

# الغينيَّات

الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الثانية المادة والحرارة

## الفصل الأول المعرفة

### الدرس 1- المعرفة والاتزان المعرفي

#### تعريف درجة الحرارة

الكمية الفيزيائية التي يمكن من خلالها تحديد مدى سخونة جسم ما أو برونته عند مقارنته بمقاييس معياري . أو هي مقاييس يدل على مدى دفء أو بروادة الأجسام .

ماذا يمده في الحالات التالية مع ذكر السبب :

اذا وضع قدمك اليمنى مثلا على الأسفلت واليسرى على العشب ، في الصباح الباكر ؟

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

السبب : لأن الحرارة التي تفقدتها قدمك اليمنى أكبر من تلك التي تفقدتها قدمك اليسرى .

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

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

السبب : لأن الحرارة التي تفقدتها قدمك اليمنى أقل من تلك التي تفقدتها قدمك اليسرى .

لاحظاته :

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

خلل : عند وضع موضع الحرق تحت ماء جار بارد أو وضع الثلاج عليه، فإنه يخفف من حدة الألم ويرد مكان الحرق.

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

#### العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحرارية

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

ملحوظاته هامة : 1 - يحدد متوسط الطاقة الحرارية للجزيئات درجة حرارة الجسم .

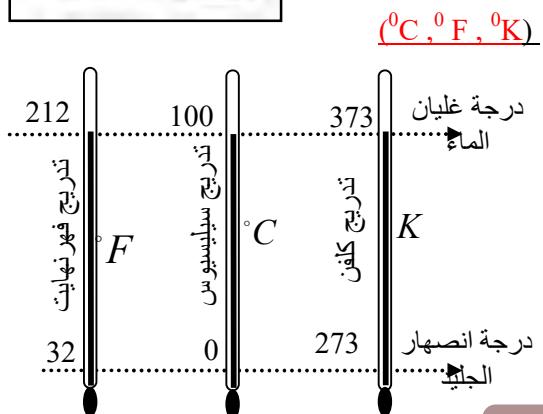
2 - درجة الحرارة لا تعتبر مقياسا لمجموع طاقات الحركة لجميع جزيئات المادة . لأن درجة الحرارة تعبر عن متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد .

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

درجة حرارة الإناء الذي يحتوى على ( 2 ) لتر ماء مغلي يساوى درجة حرارة الإناء الذي يحتوى على ( 1 ) لتر من الماء المغلي بسبب تساوي متوسط حركة الجزيء الواحد في أي من الإناءين .



- في الشكل المقابل يحتوى الدلو على طاقة حرارية أكثر مما يحتوى عليه القدح على الرغم من أنها عند درجة الحرارة نفسها.



### قياس درجة الحرارة

- يستخدم جهاز الترمومتر لقياس درجة الحرارة كما بالشكل المقابل

#### مبدأ عمل الترمومتر :

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

### أنواع التدرجات

#### تدرج كلفن K°

تدرج دولي يستخدم في الأبحاث العلمية ، حيث يمثل : الرقم (273) درجة تجمد الماء ، والرقم (373) درجة غليان الماء ، وقسم المسافة الفاصلة بينهما إلى (100) قسم كل قسم يمثل درجة

#### تدرج فهرنهايت F°

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

#### تدرج سلسيلوس C°

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

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

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



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

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

2- يمكن التحويل من تدرج سلسيلوس إلى تدرج فهرنهايت باستخدام المعادلة التالية :

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

مثال : 1 تساوى درجة حرارة طفل مريض  $T = 39^{\circ}C$  احسب درجة حرارة هذا الطفل بحسب تدرج كلفن وتدرج فهرنهايت .

## ملاحظة :

في تدرج كلفن خصص الرقم ( صفر ) لتمثيل أقل درجة وتسمى (**الصفر المطلق**) ، وتعادل هذه الدرجة على مقاييس كلفن درجة تبلغ **(-273)** على مقاييس سلسبيوس .

### الصفر المطلق :

هو الدرجة التي ينعدم عندها طاقة حرارة جزيئات المادة نظرياً . لأن جزيئاتها تكون في حالة سكون .

ملاحظة هامة : التغير في درجات الحرارة على تدرج سلسبيوس يساوي التغير في درجات الحرارة على تدرج كلفن .

## الحرارة (Q)

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

### ماذا يحدث في الحالات التالية :

#### 1 - عندما تلامس سطحاً ساخناً ؟

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

#### 2 - عندما تلامس قطعة من الثلج ؟

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

#### ملاحظة هامة 1 - الطاقة تنتقل تلقائياً من الجسم الدافئ إلى الجسم البارد .

2 - يرمز للحرارة بحرف Q ووحدتها في النظام الدولي هي J

3 - الأجسام تحتوى على أشكال متعددة من الطاقة وليس على حرارة . أو لا تحتوى المادة على حرارة بل تحتوى على طاقة داخلية .

### س - ماذا يحدث : في حالة التلامس الحراري ؟

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

#### ملاحظة هامة

1 - سريان الحرارة ، لا يكون من جسم طاقته الحركية الكلية كبيرة إلى جسم طاقته الحركية الكلية أقل .

2 - الطاقة الحرارية تسرى تبعاً لـ **فرق درجتي الحرارة** ، أي تبعاً لـ **للفرق في متوسط طاقة حرارة كل جزء من المادة** .

3 - لا تسرى الحرارة تلقائياً من جسم بارد إلى آخر أكثر منه سخونة .

### س : كييف تسرى الحرارة من مسمار مدبوبي ساخن لدرجة الإغماء في حوض السباحة ؟

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

## العلاقة بين الحرارة والطاقة الحركية

### • يترافق انتقال الطاقة بين الأجسام مع :

- 1- ارتفاع درجة حرارة الجسم البارد أو تغير حالته ومع انخفاض درجة حرارة الجسم الساخن .
  - 2- تغير في سرعة تحرك جزيئات المادتين المتلامستين أي انه يترافق مع تغير في الطاقة الحركية للجزيئات.
- الحرارة هي مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة . وهي تختلف عن درجة الحرارة التي تتناسب مع متوسط الطاقة الحركية لجزيء واحد .**

درجة الحرارة	الحرارة	وجه المقارنة
الكمية الفيزيائية التي يمكن من خلالها تحديد مدى سخونة جسم ما أو برودته عند مقارنته بمقاييس معياري . أو هي مقياس يدل على مدى دفء أو برودة الأجسام .	سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى آخر له درجة حرارة أقل . أو الطاقة المنتقلة بين جسمين نتيجة اختلافهما في درجة الحرارة . أو هي مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة .	 <b>التعريف</b>
تناسب درجة الحرارة مع متوسط الطاقة الحركية لجميع جزيئات المادة	تناسب مع مجموع تغير الطاقة الحركية لجميع جزيئات المادة	<b>العلاقة بطاقة الحرارة</b>
لا تعتمد	تعتمد	<b>اعتمادها على الكتلة</b>
الترمومتر	السعر الحراري	<b>طريقة القياس أو الحساب أو التعيين</b>
$(^{\circ}\text{C}, ^{\circ}\text{F}, ^{\circ}\text{K})$	الجول أو السعر الحراري(الكالوري)	<b>وحدة أو وحدات القياس</b>

### اللائزان الحراري

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

**ملاحظة :** عند الوصول للإتزان الحراري يكون متوسط سرعة كل جزيء هو نفسه في الأجسام المتلامسة .

**س. ماذا يحدث :** عند وصول الأجسام التي تكون في حالة تلامس حراري إلى درجة الحرارة نفسها ؟

**الحدث :** يتوقف سريان الحرارة بينها ، عندها نصف هذه الأجسام بأنها في حالة اتزان حراري .

**عمل لما يلي :**

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

لأنه عند التلامس الحراري ، تسري الحرارة بينهما وتتوقف عند تساوى درجتي حرارتها ، فتكون درجة حرارة المادة هي درجة حرارة الترمومتر .

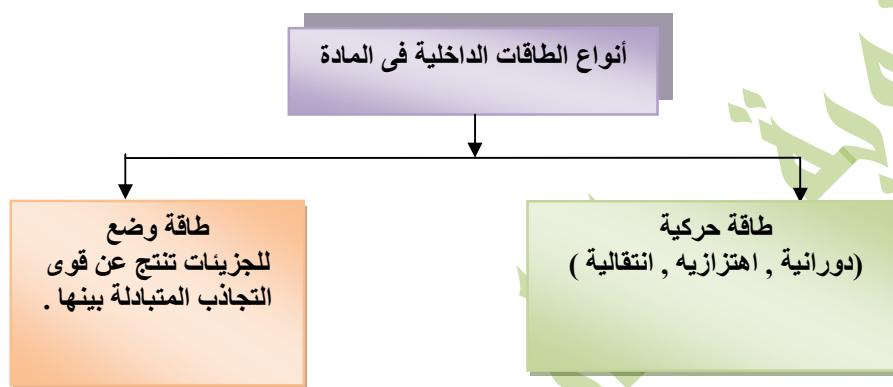
2- يكون حجم الترمومتر أصغر بكثير من حجم المادة التي تقايس درجة حرارتها بواسطته ؟

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

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

### الطاقة الداخلية

هي مجموعة من الطاقات تشمل الطاقة الحركية الدورانية ، والطاقة الناتجة عن الحركة الداخلية للذرات المكونة للجزيء ، وطاقة وضع للجزيئات تنتج عن قوى التجاذب المتبادلة بينها .  
أو هي مجموع طاقتى الوضع والحركة لجميع جزيئات المادة .



ماذا يحدث في الحالات التالية

1 - عندما تمتلك مادة كمية من الحرارة ؟

**الحدث :** قد تزيد الحركة الإهتزازية (الحركة الانتقالية) فترتفع درجة حرارتها  
أو قد تستنفذ الطاقة المكتسبة في تغيير حالة المادة .

2 - عندما يكتسب الجليد كمية من الطاقة الحرارية .

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

أسئلة من مراجعة الدرس (1-1) :

ثالثاً : حول درجات الحرارة التالية إلى الدرجة الكلافية (تدرج كلفن )  $C^{\circ}$  ( 27 ) ,  $F^{\circ}$  ( 200 ) ?

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

ج : تساوي الصفر لأن جزيئاتها تكون في حالة سكون .

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

ج : لا ، لأن تغير ماء الكوب والماء في الإناء في حالة إتزان حراري .

سابعاً : متى نشعر ببرودة الأجسام أو سخونتها ؟

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

ثامناً : هل صحيح أن الترمومتر يقيس درجة حرارته بنفسه ؟

ج : نعم ، لأن درجة الحرارة التي يشير إليها الترمومتر هي درجة حرارة السائل الذي بداخله ، وهذا السائل في حالة إتزان حراري مع الجسم الذي يقيس درجة حرارته .

## مراجعة الوحدة الثانية : (تحقق من معلوماتك ) ص89

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

ج : المادة تحتوى على طاقة داخلية وليس على حرارة ، لأن الحرارة هي سريان الطاقة نتيجة اختلاف في درجة الحرارة

س6- وضح سريان الحرارة أثناء تلامس جسمين ؟

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

س10 : ما درجة الحرارة التي يجب أن يكون عليها كلًا من قطعة المعدن وقطعة الخشب حتى لا تشعر بسخونتها وبرودتها عند لمسها ؟

ج : درجة حرارة اليدين نفسها .

### ورقة عمل على الدرس ( ١ - ١ )

س1 : حول درجات الحرارة التالية إلى الدرجة الكلفينية ( تدرج كلفن )  $^{\circ}\text{C}$  ( 27 )  $^{\circ}\text{F}$  ( 200 ) ؟

س2 : علل لما يلي :

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

2- يكون حجم الترمومتر أصغر بكثير من حجم المادة التي تقيس درجة حرارتها بواسطته ؟

3- عند وضع موضع الحرق تحت ماء جار بارد أو وضع الثلاج عليه، فإنه يخفف من حدة الألم ويبعد مكان الحرق .

س3 : أفرغ ولد كوب من ماء مغلي في وعاء يحوى لترا من الماء درجة حرارته  $212^{\circ}\text{F}$  . هل ستتغير درجة حرارة الماء في الوعاء ؟ ولماذا ؟

س4 : وضح سريان الحرارة أثناء تلامس جسمين ؟

س5 : هل صحيح أن الترمومتر يقيس درجة حرارته بنفسه ؟

## الدرس ( 2-1 ) القياسات الحرارية

### 1 - وحداته المعايرة

ملاحظاته هامة :

- 1 - الحرارة هي طاقة تنتقل من جسم إلى آخر إذا توافر شرطان هما :  
**أ : تلامس الأجسام حراريا .**  
**ب : اختلاف درجة حرارة هذه الأجسام .**
- 2 - الحرارة تنتقل من الجسم الساخن إلى الجسم البارد وهذا الانتقال يستمر حتى تصل إلى الاتزان الحراري .
- 3 - يعتمد مبدأ وحدة قياس الطاقة الحرارية على تحديد كمية الحرارة اللازمة لإحداث تغيير جديد في درجة الحرارة على تدرج معتمد .
- 4 - الوحدة الدولية لقياس الطاقة الحرارية هي **الجول ( J )** .

والوحدات الأخرى المعتمدة لقياس الطاقة الحرارية هي :

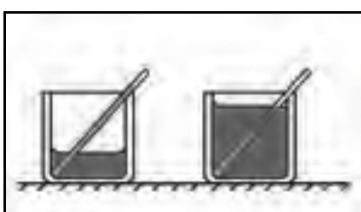
السعر الدواري :

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة **грамм واحد** من الماء درجة واحدة سلسيلوس .

الكيلو سعر

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

- ملاحظاته :
- 1 - الكيلو سعر الوحدة المستخدمة في تقدير المكافئ الحراري للأغذية والوقود .
  - 2 - يتم تحديد المردود ( المكافئ ) الحراري للأغذية والوقود بحرق كميات محددة منه وقياس كمية الحرارة الناتجة .
  - 3 - **الكيلو سعر = 1000 سعر**
  - 5 - العلاقة التي تربط الجول بالسعر الحراري هي  $J = 4.184 \text{ cal}$



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

### 2 - السعة الحرارية النوعية ( C )

<u>ال العلاقات البيانية</u>	<u>العامل</u>	<u>القانون</u>	<u>وحدة القياس</u>	<u>التعريف</u>
<p>1 - السعة الحرارية النوعية للمادة الواحدة ثابتة مع كلام من (<math>Q, m, \Delta T</math>)</p> <p>2 - السعة الحرارية النوعية لمواد مختلفة لها نفس الكتلة ونفس الحرارة بتغير درجة الحرارة</p> <p>( علاقة تناوب عكسي )</p>	<p>1 - نوع المادة .</p> <p>2 - حالة المادة .</p>	$c = \frac{Q}{m \Delta T}$	$\text{J/kg.K}$	<p>كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة <b>كيلو جرام واحد</b> من مادة ما درجة حرارية واحدة على تدرج سلسيلوس .</p>

ع<sub>ل</sub>ل : تعتبر السعة الحرارية قصورا ذاتيا حراريا ؟  
لأنها تعبر عن ممانعة الجسم للتغير في درجة حرارته كما يعبر القصور الذاتي عن ممانعة الجسم للتغير في حالته الحرارية.

### أمثلة م實ية

- 1 - لوحظ أن البصل المطهو والمهروس لا يمكن أكله فوراً سخونته الشديدة أي أنه يحتفظ بحرارته مدة أطول، بينما البطاطا<sup>ت</sup> المطهوة والمهروسة يمكن أكلها فور طهوها أي أنها لا تتحفظ بسخونتها فور طهوها بل تفقد<sup>ن</sup>ها تدريجياً .
- 2 - نلاحظ أن حشوة فطيرة التفاح تكون ساخنة جداً بينما تكون قشرتها الخارجية ليست كذلك لحظة خروجها من الفرن .
- 3 - يمكن إزالة غطاء ورق الألمنيوم من وجبة طعام باليد فور خروجها من الفرن ولكن لا يمكن لمس الطعام الذي أسفلها سخونته الشديدة .
- 4- تدل الأمثلة السابقة على اختلاف قدرة المواد على احتزان الحرارة .
- 5 - نلاحظ أيضاً أن مقدار الطاقة الحرارية التي تحتاجها لرفع درجة حرارة واحد كيلو جرام من الماء درجة واحدة تكون أكبر من مقدار الطاقة الحرارية التي تحتاجها لرفع نفس الكمية من الحديد .

### الاستنتاج :

- 1 – للمادة خاصية تسبب تغير درجة حرارتها بكميات مختلفة عندما تمتصل كمية الحرارة نفسها أو تخسرها .
  - 2 - الطاقة الحرارية التي تحتاجها لرفع درجة حرارة مادة معينة درجة واحدة فقط تختلف مع اختلاف المادة .
- ع<sub>ل</sub>ل : يحتاج جرام واحد من الماء إلى cal ( 1 ) لرفع درجة حرارته °C ( 1 ) ، فيما يحتاج جرام من الحديد ( 1/8 ) هذه الكمية لرفع درجة الحرارة نفسها .
- أو تمتصل كتلته معينه من الماء كمية من الطاقة أكبر من تلك التي تمتصلها كتلته مساوية من الحديد لتترتفع العدد نفسه من الدرجات .
- ج : لأن حركة ذرات الحديد الإنتقالية تكون ذهاباً وإياباً ، في حين جزيئات الماء تستهلك قدرًا لا يأس به من الطاقة في الحركة الدورانية وفي الحركة الإهتزازية للذرات داخل الجزء ، وقدراً آخر في استطالة الروابط . ( أي ان الماء له سعة حرارية نوعية أكبر ) .

س : ما العلاقة بين السعة الحرارية النوعية للمادة ومعدل ارتفاع درجة حرارتها ؟ ص 89 — :

ج : المواد التي ترتفع درجة حرارتها بسرعة لها سعة حرارية نوعية صغيرة ، بينما المواد التي ترتفع درجة حرارتها ببطء لها سعة حرارية نوعية كبيرة .  
أي أن : ( السعة الحرارية النوعية للمواد المختلفة المتساوية الكتل تتناسب عكسياً مع درجة الحرارة اذا اكتسبت نفس كمية الحرارة بينما السعة الحرارية النوعية للمادة الواحدة لا تتغير بتغير درجة الحرارة ) .

