

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الكويتية



محمد سعيد السكاف

الملف الميسر في الفيزياء - الوحدة الثانية - الحرارة

[موقع المناهج](#) ⇨ [المناهج الكويتية](#) ⇨ [الصف الثاني عشر العلمي](#) ⇨ [فيزياء](#) ⇨ [الفصل الثاني](#)

روابط مواقع التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر العلمي



روابط مواد الصف الثاني عشر العلمي على تلغرام

[الرياضيات](#)

[اللغة الانجليزية](#)

[اللغة العربية](#)

[التربية الاسلامية](#)

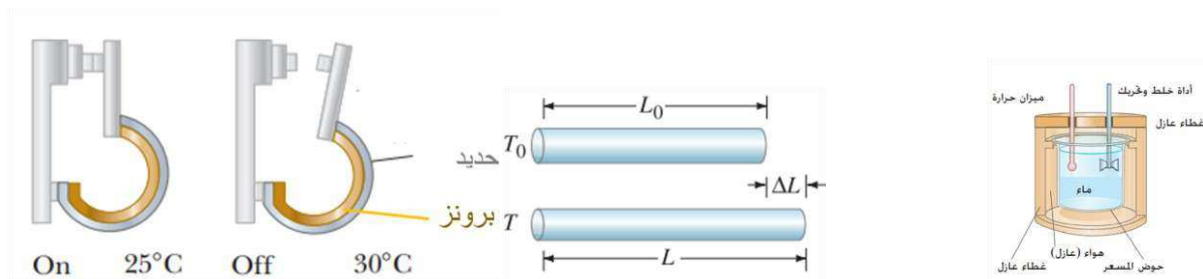
المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر العلمي والمادة فيزياء في الفصل الثاني

<a href="#">أسئلة اختبارات نهائية مجمعة لسنوات سابقة</a>	1
<a href="#">إجابة اختبارات نهائية مجمعة لسنوات سابقة</a>	2
<a href="#">تقويمية</a>	3
<a href="#">الموضوعات التي تم تعليقها</a>	4
<a href="#">مراجعة غير محلول فيزياء للصف الثاني عشر علمي</a>	5

# الميسر في الفيزياء

## الوحدة الثانية (الحرارة)

2024-2023



إعداد معلم الفيزياء: محمد سعيد السكاف

الحرارة والأتزان الحراري  
Heat and Thermal Equilibrium

فسر لماذا عندما نصاب بحرق ما نضع قطعة ثلج على مكان الحرق أو نسكب عليه ماء بارداً؟

1. تعريف درجة الحرارة

درجة الحرارة: هي الكمية الفيزيائية التي يمكن من خلالها تحديد مدى سخونة جسم ما أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري

25 K

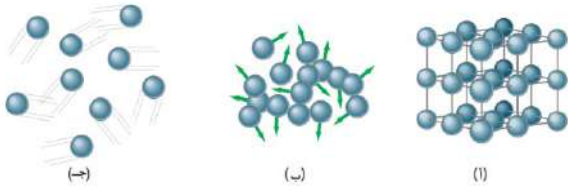
25 °C

هل درجات الحرارة التالية متساوية ولماذا

ملاحظة: يعبر عن درجة الحرارة برقم على مقياس تدرج محدد ب (K)(°F)(°C)

2. العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية

أجب عن الأسئلة التالية



1- مما تتكون المواد سواء (صلبة - سائلة - غازية)

2- هل تملك جميع المواد طاقة حركية؟

3- ما الذي يولد إحساسنا بالدفء (أو يحدد درجة حرارة الجسم)

استنتاجات مهمة

1- في الغازات المثالية حيث لا يوجد قوى تجاذب بين الجزيئات فالجزيئات تملك طاقة حركية فقط فإن درجة حرارة تتناسب مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد منه سواء أكانت الحركة في خط مستقيم أم منحني.

2- بالنسبة للمادة في الحالة السائلة والصلبة يصبح الوضع أكثر تعقيداً حيث توجد قوى تجاذب بين الجزيئات وبالتالي تملك الجزيئات طاقة كامنة إضافة لطاقة الحركة ولكن مع ذلك تبقى درجة حرارتها تتناسب مع الطاقة الحركية لجزيئات المادة أي مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد

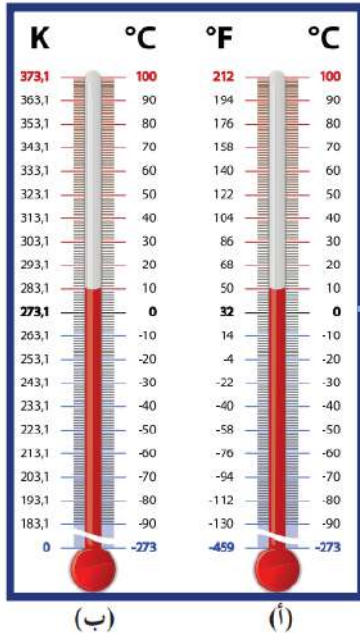
ملاحظة: درجة الحرارة لا تعتبر مقياس لمجموع طاقات الحركة لجميع جزيئات المادة لأن درجة الحرارة تعبر عن متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد.

لديك اناءين الأول يحوي لتر من الماء المغلي والآخر يحوي ليتران المطلوب قارن بينهما من حيث

من حيث	الاناء الأول	الاناء الثاني
متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد		
كمية الطاقة التي يحتويها كلا منهما		



فسر فيزيائياً لماذا يحتوي الدلو على طاقة حركية أكبر مما يحتوي عليه القدر على الرغم من أنهما عند درجة الحرارة ذاتها



درجة غليان الماء

درجة تجمد الماء

الصفر المطلق

## 1. قياس درجة الحرارة

1. ما هو الجهاز الذي يستخدم لقياس درجة الحرارة بدقة

2. اشرح بطريقة مبسطة كيف يقيس الترمومتر درجة الحرارة

3. ما هما النقطتان الثابتتان التي يعتمد عليهما التدرج الحراري

**الصفر المطلق:** هي الدرجة التي ينعدم عندها الطاقة الحركية نظريا

ماذا يحدث لطاقة حركة الجزيئات عندما تصل درجة حرارة الجسم إلى درجات حرارة قريبة من الصفر المطلق

الحدث:

قارن بين التدرجات التالية :

تدرج كلفن	تدرج فهرنهايت	تدرج سلسيوس	وجه المقارنة
			رمز التدرج
			درجة غليان الماء
			درجة تجمد الماء
			عدد الدرجات بين درجة التجمد والغليان الماء
			درجة الصفر المطلق

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- التدرج الفهرنهايت أكثر دقة من تدرج السلسيوس أو تدرج كالفن

2- تغير قراءة درجة الحرارة على السلسيوس مساو لقراءة التغير في درجة الحرارة على الكالفن

سؤال: عند أي درجة حرارة تتساوى قراءة الترمومتر على التدرج الفهرنهايتي مع الترمومتر على التدرج السلسيوسي

$$\frac{T_C - 0}{100} = \frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_K - 273}{100}$$

كيف نحول بين مقاييس درجة الحرارة

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

$$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$$

ويمكن استخدام العلاقات التالية في التحويل

### حل التمارين التالية :

**التمرين الأول :** تساوي درجة حرارة طفل مريض ( $39^{\circ}\text{C}$ ) أحسب درجة حرارة الطفل بحسب تدرج كالفن وتدرج فهرنهايت

**التمرين الثاني :** إذا تغيرت قراءة درجة حرارة جسم بمقدار ( $5^{\circ}$ ) على مقياس سلسيوس احسب تغير قراءة درجة حرارة الجسم على مقياس فهرنهايت

### 3. الحرارة

صف ماذا يحدث في الحالات التالية

1- عندما نلمس سطحاً ساخناً

الحدث :

2- عندما نلمس قطعة من الثلج

الحدث :

ماذا تستنتج:

أجب عن الأسئلة التالية :

1- ماذا نسمي الطاقة المنتقلة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى آخر له درجة حرارة أقل

2- ما هو رمز الحرارة

3- ماهي وحدة قياس الحرارة في النظام الدولي للوحدات

4- هل صحيح القول التالي " الأجسام تحتوي حرارة "

**الحرارة :** هي سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى جسم آخر له درجة حرارة أقل

**نشاط :** لديك مسمار مسخن لدرجة الاحمرار وأمامك مياه حوض السباحة

اجب عن الأسئلة التالية

أ- من يملك طاقة حركية كلية أكبر (المسمار - ماء الحوض)

ب- من يملك متوسط طاقة حركية أكبر (المسمار - ماء الحوض)

**نتائج**

1- عند سريان الطاقة بين مادتين متلامستين نقول إن الجسمين في حالة تلامس حراري

2- في حالة التلامس الحراري فإنه :

أ- تسري الحرارة من المادة التي لها درجة حرارة أعلى إلى المادة التي لها درجة حرارة أقل

ب- الحرارة تسري وفقاً لفرق درجتي الحرارة أي تبعاً للفرق بين متوسط طاقة حركة الجزيء الواحد

3- سريان الحرارة لا يكون من جسم طاقته الكلية كبيرة إلى جسم طاقته الحركية صغير أقل

4- عند توقف سريان الطاقة ينعدم انتقال الطاقة الحرارية ويكون الجسمان في حالة اتزان حراري ولهما نفس درجة الحرارة

5- لا تسري الحرارة تلقائياً من جسم بارد إلى جسم ساخن

اذكر شروط انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين

1- 2-

#### 4. العلاقة بين الحرارة والطاقة الحرارية

أشرح ماذا يحدث على المستوى الجوهري انتقال الحرارة بين الأجسام؟

الحرارة: هي مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة

قارن بين درجة الحرارة والحرارة من حيث

وجه المقارنة	درجة الحرارة	الحرارة
الرمز		
العلاقة مع الكتلة		
وحدة القياس في النظام الدولي للوحدات		
الجهاز المستخدم لقياسها		

فسر فيزيائياً لماذا الحرارة تتوقف على كتلة الجسم بينما درجة الحرارة لا تتوقف على الكتلة

#### 6. الاتزان الحراري

متى يتوقف سريان الحرارة بين الأجسام المتلامسة وماذا نسمي هذه الحالة

الاتزان الحراري :

هي الحالة التي تصبح عندها جميع المواد المتلامسة بدرجة حرارة واحدة، وعندها يتوقف سريان الحرارة بينها، وتصبح متوسط سرعة كل جزيء هو نفسه في الأجسام المتلامسة .

علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

1. الترمومتر يقيس درجة حرارة نفسه

2. يجب أن يكون حجم الترمومتر أصغر بكثير من حجم المادة المراد قياس درجة حرارتها.

3. عند قياس درجة حرارة مادة ما باستخدام ترمومتر زجاجي تنتظر فترة زمنية قبل أن تقرأ النتيجة.

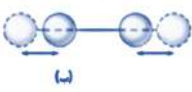
4. عند قياس درجة حرارة المريض باستخدام ترمومتر زجاجي تنتظر الممرضة دقيقتين قبل أن تقرأ النتيجة.

5. يمكن قياس درجة حرارة الهواء باستخدام ترمومتر زجاجي لكن لا يمكن قياس درجة حرارة قطرة من الماء باستخدام الترمومتر ذاته



## 7. الطاقة الداخلية

عدد أنواع الطاقات التي يمتلكها جزيئات المادة

طاقة وضع بين الجزيئات	حركة داخلية للذرات المكونة للجزيء	حركة دورانية للجزيء	حركة انتقالية لجزيئات المادة
			

**الطاقة الداخلية :** هي مجموع من الطاقات تشمل الطاقة الحركية الدورانية والطاقة الناتجة عن الحركة الداخلية

للذرات المكونة للجزيء وطاقة وضع الجزيئات تنتج عن قوى التجاذب المتبادلة بينها .

ماذا يحدث عندما تكتسب المادة حرارة (ماذا يرافق انتقال الطاقة بين الأجسام)

أ-

ب-

علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

1- عند انصهار الجليد لا تتغير درجة حرارته أثناء عملية التحول هذه

2- المادة تحوي طاقة داخلية ولا تحوي حرارة

### مراجعة الدرس 1-1

أولاً - ما عدد الدرجات التي تفصل بين درجة تجمّد الماء ودرجة

غليانه على كلّ من مقياسي سلسيوس وفهرنهايت؟

ثانياً - ما الفرق بين درجة الحرارة والحرارة؟

ثالثاً - حوّل درجات الحرارة التالية إلى الدرجة الكلفينية (تدرّيج

كلفن):  $(27)^{\circ}\text{C}$  ،  $(200)^{\circ}\text{F}$  .

رابعاً - (أ) ما هي درجة تجمّد الماء بحسب تدرّيج فهرنهايت؟

(ب) ما هي درجة غليان الماء بحسب تدرّيج فهرنهايت؟

خامساً - تمكّن علماء عصرنا من إنتاج أجسام تقترب درجة حرارتها

من الصفر المطلق. ماذا يمكنك القول حول الطاقة الحركية

لهذه الأجسام؟

سادساً - أفرغ ولد كوب ماء مغلي في وعاء يحوي لترًا من الماء درجة

حرارته  $(212)^{\circ}\text{F}$  . هل ستتغيّر درجة حرارة الماء في الوعاء؟

ولماذا؟

سابعاً - متى نشعر ببرودة الأجسام أو سخونتها؟

ثامناً - هل صحيح أنّ الترمومتر يقيس درجة حرارته بنفسه؟

تاسعاً - ما المقصود بالإتزان الحراري؟

### 1. وحدات الحرارة

**السعر:** كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة سيليزية واحدة .

**الكيلو سعر:** كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام من الماء درجة سيليزية واحدة.

ماهي الوحدة المستخدمة في تقدير المكافئ الحراري للأغذية والوقود؟

ما هي وحدة قياس الحرارة في النظام الدولي للوحدات (SI)؟

**ملاحظات مهمة:** السعر والكيلو سعر هي وحدات قياس للطاقة وترتبط بالجول (في النظام الدولي) وفق العلاقة:

$$(1)cal = (4.184)J$$

$$(1)Kcal = (1000)cal$$

$$(1)Kcal = (4184)J$$

حل التمارين التالية :

1. كمية من المادة امتصت  $(41.84)J$  المطلوب عبر عن كمية الطاقة الممتصة

أ- بوحدة السعر  $cal$

ب- بوحدة الكيلو سعر  $Kcal$

2. كمية من المادة امتصت  $(120)cal$  المطلوب عبر عن كمية الطاقة الممتصة بالنظام الدولي للوحدات

### 1. السعة الحرارية النوعية

**السعة الحرارية النوعية:** كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من المادة درجة سيليزية واحدة

سؤال ما هي وحدة قياس السعة الحرارية النوعية في النظام الدولي للوحدات

عدد العوامل التي تتوقف عليها السعة الحرارية النوعية

-1

-2

$$c = \frac{Q}{m \Delta T}$$

ماذا نسمي ممانعة الجسم لتغير درجة حرارته

ارسم العلاقات الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن تغير السعة الحرارية النوعية لمادة بتغير كلا من :



تغير درجة حرارة الجسم



أجسام مختلفة الكتلة لنفس المادة



كمية الحرارة التي يمتصها الجسم



### ملاحظات:

- 1- السعة الحرارية النوعية للمادة تختلف حسب حالة المادة فالسعة الحرارية النوعية للمادة في الحالة الصلبة تختلف عن السعة الحرارية النوعية للمادة في الحالة السائلة أو الحالة الغازية
  - 2- السعة الحرارية النوعية تعبر عن ممانعة الجسم للتغير في درجة الحرارة أي هي قصور ذاتي حراري
  - 3- كلما زادت السعة الحرارية النوعية للمادة كلما كان تغير درجة الحرارة أصعب ويتطلب طاقة أكبر لرفع درجة حرارة نفس الكمية من مادتين مختلفتين لرفع درجة حرارتها نفس المقدار مثال على ذلك يحتاج جرام واحد من الحديد إلى  $(\frac{1}{8})$  الحرارة التي يحتاجها الماء لترتفع درجة حرارة كل منهما درجة سيليزية
- مثال :** كمية من مادة مقدارها  $2)Kg$  رفعت درجة حرارتها بمقدار  $10)^\circ C$  واحتاجت لذلك أن تمتص طاقة مقدارها  $8000)J$  احسب السعة الحرارية النوعية

ماذا يحدث في الحالات التالية للسعة الحرارية النوعية لمادة :

1. عند ارتفاع درجة حرارة كمية معينة من المادة لمثلي ما كانت عليه

الحدث :

التفسير :

2. عند تغير حالة المادة

الحدث :

التفسير :

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما :

1. السعة الحرارية النوعية للماء أكبر من السعة الحرارية النوعية للحديد

2. تمتص كتلة معينة من الماء كمية من الطاقة أكبر من تلك التي تمتصها كتلة مساوية من الحديد لترتفع العدد نفسه من الدرجات

3. يحتاج كيلوجرام واحد من الحديد إلى دقيقة واحدة لرفع درجة حرارته درجة سيليزية واحدة بينما المدة الزمنية التي يحتاجها كيلو جرام من الماء لترتفع درجة حرارته درجة سيليزية واحدة 15 دقيقة تقريبا باستخدام الموقد ذاته

