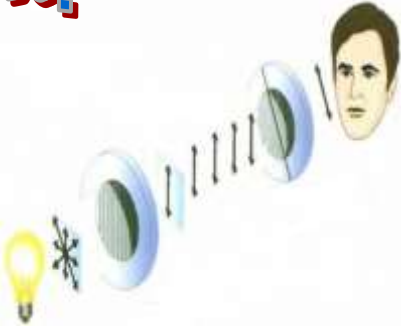


# نموذج الاجابة



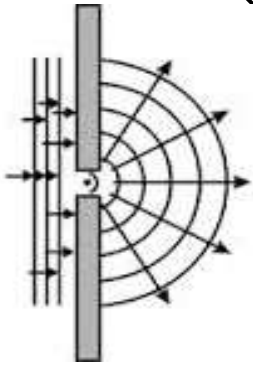
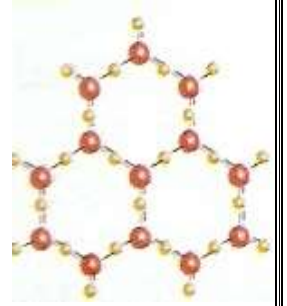
وزارة التربية  
منطقة حولي التعليمية  
ثانوية فهد الدويري بنين  
قسم الفيزياء و الكيمياء



فيزياء الصف العادي عشر ( 11 )

العام الدراسي 2019 / 2020

الفصل الدراسي الثاني



أسم الطالب / .....

الصف / .....



إعداد

أ / يوسف بدر عزمي

مدير المدرسة  
د / عبد العزيز الجاسم

الموجه الفني  
أ / محمود الحمادي

رئيس القسم  
أ / نبيل الدالي

دفتر الطالب لا يغني عن الكتاب المدرسي

## الوحدة الثانية : المادة و الحرارة

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

العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية

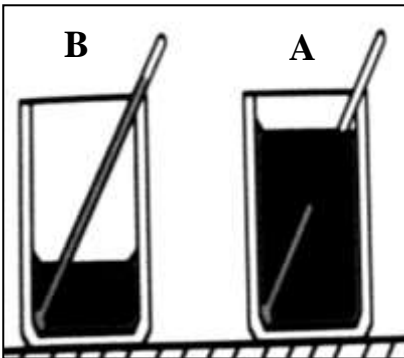
**\*\* درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد ولا تعتبر مقياساً لـ مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات**

**\*\* 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	( $^{\circ}C$ ) و ( $^{\circ}F$ ) 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 الجزيء الواحد لكل منهما ؟

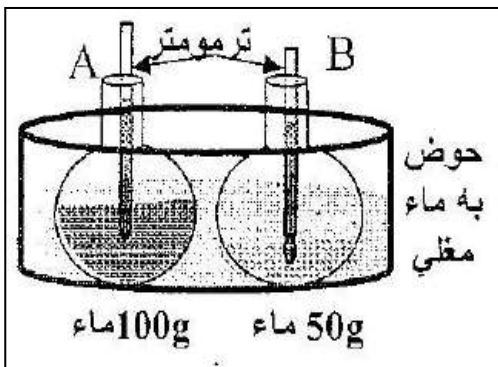
متساويان

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 جزيئات أقل في الإناء (B)

## قياس درجة الحرارة

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

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

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

**علل :** الطاقة الحركية للأجسام تساوي صفر عند درجة حرارة الصفر المطلق .  
لأن جزيئات المادة تكون في حالة سكون

**\*\* درجة الصفر المطلق يساوي  $- 273$  علي تدرج سلسيوس ويساوي  $- 459.4$  علي تدرج فهرنهايت**

**\*\* درجة الصفر سلسيوس يساوي  $273$  علي تدرج كلفن ويساوي  $32$  علي تدرج فهرنهايت**

**\*\* التغير علي تدرج سلسيوس يساوي التغير علي تدرج كلفن**

**\*\* تتساوي تدرج سلسيوس مع تدرج فهرنهايت عند درجة حرارة تساوي  $40$  - والتي تساوي بالكلفن  $233$**

**\*\* إذا كان التغير علي تدرج سلسيوس يساوي (  $25^{\circ}\text{C}$  ) فيكون التغير علي تدرج كلفن يساوي  $25\text{ K}$**

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

أ ) درجة حرارته علي تدرج كلفن :  $T_K = 310\text{ K}$

ب ) درجة حرارته علي تدرج فهرنهايت :  $T_F = 98.6^{\circ}\text{F}$

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

أ ) درجة حرارته علي تدرج سلسيوس :  $T_C = 93.3^{\circ}\text{C}$

ب ) درجة حرارته علي تدرج كلفن :  $T_K = 366.3\text{ K}$

**مثال 3 :** جسم درجة حرارته (  $320\text{ K}$  ) . أحسب :

أ ) درجة حرارته علي تدرج سلسيوس :  $T_C = 47^{\circ}\text{C}$

ب ) درجة حرارته علي تدرج فهرنهايت :  $T_F = 116.6^{\circ}\text{F}$

## تابع الحرارة والاتزان الحراري

### التلامس الحراري

ماذا يحدث : عند تلامس جسمين لفترة أحدهما ساخن والآخر بارد .

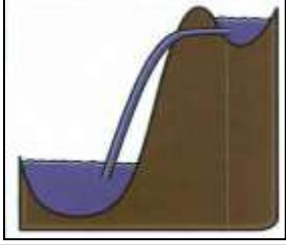
نتقل الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد

\*\* 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 °C) وحوض سباحة يحوي ماء درجة حرارته (30 °C) .

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 °F ) .

لا تتغير درجة حرارة الوعاء لأن ماء الكوب والماء في الوعاء في حالة اتزان 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 لجزيئاته أقل الى جسم آخر مجموع الطاقة الحركية لجزيئاته أكبر

لأن سريان الحرارة بين جسمين يعتمد على درجة الحرارة وليس على الطاقة الحرارية

نشاط

ثلاث أواني حيث الإناء الأول يحوي ماء دافئ والإناء الثاني يحوي ماء بارد والإناء الثالث يحوي ماء صنبور ضع يدك اليمنى في الماء الدافئ ويدك اليسرى في الماء البارد ثم يدك في ماء الصنبور ثم أجب :

أ) ما إحساسك في اليد اليمنى ؟ مع التفسير ؟

تحس اليد اليمنى بالبرودة لأنها تفقد حرارة

ب) ما إحساسك في اليد اليسرى ؟ مع التفسير ؟

تحس اليد اليسرى بالدفء لأنها تكتسب حرارة

ج) ماذا تستنتج ؟

تسري الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد

الطاقة الداخلية مجموعة من الطاقات تشمل الطاقة الحركية الدورانية للجزيئات والطاقة الحركية الداخلية

للذرات وطاقة الوضع بين الجزيئات

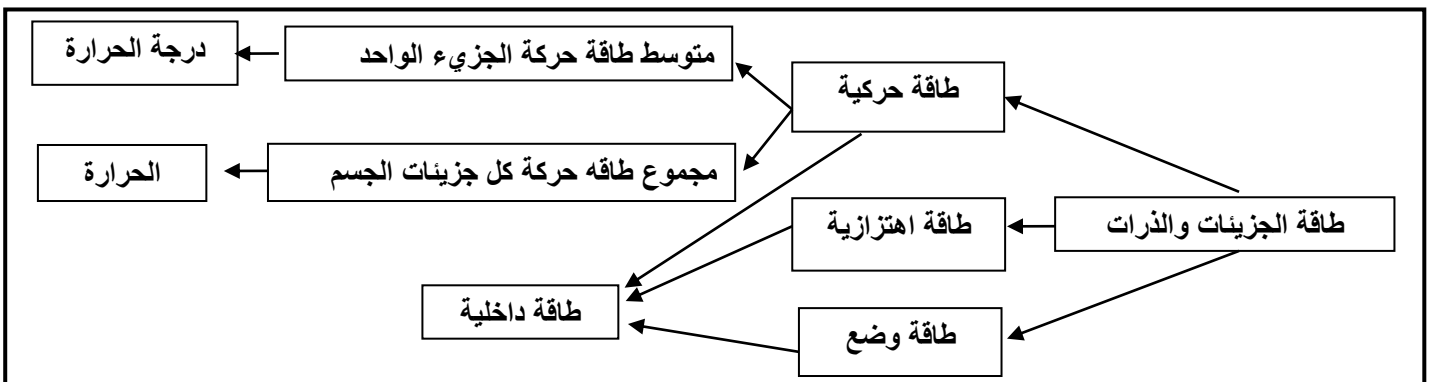
ماذا يحدث في الحالات الآتية :

1- عندما تمتص مادة معينة كمية من الحرارة ولم تتحول إلى حالة أخرى .

تزداد طاقة الحركة الاهتزازية للجزيئات وترتفع درجة حرارتها

2- عندما تمتص مادة معينة كمية من الحرارة وتحولت إلى حالة أخرى .

لا تزداد طاقة الحركة الاهتزازية للجزيئات وتستخدم الطاقة المكتسبة في تحويل المادة من حالة إلى حالة أخرى



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 )**

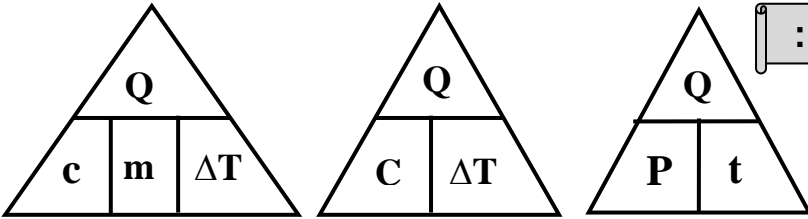
\*\* الوحدة التي تستخدم في تقدير المكافئ الحراري أو المردود الحراري للأغذية هي **السعر الحراري**

\*\* 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 °C ) إلي ( 120 °C ) .

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

أ ) الطاقة الحرارية التي تكتسبها هذه الكمية من الماء .

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

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

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

وجه المقارنة	السعة الحرارية النوعية	السعة الحرارية
التعريف	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة <u>كيلو جرام واحد من المادة</u> درجة واحدة سلسيوس	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة <u>مادة كتلتها m</u> درجة واحدة سلسيوس
القانون	$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$	$C = \frac{Q}{\Delta T}$
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

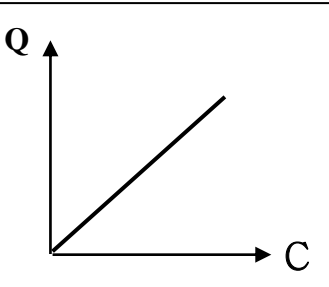
ما المقصود بكل من :

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

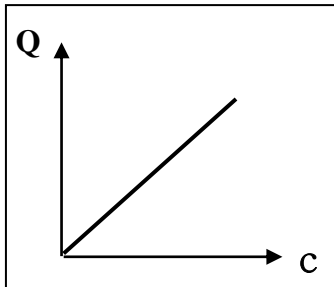
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من المادة درجة واحدة سلسيوس 4200 J

2- السعة الحرارية لجسم = 200 J/K

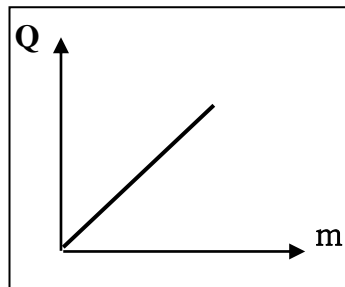
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها m درجة واحدة سلسيوس 200 J



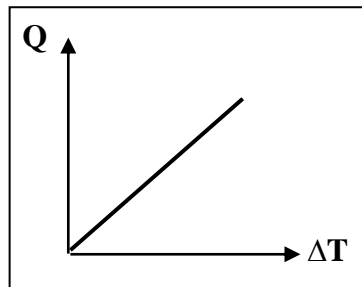
الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة والسعة الحرارية لعدة مواد مختلفة



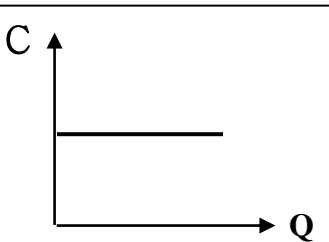
الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة والسعة الحرارية النوعية لعدة مواد مختلفة



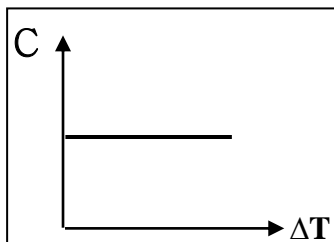
الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة وكتلة المادة عند ثبات باقى العوامل



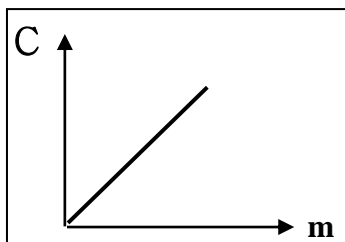
الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة وفرق درجات الحرارة عند ثبات باقى العوامل



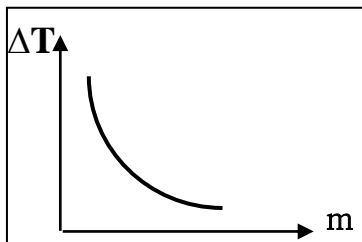
السعة الحرارية والطاقة الحرارية عند ثبات كتلة المادة



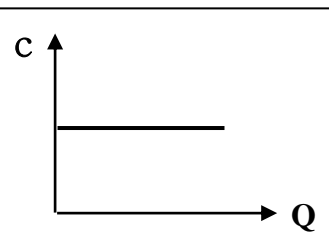
السعة الحرارية وفرق درجات الحرارة عند ثبات كتلة المادة



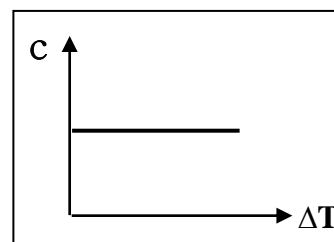
السعة الحرارية وكتلة المادة لنفس المادة



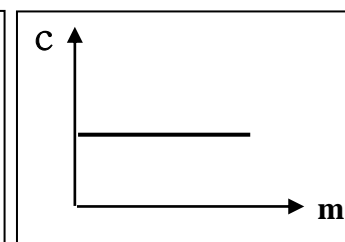
فرق درجات الحرارة وكتلة المادة عند ثبات الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة



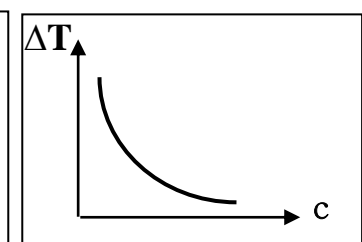
السعة الحرارية النوعية والطاقة الحرارية لنفس المادة



السعة الحرارية النوعية وفرق درجات الحرارة لنفس المادة



السعة الحرارية النوعية وكتلة المادة لنفس المادة



فرق درجات الحرارة والسعة الحرارية النوعية لعدة مواد

## 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 المخزنة في الطعام أكبر لأن السعة الحرارية النوعية للطعام أكبر

3- البصل المطهو لا يمكن أكله فوراً لسخونته الشديدة في حين أن البطاطا المطهوه يمكن أكلها فور طهوها .