### 4-السعه المعارضه ( C )

العلاقات البيانية	العوامل	القانون	وحدة القياس	التعريف
$C \propto m$ علقة تناسب طردی 	1 - كتلـة المـادة . 2 - نوع المـادة .	$C = mc$ أو $C = \frac{Q}{\Delta T}$	J / K	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها m ، درجة واحدة على ترتيب سلسليوس

## 5- المسعر الحراري

- لقياس الحرارة أو السعة الحرارية النوعية نستخدم المسعر الحراري

### المسعر الحراري

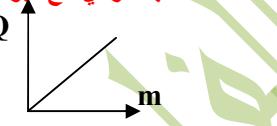
هو جهاز يعزل الداخل عن المحيط ويسمح بتبادل الحرارة وانتقالها بين مادتين أو أكثر داخله من دون أى تأثير من المحيط ، أي أنه يشكل نظاماً معزولاً .

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

ماذا يمده : إذا مزجنا كمية من الماء البارد وكمية من الماء الساخن داخل مسعر حراري ؟

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

## 5- حساب الطاقة المكتسبة والمفقودة (Q)

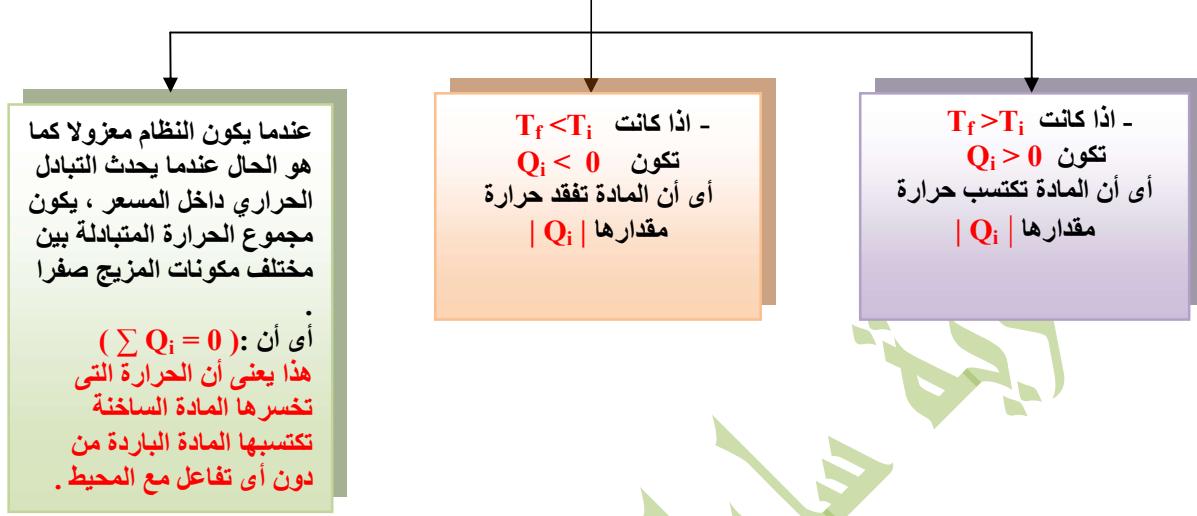
الطاقة (Q)	العلاقات البيانية	العوامل	وحدة القياس	العلاقة الرياضية
1 - موجبة المقدار $Q > 0$ عندما تكتسب المادة حرارة .	علاقة تناسب طردي مع ثبوت $c$ ، $\Delta T$ 	1 - كتلة المادة . 2 - نوع المادة . 3 - فرق درجات الحرارة .	الجول (J)	$Q = m c \Delta T$ أو $Q = C \Delta T$ حيث : $\Delta T = T_f - T_i$
2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

## 6- قانون التبادل الحراري

س : متى يحصل التبادل الحراري ؟

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

$$Q_i = m c ( T_f - T_i )$$



## 7- السعة الحرارية النوعية العالية للماء

عمل لما يلي :

### 1- الماء قادر على احتزان الحرارة والحفاظ عليها لفترة طويلة .

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

### 2- يعتبر الماء ساللا مثاليا للتبريد والتسخين .

لكر سعته الحرارية النوعية ، فتتغير درجة حرارته ببطء ، حيث يسخن ببطء ويبعد ببطء .

### 3- يستخدم الماء لتبريد محركات السيارات .

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

### تلبيقات حياتية للإستفادة من السعة النوعية الحرارية المرتفعة للماء :

1- استخدام الماء لتبريد محركات السيارات .

2- استخدام زجاجات الماء الحارة لتدفئة الأقدام في أيام الشتاء القارس قديما .

عمل : الماء يتطلب وقت أطول من اليابسة ليبرد أو ليسخن .

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

**س : ثالثا : ص 27 — لماذا لا تعانى المدن القريبة من مساحات الماء فرقا كبيرا فى درجات الحرارة بين الليل والنهار ؟**

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

عمل لما يلي : 1- درجة حرارة رمال الشاطئ تكون أعلى بكثير من درجة حرارة الماء المجاور لها نهارا في الصيف

لأن السعة الحرارية النوعية للماء أكبر من السعة الحرارية النوعية للرمال . لذلك الماء يسخن ببطء ويبعد ببطء .

2- يبدو لنا أن الخشب أقل برودة من الحديد في الشتاء عند ملامستهما باليد مع أن درجة حرارتهما متساوية .

لأن الحديد يمتص كمية من الحرارة أكبر من التي يمتصها الخشب من اليد عند ملامستهما باليد .

## ورقة عمل على الدرس ( 2 - 1 )

س. 1 : مُلَل لِمَا يَلِي :

- 1- تعتبر السعة الحرارية قصورا ذاتيا حراريا ؟
- 2- يحتاج جرام واحد من الماء الى cal ( 1 ) لرفع درجة حرارته  $C^0$  ( 1 ) ، فيما يحتاج جرام من الحديد ( 1/8 ) هذه الكمية لرفع درجة الحرارة نفسها .

3- الماء قادر على احتزان الحرارة والحفاظ عليها لفترة طويلة .

4- يستخدم الماء لتبريد محركات السيارات .

س. 2 : لماذا لا تعانى المدن القريبة من مساحات الماء فرقاً كبيراً في درجات الحرارة بين الليل والنهار ؟

س. 3: ما المقصود بكل مما يلى :

أ- السعنة الحرارية النوعية

ب- السعنة الحرارية

ج- المسعر الحراري

د- السعر

هـ- الكيلو سعر

## مسائل متقدمة

**مثال 1 :** أثناء تحضير القهوة ترتفع درجة حرارة g (250) من الماء من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $100^{\circ}\text{C}$  . علماً بأن السعة الحرارية النوعية للماء هي  $c = 4186 \text{ J/kg.K}$  . احسب الطاقة التي تحتاج إليها لإجراء هذا التسخين .

**مثال 2-** نضع g (400) من الماء عند درجة حرارة  $40^{\circ}\text{C}$  داخل مسuar . نضيف على هذه الكمية قطعة من الزجاج درجة حرارتها  $25^{\circ}\text{C}$  وكتلتها g (300) ثم نضيف g (500) من الألمنيوم درجة حرارته  $37^{\circ}\text{C}$  . احسب درجة حرارة الماء عندما يصل النظام (ماء + زجاج + ألمونيوم) إلى الاتزان الحراري علماً أن :  $c_{\text{Al}} = 900 \text{ J/kg.K}$   $c_g = 837 \text{ J/kg.K}$   $c_w = 4190 \text{ J/kg.K}$

**مسألة 1 :** ما هي كمية الطاقة الحرارية التي يجب أن يكتسبها g (4.11) من النحاس لتترفع درجة حرارته  $3.8^{\circ}\text{C}$  ؟ علماً أن السعة الحرارية النوعية للنحاس تساوي  $390 \text{ J/kg.K}$

**مسألة 2 :** يسخن قضيب من الألمنيوم كتلته g (28.4) حتى تصل درجة حرارته إلى  $39.4^{\circ}\text{C}$  ثم يوضع داخل مسuar حراري يحتوي على g (50) من الماء فترتفع درجة حرارة الماء من  $21^{\circ}\text{C}$  إلى  $23^{\circ}\text{C}$  . ما هي حرارة القضيب النهائية ؟ علماً أن السعة الحرارية النوعية للألمونيوم تساوي  $c_{\text{Al}} = 8.99 \times 10^2 \text{ J/kg.K}$  وللماء  $c_w = 4180 \text{ J/kg.K}$

**مسألة 3 :** تسخن قطعة من النحاس كتلتها g (2.5) ثم توضع في مسعر حراري يحتوي على g (65) من الماء . ترتفع حرارة الماء من  $^{\circ}\text{C}$  (20) إلى  $^{\circ}\text{C}$  (22.5) . احسب درجة الحرارة الابتدائية لقطعة النحاس قبل إدخالها المسعر الحراري علماً أن السعة الحرارية النوعية للماء تساوي J/kg.K (4186) والسعنة النوعية للنحاس هي J/kg.K (390)

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

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

**مسألة 6 :** احسب السعة الحرارية النوعية لقضيب من الألومنيوم كتلته g (28.4) علماً أنه يحتاج إلى J (207) لترتفع درجة حرارته  $^{\circ}\text{C}$  (8.1) .

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

## الدرس ( 1-3 ) التمدد المخاري

التمدد المخاري :

الزيادة في حجم المادة عند ارتفاع درجة حرارتها .

### 1- التمدد والتقلص

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

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

**ملاحظة :** 1- **تمدد** جميع المواد صلبة أو سائلة أو غازية عند رفع درجة حرارتها **وتتكشف** عند انخفاضها .

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

### تطبيقاته مهنية من التمدد المخاري ( التمدد والتقلص )

عمل لما يلي :

1- عند رصف الطرق أو إنشائها ، يجب أن ترك بين أجزاء الإسفلت فوascal كل مسافة معينه ، وتملأ هذه الفوascal بمادة قابلة الانضغاط ، مثل القار .

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

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

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

3- محركات السيارات المصنوعة من الألومنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد .  
ج : للسماح بالتمدد الكبير للألومنيوم .

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

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

5- يراعى المهندسون المدنيون أن يكون معدل تمدد حديد التسليح المستخدم في الإسمنت المسلح مساوياً لمعدل تمدد الإسمنت .  
ج : حتى لا تششقق أو تتكسر المونة في المبني نتيجة التمدد والانكماش الحاصلين عند ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة ، بين الليل والنهار أو بين الصيف والشتاء .

6- عند إنشاء الجسور الطويلة والمصنوعة من الصلب ، يثبت أحد طرفيها في حين يرتكز الطرف الآخر على ركائز دوارية ، وهناك فوascal متداخلة على سطحها تسمى فوascal التمدد .  
ج : حتى تسمح بتمدد الصلب وانكماسه بين فصل الشتاء والصيف .

7- ترك مسافات بين قضبان السلك الحديدية

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

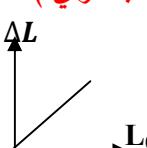
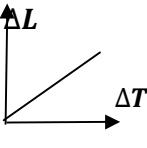
8- يتم تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف .

لأنه مع انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء ، تكتمش الأسلاك فيقل طولها ، لذلك عند تركيبها يراعى ذلك لتفادي انقطاعها نتيجة الانكماش ، فيتم تركيبها مرتبطة في فصل الصيف .

## 2- التمدد الطولي في الأجسام الصلبة ( $\Delta L$ )

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

### قانون التمدد الطولي في الأجسام الصلبة ومعامل التمدد الطولي

العلاقات البيانية	العامل	وحدة القياس	القانون	التعريف
<u>العلاقة بين <math>L_0</math> و <math>\Delta L</math></u> <u>( علاقه تناسب طردي )</u> 	1 - الطول الأصلي 2 - التغير في درجة الحرارة . 3 - نوع المادة .	وحدة قياس $L_0$ و $\Delta L$ هو <b>cm</b> أو <b>m</b> وحدة قياس $\alpha$ هو <b><math>^{\circ}\text{C}^{-1}</math></b> أو <b><math>1/^{\circ}\text{C}</math></b> وحدة قياس $\Delta T$ هو <b><math>^{\circ}\text{C}</math></b>	$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ <p>ومنه يمكن حساب:</p> $L_0 = \frac{\Delta L}{\alpha \Delta T}$ $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$ <p>حيث <b><math>\alpha</math></b> معامل التمدد الطولي ويتوقف على نوع المادة .</p>	<b>نص قانون التمدد الطولي</b> ( مقدار التغير الطولي لساق ما يتناسب طرديا مع الطول الأصلي والتغير في درجة الحرارة ، كما يتوقف على نوع مادة الساق )
<u>العلاقة بين <math>\Delta L</math> و <math>\Delta T</math></u> <u>( علاقه تناسب طردي )</u> 				

**معامل التمدد الطولي ( $\alpha$ ) :** التغير في وحدة الأطول للمادة عندما تتغير درجة الحرارة درجة واحدة مئوية .

**ماذا يحده : عند ارتفاع درجة حرارة الجسم الصلب ؟**

**المحده :** تهتز جزيئاته بسرعة كبيرة حيث أنها ترتبط بعضها بروابط كيمائية تمثل بنوابض ، فتباعد عن بعضها ويتمدد الجسم الصلب .

### ملاحظات هامة :

- بعض المواد صممت و صنعت لكي لا يكون لها تمدد طولي مثل زجاج الأفران و مرآيا التلسكوبات الكبيرة
- عند رفع درجة حرارة ساق طولها مترين فإن مقدار الزيادة في طولها ستكون ضعف مقدار الزيادة في طول ساق طولها متر مصنوع من نفس المادة عندما ترتفع درجة حرارتها بنفس المقدار .
- جسم طوله  $L_0$  يزداد بمقدار  $\Delta L$  إذا ارتفعت درجة حرارته  $\Delta T$ ، أما إذا ارتفعت درجة حرارته بنصف المقدار السابق ( أي  $\frac{\Delta T}{2}$  ) ، فإن طوله سيزداد بنصف ما ازداد عليه ( أي  $\frac{\Delta L}{2}$  ) .
- معامل التمدد الطولي  **$\alpha$**  ثابت ويتوقف على نوع المادة ، حيث أن لكل مادة معامل تمدد طولي خاص بها .

مثال 1 : يصنع السخان الكهربائي بواسطة قضيب من نحاس طوله m (5) احسب طول هذا القضيب عندما ترتفع درجة حرارته  ${}^{\circ}\text{C}$  (5) . علماً أن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي  $17 \times 10^{-6} {}^{\circ}\text{C}^{-1}$

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

مسألة (2) : ص 35 : تكون سكة حديدية من قضبان فولاذية ، طول كل واحد منها m (12.2) . يتمدد كل قضيب بمقادير mm (2.379) عندما ترتفع درجة حرارة الفولاذ بمقدار  ${}^{\circ}\text{C}$  (15) ، احسب معامل التمدد الطولي للفولاذ ؟

### تطبيقات مراجعة الدرس (1 - 3) ص 39 ، 40

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

سادساً : يتمدد الصلب طولياً بمعدل جزء لكل 100000 جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة ، كم تبلغ الزيادة في طول جسر من الصلب (كوبري) طوله km (1.5) عند رفع درجة حرارته  ${}^{\circ}\text{C}$  (20) ؟

سابعاً : يرتفع برج إيفل في باريس إلى m (300) في يوم درجة حرارته  ${}^{\circ}\text{C}$  (22) . كم يزيد طول البرج إذا علمت أنه مصنوع من الحديد في يوم مشمس درجة حرارته  ${}^{\circ}\text{C}$  (40) ؟ يجب أن تكون إجابتك بوحدة السنتمتر.

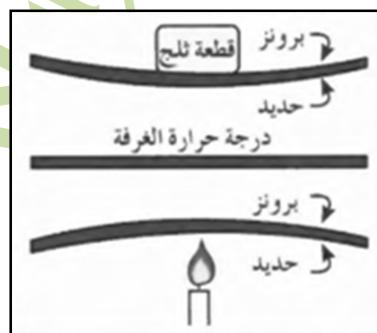
ثامنا : يزيد طول ساق من الألمنيوم بمقدار  $0.0033\text{ m}$  عند رفع درجة حرارتها من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $100^{\circ}\text{C}$  ، ما الطول الأصلي للساق قبل تسخينها ؟

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

عاشرًا : شريطان أحدهما من الألمنيوم والآخر حديد طول كلاً منها  $5\text{ m}$  عند  $20^{\circ}\text{C}$  . كم يصبح الفرق بين طولي الشريطين عند تسخينهما إلى  $200^{\circ}\text{C}$  ؟

### تطبيقاته على التمدد المطلوب : المزدوجة الممارية

تعريفها : يتم لحام شريطين متساوين في الأبعاد من مادتين مختلفتين كالبرونز ( سبيكة من النحاس والقصدير ) والحديد .



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

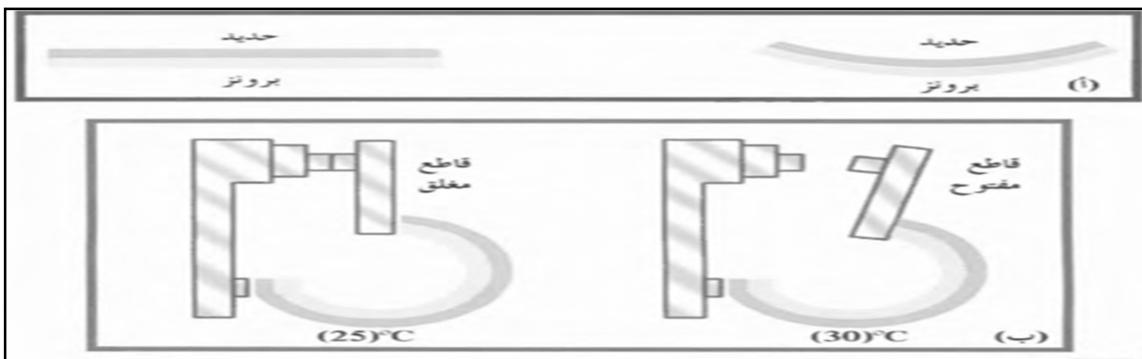
فكرة عملها : يظهر الفرق في تمدد البرونز والحديد عند تسخين المزدوجة الحرارية إذ تؤدي زيادة تمدد أحد الشريطين عن الآخر إلى انحناء المزدوجة والعكس صحيح .  
ف عند تبريد المزدوجة ينتهي الشريط الذي تمدد أكثر عن الآخر بعكس الاتجاه السابق ، حيث أن الشريط الذي تمدد أكثر عند التسخين ينكش أكثر عند التبريد .

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

## تطبيقات عملية للمزدوجة المغناطيسية :

### الترموستات

فكرة عمله :



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

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

استخداماته : 1 - منظم درجة حرارة المياه في السخانات الكهربائية.

2 - التحكم في درجة التبريد في الثلاجات والمكيفات .

ملاحظات : 1- يعتمد مقدار التمدد الحادث لمادة معينة على التغيير في درجة حرارتها .

