسط عمودياً على اتجاه انتشار الموجة ومن امثلتها الموجات المتولدة في الحبل المشدود في طرف واحد والنابض المحلزن حيث تكون حركة جسيمات النابض حركة توافقية بسيطة حول مواضع استقرارها وباتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة الشكل (a-18-1) كذلك يمكن تمثيل الموجة المستعرضة بمنحني الجيب او منحني الجيب تمام (sine , cosine) اذ يمثل الاحداثي (x) مواضع الاستقرار لجسيمات الوسط المهتز ويمثل الاحداثي (y) إزاحة الجسيمات عن مواضع استقرارها الشكل (b-18-1).

كما أن البعد بين قمتين متتاليتين أو قعرين متتاليين أو أي نقطتين متتاليتين لهم نفس الطور يمثل طول الموجة المستعرضة (λ).



(b) منحنى الازاحة للموجات المستعرضة (a) موجة مستعرضة في نابض افقي

الشكل 1-18

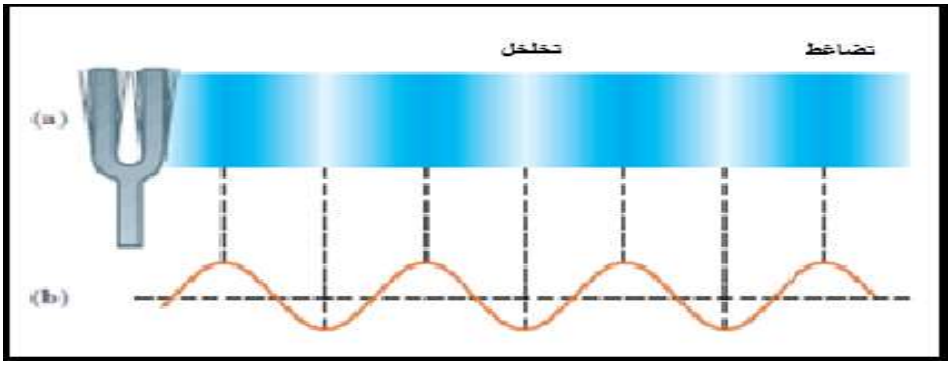
تذكر:

1 – القمة في الموجة تعني النهاية العظمى للإزاحة بالاتجاه الموجب اي اعلى نقطة يصل اليها الاضطراب الموجي .

2 – القعر في الموجة يعني النهاية العظمى للإزاحة بالاتجاه السالب اي اوطأ نقطة يصل اليها الاضطراب الموجي .

2– الموجات الطولية Longitudinal Waves:

هي الموجات التي تهتز فيها جسيمات الوسط باتجاه موازٍ لاتجاه انتشار الموجة ومثال على ذلك انتشار الموجات الصوتية في الهواء كاهتزاز شوكة رنانة وتكوين سلسلة من التضاغطات والتخلخلات بحيث تكون فيها حركة جسيمات الوسط حركة اهتزازية حول مواضع استقرارها وباتجاه يوازي اتجاه حركة الموجة. ومن الامثلة الاخرى حركة نابض محلزن. وتمثل الموجة الطولية بالرسم أما بخطوط مستقيمة متقاربة تمثل مناطق لتضاغط وأخرى متباعدة تمثل مناطق التخلخل او تمثيلها بيانياً بمنحني الجيب، لاحظ الشكل (1-19).



الشكل 1-19 الموجات الطولية

انطلاق الموجة Wave Speed:

ان انطلاق الموجة يمثل المسافة التي تبتعد فيها قمة الموجة او قعرها او مركز تضاغطها او مركز تخلخلها عن مركز التموج في الثانية الواحدة . فاذا كان طول الموجة (λ) وترددها (f) فأن العلاقة بين انطلاق الموجة (v) وترددها تعطى بالعلاقة الاتية

wave speed = (frequency)x(wave length)

$$v = f \times \lambda$$

وتصح هذه العلاقة للموجات جميعاً.

مثال : اهتز وتر مولداً موجة ترددها 100 Hz وطولها الموجي 0.2 m احسب انطلاق الموجة.

الجواب

$v = f \times \lambda$

$v = 100 \times 0.2 \longrightarrow v = 20$ m/s

تذكر:
ان انتقال الطاقة في الامواج المستعرضة يتم بوساطة انتقال القمم والقعور.

انتقال الطاقة في الامواج الطولية يتم بوساطة انتقال التضاغط والتخلخل.

تراكب الموجات Superposition of Waves :

لو القيت حجرين في بركة ماء ساكن ستلاحظ ان كل حجر اصبح مصدراً للتموج وستلاحظ تقدم هاتان السلسلتان من الموجات من بعضهما الى ان تتقاطع في منطقة ما ثم تستمر كلاً منهما بالتقدم من تلك المنطقة وتستمر بالانتشار دون تأثير احدهما بالأخرى ولكن دقائق الوسط في منطقة التقاطع سوف تتأثر بالموجتين في آن واحد وهذا التأثير الموحد يسمى (تراكب الموجات)، لاحظ الشكل (1-20) .ولهذا السبب تستطيع الاذن تمييز الاصوات المختلفة الصادرة في آن واحد .

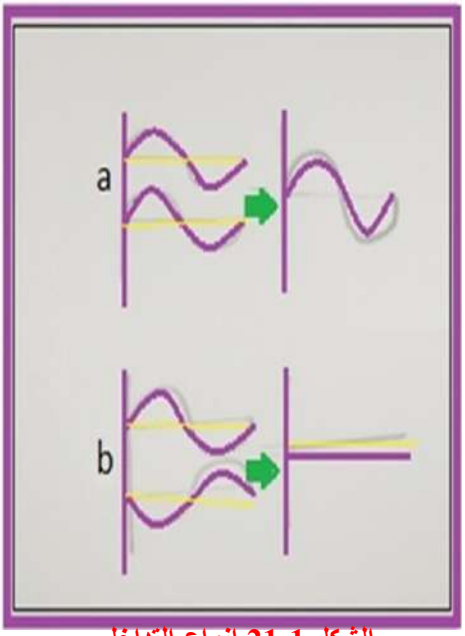


الشكل 1-20 تراكب الموجات

تداخل الموجات Interference of Waves:

هو اتحاد موجتين أو أكثر في ظروف مناسبة نتيجة للتأثير المشترك بينهما قد يسبب زيادة في الطاقة كما في التداخل البناء (التقوية) أو بسبب نقصان في الطاقة كما في التداخل الاتلافي (الاضعاف).

انواع التداخل:



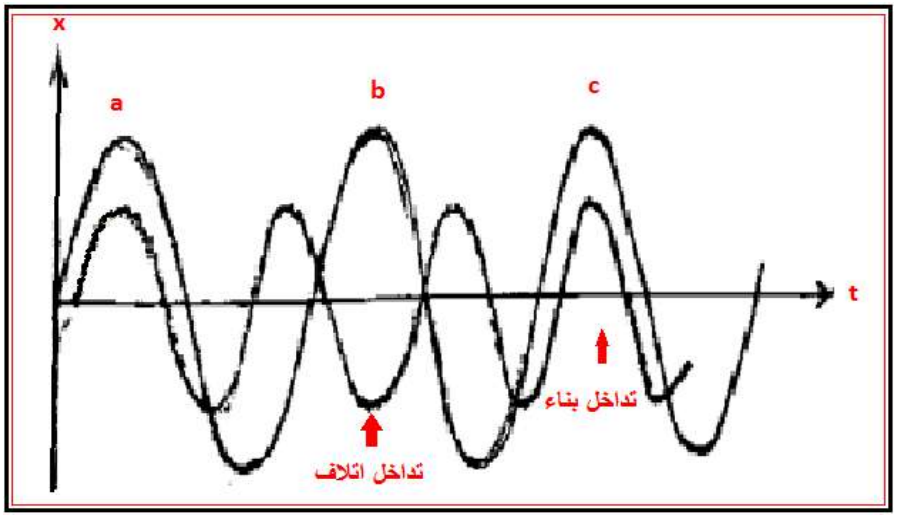
الشكل 1-21 انواع التداخل

1 – **التداخل البناء :** يحصل هذا التداخل اذا كان فرق الطور بين الموجتين يساوي صفر، كما في الشكل (a-21-1) اي انهما بنفس التردد والاتجاه لذا سوف يحدث تقوية بطاقة الموجة وتكون السعة المحصلة مجموع سعتي الموجتين المستعرضتين.

2– **تداخل اتلاف:** يحصل هذا التداخل عندما يكون فرق الطور بين المـوجتين يساوي (180°) اي انهما التردد والاتجاه ولـهما نفس المقدار من سعة الاهتزاز فيحصل انعدام بطاقة الموجة، كما في الشكل (b-21-1). ويحصل تداخل اضعاف عندما يكون فرق الطور بين الموجتين يساوي (180°) أي أنهما بنفس التردد والاتجاه ولهما مقدار مختلف من سعة الاهتزاز فيحصل اضعاف بطاقة الموجة.

5-1 الضربات في الصوت (Beats in sound)

هو العلو المفاجئ بالصوت متبوعاً بفترة من الخفوت النسبي يحدث نتيجة تراكب موجتين متقاربتين بالسعة وبينهما فرق قليل بالتردد تسيران بأتجاه واحد أو بأتجاهين متعاكسين بنفس الوسط. ويمكن تعريفها بشكل آخر، هو العلو والانخفاض المفاجئ بالصوت وبشكل دوري وذلك لوجود فرقاً قليلاً في التردد لا يتجاوز (7 Hz) للموجات المتداخلة مما يؤدي الى اختلاف تدريجي بالطور مسبباً في الحصول على (تداخل بناء يعقبه تداخل اتلافي) بصورة دورية، لاحظ الشكل (22-1) .



الشكل 1-22 ظاهرة الضربات

نلاحظ في نقطة (a) الشكل (1-22) تكون الحركتان بنفس الطور مع اختلاف قليل في التردد ومتقاربين في السعة والازاحات تتحدد بنفس الاتجاه وتكون سعة الحركة الاهتزازية في ذروتها وهذا يمثل (التداخل البناء) بحيث تكون محصلة الازاحة مساوية لمجموع الازاحتين .

وبمرور الوقت يحدث تغير تدريجي في فرق الطور بين الموجتين ليصل الى (180°) كما في نقطة (b) فتصبح الازاحتان متعاكستان وتصبح سعة الاهتزاز في ادنى مستوياتها وهذا يمثل (التداخل الاتلافي) ثم يمر الوقت ليصل فرق الطور بين الموجتين (360°) كما في نقطة (c) فيحصل تداخل بناء مرة اخرى وهكذا تستمر العملية وتتعاقب بين اقصى وادنى قيمة لها مع مرور الزمن وبتردد ثابت يسمى (تردد الضربات).

هل تعلم:

ظاهرة الضربات تعتبر وسيلة فائقة لضبط الآلات الموسيقية وضبط تردد وتر ما في آلة موسيقية وتعيين تردد مجهول لشوكة رنانة اخرى .

فكر!!!

لماذا لا تحدث ظاهرة الضربات عندما يتجاوز فرق التردد بين الموجات (7 Hz).

الرنين (Resonance):

هو أهتزاز جسم بتأثير جسم آخر مهتز يساويه بالتردد الطبيعي، فعندما تؤثر قوة خارجية (F) دورية في الاجسام القابلة للاهتزاز مثل الاسلاك، الجسور، ارجوحة الاطفال الشكل (1-23) بحيث يكون تردد القوة المؤثرة يساوي التردد الطبيعي للجسم المهتز فأن هذه الاجسام تهتز بسعات كبيرة نسبياً وهذا ما يدعى بالرنين وان تأثير القوة المؤثرة على الجسم يصل اقصى ما يمكن عندما يكون ترددها يساوي التردد الطبيعي للجسم اي ان القوة في حالة رنين مع الجسم .



الشكل 1-23

6-1 طبيعة وتولد الصوت:



الشكل 1- 24 انتشار الصوت

الصوت هو سلسلة من التضاغطات والتخلخلات التي تنتشر في اوساط مادية وتتحسس بها الاذن البشرية الشكل (1-24).

ان الموجات الصوتية هي موجات ميكانيكية طولية دورية ذات

ازاحة باتجاه الموجة وتنتقل في اي مادة تقريباً سواء كانت هذه المادة (صلبة او سائلة او غازية) وتنشأ بوساطة آلية لتوليد الموجات التضاغطية في الوسط المحيط ومن امثلتها (وتر الجيتار المهتز والاحبال الصوتية والغاز المنفجر في مفرقعة نارية).

هل تعلم:

ان الصوت لا ينتقل في الفراغ لعدم وجود المادة التي يمكنها نقل التضاغطات الموجية والتجربة على ذلك اننا لا نسمع صوت جرس يرن داخل غرفة مفرغة من الهواء وذلك لعدم وجود مادة لحمل الاهتزاز الى اذننا.

يتطلب توليد الصوت وانتشاره مجموعة شروط وهي:

1 – وجود مصدر يولد الاضطراب الموجي مثل (الاوتار المهتزة في الآلات الموسيقية والوترية واهتزاز الهواء في الصافرة والناي والمزمار)، لاحظ الشكل (1-25).

2 – وسط ناقل للصوت.

3- الاستمرارية.



الشكل 1-25 بعض الآلات الموسيقية والوترية

7-1 انطلاق الصوت

ليس من الضروري ان يولد كل اهتزاز صوتاً مسموعاً حيث ان تردد الموجات الصوتية التي تحسسها الاذن البشرية يتراوح بين (20 Hz الى 20 KHz) ويعتمد انطلاق الصوت على طبيعة الوسط الناقل.

لذا فأن انطلاق الصوت في الجوامد اكبر من انطلاقه في السوائل وهذا اكبر من انطلاقه في الغازات. ويبين الجدول (1-1) سرعة الصوت في بعض الاوساط.

ويعتمد انطلاق الصوت في الغازات على (درجة الحرارة ونوع الغاز) حيث يبلغ انطلاق الصوت في الهواء (331 m/s) عند درجة الصفـــر السيليزي ويزداد الانطلاق بمقدار (0.6 m/s) كلما ارتفعت درجة الحرارة (T°) سيليزية واحدة. لحساب انطلاق الصوت (v) في درجة حرارة (T°) سيليزية، نستعمل العلاقة الآتية:

$$v = 331 + 0.6\,T$$

الجدول 1-1

سرعة الصوت في بعض الاوساط		v (m/s)
الاوكسجين	0 C°	317
الهواء	0 C°	331
الهواء	25 C°	346
الهليوم	0 C°	972
الهيدروجين	0 C°	1284
الكيروسين	25 C°	1324
الزئبق	25 C°	1450
الماء	25 C°	1493
الرصاص		1322
فلز النحاس		3560
الالمنيوم		1450
الحديد		5130

مثال 3: احسب طول الموجة الصوتية المتولدة في الهواء لشوكة رنانة ترددها 722 Hz اذا كانت درجة حرارة الهواء في ذلك الوقت 50 C° ؟

الحل:

$$v = 331 + 0.6\,T = 331 + 0.6 \times 50$$

$$v = 331 + 30 = 361\ \text{m/s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \lambda = \frac{361}{722} \rightarrow \lambda = 0.5\ m$$

خصائص الصوت (Sound Characteristics):

اثبتت الدراسات ان معظم الناس لا يستطيعون سماع الاصوات التي يتجاوز ترددها 20000 Hz ولا يستطيع معظم الناس ان يسمعوا الاصوات التي يقل ترددهـــا عن 20 Hz وان افضل سمـــاع للصوت يكون بين 1000 Hz الى 10000 Hz ان بعض الاصوات التي نسمعها تكون شديدة كقصف الرعد او منخفضة (همس) ومنها غليظة كصوت الرجل او حادة كرنين الاجراس وبعض الاصوات ترتاح في سماعه مثل تغريد البلابل وبعضها يسبب عدم الراحة والصداع مثل اصوات المكائن الثقيلة والانفجارات والمطارق، لاحظ الشكل (1-26).



الشكل 1-26

وتختلف الاصوات عن بعضها البعض بخصائص اساسية هي :

1- علو الصوت
2- درجة الصوت
3- نوع الصوت

ظاهرة دوبلر Doppler Effect

يمكن ملاحظة هذه الظاهرة عندما تتحرك سيارة اسعاف مقتربة او مبتعدة عنك حيث يكون تردد صوت الصفارة الذي تسمعه عند اقتراب السيارة منك اعلى من الذي تسمعه عند ابتعاد السيارة عنك وهذا يعني ان تردد الصوت يرتفع عند اقتراب المصدر الصوتي منك وينخفض عند ابتعاده عنك الشكل (1-27).

وتبحث ظاهرة دوبلر في تغير تردد الموجة المسموعة التي يصدرها مصدر مصوت بوجود حركة نسبية بين المصدر والسامع عندما يكون الوسط ثابتاً او متحركاً.

فاذا كان الوسط ساكناً والمصدر والسامع في حالة اقتـراب من بعضـهما سـوف تزداد درجـة الصـوت اما في حالة ابتعادهما عن بعضهما سوف تقل درجة الصوت ومثال على ذلك صوت صافرة القطار حيث تزداد درجة صوت الصافرة باقتراب القطار من السامع وتقل بابتعاده عنه.



الشكل 1-27

واستثمر الفلكيون ظاهرة دوبلر في قياس سرعة النجوم والمجرات بالنسبة للأرض إذا كانت مقتربة أو مبتعدة عنها من خلال قياس تردد الأشعة الكهرومغناطيسية الصادرة عن النجوم ومقارنتها بتلك الترددات الصادرة عندما تكون في المختبر اي ثابتة بالنسبة للمراقب. وتستعمل شرطة المرور ظاهرة دوبلر في تقدير سرعة السيارة على الطريق من مقارنة الترددات الصوتية الصادرة عن محرك السيارة بمقارنة الترددات للسيارة الثابتة والمتحركة ومن ثم حساب قيمة السرعة للسيارة. وتستثمر ظاهرة دوبلر في مجال الطب من خلال موجات دوبلر فوق الصوتية (السونار) لفحص مقدار سريان الدم داخل الأوعية الدموية وغيرها لاحظ الشكل (1-28).



الشكل 1-28 جهاز دوبلر للأمواج فوق الصوتية

1– 8 الموجات فوق الصوتية Ultrasonic Waves:

الموجات فوق الصوتية (فوق السمعية): هي موجات ميكانيكية طولية قصيرة الطول الموجي تنتقل بسرعة الصوت في الاوساط المادية وبتردد عالي يتجاوز (20000 Hz).

ومن التطبيقات العملية للموجات فوق الصوتية:

لهذه الموجات تطبيقات عملية ومنها :

- تستثمر في حساب اعماق البحار الشكل (a-29-1) حيث يتم ارسال اشارة من الموجات فوق الصوتية نحو قاع البحر ويتم استقبال الاشارة المنعكسة عنه بوساطة مستقبل خاص وحساب زمن الذهاب والاياب للموجة المرسلة وبمعرفة سرعة هذه الموجات يمكن معرفة مقدار عمق البحر. كما ان الخفاش يستعمل

هذه الموجات في تسهيل حركته وتجنب الاصطدام بالأجسام او الحواجز التي تعترض طريقه وتحديد مواقع المخلوقات التي يتغذى عليها. لاحظ الشكل (1-29-b) وتستعمل الدلافين هذه الموجات لمعرفة ما يدور في محيطها، لاحظ الشكل (1-29-c).



a b c

الشكل 1-29

- تستثمر في كشف العيوب في بعض المواد المصنعة من المعادن او المطاط.
- تستثمر في التفتيت والتعقيم والصقل : حيث يتم مرور الموجات فوق الصوتية في سائل مما يؤدي الى زيادة سرعة وتعجيل جسيمات ذلك السائل فيسبب حدوث انقطاعات في اتصالات السائل بشكل فقاعات بالغة الدقة وعند توقف الانقطاعات يحدث ارتفاع لحظي في الضغط يصل الى آلاف المرات بقدر الضغط الجوي فيسبب تفتت الاجسام او الكائنات الحية في السائل ويتم اعتماد هذه الطريقة في معامل تخريم الزجاج كذلك تستعمل في ازالة الدهون وطبقات الاكاسيد من سطوح الاجسام.
- تستثمر في الطب في التشخيص والعلاج حيث تستعمل في التدليك بأمرارها على الجلد فتسبب اهتزازاتها السريعة تدليك العضلات، كما في الشكل (1-30).

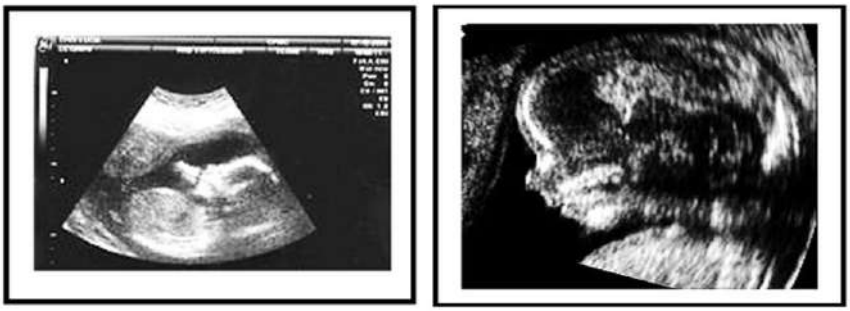


الشكل 1-30

وتستعمل في تحطيم الحصى في الكلى لاحظ الشكل (1-31). كذلك تستعمل هذه الموجات بوساطة جهاز السونار لتشخيص أمراض القلب والكشف عن وضع الجنين في الرحم، كما في الشكل (1-32a) يبين لنا تكوين الجنين في الأيام الاولى، والشكل (1-32b) يبين الجنين في الشهر الخامس من العمر.



الشكل 1-31



(a) (b)

الشكل 1-32

(اسئلة الفصل الاول)

س 1 / اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي :

1 – العوامل التي يتوقف عليها مقدار القوة المعيدة في البندول هي :

a) طول البندول.
b) التعجيل الارضي.
c) الازاحة الزاوية (ϴ) ووزن كرة البندول.
d) سعة الاهتزاز.

2 – مصدر مهتز يولد 12 موجة كل 4s فاذا كانت المسافة بين قعرين متتاليين هي 140 cm فأن سرعة الموجة هي :

a) 3.6 m/s
b) 4.2 m/s
c) 8.1 m/s
d) 0.55 m/s

3 – يحصل التداخل البناء بين موجتين لهما نفس التردد والاتجاه وفرق الطور بينهما:

a) 90° b) 180° c) 0° d) 270°

4 – عندما يقترب مصدر مصوت من راصد ساكن فأن درجة الصوت سوف:

a) تقل
b) تزداد
c) تتلاشى
d) لا تتأثر

س 2 / ضع كلمة (صح) أو (خطأ) امام كل عبارة من العبارات الآتية مع تصحيح الخطأ:

1– عندما تكون زاوية التأرجح كبيرة يتحرك البندول حركة توافقية بسيطة.
2– الموجات المستعرضة تتحرك في اجزاء الوسط عمودياً على اتجاه حركة الموجة.
3– انطلاق الصوت في الجوامد اكبر من انطلاقه في السوائل.
4– ان مقدار القوة المعيدة لكرة البندول تتزايد كلما اقتربت الكرة من موضع الاستقرار.
5 - لا ينتقل الصوت في الفراغ.
6- الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ وكل الاوساط المادية.
7– الموجات فوق الصوتية تقل ترددتها عن (20 kHz).

مسائل الفصل الاول

س 1 / جد التردد والزمن الدوري لبندول بسيط طوله 490 cm اذا كانت قيمة التعجيل الارضي هناك $9.86\ m/s^2$ ؟

الجواب / $f = 0.22\ Hz$, $T = 4.44\ s$

س 2 / جد عدد الموجات التي يولدها مصدر مهتز خلال (0.05 min) بتردد (5 Hz) ؟

الجواب / 15 موجة

س 3/ اوجد الطول الموجي لصوت سيارة اسعاف تردده 1000 Hz اذا كانت درجة حرارة الهواء في ذلك الوقت 0°C؟

الجواب / $\lambda = 0.331\ m$

الفصل الثاني

الموائع والضغط في السوائل

مفردات الفصل

2-1 الكثافة
2-2 الضغط في السوائل
2-3 قاعدة باسكال
2-4 مبدأ ارخميدس
2-5 القوة الدافعة
2-6 الشد السطحي
أسئلة ومسائل الفصل

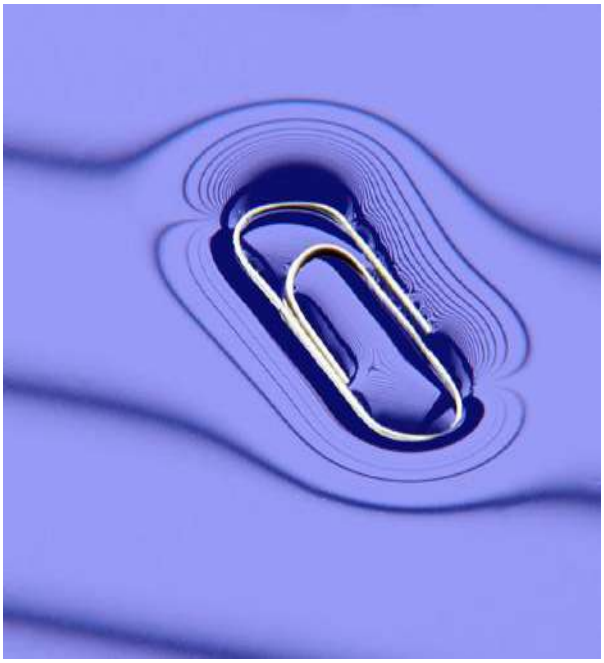
الاهداف السلوكية:-

بعد اكمال هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على :-

1- فهم حدوث الضغط في السوائل وكيفية قياسه واهميته.
2- التعرف على قاعد باسكال.
3- التعرف بمبدأ ارخميدس وتطبيقاته.
4- فهم القوة الدافعة .

المصطلحات العلمية:-

الكثافة	density
الكتلة	mass
	homogenous fluid
الحجم	volume
المائع المتجانس	
الضغط	pressure
محصلة القوى	resultant force



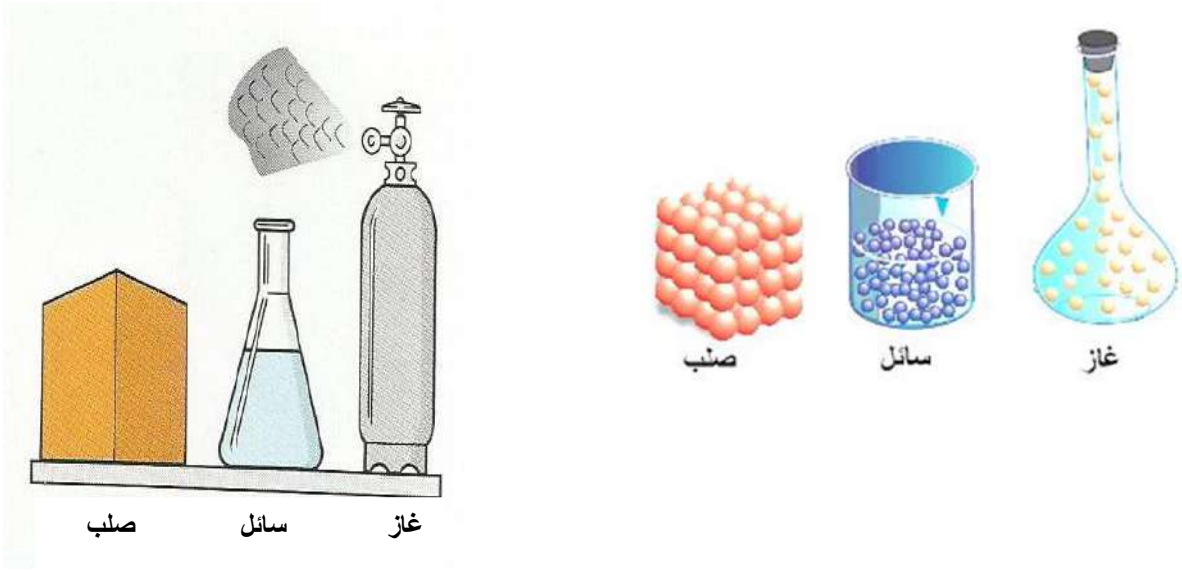
2-1 الكثافة:

هي كمية المادة الموجودة في حجم معين، وهي تعبر عن مدى تكتل او تجمع المادة في الحيز. لذلك يعبر عنها بأنها كتلة وحدة الحجوم ويرمز لها بالرمز (ρ) ووحداتها وحدات كتلة على وحدات حجم (g/cm^3 او kg/m^3)، اي ان:

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} \quad \text{««««} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

بالنسبة للمادة فإن الكثافة هي مقياس لتجمع الجزيئات في حيز معين ولذلك دائماً ما تكون كثافة الصلب أعلى من كثافة السائل وكثافة السائل أعلى من كثافة الغاز. وكما يلاحظ في الشكل (2-1). لذلك عند التمييز بين المواد في مدى تجمع جزيئاتها سوف نلجأ الى القيمة العددية للكثافة، فمثلاً عندما نقول ان الرصاص أثقل من الالمنيوم تتم هذه المقارنة بواسطة كثافة كل منهما، إذ أن كثافة الرصاص هي $11000\ kg/m^3$ وكثافة الالمنيوم $2700\ kg/m^3$.

تعتمد كثافة المائع المتجانس (سائل او غاز) على نوع المائع وعلى درجة حرارته والضغط المسلط عليه. الا انه في اغلب التغيرات الطفيفة في الضغط ودرجة الحرارة للسوائل تعتبر الكثافة ثابتة للأغراض الحسابية. آما كثافة الغاز فهي حساسة جداً للتغير في درجة الحرارة والضغط فلا يمكن اعتبارها ثابتة للأغراض الحسابية. الجدول (2-1) يبين قيم الكثافات التقديرية لبعض المواد في الظروف القياسية.



شكل 2-1

الجدول 2-1 يبين قيم الكثافات التقديرية لبعض المواد في الظروف القياسية

المادة	الكثافة (kg/m^3)	المادة	الكثافة (kg/m^3)
الهواء	1.3	الهيدروجين	0.09
الكحول	790	الجليد	920
الالمنيوم	2700	الحديد	7880
الخشب	570	الرصاص	11340
الخرسانة	2300	الزئبق	13600
الكازولين	680	الفلين	240
الذهب	19000	الماء النقي	1000
الهيليوم	0.18	ماء البحر	1030

2-2 الضغط في السوائل:

عندما نلاحظ ان هناك قوة (F) تؤثر بشكل عمودي على سطح مساحته A، نقول أن هذه القوة تسلط ضغطاً على السطح ومقداره عبارة عن قسمة القوة على المساحة:

$$\therefore \text{الضغط} = \frac{\text{القوة العمودية}}{\text{المساحة}}$$

$$\mathbf{P = \frac{F}{A}}$$

اذ ان P هو الضغط

إذا كانت القوة مقاسة بالنيوتن (N) والمساحة مقاسة بالمتر المربع (m^2) نلاحظ أن الضغط له وحدات $\left(\frac{N}{m^2}\right)$ وهذا ما يسمى (باسكال) (Pa) .

$$\mathbf{1\ Pa = \frac{N}{m^2}}$$

ان الباسكال وحدة صغيرة جداً حيث ان ما يضغط به الابهام على سطح منضدة لأجل قيام الشخص يعادل آلاف الباسكال ولذلك فإن قيم الضغوط العالية تقاس بالكيلو باسكال (kPa) والمليون باسكال (MPa).

مثال :- فتاة كتلتها 60 kg تتزن بالاستناد على كعب منفرد مساحته $0.5\ cm^2$ احسب الضغط الذي تسلطه الفتاة على الأرض.

الحل: ان الثقل المسلط على الكعب هو وزن الفتاة ويحسب بضرب الكتلة في التعجيل الأرضي

$$F = mg$$
$$= 60kg \times 9.8\ m/sec^2 = 588\ N$$
$$A = 0.5 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-5}\ m^2$$

لذلك فإن الضغط المسلط:

$$P = \frac{f}{A}$$
$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{588N}}{\mathbf{5\times10^{-5}m^2}} = 1.2 \times 10^7\ N/m^2 = 12\ MPa$$

الضغط في السوائل(الموائع):

يعتبر الضغط مفيد جداً عندما يجري الكلام عن السوائل والغازات (الموائع) وللأسباب الآتية:-

1- **القوى التي يؤثر بها المائع على جدران الحاوية، تساوي تلك التي يؤثر بها الجدران على المائع، حيث دائماً يؤثر المائع بقوة على الجدران.**
2- **القوة المؤثرة بسبب الضغط في المائع هي نفسها في كل الاتجاهات عند عمق معين.**
3- **الضغط الخارجي المسلط على المائع ينتقل بانتظام خلال المائع.**



شكل 2-2

هذه الخواص تعني انه يمكننا نقل القوة من محل الى آخر بتسليط ضغط بوساطة مضخة الى مائع عند نهاية معينة لأنبوب ومن ثم السماح للمائع عند النهاية الأخرى من الأنبوب دفع مكبس متحرك. وإن المكائن التي تنقل بها القوى بواسطة السوائل تسمى الهيدروليك hydraulic، كما في الشكل (2-2). والتي تستخدم الهواء المكبوس تسمى الهوائيات pneumatic.

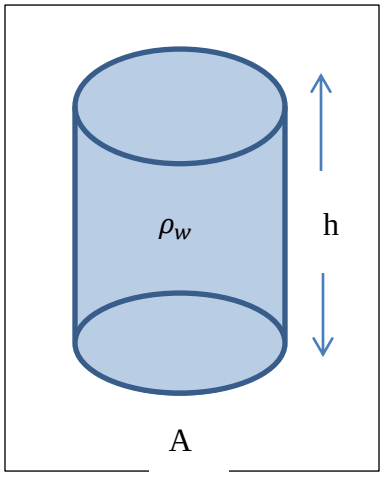
الضغط في السوائل الساكنة:

هو القوة المسلطة عمودياً على وحدة المساحة. ولحساب الضغط في السوائل نفرض المساحة الافقية (A) على عمق (h) من سطح السائل، كما في الشكل (2-3). أن القوة المؤثرة عمودياً على المساحة (A) هي وزن العمود السائل الذي ارتفاعه (h) ومساحته (A)، وإذا اعتبرنا السائل ساكن فأن كثافته (ρ) تبقى ثابتة.

$$\rho = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho gAh}{A}$$

ضغط السائل=كثافة السائل×التعجيل الارضي×العمق

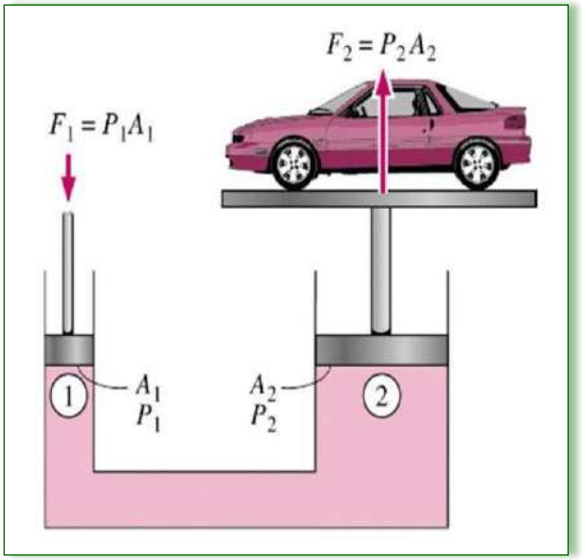
$$\mathbf{P_h = \rho gh}$$



الشكل 2-3

3-2 قاعدة باسكال:

الضغط المسلط على مائع محصور ينتقل بدون نقص الى كل جزء من المائع وجدران الوعاء. أن قانون باسكال يتم شرحه بعمل الكابس الهيدروليكي كما في الشكل (2-4) حيث فيه مكبس مقطعه صغير مساحته A_1 يستخدم لتسليط قوة مثل F_1 مباشرة على سائل مثل الزيت.



شكل 2-4

الضغط $P = \frac{F_1}{A_1}$ ينتقل خلال الانبوب الرابط الى اسطوانة لها مقطع عرضي اكبر مساحته A_2. وبما ان الضغط نفسه في كلا الاسطوانتين($P_1=P_2=P$) لذلك:

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \boxed{F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1}$$

مما تقدم يلاحظ أن المكبس الهيدروليكي هو جهاز لتضخيم القوة بمعامل تضخيم يساوي النسبة بين مساحة المكبس الكبير الى مساحة المكبس الصغير. ومن الاجهزة المستخدمة في الحياة العملية التي تطبق بها قاعدة باسكال، كراسي الحلاقين وكراسي اطباء الاسنان ورافعات السيارات والموقفات الهيدروليكية.

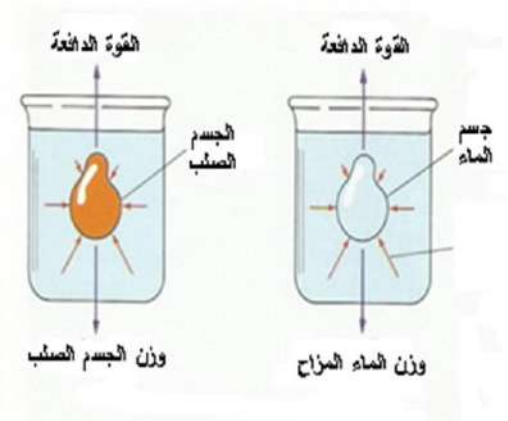
4-2 مبدأ (قاعدة) ارخميدس:

تصور إناء فيه ماء، وإن الماء يصل الى الحافة. الآن ادفع بيدك الماء الموجود، ستلاحظ ان قسماً من ماء الإناء ينسكب الى الخارج وإن قوى تعيق غمر اليد في الماء. إن الماء المنسكب لو تم لنا قياس حجمه لكان بقدر حجم الكف والأفضل من ذلك ان يتم استبدال الكف بجسم منتظم الشكل حتى يتم تحديد حجم الماء المنسكب مقارنة بحجم الجسم. ولو تم حساب وزن الجسم وهو مغمور في الماء لوجدنا أن وزنه أقل من وزنه وهو في الهواء وهذا يشير الى مقدار قوة الدفع والتي هي النقص في وزن الجسم. من هنا نصل الى مبدأ (قاعدة) ارخميدس وهو (إن قوة الدفع على جسم مغمور في الماء أو اي مائع آخر تساوي وزن السائل المزاح من قبل الجسم).

