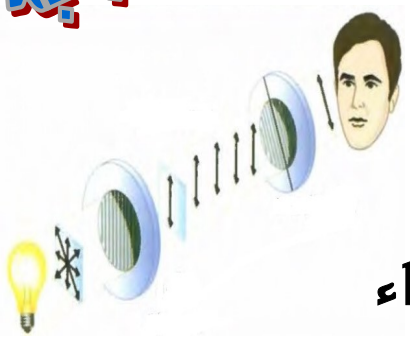
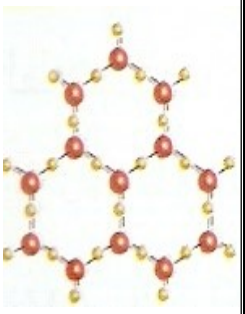
نموذج الاجابة



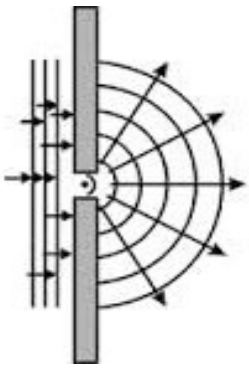
# قسم الفيزياء و الكيمياء

## دفتر المتابعة

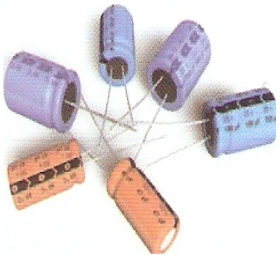


## فيزياء الصف الحادي عشر ( 11 )

## الفصل الدراسي الثاني



أسم الطالب : .....



الصف : .....

العام الدراسي : ..... / .....

## الوحدة الثانية : المادة و الحرارة

## الدرس ( 1- 1 ) : الحرارة و الاتزان الحراري

### العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية

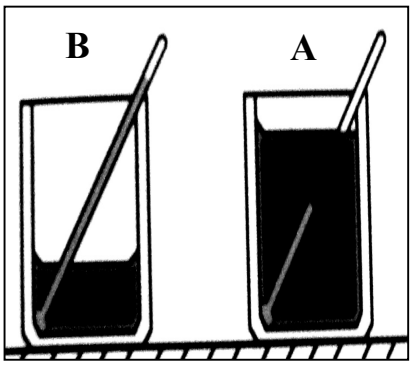
** درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد
ولا تعتبر مقياساً لـ مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات

** في الغازات المثالية تتناسب درجة الحرارة مع متوسط متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد
سواء كانت الحركة في خط مستقيم أو منحني .

| وجه المقارنة | درجة الحرارة ( T ) | الحرارة أو الطاقة الحرارية ( Q ) |
|---|---|---|
| التعريف | كمية فيزيائية تحدد مدى سخونة الجسم أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري | سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى جسم له درجة حرارة أقل |
| علاقتها بكتلة المادة | ( لا تتوقف علي كتلة المادة ) | الحرارة تتناسب طردياً مع كتلة المادة |
| ارتباطها بالطاقة الحركية | متوسط طاقة حركة للجزيء الواحد | مجموع الطاقة الحركية لكل الجزيئات |
| وحدات القياس | $(^oC)$ و $(^oF)$ و $(K)$ | $(cal)$ و $(J)$ |

**نشاط** في الشكل المقابل :

إناء (A) يحتوي علي لترين وإناء (B) يحتوي علي لتر من الماء ولهما درجة حرارة واحدة :




أ ) قارن بين كمية الطاقة الحرارية لكل منهما ؟

الطاقة الحرارية في الإناء ( A ) ضعف الطاقة الحرارية في الإناء ( B )

ب) قارن بين متوسط طاقة حركة الجزئ الواحد لكل منهما ؟

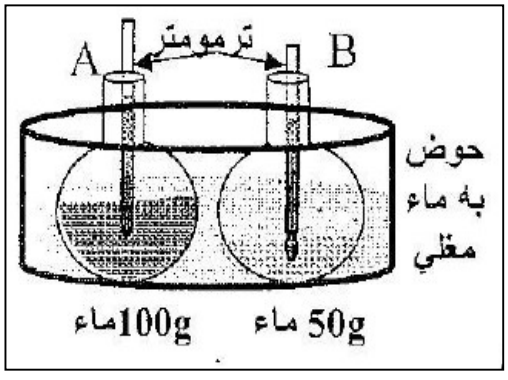
متساويان

ج) ماذا تستنتج ؟

درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء وليس مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات

---

**نشاط** في الشكل المقابل : الإناءين يكتسبان نفس القدر من الطاقة الحرارية .




أ ) أيهما ترتفع درجة حرارته أكثر ؟

الإناء ( B )

ب) بم تفسر إجابتك ؟

التغير في درجة الحرارة يتناسب عكسياً مع كتلة الجسم

أو الطاقة الحرارية تتوزع علي عدد جزئيات أقل في الإناء ( B )

## قياس درجة الحرارة

** لقياس درجة الحرارة نستخدم **الترمومتر** ويتكون من خيط سائل من **الكحول الملون** أو **الزئبق**

| التدريجات الحرارية | تدريج سلسيوس | تدريج كلفن ( مطلق ) | تدريج فهرنهايت |
|---|---|---|---|
| الرمز | $^{O}C$ | K | $^{O}F$ |
| عدد الأقسام | 100 | 100 | 180 |
| بداية التدريج ( تجمد الماء ) | 0 | 273 | 32 |
| نهاية التدريج ( غليان الماء ) | 100 | 373 | 212 |
| درجة الصفر المطلق | - 273 $^{O}C$ | 0 K | - 459.4 $^{O}F$ |
| العلاقة المستخدمة في التحويل | | $T_K = T_C + 273$ | $T_F = \frac{9}{5}T_c + 32$ |
| العلاقة بين التدريجات | $\frac{T_F - 32}{1.8} = T_K - 273 = T_C$ | | |

## الصفر المطلق

**درجة الحرارة التي تنعدم عندها الطاقة الحركية لجزيئات المادة نظرياً**

**علل :** **الطاقة الحركية للأجسام تساوي صفر عند درجة حرارة الصفر المطلق .**

**لأن جزئيات المادة تكون في حالة سكون**

** درجة الصفر المطلق يساوي **273 -** علي تدريج سلسيوس ويساوي **459.4 –** علي تدريج فهرنهايت

** درجة الصفر سلسيوس يساوي **273** علي تدريج كلفن ويساوي **32** علي تدريج فهرنهايت

** التغير علي تدريج سلسيوس **يساوي** التغير علي تدريج كلفن

** تتساوي تدريج سلسيوس مع تدريج فهرنهايت عند درجة حرارة تساوي **40 -** والتي تساوي بالكلفن **233**

** إذا كان التغير علي تدريج سلسيوس يساوي ( 25 $^{O}C$ ) فيكون التغير علي تدريج كلفن يساوي **25 K**

---

**مثال 1 :** جسم الإنسان درجة حرارته ( 37 $^{O}C$ ) . أحسب :

أ ) درجة حرارته علي تدريج كلفن : $T_K = 310$ K

ب) درجة حرارته علي تدريج فهرنهايت : $T_F = 98.6\ ^{O}F$

**مثال 2 :** جسم درجة حرارته ( 200 $^{O}F$ ) . أحسب :

أ ) درجة حرارته علي تدريج سلسيوس : $T_C = 93.3\ ^{O}C$

ب) درجة حرارته علي تدريج كلفن : $T_K = 366.3$ K

**مثال 3 :** جسم درجة حرارته ( 320 K ) . أحسب :

أ ) درجة حرارته علي تدريج سلسيوس : $T_C = 47\ ^{O}C$

ب) درجة حرارته علي تدريج فهرنهايت : $T_F = 116.6\ ^{O}F$

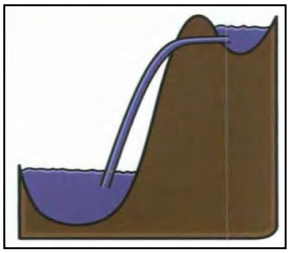
## تابع الحرارة والاتزان الحراري

### التلامس الحراري

**ماذا يحدث :** عند تلامس جسمين لفترة أحدهما ساخن والأخر بارد .

**تنتقل الحرارة من الجسم الساخن إلي الجسم البارد**

** هناك خطأ شائع أن الأجسام تحتوي علي حرارة فقط ولكنها تحتوي علي **أشكال متعددة من الطاقات**



** ينعدم انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين عند **تساوي درجة الحرارة للأجسام المتلامسة**

** لا تسري الحرارة تلقائيا من جسم **بارد** إلى جسم **ساخن** مثل الماء لا يمكنه صعود قمة التل

** يعتمد سريان الحرارة بين جسمين علي **درجة الحرارة** وليس علي **الطاقة الحرارية**

---

**نشاط** لديك مسمار حديدي درجة حرارته ($200\ ^oC$) وحوض سباحة يحوي ماء درجة حرارته ($30\ ^oC$) .

أ ) أيهما له طاقة حرارية أكبر ولماذا ؟

**الطاقة الحرارية أكبر في حمام السباحة**

**لأن الطاقة الحركية الكلية لجزيئات الماء في الحوض أكبر بكثير من الطاقة الحركية الكلية لجزيئات المسمار**

ب) ماذا يحدث لسريان الحرارة إذا تم إلقاء المسمار في حمام السباحة ؟

**تسري الحرارة من المسمار الساخن إلى الماء البارد**

ج ) ماذا تستنتج ؟

**يعتمد سريان الحرارة بين جسمين علي درجة الحرارة وليس علي الطاقة الحرارية**

---

### الاتزان الحراري

**حالة يكون فيها الأجسام المتلامسة لها نفس سرعة كل جزيء**

**أو حالة يكون فيها الأجسام المتلامسة لها نفس درجة الحرارة**

**ماذا يحدث :** عند أفراغ كوب ماء مغلي في وعاء يحتوي لتر من الماء درجة حرارته ( $212\ ^oF$ ) .

**لا تتغير درجة حرارة الوعاء لأنّ ماء الكوب والماء في الوعاء في حالة اتّزان حراري**

**علل لما يأتي :**

1- عند الإصابة بحرق خارجي طفيف ينصح بوضع موضع الحرق تحت ماء بارد أو وضع ثلج عليه .

**بسبب انتقال الحرارة من الجسم الساخن إلى الماء البارد مما يخفف الشعور بالألم**

2- عندما نستخدم الترمومتر لقياس درجة حرارة مادة معينة فإنه يجب الانتظار حتى تثبت قراءته .

**حتى يصل الترمومتر إلى حالة اتزان حراري مع الجسم وتتساوي درجة حرارتهما**

3- الترمومتر يقيس درجة حرارة نفسه .

**لأن الترمومتر يصل إلى حالة اتزان حراري مع الجسم**

4- يكون حجم الترمومتر أصغر بكثير من حجم المادة المراد قياس درجة حرارتها .

**حتى لا تؤثر الحرارة التي يمتصها الترمومتر على درجة حرارة الجسم**

5- أيا كان حجم الترمومتر الذي تقاس به درجة حرارة الهواء الجوي أو مياه البحر فإن قراءته تكون دقيقة .

**لأن كمية الحرارة التي يمتصها الترمومتر لا تؤثر على درجة حرارة الهواء أو ماء البحر**

6- عند استخدام ترمومتر في قياس قطرة من سائل ما فإن قراءته تكون غير دقيقة .

**لأن كمية الحرارة التي يمتصها الترمومتر تؤثر على درجة حرارة قطرة السائل**

7- قد تنتقل الحرارة من جسم مجموع الطاقة الحركية لجزئياته أقل الى جسم أخر مجموع الطاقة الحركية لجزيئاته أكبر

**لأن سريان الحرارة بين جسمين يعتمد علي درجة الحرارة وليس علي الطاقة الحرارية**

---

**نشاط** ثلاث أواني حيث الإناء الأول يحوي ماء دافئ والإناء الثاني يحوي ماء بارد والإناء الثالث يحوي ماء صنبور ضع يدك اليمني في الماء الدافئ ويدك اليسري في الماء البارد ثم يديك في ماء الصنبور ثم أجب :

أ ) ما إحساسك في اليد اليمني ؟ مع التفسير ؟

**تحس اليد اليمني بالبرودة لأنها تفقد حرارة**

ب) ما إحساسك في اليد اليسري ؟ مع التفسير ؟

**تحس اليد اليسري بالدفء لأنها تكتسب حرارة**

ج) ماذا تستنتج ؟

**تسري الحرارة من الجسم الساخن إلي الجسم البارد**

---

**الطاقة الداخلية** **مجموعة من الطاقات تشمل الطاقة الحركية الدورانية للجزئيات والطاقة الحركية الداخلية للذرات وطاقة الوضع بين الجزيئات**

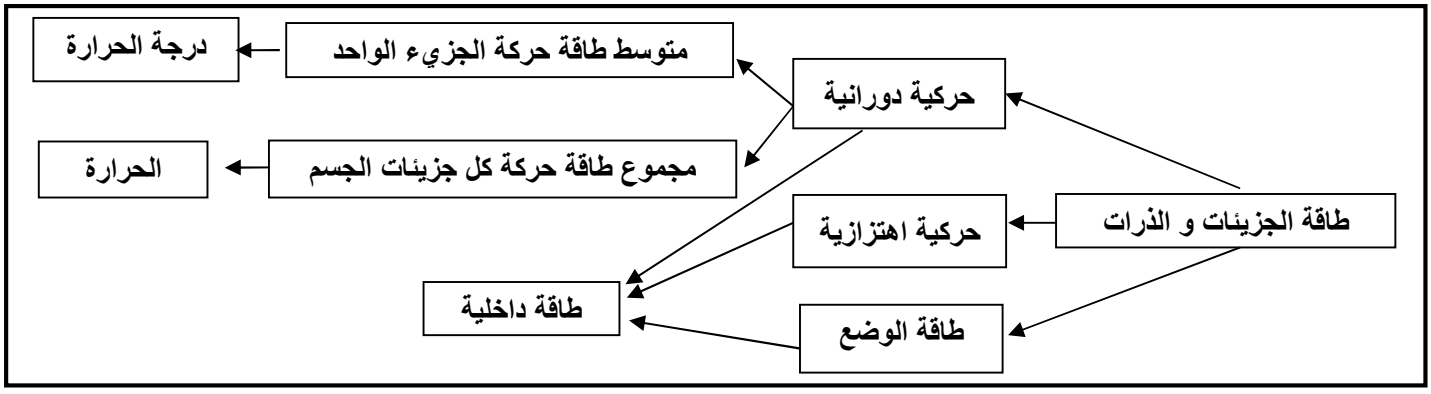
**ماذا يحدث في الحالات الآتية :**

1- عندما تمتص مادة معينة كمية من الحرارة ولم تتحول إلي حالة أخري .

**تزداد طاقة الحركة الاهتزازية للجزئيات وترتفع درجة حرارتها**

2- عندما تمتص مادة معينة كمية من الحرارة وتحولت إلي حالة أخري .

**لا تزداد طاقة الحركة الاهتزازية للجزئيات وتستخدم الطاقة المكتسبة في تحويل المادة من حالة إلى حالة أخري**



الدرس ( 1- 2 ) : **القياسات الحرارية**

| وجه المقارنة | السعر الحراري | الكيلو سعر |
|---|---|---|
| التعريف | كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس | كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس |
| الرمز | cal | K cal |
| علاقة كل منهما بالجول | Cal = 4.184 J | K cal = 4184 J |
| العلاقة بينهما | K cal = 1000 cal | |

** لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس نحتاج **4.184** جول .

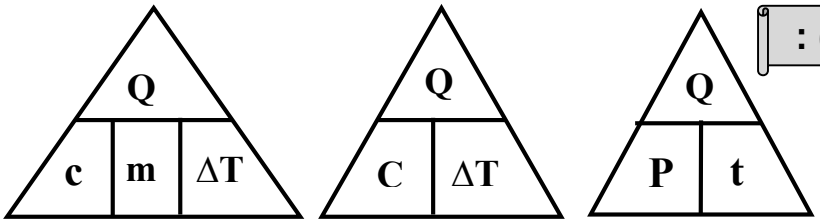
** الوحدة الدولية لقياس الحرارة هي **الجول ( J )**

** الوحدة التي تستخدم في تقدير المكافئ الحراري أو المردود الحراري للأغذية هي **السعر الحراري**

** يتم تحديد **المكافئ الحراري** بحرق كميات محددة من الأغذية والوقود وقياس كمية الحرارة الناتجة .

** جسم ما يكتسب طاقة حرارية ( 5000 J ) فتكون بالسعر تساوي **1195** وبالكيلو سعر تساوي **1.195**

**حساب الطاقة الحرارية المكتسبة والمفقودة (Q) :**




** العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الحرارية :

1- **نوع المادة وحالتها**
2- **كتلة المادة**
3- **فرق درجات الحرارة**

** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة السعة الحرارية النوعية نستخدم العلاقة $Q = c\ m\ \Delta T$

** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة السعة الحرارية نستخدم العلاقة $Q = C\ \Delta T$

** لحساب الطاقة الحرارية بدلالة القدرة الحرارية نستخدم العلاقة $Q = P\ t$

**مثال 1 :** عند تسخين ( 500 g ) من الماء ترتفع درجة حرارتها من ( $20\ ^oC$ ) إلي ( $120\ ^oC$ ) .

إذا علمت أن السعة الحرارية النوعية للماء تساوي ( 4200 J/Kg.K ) . أحسب :

أ ) الطاقة الحرارية التي تكتسبها هذه الكمية من الماء .

$$Q = c \times m \times \Delta T = 4200 \times 0.5 \times (120 - 20) = 210000\ J$$

ب) قدرة جهاز التسخين إذا استغرقت عملية التسخين زمن قدره ( 3.5 min ) .

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{210000}{3.5 \times 60} = 1000\ W$$

| وجه المقارنة | السعة الحرارية النوعية | السعة الحرارية |
|---|---|---|
| التعريف | كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من المادة درجة واحدة سلسيوس | كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها m درجة واحدة سلسيوس |
| القانون | $c = \frac{Q}{m.\Delta T}$ | $C = \frac{Q}{\Delta T}$ |
| العلاقة بينهما | $C = c \times m$ | |
| وحدة القياس | J/kg.K | J/K |
| العوامل | 1- نوع المادة 2- حالة المادة | 1- نوع المادة وحالتها 2- كتلة المادة |

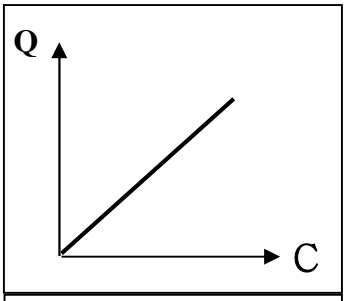
**ما المقصود بكل من :**

**1- السعة الحرارية النوعية للماء = 4200 J/Kg.K**

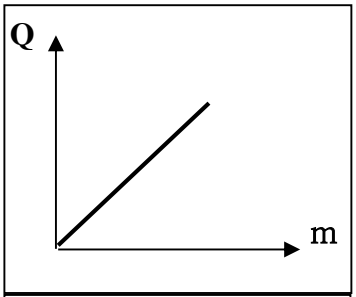
**كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من المادة درجة واحدة سلسيوس** 4200 J

**2- السعة الحرارية لجسم = 200 J/K**

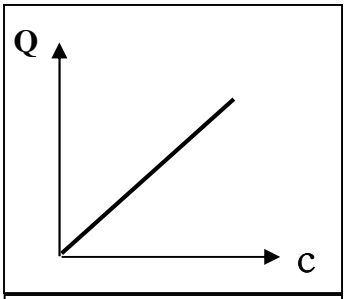
**كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها m درجة واحدة سلسيوس** 200 J




**الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة وفرق درجات الحرارة عند ثبات باقي العوامل**



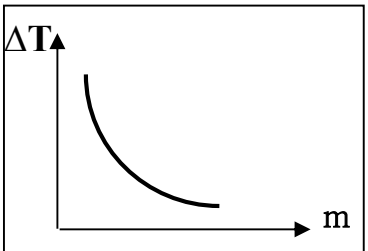

**الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة وكتلة المادة عند ثبات باقي العوامل**



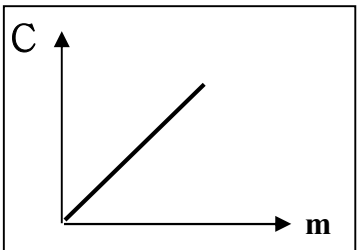

**الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة والسعة الحرارية النوعية لعدة مواد مختلفة**



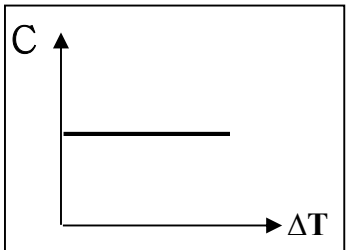

**الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة والسعة الحرارية لعدة مواد مختلفة**



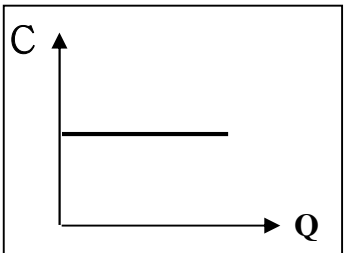

**فرق درجات الحرارة وكتلة المادة عند ثبات الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة**



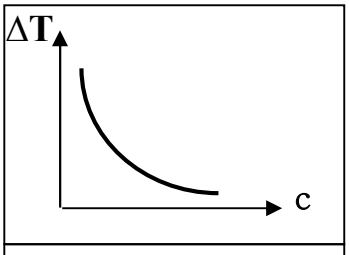

**السعة الحرارية وكتلة المادة لنفس المادة**



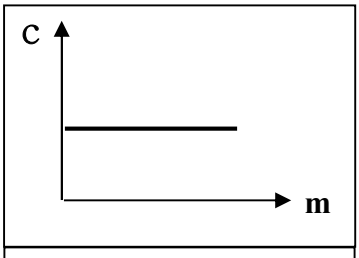

**السعة الحرارية وفرق درجات الحرارة عند ثبات كتلة المادة**



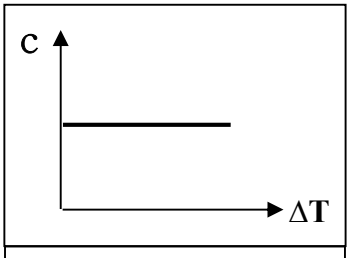

**السعة الحرارية والطاقة الحرارية عند ثبات كتلة المادة**



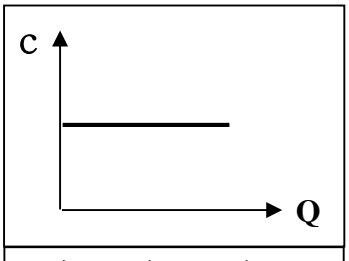

**فرق درجات الحرارة والسعة الحرارية النوعية لعدة مواد**




**السعة الحرارية النوعية وكتلة المادة لنفس المادة**




**السعة الحرارية النوعية وفرق درجات الحرارة لنفس المادة**




**السعة الحرارية النوعية والطاقة الحرارية لنفس المادة**

## تابع القياسات الحرارية

**علل لما يأتي :**

**1- يمكن اعتبار أن السعة الحرارية النوعية هي قصور ذاتي حراري .**

**لأنها تعبر عن ممانعة الجسم للتغير في درجة حرارته**

**2- تستطيع إزالة غطاء الألومنيوم عن صينية الطعام بإصبعك ولكن لا تستطيع لمس الطعام الموجود فيها .**

**لأن الطاقة الحرارية المختزنة في الطعام أكبر لأن السعة الحرارية النوعية للطعام أكبر**

**3- البصل المطهو لا يمكن أكله فورا لسخونته الشديدة في حين أن البطاطا المطهوة يمكن أكلها فور طهوها .**

**لأن الطاقة الحرارية المختزنة في البصل أكبر لأن السعة الحرارية النوعية للبصل أكبر**

**4- يحتاج جرام الماء إلى سعر واحد لرفع درجة حرارته درجة سلسيوس بينما يحتاج جرام الحديد إلى $\frac{1}{8}$ هذه الكمية أو تمتص كتلة من الماء كمية من الطاقة أكبر من التي تمتصها كتلة مساوية من الحديد لترتفع نفس درجة الحرارة**

**لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويختزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء**

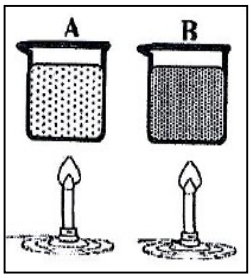
**5- يعتبر الماء سائلا مثاليا للتبريد والتسخين أو يستخدم الأجداد زجاجات الماء الحارة لتدفئة أقدامهم في أيام الشتاء**

**لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويختزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء**

**6- لا تعانى المدن القريبة من البحار من فرق كبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار على عكس المدن الصحراوية أو حدوث نسيم البحر ونسيم البر .**

**لأن السعه الحرارية النوعية للماء عالية وبالتالي في النهار تسخن اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر فيرتفع الهواء الساخن فوق اليابسة ويحل مكانه هواء بارد من البحر وفي الليل تبرد اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر فيرتفع الهواء الساخن فوق البحر و يحل مكانه هواء بارد قادم من اليابسة**

---




**نشاط** مادتين لهما نفس الكتلة و نفس درجة الحرارة الابتدائية سخنتا بنفس المصدر لمدة خمس دقائق أصبحت درجة حرارة المادة ( A ) ($40\ ^oC$) والمادة ( B ) ($25\ ^oC$) . أجب :

أ ) أيهما أكتسب طاقة حرارية أكبر : **متساويان** وأيهما له أقل سعة حرارية نوعية : **المادة A**

ب) التفسير : **المادة التي لها سعة حرارية نوعية أقل تسخن بسرعة وتبرد بسرعة**

---

**المسعر الحراري** **جهاز يعزل الداخل عن الوسط المحيط ويسمح بتبادل الحرارة بين مادتين أو أكثر داخله** ( **نظام معزول** )

** وظيفة المسعر الحراري هي **قياس السعة الحرارية النوعية للمادة**

---

**قانون التبادل الحراري** **مجموع الحرارة المتبادلة بين مكونات الخليط تساوي صفر** $\sum Q = 0$

** عندما تكون درجة الحرارة الابتدائية أقل من النهائية ( $T_2 > T_1$ ) فأن المادة **تكتسب** حرارة . ( Q موجبة )

** عندما تكون درجة الحرارة الابتدائية أكبر من النهائية ( $T_2 < T_1$ ) فأن المادة **تفقد** حرارة . ( Q سالبة )

**مثال 2 :** أكتسب ( 1 ) لتر من الماء كمية من الطاقة الحرارية فارتفعت حرارته إلي ( 10 $^{O}C$ ) كم يكون الارتفاع في درجة حرارة ( 2 ) لتر من الماء عندما يكتسب الكمية نفسها من الحرارة .

