



دفتر الفيزياء

الصف الحادي عشر - علمي



العام الدراسي : 2016/2017
الفصل الدراسي الثاني

أعداد / محمد نبيل

الوحدة الثانية : المادة و الحرارة

الفصل الأول : الحرارة

الدرس 1-1: الحرارة و الأتزان الحراري

درجة الحرارة :

هي الكمية الفيزيائية التي يمكن من خلالها تحديد سخونة جسم ما او برودته عند المقارنة بمقياس عياري .

- يستخدم جهاز الترمومتر في قياس درجة الحرارة .
- هناك ثلاث تدريجات لقياس درجة الحرارة علي الترمومترات المختلفة .

1- التدرج السليزي C^0 :

اعتبر الصفر السليزي $0 C^0$ هو درجة تجمد الماء و $100 C^0$ هو درجة غليان الماء و قسم المسافات بينهم الي 100 قسم متساوي .

2- التدرج الفهرنهايت F^0 :

اعتبر $32 F^0$ هو درجة تجمد الماء و $212 F^0$ هي درجة غليان الماء وقسم المسافة بينهم الي 180 درجة

- وبالتالي زيادة درجة علي التدرج السليزي يقابلها 1.8 درجة علي التدرج الفهرنهايت .

3- التدرج المطلق (الكلفن) K^0 :

هو التدرج الذي اعتبر درجة تجمد الماء هي $273 K^0$ ودرجة غليان الماء 373 K^0 وقسم المسافات بينهم الي 100 قسم متساوي .

- وبالتالي زيادة درجة علي التدرج السليزي يقابلها زيادة درجة علي التدرج المطلق .

الصفر المطلق : $0 K^0$

هي درجة الحرارة التي ينعدم عندها الطاقة الداخلية للجزيئات (يسكن الجزيئ تماما)

- التحويل بين التدرجات المختلفة :

1- التحويل بين السيلسيوس و المطلق :

$$T_K = T_C + 273$$

2- التحويل بين التدرج السيلسيوس و الفهرنهايت :

$$T_F = 1.8 T_C + 32$$

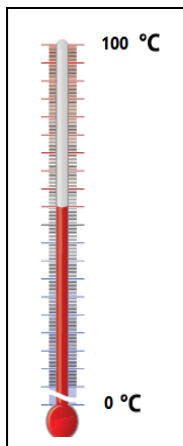
3- التحويل بين المطلق و الفهرنهايت :

$$\frac{T_K - 273}{100} = \frac{T_F - 32}{180}$$

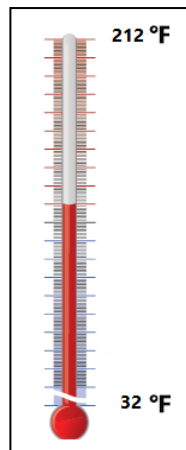
- يتساوي قراءة الترمومتر السيلسيوس مع الترمومتر الفهرنهايت عند درجة حرارة -40

$$-40\text{ C}^0 = -40\text{ F}^0$$

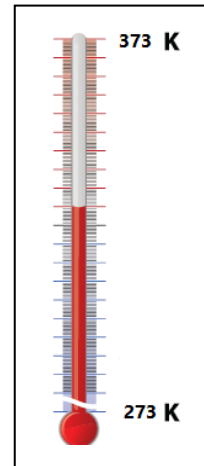
تدرج سيلسيوس



تدرج فهرنهايت



تدرج كلفن



- الوحدة الدولية لقياس درجة الحرارة هي الكلفن K^0 .

مثال : إذا علمت أن درجة حرارة الغرفة طبقاً للتدرج السيليزي تساوي 27 C^0 احسب
أ- كم تكافئ هذه الدرجة علي التدرج الكلفني (المطلق)

$$T_K = T_C + 273$$

$$T_K = 27 + 273 = 300\text{ K}^0$$

$$T_C = 39\text{ C}^0$$

$$T_K = ?$$

$$T_F = ?$$

ب- كم تكافئ هذه الدرجة علي التدرج الفهرنهايت

$$T_F = 1.8 T_C + 32$$

$$T_F = [(1.8) (27)] + 32 = 80.6\text{ F}^0$$

مثال $\frac{1}{17}$ تساوي درجة حرارة طفل مريض 39 C^0 أحسب درجة الحرارة علي تدريج كلفن و فهرنهايت

$$T_K = T_C + 273$$

$$T_K = 39 + 273 = 312\text{ K}^0$$

$$T_C = 39\text{ C}^0$$

$$T_K = ?$$

$$T_F = ?$$

$$T_F = 1.8 T_C + 32$$

$$T_F = [(1.8) (39)] + 32 = 102.2\text{ F}^0$$

الحرارة : Q

هي سريان الطاقة الحرارية تلقائيا من الجسم الساخن الي الجسم البارد .
- الوحدة الدولية لقياس الحرارة هي الجول J .

- متي نشعر بالحرارة ؟
عند ملامسة جسم ساخن فأن الحرارة تنتقل من الجسم الساخن الي يديك فتشعر بالحرارة .

- متي تشعر بالبرودة ؟
عند ملامسة جسم بارد فأن الحرارة تنتقل من يديك الي الجسم البارد فتشعر بالبرودة .

العلاقة بين درجة الحرارة و طاقة حركة الجزيئات :

تحتوي المادة علي جزيئات , وتمتلك هذه الجزيئات ثلاث انواع من الطاقة :

1- طاقة حركة الجزيئات

هي المسؤلة عن درجة الحرارة بمعنى ان زيادة طاقة حركة الجزيئات يؤدي الي ارتفاع درجة حرارة الجسم .

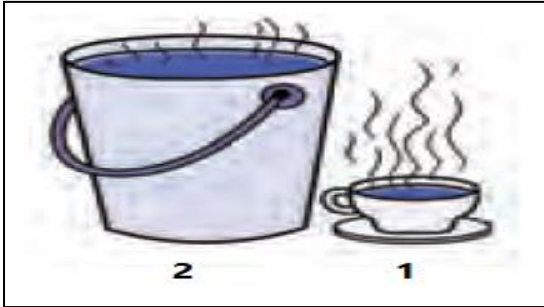
2- طاقة وضع الجزيئات :

هي المسؤلة عن حالة المادة (صلب – سائل – غاز)

3- طاقة الحركة الدورانية للجزيئات :

وهي نتيجة دوران الجزئ حول نفسه .

- عند ملامسة جسمين مختلفان في درجة الحرارة يحدث انتقال للحرارة تلقائياً من الجسم الساخن الي الجسم البارد و يقال ان الجسمين في حالة تلامس حراري .
- تنتقل الحرارة من الجسم الساخن الي الجسم البارد تلقائياً لان متوسط طاقة الحركة للجزئ الواحد في المادة الساخنة أكبر من متوسط طاقة الحركة للجزئ البارد في الجسم البارد .



وبالتالي :

عند أخذ كوب (1) من الماء يحتوي علي لتر و كوب اخر (2) يحتوي علي لترين من الماء و متساويان في درجة الحرارة يكون :

- متوسط طاقة حركة جزيئات الماء في الكوب (1) مساوي لمتوسط طاقة حركة جزيئات الماء في الكوب (2) .
- مجموع طاقة حركة الجزيئات في الكوب (2) أكبر من مجموع طاقة الحركة للجزيئات في الكوب (1) .
- اي ان تتساوي درجة حرارة المواد المختلفة عندما يتساوي متوسط طاقة حركة جزيئات المواد .

مثلاً :

عند القاء مسمار ساخن في حوض سباحة به ماء بارد. الحرارة تنتقل من المسمار الي الماء لان متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الحديد أكبر من متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الماء علي الرغم من ان مجموع الطاقة الحركية لجزيئات الماء أكبر من مجموع الطاقة الحركية لجزيئات المسمار .

نستنتج ان :

- 1- الطاقة الحركية تنتقل من الأجسام التي لها متوسط طاقة حركية اكبر الي الأجسام التي لها متوسط طاقة حركية أقل .
- 2- الحرارة هي مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة .
- 3- درجة الحرارة تتناسب مع متوسط الطاقة الحركية لجزئ واحد .

4- قد تنتقل الحرارة من جسم طاقته الحركية الكلية كبيرة الي جسم طاقته الحركية الكلية أكبر .
لان الحرارة تسري تبعا لفرق درجتي الحرارة بين الجسمين , فقد يكون الجسم الذي طاقته الحركية الكلية أقل له درجة حرارة أكبر , لان درجة الحرارة تعتمد علي متوسط الطاقة الحركية للجزئ

الاتزان الحراري :

هي حالة يكون فيها متوسط سرعة كل جزئ هو نفسه في الاجسام المتلامسة

- يحدث الاتزان الحراري عند ملامسة اجسام مختلفة في درجة الحرارة فتنقل الحرارة بين الأجسام المتلامسة حتي يتساوي درجة حرارة الخليط عند درجة الحرارة النهائية (درجة حرارة الاتزان)

$$Q_{\text{مكتسبة}} = Q_{\text{مفقودة}}$$

الطاقة الداخلية للمادة :

مجموع الطاقات التي تشمل الطاقة الحركية الدورانية و الطاقة الناتجة عن الحركة الداخلية للجزيئات و طاقة وضع الجزيئات الناتجة عن قوى التجاذب بينهم .

- عند تسخين المادة فإنها تكتسب حرارة (يحدث سريان للطاقة الحرارية) و بالتالي تتغير أحدي الطاقات داخل المادة , بمعنى :
- الطاقة الحركية للجزئ <===> تغير من درجة الحرارة
- طاقة وضع الجزيئات <===> تغير من حالة المادة (صلب – سائل – غاز)

- لذلك عند تغير حالة المادة من (صلب الي سائل مثلا ..) فإن الحرارة تعمل علي زيادة طاقة وضع الجزيئات وليس طاقة حركتها , لذلك لا يحدث تغير في درجة حرارة المادة عندما تتحول من حالة الي أخرى .

الوحدة الثانية : المادة و الحرارة

الفصل الأول : الحرارة

الدرس 1-2: القياسات الحرارية

الحرارة :

هي سريان الطاقة الحرارية تلقائيا من الجسم الساخن الي الجسم البارد.

- تقاس الحرارة بعدة وحدات وهي الجول J , السعر Cal , الكيلو سعر Kcal
- تعتبر وحدة الجول هي الوحدة الدولية لقياس الحرارة .

السعر cal :

هو كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة سيليزية .

الكيلو سعر Kcal :

هو كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوجرام واحد من الماء درجة واحدة سيليزية .

- تستخدم وحدة الكيلو سعر Kcal في حساب التقديرات الحرارية المكافئة للمواد الغذائية .

* التحويل بين وحدات الحرارة :

$$J \xrightarrow{\times 4.18} cal$$

$$cal \xrightarrow{4.18 \text{ تقسيم}} J$$

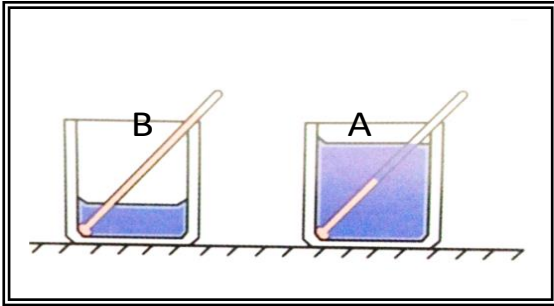
$$kcal \xrightarrow{\times 1000} cal$$

$$cal \xrightarrow{1000 \text{ تقسيم}} kcal$$

حساب الطاقة الحرارية :

نشاط 1 :

نلاحظ أن الكوب B يغلي ماء أسرع من الكوب A وذلك لأن كتلة الماء في الكوب B أصغر من كتلة الماء في الكوب A



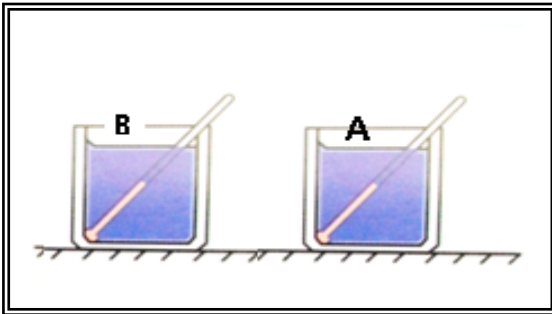
الاستنتاج :

بزيادة كتلة المادة يزداد كمية الحرارة اللازمة لتسخين المادة .

$$Q \propto m$$

نشاط 2 :

الكوب A , B بهما نفس الكمية من الماء و لهما نفس درجة الحرارة , لتسخين الكوب B من 10 C الي 100 C و تسخين الكوب A من 10 C الي 20 C



نلاحظ أن الكوب B يحتاج فترة زمنية أكبر و حرارة أكبر لرفع درجة حرارته عن الكوب A وذلك لأن فرق درجات الحرارة للكوب B أكبر من الكوب A

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\Delta T_A = 20 - 10 = 10 \text{ C}$$

$$\Delta T_B = 100 - 10 = 90 \text{ C}$$

الاستنتاج :

بزيادة فرق درجات الحرارة تزداد كمية الحرارة اللازمة لتسخين المادة .

$$Q \propto \Delta T$$

* حساب كمية الحرارة : استنتج ؟

$$Q \propto m$$

$$Q \propto \Delta T$$

$$Q \propto m \Delta T$$

$$Q = c m \Delta T$$

Q	الحرارة	====>	J	جول
c	السعة الحرارية النوعية	====>	J/ Kg K ⁰	جول/كيلوجرام . كلفن
m	الكتلة	====>	Kg	كيلو جرام
ΔT	فرق درجات الحرارة	====>	C ⁰ , K ⁰	كلفن , سلسيوس

السعة الحرارية النوعية :

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 Kg من المادة درجة واحدة سيليزية

- أذكر العوامل التي يتوقف عليها الحرارة (كمية الطاقة الحرارية) ؟
- 1- الكتلة
 - 2- فرق درجات الحرارة
 - 3- نوع المادة

- بالتالي بزيادة كتلة الجسم أو فرق درجات الحرارة تزداد الحرارة .

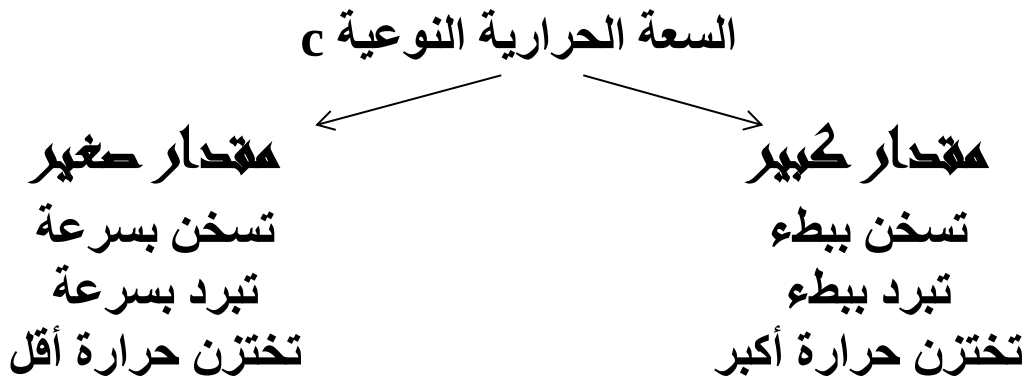
- أذكر العوامل التي يتوقف عليها السعة الحرارية النوعية للمادة ؟
- 1- نوع المادة فقط

- بالتالي بزيادة كتلة الجسم أو فرق درجات الحرارة فإن السعة الحرارية النوعية للمادة ثابت ولا تتغير .

ملاحظات :

1- تعتبر السعة الحرارية النوعية صفة مميزة لنوع المادة .

2- تعتبر السعة الحرارية النوعية قصور ذاتي حراري للمادة لان بزيادة السعة الحرارية النوعية للمادة معناها حدوث تغيرات بسيطة (بطيئة) في درجة حرارة المادة مع التسخين .



- ما المقصود ان السعة الحرارية النوعية للالومنيوم 880 J/Kg.K^0 اي ان كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة 1Kg من الالومنيوم درجة واحدة سيليزية تساوي 880 J .

3- تعتبر الماء أكبر مادة لها سعة حرارية نوعية , حيث تبلغ قيمة السعة الحرارية النوعية للماء 4180 J/Kg.K^0 .

- تطبيقات علي السعة الحرارية النوعية :

1- يمكن أكل البطاطا المشوية بسرعة بعد خروجها من الفرن ولكن لا يمكن اكل البصل المشوي , لان السعة الحرارية النوعية للبطاطا قليلة و بالتالي فهي تخزن طاقة حرارية أقل من البصل المشوي .

2- يمكن نزع غطاء الالومنيوم المحيط بالطعام فور خروجه من الفرن ولكن لا يمكن لمس الطعام نفسه , لان السعة الحرارية النوعية للالومنيوم صغيرة وبالتالي فغطاء الالومنيوم يخزن طاقة حرارية أقل من الطعام .

3- يمكن تناول فطيرة التفاح لكن حشو الفطيرة لا يمكن تناوله سريعا فور خروجه من الفرن .

4- يحتاج الحديد $\frac{1}{8}$ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء بنفس المقدار لان السعة الحرارية النوعية للماء أكبر من الحديد وبالتالي الحرارة تستهلك في الحديد لزيادة طاقة حركة جزيئاتها و بالتالي ترتفع درجة حرارتها اما في الماء تستهلك الحرارة في زيادة طاقة الحركة الدورانية للجزيئات و استطالة الروابط ثم زيادة طاقة حركة الجزيئات , وبالتالي تسخن قطعة الحديد اولا .

5- المدن الساحلية تكون درجة حرارتها دائما معتدلة
(لا يحدث تغير كبير في درجة حرارتها)

وذلك لان السعة الحرارية النوعية للماء أكبر من السعة الحرارية النوعية لرمال الشاطئ . وبالتالي :

نهارا : ترتفع درجة حرارة الرمال اسرع من الماء وتنشأ رياح باردة من ناحية الماء في اتجاه اليابسة .

ليلا : تختزن المياه طاقة حرارية أكبر من اليابسة وبالتالي تنشأ رياح باردة من ناحية اليابسة في اتجاه الماء .
- يسمى ذلك نسيم البر والبحر .

السعة الحرارية : C

هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم
كله درجة سيليزية واحدة .

$$C = c m$$

C	السعة الحرارية	====>	J/K ⁰
c	السعة الحرارية النوعية	====>	J/ Kg K ⁰
m	الكتلة	====>	Kg

- أذكر العوامل التي يتوقف عليها السعة الحرارية ؟
1- نوع المادة
2- الكتلة

- ما المقصود أن السعة الحرارية لجسم كتلته 5 Kg من الالومنيوم تساوي 4400 J/K⁰ .

اي أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 5 Kg من الالومنيوم درجة سيليزية واحدة تساوي 4400 J .

* يمكن حساب الحرارة بدلالة السعة الحرارية بالقانون التالي :

$$Q = C \Delta T$$

Q	الحرارة	====>	J
C	السعة الحرارية	====>	J/K ⁰
m	الكتلة	====>	Kg

مثال : كرة من الحديد كتلتها (500) جرام ودرجة حرارتها (63) سيليزي أحسب الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارتها إلى 950 سيليزي علما بأن السعة الحرارية النوعية للحديد 448 J/Kg.K

$$m = \frac{500}{1000} = 0.5 \text{ Kg}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 950 - 63 = 887 \text{ C}^0$$

$$Q = c m \Delta T$$

$$Q = (448) (0.5) (887)$$

$$Q = 198688 \text{ J}$$

$$m = 500 \text{ g}$$

$$T_1 = 63 \text{ C}^0$$

$$Q = ?$$

$$T_2 = 950 \text{ C}^0$$

$$c = 448 \text{ J/Kg K}$$

مثال $\frac{1}{23}$ ترتفع درجة حرارة 250 g من الماء من 20 C إلى 100 C⁰, علما أن السعة الحرارية النوعية للماء c = 4186 J/Kg.K, أحسب الطاقة التي نحتاجها لأجراء هذا التسخين .

$$m = \frac{250}{1000} = 0.25 \text{ Kg}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 100 - 20 = 80 \text{ C}^0$$

$$Q = c m \Delta T$$

$$Q = (4186) (0.25) (80)$$

$$Q = 83720 \text{ J}$$

$$m = 250 \text{ g}$$

$$T_1 = 20 \text{ C}^0$$

$$T_2 = 100 \text{ C}^0$$

$$c = 4186 \text{ J/Kg K}$$

$$Q = ?$$

$$C = ?$$

$$C = c m$$

$$C = (4186) (0.25) = 1046.5 \text{ J/K}^0$$

مثال : لتسخين 200 جرام من مادة بحيث ترتفع درجة حرارتها من 40 سيليزي إلى 80 سيليزي يلزمها طاقة حرارية قدرها 2500 جول فأحسب كل من :
1- السعة الحرارية النوعية.

$$m = \frac{200}{1000} = 0.2 \text{ Kg}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 80 - 40 = 40 \text{ C}^0$$

$$Q = c m \Delta T$$

$$2500 = C (0.2) (40)$$

$$C = 312.5 \text{ J/Kg K}^0$$

$$m = 200 \text{ g}$$

$$T_1 = 40 \text{ C}^0$$

$$T_2 = 80 \text{ C}^0$$

$$Q = 2500 \text{ J}$$

$$c = ?$$

2- السعة الحرارية .

$$C = c m$$

$$C = (312.5) (0.2) = 62.5 \text{ J/K}^0$$

الاتزان الحراري :

عند لقاء جسم ساخن داخل اناء به جسم بارد يحدث تلامس حراري , وبالتالي يفقد الجسم الساخن حرارة و يكتسب الجسم البارد حرارة و يصبح:

$$Q_{\text{مكتسبة}} = Q_{\text{مفقودة}}$$

- وعند الاتزان يكون درجة حرارة الخليط ثابتة و تسمى درجة الاتزان .

ملاحظة :

1- اذا كانت $T_f > T_i$ تكون المادة أكتسبت طاقة حرارية $Q = +$

2- اذا كانت $T_f < T_i$ تكون المادة أكتسبت طاقة حرارية $Q = -$

قوانين الاتزان الحراري :

$$\sum Q = 0$$

$$Q_1 + Q_2 = \text{zero}$$

كذلك يمكن حساب درجة حرارة الاتزان باستخدام العلاقة التالية :

$$T_f = \frac{\sum m c T_i}{\sum c m}$$

المسعر الحراري :

هو جهاز يعزل الداخل عن المحيط و يسمح بتبادل الحرارة وانتقالها بين مادتين أو أكثر داخله من دون تأثير من المحيط , أي انه يشكل نظام معزول .

- يستخدم المسعر الحراري في تجارب حساب السعة الحرارية النوعية للمواد .

مثال : غمر 2Kg من البرونز الذي درجة حرارته 90°C في 1Kg في مسعر يحتوي علي ماء درجة حرارته 20°C فإذا كانت الدرجة النهائية للخليط هي 32°C فأحسب السعة الحرارية النوعية لمادة البرونز إذا علمت أن $C_{\text{ماء}} = 4180 \text{ J/Kg.K}$

	ماء	برونز
m	1 Kg	2 Kg
c	4180 J/KgK	برونز C
T ₁	20 C ⁰	90 C ⁰
T ₂	32 C ⁰	32 C ⁰
ΔT	12 C ⁰	-58 C ⁰
Q = c m ΔT	50160 J	برونز C -116

$$\Sigma Q = 0$$

$$Q_{\text{برونز}} + Q_{\text{ماء}} = \text{zero}$$

$$50160 - 116 C_{\text{برونز}} = \text{zero}$$

$$C_{\text{برونز}} = 432.4 \text{ J/Kg K}$$

مثال : مسعر يحتوي علي قطعة من النحاس كتلتها 0.47Kg وماء كتلته 0.5Kg, قيس درجة حرارة الماء والنحاس فكانت 15°C ثم القي بالماء قطع صغيرة من الألمونيوم كتلته 0.3Kg درجة حرارته 95°C سيليزي وعند حدوث الاتزان وجد ان الدرجة النهائية للخليط هي 19°C فأحسب السعة الحرارية النوعية للألمونيوم إذا علمت ان $C_{\text{ماء}} = 4180 \text{ J/Kg.K}$, $C_{\text{نحاس}} = 387 \text{ J/Kg.K}$.

	ماء	نحاس	الومنيوم
m	0.5 KG	0.47 KG	0.03 KG
c	4180 J/Kg K	387 J/Kg K	$C_{\text{الومنيوم}}$
T_1	15°C	15°C	95°C
T_2	19°C	19°C	19°C
ΔT	4°C	4°C	-76°C
$Q = c m \Delta T$	8360 J	727.56 J	-22.8 C معدن

$$\sum Q = 0$$

$$Q_{\text{الومنيوم}} + Q_{\text{نحاس}} + Q_{\text{ماء}} = \text{zero}$$

$$8360 + 727.56 - 22.8 C_{\text{الومنيوم}} = \text{zero}$$

$$C_{\text{الومنيوم}} = 398.5 \text{ J/Kg K}$$

مثال $\frac{8}{28}$ نضع 250 g من المتء درجة حرارته 10 C^0 في مسعر حراري , ثم نضيف اليه قطهة من النحاس كتلتها 50 g و درجة حرارتها 80 C^0 و قطهة من معدن غير معروف كتلتها 70 g و درجة حرارتها 100 C^0 يصل النظام كله الي الاتزان الحراري فتكون درجة حرارته 20 C^0 , أحسب السعة الحرارية النوعية للمعدن غير المعروف , و أهمل السعة الحرارية النوعية للمسعر , إذا كانت السعة الحرارية للماء هي 4180 J/kg.K و أن السعة الحرارية النوعية للنحاس هي 386 J/kg.K .

	ماء	نحاس	معدن
m	$\frac{250}{1000} = 0.25\text{ KG}$	$\frac{500}{1000} = 0.5\text{ KG}$	$\frac{70}{1000} = 0.07\text{ KG}$
c	4180 J/KgK	386 J/KgK	$C_{\text{معدن}}$
T_1	10 C^0	80 C^0	100 C^0
T_2	20 C^0	20 C^0	20 C^0
ΔT	10 C^0	-60 C^0	-80 C^0
$Q = c m \Delta T$	10450 J	-1158 J	$-5.6 C_{\text{معدن}}$

$$\Sigma Q = 0$$

$$Q_{\text{ماء}} + Q_{\text{نحاس}} + Q_{\text{معدن}} = \text{zero}$$

$$10450 - 1158 - 5.6 C_{\text{معدن}} = \text{zero}$$

$$C_{\text{معدن}} = 1659.2\text{ J/Kg K}$$

مثال : مسعر يحتوي علي ماء كتلته 0.7Kg , قيست درجة حرارة الماء فكانت 27°C ثم القي بالماء قطع صغيرة من النحاس كتلته 0.1Kg درجة حرارته 35°C سيليزي , ثم القي بقطعة من الذهب كتلتها 0.125Kg درجة حرارته 100°C وعند حدوث الاتزان وجد أن الدرجة النهائية للخليط هي 27.5°C فأحسب السعة الحرارية النوعية للذهب إذا علمت أن $C_{\text{ماء}} = 4180 \text{ J/Kg.K}$, $C_{\text{نحاس}} = 387 \text{ J/Kg.K}$.