لأن الطاقة الحرارية المخزنة 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 ويخزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء

5- يعتبر الماء سائلاً مثالياً للتبريد والتسخين أو يستخدم الأجداد زجاجات الماء الحارة لتدفئة أقدامهم في أيام الشتاء

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

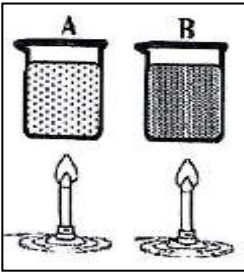
6- لا تعاني المدن القريبة من البحار من فرق كبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار على عكس المدن الصحراوية

أو حدوث نسيم البحر ونسيم البر .

لأن السعة 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 ويحل 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 °C ) والمادة ( B ) ( 25 °C ) . أجب :

أ ) أيهما اكتسب طاقة حرارية أكبر : متساويان وأيها 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 (  $T_2 > T_1$  ) فإن المادة تكتسب حرارة . ( Q موجبة )

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



**مثال 2:** أكتسب ( 1 ) لتر من الماء كمية من الطاقة الحرارية فارتفعت حرارته إلى ( 10 °C ) كم يكون الارتفاع في درجة حرارة ( 2 ) لتر من الماء عندما يكتسب الكمية نفسها من الحرارة .

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

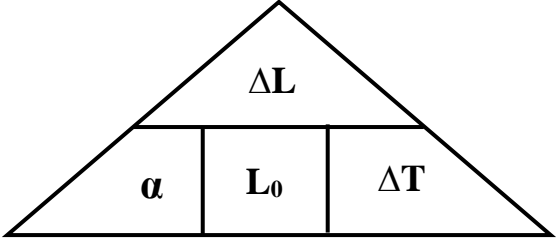
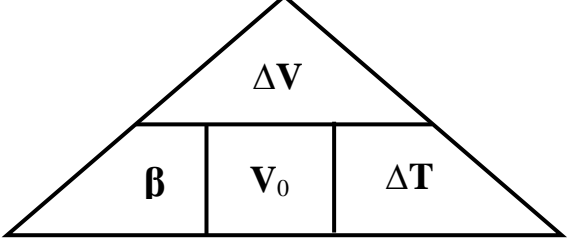
**مثال 3:** تسخن قطعة من النحاس كتلتها ( 25 g ) ثم توضع في مسعر حراري من النحاس كتلته ( 0.5 Kg ) يحتوي علي ( 75 g ) من الماء ترتفع حرارة الماء من ( 20 °C ) إلى ( 25 °C ) . أكتب درجة الحرارة الابتدائية لقطعة النحاس قبل إدخالها المسعر حيث السعة الحرارية النوعية للماء ( 4180 J/Kg.K ) وللنحاس ( 390 J/Kg.K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

الماء ( Q <sub>1</sub> )	مسعر النحاس ( Q <sub>2</sub> )	قطعة النحاس ( Q <sub>3</sub> )	
0.075	0.5	0.025	الكتلة m ( kg )
4180	390	390	السعة الحرارية النوعية C ( J / kg . K )
( 25 - 20 )	( 25 - 20 )	( 20 - T <sub>1</sub> )	التغير في درجة الحرارة ΔT ( K )
Q <sub>1</sub> = 1567.5	Q <sub>2</sub> = 975	Q <sub>3</sub> = 9.75 (20-T <sub>1</sub> )	كمية الحرارة Q = m.c.ΔT ( J )
$Q_3 + Q_2 + Q_1 = 0$ $9.75(20 - T_1) + 975 + 1567.5 = 0$ $T_1 = 280.7 \text{ } ^\circ\text{C}$			الاتزان الحراري $\sum Q = 0$

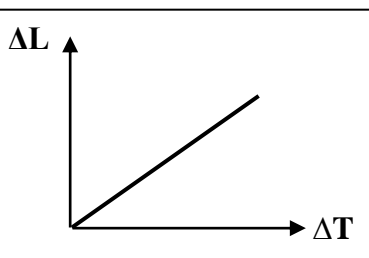
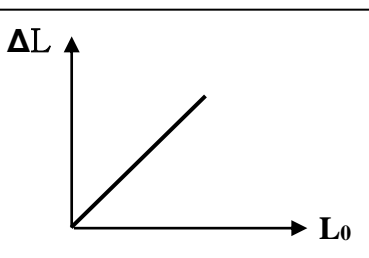
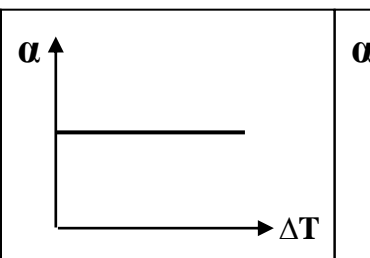
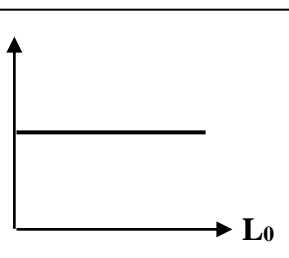
**مثال 4:** سخنت قطع من الألومنيوم كتلته ( 500 g ) إلى ( 80 °C ) ثم وضعت داخل المسعر يحتوي على ( 400 g ) من الماء درجة حرارته ( 40 °C ) . ثم أضيف إليها قطعة من الزجاج درجة حرارتها ( 20 °C ) وكتلتها ( 300 g ) إذا علمت أن ( C<sub>AL</sub> = 900 J/Kg.K ) ( C<sub>W</sub> = 4200 J/Kg.K ) ( C<sub>g</sub> = 850 J/Kg.K ) . أكتب درجة الحرارة النهائية للماء ( درجة حرارة الخليط )

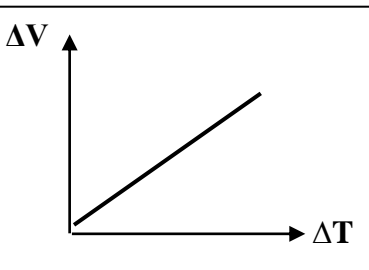
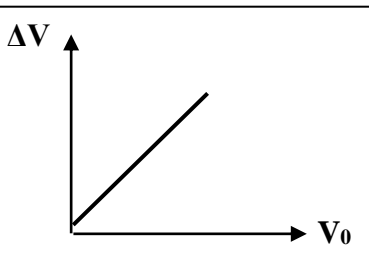
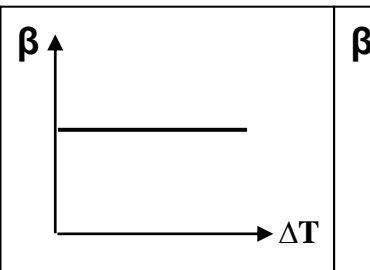
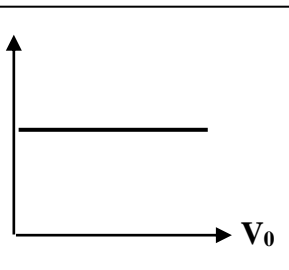
الألومنيوم ( Q <sub>1</sub> )	الزجاج ( Q <sub>2</sub> )	الماء ( Q <sub>3</sub> )	
0.5	0.3	0.4	الكتلة m ( kg )
900	850	4200	السعة الحرارية النوعية C ( J / kg . K )
( T <sub>F</sub> - 80 )	( T <sub>F</sub> - 20 )	( T <sub>F</sub> - 40 )	التغير في درجة الحرارة ΔT ( K )
450 ( T <sub>F</sub> - 80 )	255 ( T <sub>F</sub> - 20 )	1680 ( T <sub>F</sub> - 40 )	كمية الحرارة Q = m.c.ΔT ( J )
$Q_3 + Q_2 + Q_1 = 0$ $1680(T_F - 40) + 255(T_F - 20) + 450(T_F - 80) = 0$ $T_F = 45.4 \text{ } ^\circ\text{C}$			الاتزان الحراري $\sum Q = 0$

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

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 2- الطول الأصلي 3- فرق درجات الحرارة	1- نوع المادة 2- الحجم الأصلي 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/°C	1/°C
العلاقة بينهما	$\alpha = \frac{\beta}{3}$	$\beta = 3\alpha$

			
مقدار التمدد الطولي و فرقة درجات الحرارة	مقدار التمدد الطولي والطول الأصلي	معامل التمدد الطولي و فرقة درجات الحرارة	معامل التمدد الطولي والطول الأصلي

			
مقدار التمدد الحجمي و فرقة درجات الحرارة	مقدار التمدد الحجمي والحجم لأصلي	معامل التمدد الحجمي و فرقة درجات الحرارة	معامل التمدد الحجمي والحجم الأصلي

حساب الحجم بعد التمدد أو الانكماش $V_1 = V_0 + \Delta V$	حساب الطول بعد التمدد أو الانكماش $L_1 = L_0 + \Delta L$
حساب الحجم الأصلي للكرة $V_o = \frac{4}{3} \pi . R^3$	حساب الحجم الأصلي للمكعب $V_o = (L)^3$
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 انخفاضها .  
لأن عند ارتفاع درجة حرارة الجسم تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتباعد الجزيئات من بعضها وعند انخفاض درجة حرارة الجسم تقل الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتقارب الجزيئات من بعضها
- 2- محركات السيارات المصنوعة من الألمنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد .  
للسماح بالتمدد الكبير للألمنيوم 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 تنكسر 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<sup>3</sup> ) ودرجة حرارتها ( 28 °C ) وسختت الكرة

وأصبحت درجة حرارتها ( 88 °C ) . حيث  $C_w = 4180 \text{ J/Kg.K}$  -  $\alpha = 1.18 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$  . أحسب :

أ ( الزيادة في حجم الكرة . )  $\beta = 3\alpha = 3 \times 1.18 \times 10^{-5} = 3.54 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

$$\Delta V = \beta . V_o . \Delta T = (3.54 \times 10^{-5}) \times 100 \times (88 - 28) = 0.2124 \text{ cm}^3$$

ب) ألقيت كرة الحدي 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 .

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

$$[c \times 0.1 \times (12 - 88)] + [4180 \times 0.4 \times (12 - 10)] = 0 \Rightarrow c = 440 \text{ J/Kg.K}$$

## تطبيقات على التمدد الحراري

**مثال 2 :** ساق من النحاس طوله ( 5 m ) ترتفع درجة حرارته بمقدار ( 20 °C ) علماً بأن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي ( 17 × 10<sup>-6</sup> 1/°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 °C ) . أحسب معامل التمدد الطولي للفولاذ .

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

**مثال 4 :** يتمدد الصلب طولياً 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 ( 20 °C ) .

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

**مثال 5 :** استخدمت مسطرة درجت في درجة ( 10 °C ) من الألومنيوم لقياس طول ساق معدني عند درجة ( 90 °C ) فوجد إنها تساوي ( 120 cm ) فإذا علمت أن ( α = 23 × 10<sup>-6</sup> /°C ) . أحسب الطول الحقيقي لها

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

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

**مثال 6 :** مكعب من الحديد حجمه ( 100 cm<sup>3</sup> ) ترتفع درجة حرارته من ( 20 °C ) إلي ( 1000 °C ) فتمدد حجمه بمقدار ( 3.3 cm<sup>3</sup> ) . أحسب :

أ ) معامل التمدد الحجمي للحديد .

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

ب) معامل التمدد الطولي للحديد .

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

**مثال 7 :** كرة معدنية قطرها ( 0.8 m ) عند درجة حرارة ( 85 °C ) فانخفضت درجة حرارتها إلي ( 5 °C )

إذا علمت أن معامل التمدد الحجمي له ( 33 × 10<sup>-6</sup> /°C ) . أحسب :

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi \times 0.4^3 = 0.267 \text{ m}^3$$

أ ) مقدار الانكماش في حجم الكرة .

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

ب) حجم الكرة بعد الانكماش .

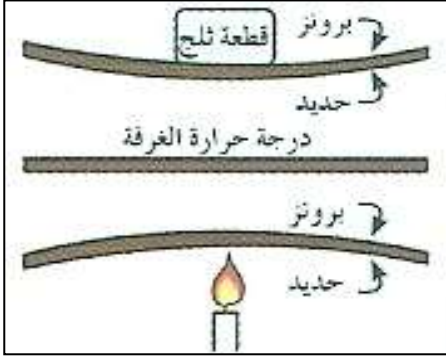
$$V_1 = V_0 + \Delta V = 0.267 + (-7 \times 10^{-4}) = 0.266 \text{ m}^3$$

## المزدوجة الحرارية

شريطين ملتصقين من مادتين متساويتين في الإبعاد ومختلفين في معامل التمدد الطولي

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

لأن معامل التمدد الطولي للبرونز أكبر 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

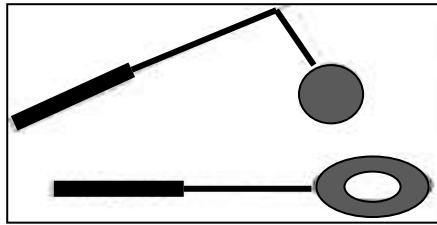
ب) ماذا يحدث عند تبريد المزدوجة الحرارية التي تتكون من البرونز والحديد ؟  
تنحني جهة البرونز

ج) بم تفسر ما حدث ؟

معامل التمدد الطولي للبرونز أكبر من معامل التمدد الطولي للحديد فيتمدد وينكمش البرونز أسرع

د) أذكر بعض التطبيقات العملية للمزدوجة الحرارية ؟

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



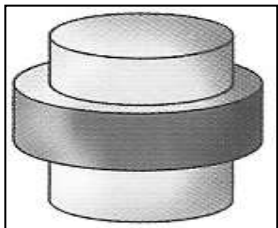
نشاط في الشكل المقابل : تجربة الكرة والحلقة .

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 أسطوانة من البرونز .

