الفيزياء

الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الثانية المادة والحرارة

إعداد أ / أحمد سمير

ثانوية سلمان الفارسي - بنين

الفصل الأول الحرارة

الدرس 1-1 الحرارة والاتزان الحراري

تعريف درجة الحرارة

الكمية الفيزيائية التي يمكن من خلالها تحديد مدى سخونة جسم ما أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري .
أو هي مقياس يدل علي مدي دفيء أو برودة الأجسام .

ماذا يحدث فى الحالات التالية مع ذكر السبب :

اذا وضعت قدمك اليمنى مثلا على الأسفلت واليسرى على العشب ، فى الصباح الباكر ؟

الحدث :الأرض المكسوة بالعشب أكثر دفئا من الأرض المغطاة بالإسفلت .

السبب : لأن الحرارة التى تفقدها قدمك اليمنى أكبر من تلك التى تفقدها قدمك اليسرى .

2 - قدمك اليمنى مثلا على الأسفلت واليسرى على العشب ، عند الظهيرة ؟

الحدث : يمكن تشعر أن حرارة العشب أقل من حرارة الإسفلت .

السبب : لأن الحرارة التى تفقدها قدمك اليمنى أقل من تلك التى تفقدها قدمك اليسرى .

ملاحظات :

1 – يمكن **تحديد درجة حرارة** الأجسام بدقة باستخدام **الترمومتر** .
2 – **تنتقل** الطاقة الحرارية من الجسم **ذو درجة الحرارة المرتفعة** إلى الجسم ذو **درجة الحرارة المنخفضة .**
3 – **داخل الجسم** ، تتحول **الطاقة الكيميائية** فى **الطعام** الذى نتناوله إلى **طاقة حرارية .**
4 – عند **تسخين الماء** باستخدام غاز **الميثان** ، تتحول **الطاقة الكيميائية** فى الغاز إلى **طاقة حرارية** .
5 – **محرك السيارة** يحول **الطاقة الحرارية** الناتجة عن اشتعال الوقود إلى **طاقة ميكانيكية تحرك السيارة** .

علل : عند وضع موضع الحرق تحت ماء جار بارد أو وضع الثلج عليه، فإنه يخفف من حدة الألم ويبرد مكان الحرق .

ج : يعود ذلك إلى انتقال الحرارة من الجسم الساخن إلى الماء البارد الجاري مما يخفف الشعور بحرارة موضع الحرق .

العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية

- **السبب** فى **تغير درجات الحرارة** للمواد **مرتبط بحركة الجزيئات المكونة للمادة .**

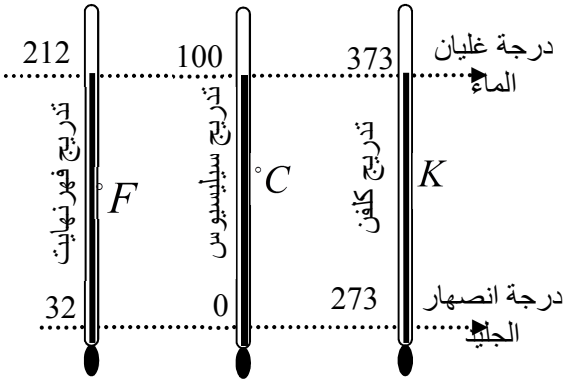
ملاحظات هامة : 1- يحدد متوسط الطاقة الحركية للجزيئات درجة حرارة الجسم .
2- درجة الحرارة لا تعتبر مقياسا لمجموع طاقات الحركة لجميع جزيئات المادة . لأن درجة الحرارة تعبر عن متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد .

- ترتبط درجة حرارة الجسم بحركة جزيئاته العشوائية
- في **جزيئات الغازات المثالية** تتناسب درجة الحرارة طرديا مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد منه ، سواء كانت الحركة في خط مستقيم أو في خط منحن .
- **أما في المواد السائلة أو الصلبة** ، تتناسب أيضا درجة حرارتها مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد مع أن جزيئاتها تملك طاقة كامنة إضافة لطاقة الحركة .
- الإناء الذي يحتوى على **(2) لتر ماء مغلي** فيه كمية من **الطاقة تساوى ضعف الطاقة** الموجودة فى إناء به **(1) لتر من الماء المغلي .**
- **درة حرارة** الإناء الذي يحتوى على **(2) لتر** ماء مغلي **يساوى درجة حرارة** الإناء الذي يحتوى على **(1) لتر** من الماء المغلي بسبب تساوي متوسط حركة الجزيء الواحد في أي من الإناءين .

- في الشكل المقابل **يحتوي الدلو** علي **طاقة حركية أكثر** مما **يحتوي عليه القدح** علي الرغم **من أنهما عند درجة الحرارة نفسها .**

قياس درجة الحرارة

- يستخدم **جهاز الترمومتر** لقياس درجة الحرارة كما بالشكل المقابل $(^0C\ ,^0F\ ,^0K)$



مبدأ عمل الترمومتر :

يقيس الترمومتر درجة الحرارة عن طريق تحرك خيط سائل (زئبق أو كحول ملون) داخل أنبوب شعري مدرج ، بحيث يتحرك لأعلى عند ارتفاع درجة حرارته أو لأسفل عند انخفاضها .

أنواع التدريجات

تدريج سلسيوس ^oC

تدريج يستخدم لقياس درجة الحرارة حيث يمثل فيه :
الرقم (صفر) درجة تجمد الماء
والرقم (100) درجة غليان الماء
عند الظروف المعيارية لدرجة الحرارة والضغط ،
وقسمت المسافة بين العلامتين إلى 100 قسم يسمى كل منها درجة .

تدريج فهرنهايت ^oF

تدريج يستخدم فى بريطانيا والولايات المتحدة ، حيث يمثل
الرقم (32) درجة تجمد الماء ،
والرقم (212) درجة غليان الماء
وقسمت المسافة بين العلامتين إلى 100 قسم كل قسم يمثل 1.8درجة .

تدريج كلفن ^oK

تدريج دولى يستخدم فى الأبحاث العلمية ، حيث يمثل :
الرقم (273) درجة تجمد الماء ،
والرقم (373) درجة غليان الماء ،
وقسمت المسافة الفاصلة بينهما إلى (100) قسم كل قسم يمثل درجة

المعادلة الرياضية العامة التى تسمح بتحويل درجات الحرارة بين المقاييس الثلاث :

$$\frac{T(C)-0}{100} = \frac{T(F)-32}{180} = \frac{T(K)-273}{100}$$

ملاحظة : 1- يمكن التحويل بين الدرجة الكلفينية (المطلقة) و الدرجة السيليزية من خلال المعادلة التالية :

$$T\,(K) = T\,(C) + 273$$

2- يمكن التحويل من تدريج سلسيوس إلي تدريج فهرنهايت باستخدام المعادلة التالية :

$$T\ (^0F\ ) = \frac{9}{5} T\ (^0C\ ) + 32$$

مثال 1 : تساوى درجة حرارة طفل مريض $T = (39)\ ^0C$ **احسب درجة حرارة هذا الطفل بحسب تدريج كلفن وتدريج فهرنهايت .**

ملاحظة :

في تدريج كلفن خصص الرقم (صفر) لتمثيل أقل درجة وتسمى **(الصفر المطلق)** ، وتعادل هذه الدرجة على مقياس كلفن درجة تبلغ **(273-)** على مقياس سلسيوس .

الصفر المطلق :

هو الدرجة التي ينعدم عندها طاقة حركة جزيئات المادة نظريا . لأن جزيئاتها تكون في حالة سكون .

ملاحظة هامة : **التغير** في درجات الحرارة علي **تدريج سلسيوس** يساوي التغير في درجات الحرارة علي **تدريج كلفن .**

الحرارة (Q)

سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى آخر له درجة حرارة أقل .
أو الطاقة المنتقلة بين جسمين نتيجة اختلافهما في درجة الحرارة .
أو هي مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة .

ماذا يحدث في الحالات التالية :

1 – عندما تلمس سطحا ساخنا ؟

الحدث : تنتقل الطاقة إلى يديك لأن السطح أكثر دفئا من يديك .

2 – عندما تلمس قطعة من الثلج ؟

الحدث : تنتقل الطاقة من يديك إليها لأن يديك هي الأكثر دفئا .

ملاحظات هامة

1- الطاقة تنتقل تلقائيا من الجسم الدافئ إلى الجسم البارد .
2 – يرمز للحرارة بحرف Q ووحدتها في النظام الدولي هي J
3 - الأجسام تحتوى على أشكال متعددة من الطاقة وليس على حرارة . او لا تحتوي المادة علي حرارة بل تحتوي علي طاقة داخلية .

س ماذا يحدث : في حالة التلامس الحراري ؟

ج : تسرى الحرارة من المادة التي لها درجة حرارة أعلى إلى المادة التي درجة حرارتها أقل .

ملاحظات هامة

1- سريان الحرارة ، لا يكون من جسم طاقته الحركية الكلية كبيرة إلى جسم طاقته الحركية الكلية أقل .
2 – الطاقة الحرارية تسرى تبعا **لفرق درجتي الحرارة** ، أي تبعا **للفرق في متوسط طاقة حركة كل جزئ من المادة .**
3 – لا تسرى الحرارة تلقائيا من جسم بارد إلى آخر أكثر منه سخونة .

س : كيف تسري الحرارة عند غمس مسمار حديدي ساخن لدرجة الإحمرار في حوض السباحة ؟

ج : بالرغم من أن **الطاقة الحركية الكلية** لجزيئات **الماء** في **حوض السباحة أكبر** من **الطاقة الحركية الكلية لجزيئات المسمار** ، فإن **الحرارة لا تسرى من ماء الحوض إلى المسمار ، بل تسرى من المسمار الساخن إلى الماء البارد .**

العلاقة بين الحرارة والطاقة الحركية

- **يترافق انتقال الطاقة بين الأجسام مع :**

1- ارتفاع درجة حرارة الجسم البارد أو تغير حالته ومع انخفاض درجة حرارة الجسم الساخن .
2- تغير في سرعة تحرك جزيئات المادتين المتلامستين أي انه يترافق مع تغير في الطاقة الحركية للجزيئات.

- **الحرارة هي مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة . وهي تختلف عن درجة الحرارة التى تتناسب مع متوسط الطاقة الحركية لجزيء واحد .**

وجه المقارنة	الحرارة	درجة الحرارة
التعريف	سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى آخر له درجة حرارة أقل . **أو** الطاقة المنتقلة بين جسمين نتيجة اختلافهما في درجة الحرارة . **أو** هى مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة .	الكمية الفيزيائية التي يمكن من خلالها تحديد مدى سخونة جسم ما أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري . **أو** هي مقياس يدل علي مدي دفيء أو برودة الأجسام .
العلاقة بطاقة الحركة	تتناسب مع مجموع تغير الطاقة الحركية لجميع جزيئات المادة	تتناسب درجة الحرارة مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد .
اعتمادها علي الكتلة	تعتمد	لا تعتمد
طريقة القياس أو الحساب أو التعيين	المسعر الحراري	الترمومتر
وحدة أو وحدات القياس	الجول أو السعر الحراري(الكالوري)	$(^0C\ ,\ ^0F\ ,\ ^0K)$

الاتزان الحراري

هو وصول الأجسام التي تكون في حالة تلامس حراري إلي درجة الحرارة نفسها .حيث يتساوي متوسط سرعة كل جزيء في الأجسام المتلامسة ويتوقف عندها سريان الحرارة .

ملاحظة : عند الوصول للاتزان الحراري يكون متوسط سرعة كل جزيء هو نفسه فى الأجسام المتلامسة .

س ماذا يحدث : عند وصول الأجسام التى تكون فى حالة تلامس حراري إلى درجة الحرارة نفسها ؟

الحدث : يتوقف سريان الحرارة بينها ، عندها نوصف هذه الأجسام بأنها فى حالة اتزان حرارى .

علل لما يلي :

1- عندما يستخدم الترمومتر لقياس درجة حرارة مادة معينة ننتظر فترة لنتمكن من قراءة درجة حرارة المادة علي الترمومتر ؟

لأنه عند التلامس الحراري ، تسرى الحرارة بينهما وتتوقف عند تساوى درجتي حرارتهما ، فتكون درجة حرارة المادة هى درجة حرارة الترمومتر .

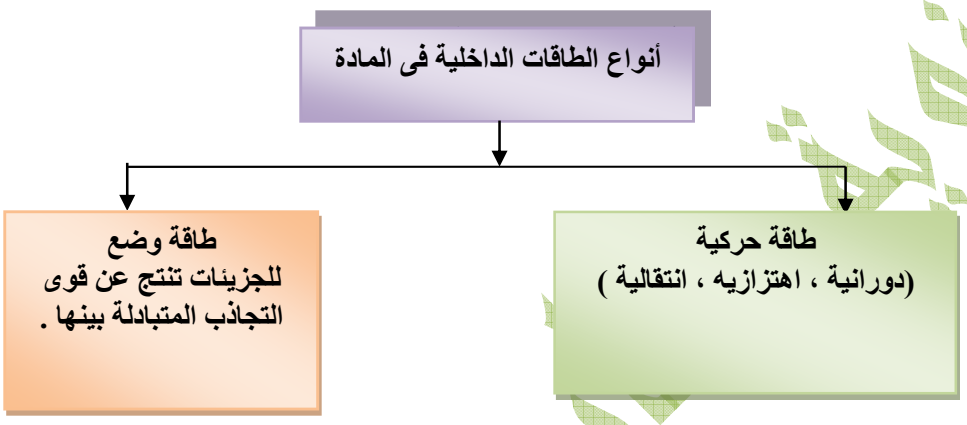
2- يكون حجم الترمومتر أصغر بكثير من حجم المادة التى تقاس درجة حرارتها بواسطته ؟

ج : حتى لا تؤثر الحرارة التي يمتصها الترمومتر على درجة حرارة الجسم .

ملاحظة هامة عند استخدام **الترمومتر** لقياس **درجة حرارة الهواء لن تؤثر كمية الحرارة** التي **يمتصها الترمومتر** على **درجة حرارة الهواء** . **أما إذا كانت المادة سائلة** فإن درجة حرارة قطرة من السائل عند الاتزان الحراري ستختلف كثيرا عن درجة حرارتها الأصلية المراد قياسها .

الطاقة الداخلية

هي مجموعة من الطاقات تشمل الطاقة الحركية الدورانية ، والطاقة الناتجة عن الحركة الداخلية للذرات المكونة للجزيء ، وطاقة وضع للجزيئات تنتج عن قوى التجاذب المتبادلة بينها .



ماذا يحدث في الحالات التالية

1 - عندما تمتص مادة كمية من الحرارة ؟

الحدث : قد تزيد الحركة الإهتزازية (الحركة الإنتقالية) فترتفع درجة حرارتها أو قد تستنفد الطاقة المكتسبة فى تغيير حالة المادة .

2 – عندما يكتسب الجليد كمية من الطاقة الحرارية .

الحدث : لا تسبب الطاقة المكتسبة زيادة في الطاقة الحركية الانتقالية للجزيئات ، أي لا ترتفع درجة الحرارة ، ولكن تستخدم هذه الطاقة فى تحويل المادة إلى الحالة السائلة (الإنصهار) .

أسئلة من مراجعة الدرس (1-1) :

ثالثا : حول درجات الحرارة التالية إلي الدرجة الكلفنية (تدريج كلفن) $(27)^{o}C$, $(200)^{o}F$ ؟

خامسا : تمكن علماء عصرنا من إنتاج أجسام تقترب درجة حرارتها من الصفر المطلق . ماذا يمكنك القول حول الطاقة الحركية لهذه الأجسام ؟

ج : تساوي الصفر لأن جزيئاتها تكون في حالة سكون .

سادسا : أفرغ ولد كوب من ماء مغلي في وعاء يحوى لترا من الماء درجة حرارته $212^{0}F$. هل ستتغير درجة حرارة الماء فى الوعاء ؟ ولماذا ؟

ج : لا ، لن تتغير لأن ماء الكوب والماء فى الإناء فى حالة إتزان حرارى .

سابعا : متي نشعر ببرودة الأجسام أو سخونتها ؟

ج : نشعر بالبرودة عند ملامسة جسم بارد نتيجة لأنتقال الحرارة من أجسامنا إلي الجسم البارد . ونشعر بالسخونة عند ملامسة جسم ساخن نتيجة لانتقال الحرارة من الجسم الساخن الي أجسامنا .

ثامنا : هل صحيح أن الترمومتر يقيس درجة حرارته بنفسه ؟

ج : نعم ، لأن درجة الحرارة التى يشير إليها الترمومتر هى درجة حرارة السائل الذى بداخله ، وهذا السائل فى حالة إتزان حرارى مع الجسم الذى نقيس درجة حرارته .

مراجعة الوحدة الثانية : (تحقق من معلوماتك) صـ89ـــــ

س5 : المادة تحتوى على جزيئات فى حركة دائمة ، فهل هى تحتوى على حرارة ؟

ج : المادة تحتوى على طاقة داخلية وليست على حرارة ، لأن الحرارة هى سريان الطاقة نتيجة اختلاف فى درجة الحرارة

س6- وضح سريان الحرارة أثناء تلامس جسمين ؟

ج : تنتقل الحرارة من الجسم ذي درجة الحرارة المرتفعة إلي الجسم ذي درجة الحرارة المنخفضة أي من الساخن إلي البارد .

س10 : ما درجة الحرارة التى يجب أن يكون عليها كلا من قطعة المعدن وقطعة الخشب حتى لا تشعر بسخونتهما وبرودتهما عند لمسهما ؟

ج : درجة حرارة اليد نفسها .

الدرس (1-2) القياسات الحرارية

1- وحدات الحرارة

ملاحظات هامة :

1 - الحرارة هى طاقة تنتقل من جسم إلى آخر إذا توافر شرطان هما :

أ : تلامس الأجسام حراريا .

ب : اختلاف درجة حرارة هذه الأجسام .

2 – الحرارة تنتقل من الجسم الساخن إلى الجسم البارد وهذا الانتقال يستمر حتى تصل إلى الاتزان الحراري .

3- يعتمد مبدأ وحدة قياس الطاقة الحرارية علي تحديد كمية الحرارة اللازمة لإحداث تغيير جديد في درجة الحرارة علي تدريج معتمد .

4- الوحدة الدولية لقياس الطاقة الحرارية هي **الجول (J) .**

والوحدات الاخرى المعتمدة لقياس الطاقة الحرارية هي :

السعر الحراري :

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة **جرام واحد** من الماء درجة واحدة سلسيوس .

الكيلو سعر

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة **كيلو جرام واحد** من الماء درجة واحدة سلسيوس .

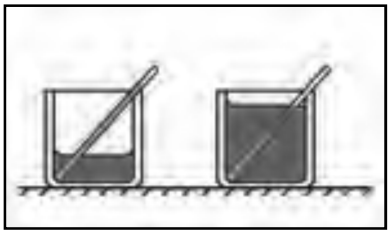
ملاحظات : 1- الكيلو سعر الوحدة المستخدمة في تقدير المكافئ الحراري للأغذية والوقود .

2- يتم تحديد المردود (المكافئ) الحراري للأغذية والوقود بحرق كميات محددة منه وقياس كمية الحرارة الناتجة .

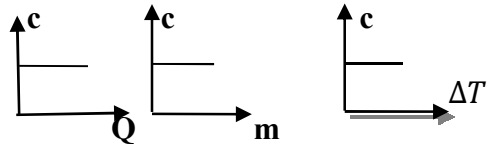
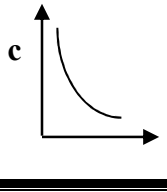
3- **الكيلـــو سعـــر = 1000 سعر**

5- العلاقة التى تربط الجول بالسعر الحرارى هي **(1) cal = (4.184) J**

6- في الشكل المقابل علي الرغم من أن **كلا من الإناءين يكتسبان القدر نفسه من الحرارة** إلا أن **درجة حرارة الإناء الذي يحتوي على كمية أقل ترتفع أكثر** .



2- السعة الحرارية النوعية (c)

التعريف	وحدة القياس	القانون	العوامل	العلاقات البيانية
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من مادة ما درجة حرارية واحدة على تدريج سلسيوس .	J/kg .K	$c = \frac{Q}{m\,\Delta T}$	1 - نوع المادة . 2 – حالة المادة .	1 - السعة الحرارية النوعية للمادة الواحدة ثابتة مع كلا من (Q , m , ΔT)  2 – السعة الحرارية النوعية لمواد مختلفة لها نفس الكتلة ونفس الحرارة بتغير درجة الحرارة  (علاقة تناسب عكسى)

علل : تعتبر السعة الحرارية النوعية قصورا ذاتيا حراريا ؟

لأنها تعبر عن ممانعة الجسم للتغير في درجة حرارته كما يعبر القصور الذاتي عن ممانعة الجسم للتغير في حالته الحركية.

أمثلة حياتية

1 - لوحظ أن البصل المطهو والمهروس لا يمكن أكله فورا لسخونته الشديدة أي انه يحتفظ بحرارته مدة أطول، بينما البطاطا المطهوة والمهروسة يمكن أكلها فور طهوها أي أنها لا تحتفظ بسخونتها فور طهوها بل تفقدها تدريجيا .

2 – نلاحظ أن حشوة فطيرة التفاح تكون ساخنة جدا بينما تكون قشرتها الخارجية ليست كذلك لحظة خروجها من الفرن .

3 – يمكن إزالة غطاء ورق الألمونيوم من وجبة طعام باليد فور خروجها من الفرن ولكن لايمكن لمس الطعام الذى أسفلها لسخونته الشديدة .

4- تدل الأمثلة السابقة علي اختلاف قدرة المواد علي اختزان الحرارة .

5 – نلاحظ أيضا أن مقدار الطاقة الحرارية التي نحتاجها لرفع درجة حرارة واحد كيلو جرام من الماء درجة واحدة تكون **أكبر** من مقدار الطاقة الحرارية التي نحتاجها لرفع نفس الكمية من الحديد .

الاستنتاج :

1 – للمادة خاصية تسبب تغير درجة حرارتها بكميات مختلفة عندما تمتص كمية الحرارة نفسها أو تخسرها .

2 - الطاقة الحرارية التي نحتاجها لرفع درجة حرارة مادة معينة درجة واحدة فقط تختلف مع اختلاف المادة .

علل : يحتاج جرام واحد من الماء إلى (1) cal لرفع درجة حرارته ^0C (1) ، فيما يحتاج جرام من الحديد (1/8) هذه الكمية لرفع درجة الحرارة نفسها .

أو تمتص كتله معينه من الماء كمية من الطاقة أكبر من تلك التى تمتصها كتله مساوية من الحديد لترتفع العدد نفسه من الدرجات .

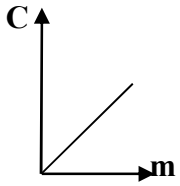
ج : لأن حركة ذرات الحديد الإنتقالية تكون ذهابا وإيابا ، فى حين جزيئات الماء تستهلك قدرا لا بأس به من الطاقة فى الحركة الدورانية وفى الحركة الإهتزازية للذرات داخل الجزىء ، وقدرا آخر فى استطالة الروابط .(أي ان الماء له سعة حرارية نوعية أكبر) .

س : ما العلاقة بين السعة الحرارية النوعية للمادة ومعدل ارتفاع درجة حرارتها ؟ صـ 89 ـــ :

ج : المواد التي ترتفع درجة حرارتها بسرعة لها سعة حرارية نوعية صغيره ، بينما المواد التي ترتفع درجة حرارتها ببطء لها سعة حرارية نوعية كبيرة .

أي أن : (السعة الحرارية النوعية للمواد المختلفة المتساوية الكتل تتناسب عكسيا مع درجة الحرارة اذا اكتسبت نفس كمية الحرارة بينما السعة الحرارية النوعية للمادة الواحدة لا تتغير بتغير درجة الحرارة) .

3- السعة الحرارية (C)

التعريف	وحدة القياس	القانون	العوامل	العلاقات البيانية
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها m ، درجة واحدة على تدريج سلسيوس	J / K	C = mc أو $C = \frac{Q}{\Delta T}$	1 – كتلة المادة . 2 – نوع المادة .	C α m علاقة تناسب طردي 

4- المسعرات الحرارية

- لقياس الحرارة أو السعة الحرارية النوعية نستخدم المسعر الحراري

المسعر الحراري

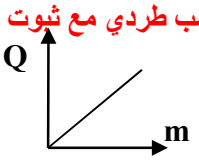
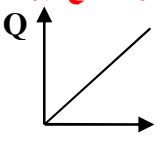
هو جهاز يعزل الداخل عن المحيط ويسمح بتبادل الحرارة وانتقالها بين مادتين أو أكثر داخله من دون أى تأثير من المحيط ، أي أنه يشكل نظاما معزولا .