4. يحتاج جرام واحد من الحديد إلى  $(\frac{1}{8})$  من الحرارة التي يحتاجها الماء لترتفع درجة حرارة كل منهما درجة سيليزية

5. عند تسخين كميتين متساويتين من الماء والحديد موجودتان عند نفس درجة الحرارة لنفس المدة الزمنية فإن درجة حرارة الحديد ترتفع أكثر من الماء

### 3. السعة الحرارية

لحساب الطاقة الحرارية المنقولة من مادة لأخرى نستخدم 1- السعة الحرارية النوعية 2- السعة الحرارية

**السعة الحرارية:** كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها ( $m$ ) درجة سيليزية واحدة

ماهي وحدة قياس السعة الحرارية في النظام الدولي للوحدات

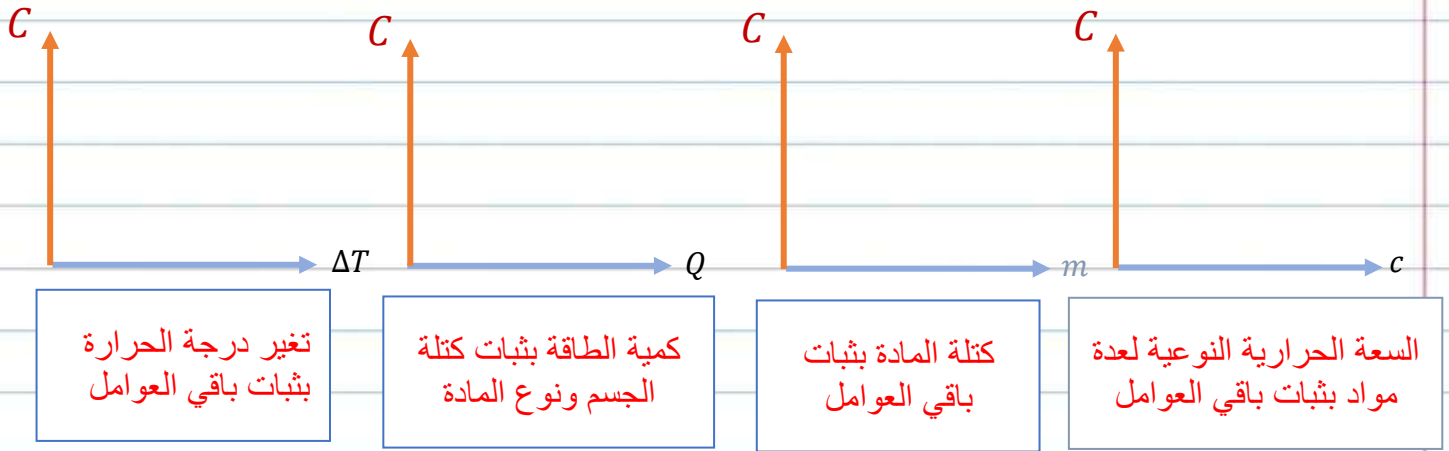
عدد العوامل التي تتوقف عليها السعة الحرارية

-2

-1

سؤال؟ متى تتساوى السعة الحرارية لجسم مع السعة الحرارية النوعية

ارسم الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن تغير السعة الحرارية مع كلا من :



ماذا يحدث في الحالات التالية للسعة الحرارية لجسم:

1. عند تغير حالة المادة مع ثبات كتلة الجسم وتغير درجة الحرارة

الحدث :

2. عند زيادة كمية الطاقة التي يمتصها الجسم إلى مثلي ما امتصه في الحالة الأولى مع ثبات حالة المادة

الحدث :

3. عند ارتفاع درجة حرارة الجسم مع ثبات حالة المادة

الحدث :

**حل التمارين التالية :**

1- جسم كتلته  $(2)Kg$  سعته الحرارية النوعية  $(800) J/Kg K$  احسب سعته الحرارية

2- جسم كتلته  $(0.8)Kg$  رفعت درجة حرارته بمقدار  $(10)^\circ C$  واحتاج لذلك أن يمتص طاقة مقدارها  $(8000)J$

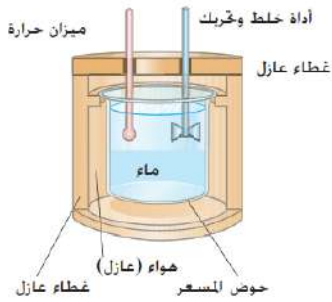
المطلوب احسب

أ- السعة الحرارية النوعية للمادة

ب- السعة الحرارية للجسم

#### 4. المسعرات الحرارية

ما هو الجهاز الذي يستخدم لقياس الحرارة أو السعة الحرارية النوعية  
المسعر الحراري: جهاز يعزل الداخل عن المحيط ويسمح بتبادل الحرارة وانتقالها بين  
مادتين أو أكثر داخله من دون تأثير من المحيط  
صف ماذا يحدث عند خلط كمية من الماء البارد مع كمية من الماء الساخن داخل مسعر؟



ملاحظة :

- 1- النظام (المكونات الموجودة في المسعر ) لا يكتسب طاقة حرارية من الوسط المحيط به
- 2- تكون درجة الحرارة داخل المسعر عند الاتزان نفسها لجميع أجزاء النظام.

اذكر وظيفة كلا من التالي في المسعر الحراري

1- الخلط

2- الترمومتر

#### 5. حساب الطاقة المكتسبة والمفقودة

عدد العوامل التي تتوقف عليها الحرارة المكتسبة أو المفقودة

1-

2-

3-

$Q$

$Q = mc\Delta T$

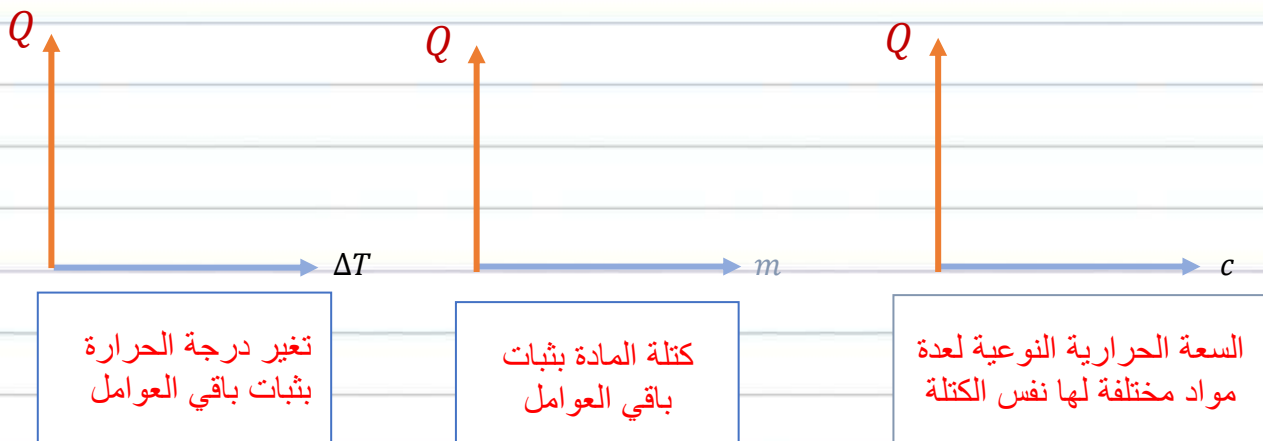
$Q = C\Delta T$

#### حل التمارين التالية

- 1- احسب كمية الطاقة الحرارية التي يجب أن يكتسبها  $g$  (4.11) من النحاس، لترتفع درجة حرارته  $^{\circ}C$  (3.8)  
علماً أن السعة الحرارية النوعية للنحاس تساوي  $(390)J/Kg K$

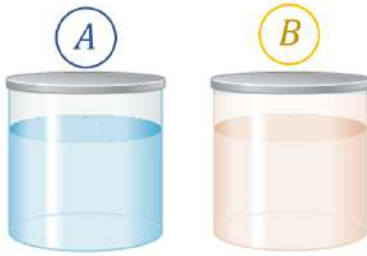
- 2- أثناء تحضير القهوة ترتفع درجة حرارة  $g$  (250) من الماء من الدرجة  $^{\circ}C$  (20) إلى الدرجة  $^{\circ}C$  (100) علماً أن السعة الحرارية النوعية للماء تساوي  $4186J/Kg K$  أحسب الطاقة التي نحتاج إليها لإجراء هذا التسخين

ارسم العلاقات الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن تغير الطاقة الحرارية المكتسبة مع كلا من :



قارن بين السعة الحرارية النوعية والسعة الحرارية والحرارة المكتسبة والمفقودة

من حيث	السعة الحرارية النوعية	السعة الحرارية	الحرارة المكتسبة أو المفقودة
الرمز			
وحدة القياس في (SI)			
المقدار (ثابت - متغير)			



**نشاط :** في الشكل المجاور اناءين يحويان كميتان متساويتان من سائلين مختلفين عند نفس درجة الحرارة فإذا كان السائل في الإناء (A) هو الماء و في الإناء (B) هو الزيت موضوعان على ذات المصدر الحراري

لذات المدة الزمنية (أي تلقيا نفس كمية الطاقة الحرارية)

فإذا علمت أن السعة الحرارية للماء أكبر من السعة الحرارية النوعية للزيت

ماذا يحدث لدرجة حرارة الإناء (A) بالمقارنة بدرجة حرارة الإناء (B) :

**الحدث :**

**نشاط :** في الشكل المجاور اناءين يحويان كميتان مختلفتين من نفس المادة وفي نفس

الحالة الفيزيائية فإذا كانت كتلة السائل في الإناء (A) ثلاث أمثال كتلة السائل في الإناء

(B) و موضوعان على ذات المصدر الحراري لذات المدة الزمنية

(أي تلقيا نفس كمية الطاقة الحرارية) فإذا ارتفعت درجة حرارة الإناء (A) بمقدار  $10^{\circ}\text{C}$

أ- ماذا يحدث لدرجة حرارة الإناء (B) بالمقارنة مع درجة حرارة الإناء (A)

**الحدث :**

ب- ارسم العلاقة البيانية بين تغير درجة الحرارة والكتلة

لعدة أجسام لها كتل مختلفة بثبات كمية الطاقة (الحرارة) المكتسبة أو المفقودة ونوع المادة  $m$

**حل التمارين التالية:**

أ- جسم كتلته  $0.5\text{Kg}$  سعته الحرارية النوعية  $800\text{J/Kg K}$  امتص حرارة مقدارها  $16000\text{J}$  احسب مقدار الزيادة في درجة حرارة الجسم

ب- سخن جسم كتلته  $0.2\text{Kg}$  سعته الحرارية النوعية  $1600\text{J/Kg K}$  احسب مقدار الطاقة اللازمة لكي ترتفع درجة حرارته بمقدار  $25^{\circ}\text{C}$

ت- جسم كتلته  $2\text{Kg}$  سعته الحرارية النوعية  $160\text{J/Kg K}$  عند الدرجة  $5^{\circ}\text{C}$  احسب كمية الطاقة اللازمة حتى تصبح درجة حرارته  $40^{\circ}\text{C}$

## 6. التبادل الحراري

((يُحصل التبادل الحراري عندما نمزج مادتين أو أكثر ذات درجات حرارة مختلفة ( نظام حراري ) حتى يصل النظام إلى الاتزان الحراري ))

عندما يصل النظام للاتزان كمية الحرارة التي يخسرها الجسم الساخن في المسعر تساوي كمية الحرارة التي يكسبها الجسم البارد فيه .

1. عندما تكون:  $T_f > T_i$  يكون  $Q_i > 0$  أي المادة تكتسب حرارة مقدارها  $|Q_i|$  .
  2. عندما تكون:  $T_f < T_i$  يكون  $Q_i < 0$  أي المادة تفقد حرارة مقدارها  $|Q_i|$  .
  3. عندما يكون النظام معزولاً كما هو الحال عندما يحصل تبادل حراري داخل مسعر حراري يكون مجموع الحرارة المتبادلة بين مختلف مكونات المزيج صفراً أي أن  $\sum Q_i = 0$
- وهذا يعني أن الحرارة التي تخسرها المادة الساخنة تكسبها المادة الباردة من دون أي تفاعل مع الوسط المحيط

### ملاحظات لحل المسائل المسعر

1. السائل الموجود في المسعر له نفس درجة الحرارة الابتدائية للمسعر  $T_i$
2. عند إهمال السعة الحرارية للمسعر أو ( السعة الحرارية النوعية للمسعر ) أو يقول إعتبر المسعر لا يتبادل حرارة مع النظام فاعتبر أن المسعر كأنه غير موجود
3. أحياناً يعطيك أو يطلب السعة الحرارية للمسعر ( انتبه لذلك )
4. عند وصول النظام إلى حالة الاتزان الحراري فإن لجميع مكوناته نفس درجة الحرارة النهائية  $T_f$
5. إذا أعطانا القدرة الكهربائية لجهاز التسخين فإن الطاقة الحرارية خلال زمن تحسب من العلاقة  $Q = P t$
6. ثم نطبق شرط الاتزان الحراري  $\sum Q_i = 0$

### حل المسائل التالية

**المسألة الأولى :** مكعب من النحاس كتلته  $g (40)$  حتى تصل درجة حرارته إلى  $^{\circ}C (180)$  ثم يوضع داخل مسعر حراري (مهم السعة الحرارية النوعية) يحتوي على  $g (300)$  ماء درجة حرارته  $^{\circ}C (25)$  وبعد وصول النظام إلى حالة الاتزان الحراري كانت درجة حرارة المكونات جميعها  $^{\circ}C (27)$  احسب السعة الحرارية للنحاس علماً أن  $c_w = (4190) J/Kg K$

**المسألة الثانية:** يسخن قضيب من النحاس كتلته  $g (50)$  حتى تصل درجة حرارته إلى  $^{\circ}C (150)$  ثم يوضع داخل مسعر حراري من الألمنيوم يحتوي على  $g (200)$  ماء فترتفع درجة حرارة الماء بعد الاتزان من  $^{\circ}C (25)$  إلى  $^{\circ}C (27)$  علماً أن:  $c_w = (4190) J/Kg K$   $c_{cu} = (390) J/Kg K$

1- احسب كمية الحرارة التي يفقدها قضيب النحاس حتى يصل إلى حالة الاتزان الحراري

2- كمية الحرارة التي يكتسبها الماء حتى يصل إلى حالة الاتزان الحراري

3- السعة الحرارية للمسعر

**المسألة الثالثة:** تسخن قطعة من النحاس كتلتها  $g (2.5)$  ، ثم توضع في مسعر حراري مهمل السعة الحرارية النوعية يحتوي على  $g (65)$  من الماء ترتفع درجة حرارة الماء من  $^{\circ}C (20)$  إلى  $^{\circ}C (22.5)$  احسب درجة الحرارة الابتدائية لقطعة النحاس قبل إدخالها المسعر الحراري علماً أن  $c_w = (4200)J/Kg K$   $c_{cu} = (390)J/Kg K$

**المسألة الرابعة :** يسخن قضيب من الألومنيوم كتلته  $g (28.4)$  حتى تصل درجة حرارته إلى  $^{\circ}C (39.4)$  ثم يوضع داخل مسعر حراري ( مهمل السعة الحرارية النوعية ) يحتوي على  $g (50)$  من الماء درجة حرارة الماء  $^{\circ}C (21)$  ما هي درجة حرارة القضيب النهائية علماً أن  $c_{Al} = (899)J/Kg K$  ،  $c_w = (4184)J/Kg K$

**المسألة الخامسة :** نضع  $g (400)$  من الماء عند الدرجة  $^{\circ}C (40)$  داخل مسعر مهمل السعة الحرارية النوعية نضيف على هذه الكمية قطعة من الزجاج درجة حرارتها  $^{\circ}C (25)$  وكتلتها  $g (300)$  ثم نضيف  $g (500)$  من الألمنيوم درجة حرارته  $^{\circ}C (37)$  أحسب درجة حرارة الماء عندما يصل (ماء + زجاج + المنيوم ) الى الاتزان الحراري علماً أن  $c_w = (4190)J/Kg K$   $c_g = (837)J/Kg K$   $c_{Al} = (900)J/Kg K$

الماء	الزجاج	قطعة المنيوم
الكتلة ( kg ) m		
السعة الحرارية النوعية $c J/Kg K$		
درجة الحرارة الابتدائية $T_i$		
درجة الحرارة النهائية (الاتزان) $T_f$		

## 7. السعة الحرارية النوعية العالية للماء

السعة الحرارية النوعية للماء عالية جداً وتعتبر من أكبر السعات الحرارية النوعية مما يجعل الماء قادراً على اختزان الحرارة والحفاظ عليها لفترة طويلة فدرجة حرارة الماء تتغير ببطء أي يسخن ببطء ويبرد ببطء

**علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً :**

1. الماء يعتبر سائلاً مثالياً للتبريد والتسخين فيستخدم في تبريد المحركات

2. مياه البحر تتطلب وقتاً أطول من اليابسة ليبرد أو يسخن

3. لا تعاني المدن القريبة من المساحات المائية الكبيرة من فروق كبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار



## مراجعة الدرس 1-2

أولاً - عرّف السعة الحرارية النوعية.