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{m_1}{m_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta T_2}{10} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \Delta T_2 = 5 \ ^{o}C$$

**مثال 3 :** تسخن قطعة من النحاس كتلتها ( 25 g ) ثم توضع في مسعر حراري من النحاس كتلته ( 0.5 Kg ) يحتوي علي ( 75 g ) من الماء ترتفع حرارة الماء من ( 20 $^{O}C$ ) إلي ( 25 $^{O}C$ ) . أحسب درجة الحرارة الابتدائية لقطعة النحاس قبل إدخالها المسعر حيث السعة الحرارية النوعية للماء ( 4180 J/Kg.K ) وللنحاس ( 390 J/Kg.K ) .

| | الماء ( $Q_1$ ) | مسعر النحاس ( $Q_2$ ) | قطعة النحاس ( $Q_3$ ) |
|---|---|---|---|
| الكتلة m ( kg ) | 0.075 | 0.5 | 0.025 |
| السعة الحرارية النوعية C ( J / kg . K ) | 4180 | 390 | 390 |
| التغير في درجة الحرارة $\Delta T$ ( K ) | ( 25 – 20 ) | ( 25 – 20 ) | ( 25 – $T_1$ ) |
| كمية الحرارة $Q = m.c.\Delta T$ ( J ) | $Q_1 = 1567.5$ | $Q_2 = 975$ | $Q_3 = 9.75\ (25 - T_1)$ |
| الاتزان الحراري $\sum Q = 0$ | $Q_3 + Q_2 + Q_1 = 0$<br>$9.75\ (25 - T_1) + 975 + 1567.5 = 0$<br>$T_1 = 285.7\ ^{0}C$ | | |

**مثال 4 :** سخنت قطع من الألومنيوم كتلته ( 500 g ) إلى ( 80 $^{O}C$ ) ثم وضعت داخل المسعر يحتوى على ( 400 g ) من الماء درجة حرارته ( 40 $^{O}C$ ) . ثم أضيف إليها قطعة من الزجاج درجة حرارتها ( 20 $^{O}C$ ) وكتلتها ( 300 g ) إذا علمت أن ( $C_{AL}$ = 900 J/Kg.K ) ( $C_W$ = 4200 J/Kg.K ) ( $C_g$ = 850 J/Kg.K ) .

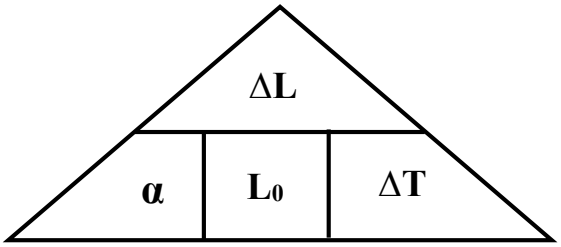
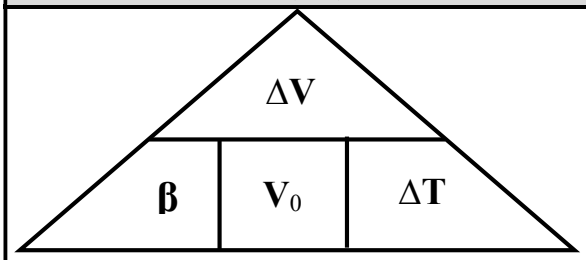
أحسب درجة الحرارة النهائية للماء ( درجة حرارة الخليط )

| | الألومنيوم ( $Q_1$ ) | الزجاج ( $Q_2$ ) | الماء ( $Q_3$ ) |
|---|---|---|---|
| الكتلة m ( kg ) | 0.5 | 0.3 | 0.4 |
| السعة الحرارية النوعية C ( J / kg . K ) | 900 | 850 | 4200 |
| التغير في درجة الحرارة $\Delta T$ ( K ) | ( $T_F$ – 80 ) | ( $T_F$ – 20 ) | ( $T_F$ – 40 ) |
| كمية الحرارة $Q = m.c.\Delta T$ ( J ) | 450 ( $T_F$ – 80 ) | 255 ( $T_F$ – 20 ) | 1680 ( $T_F$ – 40 ) |
| الاتزان الحراري $\sum Q = 0$ | $Q_3 + Q_2 + Q_1 = 0$<br>$1680(T_F - 40) + 255(T_F - 20) + 450(T_F - 80) = 0$<br>$T_F = 45.4\ ^{o}C$ | | |

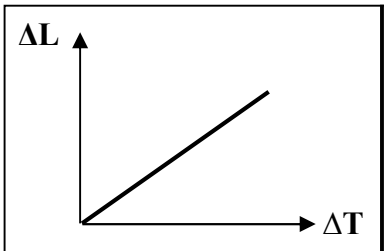
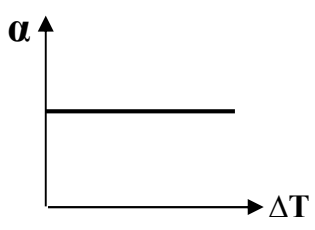
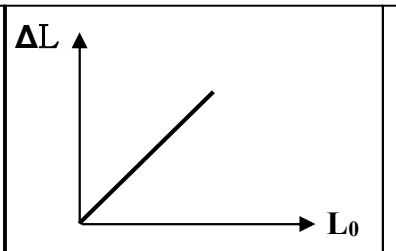
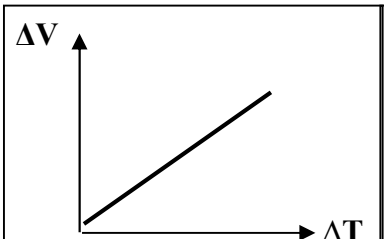
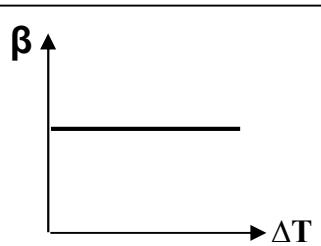
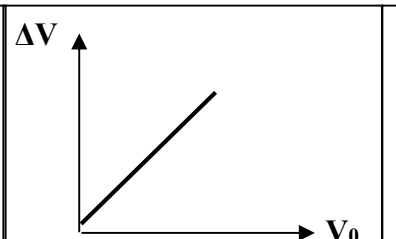
**مثال تطبيقي :** وضع ( 250 g ) من الماء عند درجة حرارة ( 10 $^{O}C$ ) داخل مسعر حراري ثم أضيف إليه قطعة من النحاس كتلتها ( 50 g ) ودرجة حرارتها ( 80 $^{O}C$ ) وقطعة من معدن كتلتها ( 70 g ) ودرجة حرارتها ( 100 $^{O}C$ ) ووصل النظام كله إلي الاتزان الحراري فتكون درجة حرارته ( 20 $^{O}C$ ) بإهمال السعة الحرارية النوعية للمسعر . فإذا كانت السعة الحرارية النوعية للماء ( 4180 J/Kg.K ) والسعة الحرارية النوعية للنحاس ( 390 J/Kg.K ) أحسب السعة الحرارية النوعية للمعدن . ( $C_3 = 1657$ J/Kg.K )

الدرس ( 1- 3 ): **التمدد الحراري**

**التمدد الحراري** **تغير أبعاد المادة بتغير درجة الحرارة**

| وجه المقارنة | التمدد الطولي في الأجسام الصلبة | التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة |
|---|---|---|
| القانون |  $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ |  $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$ |
| العوامل | 1- نوع المادة<br>2- الطول الأصلي<br>3- فرق درجات الحرارة | 1- نوع المادة<br>2- الحجم الأصلي<br>3- فرق درجات الحرارة |

| وجه المقارنة | معامل التمدد الطولي ( الخطي ) | معامل التمدد الحجمي |
|---|---|---|
| التعريف | التغير في وحدة الأطوال عند تغير درجة الحرارة درجة واحدة سيلسيوس | التغير في وحدة الأحجام عند تغير درجة الحرارة درجة واحدة سيلسيوس |
| القانون | $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$ | $\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$ |
| العوامل | نوع المادة | نوع المادة |
| وحدة القياس | $1/^0C$ | $1/^0C$ |
| العلاقة بينهما | $\alpha = \frac{\beta}{3}$ | $\beta = 3\alpha$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| معامل التمدد الطولي والطول الأصلي | معامل التمدد الطولي وفرق درجات الحرارة | مقدار التمدد الطولي والطول الأصلي | مقدار التمدد الطولي وفرق درجات الحرارة |
|  |  |  |  |
| معامل التمدد الحجمي والحجم الأصلي | معامل التمدد الحجمي وفرق درجات الحرارة | مقدار التمدد الحجمي والحجم لأصلي | مقدار التمدد الحجمي وفرق درجات الحرارة |

| | |
|---|---|
| حساب الطول بعد التمدد أو الانكماش $L_1 = L_0 + \Delta L$ | حساب الحجم بعد التمدد أو الانكماش $V_1 = V_0 + \Delta V$ |
| حساب الحجم الأصلي للمكعب $V_o = (L)^3$ | حساب الحجم الأصلي للكرة $V_o = \frac{4}{3}\pi.R^3$ |
| حساب الحجم الأصلي ( $V_0$ ) بدلالة الكثافة ( $\rho$ ) $V_0 = \frac{m}{\rho}$ | |

**علل لما يأتي :**

**1- تتمدد جميع المواد سواء كانت مواد صلبة أو سائلة أو غازية عند تسخينها وتنكمش عند تبريدها .**
**لأن عند ارتفاع درجة حرارة الجسم تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتباعد الجزيئات عن بعضها وعند انخفاض درجة حرارة الجسم تقل الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتقارب الجزيئات عن بعضها**

**2- محركات السيارات المصنوعة من الألومنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد .**
**للسماح بالتمدد الكبير للألمونيوم لأن معامل تمدده أكبر**

**3- بعض أنواع الزجاج تقاوم التغير في درجة حرارتها مثل زجاج الأفران ومرايا التلسكوبات الكبيرة .**
**لأنه معامل التمدد الطولي له صغير جداً فلا يتأثر بالحرارة**

**4- عند رصف الطرق يجب أن تترك بين أجزاء الإسفلت فواصل تملأ بمادة قابلة للانضغاط مثل القار .**
**حتى لا تتكسر طبقات الإسفلت نتيجة التمدد أو الانكماش الناتجين عن انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة خلال الليل والنهار أو الشتاء والصيف**

**5- أطباء الأسنان يراعون استخدام حشوه الأسنان لها نفس معامل تمدد مثل مادة مينا الأسنان عند حشو الأسنان .**
**حتى لا تنكسر الأسنان عند التمدد أو الانكماش عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة**

**6- يراعي عند إنشاء الجسور الطويلة مصنوعة من الصلب يثبت أحدي طرفيها ويرتكز الطرف الأخر علي ركائز دوارة**
**حتى لا تنكسر الجسور وتسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف**

**7- تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف .**
**حتى لا تنقطع الأسلاك عند التمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف**

**8- يراعي عند إنشاء قضبان السكك الحديدية ترك فراغات بينها .**
**حتى لا تنكسر قضبان السكك الحديدية وتسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف**

---

**مثال 1 : كرة من الحديد كتلتها ( 0.1 kg ) وحجمها ( 100 $cm^3$ ) ودرجة حرارتها ( 28 °C ) وسخنت الكرة وأصبحت درجة حرارتها ( 88 °C ) . حيث $C_w = 4180\,J/Kg.K$ - $\alpha = 1.18\times10^{-5}/°C$ . أحسب :**

أ ) الزيادة في حجم الكرة .

$$\beta = 3\alpha = 3\times1.18\times10^{-5} = 3.54\times10^{-5}\ /^{O}C$$

$$\Delta V = \beta.V_0.\Delta T = (3.54\times10^{-5})\times100\times(88-28) = 0.2124\ \ cm^3$$

ب) ألقيت كرة الحديد في درجة ( 88 °C ) في ماء كتلته ( 0.4 Kg ) ودرجة حرارته ( 10 °C ) وعند حدوث الاتزان الحراري أصبحت درجة حرارة الخليط ( 12 °C ) . أحسب السعة الحرارية النوعية للحديد .

$$\sum Q = 0 \ \Rightarrow\ (cm\,\Delta T)_{Fe} + (cm\,\Delta T)_W = 0$$

$$[c\times0.1\times(12-88)] + [4180\times0.4\times(12-10)] = 0 \ \Rightarrow\ c = 440\ \ J/Kg.K$$

## تطبيقات على التمدد الحراري

**مثال 2 : ساق من النحاس طوله ( 5 m ) ترتفع درجة حرارته بمقدار ( 20 $^{O}$C ) علماً بأن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي ( 17 x 10$^{-6}$ 1/$^{O}$C ) . أحسب : أ ) مقدار التمدد الطولي في الساق .**

$$\Delta L = \alpha\ L_0\ \Delta T = 17 \times 10^{-6} \times 5 \times 20 = 1.7 \times 10^{-3}\ \text{m}$$

**ب) طول الساق بعد التمدد .**

$$L_1 = L_0 + \Delta L = 5 + 1.7 \times 10^{-3} = 5.0017\ \text{m}$$

**مثال 3 : قضيب من الفولاذ طوله ( 12 m ) يتمدد بمقدار ( 2.35 mm ) عندما ترتفع درجة حرارته بمقدار ( 15 $^{O}$C ) . أحسب معامل التمدد الطولي للفولاذ .**

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T} = \frac{2.35 \times 10^{-3}}{12 \times 15} = 1.3 \times 10^{-5}\ \ 1/^{\circ}\text{C}$$

**مثال 4 : يتمدد الصلب طوليا بمعدل جزء لكل ( 100000 ) جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة . كم تبلغ الزيادة في طول جسر من الصلب طوله ( 1.5 km ) عند رفع درجة حرارته بمقدار ( 20 $^{O}$C ) .**

$$\Delta L = \alpha\ L_0\ \Delta T = \frac{1}{100000} \times 1500\ \times 20 = 0.3\ \text{m}$$

**مثال 5 : استخدمت مسطرة درجت فى درجة ( 10 $^{0}$C ) من الألومنيوم لقياس طول ساق معدني عند درجة ( 90 $^{0}$C ) فوجد إنها تساوى ( 120 cm ) فإذا علمت أن $(\alpha = 23 \times 10^{-6}\ /^{0}C)$ . أحسب الطول الحقيقي لها**

$$L_1 = L_O + \Delta L = L_O + (\alpha . L_0 . \Delta T)$$

$$120 = L_O + (23 \times 10^{-6} \times L_0 \times 90) \Rightarrow\ L_0 = 119.75\ \text{m}$$

**مثال 6 : مكعب من الحديد حجمه ( 100 cm$^3$ ) ترتفع درجة حرارته من ( 20 $^{O}$C ) إلي ( 1000 $^{O}$C ) فتمدد حجمه بمقدار ( 3.3 cm$^3$ ) . أحسب :**

**أ ) معامل التمدد الحجمي للحديد .**

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T} = \frac{3.3}{100 \times 980} = 3.36 \times 10^{-5}\ \ 1/^{\circ}\text{C}$$

**ب) معامل التمدد الطولي للحديد .**

$$\alpha = \frac{\beta}{3} = \frac{3.3 \times 10^{-5}}{3} = 1.12 \times 10^{-5}\ \ 1/^{\circ}\text{C}$$

**مثال 7 : كرة معدنية قطرها ( 0.8 m ) عند درجة حرارة ( 85 $^{O}$C ) فانخفضت درجة حرارتها إلي ( 5 $^{O}$C ) إذا علمت أن معامل التمدد الحجمي له ( 33 x 10$^{-6}$ / $^{O}$C ) . أحسب :**

**أ ) مقدار الانكماش في حجم الكرة .**

$$V_o = \frac{4}{3}\pi . R^3 = \frac{4}{3}\pi \times 0.4^3 = 0.267\ \text{m}^3$$

$$\Delta V = \beta\ V_0\ \Delta T = 33 \times 10^{-6} \times 0.267 \times (5 - 85) = -7 \times 10^{-4}\ \text{m}^3$$

**ب) حجم الكرة بعد الانكماش .**

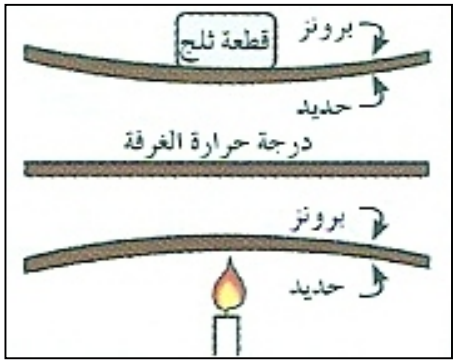
$$V_1 = V_0 + \Delta V = 0.267 + (-7 \times 10^{-4}) = 0.266\ \ \text{m}^3$$

**المزدوجة الحرارية** شريطين ملتحمين من مادتين متساويين في الإبعاد ومختلفين في معامل التمدد الطولي

**علل :** وجود فرق في تمدد البرونز والحديد في المزدوجة الحرارية .

**لأن معامل التمدد الطولي للبرونز اكبر من معامل التمدد الطولي للحديد فيتمدد كل منهما بنسب مختلفة**

---




**نشاط** في الشكل : مزدوجة حرارية تتكون من البرونز والحديد .

أ ) ماذا يحدث عند تسخين المزدوجة الحرارية التي تتكون من البرونز والحديد ؟

**تنحني جهة الحديد**

ب) ماذا يحدث عند تبريد المزدوجة الحرارية التي تتكون من البرونز والحديد ؟

**تنحني جهة البرونز**

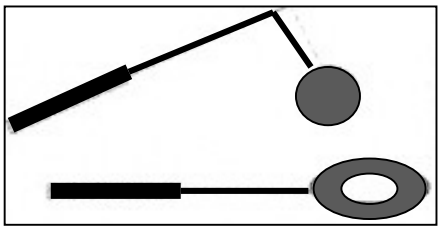
ج) بم تفسر ما حدث ؟

**معامل التمدد الطولي للبرونز اكبر من معامل التمدد الطولي للحديد فيتمدد وينكمش البرونز أسرع**

د) أذكر بعض التطبيقات العملية للمزدوجة الحرارية ؟

**الترموستات ( منظم الحرارة ) في أجهزة التبريد والسخان الكهربي - الصمامات - المفتاح الكهربائي**

---



**نشاط** في الشكل المقابل : تجربة الكرة والحلقة .

أ ) ماذا يحدث عند إدخال الكرة في الحلقة عند درجة حرارة الغرفة ؟

**تدخل الكرة في الحلقة بسهولة**

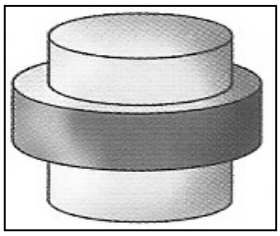
ب) ماذا يحدث عند إدخال الكرة في الحلقة بعد تسخين الكرة ؟

**لا تدخل الكرة في الحلقة**

ج) بم تفسر ما حدث ؟

**لأن حجم الكرة أصبح أكبر من قطر الحلقة ونستنتج أن الكرة تمددت في جميع الاتجاهات**

---



**نشاط** في الشكل حلقة من الحديد الصلب الساخن تثبت حول اسطوانة من البرونز .

أ ) ماذا تسمي هذه الطريقة ؟

**التثبيت بالتقلص أو التثبيت بالانكماش**

ب) أشرح كيفية حدوث هذه الطريقة ؟

**يتمدد الحديد عند تسخينه حول أسطوانة البرونز وعندما يبرد الحديد ينكمش فيستحيل نزع الأسطوانة**

ج) بم تفسر صعوبة نزع الحلقة بتسخينها مجددا ؟

**لأنّ تسخينها يترافق مع تسخين أسطوانة البرونز فتتمدّد هي أيضًا بمقدار أكبر**

د) ماذا تستنتج منها فيما يخص تمدد الحديد والبرونز ؟

**البرونز يتمدّد بمقدار أكبر من مقدار تمدد الحديد**

---

**فكر** ماذا تفعل لكي تفتح غطاء معدني لإناء زجاجي يصعب عليك فتحه باليد ؟ مع التفسير ؟

أ ) الحدث : **يوضع الإناء تحت ماء ساخن**

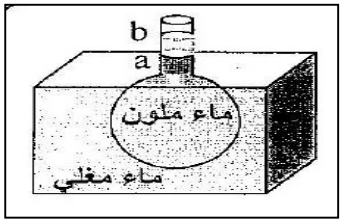
ب) التفسير : **الغطاء المعدني يتمدد ويزداد حجمه أسرع من الزجاج وبالتالي يسهل فتح الغطاء**

## تمدد السوائل

**علل :** تتمدد السوائل بمقدار أكبر من تمدد المواد الصلبة .

**لأن جزيئات السائل أكثر حرية في التحرك من جزيئات المادة الصلبة فتتباعد هذه الجزيئات عن بعضها مسافات أكبر من المسافات التي تتباعدها جزيئات المواد الصلبة**

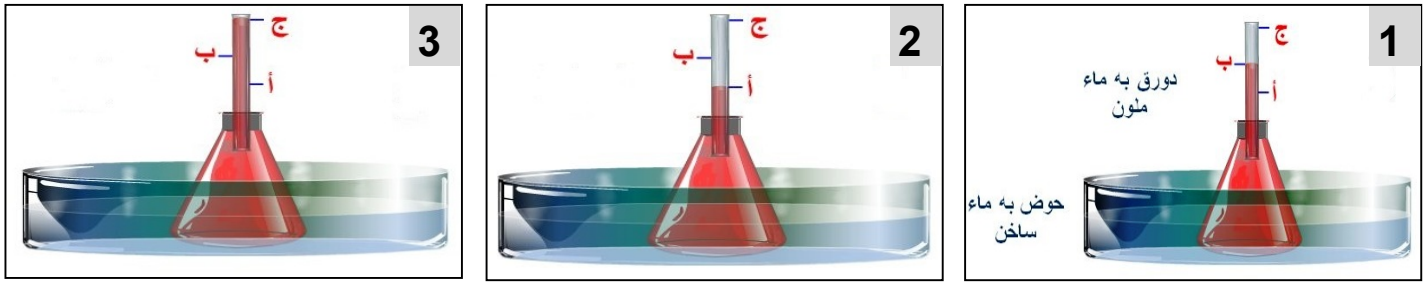
**نشاط** الشكل المقابل يوضح دورق زجاجي مملوء بالماء الملون في درجة حرارة الغرفة تم وضع الدورق في حوض به ماء مغلي .