5-2 القوة الدافعة:

من الفقرة أعلاه يلاحظ أن القوة الدافعة هي التي تجعل المناطيد تطير في الهواء والسفن تطفو على سطح المياه، لذلك فإن قوة الدفع إذا كانت اكبر من وزن الجسم فإنها تجعله يطفو أما اذا كانت أصغر من وزنه فإن الجسم سوف يغطس.

تصور أن لدينا جسم حجمه (V) وضع في قدح فيه ماء كما في الشكل (5-2) فإن كمية من الماء لها نفس الحجم والشكل في القدح تؤثر بقوة دافعة مقدارها وزن الماء المزاح وهو:



شكل 5-2

$$W_{ماء} = \rho Vg$$

ρ: كثافة الماء، V: حجم الماء

g: التعجيل الأرضي

وزن المائع المزاح=حجم الجسم المغمور×كثافته الوزنية للمائع

الكثافة الوزنية=الكثافة الكتلية للمائع×التعجيل الارضي

ان قوة دفع الماء هي محصلة لكل القوى المؤثرة على الجسم الموضوع في الماء وإن اتجاه هذه القوة دائماً الى الأعلى لأن الضغط عند اسفل الجسم أكبر بكثير من الضغط على الأعلى.

عليه فإن قوة دفع الماء هي مساوية لوزن الماء المزاح وهكذا في كل مائع يغمر فيه جسم. قوة الدفع:

قوة الدفع على جسم مغمور في المائع = وزن المائع المزاح

$$F_b = \rho Vg$$

وبذلك يمكن القول أن أي جسم عندما يغمر في مائع تؤثر فيه قوتان هما:

1- وزن (mg) ويكون متجهاً عمودياً نحو الاسفل.
2- قوة الدفع (F_b) وتكون متجه عمودياً نحو الاعلى.

مثال :- كثافة شخص أقل بقليل من كثافة الماء النقي، اعتبر ان هذه الكثافات متساوية. احسب القوة الدافعة للهواء الجوي على الشخص. علما ان كتلته (60 kg). علماً أن كثافة الكتلية للهواء ($1.3\ kg/m^3$).

الحل: أولا لابد من ايجاد حجم الشخص

$$V = \frac{m}{\rho_{ماء}} = \frac{60kg}{1\times\frac{10^3 kg}{m^3}} = 0.06\ m^3$$

القوة الدافعة تساوي وزن الهواء المزاح

$F_b = w_{هواء} = \rho_{هواء} . V_{الشخص} . g$

$= (1.3\ kg/m^3)\ (0.06\ m^3)\ (9.8\ m/s^2)$

$= 0.76\ N$

ان شرط طفو الجسم في ماء، هو ان معدل كثافته يجب أن تكون أقل من كثافة المائع، كما في الشكل (2-6) (الجليد اقل كثافة من الماء)، والآن يثار سؤال هو لماذا تطفو الباخرة التي تصنع عادة من الصلب والذي كثافته حوالي ثمان مرات كثافة الماء، السبب هو ان الباخرة تكون مجوفة وحتى ان حملت بحمولات كبيرة تبقى كثافتها قليلة مقارنة بحجمها لذلك تطفو، لكن ان حصل أن ثقبت الباخرة او حصل فيها تسرب فإن كثافتها سوف تكون أكبر بكثير من الماء لذلك تغرق.



الشكل 2-6 طفو الكتل الجليدية فوق سطح الماء

7-2 الشد السطحي:

هي محاولة سطح السائل في التقلص والحصول على أصغر مساحة ممكنة ويعتمد الشد السطحي على نوع السائل ودرجة الحرارة. فعند غمر فرشاة الحلاقة في الماء وإخراجها يلاحظ ان الفرشاة كونت شكلاً مدبباً عند النهاية، وإن ابرة الخياطة اذا تم وضعها برفق على سطح الماء فسوف تطفو حتى لو كانت كثافة مادتها عشرة أمثال كثافة الماء كذلك قطارة العين يمكن أن تقسم السائل الذي بداخلها على هيئة قطرات دون حالة الجريان، إن هذه الظواهر وغيرها شكل (2-7) تؤكد وجود سطح حدي بين السائل وبعض المواد.





شكل 2-7 بعض الامثلة على ظاهرة الشد السطحي

فكر!!!

لماذا يستخدم الزئبق في انبوبة قياس الضغط و لا يستخدم الماء او الكحول؟

ان الظواهر السطحية تدلل على ان سطح السائل يمكن ان يعتبر في حالة شد، لذلك اي خط يمتد على أو في السطح المحدد فإن المادة على أي جانب من الخط تؤثر بقوة سحب على المادة التي على الجانب الآخر. هذا السحب يقع في مستوى السطح ويكون عمودياً على الخط.

هل تعلم!!!!!



ان هناك انابيب شعرية دقيقة جداً تسمى الانابيب النانوية (Nano Tubes)، يبلغ قطرها اجزاء من 10^{-9} متر فهي طويلة جداً نسبةً الى قطرها. وابرزها تلك المصنوعة من عنصر الكاربون وهي مفيدةً في العديد من التطبيقات في مجال تقانة الصغائر ، الإلكترونيات ، البصريات ، بالإضافة إلى العديد من المجالات الأخرى ذات الصلة بعلم المواد، وكذلك مجموعةٍ أخرى من الاستخدامات المتوقعة في مجالات الهندسة المعمارية. كما أنه قد يكون لها بعض الاستخدامات في بناء الدروع الواقية للبدن. حيث أنها تُظْهِر قوةً استثنائيّة، وخصائصاً كهربائية فريدة، كما أنها تعمل كموصلاتٍ جيدةٍ للحرارة.

اسئلة الفصل الثاني

1- ما هي وحدات الكثافة و الضغط؟
2- لماذا تطفو أبرة الخياطة برفق على سطح الماء دون أن تتبلل؟
3- لماذا تطفو الباخرة في الماء مع ان كثافة مادة الصلب المصنوعة منها الباخرة اعلى بكثير من كثافة الماء؟
4- املاء الفراغات الاتية:-
   1- تعتمد كثافة المائع المتجانس على ------- و -------- و ---------- .
   2- لحساب الضغط الذي يسلطه يجب معرفة --------- .
   3- المكبس الهيدروليكي هو جهاز --------- بمعامل تضخيم القوة بمعامل تضخيم يساوي النسبة بين ---------- الى ---------- .
   4- ---------- هو قوة الدفع على جسم مغمور في الماء أو اي مائع آخر تساوي وزن السائل المزاح من قبل الجسم.
   5- عند غمر جسم في مائع فأن قوة دافعة تدفع الجسم ---------- .

مسائل الفصل الثاني

1- اسطوانة معدنية من الحديد ارتفاعها (2 m) و مساحة كل قاعدة ($25\ cm^2$) تقف بشكل عمودي على احدى قاعدتيها. ما مقدار الضغط الذي تسلطه على الارض؟

ج: $1.5 \times 10^5\ kPa$

2- جسم وزنه (6000 N) وضع فوق سطح مساحته ($3\ m^2$) فما مقدار الضغط الواقع على السطح؟

ج: 2 kPa

3- مكبس هايدروليكي مكبسه الكبير مساحة مقطعه ($200\ cm^2$) ومساحة مكبسه الصغير($5\ cm^2$) .فاذا سلطت قوة 250 N على المكبس الصغير، احسب القوة على المكبس الكبير.

ج: 10 kN

4- احسب الضغط المسلط على غواص بعمق (20 m)، إذا علمت أن كثافة الماء ($1000\ kg/m^3$)، أستعمل (g=10 N/kg)

الفصل الثالث

الكهربائية الساكنة Electrostatic



مفردات الفصل

3-1 المقدمة
3-2 الشحنات الكهربائية ووحدة الشحنة الكهربائية
3-3 الموصلات والعوازل واشباه الموصلات
3-4 قانون كولوم
3-5 توزيع الشحنات الكهربائية على سطوح الاجسام الموصلة المعزولة
3-6 المجال الكهربائي
3-7 المجال الكهربائي في انظمة مختلفة
3-8 الجهد وفرق الجهد
3-9 المتسعات
اسئلة ومسائل الفصل

الاغراض السلوكية :-

بعد اكمال هذا الفصل ينبغي للطالب ان يكون قادراً على :-

1- فهم الشحنة الكهربائية وحدوث عملية التكهرب ووحدات القياس.
2- تفسير ظاهرة المجال الكهربائي وفرق الجهد وربط المتسعات.
3- التعرف على التركيب الذري للقوى بين الشحنات.
4- التعرف على الموصلات والعوازل الكهربائية واجراء المقارنة بينها .
5- التعرف بكيفية توزيع الشحنات على سطوح الاجسام.
6- فهم قانون كولوم.

قائمة المصطلحات



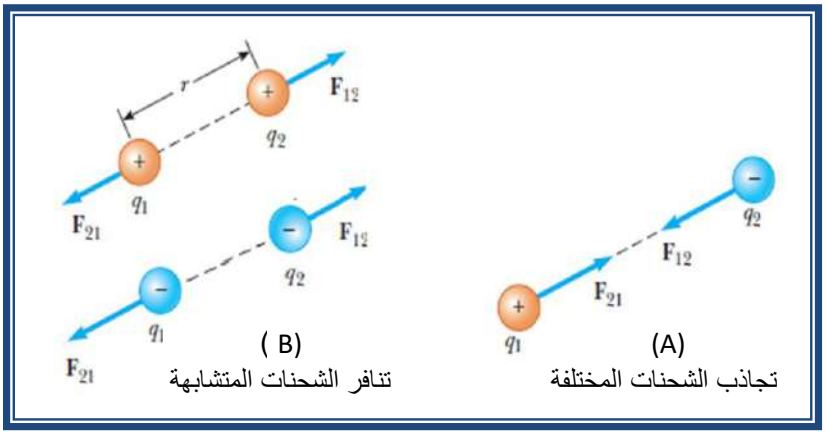
Semiconductors	اشباه الموصلات
Electric Potential	الجهد الكهربائي
Permittivity	سماحية
Negative charge	الشحنات السالبة
Positive charge	الشحنات الموجبة
Electric field intensity	شدة المجال الكهربائي
Insulator	عازل
Flux	الفيض
Electric force	القوة الكهربائية
Charge Density	كثافة الشحنة
Electrostatic	الكهربائية الساكنة
Electric field	المجال الكهربائي
Conserved	محفوظة
Quantized	مكممة

1-3 تمهيد

سنبدأ دراستنا للشحنة الكهربائية والكهرباء الساكنة ونناقش القوى التي تؤثر فيها الشحنات على بعضها البعض والمجالات الكهربائية ومفهوم الجهد وفرق الجهد. وسنلاحظ مدى قرب المفاهيم الكهربائية من بعض المبادئ الميكانيكية التي استعرضت في دراستك السابقة ومدى ارتباطها بمفاهيم الجذب الارضي والشغل والطاقة.

2-3 الشحنات الكهربائية ووحدة الشحنة الكهربائية

من المعروف انه يوجد نوعين من الشحنات الكهربائية والتي اطلق عليها العالم بنجامين فرانكلن (1706م- 1790م) الشحنات الموجبة والشحنات السالبة. اذ تتجاذب الشحنات المختلفة الى بعضها، لاحظ شكل (A-1-3) وتتنافر الشحنات المتشابهة ، لاحظ الشكل (B-1-3).



شكل 1-3

تمتاز الشحنات الكهربائية بكونها محفوظة في النظام المعزول. لان عملية الشحن تتم من خلال إنتقال الشحنات السالبة فقط من جسم الذي سيصبح موجب الشحنة الى الجسم الاخر الذي سيصبح سالب الشحنة اثناء عملية الشحن (الحث او الدلك او التماس). والشحنة الكهربائية مكممة اي تتواجد بأعداد صحيحة مضاعفة لأصغر قيمة اساسية للشحنة وهي شحنة الالكترون وتعطى قيمة الشحنة الكهربائية (Q) الكلية بالعلاقة الاتية

$$Q = ne$$

حيث Q : كمية الشحنة الكلية كولوم (coulomb)

n : عدد صحيح موجب ... $n = 1,2,3,$

e : شحنة الالكترون $(1.6 \times 10^{-19}\ C)$

تذكر

- **الكولوم هي وحدة قياس الشحنة الكهربائية**
- **الكولوم الواحد يعادل شحنة كمية من الالكترونات عددها $(6.25\times10^{18}e)$**
- **اجزاء الكولوم هي:**

المايكروكولوم ($1\ \mu C=10^{-6}\ C$) والنانوكولوم ($1\ nC=10^{-9}C$) والبيكوكولوم ($1\ pC=10^{-12}C$)

مثال :

تجمع على مشط بعد تحريره من الشعر في يوم منخفض الرطوبة شحنات سالبة بمقدار (1×10^{-8} C). ما عدد الالكترونات التي انتقلت من الشعر الى المشط؟

الجواب :

من العلاقة التي تربط مقدار الشحنة الكهربائية الكلية مع عدد الإلكترونات معادلة (1-3)

$$n=\frac{Q}{e}$$

اذ ان شحنة الالكترون معلومة

$(e=1.6\times10^{-19}\ C)$

$$n=\frac{1\times10^{-8}C}{1.6\times10^{-19}C}=6.25\times10^{10}$$

ويمثل عدد الالكترونات التي انتقلت الى المشط

3-3 الموصلات والعوازل واشباه الموصلات

يحدث انتقال للشحنات الساكنة عند التماس مع جسم موصل (معدني)، ويصاحبه حدوث شرارة كهربائية (تفريغ كهربائي) كمؤشر على انتقال الإلكترونات من الجسم المشحون الى الجسم الموصل. المواد الموصلة (مثل الذهب والفضة والنحاس والحديد ... الخ) تكون جيدة التوصيل للكهربائية لامتلاكها الكترونات حرة الحركة داخل المادة.

إما عند حدوث التماس بين جسم مشحون مع مواد مثل البلاستك او الزجاج او الخشب فسوف لن يحدث انتقال للشحنات (عدم حدوث تفريغ للشحنات بين الجسمين)، وذلك لعدم امتلاكها الكترونات حرة الحركة داخل المادة. هذه المواد يطلق عليها المواد العازلة وتكون فيها الالكترونات على ارتباط وثيق بنوى ذراتها ولا يمكنها التحرك داخل المادة.

النوع الثالث من المواد التي تعمل موصلا احيانا وعازلا احيانا اخرى اي لها خواص تقع ما بين النوعين والتي تسمى اشباه الموصلات مثل الجرمانيوم والسليكون، وتستعمل في تصنيع العديد من التقنيات الالكترونية مثل اجهزة الحاسوب والخلايا الشمسية واجهزة الاستنساخ والهواتف النقالة...الخ.

4-3 قانون كولوم Coulomb's law

تنافر الشحنات المتشابه وتجاذب الشحنات المختلفة يكون ناتج عن تأثير قوة ما بين الشحنات يطلق عليها بالقوة الكهربائية. إذ تمكن العالم شارلس كولوم، شكل (2-3) عام 1785م من صياغة قانون تجريبي لأساسيات القوة الكهربائية التي تنتج بين شحنتين نقطيتين من خلال استعمال ميزان الالتواء الذي ابتكره بنفسه والمبين في الشكل (3-3).اذ يتكون من كرتين مشحونتين (A) و(B). احدهما ثابتة (B) والاخرى متحركة (A) معلقة بسلك رفيع الى مقياس الالتواء مثبت في اعلى الجهاز.

فإذا تولدت قوة بين الكرتين المشحونتين تجاذب ام تنافر تسببت بالتواء سلك التعليق ناقلة الحركة الى مقياس الالتواء. ومن خلال حساب زاوية الالتواء يمكن حساب القوة الكهربائية بين الشحنتين.



جارلس كولوم (1736-1806)
Charles-Augutin de Coulomd
عالم فرنسي اختص بدراسة الكهرباء الساكنة والمغناطيسية ومن افضل اكتشافاته قانون كولوم وقوى التنافر والتجاذب بين الشحنات وسميت وحدة الشحنة الكهربائية كولوم نسبة له.

شكل 2-3

اعتمادا على النتائج التجريبية فقد توصل العالم كولوم الى ان **القوة الكهربائية (F_e) المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين ساكنتين تتناسب طرديا مع مقدار كل من الشحنتين وعكسيا مع مربع البعد (r) بينهما**، لاحظ شكل (3-3).

القوة الكهربائية (F_e)= ثابت التناسب (k_e) × $\frac{\text{الشحنة } (q_1) \times \text{الشحنة } (q_2)}{\text{مربع المسافة بينهما } (r^2)}$

$$F_e = k_e \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

اذ ان(k_e): ثابت كولوم.

q_1, q_2: شحنتان نقطيتان

r: البعد بين الشحنتين.

فاذا كانت وحدة الشحنات (q_1, q_2) بالكولوم و (r) بالمتر فان قيمة (k_e) تعتمد على الوسط الذي تتواجد فيه الشحنتين الكهربائيتين فاذا كان الوسط فراغ فان:

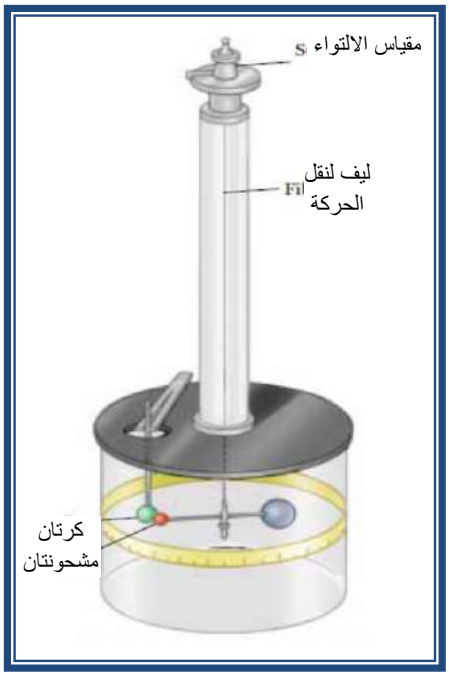
$$k_e = 8.9875 \times 10^9 \ N.\frac{m^2}{C^2}$$

$$k_e \cong 9 \times 10^9 \ N.\frac{m^2}{C^2}$$

كما ويمكن كتابة الثابت وفق المعادلة

$$k_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}$$

اذ ان(ε_o) (ابسيلون) ثابت يدعى سماحية الفراغ وقيمته ($\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12} \ c^2/Nm^2$)، جدول (1-3) يبين نوع الجسيمة وشحنتها وكتلتها



شكل 3-3 ميزان الالتواء

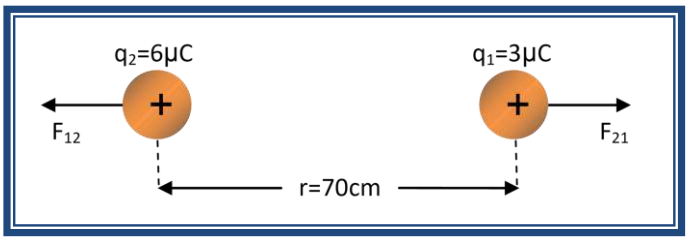
جدول 3-1 يبين نوع الجسيمة وشحنتها وكتلتها

نوع الجسيمة	الشحنة	الكتلة
الالكترون	$-1.6\times10^{-19}C$	$9.1091\times10^{-31}kg$
البروتون	$+1.6\times10^{-19}C$	$1.6725\times10^{-27}\ kg$
النيوترون	متعادل الشحنة (شحنته تساوي صفر)	$1.6748\times10^{-27}\ kg$

مثال:- وضعت شحنتان نقطيتان موجبتان شكل (3-4) تبعد بينهما مسافة (70 cm)، مقدار الشحنتين (+3μC) و(+6μC). احسب القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين مع ذكر نوع القوة بينهما؟

الجواب:

من الشكل (3-4) يمكن الاستنتاج ان هناك قوتان.



شكل 3-4

القوة الاولى F_{12} وهي تأثير الشحنة q_1 على الشحنة q_2 والقوة الثانية F_{21} وهي تأثير الشحنة q_2 على الشحنة q_1 وبتطبيق قانون كولوم :

$$F_e = k_e \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

$$r = 70cm,\ q1 = +3\mu C,\ q2 = +6\mu C$$

$$F = (9 \times 10^9) \times \frac{(3 \times 10^{-6}) \times (6 \times 10^{-6})}{(0.7)^2} = 0.3N$$

ولتحديد نوع القوة بين الشحنتين وحسب قانون نيوتن الثالث كون القوى بين الشحنتين الكهربائيتين متبادلة فان

$$F_{12} = -F_{21}$$

اي ان اتجاه F_{12} هو معاكس ومبتعد عن اتجاه F_{21} الشحنتان النقطيتان هي قوة تنافر لانهما مشحونتان بنفس الشحنة وهي شحنة موجبة (الاشارة الموجبة فقط لتحديد نوع القوة لا تدخل في إيجاد مقدار القوة).

مثال:- ما هي المسافة الفاصلة بين إلكترونين في الفراغ إذا علمت أن القوة الكهروستاتيكية بينهما تساوي قوة جذب الأرض للإلكترون؟ مع العلم ان شحنة الالكترون تساوي (1.6×10^{-19} C) وكتلة الالكترون (9.1×10^{-31} kg)

الحل :

من قانون كولوم تكون القوة الكهربائية بين إلكترونين في الفراغ هي

$$F_e = k_e \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

وقوة الجذب الارضي للإلكترون هي

$$F_g = mg$$

من معطيات المثال

$$F_e = F_g$$

$$\therefore k_e \frac{q_1 \times q_2}{r^2} = mg$$

$$\Rightarrow \left(9 \times 10^9\ N.\frac{m^2}{C^2}\right) \times \frac{(1.6\times 10^{-19}C)^2}{(r)^2} = 9.1 \times 10^{-31} \times 9.8$$

$$r^2 = 0.258 \times 10^2\ m^2 = 25.8\ m^2 \Longrightarrow\ r = 5.1\ m$$

3- 5 توزيع الشحنات الكهربائية على سطوح الاجسام الموصلة المعزولة

تتوزع الشحنات الكهربائية على السطوح الخارجية للأجسام الموصلة المعزولة ويمكن ايضاح ذلك عزيزي الطالب من خلال التجربة التالية :

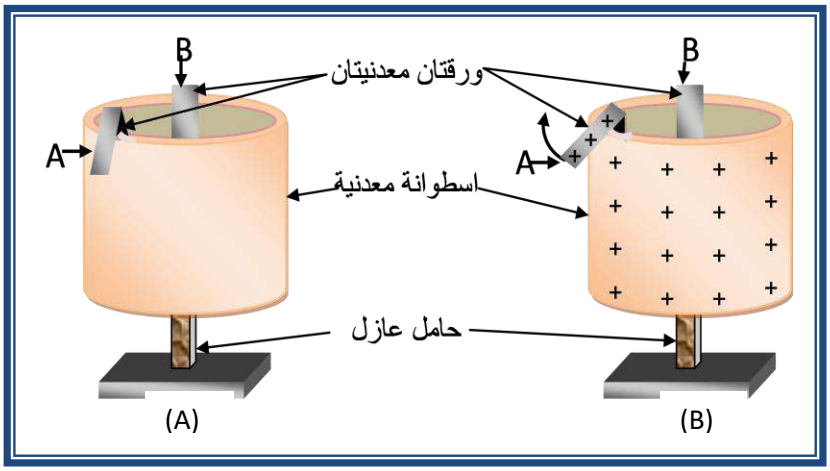
تجربة : توزيع الشحنات الكهربائية على سطوح الموصلات

ادوات التجربة: اسطوانة معدنية مثبتة على قاعدة عازلة، اوراق معدنية ومصدر للشحنات الكهربائية المستقرة

عمل التجربة : تثبت الاوراق المعدنية احدهما داخل الاسطوانة من دون ان تمس جدار الاسطوانة والاخرى تطوى وتوضع على جدار الاسطوانة كما في الشكل (A-5-3)

- تشحن الاسطوانة بشحنة معينة فنلاحظ ابتعاد الورقة المعدنية (A) المعلقة الى الخارج نتيجة تولد قوة تنافر مع سطح الاسطوانة شكل (B-5-3)
- اما الورقة المعدنية (B) فأنها تبقى في مكانها لأنها لا تحمل شحنة

نستنتج من هذه التجربة ان الشحنات تتوزع على السطوح الخارجية اي ان مقدار الشحنة داخل الاسطوانة يكون صفر. ويعزى سبب ذلك الى ان الشحنات تتنافر من داخل الى الخارج لأنها من نفس النوع.



شكل 3-5

ان توزيع الشحنات على السطح يطلق عليه كثافة الشحنة الكهربائية وهي مقدار الشحنة الكهربائية لوحدة مساحة السطح الموصل المشحون والمعزول وتحسب كثافة الشحنة من العلاقة الاتية :

$$\text{كثافة الشحنة } (\sigma) = \frac{\text{كمية الشحنة } (q)}{\text{المساحة السطحية } (A)}$$

$$\sigma\left(\frac{C}{m^2}\right) = \frac{q(C)}{A(m^2)}$$

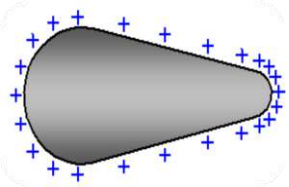
حيث(σ) (سكما) كثافة الشحنة (Charge Density) ووحداتها (C/m^2)

(q) كمية الشحنة الكهربائية (C)

(A) المساحة السطحية للجسم المشحون والمعزول (m^2).

هل تعلم

ان الشحنات الكهربائية تتركز عند الرؤوس المدببة اكثر من تركزها عند الرؤوس العريضة وذلك لزيادة كثافة الشحنة عند الرؤوس المدببة.

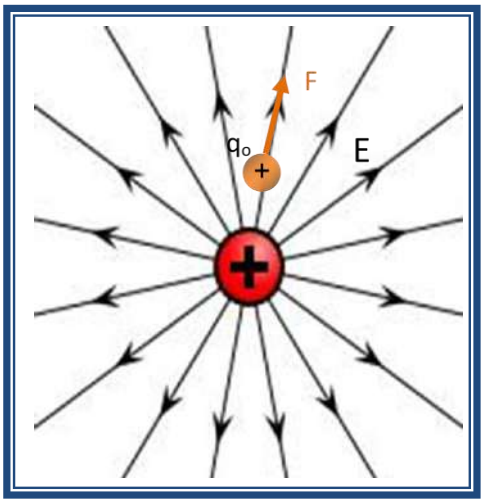


6-3 المجال الكهربائي The Electric field

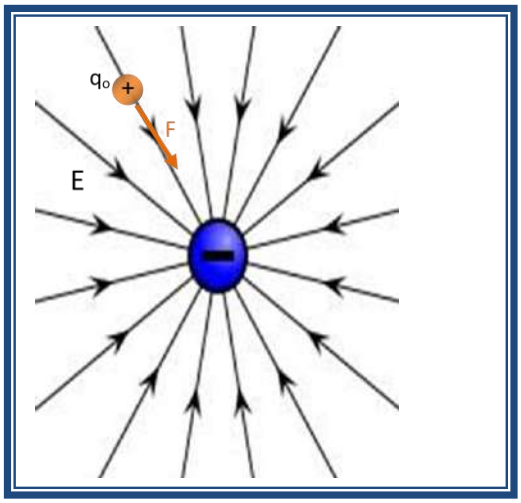
عزيزي الطالب في المرحلة السابقة لدراستك تعرفت على ان المجال الكهربائي لشحنة كهربائية **هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية والذي يظهر منه تأثير القوة الكهربائية على شحنة اختبارية موضعية (q_o) موضوعة في اي نقطة من المجال**، كما في الشكل (3-6).

تذكر:

ان تأثير المجال الكهربائي يشابه تأثير قوة الجذب الارضي للكرة الارضية على الحيز المحيط بها.



(A) المجال الناشئ من شحنة نقطية موجبة



(B) المجال الناشئ من شحنة نقطية سالبة

شكل 3-6

الشكل (A-6-3) يمثل المجال الكهربائي حول شحنة موجبة,ووجد أن اتجاه الاسهم تبدو مبتعدة عن الشحنة لوجود حالة تنافر بين الشحنة الموجبة والشحنة الاختبارية الموجبة. اما الشكل (B-6-3) يمثل المجال الكهربائي حول شحنة سالبة وإتجاه خطوط المجال تكون متجهة نحو الشحنة لوجود حالة تجاذب مع الشحنة الاختبارية الموجبة. ومنه يمكن الاستدلال على ان المجال الكهربائي **عبارة عن خطوط وهمية تنتج من الشحنة الموجبة وبصورة عمودية على السطح المشحون ويتجه نحو الشحنة السالبة وبصورة عمودية ايضا.**

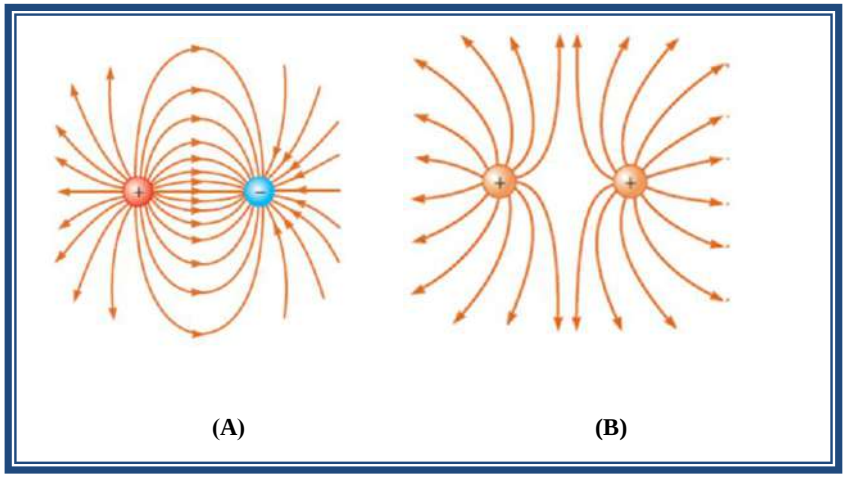
شدة المجال الكهربائي (E): هو تأثير القوة الكهربائية على الشحنة الاختبارية وهو كمية اتجاهيه واتجاهه في الحيز يكون مع اتجاه محصلة القوى الكهربائية المؤثرة على الشحنة الاختبارية الموجبة (q_o).

وان شدة المجال الكهربائي عند نقطة معينة يمثل **القوة الكهربائية (F_e) المؤثرة على الشحنة الاختبارية عند تلك النقطة مقسوما على قيمة الشحنة الاختبارية (q_o).**

7-3 المجال الكهربائي في انظمة مختلفة

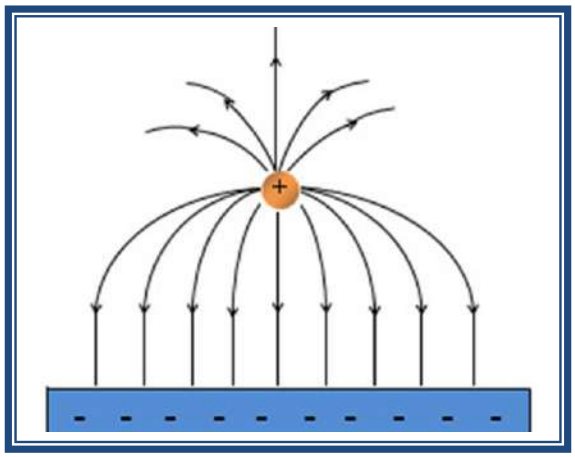
لأجل التوسع في مفهوم المجال الكهربائي يمكن دراسته من خلال خطوط المجال الكهربائي ولتبيان هذا لنفحص عدة مجالات كهربائية وتوزيع الشحنات التي سببت هذه المجالات

تذكر!!!
1- تبدا خطوط المجال الكهربائي عند الشحنات الموجبة وتنتهي عند الشحنات السالبة.
2- يكون المجال الكهربائي اقوى ما يمكن عندما تكون خطوط المجال عند اقصى كثافة لها.
3- خطوط القوة الكهربائية لا تتقاطع فيما بينها بل تتنافر وتتوتر لتأخذ اقصر طول ممكن لها.



شكل 3-7

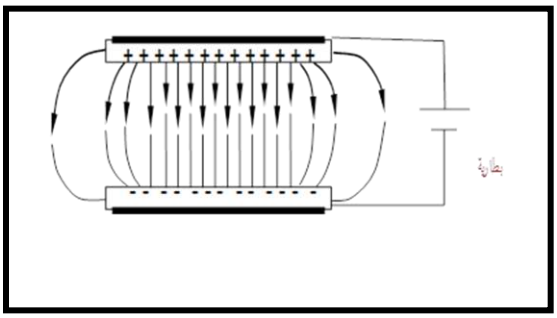
الشكل (A-7-3) يوضح المجال الكهربائي عند شحنتين نقطيتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في الشحنة حيث يكون المجال الكهربائي متشابه حول كل منهما فيما عدا انه سيتجه نحو الشحنة السالبة وخارج من الشحنة الموجبة. آما الشكل (B-7-3) فيوضح المجال الكهربائي عند شحنتين نقطيتين متساويتين ومتشابهتين في الشحنة واخر يتكون من كرة مشحونة علقت فوق لوح معدني ،لاحظ الشكل (8-3).



شكل 3-8

المجال الكهربائي في هذه الانظمة يعد المجال الكهربائي غير منتظم حيث تكون فيها قيمة واتجاه شدة المجال الكهربائي مختلفة من مكان الى اخر.

المجال الكهربائي المنتظم

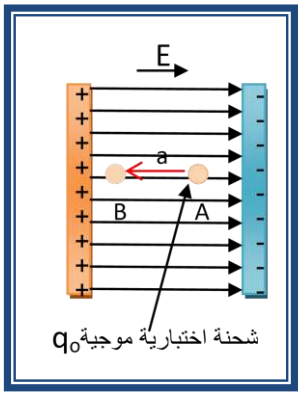


شكل 3-9

ينشأ المجال الكهربائي عند شحن لوحين معدنيين متوازيين مستويين بشحنتين متساويتين المقدار ومختلفتين في النوع، لاحظ شكل (3-9) وخطوط القوة الكهربائية تكون متوازية مع بعضها وبأبعاد منتظمة عن بعضها البعض وذات كثافة متساوية وعمودية على اللوحين ويكون المجال الكهربائي المنتظم ثابت المقدار والاتجاه عند كل نقطة.

3- 8 الجهد الكهربائي Electric Potential

بات من الواضح عزيزي الطالب انه عند وضع شحنة كهربائية (q) في مجال سيؤثر عليها بقوة مقدارها (F=qE) ويكون اتجاهها باتجاه المجال الكهربائي . لنفترض ان شحنة اختبارية موجبة (q) وضعت عند النقطة A داخل مجال كهربائي منتظم، كما مبين بالشكل (3-10) فأنها سوف تتحرك مع اتجاه المجال الكهربائي مبتعدة عن اللوح الموجب (حالة تنافر). ولو تطلب الامر تحريكها من النقطة A الى النقطة B على طول المسار a باتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي فيجب بذل شغل خارجي ضد قوة التنافر الكهربائية لنقل الشحنة الاختبارية من النقطة A الى النقطة B.



شكل 3-10

هذا الشغل سيتحول الى طاقة كامنة حيث ان الطاقة الكامنة عند النقطة B اكبر من الطاقة الكامنة عند النقطة A بمقدار الشغل المنجز.

وعليه فان الجهد الكهربائي يمكن ان يعرف بانه: **الشغل (الطاقة الكامنة) لوحدة الشحنة الواجب انجازه لنقل شحنة اختبارية موجبة من نقطة الى اخرى داخل المجال الكهربائي. وهي كمية غير اتجاهية.**

$$\text{الجهد الكهربائي (V)} = \frac{\text{الشغل المنجز (W) (فرق الطاقة الكامنة)}}{\text{وحدة الشحنة (q)}}$$

$$V(\text{volt}) = \frac{W(\text{Joule})}{q(\text{Coulomb})}$$

اما قيمة الجهد الكهربائي المبذول لتحريك شحنة اختبارية مسافة r عن شحنة q فيمكن حسابه من العلاقة الآتية:-

$$V(\text{volt}) = k_e \frac{q}{r}$$

ان وحدة قياس الجهد هي الفولت (volt) نسبة الى العالم الايطالي (اليساندر وفولتا) وبما ان الشغل كمية عددية فان الجهد ايضا كمية عددية (غير اتجاهية) فيكون الجهد موجبا اذا تولد من شحنة موجبة ويكون سالبا اذا تولد من شحنة سالبة.