ثانياً - هل المواد التي ترتفع درجة حرارتها بسرعة لها سعة حرارية نوعية كبيرة أم صغيرة؟

ثالثاً - لماذا لا تعاني المدن القريبة من مساحات الماء فرقاً كبيراً في درجات الحرارة بين الليل والنهار؟

رابعاً - ما الفرق بين السعر والكيلوسعر؟

خامساً - اكتسب (1) لتر من الماء كمية معينة من الطاقة الحرارية فارتفعت حرارته إلى  $2^{\circ}\text{C}$ . كم يكون الارتفاع في درجة (2) لتر من الماء عندما يكتسب الكمية نفسها من الحرارة؟

سادساً - ما هي كمية الحرارة التي نحتاجها لرفع درجة (1) لتر من الماء بمقدار  $15^{\circ}\text{C}$ ؟ إذا اكتسب الماء هذه الطاقة بواسطة ملفّ تسخين قدرته  $1000\text{W}$ ، ما الوقت اللازم لرفع درجة حرارة الماء  $15^{\circ}\text{C}$ ؟ علماً أنّ السعة الحرارية النوعية للماء تساوي  $c = 4180\text{J/kg.K}$ .

سابعاً - أحسب السعة الحرارية النوعية لقضيب من الألومنيوم كتلته  $28.4\text{g}$  علماً أنّه يحتاج إلى  $207\text{J}$  لترتفع درجة حرارته  $8.1^{\circ}\text{C}$ .

ثامناً - نضع  $250\text{g}$  من الماء درجة حرارته  $10^{\circ}\text{C}$  في مُسعر حراري، ثمّ نضيف إليه قطعة من النحاس كتلتها  $50\text{g}$  ودرجة حرارتها  $80^{\circ}\text{C}$  وقطعة من معدن غير معروف كتلتها  $70\text{g}$  ودرجة حرارتها  $100^{\circ}\text{C}$ . يصل النظام كلّ إلى الاتزان الحراري فتكون درجة حرارته  $20^{\circ}\text{C}$ . أحسب السعة الحرارية النوعية للمعدن غير المعروف، بشرط أن تهمل السعة الحرارية النوعية للمُسعر الحراري وتعتبره لا يتبادل حرارة مع النظام، وعلماً أنّ السعة الحرارية النوعية للماء هي  $4180\text{J/kg.K}$  وأنّ السعة الحرارية النوعية للنحاس هي  $386\text{J/kg.K}$ .

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

### 1. التمدد والانكماش

لنتذكر أن : التغير في حجم الغازات (التمدد أو التقلص ) نتيجة لتغير درجة الحرارة أو ( الضغط ) يكون بمقدار أكبر من التغير الذي يحدث للسوائل و تكون هذه الزيادة أكبر من المواد الصلبة .

قارن بين تمدد وتقلص الغازات والسائل:

من حيث	الغازات	السوائل
مقدار التمدد عند تغير درجة الحرارة بنفس المقدار		

فواصل التمدد: هي فواصل متداخلة فوق سطحها تتحرك السيارات .

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

(1) عند رصف الطرقات السريعة أو إنشائها يجب أن تترك بين أجزاء الاسفلت فواصل كل مسافة معينة وتملاً بمادة قابلة للانضغاط مثل القار (وكذلك يراعى ذلك عند التشييد والبناء)

(2) يستخدم أطباء الأسنان مواد لحشو الأسنان لها نفس مقدار تمدد مينا الأسنان.

(3) محركات السيارات المصنوعة من الألمنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد

(4) يراعي المهندسون المدنيون استخدام حديد تسليح له نفس معدل تمدد الإسمنت.

(5) عند انشاء الجسور الطويلة والمصنوعة من الصلب يثبت أحد طرفيها في حين يرتكز الطرف الآخر على ركائز دوراه

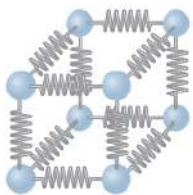
(6) يتم تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود صيفا

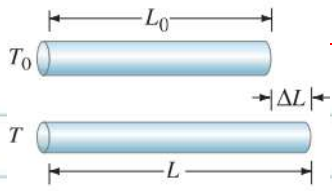
### 2. التمدد الطولي في الأجسام الصلبة

ما هي الاحتياطات التي يتخذها المهندسون عند بناء الجسور ولماذا

التمدد الطولي للأجسام الصلبة: مقدار التمدد باتجاه واحد

فسر تمدد الأجسام الصلبة (حسب النظرية الجزيئية)





مقدار التمدد الطولي: مقدار الزيادة التي تطرأ على طول الجسم عند رفع درجة حرارته  
3. قانون التمدد الطولي في الأجسام الصلبة ومعامل التمدد الطولي

$$\Delta L = k L_0 \Delta T$$

عدد العوامل التي يتوقف عليها مقدار التغير في طول الجسم ( التمدد الطولي )

-3

-2

-1

ماذا يحدث في الحالات التالية :

1- ساق طوله (L) عند درجة حرارة الغرفة فإذا ازداد طوله بمقدار (ΔL) عندما ارتفعت درجة حرارته بمقدار (ΔT)

ماذا يحدث لمقدار الاستطالة إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار (2ΔT)

الحدث:

التفسير:

2- ساقين متماثلين تماما وموجودين في نفس درجة الحرارة طول الساق الأولى (L) بينما طول الساق الثانية (2L) فعند

رفع درجة حرارتهما بنفس المقدار (ΔT) فإذا ازداد طول الساق الأولى بمقدار (ΔL) ماذا يحدث للساق الثانية

الحدث:

التفسير:

$$k = \frac{\Delta L / \Delta T}{L_0}$$

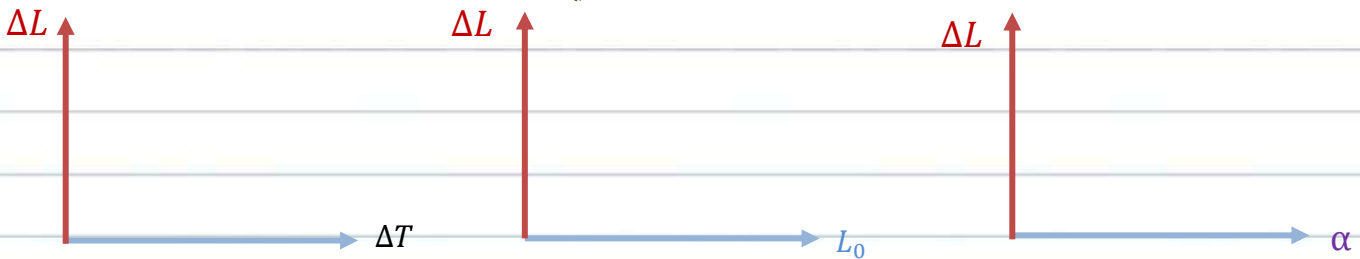
أظهرت التجارب أن ثابت التناسب (k) بين تغير الطول والطول الأصلي

وتغير درجة الحرارة هو يسمى معامل التمدد الطولي ورمزه (α)

يمكن حساب مقدار التمدد الطولي من خلال المعادلة:

وحدة قياس مقدار التمدد الطولي (التغير في طول الجسم) في النظام الدولي للوحدات 1/°C

ارسم العلاقات الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن مقدار التمدد الطولي بتغير كلا من :



تغير درجة الحرارة

الطول الأولي (الأصلي)

معامل التمدد الطولي لعدة مواد بثبات باقي العوامل

معامل التمدد الطولي α : مقدار تغير طول (1) متر من مادة عندما تتغير درجة حرارتها (1) درجة سيليزية .

عدد العوامل التي يتوقف عليها معامل التمدد الطولي

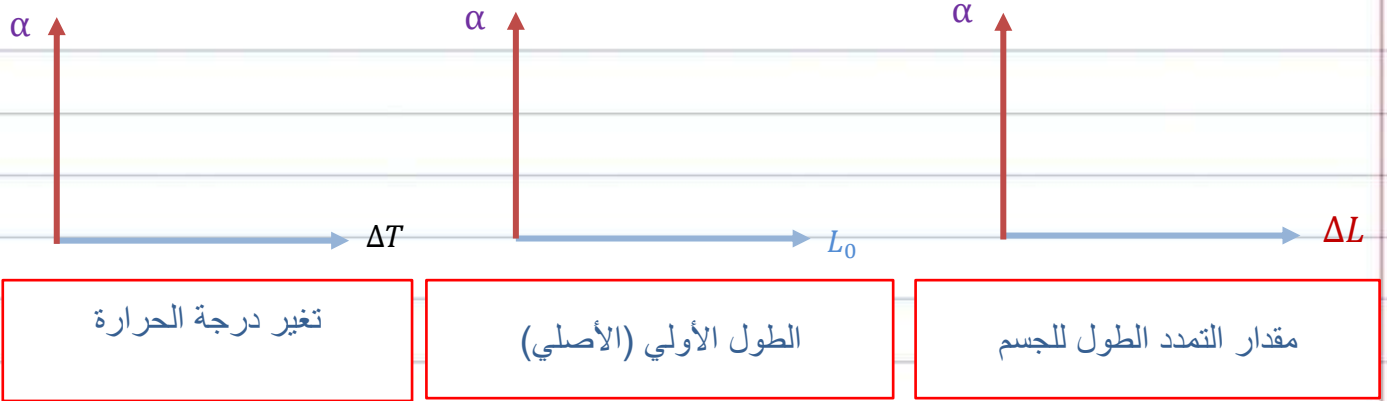
$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$$

ماذا يحدث لمعامل التمدد الطولي لساق عند درجة حرارة الغرفة عندما ترتفع درجة حرارته بمقدار (ΔT)

الحدث:

التفسير:

ارسم العلاقات الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن معامل التمدد الطولي لجسم بتغير كلا من



قارن بين معامل التمدد الطولي ومقدار التمدد الطولي

من حيث	معامل التمدد الطولي	مقدار التمدد الطولي
الرمز		
وحدة القياس (SI)		

### حل التمارين التالية

1) ساق من النحاس طولها  $m (2.5)$  في درجة حرارة الغرفة رفعت درجة حرارتها بمقدار  $^{\circ}\text{C} (80)$  فازداد طولها بمقدار  $m (0.0034)$  احسب معامل التمدد الطولي للساق

2) ساق من الألمنيوم طولها  $cm (250)$  عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C} (20)$  سخنت إلى الدرجة  $^{\circ}\text{C} (100)$  فازداد طولها بمقدار  $cm (0.46)$  احسب معامل التمدد الطولي للساق

3) ساق معدنية مصنوعة من الحديد طولها  $cm (100)$  عند الدرجة  $^{\circ}\text{C} (20)$  سخنت إلى الدرجة  $^{\circ}\text{C} (120)$  فإذا كان معامل التمدد الطولي للحديد  $^{\circ}\text{C}^{-1} (12 \times 10^{-6})$  احسب طول الساق بعد التسخين

4) ساق معدنية طولها  $m (2)$  عند الدرجة  $^{\circ}\text{C} (20)$  معامل تمدده الطولي  $^{\circ}\text{C}^{-1} (17 \times 10^{-6})$  سخت لمدة معينة فأصبح طولها  $m (2.0068)$  احسب درجة الحرارة التي سخنت الساق إليها

5) ساق معدنية طولها متراً تتمدد بمقدار  $cm (0.5)$  عند تسخينها عند درجة حرارة معينة ، ما مقدار تمدد ساق أخرى من المعدن نفسه طولها  $m (100)$  عند تسخينها عند درجة الحرارة نفسها

## حل المسائل التالية

**المسألة الأولى:** ساق معدنية طولها  $cm$  (400) كتلتها  $g$  (500) عند الدرجة  $^{\circ}C$  (20) سخنت إلى الدرجة  $^{\circ}C$  (180) ومعامل تمدده الطولي  $^{\circ}C^{-1}$  ( $17 \times 10^{-6}$ ) والسعة الحرارية النوعية للنحاس  $J/Kg K$  (390) المطلوب

أ- كمية الحرارة اللازمة لتمدد الساق

ب- مقدار الزيادة التي تطرأ على طول الساق

ت- طول الساق بعد التسخين

**المسألة الثانية:** إن طول ساق نحاسية عند الدرجة  $^{\circ}C$  (20) يساوي  $m$  (3) احسب تغير الطول عندما ترتفع درجة حرارتها إلى  $^{\circ}C$  (40) علماً أن معامل التمدد الطولي للنحاس  $^{\circ}C^{-1}$  ( $17 \times 10^{-6}$ )

**المسألة الثالثة:** تتكون سكة حديد من قضبان فولاذية طول كل واحد منها  $m$  (12.2) يتمدد كل قضيب بمقدار  $mm$  (2.379) عندما ترتفع درجة الحرارة بمقدار  $^{\circ}C$  (15) احسب معامل التمدد الطولي للفولاذ

**المسألة الرابعة:** سخن شريطين متساويين في الطول أحدهما ألومنيوم والآخر حديد إلى درجة الحرارة نفسها . أي الفلزين يتمدد أكثر؟ ما نسبة تمدد أحدهما بالمقارنة مع الآخر؟ معامل التمدد الطولي للألومنيوم  $^{\circ}C^{-1}$  ( $23.1 \times 10^{-6}$ ) معامل التمدد الطولي للحديد  $^{\circ}C^{-1}$  ( $11.8 \times 10^{-6}$ ) .

## تطبيقات التمدد الطولي ( المزوجة الحرارية )

تعريف المزوجة الحرارية :

شريط مزدوج من مادتين لهما معاملي تمدد طولي مختلف متساويين بالطول عند درجة حرارة التصنيع.

1- صف ماذا يحدث في الشكل المجاور عند تسخين المزوج الحراري

الحدث:

التعليل:

2- صف ماذا يحدث في الشكل المجاور عند تبريد المزوج الحراري

الحدث:

التعليل:

ملاحظة: عند تسخين المزوجة الحرارية فإنها سوف تتحني نحو الطرف الذي له معامل تمدد طولي أقل

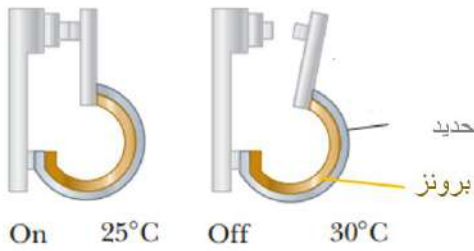
س عدد تطبيقات المزوجة الحرارية



**ملاحظة:** يمكن الاستفادة من الحركة المزدوجة للمزدوج الحراري في صناعة أنواع معينة من الصمامات أو في تشغيل

مفتاح كهرباء

كيف يعمل الترموستات (منظم الحرارة في) أجهزة التدفئة والتبريد:



كيف يعمل منظم الحرارة في السخان :

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- تكسر الزجاج السميك (كتكسر كأس زجاج عندما يسكب فيها شاي ساخن في جو بارد )

2- يتم تصنيع أنواع من الزجاج لها معامل تمدد حراري صغير

#### 4. التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة

**نشاط:**

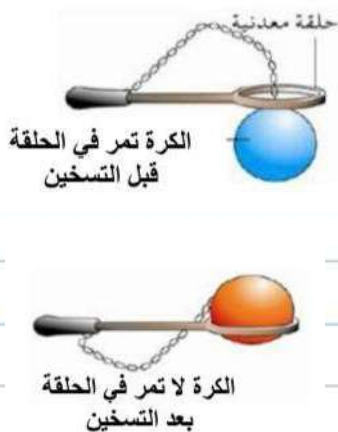
احضر كرة من الحديد معلقة بسلسلة من المعدن حاول ادخال الكرة

وتمريرها من الحلقة ستجد أنها تمر

قم بتسخين الكرة لمدة دقيقتين ثم حاول مرة أخرى إدخالها بالحلقة ماذا يحدث

**الحدث:**

**التفسير :**



مقدار التمدد الحجمي  $\Delta V$ : مقدار الزيادة التي تطرأ على حجم الجسم عند رفع درجة حرارته

س عدد العوامل التي تتوقف عليها مقدار التمدد الحجمي

-3

-2

-1

**ملاحظة:** عندما ترتفع درجة حرارة الأجسام الصلبة تزداد الطاقة الحركية لكل الجزيئات وفي كل الاتجاهات فيتمدد

حجمها

يعطى مقدار التغير الحجمي بالعلاقة:  $\Delta V = V_0 \beta \Delta T$

ارسم العلاقات الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن مقدار التمدد الحجمي بتغير كلا من



تغير درجة الحرارة

الحجم الأولي (الأصلي)