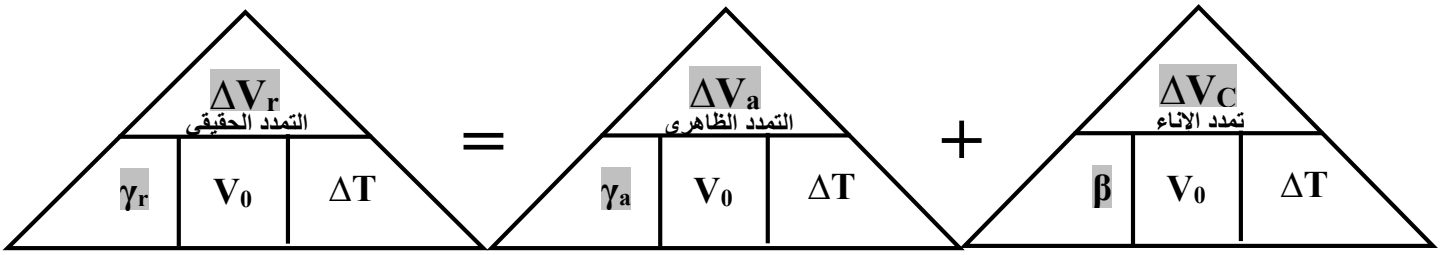



**أ ) الحدث : مستوى الماء الملون يهبط قليلا ثم يرتفع مرة أخري**

**ب) التفسير : يحدث تمدد للإناء أولا فينخفض السائل ثم يرتفع السائل نتيجة تمدد السائل**

**ج) الاستنتاج : التمدد الحقيقي للسائل يساوي مجموع التمدد الظاهري للسائل وتمدد الإناء**




| وجه المقارنة | التمدد الظاهري للسائل | التمدد الحقيقي للسائل |
|---|---|---|
| التعريف | تمدد السائل عندما الإناء لم يتمدد | مجموع التمدد الظاهري وتمدد الإناء |
| القانون | $\Delta V_a = \gamma_a \times V_0 \times \Delta T$ | $\Delta V_r = \gamma_r \times V_0 \times \Delta T$ |
| العوامل | 1- نوع السائل و نوع مادة الإناء<br>2- الحجم الأصلي للسائل<br>3- فرق درجات الحرارة | 1- نوع السائل<br>2- الحجم الأصلي للسائل<br>3- فرق درجات الحرارة |
| العلاقة بينهما | $\Delta V_r = \Delta V_a + \Delta V_C$ | |

| وجه المقارنة | معامل التمدد الظاهري | معامل التمدد الحقيقي |
|---|---|---|
| القانون | $\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \cdot \Delta T}$ | $\gamma_r = \frac{\Delta V_r}{V_0 \cdot \Delta T}$ |
| العوامل | نوع السائل – نوع مادة الإناء | نوع السائل فقط |
| وحدة القياس | $1/^0C$ | $1/^0C$ |
| المقدار | متغير حسب نوع مادة الإناء | ثابت ( لا يتغير ) |
| العلاقة بينهما | $\gamma_r = \gamma_a + \beta$ | |

**مثال 1 :** تمت تعبئة خزان من الألومنيوم سعته ( 10 L ) من البنزين عند درجة حرارة ( 5 $^{o}C$ ) ثم تم تسخين هذا الخزان حتى وصلت درجة حرارته إلي ( 80 $^{o}C$ ) ومعامل التمدد الحقيقي للبنزين هو ( 121 x $10^{-5}$ $^{o}C^{-1}$ ) ومعامل التمدد الطولي للألومنيوم هو ( 23 x $10^{-6}$ $^{o}C^{-1}$ ) . أحسب :

$$\beta = 3 \times \alpha = 3 \times 23 \times 10^{-6} = 69 \times 10^{-6} \ 1/^{o}C$$

أ ) مقدار التمدد الحجمي في الألومنيوم .

$$\Delta V_C = \beta \times V_0 \times \Delta T = 69 \times 10^{-6} \times 10 \times 75 = 0.05 \ L$$

ب) مقدار التمدد الحقيقي في البنزين .

$$\Delta V_r = \gamma_r \times V_0 \times \Delta T = 121 \times 10^{-5} \times 10 \times 75 = 0.9 \ L$$

ج) معامل التمدد الظاهري للبنزين .

$$\gamma_a = \gamma_r - \beta = (121 \times 10^{-5}) - (23 \times 10^{-6}) = 1.141 \times 10^{-3} \ /^{o}C$$

د) كمية البنزين التي سوف تفيض .

$$\Delta V_a = \gamma_a \times V_0 \times \Delta T = 1.141 \times 10^{-3} \times 10 \times 75 = 0.85 \ L$$

**مثال 2 :** إناء حجمه ( 50 $cm^3$ ) يحتوي على ( 46 $cm^3$ ) من الزيت عند درجة ( 5 $c^o$ ) . علما أن معامل التمدد الحقيقي للزيت ( 0.93 x $10^{-3}$ $/^{o}c$ ) ومعامل التمدد الحجمي للزجاج ( 25 x $10^{-6}$ $/^{o}c$ ) أحسب :

أ ) معامل التمدد الظاهري للزيت .

$$\gamma_a = \gamma_a - \beta = 0.93 \times 10^{-3} - 25 \times 10^{-6} = 9 \times 10^{-4} \ /^{o}C$$

ب) درجة الحرارة النهائية التي عندها يملأ الزيت الإناء .

$$\Delta T = \frac{\Delta V_a}{\gamma_a . V_0} = \frac{(50 - 46)}{9 \times 10^{-4} \times 46} = 96.6 \ ^{o}C$$

$$T_f = T_i + \Delta T = 5 + 96.6 = 101.6 \ ^{o}C$$

**مثال 3 :** إذا كانت كثافة الزئبق هي ( 13.6 $g/cm^3$ ) عند درجة حرارة ( 15 $^{o}C$ ) تم تسخينه إلي درجة حرارة ( 115 $^{o}C$ ) حيث معامل التمدد الحقيقي للزئبق هو ( 18 x $10^{-5}$ $^{o}C^{-1}$ ) . أحسب :

أ ) حجم ( 600 g ) من الزئبق قبل التسخين .

$$V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{0.6}{13.6 \times 1000} = 4.41 \times 10^{-5} \ m^3$$

ب) حجم الزئبق بعد التسخين .

$$\Delta V_r = \gamma_r \times V_0 \times \Delta T = 18 \times 10^{-5} \times 4.41 \times 10^{-5} \times 100 = 7.92 \times 10^{-7} \ m^3$$

$$V_1 = V_0 + \Delta V = 4.41 \times 10^{-5} + 7.92 \times 10^{-7} = 4.48 \times 10^{-5} \ m^3$$

**مثال تطبيقي :** يرتفع الزئبق داخل أنبوب شعري في ترمومتر من ( 3 $mm^3$ ) إلي ( 3.0017 $mm^3$ ) حين ترتفع درجة حرارته من ( 36 $^{o}C$ ) إلي ( 39 $^{o}C$ ) . أحسب معامل التمدد الحقيقي للزئبق . ( $\gamma_r = 1.88 \times 10^{-4} \ /^{o}C$ )

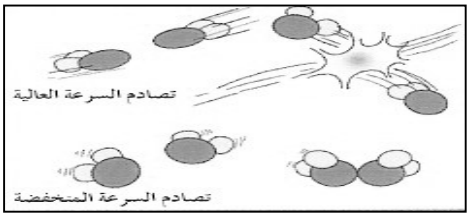
الدرس ( 2- 1 ) : **التبخر و التكثف**

| | التبخر | التكثف |
|---|---|---|
| التعريف | عملية تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند ارتفاع درجة الحرارة | عملية تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عند انخفاض درجة الحرارة |

| | السحب | الضباب |
|---|---|---|
| التعريف | جزئيات بخار ماء تكثفت على جسيمات الغبار الموجودة في الجو | سحاب يتكون بالقرب من الأرض ويظهر في المناطق الرطبة |

**علل لما يأتى :**

**1- فرصة التصاق جزئيات بخار الماء بطيئة السرعة تكون سائلاً أفضل من فرصة الجزئيات ذات السرعة العالية .**




**لأن عند حركة جزيئات البخار بشكل سريع في الهواء الحار ترتد مبتعدة عن بعضها وتبقي في الحالة الغازية**

**2- تزداد فرصة التكثف في الهواء عند درجات حرارة منخفضة .**

**لأن عندما تتصادم الجزيئات عند الحرارة المنخفضة تلتصق ببعضها البعض وتتكثف**

**3- عندما يبرد الهواء الساخن المتصاعد لأعلى تتكون السحب .**

**لأن تتكثف جزيئات بخار الماء على جسيمات الغبار الموجودة في الجو فتتكون السحب**

**4- التبخر له تأثير التبريد .**

**لأن الطاقة الحركية للجزيئات الموجودة على السطح تزيد عن الطاقة الحركية للجسيمات المتبقية في السائل**

**5- يعتبر التكثف عملية تدفئة .**

**لأن الطاقة الحركية المفقودة خلال تكثف جزيئات الغاز تتحول إلى طاقة حرارية تقوم بتدفئة السطح**

**6- يتبخر أي سائل عند ارتفاع درجة حرارته إلي درجة معينة .**

**بسبب زيادة طاقة حركة الجزئيات وتتفكك قوي الترابط بين الجزئيات وتتمكن الجزئيات السطحية من الهروب**

**7- تكون قطرات الماء علي جدران الكوب الخارجي أو حدوث عملية تكثف .**

**بسبب اصطدام جزيئات بخار الماء مع جزيئات بطيئة الحركة موجودة على سطح الكوب فتفقد الطاقة الحركية**

**8- يتبخر الكحول أسرع من الماء .**

**لأن جزئيات الكحول تمتلك قوى تجاذب ضعيفة**

**9- الحروق الناتجة عن بخار الماء أكثر ضرراً من الحروق الناتجة عن الماء المغلي عند نفس درجة الحرارة .**

**لان البخار يفقد الطاقة عندما يتكثف إلى ماء علي الجلد أو البخار يمتلك طاقة داخلية اكبر من الماء**

**10- يشعر الشخص المتعرق بالانتعاش في جو جاف أكثر منه في جو رطب .**

**وجود الكثير من جزيئات الماء في الهواء ولذلك تواجه جزيئات الماء على سطح الجسم المتعرق صعوبة في التبخر**

**11- تشعر بقشعريرة بعد الانتهاء من الاستحمام .**

**بسبب حدوث عملية التبخر بسرعة أو الرطوبة المتبخرة أكبر من الرطوبة المتكثفة على الجلد**

**12- لا تشعر بقشعريرة إذا قمت بتجفيف جسمك داخل الحمام بعد الانتهاء من الاستحمام .**

**بسبب تساوي الرطوبة المتكثفة على الجلد مع الرطوبة المتبخرة فلن يشعر الشخص بأي تغير في درجة الحرارة**

**13- يكون السائل في حالة اتزان عندما تحدث عمليتي التبخر والتكثف بمعدلات متساوية .**

**الجزيئات والطاقة التي تتحرر من السائل في عملية التبخر تساوي الجزيئات والطاقة العائدة في عملية التكثيف**

**14- لا تتغير درجة حرارة الجسم اثر التبريد الذي يرافق عملية التبخير .**

**لأن تتساوى الرطوبة المتكثفة على الجلد مع الرطوبة المتبخرة**

**15- زيادة الضغط على سطح السائل يقلل من سرعة تبخر السائل .**

**لأن زيادة الضغط على السائل يؤدي إلى تكثف الجزيئات المتبخرة إلى السائل مرة أخرى**

**16- تزداد سرعة التبخر بزيادة مساحة سطح السائل .**

**لأن زيادة السطح تجلب عدد أكبر من الجزيئات ذات الطاقة العالية إلى السطح مما يمكنها من الانفلات**

**ماذا يحدث فى الحالات الآتية :**

**1- إذا زاد التبخر عن التكثف .**

**يبرد السائل**

**2- إذا زاد التكثف عن التبخر .**

**يسخن السائل**

**3- عندما تتساوى الرطوبة المتكثفة على الجلد مع الرطوبة المتبخرة .**

**لا تتغير درجة حرارة الجسم**

**4- اصطدام جزيئات بخار الماء مع جزيئات بطيئة الحركة موجودة عند سطح الإناء .**

**يتكثف السائل**

الدرس ( 2- 2 ) : **الغليان و التجمد**

| وجه المقارنة | الغليان | التجمد |
|---|---|---|
| التعريف | عملية تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية تحت سطح السائل | عملية تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة عند انخفاض درجة الحرارة |

| وجه المقارنة | التبخر | الغليان |
|---|---|---|
| الجزئيات التي يحدث لها | الجزئيات السطحية | الجزئيات تحت السطحية |
| سرعة حدوثها | عملية بطيئة | عملية سريعة |
| درجة الحرارة التي تحدث عندها | عند درجة حرارة أقل من نقطة الغليان | عند نقطة الغليان |

**درجة الغليان** الدرجة التي يكون عندها ضغط البخار داخل فقاعات السائل مساوي للضغط الجوي الواقع عليه

** عند وضع ثياب رطبة في جو حار تعتبر عملية **تبخر**

** عندما يزداد الضغط **تزيد** كثافة السائل لأن حجم السائل **يقل**

** الغليان يعتبر عملية **تبريد** مثل التبخر .

**أوانى الضغط** أواني لا تسمح للبخار بالتسرب إلى الخارج ويؤدي لارتفاع الضغط داخلها اعلي من الضغط الجوي

**علل لما يأتى :**

1- يتكون الغاز داخل السائل علي شكل فقاعات عند حدوث عملية الغليان .
لأن الحرارة تؤدي إلى ارتفاع الطاقة الداخلية للجزئيات فتتكسر الروابط وتجعل الجزيئات تتحرك بحرية أكبر

2- تحدث عملية التبخر للجزئيات السطحية من السائل .
لأن التبخر يحدث عندما تتزود بعض الجزيئات بطاقة إضافية تمكنها من الهروب من السطح

3- ترتفع درجة الغليان بزيادة الضغط الجوى على السائل أو درجة غليان الماء تتخطي ($100^{o}C$) عند زيادة الضغط .
لأن حركة الجزيئات تزداد فتبتعد عن بعضها وعند زيادة الضغط يتطلب طاقة حرارية أكبر لبعثرتها بعيد عن بعضها و الضغط يزيد من كثافة السائل

4- يتم صناعة بعض أواني الطهي مثل ( طنجرة الضغط ) بحيث تكون مغلقة بإحكام .
أو يتم طهي الطعام بشكل أسرع من دون حدوث الغليان في أواني الضغط .
لأنها لا تسمح للبخار بالتسرب إلى الخارج مما يؤدي إلى ارتفاع الضغط داخلها حتى يصبح أعلى من الضغط الجوي

**الغليان والتجمد فى الوقت نفسه**

**ماذا يحدث فى الحالات الآتية :**

1- إذا تم وضع كمية من الماء داخل جهاز تفريغ الهواء .
يحدث عمليتي الغليان والتجمد في نفس الوقت

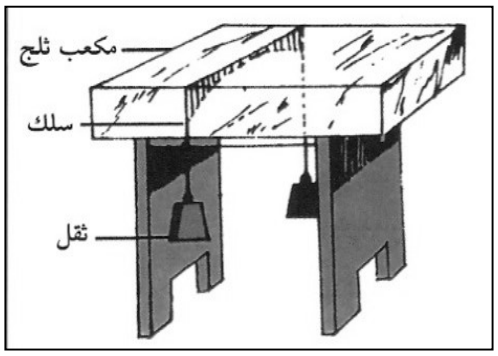
2- إذا تم رش قطرات من مشروب القهوة في غرفة مفرغة من الهواء .
تغلي ثم تتجمد

**ملاحظة :** يمكن مشاهدة ظاهرة الغليان والتجمد علي سطح القمر .

**فكر** كيف يمكنك صناعة القهوة الجافة ؟

**يتم رش قطرات من مشروب القهوة في غرفة مفرغة من الهواء وتغلي إلى أن تتجمد وبعد تجمدها تستمر جزيئات الماء في التبخر و تتكون بلورات من القهوة الصلبة**

**إعادة تجمد الماء** **ظاهرة الانصهار تحت تأثير الضغط ثم العودة إلى التجمد بعد انخفاض الضغط**




**نشاط** في الشكل المقابل سلكاً يحمل بطرفيه أثقال موضوع علي مكعب من الثلج .

**أ ) الحدث : السلك يخترق الثلج ويبقي الثلج قطعة واحدة**

**ب) التفسير : ارتفاع الضغط يخفض درجة الانصهار وعندما يزول الضغط يعود السائل إلي حالة التجمد**

**نشاط** قم بالضغط على مكعبين من الثلج باليد ثم تركهما .

**أ ) ماذا يحدث : يلتصق المكعبين ويصبحان مكعب واحد**

**ب) التفسير : ارتفاع الضغط يخفض درجة الانصهار وعندما يزول الضغط يعود السائل إلي حالة التجمد**

**علل لما يأتى :**

**1- يمكن لعمليتي الغليان و التجمد يحدثان في الوقت نفسه مثل وجود فقاعات متجمدة في الماء المغلي .**

**لأن الجزيئات تستطيع الهروب بسهولة أكبر عند انخفاض ضغط الهواء ويحدث الغليان ويتم خسارة للطاقة الحرارية فيتجمد السائل ويتكون الثلج**

**2- يحدث تجمد للمادة السائلة عند خفض درجة حرارته .**

**لأن تقل طاقة حركة الجزيئات ويفقد السائل الطاقة الحرارية وتقترب الجزئيات من بعضها ويتجمد السائل**

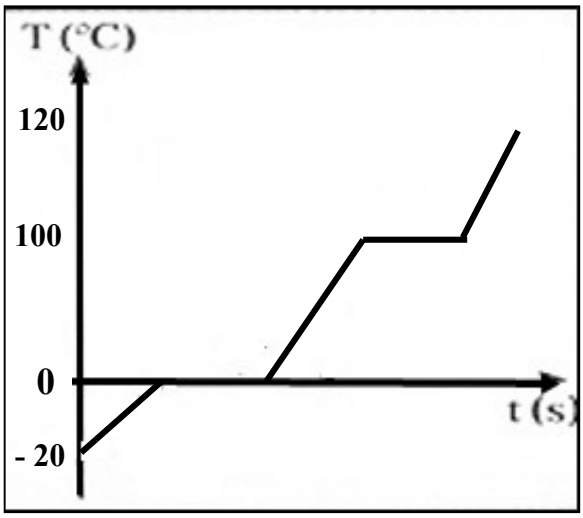
**3- تنخفض درجة تجمد الماء عند إضافة مادة مذابة في السائل مثل الملح أو السكر .**

**أو في دول البرد القارس يضع الناس في راديترات السيارات مادة مضادة للتجمد مثل جلايكول الإثيلين .**

**أو في دول البرد القارس يرش الناس الملح في الطرقات لكي يذوب في مياه الأمطار المتساقطة .**

**لأن جزيئات المادة المضافة تمنع بناء بلورة الثلج السداسية فيصبح اتحاد الجزئيات أكثر صعوبة ويتطلب انخفاض زائد في درجة الحرارة لتحقيق التجمد**

| وجه المقارنة | درجة الغليان | درجة الانصهار |
|---|---|---|
| عند زيادة الضغط | تزداد | تقل |
| عند انخفاض الضغط | تقل | تزداد |




**أ ) أرسم في الشكل منحني لكمية من الثلج عند ( $-20\ ^oC$ ) يتم تسخينها إلي بخار ماء عند ( $120\ ^oC$ ) .**

**ب) بم تفسر زيادة درجة الحرارة في بعض المراحل ؟**

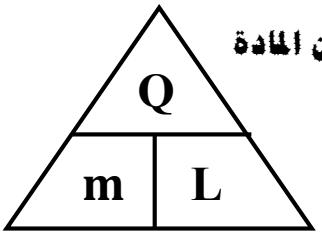
**لأن الحرارة المكتسبة تعمل على زيادة طاقة حركة الجزئيات**

**ج) بم تفسر ثبات درجة الحرارة في مراحل أخري ؟**

**لأن الحرارة المكتسبة تعمل على كسر الروابط بين الجزيئات و تزداد طاقة الوضع وتثبت طاقة حركة الجزئيات وتبتعد الجزئيات عن بعضها فتتحول حالة المادة إلى حالة أخري**

## الحرارة الكامنة للمادة

**كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة وحدة الكتل ( 1kg ) من المادة**




**** لحساب الحرارة الكامنة للمادة نستخدم العلاقة** $L = \frac{Q}{m}$

**** وحدة قياس الحرارة الكامنة للمادة هي** $J / Kg$

**** عند امتصاص المادة لمقدار من الطاقة فأن كمية الحرارة اللازمة لتغير الحالة تكون موجبة**

**** عند انطلاق مقدار من الطاقة من المادة فأن كمية الحرارة اللازمة لتغير الحالة تكون سالبة**

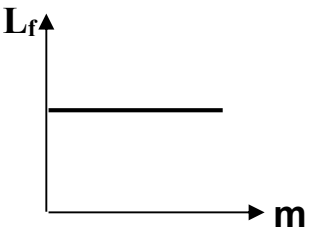
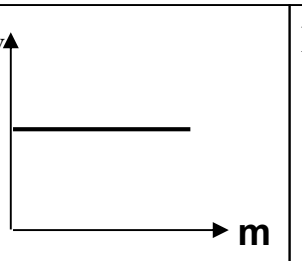
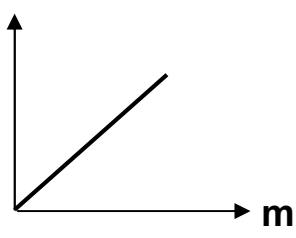
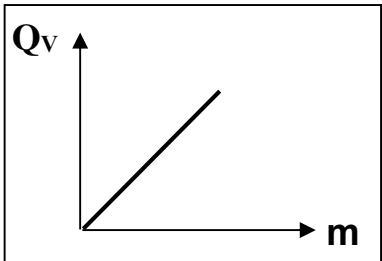
**** تتساوي الحرارة الكامنة لتغير حالة المادة مع كمية الحرارة اللازمة لتغير حالة المادة عندما تكون كتلة المادة 1 Kg**

| وجه المقارنة | الحرارة الكامنة للانصهار | الحرارة الكامنة للتصعيد ( للتبخير ) |
|---|---|---|
| التعريف | كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة وحدة الكتل من المادة من الحالة الصلبة إلي الحالة السائلة | كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة وحدة الكتل من المادة من الحالة السائلة إلي الحالة الغازية |
| القانون | $L_F = \frac{Q_F}{m}$ | $L_V = \frac{Q_V}{m}$ |
| العوامل | نوع المادة | نوع المادة |

| وجه المقارنة | حرارة الانصهار | حرارة التصعيد ( حرارة التبخير ) |
|---|---|---|
| القانون | $Q_F = m.L_F$ | $Q_V = m.L_V$ |
| العوامل | نوع المادة - كتلة المادة | نوع المادة - كتلة المادة |