فرق الجهد الكهربائي Potential Difference

ان فرق الطاقة الكامنة للشحنة بين النقطتين A و B داخل المجال الكهربائي، لاحظ الشكل (3-10) يعكس فرق الجهد الكهربائي ويمثل مقدار الشغل المطلوب لنقل الشحنة الاختبارية الكهربائية الموجبة من النقطة A الى النقطة B لوحدة الشحنة. حيث ان:

فرق الجهد الكهربائي (V_{AB})=الجهد عند النقطة B - الجهد عند النقطة A

$$V_{AB} = V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q}$$

او يمكن القول ان الشغل:

$$W_{AB} = q \times V_{AB}$$

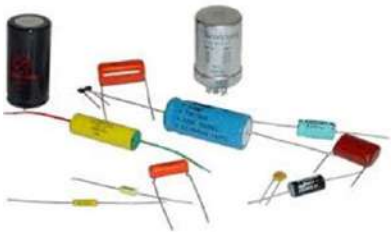
شدة المجال الكهربائي =انحدار الجهد الكهربائي

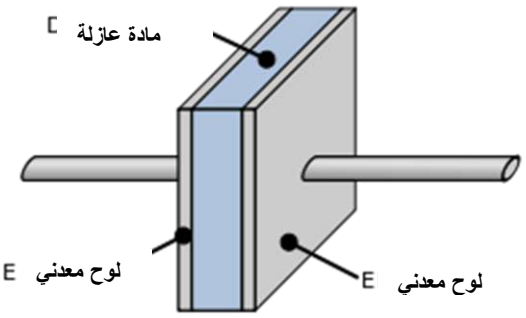
ظهر من المعادلة اعلاه انه بالإمكان التعبير عن شدة المجال الكهربائي بالوحدة (V/m).اضافة الى الوحدات التي تم ذكرها سابقا (N/C).

فكر
حاول عزيزي الطالب اثبات ذلك بتحويل الوحدات اعلاه الى الوحدات الاساسية

9-3 المتسعات Capacitors

تتكون المتسعات بشكل عام من لوحين معدنيين متوازيين معزولين عن بعضهما يحمل كل منهما شحنة كهربائية متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاشارة، يفصل بينهما هواء او مادة عازلة، كما في الشكل (3-11). تعد المتسعات من العناصر الأساسية في الدوائر الكهربائية وظيفتها الأساسية التحكم في تدفق الشحنة الكهربائية في الدائرة الالكترونية. وتسمى أيضا بالمكثفات لأنها تحتفظ بالشحنة داخلها مثل بطارية لحظية. ويرمز لها بالرمز(⊣⊢) اذا كانت متسعة ثابتة السعة وبالرمز (⊣↗⊢) اذا كانت متغيرة السعة.

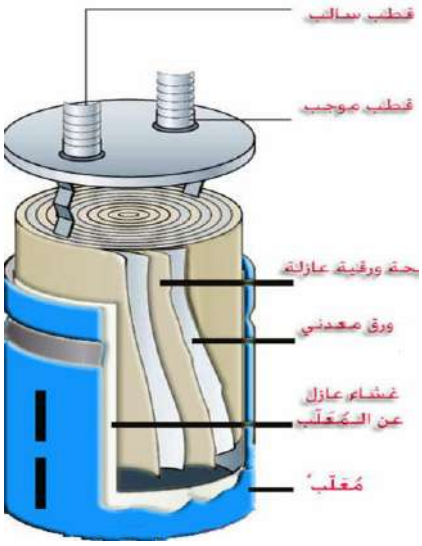




شكل 3-11

فكر!!! ما نوع المجال الكهربائي بين لوحي المتسعة هل هو منتظم ام غير منتظم ؟

تصنع المتسعات تجاريا باستخدام طبقتين رقيقتين معدنيتين احدهما فوق الاخرى ووضع غشاء عازل رقيق بينهما، شكل (3-12) ثم تلف الطبقات الثلاث بأحكام لنحصل على متسعة اسطوانية وبعدها تغلف لتصبح سهلة الاستخدام والتداول.



شكل 3-12 مكونات المتسعة

هل تعلم !!!!

ان هناك متسعات خاصة تعطي قيم عالية لتيار تفريغ الشحنات، مصنعة من مواد خزفية خاصة وتعمل في فولطيات عالية وتستعمل في تطبيقات عدة ابرزها توليد اشعة الليزر الغازي.



السعة الكهربائية

السعة الكهربائية C للمتسعة تعرف بانها نسبة كمية الشحنة Q التي يحملها الموصل الى فرق الجهد الكهربائي:

$$C = \frac{Q}{V}$$

ووحدة قياسها حسب النظام الدولي (S.I) هي (c/v) والتي تساوي فاراد (F). سعة المتسعة تعتمد على كل من المساحة السطحية للوحي المتسعة و المسافة الفاصلة بين لوحي المتسعة وطبيعة المادة العازلة بين لوحي المتسعة.

ربط المتسعات:

ربط المتسعات في الدوائر الكهربائية على نوعين هما ربط التوالي وربط التوازي:

1- ربط التوالي (series)، الشكل (3-13) يبين ربط المتسعات على شكل متسلسلة في الدوائر الكهربائية.

ويمتاز ربط التوالي بما يلي:

1- السعة الكلية المكافئة لعدد n من المتسعات:

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$

السعة المكافئة تكون اقل من اقل متسعة

2- فرق الجهد الكلي على المتسعات يساوي مجموع فرق الجهد على كل متسعة:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \ldots + V_n$$

3- الشحنة الكلية (للمتسعة المكافئة) تساوي الشحنة على اي متسعة من المتسعات:

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

2- ربط التوازي (parallel)، الشكل (3-14) يبين ربط المتسعات في الدوائر الكهربائية على التوازي

ويمتاز بما يلي:

1- السعة الكلية المكافئة لعدد n من المتسعات

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 \ldots + C_n$$

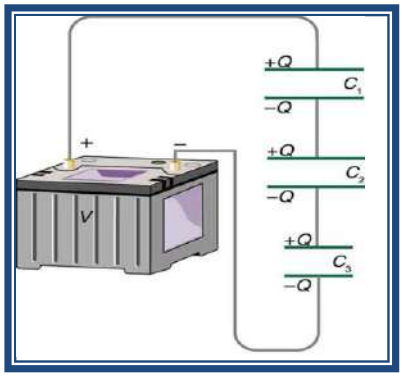
هذا يعني ان هذا النوع من الربط يؤدي الى زيادة سعة المتسعة المكافئة.

2- فرق الجهد على كل المتسعات يكون متساوي:

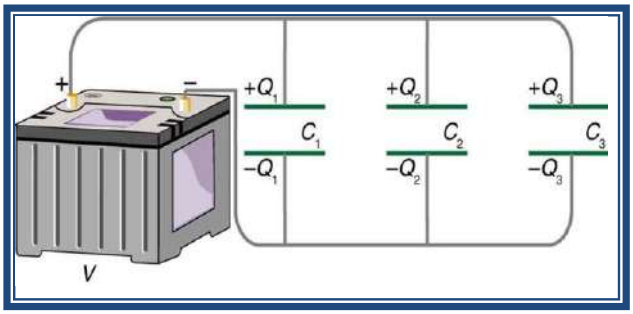
$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

3- الشحنة الكلية للمتسعة المكافئة تساوي مجموع الشحنات المشحونة في المتسعات وبنسبة طردية مع سعة المتسعات المربوطة:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \ldots + Q_n$$



شكل 3-13 ربط المتسعات على التوالي



شكل 3-14 ربط المتسعات على التوازي

مثال

ثلاث متسعات قيمها (1μF) و (5μF) و (8μF) جد قيمة المتسعة المكافئة عند ربطها

1- على التوالي 2- على التوازي

الجواب

1- عند ربطها على التوالي فان السعة المكافئة

$$\frac{1}{C_s}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_s}=\frac{1}{1\mu F}+\frac{1}{5\mu F}+\frac{1}{8\mu F}=\frac{53}{40}$$

$$C_s=\frac{40}{53}=0.755\ \mu F$$

2- عند ربطها على التوازي فان السعة المكافئة

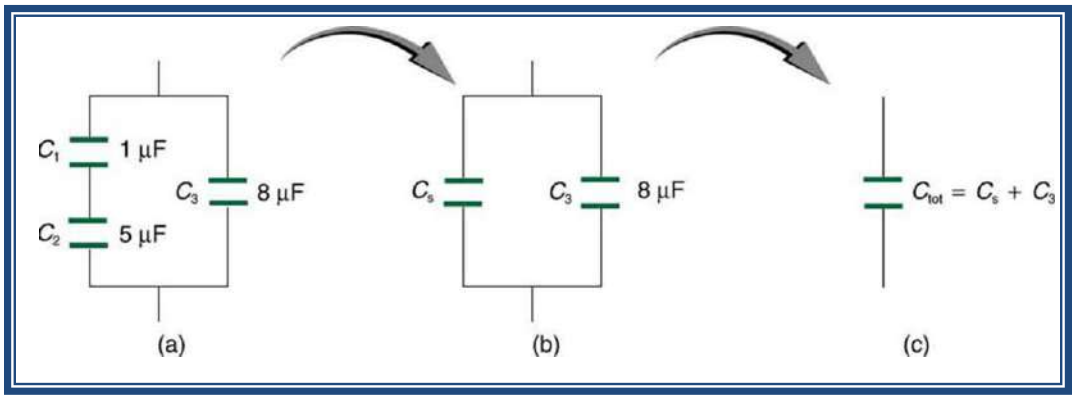
$$C_p=C_1+C_2+C_3$$

$$C_p=1\mu F+5\mu F+8\mu F=14\mu F$$

لاحظ عزيزي الطالب ان قيمة المتسعة المكافئة في ربط التوالي كان اصغر من اصغر متسعة، بينما في ربط التوازي فان المتسعة المكافئة اكبر من جميع المتسعات.

مثال

جد قيمة المتسعة المكافئة للمتسعات المربوطات، كما في الشكل (15-3) والتي قيمها (C_1=1μF) و (C_2=5μF) و (C_3=8μF)



شكل 15-3

الجواب

نجد قيمة المتسعة المكافئة للمتسعتين C_1 و C_2 المربوطتين على التوالي

$$\frac{1}{C_s}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=\frac{1}{1\mu F}+\frac{1}{5\mu F}=\frac{6}{5}$$

$$C_s=\frac{5}{6}=0.833\ \mu F$$

نجد المتسعة الكلية للمتسعتين C_3 و C_s المربوطتين على التوازي ،شكل (15-3 b)

$$C_p=C_s+C_3=0.833\mu F+8\mu F=8.833\mu F$$

اسئلة الفصل الثالث

1) جسم موصل كروي الشكل (A) مشحون بشحنة موجبة وضع داخل فجوة جسم معدني (B)غير مشحون، اجب عن الاسئلة الاتية بشحنة موجبة او شحنة سالبة او متعادل الشحنة:

a- اذا كان (A) في مركز الجسم (B) ولكن لم يمسه ، فان الشحنة على السطح الداخلي للجسم (B) هي_____.

b- والشحنة على السطح الخارجي للجسم (B) هي _____.

c- اذا مس الجسم (A) السطح الداخلي للجسم (B) فان شحنة (A) ستصبح_____.

d- الشحنة على السطح الداخلي للجسم (B) هي_____.

e- والشحنة على السطح الخارجي للجسم (B) هي _____.

2) في الاجواء الجافة كثيرا ما يرى الانسان (او يسمع) شرارات كهربائية تقفز عند تمشيط الشعر او خلع الملابس في الظلام. لماذا؟

3) خطوط المجال الكهربائي المرسومة بشكل صحيح لن تتقاطع مطلقا. لماذا؟

4) تتم عادة حماية الاجهزة الحساسة ضد المجالات الكهربائية بوضعها داخل صندوق معدني او داخل شبكة من الاسلاك الدقيقة المتصلة بالأرض. اشرح السبب.

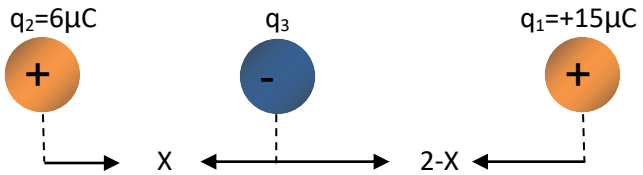
5) ما الفائدة من ربط المتسعات على التوالي والتوازي

مسائل الفصل الثالث

1): احسب قوة التنافر بين شحنتين موجبتين قيمة كل منها 2×10^{-6} C والبعد بينهما 10 cm ؟

2) : في الشكل ادناه على أي مسافة نضع q_3 بين الشحنتين q_1 و q_2 بحيث تكون محصلة القوى المؤثرة عليها من قبل الشحنتين الأخيرتين تساوي صفراً.

ج / (X=0.77)



3) أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند مسافة 1m من إلكترون. اعد المسألة لبروتون. مع العلم بأن شحنة الالكترون تساوي (-1.6×10^{-19} C) وشحنة البروتون تساوي ($+1.6\times10^{-19}$ C)

ج / ($E=1.44\times10^{-9}$ N.C^{-1})

4) اذا كان فرق الجهد بين قطبي بطارية هو (10 V) فما مقدار الشغل الذي تبذله البطارية لنقل الالكترون من القطب الموجب الى القطب السالب؟ و كم لنقله بالاتجاه المعاكس؟

ج/ (-1.6×10^{-18} J)

5) متسعة سعتها 30 μF مرتبطة على التوالي مع متسعة سعتها 60 μF لفرق جهد مقداره 12 V احسب :-

1- السعة الكلية. -2- الشحنة الكلية.

الفصل الرابع
الكهربائية التيارية (دوائر واجهزة التيار المستمر)

المفردات	
4 – 1	التيار
4 – 2	المقاومة
4 – 3	العوامل المؤثرة على المقاومة الكهربائية للموصلات المعدنية
4 – 4	علاقة التيار – الفولطية (قانون اوم)
4 – 5	القوة الدافعة الكهربائية وربط الخلايا
4 – 6	ربط المقاومات
4 – 7	الشغل والقدرة المستهلكة وشراء الطاقة الكهربائية
4 – 8	أعظم نقل للقدرة في الدائرة الكهربائية
7 – 9	أجهزة القياس في الدائرة الكهربائية
	اسئلة ومسائل

	المصطلحات العلمية
Energy	الطاقة
Electric charge	الشحنة الكهربائية
Potential	فرق الجهد الكهربائي
Resistance	المقاومة الكهربائية
Current	التيار الكهربائي
Internal resistance	المقاومة الداخلية للبطارية
Electromotive force	القوة الدافعة الكهربائية
Electric power	القدرة الكهربائية
Direct current	التيار المستمر
Alternating current	التيار المتناوب
Specific resistance	المقاومة النوعية



الاهداف:

عند دراسة هذا الفصل ينبغي إن يكون الطالب قادر على ان:

1. يعرف (التيار، المقاومة، القوة الدافعة الكهربائية) وخصائص كل منها مع الرسم.
2. يعرف قانون اوم وعلاقة التيار بالمقاومة وانواع ربط المقاومات وكيفية رسمها والتعرف على العوامل التي تعتمد عليها المقاومة (درجة الحرارة، الطول، مساحة المقطع العرضي، نوع المادة) واجراء بعض التطبيقات الرياضية مع الرسم.
3. يعرف كيفية حساب الشغل والقدرة الكهربائية وشراء الطاقة الكهربائية عند تشغيل الاجهزة الكهربائية مع تطبيقات رياضية .
4. يميز بين اجهزة القياس (الكلفانوميتر، الاميتر، الفولتميتر، الاوميتر)

1-4 التيار الكهربائي Electric current

ما هو التيار الكهربائي :

درست عزيزي الطالب في المرحلة المتوسطة ان التيار الكهربائي ينتج عن حركة الشحنات الحرة في الموصلات وتكون هذه الشحنات اما الكترونات حرة كما في الموصلات المعدنية او ايونات موجبة او سالبة كما في المحاليل الالكتروليتية او شحنات حرة موجبة او سالبة كما في الغازات الموصلة كما في المصابيح المتفلورة. ان التيار الكهربائي مقدار عددي وليس اتجاهي وقد فرض اتجاه التيار الكهربائي باتجاه الشحنة الموجبة ويطلق عليه اتجاه التيار الاصطلاحي. ولكي يستمر التيار في التدفق ويكون ثابتاً في دائرة مقفلة يجب الا تساوي شدة المجال الكهربائي صفراً ويتحقق ذلك بتوفير مصدر كهربائي (فرق الجهد) وهناك عدة مصادر لتوفير فرق جهد كهربائي منها الاعمدة الجافة واعمدة الخزن و الخلايا الزئبقية والخلايا الكهروضوئية وغيرها من مصادر الطاقة والتي درستها المرحلة المتوسطة، وكما مبين في الشكل (4-1).



شكل 4-1 بطارية كمصدر لفرق الجهد

لذلك يعرف التيار : (I) على انه كمية الشحنة الكهربائية (q) المارة خلال مقطع الموصل في وحدة الزمن (t) وهو مقدار غير اتجاهي حيث

$$I = \frac{q}{t}$$

اذ ان :

(q) تمثل الشحنة (charge) وتقاس بالكولوم (c)

(t) يمثل الزمن (time) ويقاس بالثانية (second) (s)

ووحدة قياس التيار هي الامبير(A) في النظام الدولي SI

حيث يمثل الامبير التيار الحاصل من مرور شحنته مقدارها كولوم واحد خلال ثانية واحدة في موصل معين

$$1\ \text{Amper} = \frac{\text{coulomb}}{\text{second}}$$

وهناك وحدات اصغر للأمبير (A) هي الملي امبير (mA) والمايكرو امبير (μA)

$1\ mA = 10^{-3}\ A$

$1\ \mu A = 10^{-6}\ A$

هل تعلم

عزيزي الطالب ان شحنة الالكترون مقدار ثابت تساوي

$$q_e = -1.6\times10^{-19}\ C$$

فكر!!!

كم هي شحنة البروتون؟

مثال : كم عدد الالكترونات المارة خلال بصيلة مصباح كهربائي اذا كان التيار المار به 0.5 A خلال زمن قدره 0.8 S ؟

الحل :

بما ان

$$I = \frac{q}{t}$$

$$\therefore \quad q = I \times t$$

$$q = 0.5 \times 0.8$$

$$q = 0.4\ C$$

$$\frac{\textbf{total charge}}{\textbf{charge of electron}} = \frac{\text{الشحنة الكلية}}{\text{شحنة الالكترون الواحد}} = (n_e) = \text{عدد الالكترونات}$$

$$n_e = \frac{0.4}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$n_e = 0.25 \times 10^{19}$$

$$n_e = 25 \times 10^{17}$$

عدد الالكترونات

انواع التيار الكهربائي (kind of electric current)

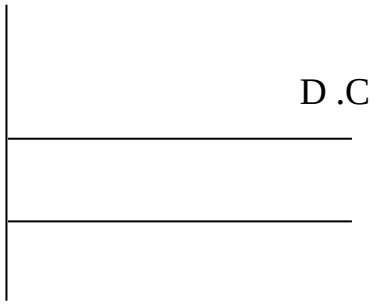
يختلف نوع التيار الكهربائي كل حسب مصدره حيث يكون على نوعين .

1 – التيار المستمر Direct current (D.C)

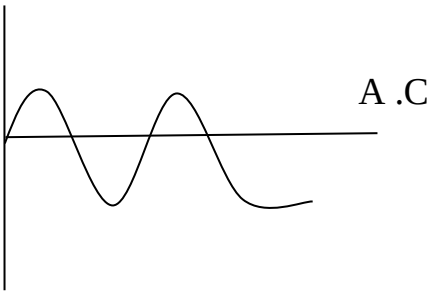
هو التيار الذي تكون قيمته ثابتة واتجاهه ثابت مع مرور الزمن، كما في الشكل (2-4) ومن مصادره الخلايا الجافة والمركم الرصاصي (بطارية السيارة) والخلايا الشمسية والخلايا الزئبقية وهناك مصادر اخرى.

2 – التيار المتناوب Alternating current (A.C)

هو التيار الذي تتغير قيمته واتجاهه مع تغير الزمن (حيث يعتمد على تردد الدائرة المتناوبة)، كما في شكل (3-4) ومن مصادره مولد التيار المتناوب ومحطات التوليد الضخمة التي تزود المنازل والشوارع.



شكل 4-2 الرسم البياني لمنحني التيار المستمر



شكل 4-3 الرسم البياني لمنحني التيار المتناوب

فكر!!!

هل تتأثر الطاقة الكهربائية لو كان المولد بعيد عن منزلك ؟

فكر!!!

ما هو مصدر التيار في ساعة يدك وما نوعه ؟

2-4 المقاومة الكهربائية Electric Resistance

ان الاحمال التي تربط في الدائرة الكهربائية هي عبارة عن مقاومات تحول الطاقة الكهربائية الى عدة انواع اخرى من الطاقة في دوائر التيار المستمر وهناك انواع اخرى مثل ممانعة الملفات وممانعة المتسعات (X_L , X_C) (وسوف نقتصر هنا على دراسة المقاومة الاومية فقط وماذا تمثل ؟ وما وحدة قياسها؟)

تعرف المقاومة الكهربائية :

بأنها خاصية ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي فيه مما ينتج عنها ارتفاع في درجة حرارته.

وحدتها: الاوم: وهو مقاومة موصل يمر به تيار شدته (1) امبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه (1) فولط ويرمز له بالرمز Ω (تقرأ اوميغا وهو حرف لاتيني قديم).

وظائفها :

1. حماية الدوائر الكهربائية كما في الفاصم الكهربائي (الفيوز) .
2. التحكم في شدة التيار المار في الدائرة مثل مفتاح الصوت في المذياع (الراديو) .
3. في حالات معينة يصبح فقد بالطاقة الكهربائية على شكل حرارة كما في المقاومة الداخلية للبطارية .

انواعها :

1. ثابتة ويرمز لها بالرمز 
2. متغيرة ويرمز لها بالرمز 

ملاحظة مهمة: ان وجود المقاومة امر لا مفر منه لأنها صفة ملازمة للموصلات حيث تنعدم فقط في الدرجات الحرارية الواطئة معاً (صفر كلفن) وهناك مواد ذات ايصالية فائقة توصل اليها العلماء حديثاً هم ج . باردي و ل.كوبر و. ج شريفر الذي كانوا معاً في جامعة ألينوي الامريكية وقد تقاسموا جائزة نوبل عام 1972م في الفيزياء لقاء نظريتهم التي اصبحت تعرف باسم (BCS) (وهي الحروف الاولى من اسمائهم) حيث فسروا نظريا وبشكل متكامل هذه الموصلية الفائقة لبعض المواد مثل الاكاسيد الخزفية.

4- 3 العوامل المؤثرة على المقاومة الكهربائية للموصلات المعدنية

1. **درجة الحرارة :** ان مقاومة اي مادة تتغير بتغير درجة الحرارة ولكن هذا التغيير يختلف من مادة الى اخرى حيث تزداد مقاومته المواد المعدنية (الفلزية) بارتفاع درجة الحرارة الا ان العكس هو الصحيح بالنسبة للمواد اللافلزية لمعظم اشباه الموصلات والعوازل مثل السليكون والجرمانيوم والخزف والزجاج وهناك بعض السبائك لا تتأثر مقاومتها تأثراً واضحاً مثل سبيكة التنكتسن او الكونستتان او المنكانين.
2. **طول السلك الموصل :** ان زيادة طول السلك بثبوت العوامل الاخرى يجعل مقاومته اكبر اي ان المقاومة هنا تتناسب طردياً مع طوله وحسب العلاقة.

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

اذ ان R تمثل المقاومة وتقاس بالأوم (Ω)

L تمثل طول السلك ويقاس بالـ (متر) (m)

3. **مساحة مقطع السلك :** عندما تتغير مساحة مقطع السلك العرضية لموصل معدني بثبوت العوامل الاخرى تلاحظ ان التيار المار يتغير ايضاً وذلك بسبب تغير مقاومة هذا الموصل حيث تقل هذه المقاومة عند زيادة مساحة مقطعه العرضي اي انها تتناسب عكسياً معه وحسب العلاقة.

حيث R تمثل المقاومة وتقاس بالأوم (Ω)

A تمثل مساحة المقطع العرضي

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

مساحة المقطع العرضي وتمثل مساحة دائرة ⬅

$$A = \pi r^2$$

حيث r نصف قطر المساحة الدائرية للسلك وتقاس بـ (m^2)، وتختلف مساحة المقطع العرضي من سلك الى آخر، كما في الشكل (4-4)



شكل 4-4 اسلاك مختلفة في مساحة المقطع العرضي

4- **نوع المادة:** لقد عرفت عزيزي الطالب مما سبق ان مقاومة الموصل تتناسب طردياً مع طول السلك وعكسياً مع مساحة مقطعه العرضي وقد اوضحت التجارب ذلك، لذلك يمكن كتابة تلك العلاقة

$$R \propto \frac{L}{A}$$

ويمكن ازالة علاقة التناسب اذا استخدام ثابت للتناسب هو ρ (تقرأ رو وهو حرف يوناني قديم) ويمثل **المقاومة النوعية لمادة الموصل وتعرف بأنها مقاومة موصل اذا كان طوله وحدة طول واحدة ومسافة مقطعة وحدة مساحة واحدة** لذلك يصبح القانون .

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

ويمثل R تمثل مقاومة السلك الموصل وتقاس بالأوم (Ω)

ρ تمثل المقاومة النوعية وتقاس بالاوم × متر (Ω . m)

L تمثل طول السلك للموصل المعدني وتقاس بالمتر (m)

A تمثل مساحة مقطع السلك العرضية وتقاس بوحدات (m^2)

تختلف المواد في مقاومتها النوعية حيث تعتمد على درجة الحرارة ونوع المادة و الجدول المبين ادناه يمثل المقاومة النوعية لبعض المواد .

الجدول 4-1 المقاومة النوعية لبعض المواد

المادة عند درجة حرارة 20 C°	المقاومة النوعية اوم . متر (Ω . m)
الفضة	1.6×10^{-8}
النحاس	1.7×10^{-8}
الكرافيت	3.5×10^{-8}
الحديد	10×10^{-8}
الزئبق	44×10^{-8}
الدم	1.5
التنكستن	55×10^{-8}
الدهون	25
الزجاج	10^{-12}

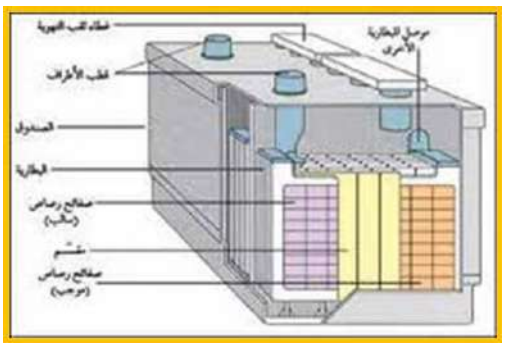
فكر !

هل يؤثر وجود الشوائب على المقاومة النوعية للنحاس ؟؟

4-4 القوة الدافعة الكهربائية (e.m.f) Electromotive force:

هي الطاقة التي تعطيها البطارية لكل شحنة اولية عندما ينجز عليها شغلاً لتحريكها وتقاس بوحدة الفولط V، كما في الشكل (4-5) حيث الطاقة اللازمة لذلك تساوي

$$E = V \times I \times t$$



شكل 4-5 بطارية

وتقاس هذه الطاقة الكهربائية بوحدة الشغل وهي الجول (J)

حيث E: الطاقة الكهربائية Electric energy وتقاس بالجول Joule (J)

V : الجهد او القوة الدافعة الكهربائية للبطارية وتقاس بـ الفولط (V)

I : التيار الكهربائي ويقاس بـ الامبير (A)

t : الزمن ويقاس بالثانية Second (s)

مثال : احسب كمية الطاقة الكهربائية التي تعطيها نضيدة قوتها الدافعة الكهربائية 6 V وتجهز تياراً شدته 2 A خلال زمن قدره خمسة دقائق عند ربطها الى حمل ؟

الحل :

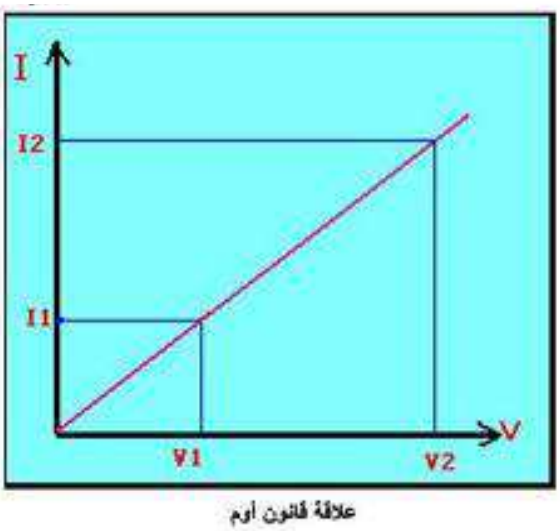
$E = V \times I \times t$

$E = 6 \times 2 \times 5 \times 60 \rightarrow E = 3600\ J$

5-4 قانون اوم Ohms' Law

لاحظ العالم جورج سيمون اوم (1854 – 1787) اول مرة انه عند ثبات درجة الحرارة تتناسب شدة التيار المار في موصل طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه وينص هذا القانون.

ان النسبة بين فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في دائرة كهربائية الى التيار المار بها يساوي مقداراً ثابتاً يسمى بالمقاومة الكهربائية عند درجات حرارية معينة كما في الشكل (4-6).



شكل 4-6 يمثل علاقة قانون اوم



$$R = \frac{V}{I}$$

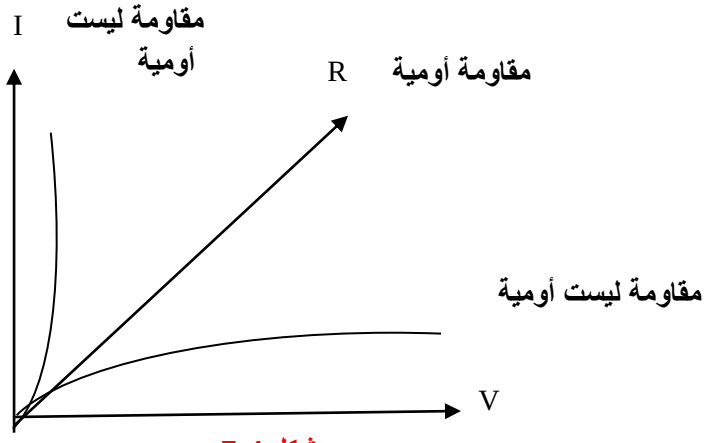
الصيغة الرياضية لقانون اوم

اذ ان

R: هي المقاومة وتقاس بالأوم (Ω)

V: فرق الجهد على طرفي الموصل ويقاس بالفولط (V)

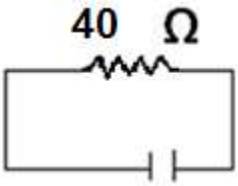
I: التيار الكهربائي ويقاس بـــ الامبير (A)



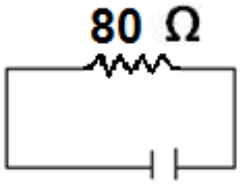
شكل 4-7

يمثل الشكل (4-7) اعتماد المقاومة على النسبة بين الفولطية والتيار وطريقة تغيرها معها حيث تكون العلاقة خطية في المقاومات الاومية فقط وليست خطية للمقاومات غير الاومية مثل الملفات X_L والمتسعات X_C .

مثال : اذا كانت مقاومة موصل مقدارها 40 Ω عندما تربط الى فرق جهد مقداره 160 V احسب التيار المار بها ؟



ثم احسب هذا التيار اذا تضاعفت المقاومة ؟ ماذا تلاحظ ؟



هل تعلم ان قانون اوم لا يصح الا عند ثبوت درجة الحرارة وعوامل فيزيائية اخرى مثل الضغط والشد

الحل :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{160}{40} = 4 \text{ A}$$

الحالة الثانية عند تضاعف المقاومة

$$I = \frac{160}{80} = 2 \text{ A}$$

نلاحظ : ان التيار يصل الى النصف

6-7 ربط المقاومات-:

تربط المقاومات على أنواع هي :

1 – ربط التوالي Series Wiring

يتم ربط المقاومات في هذا النوع بشكل متسلسل في الدائرة الكهربائية حيث يمر بها التيار بطريق واحد فقط اذا كانت مقفلة وكما في الشكل (4-8).



شكل 4-8 ربط مقاومات على التوالي

ومن خصائص هذا الربط كما درس الطالب في دراسته في المرحلة المتوسطة .

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 +$$
$$I_t = I_1 = I_2 = I_3$$
$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

عزيزي الطالب ماذا تلاحظ على المقاومة المكافئة في هذا الربط تكبر ام تصغر ؟

مثال: دائرة كهربائية تحتوي على ثلاث مقاومات مقاديرها 3 Ω ، 7 Ω ، 5 Ω مربوطة جميعها على التوالي كما في الشكل (4-9) وكان فرق الجهد المصدر 60 V احسب ما يلي (1) التيار الكلي (2) فرق الجهد على طرفي كل مقاومة ؟

الحل :

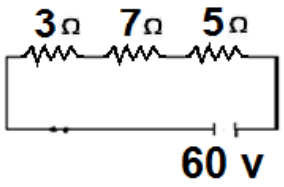
$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_t = 3+7+5$$

$$R_t = 15\ \Omega$$

$$I_t = \frac{V}{R_t}$$

$$I_t = \frac{60}{15}$$



شكل 4-9 ثلاث مقاومات متوالية

$I_t = 4A$

$V_1 = IR_1 = 4 \times 3$

$V_1 = 12\ V$

$V_2 = IR_2 = 4 \times 7$

$V_2 = 28\ V$

$V_3 = IR_3 = 4 \times 5$

$V_3 = 20\ V$

فكر !

هل اجهزة البيت تعمل على نفس فرق الجهد . لماذا ؟

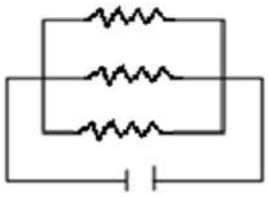
2– ربط التوازي Parall Condition

في هذا الربط تربط المقاومات بين نقطتين لـ فرق جهد المصدر نفسه، كما في الشكل (4-10) ومن خصائص هذا الربط

$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots\ldots\ldots\ldots$

$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$

$$\frac{I}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$$



شكل 4-10 ثلاث مقاومات متوازية

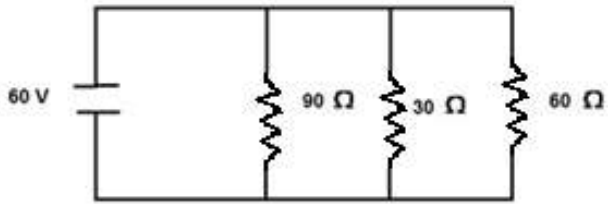
مثال : ربطت ثلاث مصابيح كهربائية على التوازي وكانت مقاوماتها هي (60 Ω ، 30 Ω ، 90 Ω) وكان فرق الجهد المصدر (60 V) احسب تيار كل مصباح والمقاومة المكافئة والتيار الكلي.

$$I_1=\frac{V}{R_1}$$

$$I_1=\frac{60}{60}=1\ A$$

$$I_2=\frac{60}{30}=2\ A$$

$$I_3=\frac{60}{90}=\frac{2}{3}\ A$$



شكل 4-11

$$\frac{I}{R_t}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$$

$$=\frac{1}{60}+\frac{1}{30}+\frac{1}{90}$$

$$\frac{1}{R_t}=\frac{11}{180}$$

$$R_t=\frac{180}{11}\Rightarrow R_t=16.3\ \Omega$$

$$I_t=\frac{V_t}{R_t}$$

$$I_t=\frac{60}{16.3}\cong 3.67A$$

فكر!!!
هل يمكنك عزيزي الطالب ايجاد التيار الكلي بطريقة اخرى

طرائق ربط الخلايا (الاعمدة) :

في بعض الدوائر الكهربائية للتيار المستمر نحتاج الى طاقة عالية لا يستطيع العمود الواحد او الخلية الواحدة تزويدها بها لذلك تستعمل عدة خلايا مع بعضها للحصول على قوة دافعة كهربائية (E) اكبر او مناسبة لتزويد الدائرة بالتيار اللازم لها. وتربط هذه الخلايا او الاعمدة اما على التوالي او على التوازي او ربطاً مختلطاً من التوالي والتوازي .

1 – ربط الاعمدة على التوالي :

يستعمل هذا الربط للحصول على فولطية اعلى من فولطية خلية واحدة ويتم ذلك بتوصيل القطب السالب للخلية الاولى او العمود الاول مع القطب الموجب للخلية الثانية والقطب السالب للخلية الثانية مع القطب الموجب للخلية الثالثة وهكذا وبهذا يتم الحصول على بطارية قطبها الاول موجب والقطب الاخير سالب وكما في الشكل (4-12) وسنقتصر في دراستنا هنا على الخلايا المتماثلة حيث تكون الفولطية المكافئة اي القوة الدافعة للبطارية او النضيدة .



شكل 4-12 ربط الاعمدة على التوالي

n تمثل عدد الاعمدة في النضيدة

وتكون المقاومة الداخلية المكافئة للنضيدة او البطارية

$E_t = E$ للعمود الواحد $\times n$

$I_t = I_{\text{للعمود}}$

$r_t = r$ للعمود الواحد $\times n$

اذ ان

r : تمثل المقاومة الداخلية لخلية واحدة

n : عدد الاعمدة بالبطارية

مثال: نضيدة تتألف من ثلاثة خلايا كهربائية مربوطة على التوالي القوة الدافعة الكهربائية لكل خلية (1) فولط والمقاومة الداخلية لكل منها (0.5 Ω) ثم ربطت هذه البطارية الى حمل خارجي مقاومته (4.5 Ω) احسب التيار المار بهذا الحمل ؟ وكما في الشكل (4-13) .