2- إذا سخن أو برد أحد أجزاء قطعة من الزجاج بمعدل أكبر من جزء آخر مجاور له يؤدي هذا التغيير في التمدد أو الانكماش إلى تكسير الزجاج بحيث يظهر هذا التكسير بوضوح في أنواع الزجاج السميك .

س: كيف يعمل منظم الحرارة في السخان الكهربائي ؟

1 - يقوم بتوصيل التيار الكهربائي إلى عنصر التسخين لترتفع درجة حرارته ، وتنقل الحرارة وبالتالي إلى الماء بواسطة تيارات الحمل .

2 - عندما تصل درجة الحرارة إلى الحرارة المطلوبة ، يفصل منظم الحرارة التيار الكهربائي وتتوقف عملية التسخين .

عمل لما يلي :

**1- عند تبريد المزدوجة الحرارية ، ينكمش البرونز أكثر من الحديد .**

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

**2- انحناء المزدوجة الحرارية عند تسخينها أو تبريدها .**

لأن المزدوجة الحرارية تتكون من مواد مختلفة ، وبالتالي تتمدد وتنكش بحسب مختلفة عند تغير درجة حرارتها فيؤدي ذلك إلى انحنائهما .

**3- تصنع بعض أنواع الزجاج بحيث يكون له معامل تمدد حراري صغير جدا**

حتى يصبح الزجاج مقاوماً للتغيرات في درجات الحرارة ولا تؤثر عليه هذه التغيرات بشكل كبير .

**4- تتحنى المزدوجة الحرارية ناحية الحديد عندما تسخن .**

بسبب تمدد شريط البرونز بمقدار أكبر من شريط الحديد حيث أن معامل التمدد الطولي للبرونز أكبر من الحديد .

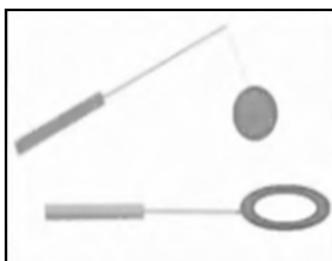
## 5- بعض أنواع الزجاج تقاوم التغير في درجة حرارتها.

لأنها تصنع بحيث يكون لها معامل تمدد حراري صغير جداً . لذلك لا يؤثر عليه التغيرات في الحرارة بشكل كبير .

س: تحقق من معلوماتك ص 89 :-

س 8 - هل يستمر عمل المزدوجة الحرارية إذا تساوى معدل تمدد المعدين اللذان يكوناه ؟ فسرى أهمية اختلاف المعدين في عمل المزاوجة الحرارية ؟

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



### التمدد العامي في الأجسام الصلبة

**تجربة الكرة والملاحة :**

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

**الاستنتاج :** الكرة تمدد بالتسخين في جميع الاتجاهات حيث أنها حافظت على شكلها الكروي ولم تدخل الحلقة .

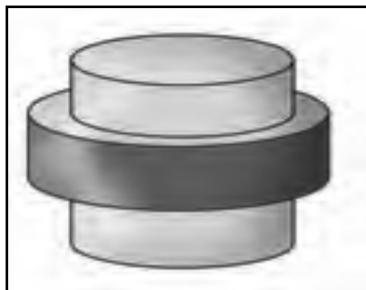
س : كيف يحد التمدد العامي لل أجسام الصلبة ؟

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

العلاقات البيانية	العامل	وحدة القياس	القانون	التعريف
<u>العلاقة بين <math>V_0</math> ، <math>\Delta V</math> ( علاقه تتناسب طردی )</u>  <u>العلاقة بين <math>\Delta T</math> ، <math>\Delta V</math> ( علاقه تتناسب طردی )</u> 	1 - حجم الجسم الأصلي . 2 - التغير في درجة الحرارة . 3 - نوع المادة .	وحدة قياس $\Delta V$ هو $\text{cm}^3$ أو $\text{m}^3$ وحدة قياس $\beta$ هو $(\text{1}/{}^\circ\text{C})$ أو $({}^\circ\text{C}/\text{1})$ وحدة قياس $\Delta T$ هو $({}^\circ\text{C})$	$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$ $\Delta V = V - V_0$ $\text{حيث } V = V_0 + \beta V_0 \Delta T$ $V_0 = \frac{\Delta V}{\beta \Delta T}$ $\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$ <p>حيث أن <math>\beta</math> ثابت التناوب ويسمي معامل التمدد الحجمي ، ويتوقف على نوع المادة .</p>	<b>نص قانون التمدد الحجمي</b> ( يتناسب التغير الحجمي تناسباً طردياً مع الحجم الأصلي للجسم ودرجة حرارته )

**معامل التمدد العامي (  $\beta$  ) :**

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



### العلاقة بين معامل التمدد الطولي ومعامل التمدد الحجمي :

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

$$\beta = 3\alpha$$

### مراجعة الدرس ( 1- 3 ) ص 39 -:

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

**الجواب :** يتمدد الحديد الصلب عند تسخينه فيحشر في الإسطوانة ، وعندما يبرد الحديد ينكمش ، فيستabilي نزع الأسطوانة . حتى لو حاولنا نزع الحلقة بتسخينها مجددا ، وذلك لأن تسخينها يؤدى إلى تسخين أسطوانة البرونز معها فتتمدد هي أيضا بمقدار أكبر ، وظاهر هذه التجربة أن البرونز يتمدد بمقدار أكبر من مقدار تمدد الحديد .

**مثال (2) :** يسخن مكعب من الحديد فترتفع درجة حرارته من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $1000^{\circ}\text{C}$  احسب :  
أ- معامل التمدد الحجمي للحديد علما أن حجمه يساوي  $100 \text{ cm}^3$  عند درجة  $20^{\circ}\text{C}$  و  $\Delta V = (3.3) \text{ cm}^3$

ب- استنتاج معامل التمدد الطولي للحديد

### تطبيقات

#### مسائل مع اجابات ص 35 -:

(3) : يبلغ طول نصف قطر كرة حديدية  $3 \text{ cm}$  عند درجة حرارة  $20^{\circ}\text{C}$  . معامل التمدد الحجمي للحديد هو  $(3.3 \times 10^{-6})^{\circ}\text{C}^{-1}$  ، احسب الحجم النهائي لهذه الكرة عندما تصل درجة حرارتها  $15^{\circ}\text{C}$  ؟

(4) : ترتفع درجة حرارة مكعب من الألミニوم مقدار  $\Delta T$  يساوى  $20^{\circ}\text{C}$  فيصبح حجمه  $1001.38 \text{ cm}^3$  احسب الحجم الأساسي لهذا المكعب علما أن معامل التمدد الحجمي للألミニوم يساوى  $(69 \times 10^{-6})^{\circ}\text{C}^{-1}$  ؟

#### مراجعة الوحدة الثانية ص 90 -:

س 9 : كرة من الحديد حجمها  $50 \text{ cm}^3$  عند درجة حرارة  $20^{\circ}\text{C}$  ، احسب حجمها إذا ما سخنت حتى درجة  $90^{\circ}\text{C}$  علما بأن معامل التمدد الطولي للحديد  $(12 \times 10^{-6})^{\circ}\text{C}^{-1}$  ؟

## 5- تمدد السوائل

**ماذا يحدث : عند ارتفاع درجة حرارة السائل ؟**

يتراقص ارتفاع درجة حرارة السائل مع ارتفاع الطاقة الحرارية لجزيئات السائل فتبتعد عن بعضها ويتمدد السائل .

**علل : تمدد السوائل بقدر أكبر من مقدار تمدد الأجسام الصلبة عندما تتعرض لفرق درجات الحرارة نفسها .**

لأن لجزيئات السائل حرية في التحرك أكبر من حرية تحرك جزيئات الأجسام الصلبة ، فتبتعد جزيئات السائل عن بعضها مسافات أكبر من المسافات التي تبتعد عنها جزيئات المواد الصلبة .

## 6- التمدد الحقيقي والتمدد الظاهري للسوائل

**ماذا يحدث : لمستوى السائل الموضوع في إناء عند تسخينه ؟**

**الحدث :** يهبط قليلا قبل أن يرتفع مجددا مع تمدد السائل أثناء التسخين .

**التفسير :** لأن السوائل تأخذ شكل الإناء الحاوي لها ، لذا لا ترتفع درجة حرارتها قبل أن ترتفع درجة حرارة الإناء ونتيجة لذلك يتمدد الإناء قبل أن يتمدد السائل ، فيتسع الإناء فيهبط مستوى السائل في البداية ثم يرتفع بعد ذلك نتيجة لتمدده .

**عمل :**

**أثناء تسخين الماء في دورق مدرج فإن الحجم الإضافي الناتج عن تمدد الماء لا يعبر عن التمدد الحقيقي للماء .**

لأنه لا يؤخذ بعين الاعتبار تمدد الدورق .

### تمدد السوائل



### التمدد الحقيقي ( $\Delta V_r$ )

مجموع التمدد الظاهري  
 $\Delta V_a$   
وتمدد الإناء  $\Delta V_c$

$$\Delta V_r = \Delta V_a + \Delta V_c$$

### التمدد الظاهري ( $\Delta V_a$ )

تمدد السائل عندما نعتبر  
أن الإناء الذي يحويه لم  
يتمدد .

## 7- معامل التمدد في السوائل

**س : استنطاع معامل التمدد الظاهري والمعقبي للسائل ؟**

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

### معامل التمدد الحقيقي ( $\gamma_r$ )

**العلاقة بين الحجم الحقيقي  $V_2$  والحجم الأساسي  $V_0$**

$$V_2 - V_0 = \gamma_r V_0 (T_1 - T_0)$$

$$\Delta V_r = \gamma_r V_0 \Delta T$$

$$\gamma_r = \frac{\Delta V_r}{V_0 \Delta T}$$

(معامل التمدد الحقيقي)  
 $^{\circ}\text{C}^{-1}$

### معامل التمدد الظاهري ( $\gamma_a$ )

**العلاقة بين الحجم الظاهري  $V_1$  والحجم الأساسي  $V_0$**

$$V_1 - V_0 = \gamma_a V_0 (T_1 - T_0)$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_0 \Delta T$$

$$\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta T}$$

(معامل التمدد الظاهري)  
 $^{\circ}\text{C}^{-1}$

## س : استنطع العلاقة التي تربط بين $\gamma_r$ و $\gamma_a$ ؟

ج : بما أن :  $\Delta V_r = \Delta V_a + \Delta V_c$  وبما أن الإناء يتمدد أثناء التسخين فإن مقدار تمدده يساوى  $\Delta V_c = \beta V_0 \Delta T$  حيث  $\beta$  هو معامل تمدد الإناء بالتعويض عن كل من  $\Delta V_r$  ،  $\Delta V_a$  ،  $\Delta V_c$  في المعادلة (1)

$$\gamma_r = \gamma_a + \beta$$

نستنتج العلاقة التالية :

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

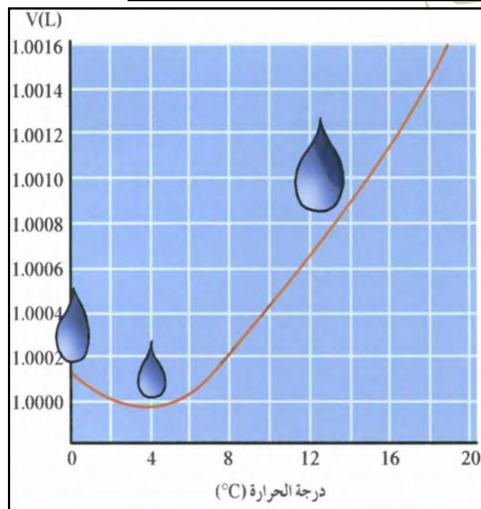
**مثال 3 :** يستخدم الترمومتر لقياس درجة الحرارة ويرتكز في ذلك على تمدد حجم الزئبق داخل أنبوب شعري . نلاحظ أن حجم الزئبق الحقيقي يرتفع داخل الأنبوب الشعري من  $3\text{ mm}^3$  إلى  $3.0017\text{ mm}^3$  حين ترتفع درجة حرارة الترمومتر من  $36^\circ\text{C}$  إلى  $39^\circ\text{C}$  احسب معامل التمدد الحقيقي للزئبق .

## مسائل مع الإجابات ص 37

إذا كانت كثافة الزئبق عند درجة حرارة  $15^\circ\text{C}$  هي  $13.56\text{ g / cm}^3$  احسب حجم  $600\text{ g}$  من الزئبق حين تكون درجة حرارته  $115^\circ\text{C}$  . علما بـان معامل التمدد الحقيقي للزئبق  $(18.18 \times 10^{-5})^\circ\text{C}^{-1}$  .

## 9- هدوء الماء

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



الشكل المقابل يبين ( تصرف الماء الذي يشذ عن القاعدة بين  $0^\circ\text{C}$  (0) إلى  $4^\circ\text{C}$  (4) ) .

س : ماذا نستنتج من الرسم البياني ؟

- حجم كمية من الماء يصل إلى الحد الأدنى له عند درجة  $4^\circ\text{C}$  .
- كثافة الماء تصل إلى الحد الأقصى لها عند درجة  $4^\circ\text{C}$  . حيث ان الكثافة تناسب عكسيا مع الحجم .
- كثافة الماء عند درجة  $0^\circ\text{C}$  أقل من كثافتها عند درجة  $4^\circ\text{C}$  . لذلك يطفو الثلج على سطح الماء .

عمل لما يليه : 1- يطفو الثلج على سطح الماء .

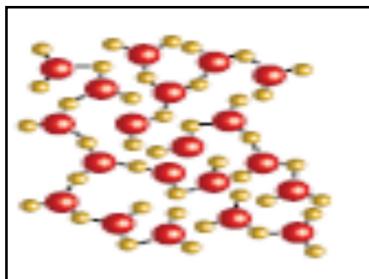
أو- سبب تجمد ماء البحيرات من أعلى إلى أسفل

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

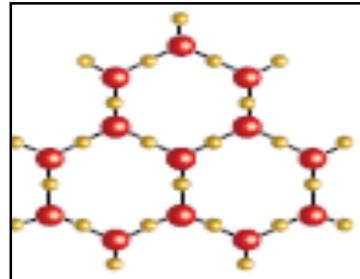
ج: لأن كثافة الماء عند درجة  $0^\circ\text{C}$  (كثافة الثلج) أقل من كثافة الماء السائل ، لذلك يطفو الثلج على سطح الماء وتتجمد البحيرات من أعلى إلى أسفل ، ويستقر الثلج على سطح البحار والمحيطات .

## ٢- كثافة الماء عند درجة ${}^{\circ}\text{C}$ (٤) أقل من كثافتها عند درجة ${}^{\circ}\text{C}$ (٠).

لأن بلورات الثلج لها تركيب بلوري مفتوح ، نشأ من التركيب الراوي لجزيئات الماء ومن روابط الهيدروجين التي تهيمن على القوى الرابطة بين الجزيئات ، فيكون تركيب الثلج أقل تراساً من تركيب الماء عند درجة  ${}^{\circ}\text{C}$  (٤) ، وتكون كثافة الثلج أصغر من كثافة الماء عند درجة  ${}^{\circ}\text{C}$  (٤) .



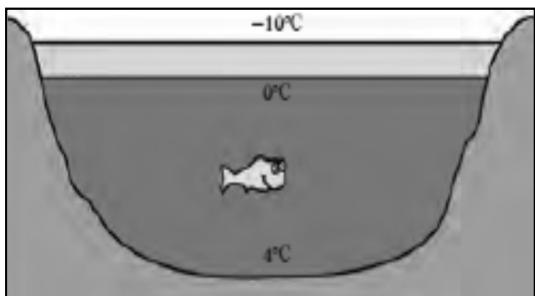
ماء في الحالة السائلة



ماء في الحالة الصلبة

### ملاحظة:

في الشكل المقابل عندما يبرد ماء البحيرة عند السطح يتحرك الماء نحو القاع حتى تصبح درجة حرارة ماء البحيرة  ${}^{\circ}\text{C}$  (٤) عندئذ يمكن أن يبرد ماء السطح ليصل إلى درجة الصفر من دون أن يتحرك نحو القاع .



### مراجعة الدرس ص-٤٠: مسألة حادي عشر:

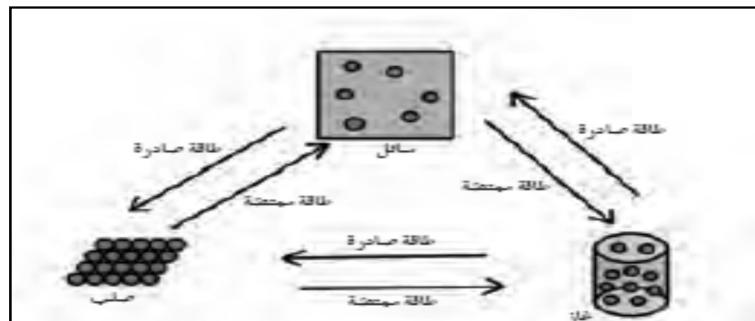
تمت تعبئة خزان من الألومنيوم سعته  $L(10)$  من البنزين عند درجة حرارة  ${}^{\circ}\text{C}$  (٥) . ثم تم تسخين هذا الخزان حتى وصلت درجة حرارته إلى  ${}^{\circ}\text{C}$  (٨٠) ، احسب كمية البنزين التي ستفيض علماً بأن: معامل التمدد الحقيقي للبنزين  $\gamma_r = \left( 121 \times 10^{-5} \right) ({}^{\circ}\text{C})^{-1}$  ومعامل التمدد الحجمي للألومنيوم  $\beta = \left( 69 \times 10^{-6} \right) ({}^{\circ}\text{C})^{-1}$

### مراجعة الوحدة الثانية : تحقق من فهمك ص-٩١ —

س ١٠: إناء زجاجي حجمه  $\text{cm}^3(50)$  يحتوى على  $\text{cm}^3(46)$  من الزيت عند درجة حرارة  ${}^{\circ}\text{C}$  (٥) ، احسب درجة الحرارة التي عندها يملأ الزيت الإناء ، علماً أن معامل التمدد الحقيقي للزيت  $(0.93 \times 10^{-3}) ({}^{\circ}\text{C})^{-1}$  ومعامل التمدد الحجمي للزجاج  $(25 \times 10^{-6}) ({}^{\circ}\text{C})^{-1}$  ؟

## الفصل الثاني : الحرارة وتغير الحالة

### الدرس ( 1-2 ) التبخر والتكتفيف



#### س : ما علاقـةـ الحرـارـةـ بـتـغـيـرـ حـالـةـ المـادـةـ ؟

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

التـبـخـرـ

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

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

عملـلـ لـمـاـ يـلـيـ :

#### **1- التـبـخـرـ لـهـ تـأـثـيرـ التـبـرـيدـ .**

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

#### **2- عـنـ وضعـ كـمـيـةـ مـنـ الـكـحـولـ عـلـىـ كـفـ الـيـدـ ،ـ فـإـنـ شـعـرـ بـالـبـرـودـةـ فـيـ الـكـفـ .**

حيث أن جزيئات الكحول تتبعثر بسرعة لأنها تملك قوى جذب ضعيفة ، وبالتالي يؤدي ذلك إلى نقص في الطاقة الحرارية للجزيئات المتبقية فيؤدي إلى انخفاض درجة حرارتها فتشعر ببرودة في كف اليد .