أ) ماذا تسمى 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 ؟

لأن تسخينها يترافق مع تسخين أسطوانة البرونز فتتمدد هي أيضاً بمقدار أكبر

د) ماذا تستنتج منها فيما يخص تمدد الحديد والبرونز ؟

البرونز يتمدد بمقدار أكبر من مقدار تمدد الحديد

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

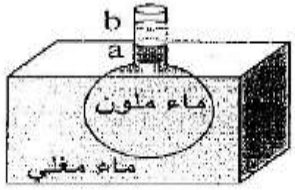
أ) الحدث : يوضع الإناء تحت ماء ساخن

ب) التفسير : الغطاء المعدني يتمدد ويرداد 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 فتتباعده هذه الجزيئات عن بعضها مسافات أكبر من المسافات التي تتباعدها جزيئات المواد الصلبة



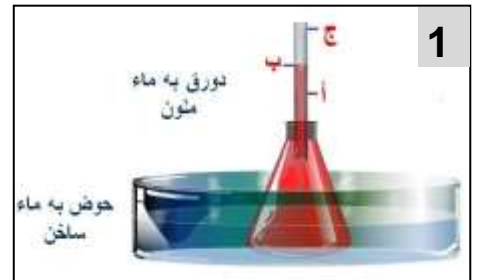
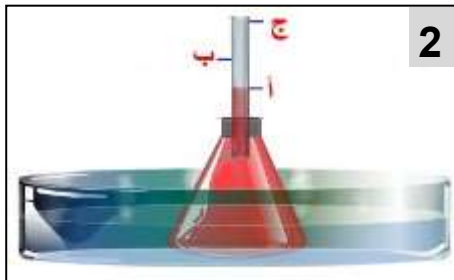
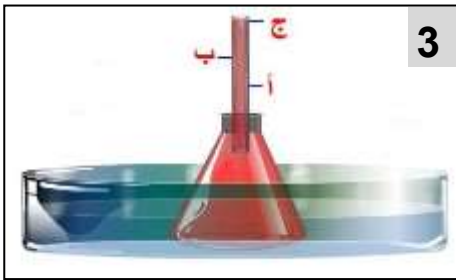
الشكل المقابل يوضح دورق زجاجي مملوء بالماء الملون في درجة حرارة الغرفة تم وضع الدورق في حوض به ماء مغلي .

نشاط

( أ ) الحدث : مستوى الماء الملون يهبط قليلا ثم يرتفع مرة أخرى

(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



$$\begin{array}{c} \Delta V_r \\ \text{التمدد الحقيقي} \\ \gamma_r \quad V_0 \quad \Delta T \end{array} = \begin{array}{c} \Delta V_a \\ \text{التمدد الظاهري} \\ \gamma_a \quad V_0 \quad \Delta T \end{array} + \begin{array}{c} \Delta V_C \\ \text{تمدد الإناء} \\ \beta \quad V_0 \quad \Delta T \end{array}$$

وجه المقارنة	التمدد الظاهري للسائل	التمدد الحقيقي للسائل
التعريف	تمدد السائل عند ما 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 2- الحجم الأصلي للسائل 3- فرق درجات الحرارة	1- نوع السائل 2- الحجم الأصلي للسائل 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	$1/^\circ C$	$1/^\circ C$
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 °C ) ثم تم تسخين هذا الخزان حتى وصلت درجة حرارته إلى ( 80 °C ) ومعامل التمدد الحقيقي للبنزين هو (  $121 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  ) ومعامل التمدد الطولي للألومنيوم هو (  $23 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  ) . أحسب :

أ ) مقدار التمدد الحجمي في الألومنيوم .

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

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

ب ) مقدار التمدد الحقيقي للبنزين .

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

ج ) معامل التمدد الظاهري للبنزين .

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

د ) كمية البنزين التي سوف تفيض .

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

**مثال 2 :** إناء حجمه ( 50 cm<sup>3</sup> ) يحتوي على ( 46 cm<sup>3</sup> ) من الزيت عند درجة ( 5 c° ) . علما أن معامل التمدد الحقيقي للزيت (  $0.93 \times 10^{-3} \text{ } /^\circ\text{C}$  ) ومعامل التمدد الحجمي للزجاج (  $25 \times 10^{-6} \text{ } /^\circ\text{C}$  ) . أحسب :

أ ) معامل التمدد الظاهري للزيت .

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

ب ) درجة الحرارة النهائية التي عندها يملأ الزيت الإناء .

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

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

**مثال 3 :** إذا كانت كثافة الزئبق هي ( 13.6 g/cm<sup>3</sup> ) عند درجة حرارة ( 15 °C ) تم تسخينه إلى درجة حرارة ( 115 °C ) حيث معامل التمدد الحقيقي للزئبق هو (  $18 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  ) . أحسب :

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

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

ب ) حجم الزئبق بعد التسخين .

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

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

**مثال تطبيقي :** يرتفع الزئبق داخل أنبوب شعري في ترمومتر من ( 3 mm<sup>3</sup> ) إلى ( 3.0017 mm<sup>3</sup> ) حين ترتفع

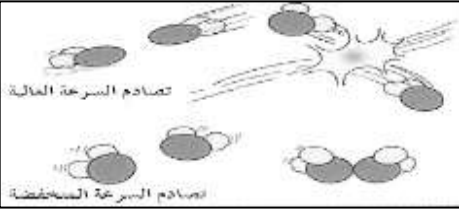
درجة حرارته من ( 36 °C ) إلى ( 39 °C ) . أحسب معامل التمدد الحقيقي للزئبق . (  $\gamma_r = 1.88 \times 10^{-4} \text{ } /^\circ\text{C}$  )

الدرس ( 2- 1 ) : التبخر و التكثف

التكثف	التبخر	
عملية تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عند انخفاض درجة الحرارة	عملية تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند ارتفاع درجة الحرارة	التعريف
الضباب	السحب	
سحاب يتكون بالقرب من الأرض ويظهر في المناطق الرطبة	جزيئات بخار ماء تكثفت على جسيمات الغبار الموجودة في الجو	التعريف

علل لما يأتي :

1- فرصة التصاق جزيئات بخار الماء بطينة السرعة تكون سائلاً أفضل من فرصة الجزيئات ذات السرعة العالية .



لأن عند حركة جزيئات البخار بشكل سريع في الهواء الحار ترند مبتعدة عن بعضها وتبقى 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 وتنخفض درجة حرارتها

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 إلى درجة معينة .

بسبب زيادة طاقة حركة الجزيئات وتفكك قوي الترابط بين الجزيئات وتتمكن الجزيئات السطحية من الهروب

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

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

8- يتبخر الكحول أسرع من الماء .

لأن جزيئات الكحول تمتلك قوى تجاذب ضعيفة

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

لأن البخار يفقد الطاقة عندما يتكثف إلى ماء على الجلد أو البخار يمتلك طاقة داخلية أكبر 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 التكثف
- 14- لا تتغير درجة حرارة الجسم اثر التبريد الذي يرافق عملية التبخر .  
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 في 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	التبخّر	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 .

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

**علل لما يأتي :**

- 1- يتكون الغاز داخل السائل علي شكل فقاعات عند حدوث عملية الغليان .  
لأن الحرارة تؤدي إلى ارتفاع الطاقة الداخلية للجزئيات فتتكسر الروابط وتجعل الجزئيات تتحرك بحرية أكبر
- 2- تحدث عملية التبخر للجزئيات السطحية من السائل .  
لأن التبخر يحدث عندما تتزود بعض الجزئيات بطاقة إضافية تمكنها من الهروب من السطح
- 3- ترتفع درجة الغليان بزيادة الضغط الجوي على السائل أو درجة غليان الماء تتخطي ( $100^{\circ}\text{C}$ ) عند زيادة الضغط .  
لأن حركة الجزئيات تزداد فتبتعد عن بعضها وعند زيادة الضغط يتطلب طاقة حرارية أكبر لبعثرتها بعيد عن بعضها والضغط 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 في الوقت نفسه**

**ماذا يحدث في 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 .

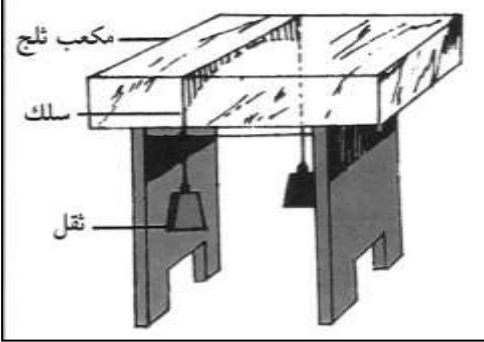
فكر

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 وتتكون بلورات من القهوة الصلبة

إعادة تجمد الماء

ظاهرة الانصهار تحت تأثير الضغط ثم العودة إلى التجمد بعد انخفاض الضغط



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

نشاط

أ) الحدث : السلك يخترق الثلج ويبقي الثلج قطعة واحدة

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

نشاط قم بالضغط على مكعبين من الثلج باليد ثم تركهما .

نشاط

أ) ماذا يحدث : يلتصق المكعبين ويصبحان مكعب واحد

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

علل لما يأتي :

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 نقل طاقة حركة الجزيئات ويفقد السائل الطاقة الحرارية وتقترب الجزيئات 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 .

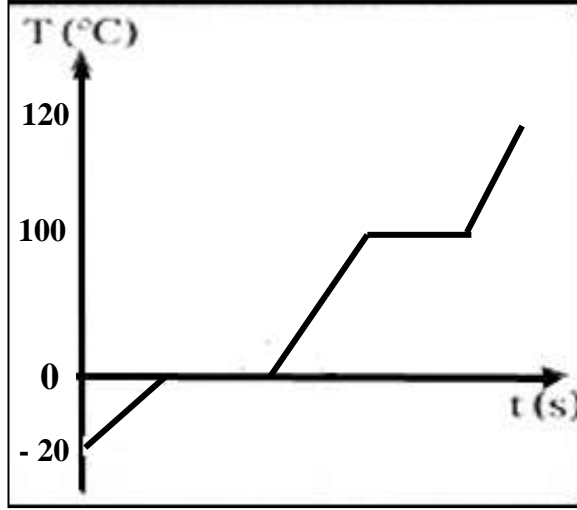
أو في دول البرد القارس يرش الناس الملح في الطرقات لكي يذوب في مياه الأمطار المتساقطة .

لأن جزيئات المادة المضافة تمنع بناء بلورة الثلج السداسية فيصبح اتحاد الجزيئات 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

الدرس ( 2-3 ) : الطاقة و تغيرات الحالة



أ) أرسم في الشكل منحنى لكمية من الثلج عند ( - 20 °C ) يتم تسخينها إلى بخار ماء عند ( 120 °C ) .

ب) بم تفسر زيادة درجة الحرارة في بعض المراحل ؟

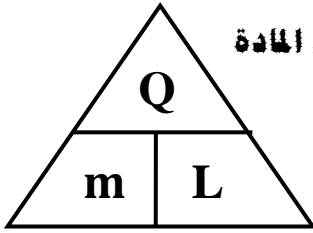
لأن الحرارة المكتسبة تعمل على زيادة طاقة حركة الجزيئات

ج) بم تفسر ثبات درجة الحرارة في مراحل أخرى ؟

لأن الحرارة المكتسبة تعمل على كسر الروابط بين الجزيئات

وتزداد طاقة الوضع وتثبت طاقة حركة الجزيئات

وتبتعد الجزيئات عن بعضها فتتحول حالة المادة إلى حالة أخرى



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

الحرارة الكامنة للمادة

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

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

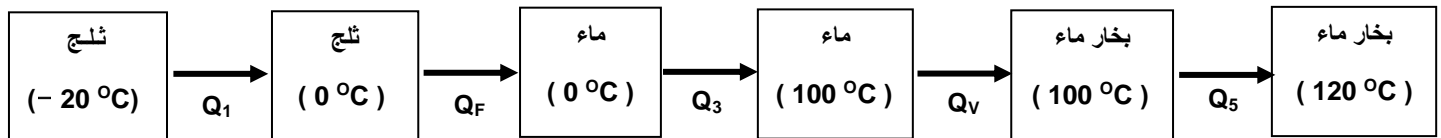
\*\* عند امتصاص المادة لمقدار من الطاقة فإن كمية الحرارة اللازمة لتغيير الحالة تكون موجبة

\*\* عند انطلاق مقدار من الطاقة من المادة فإن كمية الحرارة اللازمة لتغيير الحالة تكون سالبة

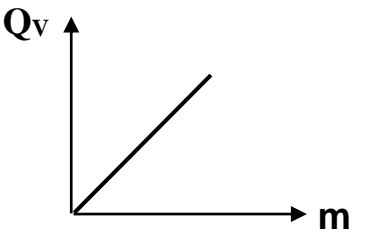
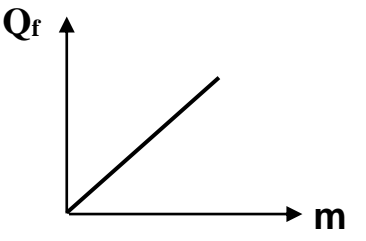
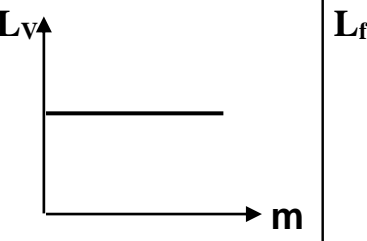
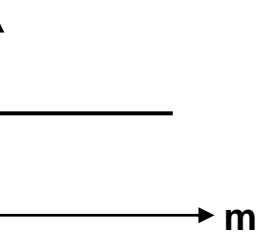
\*\* تتساوي الحرارة الكامنة لتغيير حالة المادة مع كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة المادة عندما تكون كتلة المادة 1 Kg

وجه المقارنة	الحرارة الكامنة للانصهار	الحرارة الكامنة للتصعيد ( للتبخير )
التعريف	كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة وحدة الكتل من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة	كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة وحدة الكتل من المادة من الحالة السائلة إلى 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



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

			
حرارة التبخير وكتلة الجسم	حرارة الانصهار وكتلة الجسم	الحرارة الكامنة للتبخير وكتلة الجسم	الحرارة الكامنة للانصهار 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 للتبخير .