	ماء	نحاس	ذهب
m	0.7 KG	0.1 KG	0.125 KG
c	4180 J/Kg K	387 J/Kg K	$C_{\text{ذهب}}$
T₁	27°C	35°C	100°C
T₂	27.5°C	27.5°C	27.5°C
ΔT	0.5°C	-7.5°C	-72.5°C
$Q = c m \Delta T$	1463 J	-290.25 J	$-9.06 C_{\text{ذهب}}$

$$\sum Q = 0$$

$$Q_{\text{ماء}} + Q_{\text{نحاس}} + Q_{\text{ذهب}} = \text{zero}$$

$$1463 - 290.25 - 9.06 C_{\text{ذهب}} = \text{zero}$$

$$C_{\text{ذهب}} = 129.4 \text{ J/Kg K}$$

مثال $\frac{2}{25}$ نضع 400 g من الكاء عند درجة 40 C^0 داخل مسعر و نضيف علي هذه الكمية قطعة من الزجاج درجة حرارتها 25 C^0 و كتلتها 300 g ثم نضيف 500 g من الألومنيوم درجة حرارته 37 C^0 أحسب درجة حرارة الماء عندما يصل النظام الي الأتزان الحراري , علما أن , $c_g = 837\text{ J/kg.K}$, $c_w = 4190\text{ J/kg.K}$, $c_{Al} = 900\text{ J/kg.K}$.

	ماء	زجاج	الومنيوم
m	$\frac{400}{1000} = 0.4\text{ KG}$	$\frac{300}{1000} = 0.3\text{ KG}$	$\frac{500}{1000} = 0.5\text{ KG}$
c	4190 J/KgK	837 J/KgK	900 J/KgK
T₁	40 C⁰	25 C⁰	37 C⁰
m c T₁	66880	6277.5	16650
m c	1672	251.1	450

$$T_f = \frac{\sum m c T_i}{\sum c m}$$

$$T_f = \frac{66880 + 6277.5 + 16650}{1672 + 251.1 + 450}$$

$$T_f = 37.8\text{ C}^0$$

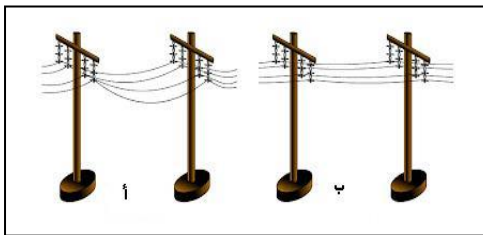
الوحدة الثانية : المادة و الحرارة

الفصل الأول : الحرارة

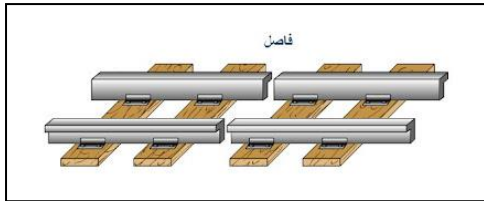
الدرس 1-3: التمدد الحراري

معظم المواد في الطبيعة تتمدد بالحرارة و تنكمش بالبرودة علي اختلاف حالاتها في الطبيعة .

تطبيقات حياتية علي التمدد و الانكماش :



1- تترك اسلاك الهاتف (الكهرباء) مرتخية عندما تمد في الطرق و يفضل ان تمد خلال فصل الشتاء وهي مرتخية ليسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصول السنة المختلفة .



2- يفضل ترك مسافات بين قضبان السكك الحديدية ليسمح لها بالتمدد و الانكماش خلال فصول السنة المختلفة

3- تبني الجسور بحيث ترتكز علي طرف مثبت و يترك الطرف الاخر حر الحركة ليسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصول السنة المختلفة .



4- توضع فواصل معدنية علي جانبي الطرق و يترك فيها مسافات ليسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصول السنة المختلفة .

5- يستخدم الزئبق في صناعة الترمومترات لانه حساس في التاثر بالحرارة ولذلك يتمدد و ينكمش بسهولة .

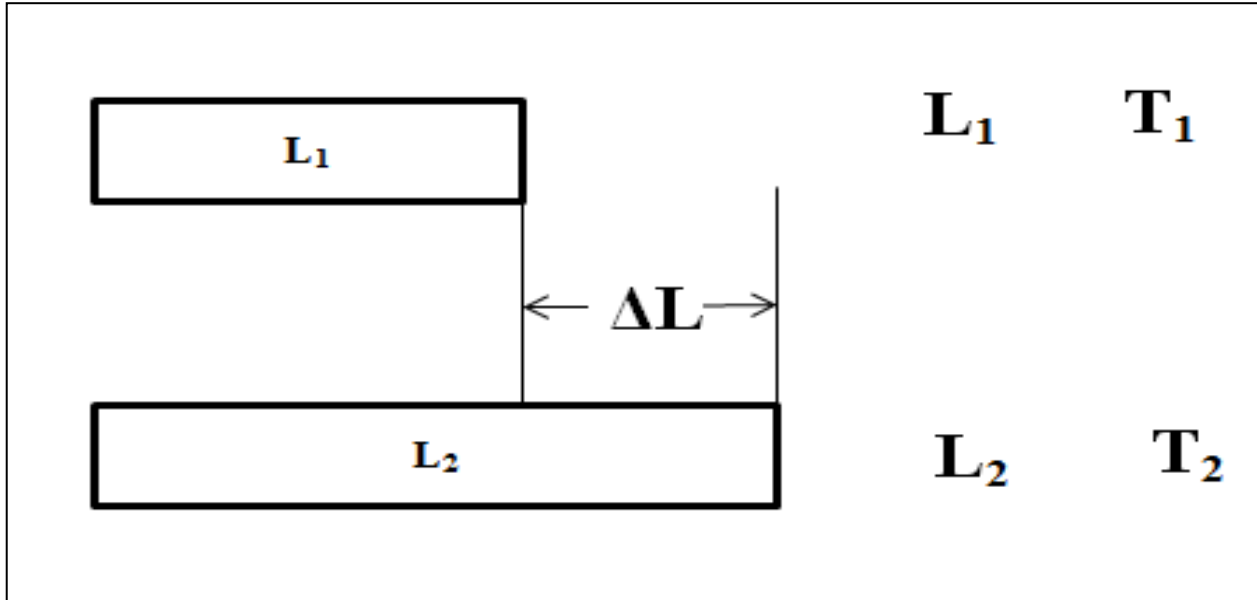
6- يستخدم اطباء الاسنان مواد لها مقدار تمدد مادة مينا الاسنان عند حشو الاسنان لتتمدد و تنكمش بنفس المعدل ولا يسقط الحشو .

7- محركات السيارة المصنوعة من الالومنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من من قطر المحركات المصنوعة من الحديد للسماح بالتمدد الكبير للالومنيوم .

8- يراعي ان يكون معدل تمدد حديد التسليح المستخدم في الاسمنت المسلح مساويا لمعدل تمدد الاسمنت .

نشاط عملي لدراسة مقدار تمدد الاجسام والعوامل المؤثرة عليه :

عند احضار ساق طولها L_1 عند درجة حرارة T_1 وعند تسخينها الي درجة حرارة T_2 يزداد طولها ليصبح L_2 كما هو موضح بالشكل التالي :



- ويمكن حساب مقدار التغير في الطول (الزيادة في الطول , التمدد الطولي) بالعلاقة التالية :

$$\Delta L = L_2 - L_1$$

- ويمكن حساب التغير في درجة الحرارة (فرق درجات الحرارة) بالعلاقة التالية :

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

نشاط 1

عند تسخين ساقين من الحديد متساويين في الطول , الساق 1 تسخن من درجة حرارة 20°C الي 100°C والساق 2 من درجة حرارة 20°C الي 50°C

ساق 2

حديد L

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 50^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 30^{\circ}\text{C}$$

ساق 1

حديد L

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 80^{\circ}\text{C}$$

نلاحظ ان الساق 1 يتمدد أكثر من الساق 2 لان فرق درجات الحرارة أكبر في حالة الساق 1

$$\Delta L \propto \Delta T$$

نشاط 2

عند تسخين ساقين من الحديد مختلفين في الطول بنفس مقدار الزيادة في درجة الحرارة .

ساق 2

حديد L

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 80^{\circ}\text{C}$$

ساق 1

حديد 2L

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 80^{\circ}\text{C}$$

نلاحظ أن الساق الأطول 1 تتمدد أكثر من الساق 2 لان طول الساق الأصلي (قبل التسخين) أكبر

$$\Delta L \propto L_1$$

التمدد الطولي للأجسام : استنتاج ؟

$$\Delta L \propto L_1$$

$$\Delta L \propto \Delta T$$

$$\Delta L \propto L_1 \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

ΔL	التمدد الطولي	====>	M	متر
α	معامل التمدد الطولي	====>	$/C^0, C^{-1}$	سيلسيوس ⁻¹
L_1	طول الجسم الاصيلي	====>	M	متر
ΔT	فرق درجات الحرارة	====>	C^0, K^0	كلفن , سيلسيوس

معامل التمدد الطولي : α

هو مقدار التغير في وحدة الطوال من المادة عند رفع درجة حرارتها درجة واحدة سيليزية .

أذكر العوامل التي يتوقف عليها معامل التمدد الطولي لجسم ؟
1- نوع المادة فقط .

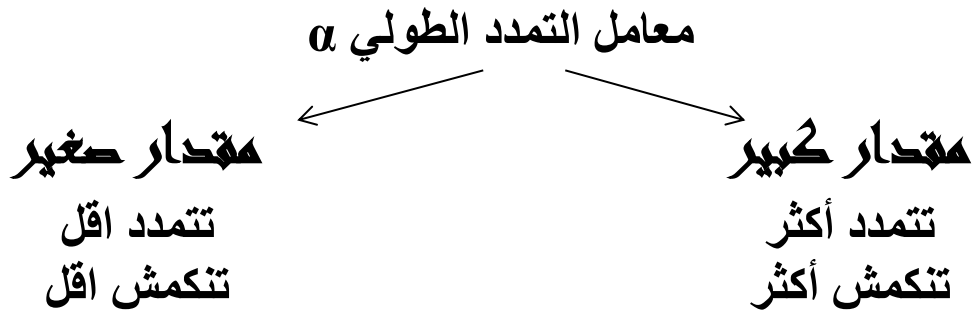
أذكر العوامل التي يتوقف عليها التمدد الطولي لجسم (التغير في الطول) ؟
1- نوع المادة
2- التغير في درجة الحرارة
3- طول الجسم الأصلي

ما المقصود ان معامل التمدد الطولي للحديد يساوي $36 \times 10^{-6} / C^0$ ؟

- اي ان مقدار التغير في وحدة الاطوال من الحديد عند رفع درجة حرارتها درجة واحدة سيليزية يساوي $36 \times 10^{-6} M$

ملاحظات :

1- يختلف مقدار التمدد للأجسام الصلبة من جسم لآخر بسبب اختلاف معامل التمدد الطولي (الخطي).



2- هناك بعض المواد مقاومة لتمدد حراري لان لها مامل تمدد طولي صغير جدا
مثال : زجاج التليسكوبات – زجاج الأفران .

3- عند تسخين اجزاء من الزجاج بصورة أكبر من الاجزاء الاخرى يتمدد هذا الجزء بصورة أكبر وبالتالي يحدث شروخ في الزجاج وينكسر .

المزدوجة الحرارية :

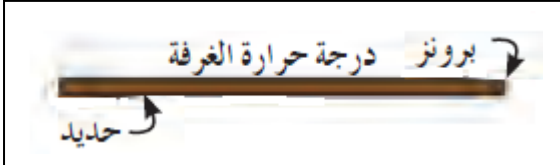
عبارة عن شريط مكون من معدنين مختلفين في معامل التمدد الطولي .

- مثال شريط مصنوع من الحديد والبرونز

$$\alpha_{\text{برونز}} < \alpha_{\text{حديد}}$$

وبالتالي :

- عند درجة حرارة الغرفة يكون طول البرونز مساوي للحديد .



- عند التسخين فإن البرونز يتمدد أكثر من الحديد ولذلك تنحني المزدوجة ناحية الحديد .



- عند التبريد ينكمش البرونز أكثر من الحديد ولذلك تنحني المزدوجة ناحية البرونز



استخدامات المزدوجة الحرارية :

- 1- تستخدم في صناعة الصمامات أو تشغيل مفتاح كهربائي .
- 2- تستخدم في صناعة الثرموستات (منظم الحرارة)



عندما يكون جو الغرفة شديد البرودة تنحني المزدوجة باتجاه شريط البرونز فتغلق الدائرة الكهربائية للسخان لتدفئة الغرفة , وعندما تصبح درجة الحرارة مرتفعة تنحني المزدوجة في اتجاه الحديد , فتفتح الدائرة ويتوقف السخان عن العمل .

3- تستخدم المزدوجة الحرارية في صناعة الثرموستات داخل أجهزة المكيفات والثلاجات .

4- كذلك تستخدم في صناعة منظم الحرارة داخل سخانات المياه

مثال : ساق من الألمنيوم طوله 55 cm عند 25°C رفعت درجة حرارتها إلى 280°C فاحسب مقدار التغير في طول الساق إذا علمت أن معامل التمدد الطولي للألمنيوم $24 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 280 - 25 = 255^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

$$\Delta L = (24 \times 10^{-6}) \left(\frac{55}{100} \right) (255)$$

$$\Delta L = 3.36 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$L_1 = 55 \text{ cm}$$

$$T_1 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 280^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta L = ?$$

$$\alpha = 24 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

مثال : ساق من الحديد طولها 50 سنتيمتر عند درجة 20°C , رفعت درجة حرارتها إلى 100°C فأصبح طولها 50.068 سنتيمتر فأحسب:
1- التغير في طول الساق (التمدد الطولي):

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 50 - 50.068 = 0.068 \text{ cm}$$

$$L_1 = 50 \text{ cm}$$

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$L_2 = 50.068 \text{ cm}$$

2- معامل التمدد الطولي لمادة الساق

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 100 - 20 = 80^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

$$\frac{0.068}{100} = \alpha \left(\frac{55}{100} \right) (80)$$

$$\alpha = 1.7 \times 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

مثال : سلك نحاسي طوله m (20) في درجة $^{\circ}\text{C}$ (100)، احسب درجة الحرارة اللازمة ليزداد طول السلك بمقدار m (6×10^{-2})، وذلك إذا علمت أن معامل التمدد الخطي للنحاس $1/^{\circ}\text{C}$ (17×10^{-6}).

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

$$6 \times 10^{-2} = (17 \times 10^{-6}) (20) \Delta T$$

$$\Delta T = 176.47 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$L_1 = 20 \text{ cm}$$

$$T_1 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = ?$$

$$\Delta L = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$176.47 = T_2 - 100$$

$$T_2 = 276.47 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

مثال : سلك من الذهب طوله M 10 عند درجة $^{\circ}\text{C}$ 30 فإذا كان معامل التمدد الخطي للذهب $14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ فما درجة الحرارة اللازم تسخينه إليها ليزداد طوله بمقدار 7 ملليمترات

$$\Delta L = \frac{7}{1000} = 7 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_1 [T_2 - T_1]$$

$$7 \times 10^{-3} = (14 \times 10^{-6}) (10) [T_2 - 30]$$

$$T_2 = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$L_1 = 10 \text{ M}$$

$$T_1 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 14 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$T_2 = ?$$

$$\Delta L = 7 \text{ mm}$$

مثال : قضيب من النحاس طوله 100 CM عند 22 C^0 فإذا كان معامل التمدد الخطي للنحاس $17 \times 10^{-6} / \text{C}^0$ فما الطول الذي يصل إليه عندما ترتفع درجة حرارته إلى 240 C^0

$$L_1 = \frac{100}{100} = 1\text{ M}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 240 - 22 = 218\text{ C}^0$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

$$L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta T$$

$$L_2 - 1 = (17 \times 10^{-6}) (100) (218)$$

$$L_2 = 1.0037\text{ M}$$

$$L_1 = 100\text{ cm}$$

$$T_1 = 22\text{ C}^0$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6}\text{ C}^{-1}$$

$$L_2 = ?$$

$$T_2 = 240\text{ C}^0$$

مثال $\frac{1}{31}$ يصنع السخان الكهربائي بواسطة قضيب من النحاس طوله 5 m أحسب طول القضيب عندما ترتفع درجة حرارته 5 C^0 , علما بأن معامل التمدد الطولي للنحاس $17 \times 10^{-6}\text{ C}^{-1}$.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

$$L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta T$$

$$L_2 - 5 = (17 \times 10^{-6}) (5) (5)$$

$$L_2 = 5.0004525\text{ M}$$

$$L_1 = 5\text{ M}$$

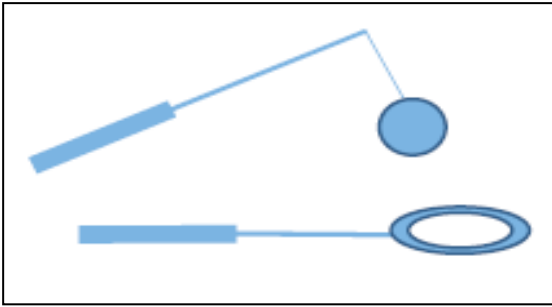
$$L_2 = ?$$

$$\Delta T = 5\text{ C}^0$$

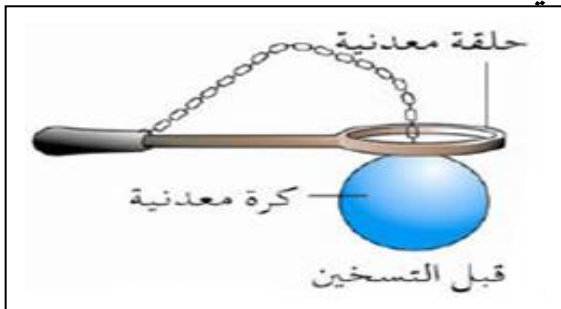
$$\alpha = 17 \times 10^{-6}\text{ C}^{-1}$$

التمدد الحجمي للأجسام الصلبة :

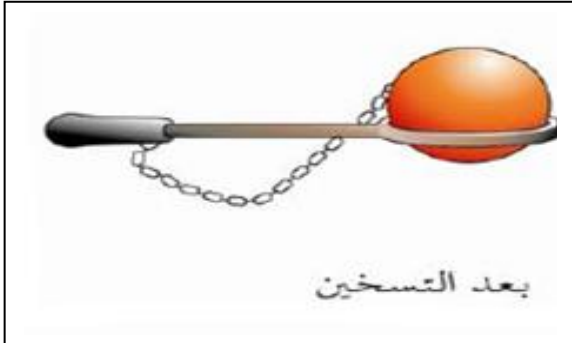
نشاط عملي : (تجربة الكرة والحلقة)
- نحضر كرة و حلقة كما بالشكل .



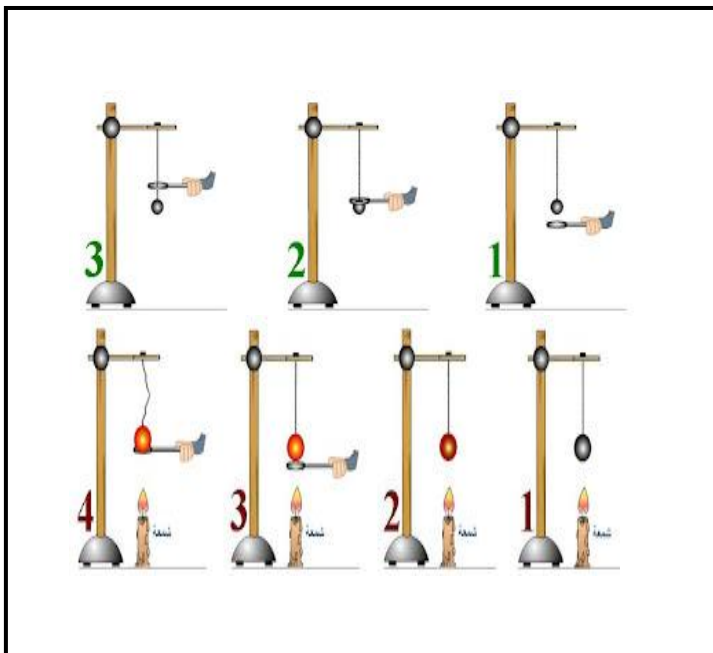
- عند درجة حرارة الغرفة نلاحظ ان الكرة تدخل الي الحلقة بسهولة .



- عند تسخين الكرة نلاحظ انها لا تستطيع الدخول الي الحلقة .



- يعود السبب في ذلك الي زيادة حجم الكرة نتيجة التسخين .



يمكن حساب الزيادة في حجم الاجسام باستخدام القانون التالي :

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

ΔV	التغير في الحجم	====>	M^3	متر ³
β	معامل التمدد الحجمي	====>	C^{-1}, C^0	سيلسيوس ⁻¹
V_1	حجم الجسم الاصيل	====>	M^3	متر ³
ΔT	فرق درجات الحرارة	====>	C^0, K^0	كلفن , سيلسيوس

معامل التمدد الحجمي: β

هي مقدار الزيادة في وحدة الحجم من المادة عند رفع درجة حرارتها درجة سيليزية واحدة .

- اذكر العوامل التي يتوقف عليها معامل التمدد الحجمي ؟

1- نوع المادة فقط .

- اذكر العوامل التي يتوقف عليها التمدد الحجمي (التغير في الحجم) ؟

1- نوع المادة 2- التغير في درجة الحرارة 3- حجم الجسم الاصيل

- ما المقصود أن معامل التمدد الحجمي للنحاس يساوي $29 \times 10^{-5} / C$.

اي ان مقدار الزيادة في وحدة الحجم من النحاس عند رفع درجة حرارتها درجة سيليزية واحدة $= 29 \times 10^{-5} M^3$.

العلاقة بين معامل التمدد الطولي و الحجمي :

$$\beta = 3 \alpha$$

حجوم بعض الاشكال الهندسية

الكرة	متوازي الأضلاع	المكعب
$\frac{4}{3} \pi R^3$	طول X عرض X ارتفاع	طول X عرض X ارتفاع
	طول X عرض X ارتفاع	طول = عرض = ارتفاع

مثال $\frac{2}{34}$ يسخن مكعب من الحديد فترتفع درجة حرارته من 20 C^0 الى 1000 C^0
 أحسب 1- معامل التمدد الحجمي للحديد علما أن حجمه يساوي 100 cm^3 عند
 درجة 20 C^0 و $\Delta V = 3.3\text{ cm}^3$.
 2- معامل التمدد الطولي للحديد .

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 1000 - 20 = 980\text{ C}^0$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

$$3.3 = \beta (100) (980)$$

$$\beta = 3.36 \times 10^{-5}\text{ C}^{-1}$$

$$T_1 = 20\text{ C}^0$$

$$T_2 = 1000\text{ C}^0$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha = ?$$

$$V_1 = 100\text{ cm}^3$$

$$\Delta V = 3.3\text{ cm}^3$$

$$\beta = 3 \alpha$$

$$3.36 \times 10^{-5} = 3 \alpha$$

$$\alpha = 1.12 \times 10^{-5}\text{ C}^{-1}$$

مثال $\frac{3}{35}$ الهامش : يبلغ طول نصف قطر كرة حديدية 3 cm عند درجة حرارة 20 C^0
 معامل التمدد الحجمي للحديد $33.3 \times 10^{-6}\text{ C}^{-1}$ أحسب الحجم النهائي للكرة
 عندما تصل درجة حرارتها 15 C^0 .

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 15 - 20 = -5\text{ C}^0$$

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi R (3)^3 = 36\pi\text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

$$V_2 - V_1 = \beta V_1 \Delta T$$

$$V_2 - 36\pi = (33.3 \times 10^{-6}) (36\pi) (-5)$$

$$V_2 = 113.07\text{ cm}^3$$

$$R = 3\text{ cm}$$

$$T_1 = 20\text{ C}^0$$

$$T_2 = 15\text{ C}^0$$

$$\beta = 33.3 \times 10^{-6}\text{ C}^{-1}$$

$$V_2 = ?$$

مثال : كرة من النحاس حجمها 60 cm^3 . عند درجة حرارة 25 C^0 . سخنت حتى 75 C^0 إذا علمت أن معامل التمدد الخطي للنحاس $17 \times 10^{-6} / \text{C}^0$. احسب :
1- معامل التمدد الحجمي للنحاس :

$$\beta = 3 \alpha$$

$$\beta = 3 (17 \times 10^{-6})$$

$$\beta = 51 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$$

$$V_1 = 60 \text{ cm}^3$$

$$T_1 = 25 \text{ C}^0$$

$$T_2 = 75 \text{ C}^0$$

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} / \text{C}^0$$

$$\beta = ?$$

2- حجم الكرة بعد تسخينها

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 75 - 25 = 50 \text{ C}^0$$

$$V_2 = ?$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

$$V_2 - V_1 = \beta V_1 \Delta T$$

$$V_2 - 60 = (51 \times 10^{-5}) (60) (50)$$

$$V_2 = 60.051 \text{ cm}^3$$

مثال : مكعب من الحديد طول ضلعه 10 cm . في درجة حرارة 27 C^0 . إذا سخن إلى 137 C^0 . و معامل التمدد الخطي للحديد يساوي $11.8 \times 10^{-6} / \text{C}^0$. أحسب :
1- معامل التمدد الحجمي للحديد .

$$\beta = 3 \alpha$$

$$\beta = 3 (11.8 \times 10^{-6})$$

$$\beta = 35.4 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$$

$$L = 10 \text{ cm}$$

$$T_1 = 27 \text{ C}^0$$

$$T_2 = 137 \text{ C}^0$$

$$\alpha = 11.8 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$$

$$\beta = ?$$

2- مقدار الزيادة في حجم المكعب

$$V_1 = L \times L \times L = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 137 - 27 = 110 \text{ C}^0$$

$$\Delta V = ?$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

$$\Delta V = (35.4 \times 10^{-5}) (1000) (110) = 38.94 \text{ cm}^3$$

مثال $\frac{4}{35}$ الهامش : ترتفع درجة حرارة مكعب من الألومنيوم بمقدار 20 C^0 فيصبح حجمه 1001.38 cm^3 أحسب الحجم الأساسي لهذا المكعب علما أن معامل التمدد الحجمي للألومنيوم $69 \times 10^{-6}\text{ C}^{-1}$.