ثلج ( $-20\ ^oC$ ) $\xrightarrow{Q_1}$ ثلج ( $0\ ^oC$ ) $\xrightarrow{Q_F}$ ماء ( $0\ ^oC$ ) $\xrightarrow{Q_3}$ ماء ( $100\ ^oC$ ) $\xrightarrow{Q_V}$ بخار ماء ( $100\ ^oC$ ) $\xrightarrow{Q_5}$ بخار ماء ( $120\ ^oC$ )

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Q_1 = m.c_{ice}.\Delta T$ | $Q_F = m.L_F$ | $Q_3 = m.c_{water}.\Delta T$ | $Q_V = m.L_V$ | $Q_5 = m.c_{steam}.\Delta T$ |

| $L_f$ | $L_v$ | $Q_f$ | $Q_v$ |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| الحرارة الكامنة للانصهار وكتلة الجسم | الحرارة الكامنة للتبخير وكتلة الجسم | حرارة الانصهار وكتلة الجسم | حرارة التبخير وكتلة الجسم |

** تكون الحرارة الكامنة للتبخير لمادة معينة **أكبر من** الحرارة الكامنة لانصهار المادة نفسها .

** عددياً الحرارة الكامنة للتجمد **تساوي** الحرارة الكامنة للانصهار .

** الحرارة الكامنة للتكثف **تساوي** الحرارة الكامنة للتبخر .

**علل لما يأتى :**

**1- ثبات درجة حرارة المادة الصلبة أثناء عملية الانصهار رغم اكتسابها مزيد من الطاقة الحرارية .**

**أو ثبات درجة حرارة المادة السائلة أثناء عملية التبخير رغم اكتسابها كميات إضافية من الطاقة الحرارية .**

**أو لا تتغير قراءة الترمومتر في أنبوبة بها جليد على لهب أو لا تتغير قراءة الترمومتر في أنبوبة ماء مغلي .**

**لأن الحرارة المكتسبة تعمل على كسر الروابط بين الجزيئات و تزداد طاقة الوضع وتثبت طاقة حركة الجزئيات**

**2- الحرارة الكامنة للتصعيد لمادة معينة تكون اعلي من الحرارة الكامنة للانصهار لنفس المادة .**

**لأن التبخير يتطلب طاقة أكبر لكسر كل الروابط وإبعاد الجزيئات عن بعضها وتحويل المادة إلى الحالة الغازية**

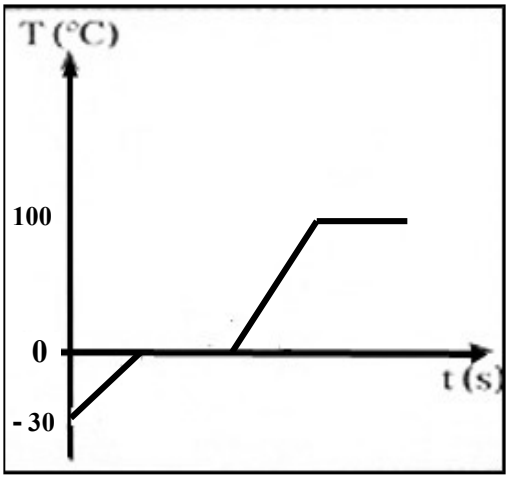
**3- إضافة قطعة جليد عند درجة صفر سلسيوس إلى العصير في درجة حرارة الغرفة تكون أكثر فاعلية في تبريده .**

**لأن الجليد يمتص الحرارة من العصير وينصهر ويتحول لسائل عند درجة الصفر و تظل درجة حرارة العصير ثابتة**

| | |
|---|---|
| الحرارة الكامنة للانصهار $L_f = 3.33 \times 10^5$ J / kg | السعة الحرارية النوعية للجليد $C_{ice} = 2090$ J / kg . K |
| الحرارة الكامنة للتصعيد $L_v = 2.26 \times 10^6$ J / kg | السعة الحرارية النوعية للماء $C_{water} = 4200$ J / kg . K |
| | السعة الحرارية النوعية للبخار $C_{steam} = 2010$ J / kg . K |

**مثال 1 : أحسب الطاقة اللازمة لتحويل (100 g) من الثلج درجة حرارتها ( $-30\ ^oC$ ) إلي بخار ماء ( $100\ ^oC$ )**

جليد (- 30) $\xrightarrow{Q_1}$ جليد (0) $\xrightarrow{Q_2}$ ماء (0) $\xrightarrow{Q_3}$ ماء (100) $\xrightarrow{Q_4}$ بخار ماء (100)




$$Q_1 = c_{ice} m \Delta T = 2090 \times 0.1 \times (0 - (-30)) = 6270 \text{ J}$$

$$Q_2 = mL_f = 0.1 \times 3.33 \times 10^5 = 33300 \text{ J}$$

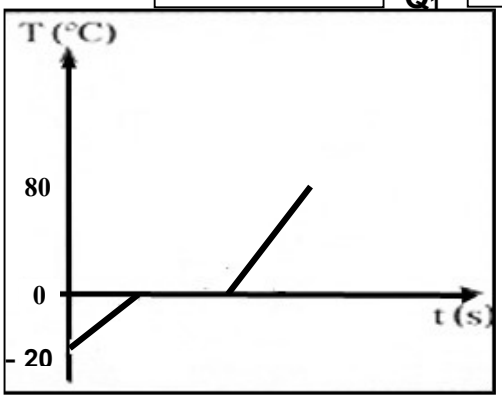
$$Q_3 = c_W m \Delta T = 4200 \times 0.1 \times (100 - 0)) = 42000 \text{ J}$$

$$Q_4 = mL_V = 0.1 \times 2.26 \times 10^6 = 226000 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 307570 \text{ J}$$

**مثال 2 : أحسب الطاقة اللازمة لتحويل (200 g) من الثلج درجة حرارتها ( $-20\ ^{o}C$ ) إلي ماء ( $80\ ^{o}C$ ) .**

جليد (- 20) $\xrightarrow{Q_1}$ جليد (0) $\xrightarrow{Q_2}$ ماء (0) $\xrightarrow{Q_3}$ ماء (80)




$$Q_1 = c_{ice} m \Delta T = 2090 \times 0.2 \times (0 - (-20)) = 8360\ J$$

$$Q_2 = mL_f = 0.2 \times 3.33 \times 10^5 = 66600\ J$$

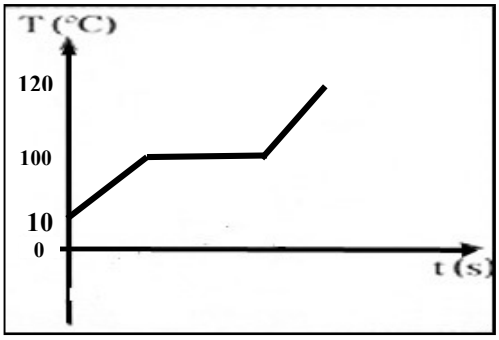
$$Q_3 = c_W m \Delta T = 4200 \times 0.2 \times (80 - 0)) = 67200\ J$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 142160\ J$$

**مثال 3 : أحسب الطاقة اللازمة لتحويل ( 0.5 kg ) من الماء درجة حرارتها ($10\ ^{o}C$) إلي بخار ماء ( $120\ ^{o}C$)**

ماء (10) $\xrightarrow{Q_1}$ ماء (100) $\xrightarrow{Q_2}$ بخار ماء (100) $\xrightarrow{Q_3}$ بخار ماء (120)

.




$$Q_1 = c_W m \Delta T = 4200 \times 0.5 \times (100 - 10) = 189000\ J$$

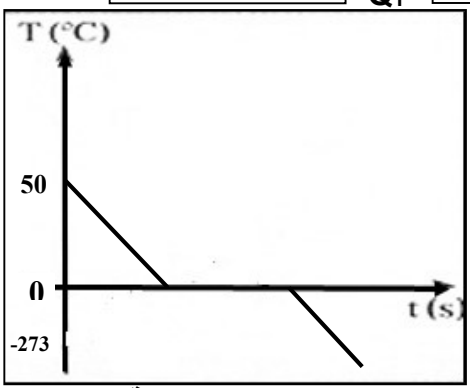
$$Q_2 = mL_V = 0.5 \times 2.26 \times 10^6 = 1130000\ J$$

$$Q_3 = c_S m \Delta T = 2010 \times 0.5 \times (120 - 100) = 20100\ J$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1339100\ J$$

**مثال 4 : أحسب الطاقة المنطلقة لتحويل (0.25 kg) من ماء ( $50\ ^{o}C$) إلي ثلج عند درجة الصفر المطلق .**

ماء (50) $\xrightarrow{Q_1}$ ماء (0) $\xrightarrow{Q_2}$ جليد (0) $\xrightarrow{Q_3}$ جليد (-273)




$$Q_1 = c_W m \Delta T = 4200 \times 0.25 \times (0 - 50) = -52500 J$$

$$Q_2 = mL_f = 0.25 \times -3.33 \times 10^5 = -83250 J$$

$$Q_3 = c_{ice} m \Delta T = 2090 \times 0.25 \times (-273 - 0) = -1426425\ J$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = -2783925\ J$$

**مثال 5 : أضيفت قطعة جليد كتلتها ( 0.1 kg ) عند درجة التجمد إلى مسعر حراري مهمل الحرارة النوعية يحتوي على ( 0.4 kg ) من الماء عند درجة حرارة ( 50 C° ) . أحسب درجة الحرارة النهائية للنظام بعد الاتزان الحراري .**

جليد (0) $\xrightarrow[Q_1]{m_1}$ ماء (0) $\xrightarrow[Q_2]{m_1}$ ماء ($T_F$) $\xleftarrow[Q_3]{m_2}$ ماء (50)

$$\sum Q = 0 \ \Rightarrow\ m_1 L_f + m_1 c_w \Delta T + m_2 c_w \Delta T = 0$$

$$(0.1 \times 3.33 \times 10^5) + (0.1 \times 4200 \times (T_F - 0) + (0.4 \times 4200 \times (T_F - 50) = 0$$

$$T_F = 24\ \ ^{o}C$$

## الوحدة الثالثة : الكهرباء والمغناطيسية

### الدرس ( 1- 1 ) : المجالات الكهربائية و خطوط المجالات الكهربائية

**قانون كولوم** القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما

$$F = \frac{K.q_1 q_2}{d^2}$$

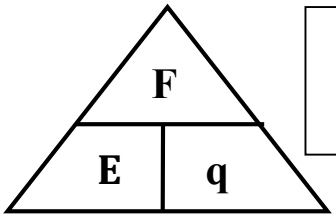
** من أمثلة قوة الجاذبية بين جسيمين : الإلكترون والنواة - الأرض والقمر

---

**المجال الكهربائى** الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية الذي يظهر فيه تأثير القوة الكهربائية

**شدة المجال الكهربائي** القوة الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند نقطة

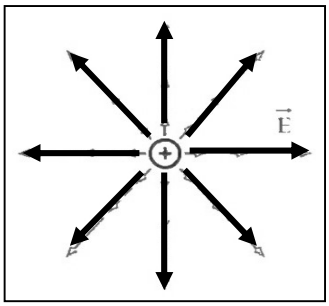
**اتجاه المجال الكهربائى** اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند نقطة




$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow E = \frac{Kq}{d^2}$$

** تقاس شدة المجال الكهربائي بوحدة **N/C**

** العوامل التي يتوقف عليها شدة المجال هي نوع الوسط - مقدار الشحنة - بعد النقطة عن الشحنة

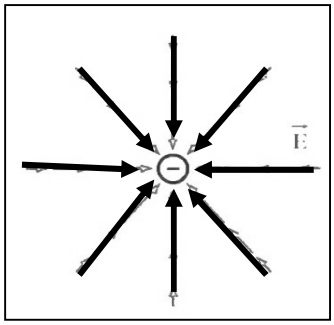


** المجال الكهربائي يعتبر مخزن للطاقة الكهربائية .

** يتجه المجال الكهربائي بعيداً عن الشحنة الموجبة ويتجه نحو الشحنة السالبة

** تتساوي القوة الكهربية وشدة المجال عندما تكون شحنة الاختبار تساوي 1 كولوم

**ملاحظة :** ( K ) يسمي ثابت كولوم ويساوي ($9 \times 10^9\ N.m^2/C^2$) في الهواء



| وجه المقارنة | في الشحنة الموجبة | في الشحنة السالبة |
|---|---|---|
| رسم متجهي القوة وشدة المجال | F, E | F, E |
| اتجاه المجال الكهربائي بالنسبة للقوة الكهربائية | نفس الاتجاه | متعاكسين |

### خواص خطوط المجال الكهربائى ( خطوط القوي )

1- خطوط غير مرئية ولا تتقاطع

2- في الشحنة المفردة تمتد إلى ما لا نهاية

3- في الشحنتين تخرج من الشحنة الموجبة وتنتهي عند السالبة

**علل لما يأتى :**

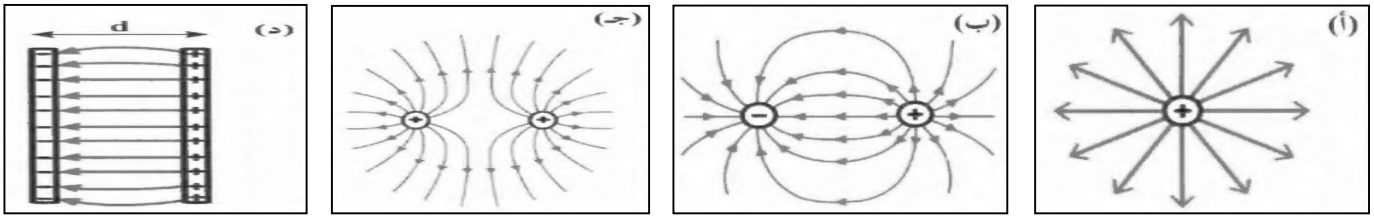
**1- خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع .**

**لأن إذا تقاطع خطان فهذا يعني أن للمجال له أكثر من اتجاه وهذا مستحيل**

**2- الشحنة الموجودة في حيز ما قادرة على دفع شحنة نقطية أخرى في مجالها وقادرة على انجاز شغل .**

**بسبب قوى مجالها الكهربائي**

**** ماذا يمثل كل شكل من الأشكال الآتية :**



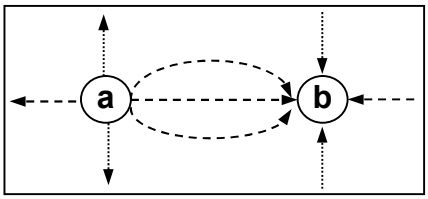

| شحنة موجبة مفردة | شحنتين متساويتين في المقدار ومختلفين في النوع | شحنتين متساويتين في المقدار ومتشابهتين في النوع | لوحين متوازين مشحونين ( لوحي مكثف ) |
|---|---|---|---|

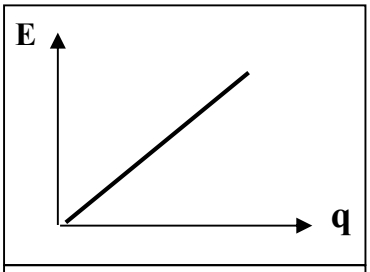
| وجه المقارنة | المجال الكهربائي المنتظم | المجال الكهربائي غير المنتظم |
|---|---|---|
| التعريف | مجال ثابت الشدة و ثابت الاتجاه في جميع نقاطه | مجال متغير الشدة ومتغير الاتجاه في جميع نقاطه |
| مثال | مجال بين لوحي مكثف | مجال بين شحنتين أو مجال حول شحنة مفردة |
| خواصه | 1- خطوطه مستقيمة<br>2- خطوطه تفصلها مسافات متساوية | 1- خطوطه غير مستقيمة<br>2- خطوطه تفصلها مسافات غير متساوية |
| القانون المستخدم لحساب شدة المجال | $E = \frac{V}{d}$ | $E = \frac{Kq}{d^2}$ |

**** يمكن قياس شدة المجال الكهربائي بوحدة أخري غير ( N/C ) هي V/m**

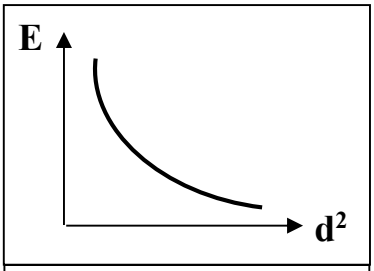
**** كثافة خطوط المجال الكهربائي تتناسب طردياً مع مقدار الشحنة الكهربائية**

**** الشكل المقابل يمثل المجال الكهربائي لشحنتين نوع الشحنة (a) موجبة والشحنة (b) سالبة**

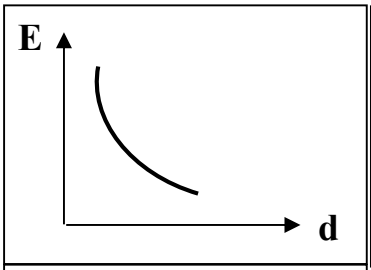


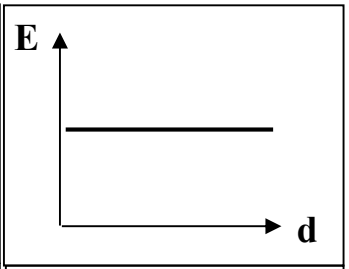

شدة المجال والشحنة الكهربية في مجال كهربائي غير منتظم



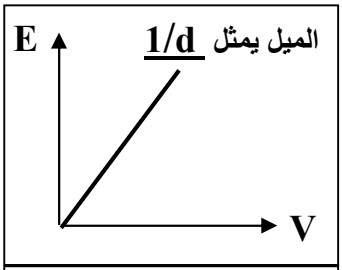

شدة المجال ومربع بعد النقطة في مجال كهربائي غير منتظم



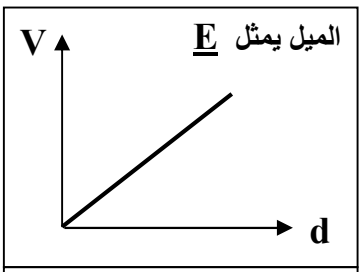

شدة المجال والبعد بين اللوحين في مجال كهربائي منتظم عند ثبات فرق الجهد بين اللوحين




شدة المجال والبعد بين اللوحين في مجال كهربائي منتظم




شدة المجال وفرق الجهد بين اللوحين في مكثف عند ثبات البعد بين اللوحين




فرق الجهد والبعد بين اللوحين في مجال كهربائي منتظم

**ماذا يحدث :**

**1- لشدة مجال (E) إذا أصبح بعد النقطة عن الشحنة (2d) عند ثبات الشحنة الكهربائية**

**يقل للربع ( E ¼ )**

**2- لشدة مجال (E) إذا زيدت المسافة بين اللوحين إلي (2d) عند ثبات فرق الجهد .**

**يقل للنصف ( E ½ )**

## تابع المجالات الكهربائية

** لحساب محصلة مجالين كهربائيين ناتجين عن شحنتين نقطتين نستخدم العلاقة : $E_T = \sqrt{E_1^{\,2} + E_2^{\,2} + 2E_1 E_2 \cos\theta}$

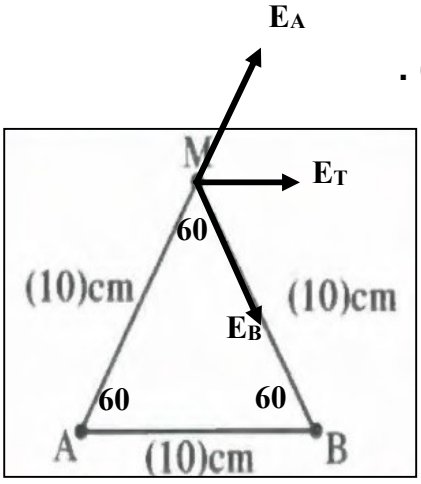
** لحساب اتجاه محصلة مجالين كهربائيين ناتجين عن شحنتين نقطتين نستخدم العلاقة : $\sin\alpha = \dfrac{E_2 \sin\theta}{E_T}$

** محصلة مجالين كهربائيين في اتجاه واحد تساوي $E_T = E_1 + E_2$ واتجاهها مع اتجاه المجالين

** محصلة مجالين كهربائيين متعاكسين تساوي $E_T = E_2 - E_1$ واتجاهها مع اتجاه المجال الأكبر

---

**مثال 1 :** في الشكل شحنتان كهربائيتان موضوعتان في الهواء عند النقطتين A وB مقدارهما ($q_A = 2 \times 10^{-8}$ C) و($q_B = -2 \times 10^{-8}$ C) تبعد الشحنتان عن النقطة ( M ) مسافة (10 cm) .




أ ) أحسب مقدار واتجاه محصلة شدة المجال الناتج عن الشحنتين عند النقطة ( M ) .

$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-8}}{(0.1)^2} = 18000 \quad N/C$$

$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-8}}{(0.1)^2} = 18000 \quad N/C$$

$$E_T = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos120} = 18000 \quad N/C$$

$$\sin\alpha = \frac{E_B \sin\theta}{E_T} = \frac{18000 \ \sin120}{18000} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

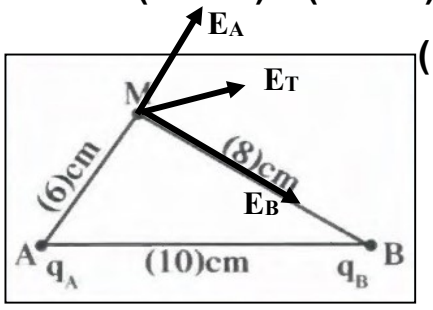
ب) حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي .

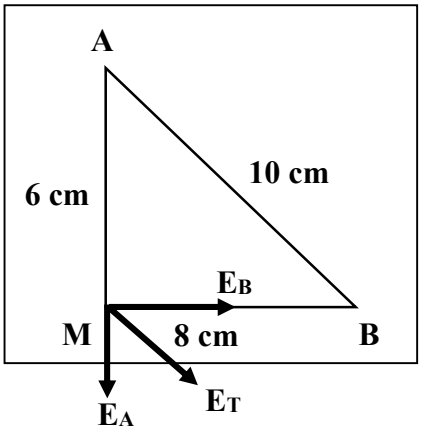
المقدار : 18000 N/C  الاتجاه : 60°

---

**مثال 2 :** في الشكل شحنتان كهربائيتان موضوعتان في الهواء عند النقطتين A وB مقدارهما ($q_A = 3 \times 10^{-8}$ C) و ($q_B = -2 \times 10^{-8}$ C) تبعد الشحنتان عن النقطة ( M ) علي التوالي مسافة ( 6 cm ) و ( 8 cm ) .