#### **3- يـشـعـرـ جـسـمـ الشـخـصـ المـتـرـقـ بـالـأـنـتـعـاشـ فـيـ جـوـ جـافـ أـكـثـرـ مـنـهـ فـيـ جـوـ رـطـبـ ؟**

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

## التكثف

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

س 1 : ماحا يعده : عندما نضع كوب بارد في جو رطب حار ؟

ج 1 : تتكون قطرات ماء بشكل سريع على جدار الكوب الخارجي .

س 2 : كيف يحدث التكثف ؟

ج 2 : ينبع التكثف عن اصطدام جزيئات بخار الماء مع جزيئات بطينة الحركة موجودة على سطح الكوب ، فتفقد ما يكفي من الطاقة الحركية وتعمل قوى الجذب التي تؤثر عليها بواسطة السائل على منها من الهروب . وبهذه الطريقة تتحول جزيئات الغاز إلى جزيئات سائل .

عمل لاما يلي :

**1- يعتبر التكثف عملية تدفقة .**

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

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

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

## التكثف في الماء

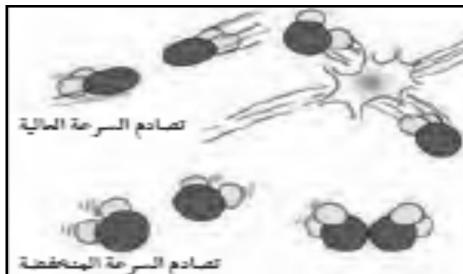
س : كيف يحدث التكثف في الهواء ؟

ج : حين ترتفع بخار الماء في المحيطات والأنهار المتاخرة في الجو نشعر بالبرد ، وعند انخفاض درجة حرارة البخار ، ينخفض متوسط الطاقة الحركية وبالتالي عندما تتصادم الجزيئات تلتصل بعضها البعض وتنكثف .

عمل لاما يلي :

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

وذلك لسهولة التصادق جزيئات الماء المتاخرة ببعضها نتيجة انخفاض الطاقة الحركية ، على عكس الحال في درجات الحرارة المرتفعة حيث تكون جزيئات البخار سريعة فترتد متعددة عن بعضها بعد اصطدامها مما يبيّنها على الحالة الغازية .



الشكل المقابل يوضح أن فرصة التصادق جزيئات بخار الماء بطينة السرعة لتكون سائلاً أفضل من فرصة الجزيئات ذات السرعات العالية .

**2- يمكن أن يحدث التكثف أيضاً في درجات الحرارة المرتفعة .**

لأنه دائمًا تعتبر درجة الحرارة مقياساً لمتوسط الطاقة الحركية ، حيث توجد جزيئات تتحرك بشكل أسرع من المتوسط ، كذلك توجد جزيئات تتحرك بشكل أبطأ حتى عند درجات حرارة مرتفعة ، حيث توجد جزيئات كافية لحدوث التكثف في حال وجود بخار ماء كافٍ في الهواء ، ومهمًا كانت درجة الحرارة تكون الجزيئات البطيئة هي المسئولة عن التصادقها ببعضها فتختف .

## الضباب والسحب

الضباب	السحب
هو سحاب يتكون بالقرب من الأرض ويظهر في المناطق الرطبة ويزداد الهواء الرطب القريب من الأرض وغالباً ما نشاهد هذه الظاهرة في ساعات الليل التي تترافق مع انخفاض درجة حرارة الأرض.	هو نتيجة تكتف جزيئات البخار على جزيئات الغبار الموجودة في الجو. عندما يبرد الهواء الساخن المتتصاعد إلى أعلى

ما زا يحدث

### عندما يبرد الهواء الساخن المتتصاعد إلى أعلى.

تكتف جزيئات البخار على جسيمات الغبار الموجودة في الجو فت تكون السحب .

ما زا يحدث

### عندما يمر الهواء الساخن رطب قرب أرض باردة.

تبعد بعض جزيئات الهواء فتكتف ويتكون الضباب .

### س: ما هي مراحل تكون السحب ؟

ج : عملية تكون السحب تحدث على اربع مراحل :

- 1 - حمل يسبب تمدد الهواء .
- 2 - تبريد نتيجة التمدد .
- 3 - تكتف بسبب التبريد .
- 4 - تكون السحاب .

### عمل : يتكون السحاب من ارتفاع الماء الدافئ، الرطب إلى أعلى

لأنه يتمدد ويزداد وتلتتصق معاً جزيئات الماء التي تتحرك ببطء وبالتالي تكتف جزيئات البخار على جزيئات الغبار الموجودة في الجو فت تكون السحب .

## مقدمة التبخر والتكتف

### عمل لما يلي

#### 1- عندما تنتهي من الاستحمام ، غالباً ما تشعر بقشعريرة .

بسبب حدوث عملية التبخر بسرعة فيؤدي ذلك إلى تبريد الجسم فتشعر بأي تغير في

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

لزيادة التكتف في محيط الحمام ، فتساوى تقريباً الرطوبة المتكثفة على الجلد مع الرطوبة المتاخرة فلن تشعر بأي تغير في درجة حرارة جسمك .

ماذا يحدث

### عندما تكون في بيئة رطبة .

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

ماذا يحدث

### عندما يتعادل معدل التبخر مع معدل التكثف في إناء مكشوف به ماء .

يبقى مستوى سطح الماء في الإناء كما هو من دون زيادة أو نقصان .

علل

### عند ترك إناء مملوء بالماء على منضدة ، فإن السائل يكون في حالة اتزان .

لأن الجزيئات والطاقة التي تتحرر من سطح السائل عن طريق التبخر يتم معادلتها عن طريق الجزيئات والطاقة العائدية في عملية التكثف حيث أن لكل من عملية التبخر والتكثف تأثيراً متعارضاً حيث يحدث التبخر والتكثف دائماً بمعدلات متساوية .

**ملاحظة هامة** 1 – من الطبيعي حدوث عملية التبخر والتكثف في الوقت نفسه فإذا زاد التبخر عن التكثف **يبرد** السائل .

2 – أما إذا زاد التكثف عن التبخر **يسخن** السائل .

## مراجعة الدرس (2-1)

س : ذاهنا : هل الجزيئات في السائل لها الطاقة الحركية نفسها أم أنها تختلف ؟

ج : **تختلف الطاقة الحركية للجزيئات في السائل حيث أن لها سرعات متعددة .**

## الدرس (2-2) الغليان والتجمد

### 1- الغليان

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

**ملاحظة :** 1 - يظهر الغليان على شكل فقاعات تطفو على السطح وتهرب إلى الهواء المحيط .

2 - الغليان عملية سريعة تحدث تحت سطح السائل عند بلوغ السائل درجة حرارة معينة .

س : ما الذي يجعل الغاز يتكون داخل السائل على شكل فقاعات ؟ أو كيف يتم التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية ؟

ج : لأن الحرارة المضافة إلى نظام ما تغير في الطاقة الداخلية من دون أن تحدث تغييراً في درجة الحرارة ، يؤدى ذلك إلى ارتفاع طاقة الجزيئات الداخلية فتنكسر الروابط فيما بينها جاعلة الجزيئات تترك بحرية أكبر ، وبالتالي يتم التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية .

## الفرق بين التبخر والغليان

<b>الغليان</b>	<b>التبخر</b>	<b>وجه المقارنة</b>
تحدث عندما الحرارة المضافة إلى نظام ما تغير في الطاقة الداخلية من دون أن تحدث تغييراً في درجة الحرارة ، يؤدي ذلك إلى ارتفاع طاقة الجزيئات الداخلية فتتسرب الروابط فيما بينها جاعلة الجزيئات تتحرك بحرية أكبر ، وبالتالي يتم التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية	تحدث عندما تتزود بعض الجزيئات بطاقة إضافية تمكّنها من الهروب من السطح	<b>كيفية حدوثه</b>
تحت سطح السائل	الجزيئات السطحية تكونها الأقل ارتباطاً	<b>مكان حدوثه</b>
تحدث عند بلوغ السائل نقطة الغليان	تحدث عند أي درجة حرارة أقل من نقطة الغليان	<b>درجة الحرارة التي يحدث عنها</b>
سريعة	بطيئة	<b>سرعة العملية</b>

### علاقة الضغط بنقطة غليان السائل

- 1- لكل سائل درجة غليان خاصة به .
- 2- تختلف درجة الغليان باختلاف الضغط الجوي .
- 3- **فزيادة الضغط على السائل** يؤدي إلى تقارب الجزيئات من بعضها ( فتزداد كثافة السائل ) مما يتطلب طاقة حرارية أكبر لبعثرتها عن بعضها والتحول للحالة الغازية **أي تزداد درجة الغليان** .
- 4- تزداد درجة الغليان بازدياد الضغط الواقع على السائل ويستفاد من ذلك في صناعة أوناني الطهي محممة الإغلاق ( طنجرة الضغط ) .
- 5- الغليان عملية تبريد كالتبخّر حيث يستنفذ الماء الطاقة للتحول للحالة الغازية .

عل

### 1- بزيادة الضغط على السائل تزداد درجة الغليان .

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

### 2- تعتبر طبقة الضغط مغلقة بماء زجاجة درجة الغليان بزيادة الضغط .

ج: لأن طنجرة الضغط مغلقة بإحكام فلا تسمح بتسرب البخار إلى الخارج مما يؤدي إلى ارتفاع الضغط بداخلها فيصبح أعلى من الضغط الجوي وبالتالي تزداد درجة الغليان عن  $100^{\circ}\text{C}$  .

### 3- الغليان يعتبر عملية تبريد للتبخّر .

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



**ملحوظات :** 1 - التسخين والغليان عمليتان محددتان ، فالتسخين **يدفع** الماء ، والغليان **يبرد** . كما بالشكل المقابل .  
**أي ان :** التسخين : اكتساب الماء للطاقة ويدفع التسخين الماء .  
**الغليان** : فقدان الماء للطاقة والغليان يبرد الماء .

- 2 - بزيادة الضغط **ترداد** درجة الغليان ، وبانخفاض الضغط **تنخفض** درجة الغليان .
- 3 - في حال تأخر الغليان وهي حالة أوانى الضغط ترتفع درجة حرارة الماء باستمرار ما يؤدي إلى طهي الطعام بشكل أسرع من دون حدوث الغليان .

### عمل لما يلي :

يعتمد طهي الطعام على وقت أطول على قمم الجبال  
**ج :** لأن على قمم الجبال **يقل الضغط فتقل درجة الغليان** .

## 2- التجمد

هو تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة بالتبريد .

### س : كيف يحدث التجمد ؟

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

ما زالت يحدث

**1- عندما تنخفض درجة حرارة الماء إلى صفر سلسبيوس وعند الضغط الجوي العادي .**  
 فإن الماء يفقد طاقته ، وتتحذجز جزيئات وضعيّات سداسية الشكل فيتكون الثلج .

**2- عند إضافة مادة مذابة في السائل ( كالملح أو السكر ) أثناء تجمده .**  
 تنخفض درجة تجمده ، حيث تعرّض المادة المضافة طريق جزيئات الماء التي تحاول الإتحاد مع بعضها لبناء بلورة الثلج سداسية الجوانب ، فيصبح الإتحاد صعب ويطلب انخفاض زائد في درجة الحرارة لتحقيق التجمد .

## 3- الغليان والتجمد في الوقت نفسه

ما زالت يحدث

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

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

### التفسير :

لعدم وجود طاقة كافية فتقرب الجزيئات من بعضها مكونة الحالة الصلبة .  
**الاستنتاج :** عمليتي الغليان و التجمد تحدثان في الوقت نفسه عند انخفاض الضغط .

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

**علل : وجود المادة في الماء ؟ كما في المادة الغازية أو السائلة**

ج : لـانعدام الضغط الجوي.

**س : كيف تصبح الماء جافاً**

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

#### 4- إعراقة تجمد الماء

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

ماذا يحدث مع التفسير

عندما تسحق كرة ثلج بيده .

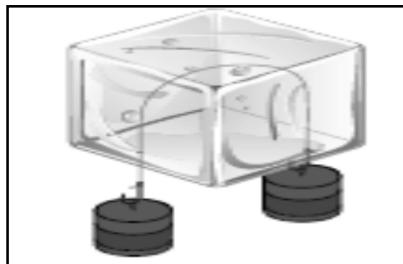
**الحدث :** سيحدث انصهار ضعيف يساعد على تماسك الثلج وخروجه في شكل كرة .

**التفسير :** إن ارتفاع الضغط يخفض نقطة الذوبان (الانصهار) ، وعندما يزول الضغط يعود السائل إلى حالة التجمد .

ماذا يحدث

في هذه التجربة ، عند وضع سلك يحمل بطرفيه أثقال على قطعة من الثلج كما بالشكل المقابل؟

**الملاحظة :** يخترق السلك قطعة الثلج ، فيسقط مع الأثقال على الأرض في حين يبقى الثلج قطعة واحدة صلبة كما هي .



**التفسير :** الضغط الذي يسببه السلك بواسطة الأثقال المعلقة به على قطعة الثلج يخفض نقطة الذوبان (الانصهار) و يذيب تحته الماء فيخترق السلك قطعة الثلج ، وعند زوال ضغط السلك فإن الماء الذي أذيب يعاد تجمده مرة أخرى .

**الاستنتاج :** إن ارتفاع الضغط يخفض نقطة الذوبان ، وعندما يزول الضغط يعود السائل إلى حالة التجمد .

ملحوظة

في الأجواء شديدة البرودة قد لا يكون الضغط الذي قد تحدثه بيده كافيا لانصهار الثلج .

#### اسئلة مراجعة الدرس ( 2 - 2 )

**س: ثالثا : لماذا تعتبر أواني الطهي بالضغط أكثر فعالية في طهي الطعام في الجبال عنها عند طهيها عند مستوى سطح البحر ؟**

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

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

**ج : كلا فعندما نقول أن الغليان عملية تبريد يعني أن الماء هو الذي يبرد بعد وصول درجة الحرارة إلى  $100^{\circ}\text{C}$**

**س - خامسا : في بعض الدول التي تتميز بالشتاء القارس ، يضع الناس أثواب الشتاء في مشعاع السيارات (الرادييتر) مادة مضادة للتجمد (جلايكول الإثيلين ) تبلغ درجة تجمدها  $0^{\circ}\text{C}$  (13-) ، ويقومون أيضاً برش الطرق بالملح ليذوب في مياه الأمطار المتتساقطة ، علل أسباب هذه النشاطات موضحاً تأثيرها على درجة التجمد ؟**

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

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

**ج : بانخفاض شديد في الضغط المعرض له سطح الماء .**

**س : سابعا : عرف إعادة تجمد الماء . وما مدى تأثيرها على بلورات الثلج ذات التركيب المفتوح ؟**

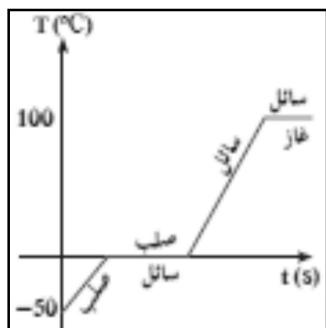
**ج : إعادة التجمد تعني تجمد الماء بعد أن انصهر نتيجة الضغط عليه . وهذا الضغط يعمل على سحق بلورات الثلج المفتوحة**

## **الدرس ( 2 - 3 ) الطاقة وتغييراته الحالة**

### **1- تغير الحالة**

**نشاط ( 1 ) :**

**ضع ترمومتراً في وعاء مغلق به قطعة من الجليد كتلتها  $g(1)$  موضوعة عند درجة حرارة  $0^{\circ}\text{C}$  (50) ثم قم بتسخينها وراقب قياسات درجة الحرارة التي يشير إليها الترمومتراً الموجود في قطعة الثلج .**



**الملاحظة :** 1- ارتفاع بطيء في درجة الحرارة حتى تصل إلى  $0^{\circ}\text{C}$  (0). وعندما يبدأ الجليد في الانصهار فتثبت درجة الحرارة ولا ترتفع على الرغم من استمرار إضافة الحرارة .

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

**الاستنتاج :**

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

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

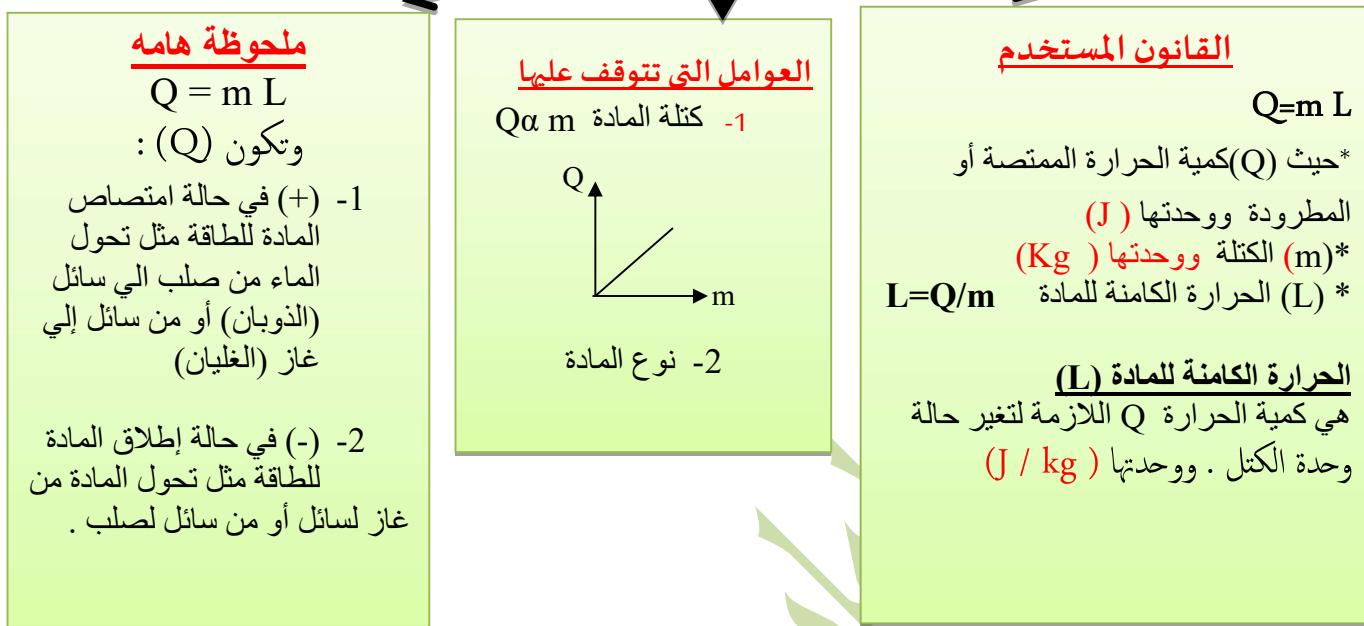
**ملاحظة مامة :** الحرارة المكتسبة عملت على كسر الروابط بين جزيئات المادة و أبعادتها عن بعضها البعض فتحولت من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ومن الحالة السائلة إلى الحالة الغازية . وإذا قمنا بسحب الحرارة من المادة لتغيرت حالتها من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة . كما بالشكل التالي



**علل : أينما تغير حالة المادة تكون درجة الحرارة ثابتة على الرفق من استمرار إضافة الحرارة ؟**

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

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



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

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

### العراقة الخامنة للتبعد والانسماق

#### العراقة الخامنة للتبعد ( $L_v$ )

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

## العراقة الكامنة للانسحار (L<sub>f</sub>)

العامل الذي تتوقف عندها	القانون المستخدم في حسابها	التعریفه
نوع المادة  L <sub>f</sub>	$L_f = \frac{Q}{m}$  وحدة القياس : J / kg	هي كمية الطاقة (Q) التي تعطي إلى وحدة الكتل m من المادة الصلبة و تؤدي إلى تحولها إلى الحالة السائلة .