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

$$V_2 - V_1 = \beta V_1 \Delta T$$

$$1001.38 - V_1 = (69 \times 10^{-6}) (V_1) (20)$$

$$V_1 = 1000\text{ cm}^3$$

$$\Delta T = 20\text{ C}^0$$

$$V_2 = 1001.38\text{ cm}^3$$

$$V_1 = ?$$

$$\beta = 69 \times 10^{-6}\text{ C}^{-1}$$

مثال : رصيف جانبي للمشاة مصنوع من نوع خاص من الخرسانة و علي شكل قطعة واحدة طولها 50 M . فإذا لوحظ أن طولها يزداد بمقدار 0.0015 M . عندما ترتفع درجة حرارتها من 8 C^0 إلي 40.3 C^0 . أحسب أ- معامل التمدد الطولي (الخطي) للخرسانة

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 40.3 - 8 = 32.3\text{ C}^0$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

$$0.0015 = \alpha (50) (32.3)$$

$$\alpha = 9.2 \times 10^{-7}\text{ C}^{-1}$$

$$L = 50\text{ M}$$

$$\Delta L = 0.0015\text{ M}$$

$$T_1 = 8\text{ C}^0$$

$$T_2 = 40.3\text{ C}^0$$

$$\alpha = ?$$

ب- معامل التمدد الحجمي للخرسانة

$$\beta = 3 \alpha$$

$$\beta = 3 (9.2 \times 10^{-7})$$

$$\beta = 2.78 \times 10^{-6}\text{ C}^{-1}$$

$$\beta = ?$$

تمدد السوائل :

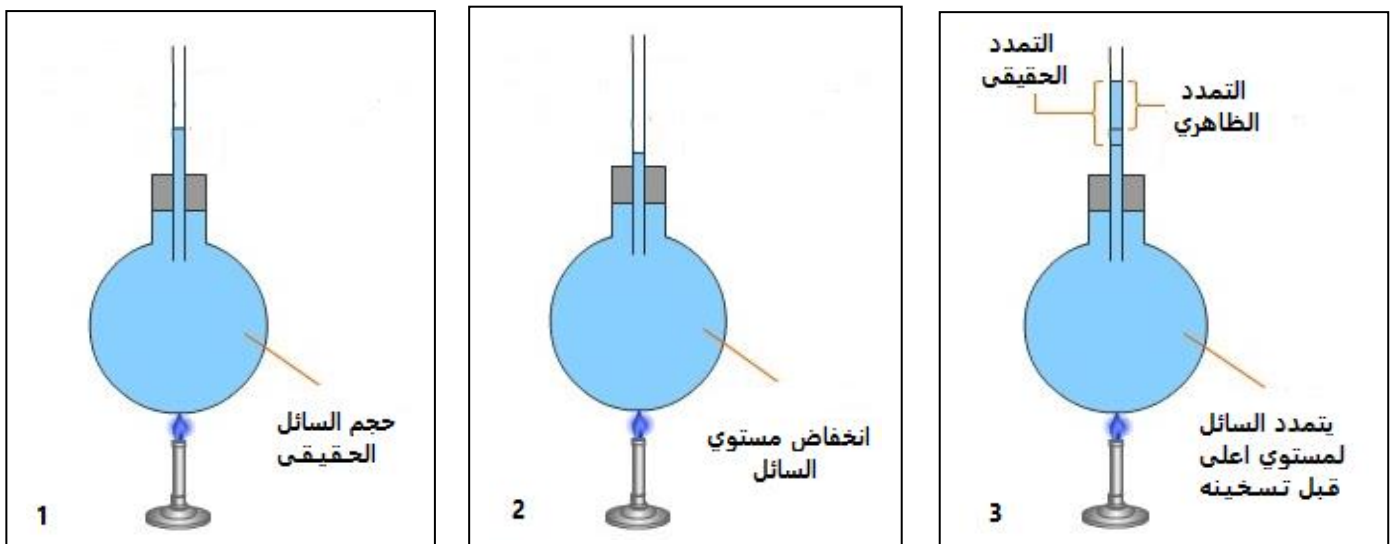
يكون تمدد المواد السائلة أكبر بكثير من تمدد المواد الصلبة , يعود السبب في ذلك الي المسافات البينية الكبيرة بين جزيئات المادة السائلة .
- معامل تمدد المواد السائلة يتغير بتغير درجة الحرارة .

نشاط عملي :

عند تسخين اناء يحتوي علي سائل . نلاحظ ان منسوب السائل في الاناء ينخفض قليلا ثم يعود للارتفاع أكثر من الحالة الاولى .

- يعود السبب في ذلك الي تمدد الاناء الحاوي للسائل اولا مما يسبب انخفاض منسوب السائل ومع تسخين السائل يتمدد أكثر من الاناء (لان تمدد المادة السائلة أكبر من الصلبة) فيعود منسوب السائل الي الارتفاع .

- عندما يملئ السائل الاناء يكون حجم السائل مساوي لحجم الاناء الحاوي له و يتخذ شكل الاناء الحاوي له.



حساب التمدد الحقيقي للسوائل :

$$\Delta V_c = \beta V_1 \Delta T$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_1 \Delta T$$

$$\Delta V_r = \gamma_r V_1 \Delta T$$

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

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

ΔV_c	تمدد الاناء	====>	M^3	متر ³
β	معامل التمدد الحجمي للاناء	====>	$/C^0, C^{-1}$	سيلسيوس ⁻¹
V_1	حجم الجسم الاصلي	====>	M^3	متر ³
ΔT	فرق درجات الحرارة	====>	C^0, K^0	كلفن , سيلسيوس
ΔV_a	التمدد الظاهري للسائل	====>	M^3	متر ³
ΔV_r	التمدد الحقيقي للسائل	====>	M^3	متر ³
γ_a	معامل التمدد الظاهري للسائل	====>	$/C^0, C^{-1}$	سيلسيوس ⁻¹
γ_r	معامل التمدد الحقيقي للسائل	====>	$/C^0, C^{-1}$	سيلسيوس ⁻¹

التمدد الحقيقي :

هو مجموع التمدد الظاهري لسائل و تمدد الاناء .

التمدد الظاهري :

تمدد السائل عندما تعتبر أن الاناء لم يتمدد

مثال $\frac{3}{37}$ يتمدد الزئبق في الترمومتر داخل انبوب شعري , إذا كان حجم الزئبق الحقيقي يرتفع داخل الانبوب من $3mm^3$ الي $3.0017 mm^3$ حين ترتفع درجة حرارة الترمومتر من $36 C^0$ الي $39 C^0$ أحسب معامل التمدد الحقيقي للزئبق .

$$\Delta V_r = V_2 - V_1 = 3.0017 - 3 = 0.0017 mm^3$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 39 - 36 = 3 C^0$$

$$V_1 = 3 mm^3$$

$$V_2 = 3.0017 mm^3$$

$$T_1 = 36 C^0$$

$$T_2 = 39 C^0$$

$$\gamma_r = ?$$

$$\Delta V_r = \gamma_r V_1 \Delta T$$

$$0.0017 = \gamma_r (3) (3)$$

$$\gamma_r = 1.88 \times 10^{-4} C^{-1}$$

مثال : إناء زجاجي حجمه 100 cm^3 . ويحتوي علي 97 cm^3 من الجلسرين في درجة حرارة 20°C . عند درجة الحرارة معينة يملأ الجلسرين الإناء تماما علما أن معامل التمدد الحجمي الحقيقي للجلسرين $\gamma = 0.49 \times 10^{-3} / ^\circ \text{C}$ و معامل التمدد الحجمي للزجاج $\beta = 0.024 \times 10^{-3} / ^\circ \text{C}$.
أ- أحسب معامل التمدد الظاهري للجلسرين .

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

$$0.49 \times 10^{-3} = \gamma_a + 0.024 \times 10^{-3}$$

$$\gamma_a = 4.66 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$$

$$V_1 = 97 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = 100 \text{ cm}^3$$

$$T_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$\gamma_a = ?$$

$$\gamma_r = 0.49 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$$

$$\beta = 0.024 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$$

ب- درجة الحرارة التي يملأ عندها الجلسرين الإناء .

$$\Delta V_a = V_2 - V_1 = 100 - 97 = 3 \text{ cm}^3$$

$$T_2 = ?$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_1 \Delta T$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_1 (T_2 - T_1)$$

$$3 = (4.66 \times 10^{-4})(97)(T_2 - 20)$$

$$T_2 = 86.36^\circ \text{C}$$

مثال $\frac{10}{91}$ إناء زجاجي حجمه 50 cm^3 يحتوي علي 46 cm^3 من الزيت عند درجة 5°C .
أحسب درجة الحرارة التي عندها يملأ الزيت الإناء , علما أن معامل التمدد الحقيقي للزيت $0.93 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$ و معامل التمدد الحجمي للزجاج $25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$

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

$$0.93 \times 10^{-3} = \gamma_a + 25 \times 10^{-6}$$

$$\gamma_a = 9.05 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$$

$$V_2 = 50 \text{ cm}^3$$

$$V_1 = 46 \text{ cm}^3$$

$$T_1 = 5^\circ \text{C}$$

$$T_2 = ?$$

$$\gamma_r = 0.93 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$$

$$\beta = 25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_a = V_2 - V_1 = 50 - 46 = 4 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_1 \Delta T$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_1 (T_2 - T_1)$$

$$4 = (9.05 \times 10^{-4})(46)(T_2 - 5)$$

$$T_2 = 101.08^\circ \text{C}$$

مثال $\frac{11}{40}$ تمت تعبئة خزان من الألومنيوم سعته 10 L من البنزين عند درجة $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ، ثم تم تسخين هذا الخزان حتي وصلت درجة حرارته الي $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, أحسب كمية البنزين التي ستفيض علما أن : معامل التمدد الحقيقي للبنزين $121 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ و معامل التمدد الحجمي للألومنيوم $69 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

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

$$121 \times 10^{-5} = \gamma_a + 69 \times 10^{-6}$$

$$\gamma_a = 1.14 \times 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 80 - 5 = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$V_1 = 10\text{ L}$$

$$T_1 = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta V_a = ?$$

$$\gamma_r = 121 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

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

$$\Delta V_a = \gamma_a V_1 \Delta T$$

$$\Delta V_a = (1.14 \times 10^{-3})(10)(75)$$

$$\Delta V_a = 0.855\text{ L}$$

مثال : ما حجم الزيت المنسكب من إناء حجمه 200 cm^3 إذا ارتفعت درجة حرارة الإناء بمقدار $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ مع العلم بأن معامل التمدد الطولي للزجاج و معامل التمدد الحقيقي للزيت على الترتيب هما : $(\alpha_g = 11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}) - (\gamma_r = 70 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C})$

$$\beta = 3\alpha$$

$$\beta = 3(11 \times 10^{-6}) = 33 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

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

$$70 \times 10^{-5} = \gamma_a + 33 \times 10^{-6}$$

$$\gamma_a = 6.67 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_a = ?$$

$$V_1 = 200\text{ cm}^3$$

$$\Delta T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\gamma_r = 70 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

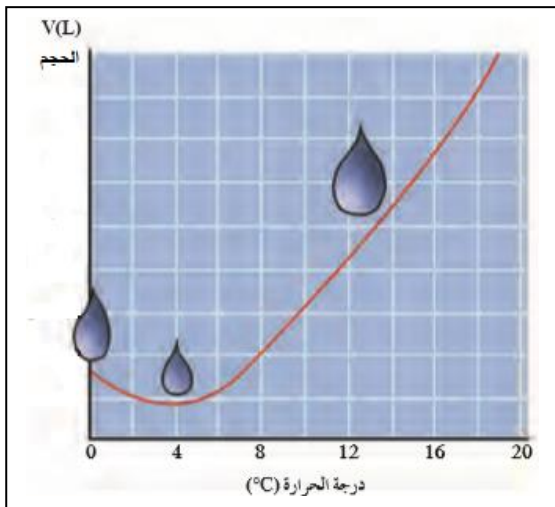
$$\alpha = 11 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_a = \gamma_a V_1 \Delta T$$

$$\Delta V_a = (6.67 \times 10^{-4})(200)(30)$$

$$\Delta V_a = 4.002\text{ cm}^3$$

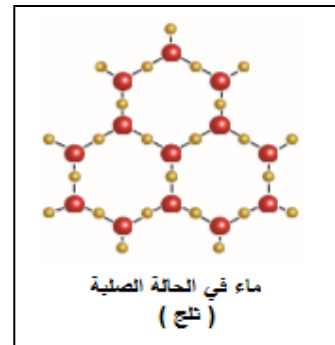
شذوذ الماء :



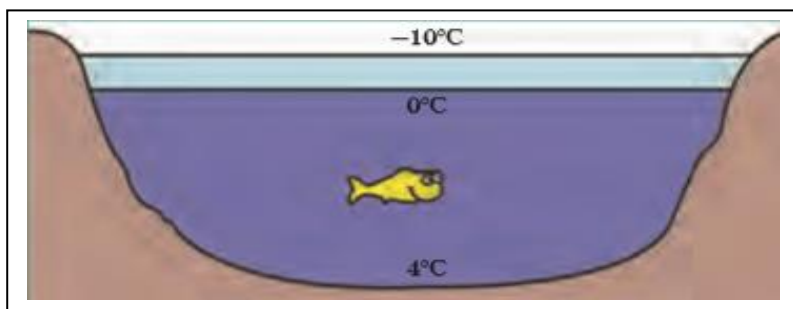
جميع السوائل في الطبيعة تنكمش بالبرودة و يقل حجمها .

كذلك الماء ينكمش بالبرودة ويقل حجمه حتي يصل الي درجة حرارة 4°C . بعدها يزداد حجمه و تقل كثافته .

- يرجع السبب في شذوذ الماء الي التركيب البلوري الفريد للثلج . ووجود الروابط الهيدروجينية في الثلج .



لذلك :



تحفظ الحياه البحرية تحت سطح البحر حتي عندما تنخفض درجة الحرارة في المناطق القطبية تحت الصفر , لانه عند تجمد الماء فأن حجمه يزداد و تقل كثافته و بالتالي يطفو الثلج فوق سطح

الماء , ويعمل كغطاء عازل , حيث يعزل الماء في الاسفل عن الجو البارد لتحتفظ الكائنات البحرية بدرجة حرارة تمكنها من الحياه .

الوحدة الثانية : المادة و الحرارة

الفصل الثاني : الحرارة و تغير الحالة

الدرس 2 - 1 : التبخر و التكثف

التبخر :

هو تحول المادة من الحالة السائلة الي الحالة الغازية عندما تكتسب المادة طاقة حرارية .

- عملية التبخر تعتبر عملية تبريد حيث أن الجزيئات الموجودة علي السطح تكتسب طاقة حرارية من الجزيئات المحيطة بها و تبخر وتقل طاقة حركة الجزيئات المتبقية فتقل درجة حرارتها . وبالتالي تعتبر عملية التبخر عملية تبريد .

- تحدث عملية التبخر للجزيئات علي سطح السائل .
- تحدث عملية التبخر عند اي درجة حرارة .
- تحدث عملية التبخر بمعدلات بطيئة .
- تختلف درجة الحرارة التي يحدث عندها التبخر باختلاف نوع السائل .

تطبيقات على عملية التبخر :

- 1- نشعر بالبرودة علي اليد عند وضع قليل من الكحول علي اليد .
حيث تتبخر جزيئات الكحول من علي سطح اليد و تكتسب طاقة حركة من سطح اليد و بالتالي تنخفض درجة حرارة اليد و نشعر بالبرودة .
 - 2- نشعر بقشعريرة عندما ننهي من الاستحمام حيث تتبخر جزيئات الماء من علي سطح الجسم لتسبب انخفاض في درجة حرارة جسم الانسان مسببة القشعريرة .
 - 3- يشعر الانسان المتعرق بالانتعاش في الجو الجاف عن الجو الرطب . لان الجو الجاف يساعد علي عملية التبخر وبالتالي تنخفض درجة حرارة جسم الانسان المتعرق ليشعره بالانتعاش .
- عملية التبخر تكون اسهل في الجو الجاف عن الجو الرطب لان الجو الرطب يحتوي علي نسبة كبيرة من بخار الماء مما يصعب من عملية التبخر .

التكثف :

هو عملية تحول المادة من الحالة الغازية الي الحالة السائلة .

- يعتبر التكثف عملية عكسية للتبخر .
- ينتج التكثف عن طريق اصطدام جزيئات بخار الماء مع جزيئات بطيئة الحركة موجودة علي سطح الكوب . فتفقد جزء من الطاقة الحركية وتعمل قوي الجذب من السائل علي منعها من الهروب فتتحول جزيئات الغاز الي جزيئات سائل .
- تعتبر عملية التكثيف عملية تدفئة . حيث تفقد جزيئات البخار طاقة حركية عندما تصطدم بالسطح وبالتالي يكتسب السطح طاقة ويحدث التدفئة .
- لذلك يعتبر الحرق ببخار الماء أكثر ايلاما من الحرق بالماء المغلي , لان بخار الماء يتكثف علي سطح اليد و يفقد طاقة تكتسبها سطح اليد وتعمل علي زيادة الم الحرق .
- يكون معدل التكثف في الجو الرطب افضل من الجو الجاف , بسبب وجود نسبة كبيرة من بخار الماء في الجو الرطب مما يساعد علي ازدياد معدل التكثيف .
- عملية التكثيف تكون أفضل في درجات الحرارة المنخفضة لان جزيئات البخار تصطدم بجزيئات السطح البطيئة ويكون الفقد في الطاقة كبير مما يساعد علي زيادة عملية التكثيف . اما في درجات الحرارة المرتفعة فان التصادم بين جزيئات الغاز يجعلها ترتد مبتعدة عن بعضها البعض وتبقي في الحالة الغازية

الضباب و السحاب :

ينشاء السحاب نتيجة حدوث تكثيف لبخار الماء علي جزيئات الغبار في طبقات الجو العليا . اما اذا حدث التكثيف في طبقات الجو السفلي يتكون الضباب .

معدلات التبخر و التكثف :

- 1- اذا كان معدل التبخر مساوي لمعدل التكثف في المادة لا يحدث تغير في درجة حرارتها .
- 2- اذا كان معدل التبخر أكبر من معدل التكثف ينخفض درجة حرارة المادة .
- 3- اذا كان معدل التكثف أكبر من معدل التبخر يرتفع درجة حرارة المادة .

تطبيقات على معدلات التبخر و التكثف :

- 1- عند وضع كوب من الماء درجة حرارته تكون مساوية لدرجة حرارة الغرفة فأن معدل التبخر و التكثف للماء في الكوب تكون متساوية ولذلك لا يحدث تغير في درجة حرارة الماء .
- 2- يفضل استخدام المنشفة داخل الحمام بعد الانتهاء من الاستحمام لان الجو داخل الحمام يكون رطب مما يعمل علي تساوي معدلات التبخر والتكثف للماء من علي سطح جسم الانسان , اما خارج الحمام يكون الجو جاف مما يساعد علي زيادة معدلات التبخر للماء من علي سطح الجسم و بالتالي تنخفض درجة حرارة الجسم و يشعر الانسان بالبرودة مما يسبب له القشعريرة .

الوحدة الثانية : المادة و الحرارة**الفصل الثاني : الحرارة و تغير الحالة****الدرس 2 - 2 : الغليان و التجمد****الغليان :**

هو تحول المادة من الحالة السائلة الي الحالة الغازية عند درجة حرارة معينة تسمى درجة الغليان .

- يحدث الغليان للجزيئات في باطن السائل . حيث يكتسب السائل حرارة وتعمل هذه الحرارة علي زيادة طاقة وضع الجزيئات دون تغير في درجة الحرارة ويحدث كسر في روابط الجزيئات لتتحول المادة من الحالة السائلة الي الحالة الصلبة .

- يحدث الغليان بمعدلات سريعة .

- يعتبر الغليان عملية تبريد حيث تكتسب الجزيئات طاقة حركية من الجزيئات المجاورة لها لتقل طاقة حركة الجزيئات المجاورة و تنخفض درجة حرارتها .

الفرق بين التبخر و الغليان :

علي الرغم من ان التبخر والغليان لهما نفس التعريف وهو انتقال المادة من الحالة السائلة الي الحالة الغازية الا ان هناك فروق كبيرة بينهما :

1- عملية التبخر عملية بطيئة بينما الغليان عملية سريعة .

2- عملية التبخر تحدث لجزيئات السائل علي السطح بينما عملية الغليان تحدث في باطن السائل (تحت سطح السائل) .

3- عملية التبخر تحدث عن اي درجة حرارة أقل من درجة الغليان بنما تحدث عملية الغليان عند درجة حرارة ثابتة هي درجة الغليان .

علاقة الضغط بدرجة الغليان :

بزيادة الضغط تزداد كثافة المادة و تتقارب الجزيئات من بعضها البعض وهذا يتطلب طاقة حرارية أكبر للغليان , لذلك تزداد درجة الغليان بزيادة الضغط .
- بخفض الضغط تقل كثافة المادة و تتباعد جزيئاتها عن بعضها البعض , لذلك تنخفض درجة الغليان بانخفاض الضغط .

تطبيقات على أثر الضغط على درجة الغليان :

1- يفضل استخدام القدور الكاتمة في طهو الطعام لأنها تعمل على زيادة الضغط داخل الاناء مما يزيد من درجة غليان الماء فيسهل طهو الطعام . لان عملية الغليان تعتبر تبريد لباقي جزيئات السائل وبالتالي عند تاخر الغليان تحتفظ المياه بطاقة حرارية أكبر لتسهل عملية الطهو .

2- يصعب طهو الطعام في اعالي الجبال بسبب انخفاض الضغط مما يعمل على خفض درجة الغليان مما يصعب من طهو الطعام , لذلك تفضل القدور الكاتمة في أعلي الجبال و المناطق المرتفعة .

التجمد :

هو تحول المادة من الحالة السائلة الي الحالة الصلبة بخفض درجة الحرارة .

- عندما يحدث التجمد فإن الجزيئات تتقارب من بعضها البعض لكي تكون الحالة الصلبة كذلك الماء عندما يتجمد فإن الجزيئات تتقارب من بعضها البعض لتكون بلورات الثلج .

لكن عند رش بعض المواد المذابة في الماء مثل السكر – الملح فإن هذه المواد تعترض الجزيئات اثناء تقاربها لتكوين بلورات الثلج مما يعمل على خفض درجة التجمد وبالتالي يصبح درجة تجمد الماء أقل من الصفر السليزي .

تطبيقات :

1- ترش الطرق المتجمدة بالملح او السكر لتخفض من درجة التجمد وبالتالي يتحول الثلج الي ماء ويفتح الطريق .

2- يضاف بعض المواد مثل الاثيلين جيلايكول الي راديتير السيارة ليعمل على خفض درجة تجمد الماء وبالتالي تظل المياه داخل الرادياتير في الحالة السائلة ولا تتحول الي الحالة الصلبة .

اثر الضغط على درجة تجمد الماء :

- بزيادة الضغط تنخفض درجة التجمد و بخفض الضغط فإن درجة التجمد تزداد .

الغليان و التجمد في نفس الوقت :

عند الضغط الجوي المنخفض فانه عندما يتبخر سائل يؤدي التبخر الي حدوث خفض في درجة حرارة السائل وبالتالي يحدث تجمد في نفس الوقت للسائل .

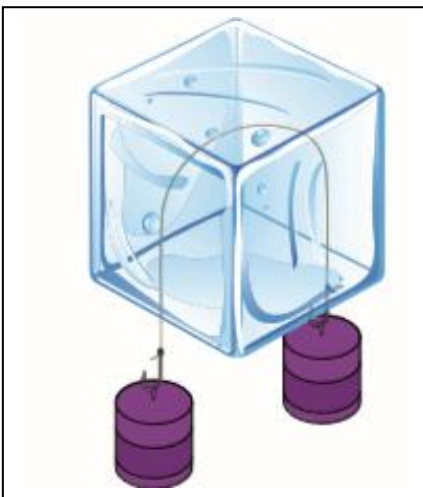
تطبيقات على الغليان والتجمد في نفس الوقت :

- 1- صناعة القهوة الجافة , عند رش قطرات من القهوة في غرفة مفرغة من الهواء فسوف تغلي الي أن تتجمد .
- 2- علي سطح القمر توجد المادة في الحالة الصلبة والحالة الغازية فقط وذلك بسبب الضغط الجوي المنخفض علي سطح القمر .

اعادة تجمد الماء :

هي ظاهرة الانصهار تحت تأثير الضغط ثم العودة الي التجمد بعد زوال (انخفاض) الضغط .

تطبيقات على ظاهرة اعادة تجمد الماء :



- 1- عند وضع حبل معلق بع ثقلين علي قطعة من الثلج فإن الحبل يزيد الضغط و يخفض درجة التجمد (الانصهار) فينصهر الثلج ويتحول الي ماء .
- بعد زوال الضغط و هبوط السلك داخل قطعة الجليد يعود الماء مرة أخرى الي التجمد .
- وبالتالي نشاهد السلك يمر في قطعة الثلج دون ان يكسرها .

- 2- عند الضغط علي قطعتي ثلج فان درجة الانصهار تنخفض وتتحول قطتي الثلج الي ماء وعند زوال الضغط يحدث اعادة تجمد وتلتصق قطعتي الثلج ببعضهما البعض .

الوحدة الثانية : المادة و الحرارة

الفصل الثاني : الحرارة و تغير الحالة

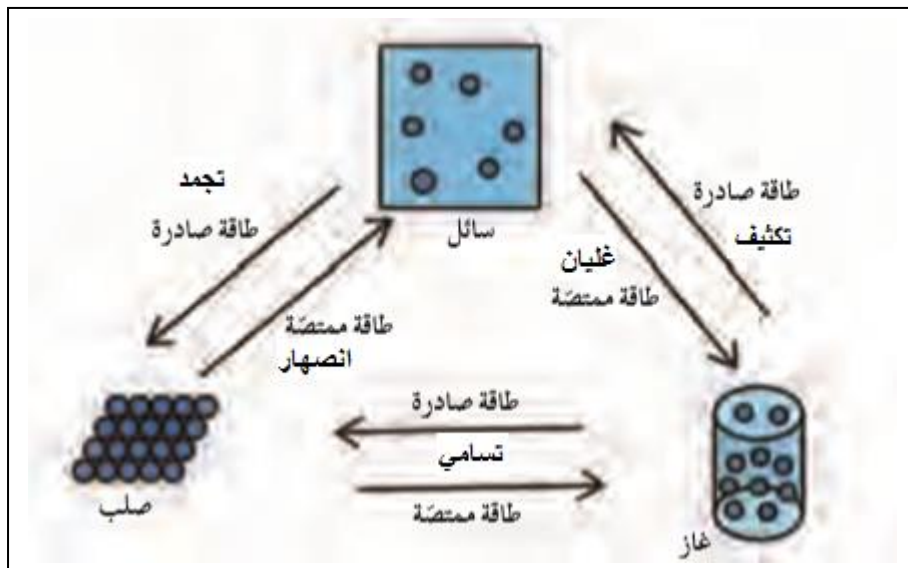
الدرس 2 - 3 : الطاقة و تغيرات الحالة

عند الانصهار :

مع أكتساب المادة لطاقة حرارية (Q) يحدث تكسير في الروابط و تتحول المادة من الحالة الصلبة الي الحالة السائلة و لا يحدث ارتفاع في درجة الحرارة لان الحرارة الممتصة تستخدم في تكسير الروابط بين الجزيئات و تحويل المادة من الحالة الصلبة الي الحالة السائلة , ولا يصاحب ذلك زيادة في طاقة حركة الجزيئات و لذلك تثبت درجة الحرارة

عند الغليان :

مع أكتساب المادة الحرارة (Q) يحدث تكسير في الروابط و تزداد طاقة وضع الجزيئات ولا يحدث تغير في طاقة حركة الجزيئات وبالتالي تتحول المادة من الحالة السائلة الي الحالة الغازية دون حدوث ارتفاع في درجة الحرارة .