أ ) أحسب مقدار واتجاه محصلة شدة المجال الناتج عن الشحنتين عند النقطة ( M )



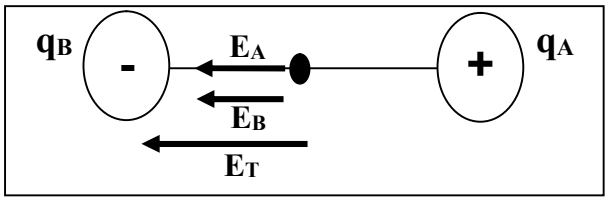




$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9\times10^9 \times 3\times10^{-8}}{(0.06)^2} = 75000 \quad N/C$$

$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-8}}{(0.08)^2} = 28125 \quad N/C$$

$$E_T = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos90} = 80100 \quad N/C$$

$$\sin\alpha = \frac{E_B \sin\theta}{E_T} = \frac{28125 \ \sin90}{80100} \Rightarrow \alpha = 20.55^\circ$$




**مثال 3 : شحنتان كهربائيتان ( $q_A = 4\ \mu C$ ) و ( $q_B = -6\ \mu C$ ) علي خط واحد و يبعدان عن بعضهما ( AB = 20 cm ) .**

**أ ) أحسب مقدار شدة المجال الناتج عند نقطة في المنتصف بينهما .**

$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6}}{(0.1)^2} = 3600000 \quad N/C$$

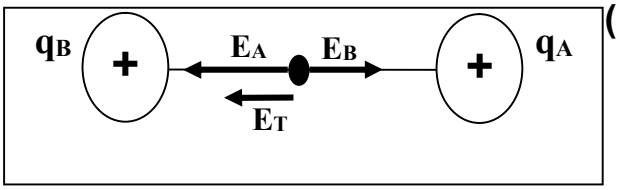
$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9\times10^9 \times 6\times10^{-6}}{(0.1)^2} = 5400000 \quad N/C$$

$$E_T = E_A + E_B = 9000000 \quad N/C$$

**اتجاه المجال مع اتجاه المجالين ( ناحية الغرب )**

**ب) أحسب القوة الكهربية المؤثرة علي شحنة مقدارها ( 5 μC ) موضوعة عند نفس النقطة .**

$$F = E \times q = 9000000 \times 5\times10^{-6} = 45 \quad N$$




**مثال 4 : شحنتان كهربائيتان ( $q_A = 12\ \mu C$ ) و( $q_B = 8\ \mu C$ ) علي خط واحد ويبعدان عن بعضهما ( AB = 10 cm ) .**

**أ ) أحسب مقدار شدة المجال الناتج عند نقطة في المنتصف بينهما .**

$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9\times10^9 \times 12\times10^{-6}}{(0.05)^2} = 43200000 \quad N/C$$

$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9\times10^9 \times 8\times10^{-6}}{(0.05)^2} = 28800000 \quad N/C$$

$$E_T = E_A - E_B = 14400000 \quad N/C$$

**اتجاه المجال مع اتجاه المجال الأكبر ( $E_A$ ) ( ناحية الغرب )**

**مثال 5 : لوحين متوازيين مشحونين المسافة بينهما ( 5 cm ) والقوة الكهربائية المؤثرة على إلكترون شحنته ( $1.6 \times 10^{-19}$ C ) عند انتقاله بين اللوحين تساوي ( $3.2 \times 10^{-16}$ N ) . أحسب :**

**أ ) شدة المجال الكهربائي بين اللوحين .**

$$E = \frac{F}{q} = \frac{3.2\times10^{-16}}{1.6\times10^{-19}} = 2000 \quad N/C$$

**ب) حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي .**

**المقدار : 2000 N/C الاتجاه : من اللوح الموجب إلي اللوح السالب**

**ج) فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين .**

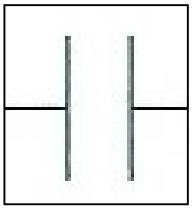
$$V = E \times d = 2000 \times 0.05 = 100 \quad V$$

**د) العجلة التي يتحرك بها الإلكترون . ( حيث كتلة الإلكترون = $9.1 \times 10^{-31}$ Kg )**

$$a = \frac{F}{m} = \frac{3.2\times10^{-16}}{9.1\times10^{-31}} = 3.5\times10^{14} \quad m/s^2$$

الدرس ( 1- 2 ) : **المكثفات**

**المكثف المستوي** **لوحين معدنيين مستويين ومتوازيين ومتقابلين بينهما مادة عازلة**



**** أهم استخدامات المكثف هي :** 1- **تخزين الطاقة الكهربائية**

2- **ضبط الراديو والتلفاز لالتقاط محطات محددة**

3- **المكثفات هي التي تجعل الفلاش يتوهج في الكاميرا**

**** أنواع المكثف هي :**

**أ- من حيث الشكل : مستوي – دائري – اسطواني**

**ب- من حيث السعة : ثابت السعة - متغير السعة**

---

**ماذا يحدث :** **عند توصيل لوحي المكثف بمصدر جهد كهربائي .**

**يختزن هذا المكثف شحنات كهربائية ليصبح اللوح المتصل بالقطب الموجب للبطارية موجب الشحنة واللوح المقابل له سالب الشحنة**

**** في المكثف يكون اللوح المتصل بالقطب الموجب للبطارية موجب الشحنة .**

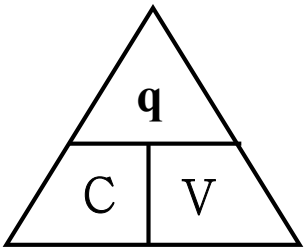
**** في المكثف يكون اللوح المتصل بالقطب السالب للبطارية سالب الشحنة .**

**** في المكثف يكون مقدار الشحنتين علي اللوحين متساوي**

---

**السعة الكهربائية للمكثف** **النسبة بين شحنة المكثف وفرق جهده**

**أو شحنة مكثف فرق الجهد بين لوحيه 1 فولت**




**ما المقصود بأن :** **سعة مكثف 50 ميكروفاراد**

**شحنة مكثف فرق الجهد بين لوحيه 1 فولت تساوي 50 ميكرو كولوم**

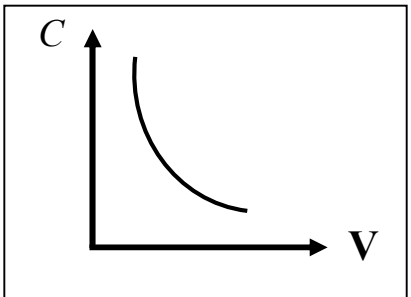
**** لحساب سعة المكثف نستخدم العلاقة :** $C = \frac{q}{V}$

**** وحدة قياس سعة المكثف هي الفاراد ( F ) وتكافئ C / V**

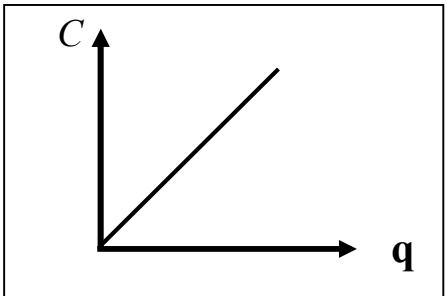
**** كمية الشحنة التي تظهر على أحد لوحي المكثف تتناسب طردياً مع مقدار فرق الجهد المبذول بين لوحي المكثف**

**** مكثف مشحون فإذا كانت شحنة كل من لوحيه μC ( 10 ) فإن شحنة المكثف بوحدة ( μC ) تساوي 10**

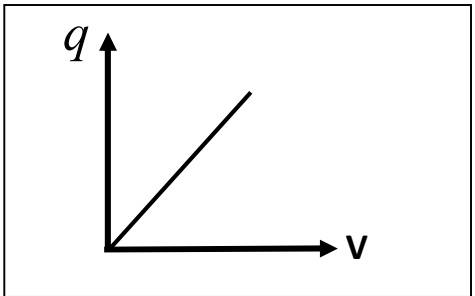
**علل :** **لا تتغير السعة الكهربائية للمكثف مهما تغيرت شحنته أو لا تعتمد سعة للمكثف على الشحنة أو الجهد .**
**لأنه إذا تغيرت سعة المكثف يتغير جهده بنفس النسبة فتظل السعة ثابتة**




**السعة الكهربية والجهد الكهربائي عند ثبوت الشحنة الكهربائية**




**السعة الكهربية والشحنة الكهربية عند ثبوت الجهد الكهربائي**




**الشحنة الكهربية والجهد الكهربائي عند ثبوت السعة الكهربائية**

*** الميل يمثل سعة المكثف**

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

**العوامل التي تتوقف عليها السعة الكهربائية للمكثف**

**1- المساحة اللوحية المشتركة  2 - المسافة بين اللوحين  3- نوع المادة العازلة**

** ( $\varepsilon_0$ ) يسمي ثابت العزل الكهربائي النسبي للفراغ  ويساوي ( $\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12} F/m$ )**

** ( $\varepsilon_r$ ) يسمي ثابت العزل الكهربائي النسبي للمادة  ويختلف من مادة لآخري ويكون للهواء يساوي 1**

** لحساب السعة الكهربائية عند إضافة مادة عازلة بدلاً من الهواء ( C ) نستخدم العلاقة : $C = C_0 \times \varepsilon_r$**

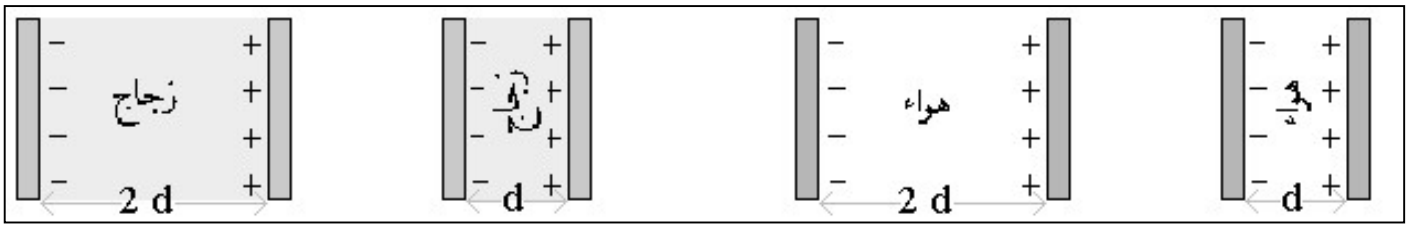
** لحساب المساحة اللوحية للمكثف الدائري ( A ) نستخدم العلاقة : $A = \pi r^2$**

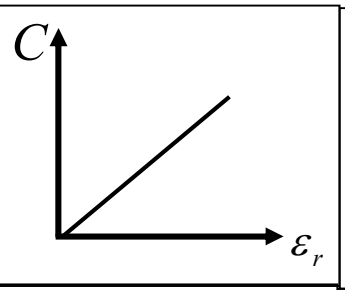
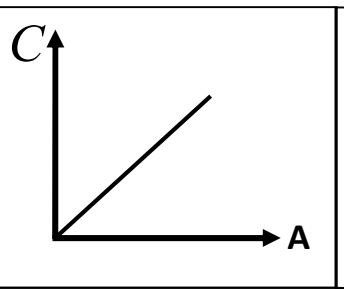
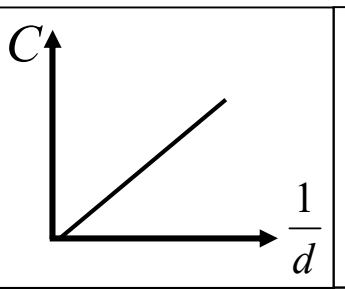
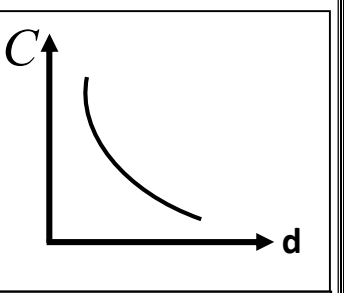
** تزداد السعة الكهربائية لمكثف هوائي من μ.F (8) إلي μ.F (48) عندما يملأ الزجاج الحيز بين لوحيه فيكون ثابت العازلية للزجاج مساوياً $\varepsilon_r = 6$**

** عند زيادة المسافة بين لوحي مكثف هوائي مستوٍ إلي مثّلي ما كانت عليه ثم وُضعت مادة عازلة بين لوحيه ثابت عازليتها الكهربائية يساوى ( 2 ) فإن السعة الكهربائية للمكثف تبقي ثابتة**

** المكثف المستوي الذي له أكبر سعة كهربائية من المكثفات التالية هو : زجاج ( d )**

**السبب : المكثف الذي له سعة عالية تكون المسافة بين اللوحين أقل و يملأ بمادة يكون ثابت عازليتها كبير**



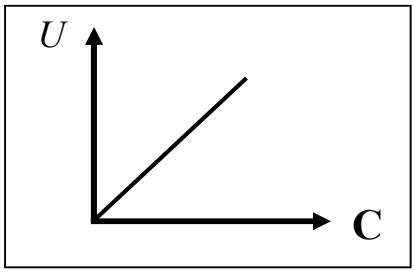
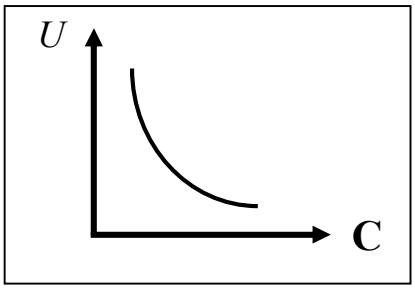

| | | | |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |
| السعة الكهربائية وثابت العازلية للمادة | السعة الكهربائية والمساحة اللوحية المشتركة | السعة الكهربائية ومقلوب البعد بين اللوحين | السعة الكهربية والبعد بين اللوحين |

**علل :** **تزداد سعة المكثف عند وضع مادة عازلة بين لوحيه بدلا من الهواء .**

**لأن السعة الكهربائية للمكثف تتناسب طرديا مع ثابت العزل الكهربائي وثابت العزل الكهربائي للهواء أقل ما يمكن**

## الطاقة الكهربائية في المكثف

** باستخدام العلاقة ( $U = \frac{1}{2} qV$ ) أستنتج أن :

| $U = \frac{1}{2} CV^2$ | $U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ |
|---|---|
| $U = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} (CV)V = \frac{1}{2} CV^2$ | $U = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} q(\frac{q}{C}) = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ |
|  |  |
| الطاقة المختزنة وسعة مكثف متصل ببطارية | الطاقة المختزنة وسعة مكثف مشحون ومعزول |

** الطاقة الكهربائية المختزنة في مكثف متصل ببطارية تتناسب طرديا مع **سعة المكثف** وطرديا مع **مربع الجهد**

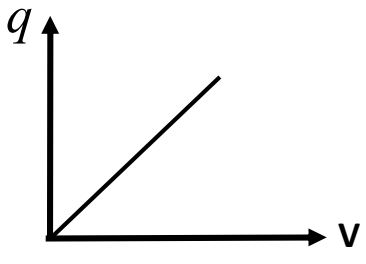
** الطاقة الكهربائية المختزنة في مكثف مشحون ومعزول تتناسب طرديا مع **مربع الشحنة** وعكسياً مع **السعة**

**ماذا يحدث فى الحالات الآتية :**

1- لسعة المكثف إذا زادت المساحة اللوحية المشتركة للمثلي .
**تزداد للمثلي**

2- لسعة المكثف إذا زادت المسافة بين اللوحين للمثلي .
**تقل للنصف**

3- لسعة المكثف إذا تم استبدال الهواء بين لوحي المكثف بمادة عازلة ثابت العزل الكهربائي ( $\varepsilon_r = 4$ ) .
**تزداد أربعة أمثال**




الشحنة الكهربية والجهد الكهربائي
المساحة تحت المنحني تمثل **الطاقة الكهربائية**

4- عند وضع مادة عازلة ثابت عازليتها يساوي ( 2 ) بين لوحي مكثف هوائي مستوي إذا كان هذا المكثف :

| وجه المقارنة | متصل ببطارية (منبع تيار مستمر) | مشحون ومعزول عن البطارية |
|---|---|---|
| السعة الكهربائية $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$ | تزداد للمثلي | تزداد للمثلي |
| الجهد الكهربائي $V = \frac{q}{C}$ | ثابت | يقل للنصف |
| كمية الشحنة $q = CV$ | تزداد للمثلي | ثابت |
| شدة المجال الكهربائي $E = \frac{V}{d}$ | ثابت | تقل للنصف |
| الطاقة الكهربائية $U = \frac{1}{2} qV$ | تزداد للمثلي | تقل للنصف |

**5- عند زيادة المسافة بين لوحي مكثف هوائي مستو للمثلين :**

| وجـه المقارنـة | متصل ببطارية (منبع تيار مستمر) | مشحون ومعزول عن البطارية |
|---|---|---|
| السعة الكهربائية $C=\frac{\varepsilon_0\,\varepsilon_r\,A}{d}$ | تقل للنصف | تقل للنصف |
| الجهد الكهربائي $V=\frac{q}{C}$ | ثابت | يزداد للمثلي |
| كمية الشحنة $q=CV$ | تقل للنصف | ثابت |
| شدة المجال الكهربائي $E=\frac{V}{d}$ | تقل للنصف | ثابت |
| الطاقة الكهربائية $\mathrm{U}=\frac{1}{2}\mathrm{qV}$ | تقل للنصف | يزداد للمثلي |

**مثال 1 : مكثف هوائي مصنوع من لوحين مساحتهما المشتركة ($10\ cm^2$) و ($20\ cm^2$) المسافة الفاصلة بينهما تساوي ( 4.425 mm ) ويحمل شحنة مقدارها ( 17.7 μC ) . حيث ($\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}F/m$) . أحسب :**

**أ ) السعة الكهربائية لهذا المكثف .**

$$C_0=\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r A}{d}=\frac{8.85\times10^{-12}\times1\times(10\times10^{-4})}{(4.425\times10^{-3})}=2\times10^{-12}\ \mathrm{F}$$

**ب) فرق الجهد بين لوحي المكثف .**

$$V=\frac{q}{C}=\frac{17.7\times10^{-6}}{2\times10^{-12}}=8850000\ \ \mathrm{V}$$

**ج) شدة المجال الكهربائي بين لوحي المكثف .**

$$E=\frac{V}{d}=\frac{8850000}{4.425\times10^{-3}}=2\times10^{9}\ \mathrm{V/m}$$

**د) الطاقة الكهربائية المختزنة بين لوحي المكثف .**

$$U=\frac{1}{2}\mathrm{qv}=\frac{1}{2}\times17.7\times10^{-6}\times8850000\ =78.32\ \ \mathrm{J}$$

**هـ) السعة الكهربائية إذا تم استبدال الهواء بين لوحي المكثف بمادة الميكا ثابت العزل النسبي لها ( $\varepsilon_r=4$ ) .**

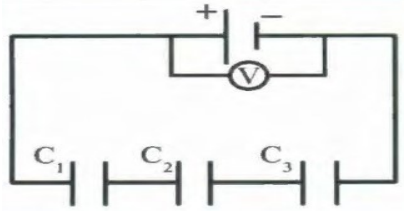
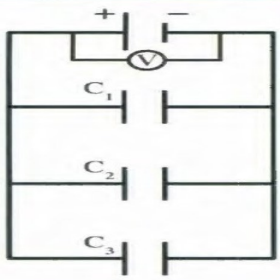
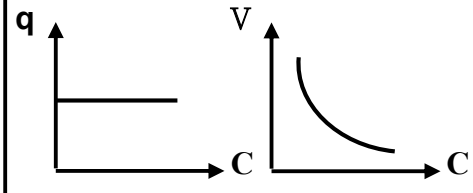
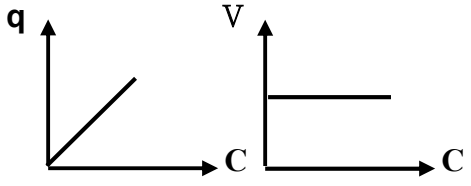
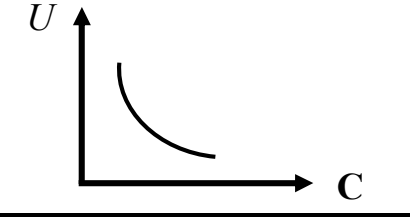
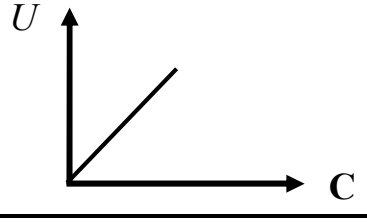
$$\mathrm{C}=\mathrm{C}_0\times\varepsilon_\mathrm{r}=2\times10^{-12}\times4=8\times10^{-12}\ \ \mathrm{F}$$

**مثال 2 : مكثف يحوي بين لوحيه علي مادة ثابت عازليتها ( 4.5 ) ومصنوع من لوحين معدنيين نصف قطر كل منهما ( 5 cm ) والمسافة الفاصلة بينهما ( 0.015 m ) . حيث ($\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}F/m$) أحسب السعة الكهربائية .**

$$A=\pi R^2=\pi\times(0.05)^2=7.85\times10^{-3}\ \mathrm{m}^2$$

$$C_0=\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r A}{d}=\frac{8.85\times10^{-12}\times4.5\times7.85\times10^{-3}}{0.015}=2\times10^{-11}\ \mathrm{F}$$

# توصيل المكثفات

| وجه المقارنة | توصيل المكثفات علي التوالي | توصيل المكثفات علي التوازي |
|---|---|---|
| الرسم |  |  |
| كمية الشحنة في كل مكثف | متساوية في كل مكثف | تتوزع بنسب طردية علي المكثفات |
| فرق الجهد في كل مكثف | يتوزع بنسب عكسية علي المكثفات | متساوي في كل مكثف |
| استنتاج قانون لحساب السعة المكافئة | $V_{eq}=V_1+V_2+V_3$<br>$V=\frac{q}{C}$<br>$\frac{q}{C_{eq}}=\frac{q}{C_1}+\frac{q}{C_2}+\frac{q}{C_3}$<br>$\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}$ | $q_{eq}=q_1+q_2+q_3$<br>$q=CV$<br>$C_{eq}.V=C_1.V+C_2.V+C_3.V$<br>$C_{eq}=C_1+C_2+C_3$ |
| السعة المكافئة وعلاقتها بباقي السعات | مقلوب السعة المكافئة يساوي مجموع مقلوب سعة كل مكثف | السعة المكافئة تساوي مجموع سعة كل مكثف |
| السعة المكافئة وعلاقتها بأصغر وأكبر سعة | السعة المكافئة أصغر من أصغر سعة | السعة المكافئة أكبر من أكبر سعة |
| السعة المكافئة في حالة تساوي سعة كل مكثف | $C_{eq}=\frac{C_1}{N}$ | $C_{eq}=C_1\times N$ |
| علاقة سعة كل مكثف وفرق الجهد | $\frac{C_2}{C_1}=\frac{V_1}{V_2}$ | $V_1=V_2$ |
| علاقة سعة كل مكثف وكمية الشحنة | $q_1=q_2$ | $\frac{C_2}{C_1}=\frac{q_2}{q_1}$ |
| علاقة سعة كل مكثف والطاقة المختزنة | $\frac{C_2}{C_1}=\frac{U_1}{U_2}$ | $\frac{C_2}{C_1}=\frac{U_2}{U_1}$ |
| رسم العلاقة بين الشحنة والجهد مع سعة كل مكثف |  |  |
| رسم العلاقة بين الطاقة المختزنة مع سعة كل مكثف |  |  |

**مثال 1 : خمسة مكثفات متساوية السعة وصلت على التوالي فكانت سعتها المكافئة ( 10 µF ) . أحسب :**

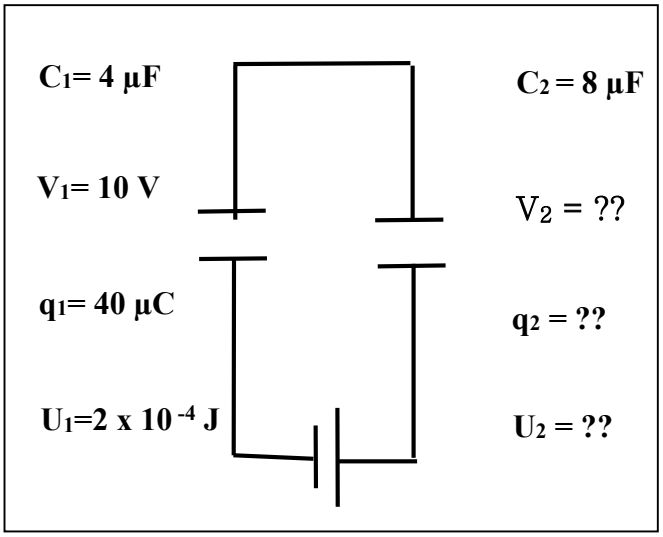
**أ ) سعة كل مكثف :**

$$C_{eq} = \frac{C_1}{N} \quad \Rightarrow \quad 10 = \frac{C_1}{5} \quad \Rightarrow \; C_1 = 50 \; \mu F$$

**ب) السعة المكافئة عند توصيلهم علي التوازي :**

$$C_{eq_{\text{توازي}}} = C_{eq_{\text{توالي}}} \times N^2 = 10 \times (5)^2 = 250 \;\; \mu F \quad \text{أو} \quad C_{eq} = C_1 \times N = 50 \times 5 = 250 \;\; \mu F$$

**مثال 2 : من الشكل المقابل :**




**أ ) أحسب فرق الجهد في المكثف الثاني ( $V_2$ ) :**

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{8}{4} = \frac{10}{V_2} \Rightarrow V_2 = 5 \; V$$