تركيبه : 1- يتضمن المسعر الحراري ، ترمومتر لمراقبة تغير درجة حرارة النظام .
2 - خلاط يساعد على خلط السوائل للحصول على نظام متجانس .

ماذا يحدث : إذا مزجنا كمية من الماء البارد وكمية من الماء الساخن داخل مسعر حرارى ؟

الحدث : يحدث التبادل الحراري بين كميات الماء فقط ، ولا يؤثر الهواء المحيط بالمسعر على هذا التبادل .
هذا يعنى أن الحرارة التي يخسرها الماء الساخن يكتسبها الماء البارد فقط ، أي أن النظام لا يكتسب طاقة خارجية أخرى كالحرارة الصادرة من الشمس .

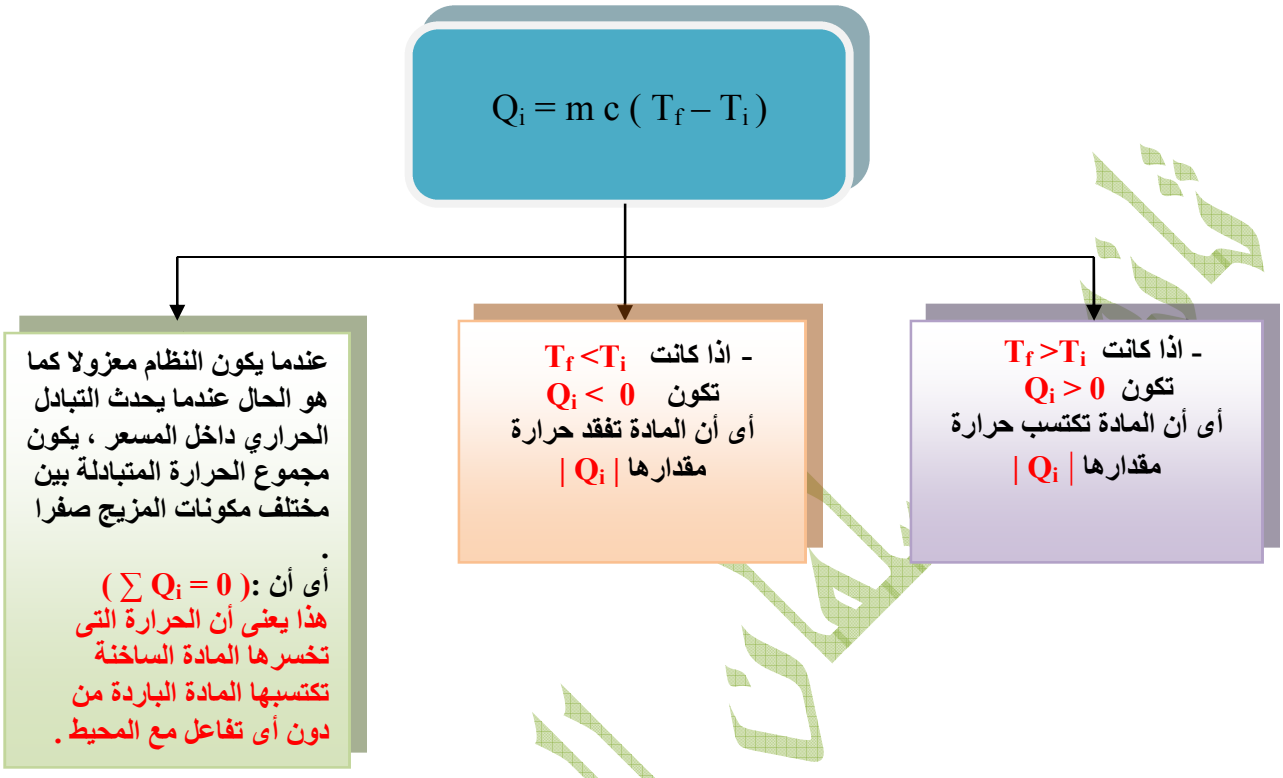
5- حساب الطاقة المكتسبة والمفقودة (Q)

العلاقة الرياضية	وحدة القياس	العوامل	العلاقات البيانية	الطاقة (Q)
$Q = m\,c\,\Delta T$ أو $Q = C\,\Delta T$ حيث : $\Delta T = T_f - T_i$ وحدة قياس ΔT (^0K) أو (^0C) لأن الفارق هو نفسه وفق التدريجين	الجول (J)	1 – كتلة المادة . 2 – نوع المادة . 3 – فرق درجات الحرارة .	علاقة تناسب طردي مع ثبوت c , ΔT  علاقة تناسب طردى مع ثبوت c , m 	1 - موجبة المقدار Q > 0 عندما تكتسب المادة حرارة . 2 - سالبة المقدار Q < 0 عندما تخسر المادة حرارة .

6- قانون التبادل الحراري

س : متى يحصل التبادل الحرارى ؟

ج : يحدث عند مزج مادتين أو أكثر لها درجات حرارة مختلفة ، حيث تشكل هذه المواد نظاما تنتقل الحرارة فى داخله من ماده إلى أخرى حتى يصل النظام إلى الاتزان الحراري .



7- السعة الحرارية النوعية العالية للماء

علل لما يلي :

1- الماء قادر على اختزان الحرارة والحفاظ عليها لفترة طويلة .

لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية جدا ، اذ أن حرارته تتغير ببطء ، أى أنه يسخن ببطء ويبرد ببطء .

2- يعتبر الماء سائلا مثاليا للتبريد والتسخين .

لكبر سعته الحرارية النوعية ، فتتغير درجة حرارته ببطء ، حيث يسخن ببطء ويبرد ببطء .

3- يستخدم الماء لتبريد محركات السيارات .

لكبر سعته الحرارية النوعية ، حيث يمتص كمية كبيرة من الحرارة قبل أن ترتفع درجة حرارته .

تطبيقات حياتية للإستفادة من السعة النوعية الحرارية المرتفعة للماء :

1 – استخدام الماء لتبريد محركات السيارات .

2 – استخدام زجاجات الماء الحارة لتدفئة الأقدام فى أيام الشتاء القارس قديما .

علل : **الماء يتطلب وقت أطول من اليابسة ليبرد أو ليسخن .**

لأن السعة الحرارية النوعية للماء حوالى خمسة أضعاف السعة الحرارية النوعية لليابسة .

س : ثالثا : صـ27 ـــ: لماذا لا تعانى المدن القريبة من مساحات الماء فرقا كبيرا فى درجات الحرارة بين الليل والنهار ؟

ج : **أثناء النهار** تسخن الشمس اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر ، فيرتفع الهواء الساخن فوق اليابسة ويحل مكانه هواء بارد آت من البحر فتبرد اليابسة ، **وفى الليل** تبرد اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر فيرتفع الهواء الساخن فوق البحر ويحل محله الهواء البارد القادم من اليابسة ، ويدفئ هواء البحر اليابسة وهذا ما يقلل الفرق فى درجة حرارة اليابسة بين الليل والنهار .

علل لما يلي : 1- درجة حرارة رمال الشاطئ تكون أعلي بكثير من درجة حرارة الماء المجاور لها نهارا في الصيف
لأن السعة الحرارية النوعية للماء أكبر من السعة الحرارية النوعية للرمال . لذلك الماء يسخن ببطء ويبرد ببطء .
2- يبدو لنا أن الخشب أقل برودة من الحديد في الشتاء عند ملامستهما باليد مع أن درجة حرارتهما متساوية .
لأن الحديد يمتص كمية من الحرارة أكبر من التي يمتصها الخشب من اليد عند ملامستهما باليد .

مثال 1 : أثناء تحضير القهوة ترتفع درجة حرارة g (250) من الماء من ^{o}C (20) إلي ^{o}C (100) . علما بأن السعة الحرارية النوعية للماء هي c = (4186) J/kg.K احسب الطاقة التي نحتاج إليها لإجراء هذا التسخين .

مثال 2- نضع g (400) من الماء عند درجة حرارة ^{o}C (40) داخل مسعر . نضيف علي هذه الكمية قطعة من الزجاج درجة حرارتها ^{o}C (25) وكتلتها g (300) ثم نضيف g (500) من الألمونيوم درجة حرارته ^{o}C (37) . احسب درجة حرارة الماء عندما يصل النظام (ماء + زجاج + ألمونيوم) إلي الاتزان الحراري علما أن : c_{Al}= (900)J/kg.K
c_W = (4190)J/kg.K و c_g = (837)J/kg.K

مسألة 1: ما هي كمية الطاقة الحرارية التي يجب أن يكتسبها g (4.11) من النحاس لترتفع درجة حرارته ^{o}C (3.8) ؟ علما أن السعة الحرارية النوعية للنحاس تساوي (390)J/kg.K

مسألة 2 : يسخن قضيب من الألمونيوم كتلته g (28.4) حتى تصل درجة حرارته إلي ^{o}C (39.4) ثم يوضع داخل مسعر حراري يحتوي علي g (50) من الماء فترتفع درجة حرارة الماء من ^{o}C (21) إلي ^{o}C (23) . ما هي حرارة القضيب النهائية ؟ علما أن السعة الحرارية النوعية للألمونيوم تساوي c_{Al} =($8.99x10^{2}$) J/kg.K
وللماء c_W = (4180)J/kg.K

مسألة 3 : تسخن قطعة من النحاس كتلتها g (2.5) ثم توضع في مسعر حراري يحتوي علي g (65) من الماء . ترتفع حرارة الماء من ^{o}C (20) إلي ^{o}C (22.5) . احسب درجة الحرارة الابتدائية لقطعة النحاس قبل إدخالها المسعر الحراري علما أن السعة الحرارية النوعية للماء تساوي J/kg.K (4186) والسعة النوعية للنحاس هي J/kg.K (390)

مسألة 4 : اكتسب (1) لتر من الماء كمية معينة من الطاقة الحرارية فارتفعت حرارته إلى ^{0}C (2) ، كم يكون الإرتفاع فى درجة (2) لتر من الماء عندما يكتسب الكمية نفسها من الحرارة ؟

مسألة 5 : ما هي كمية الحرارة التي نحتاجها لرفع درجة حرارة (1) لتر من الماء بمقدار ^{o}C (15) ؟ إذا اكتسب الماء هذه الطاقة بواسطة ملف تسخين قدرته W (1000) ما الوقت اللازم لرفع درجة حرارة الماء ^{o}C (15) ؟ علما أن السعة الحرارية النوعية للماء تساوي J/kg.K (4180)

مسألة 6 : احسب السعة الحرارية النوعية لقضيب من الألمونيوم كتلته g (28.4) علما أنه يحتاج إلي J (207) لترتفع درجة حرارته ^{o}C (8.1) .

مسألة 7: نضع g (250) من الماء درجة حرارته ^{o}C (10) في مسعر حراري ثم نضيف إليه قطعة من النحاس كتلتها g (50) ودرجة حرارتها ^{o}C (80) وقطعة من معدن غير معروف كتلتها g (70) ودرجة حرارتها ^{o}C (100) يصل النظام كله إلي الاتزان الحراري فتكون درجة حرارته ^{o}C (20) احسب السعة الحرارية النوعية للمعدن غير المعروف بشرط ان تهمل السعة الحرارية النوعية للمسعر الحراري وتعتبره لا يتبادل حرارة مع النظام وعلما أن السعة الحرارية النوعية للماء هي J/kg.K (4180) وأن السعة الحرارية النوعية للنحاس هي J/kg.K (386) .

الدرس (1-3) التمدد الحراري

التمدد الحراري: الزيادة في حجم المادة عند ارتفاع درجة حرارتها .

1- التمدد والتقلص

ماذا يحدث : **عند ارتفاع درجة حرارة مادة ما .**

الحدث : تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئاتها ، ويؤدى ذلك إلى تباعد الجزيئات أثناء هذا الاهتزاز وينتج عنه تمدد المادة ككل

ملاحظة : 1- تتمدد جميع المواد صلبة أو سائلة أو غازية عند رفع درجة حرارتها وتنكمش عند انخفاضها .

2- التغير في حجم الغازات (التمدد أو التقلص) نتيجة لتغير درجة الحرارة أو(الضغط) يكون **بمقدار اكبر** من التغير الذي **يحدث للسوائل** وتكون هذه **الزيادة أكبر من المواد الصلبة .**

تطبيقات حياتية عن التمدد الحراري (التمدد والتقلص)

علل لما يلي :

1- **عند رصف الطرق أو إنشائها ، يجب أن تترك بين أجزاء الإسفلت فواصل كل مسافة معينه ، وتملأ هذه الفواصل بمادة قابلة الانضغاط ، مثل القار .**

ج :حتى لا تنثني هذه الطبقات أو تتكسر نتيجة التمدد والانكماش الحاصلين عند ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها بين الليل والنهار أو بين الصيف والشتاء .

2- **يراعى أطباء الأسنان استخدام مواد لها مقدار تمدد (مادة مينا الأسنان) عند حشو الأسنان .**

ج : حتى لا تنثني أو تتكسر هذه المادة نتيجة التمدد أو لانكماش الحاصلين عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة

3- **محركات السيارات المصنوعة من الألومنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد .**

ج : للسماح بالتمدد الكبير للألمونيوم .

4- **يفضل مد خطوط نقل الكهرباء خلال فصل الشتاء**

ج : لتفادي تولد قوي شد تؤدي إلي انقطاع الأسلاك أو كسر الأبراج نتيجة لانكماش الأسلاك بسبب انخفاض درجة الحرارة في فصل الشتاء .

5- **يراعى المهندسون المدنيون أن يكون معدل تمدد حديد التسليح المستخدم في الإسمنت المسلح مساويا لمعدل تمدد الإسمنت.**

ج : حتى لا تتشقق أو تنكسر المونة في المباني نتيجة التمدد والانكماش الحاصلين عند ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة ، بين الليل والنهار أو بين الصيف والشتاء .

6- **عند إنشاء الجسور الطويلة والمصنوعة من الصلب ، يثبت أحد طرفيها في حين يرتكز الطرف الآخر على ركائز دوارة ،وهناك فواصل متداخلة على سطحها تسمى فواصل التمدد .**

ج : حتى تسمح بتمدد الصلب وانكماشه بين فصلى الشتاء والصيف .

7- **تترك مسافات بين قضبان السكك الحديدية**

ج : لتفادي تولد اجهادات كبيرة قد تسبب انحناء القضبان وانفصالها نتيجة لتغير طولها بسبب تغير درجة الحرارة خلال فصول السنة .

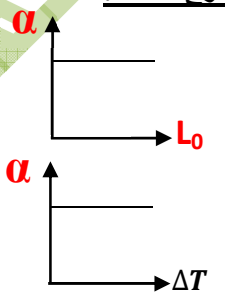
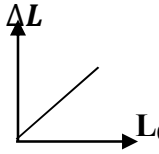
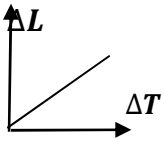
8- **يتم تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف .**

لأنه مع انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء ، تنكمش الأسلاك فيقل طولها ، لذلك عند تركيبها يراعى ذلك لتفادى انقطاعها نتيجة الانكماش ، فيتم تركيبها مرتخية في فصل الصيف .

2- التمدد الطولي في الأجسام الصلبة (ΔL)

هو تمدد يحدث في اتجاه واحد نتيجة تغير درجة حرارة الأجسام الصلبة .

قانون التمدد الطولي في الأجسام الصلبة ومعامل التمدد الطولي

التعريف	القانون	وحدة القياس	العوامل	العلاقات البيانية
نص قانون التمدد الطولي (مقدار التغير الطولي لساق ما يتناسب طرديا مع الطول الأصلي والتغير في درجة الحرارة ، كما يتوقف على نوع مادة الساق)	$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ ومنه يمكن حساب: $L_0 = \frac{\Delta L}{\alpha \Delta T}$ $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$ حيث α معامل التمدد الطولي ويتوقف على نوع المادة . 	وحدة قياس ΔL و L_0 هو m أو cm وحدة قياس α هو $1/^oC$ أو $(^oC)^{-1}$ وحدة قياس ΔT هو (^oC)	1 – الطول الأصلي 2 – التغير في درجة الحرارة . 3 – نوع المادة .	العلاقة بين L_0 و ΔL (علاقة تناسب طردي)  العلاقة بين ΔT و ΔL (علاقة تناسب طردي) 

معامل التمدد الطولي (α): التغير في وحدة الأطوال للمادة عندما تتغير درجة الحرارة درجة واحدة مئوية .

ماذا يحدث : عند ارتفاع درجة حرارة الجسم الصلب .؟

الحدث : تهتز جزيئاته بسرعة كبيرة حيث أنها ترتبط مع بعضها بروابط كيمائية تمثل بنوابض ، فتتباعد عن بعضها ويتمدد الجسم الصلب .

ملاحظات هامة :

1 -بعض المواد صممت و صنعت لكي لا يكون لها تمدد طولي مثل زجاج الأفران ومرايا التلسكوبات الكبيرة

2 – عند رفع درجة حرارة ساق طولها مترين فإن مقدار الزيادة في طولها ستكون ضعف مقدار الزيادة في طول ساق طولها متر مصنوع من نفس المادة عندما ترتفع درجة حرارتها بنفس المقدار.

3 –جسم طوله L_0 يزداد بمقدار ΔL إذا ارتفعت درجة حرارته ΔT، أما إذا ارتفعت درجة حرارته بنصف المقدار السابق (أي $\frac{\Delta T}{2}$) ، فإن طوله سيزداد بنصف ما ازداد عليه (أي $\frac{\Delta L}{2}$) .

4 – معامل التمدد الطولي α **ثابت ويتوقف على نوع المادة** ، حيث أن لكل مادة معامل تمدد طولي خاص بها .

مثال 1 : يصنع السخان الكهربائي بواسطة قضيب من نحاس طوله m (5) احسب طول هذا القضيب عندما ترتفع درجة حرارته $^{o}C(5)$. علما أن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي $(17x10^{-6})\ ^{o}C^{-1}$

مسألة (1) : ص 35 : **إن طول ساق نحاسي عند درجة ^{0}C (20) يساوى m(3) ، احسب تغير الطول عندما ترتفع درجة حرارته إلى ^{0}C (40) ، علما بأن معامل التمدد الطولي لهذا الساق يساوى $17x\ 10^{-6}\ (^{0}C)^{-1}$ ؟**

مسألة (2) : ص35 : **تتكون سكة حديدية من قضبان فولاذية ، طول كل واحد منها m (12.2) . يتمدد كل قضيب بمقدار mm (2.379) عندما ترتفع درجة حرارة الفولاذ بمقدار ^{0}C(15) ، احسب معامل التمدد الطولي للفولاذ ؟**

تطبيقات مراجعة الدرس (1 – 3) صـ39 ، 40 ـــ

خامسا : ساق معدنية طولها متر تتمدد بمقدار cm (0.5) عند تسخينها عند درجة حرارة معينه . ما مقدار تمدد ساق أخرى من المعدن نفسه طولها m (100) عند تسخينها عند درجة الحرارة نفسها ؟

سادسا : يتمدد الصلب طوليا بمعدل جزء لكل 100000 جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة ، كم تبلغ الزيادة فى طول جسر من الصلب (كوبرى) طوله km (1.5) عند رفع درجة حرارته ^{0}C (20) ؟

سابعا : يرتفع برج إيفل فى باريس إلى m(300) فى يوم درجة حرارته ^{0}C (22) . كم يزيد طول البرج إذا علمت أنه مصنوع من الحديد فى يوم مشمس درجة حرارته ^{0}C(40) ؟ يجب أن تكون اجابتك بوحدة السنتيمتر.

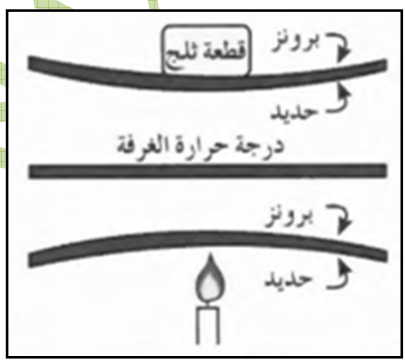
ثامنا : يزيد طول ساق من الألمونيوم بمقدار $0.0033)m$ **عند رفع درجة حرارتها من** ^0C (20) **إلى** ^0C (100) **، ما الطول الأصلي للساق قبل تسخينها ؟**

تاسعا : سخن شريطين متساويين في الطول أحدهما ألمونيوم والآخر حديد إلى درجة الحرارة نفسها . أى الفلزين يتمدد أكثر ؟ ما نسبة تمدد أحدهما بالمقارنة مع الآخر ؟

عاشرا : شريطان أحدهما من الألمونيوم والآخر حديد طول كلا منهما m (5) **عند** ^0C (20) **. كم يصبح الفرق بين طولي الشريطين عند تسخينهما إلى** ^0C (200) **؟**

تطبيقات على التمدد الطولي : المزدوجة الحرارية

تركيبها : يتم لحام شريطين متساويين فى الأبعاد من مادتين مختلفتين كالبرونز (سبيكة من النحاس والقصدير) والحديد .



في الشكل يتمدد (ينكمش) البرونز عندما يسخن (يبرد) أكثر من الحديد ويؤدي ذلك إلي انحناء المزدوجة الحرارية .

فكرة عملها : يظهر الفرق فى تمدد البرونز والحديد عند **تسخين** المزدوجة الحرارية إذ تؤدى **زيادة تمدد** احد الشريطين عن الآخر إلى **انحناء المزدوجة** والعكس صحيح .
فعند **تبريد** المزدوجة **ينثنى** الشريط الذى **تمدد أكثر** عن الآخر **بعكس الاتجاه السابق** ، حيث أن **الشريط** الذى تمدد **أكثر** عند **التسخين ينكمش أكثر عند التبريد .**

استخدامه : 1 - يدخل فى صناعة أنواع معينة من الصمامات ، أو فى تشغيل مفتاح كهربائي .
2 – تستخدم أنواع خاصة من المزدوجة الحرارية في أفران تسخين الخبز ، وفى الأفران الأوتوماتيكية .

تطبيقات عملية للمزدوجة الحرارية :

الثرموستـــــــــــات

فكرة عمله :

(أ) شريحة ذات معدنين (برونز وحديد) تنحني عندما تتغير درجة الحرارة نتيجة اختلاف معامل التمدد لهما حيث أن البرونز يتمدد أكثر من الحديد .

(ب) شريحة ذات معدنين تستخدم فى المنظم الحراري لفتح الدائرة الكهربائية أو إغلاقها فعندما يكون جو الغرفة شديد البرودة تنحني المزدوجة الحرارية باتجاه شريط البرونز مما يؤدى إلى غلق الدائرة الكهربائية فتنطلق الحرارة ، وعندما ترتفع درجة الحرارة الغرفة يتمدد البرونز وتنحني المزدوجة باتجاه الحديد فيدفع القاطع لفصل التيار الكهربائي عن الدائرة الكهربائية .

استخداماته : 1 – منظم درجة حرارة المياه فى السخانات الكهربائية .
2 – التحكم فى درجة التبريد فى الثلاجات والمكيفات .

ملاحظات : 1- يعتمد مقدار التمدد الحادث لمادة معينة علي التغير في درجة حرارتها .
2- إذا سخن أو برد أحد أجزاء قطعة من الزجاج بمعدل أكبر من جزء آخر مجاور له يؤدي هذا التغير في التمدد أو الانكماش إلي تكسر الزجاج بحيث يظهر هذا التكسر بوضوح في أنواع الزجاج السميك .

س: كيف يعمل منظم الحرارة فى السخان الكهربائى ؟
1 – يقوم بتوصيل التيار الكهربائي إلى عنصر التسخين لترتفع درجة حرارته ، وتنتقل الحرارة بالتالي إلى الماء بواسطة تيارات الحمل .
2 – عندما تصل درجة الحرارة إلى الحرارة المطلوبة ، يفصل منظم الحرارة التيار الكهربائي وتتوقف عملية التسخين .

علل لما يلي :

1- عند تبريد المزدوجة الحرارية ، ينكمش البرونز أكثر من الحديد .
لأنه عند تسخين المزدوجة البرونز يتمدد أكثر من الحديد ، حيث أن الشريط الذي يتمدد أكثر عند التسخين ينكمش أكثر عند التبريد .

2- انحناء المزدوجة الحرارية عند تسخينها أو تبريدها .
لأن المزدوجة الحرارية تتكون من مواد مختلفة ، بالتالي تتمدد وتنكمش بنسب مختلفة عند تغير درجة حرارتها فيؤدى ذلك إلى انحنائها .

3 - تصنع بعض أنواع الزجاج بحيث يكون له معامل تمدد حراري صغير جدا
حتي يصبح الزجاج مقاوما للتغيرات في درجات الحرارة ولا تؤثر عليه هذه التغيرات بشكل كبير .