حساب الحرارة :عند الانصهار :

لا يحدث تغير في درجة الحرارة عند انصهار المادة و يمكن حساب حرارة الانصهار كما يلي :

$$Q_f = m L_f$$

Q	الحرارة – حرارة الانصهار	====>	J	جول
m	الكتلة	====>	Kg	كيلو جرام
L _f	الحرارة الكامنة للانصهار	====>	J/Kg	جول/كيلوجرام

عند الغليان :

لا يحدث تغير في درجة حرارة المادة عند الغليان و يمكن حساب حرارة الغليان كما يلي :

$$Q_v = m L_v$$

Q	الحرارة – حرارة التسخين	====>	J	جول
m	الكتلة	====>	Kg	كيلو جرام
L _v	الحرارة الكامنة للتسخين	====>	J/Kg	جول/كيلوجرام

الحرارة الكامنة للانصهار : L_f

هي كمية الحرارة اللازمة التي تعطي الي وحدة الكتل من المادة الصلبة و تؤدي الي تحولها الي الحالة السائلة دون حدوث تغير في درجة حرارتها .

الحرارة الكامنة للتسخين : L_v

هي كمية الحرارة اللازمة التي تعطي الي وحدة الكتل من المادة السائلة و تؤدي الي تحولها الي الحالة الغازية دون حدوث تغير في درجة حرارتها .

س : اذكر العوامل التي يتوقف عليها الحرارة الكامنة للانصهار ؟
1- نوع المادة فقط

س : اذكر العوامل التي يتوقف عليها الحرارة الكامنة للتسخين ؟
1- نوع المادة فقط

س: ما المقصود أن الحرارة الكامنة لأنصهار الماء تساوي $3.33 \times 10^5 \text{ J/Kg}$

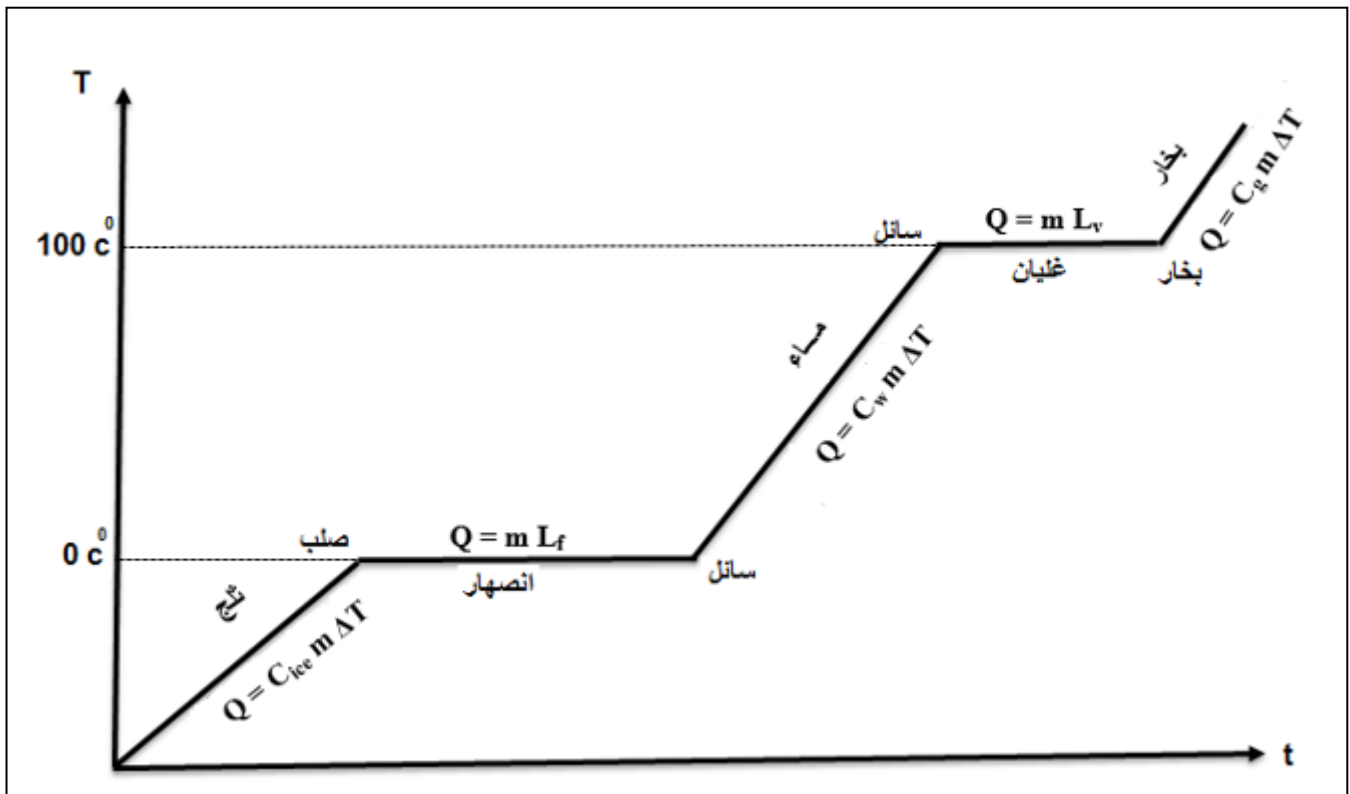
اي ان كمية الحرارة اللازمة التي تعطي الي وحدة الكتلة من المادة الصلبة و تؤدي الي تحولها الي الحالة السائلة دون حدوث تغير في درجة حرارتها تساوي $3.33 \times 10^5 \text{ J}$

س: ما المقصود أن الحرارة الكامنة للتصعيد الماء تساوي $2.25 \times 10^6 \text{ J/Kg}$

اي أن كمية الحرارة اللازمة التي تعطي الي وحدة الكتلة من المادة السائلة و تؤدي الي تحولها الي الحالة الغازية دون حدوث تغير في درجة حرارتها تساوي $2.25 \times 10^6 \text{ J}$

ملاحظة :

تكون الحرارة الكامنة لتصعيد أي مادة دائما أكبر من الحرارة الكامنة لانصهارها وذلك لان عند التصعيد يحدث كسر لجميع الروابط في المادة و ذلك لتحويلها الي الحالة الغازية مما يستلزم طاقة حرارية أكبر .

منحنى التسخين و التبريد للماء :

$C_{ice} = 2090 \text{ J/Kg}$	$C_w = 4180 \text{ J/Kg}$
$L_f = 3.33 \times 10^5 \text{ J / Kg}$	$L_v = 2.25 \times 10^6 \text{ J/Kg}$

ملاحظة :

$$\begin{aligned}
 Q_f &= m L_f \\
 Q_f &= - m L_f \\
 Q_v &= m L_v \\
 Q_v &= - m L_v
 \end{aligned}$$

- 1- عند الانصهار
- 2- عند التجمد
- 3- عند الغليان
- 4- عند التكثف

مثال - احسب كمية الحرارة اللازمة لصهر 100 g من الجليد عند 0°C

$$m = \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ Kg}$$

$$Q = m L_f = (0.1) (3.33 \times 10^5) = 3.33 \times 10^4 \text{ J}$$

2- كم جولا من الطاقة الحرارية يلزم لتحويل 200 g من الجليد في درجة 0°C إلى ماء في درجة 40°C

$$m = \frac{200}{1000} = 0.2 \text{ Kg}$$

$$Q_1 = m L_f = (0.2) (3.33 \times 10^5) = 66600 \text{ J}$$

$$Q_2 = C_w m \Delta T = (4180) (0.2) [40 - 0] = 33488 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = 66600 + 33488 = 100088 \text{ J}$$

3- احسب الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل 20 g من الجليد من درجة حرارة $4^{\circ}\text{C} -$ إلى درجة 70°C

$$m = \frac{20}{1000} = 0.02 \text{ Kg}$$

$$Q_1 = C_{ice} m \Delta T = (2090) (0.02) [0 - (-4)] = 167.2 \text{ J}$$

$$Q_2 = m L_f = (0.02) (3.33 \times 10^5) = 6660 \text{ J}$$

$$Q_3 = C_w m \Delta T = (4180) (0.02) [70 - 0] = 5852 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_T = 167.2 + 6660 + 5852 = 12679.2 \text{ J}$$

4- احسب الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل 50 gm من الجليد في درجة حرارة $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ إلى بخار ماء عند درجة حرارة $100\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$m = \frac{50}{1000} = 0.05 \text{ Kg}$$

$$Q_1 = C_{\text{ice}} m \Delta T = (2090) (0.05) [0 - (-20)] = 2090 \text{ J}$$

$$Q_2 = m L_f = (0.05) (3.33 \times 10^5) = 16650 \text{ J}$$

$$Q_3 = C_w m \Delta T = (4180) (0.05) [100 - 0] = 20900 \text{ J}$$

$$Q_4 = m L_v = (0.05) (2.25 \times 10^6) = 113000 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_T = 2090 + 16650 + 20900 + 113000$$

$$Q_T = 152640 \text{ J}$$

مثال $\frac{1}{55}$ احسب الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل قطعة 100g من الثلج درجة حرارتها $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ الي بخار ماء درجة حرارته $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$m = \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ Kg}$$

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

$$Q_2 = m L_f = (0.1) (3.33 \times 10^5) = 33300 \text{ J}$$

$$Q_3 = C_w m \Delta T = (4190) (0.1) [100 - 0] = 41900 \text{ J}$$

$$Q_4 = m L_v = (0.1) (2.25 \times 10^6) = 226000 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_T = 6270 + 33300 + 41900 + 226000$$

$$Q_T = 307470 \text{ J}$$

مثال $\frac{4}{57}$ أحسب مقدار الطاقة الحرارية المنطلقة عن تكثف 20 g من البخار درجة حرارته 100 C^0 ليبرد الي ماء عند 0 C^0 .

$$m = \frac{20}{1000} = 0.02 \text{ Kg}$$

$$Q_1 = -m L_v = - (0.02) (2.25 \times 10^6) = -45200 \text{ J}$$

$$Q_2 = C_w m \Delta T = (4180) (0.02) [0 - 100] = -8360 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = -45200 - 8360$$

$$Q_T = -53560 \text{ J}$$

مثال $\frac{5}{57}$ أحسب كمية الحرارة التي تنطلق عند تبريد 1 g من ماء درجة حرارته 100 C^0 حتي تصبح ثلجا عند 0 C^0 , ثم يستمر تبريدها حتي تصل الي الصفر المطلق

$$m = \frac{1}{1000} = 1 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

$$Q_1 = C_w m \Delta T = (4180) (1 \times 10^{-3}) [0 - 100] = -418 \text{ J}$$

$$Q_2 = -m L_f = - (1 \times 10^{-3}) (3.33 \times 10^5) = -333 \text{ J}$$

$$Q_3 = C_{ice} m \Delta T = (2090) (1 \times 10^{-3}) [0 - (-273)] = -570.57 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = - 418 - 333 - 570.57$$

$$Q_T = -1321.57 \text{ J}$$

مثال $\frac{6}{57}$ أحسب كمية الحرارة المنطلقة من 1 g من بخار ماء درجة حرارته 100 C^0 عندما يتكثف الي ماء عند نفس درجة الحرارة .

$$m = \frac{1}{1000} = 1 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

$$Q_1 = -m L_v = - (1 \times 10^{-3}) (2.25 \times 10^6) = -2260 \text{ J}$$

نلاحظ ان كمية الحرارة المنطلقة من تبريد بخار الماء أكبر بكثير من الحرارة المنطلقة من تبريد الماء

مثال : كمية الماء كتلتها 0.05 kg عند درجة حرارة 100 c أضيفت الي كتلة مجهولة من جليد درجة حرارته 20- c داخل وعاء معزول للحصول علي ماء درجة حرارته 50 c⁰ .
أحسب كتلة الجليد .

$$Q_1 = m_{ice} C_{ice} \Delta T$$

$$Q_1 = m_{ice} (2090) [0 - (-20)] = 41800 m_{ice}$$

$$Q_2 = m_{ice} L_f = 3.33 \times 10^5 m_{ice}$$

$$Q_3 = m_{ice} C_w \Delta T$$

$$Q_3 = m_{ice} (4180) [50 - 0] = 209000 m_{ice}$$

$$Q_4 = m_w C_w \Delta T$$

$$Q_4 = (0.05) (4180) [50 - 100] = -10450 J$$

$$m_w = 0.05 \text{ kg}$$

$$T_w = 100 \text{ C}^0$$

$$m_{ice} = ?$$

$$T_{ice} = -20 \text{ C}^0$$

$$T_{خليط} = 50 \text{ C}^0$$

$$\Sigma Q = 0$$

$$[41800 m_{ice}] + [m_{ice} (3.33 \times 10^5)] + [209000 m_{ice}] - 10450 = \text{zero}$$

$$m_{ice} = 0.017 \text{ kg}$$

مثال - عند خلط كتلة من الثلج مقدارها 300 gm ودرجة حرارتها 10°C - مع كتلة أخرى من بخار ماء درجة حرارتها 100°C في مسعر حراري عند الاتزان الحراري وجد أن درجة حرارة الخليط تساوي 20°C . أحسب كتلة البخار.

$$m_{\text{ice}} = \frac{300}{1000} = 0.3 \text{ Kg}$$

$$Q_1 = m_{\text{ice}} C_{\text{ice}} \Delta T$$

$$Q_1 = (0.3) (2090) [0 - (-10)] = 6270 \text{ J}$$

$$m_{\text{ice}} = 300 \text{ g}$$

$$T_{\text{ice}} = -10^{\circ}\text{C}$$

$$m_{\text{gas}} = ?$$

$$T_{\text{gas}} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{خليط}} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$Q_2 = m_{\text{ice}} L_f = (0.3) (3.33 \times 10^5) = 99900 \text{ J}$$

$$Q_3 = m_{\text{ice}} C_w \Delta T$$

$$Q_3 = (0.3) (4180) [20 - 0] = 25080 \text{ J}$$

$$Q_4 = - m_{\text{gas}} L_v = - m_{\text{gas}} 2.25 \times 10^6$$

$$Q_5 = m_{\text{gas}} C_{\text{water}} \Delta T$$

$$Q_5 = m_{\text{gas}} (4180) [20 - 100] = -334400 m_{\text{gas}}$$

$$\Sigma Q = 0$$

$$6270 + 99900 + 25080 - [m_{\text{gas}} 2.25 \times 10^6] - [334400 m_{\text{gas}}] = \text{zero}$$

$$m_{\text{gas}} = 0.05 \text{ kg}$$

مثال $\frac{7}{57}$ أحسب كمية البخار عند درجة حرارة $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ الذي يجب أن يضاف اليه 150 g من الثلج عند درجة $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ داخل وعاء معزول للحصول على ماء درجة حرارته $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$m_{\text{ice}} = \frac{150}{1000} = 0.15\text{ Kg}$$

$$Q_1 = m_{\text{ice}} L_f = (0.15) (3.33 \times 10^5) = 49950\text{ J}$$

$$Q_2 = m_{\text{ice}} C_w \Delta T$$

$$Q_2 = (0.15) (4180) [50 - 0] = 31350\text{ J}$$

$$Q_3 = - m_{\text{gas}} L_v = - m_{\text{gas}} 2.25 \times 10^6$$

$$Q_4 = m_{\text{gas}} C_{\text{water}} \Delta T$$

$$Q_4 = m_{\text{gas}} (4180) [50 - 100] = -209000 m_{\text{gas}}$$

$$\Sigma Q = 0$$

$$49950 + 31350 - [m_{\text{gas}} 2.25 \times 10^6] - [209000 m_{\text{gas}}] = \text{zero}$$

$$m_{\text{gas}} = 0.033\text{ kg}$$

$$m_{\text{gas}} = ?$$

$$T_{\text{gas}} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_{\text{ice}} = 150\text{ g}$$

$$T_{\text{ice}} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{خليط}} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

مثال - اضيفت قطعة من الجليد كتلتها 500 g ودرجة حرارتها 0°C الي مسعر حراري مهمل السعة الحرارية النوعية . يحتوي علي 100 g من بخار ماء عند درجة 100°C . أحسب درجة الحرارة النهائية للنظام عندما يصل الي الاتزان الحراري .

$$m_{\text{ice}} = \frac{500}{1000} = 0.5 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{gas}} = \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{ice}} &= 500 \text{ g} \\ T_{\text{ice}} &= -70^{\circ}\text{C} \\ m_{\text{gas}} &= 100 \text{ g} \\ T_{\text{gas}} &= 100^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{خليط}} &= ? \end{aligned}$$

$$Q_1 = m_{\text{ice}} L_f = (0.5) (3.33 \times 10^5) = 166500 \text{ J}$$

$$Q_2 = m_{\text{ice}} C_w \Delta T$$

$$Q_2 = (0.5) (4180) [T_f - 0] = 2090T_f$$

$$Q_3 = - m_{\text{gas}} L_v = - (0.1) (2.25 \times 10^6) = -225000 \text{ J}$$

$$Q_4 = m_{\text{gas}} C_w \Delta T$$

$$Q_4 = (0.1) (4180) [T_f - 100] = 418[T_f - 100]$$

$$\sum Q = \text{zero}$$

$$166500 + 2090T_f - 225000 + 418[T_f - 100] = \text{zero}$$

$$T_f = 40^{\circ}\text{C}$$

مثال $\frac{2}{56}$ أضيفت قطعة جليد كتلتها 20 g و درجة حرارتها -20 C^0 الي مسعر حراري مهمل الحرارة النوعية , يحتوي علي 300 g من ماء درجة حرارته 70 C^0 أحسب درجة الحرارة النهائية للنظام بعد أن يصبح في حالة اتزان حراري .

$$m_{\text{ice}} = \frac{20}{1000} = 0.02 \text{ Kg}$$

$$m_w = \frac{300}{1000} = 0.3 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{ice}} &= 20 \text{ g} \\ T_{\text{ice}} &= -20\text{ C}^0 \\ m_w &= 300 \text{ g} \\ T_w &= 70\text{ C}^0 \\ T_{\text{خليط}} &= ? \end{aligned}$$

$$Q_1 = m_{\text{ice}} C_{\text{ice}} \Delta T$$

$$Q_1 = (0.02) (2090) [0 - (-20)] = 836 \text{ J}$$

$$Q_2 = m_{\text{ice}} L_f = (0.02) (3.33 \times 10^5) = 6660 \text{ J}$$

$$Q_3 = m_{\text{ice}} C_w \Delta T$$

$$Q_3 = (0.02) (4180) [T_f - 0] = 83.6 T_f$$

$$Q_4 = m_w C_w \Delta T$$

$$Q_4 = (0.3) (4180) [T_f - 70] = 1254 [T_f - 70]$$

$$\Sigma Q = \text{zero}$$

$$836 + 6660 + 83.6 T_f + 1254 [T_f - 70] = \text{zero}$$

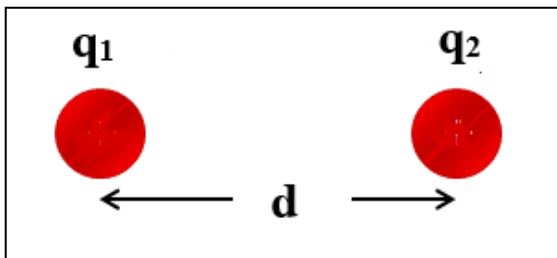
$$T_f = 60\text{ C}^0$$

الوحدة الثالثة : الكهرباء و المغناطيسية

الفصل الأول : الكهرباء

الدرس 1 - 1 : المجالات الكهربائية و
خطوط المجالات الكهربائيةقانون كولوم :

القوة الكهربائية بين شحنتين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين و عكسيا مع مربع المسافة بينهم .



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

F	القوة الكهربائية	====>	N	نيوتن
K	ثابت كولوم	====>	NM ² /C ²	نيوتن متر ² /كولوم ²
q ₁ , q ₂	مقدار الشحنتين	====>	C	كولوم
d	المسافة بين الشحنتين	====>	M	متر

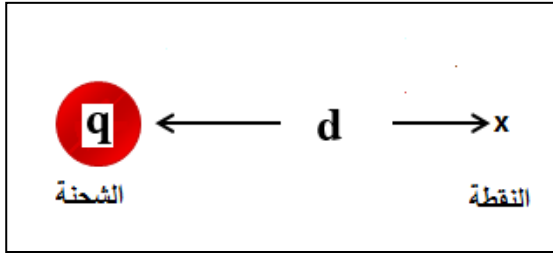
- الشحنات المتشابهة تتنافر و الشحنات المختلفة تتجاذب .

المجال الكهربى :

هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية و يظهر فيه اثار القوة الكهربائية .

شدة المجال الكهربى E :

هو مقدار القوة المؤثرة علي شحنة اختبار مقدارها $+1C$ (وحدة الشحنات الكهربائية الموجبة) الموضوعة عند تلك النقطة .



$$E = K \frac{q}{d^2}$$

E	شدة المجال الكهربى	====>	N/C	نيوتن/كولوم
K	ثابت كولوم	====>	NM ² /C ²	نيوتن متر ² /كولوم ²
q	مقدار الشحنة	====>	C	كولوم
d	المسافة بين الشحنة والنقطة	====>	M	متر

س: أذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار شدة المجال الكهربى عند نقطة ؟

1- نوع الوسط

2- مقدار الشحنة

3- المسافة بين الشحنة و النقطة

س : ما المقصود أن شدة المجال الكهربى عند نقطة $= 2 \times 10^4 \text{ N/C}$.

أي أن مقدار القوة المؤثرة علي وحدة الشحنات الكهربائية الموضوعة عند تلك النقطة $= 2 \times 10^4 \text{ N}$.

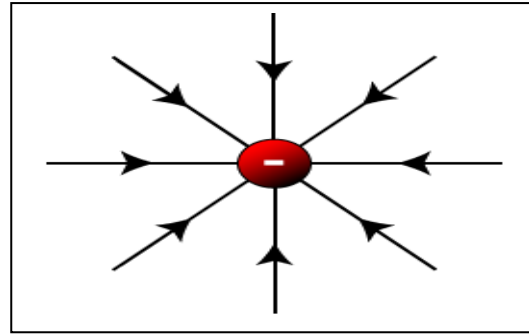
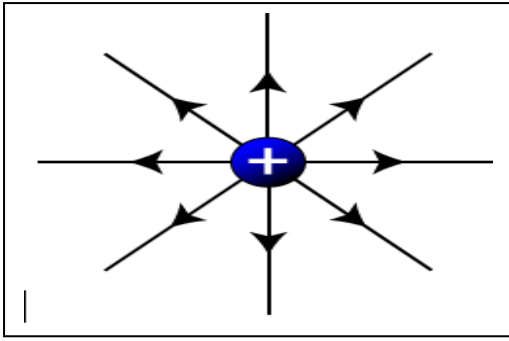
- اذا وضعنا عند النقطة بدل شحنة الاختبار $+1C$ شحنة اخرى مقدارها q يمكن حساب القوة المؤثرة علي هذه الشحنة كما يلي :

$$F = E q$$

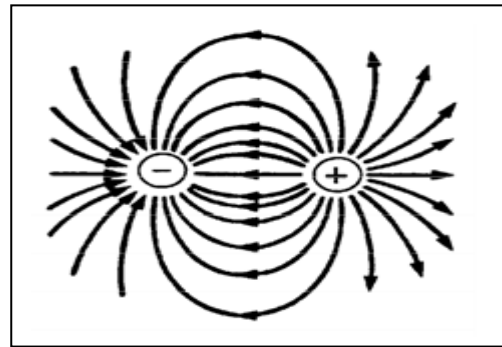
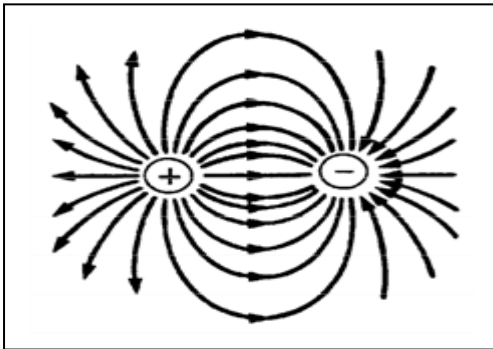
E	شدة المجال الكهربى عند النقطة	====>	N/C	نيوتن/كولوم
q	مقدار الشحنة الموضوعة	====>	C	كولوم

تخطيط المجال الكهربى : 1 - مجال كهربى غير منتظم :

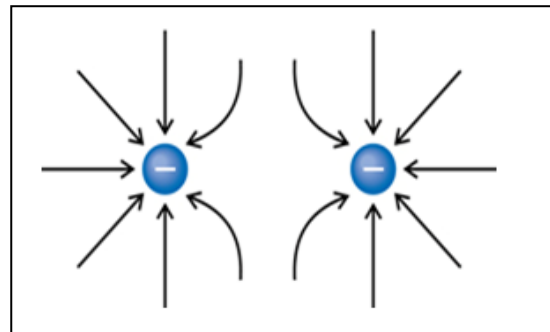
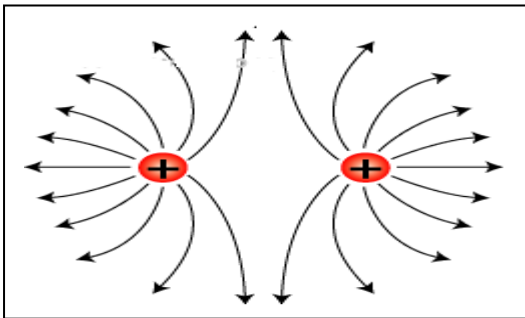
أ- المجال الكهربى حول شحنة مفردة :



ب- المجال الكهربى حول شحنتين مختلفتين :

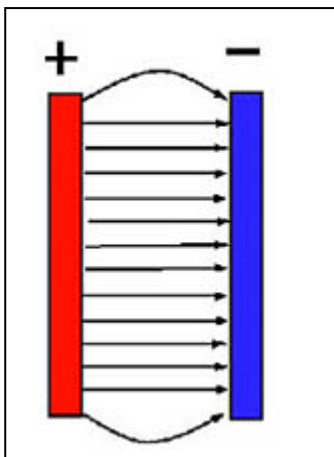


ج- المجال الكهربى حول شحنتين متشابهتين :



2- المجال الكهربى المنتظم :

1- المكثف الكهربى :



ملاحظات حول خطوط المجال الكهربى :

- 1- خطوط المجال الكهربى خطوط وهمية لا وجود لها فى الطبيعة .
- 2- خطوط المجال الكهربى تخرج من الشحنة الموجبة و تدخل الى الشحنة السالبة .
- 3- خطوط المجال الكهربى لا تتقاطع .
- 4- ينقسم المجال الكهربى الى نوعان اساسيان :

المجال الكهربى غير المنتظم

هو المجال متغير الشدة أو الاتجاه أو كليهما

مثال :

- 1- المجال الكهربى حول شحنة مفردة
- 2- المجال الكهربى حول شحنتين مختلفتين .
- 3- المجال الكهربى حول شحنتين مختلفتين

المجال الكهربى المنتظم

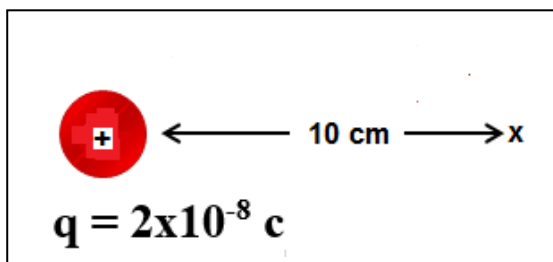
هو المجال ثابت الشدة و الاتجاه عند جميع نقاطه

مثال :

- 1- المجال الكهربى بين لوحى مكثف كهربى

- المجال الكهربى المنتظم تكون خطوطه متوازية و مستقيمة و على بعد مسافات متساوية من بعضها البعض .