مثال لما يلي :

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

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

**2- تغير المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية يتطلب كمية من الطاقة**

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

**3- تغير المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة يتطلب كمية كافية من الطاقة**

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

### مسائل متدرجة

**مسألة 1 :** احسب الطاقة اللازمة لتحويل قطعة g (100) من الثلج درجة حرارتها °C (30) إلى بخار ماء درجة حرارته °C (100) .

**مسألة 2:** ما هي كمية البخار اللازمة عند درجة حرارة  ${}^{\circ}\text{C}$  (130) لرفع درجة حرارة g (200) من الماء من  ${}^{\circ}\text{C}$  (20) إلى  ${}^{\circ}\text{C}$  (50) داخل وعاء عازل .

**مسألة 3 :** أضيفت قطعة جليد كتلتها g (20) ودرجة حرارتها  ${}^{\circ}\text{C}$  (20-) إلى مسuar حراري مهملاً الحرارة النوعية يحتوي على g (300) من الماء عند درجة حرارة  ${}^{\circ}\text{C}$  (70) . احسب درجة الحرارة النهائية للنظام بعد أن يصبح في حالة اتزان حراري .

**مسألة 4 :** احسب مقدار الطاقة التي يمتلكها g (20) من الماء في  ${}^{\circ}\text{C}$  (100) ليتحول إلى بخار عند  ${}^{\circ}\text{C}$  (100) . ( علماً أن الحرارة الكامنة للتصعيد تساوي  $\text{J / kg} = (2.26 \times 10^6)$  . )

**مسألة 5 :** احسب مقدار الطاقة المنطلقة عن تكثف g (20) من البخار درجة حرارته °C (100) ليبرد إلى °C (0) علماً أن  $c_w = (4180) \text{ J/kg.K}$  و  $L_v = (2.26 \times 10^6) \text{ J/kg}$

**مسألة 6 :** احسب كمية الحرارة التي تنتطلق عند تبريد g (1) من الماء درجة حرارته °C (100) حتى يصبح ثلجاً عند °C (0) ثم يستمر في التبريد حتى يصل إلى الصفر المطلق .  
علماً بأن متوسط السعة الحرارية النوعية للثلج  $c_{ice} = (2090) \text{ J/kg.K}$

**مسألة 7 :** احسب كمية الحرارة المنطلقة من g (1) من بخار الماء درجة حرارته °C (100) عندما يتكتف إلى ماء عند درجة الحرارة نفسها . قارن هذه الكمية من الحرارة بالكمية التي حصلت عليها في المسألة السابقة . علماً بأن  $c_w = (4180) \text{ J/kg.K}$  و  $L_f = (3.33 \times 10^3) \text{ J/kg.K}$

**مسالة 8 :** احسب كمية البخار عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (100) الذي يجب أن يضاف إلى g (150) من الثلج عند درجة  $^{\circ}\text{C}$  (0) داخل وعاء مغزول للحصول على ماء درجة حرارتها  $^{\circ}\text{C}$  (50) علماً بأن  $L_f = (3.33 \times 10^3) \text{ J/kg.K}$  و  $c_w = (4180) \text{ J/kg.K}$  و  $L_v = (2.26 \times 10^6) \text{ J/kg.K}$ .

**مسالة 9 :** ما مقدار الطاقة الناتجة عن تكثف g (10) من بخار الماء عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (100) ليغير حاليه الى ثلج عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (0-10) علماً بأن  $c_{ice} = (2100) \text{ J/kg.K}$  و  $L_f = (3.33 \times 10^3) \text{ J/kg.K}$  و  $c_w = (4180) \text{ J/kg.K}$  و  $L_v = (2.26 \times 10^6) \text{ J/kg.K}$ .

**مسالة 10 :** ما كمية بخار الماء عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (100) التي يجب تكثفها لصهر قطعة ثلج كتلتها g (20) ودرجة حرارتها  $^{\circ}\text{C}$  (0) ؟ علماً بأن  $L_f = (3.33 \times 10^3) \text{ J/kg.K}$  و  $c_w = (4180) \text{ J/kg.K}$  و  $L_v = (2.26 \times 10^6) \text{ J/kg.K}$ .

**مسالة 11 :** وضع قطعة من الجليد كتلتها g (40) ودرجة حرارتها  $^{\circ}\text{C}$  (10-) في مسرع حراري سعته الحرارية النوعية  $J/\text{kg.K}$  (60) يحتوي على g (200) من الماء عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (90). احسب درجة الحرارة النهائية للنظام علماً بأن  $c_{ice} = (2100) \text{ J/kg.K}$  و  $c_w = (4180) \text{ J/kg.K}$  و  $L_f = (3.33 \times 10^3) \text{ J/kg.K}$ .

## الوحدة الثالثة : الكهرباء والمغناطيسية

### الفصل الأول : الكهرباء

#### الدرس (1-1) المجالات الكهربائية وخطوط المجالات الكهربائية

##### مراجعة ما سبق دراسته في الsemester العاشر

- الشحنة الكهربائية المتشابهة تجذب وأما المختلفة منها تتجاذب .
- قوى التجاذب توصل العالم كولوم لحسابها بقانون سمي قانون كولوم :

<u>العلاقة الرياضية</u>	<u>العوامل التي يتوقف عليهما</u>	<u>القانون</u>
<p>القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>- تناسب طرديا مع حاصل ضرب كمية الشحنتين (<math>q_1 q_2</math>)</li> <li>- تناسب عكسيا مع مربع البعد بين مرکزيهما (<math>d^2</math>)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>- حاصل ضرب الشحنتين</li> <li>- البعد بين مرکزيهما</li> </ol>	$F = \frac{k q_1 q_2}{d^2}$

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

### المجال الكهربائي

والقوى بصفة عامة تنقسم إلى نوعين :

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

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

- قوى التفاعل بين الأجسام المتلامسة مثل :

- قوية الاحتكاك.
- قوية رد الفعل والشد.

ملاحظة : 1- إن تفسير التفاعل عن بعد بين الأجسام المادية أو الشحنات فرض وضع نموذج يعرف بنموذج المجال .

2- حيث أن التفاعل عن بعد بين القمر الصناعي والأرض هو التفاعل بين القمر الصناعي ومجال الجاذبية المحيط بالأرض .

أي أن قوية الجاذبية هي التفاعل بين حركة القمر وجاذبية الأرض .

3- كذلك القوة الكهربائية الناتجة عن التفاعل عن بعد بين الإلكترون والنواء هي التفاعل بين شحنة الإلكترون والمجال الكهربائي الذي ولدته حولها الشحنة الأخرى .

## المجال الكهربائي

أهمية	أنواع	تعريف
• مخزن للطاقة الكهربائية	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>مجال منتظم</u>: مثل المجال بين لوحين متوازيين مشحوبين (لولي مكثف).</li> <li>• <u>مجال غير منتظم</u>: مثل المجال حول الموصلات المشحونة والشحنات النقطية.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية الذي يظهر فيه تأثير القوة الكهربائية على شحنة أخرى أو أجسام مشحونة.</li> <li>• أو هو خاصية يكتسبها الحيز بسبب وجود شحنات كهربائية مهما اختلف مقدارها أو نوعها</li> </ul>

### شدة المجال الكهربائي (E) عند نقطة

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

**شدة الاختبار :** شحنة افتراضية موجبة ليس لها تأثير على الشحنات المجاورة وهي بهذا لا تسبب اضطراباً للشحنات المجاورة .

### اتجاه المجال الكهربائي عند أي نقطة :

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

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

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

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

### خطوط المجال الكهربائي

- المجال الكهربائي غير مرئي ولكنه يمثل بخطوط تظهر تأثيره على الجسيمات الدقيقة المشحونة وتسمى هذه الخطوط خطوط القوى وهي تبتعد في مناطق ضعف المجال .

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

### عواص خطا المجال الكهربائي

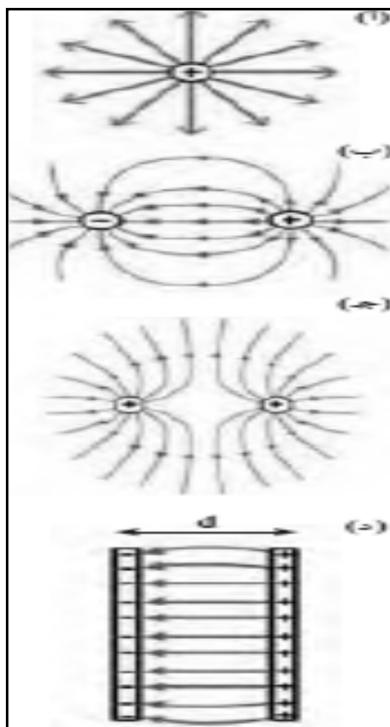
- خطوط وهنية غير مرئية تظهر تأثير المجال الكهربائي على الجسيمات الدقيقة المشحونة حرارة الحركة .
- خطوط غير مقاطعة . **علل ؟** لأنها لو تقاطعت فهذا يعني أن للمجال أكثر من اتجاه عند نقطة واحدة وهذا مستحيل .
- تنجز خطوط المجال شعاعيا خارجة من الشحنة الموجبة نحو الشحنة السالبة .
- المسار المرسوم لخط المجال عند نقطة يمثل اتجاه المجال عند تلك النقطة .
- كثافة خطوط المجال عند نقطة تتناسب طرديا مع شدة المجال عند هذه النقطة لذلك تقل كثافة خطوط المجال كلما ابتعدنا عن الشحنة .

- إذا كانت الشحنة مفردة فإنها تمتد إلى ما لا نهاية أما إذا كانتا شحتين مختلفتين فإن خطوط المجال تخرج من الشحنة الموجبة إلى السالبة .

### ملاحظة :

في الشكل المقابل :

- الشكل (أ) خطوط المجال الكهربائي لشحنة موجبة  
 الشكل (ب) شحتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع  
 الشكل (ج) شحتين متساويتين في المقدار ومتباينتين في النوع  
 الشكل (د) لوحين متوازيين مشحونين تفصل بينهما مسافة  $d$



### محصلة مجالين كهربائيين ناتجين عن شحتين متقطعتين

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

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

### عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي

الاتجاه

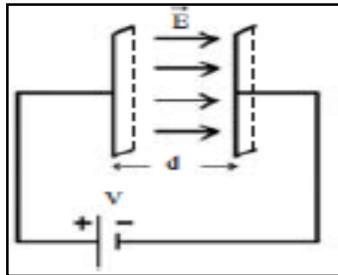
المقدار

$$\sin \alpha = \frac{E_2 \sin \theta}{E_T}$$

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 E_1 E_2 \cos \theta}$$

### المجال الكهربائي المنتظم

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

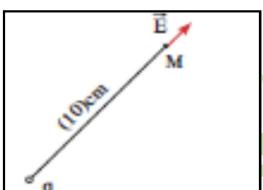


**ملاحظة هامة :** اتجاه المجال الكهربائي المنتظم بين اللوحين يكون متعاوباً على اللوحين واتجاهه من اللوح الموجب إلى اللوح السالب.

### مسائل متدرجة

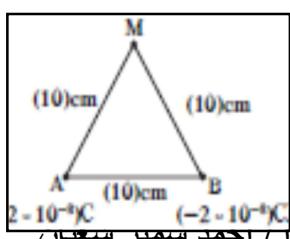
**مسألة 1 :** شحنة نقطية مقدارها  $C = 2 \times 10^{-6} C$  تؤثر على نقطة M تبعد عنها مسافة مقدارها  $d = 10 cm$  كما بالشكل المقابل . احسب :

أ- مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثرة عند النقطة M .



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

**مسألة 2 :** شحتان كهربائيتان موضوعتان عند النقطتين A و B حيث :  $q_A = 2 \times 10^{-8} C$  و  $q_B = -2 \times 10^{-8} C$  و تبعد الشحتان عن النقطة M مسافة  $d_1 = 10 cm$  و  $d_2 = 10 cm$  كما بالشكل المقابل . احسب : أ- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحتين عند النقطة M

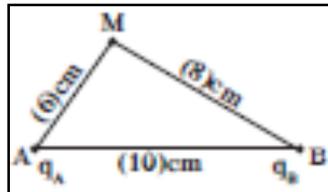


بـ- حدد عناصر متوجه محصلة المجال الكهربائي .

**مسألة 3 :** لوحان معدنيان يبعدان عن بعضهما البعض مسافة cm (5) يتصلان بمنبع كهربائي يساوي فرق الجهد بين طرفيه V = (10) V . احسب :  
أـ احسب مقدار شدة المجال الكهربائي بين اللوحين .

بـ- حدد عناصر متوجه المجال الكهربائي .

**مسألة 4 :** شحتان كهربائيتان موضوعتان عند النقطتين A و B حيث AB = (10) cm و C (10) cm على التوالي مسافة cm (6) d<sub>1</sub> = (8) cm و d<sub>2</sub> = (2x10<sup>-8</sup>) C كما بالشكل المقابل .  
احسب : أـ مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحتين عند النقطة M



بـ- حدد عناصر متوجه محصلة المجال الكهربائي .

**مسألة 5 :** لوحان معدنيان يبعدان مسافة cm (10) عن بعضها البعض يتصلان بمنبع كهربائي يساوي فرق الجهد بين طرفيه (V) . احسب :  
أـ مقدار فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين اللوحين تساوي V/m (400) .

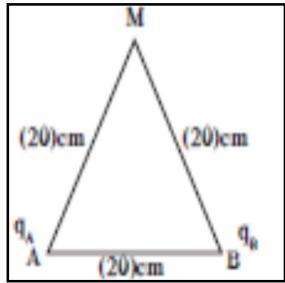
بـ- حدد عناصر متوجه المجال الكهربائي .

**مسألة 6 :** احسب فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين إذا كانت المسافة بين اللوحين cm (20) والقوة الكهربائية المؤثرة على شحنة مقدارها C (3.2 x10<sup>-19</sup>) = q عند انتقالها بين اللوحين تساوي N (32x10<sup>-16</sup>)

**مُسَأَّلَة 7 :** شحتان كهربائيتان C و D موضع عنان عند النقطتين A و B حيث أن

$AB = 20 \text{ cm}$  احسب :

- أ- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحتين عند النقطة M التي تبعد  $20 \text{ cm}$  عن A و  $20 \text{ cm}$  عن B كما بالشكل المقابل .



ب- حدد عناصر متوجه محصلة المجال الكهربائي .

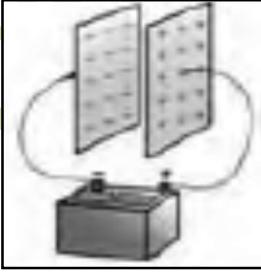
ج- مثل بيانيا باستخدام مقياس رسم مناسب رسم مناسب المجال الكهربائي على النقطة M .

د- احسب مقدار محصلة القوة الكهربائية على النقطة M إذا وضع عندها شحنة مقدارها  $C = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$  .

**مُسَأَّلَة 8:** وضع الإلكترون شحنته  $C = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  في مجال كهربائي منتظم احسب مقدار شدة المجال الكهربائي واتجاهه إذا كان ينتج قوة كهربائية مساوية في المقدار لوزن الشحنة ولكن باتجاه معاكس علماً أن كتلة الإلكترون تساوي  $(9.1 \times 10^{-31} \text{ kg})$  .

## الدرس ( 2-1 ) المكثفات

### المفهوم المستوي

استخداماته	وظيفته	التعریف
<ul style="list-style-type: none"> <li>أجهزة الراديو والتلفاز (الإلتقط ارسال محطة محددة او مشاهدة قناة معينة).</li> <li>الكاميرا (حيث ان المكثفات هي التي تجعل الفلاش يتوجه بشدة لإظهار الصور بشكل واضح).</li> <li>أجهزة الهواتف وأجهزة الكمبيوتر وغيرها من الاجهزة الالكترونية.</li> </ul>	<p><b>يخزن الشحنات الكهربائية</b>  <u>(يخزن الطاقة الكهربائية) عند توصيله بقطبى البطارية.</u>          حيث يصبح اللوح المتصل بالقطب الموجب للبطارية موجب الشحنة واللوح المقابل له سالب الشحنة علما أن مقدار الشحتين متساوي .</p> 	<p>هو لوحين متوازيين ومتوازيين يفصل بينهما فراغا وغالبا ما يملأ هذا الفراغ بمادة عازلة . متساوين في مقدار الشحنة ومختلفين في النوع يفصل بينهما فراغ أو مادة عازلة.</p> <p><b>ملاحظة :</b> يمثل المكثف بخطين متوازيين متساوين في الطول كما بالشكل التالي</p> 

### السعة الكهربائية للمكثف المستوي والعوامل المؤثرة فيها :

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

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

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

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

**وحدةقياس السعة الكهربائية :** الفاراد (F) وتكافئ كولوم / فولت (C / V) .

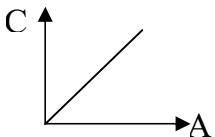
**ملاحظة مامة :** تعتمد السعة الكهربائية  $C$  للمكثف على الابعاد الهندسية للمكثف وعلى الوسط العازل الذي يملأ الفراغ بين اللوحين. ولا تعتمد على الشحنة أو الجهد المبذول.