$E_t = E \times n$

$E_t = 1 \times 3 \Rightarrow E_t = 3\ V$

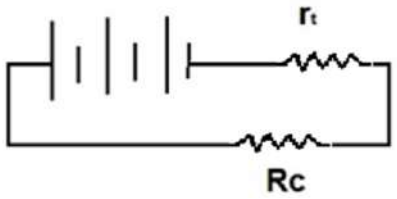
$r_t = r \times n$

$r_t = 0.5 \times 3 \rightarrow r_t = 1.5\ \Omega$

$I = \frac{E}{R_c + r_t}$

$I = \frac{3}{(4.5 + 1.5)}$

$I = \frac{3}{6} \Rightarrow I = 0.5\ A$ التيار المار بالحمل



شكل 4-13 دائرة كهربائية

ملاحظة : هنا هي المقاومة الخارجية للحمل R_c

2 – ربط الخلايا على التوازي :

يستخدم هذا الربط للحصول على تيار اكبر من تيار العمود الواحد او الخلية الواحدة ويتم ذلك بربط جميع الاقطاب المتشابهة مع بعضها البعض او جميع الاقطاب الموجبة معاً وجميع الاقطاب سالبة معاً وهذا بالنسبة للخلايا المتماثلة فقط . ويمتاز هذا الربط بأن الفولطية الكلية للبطارية المربوطة خلاياها على التوازي متساوية حيث

$E_t = E_1 = E_2 = E_3$ وهكذا

اما بالنسبة للمقاومة الداخلية المكافئة للبطارية فتكون مساوية للمقاومة الداخلية للخلية الواحدة (r) مقسوماً على عدد الخلايا (n)

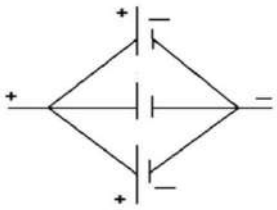
حيث :

$E_t = E_{\text{للعمود}}$

$r_t = \frac{r_{\text{للعمود}}}{n}$

$I_t = I_{\text{للعمود}} \times n$

وكما في الشكل (4-14) ، يكون تيار الخلية الواحدة مساوياً لتيار البطارية الكلي مقسوماً على عدد الخلايا (n).



شكل 4-14 ربط الاعمدة على التوازي

فكر !

هل يمكنك عزيزي الطالب ان تعرف طريقة ربط خلايا نضيدة او بطارية سيارة والدك.

مثال : وصلت بطارية متألفة من عمودين مربوطين على التوازي لحمل خارجي مقاومته 2.4 Ω حيث كانت القوة الدافعة الكهربائية للخلية الواحدة 3 V والمقاومة الداخلية لكل منها 1.2Ω احسب التيار المار بالحمل الخارجي وتيار كل عمود ؟ وكما في الشكل (4-15)

الحل

$E_t = E_1 = E_2 = 3\ V$

$r_t = \frac{r}{n}$

$r_t = \frac{1.2}{2}$ $r_{t\,=\,0.6}$

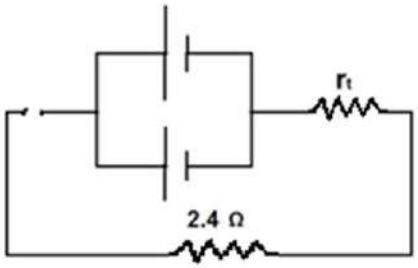
$I_t = \frac{E}{R_c + r_t}$

$I_t = \frac{3}{(2.4 + 0.6)}$ $I_t = \frac{3}{3}$

$I_t = 1\ A$ التيار المار بالحمل الخارجي

$I_1 = \frac{I_t}{n}$

$I_1 = \frac{1}{2} = 0.5\ A$ تيار الخلية الواحدة



دائرة كهربائية 4-15 شكل

تذكر ايها الطالب :

- هناك عدة انواع من الخلايا التي تجهزنا بالطاقة الكهربائية هل يمكنك تعدادها ؟
- تتغير فولطية الخلايا حسب العوامل المؤثرة على كل نوع منها .
- ان عدد الخلايا وحجمها وطريقة ربطها هي العامل الاكثر اهمية على كمية الطاقة الكهربائية المجهزة للدائرة الكهربائية .

4- 7 الشغل والقدرة المستهلكة وشراء الطاقة الكهربائية

كما مر سابقاً تبين ان الشغل او الطاقة الكهربائية التي تجهزنا بها النضيدة او اي مصدر كهربائي.

مع العلم ان:

$$E = v \times I \times t \ldots\ldots(1\text{-}4)$$

E: الطاقة وتقاس بالجول

V: فرق الجهد و يقاس بالفولط

t: الزمن و يقاس بالثانية

وبما ان القدرة الكهربائية تمثل المعدل الزمني لإنجاز الطاقة الكهربائية في الدائرة الكهربائية المقفلة وتقاس بوحدات الواط (W) او الكيلو واط (kW).

القدرة $= \frac{\text{الطاقة}}{\text{الزمن}}$

$$\text{Power} = \frac{\text{Energy}}{\text{time}}$$

$$P = \frac{E}{t}$$

يمكنك عزيزي الطالب اشتقاق قوانين اخرى للقدرة باستخدام قانون اوم حاول ذلك.

وعند التعويض عن الطاقة ينتج

$$P = V \times I \ldots\ldots(2\text{-}4)$$

$\because V = IR$ قانون أوم

وبتعويضها بالعلاقة (2-4) نحصل على

$$P = R^2 I \ldots\ldots(3\text{-}4)$$

$$\because I = \frac{V}{R}$$

وبتعويضها بالعلاقة (3-4) نحصل على

$$P = \frac{V^2}{R} \ldots\ldots\ldots (4\text{-}4)$$

P: تمثل القدرة وتقاس بالواط او الكيلو واط ويرمز له بالرمز W او kW

V: فرق جهد الدائرة ويمكن ان يكون القوة الدافعة الكهربائية e.m.f ويقاس بالفولط

I: التيار المار بالدائرة الكهربائية ويقاس بالأمبير A

*لكل 1 كيلو واط = 1000 واط (W)

مثال : مصباح اضاءة مكتوب على زجاجته البيانات التالية 220 V ، 1100 W. 1- احسب التيار الذي يسحبه. 2- مقاومة المصباح ؟

الحل

$$I = \frac{p}{V}$$

$$P = I \times V$$

$$I = \frac{100}{220}$$

$$I = 0.45 \text{ A}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{220}{0.45}$$

$$R = 488.88 \ \Omega$$

مثال : احسب القدرة والطاقة الكهربائية لجهاز الغلاية الحراري اذا كان يسحب تياراً مقداره 1.5 A ومقاومته 400 Ω في فترة زمنية مقدارها (5 minute) ؟

الحل :

$$P = I^2 R$$

$$P = (1.5)^2 \times 400$$

$$P = 900 \text{ W}$$

$$P = \frac{E}{t}$$

$$E = P \times t \Longrightarrow E = 900 \times 5 \times 60 \Longrightarrow E = 270000 \text{ J}$$

8-4 اعظم نقل للقدرة في الدائرة الكهربائية

عندما لا تهمل المقاومة الداخلية لنضيدة الدائرة او مقاومة اسلاك الربط فسوف تستهلك طاقة تدعى قدرة مستهلكة ضائعة قيمتها (P_{Lost}).

$$P_{Lost} = I^2 \times r$$

حيث r هي رمز المقاومة الداخلية او يمكن الرمز لها بالرمز R_{in} و (I) هو التيار المار.

وبذلك تصبح القدرة المزودة من قبل المصدر للحمل

قدرة الحمل = القدرة الكلية – القدرة الضائعة

$$P_{hgplg} = e.m.f \times I - I^2 \times r$$

اثناء اشتغال الدائرة الكهربائية ويمكن نقل اعظم قدرة للحمل عندما تتساوى المقاومة الخارجية للحمل مع المقاومة الداخلية للنضيدة التي هي مصدر الطاقة الكهربائية .

$$R_{ex} = r \Longrightarrow R_{ex} = R_{in}$$

R_{ex} تمثل المقاومة الخارجية للحمل

R_{in} تمثل المقاومة الداخلية للمصدر

وتستمد الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل الاجهزة الكهربائية المنزلية من لحظات التوليد والتي تتقاضى منا ما نستهلكه من طاقة مقدرة بوحدات الكيلو واط ساعة (kWh) وان كل 1 كيلو واط ساعة يكافئ (3.6×10^6 J).

لذلك يمكن حساب الكلفة او تكاليف استهلاك الطاقة الكهربائية.

الكلفة = الطاقة (E) (الكيلو واط . ساعة) × سعر الكلفة (دينار)

مثال : مسخن كهربائي يشتغل على فرق جهد 220 V ويمر به تيار 5 A اذا اشتغل لمدة (4) ساعات باليوم احسب كلفة ما يسحب من طاقة اذا اشتغل لمدة شهر كامل وكان سعر وحدة قياس الطاقة الكهربائية هي 100 دينار ؟

الحل :

$P = I \times V$

$P = 5 \times 220 \rightarrow P = 1100$ W

الكلفة = عدد وحدات الكيلو واط ساعة × سعر الوحدة

كلفة التشغيل الكلفة $= 100 \times 30 \times 4 \times \frac{1100}{1000} = 13200$ دينار

9-4 اجهزة القياس في الدائرة الكهربائية

1 – الكلفانوميتر galvanometer (G)

هو جهاز يقيس التيارات الصغيرة المستمرة واتجاهها ويتكون من ملفات ذات قلب حديدي موضوعة في غلاف مناسب ومؤشر يتحرك حسب اتجاه التيار المراد قياسه وتعتبر حساسية الجهاز مقياس لمدى الانحراف الذي يؤشر به وتعتمد هذه الحساسية على صلابة المؤشر وعدد لفات الملف ويمثل الشكل (4-16) كلفانوميتر بسيط.



شكل 4-16 جهاز الكلفانوميتر

2- الاميتر Ammeter (A)

يستعمل لقياس التيار الكهربائي المار في الدائرة الكهربائية والتي تكون كبيرة بحيث لا يستطيع الكلفانوميتر قياسه ويربط على التوالي مع الجزء المراد قياس التيار المار به ولكي تكون قراءته صحيحة لا بد ان تكون مقاومته اقل بكثير من مقاومة الفرع المراد قياس تياره وان تكون حركة مؤشره الى اقصى انحراف ويتحقق هذان الشرطان اذا وصلت مقاومة صغيرة تسمى مجزئ التيار وكما في الشكل (4-17).



شكل 4-17 جهاز الاميتر

3- الفولطميتر Volt meter (V)



هو جهاز يقيس فرق الجهد بين اي نقطتين في دائرة كهربائية ويربط على التوازي مع ذلك الجزء في الدائرة المطلوب قياس فرق الجهد بينها وحتى لا يسحب ملف الجهاز تيار اكبر ولمنعه من المرور خلاله يتم اضافة مقاومة كبيرة متصلة على التوالي مع ملفه وهذا من شأنه ايضاً يؤكد ان جهاز الفولطميتر عند ربطه لا يحدث تغييراً ملموساً في التيار المار بالدائرة، كما في الشكل (4-18).

شكل 4-18 جهاز الفولتميتر

ملاحظة : الاميتر المثالي مقاومته صفر والفولطميتر المثالي مقاومته لا نهائية (∞)

4- الاوميتر Ometer

هو جهاز يستعمل لقياس المقاومات ويختلف عن الفولتميتر والاميتر في تقسيمات مجال القياس وذلك لأنها غير متجانسة في ابعادها ويختلف عن بقية الاجهزة حيث نجد ان البداية تقع في نهاية مجال القياس من اليمين ويتدرج الى ما لا نهاية الى جهة اليسار وكما موضح في الشكل (4-19) وقد اصبح شائعاً استخدام الاجهزة الرقمية (Digital instrument) ومنه جهاز الاوميتر وتمتاز بدقة القراءة التي تظهر على شاشة الجهاز حيث تكون محدودة ودقيقة جداً .



شكل 4-19 جهاز الاوميتر

اسئلة الفصل الرابع

س1 : اختر الجواب الصحيح من العبارات الاتية :-

1 – التيار الكهربائي عبارة عن :

a – الكترونات سالبة فقط

b – شحنات موجبة فقط

c - ايونات سالبة و موجبة او الكترونات حرة

d – ايونات سالبة وموجبة فقط

2 – ان وحدة قياس التيار الكهربائي

a – الامبير

b – الفولط

c- الواط

d – الجول

3 – اذا كانت هناك شحنة مارة في سلك معدني مقدارها 100 C خلال زمن مقداره 10 s فأن مقدار التيار المار بالسلك المعدني هو:

a - 100 A

b– 1 A

c- 10 A

d- 1000 A

4 – يمكن تطبيق قانون اوم :

a – عند درجة حرارة معينة

b – عند درجة حرارة عالية

c - لا يعتمد على درجة الحرارة

d – في درجات الحرارة المنخفضة جداً

5 – التيار المستمر يكون :

a – ثابت المقدار والاتجاه

b – متغير المقدار ثابت الاتجاه

c - متغير المقدار والاتجاه

d – ثابت المقدار ومتغير الاتجاه

6 – تمثل المقاومة الكهربائية :

a – الاعاقة عند مرور فرق الجهد

b – الاعاقة عند مرور التيار الكهربائي

c – الحرارة المتولدة في الجهاز الكهربائي

d – القدرة المنجزة في الدائرة الكهربائية

7 – يربط جهاز الاوميتر على :

a – التوالي

b – التوازي
c- شكل مثلث متوازي الاضلاع
d – ليس اي مما سبق
8 – في حالة ربط مجموعة مقاومات على التوالي فأن المقاومة المكافئة :
a – تصغر
b – تتساوى
c - تكبر
d- تصبح ما لا نهاية

س2 : اجب بصح او خطأ للعبارات الاتية دون ان تغير ما تحته خط، مع تصحيح الخطأ :
1 – يمر التيار الكهربائي في الدوائر الكهربائية المفتوحة فقط.
2 – كلما ازداد عدد التصادمات في ذرات الموصلات المعدنية تزداد المقاومة.
3 – يعتمد التيار الكهربائي المستمر على تردد الدائرة الكهربائية.
4 – عندما تربط المقاومات الكهربائية على التوازي تقل المقاومة المكافئة.
5 – يعتبر جهازي الفولطميتر والاميتر من اجهزة التيار المتناوب.
6 – الكلفانوميتر يقرأ التيارات العالية .
7 – تكون الدائرة الكهربائية في حالة نقل اقصى قدرة لها للحمل عندما تتساوى المقاومة الخارجية للحمل مع المقاومة الداخلية للمعدن.
8 - يصح قانون اوم فقط في درجات حرارية واطئة.
9 - العلاقة بين مقاومة الموصل المعدنية طردية مع طول سلك ذلك الموصل.

س3 : املا الفراغات الاتية بما يناسبها.
1– التيار الكهربائي في الموصلات المعدنية عبارة عن ..... .
2 – ان الجهاز الذي يسجل التيارات الضعيفة بالدائرة الكهربائية هو..... .
3 – يربط الفولتميتر على ..... بينما يربط الاميتر على ..... .
4 - ..... المقاومة المكافئة عند ربط المقاومات على التوالي .
5– تتناسب مقاومة السلك الموصل المعدني تناسباً ..... مع مساحة مقطعه العرضي .
6 – تعتمد حساب الكلفانومتر لقراءته للتيار على ..... و ..... .
7 – ان حاصل ضرب فرق الجهد الدائرة الكهربائية والتيار المار بها يمثل ..... المزودة للدائرة.
8 – تقاس القدرة بوحدات ..... و ..... .
9– يمكن ايجاد كلفة الطاقة الكهربائية التي تزودنا بها المحطات الكهربائية وذلك بحسب القانون ..... .

س4 : لديك مصباحان الاول يشتغل على فرق جهد 120 V والاخر يشتغل على 6 V وبطارية قوتها الدافعة الكهربائية 6 V اي مصباح يمكن تشغيله بوساطة هذه البطارية ؟ ولماذا ؟

س5 : عدد خصائص ربط المقاومات على التوالي ؟

س6 : ما الاميتر ؟ وكيف يربط في الدائرة الكهربائية ؟

س7 : قارن بين جهازي الاميتر والفولطميتر ؟

س8 : ما انواع التيار الكهربائي ؟ وكيف تميز بينهما ؟

س9 : متى يتم نقل اعظم قدرة في الدائرة الكهربائية عند عدم اهمال المقاومة الداخلية للنضيدة ؟

س10 : علل / تزداد مقاومة الموصل المعدني بأرتفاع درجة الحرارة بينما تنخفض بالنسبة لأشباه الموصلات والعوازل ؟

س11 : اشتق الفولط بالوحدات الاساسية . او برهن $\mathbf{v = \frac{kg.m^2}{S^3.A}}$

س12 : اذكر مميزات ربط الاعمدة او الخلايا (a) على التوالي (b) على التوازي

مسائل الفصل الرابع

س1 : احسب فرق الجهد بين نقطتين في دائرة كهربائية اذا كان التيار المار بها 0.2 A ومقاومة ذلك الجزء منها 20 Ω؟

الجواب / 4 V

س2 : احسب مقدار الشحنة الكهربائية اذا علمت ان مقدار التيار الكهربائي المار في موصل خلال (5 s) تساوي 0.4 A ؟

الجواب / 2 C

س3 : وصلت مقاومة مقدارها (8 Ω) الى مصدر جهد فولطية تساوي (48 V) احسب التيار المار في المقاومة ، وعند زيادة قيمة المصدر الى (60 V) ما مقدار الزيادة في التيار ؟

الجواب / $I_2 =$ 7.5 A، $I_1 = 6A$

س4 : بطارية سيارة قوتها الدافعة الكهربائية 6 V ومقاومتها الداخلية 0.01 Ω كم تكون فولطية طرفا البطارية عندما يسحب منها تياراً مقداره 200 A ؟

الجواب / V=4 V

س5 : ربطت المقاومات(4Ω) ، (6Ω) ، (12Ω) على التوازي ثم ربطت المجموعة مع بطارية فولطيتها (6V) ومقاومتها الداخلية (1 Ω) ما هو التيار الكلي للبطارية ؟

الجواب / I = 2 A

س6 : مصباح كهربائي قدرته (200) W ويشتغل معدل (10) h باليوم وفولطيته (220) V احسب.

1 ـ التيار المار

2ـ ما هي تكاليف الطاقة لمدة (30) يوم اذا كان سعر الوحدة الكهربائية 100 دينار ؟

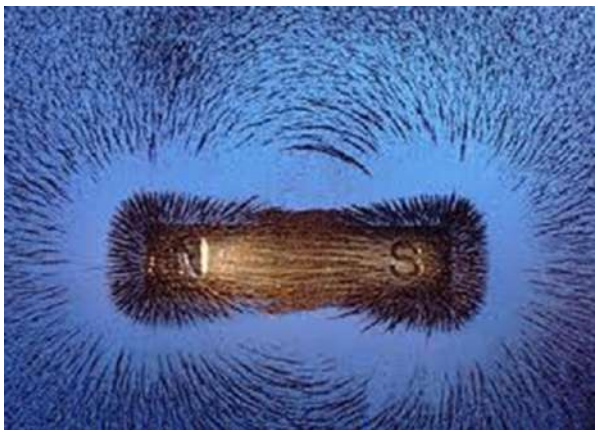
الجواب / الكلفة = 6000 دينار I = 0.9 A

س7 : ربطت خمسة خلايا على التوالي وكانت ق.د.ك (e.m.f) لكل خلية 1 V والمقاومة الداخلية لكل منها 0.2 Ω ثم ربطتا هذه المجموعة الى حمل يتألف من مقاومتين متواليتين 1 Ω، 3 Ω احسب التيار الكلي للدائرة ؟

الجواب / I = 1 A

الفصل الخامس

المغناطيسية



مفردات الفصل
(1-5) المغناطيسية (المواد المغناطيسية والمواد غير المغناطيسية)
(2-5) الاقطاب المغناطيسية والقوة المغناطيسية
(3-5) المجال المغناطيسي
(4-5) خطوط المجال المغناطيسي (الفيض المغناطيسي)
(5-5) الخواص المغناطيسية
1-5-5 المواد المغناطيسية
2-5-5 الهسترة المغناطيسية
3-5-5 المغناطيسية الارضية
4-5-5 نقطة الخمود والتعادل
(6-5) الترابط بين المغناطيسية والتيار الكهربائي
اسئلة ومسائل الفصل

الاغراض السلوكية :-
بعد اكمال هذا الفصل ينبغي للطالب ان يكون قادراً على:
1- فهم المغناطيسية – المجال المغناطيسي- خطوط المجال المغناطيسي
2- تعريف الطالب باتجاه حركة الجسيمات المشحونة في مجال مغناطيسي
3- التميز ما بين انواع المواد المغناطيسية
4- التعرف على الخواص المواد المغناطيسية (النفوذية المغناطيسية وحلقة الهسترة)
5- التعرف على المغناطيسية الكهربائية وتفسير حدوث المتغيرات المتبادلة فيها

الصطلحات العلمية			
المغناطيسية	magnetism	المواد الدايا مغناطيسية	diamagnetic materials
مغناطيس	magnet	المواد البارامغناطيسية	paramagnetic materials
المجال المغناطيسي الارضي	Earth magnetic field	قاعدة اليد اليمنى	Right hand rule
المجال المغناطيسي	magnetic field	الفيض المغناطيسي	magnetic flux
القوة المغناطيسية	Magnetic force	المواد المغناطيسية	magnetic materials
المواد الفيرومغناطيسية	ferro magnetic materials	قطب مغناطيسي	magnetic pole

تمهيد

ليس من الغريب اننا جميعا نعرف المغناطيس لما له من اهمية وتطبيقات عملية في حياتنا اليومية. ونعرف ان له مجالا مغناطيسياً حوله يؤثر به على مواد معينة دون سواها فيجذبها له، او قد يجذب قطع مغناطيس اخرى او ينفر عنها حسب نوع الاقطاب وكما درست سابقا عزيزي الطالب.

1-5 المغناطيسية

منذ زمن الإغريق أي قبل أكثر من ألفي عام اكتشف في منطقة مغنيسيا بوسط آسيا الصغرى أحجار طبيعية سوداء، شكل (5-1)، لها القابلية والمقدرة على جذب بعض المعادن كقطع الحديد الصغيرة والقريبة منها، أطلق على هذه الأحجار اسم الأحجار المغناطيسية نسبة إلى اسم منطقة اكتشافها.



شكل 5-1 حجر المغناطيس الطبيعي

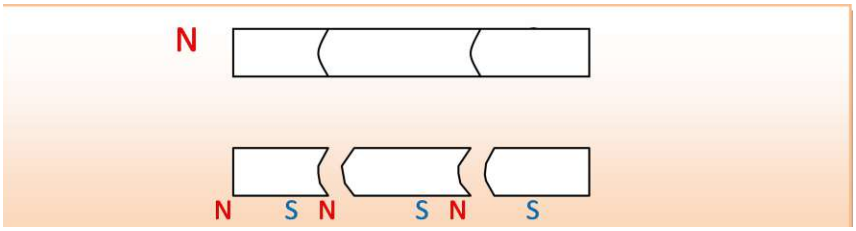
وفي أواخر القرن الثاني عشر للميلاد عُرِف لهذه الأحجار خاصية أخرى وهي أن الحجر المعلّق من وسطه يميل عندما يترك حر الحركة بحيث أن طرفيه يشيران إلى اتجاهي كل من الشمال والجنوب الجغرافيين، وإذا غير اتجاه هذا الحجر المعلّق فانه يتحرك تلقائياً ليعود إلى وضعه الأول.

كما ويمكن نقل الخواص التي تتميز بها تلك الأحجار إلى قطع من الحديد غير الممغنط وذلك بدلك قضيب من الحديد المطاوع المنتظمة الشكل بقطعة من هذه الأحجار لبعض الوقت في اتجاه واحد، فتنتقل بذلك بعض من الصفات المغناطيسية الموجودة بالحجر المغناطيسي إلى قضيب الحديد ويتحول بذلك إلى قضيب مغناطيسي الصناعي. وقد استعملت مثل هذه القضبان أو الإبر الحديدية المصنّعة بهذه الطريقة في تحديد اتجاهي الشمال والجنوب المغناطيسيين. ويمتاز المغناطيس الصناعي عن المغناطيس الطبيعي بالقوة وسهولة الاستعمال لانتظام شكله. كما ويمكن تصنيع المغناطيس الصناعي من خلال دلكه بمغناطيس صناعي اخر او بإمرار تيار كهربائي في سلك معزول لفا حلزونيا حول قطعة الفولاذ المراد مغنطتها. وتعتبر افضل وسيلة للحصول على المغناطيس الصناعي. ويمكن تصنيفه الى نوعين:

1- **المغناطيس الدائم (permanent magnet)**: المغناطيس الذي يتم تصنيعه من الفولاذ ويمتاز ببطيء اكتسابه وفقدانه للمغناطيسية.
2- **المغناطيس الوقتي (nonpermanent magnet)**: المغناطيس الذي يتم تصنيعه من الحديد المطاوع ويمتاز بسرعة اكتسابه وفقدانه للمغناطيسية.

2-5 الاقطاب المغناطيسية والقوة المغناطيسية

عند تعليق قضيباً مغناطيسياً تعليقاً حراً من وسطه، فان أحدى نهايتيه تتجه نحو الشمال الجغرافي والأخرى نحو الجنوب الجغرافي (كما ذكر سابقا). ولقد أوضحت الاختبارات العلمية أن أقطاب المغناطيس لا يمكن فصلها عن بعضها البعض. فمن المعروف، عند كسر قضيب مغناطيسي وفصله إلى أجزاء، كما في الشكل (2-5)، فان كل واحدة منها تصبح قضيباً مغناطيسياً متكاملاً جديداً له قطب شمالي وآخر جنوبي. وهذا يعني إن الاستمرار في تقطيع المغناطيس إلى أجزاء اصغر فأصغر ستصل في الأخير إلى أن الذرة، ما هي سوى قطب مغناطيسي متناهٍ في الصغر من المغناطيس الأصلي.

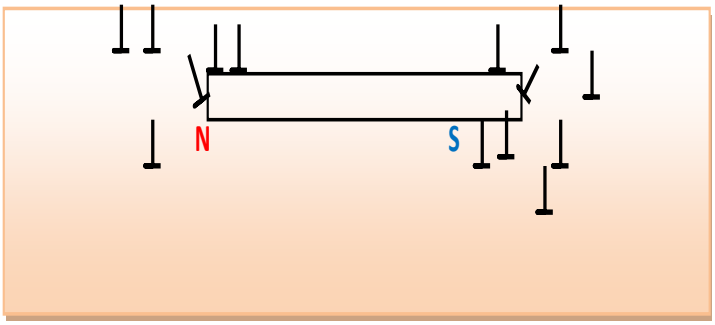


شكل 5-2 الاقطاب المغناطيسية

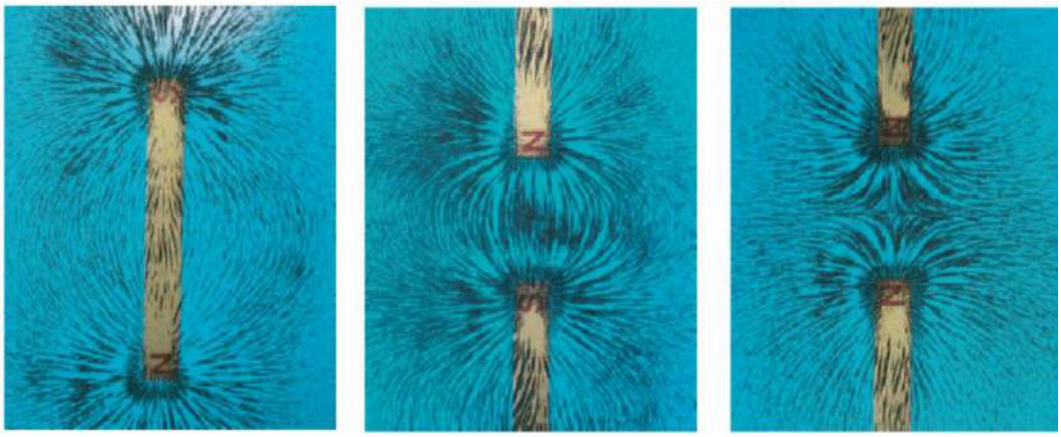
أن القوة المغناطيسية بين قطبين مغناطيسيين هي ذلك التأثير المتبادل بين القطبين سواء بالتنافر إذا تشابه القطبان أو بالتجاذب إذا اختلفا. وتُقدّر هذه القوة غير المرئية بوحدة يطلق عليها النيوتن حسب نظام الوحدات SI وفي النظام ا لدولي للوحدات وهناك وحدة اصغر هي الداين.

3-5 المجال المغناطيسي

هو الحيز الذي يحيط بالمغناطيس من جميع الاتجاهات ويظهر فيه تأثير القوة المغناطيسية في شحنة كهربائية متحركة في ذلك الحيز. ودرسنا كيف أن الشحنات الكهربائية تؤثر على أي شحنة قريبة منها بقوة كهربائية، أي أن للشحنة الكهربائية مجالاً يسمى بالمجال الكهربائي. وبالمقارنة نتساءل هل المغناطيس أيضا يؤثر على المواد المغناطيسية القريبة منه بقوة أم لا ؟ لنتأمل مغناطيساً قد وضع أفقياً على قطعة خشبية وعلِّق مجموعة من الإبر المغناطيسية حوله، شكل (3-5)، نجد أن المغناطيس سوف يؤثر على بعضها ولا يؤثر على البعض الآخر إذا كانت بعيدة، أي أن قوة الجذب المغناطيسي تتركز في قطبيه وتقل في المناطق الأخرى. من هذا يتبين هناك منطقة محيطة بالمغناطيس من جميع الجهات يظهر فيها تأثير القوة المغناطيسية يطلق عليها المجال المغناطيسي، وبما أن المجال غير مرئي لذلك يمكن إظهار أثره باستعمال برادة حديد أو بواسطة بوصلات دقيقة الحجم كما في الأشكال (4-5) و (5-5).



الشكل 5-3 قوة الجذب متركزة في قطبي المغناطيس وتقل في المناطق الأخرى



a b c

شكل 5-4 انتظام جزيئات برادة الحديد على لوح من الزجاج لمغناطيس على هيئة قضيب

a-نمط المجال المغناطيسي المحيطة بقطعة مغناطيس

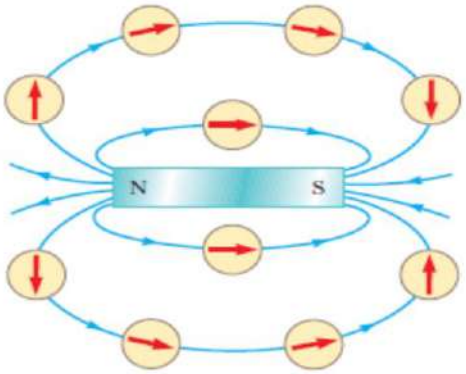
b-نمط المجال المغناطيسي المحيطة بقطبين مغناطيسين مختلفين (N-S) لقطعتي مغناطيس

c-نمط المجال المغناطيسي المحيطة بقطبين مغناطيسين متشابهين (N-N) لقطعتي مغناطيس

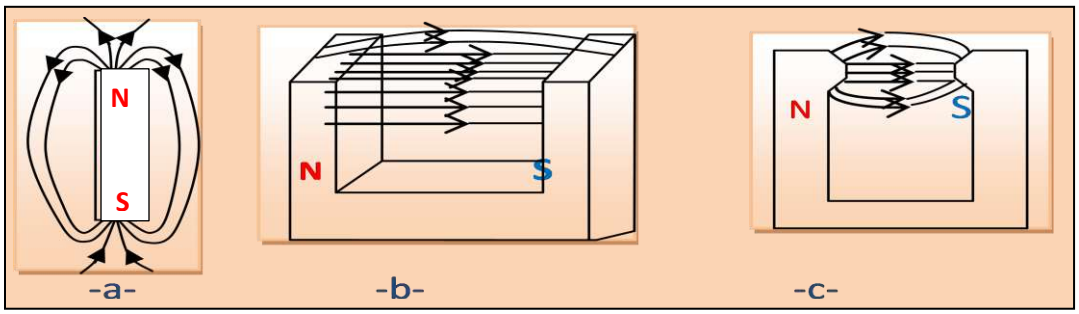
4-5 خطوط المجال المغناطيسي (الفيض المغناطيسي)

إن تأثير إبرة بوصلة مغناطيسية موضوعة في نقطة ما داخل مجال مغناطيسي تعطي طريقة لرسم خطوط القوة المغناطيسية بجوار قضيب مغناطيسي. فهي خطوط وهمية تبين المسار الذي يتخذه قطب شمالي لو ترك حر الحركة في منطقة تأثير المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي. وحيث أن إبرة البوصلة المبينة في الشكل (5-5) تشير بعيداً عن القطب الشماليN ونحو القطب الجنوبي S، فان خطوط القوة المغناطيسية تخرج وتتجه بعيداً عن القطب الشمالي وتتجه نحو القطب الجنوبي خارج المغناطيس، ثم من القطب الجنوبي إلى الشمالي داخله. إن هذا يبين أن خطوط القوة المغناطيسية هي خطوط مغلقة وذلك لأنه لا يمكن أن يوجد قطب مغناطيسي منفرد عملياً كما بيّنا سابقاً، على عكس المجال الكهربائي الذي يمكن أن تتواجد فيه الشحنة الكهربائية منفردة.

أن اتجاه خط القوة المغناطيسية في أي نقطة هو اتجاه المجال المغناطيسي من تلك النقطة، فإذا كان خط القوة منحنياً فان المماس عند نقطة ما فيه يمثل اتجاه المجال المغناطيسي وإذا كان مستقيماً فان اتجاهه يمثل اتجاه المجال مباشرةً. وتوضح المخططات في الشكل (5-6) خطوط القوة المغناطيسية الثلاث، ذات أشكال مختلفة.



الشكل 5-5 إظهار نمط المجال المغناطيسي بجوار قضيب مغناطيسي باستعمال عدد كبير من أبر البوصلة المغناطيسية دقيقة الحجم



الشكل 5-6 اتجاه المجال المغناطيسي

خطوط القوة المغناطيسية في وحدة المساحة التي تجتاز سطحاً عمودياً على مجال مغناطيسي قريب من نقطة ما تسمى بشدة المجال المغناطيسي في تلك النقطة. وسوف نطلق على العدد الكلي لخطوط القوة المغناطيسية التي تجتاز السطح بفيض المجال المغناطيسي ϕ

في نظام الوحدات SI يعبَّرْ عن الفيض المغناطيسي بوحدة الويبر (Wb) نسبة إلى الفيزيائي الألماني ويبر W.E. Weber (1804-1891). وان كثافة الفيض المغناطيسي هي عدد خطوط الفيض المارة بوحدة المساحة.

$$\text{كثافة الفيض} = \frac{\text{الفيض المغناطيسي}}{\text{المساحة}} \qquad \mathbf{B} = \frac{\phi}{\mathbf{A}}$$

اما وحدات كثافة الفيض فهي ($\frac{wb}{m^2}$) تسمى Tesla (T) في نظام SI للوحدات

$$\phi = BA\cos\theta$$

حيث ان ϕ عدد خطوط الفيض المغناطيسي

A المساحة

B كثافة الفيض المغناطيسي

θ الزاوية المحصورة ما بين السطح وخطوط الفيض المغناطيسي

5- 5الخواص المغناطيسية:

1-5-5 المواد المغناطيسية:

جميع المواد على اختلاف انواعها سواء الغازات او السوائل او المواد الصلبة لها خواص مغناطيسية ، نتيجة لتأثرها بالمجال المغناطيسي. ولكن بدرجات متفاوتة فبعض المواد لها خواص مغناطيسية ضعيفة وبعضها متوسطة وبعضها قوية. كما ان لدرجة الحرارة اثر كبير على هذه الخواص. والمواد من حيث خواصها المغناطيسية تنقسم الى قسمين رئيسين هما:

1- المواد المغناطيسية وهي الفيرومغناطيسية (ferromagnetic) وهي واضحة الانفعال بالمغانط والمجالات المغناطيسية. وتمتاز بالاتي:
   1- تنجذب بقوة كبيرة نحو المغناطيس.
   2- توازي المجال المغناطيسي المؤثر اذا علقت طليقة فيه.
   3- تمتاز بنفوذية عالية جدا. والنفوذية هي النسبة ما بين تغير كثافة خطوط الفيض المغناطيسي في مجال مغناطيسي عن قيمتها في الهواء.
   4- من هذه المواد الحديد والنيكل والكوبلت.
2- المواد غير المغناطيسية وتكون غير واضحة الانفعال بالمغانط والمجالات المغناطيسية. وتكون على نوعين:
   a- المواد البارامغناطيسية (paramagnetic) وتمتاز بالاتي:
      1- تنجذب قليلا نحو المغناطيس القوي.
      2- توازي المجال المغناطيسي المؤثر اذا علقت طليقة فيه.
      3- ومن هذه المواد الالمنيوم والبلاتين والاوكسجين السائل وغيرها.
      4- نفوذيتها المغناطيسية أكبر من واحد بقليل.
   b- المواد الدايامغناطيسية (diamagnetic) وتمتاز بالاتي:
      1- تنفر قليلا عن المغناطيس القوي.
      2- تأخذ وضعاً عمودياً مع المجال المغناطيسي المؤثر اذا علقت طليقة فيه.
      3- نفوذيتها المغناطيسية اقل من واحد.
      4- ومن هذه المواد الذهب والفضة والرصاص والنحاس والماء والزئبق وغيرها.

2-5-5 الهسترة المغناطيسية:

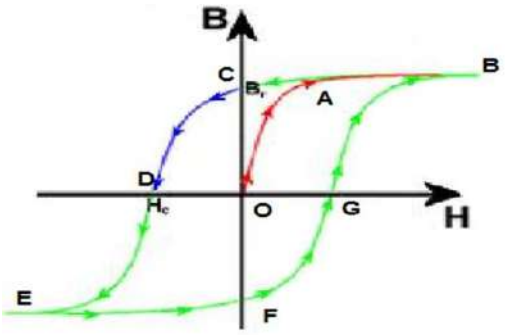
هي الكمية الفيزيائية التي تمثل المغناطيسية المتبقية في المادة بعد زوال القوة الممغنطة.