مثال : أحسب شدة المجال الكهربى عند النقطة الموضحة بالرسم :



$$E = K \frac{q}{d^2}$$

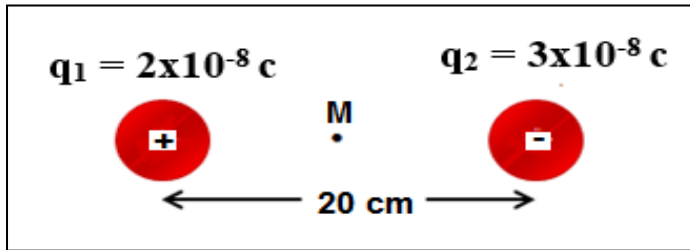
$$E = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-8}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^3 \text{ N/C}$$

يمين - شرقا

ب - اذا وضعنا عند هذه النقطة شحنة مقدارها $+2\mu\text{C}$, أحسب القوة المؤثرة على هذه الشحنة

$$F = E q = (18 \times 10^3) (2 \times 10^{-6}) = 0.036 \text{ N}$$

القوة نفس اتجاه المجال



مثال : أحسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة M التي تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين .

$$E_{M1} = K \frac{q_1}{d_{M1}^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-8}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^3 \text{ N/C} \quad \text{شرقا}$$

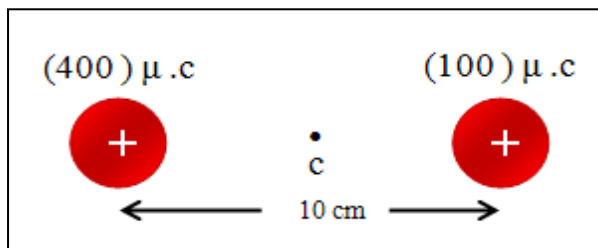
$$E_{M2} = K \frac{q_2}{d_{M2}^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-8}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 27 \times 10^3 \text{ N/C} \quad \text{شرقا}$$

$$E_M = E_{M1} + E_{M2} = 18 \times 10^3 + 27 \times 10^3 = 45 \times 10^3 \text{ N/C}$$

يمين - شرقا

ب- أحسب القوة المؤثرة علي شحنة مقدارها $2 \mu\text{C}$ موضوعة عند النقطة M .

$$F = E q = (45 \times 10^3) (2 \times 10^{-6}) = 0.09 \text{ N} \quad \text{القوة نفس اتجاه المجال}$$



من الشكل المقابل احسب :

1- شدة المجال الكهربائي عند نقطة C في منتصف المسافة بينهما :

$$E_{C1} = K \frac{q_1}{d_{C1}^2} = 9 \times 10^9 \frac{400 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} = 1.44 \times 10^9 \text{ N/C} \quad \text{شرقا}$$

$$E_{C2} = K \frac{q_2}{d_{C2}^2} = 9 \times 10^9 \frac{100 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} = 0.36 \times 10^9 \text{ N/C} \quad \text{غربا}$$

$$E_C = E_{C1} - E_{C2} = 1.44 \times 10^9 - 0.36 \times 10^9 = 1.08 \times 10^9 \text{ N/C} \quad \text{شرقا}$$

2- القوة المؤثرة علي جسيم شحنته $2 \mu\text{C}$ (-) موضوع عند النقطة C :

$$F = E q = (1.08 \times 10^9) (2 \times 10^{-6}) = 2160 \text{ N} \quad \text{القوة عكس اتجاه المجال}$$

حالات خاصة :

1- إذا كان المتجهين في نفس الاتجاه . $\theta = \text{ZERO}$

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

والاتجاه نفس اتجاه المتجهين

2- إذا كان المتجهان متعاكسان $\theta = 180^0$

$$\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$$

والاتجاه نفس اتجاه المتجه الأكبر .

3- إذا كان المتجهان متعامدان $\theta = 90^0$

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$\tan \alpha = \frac{B}{A}$$

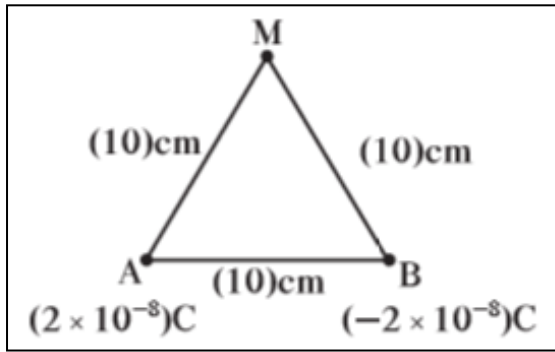
4- إذا كان $\theta = 120^0$, $\vec{A} = \vec{B}$

$$\text{يكون } \vec{A} = \vec{B} = \vec{R} , \alpha = 60^0$$

5- الحالة العامة :

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta} \quad \text{المقدار}$$

$$\tan \alpha = \frac{B}{A} \quad \text{الاتجاه}$$



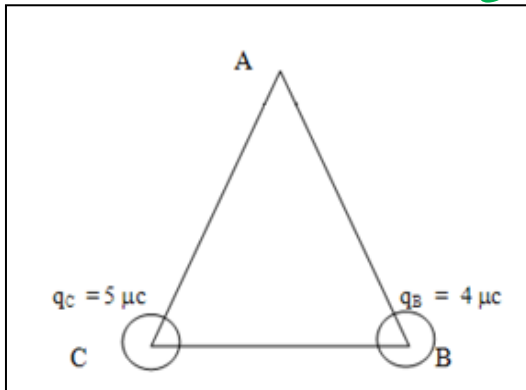
مثال $\frac{2}{99}$ شحنتان كهربائيتان موضوعتان عند
النقطتين A , B كما بالشكل , أحسب شدة
المجال الناتج عن الشحنتين عند النقطة M

$$E_{MA} = K \frac{q_A}{d_{MA}^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-8}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_{MB} = K \frac{q_B}{d_{MB}^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-8}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_M = E_{MA} = E_{MB} = 18 \times 10^3 \text{ N/C}$$

مثال : المثلث ABC متساوي الأضلاع طول كل ضلع 8 cm
أ- احسب مقدار واتجاه شدة المجال الكلية المؤثرة على النقطة A

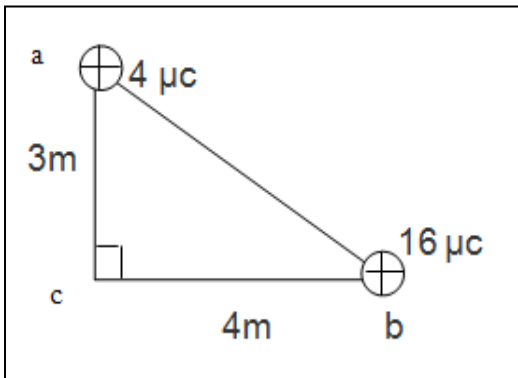


ب- القوة المؤثرة على جسيم شحنته $\mu \cdot (-2)$ موضوع عند النقطة A

4- مثلث abc قائم الزاوية عند النقطة c وضع عند رأسيه (a, b) شحنتان كهربائيتان نقطيتان مقدار كل منهما على الترتيب μC (4 , 16) كما في الشكل فإذا علمت أن $bc = 4\text{m}$ ، $ac = 3\text{m}$

احسب ما يلي :

1- شدة المجال الكهربائي الكلية عند النقطة C



$$E_{ca} = K \frac{q_a}{d_{ca}^2} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6}}{(3)^2} = 4000 \text{ N/C}$$

$$E_{cb} = K \frac{q_b}{d_{cb}^2} = 9 \times 10^9 \frac{16 \times 10^{-6}}{(4)^2} = 9000 \text{ N/C}$$

$$E_c = \sqrt{E_{ca}^2 + E_{cb}^2} = \sqrt{(4000)^2 + (9000)^2} = 9848.8 \text{ N/C}$$

$$\tan \alpha = \frac{B}{A} = \frac{9000}{4000} = 2.25$$

$$\alpha = 66^\circ$$

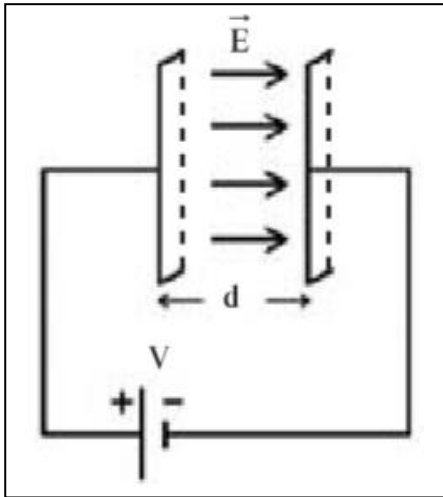
2- القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة مقدارها $(-2 \mu\text{C})$ يوضع عند النقطة C.

$$F = E q$$

$$F = (9848.8) (2 \times 10^{-6}) = 0.019 \text{ N}$$

القوة عكس اتجاه المجال

حساب شدة المجال الكهربى المنتظم :



المجال الكهربى المنتظم يتولد بين لوحى مكثف كهربى , و يكون مقداره و اتجاه ثابت .
- يمكن حساب شدة المجال الكهربى المنتظم عند اى نقطة من نقاطه بالعلاقة التالية :

$$E = \frac{V}{d}$$

E	شدة المجال الكهربى	====>	V/M	فولت / متر
V	فرق الجهد بين لوحى المكثف	====>	V	فولت
d	المسافة بين لوحى المكثف	====>	M	متر

- هناك وحدتان لقياس شدة المجال الكهربى و هما V/M , N/C .

مثال $\frac{3}{101}$ لوحان معدنيان يبعدان عن بعضهما 5 cm يتصلان بمنبع كهربائى فرق جهده 10 V , أحسب شدة المجال الكهربائى بين اللوحين , وحدد عناصره

$$E = \frac{V}{d} = \frac{10}{5 \times 10^{-2}} = 200 \text{ V/M}$$

عناصر المتجه : 1- مقدار 2- اتجاه

d = 5 cm
V = 10 v
E = ?

مثال : إذا كانت المسافة بين لوحى مكثف هوائى مشحون 2 cm وشدة المجال الكهربى بين لوحيه 10^3 V/M .

أ- احسب فرق الجهد بين لوحى المكثف

$$E = \frac{V}{d} \implies V = E d$$

$$V = (10^3) (5 \times 10^{-2}) = 50 \text{ v}$$

V = ?
d = 5 cm
E = 10^3 V/M

ب- إذا وضع إلكترون فى منتصف المسافة بين لوحى المكثف أحس القوة المؤثرة عليه .

$$F = E q$$

$$F = (10^3) (1.6 \times 10^{-19}) = 1.6 \times 10^{-16} \text{ N}$$

القوة عكس اتجاه المجال

الوحدة الثالثة : الكهرباء و المغناطيسية

الفصل الأول : الكهرباء

الدرس 1 - 2 : المكثفات

المكثف الكهربى :

عبارة عن لوحان متقابلان متوازيان و متساويان في المساحة بينهما مادة عازلة .

- يستخدم المكثف في تخزين الطاقة الكهربائية , و يستخدم في صناعة التلفاز و الراديو في موالفة المحطات , وفي الكاميرات في صناعة فلاش الكاميرات .

السعة الكهربائية للمكثف :

هي النسبة الثابتة بين شحنة المكثف الي الجهد المبذول في شحنه .

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

C	سعة المكثف	====>	F	فاراد
q	مقدار الشحنة	====>	C	كولوم
V	جهد المكثف	====>	V	فولت

ملاحظات :

- 1- زيادة الشحنة علي سطح المكثف لا تزيد من سعة المكثف , لان زيادة الشحنة علي سطح المكثف يقابلها زيادة في جهد المكثف بنفس النسبة و تظل سعة المكثف ثابتة .
- 2- لا تتوقف سعة المكثف علي شحنته أو جهده .
- 3- تتوقف سعة المكثف علي ابعاده الهندسية .

حساب السعة الكهربائية للمكثف :

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

C	سعة المكثف	====>	F	فاراد
ϵ_0	معامل النفاذية الكهربائية	====>	$8.85 \times 10^{-12} \text{F/M}$	فاراد/متر
ϵ_r	ثابت العازلية الكهربائية	====>		ليس له وحدة
A	مساحة احدي لوحي المكثف	====>	M^2	متر ²
d	المسافة بين اللوحين	====>	M	متر

ملاحظات :

- 1- اذا كان بين لوحي المكثف هواء يسمى المكثف هوائي , و تكون $\epsilon_r = 1$
- 2- اذا وضع بين لوحي المكثف مادة عازلة تتغير مقدار سعة المكثف

مثلا عند وضع مادة الميكا يسمى مكثف ميكا , وعندها تختلف قيمة ثابت العازلية الكهربائية ϵ_r من مادة لاخري .

س : أذكر العوامل التي يتوقف عليها السعة الكهربائية للمكثف ؟

- 1- المساحة المشتركة للوحين
- 2- المسافة بين اللوحين
- 3- نوع الوسط العازل

- يمكن حساب سعة المكثف الهوائي باستخدام القانون التالي :

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

C	سعة المكثف	====>	F	فاراد
ϵ_0	معامل النفاذية الكهربائية	====>	$8.85 \times 10^{-12} \text{F/M}$	فاراد/متر
A	مساحة احدي لوحي المكثف	====>	M^2	متر ²
d	المسافة بين اللوحين	====>	M	متر

- يمكن حساب سعة المكثف و المادة العازلة بين لوحيه بدلاله سعة المكثف الهوائي كما يلي :

$$C = \epsilon_r C_0 \text{ مادة عازلة}$$

C	سعة المكثف و المادة بين لوحيه	====>	F	فاراد
C ₀	سعة المكثف الهوائي	====>	F	فاراد
ε _r	ثابت العازلية الكهربائية	====>		ليس له وحدة

و بالتالي للحصول علي مكثف ذو سعة كهربية كبيرة :

- 1- زيادة المساحة المشتركة للوحين
- 2- تقليل المسافة بين اللوحين
- 3- وضع مادة عازلة بين لوحي المكثف ثابت عازليتها كبير

مثال $\frac{1}{106}$ مكثف كهربائي مصنوع من لوحين معدنين مساحتهما المشتركة 20cm^2 و المسافة الفاصلة بين لوحيهما 1 mm و $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ أحسب :

- 1- السعة الكهربائية للمكثف اذا كان الهواء هو الوسط العازل بين اللوحين
- 2- سعة المكثف اذا ملئ الحيز بين اللوحين بالميكاف $\epsilon_r = 5.4$

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C_0 = (8.85 \times 10^{-12}) \frac{20 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 17.7 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$A = 20 \text{ cm}^2$$

$$d = 1 \text{ mm}$$

$$C = ?$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/M}$$

$$\epsilon_r = 5.4$$

$$C = ?$$

$$C = C_0 \epsilon_r$$

$$C = (17.7 \times 10^{-12}) (5.4) = 95.58 \times 10^{-12} \text{ F}$$

مثال: مكثف هوائي مستو المساحة المشتركة لكل من لوحيه (100 cm^2) والمسافة بينهما 1 mm . أكتسب جهدا مقداره $V(200)$ إذا كان $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ احسب :

1- سعة المكثف

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} = (8.85 \times 10^{-12}) \frac{100 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 8.85 \times 10^{-11} \text{ F}$$

2- شحنة المكثف

$$q = C V = (8.85 \times 10^{-11}) (200) = 1.77 \times 10^{-8} \text{ C}$$

3- شدة المجال الكهربائي (E) بين لوحيه

$$E = \frac{V}{d} = \frac{200}{1 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^5 \text{ V/M}$$

2- مكثف هوائي مستو كل من لوحيه على هيئة مستطيل طوله 10 cm عرضه 8 cm والبعد بين اللوحين 0.1 mm إذا علمت أن $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ وأن اللوحين متصلان بقطبي بطارية فرق الجهد بينهما $V(10)$. احسب :

1 - سعة للمكثف .

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} = (8.85 \times 10^{-12}) \frac{80 \times 10^{-4}}{0.1 \times 10^{-3}} = 7.08 \times 10^{-10} \text{ F}$$

2 - شحنة للمكثف .

$$q = C V = (7.08 \times 10^{-10}) (10) = 7.08 \times 10^{-9} \text{ C}$$

3 - طاقة المكثف

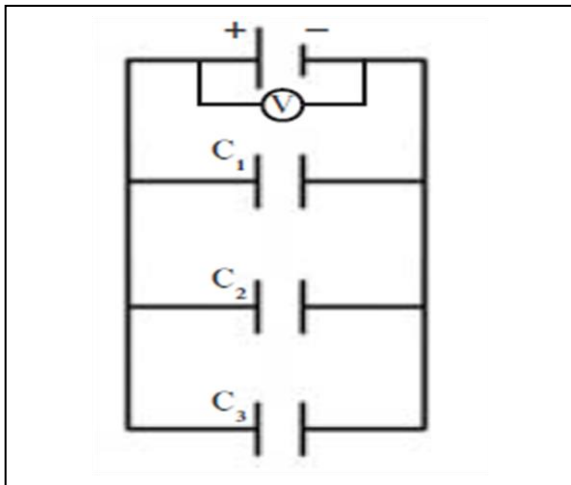
$$U = \frac{1}{2} q V = \frac{1}{2} (7.08 \times 10^{-9}) (10) = 3.54 \times 10^{-8} \text{ J}$$

4- احسب سعة المكثف إذا مليء الحيز بين لوحى المكثف بمادة عازلة $\epsilon_r = 6$.

$$C = C_0 \epsilon_r = (7.08 \times 10^{-10}) (6) = 4.2 \times 10^{-9} \text{ F}$$

توصيل المكثفات :

على التوازي



$$V = \text{ثابت}$$

استنتج قانون لحساب السعة المكافئة ؟

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

$$q = C V$$

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

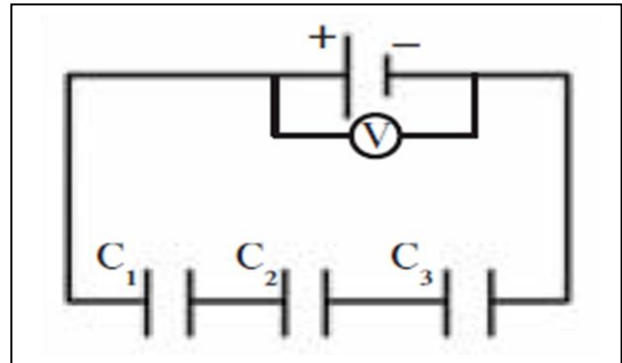
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

خواص التوصيل على التوازي :

- 1- السعة المكافئة أكبر من أكبر سعة
- 2- كمية الشحنة تتوزع على المكثفات بصورة طردية مع سعاتها
- 3- الجهد الكهربائي ثابت للمكثفات
- 4- إذا تساوت السعات فإن :

$$C_{eq} = N \text{ ادهم } C_{\text{ادهم}}$$

على التوالي



$$q = \text{ثابت}$$

استنتج قانون لحساب السعة المكافئة ؟

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

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

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

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

خواص التوصيل على التوالي :

- 1- السعة المكافئة اصغر من اصغر سعة
- 2- كمية الشحنة ثابتة للمكثفات .
- 3- الجهد يتوزع على المكثفات بصورة عكسية مع سعاتها
- 4- إذا تساوت السعات فإن :

$$C_{eq} = \frac{C_{\text{ادهم}}}{N \text{ عددهم}}$$

مثال : ثلاث مكثفات سعتهم علي الترتيب $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 2\mu F$, $C_3 = 3\mu F$ وصلت علي التوالي مع مصدر جهد مقداره 120 V , أحسب
1- السعة المكافئة للمكثفات .

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

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{11}{6} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = \frac{6}{11} = 0.54\ \mu F = 0.54 \times 10^{-6}\text{ F}$$

2- شحنة كل مكثف .

$$q_{eq} = C_{eq} V_{eq} = [0.54 \times 10^{-6}] [120] = 6.48 \times 10^{-5}\text{ C}$$

$$q_{eq} = q_1 = q_2 = q_3 = 6.48 \times 10^{-5}\text{ C}$$

3- فرق الجهد بين طرفي كل مكثف .

$$V_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{6.48 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-6}} = 64.8\text{ V}$$

$$V_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{6.48 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-6}} = 32.4\text{ V}$$

$$V_3 = \frac{q}{C_3} = \frac{6.48 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-6}} = 21.6\text{ V}$$

مثال : ثلاث مكثفات سعتهم علي الترتيب $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 2\mu F$, $C_3 = 3\mu F$ وصلت علي التوازي مع مصدر جهد مقداره 120 V , أحسب
1- السعة المكافئة للمكثفات .

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

$$C_{eq} = 1 + 2 + 3 = 6\ \mu F = 6 \times 10^{-6}\text{ F}$$

2- فرق الجهد بين طرفي كل مكثف .

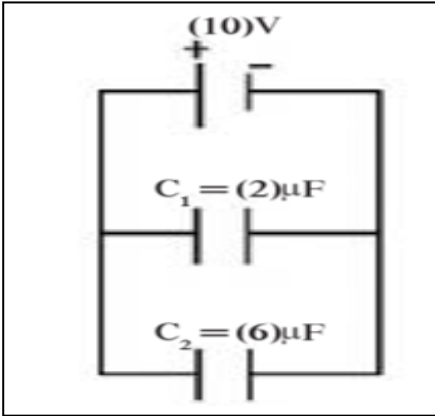
$$V_1 = V_2 = V_3 = V_{eq} = 120\text{ V}$$

3- شحنة كل مكثف .

$$q_1 = C_1 V = (1 \times 10^{-6}) (120) = 120 \times 10^{-6}\text{ C}$$

$$q_2 = C_2 V = (2 \times 10^{-6}) (120) = 240 \times 10^{-6}\text{ C}$$

$$q_3 = C_3 V = (3 \times 10^{-6}) (120) = 360 \times 10^{-6}\text{ C}$$



مثال $\frac{2}{108}$ وصل مكثفان سعتهما $6 \mu F$, $2 \mu F$ علي التوازي بمصدر جهد فرق جهده $10 V$ أحسب :
 1- السعة المكافئة للمكثفين
 2- شحنة كل مكثف .

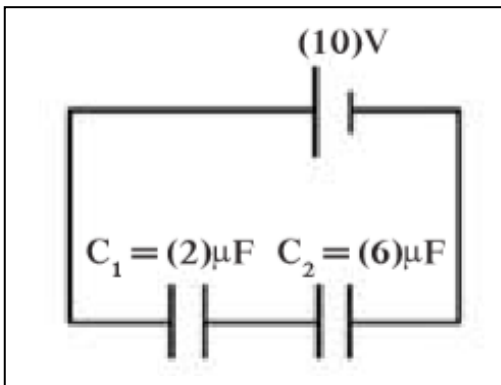
$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$C_{eq} = 2 + 6 = 8 \mu F = 8 \times 10^{-6} F$$

$$q_1 = C_1 V = (2 \times 10^{-6}) (10) = 20 \times 10^{-6} C$$

$$q_2 = C_2 V = (6 \times 10^{-6}) (10) = 60 \times 10^{-6} C$$

مثال $\frac{3}{109}$ وصل مكثفان سعتهما $6 \mu F$, $2 \mu F$ علي التوالي بمصدر جهد فرق



جهد $10 V$ أحسب :
 1- السعة المكافئة للمكثفين
 2- شحنة كل مكثف .

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

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{4}{6} \implies C_{eq} = \frac{6}{4} = 1.5 \mu F = 1.5 \times 10^{-6} F$$

$$q_{eq} = C_{eq} V_{eq} = [1.5 \times 10^{-6}] [10] = 15 \times 10^{-6} C$$

$$q_{eq} = q_1 = q_2 = q_3 = 15 \times 10^{-6} C$$

الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف :

يخزن المكثف طاقة كهربائية بين لوحيه , ويمكن حساب هذه الطاقة لمكثف مفرد باستخدام العلاقة التالية :

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

U	الطاقة المخزنة في المكثف	====>	J	جول
q	مقدار الشحنة	====>	C	كولوم
v	جهد المكثف	====>	V	فولت

و بالتالي بزيادة شحنة المكثف يزداد جهد المكثف و تزداد الطاقة المخزنة في المكثف .

اما بالنسبة للمكثفات عندما تتصل على التوالي او التوازي يمكن حساب الطاقة المخزنة باستخدام العلاقات التالية :

مكثفات متصلة على التوازي

$$U_1 = \frac{1}{2} C V^2$$

وحيث أن الجهد الكهربائي ثابت بين طرفي المكثفات نلاحظ أن :

$$U \propto C$$

وبالتالي :
المكثف الأكبر سعة يخزن طاقة أكبر

مكثفات متصلة على التوالي

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

وحيث ان كمية الشحنة تكون ثابتة على المكثفات نلاحظ أن :

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

وبالتالي :
المكثف الأكبر سعة يخزن طاقة أقل

مثال : مكثفان هوائيان (B ، A) سعيتهما على الترتيب هما $(20 ، 5) \mu F$ موصلين على التوالي مع بطارية جهدها (V) . إذا علمت أن شحنة المكثف $q_A = 100 \mu C$ احسب

1- السعة الكهربائية للمكثفين

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{5} = \frac{1}{4} \quad \Rightarrow C_{eq} = 4 \mu F = 4 \times 10^{-6} F$$

2- جهد البطارية (V)

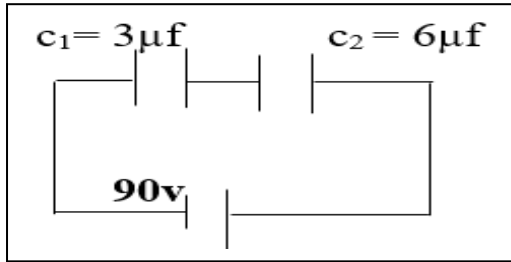
$$q_A = q_B = q_{eq} = 100 \times 10^{-6} C$$

$$V_{eq} = \frac{q}{C_{eq}} = \frac{100 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-6}} = 25 V$$

3- الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفين معا .

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{(100 \times 10^{-6})^2}{4 \times 10^{-6}} = 1.25 \times 10^{-3} J$$

مثال: مكثفان كهربائيان سعتهما $(c_1 = 3 \mu f , c_2 = 6 \mu f)$ وصلا مع بطارية تولد فرقاً في الجهد مقداره (90 v) كما في الشكل . احسب ما يلي



1- السعة المكافئة للمكثفين .

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

$$C_{eq} = 2 \mu F = 2 \times 10^{-6} F$$

2- شحنة كل مكثف

$$q_{eq} = C_{eq} V_{eq} = (2 \times 10^{-6}) (90) = 180 \times 10^{-6} C$$

3- فرق الجهد بين لوحين كل مكثف .

$$V_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{180 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = 60 V$$

$$V_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{180 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-6}} = 30 V$$

4- مقدار الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفين.

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_1} = \frac{1}{2} \frac{(180 \times 10^{-6})^2}{3 \times 10^{-6}} = 5.4 \times 10^{-3} J$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_2} = \frac{1}{2} \frac{(180 \times 10^{-6})^2}{6 \times 10^{-6}} = 2.7 \times 10^{-3} J$$

مثال : مكثفان هوائيان سعتهما على الترتيب $6\mu\text{F}$ ، $3\mu\text{F}$ وصلا على التوازي مع بطارية تولد فرقا في الجهد مقداره 90V . احسب :

1- السعة الكهربائية المكافئة لهما .