4- تنحني المزدوجة الحرارية ناحية الحديد عندما تسخن .
بسبب تمدد شريط البرونز بمقدار أكبر من شريط الحديد حيث أن معامل التمدد الطولي للبرونز أكبر من الحديد .

5- بعض أنواع الزجاج تقاوم التغير فى درجة حرارتها.
لأنها تصنع بحيث يكون لها معامل تمدد حراري صغير جدا . لذلك لا يؤثر عليه التغيرات في الحرارة بشكل كبير .

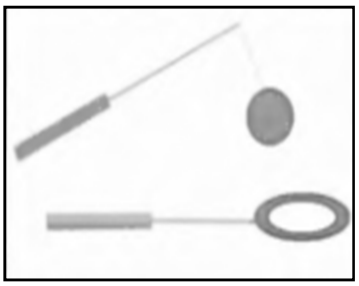
س: تحقق من معلوماتك صـ89 ــ:

س8 – هل يستمر عمل المزدوجة الحرارية إذا تساوى معدل تمدد المعدنين اللذان يكوناه ؟ فسرى أهمية اختلاف المعدنين فى عمل المزاوجة الحرارية ؟

ج 8: لا يستمر عمل المزدوجة الحرارية إذا تساوى معدلا تمدد المعدنين المصنوع منهما ، ولذلك يجب أن يتمدد أو ينكمش جانب واحد أكثر من الجانب الآخر .

التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة

تجربة الكرة والحلقة :

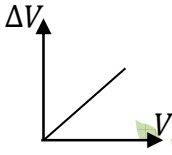


الملاحظة : قبل تسخين الكرة ، وعند درجة حرارة الغرفة **تدخل** الكرة فى الحلقة بسهولة .
عند تسخين الكرة ،تصبح عملية ادخال الكرة فى الحلقة صعبة بل مستحيلة
حيث أصبح حجم الكرة أكبر من قطر الحلقة .

الإستنتاج : الكرة تمددت بالتسخين في جميع الاتجاهات حيث أنها حافظت على شكلها الكروي ولم تدخل الحلقة .

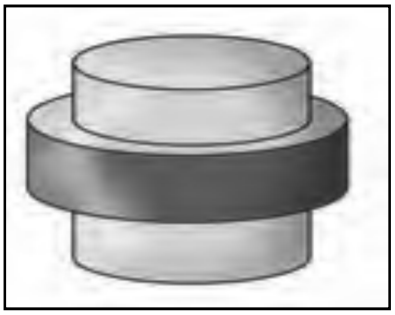
س : كيف يحدث التمدد الحجمى للاجسام الصلبة ؟

ج : الأجسام الصلبة لها ثلاث أبعاد هي الطول والعرض والارتفاع ، وعندما ترتفع درجة حرارتها ، تزداد الطاقة الحركية لكل الجزيئات وفى كل الاتجاهات ، لذا يترافق ارتفاع درجة حرارة جسم صلب مع تمدد طول هذا الجسم وعرضه وارتفاعه أي يحدث له تمدد حجمي .

التعريف	القانون	وحدة القياس	العوامل	العلاقات البيانية
نص قانون التمدد الحجمى (يتناسب التغير ألحجمي تناسبا طرديا مع الحجم الأصلي للجسم ودرجة حرارته)	$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$ حيث $\Delta V = V - V_0$ **ومنه يمكن حساب :** $V_1 = V_0 + \beta V_0 \Delta T$ $V_0 = \frac{\Delta V}{\beta \Delta T}$ $\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$ حيث أن β ثابت التناسب ويسمى معامل التمدد الحجمى ، ويتوقف على نوع المادة .	وحدة قياس ΔV هو V_0 m^3 أو cm^3 وحدة قياس β هو $(1/{}^0C)$ أو $({}^0C)^{-1}$ وحدة قياس ΔT هو $({}^0C)$	1 – حجم الجسم الأصلي . 2 – التغير فى درجة الحرارة . 3 – نوع المادة .	العلاقة بين ΔV ، V_0 (علاقة تناسب طردى)  العلاقة بين ΔV ، ΔT (علاقة تناسب طردى)

معامل التمدد الحجمي (β) :

التغير في وحدة الأحجام عندما تتغير درجة حرارته درجة مئوية واحده .



العلاقة بين معامل التمدد الطولي ومعامل التمدد الحجمي :

بما أن معامل التمدد الطولي هو نفسه في جميع الاتجاهات يكون :

$$\beta = 3\alpha$$

مراجعة الدرس (1 - 3) صـ39 ـــ:

رابعا : عندما تدخل حلقة من الحديد الصلب الساخن حول أسطوانة من البرونز كما بالشكل المقابل يقال أنها التحمت معها في موضع تثبيتها ، ولا يمكن نزعها ولو بالتسخين تسمى هذه الطريقة التثبيت بالتقلص ، اشرح كيفية حدوث هذه العملية . ماذا نستنتج منها فيما يخص تمدد الحديد والبرونز ؟

الجواب : يتمدد الحديد الصلب عند تسخينه فيحشر فى الإسطوانه ، وعندما يبرد الحديد ينكمش ، فيستحيل نزع الأسطوانه . حتى لو حاولنا نزع الحلقة بتسخينها مجددا ، وذلك لأن تسخينها يؤدى إلى تسخين اسطوانة البرونز معها فتتمدد هى ايضا بمقدار أكبر ، وتظهر هذه التجربة أن البرونز يتمدد بمقدار اكبر من مقدار تمدد الحديد.

مثال (2) : يسخن مكعب من الحديد فترتفع درجة حرارته من ^{o}C (20) إلي ^{o}C (1000) احسب :

أ- معامل التمدد الحجمي للحديد علما أن حجمه يساوي cm^3 (100) عند درجة ^{o}C (20) و $\Delta V = (3.3)\ cm^3$

ب-استنتج معامل التمدد الطولي للحديد

تطبيقات

مسائل مع اجابات صـ35 ـــ:

(3) : يبلغ طول نصف قطر كرة حديدية cm (3) عند درجة حرارة ^0C(20) . معامل التمدد ألحجمي للحديد هو ($33.3x10^{-6}$_)$(^0c)^{-1}$، احسب الحجم النهائي لهذه الكرة عندما تصل درجة حرارتها ^0C(15) ؟

(4) : ترتفع درجة حرارة مكعب من الألمونيوم مقدار ΔT يساوى ^0C(20) فيصبح حجمه cm^3(1001.38) احسب الحجم الأساسي لهذا المكعب علما أن معامل التمدد ألحجمي للألمونيوم يساوى $(^0C)^{-1}$ ($69x10^{-6}$) ؟

مراجعة الوحدة الثانية صـ90 ـــ:

س9 : كرة من الحديد حجمها cm^3(50) عند درجة حرارة ^0C(20) ، احسب حجمها إذا ما سخنت حتى درجة ^0C(90) علما بأن معامل التمدد الطولي للحديد $(^0C)^{-1}$ ($12x10^{-6}$) ؟

5- تمدد السوائل

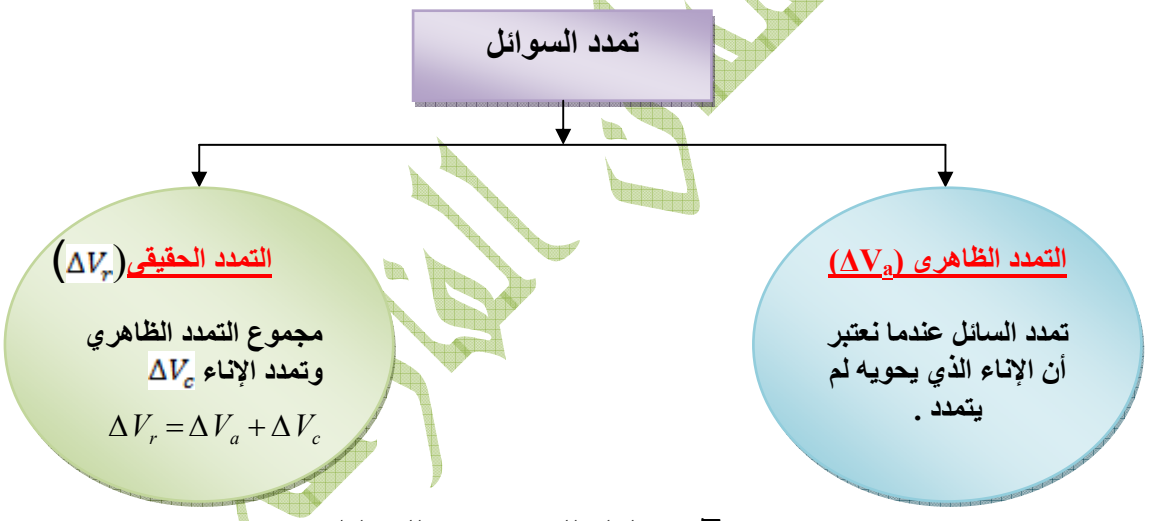
ماذا يحدث : **عند ارتفاع درجة حرارة السائل ؟**
يترافق ارتفاع درجة حرارة السائل مع ارتفاع الطاقة الحركية لجزيئات السائل فتتباعد عن بعضها ويتمدد السائل .

علل : **تتمدد السوائل بمقدار أكبر من مقدار تمدد الأجسام الصلبة عندما تتعرض لفرق درجات الحرارة نفسها .**
لأن لجزيئات السائل حرية في التحرك أكبر من حرية تحرك جزيئات الأجسام الصلبة ، فتتباعد جزيئات السائل عن بعضها مسافات أكبر من المسافات التي تتباعدها جزيئات المواد الصلبة .

6- التمدد الحقيقي والتمدد الظاهري للسوائل

ماذا يحدث : **لمستوى السائل الموضوع فى إناء عند تسخينه ؟**
الحدث : يهبط قليلا قبل أن يرتفع مجددا مع تمدد السائل أثناء التسخين .
التفسير : لأن السوائل تأخذ شكل الإناء الحاوي لها ، لذا لا ترتفع درجة حرارتها قبل أن ترتفع درجة حرارة الإناء ونتيجة لذلك يتمدد الإناء قبل أن يتمدد السائل ، فيتسع الإناء فيهبط مستوى السائل في البداية ثم يرتفع بعد ذلك نتيجة لتمدده .

علل:
أثناء تسخين الماء فى دورق مدرج فإن الحجم الإضافي الناتج عن تمدد الماء لا يعبر عن التمدد الحقيقي للماء .
لأنه لا يؤخذ بعين الاعتبار تمدد الدورق .



7- معامل التمدد في السوائل

س : استنتج معامل التمدد الظاهري والحقيقي للسائل ؟

ج : إذا كان حجم سائل في إناء هو V_0 عند درجة حرارة T_0 ، ثم ارتفعت درجة حرارة النظام إلى T_1 ، فيصبح الحجم الظاهري للسائل V_1 وحجمه الحقيقي V_2

معامل التمدد الظاهري (γ_a)	معامل التمدد الحقيقي (γ_r)
العلاقة بين الحجم الظاهري V_1 والحجم الأساسي V_0	العلاقة بين الحجم الحقيقي V_2 والحجم الأساسي V_0
$V_1 - V_0 = \gamma_a V_0 (T_1 - T_0)$ أي $\Delta V_a = \gamma_a V_0 \Delta T$ (معامل التمدد الظاهري) $\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta T}$ ووحدته $({}^0C)^{-1}$	$V_2 - V_0 = \gamma_r V_0 (T_1 - T_0)$ أي $\Delta V_r = \gamma_r V_0 \Delta T$ (معامل التمدد الحقيقي) $\gamma_r = \frac{\Delta V_r}{V_0 \Delta T}$ ووحدته $({}^0C)^{-1}$

س : استنتج العلاقة التى تربط بين γ_a و γ_r ؟

ج : بما أن : $\Delta V_r = \Delta V_a + \Delta V_c$ ⟵ (1)

وبما أن الإناء يتمدد أثناء التسخين فإن مقدار تمدده يسوى $\Delta V_c = \beta V_0 \Delta T$ حيث β هو معامل تمدد الإناء

بالتعويض عن كلا من $\Delta V_c \cdot \Delta V_a \cdot \Delta V_r$ فى المعادلة (1)

نستنتج العلاقة التالية : $$\gamma_r = \gamma_a + \beta$$

ملاحظة : معامل التمدد الحقيقي للسائل خاصية من خصائص السائل **أي يتوقف علي نوع السائل .**

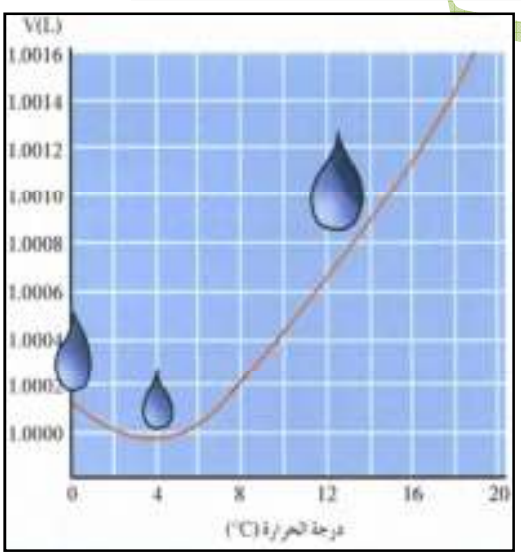
مثال 3 : يستخدم الترمومتر لقياس درجة الحرارة ويرتكز في ذلك علي تمدد حجم الزئبق داخل أنبوب شعري . نلاحظ أن حجم الزئبق الحقيقي يرتفع داخل الأنبوب الشعري من $(3)mm^3$ إلي $(3.0017)\ mm^3$ حين ترتفع درجة حرارة الترمومتر من $(36)^oC$ إلي $(39)\ ^oC$ احسب معامل التمدد الحقيقي للزئبق .

مسائل مع الإجابات ص37

إذا كانت كثافة الزئبق عند درجة حرارة $(15)\ ^oC$ هي $(13.56)\ g/cm^3$. احسب حجم $(600)\ g$ من الزئبق حين تكون درجة حرارته $(115)\ ^oC$. علما بان معامل التمدد الحقيقي للزئبق $(18.18x10^{-5})\ (^oC)^{-1}$.

9- شذوذ الماء

ينكمش الماء عندما **ترتفع درجة حرارته عن الصفر ويستمر بالانكماش حتى تصل درجة حرارته إلى $(4)^0C$**
ويبدأ الماء **بالتمدد مع ارتفاع درجة الحرارة** حتى تصل إلى درجة الغليان $(100)\ ^0C$.



الشكل المقابل يبين (تصرف الماء الذى يشذ عن القاعدة بين $(0)^0C$ الى $(4)^0C$) .

س : ماذا نستنتج من الرسم البيانى ؟

1 – **حجم كمية من الماء يصل إلى الحد الأدنى له عند درجة $(4)^0C$.**

2 – **كثافة الماء تصل إلى الحد الأقصى لها عند درجة $(4)^0C$. حيث ان الكثافة تتناسب عكسيا مع الحجم .**

3 – **كثافة الماء عند درجة $(0)^0C$ أقل من كثافتها عند درجة $(4)^0C$. لذلك يطفو الثلج علي سطح الماء .**

علل لما يلي : 1- يطفو الثلج على سطح الماء .

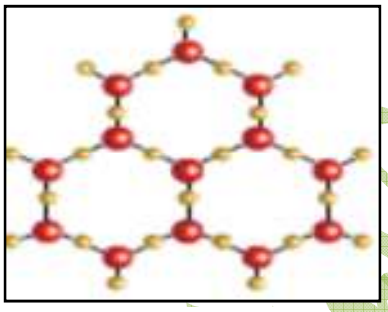
أو- سبب تجمد ماء البحيرات من أعلى إلى أسفل

أو- يظل الثلج مستقرا على سطح البحار والمحيطات بينما يستقر الماء فى القاع .

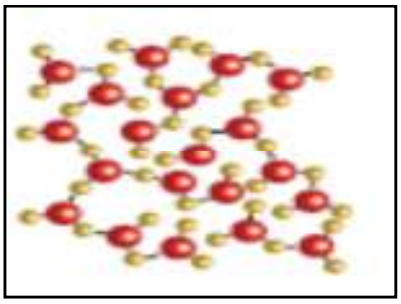
ج: لأن كثافة الماء عند درجة $(0)^0C$ (كثافة الثلج) أقل من كثافة الماء السائل ، لذلك يطفو الثلج على سطح الماء وتتجمد البحيرات من أعلى إلى أسفل ، ويستقر الثلج على سطح البحار والمحيطات .

2 - **كثافة الماء عند درجة $(0)^0C$ أقل من كثافتها عند درجة $(4)^0C$.**

لأن بلورات الثلج لها تركيب بلوري مفتوح ، نشأ من التركيب الزاوي لجزيئات الماء ومن روابط الهيدروجين التى تهيمن على القوى الرابطة بين الجزيئات ، فيكون تركيب الثلج أقل تراصا من تركيب الماء عند درجة $(4)^0C$ ، وتكون كثافة الثلج أصغر من كثافة الماء عند درجة $(4)^0C$.



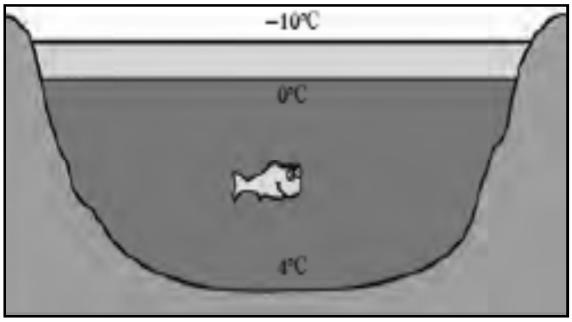
ماء في الحالة الصلبة



ماء في الحالة السائلة

ملاحظة :

في الشكل المقابل عندما يبرد ماء البحيرة عند السطح يتحرك الماء نحو القاع حتى تصبح درجة حرارة ماء البحيرة $(4)\ ^oC$ عندئذ يمكن أن يبرد ماء السطح ليصل إلي درجة الصفر من دون أن يتحرك نحو القاع .



مراجعة الدرس صـ40 : مسألة حادي عشر :

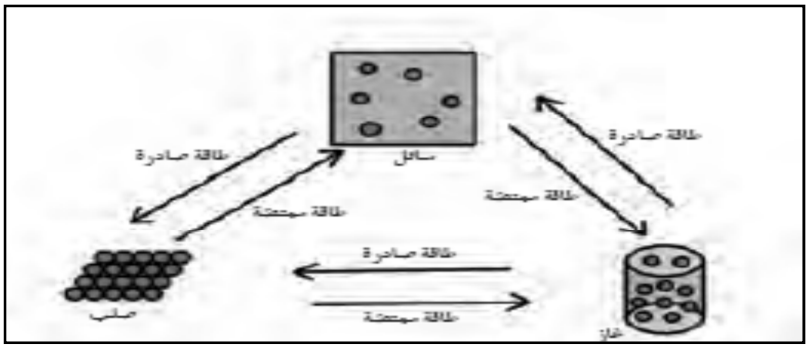
تمت تعبئة خزان من الألومنيوم سعته $(10)L$ من البنزين عند درجة حرارة $(5)^0C$. ثم تم تسخين هذا الخزان حتى وصلت درجة حرارته إلى $(80)^0C$ ، احسب كمية البنزين التى ستفيض علما بأن : معامل التمدد الحقيقى للبنزين $\gamma_r = (121x10^{-5})(^0C)^{-1}$ ومعامل التمدد الحجمى للألومنيوم $\beta = (69x10^{-6})(^0C)^{-1}$

مراجعة الوحدة الثانية : تحقق من فهمك صـ91 ـــ

س10 : إناء زجاجي حجمه $(50)cm^3$ يحتوى على $(46)cm^3$ من الزيت عند درجة حرارة $(5)^0C$ ، احسب درجة الحرارة التي عندها يملأ الزيت الإناء ، علما أن معامل التمدد الحقيقي للزيت $(0.93x10^{-3})(^0C)^{-1}$ ومعامل التمدد الحجمي للزجاج $(25x10^{-6})(^0C)^{-1}$ ؟

الفصل الثاني : الحرارة وتغير الحالة

الدرس (2-1) التبخر والتكثف



س : ما علاقة الحرارة بتغير حالة المادة ؟

ج : تتغير حالة المادة عند امتصاصها أو فقدانها كمية محدد من الطاقة ، فعند درجة حرارة معينة تتحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ، والسوائل عند درجة الغليان تتحول إلى الحالة الغازية .

التبخـــــــــــر

عملية تغير من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند ارتفاع درجة الحرارة .

1- يحدث التبخر دائما عند سطح أي سائل .
2 – تختلف درجة الحرارة التي تتبخر عليها السوائل باختلاف أنواعها .
3 – مثلا الكحول يتبخر أسرع من الماء ، أو لا يتطلب درجة حرارة تبخر الماء .

علل لما يلي :

1- التبخر له تأثير التبريد .

لأن في كل مرة ترتفع فيها طاقة الجزيئات الموجودة على السطح عن متوسط الطاقة الحركية داخل السائل تتمكن الطاقة من الهروب ، يؤدى ذلك إلى نقص في الطاقة الحركية للجسيمات المتبقية وبالتالي إلى انخفاض درجة حرارتها .

2- عند وضع كمية من الكحول على كف اليد ، فإننا نشعر بالبرودة في الكف .

حيث أن جزيئات الكحول تتبخر بسرعة لأنها تملك قوى جذب ضعيفة ، وبالتالي يؤدى ذلك إلى نقص في الطاقة الحركية للجزيئات المتبقية فيؤدى إلى انخفاض درجة حرارتها فنشعر ببرودة في كف اليد .

3- يشعر جسم الشخص المتعرق بالانتعاش في جو جاف أكثر منه في جو رطب ؟

لأنه حين يكون الجو رطب فإن معدل بخار الماء في الهواء مرتفع ، وبسبب وجود الكثير من جزيئات الماء في الهواء ، فإن جزيئات الماء على سطح الجلد المتعرق تواجه صعوبة في التبخر ، بالتالي لا تنخفض درجة حرارة الجسم إثر التبريد الذى يرافق عملية التبخر ، فلا يتمكن الجسم من تبريد نفسه بشكل فعال في يوم رطب .

التكثـــــــف

تحول المادة من غاز إلى سائل ، وهى عملية عكسية للتبخر .

س1 : ماذا يحدث : عندما نضع كوب بارد في جو رطب حار ؟

ج1 : تتكون قطرات ماء بشكل سريع على جدار الكوب الخارجي .

س2 : كيف يحدث التكثف ؟

ج2 : ينتج التكثف عن اصطدام جزيئات بخار الماء مع جزيئات بطيئة الحركة موجودة على سطح الكوب ، فتفقد ما يكفى من الطاقة الحركية وتعمل قوى الجذب التي تؤثر عليها بواسطة السائل على منعها من الهروب . وبهذه الطريقة تتحول جزيئات الغاز إلي جزيئات سائل .

علل لما يلي :

1- يعتبر التكثف عملية تدفئة .

لأن الطاقة الحركية المفقودة خلال تكثف جزيئات الغاز تتحول إلى طاقة حرارية تقوم بتدفئة السطح الذي تصطدم به .

2- الحرق بالبخار ، أكثر ضررا من الحرق بالماء المغلي الذي له درجة حرارة البخار نفسها .

لأن البخار يفقد الطاقة عندما يتكثف إلى الماء الذي يبلل الجلد .

التكثف في الهواء

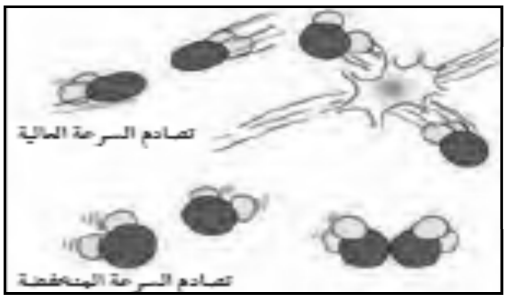
س : كيف يحدث التكثف في الهواء ؟

ج : حين ترتفع بخار الماء في المحيطات والأنهار المتبخرة في الجو نشعر بالبرد ، وعند انخفاض درجة حرارة البخار ، ينخفض متوسط الطاقة الحركية وبالتالي عندما تتصادم الجزيئات تلتصق ببعضها البعض و تتكثف .

علل لما يلي :

1- تكون فرصة التكثف في الهواء عند درجات حرارة منخفضة أفضل من حدوثه عند درجات الحرارة المرتفعة .