معامل التمدد الحجمي لعدة مواد



**معامل التمدد الحجمي:** هو التغير في وحدة الحجم عندما تتغير درجة الحرارة درجة مئوية واحدة.

ما هي العوامل التي يتوقف عليها معامل التمدد الحجمي

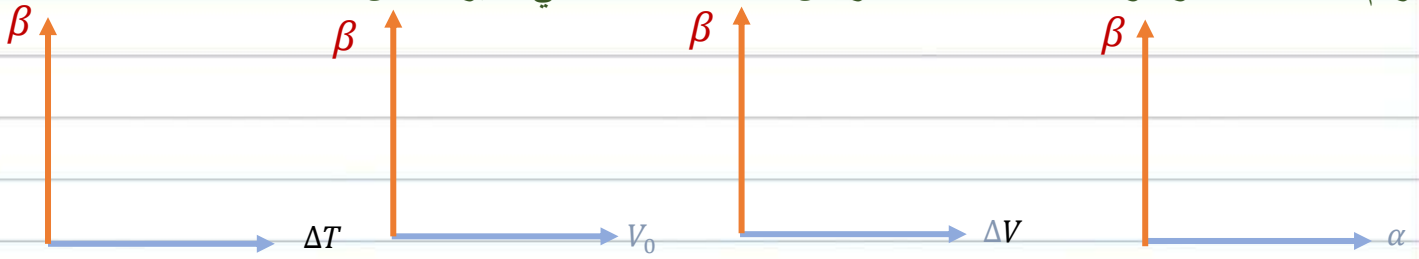
ما هي وحدة قياس معامل التمدد الحجمي في النظام الدولي للوحدات

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$$

يمكن حساب معامل التمدد الحجمي من العلاقة

بفرض أن معامل التمدد الطولي ( $\alpha$ ) واحد في جميع الاتجاهات فيمكن حساب معامل التمدد الحجمي من  $\beta = 3\alpha$

ارسم العلاقات الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن معامل التمدد الحجمي بتغير كلا من



تغير درجة الحرارة

الحجم الأولي

مقدار التمدد الحجمي للجسم

معامل التمدد الطولي لمواد مختلفة

قارن بين معامل التمدد الطولي ومقدار التمدد الطولي

مقدار التمدد الحجمي	معامل التمدد الحجمي	
		الرمز
		وحدة القياس (SI)
معامل التمدد الطولي	معامل التمدد الحجمي	
		الرمز
		وحدة القياس (SI)
مقدار التمدد الطولي	مقدار التمدد الحجمي	
		الرمز
		وحدة القياس

**حل المسائل التالية :**

**المسألة الأولى:** يسخن مكعب من الحديد فترتفع درجة حرارته من (20 °C) إلى (1000 °C) والمطلوب

1- أحسب معامل التمدد الحجمي للحديد علما أن حجمه يساوي (100cm<sup>3</sup>) عند درجة (20 °C) و  $\Delta V = 3.3 \text{ cm}^3$

2- استنتج معامل التمدد الطولي للحديد

**المسألة الثانية :** يبلغ طول نصف قطر كرة حديدية (3 cm) عند درجة حرارة (20 °C) معامل التمدد الحجمي

للحديد (  $33.3 \times 10^{-6}$  ) أحسب الحجم النهائي لهذه الكرة عندما تصل درجة حرارتها (15 °C)

**المسألة الثالثة:** ترتفع درجة حرارة مكعب من الألمنيوم بمقدار  $(20\text{ }^{\circ}\text{C})$  فيصبح حجمه  $(1001.38)\text{ cm}^3$  أحسب الحجم الأساسي لهذا المكعب علما ان معامل التمدد الحجمي للألمنيوم يساوي  $1/^{\circ}\text{C} \times 10^{-6} \times 69$

**المسألة الرابعة:** كرة من النحاس حجمها  $(30)\text{ cm}^3$  عند درجة  $^{\circ}\text{C} (25)$  سخنت حتى درجة  $^{\circ}\text{C} (70)$  فإذا علمت أن معامل التمدد الطولي لمادة النحاس  $17 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  والسعة الحرارية النوعية للنحاس  $(390)\text{ J/Kg K}$

1- كمية الطاقة التي امتصتها الكرة

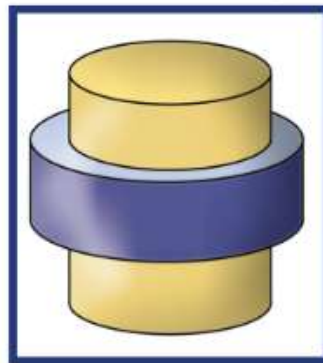
2- معامل التمدد الحجمي لمادة النحاس .

3- حجم الكرة عند درجة  $^{\circ}\text{C} 70$

### مراجعة الدرس 1-3

ملاحظة: استخدام الثوابت الواردة في الجدول (2) ص 34 حيث يلزم الأمر .  
أولاً - ما سبب انحناء المزدوجة الحرارية عند تسخينها أو تبريدها؟

ثالثاً - ما سبب تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف؟  
رابعاً - عندما تُدخِل حلقة من الحديد الصلب الساخن حول أسطوانة من البرونز (شكل 18) يُقال إنها التحمت معها في موضع تثبيتها، ولا يمكن نزعها ولو بالتسخين. تُسمى هذه الطريقة الشيت بالثقلص Shrink Fitting. اشرح كيفية حدوث هذه العملية. ماذا تستنتج منها فيما يخص تمدد الحديد والبرونز؟



(شكل 18)

خامساً - ساق معدنية طولها مترًا تتمدد بمقدار  $(0.5)\text{ cm}$  عند تسخينها عند درجة حرارة معينة. ما مقدار تمدد ساق أخرى من المعدن نفسه طولها  $(100)\text{ m}$  عند تسخينها عند درجة الحرارة نفسها؟

## مراجعة الدرس 1-3

- سادسًا - يتمدد الصلب طولياً بمعدل جزء لكل 100 000 جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة. كم تبلغ الزيادة في طول جسر من الصلب (كوبري) طوله (1.5)km عند رفع درجة حرارته  $20^{\circ}\text{C}$ ؟
- سابعًا - يرتفع برج إيفل في باريس إلى (300)m في يوم درجة حرارته  $22^{\circ}\text{C}$ . كم يزيد طول البرج إذا علمت أنه مصنوع من الحديد في يوم مشمس درجة حرارته  $40^{\circ}\text{C}$ ؟ يجب أن تكون إجابتك بوحدة السنتيمتر.
- ثامنًا - يزيد طول ساق من الألومنيوم بمقدار (0.0033)m عند رفع درجة حرارتها من  $20^{\circ}\text{C}$  إلى  $100^{\circ}\text{C}$ . ما الطول الأصلي للساق قبل تسخينها؟
- تاسعًا - سخّن شريطين متساويين في الطول أحدهما ألومنيوم والآخر حديد إلى درجة الحرارة نفسها. أيّ الفلزين يتمدد أكثر؟ ما نسبة تمدد أحدهما بالمقارنة مع الآخر؟
- عاشرًا - شريطان أحدهما ألومنيوم والآخر حديد طول كل منهما (5)m عند  $20^{\circ}\text{C}$ . كم يصبح الفرق بين طولي الشريطين عند تسخينهما إلى  $200^{\circ}\text{C}$ ؟

# الحرارة وتغير الحالة Heat and Change of State

## الفصل الثاني

### الطاقة وتغيرات الحالة Energy and Changes of State

### الدرس 2-3

#### 1. تغير الحالة

ماذا يحدث لقطعة من الجليد درجة حرارتها ( $-50^{\circ}\text{C}$ ) وضعت في وعاء مغلق وسخنت

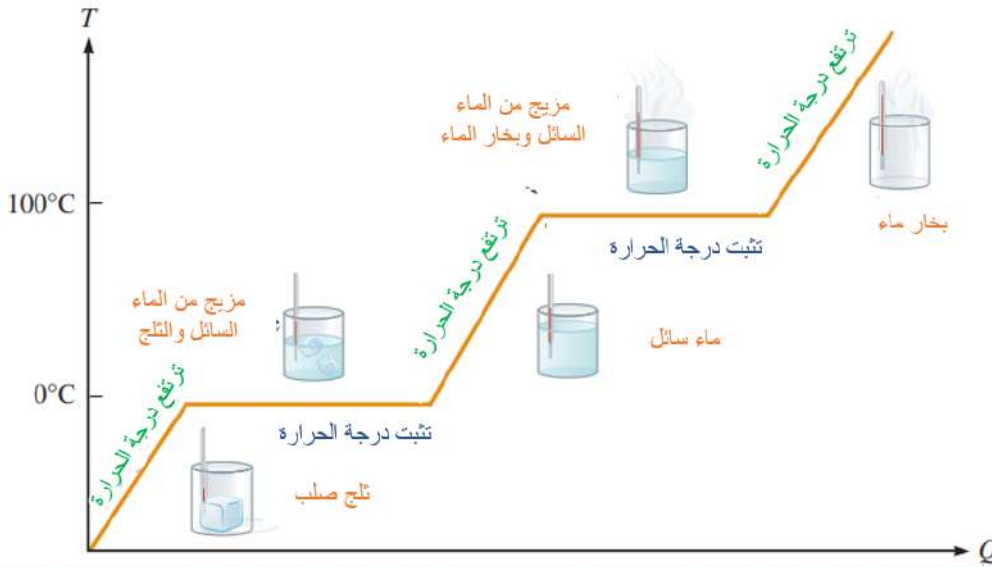
درجة حرارة المادة	أقل من درجة الانصهار	عند درجة الانصهار	بين درجة الانصهار ودرجة الغليان	عند درجة الغليان	أعلى من درجة الغليان
حالة المادة					
درجة الحرارة					

ارسم الخط البياني المعبر عن التحول معتبرا أن الزمن يعبر عن الطاقة الحرارية الممتصة

أجب عن الأسئلة التالية

1- هل في كل مرة تسخن فيها المادة بإضافة كمية من الحرارة فإنها سوف ترتفع درجة حرارتها

2- هل في كل مرة تبرد فيها فإنها سوف تنخفض درجة حرارتها؟؟



علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1. تثبت درجة حرارة المادة أثناء تحولها من حالة إلى حالة وحتى تتحول المادة بالكامل.

2. لا تتغير حالة المادة أثناء ارتفاع درجة الحرارة؟

3. يمكن أن تكتسب المادة طاقة حرارية دون تغير درجة حرارتها .

## 2. كمية الحرارة اللازمة لإحداث تغير في حالة

اعطي تفسيراً علمياً سليماً لما يلي

1- تختلف الطاقة التي تمتصها أو تطلقها مادة ما باختلاف نوع المادة

2- تختلف الطاقة التي تمتصها أو تطلقها مادة ما باختلاف كمية مادة معينة

قارن بين الحرارة الكامنة لتغير حالة المادة وكمية الحرارة اللازمة لتغير حالة المادة

كمية الحرارة اللازمة لتغير حالة المادة	الحرارة الكامنة للمادة	من حيث
		الرمز
كمية الحرارة اللازمة لتغير حالة المادة	كمية الحرارة اللازمة لتغير حالة وحدة الكتل من المادة	التعريف
		وحدة القياس في (SI)
		العوامل التي تتوقف عليها
		تعتبر من خصائص المادة (نعم - لا)
		علاقتها بالكتلة
		مقدارها (ثابت - متغير)
		العلاقة الرياضية

اصطلاحات الإشارة ( $Q = mL$ )

سالبة

$$Q = -mL$$

تنتقل الطاقة من المادة

موجبة

$$Q = +mL$$

اكتساب المادة للطاقة




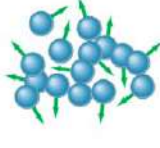
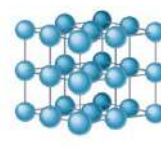
العلاقة بين الحرارة الكامنة للمادة وكتلة المادة

العلاقة بين كمية الحرارة اللازمة لإحداث تغير في الحالة وكتلة المادة



## الحرارة الكامنة للتصعيد و للانصهار

قارن الحالة الصلبة والحالة السائلة والحالة الغازية من حيث

المادة في الحالة الغازية	المادة في الحالة السائلة	المادة في الحالة الصلبة	
			
			المسافة بين الجزيئات
			قوى التجاذب بين الجزيئات

علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

1- جزيئات المادة الصلبة أكثر تماسكاً وقوى التجاذب بين جزيئاتها أكبر من المادة السائلة.

2- جزيئات المادة السائلة أكثر تماسكاً وقوى التجاذب بين جزيئاتها أكبر من المادة الغازية .

3- لتحويل المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة يتطلب تزويد المادة بالطاقة

4- لتحويل المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية يتطلب تزويد المادة بالطاقة

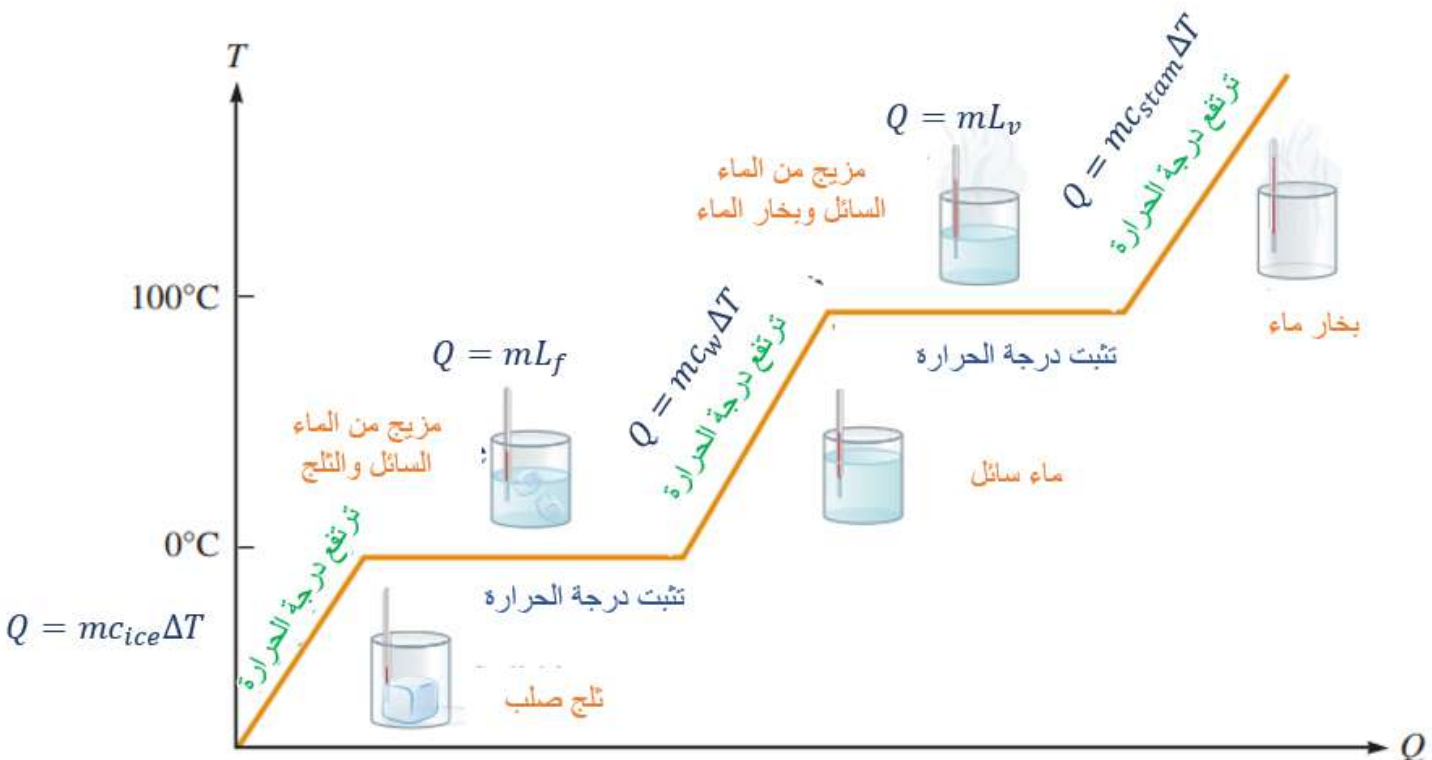
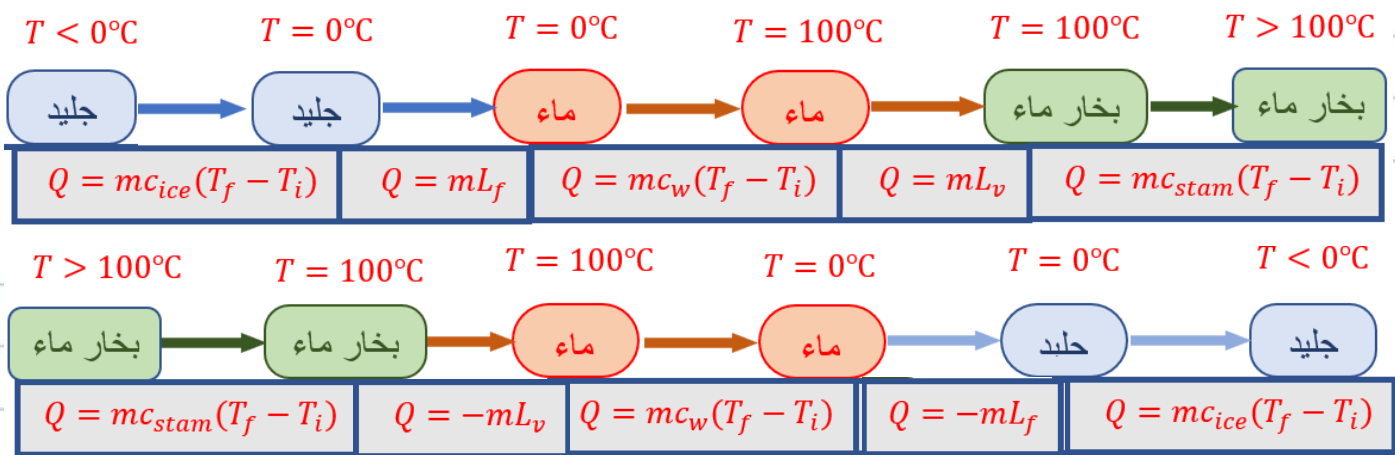
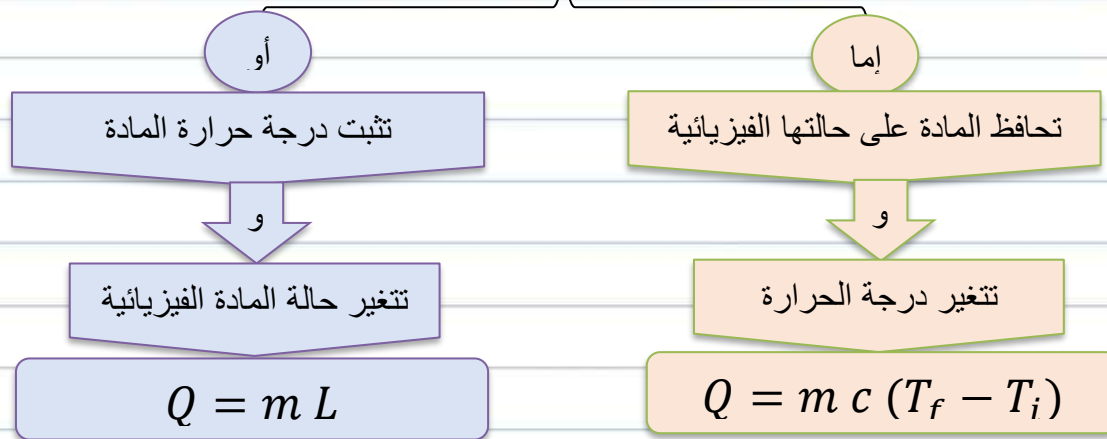
5- الحرارة الكامنة للتصعيد تكون أكبر من الحرارة الكامنة للانصهار للمادة نفسها