فعند تعريض مادة فيرومغناطيسية مثل الحديد لمجال مغناطيس خارجي متغير تبدأ جزيئات المادة بالتمغنط (تصطف باتجاه المجال المغناطيسي المؤثر) كما موضح في الشكل (5-7) المنحني (OA) حتى تصل حالة الاشباع (المنحني (AB))(تتمغنط عندها جميع جزيئات المادة الفيرومغناطيسية)، ومع تناقص القوة الممغنطة الى الصفر يلاحظ ان المغناطيسية في المادة الفيرومغناطيسية لا تسلك منحني الصعود بل تسلك المنحني (BAC) اي تبقى المادة محتفظة بالمغناطيسية ولا تصبح قيمتها صفر. ولأجل جعل المغناطيسية صفر تؤثر المغناطيسية بمقدار اخر وبعكس اتجاه القوة. ومع الاستمرار بزيادة المغناطيسية المعاكسة المؤثرة تبدأ المغناطيسية في القطعة الفيرومغناطيسية بالظهور من جديد لكن بأقطاب معاكسة للأولى (المنحني (CDE)). وبعكس القطبية المغناطيسية المؤثرة مرة اخرى فان المغناطيسية سوف تسلك المنحني

(EFGB)، فيتكون بذلك منحني مغلق يسمى بحلقة الهسترة او التخلفية المغناطيسية. من حلقة الهسترة يمكن الاستدلال على:

أن عرض ومساحة حلقة الهسترة يحددان مقدار المغناطيسية المتبقية في المادة. فاذا كانت حلقة الهسترة كبيرة فالمادة لها القابلية على الاحتفاظ بالمغناطيسية مثل الفولاذ اما اذا كانت صغير فالمادة تفقد المغناطيسية بعد زوال المؤثر.

مساحة حلقة الهسترة تحدد مقدار الطاقة الازمة لمغنطة المادة الفيرومغناطيسية. ولما كانت هذه الطاقة تتحول الى حرارة فيفضل ان تكون اقل ما يمكن لذلك يستعمل الحديد المطاوع بدلا من الفولاذ الصلب في صنع قلب المحولات الكهربائية.

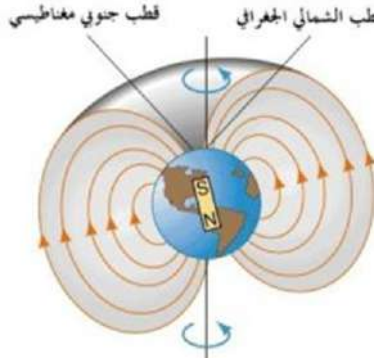


شكل 5-7 حلقة الهسترة المغناطيسية

5-5-3 المغناطيسية الارضية

للأرض مجال مغناطيسي قوي فاذا علقنا قضيبا مغناطيسيا بخيط وحركناه فانه يتحرك لمدة من الزمن وعند توقفه عن الحركة نلاحظ ان أحد طرفيه متجه نحو القطب المغناطيسي الشمالي للأرض والطرف الأخر نحو قطبها المغناطيسي الجنوبي وتفسير ذلك انه خلال دوران الأرض حول محورها تدور طبقتا الغلاف والقشرة اليابسة بسرعة تفوق سرعة النواة الداخلية فتتحرك الكترونات النواة تحركا معينا كي يتناسب مع تحرك الكترونات الغلاف والقشرة ومن حركة الالكترونات هذه ينشأ مجال مغناطيسي.

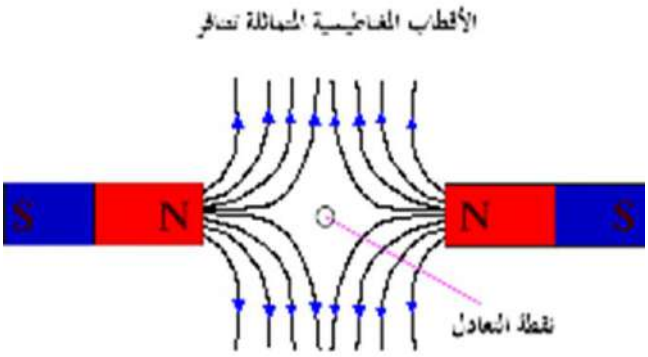
يشبه مجال الأرض المغناطيسي قضيبا مغناطيسيا عملاقا موضوعا في داخل الأرض ومحوره المغناطيسي منحرف بزاوية صغيرة عن المحور الجغرافي. فقطبها المغناطيسي الشمالي يقع على بعد (1920 km) عن قطبها الجغرافي الشمالي نحو الجنوب على خط العرض 73 درجة شمالا وخط طول 100° غرباً، شكل (5-8). وينجذب قطبا الابرة المغناطيسية الى قطبي الأرض المغناطيسيين ويتحركان بحيث يشير أحد طرفي الابرة الى القطب المغناطيسي الشمالي والأخر الى القطب الجنوبي.



شكل 5-8 المغناطيسية الارضية

4-5-5 نقطة الخمود او التعادل

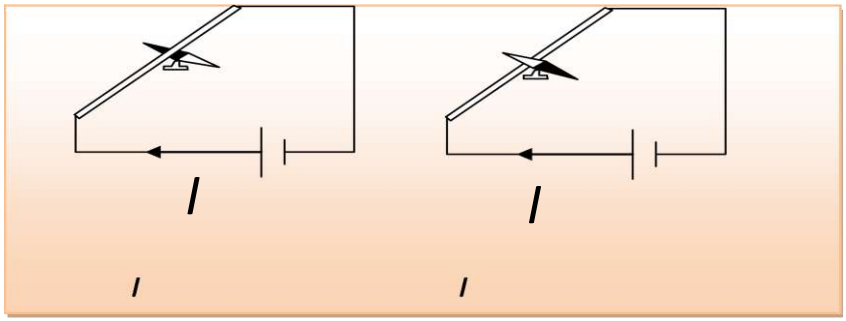
هي النقطة التي يكون فيها المجال المغناطيسي منعدمًا أو هي نقطة تأثير قوتين أو مجالين مغناطيسيين متساويين في المقدار ومتضادين في الاتجاه ، أي أن محصلة القوى المغناطيسية أو شدة المجال عندها تساوي صفرًا ، لاحظ الشكل (5-9). او انه قد تحصل نقاط يكون فيها تاثير المجالين المغناطيسيين للأرض وللمغناطيس متعادلين فلا يظهر اي اثر للقوة المغناطيسية.



شكل 5-9 نقطة التعادل

6-5 الترابط بين المغناطيس والتيار الكهربائي

في عام 1820 اكتشف ألدنماركي هانز كريستيان اورستيد (1770-1867) إن التيارات الكهربائية تولد مجالات مغناطيسية. فقد تحقق ذلك عندما كان يجري تجاربه الكهربائية ، وكان بجوار السلك الذي يمر فيه تيار كهربائي إبرة مغناطيسية تدور حرة الحركة، فلاحظ عند غلق الدائرة الكهربائية ومرور التيار في السلك انحراف الإبرة في اتجاه كما في الشكل (5-10-a)، وعندما غيّر من وضع السلك بحيث أصبح أسفل الإبرة كما في الشكل (5-10-b)، لاحظ انحراف الإبرة بعكس الاتجاه الأول. وقد علّلَ السبب في ذلك إلى أن مرور التيار في السلك يتسبب في نشوء مجال مغناطيسي في المنطقة المحيطة بهِ. وهكذا فان التأثيرات المغناطيسية يمكن أن تنشأ من التأثيرات الكهربائية



b a

الشكل 5-10 : a- السلك فوق الإبرة المغناطيسية.

b-السلك أسفل الإبرة المغناطيسية

تبعه بعد مدة اكتشاف العالم الفيزيائية الفرنسي امبير في تحديد شكل المجال المغناطيسي حول سلك يمرر تيارا كهربائيا فقد وجد امبير ان شدة المجال المغناطيسي حول موصل يحمل تيارا تتناسب طرديا مع كمية التيار وعكسيا مع البعد عن الموصل. ووضع قاعدة تعرف بقاعدة امبير (قاعدة اليد اليمنى) لتعين اتجاه

المجال المغناطيسي حول موصل مستقيم يمرر تيارا كهربائيا معلوم الاتجاه وكما في الشكل (5-11) وتتلخص كالاتي:

الامساك بالقضيب الموصل باليد اليمنى بحيث يكون امتداد الابهام باتجاه التيار وعندها تشير اتجاه لف الاصابع الى اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي الناشئ.



شكل 5–11 قاعدة امبير (قاعدة اليد اليمنى)

اسئلة الفصل الخامس

1- قارن بين مواد البارامغناطيسية والمواد الدايامغناطيسية؟
2- كيف تفحص مجالات المغانط الصغيرة؟
3- اذا اريد عزل الات ساعة عزلا مغناطيسيا فمن اي المواد يصنع غلافه ولماذا ؟
4- عرف :- قاعدة اليد اليمنى، نقطة التعادل.
5- يمكن تصنيف المغناطيسي الصناعي الى صنفين أذكرهما؟
6- أملاء الفراغات الآتية:

1- يمتاز المغناطيس الصناعي عن المغناطيس الطبيعي ------ وسهولة الاستعمال ------ شكله.
2- عند تعليق قضيباً مغناطيسياً تعليقاً حراً من وسطه، فأن أحدى نهايتيه تتجه نحو ------ الجغرافي والاخرى نحو ------- الجغرافي.
3- أن قوة الجذب المغناطيسي -------- في قطبيه و-------- في المناطق الاخرى.
4- وجد العالم أمبير أن شدة المجال المغناطيسي حول موصل يحمل تياراً يتناسب ------ مع كمية التيار و ------- مع البعد عن الموصل.
5- يشبه مجال الارض المغناطيسي قضيباً ------- عملاقاً ومحوره المغناطيس ينحرف بزاوية ------- عن المحور الجغرافي.
6- أن عرض ومساحة حلقة -------- يحددان مقدار المغناطيسية المتبقية في المادة.
7- لا يمكن أن يوجد قطب مغناطيسي ------- عملياً.
8- أن كثافة الفيض المغناطيسي هي عدد ------- الفيض المارة بوحدة المساحة.
9- تمتاز المواد الفيرومغناطيسية بأنها تنجذب بقوة -------- نحو المغناطيس.

الفصل السادس
(الضوء)



المفردات :-

1-6 طبيعة الضوء (الجسيمية والموجية).
2-6 الطيف الكهرومغناطيسي.
3-6 انعكاس الضوء.
4-6 انكسار الضوء.
5-6 ظواهر طبيعية في الضوء (السراب، قوس الله).
1-5-6 السراب.
2-5-6 قوس الله.
أسئلة ومسائل الفصل

الاغراض السلوكية :-

بعد اكمال هذا الفصل ينبغي للطالب ان يكون قادراً على أن :-

1- يدرك طبيعة الضوء .
2- يعرف الموجة الكهرومغناطيسية .
3- يتعرف على مناطق الطيف الكهرومغناطيسي .
4- يدرك معنى انعكاس وانكسار الضوء .
5- يفهم معامل الانكسار المطلق لمادة شفافة .
6- يتعرف على بعض الظواهر الطبيعية مثل السراب وقوس الله .
7- يستعمل العلاقات الواردة في الفصل لحل مسائل حسابية متنوعة .

المصطلحات العلمية :-

سلوك موجي	wave behavior
سلوك جسيمي (دقائقي)	particle behavior
موجة كهرومغناطيسية	electromagnetic wave
طبيعة الضوء	nature of light
انعكاس منتظم	secular reflection
انعكاس غير منتظم	diffuse reflection
تشتت	dispersion
معامل الانكسار	refractive index
الكثافة الضوئية	optical density
وسط شفاف	transparent medium

6 - 1 طبيعة الضوء (الجسيمية والموجية) :-

Nature of light (particles and waves) :-

يعتبر الضوء من اكثر الظواهر الفيزيائية التي تشعر بها حواسنا ، اذ ان احساسنا بالضوء هو الذي يمدنا بمعرفة شكل وحجم ولون العالم المحيط بنا ، لاحظ الشكل (6-1).



شكل 6-1

وقد لاحظ الانسان عبر تاريخه الطويل ان الضوء ينبعث مثلاً من الشمس والاجسام الساخنة والبرق، حيث حاول الانسان منذ القدم دراسة طبيعة الضوء وخواصه وقد حظيت هذه الدراسة باهتمام العلماء العرب (لاسيما في القرنين العاشر والحادي عشر الميلاديين)، فدرس خواص الضوء العديد من العلماء العرب أمثال الحسن بن الهيثم والكندي والفارابي حيث ذكر العالم العربي الحسن بن الهيثم أن للضوء سرعة إذ قال (اذا كان الثقب مستتراً ثم رفع الساتر فوصل الضوء من الثقب الى الجسم المقابل ليس يكون الا في زمان وإن كان خفياً عن الحس).

وقد كان الاعتقاد السائد آنذاك وحتى القرن السادس عشر بأن الضوء لا يستغرق وقتاً في أثناء مساره. الا أن العالم الفلكي الدانماركي (رومر) قد بين أن سرعة الضوء وان كانت كبيرة جداً الا أنها محدودة.

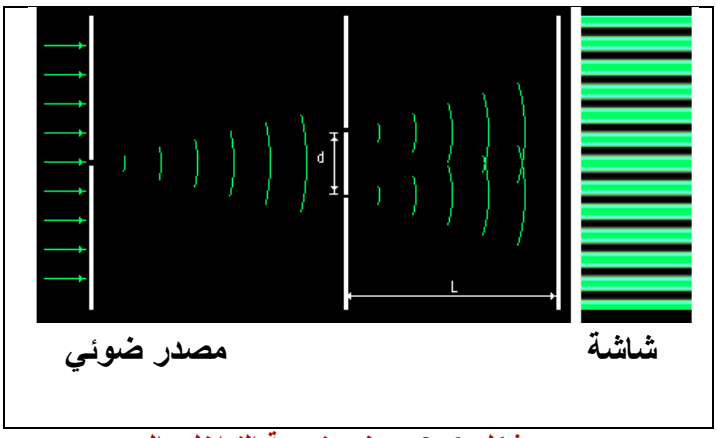
ولكن السؤال (ماهي طبيعة الضوء ؟) قد ظل واحداً من اصعب الاسئلة الفيزيائية في ذلك الوقت . فقد ظهرت في نهاية القرن السابع عشر نظريتان لتفسير طبيعة الضوء وكان لكل منهما مؤيدوها وهما النظرية الموجية للعالم هايكنز والنظرية الدقائقية (الجسيمية) للعالم نيوتن، إذ اعتقد نيوتن ان الضوء عبارة عن دقائق مادية تامة المرونة صغيرة جداً ذات سرعة هائلة تنبعث من المصدر المضيء الى جميع الاتجاهات وبخطوط مستقيمة في الفراغ أو الاوساط الشفافة وقد سميت هذه النظرية بالنظرية الدقائقية (أو الجسيمية) وقد استطاعت النظرية الجسيمية أن تفسر كيفية تكوين الظلال والانعكاس في الضوء ، لاحظ الشكل (6-1)، ولكنها فشلت في تفسير ظاهرة الانكسار وقوانينه لأنه اعتقد أن سرعة الضوء في الماء هي اكبر مما هي عليه في الهواء.

ولكن تجارب العالم (فوكو) اثبتت بعدئذ عكس ذلك اذ وجد أن سرعة الضوء في الهواء هي اكبر من سرعة الضوء في الماء والمواد الشفافة الصلبة الاخرى .

وقد استطاع العالم هايكنز في عام (1670) أن يضع النظرية الموجية للضوء واستطاع أن يفسر قوانين الانعكاس والانكسار، على أن الضوء هو حركة موجية تنتشر في الاوساط الشفافة كما تنتشر

الموجات الميكانيكية على سطح الماء الراكد ، كما تفترض وجود الاثير كوسط مرن يملأ الفراغ وتنتقل طاقة الضوء من مصادرها الى جميع الاتجاهات على هيئة سلسلة من الموجات. وقد سادت هاتان النظريتان حتى مطلع القرن التاسع عشر حيث وجد أن سرعة الضوء في وسط كثيف كالماء هي أقل مقداراً من سرعته في الفراغ وهذا عكس ما تنبأ به العالم نيوتن في النظرية الدقائقية.

وفي عام (1803) اجرى العالم يونك تجاربه الشهيرة في التداخل وحيود الضوء، لاحظ الشكل (6-2)، مما كان له الاثر الكبير في تدعيم النظرية الموجية ، وبذلك تعززت مكانة النظرية الموجية في حين بدأت النظرية الدقائقية بالأفول.



شكل 2-6 يوضح تجربة التداخل والحيود

وفي عام (1864) قدم العالم ماكسويل نظريته حول وجود الموجات الكهرومغناطيسية. اذ افترض ماكسويل في هذه النظرية ان المجال الكهربائي المتغير يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً وهذا بدوره يؤدي الى توليد مجال كهربائي متغير وهكذا. وحسب هذه النظرية فأن **الضوء المرئي هو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تسير بسرعة مقدارها (3×10^8 m/s) في الفراغ.**

وقد تمكنت النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل خلال القرن التاسع عشر من تفسير معظم الظواهر الفيزياوية المعروفة آنذاك. ولكن في بداية القرن العشرين ظهرت ظواهر فيزيائية لم تستطيع الفيزياء الكلاسيكية (النظرية الموجية) تفسيرها مثل ظاهرة أشعاع الجسم الاسود والظاهرة الكهروضوئية وظاهرة كومبتن. ولحل معضلة أشعاع الجسم الاسود تقدم العالم بلانك في عام (1900) بنظرية جديدة (نظرية الكم) والتي تعد تحولاً جذرياً عن المفاهيم الكلاسيكية السائدة آنذاك . أذ افترض أن الاشعاع لاينبعث بشكل مقادير مستمرة وانما بشكل حزم محددة من الطاقة تسمى كمات (quanta) أو فوتونات وأن طاقة الفوتون (E) تتناسب طردياً مع تردد الاشعاع (تردد الفوتون) (f) وحسب العلاقة :-

$$E=hf$$

حيث (h) هو ثابت بلانك ويساوي (6.63×10^{-34}J.s). وأن التردد (f) يرتبط بالطول الموجي (λ). حسب العلاقة:

$$f=\frac{c}{\lambda}$$

حيث (c) هي سرعة الضوء في الفراغ وتساوي (3×10^8 m/s) . وقد تعززت مكانة النظرية الجسيمية (الدقائقية) للضوء عندما استطاع العالم اينشتين في عام (1905) من تفسير الظاهرة الكهروضوئية

عن طريق الطبيعة الجسيمية للضوء (الفوتونات) بالاستفادة من نظرية الكم لبلانك ثم لاحظ العالم كومبتن في عشرينيات القرن العشرين أنه عندما ترتطم فوتونات الاشعة السينية بالإلكترونات فأنها تتبادل معها الطاقة والزخم كما لو كانت تلك الاشعة بمثابة جسيمات تتصادم بمرونة مع الالكترونات. وهنا يبرز السؤال التالي: ماهي النظرة الحديثة لطبيعة الضوء؟ أن النظرة الحديثة لطبيعة الضوء تأخذ السلوك الثنائي (الموجي والجسيمي) أذ يظهر الضوء سلوكاً موجياً في بعض الظواهر وسلوكاً جسيمياً في الظواهر أخرى. أي أن طاقة الاشعاع تنتقل بشكل فوتونات يقودها باتجاه سيرها مجال موجي . الا أنه في تجربة معينة يسلك الضوء أما سلوكاً موجياً أو سلوكاً جسيمياً ولكن ليس كلاهما في آن واحد . أن الطول الموجي المصاحب للفوتون (λ) يعطى بالعلاقة :-

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{h}{p}}$$

حيث (h) هو ثابت بلانك و (p) هو زخم الفوتون. أي أن الطول الموجي المصاحب (المرافق) للفوتون يتناسب عكسياً مع زخم الفوتون.

مثال:- فوتون طوله الموجي (0.1 nm) . احسب مقدار زخمه ، مع العلم بأن ثابت بلانك يساوي ($6.63\times10^{-34}\text{J.s}$).

الحل :-

لدينا العلاقة :

$$\lambda = \frac{h}{p} \Rightarrow \therefore p = \frac{h}{\lambda}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :-

$$p = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{0.1 \times 10^{-9}} \Rightarrow \therefore p = 6.63 \times 10^{-24} (\text{J}.\ \frac{s}{m})$$

(عزيزي الطالب : هل تستطيع ان تبرهن على أن : $\text{J}.\ \frac{s}{m} = \text{kg}.\frac{m}{s}$)

6 - 2 الطيف الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Spectrum):-

الموجة الكهرومغناطيسية تشبه أي موجة أخرى من حيث امتلاكها الى تردد وطول موجي ولكنها تسير بسرعة الضوء في الفراغ ($c = 3 \times 10^8\ {}^{m}/_{s}$)، وأن العلاقة بين طولها الموجي (λ) وترددها (f) هو:-

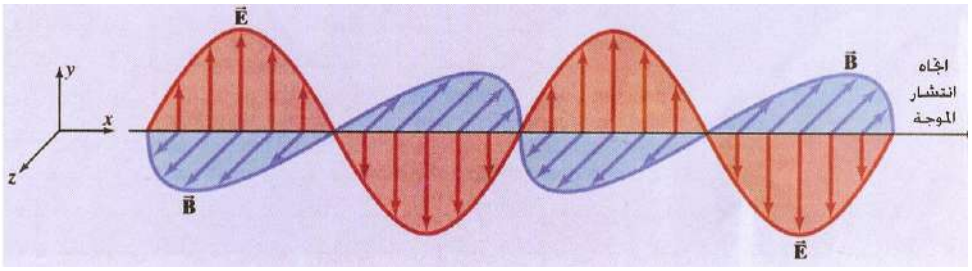
$$\boldsymbol{f = \frac{c}{\lambda}}$$

وأن طاقة الموجة الكهرومغناطيسية (E) تعطى وفق العلاقة:-

$$E = hf$$

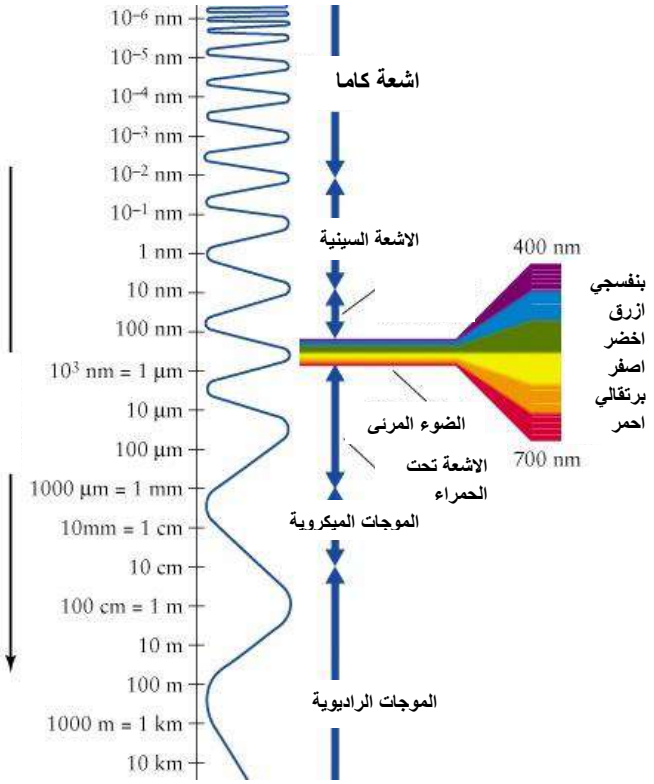
حيث (h) هو ثابت بلانك .

ولكن مما تتكون الموجة الكهرومغناطيسية ؟ **تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من مجالين كهربائي ($\vec{E}$) ومغناطيسي ($\vec{B}$) ينتشران في الفضاء من نقطة الى اخرى وهما متلازمان ومتفقان في الطور وعموديان على خط انتشارهما مكونان ما يسمى بالموجة الكهرومغناطيسية**، لاحظ الشكل (6-3).



شكل 6-3 يبين الموجة الكهرومغناطيسية

فهل جميع أنواع الموجات الكهرومغناطيسية تمتلك نفس التردد أو الطول الموجي؟ والجواب هو كلا، فعلى الرغم من أن جميع أنواعها تسير بسرعة الضوء في الفراغ (c) ألا أنها تختلف فيما بينها في اطوالها الموجية وترددتها، حيث يبلغ مدى ترددات الطيف الكهرومغناطيسي تقريباً من أقل من حوالي (10^4 Hz) الى أكبر من حوالي (10^{23} Hz) ومدى أطواله الموجية تقريباً من أكبر من حوالي (3×10^4 m) الى أقل من حوالي (3×10^{-15} m)، لاحظ الشكل (6-4). ولا يوجد حد فاصل بين كل نوع وآخر من الموجات وتقسم عادةً الى سبعة مناطق وهي حسب النقصان في الطول الموجي:-



شكل 6-4

1- الموجات الراديوية (Radio Waves):-

وهي تنتج عن تعجيل الشحنات في سلك موصل وتتراوح أطوالها الموجية تقريباً ما بين ($0.1 - 3\times10^4$ m) ويمكن أن تتولد بوساطة أجهزة الكترونية مثل مذبذبات (LC)، حيث (L) هو معامل الحث الذاتي للملف و (C) هي سعة المتسعة . وتستثمر في مجالات عدة منها الاتصالات والراديو (المذياع) والتلفاز.

2- الموجات المايكروية (Microwaves) :-



شكل 6-5

وهي موجات راديوية ذات طول موجي قصير جداً ويمكن توليدها بوساطة أجهزة الكترونية خاصة ، وتتراوح أطوالها الموجية تقريباً ما بين (1000 µm – 0. 1 m) ولقصر طولها الموجي فأنها تستثمر في مجالات عدة منها نظم الرادار والهاتف المحمول (الموبايل). ومن التطبيقات الاخرى لهذه الموجات هي استثمارها في افران الموجة الدقيقة (microwave Ovens)، أذ تؤمن عمليات الطبخ المنزلي بوقت قصير نسبياً، لاحظ الشكل (6-5).

3- الموجات تحت الحمراء (Infrared waves) :-

تنبعث الموجات تحت الحمراء من الاجسام الدافئة والحارة (الساخنة) وتتراوح اطوالها الموجية ما بين حوالي (700 nm – 1000µm) وأن هذه الموجات تمتص بشدة من قبل العديد من الجزيئات مثل جزيئات الماء وثنائي أوكسيد الكاربون وعند امتصاصها تتحول طاقة الموجة الى طاقة حرارية تؤدي الى تسخين الجسم الماص، وتسمى أحياناً بالموجات الحرارية . وتستثمر الاشعة تحت الحمراء في العديد من المجالات منها دراسة التركيب البلوري لبعض المواد وكذلك استثمارها في جهاز التحكم عن بعد المستعمل في التلفاز مثلاً وكذلك في التصوير الليلي (remote control).

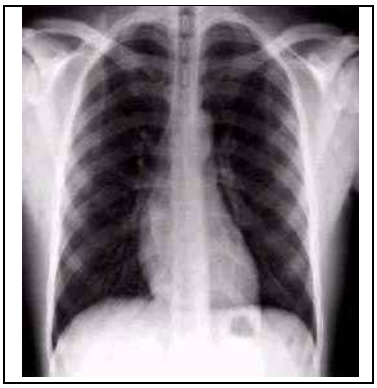
4- الضوء المرئي (Visible light) :-

وهو ذلك الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي يمكن للعين البشرية ان تكشفه ويعتبر من اكثر اشكال الموجات الكهرومغناطيسية أدراكاً . وينشأ الضوء المرئي من أعادة ترتيب الالكترونات في الذرات والجزيئات وتتراوح مدى أطواله الموجية تقريباً ما بين (400 – 700 nm)، حيث يمتلك اللون الاحمر أطول طول موجي (حوالي 700 nm) بينما يمتلك اللون البنفسجي أقصر طول موجي (حوالي 400 nm) وتتراوح بقية الالوان بين اللون الاحمر واللون البنفسجي وتكون حسب النقصان في طولها الموجي (تنازلياً) كالآتي:- (الاحمر، البرتقالي، الاصفر، الاخضر، الازرق، النيلي، البنفسجي)، لاحظ الشكل (6-7) ومن الجدير بالذكر أن حساسية العين تكون دالة للأطوال الموجية للضوء المرئي حيث تكون أقصاها عند الطول الموجي حوالي (550 nm) (الاصفر المائل للأخضر).

5- الاشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet ray):-

تعتبر الشمس من المصادر المهمة للأشعة فوق البنفسجية ، ويتراوح مدى اطوالها الموجية تقريباً ما بين (10 – 400 nm) لذلك تعتبر الانواع الشائعة من الزجاج معتمة بالنسبة لمعظم طيف الاشعة فوق البنفسجية. أن تعرض بشرة الانسان لضوء الشمس يؤدي الى اسمرارها ولكن التعرض الزائد لبعض أنواع الاشعة فوق البنفسجية قد يسبب أمراضاً للإنسان ومنها سرطان الجلد. أن معظم الاشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس تمتص بوساطة جزيئات الاوزون (O_3) الموجودة في طبقة الاوزون والتي هي جزء من الغلاف الجوي الذي يحيط بالكرة الارضية ضمن طبقة الستراتوسفير ، طبقة الاوزون هذه تعمل على حماية الارض ومن عليها من أحياء من تأثير هذه الاشعة، لذا فأن طبقة الاوزون تعمل عمل مظلة واقية للأرض وهذه واحدة من أفضال الله سبحانه تعالى ونعمه علينا. ولكن حديثاً ثبت تآكل طبقة الاوزون أو حدوث ثقب فيها وذلك نتيجة تأثير مخلفات الصناعة في العالم مثل انبعاث المواد الكيمياوية من البخاخات ومركبات الكلور وفلور وكربون (cfc) المستخدمة في المكيفات وأجهزة التبريد. فهل توجد للأشعة فوق البنفسجية تطبيقات مفيدة للإنسان؟ والجواب نعم يوجد لها العديد من التطبيقات المفيدة للإنسان نذكر منها استثمارها في عمليات التعقيم وفي حاضنات الخدج وفي كشف النصوص الممسوحة والكتابات المستترة. وكذلك استثمارها في أنابيب الفلورة (الفلورسنت).

6- الاشعة السينية (X - ray) :-



شكل 6-6

المصدر الشائع لهذه الموجات هو قذف هدف من الفلز بالإلكترونات المعجلة، ويتراوح مدى أطوالها الموجية تقريباً ما بين (0.01–10nm) والاشعة السينية لها مقدرة عالية على النفاذ من المواد الرخوة كلحم الانسان ، ولها استعمالات عديدة نذكر منها استثمارها في دراسة التركيب الداخلي للبلورات لان المسافات البينية في المواد الصلبة حوالي (0.1 nm) تقع ضمن مدى الاطوال الموجية للأشعة السينية كما تستثمر ايضاً في تفتيش الحقائب في بعض المطارات. ومن أهم استعمالات الاشعة السينية هو استثمارها في مجال الطب لغرض التشخيص والعلاج مثل تشخيص حصاة الكلية وكسور العظام، لاحظ الشكل (6-6)، وعلاج بعض أنواع مرض السرطان كما تستثمر ايضاً في جهاز المفراس (CT – Scan).

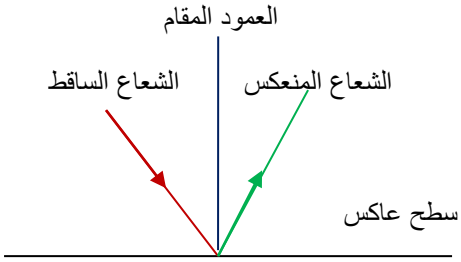
7- اشعة كاما (Gamma - ray) :-

تمتلك أشعة كاما أقصر الاطوال الموجية للموجات الكهرومغناطيسية في الطيف الكهرومغناطيسي، أذ يتراوح مدى أطوالها الموجية تقريباً ما بين (10^{-2} nm - 10^{-6}) ولذلك هي أشعة ذات طاقة عالية جداً وهي تنبعث من نوى الذرات كما تعتبر من أحدى مكونات الاشعة الكونية القادمة من الفضاء الخارجي ولها قدرة كبيرة جداً على اختراق المواد وتسبب أضراراً خطيرة عند امتصاصها بوساطة الخلايا الحية لجسم الانسان ولها ايضاً استعمالات مفيدة منها استثمارها في مجال الطب في تشخيص ومعالجة بعض الاورام السرطانية، لاحظ الشكل (6-7).



شكل 6-7

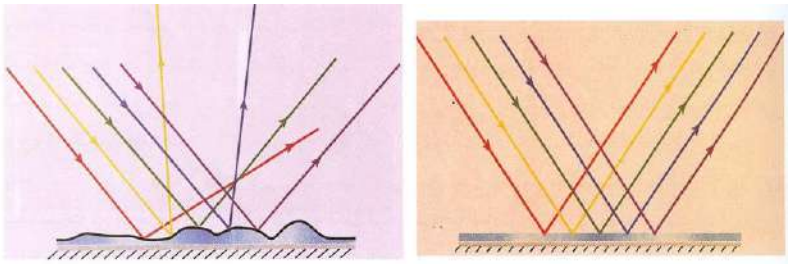
6 - 3 انعكاس الضوء (Reflection of light):-



شكل 6-8

يقصد بانعكاس الضوء بأنه ظاهرة ارتداد الضوء على سطح فاصل بين وسطين الى الوسط الذي قدم منه، لاحظ الشكل (6-8). فإذا سقط الضوء على سطح ما أنعكس جزء منه ونفد جزء آخر خلال الاجسام الشفافة وامتص الباقي من لدن ذلك السطح. وعند سقوط أشعة ضوئية على سطح مصقول (مرآة مستوية مثلاً) يحدث ما يسمى بالانعكاس المنتظم، فالأشعة تسقط متوازية وتنعكس أيضاً متوازية، لاحظ الشكل (6-9-a).

أما أذا سقطت الاشعة الضوئية على سطح خشن كالخشب مثلاً ، فأنها تنعكس في عدة اتجاهات (أي تكون منتشرة) لان زوايا السقوط للأشعة المتوازية التي تسقط على سطح خشن تكون مختلفة بسبب اختلاف أتجاه الاعمدة المقامة عليها لذا فأن زوايا انعكاسها مختلفة ايضاً ولكن زاوية سقوط كل شعاع تساوي زاوية انعكاسها عن السطح وهذا ما يسمى بالانعكاس غير المنتظم، لاحظ الشكل (6-9-b) وتجدر الاشارة هنا الى أننا نرى معظم الاشياء من حولنا نتيجة الانعكاس غير المنتظم.



b- انعكاس غير منتظم a-أنعكاس منتظم

شكل 6-9

هل تعلم ؟

من اهم الامثلة عن الانعكاس غير المنتظم ذلك الذي تسببه دقائق الغبار المنتشرة في الجو وانعكاس ضوء الشمس عن هذه الدقائق هو انعكاس غير منتظم يؤدي الى انتشار الضوء المنعكس في جميع الاتجاهات فتغمر الارض بالضياء.

وقد وجد عملياً أن انعكاس الضوء يخضع لقانونين يسميان قانوني الانعكاس وهما:-

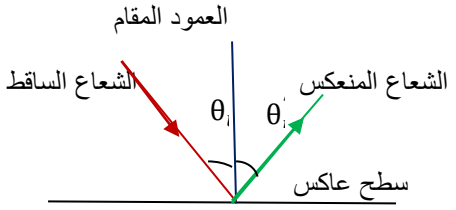
القانون الاول للانعكاس: الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعها في مستو واحد.

القانون الثاني للانعكاس: زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.

ولكن ما المقصود بزاوية السقوط وزاوية الانعكاس؟ يقصد بزاوية السقوط **هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط**، مثلاً الزاوية (θ_i)، في الشكل (6-10). ويقصد بزاوية الانعكاس هي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام ، مثلاً الزاوية (θ_i')، في الشكل (6-10).

فكر:-

لماذا ينعكس الشعاع الساقط بصورة عمودية على السطح العاكس على نفسه ؟



شكل 6-10

6 - 4 انكسار الضوء (Refraction of light):-

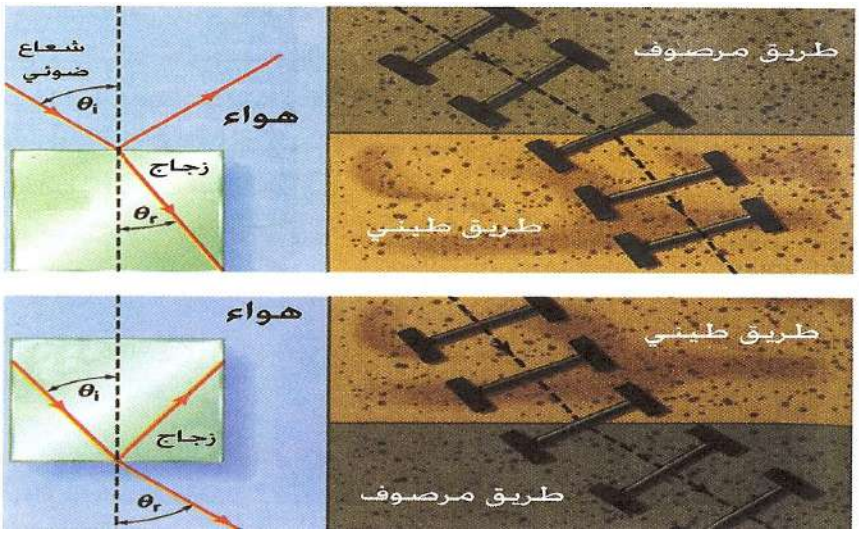
هل تساءلت عزيزي الطالب لماذا يبدو القلم مكسوراً عند وضعه في كأس مملوءة بالماء؟ ولماذا تبدو الملعقة والقصبة مكسورتان عند وضعهما بالماء ايضاً؟ لاحظ الشكل (6-11). والجواب على هذين السؤالين هو بسبب انكسار الضوء، فماذا يقصد بهذه الظاهرة الفيزيائية ؟ **أن انكسار الضوء هو تغيير في اتجاه الشعاع الضوئي عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية أذا سقط بصورة مائلة على السطح الفاصل بين الوسطين .**

وتعرف زاوية الانكسار (θ_r) بأنها الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام . فماذا يقصد بالكثافة الضوئية ؟ **الكثافة الضوئية هي صفة للوسط الشفاف تعتمد عليها سرعة الضوء المار فيه، فكلما كبرت الكثافة الضوئية للوسط الشفاف قلت سرعة الضوء فيه والعكس صحيح.** فكما نلاحظ من الشكل (6-12) أنه عند انتقال الضوء بصورة مائلة من الهواء ذو الكثافة الضوئية الاقل (الذي تكون فيه سرعة الضوء أكبر) الى الزجاج ذو الكثافة الضوئية الاكبر (الذي تكون فيه سرعة الضوء أقل) وبزاوية

سقوط مقدارها (θ_i) فأن الشعاع الضوئي ينكسر (ينحرف) مقترباً من العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين الشفافين وبزاوية انكسار مقدارها (θ_r). أي أن زاوية السقوط (θ_i) تكون أكبر من زاوية الانكسار (θ_r). ويمكن مقارنة ذلك بانحراف زوج من العجلات عند عبورها الحد الفاصل بين طريق مرصوف (مُعبّد) وطريق طيني، فالعجلة الاولى التي تدخل الطين ستقل سرعتها مما يجعل العجلات تنحرف عن اتجاهها مقتربة من العمود على الحد الفاصل بين الطريقين، لاحظ الشكل (6-12). والعكس صحيح، أي عند انتقال الضوء بصورة مائلة من الزجاج الى الهواء وبزاوية سقوط مقدارها (θ_i) فأن الشعاع سوف ينكسر (ينحرف) مبتعداً عن العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين الشفافين وبزاوية انكسار مقدارها (θ_r) ، أي أن زاوية السقوط (θ_i) تكون أصغر من زاوية الانكسار (θ_r) ، لاحظ الشكل (6-12).