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

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

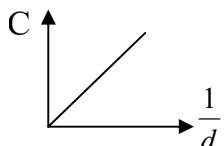
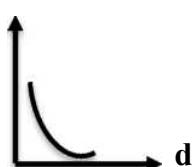
**العوامل التي يتوقف على سعة الكهربائية للمكثف :**

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



$$C \propto A$$

2- **المسافة بين اللوحين (d)** : سعة المكثف تتناسب عكسيا مع المسافة بين اللوحين. عند ثبوت المساحة المشتركة بين



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

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

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

**لما** : 1- عندما تكون المادة العازلة هواء أو فراغ : نجد أن السعة الكهربائية تتناسب طرديا مع ثابت العزل الكهربائي في

$$\text{الفراغ } \epsilon_0 \text{ حين } F / m = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C/V}$$

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

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

3- ثابت عزل الكهربائي النسبي للهواء يساوي تقريرا  $\epsilon_r = 1$

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

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

**س : كييف يمكن زيادة سعة المكثف الكهربائي؟**

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

**مثال 1:** مكثف كهربائي مصنوع من لوحين معدنيين مساحتهم المتركة  $cm^2 (20)$  والمسافة الفاصلة بينهما تساوي mm (1) احسب :

أ- السعة الكهربائية لهذا المكثف إذا كان الهواء هو الوسط العازل بين اللوحين وأن  $F / m = 8.85 \times 10^{-12}$

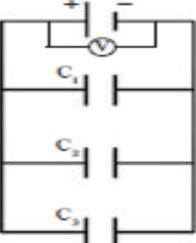
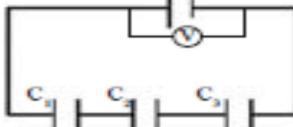
ب- السعة الكهربائية لهذا المكثف إذا مليء الحيز بين اللوحين بالميكا الذي يساوي ثابت عزله النسيبي  $\epsilon_r = 5.4$

#### ملاحظات هامة :

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

## توصيل المكثفات

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

توصيل المكثفات على التوازي	توصيل المكثفات على التوالى	وجه المقارنة
		<span style="color: red;">رسم الدائرة الكهربائية</span>
<p>اختلاف كمية الشحنة <math>q</math> التي يخترنها كل مكثف وشحنة المكثف المكافئة تساوي مجموع شحنات المكثفات يكون :</p> $q_{eq} = q_1 + q_2 + q_3$ <p>جهد البطارية يساوى جهد كل مكثف (الجهد ثابت)</p> $V = V_1 = V_2 = V_3$ $q = C V$ $C_{eq} \cdot V = C_1 \cdot V + C_2 \cdot V + C_3 \cdot V$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math display="block">C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3</math> </div>	<p>تكون الشحنة متساوية في جميع المكثفات</p> $q_{eq} = q_1 = q_2 = q_3$ <p>جهد البطارية يساوى مجموع جهود المكثفات</p> $V = V_1 + V_2 + V_3$ $V = q / C$ $\frac{q}{C_{eq}} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math display="block">\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}</math> </div>	<span style="color: red;">استنتاج العلاقة الرياضية لحساب السعة المكافئة</span> $C_{eq}$
<p>السعة المكافئة = مجموع سعات المكثفات المتصلة على التوازي</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math display="block">C_{eq} = C_{\text{أحدما}} \cdot N_{\text{عددما}}</math> </div>	<p>مقلوب السعة المكافئة = مجموع مقلوب سعات المكثفات المتصلة معاً على التوالى</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math display="block">C_{eq} = \frac{C_{\text{أحدما}}}{N_{\text{عددما}}}</math> </div>	<span style="color: red;">السعة المكافئة</span>
<p>السعة المكافئة أكبر من أكبر سعة في مجموعة المكثفات</p>	<p>السعة المكافئة أصغر من أصغر سعة في مجموعة المكثفات</p>	<span style="color: red;">قيمة السعة المكافئة بالنسبة لسعات المجموعة</span>
<p>الشحنة الكهربائية تتوزع على المكثفات بنسبة طردية لسعاتها .</p> $\frac{q_1}{q_2} = \frac{C_1}{C_2}$	<p>ثابتة</p>	<span style="color: red;">الشحنة الكهربائية</span>
<p>ثابت</p>	<p>النسبة بين جهود المكثفات هي نسبة عكسية لسعاتها</p> $\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_2}{C_1}$	<span style="color: red;">فرق الجهد</span>

## الطاقة الكهربائية المخزنة في مكثف

- زيادة الجهد الكهربائي يزيد من مقدار الشحنة المخزنة على المكثف وبالتالي يزيد من الطاقة الكهربائية المخزنة في مقدار الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف.
- زناد سعة المكثف تسمح بتخزين طاقة كهربائية أكبر على المكثف لأن الطاقة الكهربائية المخزنة تتناسب طردياً مع السعة.
- وبالتالي نستنتج أن مقدار الطاقة الكهربائية المخزنة في مكثف سعته  $C$  ومتصل بمصدر فرق جهد  $(V)$  يحسب من العلاقات الرياضية التالية :

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

و بما أن  $C V = q$  وبالتعويض في المعادلة السابقة يكون :

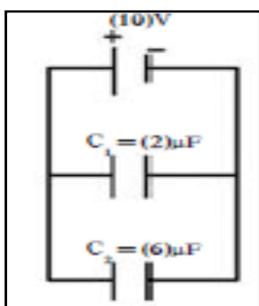
$$U = \frac{1}{2} q V$$

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

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

## مسائل متقدمة

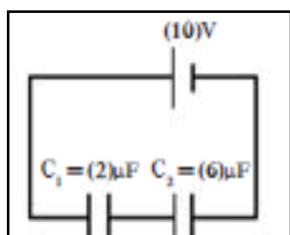
**مسألة 1 :** وصل مكثفان سعتهما  $F = 10\mu F$  و  $C_1 = 2\mu F$  و  $C_2 = 6\mu F$  على التوازي بمصدر يساوي فرق جهد  $V = 10V$  كما بالشكل



المقابل . احسب :  
أ- السعة المكافئة للمكثفين

ب- شحنة كل من المكثفين .

**مسألة 2 :** وصل مكثفان سعتهما  $F = 10\mu F$  و  $C_1 = 2\mu F$  و  $C_2 = 6\mu F$  على التوالى بمصدر يساوى فرق جهد  $V = 10V$  كما بالشكل



المقابل احسب :  
أ- السعة المكافئة للمكثفين

ب- شحنة كل من المكثفين .

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

**مسألة 4 :** مكثف هوائي مسلي سعته  $C = 100\mu F$  يحمل شحنة مقدارها  $Q = 10^{-9} C$  احسب:

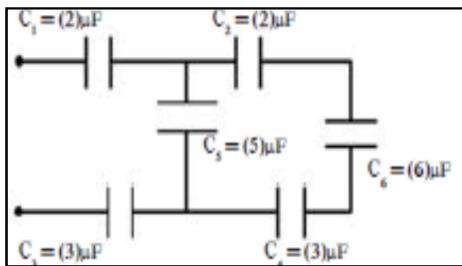
(أ) مقدار فرق الجهد بين لوحي المكثف؟

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

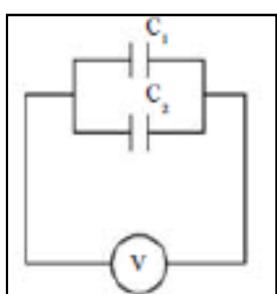
ج- الطاقة الكهربائية المخزنة بين لوحي المكثف .

**مسالة 5 :** الطاقة الكهربائية المخزنة على مكثف سعته ( $4\mu F$ ) تساوي  $J$  (2). أحسب:  
 (أ) شحنة المكثف.

(ب) مقدار فرق الجهد بين لوحي المكثف.



**مسالة 6 :** احسب السعة المكافئة لمجموعة المكثفات في الشكل المقابل :



**مسالة 7 :** وصل المكثفان ( $C_1 = 2\mu F$ ) و( $C_2 = 4\mu F$ ) على التوازي مع مصدر جهد مستمر ( $V$ ) بحيث أصبحت الشحنة الكلية للمكثفين تساوي ( $400\mu C$ ) كما بالشكل المقابل. احسب :  
 (أ) السعة المكافئة للمكثفين.

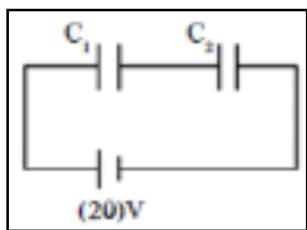
(ب) فرق الجهد ( $V$ ) .

(ج) شحنة كل مكثف.

(د) الطاقة الكهربائية المخزنة بين لوحي كل مكثف.

**مسألة 8 :** مكثف سعته ( $2\mu F$ ) متصل على التوالى بمكثف آخر سعته ( $6\mu F$ ) و هما متصلان على مصدر جهد يساوى

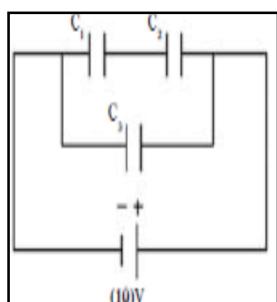
(20V) . كما بالشكل المقابل احسب:  
(أ) السعة المكافئة للمكثفين.



(ب) الشحنة وفرق الجهد لكل مكثف.

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

موضح بالشكل المقابل احسب :  
(أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة.



(ب) الشحنة الكهربائية وفرق الجهد لكل مكثف.

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

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

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

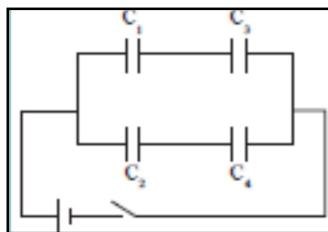
(أ) المجال الكهربائي بين لوحيه.

(ب) الشحنة الكهربائية.

(ج) الطاقة الكهربائية بين لوحيه.

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

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



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

(أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات.

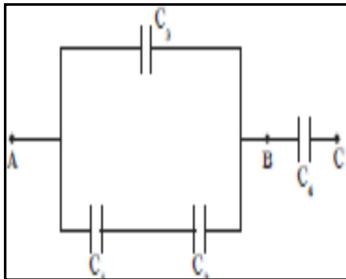
(ب) الشحنة الكهربائية وفرق الجهد على كل مكثف.

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

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

**مسألة 15 :** مكثفان متباينان سعة كل منهما (C) متصلان على التوالي بمصدر جهد (V) احسب:  
(أ) فرق الجهد والطاقة الكهربائية المخزنة في كل منهما بدلالة (C) و (V)

(ب) إذا وضع في أحدهما مادة عازلة لها ثابت عزل كهربائي نسبي ( $\epsilon_r$ ) فكم تصبح السعة والشحنة والطاقة الكهربائية المخزنة في كل منهما ؟



**مسألة 16 :** احسب السعة المكافئة لمجموعات المكثفات الموضحة في الشكل المقابل  
 $C_4 = (12) \mu F$  و  $C_3 = (9) \mu F$  و  $C_2 = (20) \mu F$  و  $C_1 = (60) \mu F$

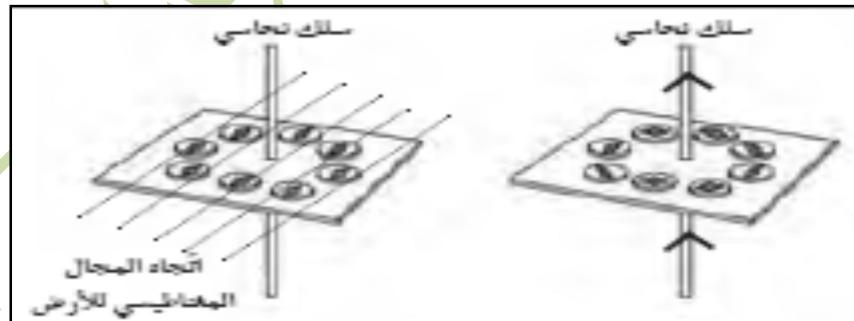
**مسألة 17 :** وصل مكثفان سعتهما  $(2) \mu F$  و  $C_2 = (4) \mu F$  على التوازي بمصدر فرق جهد  $V$  (4.5) احسب

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

ب- الطاقة الكهربائية المخزنة في كل مكثف .

## الفصل الثاني : المغناطيسية

### الدرس ( 2 ) التياراته الكهربائية والمجالات المغناطيسية

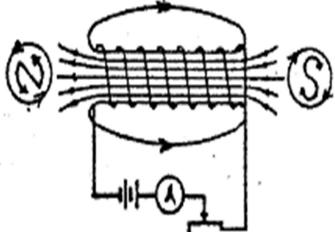
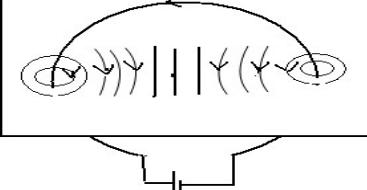
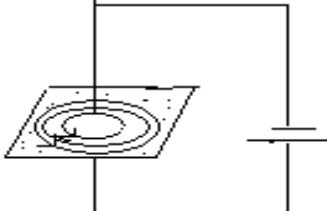


- في الشكل السابق نلاحظ أنه عندما لا يسري تيار في السلك تتنظم البوصلات في اتجاه مجال الأرض (الرسم إلى اليسار) . عند سريان تيار في السلك تأخذ البوصلات اتجاه مجال التيار الأكثر شدة الناتج عنه (الرسم إلى اليمين)
- خطوط المجال المغناطيسي تكون حلقات متعددة المراكز حول السلك .

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

2- لاحظ العالم اورستندي في احدى تجاربه أن إبرة البوصلة الموضوعة قرب سلك موصل تتحرف عند مرور تيار كهربائي مستمر في السلك تماماً كما تتحرف عند وجودها في مجال مغناطيسي ما يؤكّد الأثر المغناطيسي للتيار الكهرباء .

- الأسلك المار بها التيار ذو شكل هندسي بسيط قد تكون **مستقيمة** **الشكل** او **في ملف دائري** او **ملف حلزوني** وسنقارن بينهما في المجال المغناطيسي.

المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في ملف حلزوني	المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في حلقة دائيرية	المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في سلك مستقيم	ووجه المقارنة
 <p>خطوط مستقيمة داخل الملف الحلزوني أما خارجه فتشابه خطوط المجال المغناطيسي مستقيم (خطوط غير مستقيمة) له قطبان يحددها اتجاه التيار .</p> <p><b>العامل</b> : محور الملف.</p> <p><b>الاتجاه</b>: يحدد عملياً من القطب الجنوبي للقطب الشمالي لإبره مغناطيسي مستقرة على مركز الملف .</p> <p><b>يحدد نظرياً بقاعدة اليد اليمنى</b> بوضع اليد اليمنى فوق الملف بحيث توازي الأصابع حلقات الملف باتجاه التيار في الحلقات ويدل الإبهام على اتجاه المجال المغناطيسي.</p> <p><b>المقدار</b>: بحساب شدة المجال المغناطيسي وتتوقف على:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>- شدة التيار (I)</li> <li>- عدد لفات الملف (n)</li> <li>- نصف قطر الملف (r)</li> </ol> <p>وبالتالي تحسب شدة المجال من العلاقة التالية:</p> $B = \frac{\mu_0 N I}{2 r}$ <p>(أي تتناسب طردياً مع عدد اللفات (N) وعكسياً مع طول الملف (L)). وبالتالي تحسب شدة المجال من العلاقة التالية :</p> $B = \mu_0 n I$ <p>وبالتعويض عن قيمة <math>\mu_0</math> وكذلك n فإن شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار الكهربائي يساوي</p> $B = \frac{4\pi \times 10^{-7} N I}{L}$	 <p>دوائر تحيط بكل من فرعى الملف ويقل انحناءها كلما اقتربنا من مركز الملف حتى تصبح خطوط مستقيمة عند مركز الملف .</p> <p><b>العامل</b>: خط مستقيم مار بمركز الملف.</p> <p><b>الاتجاه</b>: يحدد عملياً من القطب الشمالي لإبره مغناطيسي مستقرة على مركز الملف .</p> <p>يحدد نظرياً <b>بقاعدة اليد اليمنى</b> بوضع اليد اليمنى فوق الملف ولف الأصابع باتجاه التيار ليدل الإبهام على اتجاه المجال المغناطيسي.</p> <p><b>المقدار</b>: بحساب شدة المجال المغناطيسي وتتوقف على:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>- شدة التيار (I)</li> <li>- عدد لفات الملف (N)</li> <li>- نصف قطر الملف (r)</li> </ol> <p>وبالتالي تحسب شدة المجال من العلاقة التالية:</p> $B = \frac{2\pi \times 10^{-7} N I}{r}$	 <p>دوائر متحدة المركز مرکزاً محور السلك نفسه.</p> <p><b>العامل</b>: المماس المرسوم على خط المجال المغناطيسي الدائري عند النقطة (M) تبعد مسافة d عن محور السلك.</p> <p><b>الاتجاه</b>: يحدد عملياً من القطب الجنوبي للقطب الشمالي لإبره مغناطيسي مستقرة على النقطة (M).</p> <p>يحدد نظرياً <b>بقاعدة اليد اليمنى</b> (الإبهام يدل على اتجاه التيار وتلف الأصابع الآخر لتدل على اتجاه المجال المغناطيسي).</p> <p><b>المقدار</b>: بحساب شدة المجال المغناطيسي وتتوقف على:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>- شدة التيار I : شدة المجال المغناطيسي (B) تتناسب طردياً مع شدة التيار المار .</li> <li>- بعد النقطة (M) عن محور السلك (d) : شدة المجال المغناطيسي تتناسب عكسياً مع بعد النقطة (M) عن محور السلك (d)</li> </ol> <p>حيث أن <math>\mu_0</math> تساوي معامل النفاذ المغناطيسي وتساوي في الفراغ <math>\mu_0 = (4\pi \times 10^{-7}) T.m/A</math></p> <p>وبالتعويض عن قيمة <math>\mu_0</math> فإن شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار الكهربائي يساوي :</p> $B = \frac{\mu_0 I}{2 \pi d}$	<p><b>الرسم</b> (شكل المجال المغناطيسي الناتج )</p> <p><b>عناصر متجه المجال</b></p>

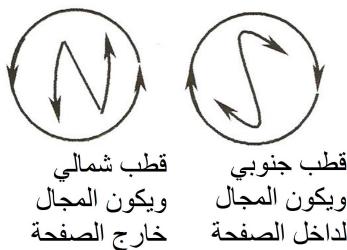
$$B = \frac{2 \times 10^{-7} I}{d}$$


اتجاه المجال (يتغير بتغيير اتجاه التيار الكهربائي)

- 1- اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار المستمر يتوقف على اتجاه التيار الكهربائي .
- 2- مقدار شدة المجال المغناطيسي لا تتغير بتغيير اتجاه التيار .
- 3- هذا الرمز يشير الى اتجاه التيار أو اتجاه المجال عمودي على مستوى الورقة للداخل ( من أعلى إلى أسفل).