قارن بين الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتصعيد

الحرارة الكامنة للتصعيد	الحرارة الكامنة للانصهار	من حيث
		الرمز
كمية الطاقة التي تعطى وحدة الكتل من السائل وتؤدي إلى تحويلها إلى الحالة الغازية	كمية الطاقة التي تعطى وحدة الكتل من المادة الصلبة وتؤدي إلى تحويلها إلى الحالة السائلة	التعريف
نوع المادة		العوامل التي تتوقف عليها
نعم		تعتبر من خصائص المادة
		مقدارها



عندما تمتص المادة كمية من الحرارة



### تمارين متسلسلة :

حيث ما لزم اعتبر أن  $L_v = (2.26 \times 10^6) J/Kg$ ,  $L_f = (3.33 \times 10^5) J/Kg$

(  $c_{steam} = (2010) J/Kg.K$  ,  $c_{water} = (4190) J/Kg.K$  , ,  $c_{ice} = (2100) J/Kg.K$

1. قطعة من الثلج كتلتها g (100) درجة حرارتها  $(-20^\circ C)$  احسب كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتصبح درجة حرارة قطعة الجليد صفر درجة سيليزية
2. قطعة من الثلج كتلتها g (100) درجة حرارتها  $(0^\circ C)$  احسب كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويله إلى ماء في الدرجة صفر سيليزية
3. كمية من الماء كتلتها g (100) درجة حرارتها  $(0^\circ C)$  احسب كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الماء إلى الدرجة  $(100^\circ C)$
4. كمية من الماء كتلتها g (100) درجة حرارتها  $(100^\circ C)$  احسب كمية الطاقة الحرارية اللازمة ليتحول الماء إلى بخار ماء في الدرجة  $(100^\circ C)$  سيليزية

حل المسائل التالية :

المسألة الأولى : أحسب الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل قطعة من الثلج كتلتها g (500) درجة حرارتها  $(-40^\circ C)$  إلى ماء في الدرجة  $0^\circ C$

المسألة الثانية : أحسب الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل كمية من الماء كتلتها g (400) درجة حرارتها  $(0^\circ C)$  إلى بخار ماء في الدرجة  $(100^\circ C)$

المسألة الثالثة : أحسب الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل قطعة من الثلج كتلتها g (800) درجة حرارتها  $(0^\circ C)$  إلى ماء في الدرجة  $(100^\circ C)$

**المسألة الرابعة:** قطعة من الثلج كتلتها  $g$  (500) درجة حرارتها  $^{\circ}\text{C}$  ( $-40$ ) وضعت في وعاء مغلق وضع الوعاء على موقد حتى تحول كامل الثلج إلى بخار ماء في الدرجة  $^{\circ}\text{C}$  (100) المطلوب أحسب

1- كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الجليد إلى صفر سيليزي

2- كمية الطاقة الحرارية اللازمة فقط لصهر الثلج بالكامل

3- كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الماء من صفر إلى  $^{\circ}\text{C}$  (100)

4- كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل الماء إلى بخار ماء عند الدرجة  $^{\circ}\text{C}$  (100)

5- كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل الثلج من ثلج درجة حرارته  $^{\circ}\text{C}$  ( $-40$ ) إلى بخار ماء عند الدرجة  $^{\circ}\text{C}$  (100)

**المسألة الخامسة:** أحسب الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل قطعة من الثلج كتلتها  $g$  (100) درجة حرارتها  $^{\circ}\text{C}$  ( $-30$ ) إلى بخار ماء درجة حرارته  $^{\circ}\text{C}$  (100) .

**المسألة السادسة :** أضيفت قطعة جليد كتلتها  $g$  (20) ودرجة حرارتها  $^{\circ}\text{C}$  ( $-20$ ) إلى مسعر حراري مهمل الحرارة النوعية يحوي  $g$  (300) من الماء عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (70) أحسب درجة الحرارة النهائية للنظام بعد ان يصبح في حالة اتزان حراري .

**المسألة السابعة :** ما هي كمية البخار اللازمة عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (130) اللازمة لرفع درجة حرارة  $g$  (200) من الماء من درجة  $^{\circ}\text{C}$  (20) إلى درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (50) داخل وعاء معزول ؟

## مراجعة الدرس 2-3

أولاً - هل يفقد البخار الطاقة عندما يتحوّل إلى سائل أم العكس؟  
ثانياً - عرّف كلّ من الحرارة الكامنة للتصعيد والحرارة الكامنة للانصهار.

ثالثاً - أحسب مقدار الطاقة التي يمتصّها g(20) من الماء في  $^{\circ}\text{C}(100)$  ليتحوّل إلى بخار عند  $^{\circ}\text{C}(100)$ . (علماً أنّ الحرارة الكامنة للتصعيد تساوي  $L_v = (2.26 \times 10^6) \text{J/kg}$ )

رابعاً - أحسب مقدار الطاقة المنطلقة عن تكثّف g(20) من البخار درجة حرارته  $^{\circ}\text{C}(100)$  ليبرّد إلى  $^{\circ}\text{C}(0)$ .

(علماً أنّ  $L_v = (2.26 \times 10^6) \text{J/kg}$  و  $c_w = (4180) \text{J/kg.K}$ )  
خامساً - أحسب كمّية الحرارة التي تنطلق عند تبريد g(1) من الماء درجة حرارته  $^{\circ}\text{C}(100)$  حتى يصبح ثلجاً عند  $^{\circ}\text{C}(0)$ ، ثمّ يستمر في التبريد حتى يصل للصفر المطلق. (علماً أنّ متوسط السعة الحرارية النوعية للثلج  $c_{ice} = (2090) \text{J/kg.K}$ )

سادساً - أحسب كمّية الحرارة المنطلقة من g(1) من بخار الماء درجة حرارته  $^{\circ}\text{C}(100)$  عندما يتكثّف إلى ماء عند درجة الحرارة نفسها. قارن هذه الكمّية من الحرارة بالكمّية التي حصلت عليها في المسألة السابقة.

(علماً أنّ  $L_f = (3.33 \times 10^5) \text{J/kg}$  و  $c_w = (4180) \text{J/kg.K}$ )  
سابعاً - أحسب كمّية البخار عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}(100)$  الذي يجب أن يُضاف إلى g(150) من الثلج عند  $^{\circ}\text{C}(0)$  داخل وعاء معزول للحصول على ماء درجة حرارتها  $^{\circ}\text{C}(50)$ .

(علماً أنّ  $L_f = (3.33 \times 10^5) \text{J/kg}$  و  $L_v = (2.26 \times 10^6) \text{J/kg}$  و  $c_w = (4180) \text{J/kg.K}$ )

### تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة في كل مما يلي:

1. إنَّ مقدار درجة الحرارة  $^{\circ}\text{C}$  (15) بمقياس تدرّيج فهرنهايت يساوي:

☐ 8.3 ☐ 27

☐ 40 ☐ 59

2. إنَّ درجة حرارة غليان الكحول بحسب تدرّيج الفهرنهايت تساوي  $^{\circ}\text{F}$  (172) وتساوي بحسب تدرّيج سيلسيوس:

☐ 60 ☐ 82

☐ 27 ☐ 77.8

3. إنَّ وحدة قياس الحرارة بحسب النظام الدولي للوحدات هي:

☐ الجول ☐ السعر

☐ الكيلو سعر ☐ كلفن

4. السعة الحرارية النوعية هي:

☐ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوجرام واحد من مادة ما درجة سيليزية واحدة.

☐ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة درجة سيليزية واحدة.

☐ درجة الحرارة التي ترفع حرارة مادة ما بمقدار جول واحد.

☐ درجة الحرارة التي ترفع حرارة كيلوجرام من المادة بمقدار جول واحد.

5. كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة  $\text{g}$  (200) من الماء من  $^{\circ}\text{C}$  (15) إلى  $^{\circ}\text{C}$  (45) علماً أنَّ

السعة الحرارية النوعية للماء  $\text{J/kg.K}$  (4186) يساوي:

☐  $(3.7 \times 10^4)\text{J}$  ☐  $(12.5 \times 10^4)\text{J}$

☐  $(1.2 \times 10^4)\text{J}$  ☐  $(2.5 \times 10^4)\text{J}$

### تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

3. ما العلاقة بين السعة الحرارية النوعية للمادة ومعدّل ارتفاع درجة حرارتها؟

4. عرّف الطاقة الداخلية.

5. المادة تحتوي على جزيئات في حركة دائمة، فهل هي تحتوي على حرارة؟

6. وضح اتجاه سريان الحرارة أثناء تلامس جسمين.

8. هل يستمرّ عمل المزدوجة الحرارية إذا تساوى معدّل تمثّد المعدنين اللذين يكوّنانه؟ فسّر أهميّة

اختلاف المعدنين في عمل المزدوجة الحرارية.

10. ما درجة الحرارة التي يجب أن يكون عليها كل من قطعة المعدن وقطعة الخشب حتى لا تشعر بسخونتهما وبرودتهما عند لمسهما؟

### تحقق من مهاراتك

حل المسائل التالية:

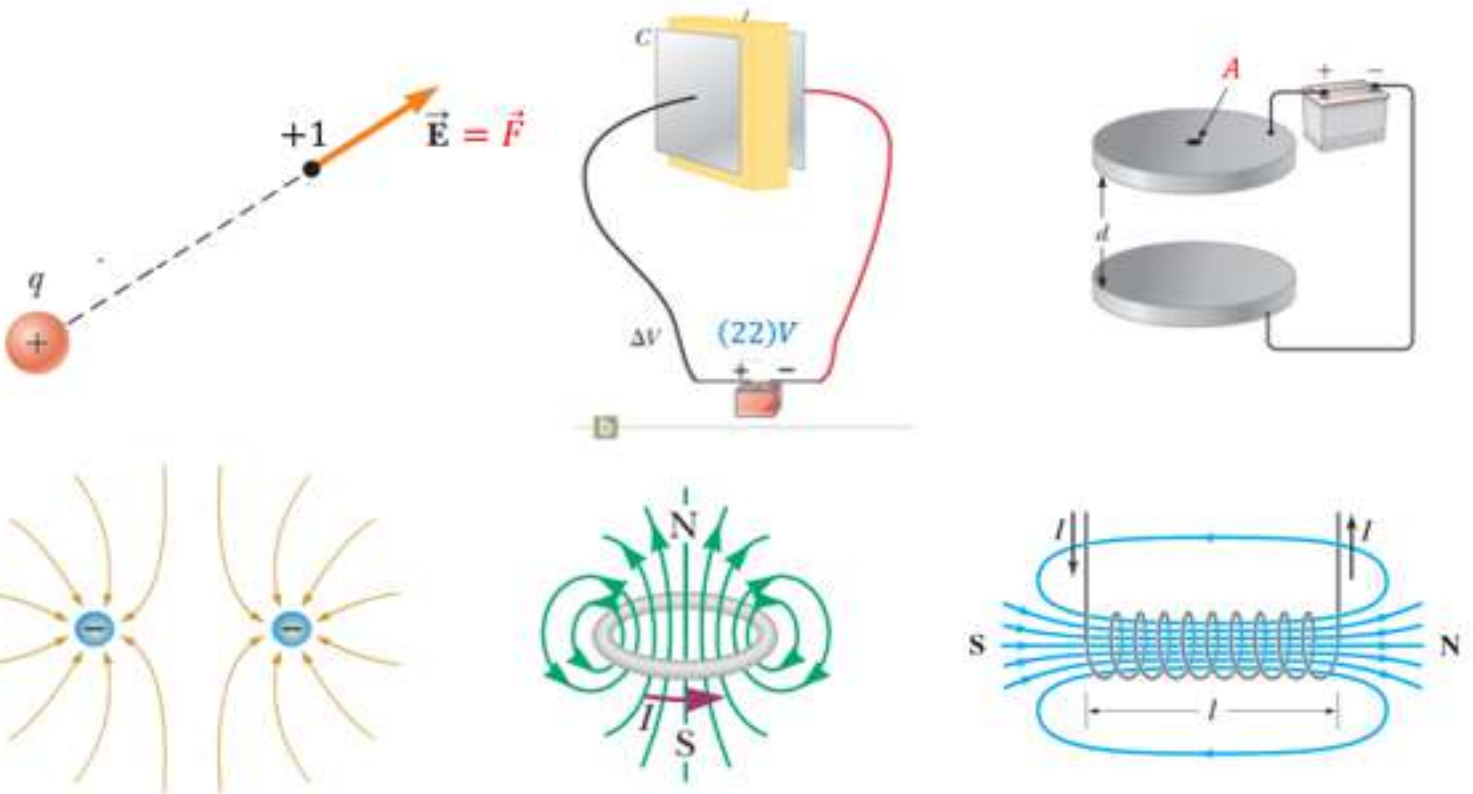
1. ما مقدار الطاقة الناتجة عن تكثف  $10\text{g}$  من بخار الماء عند درجة حرارة  $100^\circ\text{C}$  ليغير حالته إلى ثلج عند درجة حرارة  $10^\circ\text{C}$ ؟ الحرارة الكامنة للانصهار تساوي  $3.33 \times 10^5\text{J/kg}$  والحرارة الكامنة للتصعيد  $2.26 \times 10^6\text{J/kg}$  والحرارة النوعية للماء  $4180\text{J/kg.K}$  والحرارة النوعية للجليد  $2100\text{J/kg.K}$ .
2. أحسب معامل التمدد الطولي لسان معدني طوله الأولي  $1\text{m}$  عند درجة حرارة صفر وأصبح  $1.0015\text{m}$  عند درجة حرارة  $100^\circ\text{C}$ .

## أسئلة مراجعة الوحدة 2

9. كرة من الحديد حجمها  $50\text{cm}^3$  عند درجة حرارة  $20^\circ\text{C}$ . أحسب حجمها إذا ما سخنت حتى درجة  $90^\circ\text{C}$ ، علماً أن معامل التمدد الطولي للحديد  $12 \times 10^{-6}(\text{C})^{-1}$ .