علل لما يأتي :

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 الجزيئات

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

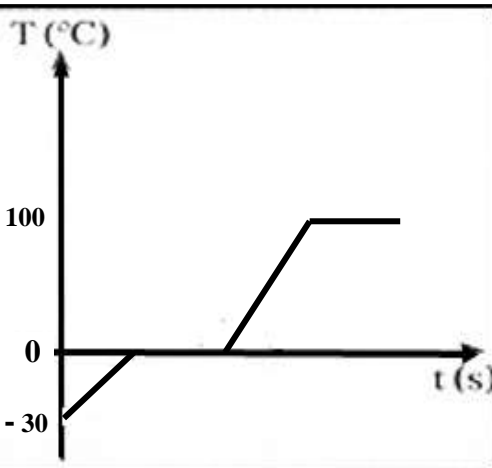
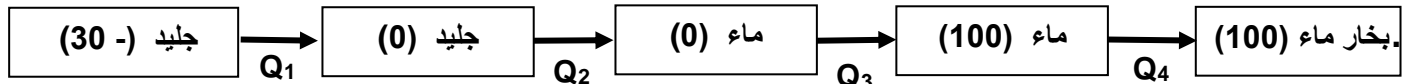
لأن التبخير يتطلب طاقة أكبر لكسر كل الروابط وإبعاد الجزيئات عن بعضها وتحويل المادة إلى الحالة الغازية

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

C <sub>ice</sub> = 2090 J / kg . K	السعة الحرارية النوعية للجليد	L <sub>f</sub> = 3.33 x 10 <sup>5</sup> J / kg	الحرارة الكامنة للانصهار
C <sub>water</sub> = 4200 J / kg . K	السعة الحرارية النوعية للماء	L <sub>v</sub> = 2.26 x 10 <sup>6</sup> J / kg	الحرارة الكامنة للتصعيد
C <sub>steam</sub> = 2010 J / kg . K	السعة الحرارية النوعية للبخار		

مثال 1 : أحسب الطاقة اللازمة لتحويل (100 g) من الثلج درجة حرارتها ( - 30 °C ) إلى بخار ماء ( 100 °C )



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

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

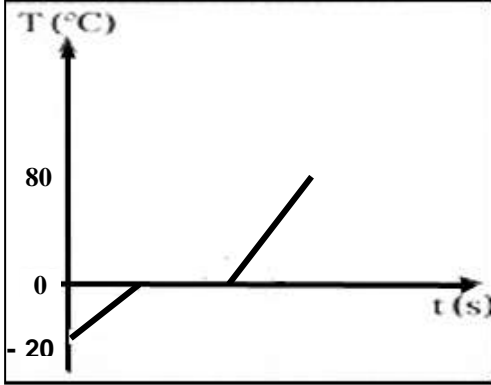
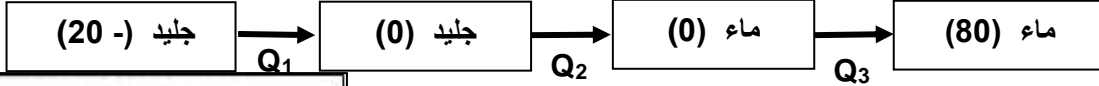
$$Q_3 = c_w m \Delta T = 4200 \times 0.1 \times (100 - 0) = 42000 \text{ J}$$

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

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

## تابع الطاقة و تغيرات الحالة

مثال 2 : أحسب الطاقة اللازمة لتحويل (200 g) من الثلج درجة حرارتها (−20 °C) إلى ماء (80 °C) .



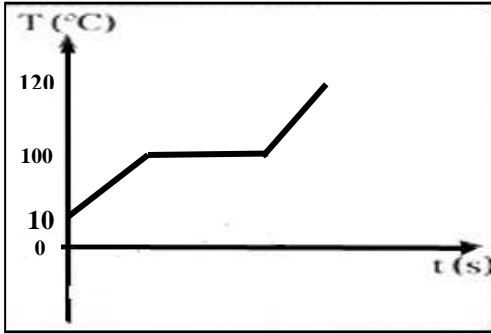
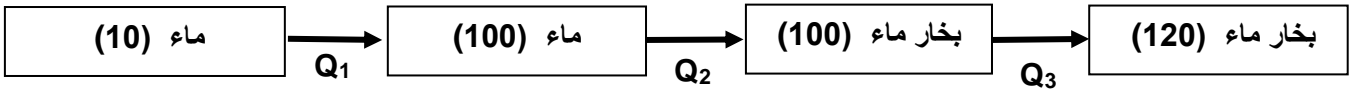
$$Q_1 = c_{ice} m \Delta T = 2090 \times 0.2 \times (0 - (-20)) = 83600 \text{ J}$$

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

$$Q_3 = c_w m \Delta T = 4200 \times 0.2 \times (80 - 0) = 67200 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 142160 \text{ J}$$

مثال 3 : أحسب الطاقة اللازمة لتحويل (0.5 kg) من الماء درجة حرارتها (10 °C) إلى بخار ماء (120 °C) .



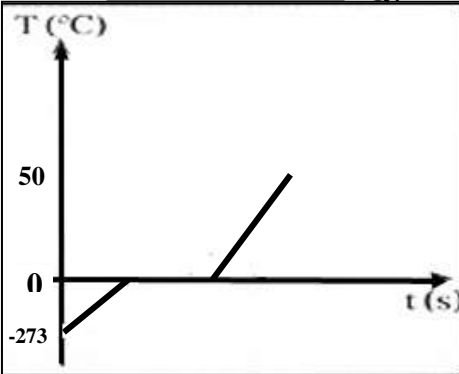
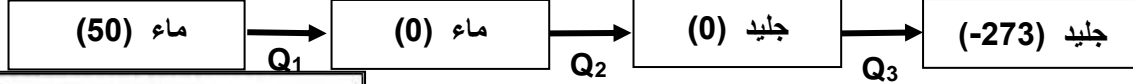
$$Q_1 = c_w m \Delta T = 4200 \times 0.5 \times (100 - 10) = 189000 \text{ J}$$

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

$$Q_3 = c_s m \Delta T = 2010 \times 0.5 \times (120 - 100) = 20100 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1339100 \text{ J}$$

مثال 4 : أحسب الطاقة المنطلقة لتحويل (0.25 kg) من ماء (50 °C) إلى ثلج عند درجة الصفر المطلق .



$$Q_1 = c_w m \Delta T = 4200 \times 0.25 \times (0 - 50) = -52500 \text{ J}$$

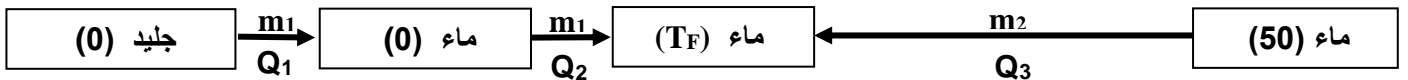
$$Q_2 = mL_f = 0.25 \times -3.33 \times 10^5 = -83250 \text{ J}$$

$$Q_3 = c_{ice} m \Delta T = 2090 \times 0.25 \times (-273 - 0) = -142642.5 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = -278392.5 \text{ J}$$

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 .



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

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

$$T_F = 24 \text{ } ^\circ\text{C}$$

## الوحدة الثالثة : الكهرباء و المغناطيسية

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

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

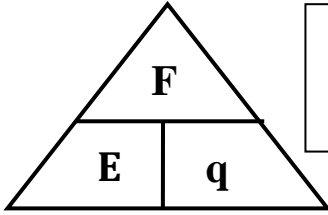
قانون كولوم  
القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين و عكسياً مع مربع المسافة بينهما

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

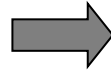
المجال الكهربائي  
الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية الذي يظهر فيه تأثير القوة الكهربائية

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

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



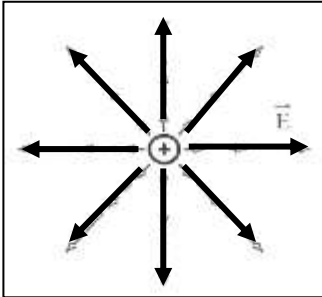
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$



$$E = \frac{Kq}{d^2}$$

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

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

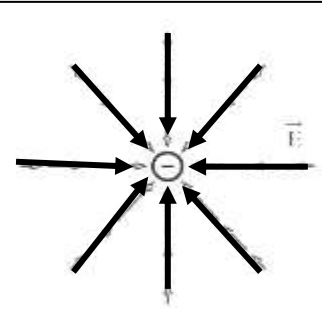


\*\* المجال الكهربائي يعتبر مخزن للطاقة الكهربائية .

\*\* يتجه المجال الكهربائي بعيداً عن الشحنة الموجبة و يتجه نحو الشحنة السالبة

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

ملاحظة : ( K ) يسمى ثابت كولوم و يساوي ( 9 x 10<sup>9</sup> N.m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup> ) في الهواء



وجه المقارنة	في الشحنة الموجبة	في الشحنة السالبة
رسم متجهي القوة وشدة المجال		
اتجاه المجال الكهربائي بالنسبة للقوة الكهربائية	نفس الاتجاه	متعاكسين

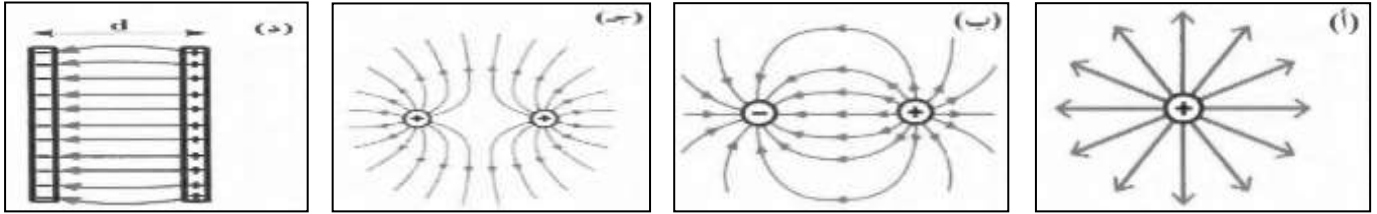
خواص خطوط المجال الكهربائي ( خطوط القوى )

- 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 يأتي :

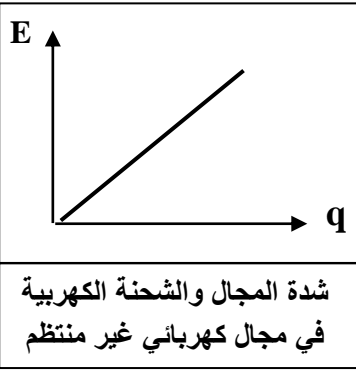
- 1- خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع .  
لأن إذا تقاطع خطان فهذا يعني أن للمجال له أكثر من اتجاه وهذا مستحيل
- 2- الشحنة الموجودة في حيز ما قادرة على دفع شحنة نقطية أخرى في مجالها وقادرة على انجاز شغل .  
بسبب قوى مجالها الكهربائي

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



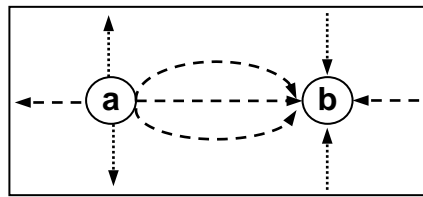
شحنة موجبة مفردة      شحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع      شحنتين متساويتين في المقدار ومتشابهتين في النوع      لوحين متوازيين مشحونين (لوهي مكثف)

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



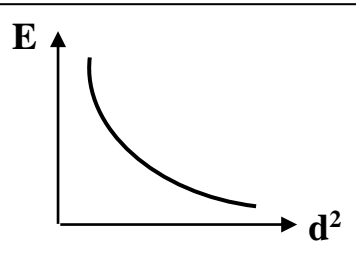
**\*\* يمكن قياس شدة المجال الكهربائي بوحدة أخرى غير ( N/C ) هي  $V/m$**

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

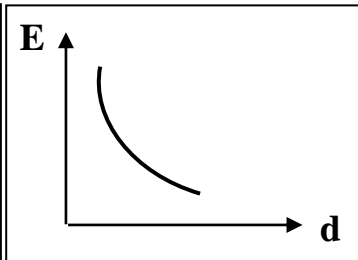


**\*\* الشكل المقابل يمثل المجال الكهربائي لشحنتين**

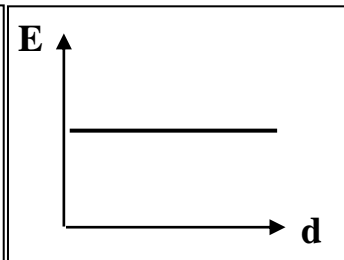
نوع الشحنة (a) موجبة والشحنة (b) سالبة



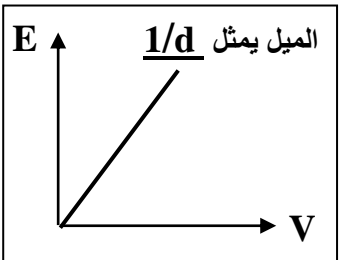
شدة المجال ومربع بعد النقطة في مجال كهربائي غير منتظم



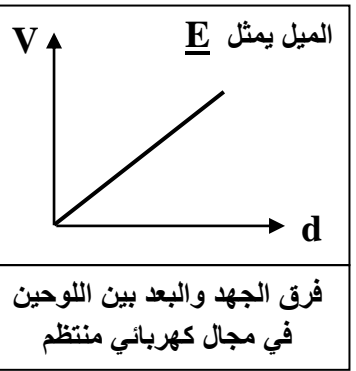
شدة المجال والبعد بين اللوحين في مجال كهربائي منتظم عند ثبات فرق الجهد بين اللوحين



شدة المجال والبعد بين اللوحين في مجال كهربائي منتظم



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



ماذا يحدث :

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

يقبل للربع ( $1/4 E$ )

2- لشدة مجال (E) إذا زادت المسافة بين اللوحين إلى (2d) عند ثبات فرق الجهد .

يقبل للنصف ( $1/2 E$ )



### تابع المجالات الكهربائية

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

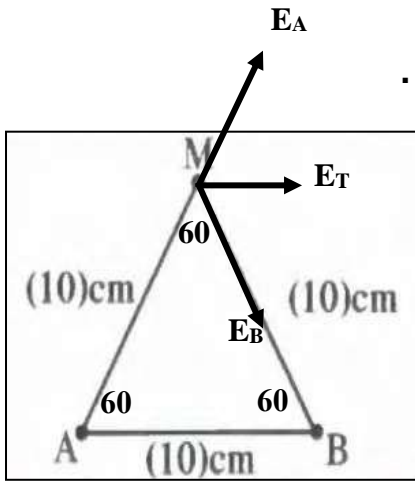
\*\* محصلة مجالين كهربائيين في اتجاه واحد تساوي  $E_T = E_1 + E_2$  واتجاهها مع اتجاه المجالين

\*\* 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 و B مقدارهما  $(q_A = 2 \times 10^{-8} \text{ C})$

و  $(q_B = -2 \times 10^{-8} \text{ C})$  تبعد الشحنتان عن النقطة ( M ) مسافة ( 10 cm ) .