وذلك لسهولة التصاق جزيئات الماء المتبخرة ببعضها نتيجة انخفاض الطاقة الحركية ، على عكس الحال في درجات الحرارة المرتفعة حيث تكون جزيئات البخار سريعة فترتد مبتعدة عن بعضها بعد اصطدامها مما يبقيها على الحالة الغازية .



الشكل المقابل يوضح أن فرصة التصاق جزيئات بخار الماء بطيئة السرعة لتكون سائلا أفضل من فرصة الجزيئات ذات السرعات العالية .

2- يمكن أن يحدث التكثف أيضا في درجات الحرارة المرتفعة .

لأنه دائما تعتبر درجة الحرارة مقياسا لمتوسط الطاقة الحركية ، حيث توجد جزيئات تتحرك بشكل أسرع من المتوسط ، كذلك توجد جزيئات تتحرك بشكل أبطأ حتى عند درجات حرارة مرتفعة ، حيث توجد جزيئات كافية لحدوث التكثف في حال وجود بخار ماء كاف في الهواء، **ومهما كانت درجة الحرارة تكون الجزيئات البطيئة هي المسئولة عن التصاقها ببعضها فتتكثف .**

الضبـــــــاب والسحـــــــب

السحب	الضباب
هو نتيجة تكثف جزيئات البخار على جزيئات الغبار الموجودة في الجو . عندما يبرد الهواء الساخن المتصاعد إلي أعلي	هو سحاب يتكون بالقرب من الأرض ويظهر في المناطق الرطبة ويبرد الهواء الرطب القريب من الأرض وغالبا ما نشاهد هذه الظاهرة في ساعات الليل التي تترافق مع انخفاض درجة حرارة الأرض .

ماذا يحدث

عندما يبرد الهواء الساخن المتصاعد إلى أعلى .

تتكثف جزيئات البخار على جسيمات الغبار الموجودة في الجو فتتكون السحب .

ماذا يحدث

عندما يمر هواء ساخن رطب قرب أرض باردة .

تبرد بعض جزيئات الهواء فتتكثف ويتكون الضباب .

س: ما هي مراحل تكون السحب ؟

ج : عملية تكون السحب تحدث على اربع مراحل :

1 – حمل يسبب تمدد الهواء .

2 – تبريد نتيجة التمدد .

3 – تكثف بسبب التبريد .

4 – تكون السحاب .

علل : يتكون السحاب عند ارتفاع الهواء الدافئ الرطب إلي أعلي

لأنه يتمدد ويبرد وتلتصق معا جزيئات الماء التي تتحرك ببطء وبالتالي تتكثف جزيئات البخار على جزيئات الغبار الموجودة في الجو فتتكون السحب .

معدلات التبخر والتكثف

علل لما يلي

1- عندما تنتهى من الاستحمام ، غالبا ما تشعر بقشعريرة .

بسبب حدوث عملية التبخر بسرعة فيؤدى ذلك إلى تبريد الجسم فتشعر بالقشعريرة .

2- لا تشعر بالقشعريرة عند تجفيف جسمك بالمنشفة داخل الحمام بعد الانتهاء من الاستحمام .

لزيادة التكثيف في محيط الحمام ، فتتساوى تقريبا الرطوبة المتكثفة على الجلد مع الرطوبة المتبخرة فلن تشعر بأي تغير في درجة حرارة جسمك .

ماذا يحدث

عندما تكون في بيئة رطبة .

تتكثف رطوبة الهواء على الجلد فتكون النتيجة وجود عامل تدفئة يتمكن من مواجهة عامل البرودة الناجم عن عملية التبخر .

ماذا يحدث

عندما يتعادل معدل التبخر مع معدل التكثف في إناء مكشوف به ماء .
يبقى مستوى سطح الماء في الإناء كما هو من دون زيادة أو نقصان .

علل

عند ترك إناء مملوء بالماء على منضدة ، فإن السائل يكون في حالة اتزان .
لأن الجزيئات والطاقة التي تتحرر من سطح السائل عن طريق التبخر يتم معادلتها عن طريق الجزيئات والطاقة العائدة في عملية التكثف حيث أن لكل من عمليتي التبخر والتكثف تأثيرا متعارضا حيث يحدث التبخر و التكثف دائما بمعدلات متساوية .

ملاحظات هامة 1 – من الطبيعي حدوث عمليتي التبخر و التكثف في الوقت نفسه فإذا زاد التبخر عن التكثف **يبرد** السائل .
2 – أما إذا زاد التكثف عن التبخر **يسخن** السائل .

مراجعة الدرس (2- 1)

س : ثامنا : هل الجزيئات في السائل لها الطاقة الحركية نفسها أم أنها تختلف ؟
ج : تختلف الطاقة الحركية للجزيئات في السائل حيث أن لها سرعات متعددة .

الدرس (2-2) الغليان والتجمد

1 – الغليان

هو التغير من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية تحت سطح السائل .

ملاحظة : 1 – يظهر الغليان على شكل فقاعات تطفو على السطح وتهرب إلى الهواء المحيط .
2- الغليان عملية سريعة تحدث تحت سطح السائل عند بلوغ السائل درجة حرارة معينة .

س : ما الذى يجعل الغاز يتكون داخل السائل على شكل فقاعات ؟ أو كيف يتم التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية ؟
ج : لأن الحرارة المضافة إلى نظام ما تغير في الطاقة الداخلية من دون أن تحدث تغييرا في درجة الحرارة ، يؤدى ذلك إلى ارتفاع طاقة الجزيئات الداخلية فتتكسر الروابط فيما بينها جاعلة الجزيئات تتحرك بحرية أكبر ، وبالتالي يتم التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية .

الفرق بين التبخر والغليان

وجه المقارنة	التبخر	الغليان
كيفية حدوثه	تحدث عندما تتزود بعض الجزيئات بطاقة إضافية تمكنها من الهروب من السطح	تحدث عندما الحرارة المضافة إلى نظام ما تغير في الطاقة الداخلية من دون أن تحدث تغييرا في درجة الحرارة ، يؤدى ذلك إلى ارتفاع طاقة الجزيئات الداخلية فتتكسر الروابط فيما بينها جاعلة الجزيئات تتحرك بحرية أكبر ، وبالتالي يتم التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية
مكان حدوثه	الجزيئات السطحية لكونها الأقل ارتباطا	تحت سطح السائل
درجة الحرارة التي يحدث عندها	تحدث عند أي درجة حرارة أقل من نقطة الغليان	تحدث عند بلوغ السائل نقطة الغليان
سرعة العملية	بطيئة	سريعة

علاقة الضغط بنقطة غليان السائل

1- لكل سائل درجة غليان خاصة به .

2- تختلف درجة الغليان باختلاف الضغط الجوي .

3- **فزيادة الضغط علي السائل** يؤدي إلي تقارب الجزيئات من بعضها (فتزداد كثافة السائل) مما يتطلب طاقة حرارية أكبر لبعثرتها عن بعضها والتحول للحالة الغازية **أي تزداد درجة الغليان** .

4- تزداد درجة الغليان بازدياد الضغط الواقع علي السائل ويستفاد من ذلك في صناعة أواني الطهي محكمة الإغلاق (طنجرة الضغط) .

5- الغليان عملية تبريد كالتبخر حيث يستنفذ الماء الطاقة للتحول للحالة الغازية .

علل

1- بزيادة الضغط علي السائل تزداد درجة الغليان .

ج : حركة الجزيئات تزداد مع الحرارة فتبتعد عن بعضها البعض لكن عندما تتعرض هذه الجزيئات للضغط الزائد ، فبذلك تتطلب طاقة حرارية أكبر لبعثرتها بعيدا عن بعضها لتتحول من سائل إلى غاز ، فالضغط يزيد من كثافة السائل مما يجعل جزيئات الماء أقرب إلى بعضها البعض .

2- تعتبر طنجرة الضغط تطبيق على مبدأ زيادة درجة الغليان بزيادة الضغط .

ج : لأن طنجرة الضغط مغلقة بإحكام فلا تسمح بتسرب البخار إلى الخارج مما يؤدى إلى ارتفاع الضغط بداخلها فيصبح أعلى من الضغط الجوى بالتالي تزداد درجة الغليان عن $(100)^0C$.

3- الغليان يعتبر عملية تبريد كالتبخر .

ج : لأنه كلما تعرض الماء لمصدر حرارة أقوى ، يؤدى إلى غليان أسرع فتتم عملية تبريد الماء بشكل أسرع .

ملاحظات : 1 - التسخين والغليان عمليتان محددتان ، فالتسخين **يدفىء** الماء ، والغليان **يبرده** كما بالشكل المقابل .

أي ان : **التسخين** : اكتساب الماء للطاقة ويدفئ التسخين الماء .

الغليان : فقدان الماء للطاقة والغليان يبرد الماء .

2 – بزيادة الضغط **تزداد** درجة الغليان ، وبانخفاض الضغط **تنخفض** درجة الغليان .

3 – في حال تأخر الغليان وهي حالة أواني الضغط ترتفع درجة حرارة الماء باستمرار ما يؤدي إلي طهي الطعام بشكل أسرع من دون حدوث الغليان .

علل لما يلي :

يحتاج طهي الطعام إلي وقت أطول علي قمم الجبال

ج : لأن علي قمم الجبال يقل الضغط فتقل درجة الغليان .

2- التجمد

هو تحول المادة من الحالة السائلة إلي الحالة الصلبة بالتبريد .

س : كيف يحدث التجمد ؟

ج : عند انخفاض درجة الحرارة ، تقل حركة جزيئات السائل فيصبح قوى التجاذب بينها أكبر، وعند تقاربها تتخذ الجزيئات وضعيات معينة ثابتة فتتكون المادة الصلبة .

ماذا يحدث

1- **عندما تنخفض درجة حرارة الماء إلى صفر سلسيوس وعند الضغط الجوي العادى .**

فإن الماء يفقد طاقته ، وتتخذ الجزيئات وضعيات سداسية الشكل فيتكون الثلج .

2- **عند اضافة مادة مذابة فى السائل (كالملح أو السكر) أثناء تجمده .**

تنخفض درجة تجمده ، حيث تعترض المادة المضافة طريق جزيئات الماء التي تحاول الإتحاد مع بعضها لبناء بلورة الثلج سداسية الجوانب ، فيصبح الإتحاد صعب ويتطلب انخفاض زائد في درجة الحرارة لتحقيق التجمد .

3- الغليان والتجمد فى الوقت نفسه

ماذا يحدث

عند وضع كمية من الماء داخل جهاز تفريغ الهواء و خفض الضغط بواسطة مضخة التفريغ .

الحـــــــدث :

1. يبدأ الماء بالغليان و الذي يصاحبه عملية تبريد .إذ أن طاقة الجزيئات الفرعية التي تكون في الحالة الغازية تستمد من الجزيئات التي بقيت في الحالة السائلة .
2. تفر الجزئيات السطحية (الغازية) بسهولة مستمدة طاقتها من السائل المتبقي .
3. خلال الغليان يتم خسارة مستمرة للطاقة الحرارية للنظام فيتجمد الماء و يتكون الثلج.

التفســـــــــير :
لعدم وجود طاقة كافية فتتقارب الجزيئات من بعضها مكونة الحالة الصلبة .
الاستنـــــــــتاج : عمليتي الغليان و التجمد تحدثان في الوقت نفسه عند انخفاض الضغط .

ملاحظة : يمكن مشاهدة ظاهرة الغليان والتجمد في الوقت نفسه علي سطح القمر وذلك **لانعدام الضغط الجوي .**

علل : وجود المادة في الفضاء ؟ كما في الحالة الغازية أو الصلبة
ج : لانعدام الضغط الجوي .

س : كيف تصنع القهوة الجافه
ج : و ذلك برش بعض قطرات من مشروب القهوة في غرفة مفرغة من الهواء حيث تغلي إلى أن تتجمد و تستمر جزيئات الماء في التبخر في الفراغ مكونة بلورات صغيرة من القهوة الصلبة . حيث **تساعد درجة الحرارة المنخفضة** على حفظ التركيب الكيميائي لمكونات القهوة الصلبة من التغير .

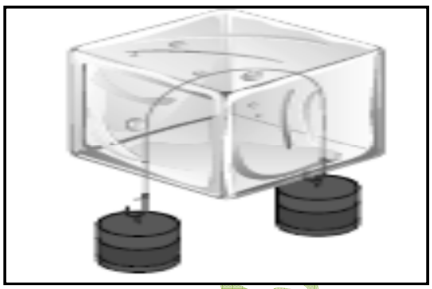
4- إعادة تجمد الماء

ظاهرة الانصهار تحت تأثير الضغط ثم العودة إلى التجمد بعد انخفاضه .

ماذا يحدث مع التفسير

عندما تسحق كرة ثلج بيدك .
الحدث : سيحدث انصهار ضعيف يساعد على تماسك الثلج وخروجه في شكل كرة .
التفسير : إن **ارتفاع الضغط يخفض نقطة الذوبان (الانصهار)** ، وعندما يزول الضغط يعود السائل إلى حالة التجمد .

ماذا يحدث



في هذه التجربة ، عند وضع سلك يحمل بطرفيه أثقال على قطعة من الثلج كما بالشكل المقابل؟
الملاحظة : يخترق السلك قطعة الثلج ، فيسقط مع الأثقال على الأرض فى حين يبقي الثلج قطعة واحدة صلبة كما هي .

التفسير: الضغط الذي يسببه السلك بواسطة الأثقال المعلقة به على قطعة الثلج يخفض نقطة الذوبان (الانصهار) و يذيب تحته الماء فيخترق السلك قطعة الثلج، وعند زوال ضغط السلك فإن الماء الذي أذيب يعاد تجمده مرة أخرى .
الاستنتاج: إن **ارتفاع الضغط يخفض نقطة الذوبان** ، وعندما يزول الضغط يعود السائل إلى حالة التجمد .

ملحوظة

فى الأجواء شديدة البرودة قد لا يكون الضغط الذي قد تحدثه بيدك كافيا لإنصهار الثلج .

اسئلة مراجعة الدرس (2 - 2)

س: ثالثا : لماذا تعتبر أواني الطهي بالضغط أكثر فعالية في طهي الطعام في الجبال عنها عند طهيه عند مستوي سطح البحر ؟

ج : لأن أواني الضغط مغلقة بإحكام فلا تسمح بتسرب البخار إلى الخارج مما يؤدى إلى ارتفاع الضغط بداخلها فيصبح أعلى من الضغط الجوى بالتالي تزداد درجة الغليان ويسرع طهيه .

س : رابعا : إذا أخذت في عين الاعتبار أن الغليان هو عملية تبريد فهل تعتبر فكرة صائبة أن تقوم بتبريد المواد الساخنة عن طريق وضعها في ماء مغلي ؟

ج : كلا فعندما نقول أن الغليان عملية تبريد نعني ان الماء هو الذي يبرد بعد وصول درجة الحرارة إلي 100^oC

س- خامسا : في بعض الدول التي تتميز بالشتاء القارس ، يضع الناس أثناء الشتاء في مشعاع السيارات (الراديتر) مادة مضادة للتجمد (جلايكول الإثيلين) تبلغ درجة تجمدها ^0C(13 -) ، ويقومون أيضا برش الطرقات بالملح ليذوب في مياه الأمطار المتساقطة ، علل أسباب هذه النشاطات موضحا تأثيرها على درجة التجمد ؟

ج : وضع مادة مضادة للتجمد يعيق تكون التركيب السداسي للثلج فيصبح اتحاد الجزيئات أكثر صعوبة ويتطلب انخفاض زائد في درجة الحرارة لتحقيق التجمد .

س: سادسا : كيف يستطيع الماء أن يغلي ويتجمد في الوقت نفسه ؟

ج : بانخفاض شديد في الضغط المعرض له سطح الماء .

س: سابعا : عرف إعادة تجمد الماء . وما مدي تأثيرها علي بلورات الثلج ذات التركيب المفتوح ؟

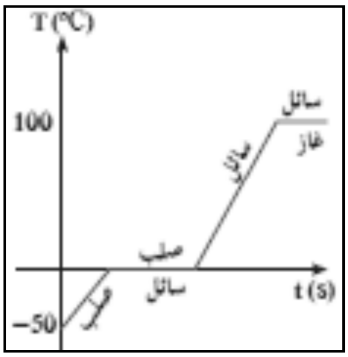
ج : إعادة التجمد تعني تجمد الماء بعد أن انصهر نتيجة الضغط عليه . وهذا الضغط يعمل علي سحق بلورات الثلج المفتوحة

الدرس (2 – 3) الطاقة وتغيرات الحالة

1- تغير الحالة

نشاط (1) :

ضع ترمومتر في وعاء مغلق به قطعة من الجليد كتلتها (1)g موضوعة عند درجة حرارة ^{o}C (-50) ثم قم بتسخينها وراقب قياسات درجة الحرارة التي يشير إليها الترمومتر الموجود في قطعة الثلج .



الملاحظة : 1- ارتفاع بطيء في درجة الحرارة حتى تصل إلى ^{o}C (0) . وعندها يبدأ الجليد في الانصهار فتثبت درجة الحرارة و لا ترتفع علي الرغم من استمرار إضافة الحرارة .

2- و بعد الانصهار لقطعة الجليد بالكامل تعاود الحرارة في الارتفاع حتى تصل إلى درجة الغليان وعندها تثبت درجة الحرارة حتى يتحول الماء إلى البخار .كما بالشكل المقابل .

الاستنتاج:

1- اكتساب المادة للحرارة يعمل على تغير درجة الحرارة للمادة أو تغير حالتها الفيزيائية

2- أثناء **تغير الحالة الفيزيائية** للمادة تكون **درجة الحرارة ثابتة .**

ملاحظة هامة : الحرارة المكتسبة عملت على كسر الروابط بين جزيئات المادة و أبعدتها عن بعضها البعض فتحولت من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ومن الحالة السائلة إلي الحالة الغازية . وإذ قمنا بسحب الحرارة من المادة لتغيرت حالتها من الحالة الغازية إلي الحالة السائلة إلي الحالة الصلبة .كما بالشكل التالي

علل : أثناء تغير حالة المادة تكون درجة الحرارة ثابتة علي الرغم من استمرار إضافة الحرارة ؟

لان الحرارة المكتسبة تعمل على كسر الروابط بين جزيئات المادة و إبعادها عن بعضها البعض وبالتالي تغير طاقة الوضع بين الجزيئات وتغير حالة المادة .

لذلك يمكن حساب كمية الحرارة الازمة لإحداث تغير في الحالة(Q)كالاتى:

القانون المستخدم

$Q=m\,L$

*حيث (Q)كمية الحرارة الممتصة أو المطرودة ووحدتها (J)

*(m) الكتلة ووحدتها (Kg)

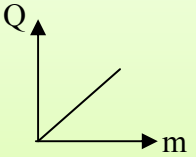
* (L) الحرارة الكامنة للمادة $L=Q/m$

الحرارة الكامنة للمادة (L)

هي كمية الحرارة Q اللازمة لتغير حالة وحدة الكتل . ووحدتها (J / kg)

العوامل التى تتوقف عليها

1- كتلة المادة $Q \alpha m$



2- نوع المادة

ملحوظة هامه

$Q = m\,L$

وتكون (Q) :

1- (+) في حالة امتصاص المادة للطاقة مثل تحول الماء من صلب الي سائل (الذوبان) أو من سائل إلي غاز (الغليان)

2- (-) في حالة إطلاق المادة للطاقة مثل تحول المادة من غاز لسائل أو من سائل لصلب .

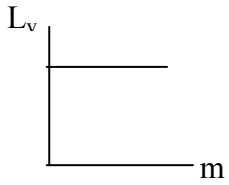
أ / أحمد سمير

ملاحظة : ترتيب جزيئات المادة تختلف بين مادة وأخري وبالتالي كمية الطاقة التي تمتصها المادة (Q) تختلف **باختلاف نوع المادة وكذلك تختلف باختلاف كمية المادة المعينة** . فمثلا **قطعة حديد** تحتاج **كمية حرارة أكبر بكثير** من **إذابة قطعة ثلج** لها الحجم والكتلة نفسها .

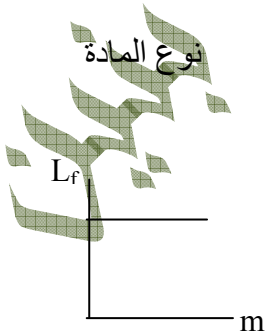
وجه المقارنة	الحالة الصلبة	الحالة السائلة	الحالة الغازية
المسافة بين الجزيئات	متلاصقة و متماسكة جدا	متوسطة	كبيرة جدا (متباعدة)
قوى التجاذب	كبيرة جدا	متوسطة	ضعيفة

الحرارة الكامنة للتصعيد وللانصهار

الحرارة الكامنة للتصعيد (L_v)

التعريف	القانون المستخدم في حسابها	العوامل التي تتوقف عليها
هي كمية الطاقة (Q) التي تعطي إلى وحدة الكتل m من السائل و تؤدي إلى تحول وحدة الكتل هذه إلى الحالة الغازية .	$L_v = \frac{Q}{m}$ **وحدة القياس :** J / kg	نوع المادة 

الحرارة الكامنة للانصهار (L_f)

التعريف	القانون المستخدم في حسابها	العوامل التي تتوقف عليها
هي كمية الطاقة (Q) التي تعطي إلى وحدة الكتل m من المادة الصلبة و تؤدي إلى تحولها إلي الحالة السائلة .	$L_f = \frac{Q}{m}$ **وحدة القياس :** J / kg	نوع المادة 

علل لما يلي :

1- الحرارة الكامنة للتصعيد لمادة معينة تكون عادة أعلى من الحرارة الكامنة للانصهار للمادة نفسها ؟

لأن كسر الروابط بين الجزيئات وإبعادها عن بعضها البعض لتتحول إلي الحالة الغازية يتطلب طاقة أكبر من كسرها فقط لتتحول إلي الحالة السائلة .

2- تغير المادة من الحالة السائلة إلي الحالة الغازية يتطلب كمية من الطاقة.

لأن قوي التجاذب بين جزيئات السائل أكبر من قوي التجاذب بين جزيئات الغاز وبالتالي الجزيئات داخل السائل قريبة من بعضها والجزيئات داخل الغاز تكون متباعدة وتعمل الطاقة الممتصة أثناء تحول المادة من الحالة السائلة إلي الغازية علي فصل الجزيئات وإبعادها عن بعضها البعض .

3- تغير المادة من الحالة الصلبة إلي الحالة السائلة يتطلب كمية كافية من الطاقة.

لأن قوي التجاذب بين جزيئات الصلب أكبر من قوي التجاذب بين جزيئات السائل وبالتالي الجزيئات داخل الصلب متلاصقة ومتماسكة وقريبة جدا من بعضها والجزيئات داخل السائل تكون قريبة من بعضها وتعمل الطاقة الممتصة أثناء تحول المادة من الحالة الصلبة إلي السائلة علي فصل الجزيئات وإبعادها عن بعضها البعض .

مسائل متنوعة

مسألة 1 : احسب الطاقة اللازمة لتحويل قطعة (100) g من الثلج درجة حرارتها (-30) ^{o}C إلي بخار ماء درجة حرارته (100) ^{o}C . علما بأن $L_v = (2.26x10^6)\ J/kg$ و $c_w = (4180)\ J/kg.K$ و $c_{ice} = (2090)\ J/kg.K$ و $L_f = (3.33x10^3)\ J/kg.K$

مسألة 2: ما هي كمية البخار اللازمة عند درجة حرارة (130) ^{o}C لرفع درجة حرارة (200) g من الماء من (20) ^{o}C إلي (50) ^{o}C داخل وعاء عازل . علما بأن $L_v = (2.26x10^6)\ J/kg$ و $c_w = (4180)\ J/kg.K$ و c بخار $= 2.01x10^2\ J/Kg.K$

مدرسة سلمان الفارسي الثانوية

مسألة 3 : أضيفت قطعة جليد كتلتها g (20) ودرجة حرارتها ^oC (20-) إلي مسعر حراري مهمل الحرارة النوعية يحتوي علي g (300) من الماء عند درجة حرارة ^oC (70) . احسب درجة الحرارة النهائية للنظام بعد أن يصبح في حالة اتزان حراري . علما بان و $c_w = (4180)\ J/\ kg.K$ و $c_{ice} = (2090)\ J/kg.K$ و $L_f = (\ 3.33x10^3)\ J/kg.K$

مسألة 4 : احسب مقدار الطاقة التي يمتصها g (20) من الماء في ^oC (100) ليتحول إلي بخار عند ^oC (100) . (علما أن الحرارة الكامنة للتصعيد تساوي $L_v = (2.26x10^6)\ J\ /\ kg$) .