## الوحدة الثالثة: الكهرباء والمغناطيسية



إعداد: محمد سعيد السكاف

مراجعة

لقد توصلنا سابقا أن

1- الشحنات المتشابهة بالنوع تتنافر

2- الشحنات المختلفة بالنوع تتجاذب

واستخدم كولوم ميزان حساس جدا لقياس القوة الكهربائية

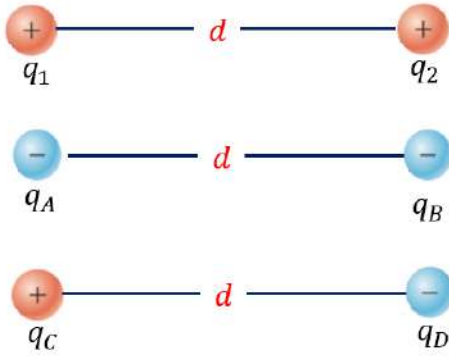
بين كرتين صغيرتين مشحونتين بدقة وقد توصل بعد عدة تجارب إلى أنه:

**مقدار القوة الكهربائية عند التفاعل المتبادل بين شحنتين كهربائيتين**

1- تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كميتي الشحنتين

2- تتناسب عكسيا مع مربع البعد بين الشحنتين

3- وتتغير بتغير نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين

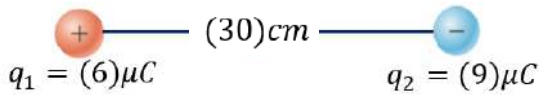


$$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

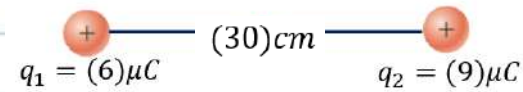


**حل التمرين التالي و حيث ما لزم اعتبر أن مقدارها  $k = (9 \times 10^9) Nm^2/C^2$**

من خلال المعطيات المدونة على الشكل المطلوب



1- احسب القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين وحدد نوعها



2- ماذا يحدث عندما نستبدل احدى الشحنتين بشحنة ماثلة بالمقدار

ومخالفة بالنوع

1- المجال الكهربائي :

المجال الكهربائي لشحنة يتماثل مع مجال القوة الجاذبية بين للكتلة



**سؤال :** كيف تم تفسير التفاعل بين الاجسام المادية او الشحنات عن بعد

لكل شحنة كهربائية مجالا كهربائيا تؤثر به الشحنة على كل شحنة موجودة داخله

## المجال الكهربائي :

هو المنطقة ( الحيز ) من الفضاء المحيط بالشحنة الكهربائية من جميع الاتجاهات و المستويات و يظهر فيها تأثير القوة الكهروستاتيكية .

المجال الكهربائي خاصية يكتسبها الحيز بسبب وجود شحنات كهربائية مهما اختلف مقدارها أو نوعها

### 1- شدة المجال الكهربائي عند نقطة ( E ) :

شدة المجال الكهربائي عند نقطة بأنه: القوة الكهربائية المؤثرة علي وحدة الشحنات الكهربائية الموضوعة عند هذه النقطة .

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

ماهي وحدة شدة المجال في النظام الدولي للوحدات ؟

علل المجال الكهربائي يعتبر كمية متجهة ؟

$$\vec{F} = q_0 \vec{E}$$

عدد العوامل التي تتوقف عليها شدة المجال الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية عند نقطة تبعد عنها مسافة ما

-3

-2

-1

ارسم بيانيا العلاقة بين مقدار شدة المجال الكهربائي عند نقطة كلا مما يلي :



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

ملاحظة : مقدار شدة المجال الكهربائي المتولد عن شحنة نقطية عند نقطة

1- تتناسب طرديا كمية الشحنة المولدة للمجال الكهربائي

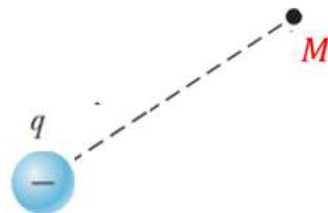
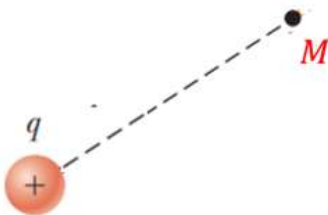
2- تتناسب عكسيا مع مربع بعد النقطة عن الشحنة

3- يتغير بتغير نوع الوسط المحيط بالشحنة النقطية

كيف نحدد اتجاه المجال الكهربائي عن نقطة

1- نفرض وجود وحدة الشحنات الموجبة في النقطة المراد معرفة اتجاه المجال عندها

2- يكون اتجاه المجال باتجاه حركة وحدة الشحنات الموجبة



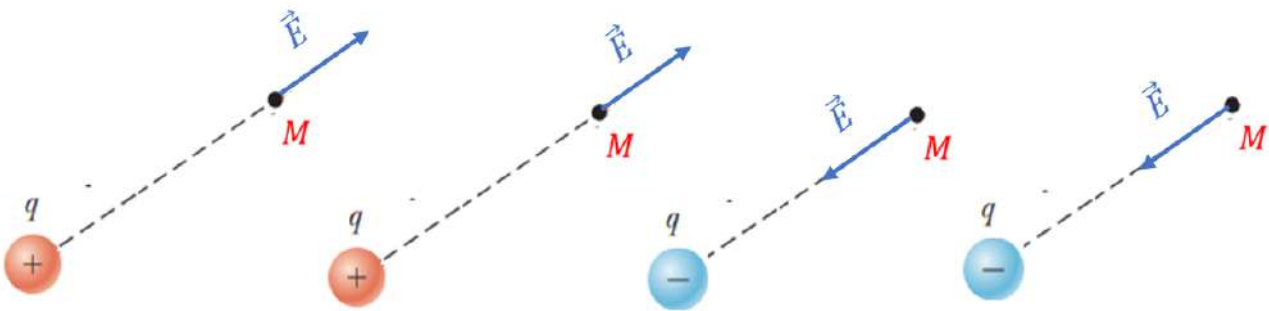
كيف نحدد اتجاه القوة الكهربائية بمعلومية اتجاه المجال الكهربائي

$$\vec{F} = q_0 \vec{E}$$



**تمرين :** حدد اتجاه القوة المؤثرة على شحنة وضعت عند النقطة (M) في الحالات التالية

أ- الشحنة الموضوعة موجبة ب- الشحنة الموضوعة سالبة

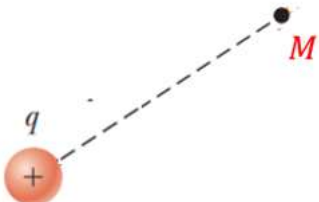


حيث ما لزم اعتبر أن مقدارها  $k = (9 \times 10^9) Nm^2/C^2$

حل التمارين التالية :

1- شحنة نقطية مقدارها  $q = (+2 \times 10^{-6}) C$  تؤثر في نقطة M تبعد عنها مسافة مقدارها  $(d = 10 cm)$

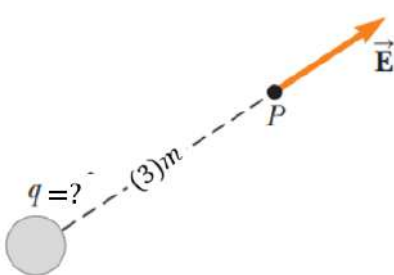
أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثر على النقطة M



2- من خلال المعطيات المدونة على الشكل وإذا علمت أن قيمة شدة المجال

الكهربائي عند النقطة (P) تساوي  $(1.8 \times 10^4) N/C$  أوجد مقدار

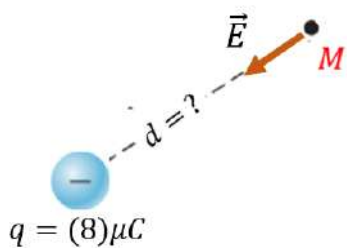
ونوع الشحنة الكهربائية



3- من خلال المعطيات المدونة على الشكل وإذا علمت

أن قيمة شدة المجال الكهربائي عند النقطة (M) تساوي

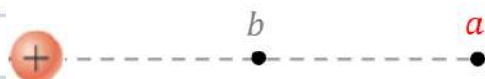
$(3.2 \times 10^6) N/C$  أوجد بعد النقطة عن الشحنة النقطية



4- من خلال المعلومات المدونة على الشكل وإذا علمت أن  $d_a =$

$2d_b$  أوجد مقدار شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) بدلالة

شدة المجال الكهربائي عن النقطة (b)

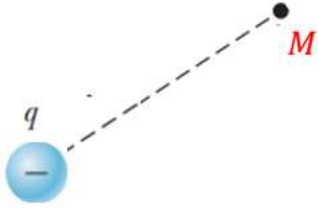


### حل المسائل التالية :

**المسألة الأولى :** شحنة نقطية مقدارها  $q = (-8 \times 10^{-6})C$  تؤثر في نقطة  $M$  تبعد عنها مسافة مقدارها

$(d = 20 \text{ cm})$  **المطلوب :**

أ- أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثر على النقطة  $M$

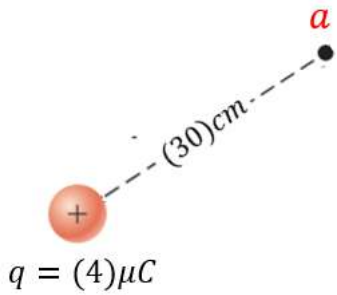


ب- مقدار القوة التي تؤثر بها هذه الشحنة على بروتون وضع عند النقطة  $M$

علما أن  $q_p = (1.6 \times 10^{-19})C$

**المسألة الثانية :** من خلال المعلومات المدونة على الشكل المطلوب

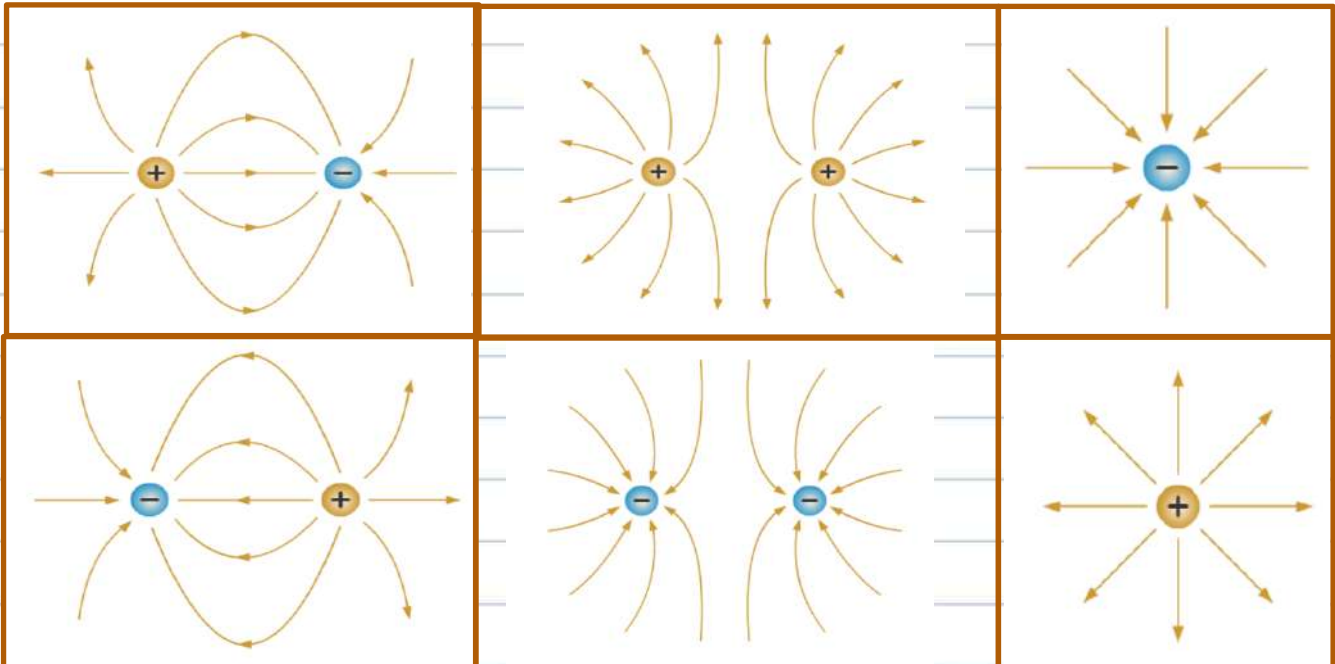
أ- أحسب مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة  $(a)$  وارسم اتجاهه على الشكل



ب- مقدار القوة المؤثرة على شحنة مقدارها  $(-10 \mu C)$  وضعت عند النقطة  $(a)$

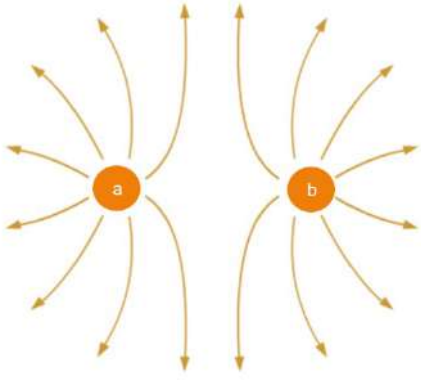
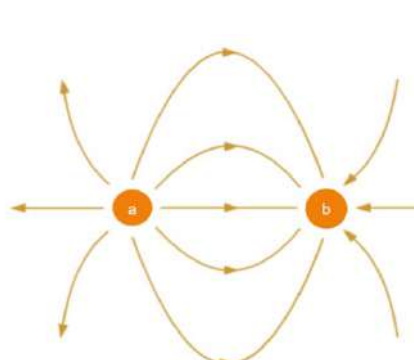
### 3. خطوط المجال الكهربائي

- ❖ خطوط المجال الكهربائي خطوط غير مرئية
- ❖ تمثل بخطوط تظهر تأثيره على الجسيمات الدقيقة المشحونة
- ❖ تسمى هذه الخطوط خطوط القوى وهي تتباعد في مناطق ضعف المجال الكهربائي
- ❖ في حالة شحنة نقطية فإنها تمتد إلى ما لا نهاية أما حالة شحنتين مختلفتين فتخرج من الموجبة لتدخل في السالبة
- ❖ الأشكال التالية توضح شكل واتجاه خطوط المجال الكهربائي في بعض الحالات:



**فسر فيزيائيا** لا يمكن لخطوط المجال الكهربائي أن تتقاطع

من خلال التدقيق بالشكل المجاور حدد شحنة كلا من  $(a, b)$  :

		
		شحنة a
		شحنة b

4. محصلة مجالين كهربائيين ناتجين عن شحنتين نقطيتين

1. لحساب شدة المجال الكلي الناتج عن عدة شحنات نقطية نجمع جمعا اتجاهيا

ونستخدم العلاقة :  $\vec{E} = \sum \vec{E}_i$

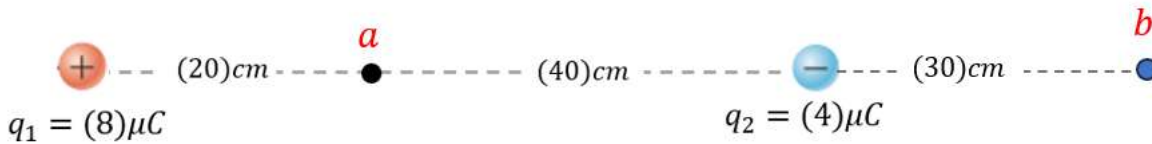
2. لجمع متجهين  $E_T = \sqrt{(E_1)^2 + (E_2)^2 + 2E_1E_2 \cos(\theta)}$

3. اتجاه المحصلة :  $\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{E_2 \sin \theta}{E_T}\right)$

حل المسائل التالية

المسألة الأولى : حيث ما لزم اعتبر أن ثابت كولوم يساوي  $k = 9 \times 10^9 N m^2/C^2$

من خلال المعطيات المدونة على الشكل المطلوب أوجد



1- مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين وحدد نوعها.

2- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة (a) وحدد واتجاهه.

3- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة (b) وحدد واتجاهه.

4- مقدار القوة المؤثرة على بروتون وضع عند (a) وحدد اتجاهها علما أن  $q_p = 1.6 \times 10^{-19} C$



المسألة الثانية : من خلال المعطيات المدونة على الشكل



المطلوب أوجد

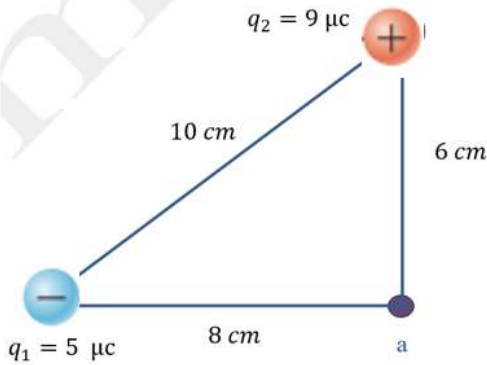
1- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة (a) وحدد اتجاهه.

2- مقدار القوة المؤثرة على الكترون وضع عند (a) وحدد اتجاهها علما أن  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

المسألة الثالثة : من خلال المعطيات المدونة على الشكل

المطلوب أوجد

1- مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة (a) وحدد اتجاهه.



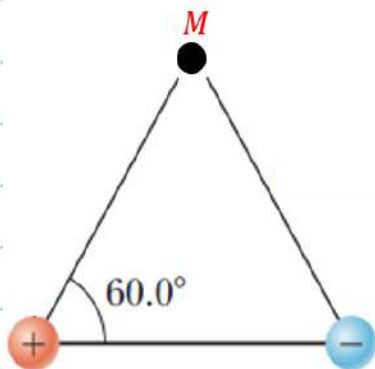
2- مقدار القوة المؤثرة على بروتون وضع عند (a) وحدد اتجاهها علما أن  $q_p = 1.6 \times 10^{-19} C$ .