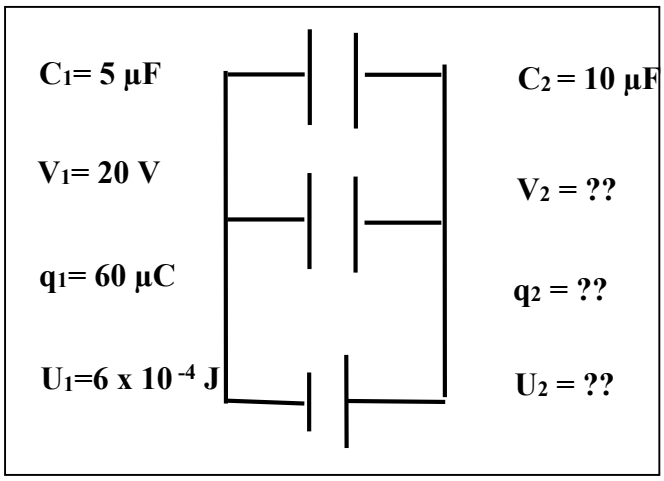
**ب) أحسب كمية الشحنة في المكثف الثاني ( $q_2$ ) :**

$$q_1 = q_2 = 40 \; \mu C$$

**ج) أحسب الطاقة المختزنة في المكثف الثاني ( $U_2$ ) :**

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow \frac{8}{4} = \frac{2 \times 10^{-4}}{U_2} \Rightarrow U_2 = 1 \times 10^{-4} \; J$$

**مثال 3 : من الشكل المقابل :**




**أ ) أحسب فرق الجهد في المكثف الثاني ( $V_2$ ) :**

$$V_1 = V_2 = 20V$$

**ب) أحسب كمية الشحنة في المكثف الثاني ( $q_2$ ) :**

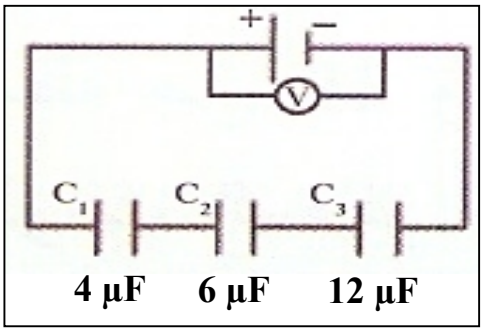
$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{q_2}{q_1} \Rightarrow \frac{10}{5} = \frac{q_2}{60} \Rightarrow q_2 = 120 \;\; \mu C$$

**ج) أحسب الطاقة المختزنة في المكثف الثاني ( $U_2$ ) :**

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow \frac{10}{5} = \frac{U_2}{6 \times 10^{-4}} \Rightarrow U_2 = 12 \times 10^{-4} \; J$$

## تابع توصيل المكثفات

**مثال 4 : ثلاث مكثفات وصلت كما بالشكل المقابل بمصدر فرق جهده ( 24 V ) . أحسب :**




**أ ) السعة المكافئة للمكثفات الثلاث :**

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{1}{2} \Rightarrow C_{eq} = 2 \ \mu F$$

**ب) شحنة المكثف ( $C_3$ ) :**

$$q_3 = q_{eq} = C_{eq} V_{eq} = 2 \times 24 = 48 \ \mu C$$

**ج) فرق الجهد بين لوحي المكثف ( $C_1$ ) :**

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{48}{4} = 12 \ V$$

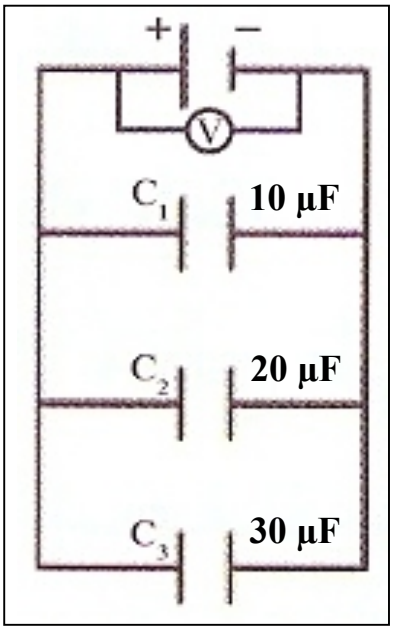
**د) الطاقة الكهربائية المختزنة بين لوحي المكثف ( $C_2$ ) :**

$$U_2 = \frac{1}{2}\frac{q_2^2}{C_2} = \frac{1}{2} \times \frac{(48 \times 10^{-6})^2}{6 \times 10^{-6}} = 1.92 \times 10^{-4} \ J$$

**هـ) الطاقة الكهربائية الكلية المختزنة في المكثفات الثلاث معاً :**

$$U_{eq} = \frac{1}{2}\frac{q_{eq}^2}{C_{eq}} = \frac{1}{2} \times \frac{(48 \times 10^{-6})^2}{2 \times 10^{-6}} = 5.76 \times 10^{-4} \ J$$

**مثال 5 : ثلاث مكثفات وصلت كما بالشكل وكانت الشحنة الكلية للمكثفات الثلاث معاً تساوي ( 240 μC ) . أحسب :**




**أ ) السعة المكافئة للمكثفات الثلاث :**

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 10 + 20 + 30 = 60 \ \mu F$$

**ب) فرق الجهد بين لوحي المكثف ( $C_2$ ) :**

$$V_2 = V_{eq} = \frac{q_{eq}}{C_{eq}} = \frac{240}{60} = 4 \ V$$

**ج) شحنة المكثف ( $C_3$ ) :**

$$q_3 = C_3 V_3 = 30 \times 4 = 120 \ \mu C$$

**د) الطاقة الكهربائية الكلية المختزنة في المكثفات الثلاث معاً :**

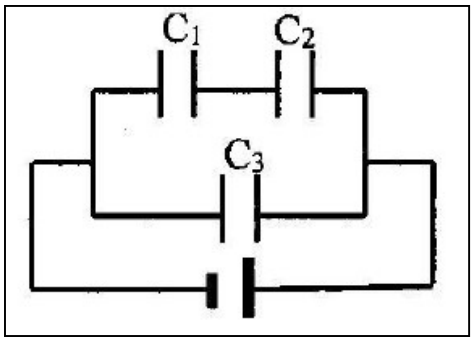
$$U_{eq} = \frac{1}{2} C_{eq} V_{eq}^2 = \frac{1}{2} \times 60 \times 10^{-6} \times (4)^2 = 4.8 \times 10^{-4} \ J$$

**هـ) تم استبدال الهواء بين لوحي المكثف ($C_1$) بمادة عازلة ($\varepsilon_r = 5$) أحسب السعة المكافئة بعد إضافة المادة العازلة :**

$$C_1 = C_0 \times \varepsilon_r = 10 \times 5 = 50 \ \mu F$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 50 + 20 + 30 = 100 \ \mu F$$

**مثال 6 : وصلت ثلاث مكثفات ( $C_1$= 4 µF ) و ( $C_2$= 12 µF ) و ( $C_3$= 2 µF ) بمصدر جهد (10 V) . أحسب :**




**أ ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة :**

$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{1}{3} \Rightarrow C_{1,2} = 3 \ \mu F$$

$$C_{eq} = C_{1,2} + C_3 = 3 + 2 = 5 \ \mu F$$

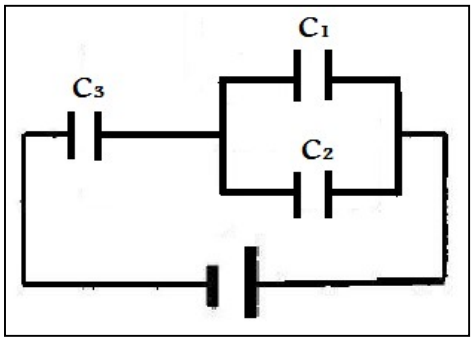
**ب) الشحنة الكهربائية المارة في المكثف ( $C_3$ ) :**

$$q_3 = C_3 V_3 = 2 \times 10 = 20 \ \mu C$$

**ج) فرق الجهد بين لوحي المكثف ( $C_1$ ) :**

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{12}{4} = \frac{V_1}{(10 - V_1)} \quad \Rightarrow \quad V_1 = 7.5 \ V$$

**مثال 7 : وصلت ثلاث مكثفات ( $C_1$= 5 µF ) و ( $C_2$= 15 µF ) و ( $C_3$= 20 µF ) كما بالشكل .**




**إذا علمت أن الشحنة الكهربائية المارة في الدائرة ( 60 µC ) . أحسب :**

**أ ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة :**

$$C_{1,2} = C_1 + C_2 \quad \Rightarrow \quad C_{1,2} = 5 + 15 = 20 \ \mu F$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = 10 \ \mu F$$

**ب) فرق الجهد بين لوحي المكثف ( $C_3$ ) :**

$$V_3 = \frac{q_3}{C_3} = \frac{60}{20} = 3 \ V$$

**ج) الشحنة الكهربائية المارة في المكثف ( $C_2$ ) :**

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{q_2}{q_1} \quad \Rightarrow \quad \frac{15}{5} = \frac{q_2}{(60 - q_2)} \quad \Rightarrow \quad q_2 = 45 \ \mu C$$

**** يقاس المجال المغناطيسي بوحدة التسلا ( T ) ويستخدم في قياس المجال المغناطيسي جهاز التسلاميتر**

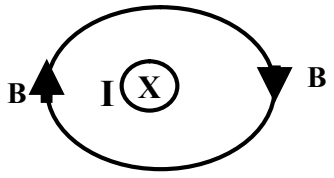
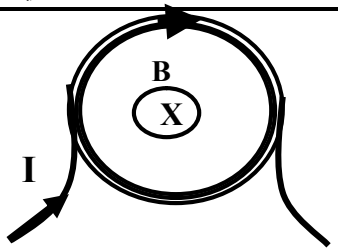
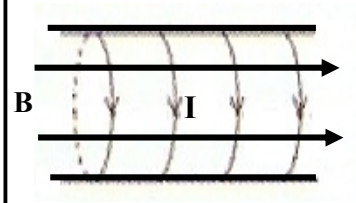
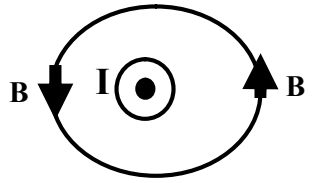
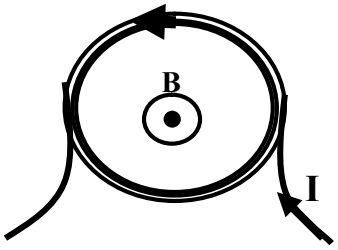
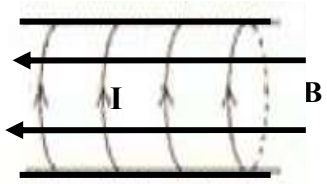
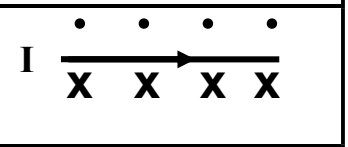
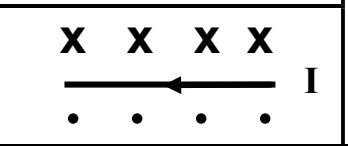
**** عندما يكون اتجاه التيار أو المجال المغناطيسي ( خارج الصفحة ) نرمز له بالرمز ⊙**

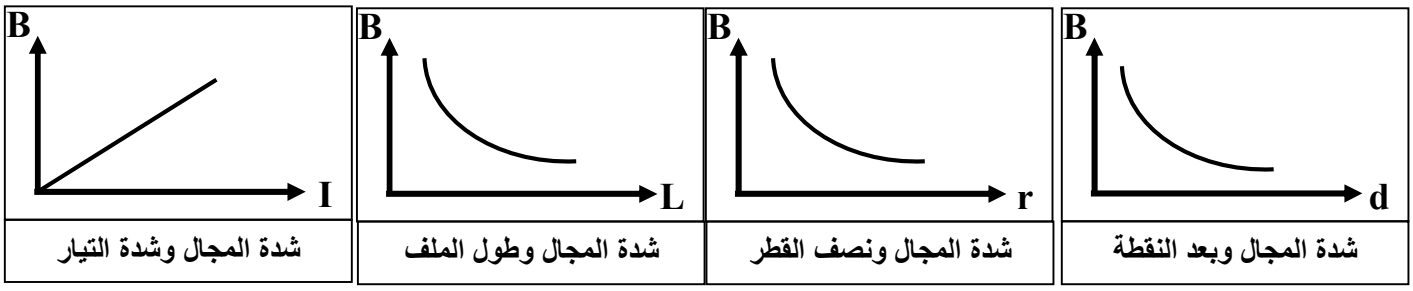
**** عندما يكون اتجاه التيار أو المجال المغناطيسي ( داخل الصفحة ) نرمز له بالرمز ⊗**

**ملاحظة لتسهيل الحفظ**

**(خارج الصفحة) تبدأ بحرف ( خ ) والحرف عليه نقطة فنضع ( ⊙ ) داخل الدائرة**

**(داخل الصفحة) تبدأ بحرف ( د ) والحرف ليس عليه نقطة فنضع ( ⊗ ) داخل الدائرة**

| شدة المجال | 1- في سلك مستقيم | 2- في ملف دائري | 3- في ملف لولبي |
|---|---|---|---|
| تحديد الاتجاه عملياً | البوصلة أو الإبرة المغناطيسية | | |
| تحديد الاتجاه نظرياً ( قاعدة اليد اليمني ) | يوضع الإبهام باتجاه التيار وتلف الأصابع الأخرى لتدل على اتجاه المجال المغناطيسي | توضع اليد فوق الملف وتلف الأصابع باتجاه التيار ويدل الإبهام على اتجاه المجال المغناطيسي | توضع اليد فوق الملف وتوازي الأصابع اتجاه التيار ويدل الإبهام على اتجاه المجال المغناطيسي |
| رسم خطوط المجال المغناطيسي |   |   |   |
| |   |   |   |
| |   | | |
| |   | | |
| شكل المجال المغناطيسي | دوائر مركزها السلك | خطوط مستقيمة في مركز الملف الدائري | خطوط مستقيمة في محور الملف الحلزوني |
| المقدار | $B = \frac{\mu_o}{2\pi} \times \frac{I}{d}$ | $B = \frac{\mu_o}{2} \times \frac{N.I}{r}$ | $B = \mu_o \times \frac{N.I}{L}$ |
| الحامل | المماس علي خط المجال المغناطيسي الدائري | الخط المستقيم المار في مركز الملف | الخط المستقيم المار في محور الملف |
| العوامل | 1- نوع الوسط<br>2- شدة التيار<br>3- بعد النقطة عن السلك | 1- نوع الوسط<br>2- شدة التيار<br>3- نصف قطر الملف<br>4- عدد لفات الملف | 1- نوع الوسط<br>2- شدة التيار<br>3- طول الملف<br>4- عدد لفات الملف |




| شدة المجال وبعد النقطة | شدة المجال ونصف القطر | شدة المجال وطول الملف | شدة المجال وشدة التيار |
|---|---|---|---|

| وجه المقارنة | داخل الملف الحلزوني | خارج الملف الحلزوني |
|---|---|---|
| خطوط المجال المغناطيسي | تتقارب | تتباعد |
| نوع المجال المغناطيسي | مجال منتظم | مجال غير منتظم |

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :**

**1- عند وضع إبرة البوصلة قرب سلك موصل يمر تيار كهربائي مستمر .**

**الحدث : تنحرف إبرة البوصلة المغناطيسية**

**السبب : لأن مرور التيار في السلك يولد حوله مجال مغناطيسي يسبب انحراف إبرة البوصلة**

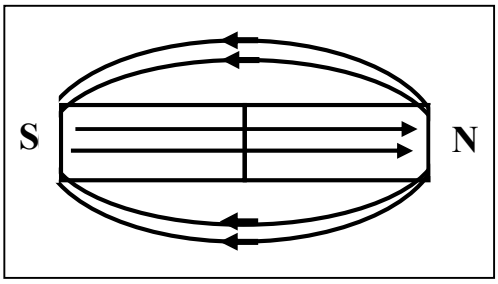
**2- لشدة المجال المغناطيسي عند لف سلك مستقيم يحمل تيارا مستمراً ليصبح ملف دائري الشكل .**

**الحدث : تزداد شدة المجال المغناطيسي داخل الملف عن خارجه**

**السبب : حدوث تداخل للمجالات المغناطيسية داخل الملف**

---

**نشاط** في الشكل المقابل مغناطيس من الحديد . أجب :



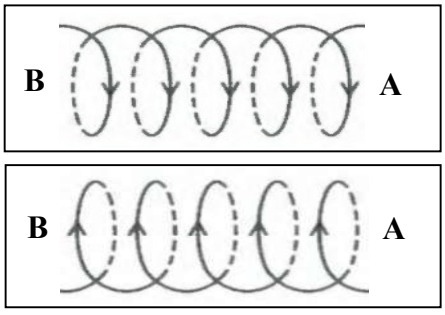

**أ ) أرسم خطوط المجال :**

**ب) تتجه خطوط المجال داخلياً من القطب الجنوبي إلي القطب الشمالي**

**ج) تتجه خطوط المجال خارجياً من القطب الشمالي إلي القطب الجنوبي**

---

**نشاط** في الشكل ملف حلزوني يمر به تيار كهربائي مستمر . أجب :



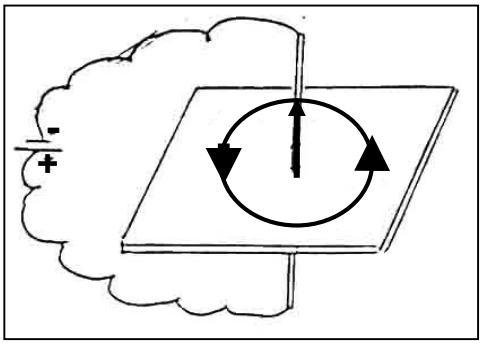

**أ ) يعتبر الملف الحلزوني عند مرور التيار فيه مغناطيس مستقيم**

**له قطبان يحددهما اتجاه التيار**

**ب) في الملف الأول يتكون عند ( A ) قطب شمالي وعند ( B ) قطب جنوبي**

**ج) في الشكل الثاني يتكون عند ( A ) قطب جنوبي وعند ( B ) قطب شمالي**

## تابع التيارات الكهربائية و المجالات المغناطيسية



**نشاط** يوضح الشكل سلك يمر فيه تيار كهربائي مستمر والمطلوب :

أ ) ارسم شكل المجال حول السلك الناشئ عن مرور التيار وحدد اتجاهه .

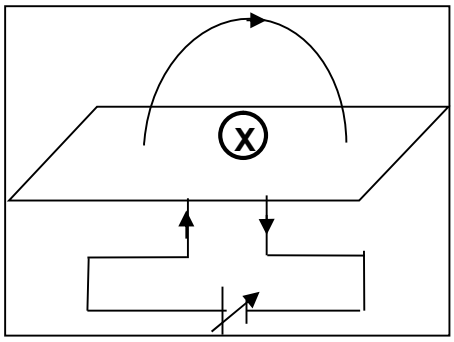
ب) ماذا يحدث إذا عكس اتجاه التيار في السلك .

**يتغير اتجاه المجال المغناطيسي**

ج) ماذا يحدث لشدة المجال المغناطيسي إذا قلت شدة التيار للنصف .

**تقل للنصف**

---



**نشاط** يوضح الشكل ملف دائري يمر به تيار كهربائي مستمر والمطلوب :

أ ) ارسم شكل المجال وحدد اتجاهه عند مركزه .

ب) ماذا يحدث لشدة المجال عند المركز عند زيادة شدة التيار إلى المثلي .

**يزداد للمثلي**

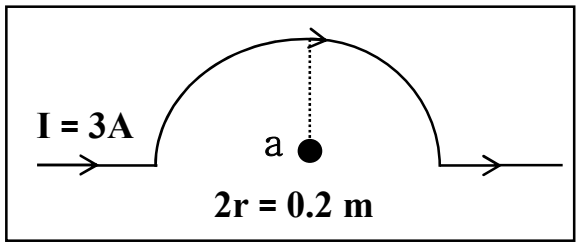
ج) ماذا يحدث لشدة المجال عند المركز عند إنقاص عدد لفات الملف إلى النصف

**يقل للنصف**

---

** معامل النفاذية المغناطيسية ( $\mu_0$ ) ويساوي في الفراغ أو الهواء ( $4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A )

---




**مثال 1 :** في الشكل أوجد شدة المجال المغناطيسي عند نقطة ( a ) :

أ ) الناتج عن تيار السلك المستقيم .

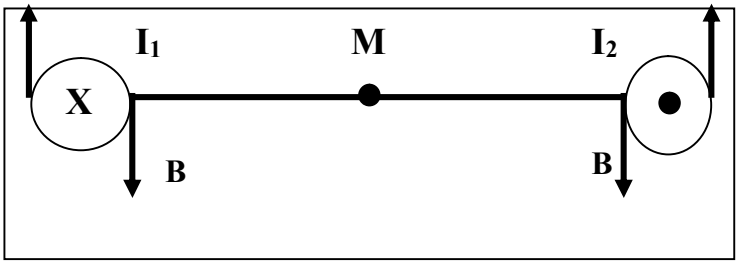
**النقطة** ( a ) **خارج المجال المغناطيسي للسلك و لذلك** ( B = 0 )

ب) الناتج عن تيار السلك النصف دائري .

$$B = \frac{\mu_o}{2} \times \frac{N.I}{r} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2} \times \frac{0.5 \times 3}{0.1} = 9.4 \times 10^{-7}\ T$$

**مثال 2 :** حلقة معدنية يمر بها تيار مستمر شدته (20 A ) فيولد مجالا مغناطيسيا شدته ( $2\pi \times 10^{-5}$ T ) عند مركز الحلقة . أحسب نصف قطر الحلقة المعدنية .

$$B = \frac{\mu_o}{2} \times \frac{N.I}{r} \quad \Rightarrow \quad 2\pi \times 10^{-5} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2} \times \frac{1 \times 20}{r} \quad \Rightarrow \quad r = 0.2\ m$$




**مثال 3 :** سلكان متوازيان طويلان يبعدان **(20 cm)** عن بعضهما يمر في السلك الأول تيار شدته **(2 A)** وفي السلك الثاني تيار شدته **(3 A)** ومتعاكسين في الاتجاه والنقطة **( M )** بالمنتصف . أحسب :

**أ ) شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار بالسلك الأول فقط عند النقطة M . وحدد عناصره .**

$$B_1 = \frac{\mu_o}{2\pi} \times \frac{I_1}{d} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \times \frac{2}{0.1} = 4 \times 10^{-6}\ T$$

**المقدار :** $4 \times 10^{-6}\ T$ **الاتجاه : بقاعدة اليد اليمني للجنوب الحامل : المماس علي خط المجال الدائري**

**ب) شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار بالسلك الثاني فقط عند النقطة M . وحدد عناصره .**

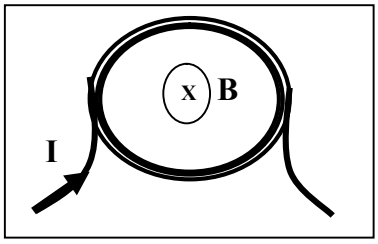
$$B_2 = \frac{\mu_o}{2\pi} \times \frac{I_2}{d} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \times \frac{3}{0.1} = 6 \times 10^{-6}\ T$$

**المقدار :** $6 \times 10^{-6}\ T$ **الاتجاه : بقاعدة اليد اليمني للجنوب الحامل : المماس علي خط المجال الدائري**

**ج) شدة المجال المغناطيسي الكلي عند النقطة M . وحدد اتجاهه .**

$B_T = B_1 + B_2 = 4 \times 10^{-6} + 6 \times 10^{-6} = 1 \times 10^{-5}\ T$ **المجال الكلي مع اتجاه المجالين للجنوب أو أسفل الصفحة**

**مثال 4 :** ملف دائري نصف قطره **(0.2 m)** مؤلف من **(50 لفة)** ويمر به تيار شدته **(800 mA)** . أحسب :



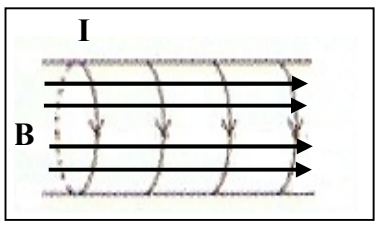

**أ ) أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري .**

$$B = \frac{\mu_o}{2} \times \frac{N.I}{r} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2} \times \frac{50 \times 0.8}{0.2} = 1.25 \times 10^{-4}\ T$$