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



$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(0.1)^2} = 18000 \text{ N/C}$$

$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(0.1)^2} = 18000 \text{ N/C}$$

$$E_T = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos 120} = 18000 \text{ N/C}$$

$$\sin\alpha = \frac{E_B \sin\theta}{E_T} = \frac{18000 \sin 120}{18000} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

( ب ) حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي .

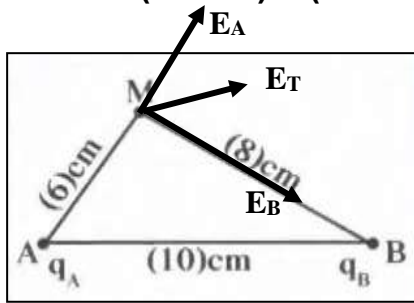
الاتجاه :  $60^\circ$

المقدار : 18000 N/C

**مثال 2 :** في الشكل شحنتان كهربائيتان موضوعتان في الهواء عند النقطتين A و B مقدارهما  $(q_A = 3 \times 10^{-8} \text{ C})$

و  $(q_B = -2 \times 10^{-8} \text{ C})$  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 )

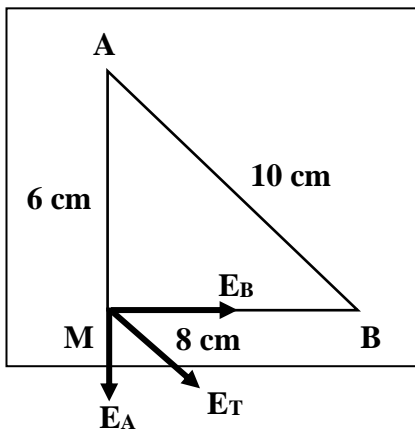


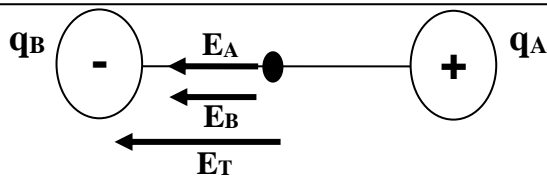
$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{(0.06)^2} = 75000 \text{ N/C}$$

$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(0.08)^2} = 28125 \text{ N/C}$$

$$E_T = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos 90} = 80100 \text{ N/C}$$

$$\sin\alpha = \frac{E_B \sin\theta}{E_T} = \frac{28125 \sin 90}{80100} \Rightarrow \alpha = 20.55^\circ$$





**مثال 3 :** شحنتان كهربائيتان (  $q_A = 4 \mu C$  ) و (  $q_B = - 6 \mu C$  )

علي خط واحد و يبعدان عن بعضهما (  $AB = 20 \text{ cm}$  ) .

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

$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 3600000 \text{ N/C}$$

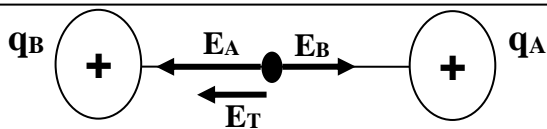
$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 5400000 \text{ N/C}$$

$$E_T = E_A + E_B = 9000000 \text{ N/C}$$

اتجاه المجال مع اتجاه المجالين ( ناحية الغرب )

ب) أحسب القوة الكهربائية المؤثرة علي شحنة مقدارها (  $5 \mu C$  ) موضوعة عند نفس النقطة .

$$F = E \times q = 9000000 \times 5 \times 10^{-6} = 45 \text{ N}$$



**مثال 4 :** شحنتان كهربائيتان (  $q_A = 12 \mu C$  ) و (  $q_B = 8 \mu C$  )

علي خط واحد و يبعدان عن بعضهما (  $AB = 10 \text{ cm}$  ) .

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

$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 12 \times 10^{-6}}{(0.05)^2} = 43200000 \text{ N/C}$$

$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-6}}{(0.05)^2} = 28800000 \text{ N/C}$$

$$E_T = E_A - E_B = 14400000 \text{ N/C}$$

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

**مثال 5 :** لوحين متوازيين مشحونين المسافة بينهما (  $5 \text{ cm}$  ) والقوة الكهربائية المؤثرة على إلكترون شحنته

(  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  ) عند انتقاله بين اللوحين تساوي (  $3.2 \times 10^{-16} \text{ N}$  ) . أحسب :

أ ) شدة المجال الكهربائي بين اللوحين .

$$E = \frac{F}{q} = \frac{3.2 \times 10^{-16}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2000 \text{ N/C}$$

ب) حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي .

الاتجاه : من اللوح الموجب إلى اللوح السالب

المقدار :  $2000 \text{ N/C}$

ج) فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين .

$$V = E \times d = 2000 \times 0.05 = 100 \text{ V}$$

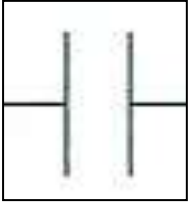
د) العجلة التي يتحرك بها الإلكترون . ( حيث كتلة الإلكترون =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  )

$$a = \frac{F}{m} = \frac{3.2 \times 10^{-16}}{9.1 \times 10^{-31}} = 3.5 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$$

الدرس ( 1-2 ) : المكثفات

المكثف المستوي

لوهين 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 لوح المكثف بمصدر جهد كهربائي .

يخزن 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 ميكروكولوم

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

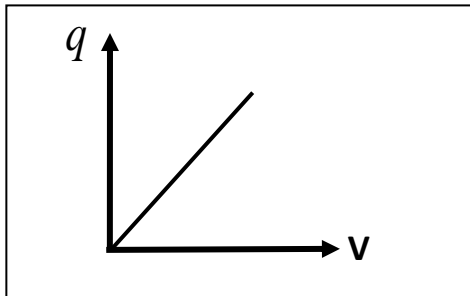
\*\* وحدة قياس سعة المكثف هي الفاراد ( F ) وتكافئ  $C/V$

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

\*\* مكثف مشحون فإذا كانت شحنة كل من لوحيه  $10 \mu C$  فإن شحنة المكثف بوحدة  $( \mu C )$  تساوي 10

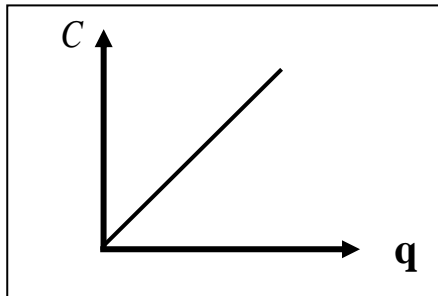
علل : لا تتغير السعة الكهربائية للمكثف مهما تغيرت شحنته أو لا تعتمد سعة للمكثف على الشحنة أو الجهد .

لأنه إذا تغيرت سعة المكثف يتغير جهده بنفس النسبة فتظل السعة ثابتة



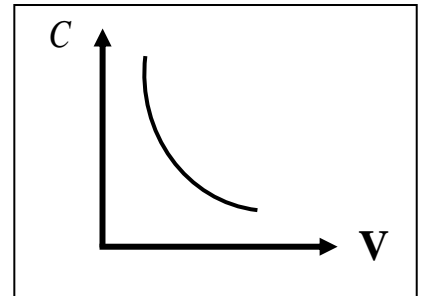
الشحنة الكهربائية والجهد الكهربائي  
عند ثبوت السعة الكهربائية

\* الميل يمثل سعة المكثف



السعة الكهربائية والشحنة الكهربائية  
عند ثبوت الجهد الكهربائي

-26-



السعة الكهربائية والجهد الكهربائي  
عند ثبوت الشحنة الكهربائية

العوامل التي تتوقف عليها السعة الكهربائية للمكثف

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

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

\*\* ( $\epsilon_0$ ) يسمى ثابت العزل الكهربائي النسبي للفراغ ويساوي ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} F/m$ )

\*\* ( $\epsilon_r$ ) يسمى ثابت العزل الكهربائي النسبي للمادة ويختلف من مادة لأخرى ويكون للهواء يساوي 1

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

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

\*\* تزداد السعة الكهربائية لمكثف هوائي من  $8 \mu.F$  إلى  $48 \mu.F$  عندما يملأ الزجاج الحيز بين لوحيه

فيكون ثابت العازلية للزجاج مساوياً  $\epsilon_r = 6$

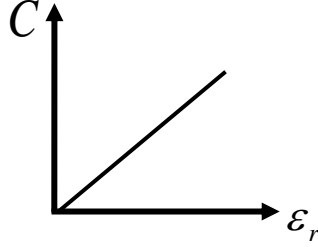
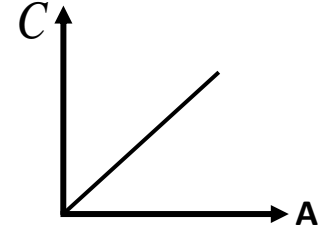
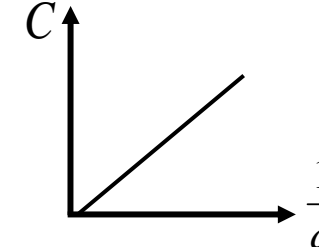
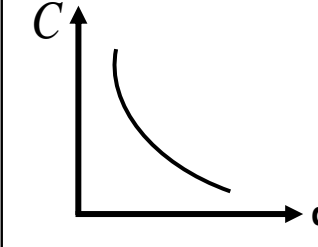
\*\* عند زيادة المسافة بين لوحي مكثف هوائي مستوي إلى مثلي ما كانت عليه ثم وضعت مادة عازلة بين

لوحيه ثابت عازلتها الكهربائية يساوي (2) فإن السعة الكهربائية للمكثف تبقى ثابتة

\*\* المكثف المستوي الذي له أكبر سعة كهربائية من المكثفات التالية هو : زجاج (2d)

السبب : المكثف الذي له سعة عالية تكون المسافة بين اللوحين أقل ويملاً بمادة يكون ثابت عازلتها كبير



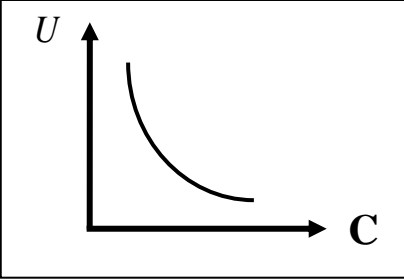
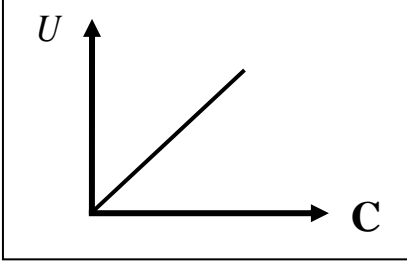
			
السعة الكهربائية وثابت العازلية للمادة	السعة الكهربائية والمساحة اللوحية المشتركة	السعة الكهربائية ومقلوب البعد بين اللوحين	السعة الكهربائية والبعد بين اللوحين

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

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

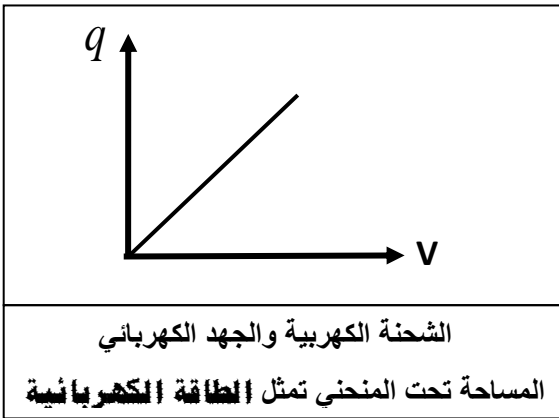
## الطاقة الكهربائية في المكثف

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

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

**\*\* الطاقة الكهربائية المخزنة في مكثف متصل ببطارية تتناسب طردياً مع سعة المكثف وطردياً مع مربع الجهد**

**\*\* الطاقة الكهربائية المخزنة في مكثف مشحون ومعزول تتناسب طردياً مع مربع الشحنة وعكسياً مع السعة**



ماذا يحدث في 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 لوحى المكثف بمادة عازلة ثابت العزل الكهربائي (  $\epsilon_r = 4$  ) .  
**تزداد أربعة أمثال**

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

وجه المقارنة	متصل ببطارية (منبع تيار مستمر)	مشحون ومعزول عن البطارية
السعة الكهربائية $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$	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 لوحى مكثف هوائي مستو للمثلين :

وجه المقارنة	متصل ببطارية (منبع تيار مستمر)	مشحون ومعزول عن البطارية
السعة الكهربائية $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$	نقل للنصف	نقل للنصف
الجهد الكهربائي $V = \frac{q}{C}$	ثابت	يزداد للمثلي
كمية الشحنة $q = CV$	نقل للنصف	ثابت
شدة المجال الكهربائي $E = \frac{V}{d}$	نقل للنصف	ثابت
الطاقة الكهربائية $U = \frac{1}{2} qV$	نقل للنصف	يزداد للمثلي

مثال 1 : مكثف هوائي مصنوع من لوحين مساحتهما المشتركة ( $10 \text{ cm}^2$ ) و ( $20 \text{ cm}^2$ ) المسافة الفاصلة بينهما

تساوي ( $4.425 \text{ mm}$ ) ويحمل شحنة مقدارها ( $17.7 \mu\text{C}$ ) . حيث ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ) . أحسب :

أ) السعة الكهربائية لهذا المكثف .