شكل 6-11



شكل 6-12

وقد وجد عملياً بأن انكسار الضوء يخضع لقانونين يسميان قانوني الانكسار وهما:-

القانون الاول للانكسار: الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستو واحد عمودي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين.

القانون الثاني للانكسار: النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار يساوي مقداراً ثابتاً.

أن النسبة بين جيب زاوية السقوط ($\sin\theta_i$) للشعاع الساقط في الوسط الشفاف الاول (أو المادة الشفافة الاولى) وجيب زاوية الانكسار ($\sin\theta_r$) في الوسط الشفاف الثاني (أو المادة الشفافة الثانية) هي نسبة ثابتة لهذين الوسطين، وتسمى معامل الانكسار النسبي بين الوسطين الشفافين ($_1n_2$) ويعطى حسب العلاقة :-

$$_1n_2=\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} \ldots\ldots (1-6)$$

فكر!!!
هل يختلف معامل الانكسار لألوان الطيف الشمسي؟ وضح السبب .

أن معامل الانكسار النسبي يمكن أن يعطى أيضاً بالآتي :-

$$_1n_2=\frac{v_1}{v_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2-6)$$

حيث (v_1) تمثل سرعة الضوء في الوسط الشفاف الاول، (v_2) تمثل سرعة الضوء في الوسط الشفاف الثاني، (λ_1) تمثل طول موجة الضوء في الوسط الشفاف الاول، و (λ_2) تمثل طول موجة الضوء في الوسط الشفاف الثاني . وفي حالة أن يكون الوسط الشفاف الاول هو الفراغ فعند ذلك تصبح $(v_1 = c)$ في العلاقة السابقة ($_1n_2=\frac{v_1}{v_2}$) وفي هذه الحالة فأن معامل الانكسار يسمى بمعامل الانكسار المطلق (n) للوسط الشفاف (أو للمادة الشفافة) ويعطى حسب العلاقة:-

$$n=\frac{c}{v}\ldots\ldots(3-6)$$

حيث (c) هي سرعة الضوء في الفراغ وتساوي ($3\times10^8 m/s$) و (v) تمثل سرعة الضوء في الوسط الشفاف المادي (أو للمادة الشفافة). أن معامل الانكسار المطلق للفراغ يساوي واحد بالضبط ولكن معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف (أو المادة الشفافة) هو دائماً أكبر من الواحد لان سرعة الضوء في الفراغ هي دائماً أكبر من سرعة الضوء في الوسط الشفاف أو المادة الشفافة. الجدول (6 - 1) يبين قيم معامل الانكسار المطلق لبعض المواد الصلبة (لضوء الصوديوم، طول موجته حوالي 589 nm في درجة حرارة 20 °C).

جدول 6-1 معامل الانكسار المطلق لبعض المواد الصلبة .

المادة	معامل الانكسار المطلق
الفلورايت	1.43
الكوارتز (fused)	1.46
البوليستيرين	1.49
اللوسايت	1.51
الزجاج التاجي	1.52
كلوريد الصوديوم	1.54
السفير	1.77
الزركون	1.92
الماس	2.42
ثنائي اوكسيد التيتانيوم	2.9
كبريتيد الكاليوم	3.5

وحيث أنه من المعروف أن قيمة معامل الانكسار المطلق للهواء تساوي حوالي (1.00029) وهذه القيمة هي قريبة جداً من الواحد الصحيح ، لذلك وللسهولة وللأغراض الحسابية فأننا سوف نعتبر في دراستنا الحالية بأن معامل الانكسار المطلق للهواء يساوي واحد، أي أن **(للهواء n=1) .**

أن معامل الانكسار النسبي ($_1n_2$) يمكن أن يعطى ايضاً بالعلاقة :-

$$_1n_2=\frac{n_2}{n_1} \quad \text{.....(4-6)}$$

(عزيزي الطالب حاول أن تبرهن ذلك)

حيث (n_1) يمثل معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الاول و (n_2) يمثل معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الثاني وباستعمال العلاقة ($_1n_2=\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}$) فأنه يمكننا الحصول على قانون سنيل :-

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_r \ldots\ldots(5-6)$$

مثال :-

أذا علمت أن سرعة الضوء في الماس تساوي ($1.24\times10^8 m/s$) . جد معامل الانكسار المطلق للماس أذا علمت أن سرعة الضوء في الفراغ تساوي ($3\times10^8 m/s$) .

الحل :-

لدينا العلاقة:

$$n=\frac{c}{v}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :-

وهو معامل الانكسار المطلق للماس $n=\frac{3\times10^8}{1.24\times10^8}=2.42$

مثال :-

سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح مادة شفافة بزاوية سقوط قياسها (30^o) فإذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للمادة الشفافة يساوي (1.92). جد مقدار زاوية الانكسار ، مع العلم بأن :-

$\sin 30^o=0.5$, $\sin 15.07^o=0.260$

الحل :-

باستعمال قانون سنيل :-

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_r$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :-

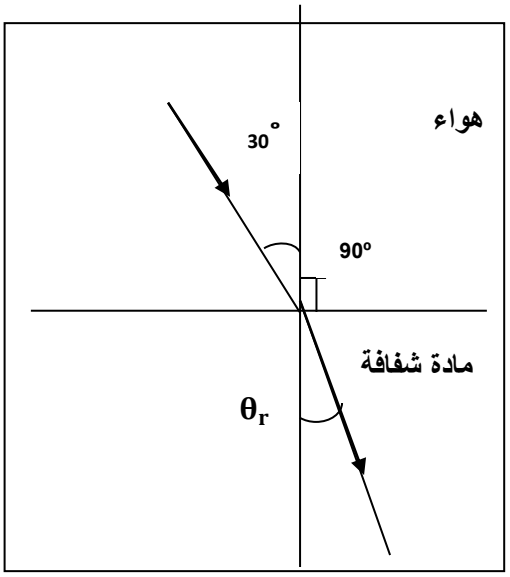
$$1 \times \sin 30^\circ = 1.92 \times \sin\theta_r$$

$$\therefore 1 \times 0.5 = 1.92 \times \sin\theta_r$$

$$\therefore \sin\theta_r = \frac{0.5}{1.92} = 0.260$$

ومن منطوق السؤال فأن: $\sin 15.07^\circ = 0.260$

$\therefore \theta_r = 15.07^\circ$ وهي مقدار زاوية الانكسار



6 - 5 ظواهر طبيعية في الضوء (السراب، قوس الله):-

Natural phenomenon in light (Mirage, Rainbow):-

هناك عدد من الظواهر الطبيعية التي تعتمد على انعكاس وانكسار الضوء وعلى ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي والزاوية الحرجة، ومنها مثلاً ظاهرة السراب. وفيما يلي فأننا سوف نستعرض وبصورة موجزة المقصود بالانعكاس الكلي الداخلي (Total internal reflection) والزاوية الحرجة .

الزاوية الحرجة (θ_c) هي زاوية السقوط في الوسط الاكثف ضوئياً (ذو معامل الانكسار المطلق الاكبر (n_1)) والتي زاوية انكسارها قائمة (90°) في الوسط الاخر الاقل منه كثافة ضوئية (ذو معامل الانكسار المطلق الاقل (n_2))، لاحظ الشكل (6-14) ، ووفق قانون سنيل فأنه يمكن البرهنة على أن :-

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \qquad (n_1 > n_2)$$

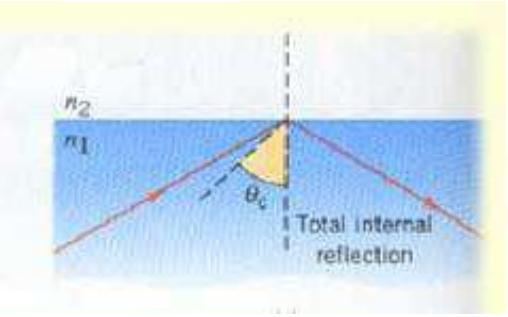
وفي حالة أن يكون الهواء هو الوسط الشفاف الاقل كثافة ضوئية ، أي أن $(n_2 = 1)$ ، وبذلك سوف نحصل على :-

$$\sin\theta_c = \frac{1}{n}$$

حيث (n) هو معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف أو المادة الشفافة .

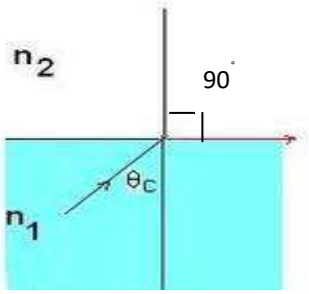
وهذا يعني أن معامل الانكسار المطلق لوسط شفاف (أو مادة شفافة) يساوي مقلوب جيب الزاوية الحرجة لهذا الوسط (أو المادة الشفافة). فإذا سقط الضوء بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة داخل الوسط الشفاف الاكثف ضوئياً فأن الاشعة الضوئية سوف لا ينفذ منها أي جزء الى الوسط الشفاف الاقل كثافة ضوئية أي أنها لا تنكسر بل تنعكس بأكملها انعكاسا كلياً داخلياً عن السطح الفاصل بين الوسطين الشفافين ، مرتدة الى الوسط الشفاف الاكثف ضوئياً الذي قدمت منه وفق قانوني الانعكاس. وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي، لاحظ الشكل (6-15) .

$(n_1 < n_2)$

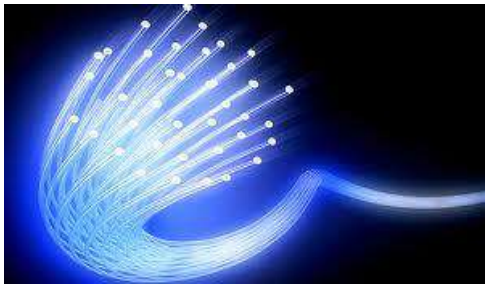


شكل 6-15 انعكاس كلي داخلي

$n_1 > n_2$



شكل 6-14 الزاوية الحرجة



ومن ابرز تطبيقات الانعكاس الكلي الداخلي هو نقل حزمة ضوئية محملة بالبيانات عبر الليف الضوئي (الالياف البصرية)، لاحظ الشكل (6-16)، حيث تسقط بزاوية اكبر من الزاوية الحرجة. بالإضافة الى تطبيقات اخرى سيتم شرحها لاحقاً.

شكل 6-16 الالياف البصرية

هل تعلم :-



من الظواهر الطبيعية في الضوء هي الهالة وهي حلقة مضيئة ذات الوان مختلفة باهتة جداً ترى حول الشمس أو القمر عندما تكون في السماء سحب ثلجية عالية .والسبب في تكوينها هو انكسار الضوء داخل البلورات الجليدية في هذه السحب العالية وتحلله الى الوانه فيها.

مثال :-

اذا علمت أن معامل الانكسار المطلق لمادة شفافة يساوي (1.77)، جد مقدار الزاوية الحرجة للضوء المنتقل من هذه المادة الشفافة الى الهواء؟ مع العلم بأن ($\sin 34.4^\circ = 0.565$) .

الحل :-

لدينا العلاقة :-

$$\sin\theta_c = \frac{1}{n}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :-

$$\sin\theta_c = \frac{1}{1.77} \Rightarrow \therefore \sin\theta_c = 0.565$$

ومن منطوق السؤال فأن :

$$\therefore \sin 34.4^\circ = 0.565$$

$$\therefore \theta_c = 34.4^\circ$$

وهي مقدار الزاوية الحرجة

6 -5 - 1 السراب (Mirage):-

عادة ما ترى ظاهرة السراب في الصحاري الحارة ، فيرى المسافر في الصحراء ما يبدو على هيئة صفحة من الماء على مسافة أمامه ، والتي لن يصلها فهي خداع بصري كما تظهر هذه الظاهرة ايضاً في أيام الصيف الحارة على سطح الطرق السريعة الساخنة، لاحظ الشكل (6-17). كما أن ظاهرة السراب هي ليست قاصرة على المناطق الحارة فهي تحصل ايضاً في المناطق الباردة والمنجمدة مثل المناطق القطبية. كيف تحدث ظاهرة السراب؟



شكل 6-17

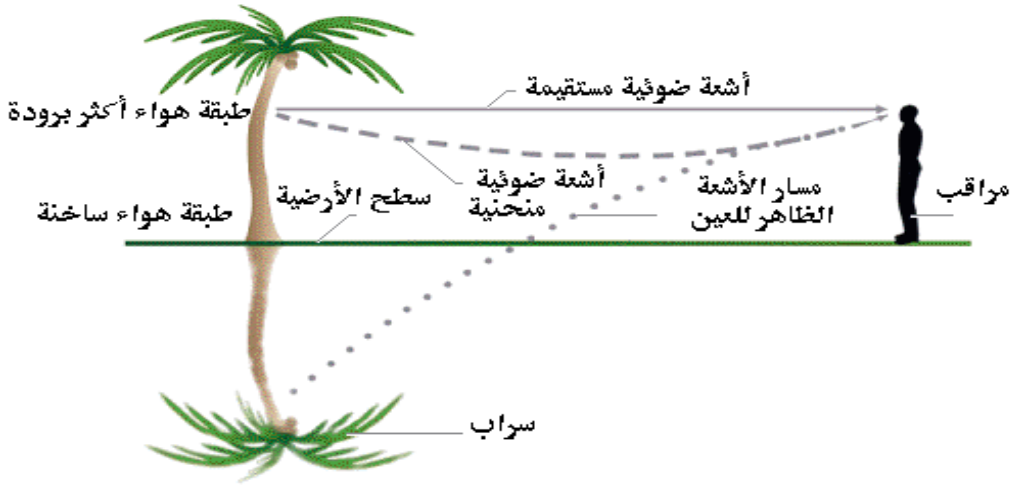
ويحدث السراب بسبب الانعكاس الكلي الداخلي للأشعة الضوئية التي تصدرها الاجسام البعيدة عند طبقات الجو كما لو كانت منعكسة عن سطح ماء. يوجد نوعين من السراب هما:-

1- سراب المناطق الحارة :-

من الظواهر المألوفة في الايام القائضة (شديدة الحرارة) صيفاً في الصحاري هي رؤية صور مقلوبة للأشجار مثل النخيل أو للتلال وهي شبيهة بتلك الصور التي تحدث بالانعكاس عن سطح الماء، وعندئذ يظن وجود ماء مسببة نوعاً من خداع البصر يسمى السراب، فما هو تفسير ظاهرة سراب المناطق الحارة ؟

عندما تكون الشمس ساطعة ترتفع درجة حرارة سطح الارض فتسخن طبقة الهواء التي فوقها (أي تقل كثافتها) فتكون درجة حرارة الهواء في الطبقة التي تليها أقل سخونة (كثافتها أكثر) وهكذا تنتقل الاشعة الصادرة عن الاجسام على سطح الارض (شجرة مثلاً) من منطقة هواء باردة نسبياً (وهي تمثل وسطاً ذو كثافة ضوئية أكثر) الى اخرى أسخن (وهي تمثل وسطاً ذو كثافة ضوئية أقل) فتنكسر الاشعة عند السطح الفاصل بينهما مبتعدة عن العمود المقام على السطح الفاصل من نقطة السقوط، وتستمر كذلك الى أن تصل

زاوية السقوط الى زاوية أكبر من الزاوية الحرجة فتنعكس أنعكاساً كلياً داخلياً لتتجه مائلة نحو الاعلى مسببة نوعاً من خداع البصر وهو ما يطلق عليه بسراب المناطق الحارة أو اختصارا السراب.



شكل 6-18

2- سراب المناطق الباردة :-

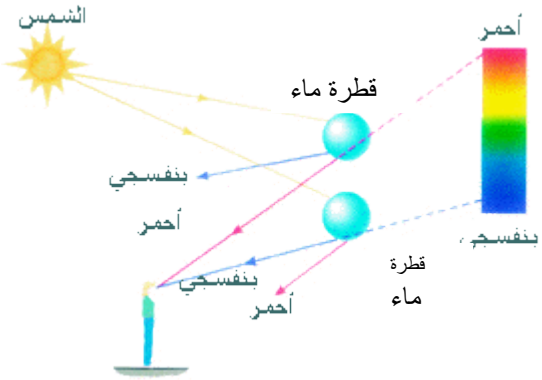
وهي ظاهرة مألوفة لسكان الشواطئ في المناطق الباردة والمنجمدة مثل المناطق القطبية المنجمدة التي تغطيها الثلوج وتظهر الاجسام مكانها معلقة في الهواء. وتفسيرها هو ايضاً بسبب اختلاف درجات حرارة طبقات الهواء وتغير كثافتها ايضاً لذلك، حيث أن الهواء الملامس لسطح الارض (أو الثلج) هو أبرد (ذو كثافة ضوئية أكثر) من الهواء الذي فوقه (ذو كثافة ضوئية أقل) فتزداد الكثافة الضوئية للطبقات الهوائية الملامسة والقريبة للثلج مثلاً عن الطبقات التي تعلوها . وعندما تنتقل الاشعة الضوئية من جسم ما (سفينة مثلاً) من طبقات الهواء الباردة الاكثر كثافة ضوئية الى الاقل كثافة ضوئية وبزاوية سقوط اكبر من الزاوية الحرجة يحدث انعكاس كلي داخلي نحو الاسفل فتظهر الاشعة وكأنها صادرة من أجسام عالية هي في الحقيقة صور خيالية (للسفن مثلاً) معلقة في الجو.

6 -5 - 2 قوس الله (Rainbow):-

وشائعاً ايضاً يسمى (قوس قزح) أو (قوس المطر) وهو من الظواهر الطبيعية والمناظر المألوفة ذو الالوان الزاهية في فصل الشتاء، لاحظ الشكل (6-19). فكيف يتولد قوس الله وكيف يمكننا أن نفسر الوانه الزاهية ؟ يتولد قوس الله عند سقوط أشعة الشمس (الضوء الابيض) على قطرات الماء المتساقطة أو المعلقة في أثناء سقوط المطر وذلك لان قطرات الماء تشتت (تحلل) أشعة الشمس الى الوانها بنفس الطريقة التي يشتته (يحلله) بها الموشور، أن الانعكاس الداخلي والانكسار وتشتت الالوان داخل القطرة المائية العالقة هو السبب في تكوين قوس الله ، على أن قوس الله لا يظهر للناظر الا اذا كانت الشمس خلفه، لاحظ الشكل (6-20).



شكل 6-19



شكل 6-20

ففي قوس الله الابتدائي فأن الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على القطرة واللون الاحمر الخارج تساوي (42˚) والزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط واللون البنفسجي الخارج تساوي (40˚). اما بقية الوان الطيف الشمسي فتقع بين هاتين الزاويتين.

ويحصل احياناً أن يتكون قوس الله ثانوي أكبر من قوس الله الابتدائي ويقع فوقه، حيث يمتلك قوس الله الثانوي نصف قطر أكبر من نصف قطر قوس الله الابتدائي ولكنه أقل شدة أو بريقاً من قوس الله الابتدائي ويكون ترتيب الوانه عكس ترتيبها في حالة قوس الله الابتدائي أذ يقع اللون الاحمر داخل القوس واللون البنفسجي خارجه وتكون الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على القطرة واللون الاحمر هي (50.5˚) والزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط واللون البنفسجي هي (54˚).

بيئة نظيفة تعني حياة افضل

(أسئلة الفصل السادس)

س 1 /أختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي :-

1- في سراب المناطق الحارة تظهر صورة الجسم الذي صدرت عنه الاشعة :

a - حقيقية مكبرة . b- حقيقية معتدلة .

c - حقيقية مصغرة . d - خيالية مقلوبة .

2- يبدو القلم مكسوراً عند وضعه في كأس مملوءة بالماء وذلك بسبب :

a - ظاهرة إشعاع الجسم الاسود . b- الظاهرة الكهروضوئية .

c - ظاهرة انكسار الضوء . d - ظاهرة انعكاس الضوء .

3 - موجات الاشعة تحت الحمراء هي موجات :

a - صوتية . b- فوق الصوتية .

c - ميكانيكية طولية . d - كهرومغناطيسية .

4 - في قوس الله الابتدائي فأن الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على القطرة واللون الاحمر الخارج تساوي :

a - (40°) . b- (42°) .

c - (50.5°) . d - (54°) .

5- أجريت أكثر القياسات دقة لسرعة الضوء في الفراغ وذلك بوساطة استعمال :

a- الاشعة السينية b- أشعة كاما.

c - الليزر d- ولا واحدة منها.

6- سرعة الضوء في مادة شفافة مثل الماس هي :

a- تساوي سرعة الضوء في الفراغ . b- تساوي ضعف سرعة الضوء في الفراغ .

c - تساوي مربع سرعة الضوء في الفراغ . d - أقل من سرعة الضوء في الفراغ .

7- معامل الانكسار المطلق لوسط شفاف (أو مادة شفافة) يساوي :

a- جيب الزاوية الحرجة لهذا الوسط (او المادة الشفافة) .

b- مربع جيب الزاوية الحرجة لهذا الوسط (او المادة الشفافة) .

c - مقلوب جيب الزاوية الحرجة لهذا الوسط (او المادة الشفافة) .

d - ولا واحدة منها .

س 2 / ماذا نقصد بانعكاس الضوء ؟

س 3 / ماهي النظرة الحديثة لطبيعة الضوء ؟

س 4 / علل : يكون معامل الانكسار المطلق لأي مادة شفافة هو أكبر من واحد .

س 5 / ماذا نقصد بانكسار الضوء ؟

س 6 / مما تتكون الموجة الكهرومغناطيسية ؟

س 7 / أذكر استثمارين للأشعة فوق البنفسجية .

س 8 / كيف تحدث ظاهرة السراب ؟

س 9 / أذكر قانونا الانعكاس وقانونا الانكسار .

س 10 / كيف يتولد قوس الله وكيف يمكننا أن نفسر الوانه الزاهية ؟

(مسائل الفصل السادس)

س 1 / اذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للبوليستيرين يساوي (1.49) وسرعة الضوء في الفراغ تساوي ($3 \times 10^8\ m/s$) . جد سرعة الضوء في البوليستيرين .

(ج / $2.01 \times 10^8\ (m/s)$)

س 2 / فوتون طوله الموجي يساوي (6.63 nm) . جد مقدار زخمه وكذلك مقدار طاقته مقدرة بوحدة الجول . مع العلم أن سرعة الضوء في الفراغ تساوي ($3 \times 10^8\ m/s$) وأن ثابت بلانك يساوي($6.63 \times 10^{-34}\ J.s$) .

(ج / الفوتونزخم = $(10^{-25}\ kg.m/s)$، طاقة الفوتون = $(3 \times 10^{-17}\ J)$

س 3 /اذا علمت أن سرعة الضوء في أحد المواد الشفافة تساوي ($\frac{c}{1.77}$) ، حيث (c) هي سرعة الضوء في الفراغ . فما هو معامل انكساره المطلق ؟

(ج / 1.77)

س 4 / سقط شعاع ضوئي من الماء على سطح نوع معين من الزجاج بزاوية سقوط قياسها (45°) وكانت زاوية انكساره في الزجاج تساوي (38.22°) . جد معامل الانكسار المطلق للزجاج اذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للماء يساوي (1.33) وأن ($\sin 45^\circ = 0.707 , \sin 38.22^\circ = 0.619$) .

(ج / 1.52)

س 5 /سقط ضوء من الهواء على سطح الماء بزاوية سقوط قياسها (60°) فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر فإذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للماء يساوي (1.33) ، جد :

a- زاوية الانعكاس b- زاوية الانكسار

مع العلم بأن ($\sin 60^\circ = 0.866 , \sin 40.62^\circ = 0.651$)

(ج / a - 60°، b - 40.62°)

الفصل السابع

الاجهزة البصرية Optical instruments

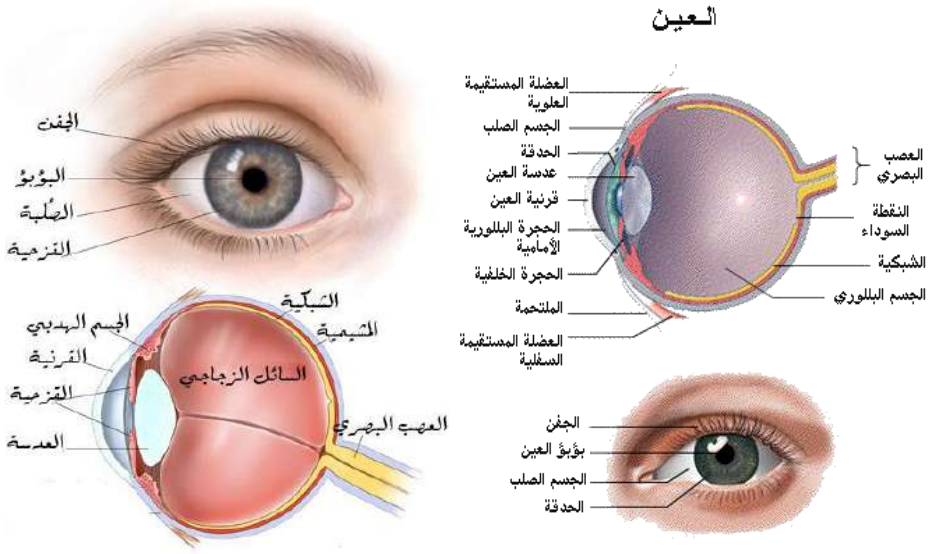
مفردات الفصل	الأهداف السلوكية
7-1 تمهيد 7-2 العين 7-3 الاجهزة البصرية 1- المجهر البسيط (المايكروسكوب) 2- المجهر المركب (المايكروسكوب) 3- التلسكوب الفلكي او المرقاب الفلكي 4- جهاز العارض فوق الرأس 5- المطياف ذو الموشور 6- جهاز عرض البيانات أسئلة ومسائل الفصل	بعد دراسة هذا الفصل ينبغي إن يكون الطالب قادر على : 1.التعرف على عمل الأجهزة البصرية 2.التعرف على هذه الأجهزة البصرية وهي: 1- المجهر البسيط (المايكروسكوب) 2- المجهر المركب (المايكروسكوب) 3- التلسكوب الفلكي او المرقاب الفلكي 4- جهاز العارض فوق الرأس 5- المطياف ذو الموشور 6- جهاز عرض البيانات

المصطلحات العلمية	
Simple microscope	المجهر البسيط
Compound microscope	المجهر المركب
Reflecting telescope	المرقاب الفلكي العاكس
Overhead projector	جهاز العارض فوق الرأس
Prism spectroscope	المطياف ذو الموشور
Eye piece lens	العدسة العينية
Objective lens	العدسة الشيئية
Convex mirror	المرأة المحدبة
Concave mirror	المرأة المقعرة
Optical center	المركز البصري
Magnification	التكبير
Focal length	البعد البؤري
Focus	البؤرة
Magnifying lens	العدسة المكبر
Electron microscope	المجهر الالكتروني



1-7 تمهيد :-

لقد تعلمت عزيزي الطالب في دراستك السابقة مبادئ الانعكاس والانكسار والتشتت وغيرها. وتطرقت أيضا إلى أهمية العدسات و أنواعها و أهميتها في حياتنا اليومية والعملية بل وحتى في حياتنا الاعتيادية. حيث نستعمل العدسات في كثير من الأجهزة الطبية والحياتية والعملية. والآن في هذا الفصل سوف نتطرق إلى عدد من الأجهزة البصرية وكيفية استعمالها والعناية بها إن مما لاشك فيه بأن العين هي أهم جهاز بصري يستقبل الضوء الصادر من الأجسام المضيئة المحيطة به.



شكل 7-1 العين البشرية وصور توضيحية لها

2-7 العين (Eye) :-

لعلك تعلم إن قرنية العين هي غطاء يقي العين من الخارج وأن حاجب العدسة القزحي يتحكم في كمية الضوء الداخل إلى العين. إما الشبكية فهي السطح الحساس الذي يحول الصورة المتكونة إلى طاقة تنتقل إلى المخ.

إن الشعاع الضوئي الداخل إلى العين ينكسر عند القرنية وتحدث ظواهر انكساريه بدرجة اقل في عين الإنسان وعدستها لآن معاملات انكسار القرنية وعين الإنسان والعدسة والأجزاء السائلة كلها متماثلة إلى حد ما. كل تلك الظواهر الانكسارية تجتمع لتكون صورة للأجسام البعيدة على الشبكية هذا بالنسبة للعين السليمة. إن البعد البؤري للعين تقارب المسافة بين الشبكية والعدسة مقاسه على المحور الرئيسي للعدسة.

هل تعلم :

الضوء: نوع من انواع الطاقة طاقة إشعاعية (طاقة ضوئية) تؤثر في العين فتسبب الرؤية وإن الإنسان عند تقدمه بالعمر فأن عدسة العين عند معظمهم تصبح اقل مرونة فلا تعود العضلات قادرة على التحكم في تحدب العدسة وبالتالي تقل قدرتها على التركيز على صور الأجسام.



القانون العام للعدسات والمرايا:

هناك علاقة بين البعد البؤري للعدسة أو المرايا الكروية وبعد الجسم وبعد صورته عن العدسة او المرآة

وهي بصيغة القانون الآتي :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

حيث تمثل :

f البعد البؤري(للعدسة أو المرآة)

u بعد الجسم عن (العدسة أو المرآة)

v بعد الصورة عن (العدسة أو المرآة)

وكذلك فأن قانون التكبير (M) يمكن ان نحصل عليه من العلاقة وهي:

$$M = \frac{h`}{h} = \frac{V}{U}$$

حيث تمثل:

M قوة التكبير

h` طول الصورة

h طول الجسم

V بعد الصورة عن (العدسة أو المرآة)

U بعد الجسم عن (العدسة أو المرآة)

تذكر:

إن العدسة هي وسط شفاف متجانس محدد بوجهين كرويين أو بوجه كروي واحد وأخر مستو وتصنع العدسات من الزجاج أو البلاستك.

إن أهم جزء في الأجهزة البصرية هي العدسة ومما لاشك فيه إن أساس عمل العدسات يعتمد على انكسار الضوء المار من خلالها. إن العدسة المكبرة هي الجزء المهم في الأجهزة البصرية وتتلخص وظيفتها في تكوين صورة مكبرة لجسم صغير موضوع قريب من العين. فعندما نريد ملاحظة شيء له أبعاد صغيرة جدا تتعب العين فأننا نستخدم عدسة مكبرة.

العدسة المكبرة: هي عدسة لآمة مجّمعة بعدها البؤري صغير. ومن مميزاتها تكون وهمية. مكبرة. معتدلة.

هل تعلم :

للعدسات عيوب ومنها:

1.الزيغ الكروي وهو عدم تجمع الأشعة الضوئية الساقط بصورة موازية للمحور الأساسي والمنكسرة عن العدسة في بؤرة واحدة.

2.الزيغ اللوني : هو اختلاف موقع الألوان على المحور الأساس

تذكر:

إن العمل الأساس للعدسة المحدبة هو تجميع الأشعة الضوئية. وان العمل الأساس للعدسة المقعرة هو تفريق الأشعة الضوئية

هل تعلم :

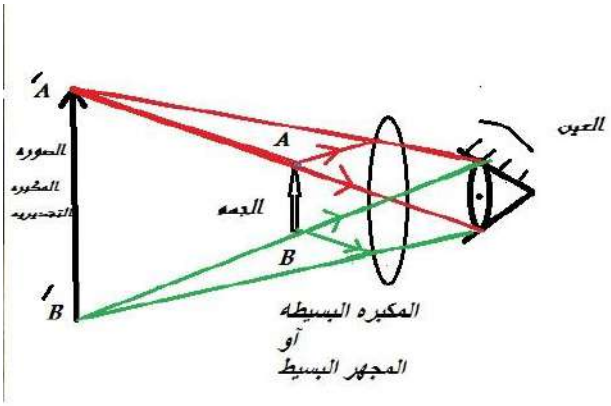
إن البصريات هو العلم الذي يتعامل مع الضوء وكيفية تولده وانتشاره

3-7 الاجهزة البصرية (Optical instruments):-

والآن سنتعرف على بعض من أنواع الأجهزة البصرية:

1- المجهر (المايكروسكوب) البسيط SIMPLE MICROSCOPE

هو عبارة عن عدسة لآمة محدبة منفردة تستعمل لرؤية الأشياء الدقيقة والصغيرة جدا بعدها البؤري صغير (قصير) وتستخدم لتكوين صورة تقريبية مكبرة معتدلة لجسم صغير الأبعاد ويتم وضعها ضمن البعد البؤري للعدسة. ويقوم هذا الجهاز بزيادة الأبعاد الظاهرية للجسم



شكل 7-2 المكبرة البسيطة او المجهر البسيط

إن للعدسة المكبرة النموذجية البسيطة بعد بؤري قيمته تتراوح بين $(5 - 10\ cm)$ ويمكن إن تتيح الفرصة لرؤية تفاصيل جسم نحو(1/5) من الحجم الذي تراه العين المجردة.

عزيزي الطالب انه عند وضع الجسم بين العدسة وبؤرتها تتكون صورة معتدلة مكبرة ويعتمد حجم الصورة على الشبكية وعلى الزاوية (θ) المقابلة للجسم عند العين . فعندما يتحرك الجسم قريبا من العين تزداد (θ) ونشاهد صورة مكبرة لا يمكن للعين الطبيعية إن تركز على جسم اقرب من حوالي ($25\ cm$) ولكي نحصل على زيادة اكبر في الحجم الظاهري لجسم يمكن وضع العدسة اللامة إمام العين مع وضع الجسم عند نقطة θ . وبذلك تكون اعظم ما يمكن عند النقطة القريبة للمجهراي مباشرة داخل النقطة البؤرية للعدسة فتكون الصورة عند هذا الوضع مكبرة معتدلة خيالية ويكون التكبير في المجهر البسيط :

$$M = \frac{\theta}{\theta_0}$$

$$M = \frac{\mathbf{25cm}}{\mathbf{f}}$$

حيث

θ الزاوية المقابلة لجسم مع العدسة المستعملة

θ_0 الزاوية المقابلة للجسم الموضوع عند النقطة القريبة بدون العدسة

f البعد البؤري للعدسة

2- (المايكروسكوب) المركب Compound microscope

هو جهاز بصري يستخدم لرؤية الأجسام و الأشياء الدقيقة والتي يصعب مشاهدتها بالعين المجردة بوضوح مثل الجراثيم والأنسجة من أوراق وسيقان النباتات والبكتريا ويحتوي المايكروسكوب المركب على عدستين الاولى هي العدسة الشيئية والاخرى هي العينية ويكون البعد البؤري لكل من هاتين العدستين قصير جداً، ويمكن الحصول فيه على صورة مكبرة حقيقية مقلوبة، كما في الشكل (7-3).



شكل 7-3 صورة توضح المجهر المركب

إن القانون الذي نحصل منه على قوة التكبير في المجهر المركب هو:

$$M = \frac{25L}{f_e f_o}$$

حيث تمثل :
M قوة التكبير
L طول الأنبوب للمجهر أو المايكرو سكوب المركب
f_e البعد البؤري للعدسة العينية
f_o البعد البؤري للعدسة الشيئية

مثال :- يبلغ طول انبوبة مايكروسكوب مركب 18 cm ويستخدم عدسة عينية بعدها البؤري 6 cm وعدسة شيئية بعدها البؤري 3 cm ، ما هو المقدار التقريبي لهذا المايكرو سكوب ؟

الحل :- لدينا العلاقة

$$M = \frac{25L}{f_e f_o}$$

$$M = \frac{25 \times 18}{3 \times 6} = 25 \quad \text{مرة}$$

تذكر:
ان المجاهر هي من الاجزاء الاوسع استعمالاً في علم الاحياء ويتم من خلاله دراسة الكائنات الحية، بالإضافة الى المجاهر الضوئية المستعملة في دراسة سطوح المعادن والمواد.

هل تعلم:
ان المجهر الالكتروني هو اقوى بكثير من المجاهر الضوئية وفيه تقوم حزمة من الالكترونات بدل شعاع من الضوء بإعطاء صورة مكبرة للعينة.