مسألة 5 : احسب مقدار الطاقة المنطلقة عن تكثف g (20) من البخار درجة حرارته ^oC (100) ليبرد إلي ^oC (0) علما أن $(\ L_v = (2.26x10^6)\ J\ /\ kg$ و $c_w = (4180)\ J/\ kg.K$

ثانوية سلطان الفارسي - بنين

مسألة 6 : احسب كمية الحرارة التي تنطلق عند تبريد g (1) من الماء درجة حرارته ^{o}C (100) حتى يصبح ثلجا عند ^{o}C (0) ثم يستمر في التبريد حتى يصل إلي الصفر المطلق .
علما بان : c_w = (4180) J/ kg.K و c_{ice} =J/kg.K (2090) و L_f = (3.33x103) J/kg.K

مسألة 7 : احسب كمية الحرارة المنطلقة من g (1) من بخار الماء درجة حرارته ^{o}C (100) عندما يتكثف إلي ماء عند درجة الحرارة نفسها . قارن هذه الكمية من الحرارة بالكمية التي حصلت عليها في المسألة السابقة . علما بأن
L_f = ($3.33x10^3$) J/kg.K و c_w = (4180) J/ kg.K

مسألة 8 : احسب كمية البخار عند درجة حرارة ^{o}C (100) الذي يجب أن يضاف إلي g (150) من الثلج عند درجة (0) ^{o}C داخل وعاء معزول للحصول علي ماء درجة حرارتها ^{o}C (50) علما بأن (L_f = ($3.33x10^3$) J/kg.K
و L_v = ($2.26x10^6$) J / kg) و c_w = (4180) J/ kg.K (.

مسألة 9 : ما مقدار الطاقة الناتجة عن تكثف g (10) من بخار الماء عند درجة حرارة oC (100) ليغير حالته الي ثلج عند درجة حرارة oC (-10) علما بأن $L_f = (3.33x10^3)$ J/kg.K و $c_{ice} = (2100)$ J/kg.K و $L_v = (2.26x10^6)$ J / kg و $c_w = (4180)$ J/ kg.K) .

مسألة 10 : ما كمية بخار الماء عند درجة حرارة ^oC (100) التي يجب تكثفها لصهر قطعة ثلج كتلتها g (20) ودرجة حرارتها ^oC (0) ؟ علما بأن $L_f = (3.33x10^3)$ J/kg.K و $L_v = (2.26x10^6)$ J / kg و $c_w = (4180)$ J/ kg.K) .

مسألة 11 : وضعت قطعة من الجليد كتلتها g (40) ودرجة حرارتها ^oC (-10) في مسعر حراري سعته الحرارية النوعية J/kg.K (60) يحتوي علي g (200) من الماء عند درجة حرارة ^oC (90) . أحسب درجة الحرارة النهائية للنظام علما بأن $L_f = (3.33x10^3)$ J/kg.K و $c_w = (4180)$ J/ kg.K) و $c_{ice} = (2100)$ J/kg.K

الوحدة الثالثة : الكهرباء والمغناطيسية

الفصل الأول : الكهرباء

الدرس (1-1) المجالات الكهربائية وخطوط المجالات الكهربائية

مراجعة ما سبق دراسته في الصف العاشر

- الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر وأما المختلفة منها تتجاذب .
- قوى التنافر والتجاذب توصل العالم كولوم لحسابها بقانون سمي **بقانون كولوم** :

القانون	العوامل التي يتوقف عليها	العلاقات الرياضية
$F = \frac{k\, q_1\, q_2}{d^2}$	1- حاصل ضرب الشحنتين 2- البعد بين مركزيهما	القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين : 1- تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كمية الشحنتين (q_1q_2) 2- تتناسب عكسيا مع مربع البعد بين مركزيهما(d^2)

- القوة الكهربائية تؤثر عن بعد وهي بذلك تشبه قوة التجاذب بين الكتل وهذا يعني أن **للشحنة الكهربائية مجالا تؤثر به على أي شحنة موجودة داخل هذا المجال .**

المجال الكهربائي

والقوي بصفة عامة تنقسم إلي نوعين :

- **قوى تعمل عن بعد (من دون أي ملامسة) :**

1- مثل قوة الجاذبية الناتجة من تفاعل بين الجسمين (مثل سقوط التفاحة نحو الأرض - حركة القمر الصناعي حول الأرض) .
2- القوة الكهربائية الناتجة عن التفاعل بين الإلكترون السالب الشحنة والنواة الموجبة الشحنة (تفاعل بين الإلكترون والمجال الكهربائي الذي ولدته حولها الشحنة الأخرى).

- **قوى التفاعل بين الأجسام المتلامسة مثل :**

1-قوة الاحتكاك.
2-قوة رد الفعل والشد.

ملاحظات : 1- إن تفسير التفاعل عن بعد بين الأجسام المادية أو الشحنات فرض وضع نموذج يعرف **بنموذج المجال .**
2- حيث أن التفاعل عن بعد بين القمر الصناعي والأرض هو التفاعل بين القمر الصناعي ومجال الجاذبية المحيط بالأرض .
أي أن **قوة الجاذبية هي التفاعل بين كتلة القمر وجاذبية الأرض .**
3- كذلك القوة الكهربائية الناتجة عن التفاعل عن بعد بين الإلكترون والنواة هي التفاعل بين شحنة الإلكترون والمجال الكهربائي الذي ولدته حولها الشحنة الاخري .

المجال الكهربائي

تعريفه	أنواعه	أهميته
• هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية الذي يظهر فيه تأثير القوة الكهربائية علي شحنة أخري أو أجسام مشحونة . • أو هو خاصية يكتسبها الحيز بسبب وجود شحنات كهربائية مهما اختلف مقدارها أو نوعها	• **مجال منتظم**: مثل المجال بين لوحين متوازيين مشحونين (لوحي مكثف) . • **مجال غير منتظم**: مثل المجال حول الموصلات المشحونة والشحنات النقطية.	• مخزن للطاقة الكهربائية

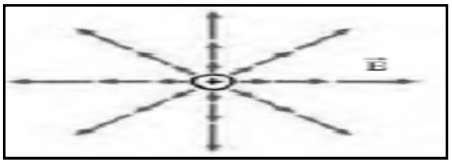
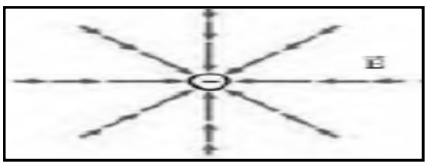
شدة المجال الكهربائي (E) عند نقطة

التعريف	القانون	العوامل التي يتوقف عليها
القوة الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الكهربائية الموضوعة عند هذه النقطة .	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ حيث أن q شحنة اختبار موضوعة عند نقطة في المجال . ويمكن حساب شدة المجال الناتج عن شحنة q وذلك عند نقطة تبعد مسافة d عن الشحنة من العلاقة : $E = \frac{k\ q}{d^2}$ حيث أن (k) هو ثابت كولوم	1- كمية الشحنة الكهربائية (q) : $E \alpha q$ 2- البعد بين النقطة والشحنة (d) : $E \alpha \frac{1}{d^2}$ 3- نوع الوسط العازل

شحنة الاختبار : شحنة افتراضية موجبة ليس لها تأثير علي الشحنات المجاورة وهي بهذا لا تسبب اضطرابا للشحنات المجاورة .

اتجاه المجال الكهربائي عند احدي نقاطه :

هو اتجاه القوة المؤثرة علي شحنة اختبار موضوعة عند تلك النقطة .

عندما تكون الشحنة المسببة للمجال موجبة	عندما تكون الشحنة المسببة للمجال سالبة
يكون اتجاه المجال مبتعدا عنها كما بالشكل التالي 	يكون اتجاه المجال باتجاهها كما بالشكل التالي 

ملاحظات هامة : 1- يكون **اتجاه المجال الكهربائي والقوة الكهربائية** المؤثرة علي الشحنة في **نفس الاتجاه** إذا **كانت الشحنة موجبة .**

2- يكون **اتجاه المجال الكهربائي والقوة الكهربائية** المؤثرة علي الشحنة في **اتجاهين متعاكسين** إذا **كانت الشحنة سالبة**

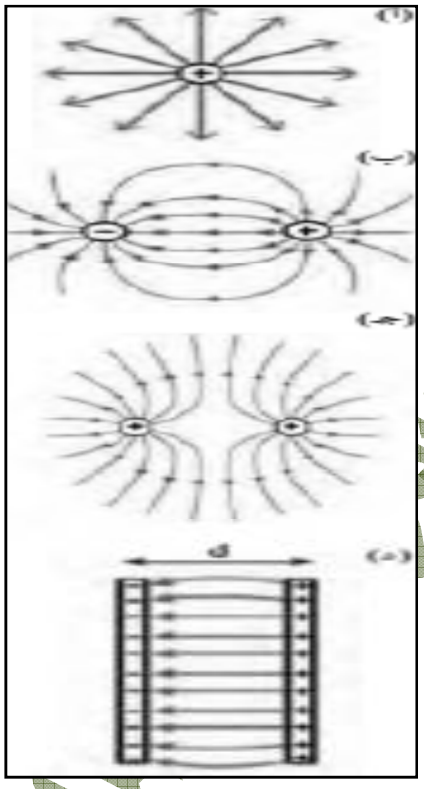
خطوط المجال الكهربائي

- المجال الكهربائي غير مرئي ولكنه يمثل بخطوط تظهر تأثيره علي الجسيمات الدقيقة المشحونة وتسمي هذه الخطوط خطوط القوي وهي تتباعد في مناطق ضعف المجال .

خط المجال الكهربائي : هو المسار الذي تسلكه وحدة الشحنات الموجبة بتأثير القوة الكهربائية التي يسببها المجال الكهربائي

خواص خطوط المجال الكهربائي

1- خطوط وهمية غير مرئية تظهر تأثير المجال الكهربائي علي الجسيمات الدقيقة المشحونة حرة الحركة .
2- خطوط غير متقاطعة . **علل ؟** لأنها لو تقاطعت فهذا يعني أن للمجال أكثر من اتجاه عند نقطة واحدة وهذا مستحيل .
3- تتجه خطوط المجال شعاعيا خارجة من الشحنة الموجبة نحو الشحنة السالبة .
4- المماس المرسوم لخط المجال عند نقطة يمثل اتجاه المجال عند تلك النقطة .
5- كثافة خطوط المجال عند نقطة تتناسب طرديا مع شدة المجال عند هذه النقطة لذلك تقل كثافة خطوط المجال كلما ابتعدنا عن الشحنة .
6- إذا كانت الشحنة مفردة فإنها تمتد إلي ما لانهاية أما إذا كانتا شحنتين مختلفتين فإن خطوط المجال تخرج من الشحنة الموجبة إلي السالبة .



ملاحظة :

في الشكل المقابل :
الشكل (أ) خطوط المجال الكهربائي لشحنة موجبة
الشكل (ب) شحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع
الشكل (ج) شحنتين متساويتين في المقدار ومتشابهتين في النوع
الشكل (د) لوحين متوازيين مشحونين تفصل بينهما مسافة d

محصلة مجالين كهربائيين ناتجين عن شحنتين نقطيتين

محصلة المجال الكهربائي عند نقطة تحسب بالجمع ألاتجاهي لجميع متجهات المجال المؤثرة عند تلك النقطة :

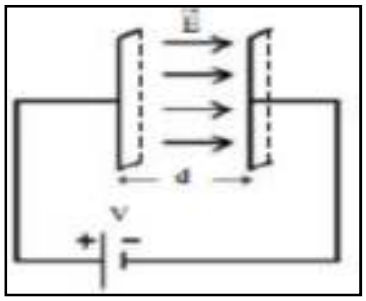
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي

المقدار	الاتجاه
$E=\sqrt{E_1^2+E_2^2+2E_1E_2\cos\theta}$	$\sin\alpha=\frac{E_2\sin\theta}{E_T}$

المجال الكهربائي المنتظم

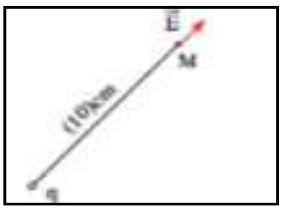
التعريف	خصائصه	أمثلة	العلاقة الرياضية المستخدمة في حسابه
هو المجال الذي يكون ثابت الشدة وثابت الاتجاه في جميع نقاطه.	1- خطوط المجال خطوط مستقيمة متوازية تفصل بينها مسافات متساوية. 2- اتجاه المجال من اللوح الموجب الشحنة إلى اللوح السالب الشحنة.	بين لوحين معدنيين متوازيين متقابلين مشحونين بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع (مكثف كهربائي).	$E = \frac{V}{d}$ حيث أن : (V) هو فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين . (d) هي المسافة بين اللوحين . ويقاس بوحدة V / m



ملاحظة هامة : اتجاه المجال الكهربائي المنتظم بين اللوحين يكون **متعامدا على اللوحين واتجاهه من اللوح الموجب إلى اللوح السالب .**

مسائل متنوعة

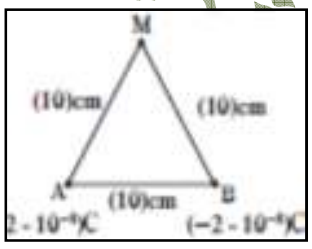
مسألة 1 : شحنة نقطية مقدارها $q = (2x10^{-6})\ C$ تؤثر علي نقطة M تبعد عنها مسافة مقدارها $d = (10)\ cm$ كما بالشكل المقابل . احسب :



أ- مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثرة عند النقطة M .

ب- مثل بيانيا باستخدام مقياس رسم مناسب المجال الكهربائي علي النقطة M .

مسألة 2 : شحنتان كهربائيتان موضوعتان عند النقطتين A و B حيث : $AB = (10)\ cm$ و $q_A = (2x10^{-8})\ C$
وتبعد الشحنتان عن النقطة M مسافة $d_1 = (10)\ cm$ و $d_2 = (10)\ cm$ كما بالشكل المقابل . $q_B = (-2x10^{-8})\ C$
احسب : أ- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة M



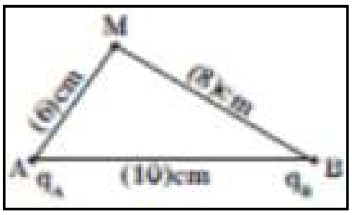
ب- حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي .

مسألة 3 : لوحان معدنيان يبعدان عن بعضهما البعض مسافة (5) cm يتصلان بمنبع كهربائي يساوي فرق الجهد بين طرفيه $V = (10)\ V$. احسب :

أ- احسب مقدار شدة المجال الكهربائي بين اللوحين .

ب- حدد عناصر متجه المجال الكهربائي .

مسألة 4 : شحنتان كهربائيتان موضوعتان عند النقطتين A و B حيث $AB = (10)\ cm$ و $q_A = (3x10^{-8})\ C$ $q_B = (-2x10^{-8})\ C$ وتبعد الشحنتان عن النقطة M علي التوالي مسافة $d_1 = (6)\ cm$ و $d_2 = (8)\ cm$ كما بالشكل المقابل .



احسب : أ- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة M

ب- حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي .

مسألة 5 : لوحان معدنيان يبعدان مسافة (10) cm عن بعضها البعض يتصلان بمنبع كهربائي يساوي فرق الجهد بين طرفيه (V) . احسب :

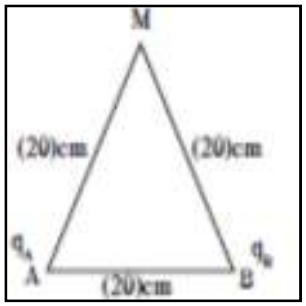
أ- مقدار فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين اللوحين تساوي (400) V/m .

ب- حدد عناصر متجه المجال الكهربائي .

مسألة 6 : احسب فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين إذا كانت المسافة بين اللوحين (20) cm والقوة الكهربائية المؤثرة علي شحنة مقدارها $q = (3.2\ x10^{-19})\ C$ عند انتقالها بين اللوحين تساوي $(32x10^{-16})\ N$

مسألة 7 : شحنتان كهربائيتان $q_A = (2x10^{-8})$ C و $q_B = (-4x10^{-8})$ C موضوعتان عند النقطتين A و B حيث أن $AB = (20)$ cm احسب :

أ- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة M التي تبعد (20) cm عن A و (20) cm عن B كما بالشكل المقابل .



ب- حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي .

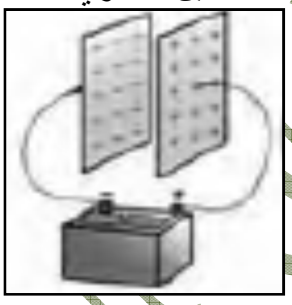
ج- مثل بيانيا باستخدام مقياس رسم مناسب المجال الكهربائي علي النقطة M .

د- احسب مقدار محصلة القوة الكهربائية علي النقطة M إذا وضع عندها شحنة مقدارها $(2X10^{-8})$ C .

مسألة 8: وضع إلكترون شحنته $q = (1.6x10^{-19})$ C في مجال كهربائي منتظم احسب مقدار شدة المجال الكهربائي واتجاهه إذا كان ينتج قوة كهربائية مساوية في المقدار لوزن الشحنة ولكن باتجاه معاكس علما أن كتلة الإلكترون تساوي $(9.1x10^{-31})$ kg .

الدرس (1-2) المكثفات

المكثف المستوي

التعريف	وظيفته	استخداماته
هو لوحين مستويين ومتوازيين يفصل بينهما فراغا وغالبا ما يملأ هذا الفراغ بمادة عازلة . متساويين في مقدار الشحنة ومختلفين في النوع يفصل بينهما فراغ أو مادة عازلة. **ملاحظة :** يمثل المكثف بخطين متوازيين متساويين في الطول كما بالشكل التالي 	• **يخزن الشحنات الكهربائية (يخزن الطاقة الكهربائية) عند توصيله بقطبي البطارية.** حيث يصبح اللوح المتصل بالقطب الموجب للبطارية موجب الشحنة واللوح المقابل له سالب الشحنة علما أن مقدار الشحنتين متساوي . 	• أجهزة الراديو والتلفاز (لإلتقاط ارسال محطة محددة او مشاهدة قناة معينة). • الكاميرات (حيث ان المكثفات هي التي تجعل الفلاش يتوهج بشدة لإظهار الصور بشكل أوضح). • أجهزة الهواتف وأجهزة الكمبيوتر وغيرها من الاجهزة الالكترونية.

السعة الكهربائية للمكثف المستوي والعوامل المؤثرة فيها :

- كمية الشحنة q التي تظهر علي أحد لوحي المكثف تتناسب طرديا مع فرق الجهد المبذول بين سطحي المكثف V أي أن :

$$\frac{q}{V}=constant$$

وان هذا الثابت يمثل السعة الكهربائية للمكثف ويرمز لها بالرمز C وتحسب السعة الكهربائية للمكثف بالمعادلة التالية :

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

وحدة قياس السعة الكهربائية : الفاراد (F) وتكافئ كولوم / فولت (C / V) .

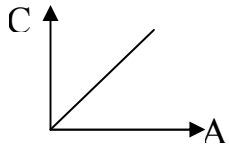
ملاحظة هامة : **تعتمد السعة الكهربائية C للمكثف علي الابعاد الهندسية للمكثف وعلي الوسط العازل الذي يملأ الفراغ بين اللوحين . ولا تعتمد على الشحنة أو الجهد المبذول .**

علل : لاتعتمد السعة الكهربائية على كمية الشحنة أو فرق الجهد بين اللوحين؟

لأنه بزيادة كمية الشحنة للمكثف يزداد فرق الجهد بين اللوحين بنفس النسبة بحيث تظل النسبة بينهما ثابتة القيمة وهي السعة الكهربائية للمكثف .

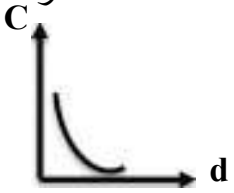
العوامل التي يتوقف عليها السعة الكهربائية للمكثف :

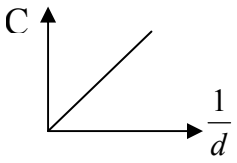
1- **المساحة المشتركة بين اللوحين (A)** : سعة المكثف تتناسب طرديا مع المساحة المشتركة بين اللوحين . عند ثبوت المسافة الفاصلة بين اللوحين ونوع المادة العازلة التي تفصل بينهما .



$$C \alpha A$$

2- **المسافة بين اللوحين (d)** : سعة المكثف تتناسب عكسيا مع المسافة بين اللوحين. عند ثبوت المساحة المشتركة بين اللوحين ونوع المادة العازلة التي تفصل بينهما .





$$C \alpha \frac{1}{d}$$

نوع المادة العازلة بين اللوحين : عند ثبات المساحة المشتركة بين اللوحين و المسافة بين اللوحين نجد ان السعة الكهربائية للمكثف تتغير بتغير نوع المادة العازلة بين اللوحين حيث أن لكل مادة عازلة **ثابت عزل كهربائي نسبي ε_r يحدد خصائصها .**

لاحظ : 1- عندما تكون المادة العازلة هواء أو فراغ : نجد أن السعة الكهربائية تتناسب طرديا مع ثابت العزل الكهربائي في الفراغ ε_0 حين $\varepsilon_0 = (8.85\ x10^{-12})\ F/m$

2- عند استخدام مادة عازلة لملء الفراغ بين اللوحين : نجد ان السعة الكهربائية للمكثف تتناسب طرديا مع **ثابت العزل الكهربائي ع** والذي يساوي حاصل ضرب ثابت العزل الكهربائي في الفراغ وثابت العزل الكهربائي النسبي للمادة العازلة

$$\varepsilon = \varepsilon_0\ \varepsilon_r$$

3- ثابت عزل الكهربائي النسبي **للهواء** يساوي تقريبا $\varepsilon_r = 1$

نستنتج مما سبق من عوامل مؤثرة في السعة الكهربائية للمكثف أن السعة الكهربائية للمكثف تحسب من المعادلة التالية :

$$C = \frac{\varepsilon_0\ \varepsilon_r\ A}{d}$$

س : كيف يمكن زيادة سعة المكثف الكهربائي؟

بزيادة المساحة المشتركة بين اللوحين - وتقليل المسافة بين اللوحين- وملء الفراغ الموجود بينهما بمادة يكون ثابت عازليتها كبير.

مثال 1 : مكثف كهربائي مصنوع من لوحين معدنيين مساحتهما المشتركة 20) cm2) والمسافة الفاصلة بينهما تساوي 1) mm) احسب :

أ- السعة الكهربائية لهذا المكثف إذا كان الهواء هو الوسط العازل بين اللوحين وأن $\varepsilon_0 = (8.85\ x10^{-12})\ F/m$

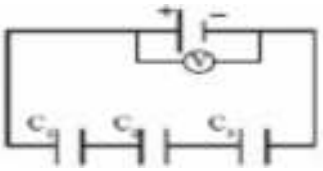
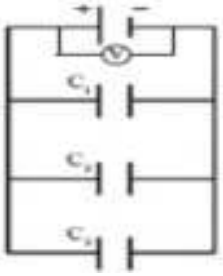
ب- السعة الكهربائية لهذا المكثف إذا مليء الحيز بين اللوحين بالميكا الذي يساوي ثابت عزله النسبي $\varepsilon_r = 5.4$

ملاحظات هامة :

1- عند اتصال المكثف بالبطارية فيصبح جهده ثابت ويساوي فرق الجهد بين طرفي البطارية .
2- عندما يفصل المكثف عن المنبع فتصبح شحنته ثابتة .
3- تتناسب كمية الشحنة علي أحد لوحي المكثف طرديا مع فرق الجهد بين لوحيه .
4- **شحنة المكثف :** شحنة أحد اللوحين فقط لأن المجموع الجبري لشحنتي اللوحين صفرا .

توصيل المكثفات

بهدف الحصول علي سعة معينة مناسبة لتجربة ما أو جهاز يتم توصيل عدة مكثفات بحيث تكون سعتها المكافئة مساوية للسعة المطلوبة .