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

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



- 5- طول الملف الدائري = محيط اللفة الواحدة  $\times$  عدد المفات

$$L = 2\pi r N$$

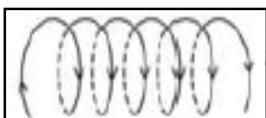
ملاحظات هامة

### المجال المغناطيسي في أي دائرة حمراء

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

- 1- اتجاه المجال المغناطيسي يعتمد على اتجاه التيار الكهربائي ويحدد بواسطة قاعدة اليد اليمنى .
- 2- مقدار شدة المجال المغناطيسي يتاسب طرديا مع مقدار شدة التيار أي أن  $B = kI$  علما أن الثابت  $k$  يعتمد على الشكل الهندسي للدائرة .

عمل : عند لف سلك مستقيم يحمل تيارا كهربائيا مستمرا ليصبح دايري الشكل إلى ملف. تزيد شدة المجال المغناطيسي داخل الملف عن خارجه. لأن تداخل المجالات المغناطيسية داخل اللفة يزيد من شدة المجال الكهربائي داخل اللفة .

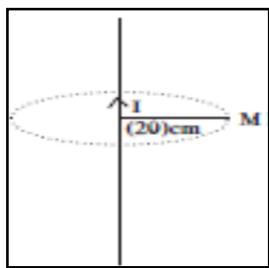
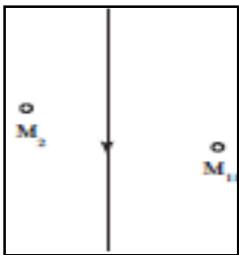


مس : حدد اقطاب الملف في الحلول المقابل معتدلا على اتجاه مرور التيار الحمراء.

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

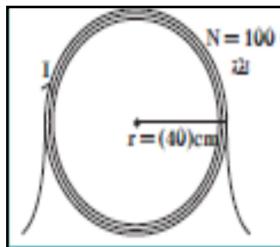
**م: حدد اتجاه المجال المغناطيسي على النقطة (M<sub>1</sub>) و (M<sub>2</sub>) في الشكل المقابل .**

باستخدام قاعدة اليد اليمنى نجد أن اتجاه المجال المغناطيسي على النقطة M<sub>1</sub> عمودي إلى الصفحة للخارج (•) . أما على النقطة M<sub>2</sub> يكون اتجاه المجال عمودي إلى داخل الصفحة (X) .



### **مسائل متنوعة**

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

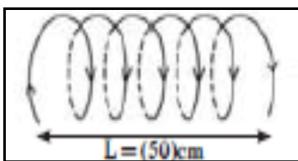


**مسألة 2 :** ملف دائري نصف قطره cm (40) مؤلف من 100 لفة ويمر به تيار كهربائي مستمر شدته A (0.2) كما بالشكل المقابل احسب :

- أ- مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري .

ب- حدد عناصر متوجه المجال المغناطيسي .

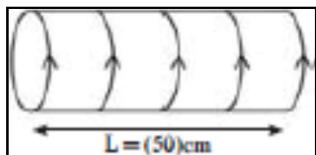
**مسألة 3 :** ملف حلزوني طوله cm (50) مؤلف من 500 لفة ويمر به تيار كهربائي مستمر شدته A (5) باتجاه المبين في الشكل المقابل .



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

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

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

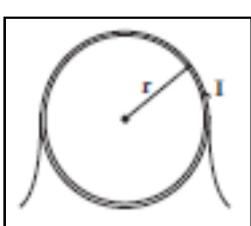


**مسألة 5 :** حدد عناصر متوجه المجال المغناطيسي الناتج عند مركز ملف حلزوني طوله (50cm) ومؤلف من (5000 لفة) عند مرور تيار كهربائي مستمر شدته (0.5A) علما بأن اتجاه التيار في الملف إلى أعلى كما هو موضح بالشكل المقابل.

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

**مسألة 7 :** سلكان متوازيان طويلان يبعدان (80cm) عن بعضهما البعض . يمر في السلك الأول تيار شدته ( $I_1=2\text{A}$ ) ويمر في الثاني تيار كهربائي شدته ( $I_2=3\text{A}$ ) واتجاهه معاكس لاتجاه التيار الأول . حدد عناصر متوجه المجال المغناطيسي على النقطة (M) بين السلكين والتي تبعد (50cm) عن السلك الأول.

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



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

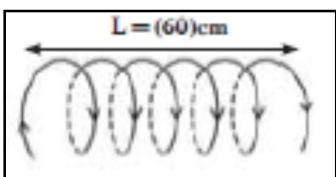
(ب) حدد عناصر متوجه المجال المغناطيسي.

**مَسَأَةٌ 9 :** ملف حلزوني طوله (60cm) مُؤلف من (1000) لفة يمر به تيار كهربائي مستمر شدته (2A) بالاتجاه المبين

بالتالي المقابل :

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

(ب) حدد عناصر متوجهة المجال المغناطيسي .



#### الوحدة الرابعة : الضوء

#### الفصل الأول : الضوء ونواته

#### الدرس ( 1-1 ) حواس الضوء

#### ما هو تدرج المتفاوتات العلماء من الضوء؟؟

1- الضوء يتكون من جزيئات صغيرة جداً تستطيع أن تدخل العين لتخلق حاسة النظر.

2- إن الرؤية هي نتيجة انتشارات تصدر من العين لتلامس الأجسام كما أعتقد سقراط وبطليموس

3- قدم نيوتن تفسيراً للضوء مبيناً أنه يتذبذب تيار دقيق من الجسيمات وذلك لأنها ينتشر في خطوط مستقيمة .

4- أطلق هيجنز النظرية الموجية التي تعتبر الضوء موجات واستطاع أن يفسر بعض الظواهر الفيزيائية معتمداً على نظرية الموجة .

5- أطلق العالم أينشتاين نظرية تفسر عملية الأثر الكهرومغناطيسي حيث يمكن للضوء المناسب انتزاع الإلكترونات من سطح المعادن وبحسب هذه النظرية فإن الضوء يتكون من جسيمات ، حزم عديمة الوزن من طاقة موجات كهرومغناطيسية مركزة سميت بالفوتونات .

6- فرضية لو دي برولي حول وجود الصفة الموجية للجسيمات المادية على أن للضوء طبيعة مزدوجة وهي طبيعة جسمانية و طبيعة موجية .

#### اشرح كيف يمكن للضوء أن يكون له طبيعة مزدوجة؟؟

الضوء يسلك سلوكاً موجياً عندما يتفاعل مع أجسام كبيرة حيث ينعكس وينكسر ويتدخل ويستقطب ويسلك سلوك الجسيمات عندما يتفاعل الأجسام الصغيرة مثل الذرات والالكترونات.

عَلَى

1- قدم إسحاق نيوتن تفسيراً للضوء مبيناً أنه يتذبذب تيار دقيق من الجسيمات؟  
وذلك لأنه ينتشر في خطوط مستقيمة

2- أخذ هيجنز أن الضوء ينتهي بشكل موجاته؟  
وذلك لأنه ينحي حول الأجسام .

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

## الموجات الكهرومغناطيسية

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

### الضوء

### الضوء المرئي

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



الطيف الكهرومغناطيسي

### الخواص العامة للموجات الكهرومغناطيسية .

- 1- تنتقل في الفراغ .
- 2 - تنتقل بسرعة ثابتة تساوي  $m / s = 3 \times 10^8$  (سرعة الضوء) .
- 3- تختلف سرعة الضوء المنتقل في الوسط باختلاف الكثافة الضوئية للوسط فهي تقل مع زيادة الكثافة الضوئية للأوساط الشفافة إلى أن تصبح صفرًا في الأوساط غير الشفافة .
- 4- الموجات الضوئية هي موجات مستعرضة
- 5- تنتشر في جميع الاتجاهات .
- 6- تتعكس على السطوح اللمعة والمصقولة
- 7- تنكس على السطوح الفاصلة بين وسطين شفافين .
- 8- تتميز بخواص التداخل و الحيود و الاستقطاب .

### انعكاس الضوء و انحساره

#### 1- انعكاس الضوء

### الانعكاس

#### قانون الانعكاس

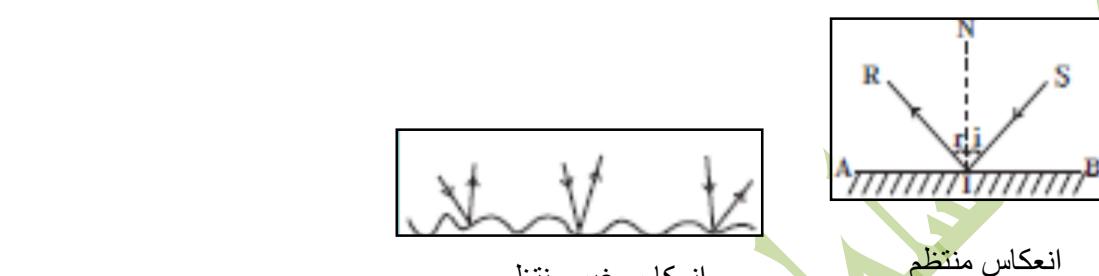
\* القانون الأول نمير شعبان  
الشعاع الضوئي

#### أنواعه

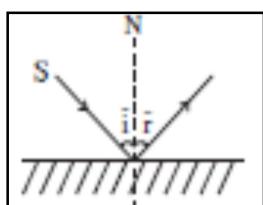
\* انعكاس منتظم \* انعكاس غير منتظم

#### التعريف

\* التغير  
المفاجئ في



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



### الانكسار

## الانكسار

### قانون الانكسار

### حالات الانكسار

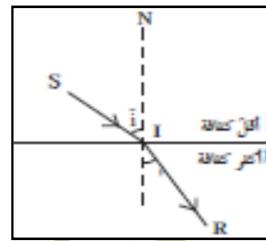
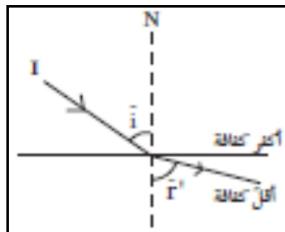
### التعریف

- **القانون الأول** : الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر و **العمود العلوي** **مقلوب** **متساوٍ** **مع عبارة** **شبعان** **السطح الفاصل** ، تقع جميعاً في

2- عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أقل كثافة  $(60^\circ)$  إلى سرعة الضوء **أقل** في سرعة الضوء **أكثـر** في سـرعة **أكـثر** كثـافة **ضـوئـية**

التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء عند مروره بشكل مائل على السطح

# ثانية



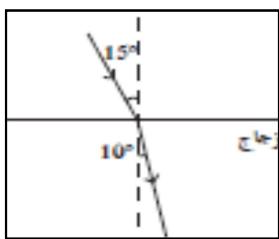
**ملاحظة:** 1- تحسب الكثافة الضوئية للوسط ( معامل الانكسار المطلق ) بالعلاقة التالية  $n = \frac{c}{v}$  حيث أن ( c ) سرعة الضوء في الهواء ( الفراغ ) و ( v ) سرعة الضوء في الوسط .

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

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

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

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

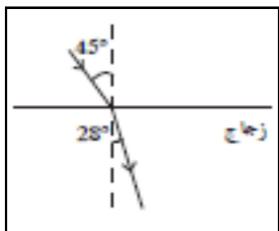


إعداد

**مثال 2 :** أُسقط شعاع ضوئي أحادي اللون على قطعة صوتية من الزجاج بزاويتي السقوط  $(15^\circ)$  و  $(45^\circ)$  فكانت زاويتا الانكسار على التوالي  $(10^\circ)$  و  $(28^\circ)$  كما هو موضح في الشكلين المقابلين . احسب

أ- معامل الانكسار المطلق للزجاج لكل زاوية سقوط .

ب- ماذا تستنتج عن مقدار معامل الانكسار المطلق للزجاج ؟



ج- احسب زاوية السقوط إذا كانت زاوية الانكسار  $(35^\circ)$

البريات الفيزيائية	البريات الهندسية
تقوم على دراسة الضوء اعتماداً على الخواص الموجية له وتستخدم لتفصير <u>ظاهرى الحيد والتدخل</u> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>تعمل على دراسة <u>ظاهرى الانعكاس والانكسار</u> حيث يمثل الضوء بشعاع ويتم دراسة مساره اعتماداً على مبدأ الانتشار المستقيم عندما يمر الضوء من وسط إلى آخر أو عندما ينعكس على سطح المرآة .</li> <li>تهمل الخواص الموجية للضوء .</li> </ul>

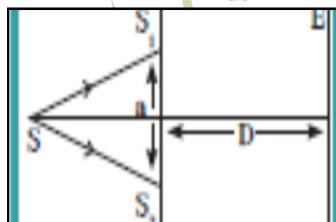
### تدخل الضوء

#### تجربة الشق المزدوج لتوomas يونج

**س : ما هي مميزات تجربة الشق المزدوج ليونج ؟**

- أثبتت الخواص الموجية للضوء .
- سمحت بقياس الطول الموجي للضوء المستخدم .
- أكدت صحة نظرية هيجنر الموجية .

#### شرح تجربة الشق المزدوج لتوomas يونج؟



1- استخدم يونج مصدراً ضوئياً أحادي التردد  $S$  له طول موجي  $\lambda$  وموضع خلف لوحة فيها فتحتان متوازيتان ضيقتان جداً  $S_1, S_2$  تفصل بينهما مسافة  $a$  وتبعثر عن حائل  $E$  مسافة  $D$  كما بالشكل المقابل .

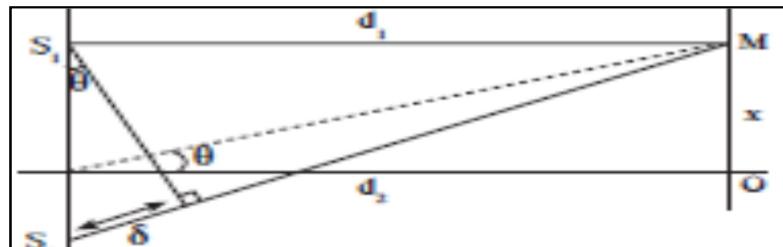
2- عندما يصدر المصدر الضوئي  $S$  موجة ضوئية تصل هذه الموجة إلى الفتحتين  $S_1, S_2$  في اللحظة نفسها بحيث تمثلان مصدرين ضوئيين يبعثان موجات متزامنة متوقفة في الطور لتدخل وتعطي على الحائل أهداب مضيئة ومظلمة .

3- فعندما يكون فرق المسير  $\delta$  بين الموجات المتداخلة مساوياً  $n\lambda$  يحدث تدخل بنائي ، أما إذا كان فرق المسير  $\delta$  بين الموجات المتداخلة مساوياً

$$\frac{\lambda}{2}$$

( $2n + 1$ ) يحدث تداخل هدمي .

4- دراسة التداخل رياضيا ولايجاد موضع الأهداب المضيئة والمظلمة على الحال بالنسبة إلى الهدب المركزي الذي يكون مضيء دائمًا . نستخدم الشكل التالي :



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

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

حيث أن  $d_1 - d_2$  تساوي فرق المسير  $\delta$  بين الموجتين .  
و من الرسم أيضا نستنتج أن

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

و حيث أن الزاوية التي يساوي مقدارها أصغر من 10 تكون

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

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

و عليه تحدد موقع الأهداب المضيئة على الحال بالعلاقة الرياضية :

$$\delta = n\lambda \quad \text{حيث أن}$$

$$x = \frac{n\lambda D}{a}$$

حيث ..... ,  $0 , 1 , 2 , \dots , n$  تمثل رتبة الهدب المضيء ، و  $n = 0$  تمثل الهدب المركزي المضيء .

اما الأهداب المظلمة فيتعدد موقعها على الحال بالعلاقة الرياضية :

$$x = \frac{(2n+1)\lambda D}{2a}$$

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

كما يمكننا ، باستخدام المعادلات السابقة ، أن نستنتج أن المسافة بين هدين متاليين ، (البعد الهدبى ) من النوع نفسه تساوى :

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$$

## (البعد الاهلي)

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

ب- المسافة بين هدبين متتاليين مضيئين .

### الخطبة الفروط الواجهية تؤديها في تجربة الشق المزدوج لمونج لعدوته ظاهرة التداخل؟

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

### موجات الضوء

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

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

### عمل لما يلي :

يحمد الله تعالى أن تكون الفتحة التي يمر الضوء من خلالها ضيقة جداً لرؤيتها ظاهرة الحيوانات لأن الطول الموجي للضوء المرئي صغير جداً .

**س: ماذا تتوقع أن يمدهما إذا كان اتساع الفتحة التي يمر الضوء من خلالها أصغر من 1mm؟**

- إذا كان اتساع الفتحة أصغر من 1mm وعندما يضاء بواسطة مصدر ضوئي أحادي اللون فسوف نشاهد على الحائل :
  - 1- أهداب مضيئة و أهداف مظلمة متعاقبة .
  - 2- انخفاض شدة إضاءة الأهداب كلما ابتعدنا عن المركز .
  - 3- عرض الهدب المركزي المضاء = ضعف عرض الأهداب المضاء الأخرى .

### عمل لما يلي :

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

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

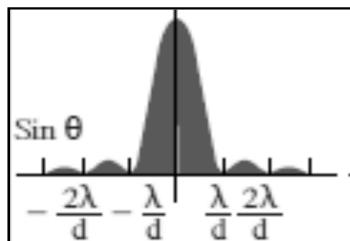
2- تظهر أهداب مضيئة و أخرى مظلمة على الحال ؟  
ج - **نتيجة لظاهرة التداخل للموجات الضوئية .**

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

ج - لأن القسم الأكبر من الموجات المتداخلة يتجه نحو وسط الحال . حيث تتدخل الأعداد الأكبر من الموجات متفقة الطور

4- وجود أهداب مضيئة و أهداب مظلمة ؟

ج - نتيجة للتداخل الموجات متفقة في الطور ينتج الأهداب المضيئة ، أما حين تتدخل الموجات متعاكسة الطور فإن شدة الإضاءة تساوي صفر .