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

$$C_{eq} = 3 + 6 = 9 \mu\text{F} = 9 \times 10^{-6} \text{ F}$$

2- شحنة كل مكثف .

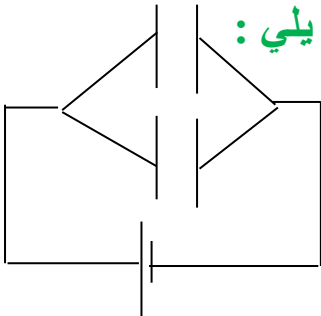
$$q_1 = C_1 V = (3 \times 10^{-6}) (90) = 2.7 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$q_2 = C_2 V = (6 \times 10^{-6}) (90) = 5.4 \times 10^{-4} \text{ C}$$

3- مقدار الطاقة الكهربائية المخزنة في لوحى المكثف الاول

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2 = \frac{1}{2} (3 \times 10^{-6}) (90)^2 = 0.012 \text{ J}$$

مثال : مكثفان هوائيان a,b سعتهما $C_a = 6\mu\text{f}$, $C_b = 4 \mu\text{f}$ وصلا على التوازي مع قطبي بطارية فرق الجهد بينهما 100v) كما في الشكل احسب كل مما يلي :



1- السعة المكافئة للمكثفين.

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

$$C_{eq} = 6 + 4 = 10 \mu\text{F} = 10 \times 10^{-6} \text{ F}$$

2- مقدار شحنة كل مكثف .

$$q_1 = C_1 V = (6 \times 10^{-6}) (100) = 6 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$q_2 = C_2 V = (4 \times 10^{-6}) (100) = 4 \times 10^{-4} \text{ C}$$

3- الطاقة المخزنة في كل مكثف .

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2 = \frac{1}{2} (6 \times 10^{-6}) (100)^2 = 0.03 \text{ J}$$

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 V^2 = \frac{1}{2} (4 \times 10^{-6}) (100)^2 = 0.02 \text{ J}$$

الوحدة الثالثة : الكهرباء و المغناطيسية

الفصل الثاني : المغناطيسية

الدرس 2 - 2 : التيارات الكهربائية و المجالات المغناطيسية

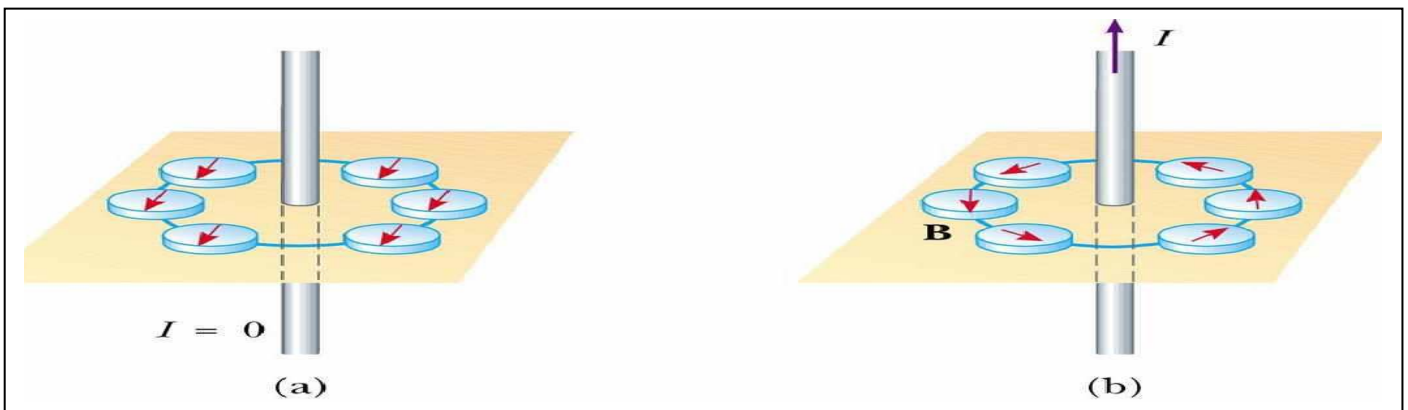
العلاقة بين الكهرباء و المغناطيسية :

بدأ اهتمام العلماء في دراسة العلاقة بين الكهرباء و المغناطيسية , فلاحظوا عدم وجود أي تأثير بين شحنة كهربية ساكنة و مجال مغناطيسي , ولكن في أحدي التجارب لاحظنا انه عند مرور تيار كهربى في موصل يتولد حول الموصل مجال مغناطيسي .

- تم الاستدلال علي المجال المغناطيسي المتولد بسبب مرور التيار الكهربى بالتجربة التالية .

- نشاط عملى :

عند مرور تيار كهربى في سلك مستقيم , لاحظنا انه عند تقريب بوصلة من السلك فان ابرة البوصلة تنحرف , كذلك تنحرف ابرة البوصلة عند وجودها في مجال مغناطيسي

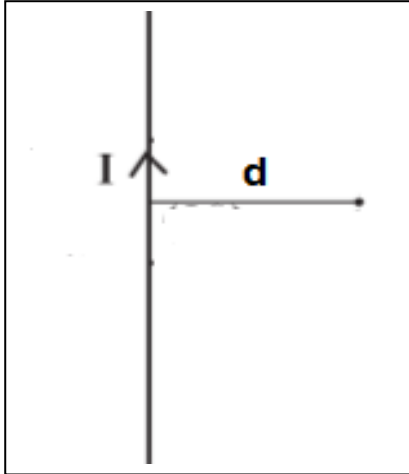


الاستنتاج :

يوجد أثر مغناطيسي للتيار الكهربى , عند مرور تيار كهربى في موصل فانه يتولد حوله مجال مغناطيسي .

- يختلف شكل المجال المغناطيسي المتولد حول الموصل باختلاف شكل الموصل

المجال المغناطيسي المتولد حول سلك مستقيم يمر فيه تيار كهربى مستمر .



يمكن حساب شدة المجال المغناطيسي المتولد عند نقطة تقع بالقرب من سلك مستقيم يمر به تيار كهربى باستخدام العلاقة التالية :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

B	شدة المجال المغناطيسي	====>	T	تسلا
μ_0	معامل النفاذية المغناطيسية للوسط	====>	$4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$	
I	شدة التيار الكهربى	====>	A	امبير
d	المسافة بين النقطة و السلك	====>	M	متر

- و حيث ان معامل النفاذية المغناطيسية للهواء مقدار ثابت و عند التعويض بمقدار معامل النفاذية المغناطيسية للهواء في القانون تصبح صيغته كما يلي :

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

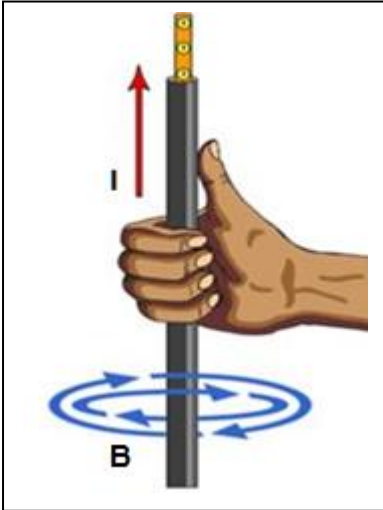
س: أذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار شدة المجال المغناطيسي عند نقطة بالقرب من سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي مستمر ؟

- 1- نوع الوسط
- 2- شدة التيار الكهربى
- 3- المسافة بين النقطة و السلك

عناصر متجه شدة المجال المغناطيسى :

- 1- المقدار <==== يحدد بالقانون السابق .
- 2- الاتجاه <==== يحدد بقاعدة اليد اليمنى .
- 3- الحامل <==== هو المماس عند أي نقطة .

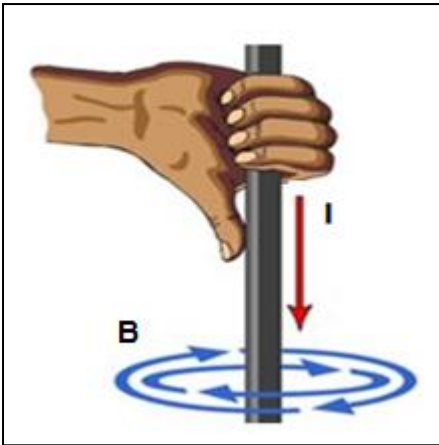
تجربة لتحديد شكل المجال المغناطيسي المتولد حول سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي مستمر :



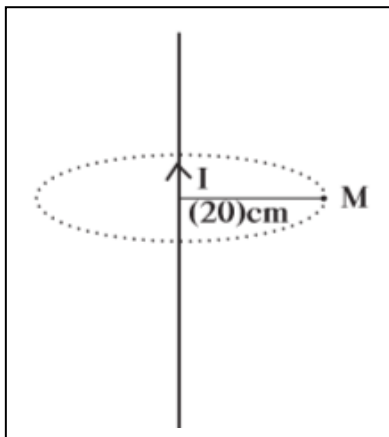
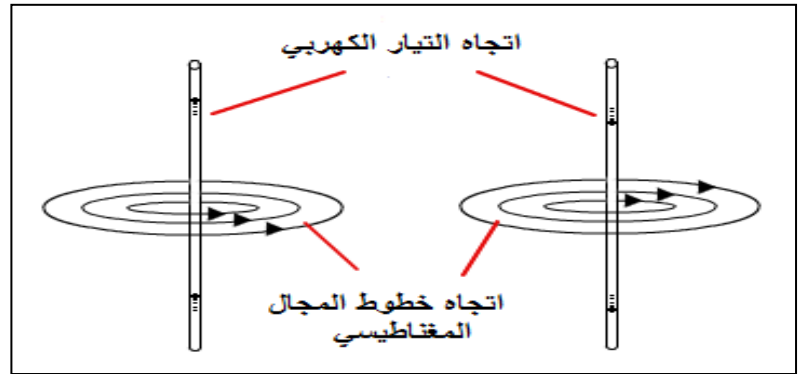
المجال المغناطيسي المتولد حول السلك المستقيم يكون علي صور دوائر متحدة المركز , مركزها السلك و يحدد اتجاه المجال عند اي نقطة بالمماس عند هذه النقطة .

- نلاحظ ايضا ان تغير اتجاه المجال الكهربائي يؤدي الي تغير اتجاه المجال المغناطيسي فقط ولا يغير من شكله ,

- نظريا : تستخدم قاعدة اليد اليمنى R-H-R لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي المتولد حول السلك المستقيم.



- عمليا : تستخدم البوصلة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي المتولد حول السلك المستقيم .



مثال $\frac{1}{124}$ تيار كهربائي مستمر شدته 10A يمر في سلك مستقيم أحسب شدة المجال الناتج عن مرور التيار عند نقطة في الهواء تبعد 20 cm عن محور السلك .

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

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{10}{20 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-5} \text{ T}$$

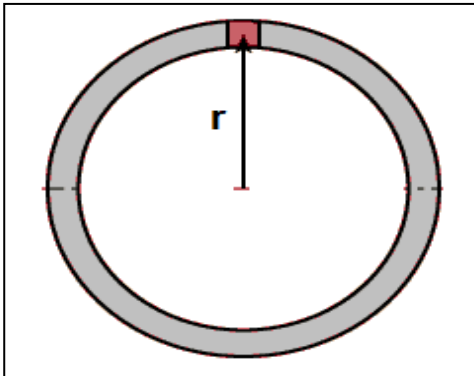
$$I = 10 \text{ A}$$

$$B = ?$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

المجال المغناطيسي المتولد حول حلقة دائرية يمر بها تيار كهربى :

- حساب المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة



$$B = N \frac{\mu_0 I}{2r}$$

B	شدة المجال المغناطيسي	====>	T	تسلا
μ_0	معامل النفاذية المغناطيسية للوسط	====>	$4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$	
I	شدة التيار الكهربى	====>	A	امبير
r	نصف قطر الحلقة	====>	M	متر
N	عدد لفات الحلقة	====>		ليس لها وحدة

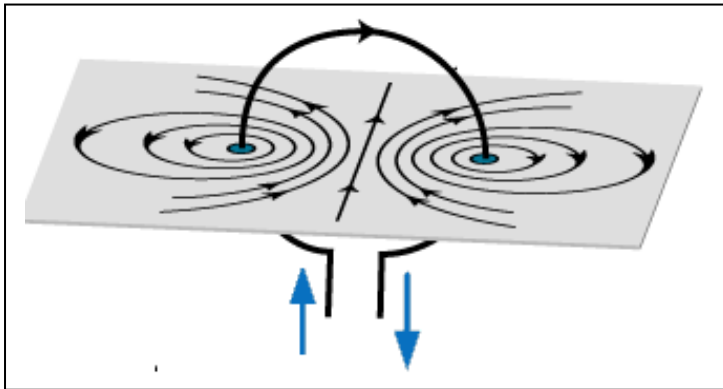
س: أذكر العوامل التي يتوقف عليها شدة المجال المغناطيسي عند مركز حلقة دائرية يمر بها تيار كهربى مستمر ؟

- 1- نوع الوسط
- 2- شدة التيار الكهربى
- 3- نصف قطر الحلقة
- 4- عدد اللفات

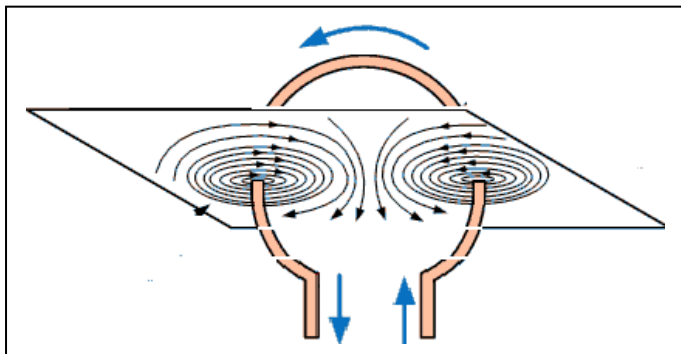
عناصر متجه شدة المجال المغناطيسي :

- 1- المقدار <==== يحدد بالقانون السابق .
- 2- الاتجاه <==== يحدد بقاعدة اليد اليمنى .
- 3- الحامل <==== هو المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة .

تجربة لتحديد شكل المجال المغناطيسي المتولد حول ملف دائري يمر به تيار كهربائي :



يكون المجال المغناطيسي المتولد عند المركز علي صورة خط مستقيم (مجال مغناطيسي منتظم) , وعند عكس اتجاه التيار الكهربائي يتغير اتجاه المجال المغناطيسي و ليس شكل المجال المغناطيسي , كذلك تتغير الاقطاب المتكونة .

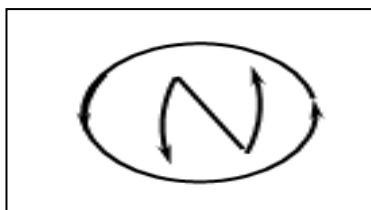


- يحدد اتجاه المجال المغناطيسي المتولد عند مركز الحلقة نظريا بقاعدة اليد اليمنى , و عمليا باستخدام البوصلة .

قاعدة اليد اليمنى :

يتكون عند مركز الحلقة الدائرية قطب مغناطيسي شمالي N أو جنوبي S حسب اتجاه التيار الكهربائي

إذا كان اتجاه التيار الكهربائي عكس اتجاه عقارب الساعة



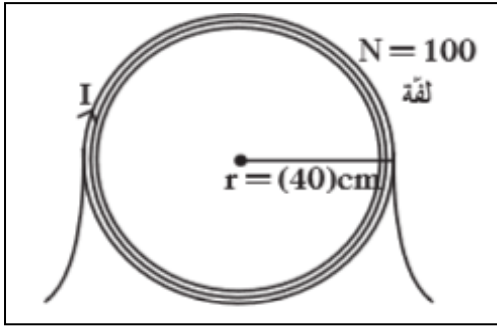
يتكون قطب شمالي
يكون خطوط المجال المغناطيسي للخارج

إذا كان اتجاه التيار الكهربائي في اتجاه عقارب الساعة



يتكون قطب جنوبي
يكون خطوط المجال المغناطيسي للداخل

X



مثال $\frac{2}{126}$ ملف دائري نصف قطره 40 cm مؤلف من 100 لفة و يمر به تيار كهربى مستمر شدته 0.2 A أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسى عند مركز الملف الدائري .

$$R = 40 \text{ cm}$$

$$N = 100$$

$$I = 0.2 \text{ A}$$

$$B = ?$$

$$B = N \frac{\mu_0 I}{2r} = 100 \frac{(4\pi \times 10^{-7}) (0.2)}{(2)(40 \times 10^{-2})}$$

$$B = 3.14 \times 10^{-5} \text{ T}$$

مثال : احسب شدة المجال المغناطيسى عند مركز ملف دائري عدد لفاته 100 لفة ونصف قطرة $20/\pi \text{ cm}$ ويمر به تيار مستمر شدته 4 A.

$$R = \frac{20}{\pi} \text{ cm}$$

$$N = 100$$

$$I = 4 \text{ A}$$

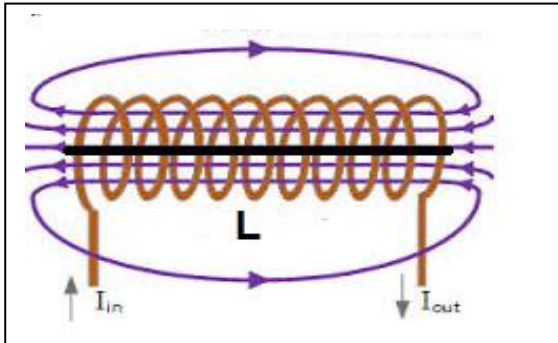
$$B = ?$$

$$B = N \frac{\mu_0 I}{2r} = 100 \frac{(4\pi \times 10^{-7}) (4)}{(2)(\frac{20}{\pi} \times 10^{-2})}$$

$$B = 3.94 \times 10^{-3} \text{ T}$$

المجال المغناطيسي المتولد حول ملف لولبي يمر فيه تيار كهربى :

حساب شدة المجال المغناطيسي عند منتصف محور الملف اللولبي .



$$B = N \frac{\mu_0 I}{L}$$

B	شدة المجال المغناطيسي	====>	T	تسلا
μ_0	معامل النفاذية المغناطيسية للوسط	====>	$4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$	
I	شدة التيار الكهربى	====>	A	امبير
L	طول محور الملف	====>	M	متر
N	عدد لفات الحلقة	====>		ليس لها وحدة

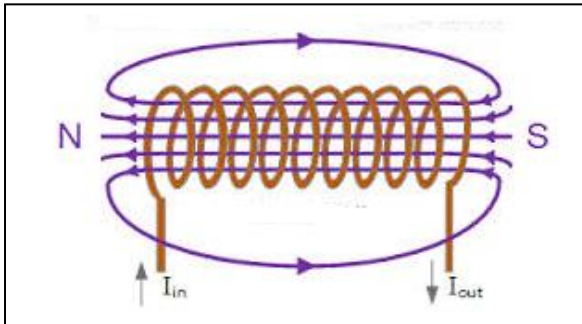
س: أذكر العوامل التي يتوقف عليها شدة المجال المغناطيسي عند منتصف محور ملف لولبي يمر به تيار كهربى ؟

- 1- عدد اللفات
- 2- نوع الوسط
- 3- شدة التيار الكهربى
- 4- طول محور الملف

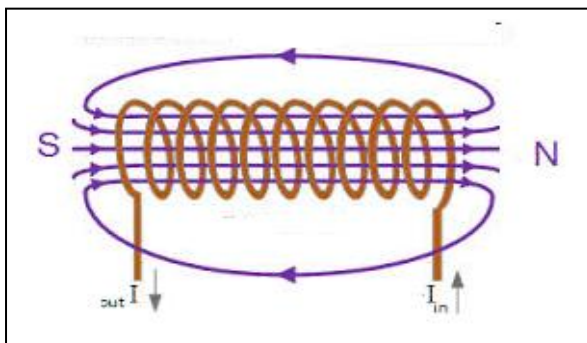
عناصر متجه شدة المجال المغناطيسى :

- 1- المقدار <==== يحدد بالقانون السابق .
- 2- الاتجاه <==== يحدد بقاعدة اليد اليمنى .
- 3- الحامل <==== هو الخط المنطبق على محور الملف اللولبي .

تجربة لتعيين شكل المجال المغناطيسي المتولد حول ملف لولبي يمر به تيار كهربى مستمر :

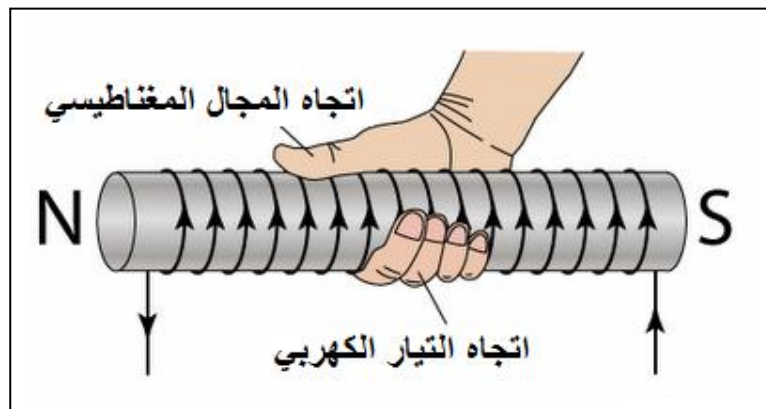


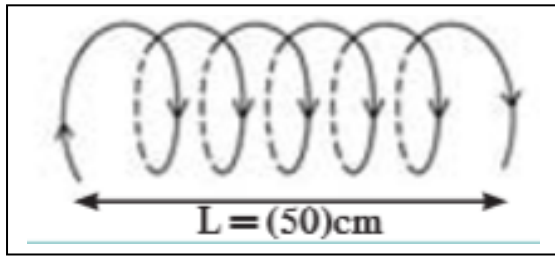
يكون المجال المغناطيسي عند محور الملف على صورة خط مستقيم (مجال مغناطيسي منتظم) ويحدد اتجاهه نظريا بقاعدة اليد اليمنى و عمليا باستخدام البوصلة , كذلك يتكون عند طرفي الملف قطبي مغناطيس شمالي N و جنوبي S .



- اذا عكسنا اتجاه التيار الكهربى ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي و تنعكس الاقطاب المتكونة عند طرفي الملف و لكن لا يتغير شكل المجال .

قاعدة اليد اليمنى :





مثال $\frac{3}{128}$ ملف حلزوني طوله 50 cm مؤلف من 500 لفة و يمر به تيار كهربى مستمر شدته 5 A أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسى عند مركز الملف .

$$L = 50 \text{ cm}$$

$$N = 500$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$B = ?$$

$$B = N \frac{\mu_0 I}{L} = 500 \frac{(4\pi \times 10^{-7}) (5)}{(50 \times 10^{-2})}$$

$$B = 6.28 \times 10^{-3} \text{ T}$$

مثال : ملف لولبي عدد لفاته 200 لفة و طوله 20 cm و يمر به تيار مستمر شدته 0.5 A احسب شدة المجال المغناطيسى عند مركز الملف .

$$N = 200$$

$$L = 20 \text{ cm}$$

$$I = 0.5 \text{ A}$$

$$B = ?$$

$$B = N \frac{\mu_0 I}{L} = 200 \frac{(4\pi \times 10^{-7}) (0.5)}{(20 \times 10^{-2})}$$

$$B = 6.2 \times 10^{-4} \text{ T}$$

حساب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة بالقرب من دائرة كهربية :

- من الدراسة السابقة للمجال المغناطيسي المتولد حول سلك مستقيم أو حلقة دائرية أو ملف لولبي , نجد انه يمكن استنتاج قانون موحد لحساب شدة المجال المغناطيسي عند أي نقطة بالقرب من دائرة كهربية كما يلي :

$$B = K I$$

B	شدة المجال المغناطيسي	====>	T	تسلا
I	شدة التيار الكهربى	====>	A	امبير
k	ثابت	====>		

- حيث يتوقف مقدار الثابت علي الشكل الهندسي للدائرة الكهربية (ملف – سلك)
- و باختلاف اتجاه التيار الكهربى يختلف اتجاه المجال المغناطيسي ولا يتغير شكله.

الوحدة الرابعة : الضوء

الفصل الأول : الضوء وخواصه

الدرس 1 - 1 : خواص الضوء

الموجات الكهرومغناطيسية :

عبارة عن موجات تنشأ نتيجة تعامد مجالين كهربائي و مغناطيسي و مصدرها الرئيسي الشمس .

الضوء :

هو جزء من الطيف الكهرومغناطيسي و يمثل الوان الطيف السبعة .

خواص الموجات الكهرومغناطيسية :

- 1- غير مشحونة ولا تتأثر بالمجالات الكهربائية ولا المغناطيسية
- 2- تتحرك في خطوط مستقيمة و بسرعات ثابتة في الاوساط المختلفة , و سرعتها في الفراغ تساوي $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. و تختلف سرعة الضوء باختلاف الكثافة الضوئية للوسط .
- 3- تختلف الموجات الكهرومغناطيسية في التردد f و الطول الموجي λ و تظل سرعتها ثابتة .
- 4- سرعة الضوء تقل بزيادة الكثافة الضوئية للوسط الي أن تصبح صفر في الاوساط غير الشفافة .

λ —————> تقل

اشعة جاما	الاشعة السينية	الاشعة فوق البنفسجية	الضوء المرئي	الاشعة تحت الحمراء	موجات الراديو
-----------	----------------	----------------------	--------------	--------------------	---------------

f —————> يزداد

الطبيعة المزدوجة للضوء :

- نظرية نيوتن تفسر للضوء علي أساس أنه جسيمات تسير في خط مستقيم.
- نظرية هيجنز تعتبر أن الضوء موجات .
- لكن الضوء يحمل صفات الموجات و خواص الجسيمات .
- يتعامل الضوء في بعض خواصه كموجة و في خواص أخرى كجسم .

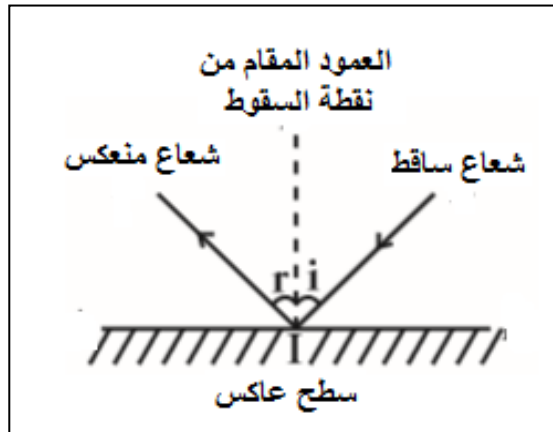
خواص الضوء

1- انعكاس الضوء :

هو تغير مسار الأشعة الضوئية نتيجة اصطدامها بسطح عاكس.

قوانين انكسار الضوء : (قوانين ديكارت)

- 1- الشعاع الساقط و الشعاع المنعكس و العمود المقام من نقطة السقوط جميعهم في مستوي واحد عمودي علي السطح العاكس .
- 2- زاوية السقوط = زاوية الانعكاس .

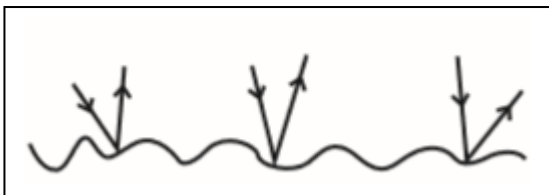


زاوية السقوط (i) : هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط و العمود المقام من نقطة السقوط .