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times (10 \times 10^{-4})}{(4.425 \times 10^{-3})} = 2 \times 10^{-12} \text{ F}$$

ب) فرق الجهد بين لوحى المكثف .

$$V = \frac{q}{C} = \frac{17.7 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-12}} = 8850000 \text{ V}$$

ج) شدة المجال الكهربائي بين لوحى المكثف .

$$E = \frac{V}{d} = \frac{8850000}{4.425 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^9 \text{ V/m}$$

د) الطاقة الكهربائية المخزنة بين لوحى المكثف .

$$U = \frac{1}{2} qv = \frac{1}{2} \times 17.7 \times 10^{-6} \times 8850000 = 78.32 \text{ J}$$

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

$$C = C_0 \times \epsilon_r = 2 \times 10^{-12} \times 4 = 8 \times 10^{-12} \text{ F}$$

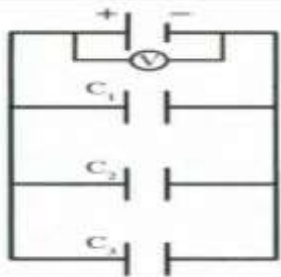
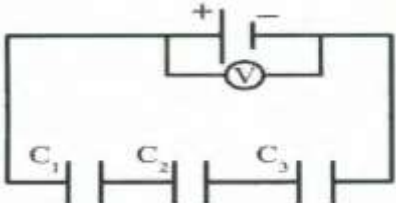
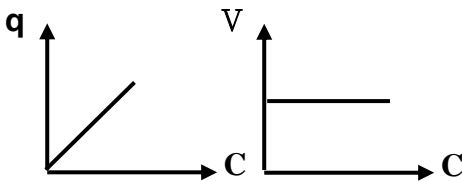
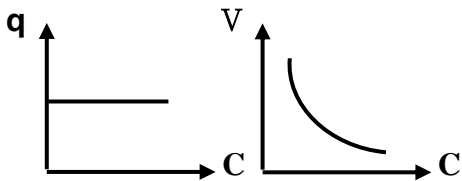
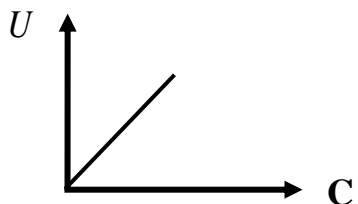
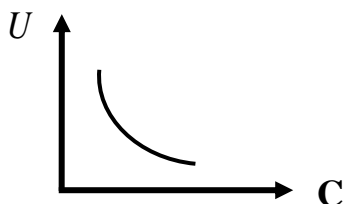
مثال 2 : مكثف يحوي بين لوحيه على مادة ثابت عازليتها ( $4.5$ ) ومصنوع من لوحين معدنيين نصف قطر كل منهما

( $5 \text{ cm}$ ) والمسافة الفاصلة بينهما ( $0.015 \text{ m}$ ) . حيث ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ) . أحسب السعة الكهربائية .

$$A = \pi R^2 = \pi \times (0.05)^2 = 7.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 4.5 \times 7.85 \times 10^{-3}}{0.015} = 2 \times 10^{-11} \text{ F}$$

## توصيل المكثفات

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

**مثال 1 :** خمسة مكثفات متساوية السعة وصلت على التوالي فكانت سعتها المكافئة (  $10 \mu\text{F}$  ) . أحسب :

( أ ) سعة كل مكثف :

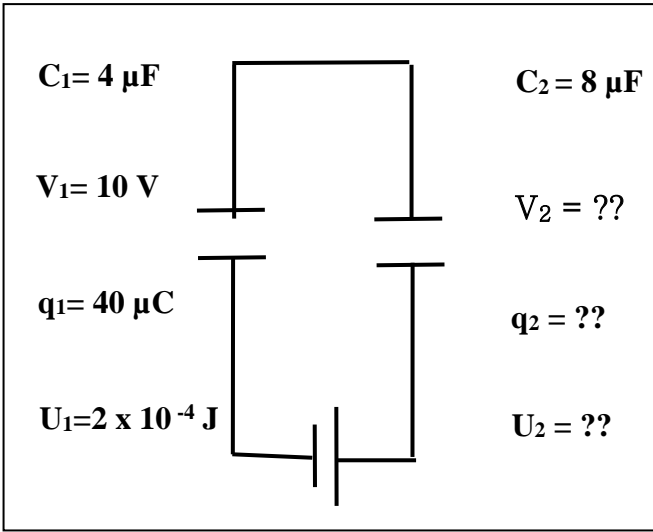
$$C_{eq} = \frac{C_1}{N} \Rightarrow 10 = \frac{C_1}{5} \Rightarrow C_1 = 50 \mu\text{F}$$

( ب ) السعة المكافئة عند توصيلهم على التوازي :

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

**مثال 2 :** من الشكل المقابل :

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



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

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

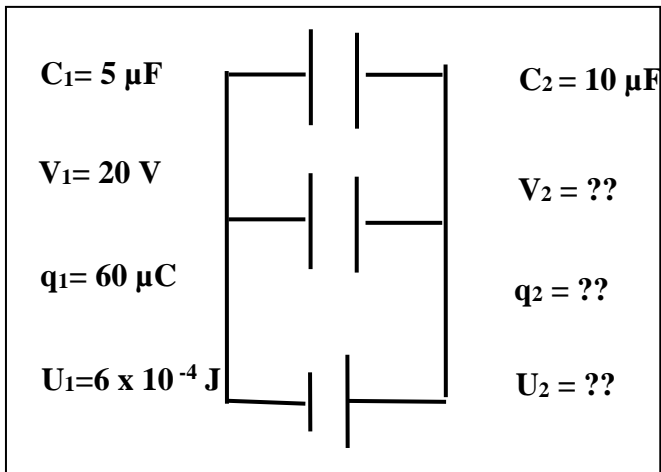
$$q_1 = q_2 = 40 \mu\text{C}$$

( ج ) أحسب الطاقة المخزنة في المكثف الثاني (  $U_2$  ) :

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

**مثال 3 :** من الشكل المقابل :

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



$$V_1 = V_2 = 20 \text{ V}$$

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

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

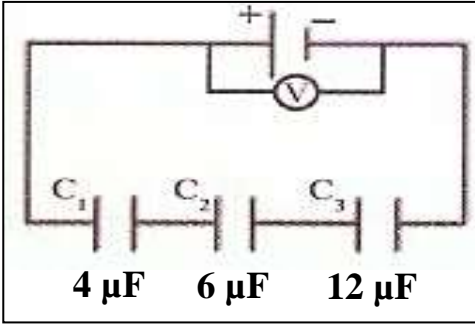
( ج ) أحسب الطاقة المخزنة في المكثف الثاني (  $U_2$  ) :

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



## 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<sub>3</sub> ) :

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

( ج ) فرق الجهد بين لوحي المكثف ( C<sub>1</sub> ) :

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

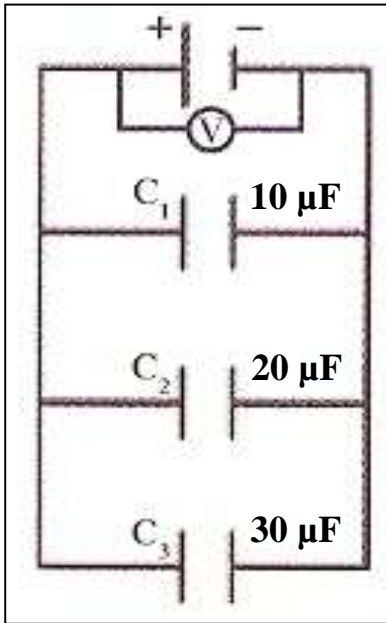
( د ) الطاقة الكهربائية المخزنة بين لوحي المكثف ( C<sub>2</sub> ) :

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

( هـ ) الطاقة الكهربائية الكلية المخزنة 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<sub>2</sub> ) :

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

( ج ) شحنة المكثف ( C<sub>3</sub> ) :

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

( د ) الطاقة الكهربائية الكلية المخزنة في المكثفات الثلاث معاً :

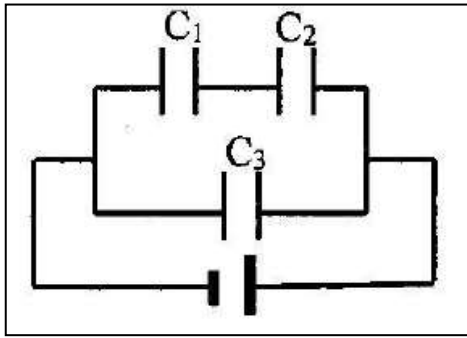
$$U_{eq} = \frac{1}{2} C_{eq} V_{eq}^2 = \frac{1}{2} \times 60 \times 10^{-6} \times (4)^2 = 4.8 \times 10^{-4} J$$

( هـ ) تم استبدال الهواء بين لوحي المكثف ( C<sub>1</sub> ) بمادة عازلة ( ε<sub>r</sub> = 5 ) أحسب السعة المكافئة بعد إضافة المادة العازلة :

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

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

**مثال 6 :** وصلت ثلاث مكثفات (  $C_1 = 4 \mu\text{F}$  ) و (  $C_2 = 12 \mu\text{F}$  ) و (  $C_3 = 2 \mu\text{F}$  ) بمصدر جهد (  $10 \text{ V}$  ) . أحسب :



أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة :

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

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

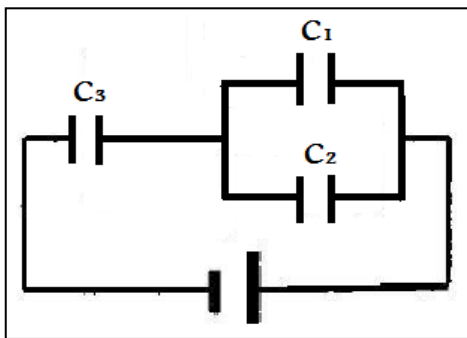
ب) الشحنة الكهربائية المارة في المكثف (  $C_3$  ) :

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

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

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

**مثال 7 :** وصلت ثلاث مكثفات (  $C_1 = 5 \mu\text{F}$  ) و (  $C_2 = 15 \mu\text{F}$  ) و (  $C_3 = 20 \mu\text{F}$  ) كما بالشكل .



إذا علمت أن الشحنة الكهربائية المارة في الدائرة (  $60 \mu\text{C}$  ) . أحسب :

أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة :

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

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

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

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

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

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

الدرس ( 2-2 ) : التيارات الكهربائية و المجالات المغناطيسية

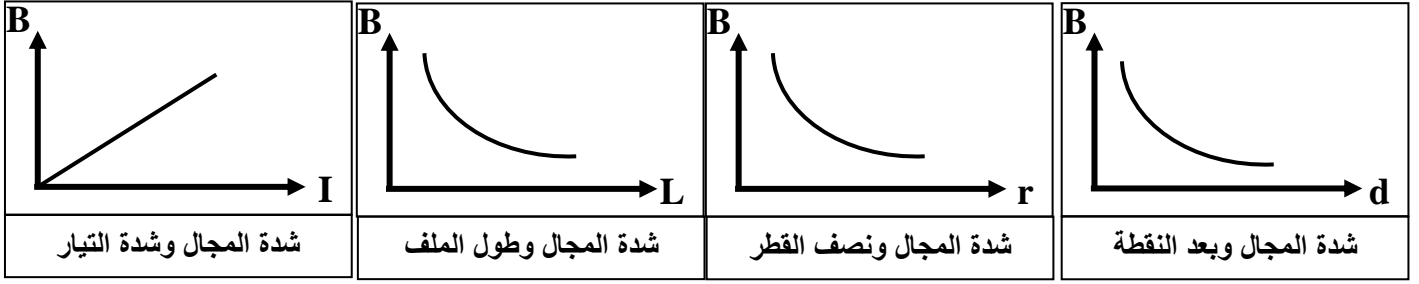
\*\* يقاس المجال المغناطيسي بوحدة التيسلا ( T ) ويستخدم في قياس المجال المغناطيسي جهاز التيسلا ميتر

\*\* عندما يكون اتجاه التيار أو المجال المغناطيسي ( خارج الصفحة ) نرسم له بالرمز ( ● )

\*\* عندما يكون اتجاه التيار أو المجال المغناطيسي ( داخل الصفحة ) نرسم له بالرمز ( X )

ملاحظة لتسهيل الحفظ  
 ( خارج الصفحة ) تبدأ بحرف ( خ ) والحرف عليه نقطة فنضع ( ● ) داخل الدائرة  
 ( داخل الصفحة ) تبدأ بحرف ( د ) والحرف ليس عليه نقطة فنضع ( X ) 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 اليمنى )	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	$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{I}{d}$	$B = \frac{\mu_0}{2} \times \frac{N.I}{r}$	$B = \mu_0 \times \frac{N.I}{L}$
الحامل	المماس على خط المجال المغناطيسي الدائري	الخط المستقيم المار في مركز الملف	الخط المستقيم المار في محور الملف
العوامل	1- نوع الوسط 2- شدة التيار 3- بعد النقطة عن السلك	1- نوع الوسط 2- شدة التيار 3- نصف قطر الملف 4- عدد لفات الملف	1- نوع الوسط 2- شدة التيار 3- طول الملف 4- عدد لفات الملف



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

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

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

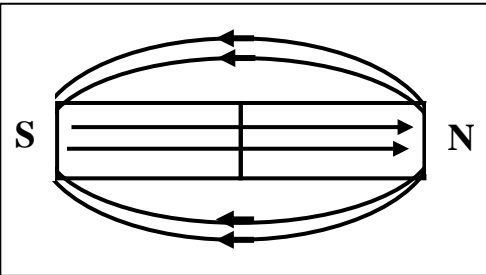
الحدث : تنحرف إبرة البوصلة المغناطيسية

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

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

الحدث : تزداد شدة المجال المغناطيسي داخل الملف عن خارجه

السبب : حدوث تداخل للمجالات المغناطيسية داخل الملف

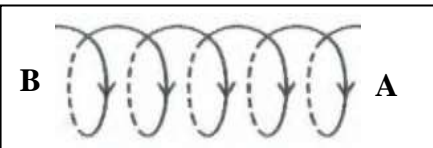


نشاط في الشكل المقابل مغناطيس من الحديد . أجب :

أ) أرسم خطوط المجال :

ب) تتجه خطوط المجال داخليا من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي

ج) تتجه خطوط المجال خارجيا من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي



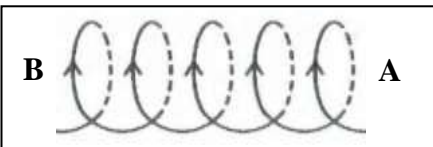
نشاط في الشكل ملف حلزوني يمر به تيار كهربائي مستمر . أجب :

أ) يعتبر الملف الحلزوني عند مرور التيار فيه مغناطيس مستقيم

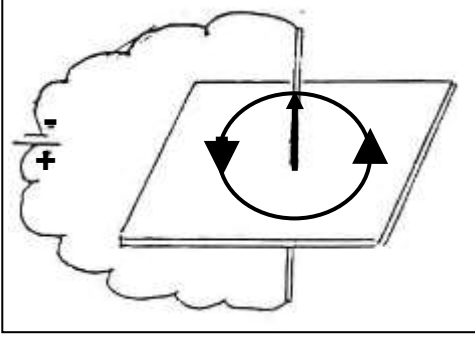
له قطبان يحددهما اتجاه التيار

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

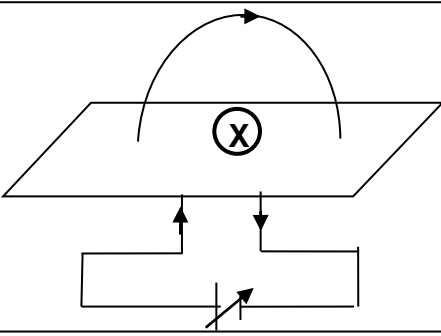


- نشاط** يوضح الشكل سلك يمر فيه تيار كهربائي مستمر والمطلوب :
- أ) ارسم شكل المجال حول السلك الناشئ عن مرور التيار وحدد اتجاهه .
- ب) ماذا يحدث إذا عكس اتجاه التيار في السلك .