3- التلسكوب الفلكي او المرقاب الفلكي:

جهاز يستعمل لتكبير وتقريب الأجسام البعيدة، ولولا هذا الجهاز البصري لما استطاع العلماء من دراسة العالم الخارجي والاجرام السماوية حيث يعمل هذا الجهاز خلافاً للمجهر بتكبير الاشياء البعيدة جداً حيث تنتشر الاجرام في الكون بأكمله.

إذ هو عبارة عن الة تجمع الضوء لرؤية الكواكب والنجوم البعيدة بوضوح فهو يعمل على زيادة زاوية الابصار للجرم السماوي ومراقبة حركته البعيدة. ويتألف من عدستين الأولى شيئية ذات بعد بؤري طويل والاخرى عينية ذات بعد بؤري قصير.

المرقاب او التلسكوب هو على نوعين:

1- المرقاب العاكس :

هو الجهاز البصري الذي تستبدل فيه العدسة الشيئية بمرايا مقعرة ذات نصف قطر تكور كبير كي تجمع قدراً أكبر من الضوء الصادر من الجسم البعيد فتكون الصورة النهائية أكثر وضوحاً. وتقوم بعكس الاشعة الضوئية الساقطة عليها . ويفضل هذا المرقاب لان بناء مرايا ضخمة ارخص وايسر كثيراً من بناء عدسات ضخمة حيث تكون المرايا ايضاً خفيفة الوزن كما انها لا تحتاج سوى لسطح مصقول بدقة. ويعتمد عمله على عملية الانعكاس في الضوء لذلك سمي بهذا الاسم، كما في الشكل (7-4). ولايجاد قوة تكبير التلسكوب:



شكل 7-4 المرقاب الفلكي العاكس

$$M = -\frac{f_o}{f_e}$$

2- المرقاب الكاسر :

فهو الجهاز البصري الذي تستخدم فيه عدسة شيئية، وان من التلسكوبات الكاسرة هو ذلك الذي يبلغ قطر عدسته (1 m) وهو موجود في مرصد في الولايات المتحدة الامريكية.

ان استعمال المرقاب قد يكون للرؤية المباشرة حيث يستخدم عدسة عينية لتكبير ورؤية الصورة التي تكونها العدسة الشيئية كما في الميكروسكوب وهذا يكون فقط في المرقابات الصغيرة وللاستعمال العابر . اما المرقابات المستخدمة في البحوث فهي غالباً ما تستعمل بدون وجود عدسة عينية اذ انها تعمل بالضبط مثل الكاميرات الضخمة. حيث تقوم العدسات في المرقاب الكاسر او المرايا في المرقاب العاكس وتسمى بالشيئية بتكوين صورة على لوح فوتوغرافي.

4- جهاز العارض فوق الرأس Overhead projector

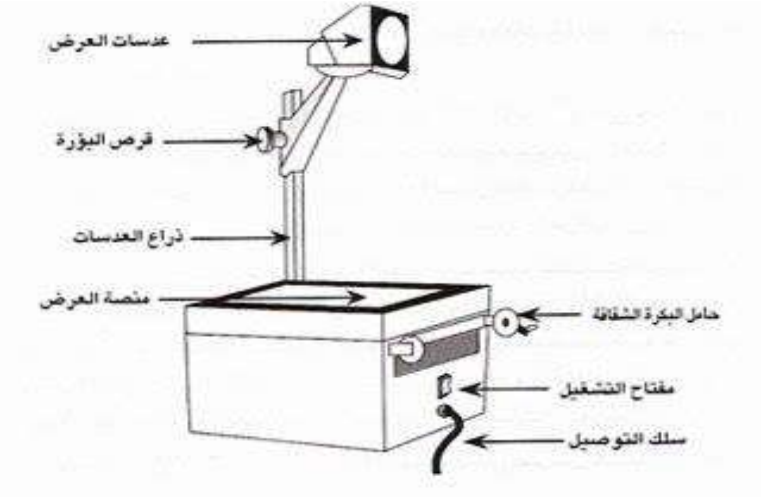
ويسمى احيانا بجهاز الاسقاط الضوئي ويعتبر من الوسائل الناجحة في توضيح وتبسيط مادة الدرس ويستخدم في عرض الشفافيات المصورة والمكتوبة فهو بذلك يصبح بديل جيد للسبورة والطباشير ويستعمل لعرض الكتابة والرسوم الايضاحية المرسومة او المثبتة على صفيحة من اللدائن الشفافة على شاشة كبيرة، كما في الشكل (7-5).



شكل 7-5 جهاز العارض

مكونات جهاز العارض فوق الرأس :

1) صندوق مثقب من القاعدة و الجوانب
2) مصباح الاسقاط مصنوع من الكوارتز بقدرة اضاءة عالية بحدود 220 W ويوضع في صندوق
3) مرأة عاكسة مقعرة تعكس وتجمع الضوء
4) مروحة لتبريد الجهاز تعمل تلقائيا لتبريد الجهاز
5) عدسة مجمعه ومركزة للضوء كبيرة ومربعة الشكل
6) لوح زجاجي شفاف
7) عدسات التكثيف
8) مرآة مسطحة متحركة لعكس الصورة على الشاشة



شكل 7-6 رسم لجهاز العارض ومكوناته

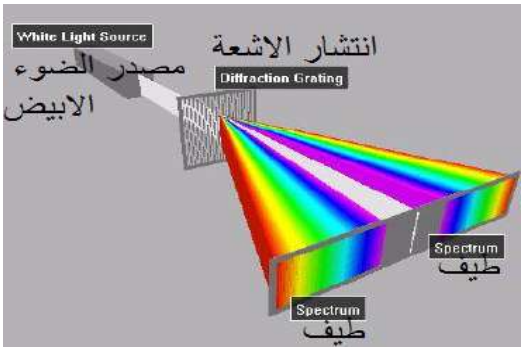
مميزات جهاز العارض فوق الراس:

1) لا يحتاج الجهاز الى الظلام التام للمكان
2) سهل التشغيل والاستعمال
3) ان ما يراه المدرس على اللوحة الزجاجية الشفافية الواقعة على الجهاز يراه الطلبة على الشاشة مكبرا وواضحا
4) توفير الوقت والجهد (خلال الدرس)
5) سهولة عرض وتحريك الاشكال الشفافة والمادة التعليمية

5- المطياف ذو الموشور Prism spectroscope

هو أداة او جهاز بصري يقوم بتفكيك او فصل الضوء المرئي الى الوان الطيف السبعة لنتمكن من مشاهدتها بالاعتماد على ظاهرة الانكسار حيث تختلف زاوية الانكسار باختلاف الاطوال الموجية لألوان الضوء، ويعتبر جهاز لفحص وقياس طيف الضوء المنبعث من جسم منير.

ان الطيف يحدث نتيجة تشتت الاشعة وكذلك يمكننا من مشاهدة و رؤية الاطياف الناتجة من الغازات، كما في الشكل (7-7).



شكل 7-7 تشتت او تحلل أشعة الضوء الابيض

ان مقدار التكبير في المطياف يحسب من المعادلة التالية :

$$M = -\frac{f_o}{f_e}$$

حيث تمثل :

M قوة التكبير

f_e البعد البؤري للعدسة العينية

f_o البعد البؤري للعدسة الشيئية

ملاحظة : ان الاشارة السالبة تدل على ان الصورة مقلوبة

6- جهاز عرض البيانات Data Show

نتيجة زيادة الطلب على مثل هذا الجهاز ونظراً لما يمتلكه من أمكانيات فأننا الان نجده مثبت في جميع القاعات التعليمية بل في معظم قاعات الاجتماعات ولذلك فمن النادر أن نجد جهاز عرض البيانات غير مجهز بالقاعات التعليمية أو التدريبية، كما في الشكل (7-8). ونظراً لأهميته يجب علينا صيانته والمحافظة عليه.



شكل 7-8 جهاز عرض البيانات

اسئلة الفصل السابع

س1/ ما الغاية من دراستك للأجهزة البصرية ؟
س2/ عدد انواع الاجهزة البصرية:
a) التي تستعمل لتكوين صورة مكبرة؟
b) التي تستعمل لتكوين صورة مقربة ؟

س3 /ما العوامل المؤثرة في
a) حجم الصورة المتكونة في المجهر البسيط؟ b) التكبير في المجهر المركب؟
س4/ من التالي يكون صور حقيقية عند الاستعمال الطبيعي له ؟
1) العين 2) المجهر المركب
3) المجهر البسيط 4) جهاز العارض فوق الرأس
5) التلسكوب المرقاب 6) المطياف ذو الموشور
7) جهاز عرض البيانات

س5/ اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات التالية:
1- العين البشرية تحتوي على :
a- عدسة b- مرآة c- مجهر d- ليس اي شيء مما سبق
2-الزيغ اللوني هو:
a- ظاهرة كيميائية b- مقياس للصورة c- عيب يصيب المرايا والعدسات d- تحليل الضوء
3- قوة التكبير في المجهر البسيط:
a- النسبة بين طول الصورة وطول الجسم b- قوة هائلة c- تقاس بالنيوتن d- قوة مغناطيسية
4- العدسة المكبرة بعدها البؤري:
a- كبير جدا b- صغير يتراوح (5-10 cm) c- بقدر طول الجسم d- ليس مما سبق
5- المرقاب الكاسر يستعمل فيه:
a- المرايا b- المواشير c- العدسات d- المناظير
6- في المجهر المركب العدسة التي ينظر اليها الشخص هي عدسة:
a- عينية b- شيئية c- لامة d- مكبرة

مسائل الفصل السابع

س1/ تكبر عدسة مكبرة صورة جسم ما بمقدار(5) مرات في المجهر البسيط ما هو البعد البؤري للعدسة تقريبا؟
الجواب / 5cm
س2/ ما التكبير لمجهر مركب عدسته الشيئية ذات بعد بؤري (3 cm) والبعد البؤري للعينية (9 cm) ؟ اعتبر ان المسافة بين العدستين (18 cm)
الجواب / 16. 666
س3/ يراد ان يكون التكبير في مجهر مركب بمقدار تكبير (20) مرة ولهذا المجهر انبوبة طولها (18 cm) وتستعمل عدسة شيئية بعدها البؤري (0.90 cm) ، اوجد البعد البؤري للعدسة العينية المطلوبة ؟
الجواب / 25cm
س4/ يستعمل تلسكوب (مرقاب) فلكي لرؤية القمر وهو مجهز بعدسة شيئية بعدها البؤري(60 cm) وعدسة عينية بعدها (3 cm) ، ما هو قوة تكبير التلسكوب ؟
الجواب / -20

الفصل الثامن

الألوان

مفردات الفصل :-

8-1 تحليل الضوء في الموشور

8-1-1 تمهيد

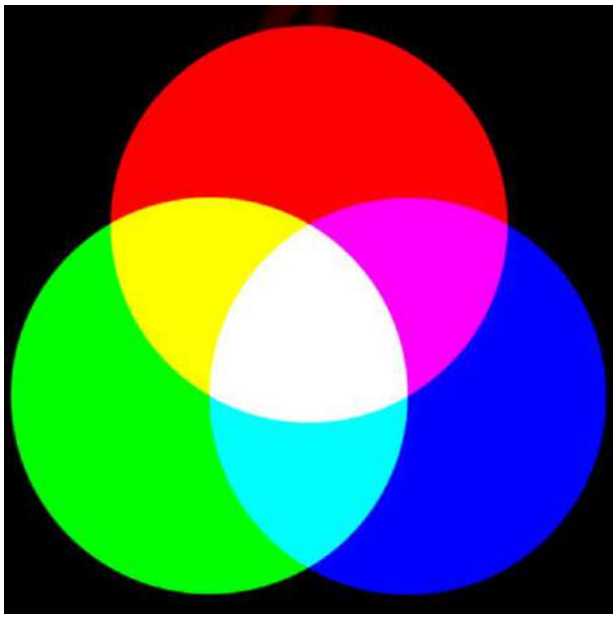
8-1-2 تجربة نيوتن

8-2 مزج الالوان لإنتاج اللون الابيض

8-3 مزج الالوان

8-4 مزج الاصبغة

أسئلة الفصل



الاهداف السلوكية :-

بعد اكمال هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على:-

1- فهم كيفية تحليل الضوء في الموشور.

2- التمييز بين الضوء والالوان الاخرى للأجسام وكيفية مزج الالوان واجراء تطبيقات عملية عليها.

3- شرح بعض التطبيقات والاستعمالات للطلبة في الضوء والالوان المتتامة.

المصطلحات العلمية :-

light	الضوء
prism	الموشور
dispersion	تشتت
primary colors	الالوان الاساسية
complementary colors	الالوان المتتامة
white body	الجسم الابيض
black body	الجسم الاسود
pigments	الاصباغ

1-8 تحليل الضوء في الموشور

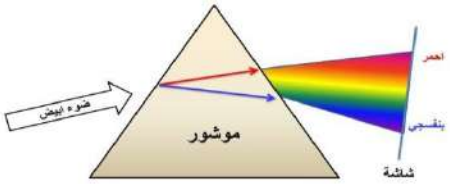
1-1-8 تمهيد:-

كثيراً ما نردد أو نسمع كلمة الضوء، أو نقول نسقط ضوء على سطح فلز مثلاً فما الذي تعنيه كلمة الضوء المرئي؟

إن كلمة الضوء، وكما درست سابقاً، تعني الموجات الكهرومغناطيسية التي أطوالها قصيرة نسبياً، وعلى هذا فإن الضوء المرئي هو ذلك الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي تتحسس به العين البشرية والذي تتراوح أطواله الموجية بين (700 nm- اللون الأحمر) و(400 nm- اللون البنفسجي). والآن ما المقصود بلون الضوء؟ إنها تعني صفة الضوء المرئي الذي تعتمد على تردده أو طوله الموجي ولنرى الآن الألوان التي يتكون منها طيف الضوء الأبيض (الطيف الشمسي).

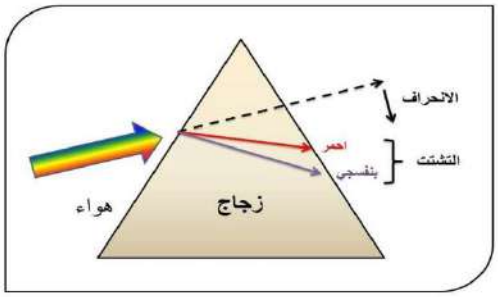
2-1-8 تجربة نيوتن

وجه نيوتن حزمة ضيقة من ضوء الشمس نحو موشور زجاجي في غرفة مظلمة، وأسقط الضوء النافذ من الموشور على شاشة بيضاء فظهرت على الشاشة ألوان متصلة متدرجة حسب أطوالها الموجية (من أطولها موجة وهو الأحمر الى أقصرها موجة وهو البنفسجي) إن هذه الألوان التي تشتت إليها ضوء الشمس بعد نفوذه من الموشور تسمى بطيف الشمس، وقد لاحظها نيوتن وعدها وكانت سبعة هي: الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي. وكما في الشكل المجاور ومثل هذا الضوء يسمى بالضوء المركب (وهو الضوء الذي يتكون من عدة ألوان، أي عدة ترددات ويتحلل عند نفوذه خلال الموشور الى الألوان التي يتكون منها).



أما الضوء الذي لا يحتوي إلا على لون واحد فيسمى الضوء الأحادي، ولا يتحلل عند نفوذه خلال الموشور.

إن هذا التشتت بالألوان سببه اختلاف سرعة الألوان خلال الموشور وهذا بسبب اختلاف معامل انكسار مادة الموشور بالنسبة لكل لون. وإن معامل الانكسار يتناسب عكسياً مع الطول الموجي، لذلك فإن اللون الأحمر هو أقل الألوان انكساراً لأنه أطولها موجة، والبنفسجي هو أكبرها انكساراً لأنه أقصرها موجة، وكما في الشكل (2-8).

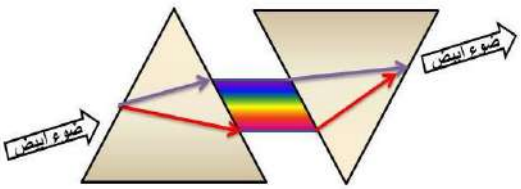


شكل 8-2 يوضح التشتت بالالوان

2-8 مزج الألوان لإنتاج اللون

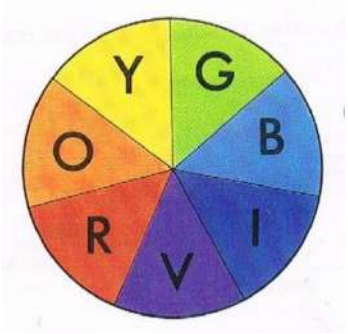
لقد وجد العالم نيوتن عند جمع ألوان الطيف معاً يتكون اللون الأبيض وبطريقتين

1- بوساطة موشورين متماثلين متعاكسين: فالضوء الأبيض الذي يتحلل الى ألوانه السبعة نتيجة انحراف كل لون في زاوية معينة نحو القاعدة في الموشور الأول سيعاني نفس الانحراف ولكن بصورة معكوسة في الموشور الثاني، لذلك ستتوازى الألوان مرة ثانية وتؤثر على شبكية العين بصورة مشتركة وتبدو بيضاء، كما في الشكل (3-8).



شكل 8-3 يوضح تكون الضوء الابيض من الموشورين المتعاكسين

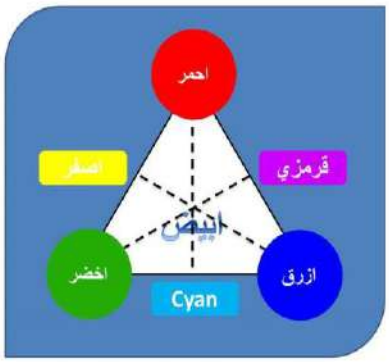
2- بوساطة قرص مصبوغ بألوان الطيف الشمسي يسمى (قرص نيوتن) بمساحات تتناسب مع نسبها في الطيف الشمسي، ومتى ما دار هذا القرص حول محور يمر بمركزه بسرعة معينة، فإن الضوء الصادر من أحد ألوانه سيكون صورة على شبكية العين تستمر حتى تقوم الألوان الأخرى تباعاً بتكوين صور مماثلة على الشبكية بفترة زمنية أقل من الفترة الزمنية اللازمة للعين من التمييز بين لون وآخر، لذلك يختلط الأمر على العين وتفسر الضوء الذي تراه بأنه أبيض.



أما العالم ماكسويل، فحصل على الضوء الأبيض عندما مزج أطوال موجية من طرفي الطيف المرئي مع طول موجي من وسطه، أي عندما مزج وبنسب متساوية الضوء الأحمر والأخضر والأزرق حصل على الضوء الأبيض، وهذه الألوان الثلاثة تسمى بـ(الألوان الأساسية).

الألوان الأساسية: وهي الألوان التي لو مزجت مع بعضها بنسب متساوية لكونت اللون الأبيض، كما يمكن الحصول على أي لون من الألوان بمزجها بنسب مختلفة، وإن مزج أي لونين أساسيين ينتج عنه لون متمم للون الأساسي الثالث.

الألوان المتتامة: كل لونين ينتج من مزجهما لون أبيض يسميان باللونين المتتامين



شكل 8-5 تخطيط يوضح عملية مزج الالوان

ملاحظة: التخطيط المبين جانباً يوضح عملية مزج الألوان حيث أن:

1- رؤوس المثلث تمثل الألوان الأساسية.
2- كل ضلع فيه يمثل اللون الناتج من مزج لونين أساسيين على طرفي ذلك الظلع.
3- كل ظلع ورأس مقابل يمثل لونين متتامين.

فمثلاً عند مزج لونين أساسيين مثل الأحمر والأخضر ينتج منهما اللون الأصفر والذي يكون متمماً للون الأساسي الثالث وهو الأزرق، وبمزجهما ينتج اللون الأبيض. وهكذا بالنسبة لبقية الألوان كما هو موضح في مثلث جمع الألوان اعلاه.

3-8 مزج الألوان

إن عملية مزج الألوان تسمى بعملية جمع، لأنها تمثل عملية مزج لونين أو أكثر للحصول على لون واحد يكون أكثر سطوعاً من سطوع أي من الألوان الممزوجة، وعندها تتحسس شبكية العين بمجموعة الألوان سوية، وتفسر الضوء الناتج.



شكل 8-6 يوضح عملية

إن لون الجسم كما سيبدو لنا يعتمد على:

a- طبيعة الجسم: إما أن يكون الجسم معتماً وهو الذي لا يسمح للضوء بالنفوذ من خلاله بل يمتص جزء منه ويعكس الجزء الباقي، وأما اذا كان الجسم شفافاً وهو الجسم الذي يسمح للضوء بالنفوذ من خلاله ويمتص ويعكس جزءاً منه.

b-لون الضوء الساقط عليه.

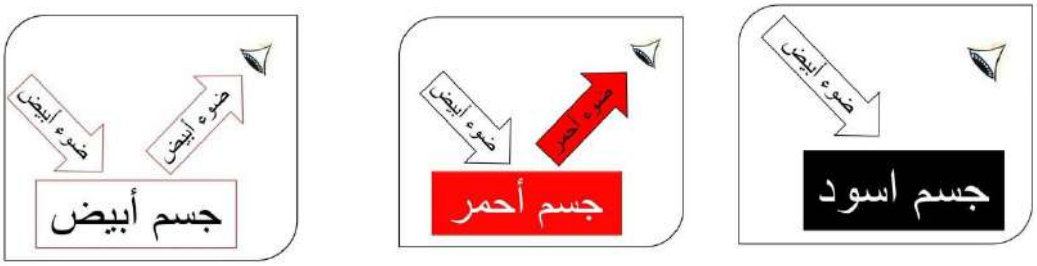
قبل أن نوضح الفقرتين السابقتين لنعرف ما المقصود بالجسم الأبيض والجسم الأسود.

الجسم الأبيض: هو الجسم الذي يعكس جميع الألوان الساقطة عليه.

الجسم الأسود: هو الجسم الذي يمتص جميع الألوان الساقطة عليه.

إن لون الجسم المعتم يعتمد على لون الضوء المنعكس عنه فإن كان:

a- الضوء الساقط عليه أبيضاً وانعكس عنه أبيضاً، سمي الجسم أبيضاً (يعكس جميع ألوان الطيف) وإن انعكس عنه أحمراً أو أي لون آخر سمي الجسم أحمراً أو بلون الضوء المنعكس عنه (يعكس اللون الخاص به ويمتص بقية ألوان الطيف) وإن لم ينعكس عنه أي لون سمي الجسم أسوداً (يمتص جميع ألوان الطيف) وبهذه الطريقة يعرف لون الجسم الحقيقي، كما في الشكل (8-7).



(a) (b) (c)

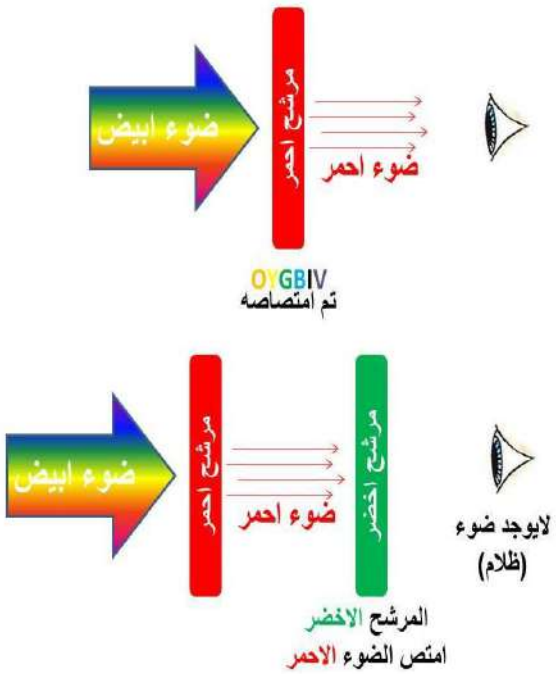
شكل 8-7

b- الضوء الساقط عليه غير الأبيض، فمثلاً لو أسقط ضوء أحمر على وردة بيضاء لبدت حمراء وذلك لأن الجسم الأبيض يعكس جميع ألوان الطيف والوردة البيضاء، لم تجد غير اللون الأحمر لتعكسه فبدت حمراء، أما لو كانت الوردة زرقاء وأسقط عليها الضوء الأحمر لبدت سوداء وذلك لأن الوردة الزرقاء تمتص المنطقة الحمراء من الضوء المرئي ولم تجد ما تعكسه من المنطقة الزرقاء.



شكل 8-8

أما لون الجسم الشفاف (المرشح) فيعتمد على لون الضوء النافذ منه، فمثلاً لو اعترضت زجاجة حمراء طريق أشعة بيضاء لبدا الضوء النافذ منها أحمراً، ولو أمرر هذا الضوء الأحمر على زجاجة خضراء لامتصت هذا اللون. ومن هنا نستنتج أن كل مرشح ينفذ لونه الخاص والألوان ذات الترددات القريبة منه، ويمتص الألوان ذات الترددات البعيدة عنه، كما في الشكل (8-9).



شكل 8-9

إن لون الضوء المنعكس عن الصبغة (جسم معتم اللون) يخضع لنفس القاعدة أعلاه، فهي تعكس اللون الخاص بها، والألوان ذات الترددات القريبة من تردد لونها وتمتص الألوان ذات الترددات البعيدة عنها، كما في الشكل (8-10).



شكل 8-10

4-8 مزج الأصبغة

قبل أن نوضح ماذا ينتج من مزج الأصبغة يجب أن نعرف ماذا يقصد بلون الصبغة وما المقصود بالصبغة الأساسية وما هي الصبغتان المتتامتان؟

لون الصبغة: هو لون الضوء المنعكس عن الجسم المعتم أو النافذ من المرشح.

الأصبغة الأساسية: وهي الأصبغة التي لو مزجت مع بعضها لأنتجت الصبغة السوداء لأنها تقوم بامتصاص (طرح) جميع ألوان الطيف وهي الصبغة الصفراء والخضراء المزرقة (الفيروزي) والأرجوانية.

ملاحظة: الشكل (8-11) تخطيط يوضح عملية مزج الأصبغة

حيث أن:

1- رؤوس المثلث تمثل الأصبغة الأساسية.
2- كل ضلع فيه يمثل الصبغة الناتجة من مزج صبغتين اساسيتين على طرفيه.
3- كل ضلع وراس مقابل يمثل صبغتان متتامتان.



شكل 8-11 يوضح عملية مزج الاصبغة

الصبغتان المتتامتان: وهي الصبغتان اللتان لو مزجتا مع بعضهما لأنتجتا الصبغة السوداء.

مما سبق نجد أنه لو استخدم مرشحين أصفر وأخضر مزرق معا فإن اللون الأخضر هو اللون الوحيد الذي سينفذ من كليهما كما هو موضح في التخطيط ادناه:

صبغة صفراء أو مرشح أصفر:
- تعكس / تنفذ: الأحمر – البرتقالي – الأصفر – الأخضر
- تمتص: الأزرق – النيلي – البنفسجي.

+

صبغة خضراء مزرقة أو مرشح اخضر مزرق:
- تعكس / تنفذ: الأخضر – الأزرق – النيلي – البنفسجي.
- تمتص: الأحمر – البرتقالي – الأصفر.

النتيجة: صبغة صفراء + صبغة خضراء مزرقة ← تعكسان اللون الاخضر فتبدو خضراء.

أما لو مزجت صبغة أرجوانية مع ناتج المزيج أعلاه أي مع الصبغة الخضراء فإن الناتج سيكون صبغة سوداء وذلك لأن الصبغة الخضراء ستعكس وسط الطيف (اللون الأخضر) وتمتص طرفي الطيف أما الصبغة الأرجوانية ستعكس طرفي الطيف وتمتص وسطه لهذا لا يبقى أي لون تشترك الصبغتان في عكسه ولهذا ستظهر سوداء، ومن هذا نجد أن الصبغة الخضراء تتمم الصبغة الأرجوانية.

وبإتباع نفس الأسلوب يمكنك التعرف على الأصبغة الناتجة من مزج أي صبغتين أساسيتين ومتمماتها كما هو مبين في مثلث مزج الأصبغة.

س/ هل يمكن الحصول على صبغة بيضاء من مزج أي صبغتين أو أكثر؟ ولماذا؟

ج/ كلا، وذلك لأن عملية مزج الأصبغة هي عملية طرح (امتصاص قسم من الألوان) والصبغة البيضاء هي التي تعكس كل ألوان الطيف الشمسي دون امتصاص أي لون، وإن امتصاص أي لون من ألوان الطيف الشمسي فإن الألوان المنعكسة الباقية لا تعطي اللون الأبيض.

اسئلة الفصل الثامن

1- لماذا يفرق الموشور ضوء الشمس الى مجموعات؟

2- أية صفة من الضوء تحدد لونه؟

3- كيف يظهر القماش الاحمر في غرفة مغلقة مضاءة بلون اخضر، اشرح ذلك؟

4- كيف ستظهر الوردة الصفراء اذا نظر اليها من خلال زجاجة زرقاء اللون؟

5- ماهي الالوان الاساسية، عرف المتمم، اذكر اللون المتمم لكل واحد من الالوان الاساسية؟

6- ضمن اي ظرف تبدو الوان الاجسام على حقيقتها؟

7- عدد طرائق مزج الالوان لإنتاج الضوء الابيض؟

الباب الثاني
الفصل التاسع
الكيمياء



الاهداف السلوكية

بعد اكمال هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على :-

1- التعرف على (الحوامض والقواعد، والاملاح) والتمييز بينها، مع عرض بعض التطبيقات والامثلة الخاصة لكل واحد منها.
2- التعرف على مفهوم الدلائل الكيميائية ، تعريفها واعطاء بعض التطبيقات والامثلة الخاصة بتلك الدلائل في وسط حامضي وقاعدي ومتعادل.
3- فهم المركبات الاساسية والتعرف على الرموز الكيميائية للعناصر والمركبات المختلفة.
4- التعرف على أهم الصناعات الكيميائية والمعقمات والمنظفات وتركيبها الكيميائي والانواع المهمة من المعقمات.
5- فهم المعرفة العلمية في الكيمياء واثرها في التقدم الانساني في مجال الصناعة والزراعة واستعمالها في الالياف والبوليمر.
6- التعرف على البيئة الصحية والبيئة النظيفة ومصادر التلوث البيئي واهم الطرق المستخدمة في معالجتها.

المفردات

9-1 الحوامض والقواعد
9-2 الكيمياء العضوية
9-3 الكيمياء في حياتنا
9-4 البيئة
اسئلة الفصل

المصطلحات العلمية

الحامض	acid	القاعدة	base
تفاعل	Interaction	دلائل	Evidences
الكيمياء العضوية	Organic chemistry	البلمرة	Polymerization
المعقمات	Sterilizers	المنظفات	Cleaners
الالياف	Fibers	الطلاءات	Coatings
التلوث البيئي	Environmental pollution	الاسمدة	fertilizers

1-9 الحوامض والقواعد

1-1-9 تمهيد



اسهمت الحوامض والقواعد بدور مهم في تطور علم الكيمياء وتطبيقاته العملية. وقد تمثلت المحاولات الاولى في تصنيف الحوامض والقواعد وفقا لخواصها الفيزيائية والكيميائية، وتعرفت في دراستك السابقة الى ان المحاليل المائية للأكاسيد الفلزية تمثل القواعد التي تعتبر مواد جيدة التوصيل للتيار الكهربائي وذات طعم مر وتكون صابونية الملمس وتغير لون ورقة زهرة الشمس الحمراء الى اللون الازرق.

شكل 9-1 الحمضيات تحتوي على حوامض

أما المحاليل المائية للأكاسيد اللافلزية فتمثل الحوامض وهي مواد ذات طعم حامضي، شكل (9-1) موصلة جيدة للتيار الكهربائي، تغير لون ورق زهرة الشمس الزرقاء الى اللون الاحمر. وتفاعل كل من الحامض والقاعدة يكون ملح وماء، شكل (9-2).



شكل 9-2 التفاوت في التوصيل الكهربائي للحوامض

2-1-9 تطور مفهوم الحوامض والقاعدة

ونظراً لأهمية الحوامض والقواعد فقد حظيت باهتمام ودراسة، وتطور مفهوم كل منها عبر التاريخ. كما وتطورت تعريفات عدة لتصنيفها وتفسير سلوكها الكيميائي ومن هذه المفاهيم:

أولاً: مفهوم أرينيوس للحوامض والقواعد:

عَرف أرينيوس الحوامض على انها المركبات التي اذا اذيبت في الماء أعطت ايونات الهيدروجين (H^+)، فمثلاً عند إذابة كلوريد الهيدروجين HCl في الماء تنتج أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد، حسب المعادلة الاتية :

$$HCl_{(g)} + H_2O \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

ووفقاً لتعريف أرينيوس يشترط في المادة التي تعد حامضاً أن تحتوي محاليلها المائية على أيون الهيدروجين، ومن أمثلتها حامض (HNO_3 ، H_2SO_4) ومعادلات تأين بعض هذه الحوامض.

$$HNO_{3\,(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

$$H_2SO_{4\,(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + SO_4^{-}{}_{(aq)}$$

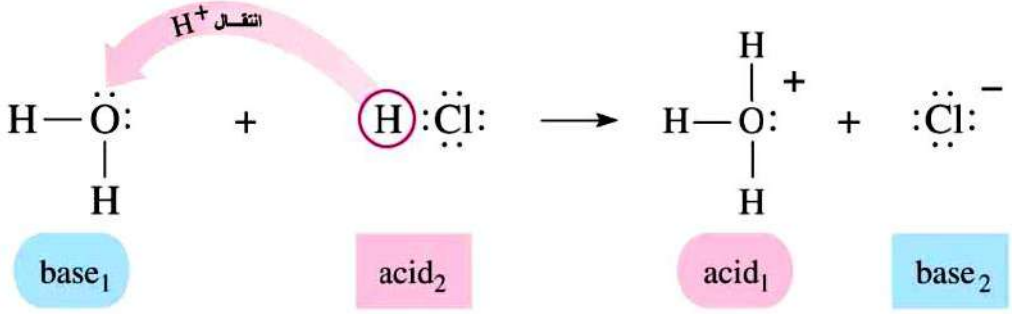
أما القاعدة حسب مفهوم ارنيوس فهي المركب الذي إذا أذيب في الماء أعطى أيونات الهيدروكسيد (OH^-) ومن أمثلتها ($Ba(OH)_2$, KOH, NaOH) ومن الملاحظ أنها جميعاً تشترك في احتوائها على مجموعة الهيدروكسيد تنفصل على صورة أيون (OH^-) عند ذوبانها في الماء فعلى سبيل المثال تتفكك القاعدة (NaOH) في الماء حسب المعادلة الآتية:

$$NaOH_{(s)} + H_2O \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$CH_3COOH_{(ap)} + H_2O \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-{}_{(aq)}$$

ثانيا:- مفهوم برونشتد – لوري للحامض والقاعدة

ادت الاعتراضات على مفهوم ارينيوس الى وضع مفهوم جديد للحوامض والقواعد وهو ما توصل اليه العالمان برونشتد ولوري، وهو مفهوم اكثر شمولاً من سابقه ويضم عدداً من المواد وتفاعلاتها الكيميائية. وقد عرف الحامض وفق برونشتد – لوري على انه المادة التي لها القدرة على اعطاء البروتون (وهب بروتون) لمادة اخرى، ولهذا فان تفاعل الحامض مع القاعدة سيكون بناءً على ذلك، اي انه يتضمن انتقال البروتون من الحامض الى القاعدة وهي هنا مستقبلة للبروتون .فلو اخذنا مثالاً تأين HCl في الماء.



شكل 9-3 مفهوم برونشتد للحوامض

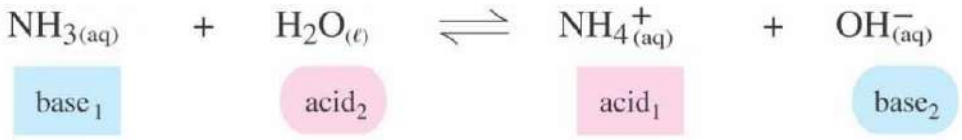
ففي هذا التفاعل يعد HCl حامضاً لأنه يهب البروتون، اما الماء فيعد قاعدة لأنها تستقبل البروتون

ومن الامثلة الاخرى على مفهوم برونشتد – لوري المعادلات الاتية:

$$NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + NH_{3\,(aq)}$$

$$H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HPO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

ويتيح تعريف برونشتد – لوري NH_3 كقاعدة ، فلو تأملنا المعادلة الاتية التي تمثل اذابة NH_3 في الماء، شكل (9-4).



شكل 9-4 قاعدة برونشتد

فيلاحظ ان جزيء الامونيا استقبل بروتوناً من الماء وكون NH_4^+ ، ولذا تعد الامونيا قاعدة أما الماء فيعد حامضاً لأنه وهب بروتوناً H^+ .