زاوية الانكسار (r) : هي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس و العمود المقام من نقطة السقوط .

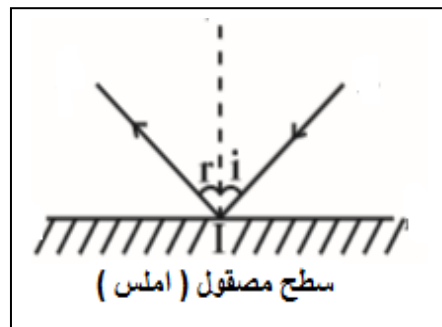
انعكاس الضوء على سطح غير مصقول (سطح خشن)

تنعكس الأشعة بصورة غير منتظمة و غير متوازية



انعكاس الضوء على سطح مصقول (سطح أملس)

تنعكس الأشعة بصورة متوازية و منتظمة

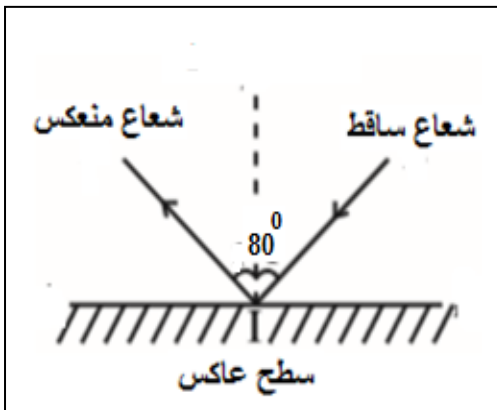


تطبيقات على انعكاس الضوء :

- 1- رؤية الاجسام .
- 2- المرايا .

- انعكاس الضوء لا يغير من تردد الضوء ولا طوله الموجي و لا لونه بل يغير من الاتجاه فقط .

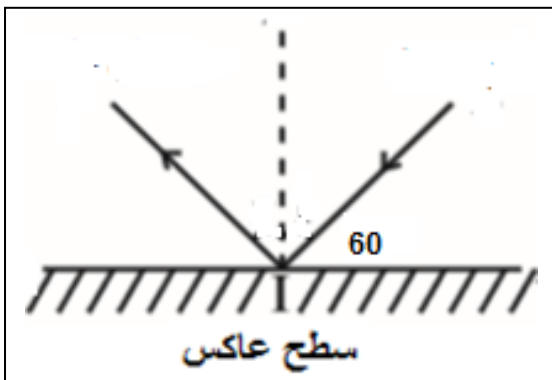
مثال $\frac{1}{141}$ اذا كانت الزاوية بين الشعاع الساقط علي سطح مصقول و الشعاع المنعكس تساوي 80° ,
أحسب زاوية السقوط و زاوية الانكسار



$$\begin{aligned} \hat{i} &= ? \\ \hat{r} &= ? \end{aligned}$$

$$\hat{i} = \hat{r} = \frac{80}{2} = 40^\circ$$

مثال : من الشكل المقابل , أحسب مقدار زاوية الانعكاس :



$$\text{زاوية السقوط} = 90 - 60 = 30^\circ$$

$$\text{زاوية السقوط} = \text{زاوية الانعكاس} = 30^\circ$$

2- انكسار الضوء :

هو تغير مسار الاشعة الضوئية نتيجة انتقال الضوء بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية .

معامل الانكسار المطلق :

هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ الي سرعة الضوء في الوسط .

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

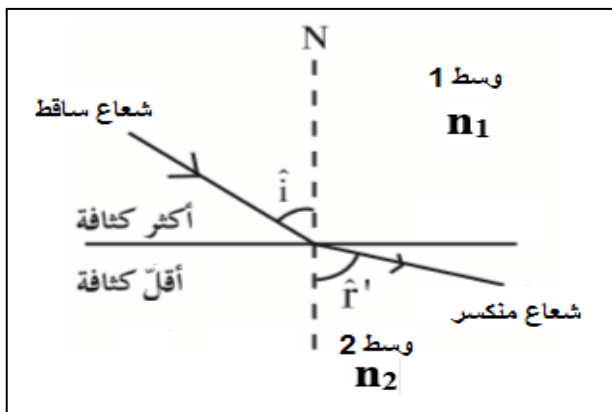
n	معامل الانكسار المطلق للوسط	====>	ليس لها وحدة
C	سرعة الضوء في الفراغ	====>	$3 \times 10^8 \text{ m/s}$
V	سرعة الضوء في الوسط	====>	متر/ ثانية M/S

ملاحظات :

- 1- معامل الانكسار المطلق للوسط ليس له وحدة , لانه نسبة بين سرعة الضوء في وسطين .
- 2- معامل الانكسار المطلق للهواء = 1 , لان $C = V$.
- 3- معامل الانكسار المطلق لأي وسط دائما أكبر من الواحد الصحيح لان سرعة الضوء في الفراغ دائما ما تكون أكبر من سرعة الضوء في أي وسط اخر .
- 4-

ينكسر الشعاع مقتربا من العمود اذا كان

$$n_2 < n_1$$

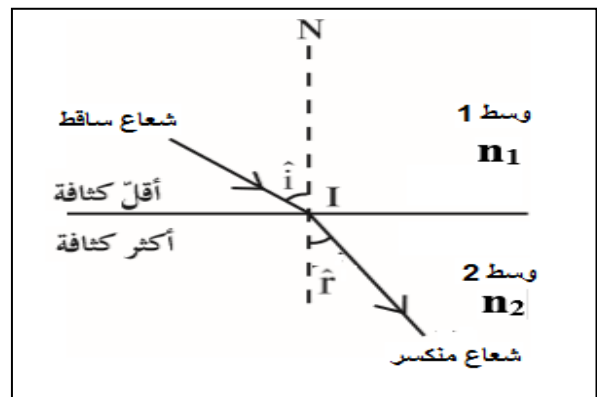


تكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط

$$\hat{r} > \hat{i}$$

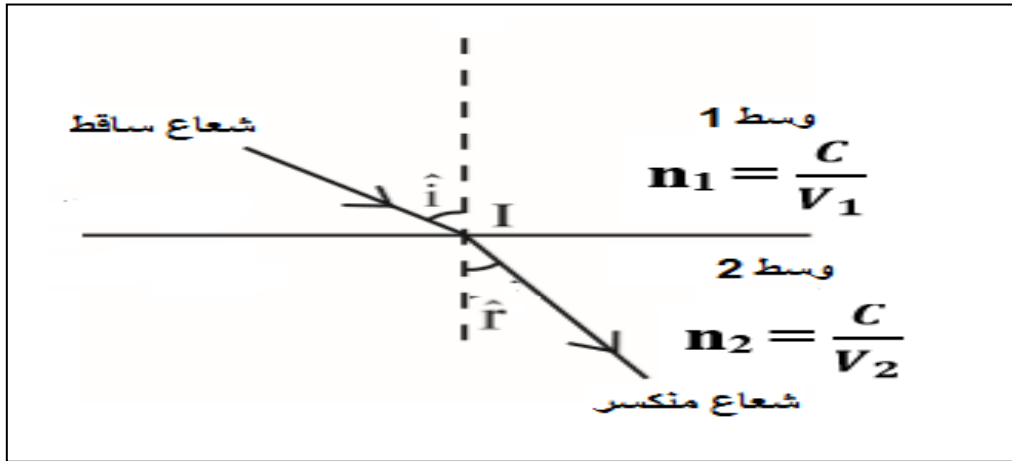
ينكسر الشعاع مقتربا من العمود اذا كان

$$n_2 > n_1$$



تكون زاوية السقوط أكبر من زاوية الانكسار

$$\hat{i} > \hat{r}$$

قوانين انكسار الضوء :

- 1- الشعاع الساقط و الشعاع المنكسر و العمود المقام من نقطة السقوط جميعهم في مستوي واحد عمودي علي السطح الفاصل .
- 2- النسبة بين جيب زاوية السقوط الي جيب زاوية الانكسار تساوي مقدار ثابت يسمى معامل الانكسار النسبي بين الوسطين .

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

$n_{2/1}$	معامل الانكسار النسبي بين الوسطين	====>	ليس لها وحدة
n_1	معامل الانكسار المطلق للوسط 1	====>	ليس لها وحدة
n_2	معامل الانكسار المطلق للوسط 2	====>	ليس لها وحدة
i	زاوية السقوط	====>	ليس لها وحدة
r	زاوية الانكسار	====>	ليس لها وحدة

معامل الانكسار النسبي بين وسطين :

هو النسبة بين جيب زاوية السقوط الي جيب زاوية الانكسار

قانون سنل :

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

ملاحظات على قانون سنل :

- 1- معامل الانكسار المطلق للوسط مقدار ثابت .
- 2- بزيادة زاوية السقوط تزداد زاوية الانكسار و يظل معامل الانكسار المطلق للوسطين ثابت .

مثال : اذا كانت سرعة الضوء في سائل معين $1.92 \times 10^8 \text{ M/S}$ أحسب معامل الانكسار لهذا السائل , اذا كانت سرعة الضوء في الهواء $3 \times 10^8 \text{ M/S}$.

$$n_{\text{وسط}} = \frac{C}{V_{\text{وسط}}}$$

$$n_{\text{وسط}} = \frac{3 \times 10^8}{1.92 \times 10^8} = 1.56$$

$$n_{\text{وسط}} = ?$$

$$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{وسط}} = 1.92 \times 10^8 \text{ M/S}$$

مثال : اذا كانت سرعة الضوء في الفراغ $3 \times 10^8 \text{ M/S}$ و كان معامل الانكسار المطلق للزجاج 1.5 , أحسب سرعة الضوء في الزجاج .

$$n_{\text{زجاج}} = \frac{C}{V_{\text{زجاج}}}$$

$$1.5 = \frac{3 \times 10^8}{V_{\text{زجاج}}} \implies V_{\text{زجاج}} = 2 \times 10^8 \text{ M/S}$$

$$n_{\text{زجاج}} = 1.5$$

$$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{زجاج}} = ?$$

مثال $\frac{5}{149}$ اذا كان معامل الانكسار للماء $\frac{4}{3}$ و سرعة الضوء في الفراغ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ أحسب سرعة الضوء في الماء

$$n_{\text{ماء}} = \frac{C}{V_{\text{ماء}}}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{3 \times 10^8}{V_{\text{ماء}}} \implies V_{\text{ماء}} = 2.25 \times 10^8 \text{ M/S}$$

$$n_{\text{ماء}} = \frac{4}{3}$$

$$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{ماء}} = ?$$

مثال : اذا كان معامل انكسار الماء 1.3 و معامل انكسار الزجاج 1.5 أحسب :
1- معامل الانكسار النسبي من الزجاج الي الماء .

$$n_{2/1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{ماء}}}{n_{\text{زجاج}}}$$

$$n_{2/1} = \frac{1.33}{1.5} = 0.886$$

$$n_{\text{ماء}} = 1.33$$

$$n_{\text{زجاج}} = 1.5$$

$$n_{2/1} = ?$$

2- معامل الانكسار النسبي من الماء الي الزجاج .

$$n_{2/1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{زجاج}}}{n_{\text{ماء}}}$$

$$n_{2/1} = \frac{1.5}{1.33} = 1.127$$

$$n_{\text{ماء}} = 1.33$$

$$n_{\text{زجاج}} = 1.54$$

$$n_{2/1} = ?$$

مثال $\frac{6}{149}$ معامل الانكسار المطلق للماء 1.33 و معامل الانكسار الكطلق للزجاج 1.54 أحسب معامل انكسار الزجاج بالنسبة للماء .

$$n_{2/1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{زجاج}}}{n_{\text{ماء}}}$$

$$n_{2/1} = \frac{1.54}{1.33} = 1.157$$

$$n_{\text{ماء}} = 1.33$$

$$n_{\text{زجاج}} = 1.54$$

$$n_{2/1} = ?$$

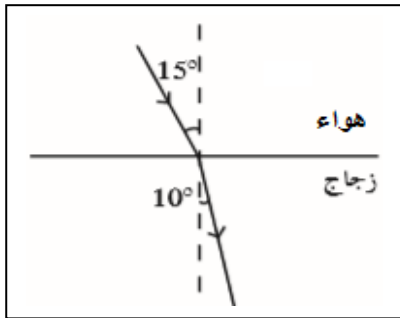
مثال : اذا علمت ان معامل الانكسار المطلق للماء 1.33 أحسب زاوية انكسار شعاع ضوئي يسقط بزاوية سقوط 30° من الهواء لينفذ الي الماء



$$(n_1 \sin \hat{i})_{\text{هواء}} = (n_2 \sin \hat{r})_{\text{ماء}}$$

$$(1 \sin 30)_{\text{هواء}} = (1.33 \sin \hat{r})_{\text{ماء}}$$

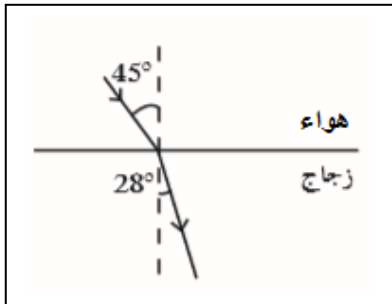
$$\hat{r} = 22.08^\circ$$



مثال $\frac{2}{143}$ اسقط شعاع ضوئي علي قطعة ضوئية بزاوية سقوط 45° , 15° و كانت زاويا الانكسار 28° , 10° أحسب : 1- معامل الانكسار المطلق للزجاج 2- زاوية السقوط اذا كانت زاوية الانكسار 35° .

$$n_{\text{زجاج}} = ?$$

$$n_{\text{هواء}} = 1$$

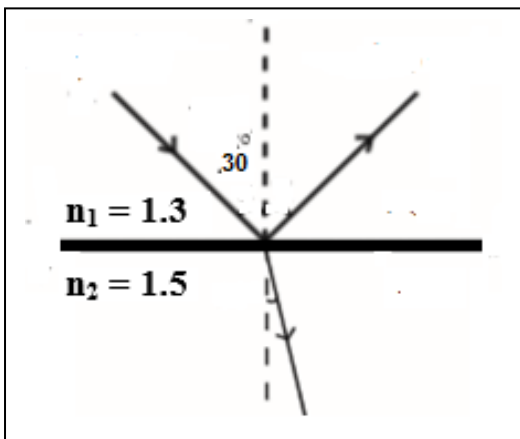


$$(n_1 \sin \hat{i})_{\text{هواء}} = (n_2 \sin \hat{r})_{\text{زجاج}}$$

$$\frac{n_{\text{زجاج}}}{n_{\text{هواء}}} = n_{\text{زجاج}} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}}$$

$$n_{\text{زجاج}} = \frac{\sin 15}{\sin 10} = \frac{\sin 45}{\sin 28} = 1.5$$

مثال : سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط 30° علي سطح فاصل بين وسطين كما هو موضح بالشكل , فانعكس منه جزء و نفذ جزء للوسط الثاني , أحسب زاوية الانعكاس و زاوية الانكسار للشعاع .



- بالنسبة للانعكاس :

$$\text{زاوية السقوط} = \text{زاوية الانعكاس} = 30^\circ$$

- بالنسبة للانكسار :

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

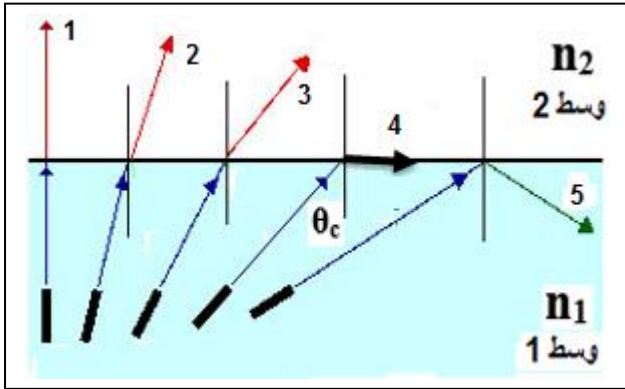
$$1.3 \sin(30) = 1.5 \sin(\hat{r})$$

$$\sin(\hat{r}) = 0.433$$

$$r = 25.6^\circ$$

الزاوية الحرجة :

هي زاوية سقوط في وسط أكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في وسط أقل كثافة ضوئية تساوي 90° .



- بمعنى لكي تحدث حالة الزاوية الحرجة لابد ان تكون $n_1 > n_2$

- اذا سقط الشعاع عموديا علي الوسطين $\hat{i} = \text{zero}$ فإن الشعاع يكمل مساره وينفذ بين الوسطين دون ان ينحرف و بزاوية انكسار تساوي صفر $\hat{r} = \text{zero}$ (شعاع 1)

- عند سقوط الشعاع الضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية الي وسط أقل كثافة ضوئية فإن الشعاع ينكسر مبتعدا عن العمود , و نلاحظ انه مع زيادة زاوية السقوط تزداد زاوية الانكسار و يبتعد الشعاع عن العمود أكثر (شعاع 2 , 3) .

- عند زاوية سقوط معينة θ_c تصبح زاوية الانكسار 90° و ينطبق الشعاع علي السطح الفاصل (شعاع 4) .

- عند سقوط الشعاع بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة فإن الشعاع ينعكس كلياً و لا ينفذ للوسط الثاني (شعاع 5) .

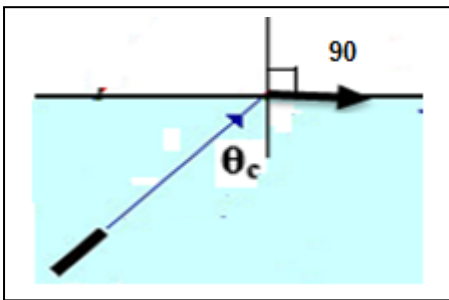
بتطبيق قانون سنل علي حالة الزاوية الحرجة :

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

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

$$n_1 \sin \theta_c = n_2$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = n_{2/1}$$



n_1	معامل الانكسار المطلق للوسط 1	=====>	ليس لها وحدة
n_1	معامل الانكسار المطلق للوسط 2	=====>	ليس لها وحدة
θ_c	الزاوية الحرجة	=====>	درجة
$n_{2/1}$	معامل الانكسار النسبي بين الوسطين	=====>	ليس لها وحدة

ملاحظات على الزاوية الحرجة :

- 1- لكي تحدث حالة الزاوية الحرجة لابد ان يكون $n_1 > n_2$
- 2- في حالة اذا كان الوسط الثاني هواء ($n_2 = 1$) يكون جيب الزاوية الحرجة $\sin \theta_c$ يساوي مقلوب معامل الانكسار المطلق للوسط .

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

- 3- اذا سقط شعاع الضوء بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة فأن الشعاع ينعكس كليا ولا ينفذ , ويطبق عليه قوانين الانعكاس وليس قوانين الانكسار .

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

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

مثال $\frac{4}{159}$ أحسب الزاوية الحرجة بين الزجاج و الماء عندما ينتقل شعاع الضوء من الزجاج الي الماء , علما أن معامل الانكسار للزجاج يساوي 1.5 و معامل الانكسار للماء يساوي 1.4

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.4}{1.5} = 0.93$$

$$\theta_c = 68^\circ 57'$$

$$\theta_c = ?$$

$$n_{\text{زجاج}} = 1.5$$

$$n_{\text{ماء}} = 1.4$$

ماذا يحدث لشعاع الضوء اذا سقط بزاوية سقوط تساوي 70° (أكبر من الزاوية الحرجة) ؟
ينعكس الشعاع كليا و لا ينفذ للوسط الثاني

مثال اذا كان معامل انكسار الكحول 1.5 و الزجاج 1.6 و كانت سرعة الضوء في الهواء 3×10^8 M/S احسب :

1- سرعة الضوء في الزجاج

$$n_{\text{زجاج}} = \frac{c}{v_{\text{زجاج}}} \implies 1.6 = \frac{3 \times 10^8}{v_{\text{زجاج}}} \implies v_{\text{زجاج}} = 1.87 \times 10^8 \text{ M/S}$$

2- سرعة الضوء في الكحول

$$n_{\text{كحول}} = \frac{c}{v_{\text{كحول}}} \implies 1.5 = \frac{3 \times 10^8}{v_{\text{كحول}}} \implies v_{\text{كحول}} = 2 \times 10^8 \text{ M/S}$$

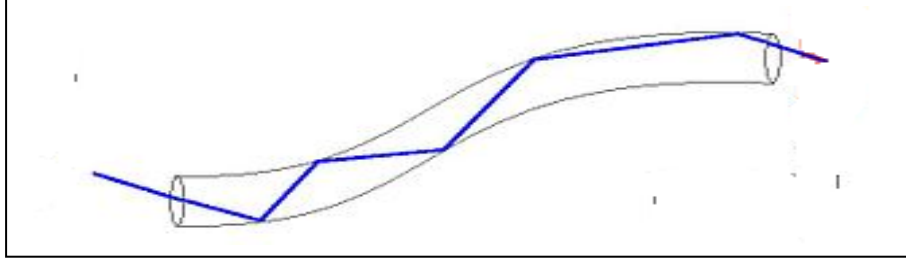
3- الزاوية الحرجة بين الكحول والزجاج .

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{كحول}}}{n_{\text{زجاج}}} = \frac{1.5}{1.6} = 0.937$$

$$\theta_c = 69^\circ 63'$$

الالياف الضوئية :

عبارة عن انبوب شفاف من الزجاج يسقط عليه الضوء بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة وعندها يعاني من انعكاسات متتالية حتي يخرج من الطرف الآخر .



- تستخدم الالياف الضوئية في عمل المناظير الطبية و العلاج .

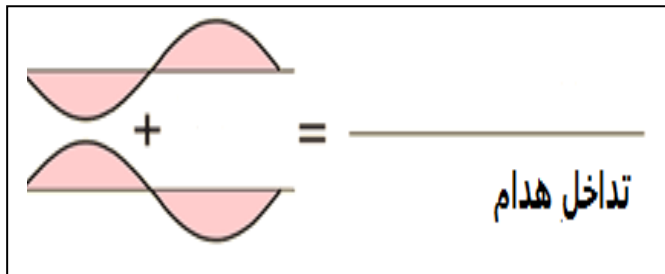
3- التداخل في الضوء :

هو التقاء موجتين من الضوء لهما نفس التردد و السعة و
ظهور مناطق مضيئة (هذب مضئ) و مناطق مظلمة (هذب مظلم)

انواع التداخل

تداخل هدام

عند التقاء قاع مع قمة
عند التقاء قمة مع قاع



- ينتج عنها هذب مظلم .

- تكون الموجتين مختلفتين في الطور .

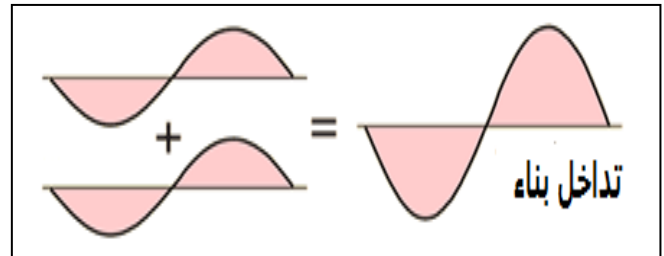
- حساب فرق المسار :

$$x = (2n-1) \frac{\lambda}{2}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

تداخل بناء

عند التقاء قمة مع قمة
عند التقاء قاع مع قاع



- ينتج عنها هذب مضئ .

- تكون الموجتين متفقيين في الطور .

- حساب فرق المسار :

$$x = n \lambda$$

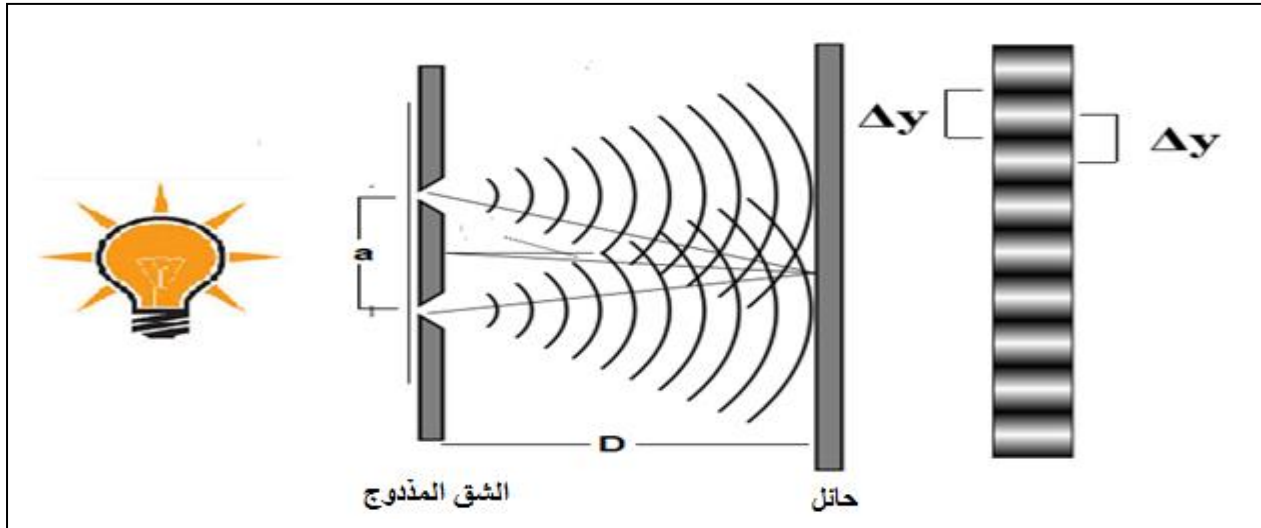
$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

x	فرق المسار بين الموجتين	====>	m	متر
n	رتبة الهدب	====>	ليس لها وحدة	
λ	الطول الموجي	====>	m	متر

تجربة يونج للشق المزدوج :

- تستخدم التجربة لدراسة التداخل في موجات الضوء . كذلك تستخدم لحساب الطول الموجي للضوء .

- عند عبور الضوء من فتحتي الشق المزدوج يتداخل الموجتان المتمثلتان , وبالتالي ينتج علي الحائب هدب مضئ و هدب مظلم .



ويمكن حساب البعد الهديبي كما يلي :

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

وبالتالي يمكن حساب مواقع الاهداب المضيئة كما يلي :

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

ويمكن حساب مواقع الاهداب المظلمة كما يلي :

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

Δy	المسافة بين شقين مضيئين/مظلمين	=====>	m	متر
D	المسافة بين الشق و الحائل	=====>	m	متر
λ	الطول الموجي	=====>	m	متر
a	المسافة بين فتحتي الشق المزدوج	=====>	m	متر

مثال : على أي بُعد من شقي تجربة يونج يجب أن نضع الشاشة لنحصل على أهداب مظلمة يبعد بعضها عن بعض mm (1) عند إضاءة الشقين باللون الأحمر ($\lambda = 750 \times 10^{-10} \text{ m}$) علما بأن البعد بين الشقين يساوي 0.01 cm .

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

$$1 \times 10^{-3} = \frac{750 \times 10^{-10} D}{0.01 \times 10^{-2}}$$

$$D = 1.33 \text{ m}$$

$$\Delta y = 1 \text{ mm}$$

$$\lambda = 750 \times 10^{-10}$$

$$a = 0.01 \text{ cm}$$

$$D = ?$$

مثال : في تجربة يونج للشق المزدوج , كانت المسافة بين الشقين 0.05 cm و المسافة بين الشقين و الحائل 5 M , اذا كان الهدب السادس المضئ يبعد عن الهدب المركزي 3 cm , أحسب :
1- الطول الموجي للضوء المستخدم .