المسألة الرابعة : شحنتان نقطيتان موضوعتان عند النقطتين (A,B) المسافة بينهما (10 cm) حيث  $q_A =$

$(2 \times 10^{-8} C)$  و  $(q_B = -2 \times 10^{-8} C)$  على الشكل التالي تبعدان عن النقطة M مسافة  $(d_1 = 10 cm)$

$(d_2 = 10 cm)$  كما في الشكل المجاور

1- أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة (M)



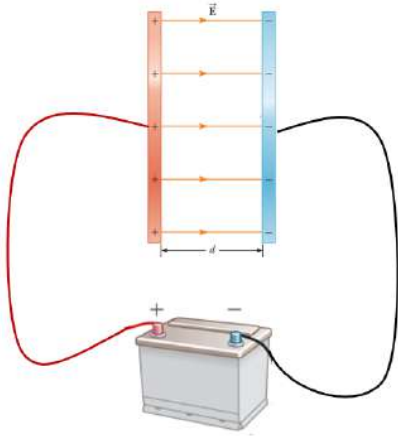
2- حدد عناصر متجهة محصلة المجال الكهربائي

3- ماذا يحدث لمقدار المجال الكهربائي الكلي واتجاهه عند النقطة (M) إذا استبدلنا الشحنة السالبة بشحنة موجبة لها نفس المقدار

## 1. المجال الكهربائي المنتظم

المجال الكهربائي المنتظم : هو المجال الكهربائي ثابت الشدة ( E ) وثابت الاتجاه عند جميع نقاطه

كيف نمثل هذا المجال



ما هو اتجاه المجال الكهربائي المنتظم

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

ملاحظة : تحسب شدة المجال الكهربائي من العلاقة التالية

ماهي وحدة قياس شدة المجال الكهربائي المنتظم ؟

ما نوع المجال الكهربائي بين لوحى مكثف مستو بعيدا عن أطرافه.

عدد العوامل التي تتوقف عليها المجال الكهربائي المنتظم بين لوحى مكثف وبعيدا عن الأطراف

ارسم الخطوط البيانية بين شدة المجال الكهربائي بين لوحى المكثف و كل مما يلي :



قارن بين المجال الكهربائي المنتظم والمجال الكهربائي غير المنتظم

المجال الكهربائي غير المنتظم	المجال الكهربائي المنتظم	التعريف
		وحدة القياس
		العلاقة الرياضية
		كيف ينتج
		المقدار ( ثابت - متغير )
		الاتجاه ( متغير - موحد )

تمثيل المتجهات للمجال الكهربائي والقوة والعجلة في المجال المنتظم



المُؤسّر في الفيزياء

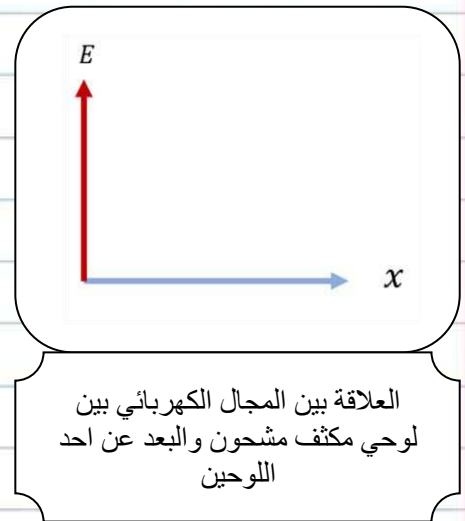
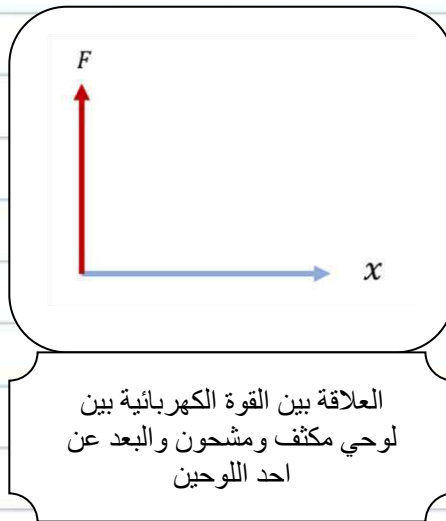
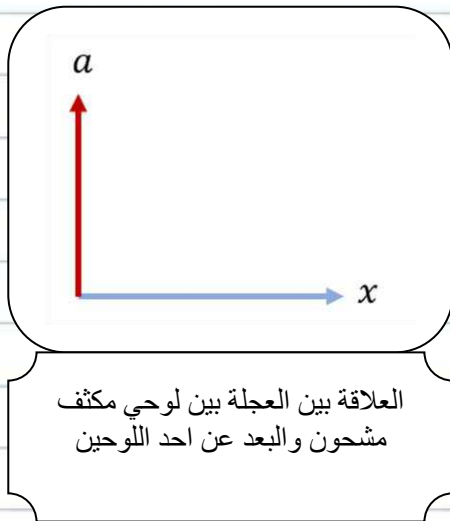
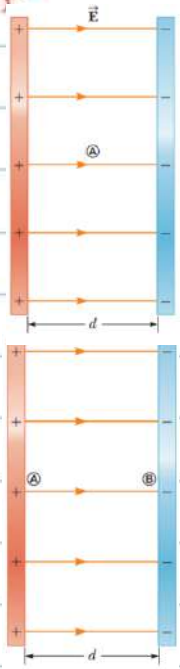
### تدريبات

1- مكثف مستوي مشحون ومعزول و كان شدة المجال بين لوحيه ( $E = 1800 \text{ V/m}$ )

احسب شدة المجال عند النقطة (A) منتصف المسافة بين اللوحين

2- مكثف مستوي مشحون ومعزول كما في الشكل المجاور أوجد العلاقة بين شدة المجال

الكهربائي بين النقطتين (A, B) :



مثال (3): لوحان معدنيان يبعدان عن بعضهما البعض مسافة  $5 \text{ cm}$  يتصلان بمنيع كهربائي فرق الجهد بين طرفيه

$10 \text{ V}$  وضع إلكترون ساكن في منتصف المسافة بين لوحيه فإذا علمت أن:

$$e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

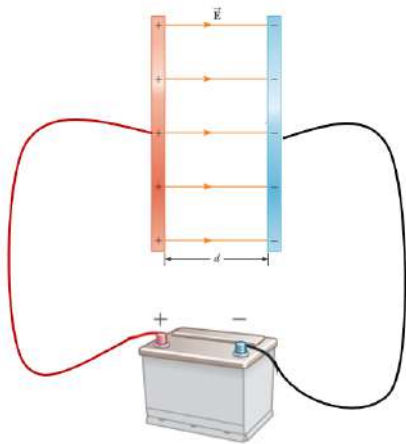
أحسب

1. مقدار شدة المجال الكهربائي بين اللوحين

2. حدد عناصر متجهة المجال الكهربائي

3. مقدار القوة المؤثرة على الإلكترون

4. عجلة تحرك الإلكترون



## مراجعة الدرس 1-1

أولاً - عرّف المجال الكهربائي .

ثانياً - ما هي شدة المجال الكهربائي؟

ثالثاً - متى يكون المجال الكهربائي منتظماً؟

رابعاً - (أ) ما هي خطوط المجال الكهربائي؟

(ب) ما العلاقة بين اتجاه خطوط المجال واتجاه القوة المؤثرة

على شحنة موجبة موضوعة داخل هذا المجال عند نقطة

معينة؟

خامساً - شحنتان كهربائيتان موضوعتان عند النقطتين A و B، حيث

$q_A = (3 \times 10^{-8})C$  ، ومقدار الشحنتين  $AB = (10)cm$

و  $q_B = (-2 \times 10^{-8})C$  ويبعدان عن النقطة M على التوالي  $d_1$

$d_2 = (8)cm$  و  $d_2 = (6)cm$  كما في الشكل (71) .

(أ) أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين

عند النقطة M .

(ب) حدّد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي .

سادساً - لوحان معدنيان يبعدان مسافة  $(10)cm$  عن بعضهما البعض

يتصلان بمنبع كهربائي يساوي فرق الجهد بين طرفيه (V) .

(أ) أحسب مقدار فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين إذا كانت

شدة المجال الكهربائي بين اللوحين تساوي  $(400)V/m$  .

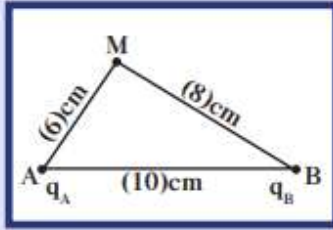
(ب) حدّد عناصر متجه المجال الكهربائي .

سابعاً - أحسب فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين

إذا كانت المسافة بين اللوحين  $(20)cm$  والقوة الكهربائية

المؤثرة على شحنة مقدارها  $q = (3.2 \times 10^{-19})C$  عند انتقالها

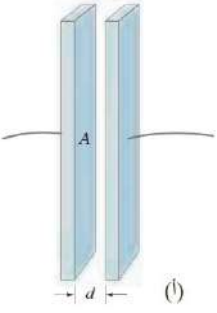
بين اللوحين تساوي  $(32 \times 10^{-16})N$  .



(شكل 71)

1. تعريف المكثف المستوي:

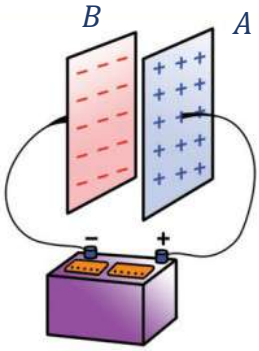
يتألف من لوحين معدنيين مستويين متوازيين تفصل بينهما فراغ وغالبا يملأ بمادة عازلة



تمثيل المكثف المستوي بالشكل التالي :

ماذا يحدث عندما يتصل المكثف بقطبي مصدر تيار مستمر

الحدث:



مثال : بعد تمام الشحن كانت شحنة اللوح الموجب في المكثف الموجود في الشكل المجاور

$q_A = (+10)\mu C$  و فرق جهد البطارية المستخدمة  $8V$  المطلوب اوجد

1- شحنة اللوح (B)

2- شحنة المكثف

3- فرق الجهد بين لوحي المكثف

علل تستقر الشحنات على الأسطح الداخلية للألواح

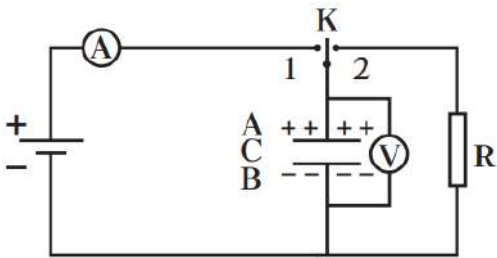
ملاحظة : المكثف بهذا التركيب هو أداة لتخزين الطاقة الكهربائية

عدد استخدامات المكثفات

2. شحن المكثف وتفرغته

نوصل الدائرة التالية كما في الشكل المجاور المطلوب

1- ماذا يحدث عند وصل المفتاح (k) ذو الاتجاهين إلى النقطة (1)



2- ماذا يحدث عند وصل المفتاح (k) ذو الاتجاهين إلى النقطة (2)

### 3. السعة الكهربائية للمكثف المستوي والعوامل المؤثرة فيها

من خلال اجراء تجربة معينة تم تدوين النتائج التالية

$q (\mu c)$	0	2	4	6	8	10
$V (V)$	0	1	2	3	4	5
$\frac{q}{V}$						

من خلال النتائج التي حصلنا عليها من التجربة ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن كلا من المتغيرات المدونة على المحاور الاحداثية التالية :



ماذا نستنتج من خلال ما سبق:

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

سعة المكثف ( C ) : هي النسبة بين شحنته وجهده

أو " كمية الشحنة اللازمة لتغيير جهد المكثف بمقدار فولت واحد . "

شحنة المكثف ( q ) : هي شحنة أحد لوحي المكثف فقط

ماهي وحدة قياس السعة الكهربائية في النظام الدولي للوحدات ؟

ملاحظة

- 1- السعة الكهربائية لمكثف تعتمد على الابعاد الهندسية للمكثف ولا تتوقف على كمية شحنته أو الجهد المبذول
  - 2- زيادة كمية الشحنة على لوحي المكثف لا يغير من قيمة السعة
- علل عند زيادة شحنة مكثف فإن سعته لا تزداد (تبقى ثابتة)

عدد العوامل التي تتوقف عليها السعة الكهربائية لمكثف مستو

-3

-2

-1

ملاحظات:

- 1- في حال كان الهواء هو الفاصل بين لوحي المكثف فإن ثابت العزل الكهربائي في الفراغ ( $\epsilon_0$ )
- 2- تزداد سعة المكثف عند استبدال الهواء بين اللوحين بمادة عازلة ثابت عزلها النسبي ( $\epsilon_r$ ) نجد تجريباً أن السعة الكهربائية للمكثف تتناسب طردياً مع ثابت العزل الكهربائي ( $\epsilon$ ) حيث ( $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ )
- 3- لكل مادة عازلة ثابت عزل نسبي ( $\epsilon_r$ ) يحدد خواصها

ثابت العزل الكهربائي النسبي ( $\epsilon_r$ ) : هو النسبة بين ثابت العزل الكهربائي للمادة وثابت العزل الكهربائي للفراغ

هو النسبة بين سعة المكثف بوجود المادة العازلة وسعتها بوجود الفراغ

ملاحظة ثابت العزل الكهربائي النسبي للهواء يساوي الواحد ( $\epsilon_r = 1$ )



علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

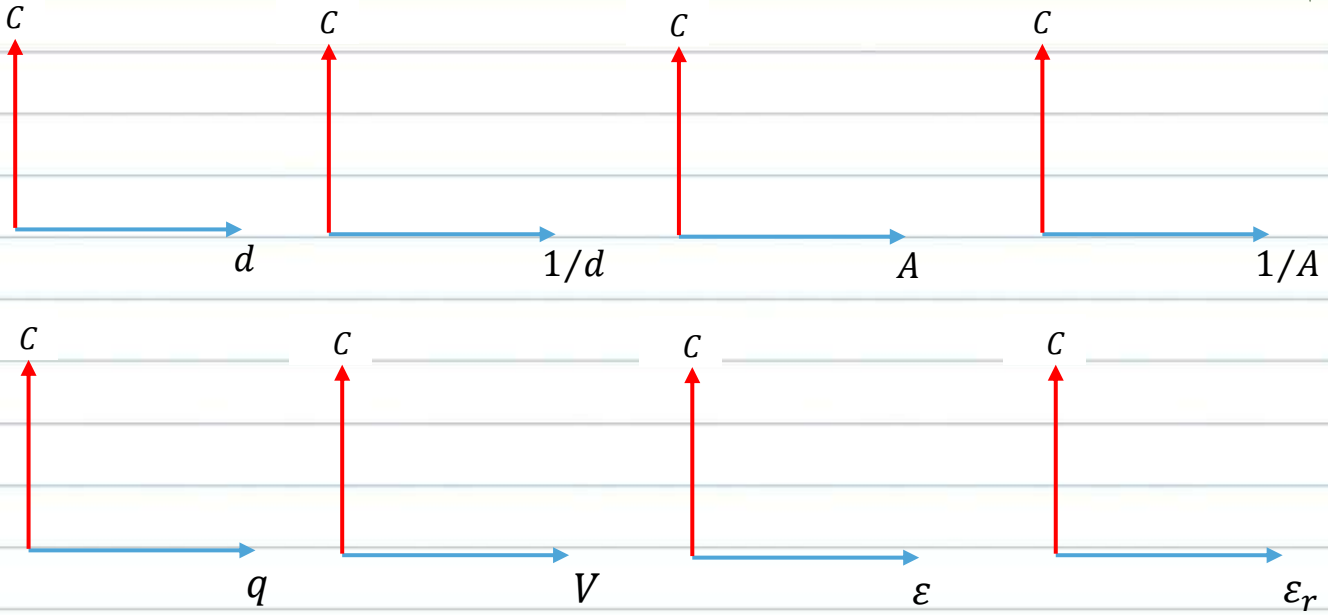
1- ثابت العزل الكهربائي النسبي ( $\epsilon_r$ ) للمادة ليس له وحدة قياس

2- ثابت العزل الكهربائي النسبي للمادة أكبر من الواحد دائما ( $\epsilon_r > 1$ )

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

العلاقة التي تعطي السعة الكهربائية لمكثف مستو

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن كل منحنى من المنحنيات التالية:



تمرين : مكثف كهربائي مستوي سعته الكهربائية ( $C$ ) عندما كانت المساحة اللوحية المشتركة بين لوحيه ( $A$ ) والمسافة بين لوحيه ( $d$ ) ويملا المسافة الفاصلة بين اللوحين الهواء ماذا سيحدث لسعة المكثف في الحالات التالية :

أ- عند زيادة المساحة اللوحية المشتركة بين اللوحين إلى المثلين مع ثبات باقي العوامل

الحدث :