**يتغير اتجاه المجال المغناطيسي**

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

**تقل للنصف**



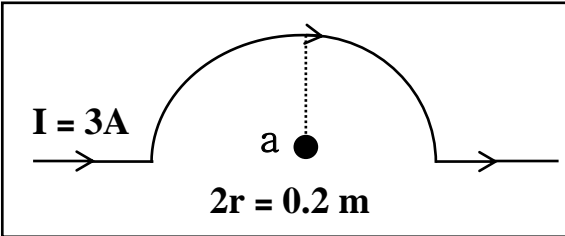
- نشاط** يوضح الشكل ملف دائري يمر به تيار كهربائي مستمر والمطلوب :
- أ) ارسم شكل المجال وحدد اتجاهه عند مركزه .
- ب) ماذا يحدث لشدة المجال عند المركز عند زيادة شدة التيار إلى المثلي .

**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 ( $4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$ )**

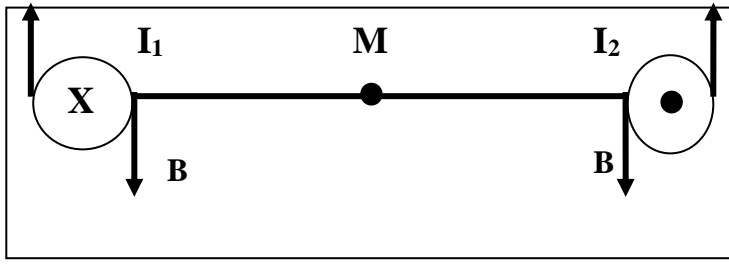


- مثال 1 :** في الشكل أوجد شدة المجال المغناطيسي عند نقطة (a) :
- أ) الناتج عن تيار السلك المستقيم .
- النقطة (a) خارج المجال المغناطيسي للسلك ولذلك ( $B = 0$ )
- ب) الناتج عن تيار السلك النصف دائري .

$$B = \frac{\mu_0}{2} \times \frac{N.I}{r} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2} \times \frac{0.5 \times 3}{0.1} = 9.4 \times 10^{-7} \text{ T}$$

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

$$B = \frac{\mu_0}{2} \times \frac{N.I}{r} \Rightarrow 2\pi \times 10^{-5} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2} \times \frac{1 \times 20}{r} \Rightarrow r = 0.2 \text{ m}$$



**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 .

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

المقدار :  $4 \times 10^{-6} \text{ T}$  الاتجاه : بقاعدة اليد اليمنى للجنوب الحامل : الحمايس علي خط المجال الدائري

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

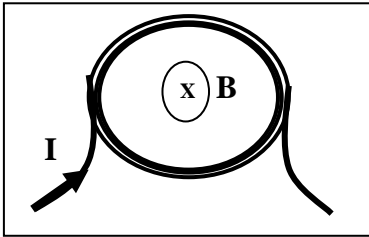
$$B_2 = \frac{\mu_o}{2\pi} \times \frac{I_2}{d} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \times \frac{3}{0.1} = 6 \times 10^{-6} \text{ T}$$

المقدار :  $6 \times 10^{-6} \text{ T}$  الاتجاه : بقاعدة اليد اليمنى للجنوب الحامل : الحمايس علي خط المجال الدائري

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

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

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



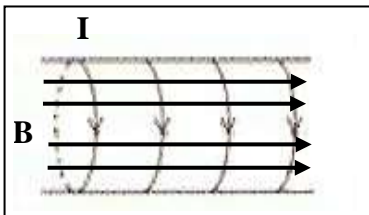
أ) أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري .

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

ب) حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي .

المقدار :  $1.25 \times 10^{-4} \text{ T}$  الاتجاه : بقاعدة اليد اليمنى 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

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

ب) حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي .

المقدار : 0.01T الاتجاه : بقاعدة اليد اليمنى 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 تسمى فوتونات
- \*\* فرضية ماكس بلانك : يحدث تبادل الطاقة بين المادة والإشعاع
- \*\* فرضية دي برولي : وجود الصفة الموجية للجسيمات المادية
- \*\* عملية الأثر الكهروضوئي : الضوء المناسب يمكنه انتزاع الكترونات من سطح الفلزات
- \*\* الفوتونات : هزم 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 :

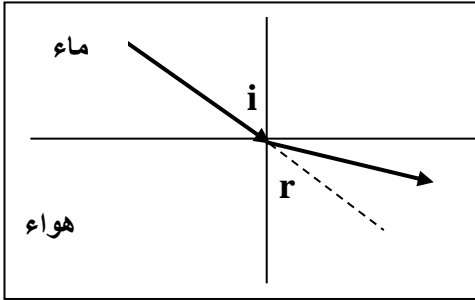
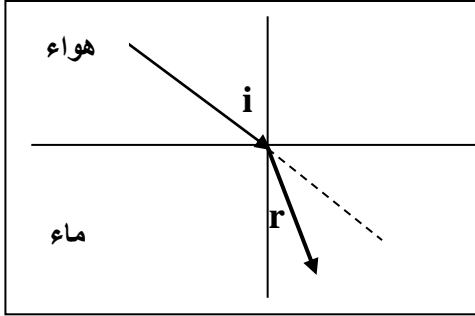
- 1- تنتقل في الفراغ بسرعة ثابتة
  - 2- تنعكس على السطح اللامع
  - 3- تنكسر على السطح الفاصل بين وسطين شفافين
  - 4- تتميز بخواص التداخل والحيود والاستقطاب
- \*\* تختلف سرعة الضوء المنتقل في الوسط باختلاف نوع الوسط - كثافة الوسط
  - \*\* بزيادة الكثافة الضوئية للأوساط الشفافة فإن سرعة الضوء تقل
  - \*\* في الأوساط غير الشفافة فإن 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 عن العمود المقام

3- عندما يسقط شعاع ضوئي عمودياً على السطح الفاصل .  
ينفذ على استقامته ولا يحدث له انحراف

الكثافة الضوئية : مقدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية

قانوني 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

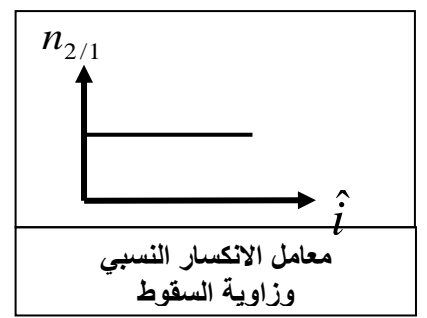
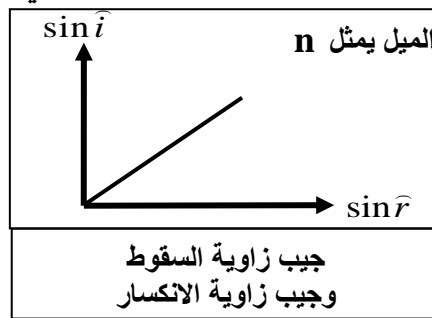
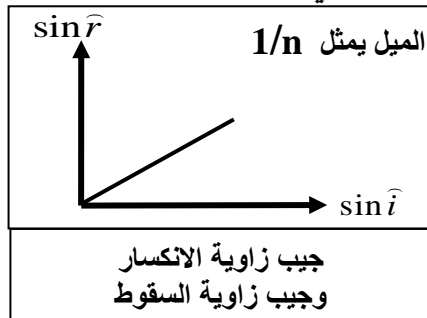
أو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني

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



\*\* لحساب معامل انكسار الزجاج بالنسبة إلى الماء بدلالة معامل الانكسار المطلق نستخدم  $n_{\text{ز}} = \frac{n_{\text{ع}}}{n_{\text{ج}}}$

\*\* لحساب معامل انكسار الماء بالنسبة إلى الزجاج بدلالة معامل الانكسار المطلق نستخدم  $n_{\text{ع}} = \frac{n_{\text{ج}}}{n_{\text{ز}}}$



$$*n_1 = \frac{C}{V_1}$$

$$*n_2 = \frac{C}{V_2}$$

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

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

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 .

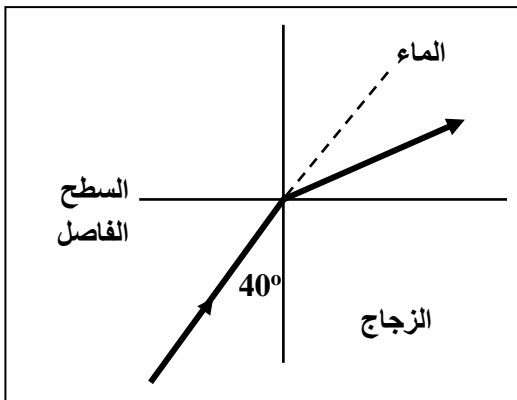
لأن  $n = \frac{C}{V}$  وهو نسبة بين كميتين فيزيائيتين لهما نفس وحدة القياس

مثال 1 : أسقط شعاع ضوئي على قطعة من الزجاج بزوايتي 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 يساوي (1.5) ومعامل

الانكسار المطلق للماء يساوي (1.33) أكمل الرسم ثم أحسب :

أ) معامل الانكسار النسبي بين الزجاج والماء .

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

ب) معامل الانكسار النسبي بين الماء والزجاج .

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

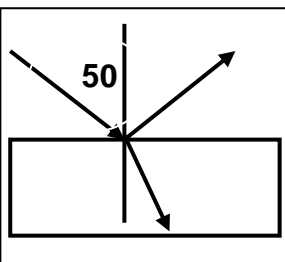
ج) زاوية انكسار الشعاع في الماء .

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

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 على أحد أوجه متوازي مستطيلات معامل انكسار مادته (1.33)

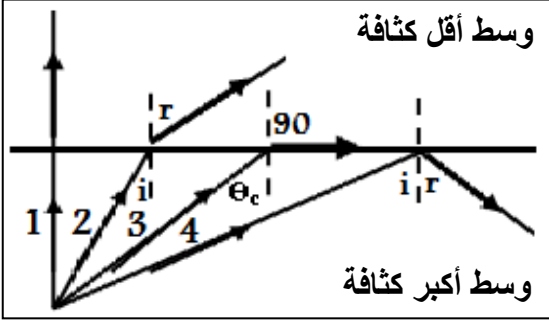


فانعكس جزء وانكسر الجزء الأخر أحسب الزاوية بين الشعاع المنكسر والشعاع المنعكس .

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

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

## 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 الكلي الداخلي 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 :  $\sin\theta_c = \frac{1}{n_1}$

$$* n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow * n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin 90$$

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

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).

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

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

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

## 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 .

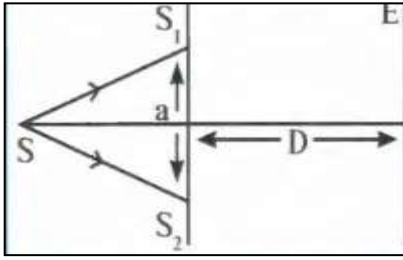
لأن الضوء يسقط بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة وكثافة الوسط داخل الليفة أكبر من كثافة غلاف الليفة

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

لأنها رقيقة وقابلة للانثناء ولا يفقد الضوء خلالها طاقة

## تداخل الضوء

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



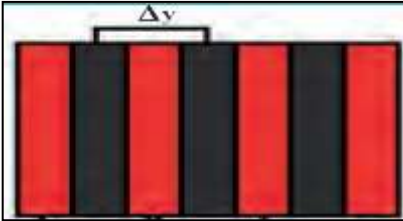
تجربة الشق المزدوج في الشكل استخدام يونج مصدرا ضوئيا أحادي التردد (S) له طول موجي ( $\lambda$ ) وموضوع خلف لوحة فيها فتحتان متوازيتان ضيقتان ( $S_2$  و  $S_1$ ) بحيث تمثلان مصدرين ضوئيين يبعثان موجات متفقة في الطور . أجب :

( أ ) المسافة ( a ) تمثل المسافة بين الشقين

(ب) المسافة ( D ) تمثل المسافة بين لوح الشقين والحائل

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

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



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

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

البعد الهدبي المسافة بين هذين 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 هذين من نفس النوع تناسب عكسياً مع المسافة بين الشقين

2- الهدب المركزي هدب مضيء دوماً .

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 ) . أجب : ( أ ) الطول الموجي للضوء .

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

(ب) المسافة بين هذين متتاليين مضيئين .