وجه المقارنة	توصيل المكثفات على التوالي	توصيل المكثفات على التوازي
رسم الدائرة الكهربائية		
استنتاج العلاقة الرياضية لحساب السعة المكافئة Ceq	تكون الشحنة متساوية في جميع المكثفات $q_{eq} = q_1 = q_2 = q_3$ جهد البطارية يساوى مجموع جهود المكثفات $V=V_1+V_2+V_3$ $V=q/C$ $\frac{q}{C_{eq}} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$ $\boxed{\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$	اختلاف كمية الشحنة q التي يختزنها كل مكثف وشحنة المكثف المكافئة تساوي مجموع شحنات المكثفات يكون : $q_{eq} = q_1 + q_2 + q_3$ جهد البطارية يساوى جهد كل مكثف (الجهد ثابت) $V=V_1=V_2=V_3$ $q = C\,V$ $C_{eq} \cdot V = C_1 \cdot V + C_2 \cdot V + C_3 \cdot V$ $\boxed{C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3}$
السعة المكافئة Ceq	مقلوب السعة المكافئة = مجموع مقلوب سعات المكثفات المتصلة معاً على التوالى	السعة المكافئة = مجموع سعات المكثفات المتصلة على التوازى
فى حالة تساوى السعات	$\boxed{C_{eq} = \frac{C_{\text{أحدهما}}}{N_{\text{عددها}}}}$	$\boxed{C_{eq} = C_{\text{أحدها}} \cdot N_{\text{عددها}}}$
قيمة السعة المكافئة بالنسبة لسعات المجموعة	السعة المكافئة أصغر من أصغر سعة فى مجموعة المكثفات	السعة المكافئة أكبر من أكبر سعة فى مجموعة المكثفات
الشحنة الكهربائية	ثابتة	**الشحنة الكهربائية تتوزع علي المكثفات بنسبة طردية لسعاتها .** $\frac{q_1}{q_2} = \frac{C_1}{C_2}$
فرق الجهد	**النسبة بين جهود المكثفات هى نسبة عكسية لسعاتها** $\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_2}{C_1}$	**ثابت**

الطاقة الكهربائية المختزنة في مكثف

- زيادة الجهد الكهربائي يزيد من مقدار الشحنة المختزنة علي المكثف وبالتالي يزيد من الطاقة الكهربائية المختزنة في
- مقدار الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف يتناسب طرديا مع مربع فرق الجهد المطبق علي طرفي المكثف .
- زيادة سعة المكثف تسمح بتخزين طاقة كهربائية أكبر علي المكثف لأن الطاقة الكهربائية المختزنة تتناسب طرديا مع السعة .
- وبالتالي نستنتج ان مقدار الطاقة الكهربائية المختزنة في مكثف سعته C ومتصل بمصدر فرق جهده (V) يحسب من العلاقات الرياضية التالية :

$$U = \frac{1}{2} C V^2$$

وبما أن $q = C\,V$ وبالتعويض في المعادلة السابقة يكون :

$$U = \frac{1}{2} q V$$

وكذلك بما أن $V = \frac{q}{C}$ وبالتعويض في المعادلة السابقة يكون :

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

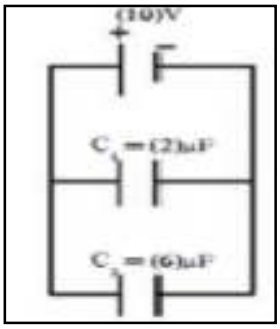
ثانوية سلمان الفارسي - بنين

ماذا يحدث لكل من السعة و كمية الشحنة و الجهد و شدة المجال و الطاقة المختزنة لمكثف (مشحون و معزول – متصل ببطارية) عند

	المكثف مشحون و معزول					المكثف متصل ببطارية				
	السعة	كمية الشحنة	الجهد	شدة المجال	الطاقة المختزنة	السعة	كمية الشحنة	الجهد	شدة المجال	الطاقة المختزنة
وضع مادة عازلة	تزيد السعة حيث $c=\delta c_{\circ}$	ثابتة حيث أن المكثف معزول	يقل حيث $v\alpha\frac{1}{c}$	تقل حيث $E\alpha V$ عند ثبوت d	تقل حيث $U\alpha\frac{1}{c}$ عند ثبوت q	تزيد السعة حيث $c=\delta c_{\circ}$	تزيد حيث $q\alpha c$	ثابت حيث أن المكثف متصل ببطارية	تبقى ثابتة حيث (v,d) لم يتغيرا	تزيد حيث $U\alpha c$ عند ثبوت q
استبدال المادة العازلة بالهواء	تقل السعة حيث $c=\delta c_{\circ}$	ثابتة حيث أن المكثف معزول	يزيد حيث $v\alpha\frac{1}{c}$	تزيد حيث $E\alpha V$ عند ثبوت d	تزيد حيث $U\alpha\frac{1}{c}$ عند ثبوت q	تقل السعة حيث $c=\delta c_{\circ}$	تقل حيث $q\alpha c$	ثابت حيث أن المكثف متصل ببطارية	تبقى ثابتة حيث (v,d) لم يتغيرا	تقل حيث $U\alpha c$ عند ثبوت q
زيادة البعد بين اللوحين	تقل السعة حيث $C\alpha\frac{1}{d}$	ثابتة حيث أن المكثف معزول	يزيد حيث $v\alpha\frac{1}{c}$	تبقى ثابت لأن كل من V , d زادت بنفس النسبة	تزيد حيث $U\alpha\frac{1}{c}$ عند ثبوت q	تقل السعة حيث $C\alpha\frac{1}{d}$	تقل حيث $q\alpha c$	ثابت حيث أن المكثف متصل ببطارية	تقل حيث $E\alpha\frac{1}{d}$	تقل حيث $U\alpha c$ عند ثبوت q
تقليل البعد بين اللوحين	تزيد السعة حيث $C\alpha\frac{1}{d}$	ثابتة حيث أن المكثف معزول	يقل حيث $v\alpha\frac{1}{c}$	تبقى ثابت لأن كل من V , d زادت بنفس النسبة	تقل حيث $U\alpha\frac{1}{c}$ عند ثبوت q	تزيد السعة حيث $C\alpha\frac{1}{d}$	تزيد حيث $q\alpha c$	ثابت حيث أن المكثف متصل ببطارية	تزيد حيث $E\alpha\frac{1}{d}$	تزيد حيث $U\alpha c$ عند ثبوت q
زيادة المساحة المشتركة بين اللوحين	تزيد السعة حيث $C\alpha A$	ثابتة حيث أن المكثف معزول	يقل حيث $v\alpha\frac{1}{c}$	تقل حيث $E\alpha V$ عند ثبوت d	تقل حيث $U\alpha\frac{1}{c}$ عند ثبوت q	تزيد السعة حيث $C\alpha A$	تزيد حيث $q\alpha c$	ثابت حيث أن المكثف متصل ببطارية	تبقى ثابتة حيث (v,d) لم يتغيرا	تزيد حيث $U\alpha c$ عند ثبوت q
تقليل المساحة المشتركة بين اللوحين	تقل السعة حيث $C\alpha A$	ثابتة حيث أن المكثف معزول	يزيد حيث $v\alpha\frac{1}{c}$	تزيد حيث $E\alpha V$ عند ثبوت	تزيد حيث $U\alpha\frac{1}{c}$ عند ثبوت q	تقل السعة حيث $C\alpha A$	تقل حيث $q\alpha c$	ثابت حيث أن المكثف متصل ببطارية	تبقى ثابتة حيث (v,d) لم يتغيرا	تقل حيث $U\alpha c$ عند ثبوت q

مسائل متنوعة

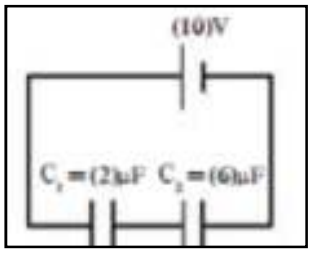
مسألة 1 : وصل مكثفان سعتهما $2\mu F$ و $6\ \mu F$ علي التوازي بمصدر يساوي فرق جهده $V = (10)\ V$ كما بالشكل المقابل . احسب :



أ- السعة المكافئة للمكثفين

ب- شحنة كل من المكثفين .

مسألة 2: وصل مكثفان سعتهما $2\ \mu F$ و $6\ \mu F$ علي التوالي بمصدر يساوي فرق جهده $V = (10)\ V$ كما بالشكل المقابل احسب :



أ- السعة المكافئة للمكثفين

ب- شحنة كل من المكثفين

مسألة 3 : مكثف ميكا مستوي سعته الكهربائية $(C=10\mu\ F)$كيف تتغير سعته الكهربائية إذا استبدلت الميكا بالهواء؟ علما بأن ثابت العزل الكهربائي النسبي للميكا يساوي 5.4) .

مسألة 4 : مكثف هوائي مستوي سعته $(100\mu\ F)$ يحمل شحنة مقدارها $C\ (10^{-9})$ احسب:

(أ) مقدار فرق الجهد بين لوحي المكثف؟

(ب) باعتبار أن لوحي المكثف قرصين نصف قطر كل منهما $(10cm)$. احسب مقدار المجال الكهربائي بين لوحي المكثف.

ج- الطاقة الكهربائية المختزنة بين لوحي المكثف .

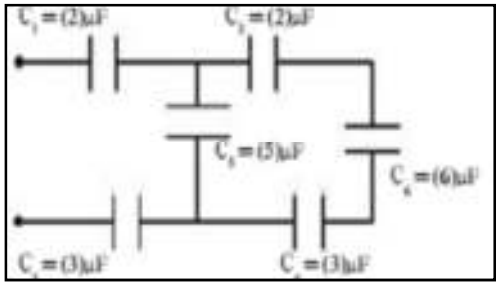
ثانوية سلمان الفارسي - بنين

مسألة 5 : الطاقة الكهربائية المختزنة على مكثف سعته (4μf) تساوي J (2).أحسب:

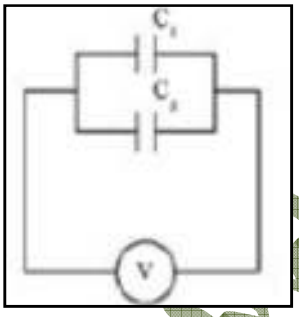
(أ) شحنة المكثف.

(ب) مقدار فرق الجهد بين لوحي المكثف.

مسألة 6 : احسب السعة المكافئة لمجموعة المكثفات في الشكل المقابل :



مسألة 7 : وصل المكثفان (C_1= 2μF) و(C_2= 4μF) على التوازي مع مصدر جهد مستمر (V) بحيث أصبحت الشحنة الكلية للمكثفين تساوي (400μC) كما بالشكل المقابل .احسب :



(ا)السعة المكافئة للمكثفين.

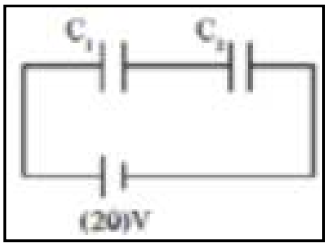
(ب)فرق الجهد (V) .

(ج)شحنة كل مكثف.

(د)الطاقة الكهربائية المختزنة بين لوحي كل مكثف.

ثانوية سلمان الفارسي - جبين

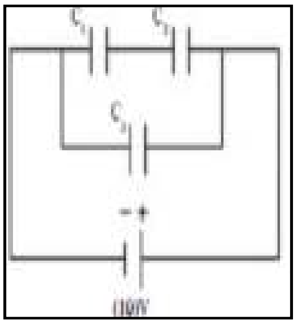
مسألة 8 : مكثف سعته $(2\mu\ F)$ متصل على التوالي بمكثف آخر سعته $(6\mu F)$ وهما متصلان على مصدر جهد يساوي $(20V)$. كما بالشكل المقابل احسب:



(أ) السعة المكافئة للمكثفين.

(ب) الشحنة وفرق الجهد لكل مكثف.

مسألة 9 : وصلت ثلاثة مكثفات $(C_1=3\mu F)$ و$(C_2=6\mu\ F)$ و $(C_3=2\mu\ F)$ بمصدر جهد مستمر $V = (10V)$ كما هو موضح بالشكل المقابل احسب :



(أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة.

(ب) الشحنة الكهربائية وفرق الجهد لكل مكثف.

(ج) الطاقة الكهربائية المختزنة بين لوحي المكثف (C_2) بعد شحنه.

مسألة (10) : مكثف هوائي مستوي سعته $(C_1=6\mu\ F)$ شحنته $(600\ \mu\ C)$ متصل بمكثف هوائي مستوي آخر سعته $(4\ \mu\ F)$ غير مشحون . احسب شحنة كل مكثف بعد التوصيل بفترة كافية.

ثانوية سلمان الفارسي - بنين

مسألة 11 : مكثف سعته ($2\mu F$) وصل بمصدر فرق جهده (20V).إذا كانت المسافة بين اللوحين المتوازيين (2mm) احسب :

(أ) المجال الكهربائي بين لوحيه.

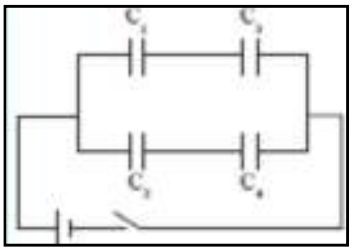
(ب) الشحنة الكهربائية.

(ج) الطاقة الكهربائية بين لوحيه.

(د) إذا كان فرق الجهد بين اللوحين (40V) مع بقاء مقدار السعة ثابتة . كم تصبح الطاقة الكهربائية المختزنة ؟

مسألة 12 : مكثف متصل بمصدر فرق جهده (V) . تم إبعاد سطحيه المتوازيين عن بعضهما بعضا بدون فصله عن مصدر الجهد. اشرح كيف سيتغير كل من مقدار الشحنة والطاقة الكهربائية المختزنة كنتيجة لإبعاد السطحين عما كانا عليه.

مسألة 13 : وصلت مجموعة من المكثفات ($C_1=2\mu F$) ($C_2=6\mu F$) ($C_3=2\mu F$) ($C_4=3\mu F$) بمصدر جهد مستمر (48V) كما هو موضح بالشكل المقابل .احسب :



(أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات.

(ب) الشحنة الكهربائية وفرق الجهد على كل مكثف.

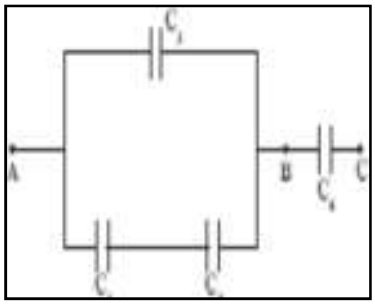
(ج) الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف (C_2) بعد شحنه.

مسألة 14 : مكثف هوائي مستو سعته ($C_1=2\ \mu F$) شحنته ($60\ \mu C$) وصل بمكثف آخر مستو سعته ($1\mu F$) غير مشحون .احسب شحنة كل مكثف بعد التوصيل بفترة كافية.

مسألة 15 : مكثفان متماثلان سعة كل منهما (C) متصلان على التوالي بمصدر جهد (V) احسب:

(أ) فرق الجهد والطاقة الكهربائية المختزنة في كل منهما بدلالة (C) و(V)

(ب) إذا وضع في احدهما مادة عازلة لها ثابت عزل كهربائي نسبي (ε_r) فكم تصبح السعة والشحنة والطاقة الكهربائية المختزنة في كل منهما ؟



مسألة 16 : احسب السعة المكافئة لمجموعات المكثفات الموضحة في الشكل المقابل

$C_1 = (60)\ \mu F$ و $C_2 = (20)\ \mu F$ و $C_3 = (9)\ \mu F$ و $C_4 = (12)\ \mu F$

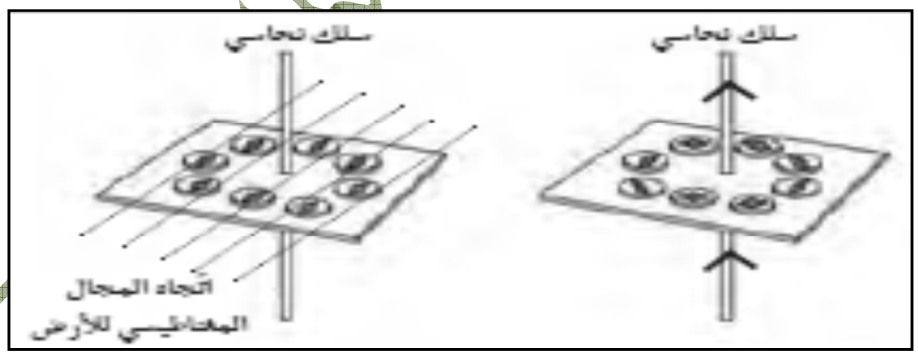
مسألة 17 : وصل مكثفان سعتهما $C_1 = (2)\ \mu F$ و $C_2 = (4)\ \mu F$ علي التوازي بمصدر فرق جهده $(4.5)\ V$ احسب

أ- مقدار الشحنة التي يجب علي البطارية توفيرها لشحن المكثف .

ب- الطاقة الكهربائية المختزنة في كل مكثف .

الفصل الثاني : المغناطيسية

الدرس (2-2) التيارات الكهربائية والمجالات المغناطيسية



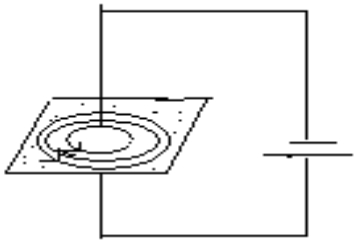
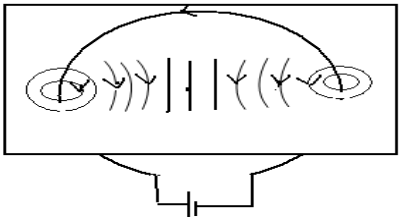
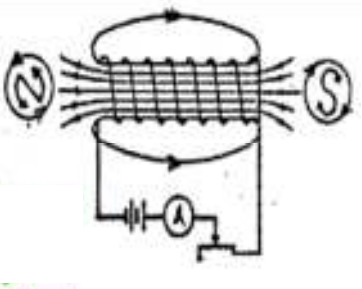
- في الشكل السابق نلاحظ أنه عندما **لا يسري تيار في السلك** تنتظم البوصلات في **اتجاه مجال الأرض** (الرسم إلي اليسار) . عند **سريان تيار في السلك** تأخذ البوصلات **اتجاه مجال التيار الأكثر شدة الناتج عنه** (الرسم إلي اليمين)
- خطوط المجال المغناطيسي تكون حلقات متحدة المركز حول السلك .

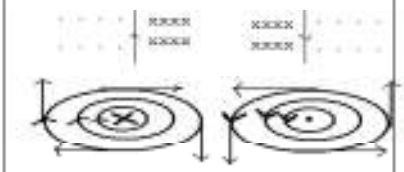
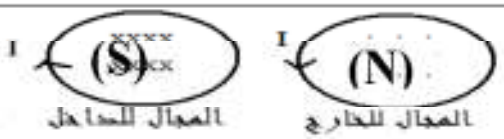
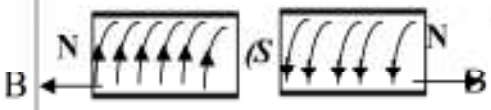
ملاحظات : 1- اهتم العلماء بإيجاد علاقة بين الكهرباء والمغناطيسية فلاحظوا عدم وجود أي تأثير بين شحنة كهربائية ساكنة ومغناطيس (أي أن الشحنات الساكنة لا ينتج عنها مجال مغناطيسي) .

2- لاحظ العالم اورستد في احدي تجاربه أن إبرة البوصلة الموضوعة قرب سلك موصل تنحرف عند مرور تيار كهربائي مستمر في السلك تماما كما تنحرف عند وجودها في مجال مغناطيسي ما يؤكد الأثر المغناطيسي للتيار الكهرباء .

- الأسلاك المار بها التيار ذو شكل هندسي بسيط قد تكون **مستقيمة الشكل او في ملف دائري او ملف حلزوني**

وسنقارن بينهما في المجال المغناطيسي .

وجه المقارنة	المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في سلك مستقيم	المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في حلقة دائرية	المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في ملف حلزوني
الرسم (شكل المجال المغناطيسي الناتج)	 دوائر متحدة المركز مركزها محور السلك نفسه.	 دوائر تحيط بكل من فرعي الملف ويقل انحناءها كلما اقتربنا من مركز الملف حتى تصبح خطوط مستقيمة عند مركز الملف .	 خطوط مستقيمة داخل الملف الحلزوني أما خارجه فتشابه خطوط المجال لمغناطيس مستقيم (خطوط غير مستقيمة) له قطبان يحددها اتجاه التيار .
عناصر متجه المجال	**الحامل**: المماس المرسوم على خط المجال المغناطيسي الدائري عند النقطة(M) تبعد مسافة d عن محور السلك. **الإتجاه**:يحدد عمليا من القطب الجنوبي للقطب الشمالي لإبره مغناطيسية مستقرة على النقطة(M) . يحدد نظريا : بقاعدة اليد اليمنى (الإبهام يدل على اتجاه التيار وتلف الأصابع الاخري لتدل على اتجاه المجال المغناطيسي) . **المقدار**:بحساب شدة المجال المغناطيسي وتتوقف علي: 1-شدة التيار I : شدة المجال المغناطيسي (B) تتناسب طرديا مع شدة التيار المار . 2- بعد النقطة(M) عن محور السلك(d) : شدة المجال المغناطيسي (B) تتناسب عكسيا مع بعد النقطة(M) عن محور السلك(d) وبالتالي تحسب شدة المجال من العلاقة التالية $B = \frac{\mu_0 I}{2 \pi d}$ حيث أن μ_0 تساوي معامل النفاذ المغناطيسي وتساوي في الفراغ $\mu_0 = (4\pi x10^{-7})T.m/A$ وبالتعويض عن قيمة μ_0 فإن شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار الكهربائي يساوي : $B = \frac{2 x10^{-7} I}{d}$	**الحامل**: خط مستقيم مار بمركز الملف. **الإتجاه**: يحدد عمليا من القطب الجنوبي للقطب الشمالي لإبره مغناطيسية مستقرة على مركز الملف . يحدد نظريا **بقاعدة اليد اليمنى** بوضع اليد اليمني فوق الملف ولف الأصابع باتجاه التيار ليدل الإبهام على اتجاه المجال المغناطيسي. **المقدار**: بحساب شدة المجال المغناطيسي وتتوقف علي: 1- شدة التيار (I) : B تتناسب طرديا مع شدة التيار 2- عدد لفات الملف(N) : B تتناسب طرديا مع N 3- نصف قطر الملف(r) : B تتناسب عكسيا مع r وبالتالي تحسب شدة المجال من العلاقة التالية: $B = \frac{\mu_0 N I}{2 r}$ وبالتعويض عن قيمة μ_0 فإن شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار الكهربائي يساوي : $B = \frac{2\pi x10^{-7} N I}{r}$	**الحامل** : محور الملف. **الإتجاه**: يحدد عمليا من القطب الجنوبي للقطب الشمالي لإبره مغناطيسية مستقرة على مركز الملف . **يحدد نظريا بقاعدة اليد اليمنى** بوضع اليد فوق الملف بحيث توازي الأصابع حلقات الملف باتجاه التيار في الحلقات ويدل الإبهام على اتجاه المجال المغناطيسي. **المقدار**: بحساب شدة المجال المغناطيسي وتتوقف علي: 1- شدة التيار (I) : B تتناسب طرديا مع I 2- عدد لفات في وحدة الأطوال(n) : B تتناسب طرديا مع n حيث أن $n = \frac{N}{L}$ (أي تتناسب طرديا مع عدد اللفات(N) وعكسيا مع طول الملف (L)) . وبالتالي تحسب شدة المجال من العلاقة التالية : $B = \mu_0 nI$ وبالتعويض عن قيمة μ_0 وكذلك n فإن شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار الكهربائي يساوي $B = \frac{4\pi x10^{-7} N I}{L}$

اتجاه المجال (يتغير بتغير اتجاه التيار الكهربائي)			

1- اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار المستمر يتوقف علي اتجاه التيار الكهربائي

2- مقدار شدة المجال المغناطيسي لا تتغير بتغير اتجاه التيار .

3- (×) هذا الرمز يشير الي اتجاه التيار أو اتجاه المجال عمودي على مستوى الورقة للداخل (من أعلى إلى أسفل).

4- (●) هذا الرمز يشير الي اتجاه التيار أو اتجاه المجال عمودي على مستوى الورقة للخارج (من أسفل إلى أعلي).

ملاحظات هامة

بالنسبة للحلقة الدائرية : يمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج باستخدام قاعدة حركة عقارب الساعة التي تنص على أنه :-بالنظر إلى وجه الملف فإذا كان اتجاه مرور التيار (الاصطلاحي) فيه مع **اتجاه حركة عقارب الساعة** كان هذا الوجه قطبا جنوبيا. وإذا كان اتجاه مرور التيار (الاصطلاحي) فيه في **عكس اتجاه حركة عقارب الساعة** كان هذا الوجه **قطبا شماليا** . كما بالشكل المقابل .