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

$$3 \times 10^{-2} = \frac{(6) \lambda (5)}{0.05 \times 10^{-2}}$$

$$\lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$a = 0.01 \text{ cm}$$

$$D = 5 \text{ m}$$

$$n = 6$$

$$x = 3 \text{ cm}$$

$$\lambda = ?$$

2- البعد بين هذين متتالين مضئيين (مظلمين) .

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{a} = \frac{(5 \times 10^{-7})(5)}{0.05 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta y = ?$$

3- بعد الهدب المضئ الثالث عن الهدب المركزي .

$$x = \frac{n \lambda D}{a} \implies x = \frac{(3) (5 \times 10^{-7}) (5)}{0.05 \times 10^{-2}}$$

$$x =$$

$$n = 3$$

$$x = ?$$

4- بعد الهدب المظلم الثالث عن الهدب المركزي .

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

$$x = \frac{((2)(3)-1) (5 \times 10^{-7}) (5)}{(2)(0.05 \times 10^{-2})}$$

$$n = 3$$

$$x = ?$$

مثال $\frac{3}{146}$ في تجربة يونج , كانت المسافة بين الشقين 0.05 cm و المسافة بين لوح الشقين و الحائل 5 m , إذا كان الهدب السادس المضئ يبعد عن الهدب المركزي 3 cm , أحسب : أ- الطول الموجي للضوء ب- المسافة بين هذين متتالين مضيئين

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

$$3 \times 10^{-2} = \frac{(6) \lambda (5)}{0.05 \times 10^{-2}}$$

$$\lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{a} = \frac{(5 \times 10^{-7})(5)}{0.05 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$a = 0.01 \text{ cm}$$

$$D = 5 \text{ m}$$

$$n = 6$$

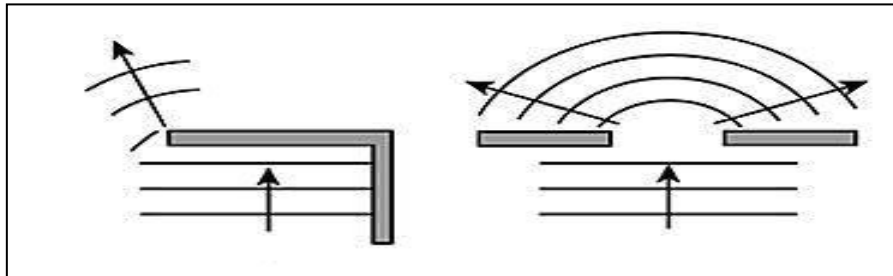
$$x = 3 \text{ cm}$$

$$\lambda = ?$$

$$\Delta y = ?$$

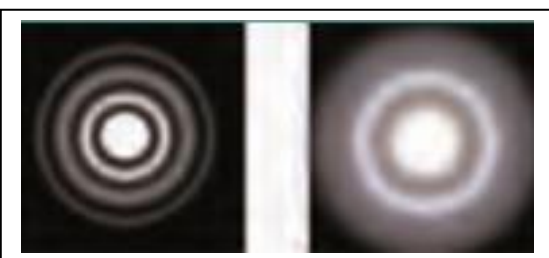
4- حيود الضوء :

هو انحراف الاشعة الضوئية عن مسارها نتيجة مرورها بفتحة ضيقة او اصطدامها بحافة صلبة .



ملاحظات :

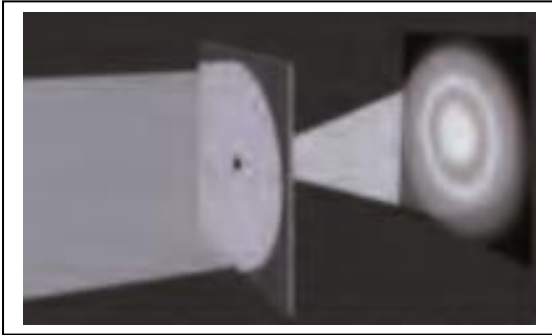
- 1- يثبت حيود الضوء ان الضوء له خواص موجية .
- 3- يزداد حيود الضوء وضوحا كلما كانت الفتحة أصغر , و يقل مقدار الحيود كلما كانت الفتحة أكثر اتساعا .
- 4- اذا كانت الفتحة مساوية للطول الموجي للضوء او أقل فإن الحيود يبدو واضحا .
- 5- من الصعب ملاحظة حيود الضوء في الطبيعة بسبب الحاجة الي فتحة أقل من الطول الموجي للضوء و هذا من الصعب الحصول عليه .



- 6- من التطبيقات الحياتية لظاهرة حيود الضوء دراسة محاور بلورات المعادن و دراسة جزيئات DNA .

تجربة لبيان الحيود في الضوء :

أولا : عند اضاءة ثقب دائري صغير قطره 1 mm بمصدر ضوء احادي نلاحظ مايلي :



1- يتكون اهداب دائرية مضيئة و أخرى مظلمة متعاقبة , وذلك بسبب حدوث تداخل بناء و هدام بين الموجات

2- شدة اضاءة الهدب المركزي تكون أكبر من باقي الأهداب المضيئة , و يكون عرض الهدب المركزي أكبر من عرض باقي الاهداب , وذلك

بسبب حدوث تداخل بناء بين عدد كبير من الموجات المتفقة في الطور عند الهدب المركزي .

3- المساحة المضاءة تكون اكبر قليلا من المساحة التي يفترض ان تغطيها لو انتشرت بشكل مستقيم , لان الحيود يسبب انحناء جبهة الموجة , وتعمل كل نقطة كمصدر ثانوي للضوء مما يسبب انتشار أكبر .

ثانيا : عند اضاءة شق طولي بمصدرا احادي اللون نلاحظ ما يلي :



1- تتكون أهداب مضيئة و مظلمة أفقية .

2- شدة اضاءة الهدب المركزي أكبر من باقي الاهداب المضيئة .

3- عرض الهدب المركزي تقريبا , ضعف عرض باقي الاهداب .

5- الاستقطاب في الضوء :

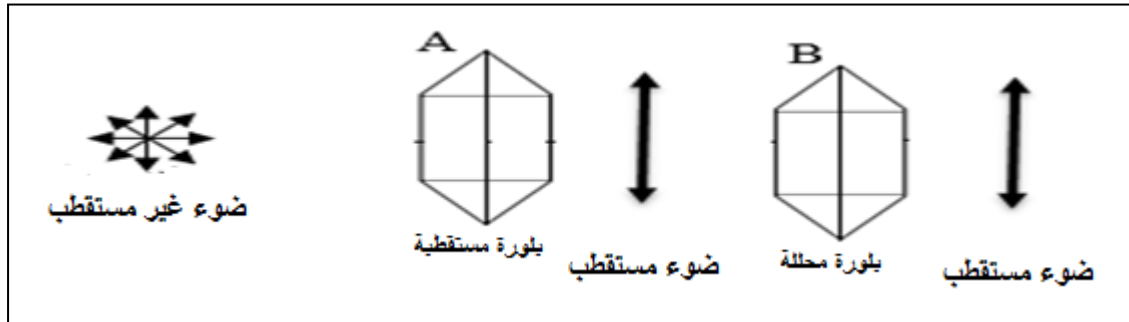
تكوين حزمة من الموجات الكهرومغناطيسية التي تكون اهتزازها جميعا في مستوي واحد .

- لا يحدث الاستقطاب الا للموجات المستعرضة فقط , ولان الضوء موجة مستعرضة لذلك فهو يستقطب .

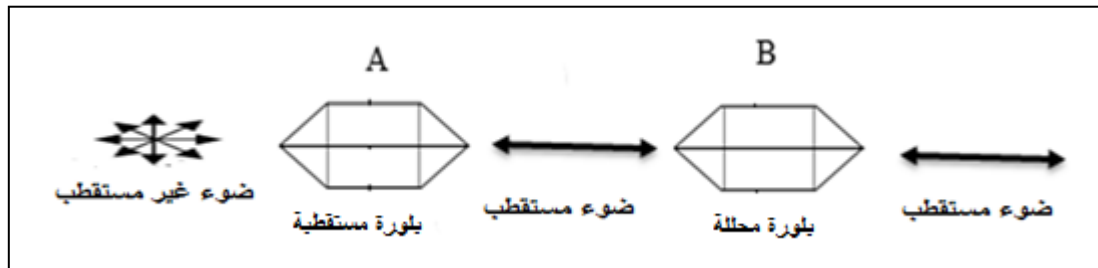
- عند دراسة الاستقطاب في الضوء نهتم فقط بدراسة المجال الكهربائي .

تجربة لبيان الاستقطاب في الضوء :

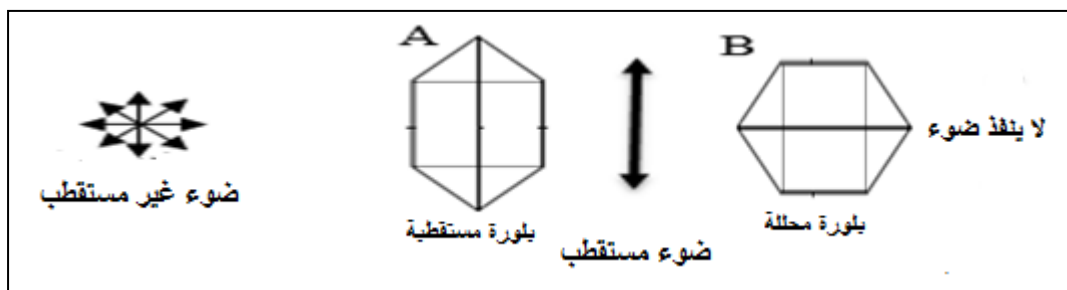
الادوات : بلورتين من التورمالين (البولاريود) , مصدر ضوء غير مستقطب
1- عن وضع البلورة A,B في نفس المستوي , فإن الضوء ينفذ من البلورة A في مستوي واحد و كذلك ينفذ من البلورة B لانها موازية للبلورة A .



2- عن وضع البلورة A,B في نفس المستوي , فإن الضوء ينفذ من البلورة A في مستوي واحد و كذلك ينفذ من البلورة B لانها موازية للبلورة A .



3- عند ادارة البلورة B بزاوية 90° تصبح عمودية علي البلورة A وبالتالي ينفذ الضوء من البلورة A وهو مستقطب , لكن لا ينفذ الضوء من البلورة B.



- تسمى البلورة A بالبلورة المستقطبة , و البلورة B البلورة المحللة .

- تستخدم بلورة التورمالين او البولاريود لدراسة الاستقطاب .

- من التطبيقات الحياتية علي ظاهرة الاستقطاب , النظارات الشمسية حيث تسمح النظارة بامرار الضوء في مستوي اهتزاز واحد فقط مما يقلل من شدة الضوء علي العين .
- كذلك يوضع البولاريود امام كاميرات التصوير , للتحكم في شدة الضوء الساقط .

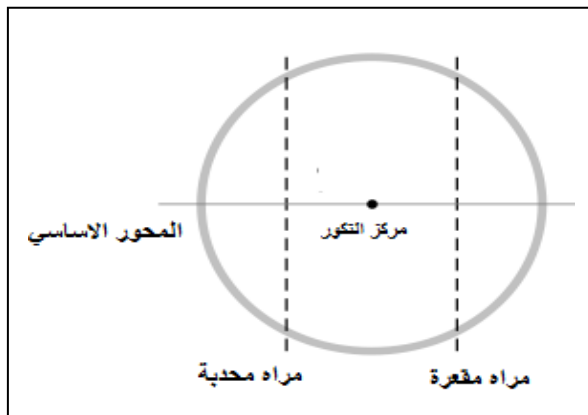


الوحدة الرابعة : الضوء

الفصل الأول : الضوء وخواصه

الدرس 1 - 2 : الانعكاس و الانكسار
على السطوح المستويةتكون الصور بالمرآيا الكروية :المرآة :

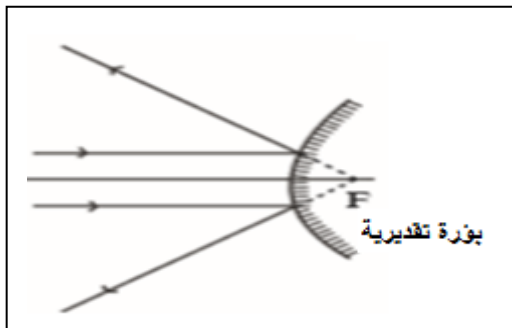
سطوح ناعمة عاكسة مصنوعة من معدن لامع يطلي أحد سطوحها بمادة مثل التين أو الفضة .



- تنقسم المرآة الى نوعان :

مرآة محدبة

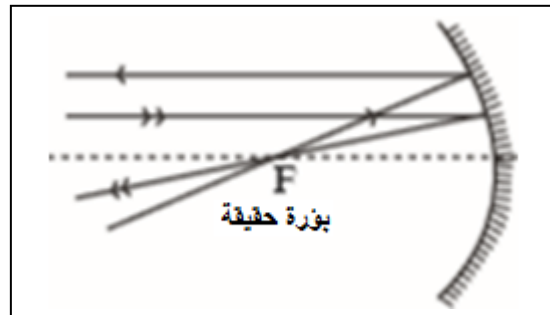
المرآة التي يكون سطحها العاكس هو السطح الخارجي



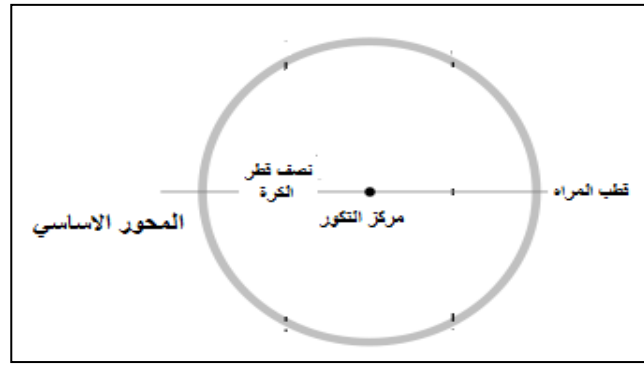
مرآة مفرقة للضوء
تكون صور تقديرية

مرآة مقعرة

المرآة التي يكون سطحها العاكس هو السطح الداخلي



مرآة مجمعة للضوء
تكون صور حقيقية



المحور الاساسي :

هو الخط الواصل بين قطب المرآة و مركز الكرة .

قطر التكور : (نصف قطر الكرة)

هو الخط الحامل لنصف القطر و المار بمركز الكرة .

بؤرة المرآة :

هي نقطة الوسط بين قطب المرآة و مركز الكرة .

من مميزات بؤرة المرآة :

في المرآة المقعرة : أي حزمة ضوئية موازية للمحور تنعكس ماره بها .
في المرآة المحدبة : أي حزمة ضوئية موازية للمحور تنعكس كأنها منبعثة منها

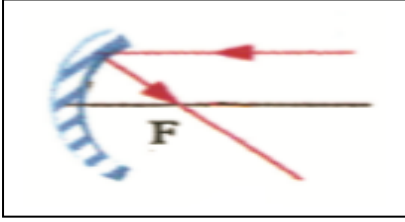
العلاقة بين البعد البؤري و نصف قطر الكرة :

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

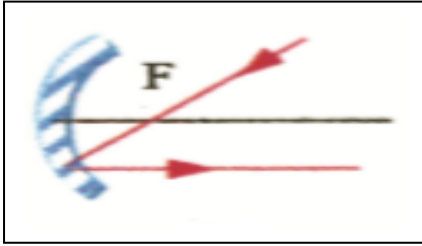
R	نصف قطر الكرة	====>	M	متر
f	البعد البؤري	====>	M	متر

تكون الصور بواسطة المرآة المقعرة :

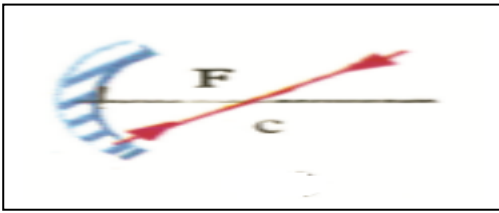
1- شعاع يسقط من الجسم موازي للمحور الاساسي و ينعكس مارا بالبوئة الاساسية .



2- شعاع يسقط من الجسم مار ببوئة المرآة و ينعكس موازي لمحورها .



3- شعاع يسقط من الجسم ما بمركز تكور المرآة ($2f$) و يرتد علي نفسه .



تكون الصور بواسطة المراة المحدبة :

عند اي موضع : صورة تقديرية معتدلة مصغرة



حالات تكون الصور بواسطة المرآة المقعرة

م	بعد الجسم	الرسم	بعد الصورة	صفات الصورة
1	أبعد من ضعف البعد البؤري		بين البؤرة و ضعف البعد البؤري (مركز التكور)	حقيقية مقلوبة مصغرة
2	عند ضعف البعد البؤري		عند ضعف البعد البؤري (مركز التكور)	حقيقية مقلوبة مساوية للجسم
3	بين البؤرة و ضعف البعد البؤري (مركز التكور)		أبعد من ضعف البعد البؤري (مركز التكور)	حقيقة مقلوبة مكبدة
4	في البؤرة		في البؤرة	لا تتكون صورة
5	بين البؤرة والمرآة		خلف المرآة	تقديرية معتدلة مكبدة

القانون العام للمرايا :

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

f	البعد البؤري	====>	cm , M
U	بعد الجسم عن المرآة	====>	cm , M
V	بعد الصورة عن المرآة	====>	cm , M

البعد البؤري : f

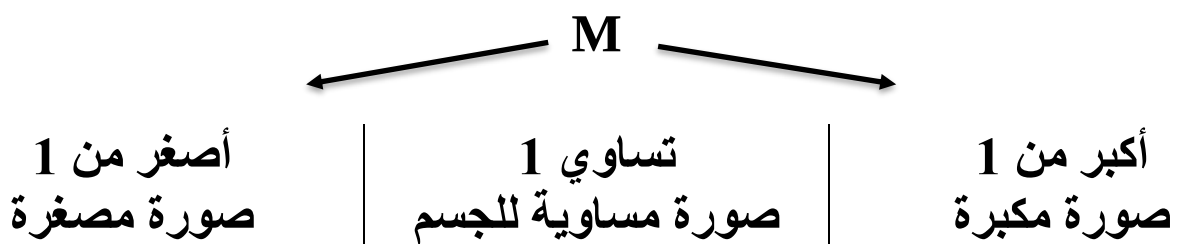
هو المسافة بين قطب المرآة والبؤرة .

التكبير : M

هو النسبة بين بعد الصورة عن العدسة الي بعد الجسم عن العدسة
هو النسبة بين طول الصورة الي طول الجسم الأصلي .

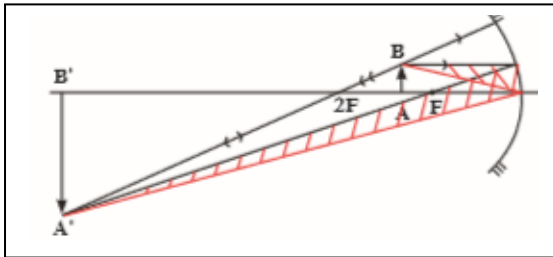
$$M = -\frac{V}{U} = \frac{L'}{L}$$

M	التكبير	====>	ليس له وحدة
U	بعد الجسم عن المرآة	====>	cm , M
V	بعد الصورة عن المرآة	====>	cm , M
L	طول الجسم	====>	cm , M
L'	طول الصورة	====>	cm , M



قاعدة الاشارات :

	+	-
U	الجسم حقيقي	الجسم تقديري
V	صورة حقيقية	صورة تقديرية
f	مراه مقعرة	مراه محدبة
M	صورة معتدلة	صورة مقلوبة



مثال $\frac{2}{156}$ وضع جسم طوله 2 cm علي بعد 20 cm من مرآة مقعرة لها بعد بؤري 15 cm حدد خواص الصورة المتكونة .

$L = 2 \text{ cm}$
 $U = +20 \text{ cm}$
 $f = +15 \text{ cm}$
 $V = ?$
 $M = ?$
 $L' = ?$

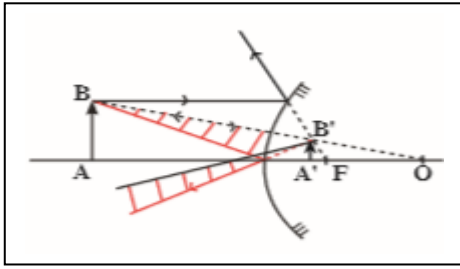
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{U} + \frac{1}{V}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{20} + \frac{1}{V} \quad \implies V = +60 \text{ cm}$$

$$M = -\frac{V}{U} = -\frac{60}{20} = -3$$

$$|M| = \frac{L'}{L} \quad \implies 3 = \frac{L'}{2} \quad \implies L' = 6 \text{ cm}$$

صورة حقيقية – مقلوبة – مكبرة (ثلاث اضعاف)



مثال $\frac{3}{157}$ وضع جسم طوله 2 cm علي بعد 30 cm من مرآة محدبة لها بعد بؤري 10 cm , حدد خواص الصورة المتكونة .

$$\begin{aligned} L &= 2 \text{ cm} \\ U &= +30 \text{ cm} \\ f &= -10 \text{ cm} \\ V &= ? \\ M &= ? \\ L' &= ? \end{aligned}$$

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

$$\frac{1}{-10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{V} \implies V = -7.5 \text{ cm}$$

$$M = -\frac{V}{U} = -\frac{-7.5}{30} = +0.25$$

$$|M| = \frac{L'}{L} \implies 0.25 = \frac{L'}{2} \implies L' = \frac{1}{2} \text{ cm}$$

صورة تقديرية – معتدلة – مصغرة (مصغرة للربع)

مثال : مرآة مقعرة بُعدها البؤري 12 cm وضع جسم أمامها طوله 4 cm وعلى بُعد 18 cm منها أوجد ما يلي
أ- بُعد الصورة .

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

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{18} + \frac{1}{V} \implies V = 36 \text{ cm}$$

ب- التكبير

$$M = -\frac{V}{U} = -\frac{36}{18} = -2$$

ب- طول الصورة

$$|M| = \frac{L'}{L} \implies 2 = \frac{L'}{4} \implies L' = 8 \text{ cm}$$

ج- حدد صفات الصورة

صورة – حقيقية – مقلوبة – مكبرة (الي الضعف)

مثال : مرآة مقعرة نصف قطر تكورها 120 cm وضع امامها جسم طوله 12 cm علي بعد 100 cm امام المرآة . أحسب البعد البؤري

$$f = \frac{R}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ cm}$$

2- بعد الصورة

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

$$\frac{1}{60} = \frac{1}{100} + \frac{1}{v} \quad \implies v = 150 \text{ cm}$$

3- التكبير .

$$M = -\frac{v}{u} = -\frac{150}{100} = -1.5$$

4- طول الصورة .

$$|M| = \frac{L'}{L} \quad \implies 1.5 = \frac{L'}{12} \quad \implies L' = 18 \text{ cm}$$

5- أذكر خواص الصورة المتكونة .

صورة – حقيقية – مقلوبة – مكبرة

مثال : أذكر مقدار التكبير M في كل حالة من الحالات التالية :

1- صورة معتدلة مكبرة للمثلين :

$$M = + 2$$

2- صورة مقلوبة مكبرة للمثلين .

$$M = - 2$$

3- صورة معتدلة مصغرة للنصف .

$$M = + \frac{1}{2}$$

4- صورة مقلوبة مصغرة للنصف

$$M = - \frac{1}{2}$$

5- صورة معتدلة مساوية للجسم .

$$M = + 1$$

6- صورة مقلوبة مساوية للجسم

$$M = - 1$$

مثال : وضع جسم طوله 10cm على بُعد 8 cm (8) من مرآة فكانت له صورة معتدلة و مصغرة إلى النصف : أحسب كلا مما يلي
أ- بُعد الصورة عن العدسة.

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

$$\frac{1}{2} = -\frac{V}{8} \quad \Rightarrow V = -4 \text{ cm}$$

ب- البعد البؤري للمرآة .

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{8} + \frac{1}{-4} \quad \Rightarrow f = -8 \text{ cm}$$

ج- ما نوع المرآة .

مرآة محدبة

د - طول الصورة .

$$|M| = \frac{L'}{L} \quad \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{L'}{10} \quad \Rightarrow L' = 5 \text{ cm}$$

مثال : وضع جسم طوله 10 cm امام مرآة و علي بعد 4 cm منها فتكونت له صورة معتدلة مكبرة ثلاث امثال , أحسب كلا مما يلي :
1- بعد الصورة عن المرآة .

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

$$+3 = -\frac{V}{4} \quad \Rightarrow V = -12 \text{ cm}$$

2- البعد البؤري

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{4} + \frac{1}{-12} \quad \Rightarrow f = +6 \text{ cm}$$

3- حدد نوع المرآة

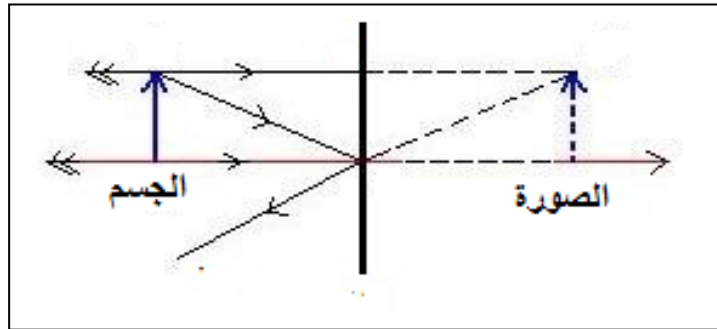
مرآة مقعرة

4- طول الصورة

$$|M| = \frac{L'}{L} \quad \Rightarrow 3 = \frac{L'}{10} \quad \Rightarrow L' = 30 \text{ cm}$$

المراة المستوية :

مراة السطح العاكس فيها يكون مستويا .



- يكون فيها الخواص التالية :

$$1- M = +1$$

$$2- U = V$$

$$3- L' = L$$

و تكون دائما صورة تقديرية – معتدلة – مساوية للجسم .
- من اهم خواص المراة المستوية هي خاصية الانقلاب . أي عندما ترفع يدك اليمني ترتفع في المراة اليد اليسري.

مثال : وضع جسم طوله 20 cm امام مراة مستوية و علي بعد 12 cm منها أحسب :

1- طول الصورة .

$$L' = L = 20 \text{ cm}$$

2- بعد الصورة .

$$U = V = 12 \text{ cm}$$

3- التكبير .

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

4- اذكر صفات الصورة المتكونة .

صورة تقديرية – معتدلة – مساوية للجسم

- مثال $\frac{1}{152}$ جسم طوله 5 cm وضع علي مسافة 50 cm من مرآة مستوية ,
 أحسب: 1- المسافة بين الجسم و الصورة المتكونة
 2- طول الصورة
 3- تكبير المرآة

$$U = V = 50 \text{ cm}$$

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

$$L = L' = 5 \text{ cm}$$

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

$$L = 5 \text{ cm}$$

$$U = 50 \text{ cm}$$

$$U + V = ?$$

$$L' = ?$$

$$M = ?$$