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

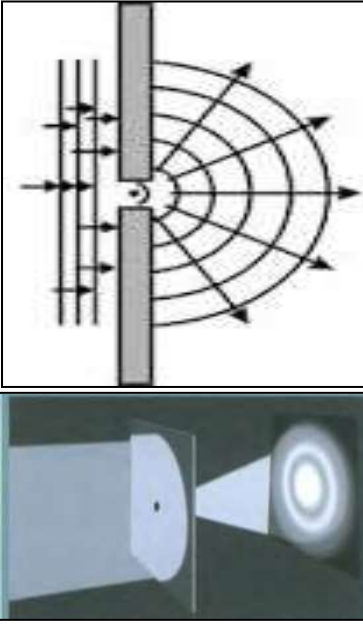
مثال تطبيقي : في تجربة يونج كانت المسافة بين الفتحتين (  $2 \times 10^{-4} \text{ m}$  ) والمسافة بين الشق المزدوج والحائل

( 1.5 m ) والمسافة بين هذين متتاليين مضيئين (  $3 \times 10^{-3} \text{ m}$  ) . أجب الطول الموجي للضوء . (  $4 \times 10^{-7} \text{ m}$  )

## 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 على الحائل أهداب دائرية
- (ج) القسم الأكبر من الموجات المتداخلة يتجه نحو المركز ويسمى الهدب المركزي
- (د) عرض الهدب المركزي يساوي ضعف عرض الأهداب المضاءة الأخرى .
- (ز) المساحة المضاءة على 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 جزيئات الـ DNA

## استقطاب الضوء

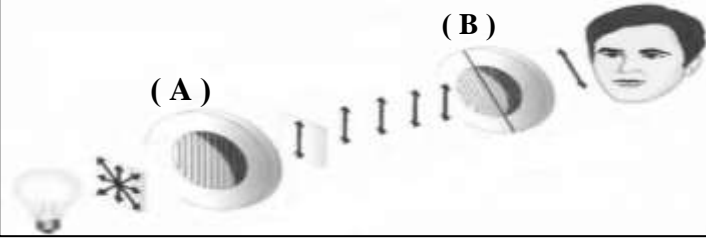
تكوين حزمة من الموجات الكهرومغناطيسية ( الضوء ) تكون اهتزازاتها في مستوى واحد ويحدث للموجات المستعرضة

استقطاب الضوء

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

علل :

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



أ) ما أسم الظاهرة في الشكل : استقطاب الضوء

ب) تسمى البلورة (A) : بلورة مستقطبية

ج) تسمى بلورة (B) : بلورة محللة

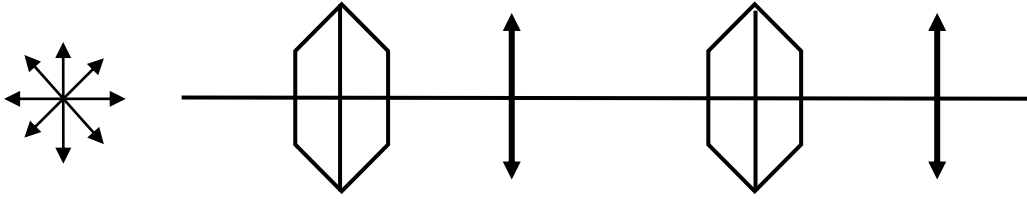
د) تسمى الموجة الناتجة من البلورة (A) : الموجة المستقطبية

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) فإن الموجات الضوئية تمر

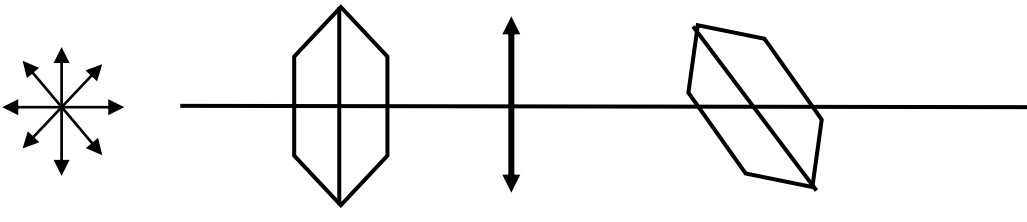
ي) إذا كان المحور البصري للبلورة (B) عمودياً على المحور البصري للبلورة (A) فإن الموجات الضوئية لا تمر

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 على المحور البصري للبلورة المحللة

ملاحظة

من أهم تطبيقات ظاهرة استقطاب الضوء في الحياة العملية :

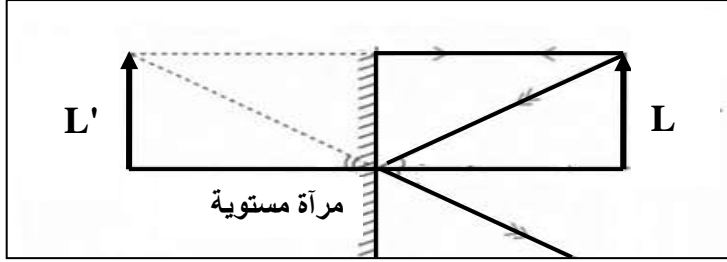
1- نظارات البولارويد التي تقي العين من الشمس

2- وضع البولارويد أمام آلة 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

المرايا



في الشكل جسم موضوع أمام مرآة مستوية

نشاط

(أ) أرسم مسار الأشعة الساقطة على 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 .

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

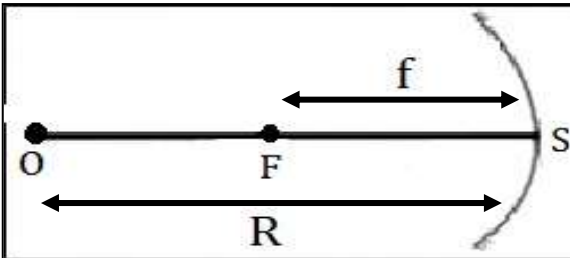
(ب) تكبير المرآة المستخدمة .

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

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

المرايا الكروية

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



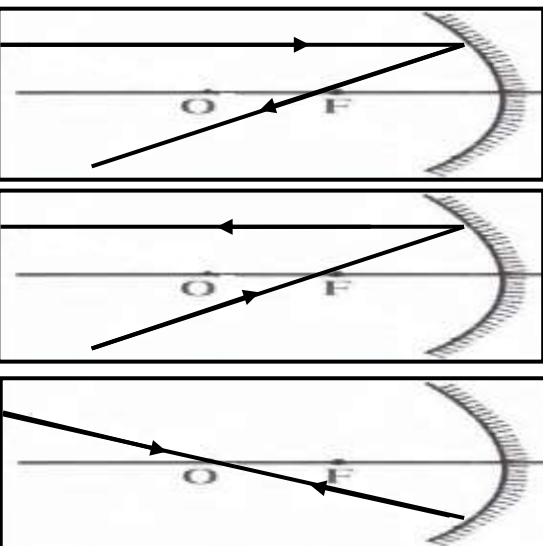
\*\* المحور الأساسي : الخط المار بقطب المرآة ومركز الكرة

\*\* 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 في الحالات الآتية :

1- إذا سقط شعاع ضوئي مواز للمحور الأساسي .

ينعكس ماراً بالبؤرة

2- إذا سقط شعاع ضوئي ماراً بالبؤرة .

ينعكس موازياً للمحور الأساسي

3- إذا سقط شعاع ضوئي ماراً بمركز التكور .

ينعكس على نفسه

رسم الأشعة المنعكسة على المرآة المحدبة

ماذا يحدث في الحالات الآتية :

1- إذا سقط شعاع ضوئي مواز للمحور الأساسي .

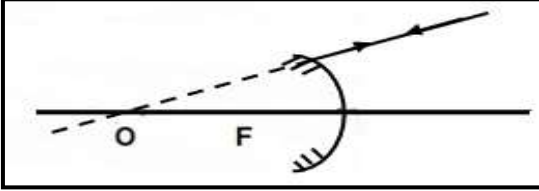
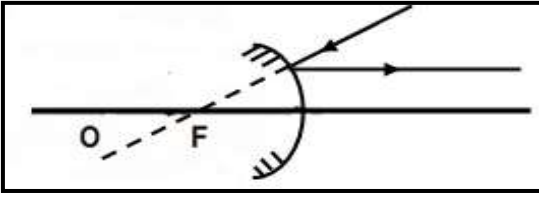
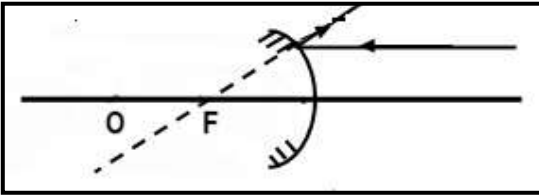
ينعكس وامتداده يمر بالبؤرة

2- إذا سقط شعاع ضوئي امتداده ماراً بالبؤرة .

ينعكس موازياً للمحور الأساسي

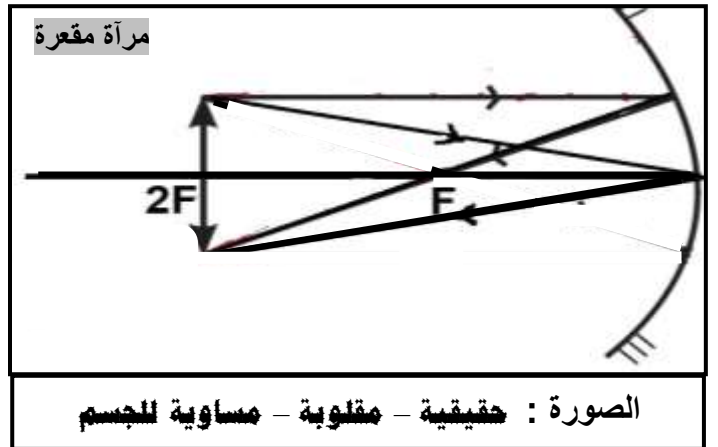
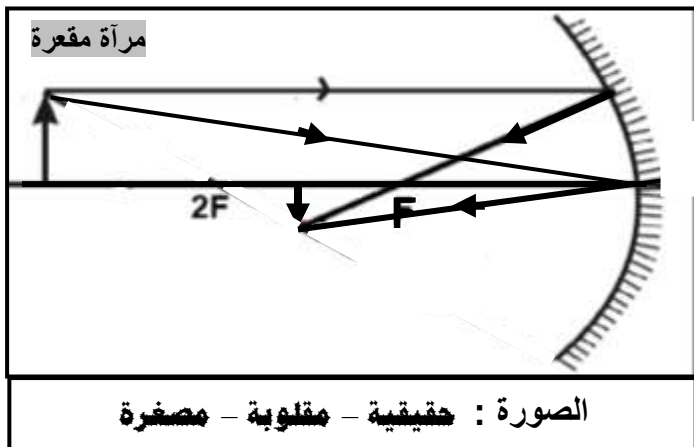
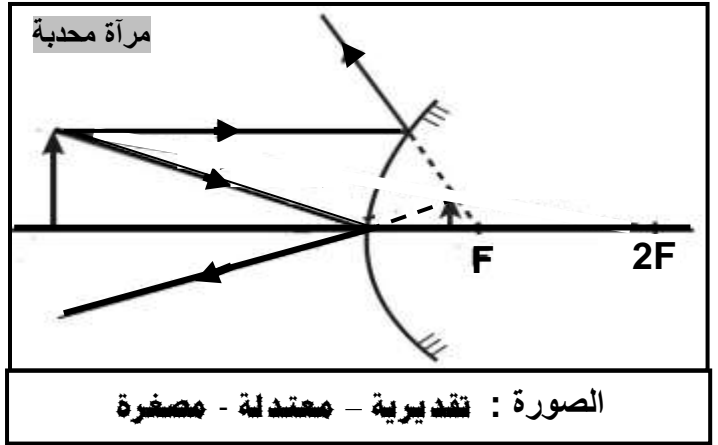
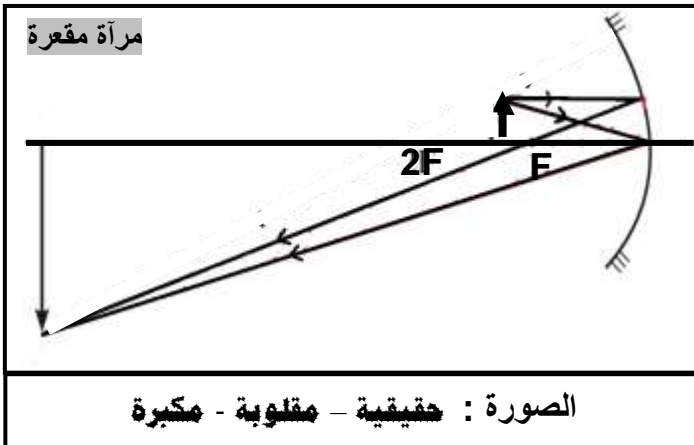
3- إذا سقط شعاع ضوئي امتداده ماراً بمركز التكور .

ينعكس على نفسه

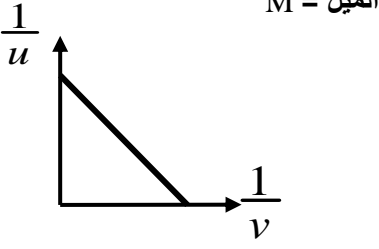


وجه المقارنة	الصورة الحقيقية	الصورة التقديرية
كيفية تكوينها	تتلاقى الأشعة المنعكسة	تتلاقى امتدادات الأشعة المنعكسة
إمكانية استقبالها على الحائل	يمكن استقبالها على حائل	لا يمكن استقبالها على حائل

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



## تابع الانعكاس عند السطح المستوي



مقلوب بعد الجسم عن المرآة  
ومقلوب بعد الصورة عن المرآة

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

القانون العام للمرايا

\*\* ( f ) يمثل البعد البؤري

\*\* ( U ) يمثل بعد الجسم

\*\* ( V ) يمثل بعد الصورة

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

التكبير النسبة بين طول الصورة إلى طول الجسم أو النسبة بين بعد الصورة إلى بعد الجسم

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

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

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

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

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



## العلاقات الرياضية المستخدمة في المنهج

### التحويلات

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

### قوانين الحرارة

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

### تابع قوانين الحرارة

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

### قوانين المجالات الكهربائية

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

### قوانين المجالات المغناطيسية

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

### قوانين المكثفات

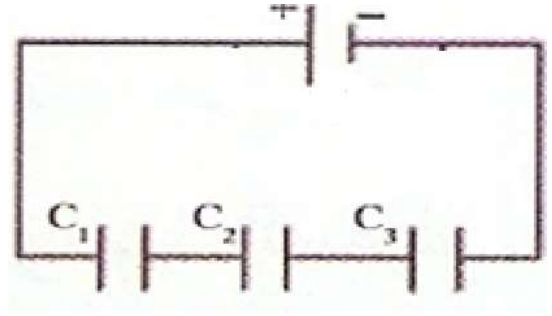
$C = \frac{q}{V} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$	السعة الكهربائية للمكثف
$U = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$	الطاقة المخزنة في المكثف
$C = C_0 \times \epsilon_r$	السعة الكهربائية للمكثف عند إضافة مادة عازلة
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	توصيل المكثفات على التوالي
$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$	توصيل المكثفات على التوازي

### قوانين الضوء

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

استنتاجات فيزياء الصف الحادي عشر ( 11 )

1- حساب السعة المكافئة في التوالي



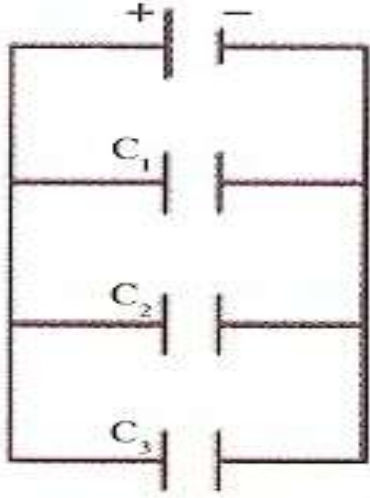
$$* V_{eq} = V_1 + V_2 + V_3$$

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

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

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

2- حساب السعة المكافئة في التوازي



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

$$* q = CV$$

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

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

3- قانون سنل

$$* n_1 = \frac{C}{V_1}$$

$$* n_2 = \frac{C}{V_2}$$

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

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

4- العلاقة بين معامل الانكسار وجيب الزاوية الحرجة

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

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

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

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