قطب جنوبي ويكون المجال لداخل الصفحة

قطب شمالي ويكون المجال خارج الصفحة

5- طول سلك الملف الدائري = محيط اللفة الواحدة x عدد اللفات

$$L = 2\pi r N$$

المجال المغناطيسي في أي دائرة كهربائية

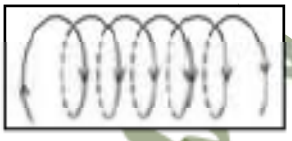
- عند أي نقطة في مجال مغناطيسي ناتج عن مرور تيار كهربائي مستمر في سلك موصل (مستقيم – دائري – ملف حلزوني) يكون :

1- اتجاه المجال المغناطيسي يعتمد علي اتجاه التيار الكهربائي ويحدد بواسطة قاعدة اليد اليمني .

2- مقدار شدة المجال المغناطيسي يتناسب طرديا مع مقدار شدة التيار أي أن $B = k I$ علما أن الثابت k يعتمد علي الشكل الهندسي للدائرة .

علل : عند لف سلك مستقيم يحمل تيارا كهربائيا مستمرا ليصبح دائري الشكل إلى ملف تزيد شدة المجال المغناطيسي داخل الملف عن خارجها.

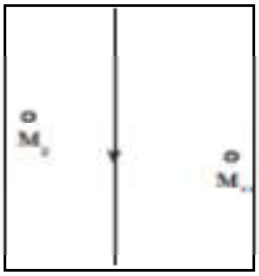
لأن تداخل المجالات المغناطيسية داخل اللفة يزيد من شدة المجال الكهربائي داخل اللفة .



س : حدد أقطاب الملف في الشكل المقابل معتمدا على اتجاه مرور التيار الكهربائي.

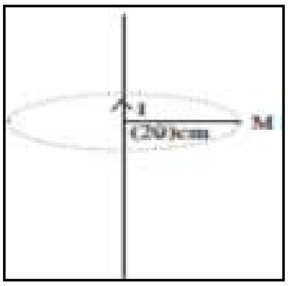
ج : باستخدام قاعدة اليد اليمني نجد أن اتجاه المجال المغناطيسي موازٍ لمحور الملف الحلزوني بالاتجاه الموجب للمحور الأفقي .

س : حدد اتجاه المجال المغناطيسي على النقاط (M_1) و(M) في الشكل المقابل .

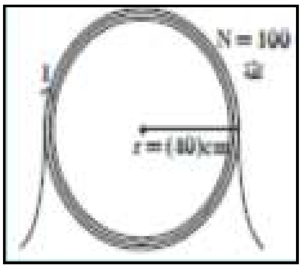


باستخدام قاعدة اليد اليمني نجد أن اتجاه المجال المغناطيسي علي النقطة M_1 عمودي إلي الصفحة للخارج (●) . أما علي النقطة M_2 يكون اتجاه المجال عمودي إلي داخل الصفحة (X) .

مسائل متنوعة



مسألة 1 : تيار كهربائي مستمر شدته A (10) يمر في سلك مستقيم . احسب شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار عند نقطة في الهواء تبعد cm (20) عن محور السلك كما بالشكل بالمقابل ؟

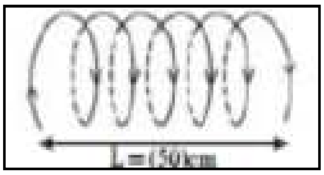


مسألة 2 : ملف دائري نصف قطره cm (40) مؤلف من 100 لفة ويمر به تيار كهربائي مستمر شدته A (0.2) كما بالشكل المقابل احسب :

أ- مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري .

ب- حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي .

مسألة 3 : ملف حلزوني طوله cm (50) مؤلف من 500 لفة ويمر به تيار كهربائي مستمر شدته A (5) باتجاه المبين في الشكل المقابل .



أ- احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار عند مركز الملف .

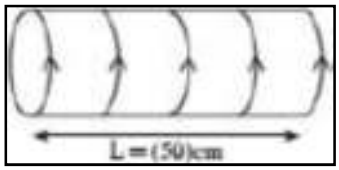
ب- حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي .

مسألة 4 : سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي شدته (1A). احسب :

(أ) احسب شدة المجال المغناطيسي الناتج عند نقطة تبعد (10cm) عن محور السلك .

(ب) حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي (وضح ذلك بالرسم) .

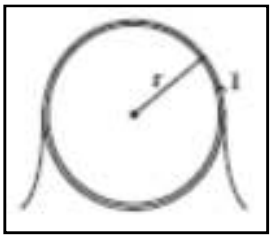
ثانوية سلمان الفارسي - بنين



مسألة 5 : حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي الناتج عند مركز ملف حلزوني طوله (50cm) ومؤلف من (1000لفة) عند مرور تيار كهربائي مستمر شدته (4A) علما بأن اتجاه التيار في الملف إلى أعلى كما هو موضح بالشكل المقابل .

مسألة 6 : ملف دائري نصف قطره (10cm) وعدد لفاته (5) لفة يمر فيه تيار كهربائي مستمر شدته (0.5A) . حدد بالكتابة والرسم عناصر متجه المجال المغناطيسي الناتج عند مركز الملف.

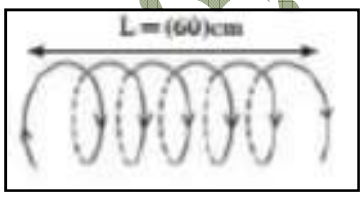
مسألة 8 : ملف دائري نصف قطره (40cm) مؤلف من (50 لفة) ويمر به تيار كهربائي شدته (0.1A). كما بالشكل المقابل احسب :



(أ) مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري.

(ب)حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي.

مسألة 9 : ملف حلزوني طوله (60cm) مؤلف من (1000لفة) يمر به تيار كهربائي مستمر شدته (2A) بالاتجاه المبين بالشكل المقابل :



(ا) احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار عند مركز الملف الحلزوني.

(ب) حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي .

ثانوية سلمان الفارسي - بريكة

الوحدة الرابعة : الضوء

الفصل الأول : الضوء وخواصه

الدرس (1-1) خواص الضوء

ماهو تدرج اعتقاد العلماء عن الضوء؟؟

1-الضوء يتألف من جزيئات صغيره جدا تستطيع أن تدخل العين لتخلق حاسة النظر.
2- إن الرؤية هي نتيجة انبعاثات تصدر من العين لتلامس الأجسام كما أعتقد سقراط وبطليموس
3- قدم نيوتن تفسيرا للضوء مبينا انه يتخذ شكل تيار دقيق من الجسيمات وذلك لأنه ينتشر في خطوط مستقيمة .
4 - أطلق هيجنز النظرية الموجية التي تعتبر الضوء موجات واستطاع أن يفسر بعض الظواهر الفيزيائية معتمدا على نظريته الموجية .
5- **أطلق العالم اينشتين نظرية تفسر عملية الأثر الكهروضوئي حيث يمكن للضوء المناسب انتزاع إلكترونات من سطح المعادن وبحسب هذه النظرية فإن الضوء يتألف من جسيمات ، حزم عديمة الوزن من طاقة موجات كهرومغناطيسية مركزة سميت بالفوتونات .**
6- **فرضية لودي برولي حول وجود الصفة الموجية للجسيمات المادية علي أن** للضوء طبيعه **مزدوجه** وهي طبيعه **جسيمية** و طبيعه **موجية** .

اشرح كيف يمكن للضوء أن يكون له طبيعه مزدوجه؟؟

الضوء يسلك سلوكا موجيا عندما يتفاعل مع أجسام كبيرة حيث ينعكس وينكسر ويتداخل ويستقطب ويسلك سلوك الجسيمات عندما يتفاعل الأجسام الصغيرة مثل الذرات والالكترونات.

علل

1- **قدم اسحاق نيوتن تفسيرا للضوء مبينا انه يتخذ شكل تيار دقيق من الجسيمات ؟**
وذلك لأنه ينتشر في خطوط مستقيمة

2- **أكد هيجنز أن الضوء ينتشر بشكل موجات؟**
وذلك لأنه ينحني حول الأجسام .

ملاحظة : يدرس مبدأ البصريات الهندسية ظاهرتي الانعكاس و الانكسار ، بينما يدرس مبدأ البصريات الفيزيائية كلا من ظاهرة التداخل و الحيود و الاستقطاب .

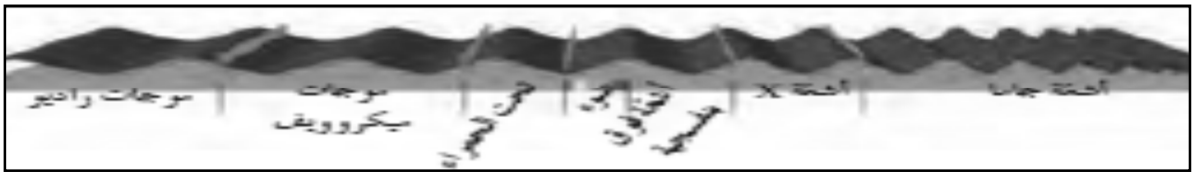
الموجات الكهرومغناطيسية

إن الشحنات الكهربائية المعجلة أو الشحنات الكهربائية التي تهتز تطلق موجات طاقة تنتشر بجزء كهربائي و جزء مغناطيسي وتسمي موجات كهرومغناطيسية.

الضوء

الضوء المرئي

هو موجه كهرومغناطيسية و هو جزء صغير من طيف الموجات الكهرومغناطيسية التي تضم موجات الراديو والميكروويف وتحت الحمراء وفوق البنفسجية والأشعة السينية X- RAYS وأشعة جاما وغيرها .



الطيف الكهرومغناطيسي

الخواص العامة للموجات الكهرومغناطيسية :ـ

1- تنتقل في الفراغ .
2 - تنتقل بسرعة ثابتة تساوي $c = 3x10^8 \ m/s$ (سرعة الضوء) .
3- تختلف سرعة الضوء المنتقل في الوسط باختلاف الكثافة الضوئية للوسط فهي تقل مع زيادة الكثافة الضوئية للأوساط الشفافة إلي أن تصبح صفرا في الأوساط غير الشفافة .
4- الموجات الضوئية هي موجات مستعرضة
5- تنتشر في جميع الاتجاهات .
6 - تنعكس على السطوح اللامعة والمصقولة
7- تنكسر على السطوح الفاصلة بين وسطين شفافين .
8- تتميز بخواص التداخل و الحيود و الاستقطاب .

انعكاس الضوء وانكساره

1- انعكاس الضوء

الإنعكاس

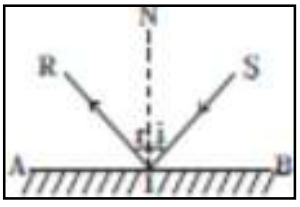
التعريف

* التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء على سطح عاكس .

أنواعه

* انعكاس منتظم

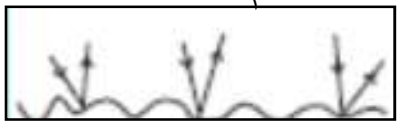
عند سقوط الأشعة على سطح عاكس مصقول (مرآة مثلا) ترتد الأشعة المتوازية الساقطة علية بشكل متواز . كما بالشكل التالي



انعكاس منتظم

* انعكاس غير منتظم

عند سقوط الأشعة على سطح عاكس غير مصقول خشنا فإن الأشعة تنعكس في اتجاهات عديدة كما بالشكل التالي .
إن معظم ما نراه حولنا هو نتيجة الانعكاس غير المنتظم



انعكاس غير منتظم

قانونا الانعكاس

* القانون الأول :

الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس و العمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعا في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس .

* القانون الثاني :

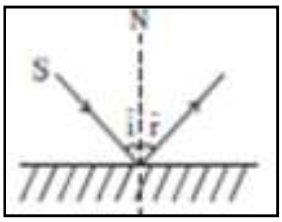
زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس

$$\hat{r} = \hat{i}$$

و يسمى هذان القانونان قانوني ديكارت .

ملاحظة : إذا سقط الشعاع الساقط **عموديا** على السطح العاكس أي زاوية سقوط $\hat{i} = 0$ ، فإنه يرتد على نفسه بزاوية انعكاس تساوي صفر $(\hat{r} = 0)$.

مثال 1 : إذا كانت الزاوية بين الشعاع الساقط علي سطح مصقول أملس والشعاع المنعكس تساوي (80^o) كما بالشكل المجاور احسب : مقدار كلا من زاوية السقوط ط وزاوية الانعكاس .



الانكسار

الانكسار

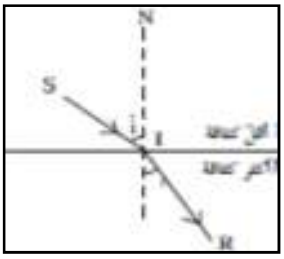
التعريف

التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء عند مروره بشكل مائل على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين بالكثافة الضوئية بسبب تغير سرعته .

حالات الانكسار

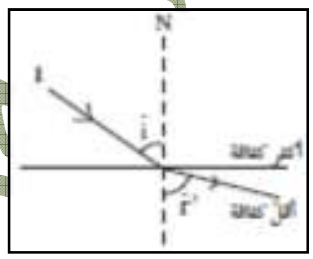
1- عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أقل كثافة ضوئية (أكبر في سرعة الضوء) في وسط أكبر كثافة ضوئية (أقل في سرعة الضوء) فإنه ينكسر مقتربا من العمود و يكون زاوية السقوط أكبر من زاوية الانكسار :

$r < i$



2- عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة (أقل في سرعة الضوء) إلى وسط أقل كثافة (أكبر في سرعة الضوء) فإنه ينكسر مبتعدا من العمود و يكون زاوية السقوط أصغر من زاوية الانكسار :

$r > i$



قانونا الانكسار

1- **القانون الأول** : الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر و العمود عند نقطة السقوط علي السطح الفاصل تقع جميعا في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل .

2- **القانون الثاني** :النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني تساوي نسبة ثابتة تسمى معامل الانكسار من الوسط الأول إلى الوسط الثاني ويرمز لها بالحرف $n_{2/1}$. أي أن :

$$n_{2/1} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}'} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

حيث أن n_1 معامل الانكسار **المطلق** للوسط الأول n_2 معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني .

و v_1 سرعة الضوء في الوسط الأول و v_2 سرعة الضوء في الوسط الثاني

أو $n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}'$

وهذا ما يعرف بقانون سنل

*إذا سقط شعاع الضوء عموديا على السطح الفاصل بين الوسطين الشفافين المختلفين بالكثافة الضوئية أي $i = 0^o$ ، **فإن الشعاع ينكسر نتيجة تغير سرعته (مقداراً) بينما يكمل مساره من دون أن يغير من اتجاهه**

أ / أحمد سمير

ملاحظة : 1 - يحسب (معامل الانكسار المطلق) بالعلاقة التالية $n = \frac{c}{v}$

حيث أن (c) سرعة الضوء في الهواء (الفراغ) و (v) سرعة الضوء في الوسط .

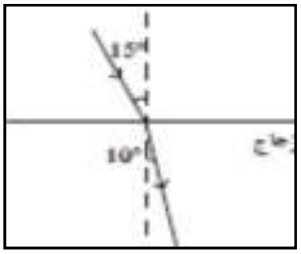
2- إذا كان الوسط الذي يسقط فيه الشعاع الضوئي هو الفراغ أو الهواء حيث يساوي معامل الانكسار المطلق $n_1 = 1$ فإن **النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع في الهواء إلي جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني تساوي معامل الانكسار المطلق للوسط ويرمز له بالحرف n** أي تصبح $\sin \hat{i} = n \sin \hat{r}'$

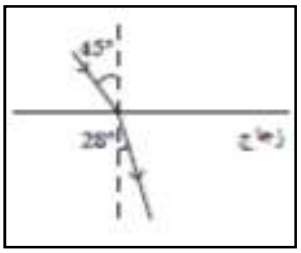
3- أي أن : **معامل الانكسار المطلق لوسط (n):**

هو النسبة بين سرعة الضوء في الهواء وسرعته في الوسط . أو النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع في الهواء إلي جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني .

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}'}$$

مثال 2 : أسقط شعاع ضوئي أحادي اللون علي قطعة ضوئية من الزجاج بزاويتي السقوط (15^o) و (45^o) فكانت زاويتا الانكسار علي التوالي (10^o) و (28^o) كما هو موضح في الشكلين المقابلين . احسب





أ- معامل الانكسار المطلق للزجاج لكل زاوية سقوط .

ب- ماذا تستنتج عن مقدار معامل الانكسار المطلق للزجاج ؟

ج- احسب زاوية السقوط إذا كانت زاوية الانكسار (35^o)

البصريات الهندسية	البصريات الفيزيائية
• تعمل علي دراسة **ظاهرتي الانعكاس والانكسار** حيث يمثل الضوء بشعاع ويتم دراسة مساره اعتمادا علي مبدأ الانتشار المستقيم عندما يمر الضوء من وسط إلي آخر أو عندما ينعكس علي سطح المرآة . • تهمل الخواص الموجية للضوء .	تقوم علي دراسة الضوء اعتمادا علي الخواص الموجية له وتستخدم لتفسير **ظاهرتي الحيود والتداخل .**

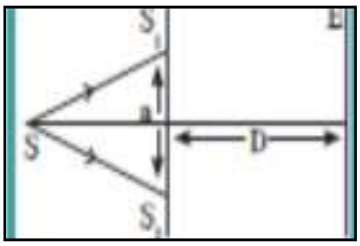
تداخل الضوء

تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج

س : ماهي مميزات تجربة الشق المزدوج ليونج ؟

1- أثبتت الخواص الموجية للضوء .
2- سمحت بقياس الطول ألموجي للضوء المستخدم .
3- أكدت صحة نظرية هيجنز الموجية .

اشرح تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج؟

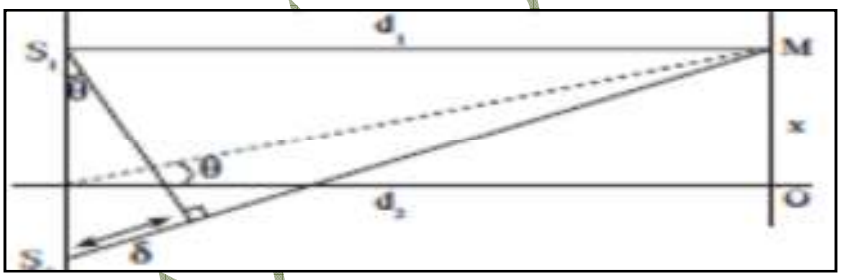


1- استخدم يونج مصدرا ضوئيا أحادي التردد S له طول موجي λ وموضوع خلف لوحة فيها فتحتان متوازيتان ضيقتان جدا S_1 , S_2 تفصل بينهما مسافة a وتبعدان عن حائل E مسافة D كما بالشكل المقابل .

2- عندما يصدر المصدر الضوئي S موجة ضوئية تصل هذه الموجة إلى الفتحتين S_1 , S_2 في اللحظة نفسها بحيث تمثلان مصدرين ضوئيين يبعثان موجات متزامنة متفقة في الطور لتتداخل وتعطي على الحائل أهداب مضيئة ومظلمة .

3- فعندما يكون فرق المسير δ بين الموجات المتداخلة مساويا nλ يحدث **تداخل بنائي** ، أما إذا كان فرق المسير δ بين الموجات المتداخلة مساويا $\frac{\lambda}{2}$ (2n + 1) يحدث **تداخل هدمي .**

4- لدراسة التداخل رياضيا **ولإيجاد موضع الأهداب المضيئة والمظلمة على الحائل بالنسبة إلى الهدب المركزي الذي يكون مضيء دائما** . نستخدم الشكل التالي :



5- نأخذ نقطة M على الحائل تبعد مسافة x عن النقطة O . باستخدام الشكل الهندسي ، نجد أن :

$$\sin\theta = \frac{d_2 - d_1}{s_1 s_2} = \frac{\delta}{a}$$

حيث أن $d_2 - d_1$ تساوي فرق المسير δ بين الموجتين .

و من الرسم أيضا نستنتج أن

$$\tan\Theta = \sin\Theta = \frac{x}{D}$$

و حيث أن الزاوية التي يساوي مقدارها أصغر من 10 تكون

$$\sin\Theta = \tan\Theta = \Theta \text{ rad}$$

يمكننا أن نستنتج أن $\frac{x}{D} = \frac{\delta}{a}$

$$\boxed{\delta = \frac{a\,x}{D}}$$

و **عليه تحدد موقع الأهداب المضيئة على الحائل بالعلاقة الرياضية :**

$$x=\frac{n\lambda D}{a}$$ حيث أن $\delta = n\lambda$

حيث ..... , 2 , 1 , 0 = n تمثل رتبة الهدب المضيء ، و n = 0 تمثل **الهدب المركزي المضيء .**

أما الأهداب المظلمة فيتحدد موقعها على الحائل بالعلاقة الرياضية :

$$x=\frac{(2n-1)\lambda D}{2a}$$ حيث ..... , 2 , 1 = n

و تمثل n رتبة الهدب المعتم علما أنه **لا يوجد هدب مركزي مظلم .**

كما يمكننا ، باستخدام المعادلات السابقة ، أن نستنتج أن المسافة بين هدبين متتاليين ،(البعد ألهدبي) من النوع نفسه تساوي :

$$\Delta y=\frac{\lambda D}{a}$$ **(البعد الهدبي)**

مثال 3 : في تجربة يونج كانت المسافة بين الشقين تساوي 0.05 (cm) والمسافة بين لوح الشقين والحائل تساوي (5) m .
إذا كان الهدب السادس المضيء يبعد عن الهدب المركزي (3) cm . احسب :

أ- الطول ألموجي للضوء المستخدم .

ب- المسافة بين هدبين متتاليين مضيئين .

اكتب الشروط الواجب توفرها في تجربة الشق المزدوج ليونج لحدوث ظاهرة التداخل؟

1- استخدام مصدر ضوئي أحادي اللون موضوع خلف حائل به فتحتين متوازيتين ضيقتين
2- عند عبور الضوء من الفتحتين وانتشاره في وسط واحد يحدث تداخل وتظهر مضيئة (تداخل بناء) ومناطق مظلمة (تداخل هدام) علي الحائل تسمي هدب التداخل .

حيود الضوء

ظاهرة انحراف الموجة الضوئية عن مسارها الأصلي عندما تمر من خلال ثقب ضيق أو تمر على حافة حادة أثناء انتشارها .

ملاحظة : 1- و يمكن ملاحظة هذه الظاهرة بشكل واضح عندما تكون أبعاد الفتحة تقريبا مساوية للطول ألموجي للموجة المارة في الفتحة .
2- يجب أن يكون اتساع الفتحة مساو أو أصغر من **1mm** وكلما كان اتساع الفتحة أقل كانت ظاهرة الحيود أكثر **وضوحا**

علل لما يلي :

يحتم أن تكون الفتحة التي يمر الضوء من خلالها ضيقة جد لرؤية ظاهرة الحيود ؟

لأن الطول ألموجي للضوء المرئي صغير جدا .

س: ماذا تتوقع ان يحدث اذا كان اتساع الفتحة التي يمر الضوء من خلالها اصغر من 1mm؟

إذا كان اتساع الفتحة أصغر من 1mm وعندما يضاء بواسطة مصدر ضوئي أحادي اللون فسوف نشاهد على الحائل :

1- أهداب مضيئة و أهداف مظلمة متعاقبة .
2- انخفاض شدة إضاءة الأهداب كلما ابتعدنا عن المركز .
3- عرض الهدب المركزي المضاءة = ضعف عرض الأهداب المضاءة الأخرى .

علل لما يلي :

1- تظهر تجارب الحيود أن المساحة المضاءة على الحائل تتجاوز المساحة التي كان من المفترض تغطيتها لو انتشر الضوء بخطوط مستقيمة من دون انحراف ؟

ج- اعتمادا على مبدأ هيجنز الذي يرتكز على أن جميع نقاط الفتحة تعمل و كأنها مصادر ضوء ثانوية تبعث الضوء في جميع الاتجاهات . وهذا يفسر سبب اتساع المساحة المضاءة علي الحائل عما تتوقعه من دون انحراف الضوء .

2- تظهر أهداب مضيئة و أخرى مظلمة على الحائل ؟

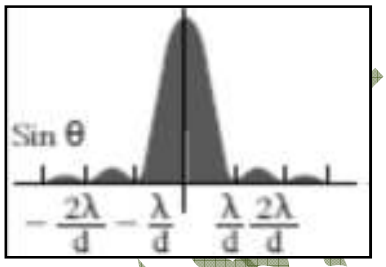
ج - نتيجة لظاهرة التداخل للموجات الضوئية .

3- شدة إضاءة الهدب المركزي أكبر من شدة إضاءة الأهداب المضاءة حوله ؟

ج – لأن القسم الأكبر من الموجات المتداخلة يتجه نحو وسط الحائل . حيث تتداخل الأعداد الأكبر من الموجات متفقة الطور

4- وجود أهداب مضيئة و أهداب مظلمة ؟

ج – نتيجة لتداخل الموجات متفقة في الطور ينتج الأهداب المضيئة ، أما حين تتداخل الموجات متعاكسة الطور فإن شدة الإضاءة تساوي صفر .