**ب) حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي .**

**المقدار :** $1.25 \times 10^{-4}\ T$ **الاتجاه : بقاعدة اليد اليمني داخل الصفحة الحامل : الخط المستقيم المار بمركز الملف**

**مثال 5 :** ملف حلزوني طوله **( 50 cm )** مؤلف من **( 1000 لفة )** ويمر به تيار شدته **(4 A)** . أحسب :




**أ ) أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف**

$$B = \mu_o \times \frac{N.I}{L} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1000 \times 4}{0.5} = 0.01\ T$$

**ب) حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي .**

**المقدار :** $0.01T$ **الاتجاه : بقاعدة اليد اليمني ناحية الشرق الحامل : الخط المستقيم المار بمحور الملف**

## الوحدة الرابعة : الضوء

### الدرس ( 1- 1 ) : خواص الضوء

**مقدمة**

** اعتقد بعض قدماء فلاسفة اليونان أن الضوء يتألف من جزيئات صغيرة تستطيع إن تدخل العين لتخلق حاسة النظر

** اعتقد فلاسفة آخرون بما فيهم سقراط وبطليموس أن الرؤية هي نتيجة انبعاثات تصدر من العين لتلامس الأجسام

**طبيعة الضوء**

** نظرية نيوتن للضوء : الضوء يتخذ شكل تيار دقيق من الجسيمات لأنه ينتشر في خطوط مستقيمة

** النظرية الموجية لهيجنز : الضوء ينتشر في شكل موجات لأنه ينحني حول الأجسام

** نظرية أينشتين : الضوء يتألف من جسيمات تسمي فوتونات

** فرضية ماكس بلانك : يحدث تبادل الطاقة بين المادة و الإشعاع

** فرضية دي برولي : وجود الصفة الموجية الجسيمات المادية

** عملية الأثر الكهروضوئي : الضوء المناسب يمكنه انتزاع الكترونات من سطح الفلزات

** الفوتونات : حزم عديمة الوزن من الموجات الكهرومغناطيسية

**علل :** الضوء له طبيعة مزدوجة طبيعة موجية وطبيعة جسيمية .

**لأن الضوء يسلك سلوك الموجات عندما يتفاعل مع أجسام كبيرة حيث ينعكس وينكسر ويتداخل والضوء يسلك سلوك الجسيمات عندما يتفاعل مع أجسام صغيرة مثل الذرات والالكترونات**

---

**الضوء المرئي** موجة كهرومغناطيسية وجزء صغير من طيف الموجات الكهرومغناطيسية

**الموجات الكهرومغناطيسية** موجات الطاقة المنتشرة بجزء كهربائي وجزء مغناطيسي

** أذكر خواص الموجات الكهرومغناطيسية :

1- تنتقل في الفراغ بسرعة ثابتة

2- تنعكس على السطح اللامع

3- تنكسر على السطح الفاصل بين وسطين شفافين

4- تتميز بخواص التداخل والحيود والاستقطاب

** تختلف سرعة الضوء المنتقل في الوسط باختلاف نوع الوسط - كثافة الوسط

** بزيادة الكثافة الضوئية للأوساط الشفافة فأن سرعة الضوء تقل

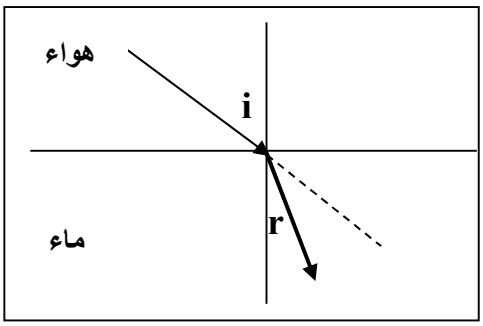
** في الأوساط غير الشفافة فأن سرعة الضوء تساوي صفر

# انكسار الضوء

**انكسار الضوء** التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء عند مروره بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية

**علل :** حدوث انكسار للضوء عند انتقاله بين وسطين مختلفين بالكثافة الضوئية .

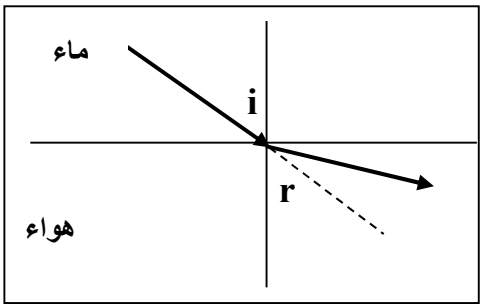
**لاختلاف سرعة موجات الضوء في الوسطين**




**ماذا يحدث في الحالات الآتية مع الرسم :**

**1- عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أقل كثافة إلى وسط أكبر كثافة .**
**ينكسر مقترباً من العمود المقام**

**2- عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة .**
**ينكسر مبتعداً من العمود المقام**




**3- عندما يسقط شعاع ضوئي عمودياً علي السطح الفاصل .**
**ينفذ علي استقامته و لا يحدث له انحراف**

**الكثافة الضوئية** مقدرة الوسط علي كسر الأشعة الضوئية

**قانونى الانكسار**

**1- قانون الانكسار الأول : الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام عند نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل**

**2- قانون الانكسار الثاني : النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني تساوي نسبة ثابتة**

**معامل الانكسار النسبي**

$$n_{2/1} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{V_1}{V_2}$$

**النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني**

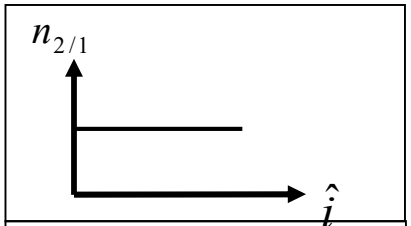
**أو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني**

**معامل الانكسار المطلق**

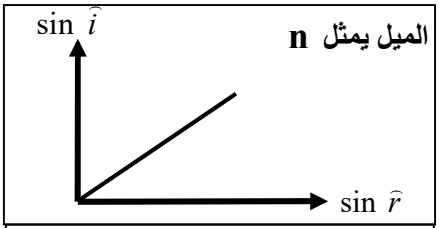
$$n = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{C}{V}$$

**النسبة بين سرعة الضوء في الهواء إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني**

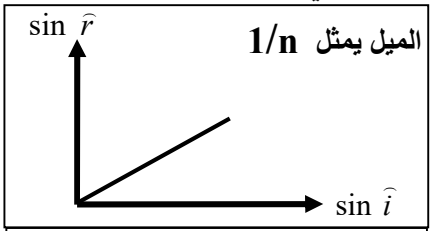
**أو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الهواء إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني**




معامل الانكسار النسبي
وزاوية السقوط




جيب زاوية السقوط
وجيب زاوية الانكسار




جيب زاوية الانكسار
وجيب زاوية السقوط

** لحساب معامل انكسار الزجاج بالنسبة إلي الماء بدلالة معامل الانكسار المطلق نستخدم $n_{ز/م} = \frac{n_م}{n_ز}$

** لحساب معامل انكسار الماء بالنسبة إلي الزجاج بدلالة معامل الانكسار المطلق نستخدم $n_{م/ز} = \frac{n_ز}{n_م}$

**استنتاج قانون سنل :**

$$* n_1 = \frac{C}{V_1} \qquad * n_2 = \frac{C}{V_2}$$

$$* \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} \qquad * n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$$

**علل :**

**1- معامل الانكسار المطلق دائماً أكبر من الواحد .**

**لأن سرعة الضوء في الهواء ( C ) أكبر من سرعته في الوسط الثاني ( V ) حيث** $n = \frac{C}{V}$

**2- معامل الانكسار المطلق للهواء يساوي الواحد الصحيح .**

**لأن** $n = \frac{C}{V}$ **حيث** $C = V$ **فتكون النسبة بينهما تساوي واحد**

**3- معامل الانكسار المطلق ليس له وحدة قياس .**

**لأن** $n = \frac{C}{V}$ **وهو نسبة بين كميتين فيزيائيتين لهما نفس وحدة القياس**

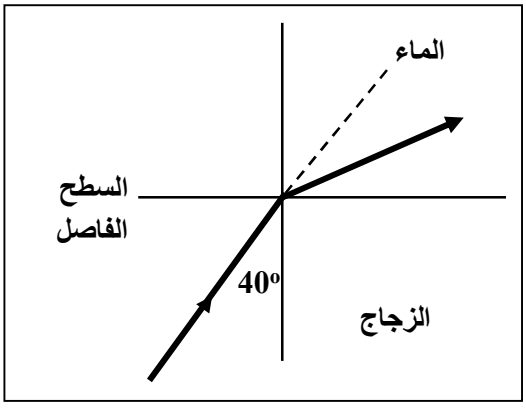
**مثال 1 : أسقط شعاع ضوئي على قطعة من الزجاج بزاويتي سقوط (15°) و(45°) وزاويتا الانكسار (10°) و(28°)**

**أ ) أحسب معامل الانكسار المطلق للزجاج لكل زاوية سقوط وماذا تستنتج .**

$$n = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{\sin 15}{\sin 10} = \frac{\sin 45}{\sin 28} = 1.5$$

**معامل الانكسار المطلق للمادة مقدار ثابت**

**مثال 2 : إذا كان معامل الانكسار المطلق للزجاج يساوى (1.5) ومعامل الانكسار المطلق للماء يساوى (1.33) أكمل الرسم ثم أحسب :**




**أ ) معامل الانكسار النسبي بين الزجاج والماء .**

$$n_{م/ز} = \frac{n_م}{n_ز} = \frac{1.33}{1.5} = 0.88$$

**ب) معامل الانكسار النسبي بين الماء والزجاج .**

$$n_{ز/م} = \frac{n_ز}{n_م} = \frac{1.5}{1.33} = 1.12$$

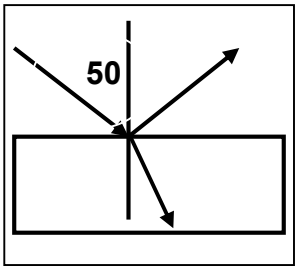
**ج) زاوية انكسار الشعاع في الماء .**

$$1.5 \times \sin 40 = 1.33 \times \sin \hat{r} \quad \Rightarrow \quad \hat{r} = 46^\circ$$

**د) سرعة الضوء في الزجاج حيث سرعة الضوء في الهواء تساوي** $3 \times 10^8$ m/s **.**

$$V_ز = \frac{C}{n_ز} = \frac{3 \times 10^8}{1.5} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

**مثال 3 : شعاع ضوئي ساقط علي أحد أوجه متوازي مستطيلات معامل انكسار مادته (1.33) فانعكس جزء وانكسر الجزء الأخر أحسب الزاوية بين الشعاع المنكسر والشعاع المنعكس .**



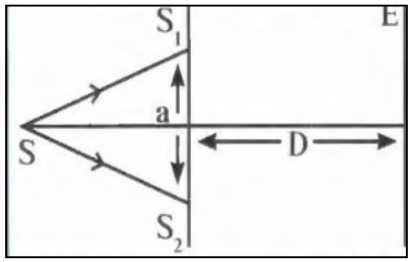

$$\hat{i} = \hat{r} = 50 \quad \Leftrightarrow \quad \sin \hat{r} = \frac{\sin \hat{i}}{n} = \frac{\sin 50}{1.33} \quad \Rightarrow \quad \hat{r} = 35^\circ$$

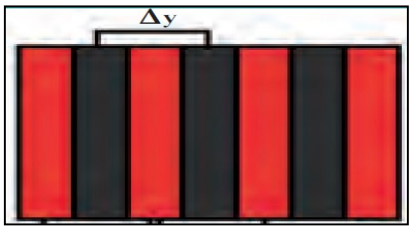
$$\theta = 180 - (50 + 35) = 95^\circ$$

## تداخل الضوء

**تداخل الضوء** تراكب الموجات الضوئية لها نفس التردد والسعة وتتكون مناطق مضيئة ومناطق مظلمة

**تجربة الشق المزدوج** في الشكل استخدام يونج مصدرا ضوئيا أحادي التردد (S) له طول موجي (λ) وموضوع خلف لوحة فيها فتحتان متوازيتان ضيقتان ($S_1$ و$S_2$) بحيث تمثلان مصدرين ضوئيين يبعثان موجات متفقة في الطور . أجب :




أ ) المسافة ( a ) تمثل المسافة بين الشقين

ب) المسافة ( D ) تمثل المسافة بين لوح الشقين و الحائل

ج) الأهداب المتكونة علي الحائل ( E ) هي أهداب مضيئة و أهداب مظلمة

د) الهدب المركزي يكون دائما مضيء ولا يوجد هدب مركزي مظلم

| وجه المقارنة | تداخل بنائي | تداخل هدمي |
|---|---|---|
| فرق المسير | $\delta = n\lambda$ | $\delta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ |
| نوع الأهداب المتكونة | أهداب مضيئة | أهداب مظلمة |

| وجه المقارنة | الهدب المضيء | الهدب المظلم |
|---|---|---|
| معادلة بعد الهدب عن الهدب المركزي $X = \frac{\delta . D}{a}$ | $x = \frac{n\lambda . D}{a}$ | $x = \frac{(2n+1)\lambda . D}{2 . a}$ |

**البعد الهدبى** المسافة بين هدبين متتاليين من نفس النوع $\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$

**علل :**

**1- في تجربة الشق المزدوج ليونج يزداد وضوح التداخل كلما قلت المسافة بين الشقين .**

**لأن المسافة بين هدبين من نفس النوع تتناسب عكسياً مع المسافة بين الشقين**

**2- الهدب المركزي هدب مضيء دوما .**

**لأن الهدب المركزي ينتج من تداخل أكبر عدد من الموجات متفقة الطور**

**مثال 1 :** في تجربة يونج كانت المسافة بين الشقين ( 0.05 cm ) والمسافة بين لوح الشقين والحائل ( 5 m ) إذا كان الهدب السادس المضيء يبعد عن الهدب المركزي ( 3 cm ) . أحسب : أ ) الطول الموجي للضوء .

$$x = \frac{n\lambda D}{a} \Rightarrow 0.03 = \frac{6 \times \lambda \times 5}{5 \times 10^{-4}} \Rightarrow \lambda = 5 \times 10^{-7}\ m$$

ب) المسافة بين هدبين متتاليين مضيئين .

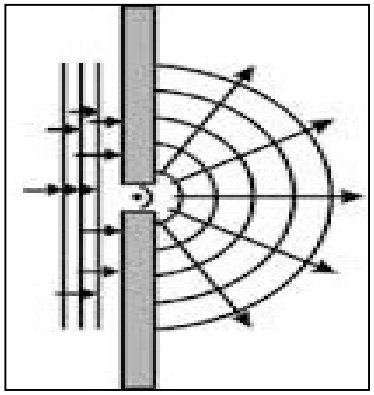
$$\Delta y = \frac{\lambda D}{a} = \frac{5 \times 10^{-7} \times 5}{5 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-3}\ m$$

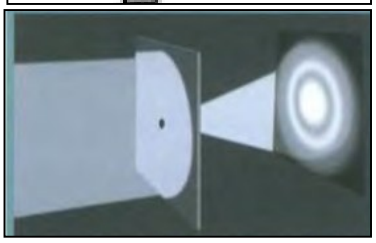
**مثال تطبيقى :** في تجربة يونج كانت المسافة بين الفتحتين ($2 \times 10^{-4}$ m) والمسافة بين الشق المزدوج والحائل (1.5 m) والمسافة بين هدبين متتاليين مضيئين ( $3 \times 10^{-3}$ m ) . أحسب الطول الموجي للضوء . $(4 \times 10^{-7} m)$

## حيود الضوء

**حيود الضوء** انحراف الضوء عن مساره الأصلي عندما تمر من خلال ثقب ضيق أو يمر على حافة حادة

**نشاط** في الشكل ثقب دائري قطره صغير أقل من ( 1 mm ) يتم إضاءته بمصدر ضوئي أحادي اللون ويحدث له ظاهرة الحيود . أكمل الرسم ثم أجب :





أ) يكون الحيود أكثر وضوحاً كلما كان اتساع الفتحة التي يمر منها الضوء **أقل من** $\lambda$

ب) إذا كان الفتحة التي يمر بها الضوء دائرية فيظهر علي الحائل **أهداب دائرية**

ج) القسم الأكبر من الموجات المتداخلة يتجه نحو **المركز** ويسمي **الهدب المركزي**

د) عرض الهدب المركزي يساوي **ضعف** عرض الأهداب المضاءة الأخرى .

ز) المساحة المضاءة علي الحائل **أكبر من** المساحة من المفترض تغطيتها لو انتشر الضوء بخطوط مستقيمة من دون انحراف .

س) بم تفسر سبب تشكل أهداب مضيئة على الحائل .

**تتكون الأهداب المضيئة بسبب تداخل الموجات متفقة الطور وشدة الإضاءة تزداد**

هـ) بم تفسر سبب تشكل أهداب مظلمة على الحائل .

**تتكون الأهداب المظلمة بسبب تداخل الموجات متعاكسة الطور وشدة الإضاءة تساوي صفر**

و) بم تفسر سبب شدة إضاءة الهدب المركزي عن باقي الهدب الأخرى .

**الهدب المركزي ينتج من تداخل أكبر عدد من الموجات متفقة الطور**

ي) بم تفسر سبب اتساع المساحة المضاءة على الحائل حسب مبدأ هيجنز .

**جميع نقاط الفتحة تعمل كأنها مصادر ضوء ثانوية تبعث الضوء في جميع الاتجاهات**

---

**ماذا يحدث :** إذا استبدلنا الفتحة الدائرية بشق طولي واستخدمنا في إضاءته ضوء أحادي اللون في تجربة يونج .

**تتكون أهداب مضيئة ومظلمة أفقية متعاقبة وعمودي على الشق الطولي**

**علل :** يمكن ملاحظة حيود الصوت أثناء حياتنا العادية ولا يمكن ملاحظة حيود الضوء .

**لأن الطول الموجي للصوت أكبر من الطول الموجي للضوء ويزداد الحيود كلما كان الطول الموجي أكبر من الفتحة**

---

**ملاحظة** من أهم تطبيقات ظاهرة حيود الضوء في الحياة العملية :

1- **استخدام حيود الأشعة السينية للكشف عن محاور بلورات المعادن والأحجار الكريمة**

2- **دراسة جزئيات الـ** DNA

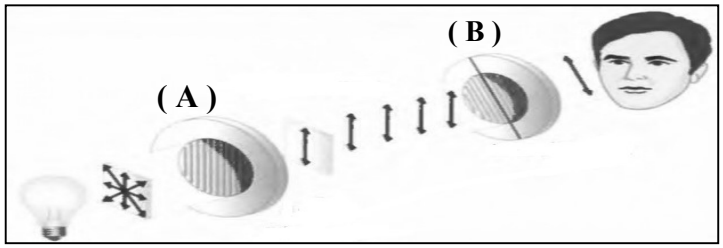
## استقطاب الضوء

**استقطاب الضوء** تكوين حزمة من الموجات الكهرومغناطيسية ( الضوء ) تكون اهتزازاتها في مستوى واحد ويحدث للموجات المستعرضة

**علل :** يحدث الاستقطاب للموجات الضوئية ولا يحدث للموجات الصوتية .
لأن الضوء موجات مستعرضة والصوت موجات طولية والاستقطاب يحدث للموجات المستعرضة فقط

---

**نشاط** في الشكل المقابل : ضوء يمر خلال بلورة من التورمالين الطبيعي أو مركب البولارويد الصناعي .




أ ) ما أسم الظاهرة في الشكل : استقطاب الضوء

ب) تسمي البلورة (A) : بلورة مستقطبة

ج) تسمي بلورة (B) : بلورة محللة

د) تسمي الموجة الناتجة من البلورة (A): الموجة المستقطبة

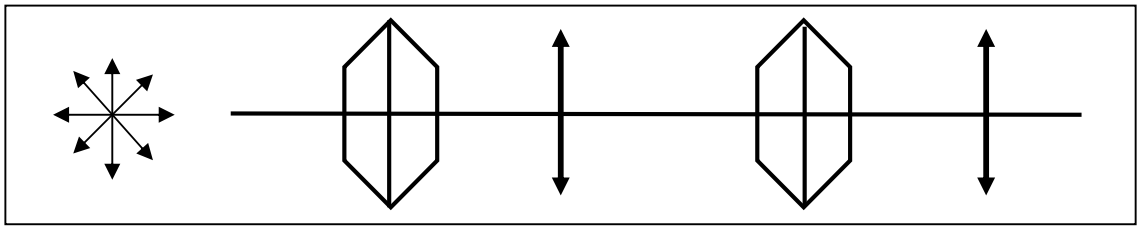
هـ) يحدث الاستقطاب في اتجاه واحد في بلورة (A) بسبب الموجات الضوئية موازية للمحور البصري للبلورة

و) إذا كان المحور البصري للبلورة (B) موازياً للمحور البصري للبلورة (A) فأن الموجات الضوئية تمر

ي) إذا كان المحور البصري للبلورة (B) عمودياً علي المحور البصري للبلورة (A) فأن الموجات الضوئية لا تمر

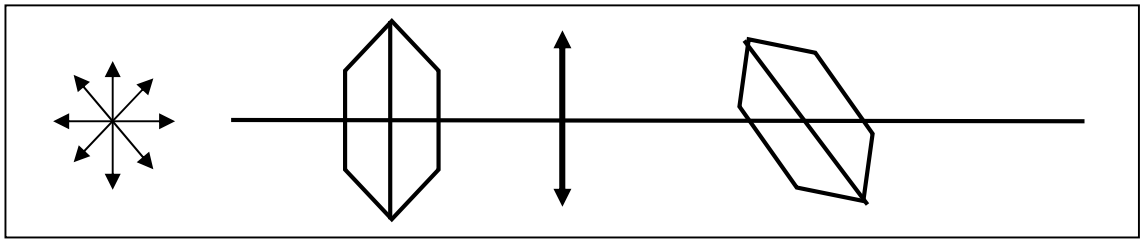
---

**نشاط**



أ ) ماذا يحدث للضوء بعد مروره من البلورة المحللة ؟ ينفذ الضوء

ب) ما تفسيرك لما حدث ؟ الموجات الضوئية موازية للمحور البصري للبلورة المحللة



أ ) ماذا يحدث للضوء بعد مروره من البلورة المحللة ؟ يضعف الضوء تدريجياً حتى ينعدم

ب) ما تفسيرك لما حدث ؟ الموجات الضوئية عمودية علي المحور البصري للبلورة المحللة

---

**ملاحظة** من أهم تطبيقات ظاهرة استقطاب الضوء في الحياة العملية :

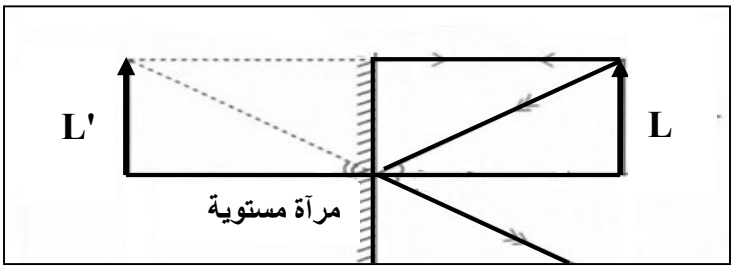
1- نظارات البولاريد التي تحمي العين من الشمس