س : ماذا تتوقع أن يمدهنا القنطرة الدائيرية بشق طولي واستخدمنا في إضاءته خوه أحدي اللون ؟

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

#### طبيعة حيوانات طامرة الحيوان

1- استخدام حيود الأشعة السينية للكشف عن محاور بلورات المعادن والأحجار الكريمة ومستوياتها .  
2- في دراسة جزيئات الـ DNA .

#### س : ما الشرط الواجب توازفها لرؤيه طامرة الحيوان ؟

ج - يكون الحيود واضحًا في الضوء إذا كان اتساع الفتحة أصغر من (1mm) لأن الأطوال الموجية للضوء المرئي صغيرة جدًا .

#### استقطاب الضوء

#### الاستقطاب

تكوين حزمة من الموجات الكهرومغناطيسية التي تكون اهتزازاتها جمعاً في مستوى واحد ، ولا يحدث إلا للموجات المستعرضة .

عمل لما يلي :-

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

**لأن المجال المغناطيسي يهتز دائمًا باتجاه متعمد عليه .**

2- إذا أخذنا موجة كهرومغناطيسية واحدة تكون هذه الموجة مستقطبة ؟  
**لأن المجال الكهربائي يهتز في سطح مستو ثابت .**

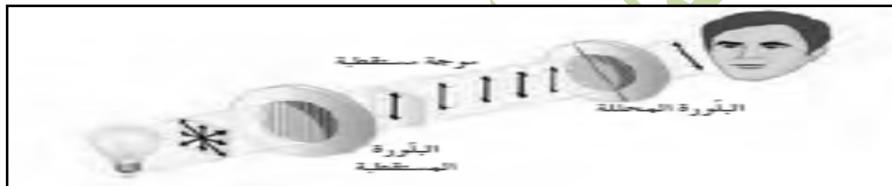
3- إذا أخذنا ضوءاً عادياً يكون الضوء غير مستقطب؟  
لأنه يحتوي على عدد كبير من الموجات التي تهتز على مستويات مختلفة.

**ملحوظة:** توجد في الطبيعة بلورات جزئياتها متنوعة و مرتبة ترتيباً خالصاً :-  
**من أهمها:** بلورات التورمالين الطبيعي / و مركب البولارويد الصناعي

**أهميةها :**

- 1- لا تسمح بالمرور إلا للموجات الضوئية المستقطبة في سطح مستوٍ معين و لكل من هذه البلورات محور استقطاب معين نسميه (( المحور البصري للبلورة )) حيث يحتوي بعض هذه البلورات على أكثر من محور بصري واحد .
- 2- هذه البلورات تجعل القسم الأكبر من الضوء الخارج منها مستقطباً في مستوى واحد في حين يكون القسم الباقي مستقطباً في محور ثان متعمداً مع المحور الأول .

## كيف يحدث الاستقطاب؟؟؟



- 1- إذا وضعنا بلورة مستقطبة في طريق حزمة من الأشعة الضوئية غير المستقطبة كما بالشكل السابق ، فإنها تسمح للموجات الضوئية المستقطبة في مستوى معين بالمرور ، في حين تمنع مرور موجات أخرى .
- 2- أما إذا وضعنا بلورة ثانية (البلورة المحللة) وأدراها بحركة دائرية ، فنرى أن الضوء يمر خلالها بقوة تزيد و تقل وفق الزاوية بين المحور البصري لهذه البلورة ، التي تسمى البلورة المحللة و المحور البصري للبلورة الأولى التي تسمى البلورة المستقطبة . و إذا كان المحور البصري للبلورة المحللة عمودياً على المحور البصري للبلورة المستقطبة ، فإن مرور الضوء يتوقف .

### من التطبيقات على الاستقطاب :

- 1- نظارات البولارويد التي تحمي العين من أشعة الشمس و الضوء الساطع
- 2- عدسات الكاميرات التي تستخدم البولارويد للتحكم في شدة الضوء
- 3- دراسة بعض المحاليل التي لها خواص استقطابية لموجات الضوء .

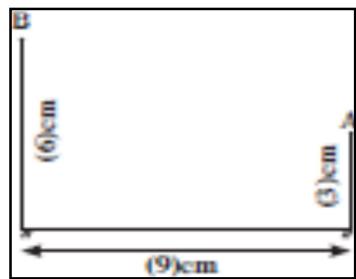
### مسائل متعددة

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

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

**مسألة 3 :** سقط شعاع ضوئي على سطح زجاجي بزاوية سقوط  $30^{\circ}$  احسب زاوية الانكسار علماً أن معامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي 1.5 .

**مسألة 4 :** أرسل شعاع ضوئي من النقطة A التي تبعد عن سطح مرآة مستوية cm (3) ليصل إلى النقطة B التي تبعد عن السطح cm (6) بعد انعكاسه . علماً أن المسافة بين مسقط النقطتين على المرآة تساوي cm (9) . كما بالشكل المقابل .  
أ- احسب زاوية السقوط وزاوية الانعكاس



ب- وضع بالرسم البياني ظاهرة الانعكاس .

**مسألة 5 :** في تجربة الشق المزدوج لتوomas يونج كانت المسافة الفاصلة بين الفتحتين الضيقتين m ( $2 \times 10^{-4}$ ) والمسافة بين الشق المزدوج والحائل m (1) والمسافة بين هذين متتالين مضيئين m ( $2.5 \times 10^{-3}$ ) . احسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المستخدم .

**مسألة 6 :** في تجربة الشق المزدوج لتوomas يونج كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين m ( $1 \times 10^{-4}$ ) والمسافة بين الشقين m (1) والمسافة بين هذين مضيئين متتالين mm (6) . احسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المستخدم .

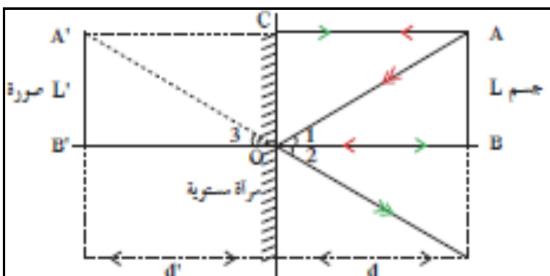
## الدرس ( 1 - 2 ) الانعكاس والانحسار عند المسطح المستوي

الانعكاس على المرايا المستوية

المرايا

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

ملخصة : عندما يكون السطح العاكس مستويا تسمى المرايا مرايا مستوية .



س: كيف ت تكون الصورة بالمرآة المستوية ؟

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

نلاحظ أنه

1- ينعكس شعاع الضوء الصادر من A عند اصطدامه بسطح المرأة العاكس وفقا لقانوني الانعكاس ، و يبدو كأنه قادم من النقطة A' .

2- ينعكس الشعاع القادم من B على السطح و كأنه قادم من النقطة B' .

3- تتكون صورة الجسم A'B' التي تبدو وكأنها داخل المرأة على مسافة من سطح المرأة تساوي بعد الجسم عن سطح المرأة . وتسمى صورة تقديرية و همية .

صفات الصورة المترکبة في المرأة المستوية

1- صورة تقديرية و همية .

2- معتدلة غير مقلوبة .

3- متساوية لطول الجسم أي أن تكبير المرأة المستوية يساوي  $M = 1$  و متماثلة معه بالنسبة إلى سطحها .

4- انعكاس ( انقلاب ) اليسار و اليمين .

قانون التكبير : يحسب بالعلاقة التالية :

طول الصورة

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



### مثال ١ :

جسم طوله  $AB = 5\text{cm}$  وضع على مسافة  $50\text{ cm}$  من مرآة مستوية . احسب :  
أ- المسافة بين الجسم وصورته المنكوبة .

ب- قياس الصورة ' $A'B'$ ' .

ج : تكبير المرأة المستوية .

### الانعكاس على السطوح الكروية

### السطح الكروية

أنواعها	التعريف
بحسب السطح العاكس يمكن تسمية المرأة الكروية إلى نوعين	هي قطع من كرة نصف قطرها $r$ تم قصها من كرة وطلبي أحد وجهيها الداخلي أو الخارجي بمادة عاكسة لتصبح مرآة كروية .
<b>٢- مرآة محدبة (مفرقة)</b> عندما يكون السطح الداخلي هو السطح العاكس	<b>١- مرآة منقولة (مجمعة)</b> عندما يكون السطح الخارجي هو السطح العاكس

### بعض التعريفات المهمة

المعرفة	المصطلح
الخط الحامل لنصف القطر و المار بمركز الكرة ويتقاطع مع سطح المرأة بالقطب $S$ .	المحور الأساسي
المسافة بين القطب و مركز الكرة التي تم قطع المرأة منها .	نصف قطر الكرة (نصف قطر التكور ) $r$
نقطة الوسط بين القطب و مركز الكرة .	بؤرة المرأة $F$

المسافة من قطب المرأة إلى البؤرة

البعد البؤري  $f$

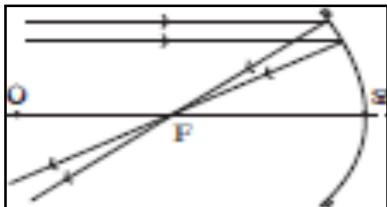
ملاحظات :

البعد البؤري

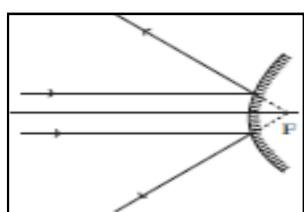
$$f = \frac{r}{2}$$

نصف القطر

-1



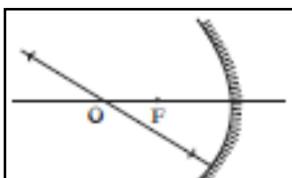
2- في المرأة المقعرة : من مميزات بؤرة المرأة أن أي حزمة ضوئية موازية للمحور تتعكس مارة بها كما بالشكل المقابل .



3- في المرأة المحدبة : فإن الحزمة الضوئية الموازية للمحور تتعكس كأنها منبعثة من البؤرة  $F$  كما بالشكل المقابل .

### رسم الأشعة المنعكسة على المرآيا المُحروبة

يمكننا استخدام ثلاثة حالات للأشعة وتعتبر مفاتيح لرسم الصورة في المرأة المقعرة وهي :



- 1- شعاع مواز للمحور ينعكس مارا بالبؤرة .
- 2- شعاع مار بالبؤرة ينعكس موازيا للمحور .
- 3- شعاع مار بالمركز ينعكس على نفسه .

### الصورة وطبيعتها

ت تكون من تلاقي الأشعة المنعكسة على المرآيا وتكون :

#### تقديرية

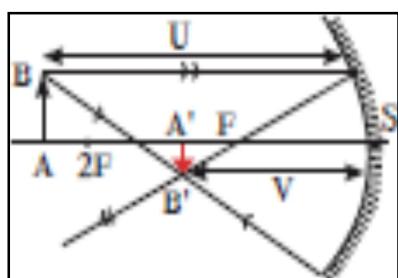
عندما تكون من تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة والتي لا يمكن استقبالها على حائل .

#### حقيقة

عندما تكون من تلاقي الأشعة نفسها بعد انعكاسها على المرأة ويمكن استقبالها على حائل

### القانون العام لتمدد حواس الصورة المترکبة

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



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



القانون العام للمرآيا

## مما ينطوي عليه M

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

### قائمة الأشارات

إهارة سالبة	إهارة موجبة	الرمز	البعد
جسم تقديرى	جسم حقيقى	U	بعد الجسم
صوره تقديرية	صورة حقيقية	V	بعد الصورة
مرأة محدبة	مرأة مقعرة	f	بعد البؤري
صورة مقلوبة	صورة معتملة	M	التكبير

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

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

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

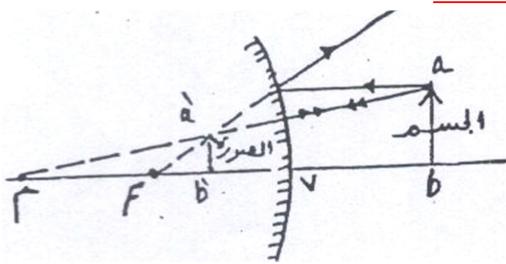
ب- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلى الجسم لتعكس على المرأة .

حالات تكون الصور بالمرآيا المكسوسة .

أولاً : باستخدام المرأة المكسورة .

مسار الأشعة	خصائص الصورة	بعد الصورة عن المرأة (V)	بعد الجسم عن المرأة (U)	
	حقيقية مقلوبة مصغرة جداً	في البؤرة		في ملا نهائية 1
	حقيقية مقلوبة مصغرة .	بين البؤرة و ضعف البعد البوري		بعد من ضعف البعد البوري 2
	حقيقية مقلوبة مساوية للجسم	عند ضعف البعد البوري		عند ضعف البعد البوري 3
	حقيقية مقلوبة مكبرة .	على بعد أكبر من ضعف البعد البوري		بين ضعف البعد البوري و البؤرة 4
	ت تكون بقعة صوئية ثابتة المساحة .	في ملا نهائية		في البؤرة 5
	تقديرية معندة مكبرة	خلف المرأة		على بعد أقل من البعد البوري . 6

### ثانياً: الصورة المتكونة بواسطة المرأة المحدبة

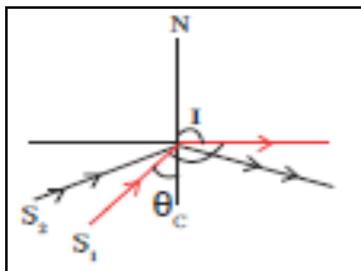


موقع الصورة خلف المرأة بين البؤرة والقطب وخواص الصورة دائمةً  
تقديرية معتدلة مصغرّة مهما كان الجسم قريراً أو بعيداً عن المرأة.

- مثال 3 :** وضع جسم طوله cm (2) على بعد cm (30) من مرآة محدبة لها بعد بؤري يساوي cm (10) .
- A- حدد خواص الصورة المتكونة (طبيعتها و موضعها و اتجاهها و قياسها) .

- B- ارسم حزمة ضوئية منطقية من نقطة في أعلى الجسم لتعكس على المرأة .

### الانكسار والانعكاس الكلوي الداخلي على المسطح المستوي



### الزاوية الحرجة (θ\_c)

هي زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية يقابلها زاوية انكسار مقدارها  $90^\circ$  في الوسط الأقل كثافة ضوئية.

### س : متى تحدث ظاهرة الانعكاس الكلوي؟

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

### استنتاج العلاقة بين معامل انكسار الوسط و جيب الزاوية الحرجة

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r' \\ r' = 90^\circ \quad i = \theta_c$$

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

$$\therefore n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ \\ \therefore \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

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

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

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

**ملاحظة مامة :** جيب الزاوية الحرجية يساوي معامل الانكسار للوسط الأقل كثافة بالنسبة إلى معامل الانكسار للوسط الأكبر كثافة .

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

**مثال 4 :** احسب الزاوية الحرجية بين الزجاج والماء عندما ينتقل شعاع الضوء من الزجاج إلى الماء علماً أن معامل الانكسار للزجاج يساوي 1.5 ومعامل الانكسار للماء يساوي 1.4 .

### بعض طرق إنشاء الانعكاس الكلي الداخلي

#### الألياف الضوئية البصرية

هي ألياف زجاجية دقيقة لا يفقد الضوء خلالها الطاقة .

#### ما هي طرق إنشاء الانعكاس الكلي الداخلي ؟؟

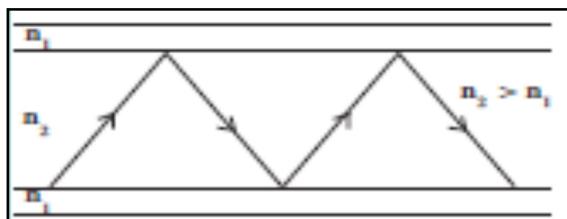
ينتقل الشعاع الضوئي داخل الألياف الضوئية بالانعكاس الكلي الداخلي ، حيث تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة ، فشعاع الضوء داخل الليف الضوئي موجود في وسط له معامل انكسار أكبر من غلاف الليفة الضوئية وهذا ما يمنعه من الهروب .

#### ما هي استخدامات الليف الضوئي ؟؟

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

علل

ما هي طرق إنشاء الانعكاس الكلي الداخلي ؟؟  
وذلك لرفعها وقابليتها للانثناء من دون أن تؤثر على انتقال الضوء داخلها



الانعكاس الكلي في الألياف الضوئية

### **مسائل متنوعة**

**مسألة 1 :** وضع جسم طوله cm (1) على بعد cm (40) من مرآة م-curved لها بعد بؤري يساوي cm (20)  
أ- حدد خواص الصورة المتكونة (طبيعتها وموقعها واتجاهها وقياسها )

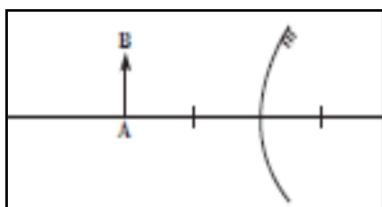
ب- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلى الجسم لتعكس على المرأة .

**مسألة 2 :** جسم طوله AB = cm (2) وضع على مسافة (d) من مرآة مستوية احسب :  
أ- المسافة بين الجسم والمرآة إذا كانت المسافة بين الجسم وصورته المتكونة تساوي cm (160) .

ب- طول الصورة A'B'

ج - تكبير المرأة المستخدمة

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



ب- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلى الجسم لتعكس على المرأة .

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

**مسألة 5 :** جسم طوله cm(5) وضع علي بعد cm(60) من مرآة مستوية . احسب  
أ- المسافة بين الجسم والصورة المتكونة .

ب- طول الصورة المتكونة

ج : تكبير المرأة

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

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

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

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

**مسألة 7 :** مرآة مقعرة نصف قطر تكورها m (1.2) وضع جسم طوله cm (12) علي بعد m (1) من المرأة احسب  
أ- موضع الصورة المتكونة

ب- طولها وحدد خواصها الأخرى

**مسألة 8 :** يقع جسم على بعد cm (20) من مرآة م-curved بعدها البؤري cm (10) احسب :

أ- بعد الصورة المتكونة

ب- التكبير

ج- حدد خواص الصورة المتكونة

**مسألة 9 :** وضع جسم طوله cm (6) أمام مرآة م-curved ف تكونت له صورة منطبقه على الجسم وعندما أبعد الجسم عن المرأة مسافة تساوي ضعف ما كان عليه سابقا تكونت له صورة على بعد cm (12) من المرأة ولها جهة الجسم نفسه .

أ- احسب البعد البؤري للمرأة

ب- ذكر خواص الصورة المتكونة وطولها .

ج- ارسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلى الجسم لتعاك على المرأة .