ولو أخذت قاعدة NaOH حسب مفهوم ارينيوس ، وهي مادة ايونية تتفكك في الماء فتعطي أيونات Na^+ وOH^- ،والايون الذي يستقبل البروتون هو ايون الهيدروكسيد ، لذا فهو قاعدة حسب مفهوم برونشتد-لوري.

$$NaOH_{(s)} + H_2O \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

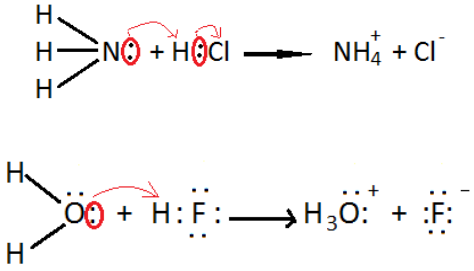
$$OH^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(l)}$$

قاعدة حامض

ملاحظة: (g) غاز، (s) صلب، (aq) محلول مائي، (l) سائل

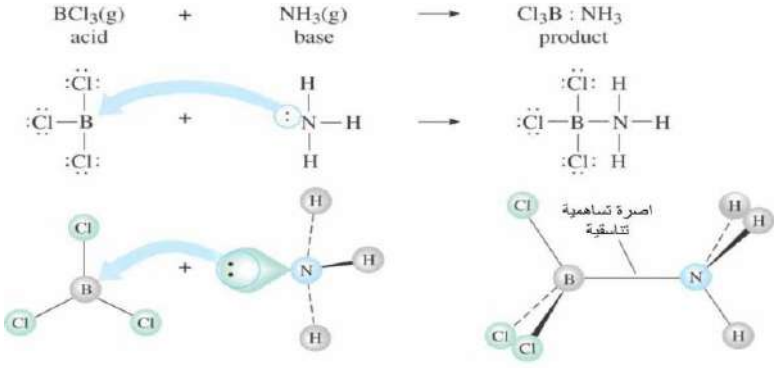
ثالثاً:- مفهوم لويس للحامض والقاعدة

لو تأملنا المعادلتين التاليتين، ودققنا في كيفية حدوث التفاعل على اساس انتقال الالكترونات ، نلاحظ وبالاستعانة بتراكيب لويس لتمثيل المواد المتفاعلة، ان القواعد هي مواد تمتلك زوجا من الالكترونات الحرة غير المتآصرة، وان التفاعل بين الحامض والقاعدة يحصل نتيجة وهب القاعدة لزوج واحد او اكثر من الالكترونات الى الحامض، كما في الشكل (9-5).



الشكل 9-5 القاعدة تهب زوج من الالكترونات حسب لويس

وقد نجح لويس في وضع تعريف اكثر شمولاً للحوامض والقواعد من التعريفات السابقة، فالقاعدة هي كل مادة تستطيع ان تهب زوجاً من الالكترونات الحرة (غير المتآصرة) . ولهذا فأن تفاعل حامض – قاعدة يتضمن منح زوج من الالكترونات من مادة (قاعدة) الى اخرى (حامض).



شكل 9-6 تكون المركب حسب لويس

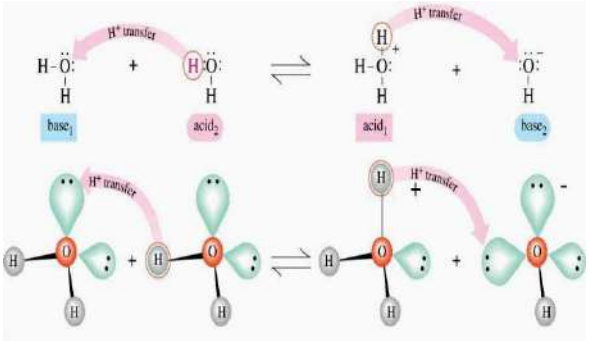
فيتكون الجزيء $H_3N - BCl_3$ ، وهذا التفاعل وفق مفهوم لويس تفاعل بين حامض وقاعدة، وتعد الايونات الموجبة للفلزات (وخاصة العناصر الانتقالية) حوامض لويس، اذ انها تحتوي على اوربيتالات فارغة قادرة على استقبال زوج من الالكترونات من بعض الجزيئات والايونات مثل H_2O و NH_3 و(X^-) مثل (Cl^- و I^- و Br^-) التي تعتبر قواعد لويس .

كما في المعادلات الاتية

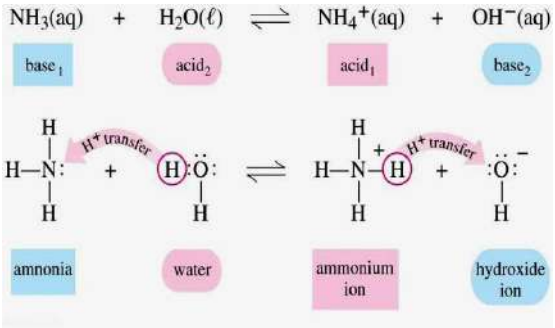
$$Ag^+ + 2NH_3 \rightleftharpoons [H_3N - Ag - NH_3]^+_{(aq)}$$

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl_2 \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}_{(aq)}$$

وهكذا تطور مفهوم الحوامض والقواعد مع الزمن. الاشكال (9-7) و (9-8)



شكل 9-7 تكون المركب حسب مفهومي لويس وبرونشتد



شكل 9-8 تكون المركب حسب لويس وبرونشتد

هل تعلم

ان ملايين الكتب المكتوبة منذ منتصف القرن التاسع عشر والتي تتحلل ببطء وهي على رفوف المكتبات، وذلك لحامضية الاوراق التي سببها مادة كبريتات الالمنيوم المستعملة عند صناعة الورق وذلك لمنع امتصاص الورق للأحبار. حيث تعمل المكتبات حول العالم مع الكيميائيين لإيجاد طرائق للتخلص من الحامضية في اوراق هذه الكتب والمسببة في اصفرارها. من هذه الطرائق وضع الكتب في غرف تحت ضغط، وتحتوي هذه الغرف على سائل يعادل الحامضية في الاوراق التي تتحرك بهدوء داخل هذه الغرف، وبعدها تعامل بهواء مضغوط يستعمل لتجفيفها.



9-2 تفاعل الحامض مع القاعدة لتكوين الملح (تفاعل تعادل)

ان تفاعل الحوامض والقواعد هي تفاعلات تعادل لكل منهما لإنتاج ملح وماء، وتعتمد صفات هذه الاملاح على نوعية الحامض والقاعدة التي نتجت عن تفاعلهما، فاذا كان الملح ناتج من حامض قوي وقاعدة ضعيفة اخذ صفات حامضية، اما اذا كان الملح ناتج من حامض ضعيف وقاعدة قوية اخذ صفات قاعدية، لكن اذا نتج الملح من حامض وقاعدة قويين فيكون الملح متعادل، لا يؤثر على ورقة زهرة الشمس الحمراء او الزرقاء. لاحظ الجدول (9-1).

جدول 9-1

	تفاعل	صفات الملح الناتج	pH لمحلول الملح
1	حمض قوي + قاعدة قوية	متعادل	7
2	حمض ضعيف + قاعدية قوية	قاعدي	7<
3	حمض قوي + قاعدة ضعيفة	حمضي	>7
4	حمض ضعيف + قاعدة ضعيفة	الأقوى منهما هو الذي يحدد صفات الملح	

عند تفاعل الحوامض مع القواعد التي لا تحتوي في تركيبها على ايونات OH^- مثل الامونيا NH_3 ، والكاربونات الهيدروجينية للفلزات (البيكاربونات)، ويؤدي التفاعل الى معادلة القاعدة وانتاج ملح وماء ، واحياناً انتاج غاز ، كما مبين في المعادلتين الاتيتين :

$$NaOH_{(aq)} + H_2CO_{3\,(aq)} \longrightarrow NaHCO_{3\,(s)} + H_2O_{(l)}$$

حامض الكاربونيك — بيكاربونات الصوديوم

$$NaHCO_{3\,(s)} + HNO_{3\,(aq)} \longrightarrow NaNO_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} + \uparrow CO_{2\,(g)}$$

بيكاربونات الصوديوم — حامض النتريك — نترات الصوديوم

ومما سبق فالأملاح يمكن تصنيفها كالاتي

1- املاح اعتيادية : وتكون ناتجة عن اتحاد الايون الموجب للقاعدة مع الايون السالب للحامض في المحلول المائي .

$$Na^+OH^-_{(aq)} + H^+Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Na^+Cl^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

ملح كلوريد الصوديوم

2- املاح حامضية : املاح ناتجة عن احلال فلز محل بعض هيدروجين الحامض الذي يمتلك اكثر من ايون هيدروجين .

$$Na^+OH^-_{(aq)} + H^+HSO_4^-{}_{(aq)} \longrightarrow Na^+ HSO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

ملح كبريتات الصوديوم الهيدروجينية

3- املاح قاعدية : هي املاح تحتوي في تركيبها على ايونات الهيدروكسيد السالبة (OH^-) ، مثال ذلك $(CH_3COO)(OH)Pb$ ملح خلات الرصاص القاعدية .

4- املاح مزدوجة : ناتجة عن اتحاد ملحين اعتياديين مع عدد من جزيئات الماء ، مثال ذلك شب البوتاس وهو ملح ناتج عن اتحاد ملح كبريتات البوتاسيوم وكبريتات الالمنيوم مع عدد من جزيئات الماء . $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24H_2O$

ان بعض الحوامض والقواعد والاملاح مواد متأينة في الماء بشكل تام ومحاليلها تكون موصلة جيدة للكهربائية وقد يكون البعض الاخر ذا تأين غير تام وبذلك تكون محاليلها غير جيدة التوصيل للكهربائية، فمثلا حامض HCl وقاعدة NaOH وملح NaCl فأنها مواد متأينة بشكل تام لذا فان توصيلها للكهربائية جيد، كما في الشكل (9-11)، اما حامض الخليك CH_3COOH او قاعدة الامونيا NH_3 او ملح $CaCO_3$ فأنها مواد تأينها غير تام في الماء لذا فان توصيلها للكهربائية ضعيف. الشكل (9-12).



شكل 9-9 التوصيل الكهربائي



شكل 9-10 التوصيل الكهربائي للمحلول المائي للملح

3-9 الكيمياء في حياتنا:

1-3-9 تمهيد

تلعب الكيمياء دورًا هامًا في حياتنا، إذ نجدها تدخل في الصناعة والزراعة والطب، وقد مرت بمراحل عديدة إلى أن وصلت لما هي عليها الآن؟ اذ كانت أول لتلك المراحل مرحلة علم الصنعة؟ والتي زعم وقتها إمكانية تحويل المعادن الرخيصة إلى معادن ثمينة، ثم كانت المرحلة الثانية وهي مرحلة الكيمياء التي اتجهت إلى الطب، ففي هذه المرحلة تم تحضير وتصنيع بعض الأدوية الهامة التي تساعد في علاج المرضى، وكان جابر بن حيان وابن سينا وأبو بكر الرازي أشهر العلماء المسلمين الذين تركوا بصمة في هذا المجال. وتأتي مرحلة هامة من تلك المراحل وهي مرحلة نظرية الفلوجستون والتي أقرت أن هناك عنصر يساعد المادة على الاشتعال ويتحد معها مكونا أكسيد المادة وأسموها لكالكسو قد بقيت النظرية سائدة حتى أتى العالم الفرنسي لافوازيه عام 1778م وأثبت خطأ هذه النظرية عندما سخن الزئبق وبرهن أن عملية الاحتراق عبارة عن اتحاد أكسجين الهواء بالمادة (تأكسد) وليس كما قالت نظرية فلوجستون.



المرحلة الرابعة والأخيرة هي علم الكيمياء الحديثة التي بدأت في أواخر القرن الثامن عشر، والتي تشعبت لتصل إلى أكثر من فرع مثل الكيمياء التحليلية والكيمياء الحيوية والكيمياء البيئية والكيمياء اللاعضوية والكيمياء الطبية والكيمياء النووية والكيمياء العضوية والكيمياء الدوائية والكيمياء الفيزيائية.

2-3-9 الصناعات الكيميائية :

وتسمى احيانا بالصناعات التحويلية وتتضمن عمليات التصنيع التي يتم فيها انتاج مواد جديدة مثل البتروكيمياويات والمعقمات والمنظفات والطلاءات وغير ذلك. ويتم استعمال علوم الكيمياء والتفاعل لإنتاج مواد جديدة او فصل المواد بعضها عن بعضها الاخر باستخدام الحرارة او أي طرق اخرى.

تدخل الكيمياء في الكثير من عمليات التصنيع مثل صناعة البلاستيك والاسمنت وكل مواد البناء وصناعة الزجاج وإنتاج البتروكيماويات والدواء والبوليمرات (اللدائن) و الطلاءات والزيوت ويتم استعمال علوم الكيمياء والتفاعلات الكيميائية لإنتاج مواد جديدة، أو فصل المواد من بعضها باستخدام طرق كيميائية خاصة. مثال على ذلك كيفية تصنيع البلاستيك، والبلاستيك مواد يمكن تشكيلها بسهولة، أصلها مركبات كيميائية يتم الحصول عليها من النفط، يتركب البلاستيك من مركبات ذات سلاسل طويلة، الترتيب المميز لتلك المركبات يمنح البلاستيك مزايا متعددة، واستبدل البلاستيك الصلب مكان المعادن في كثير من الأدوات، أما البلاستيك الطري فإنه دخل في صناعة الخيوط والجلود وحتى الفرو. البلاستيك من المكونات الطبيعية ففي عام 1862انتج الكيميائي ألكسندر باركز Alexander Parkes أول شكل للبلاستيك من مادة نترات السيلولوز.



شاهدها الناس في معرض لندن تم تطور هذا الشكل على يد الأمريكي جونوبسلي، الذي سماها بالسليليود فيما بعد، ومع أن السليلود كان هشاً ويتغير لونها عند التعرض للضوء الشديد، فقد استعمل في صناعة كرات البلياردو والأسنان الصناعية والأفلام الفوتوغرافية . .

9-3-3 المعقمات والمنظفات :

المعقمات وهي مواد كيمياوية لها القدرة على القضاء على الاحياء المجهرية الضارة والمنتشرة في اي مكان مثل البكتريا والجراثيم والطفيليات والاحياء التي تسبب الامراض للإنسان.

تطورت الطرق المتبعة للقضاء على هذه الاحياء حيث شملت ظروف معينة ثابتة يمكن بوساطتها التخلص من هذه الاحياء المضرة والسيطرة على الامراض التي تصيب الانسان وانقاذه من الموت وتسمى عملية استعمال المعقمات والقضاء على الاحياء المجهرية المضرة بالتعقيم هي لا تقتصر على القضاء على الاحياء المجهرية المضرة ولكنها تمنع نموها وفعاليتها فلذلك سميت بالمطهرات .يتعذر الفصل بين المعقمات والمطهرات لان بعض المعقمات عند استخدامها بتراكيز معينة تعمل عمل المطهرات وان بعض المطهرات تعمل عمل المعقمات لذلك فأن نوع المادة وتركيزها هو الذي يحدد عملها كمعقم او كمطهر. اما التنظيف فيقضى على الجراثيم بدرجات مختلفة.

كيفية عمل المعقمات والمطهرات المختلفة :



1- تدمير جدران الخلية وأغشيتها.
2- التداخل مع النشاطات الأنزيمية للميكروب.
3- تحطيم الخلية الميكروبية اما بـالأكسدة اوالإختزال .
اوالتحلل المائي اوالتجلط اوالتأثير على البروتينات وتكوين الأملاح.

9-3-4 انواع المعقمات :

1- المبيضات:

بالإضافة لقدرتها على تنظيف مختلف أنواع الاوساخ تعتبر المبيضات من أقوى أنواع المعقمات، وكذلك ليست باهظة الثمن، تقضي المبيضات على العديد من الميكروبات التي تتسبب بالإنفلونزا او نزلات البرد، وكما تقضي على بكتيريا المكورات العنقودية والكولاي والسالمونيلا، ولكن يوجد بعض المضار تنتج عند استعمال المبيضات، فيرتبط استعمال بأمراض الجهاز التنفسي والعيوب الخلقية عند الولادة، وكما يمكن لها أن تؤثر على الحياة البرية والبيئة بشكل عام، وكما يجب الحذر من استعمال المبيضات على البشرة، حيث يجب استعماله فقط لتنظيف الاسطح والارضيات.

2- منظفات الأمونيا:



هو منظف فعال للغاية وعلى الرغم من أن هذه المنظفات صديقة للبيئة، لكنها لا تظهر كفاءة في مكافحة الميكروبات، ولا يعترف بها على أنها أحد أنواع المعقمات، على الرغم من قضائها على بعض أنواع البكتيريا، إلا أنها لا تقضي على بكتيريا المكورات العنقودية الخطيرة وتستخدم في تنظيف السجاد ومعظم الاجهزة الكهربائية والنحاس وغيرها.

هل تعلم :

يجب التحذير جيدا من استخدام منظفات الامونيا الافي المناطق ذات التهوية الجيدة جدا وتجنب خلطه مع مساحيق التنظيف التي تحتوي على الكلور لأنه ينتج عنه غاز سام للغاية مما يؤدي الى اختناق الشخص وبالتالي سيؤدي الى الوفاة

3- الخل وصودا الخبز:



يستعمل الخل كبديل للمبيضات في مختلف مجالات التنظيف، إلا أنه لا يقضي على الميكروبات بشكل فعال، ولا يمكن اعتباره أحدا نواع المعقمات، وكذلك صودا الخبز فهي تستخدم في العديد من مجالات التنظيف، ولكنها ليست فعالة في مكافحة الميكروبات. وظيفتها تنظف وتزيل الروائح الكريهة فهي تعمل كعامل (ملمع – مطهر مزيل للبقع – ملين للأنسجة) تستعمل لتنظيف (البلاستك – الفينيل –السجاد – الفضة وغيرها).

4-زيت شجرة الشاي:



يمكن استعمال هذا المعقم الطبيعي في معالجة الجروح والتقرحات البسيطة، ولكنه لا يقضي على الفيروسات وأنواع البكتيريا القوية. وهناك انواع عديدة من المعقمات مثل برمنغنات البوتاسيوم والكحول (سبيرتو) واليود وكذلك انواع اخرى.

هل تعلم:
ان المدة اللازمة للقضاء على الاحياء المجهرية تعتمد على نوع وتركيز المعقم.

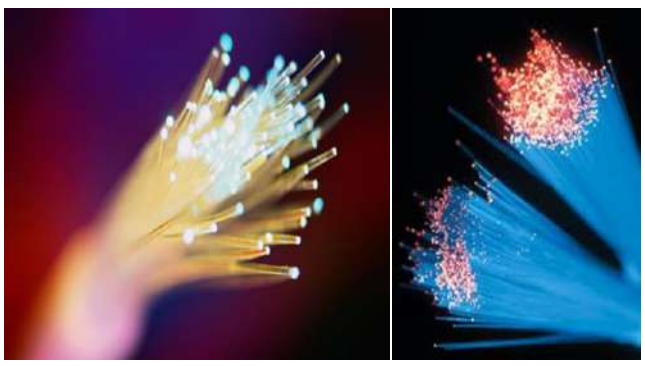
هل تعلم:
ان تأثير المعقمات في القضاء على الاحياء المجهرية يزداد بازدياد درجة الحرارة.

9-3-5 الكيمياء والصناعة:

تدخل الكيمياء في الكثير من عمليات التصنيع مثل صناعة البلاستك والاسمنت وكل مواد البناء وصناعة الزجاج وإنتاج البتروكيمياويات والصناعات الدوائية والبوليمرات والطلاءات والزيوت ويتم استخدام علوم الكيمياء والتفاعلات الكيميائية لإنتاج مواد جديدة، أو فصل المواد من بعضها باستخدام طرق كيميائية خاصة.

1- تصنيع البلاستك:

البلاستك كمواد يمكن تشكيلها بسهولة، أصلها مركبات كيميائية يتم الحصول عليها من النفط، يتركب البلاستك من مركبات ذات سلاسل طويلة تسمى البوليمرات (polymers)، الترتيب المميز لتلك المركبات يمنح البلاستك مزايا متعددة، إن البلاستك الصلب يستبدل المعادن في كثير من الادوات، أما البلاستك الطري فيدخل في صناعة الخيوط والجلود وحتى الفرو.



2- الالياف :- وهي على عدة انواع:

1- الياف طبيعية عضوية: مصدرها حيواني كالصوف ونباتي كالقطن والكتان.

2-الياف معدنية: هي عبارة عن الياف متركبة من مركبات كيميائية معدنية لا عضوية.

3- الياف اصطناعية.



3- البوليمرات :

هي مواد كيميائية ناتجة من مضاعفة جزيئات الالكين الصغيرة مع نفسها عدة مرات بوجود حامض قوي كعامل مساعد ليتم منها تصنيع البلاستيك والمطاط.



4- مساحيق الغسيل :

اهم منتج للغسيل هو الصابون فهو يستعمل مع الماء وذلك لتقليل الشد السطحي ومن ثم يقوم بطرد الاجزاء غير المرغوب فيها الموجودة على البشرة خاصة الدهون وذلك من خلال خاصية كيميائية تسمى بالرغوة. ان تصنيع الصابون يتطلب فهم كامل للكيمياء.

الصابون (الصوبنة): هو عبارة عن ملح ناتج من تفاعل الحوامض الدهنية العضوية (نباتية او حيوانية) اي الزيوت والدهون الحارة المسخنة مع محلول قاعدي مثل هيدروكسيد الصوديوم او هيدروكسيد البوتاسيوم.



5- الأحبار:

هي عبارة عن محلول محضر من كبريتات الحديدوز مع حامض التانيكفتت كونتانات الحديدوز عديمة اللون تتأكسد تدريجيا وببطيء فتتحول الى تانات الحديديك السوداء فيضاف الى هذا المحلول صبغة زرقاء تحوي على قليل من الدكسترين فهي تسهل ترطيب الورقة والقلم بالحبر اما بقية الالوان فتحضر بإذابة صبغة معينة في الماء بوجود الغلسرين احيانا.



6- دبغ الجلود:

تستعمل مواد لدباغة الجلود وهذه المواد تكون غروية غير متبلورة قابضة ترسب الجلاتين من محلوله فهي تعطي مع النسيج المنتج للجلاتين مركبات غير ذائبة وتترسب في محاليلها بواسطة املاح الفلزات الثقيلة مثل خلات الرصاص وخلات النحاس فهي تعطي الوان سوداء وزرقاء مع املاح الحديد.

7- الطلاءات:

هي مركبات كيميائية أما ان تكون طبيعية أو صناعية ونتيجة لتكوينها الكيميائي تعطي ألوان مختلفة وغالباً ما تكون الاصباغ المستعملة في مواد البناء من مركبات طبيعية مما يعطيها درجة من الثبات مع مرور الزمن.

يوجد ألوان متعددة لهذه الاصباغ ولكن هناك ألواناً أساسية اكثر شيوعاً في استعمال الالوان، الأخضر، الأصفر، الازرق، البني.



في حالة رغبتنا في اظهار اللون الرمادي لا يستعمل أي صبغات لان لون الاسمنت رمادي ويغني عن استخدام الصبغة.

وفي حالة الرغبة في الحصول على اللون الابيض يتم استعمال الاسمنت الابيض واستبدال الرمل بالكوارتز في تصنيع كما في (بلاط الموزايك).

8- الاسمدة :



التربة هي دقائق من صخور او احجار متفتته او مواد عضوية. اصغر هذه الدقائق هو الطين واكبرها الرمل اما المواد العضوية فتتألف من نباتات متفسخة وتحتوي كذلك على البكتريا والفطريات والاحياء الصغيرة المرئية كالديدان والحشرات وهي مهمة لتجزئة المواد العضوية. تحتاج النباتات الى استعمال اسمدة كيميائية تحتوي على عناصر اساسية واخرى ثانوية لاسترجاع ما فقدته من العناصر في التربة نتيجة امتصاص النباتات لمركبات هذه العناصر.

اهم انواع الاسمدة التي تجهز التربة بالعناصر الاساسية :

1- عنصر النيتروجين (N).
2- الفسفور (P).
3- البوتاسيوم (K).
4- المغنيسيوم (Mg).
5- الزنك (Zn).
6- الحديد (Fe).
7- الكالسيوم (Ca).

9- الصناعات الدوائية :

يتطلب تحضير الادوية دراية كافية بعمليات التصنيع والتطوير حتى يكون المنتج متوافق مع غرض تصنيعه. تدخل الكيمياء بدور رائد بمرحلة التصنيع لذلك يجب الاخذ بنظر الاعتبار عدة نواحي منها:

1- خواص المواد المستعملة.
2- مبادئ تصنيع الادوية.
3- المبادئ العامة للتصنيع الصيدلاني.
4- مبادئ ممارسة التصنيع الجيد.
5- تأكيد الجودة للمنتجات والعمليات الصيدلانية.
6- التلوث الجرثومي وطرق التحكم فيه.
7- عمليات التعقيم ونظم التصنيع المعقمة.



10- الصناعات الغذائية :

ان للعديد من العناصر الكيميائية الانتقالية اهمية حيوية بالغة لان بعض منها يدخل في تكوين اجسام الكائنات الحية ويساهم في تركيبها كميات بسيطة جدا مثلاً من مقادير ملغم (mg) وهذا امر في غاية الاهمية اذا ان زيادة كمياتها او نقصانها من الحد الطبيعي يسبب للكائن الحي اثار مرضية خطيرة وقد تكون قاتلة في بعض الحالات.



اهم هذه العناصر هي :

1- الحديد: حيث تعد مادة الهيموغلوبين في الدم من اكثر المواد اهمية لحياة الانسان .

2- النحاس: يساهم في تركيب الكثير من الانزيمات المسؤولة عن تكوين الاوعية الدموية والعضام والاعصاب

3- المنغنيز: ينشط هذا الانزيم ببناء العظام

4- الكوبلت: يدخل في تركيب فيتامين B_{12} ونقصه يؤدي الى انخفاض عدد كريات الدم البيضاء والصفائح الدموية

5- الكروم : يزيد من فعالية الانسولين ويحافظ على المستوى المناسب للسكر في الجسم ولاسيما الدماغ.

هل تعلم
عزيزي الطالب ، ان 70.8 % من الارض هو ماء

4-9 البيئة:

4-9 -1 تعريف البيئة:



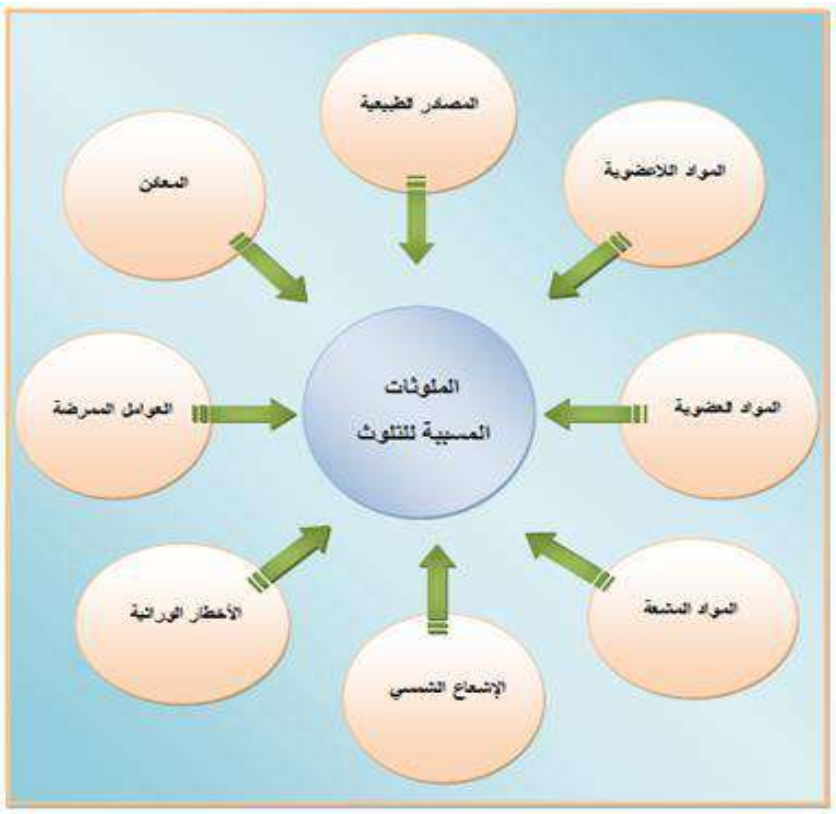
هي كل ما هو خارج عن كيان الانسان وكل ما يحيط به من الموجودات (الهواء، الماء، الارض، الكائنات الحية وغير الحية) والتي تمثل عناصر البيئة التي تعيش فيها .

هناك عدة تعاريف اخرى للبيئة:

ان البيئة هي الاطار الذي يمارس فيه الانسان نشاطاته المختلفة وان اهم ما يميز البيئة الطبيعية هو التوازن الدقيق القائم بين عناصرها المختلفة.

2-4-9 التلوث البيئي

ان اي تغيير لعناصر البيئة غير مرغوب فيه والذي يسبب ضررا للصحة العامة والكائنات الحية يعد تلوثا بيئيا في كوكبنا هذا، اي هو اختلال التوازن البيئي لكل مكونات الطبيعة وعلاقتها مع بعضها.



9-4-3 مصادر التلوث :

ان مصادر التلوث كثيرة وللتعرف على مصادر التلوث يجب التعرف على نوعه ومن ثم تحديد مصدره.

1- التلوث الفيزيائي : هو كل ما يخص من تلوث الهواء والماء والتعرض للإشعاعات (المفاعلات النووية أو استعمال اسلحة الدمار الشامل) ومشكلة التصحر والضوضاء.

a- تلوث الهواء: ان الهواء عبارة عن خليط من عدة غازات وبنسب معينة فبالإضافة الى الاوكسجين المفيد لتنفس الكائنات الحية هناك غازات اخرى منها غاز اول اوكسيد الكاربون وثنائي اوكسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين والتي هي غازات سامة، ارتفاع نسبتها في الهواء تؤدي الى تلوثه وهي بنفس الوقت تعتبر غازات حامضية تذوب في الماء مكونة المطر الحامضي والذي له اضرار جسيمة على كل من النباتات والتربة ان المصدر الرئيسي لتلك الغازات هو احتراق الوقود والتي تستعمل في المصانع والسيارات.





b- التعرض للإشعاعات: ان التعرض للأشعة لا يقل خطورة عن باقي المشاكل لأنه سوف يؤدي بدوره الى تأين محتويات الجسم والتي تسبب اضطراب نشاط خلاياه وانتشار الامراض السرطانية.



c- التلوث الضجيجي: تعتبر الضوضاء هي احد انواع التلوث الخطرة وخاصة بالمدن الكبرى التي تمتاز بالتكدس السكاني لانها تؤثر في مشاعر الانسان وتعطل التفكير والادراك والحواس مما يؤدي شعور الانسان بالإرهاق والتعب واضطرابات النوم والذي يبين لنا ان علاقة الانسان بالبيئة هي علاقة سلوكية.

d- التصحر: وهي مشكلة بيئية خطيرة واسبابه كثيرة منها نقصان معدل المياه في الطبيعة نتيجة الاحتباس الحراري وكذلك يعتبر الانسان هو صانع التصحر الاول حيث تقع على عاتقه حماية البيئة بما يحقق حمايتها ودراسة حل هذه المشكلة مثل عدم الاسراف في قطع الاشجار والاهتمام بمشروعات الري والاستفادة من الموارد المائية المتاحة باستزراع الاشجار بالقرب من مناطق الاستقرار.



2- التلوث الكيميائي: هو كل ما يخص التلوث بالمخلفات الصناعية والاستعمال المفرط للمواد الكيمائية مثل الاسمدة الكيمائية المستعملة لزيادة الانتاج الزراعي وتلوث المياه بالمشتقات النفطية.



a - المخلفات الصناعية: ان النواتج الكيميائية ذات السمية العالية هي التي تزيد من حجم المآسي التي يعيشها كوكبنا وهذا يرجع كله للتقدم والتطور الصناعي الهائل في العالم.

فكر !!!

كيف يمكنك كطالب ان تقلل من اخطار التلوث في بيئتك المحيطة بك ؟

b- الاستعمال المفرط للمواد الكيميائية: ان استخدام المواد الكيميائية في كافة الميادين ومنها المبيدات المستعملة للحشرات الضارة والمستخدمة في مكافحة الآفات الزراعية تعتبر من اخطر هذه المواد واكثرها انتشارا.



c - تلوث المياه: يعد الماء مذيبا جيدا لذلك فان اي مادة (غازية او سائلة او صلبة) تختلط بالماء فأنها تلوثه فان مياه الصرف الصحي اذا تم صرفها دون معاملتها او ترشيحها الى مياه الانهر او البحار فأنها تلوثه. كذلك مخلفات المصانع والتي تعتبر مواد كيميائية خطيرة جدا على جميع النباتات والحيوانات البحرية وكذلك البقع الزيتية للناقلات العملاقة للنفط ومشتقاته فأنها تلوث مياه المحيطات والبحار.



d- استهلاك النفايات: ان النفايات الناتجة عن نشاطات مختلفة فالدخان الصاعد من عوادم السيارات ومداخن المصانع وابخرة الفلزات الثقيلة كالرصاص ادى تلوث البيئة وتكوين ما يسمى بالضباب الصناعي والذي له اثار خطيرة على الانسان مباشرة.

يتبين مما سبق ان التلوث البيئي اذا كان فيزيائي او كيميائي يتباين في مصادره واسبابه من بيئة الى اخرى وهو يحمل للإنسان الكثير من المخاطر التي تهدد حياته ومصادر غذائه.

9-5-4 طرق معالجة التلوث:



1- معالجة تلوث التربة: استعمال الحشائش التي تؤدي الى بقاء رطوبة التربة وزراعة المحاصيل التي تتحمل الجفاف والملوحة في الارض الجافة وتشجيع الفلاحين على استعمال خبراتهم وكفاءتهم في التخطيط مثل استخدام مياه الصرف الصحي المعاد تكريره للأغراض الري.

2- معالجة تلوث المياه : يتم من خلال معالجة مياه المجاري بالمدن والقرى قبل وصولها الى المسطحات المائية. وقد اتخذت خطوات متقدمة في هذا المجال في كثير من الدول كذلك التخلص من النفط العائم بعد حوادث الناقلات الضخمة وتسببها في احداث البقع النفطية في مياه البحار والمحيطات تجنبا لاصابة الاحياء المائية والنباتية.



3 - التخلص من النفايات المشعة: حيث يجب بناء المفاعلات في امكنة بعيدة عن المدن واستعمال اجهزة الرصد الحساسة ومعالجة اسباب التلوث الاشعاعي ومنع استعمال هذه المواد الخطرة وحصرها بذوي الاختصاص فقط.

4- زياده المنطقة الخضراء: والتي تحيط بالمدن الكبرى والحزام الاخضر وعدم قطع اشجار الغابات واعتبارها محميات طبيعية والبحث عن سبل ادامة الزراعة للأشجار الدائمة الخضرة والتي تحتاج الى كميات قليلة من الري

جدول 9-1 يمثل النسب المئوية لمخلفات بعض المصادر

المصدر	ثنائي اوكسيد الكاربون co_2	ثنائي اوكسيد الكبريت so_2	هيدروكربونات	اكاسيد النيتروجين	الجسيمات الدقيقة
السيارات	63.8	0.8	16.6	8.1	1.2
التدفئة	1.9	24.4	0.7	10	8.9
الصناعة	9.7	7.3	4.6	0.2	7.5
حرق القمامة	8.7	0.1	1.6	0.6	1.1
مصادر اخرى	1609	0.6	8.5	1.7	9.6
المجموع	100.1	32.2	32	20.6	28.3

اسئلة الفصل التاسع

1- في المعادلات الاتية والتي تمثل تفاعل عدد من الجزيئات او الايونات في الماء

1) $HNO_{3\,(aq)} + H_2O_{\,(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$

2) $OH^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{\,(l)}$

a- حدد الحامض او القاعدة في كل منها وفق مفهوم برونشتد – لوري .

b- حدد سلوك الماء (كحامض او قاعدة) في كل منها.

2- اكتب الحامض والقاعدة القرينة له والقاعدة الحامض القرين لها بعد ان تكمل المعادلات الاتية

1) $HCO_3^-{}_{(aq)} + H_2O_{\,(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + \ldots\ldots\ldots$

2) $H_2S_{\,(aq)} + H_2O_{\,(l)} \rightleftharpoons \ldots\ldots\ldots + HS^-_{\,(aq)}$

3- عرف ما يأتي:-

الحامض حسب ارينيوس، القاعدة حسب لويس، الاملاح المزدوجة، المعقمات والمنظفات، الياف البوليمرات، الاحبار، الطلائات، الاسمدة، التلوث الكيميائي، التصحر، البيئة.

4- اختر الاجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- المادة التي لها القدرة على منح بروتون الى مادة اخرى هي

a- حامض لويس . b -قاعدة برونشتد – لوري

c- قاعدة لويس d- حامض ارينيوس

2- أي مما يأتي لا يعد من قواعد لويس

a- NH_3 . b- BF_3

c- H_2O d- CN^-

3- أحد المحاليل الاتية لا يتفق مع مفهوم ارينيوس للحامض او القاعدة هو محلول

a- HCN b- $Ba(OH)_2$ c- CH_3COONa d- HNO_3

4- المادة التي تسلك سلوكاً حامضياً وفق مفهوم لويس

a- Cl^- b- OH^- c- NH_3 d- $B(OH)_3$

5- البيئة هي كل من ما يحيط بالإنسان من:

a- المياه b- الهواء c- الارض d- كل العناصر السابقة

6- احد اسباب تلوث المياه:

a- وجود كائنات الحية b- وجود البكتريا c- البقع الزيتية السامة d- الاسماك

7- ان الطاقة الشمسية هي طاقة :

a- ملوثة b- نظيفة c- سامة d- ليس اي مما سبق

8- ان حرق القمامة في المناطق السكنية هو تلوث:

a- فيزيائي b- كيميائي c- مناسب d- غير موجود

9- التوازن البيئي هو:

a- توازن عناصر البيئة.

b- توازن مكونات الهواء.

c- توازن قوى الطبيعة.

d- ليس اي مما سبق

10- نقص المياه في الاراضي الزراعية بسبب:

a- وفرة المحاصيل.

c- عدم وجود كائنات حية.

d- التصحر.

e- كثرة البخار

11- المخلفات الصناعية منها عوادم السيارات هي سبب من:

a- التلوث.

b نجاح الصناعة .

c- وجود غاز الهيدروجين.

d- كثرة السيارات

5- هل يمكن الفصل بين المعقمات والمطهرات وكيف ؟

6- ما أهمية الصناعات الكيميائية في حياتنا ؟

7- عدد العوامل المؤثرة والتي يجب مراعتها في الصناعات الدوائية ؟

8- ما اهم عناصر الصناعات الغذائية ؟

9- ما الفرق بين التلوث الفيزيائي والكيميائي وايهما اخطر على الانسان ؟

10- عدد مصادر التلوث؟