2- وضع البولاريد أمام اله التصوير للتحكم في شدة الضوء

الدرس ( 1- 2 ) : **الانعكاس عند السطوح المستوية**

**المرايا** **سطوح ناعمة عاكسة مصنوعة من معدن لامع أو زجاج طلي أحد سطوحه بمادة مثل الزئبق أو الفضة**

**نشاط** **في الشكل جسم موضوع أمام مرآة مستوية**




**أ) أرسم مسار الأشعة الساقطة علي المرآة :**

**ب) صفات الصورة المتكونة :**

**1- تقديرية ( وهمية )  2- معتدلة ( غير مقلوبة )  3- مساوية لطول الجسم  4- معكوسة**

**ج) لحساب تكبير المرآة ( M ) تستخدم العلاقة** $M = \frac{L'}{L}$

**د) تكبير المرآة المستوية يساوي** $M = 1$

**مثال 1 : جسم طوله ( 5 cm ) وضع على مسافة ( 50 cm ) من مرآة مستوية . أحسب :**

**أ ) المسافة بين الجسم وصورته المتكونة .**

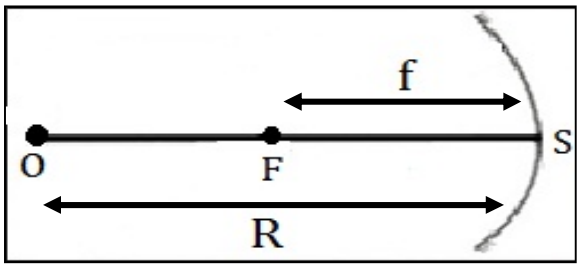
$$d = V + U = 50 + 50 = 100 \text{ cm}$$

**ب) تكبير المرآة المستخدمة .**

$$M = \frac{L'}{L} = \frac{5}{5} = 1$$

**المرايا الكروية** **مرايا تم قصها من كرة وطلي وجهها الداخلي أو الخارجي بمادة عاكسة**

| وجه المقارنة | المرآة المحدبة ( مفرقة ) | المرآة المقعرة ( لأمة أو مجمعة ) |
|---|---|---|
| التعريف | مرآة السطح العاكس لها هو السطح الخارجي | مرآة السطح العاكس لها هو السطح الداخلي |




**** المحور الأساسي : الخط المار بقطب المرآة ومركز الكرة**

**** نصف قطر التكور : المسافة بين قطب المرآة ومركز الكرة**

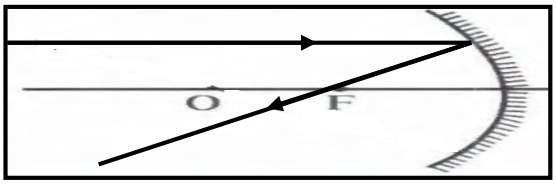
**** بؤرة المرآة : نقطة الوسط بين قطب المرآة ومركز الكرة**

**** البعد البؤري : المسافة من قطب المرآة إلى البؤرة**

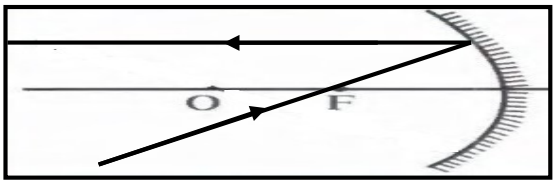
**** لحساب البعد البؤري ( f ) بدلالة نصف قطر التكور ( R ) نستخدم العلاقة** $f = \frac{R}{2}$

**رسم الأشعة المنعكسة على المرآة المقعرة**

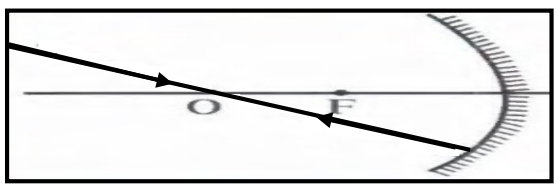
**ماذا يحدث فى الحالات الآتية :**




**1- إذا سقط شعاع ضوئي مواز للمحور الأساسي .**
**ينعكس مارا بالبؤرة**




**2- إذا سقط شعاع ضوئي ماراً بالبؤرة .**
**ينعكس موازيا للمحور الأساسي**




**3- إذا سقط شعاع ضوئي ماراً بمركز التكور .**
**ينعكس على نفسه**

## رسم الأشعة المنعكسة على المرآة المحدبة

### ماذا يحدث فى الحالات الآتية :

**1- إذا سقط شعاع ضوئي مواز للمحور الأساسي .**

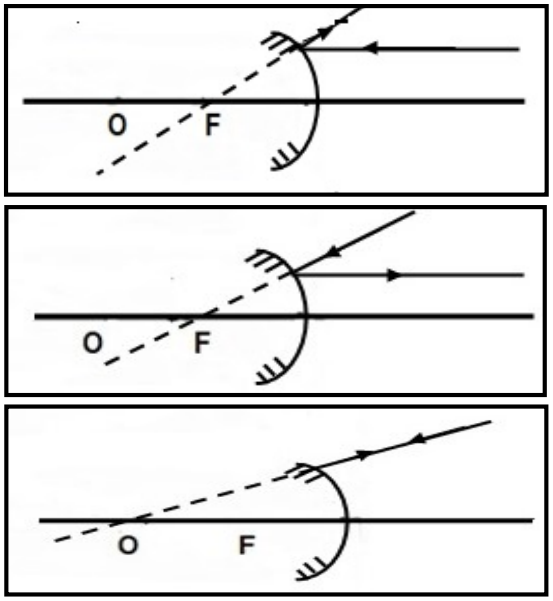
**ينعكس وامتداده يمر بالبؤرة**

**2- إذا سقط شعاع ضوئي امتداده ماراً بالبؤرة .**

**ينعكس موازيا للمحور الأساسي**

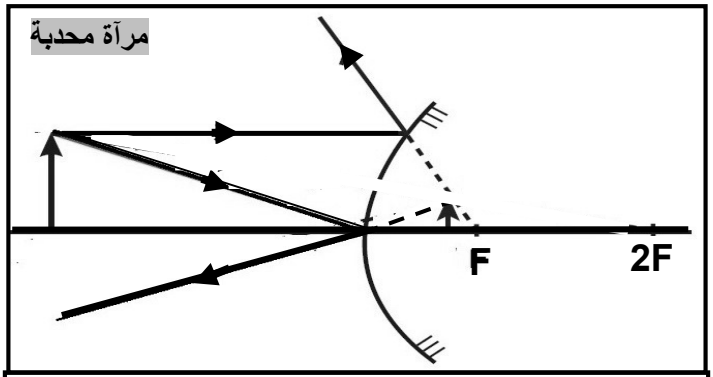
**3- إذا سقط شعاع ضوئي امتداده ماراً بمركز التكور .**

**ينعكس على نفسه**

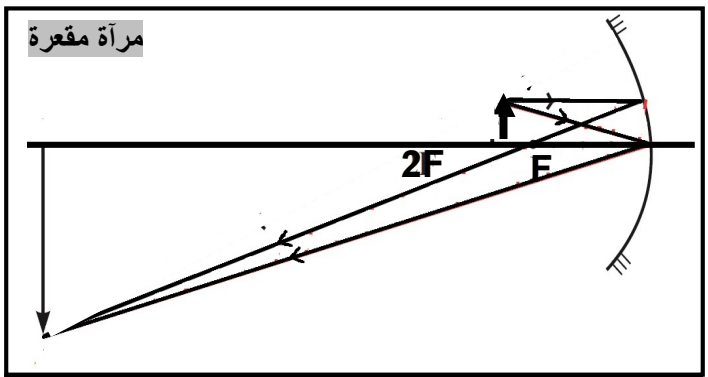



| وجه المقارنة | الصورة الحقيقية | الصورة التقديرية |
|---|---|---|
| كيفية تكوينها | تلاقي الأشعة المنعكسة | تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة |
| إمكانية استقبالها علي الحائل | يمكن استقبالها على حائل | لا يمكن استقبالها على حائل |

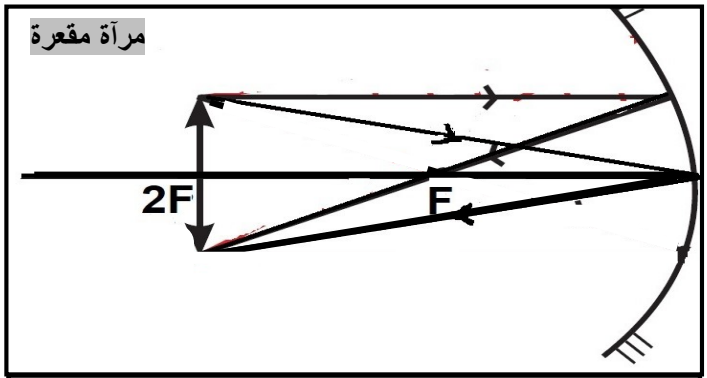
** أرسم حزمة ضوئية منطلقة من الجسم لتنعكس على المرآة لتكوين صورة مع تحديد صفات الصورة :



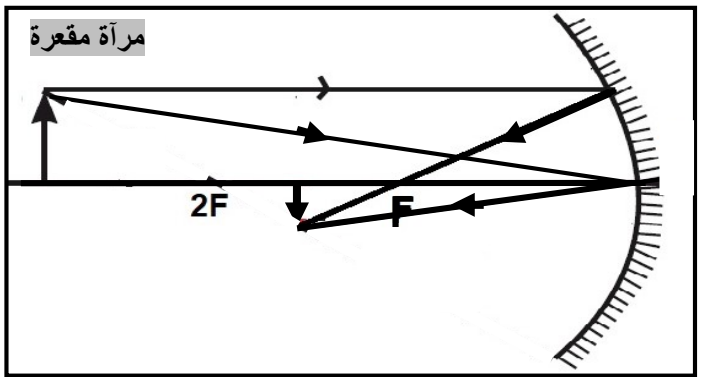

الصورة : تقديرية – معتدلة - مصغرة




الصورة : حقيقية – مقلوبة - مكبرة




الصورة : حقيقية – مقلوبة – مساوية للجسم




الصورة : حقيقية – مقلوبة – مصغرة

## تابع الانعكاس عند السطوح المستوية

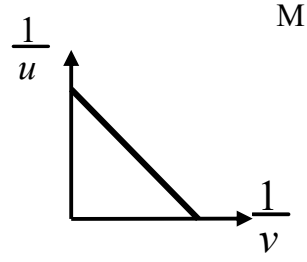
**القانون العام للمرايا**

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

** ( f ) يمثل البعد البؤري

** ( U ) يمثل بعد الجسم

** ( V ) يمثل بعد الصورة




مقلوب بعد الجسم عن المرآة
ومقلوب بعد الصورة عن المرآة

**التكبير** النسبة بين طول الصورة إلي طول الجسم أو النسبة بين بعد الصورة إلي بعد الجسم

$$M = -\frac{V}{U} = \frac{L'}{L}$$

| قاعدة الإشارات | إشارة ( + ) | إشارة ( - ) |
|---|---|---|
| بعد الجسم ( U ) | الجسم حقيقي | الجسم تقديري |
| بعد الصورة ( V ) | الصورة حقيقية | الصورة تقديرية |
| التكبير ( M ) | الصورة معتدلة | الصورة مقلوبة |
| البعد البؤري ( f ) | المرآة مقعرة ( مجمعة ) | المرآة محدبة ( مفرقة ) |

**مثال 1 :** وضع جسم طوله (10 cm) وعلى بعد (20 cm) من مرآة نصف قطر تكورها (30 cm) .أحسب :

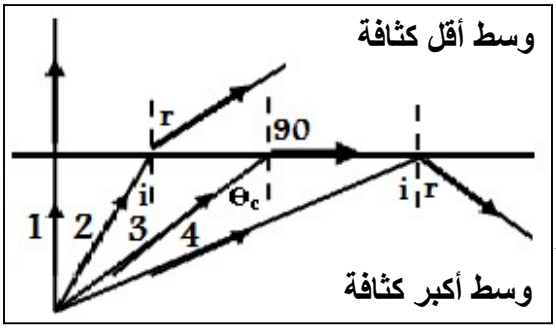
| | مرآة مقعرة | مرآة محدبة |
|---|---|---|
| أ ) بعد الصورة $f = \frac{R}{2} = 15\ cm$ | $\frac{1}{V} = \frac{1}{f} - \frac{1}{U}$ <br> $\frac{1}{V} = \frac{1}{15} - \frac{1}{20} = \frac{1}{60} \Rightarrow V = 60\,cm$ | $\frac{1}{V} = \frac{1}{f} - \frac{1}{U}$ <br> $\frac{1}{V} = \frac{1}{-15} - \frac{1}{20} = -\frac{7}{60} \Rightarrow V = -8.5\ cm$ |
| ب) التكبير | $M = -\frac{V}{U} = -\frac{60}{20} = -3$ | $M = -\frac{V}{U} = \frac{-(-8.5)}{20} = +0.4$ |
| ج) طول الصورة | $L = M \times L' = 3 \times 10 = 30\ cm$ | $L = M \times L' = 0.4 \times 10 = 4\ cm$ |
| د) صفات الصورة | حقيقية - مقلوبة - مكبرة | تقديرية - معتدلة - مصغرة |

**مثال 2 :** وضع جسم علي بعد ( 30 cm ) من مرآة فتكونت له صورة :

| | حقيقية - مقلوبة - مكبرة ثلاث مرات | تقديرية - معتدلة - مصغرة للنصف |
|---|---|---|
| أ ) حدد نوع المرآة | مرآة مقعرة | مرآة محدبة |
| ب) بعد الصورة | $V = -M \times U = -(-3) \times 30 = 90\,cm$ | $V = -M \times U = -\frac{1}{2} \times 30 = -15\,cm$ |
| ج) البعد البوري | $\frac{1}{f} = \frac{1}{V} + \frac{1}{U} = \frac{1}{90} + \frac{1}{30} = \frac{2}{45}$ <br> $f = 22.5\ cm$ | $\frac{1}{f} = \frac{1}{V} + \frac{1}{U} = \frac{1}{-15} + \frac{1}{30} = -\frac{1}{30}$ <br> $f = -30\ cm$ |
| د) نصف قطر تكور | $R = 2 \times f = 2 \times 22.5 = 45\,cm$ | $R = 2 \times f = 2 \times -30 = -60\,cm$ |

## الانعكاس الكلي الداخلي

** في الشكل المقابل أكمل مسار الأشعة الضوئية ثم أجب :




أ ) الشعاع الذي يسقط بالزاوية الحرجة هو الشعاع رقم 3

ب) الشعاع الذي يحدث له انعكاس كلي هو الشعاع رقم 4

**الزاوية الحرجة** | زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة تساوي ( 90° )

**الانعكاس الكلى الداخلى** | انعكاس في الوسط الأكبر كثافة عندما تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة

** يتبع الشعاع في الانعكاس الكلي الداخلي قانوني الانعكاس ولا يتبع قانوني الانكسار

**ماذا يحدث :** | عند سقوط ضوء في وسط أكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة .

يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي

---

** أستنتج العلاقة بين معامل الانكسار وجيب الزاوية الحرجة إذا كان الهواء هو الوسط الأقل كثافة : $\sin\theta_c = \frac{1}{n_1}$

$$* n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r} \quad \Rightarrow \quad * n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin 90$$

$$* \sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad \Rightarrow \quad * \sin\theta_c = \frac{1}{n_1}$$

---

**مثال 1 :** أحسب الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء عندما ينتقل شعاع الضوء من الزجاج إلى الماء .

علما بأن معامل الانكسار للزجاج يساوي (1.5) ومعامل الانكسار للماء يساوي (1.4).

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.4}{1.5} \Rightarrow \theta_c = 68.9^o$$

**مثال 2 :** أحسب الزاوية الحرجة عندما ينتقل شعاع الضوء من الماء إلى الهواء علما أن معامل الانكسار للماء (1.4)

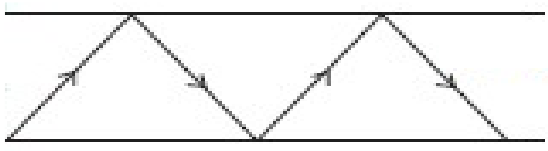
$$\sin\theta_c = \frac{1}{n_1} = \frac{1}{1.4} \Rightarrow \theta_c = 45.5^o$$

---

## تطبيقات على الانعكاس الكلي الداخلي

**الألياف الضوئية البصرية** | ألياف زجاجية دقيقة لا يفقد الضوء خلالها الطاقة

**ماذا يحدث :** | عند دخول شعاع ضوئي داخل الليفة الضوئية .



يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي

**علل لما يأتي :**

1- الليفة الضوئية تمنع الضوء من الهروب عند مروره خلالها .

لأن الضوء يسقط بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة وكثافة الوسط داخل الليفة أكبر من كثافة غلاف الليفة

2- للألياف الضوئية استخدامات عديدة وبخاصة في العمليات الجراحية التي تعتمد على المنظار .

لأنها رفيعة و قابلة للانثناء ولا يفقد الضوء خلالها طاقة

# العلاقات الرياضية المستخدمة في المنهج

| التحويلات | | | |
|---|---|---|---|
| الطول | $cm \div 100 \rightarrow m$<br>$mm \div 1000 \rightarrow m$ | الكتلة | $gm \div 1000 \rightarrow Kg$ |
| المساحة | $cm^2 \div 100^2 \rightarrow m^2$<br>$mm^2 \div 1000^2 \rightarrow m^2$ | الزمن | $\min \times 60 \rightarrow \mathrm{S}$<br>$\mathrm{hr} \times 3600 \rightarrow \mathrm{S}$ |
| الشحنة الكهربائية | $\mu C \times 10^{-6} \rightarrow C$ | شدة التيار | $\mathrm{mA} \times 10^{-3} \rightarrow \mathrm{A}$ |
| الطاقة الحرارية | $Kcal \times 1000 \rightarrow cal$<br>$cal \times 4.184 \rightarrow J$ | | |

| قوانين الحرارة | |
|---|---|
| العلاقة بين التدريجات الحرارية | $\frac{T_F - 32}{1.8} = T_K - 273 = T_C$ |
| السعة الحرارية النوعية | $\mathrm{c} = \frac{Q}{m.\Delta T}$ |
| السعة الحرارية | $C = \frac{Q}{\Delta T}$ $\quad \mathrm{C} = \mathrm{c} \times \mathrm{m}$ |
| الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة | $Q = \mathrm{cm}\Delta\mathrm{T}$ $\quad Q = \mathrm{P.t}$ |
| قانون التبادل الحراري | $\sum Q = 0$ |
| التمدد الطولي في الأجسام الصلبة | $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ |
| التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة | $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$ |
| معامل التمدد الطولي ( الخطي ) | $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$ $\quad \alpha = \frac{\beta}{3}$ |
| معامل التمدد الحجمي | $\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$ $\quad \beta = 3\alpha$ |
| الطول بعد التمدد أو الانكماش | $L_1 = L_0 + \Delta L$ |
| الحجم بعد التمدد أو الانكماش | $V_1 = V_0 + \Delta V$ |
| الحجم الأصلي للمكعب | $V_o = (L)^3$ |
| الحجم الأصلي للكرة | $V_o = \frac{4}{3}\pi.R^3$ |
| الحجم الأصلي بدلالة الكثافة | $V_0 = \frac{m}{\rho}$ |

| تابع قوانين الحرارة | |
|---|---|
| الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتبخير | $L_V = \frac{Q_V}{m}$ $L_F = \frac{Q_F}{m}$ |
| حرارة الانصهار وحرارة التبخير | $Q_F = m.L_F$ $Q_V = m.L_V$ |
| التمدد الظاهري للسائل | $\Delta V_a = \gamma_a \times V_0 \times \Delta T$ |
| التمدد الحقيقي للسائل | $\Delta V_r = \gamma_r \times V_0 \times \Delta T$ |
| علاقة التمدد الحقيقي و التمدد الظاهري | $\Delta V_r = \Delta V_a + \Delta V_C$ |
| معامل التمدد الظاهري | $\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \cdot \Delta T}$ |
| معامل التمدد الحقيقي | $\gamma_r = \frac{\Delta V_r}{V_0 \cdot \Delta T}$ |
| علاقة معامل التمدد الحقيقي ومعامل التمدد الظاهري | $\gamma_r = \gamma_a + \beta$ |

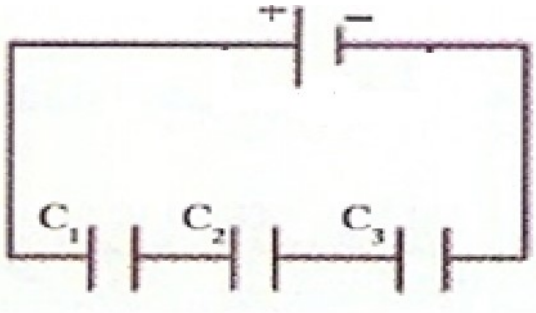
| قوانين المجالات الكهربائية | |
|---|---|
| شدة المجال الكهربائي | $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ |
| شدة المجال الكهربائي الغير منتظم | $E = \frac{Kq}{d^2}$ |
| شدة المجال الكهربائي المنتظم | $E = \frac{V}{d}$ |
| محصلة مجالين كهربائيين | $E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos\theta}$ |
| اتجاه محصلة مجالين كهربائيين | $\sin\alpha = \frac{E_2 \sin\theta}{E_T}$ |

| قوانين المجالات المغناطيسية | |
|---|---|
| شدة المجال المغناطيسي في سلك مستقيم | $B = \frac{\mu_o}{2\pi} \times \frac{I}{d}$ |
| شدة المجال المغناطيسي في ملف دائري | $B = \frac{\mu_o}{2} \times \frac{N.I}{r}$ |
| شدة المجال المغناطيسي في ملف لولبي | $B = \mu_o \times \frac{N.I}{L}$ |

| قوانين المكثفات | |
|---|---|
| السعة الكهربائية للمكثف | $C = \frac{q}{V} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$ |
| الطاقة المختزنة في المكثف | $U = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ |
| السعة الكهربائية للمكثف عند إضافة مادة عازلة | $C = C_0 \times \varepsilon_r$ |
| توصيل المكثفات علي التوالي | $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ |
| توصيل المكثفات علي التوازي | $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$ |

| قوانين الضوء | |
|---|---|
| معامل الانكسار النسبي | $n_{2/1} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{V_1}{V_2}$ |
| معامل الانكسار المطلق | $n = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{C}{V}$ |
| قانون سنل | $n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$ |
| الزاوية الحرجة | $\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$ |
| فرق المسير عند التداخل البنائي للضوء | $\delta = n\lambda$ |
| فرق المسير عند التداخل الهدمي للضوء | $\delta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ |
| بعد الهدب عن الهدب المركزي | $X = \frac{\delta . D}{a}$ |
| البعد الهدبى بين هدبين متتاليين | $\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$ |
| القانون العام للمرايا | $\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$ |
| التكبير في المرايا | $M = -\frac{V}{U} = \frac{L'}{L}$ |
| البعد البؤري للمرآة | $f = \frac{R}{2}$ |

**1- حساب السعة المكافئة في التوالي**



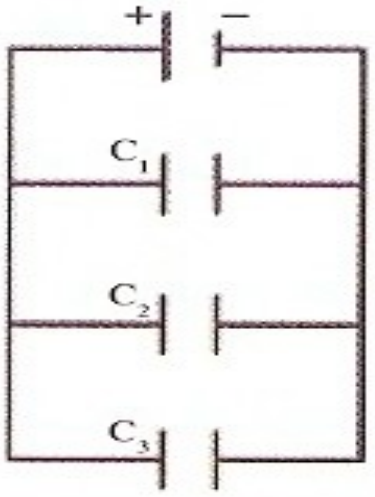

$$* \mathrm{V}_{eq} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$* V = \frac{q}{c}$$

$$* \frac{q}{C_{eq}} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

$$* \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

**2- حساب السعة المكافئة في التوازي**




$$* q_{eq} = q_1 + q_2 + q_3$$

$$* q = CV$$

$$* C_{eq}V = C_1V + C_2V + C_3V$$

$$* C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

**3- قانون سنل**

$$* \mathrm{n}_1 = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{V}_1}$$

$$* \mathrm{n}_2 = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{V}_2}$$

$$* \frac{\mathrm{n}_2}{\mathrm{n}_1} = \frac{\mathrm{V}_1}{\mathrm{V}_2} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}}$$

$$* n_1 \sin \hat{i} = \mathrm{n}_2 \sin \hat{r}$$

**4- العلاقة بين معامل الانكسار وجيب الزاوية الحرجة**

$$* n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$$

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

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

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