س : ماذا تتوقع أن يحدث إذا استبدلنا الفتحة الدائرية بشق طولي واستخدمنا في إضاءته ضوء أحادي اللون ؟

ج – ينتج على الحائل أهداب مضاءة و أخرى مظلمة أفقية متعاقبة و اتجاهها عمودي على اتجاه الشق و يكون الهدب المركزي شديد الإضاءة عن باقي الأهداب و عرضها يساوي ضعف عرض باقي الأهداب المضاءة . كما بالشكل المقابل

تطبيقات حياتية علي ظاهرة الحيود

1- استخدام حيود الأشعة السينية للكشف عن محاور بلورات المعادن و الأحجار الكريمة و مستوياتها .
2- في دراسة جزئيات الـ DNA .

س : ما الشروط الواجب توافرها لرؤية ظاهرة الحيود؟

ج – يكون الحيود واضحا في الضوء إذا كان اتساع الفتحة أصغر من (1)mm لأن الأطوال الموجية للضوء المرئي صغيرة جدا .

استقطاب الضوء

الاستقطاب

تكوين حزمة من الموجات الكهرومغناطيسية التي تكون اهتزازاتها جميعا في مستوى واحد ، و لا يحدث إلا للموجات المستعرضة .

علل لما يلي :-

1- رغم أن موجات الضوء هي موجات كهرومغناطيسية إلا أننا نهتم بالمجال الكهربائي فقط عندما نتحدث عن الاستقطاب ؟

لأن المجال المغناطيسي يهتز دائما باتجاه متعامد عليه .

2- إذا أخذنا موجة كهرومغناطيسية واحدة تكون هذه الموجة مستقطبة ؟

لأن المجال الكهربائي يهتز في سطح مستو ثابت .

3- إذا أخذنا ضوءا عاديا يكون الضوء غير مستقطب ؟

لأنه يحتوي على عدد كبير من الموجات التي تهتز على مستويات مختلفة .

ملاحظة : توجد في الطبيعة بلورات جزئياتها متنوعة و مرتبة ترتيبا خالصا :-

من أهمها : بلورات التورمالين الطبيعي / و مركب البولاويد الصناعي

أهميتها :

1- لا تسمح بالمرور إلا للموجات الضوئية المستقطبة في سطح مستو معين و لكل من هذه البلورات محور استقطاب معين نسميه ((المحور البصري للبلورة)) حيث يحتوي بعض هذه البلورات على أكثر من محور بصري واحد .

2- هذه البلورات تجعل القسم الأكبر من الضوء الخارج منها مستقطبا في مستوى واحد في حين يكون القسم الباقي مستقطبا في محور ثان متعامد مع المحور الأول .

كيف يحدث الاستقطاب؟؟؟

1- إذا وضعنا بلورة مستقطبة في طريق حزمة من الأشعة الضوئية غير المستقطبة كما بالشكل السابق ، فإنها تسمح للموجات الضوئية المستقطبة في مستوى معين بالمرور ، في حين تمنع مرور موجات أخرى .

2- أما إذا وضعنا بلورة ثانية (البلورة المحللة) و أدرناها بحركة دائرية ، فنرى أن الضوء يمر خلالها بقوة تزيد و تقل وفق الزاوية بين المحور البصري لهذه البلورة ، التي تسمى البلورة **المحللة** و المحور البصري للبلورة الأولى التي تسمى البلورة **المستقطبة** . و إذا كان المحور البصري للبلورة المحللة **عموديا** على المحور البصري للبلورة المستقطبة ، فإن **مرور الضوء يتوقف .**

من التطبيقات على الاستقطاب :

1- **نظارات البولارويد** التي تحمي العين من أشعة الشمس و الضوء الساطع

2- عدسات الكاميرات التي تستخدم البولارويد للتحكم في شدة الضوء

3- دراسة بعض المحاليل التي لها خواص استقطابية لموجات الضوء .

مسائل متنوعة

مسألة 1 : إذا كان معامل الانكسار للماء $\frac{4}{3}$ وسرعة الضوء في الفراغ تساوي $c = (3 \times 10^8)\ m/s$ احسب سرعة الضوء في الماء .

مسألة 2 : إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء يساوي 1.33 ومعامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي 1.54 . احسب معامل انكسار الزجاج بالنسبة إلي الماء .

مسألة 3 : سقط شعاع ضوئي علي سطح زجاجي بزاوية سقوط 30^o احسب زاوية الانكسار علما أن معامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي 1.5 .

مسألة 4 : أرسل شعاع ضوئي من النقطة A التي تبعد عن سطح مرآة مستوية cm (3) ليصل إلي النقطة B التي تبعد عن السطح cm (6) بعد انعكاسه . علما أن المسافة بين مسقط النقطتين علي المرآة تساوي cm (9) . كما بالشكل المقابل .

أ- احسب زاوية السقوط وزاوية الانعكاس

ب- وضح بالرسم البياني ظاهرة الانعكاس .

ثانوية سلمان الفارسي -

مسألة 5 : في تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج كانت المسافة الفاصلة بين الفتحتين الضيقتين $m\ (2x10^{-4})$ والمسافة بين الشق المزدوج والحائل $m\ (1)$ والمسافة بين هدبين متتاليين مضيئين $m\ (2.5x10^{-3})$. احسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المستخدم .

مسألة 6 : في تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين $m\ (1x10^{-4})$ والمسافة بين الشقين والحائل $m\ (1)$ والمسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليين $mm\ (6)$. احسب الطول ألموجي للضوء أحادي اللون المستخدم .

الدرس (1 - 2) الانعكاس والانكسار عند السطوح المستوية

الانعكاس علي المرايا المستوية

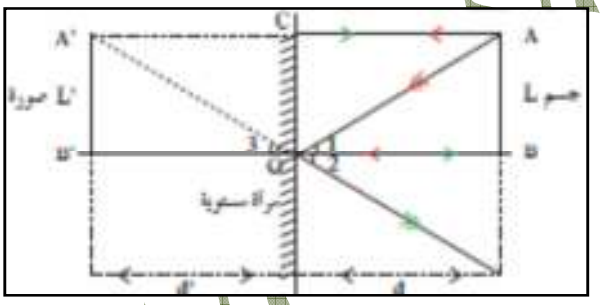
المرايا

سطوح ناعمة عاكسة مصنوعة من معدن لامع أو من زجاج طلي أحد سطوحه بماده مثل التين (Tin) أو الزئبق أو الفضة .

ملاحظة : عندما يكون **السطح العاكس مستويا** تسمى المرايا **مرايا مستوية .**

س: كيف تتكون الصورة بالمرآة المستوية ؟

نضع جسم AB عموديا و بشكل متواز لمرآة مستوية على بعد BO من المرآة . كما بالشكل المقابل .



نلاحظ أنه

1- ينعكس شعاع الضوء الصادر من A عند اصطدامه بسطح المرآة العاكس وفقا لقانوني الانعكاس ، و يبد و كأنه قادم من النقطة A' .
2- ينعكس الشعاع القادم من B على السطح و كأنه قادم من النقطة B' .
3- تتكون صورة الجسم A'B' التي تبدو و كأنها داخل المرآة على مسافة من سطح المرآة **تساوي** بعد الجسم عن سطح المرآة . وتسمي صورة تقديرية وهمية .

صفات الصورة المتكونة في المرآة المستوية

1- صورة تقديرية و همية .
2- معتدلة غير مقلوبة .
3- مساوية لطول الجسم أي أن تكبير المرآة المستوية يساوي $M = 1$ و متماثلة معه بالنسبة إلى سطحها .
4- انعكاس (انقلاب) اليسار و اليمين .

شكل (١٠) الصورة المتكونة عن المرآة المستوية معكوسة اليمين و اليسار

قانون التكبير : يحسب بالعلاقة التالية :

$$M = \frac{\text{طول الصورة}}{\text{طول الجسم}}$$

مثال 1 :

جسم طوله $AB = (5)cm$ وضع علي مسافة $(50)\ cm$ من مرآة مستوية . احسب :

أ- المسافة بين الجسم وصورته المتكونة .

ب- قياس الصورة $A'B'$.

ج : تكبير المرآة المستوية .

الانعكاس علي السطوح الكروية

السطوح الكروية

التعريف	أنواعها	
هي قطع من كرة نصف قطرها r تم قصها من كرة وطلي أحد وجهيها الداخلي أو الخارجي بمادة عاكسة لتصبح مرآة كروية .	يحسب السطح العاكس يمكن تصنيف المرآة الكروية إلي نوعين	
	1- مرآة محدبة (مفرقة) عندما يكون السطح الخارجي هو السطح العاكس	**2- مرآة مقعرة (مجمعة)** عندما يكون السطح الداخلي هو السطح العاكس

ثانوية سلمان الفارسي - بنين

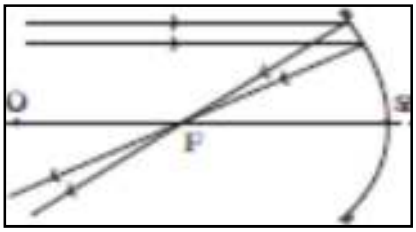
بعض التعريفات العامة

المصطلح	التعريف
المحور الأساسي	الخط الحامل لنصف القطر و المار بمركز الكرة ويتقاطع مع سطح المرآة بالقطب s.
نصف قطر الكرة (نصف قطر التكور) r	المسافة بين القطب و مركز الكرة التي تم قطع المرآة منها .
بؤرة المرآة F	نقطة الوسط بين القطب و مركز الكرة .
البعد البؤري f	المسافة من قطب المرآة إلى البؤرة

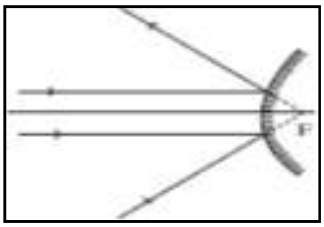
ملاحظات :

-1 $f = \frac{r}{2}$ (r: نصف القطر، f: البعد البؤري)

2- في المرآة المقعرة : من مميزات بؤرة المرآة أن أي حزمة ضوئية موازية للمحور **تنعكس مارة بها** كما بالشكل المقابل .



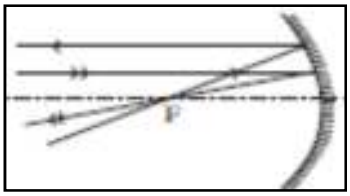
3- **في المرآة المحدبة :** فإن الحزمة الضوئية الموازية للمحور تنعكس **كأنها منبعثة من البؤرة F** كما بالشكل المقابل .

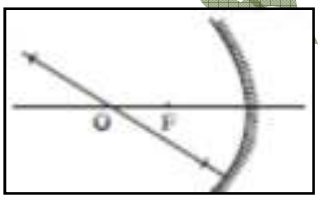


رسم الأشعة المنعكسة علي المرايا الكروية

يمكننا استخدام ثلاث حالات للأشعة وتعتبر مفاتيح لرسم الصورة في المرآة المقعرة وهي :

1- شعاع موازٍ للمحور ينعكس مارا بالبؤرة .
2- شعاع مار بالبؤرة ينعكس موازيا للمحور .
3- شعاع مار بالمركز ينعكس علي نفسه .

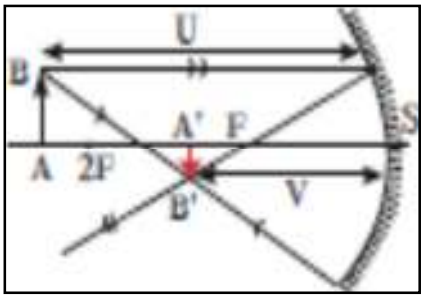




الصورة وطبيعتها

تتكون من تلاقي الأشعة المنعكسة علي المرايا وتكون :	
حقيقية عندما تتكون من تلاقي الأشعة نفسها بعد انعكاسها علي المرآة **ويمكن استقبالها على حائل**	**تقديرية** عندما تتكون من تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة والتي **لا يمكن استقبالها على حائل .**

القانون العام لتحديد خواص الصورة المتكونة



باستخدام الرسم الهندسي المقابل يمكن إيجاد العلاقة بين كل من **البعد البؤري (f) والمسافة بين الجسم والقطب (U) والصورة والقطب (V)** والتي تتمثل بالعلاقة الرياضية التالية :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$$

القانون العام

حساب التكبير M للمرايا الكروية

$$M = \frac{\text{طول الصورة } A'B'}{\text{طول الجسم } AB} = \frac{\text{سالب بعد الصورة عن المرآة}}{\text{بعد الجسم عن المرآة}} = -\frac{V}{U}$$

قاعدة الاشارات

البعد	الرمز	إشارة موجبة	إشارة سالبة
بعد الجسم	U	جسم حقيقي	جسم تقديري
بعد الصورة	V	صورة حقيقية	صوره تقديرية
البعد البؤري	f	مرآة مقعرة	مرآة محدبة
التكبير	M	صورة معتدلة	صورة مقلوبة

خصائص الصورة	قيمة التكبير
مكبرة	$M > 1$
مصغرة	$M < 1$
مساوية للجسم	$M = 1$

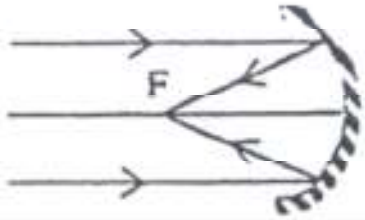
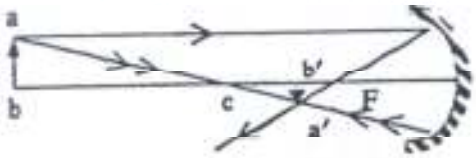
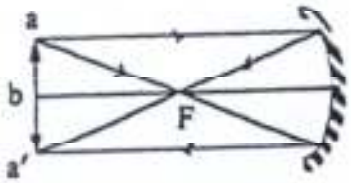
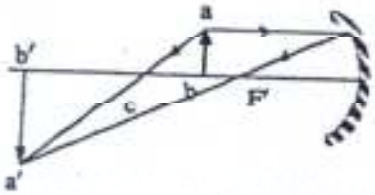
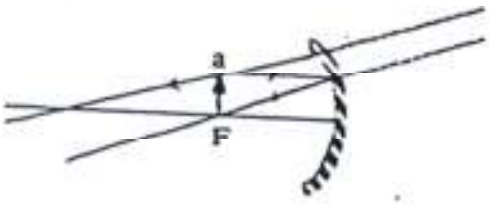
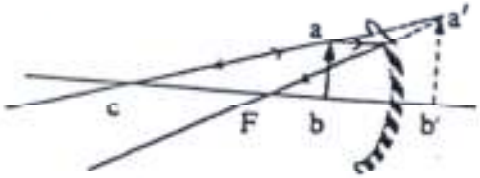
مثال 2 : وضع جسم طوله (2) cm علي بعد (20) cm من مرآة مقعرة لها بعد بؤري يساوي (15) cm

أ- حدد خواص الصورة المتكونة (طبيعتها و موضعها واتجاهها و قياسها) .

ب- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلي الجسم لتنعكس علي المرآة .

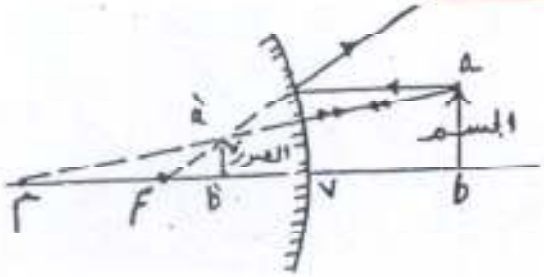
حالات تكون الصور بالمرايا الكروية .

أولا : باستخدام المرآة المقعرة .

	بعد الجسم عن المرآة (U)	بعد الصورة عن المرآة (V)	خصائص الصورة	مسارات الأشعة
1	في مالا نهاية	في البؤرة	حقيقية مقلوبة مصغرة جداً	
2	ابعد من ضعف البعد البؤري	بين البؤرة وضعف البعد البؤري	حقيقية مقلوبة مصغرة .	
3	عند ضعف البعد البؤري	عند ضعف البعد البؤري	حقيقية مقلوبة مساوية للجسم	
4	بين ضعف البعد البؤري و البؤرة	على بعد أكبر من ضعف البعد البؤري	حقيقية مقلوبة مكبرة .	
5	في البؤرة	في مالا نهاية	تتكون بقعة ضوئية ثابتة المساحة .	
6	على بعد أقل من البعد البؤري .	خلف المرآة	تقديرية معتدلة مكبرة	

ثانياً: الصورة المتكونة بواسطة المرآة المحدبة

موضع الصورة خلف المرآة بين البؤرة و القطب وخواص الصورة دائماً تقديرية معتدلة مصغرة مهما كان الجسم قريباً أو بعيداً عن المرآة .

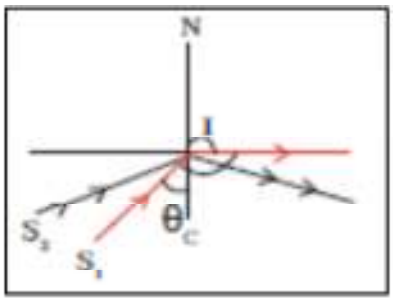


مثال 3 : وضع جسم طوله (2) cm علي بعد (30) cm من مرآة محدبة لها بعد بؤري يساوي (10) cm

أ- حدد خواص الصورة المتكونة (طبيعتها و موضعها واتجاهها و قياسها) .

ب- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلي الجسم لتنعكس علي المرآة .

الانكسار والانعكاس الكلي الداخلي علي السطوح المستوية



الزاوية الحرجة (θ_c)

هي زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية يقابلها زاوية انكسار مقدارها 90° في الوسط الأقل كثافة ضوئية.

س : متي تحدث ظاهرة الانعكاس الكلي؟؟

ج : إذا كانت زاوية السقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية $\hat{i}$ أكبر من الزاوية الحرجة (θ_c) يؤدي ذلك إلى انعكاس الشعاع في الوسط الأكبر كثافة ضوئية بحيث لا ينفذ إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية وتسمى هذه الحالة بالانعكاس الكلي . حيث يتبع الشعاع قانوني الانعكاس ولا يتبع قانوني الانكسار .

استنتاج العلاقة بين معامل انكسار الوسط و جيب الزاوية الحرجة

من قانون سنل $n_1 \sin i = n_2 \sin r'$

$r' = 90^\circ \quad i = \theta_c$

حيث أن n_1 معامل الانكسار للوسط الأكبر كثافة ضوئية و n_2 معامل الانكسار للوسط الأقل كثافة ضوئية

$\therefore n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90$

$\therefore \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$

أي أن جيب الزاوية الحرجة يساوي معامل الانكسار للوسط الأقل كثافة بالنسبة إلى معامل الانكسار للوسط الأكبر كثافة

إذا كان الهواء هو الوسط الأقل كثافة يكون $n_2 = 1$

$$\sin \theta_c = \frac{1}{n_1}$$

ملاحظة هامة : جيب الزاوية الحرجة يساوي معامل الانكسار للوسط الأقل كثافة بالنسبة إلي معامل الانكسار للوسط الأكبر كثافة .

$$\sin\ \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

مثال 4 : احسب الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء عندما ينتقل شعاع الضوء من الزجاج إلي الماء علما أن معامل الانكسار للزجاج يساوي 1.5 ومعامل الانكسار للماء يساوي 1.4 .

بعض تطبيقات الانعكاس الكلي الداخلي

الألياف الضوئية البصرية

هي ألياف زجاجية دقيقة لا يفقد الضوء خلالها الطاقة .

اشرح كيف ينتقل شعاع الضوء داخل الألياف الضوئية ؟؟

ينتقل الشعاع الضوئي داخل الألياف الضوئية **بالانعكاس الكل الداخلي** ، حيث تكون **زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة** ، فشعاع الضوء داخل الليفة الضوئية موجود في وسط له معامل انكسار أكبر من غلاف الليفة الضوئية وهذا ما يمنعه من الهروب .

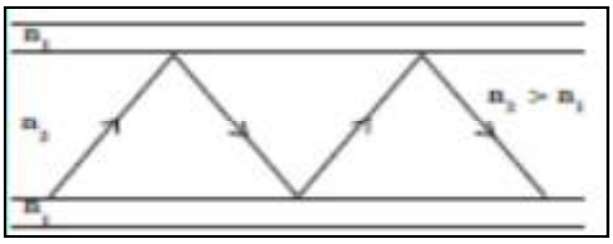
ما هي استخدامات الليفة الضوئية؟؟

للألياف الضوئية استخدامات عديدة وبخاصة في العمليات الجراحية التي تعتمد على المنظار، وذلك لرفعها وقابليتها للانثناء من دون أن تؤثر علي انتقال الضوء داخلها .

علل

تستخدم الألياف الضوئية في العمليات الجراحية التي تعتمد على المنظار؟؟

وذلك لرفعها وقابليتها للانثناء من دون أن تؤثر على انتقال الضوء داخلها



الانعكاس الكلي في الألياف الضوئية

مسائل متنوعة

مسألة 1 : وضع جسم طوله (1) cm علي بعد (40) cm من مرآة مقعرة لها بعد بؤري يساوي (20) cm

أ- حدد خواص الصورة المتكونة (طبيعتها وموضعها واتجاهها وقياسها)

ب- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلي الجسم لتنعكس علي المرآة .

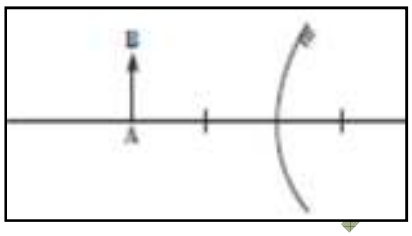
مسألة 2 : جسم طوله AB = (2) cm وضع علي مسافة (d) من مرآة مستوية احسب :

أ- المسافة بين الجسم والمرآة إذا كانت المسافة بين الجسم وصورته المتكونة تساوي (160) cm .

ب- طول الصورة A'B'

ج - تكبير المرآة المستخدمة

مسألة 3 : وضع جسم طوله (1) cm علي بعد (20) cm من مرآة محدبة لها بعد بؤري يساوي (10) cm كما بالشكل المقابل .



أ- حدد خواص الصورة المتكونة (طبيعتها وموضعها واتجاهها وقياسها)

ب- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلي الجسم لتنعك علي المرآة .

مسألة 4 : احسب الزاوية الحرجة لنفاذ الضوء من البنزين إلي الماء علما أن معامل الانكسار للبنزين يساوي 1.4 ومعامل الانكسار للماء يساوي 1.3

مسألة 5 : جسم طوله (5)cm وضع علي بعد (60) cm من مرآة مستوية .احسب

أ- المسافة بين الجسم والصورة المتكونة .

ب- طول الصورة المتكونة

ج : تكبير المرآة

مسألة 6 : ولد طوله (150) cm يقف علي مسافة (2) m من مرآة مستوية

أ- ما هو أصغر قياس للمرآة التي يمكن أن يستخدمها الولد ليري صورته كاملة من رأسه إلي قدميه علي افتراض أن عينيه (10) cm أسفل أعلي نقطة من رأسه ؟

ب- ما هو أصغر قياس للمرآة التي يمكن أن يستخدمها الولد ليري صورته كاملة من رأسه إلي قدميه إذا وقف علي بعد (3) m من المرآة بدلا من (2) m ؟

ج- ما المسافة بين أسفل تلك المرآة والتي لها أصغر قياس والأرض والتي تسمح للولد برؤية صورته الكاملة بأصغر قياس مرآة ؟

مسألة 7 : مرآة مقعرة نصف قطر تكورها (1.2) m وضع جسم طوله (12) cm علي بعد (1) m من المرآة احسب :

أ- موضع الصورة المتكونة

ب- طولها وحدد خواصها الاخري

مسألة 8 : يقع جسم علي بعد cm (20) من مرآة مقعرة بعدها البؤري cm (10) احسب :

أ- بعد الصورة المتكونة

ب- التكبير

ج- حدد خواص الصورة المتكونة

مسألة 9 : وضع جسم طوله cm (6) أمام مرآة مقعرة فتكونت له صورة منطبقة علي الجسم وعندما أبعد الجسم عن المرآة مسافة تساوي ضعف ما كان عليه سابقا تكونت له صورة علي بعد cm (12) من المرآة ولها جهة الجسم نفسه .

أ- احسب البعد البؤري للمرآة

ب- أذكر خواص الصورة المتكونة وطولها .

ج- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلي الجسم لتنعكس علي المرآة .

ثانوية سلمان الفارسي - بنين