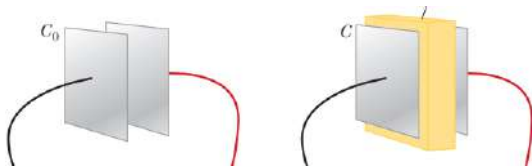
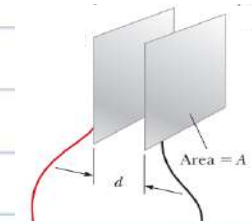
ب- عند زيادة المسافة بين اللوحين إلى المثلين مع ثبات باقي العوامل

الحدث :

ت- وضع مادة عازلة بين لحي المكثف مع ثبات باقي العوامل

الحدث :

التفسير :



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

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

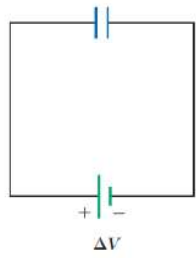
$$C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$C = \epsilon_r C_0$$

$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$$

سعة المكثف المستوي

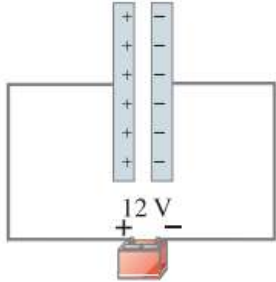
### حل التمارين التالية :



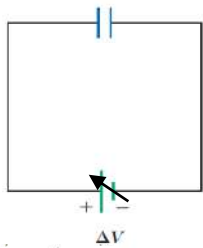
حيث ما لزم اعتبر أن ثابت العزل الكهربائي للهواء  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

1- يحتفظ لوحا مكثف كهربائي بشحنة مقدارها  $(2500)\mu\text{C}$  عندما كان فرق الجهد بينهما  $(850)\text{V}$  فما سعة المكثف

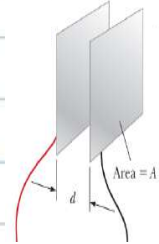
2- ما فرق الجهد بين لوحين مكثف سعته  $(9.5)\mu\text{F}$  عندما تكون شحنته  $(16.5)\mu\text{C}$



3- ما مقدار الشحنة الكهربائية التي تشحن بها مكثف سعته  $(700)\mu\text{F}$  عندما كان فرق الجهد البطارية التي تم توصيلها بلوحي المكثف  $(12)\text{V}$



4- ما سعة مكثف عندما تزداد شحنته بمقدار  $(18)\mu\text{C}$  عندما يزداد فرق الجهد بين لوحيه من  $(97)\text{V}$  إلى  $(121)\text{V}$



5- ما المساحة المشتركة بين لوحين مكثف سعته  $(0.02)\mu\text{F}$  عندما كانت المسافة الفاصلة بينهما  $(0.2)\text{mm}$  من الهواء

حل المسألة التالية حيث ما لزم اعتبر أن ثابت العزل الكهربائي للهواء  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

مكثف كهربائي مصنوع من لوحين معدنيين مساحتهما المشتركة  $(20)\text{cm}^2$  والمسافة الفاصلة بينهما  $(1)\text{mm}$  المطلوب وصلنا لوحاه إلى بطارية فرق جهدها  $(12)\text{V}$  أحسب

1. السعة الكهربائية لهذا المكثف إذا كان الهواء هو الوسط العازل بين اللوحين

2. شحنة المكثف

3. شدة المجال الكهربائي بين لوحين المكثف وبعبدا عن الأطراف

4. السعة الكهربائية لهذا المكثف إذا ملئ الحيز بين اللوحين بالميكا الذي يساوي ثابت العزل النسبي  $(\epsilon_r = 5.4)$

#### 4. جهد التعطيل

هل يمكن أن نطبق بين لوحين مكثف فرق جهد مهما كانت قيمته أم هناك حد معين لفرق الجهد الذي تتحمله المكثف؟

ما هو حد التحمل؟

ماذا يحدث عندما يتخطى شدة المجال الكهربائي المطبق على المادة العازلة بين لوحين المكثف حد التحمل

ما هو جهد التعطيل؟

ماذا يحدث عندما نطبق على لوحين مكثف فرق جهد أكبر من جهد التعطيل

الحدث :

علل تكتب مصانع المكثفات على المكثفات القيمة العظمى لفرق الجهد والذي لا يجب ان يتخطاه

#### 5. توصيل المكثفات

على التوالي	على التوازي	الرسم التوضيحي
		شحنة المكثف المكافئ
		فرق الجهد بين لوحين المكافئ
		العلاقة التي تعطي السعة المكافئة
		ما الفائدة من التوصيل
		المكثف الذي يملك أكبر جهد
		المكثف الذي يملك أكبر شحنة

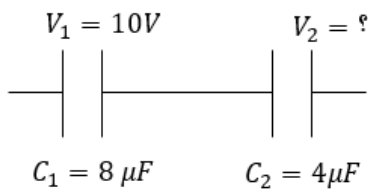
### خواص نوعي توصيل المكثفات:

التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
1.	السعة المكافئة
أصغر من أصغر سعة في مجموعة المكثفات	أكبر من أكبر سعة لأي مكثف في المجموعة
2.	فرق الجهد
فرق جهد المصدر يتوزع على المكثفات $V = V_1 + V_2 + V_3$ وتكون النسبة بين جهود المكثفات كنسبة عكسية لسعاتهم $C_1 V_1 = C_2 V_2 = C_3 V_3$ فالمكثف الذي يملك سعة أكبر يكون فرق الجهد بين لوحيه أقل	فرق الجهد بين لوحَي كل مكثف متساوي ويساوي $V_1 = V_2 = V_3 = V$ فرق جهد المصدر
3.	شحنة المكثف المكافئ
تساوي شحنة كل مكثف من المكثفات $q_{eq} = q_1 = q_2 = q_3$	تساوي مجموع شحنات مكثفات المجموعة $q_{eq} = q_1 + q_2 + q_3$ وتتوزع الشحنات على المكثفات بنسبة طردية مع السعات $\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} = \frac{q_3}{C_3}$ فالمكثف الذي يملك سعة أكبر تكون شحنته أكبر

### حل التمارين التالية

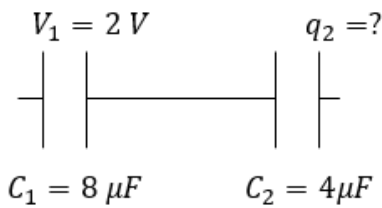
1- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور

احسب قيمة فرق الجهد بين لوحَي المكثف الثاني



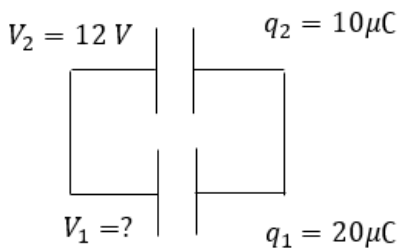
2- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور

احسب مقدار شحنة المكثف الثاني



3- من خلال المعلومات المدونة على الشكل المجاور

أوجد قيمة فرق الجهد بين لوحَي المكثف الأول



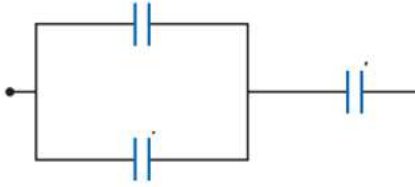
4- ثلاث مكثفات سعاتها على الترتيب (2, 4, 6) ميكرو فاراد احسب السعة المكافئة لهم

أ- توصيل على التوالي

ب- توصيل على التوازي

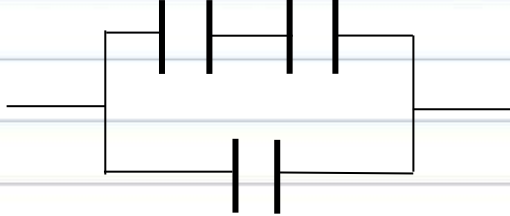
5- ثلاث مكثفات متماثلة سعة كل مكثف  $6 \mu F$

وصلت كما في الشكل المجاور احسب السعة المكافئة للمجموعة



6- ثلاث مكثفات متماثلة سعة كل مكثف  $6 \mu F$

وصلت كما في الشكل المجاور احسب السعة المكافئة للمجموعة

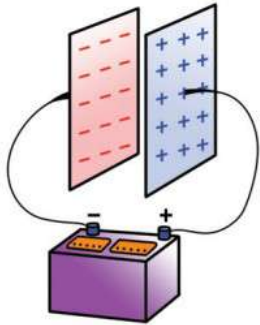


6. الطاقة المخزنة في المكثف

ما هو مصدر الطاقة الكهربائية التي تخزنها المكثف ؟

أين يخزن المكثف الطاقة الكهربائية ؟

ماذا يحصل للطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف أثناء التفريغ ؟



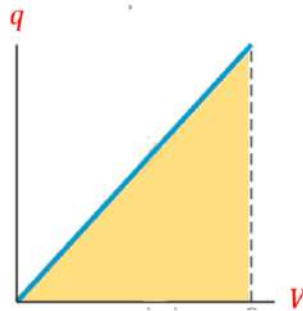
ملاحظة : الطاقة الكهربائية المخزنة في مكثف متصل بمصدر تيار مستمر

■ تتناسب طردياً مع سعة المكثف

■ تتناسب طردياً مع مربع فرق جهد المصدر المغذي له بالطاقة .

عدد العوامل التي تتوقف عليها الطاقة المخزنة في مكثف

-1



المساحة تحت المنحنى

الطاقة المخزنة

ميل الخط البياني

السعة  $\frac{q}{V}$

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

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

$$q = C V$$

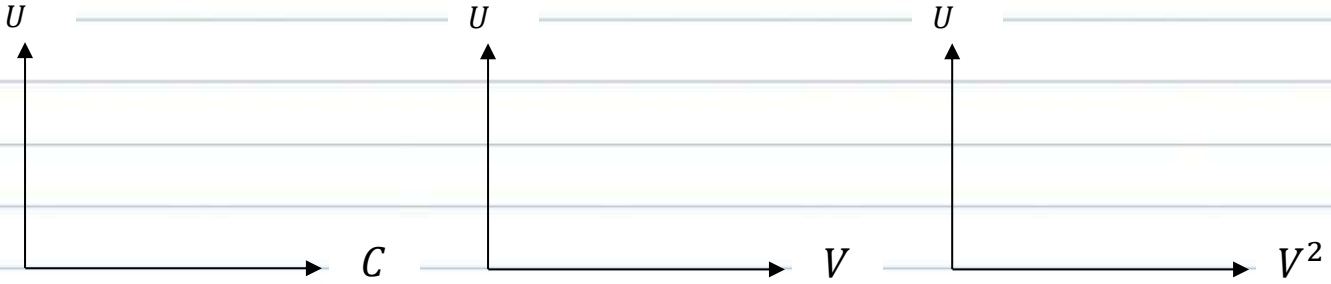
$$V = \frac{q}{C}$$

عادة تستخدم في حالة مكثف متصل مع بطارية أوفي حالة التوصيل على التوازي

عادة تستخدم في حالة مكثف مشحون ومعزول أوفي حالة التوصيل على التوالي

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

ارسم الخطوط البيانية التالية :



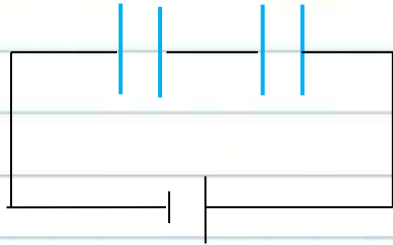
العلاقة بين الطاقة المخزنة في مكثف و سعة المكثف

العلاقة بين الطاقة المخزنة في مكثف و فرق الجهد بين طرفيها

العلاقة بين الطاقة المخزنة في مكثف و مربع فرق الجهد بين طرفيها

تمارين للفهم

$$C_1 = 300 \mu F \quad C_2 = 600 \mu F$$



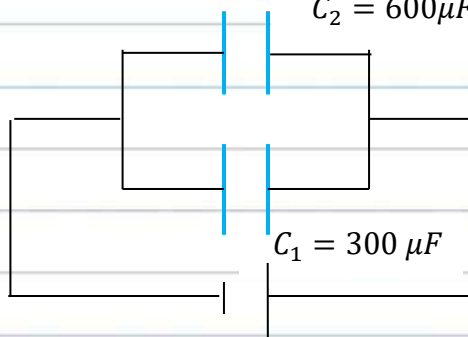
$$V = 100 V$$

1- مكثفان سعتهما على الترتيب ( $C_1 = 300 \mu F$ ) و ( $C_2 = 600 \mu F$ )

متصلان معا على التوالي مع بطارية فرق جهدها ( $V = 100 V$ )

احسب الطاقة المخزنة في المكثفين معا

$$C_2 = 600 \mu F$$



$$V = 100 V$$

2- مكثفان سعتهما على الترتيب ( $C_1 = 300 \mu F$ ) و ( $C_2 = 600 \mu F$ )

متصلان على التوازي معا مع بطارية فرق جهدها ( $V = 100 V$ )

احسب الطاقة المخزنة في المكثفين معا

ماذا نستنتج :

علل الطاقة الكهربائية المخزنة في عدة مكثفات متصلة على التوازي أكبر من الطاقة المخزنة في نفس المكثفات فيما لو وصلة على التوالي مع نفس البطارية

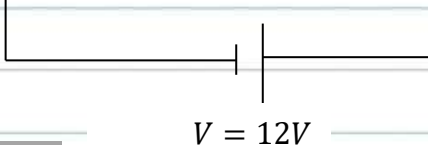
حل المسائل التالية :

المسألة الأولى : مكثفان مستويان متصلان معا على التوالي ويتصلان مع بطارية

كما في الشكل المجاور والمطلوب:

1- السعة المكافئة للمكثفين

2- فرق الجهد بين طرفي كل مكثف



$$V = 12 V$$



**المسألة الثانية :** مكثفان متصلان معا على التوازي ومتصلان مع بطارية

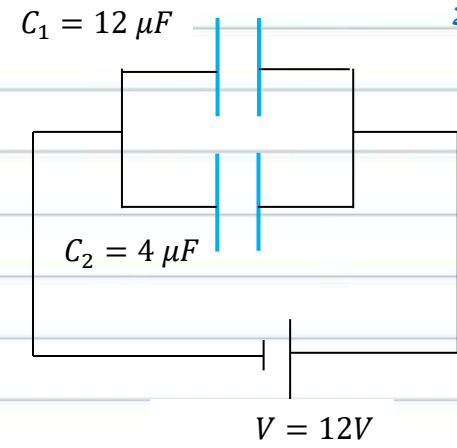
كما في الشكل المجاور والمطلوب :

1- السعة المكافئة للمكثفين

2- شحنة كل مكثف

3- شحنة المكثف المكافئ

4- الطاقة المخزنة في كل مكثف

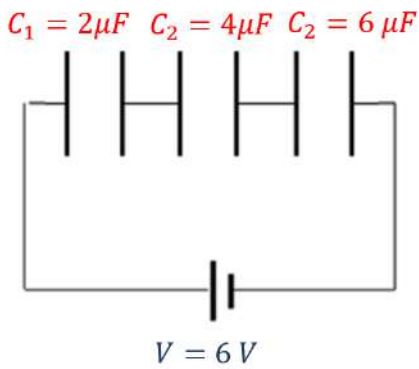


**المسألة الثالثة :** ثلاث مكثفات متصلة معا على التوالي واتصلت مع بطارية كما في الشكل المجاور والمطلوب :

1- السعة المكافئة

2- شحنة المكثف المكافئ

3- فرق الجهد بين طرفي المكثف الثاني

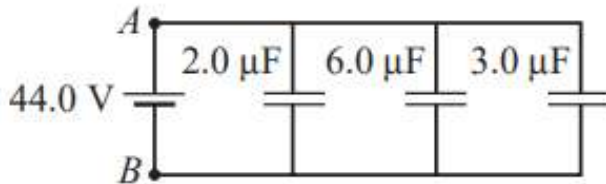


**المسألة الرابعة :** ثلاث مكثفات متصلة معا على التوازي واتصلت مع بطارية كما في الشكل المجاور والمطلوب :

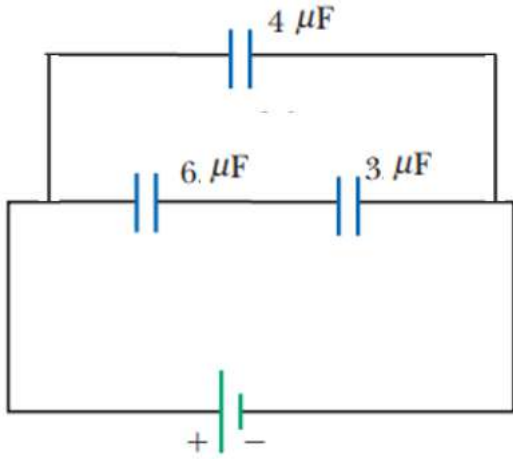
1- السعة المكافئة

2- شحنة المكثف المكافئ

3- شحنة كل مكثف



**المسألة الخامسة:** ثلاث مكثفات متصلة كما في الشكل المجاور حيث  $(C_1 = 6\mu F, C_2 = 3\mu F, C_3 = 4\mu F)$  و فرق الجهد بين طرفي البطارية  $120V$  المطلوب احسب :



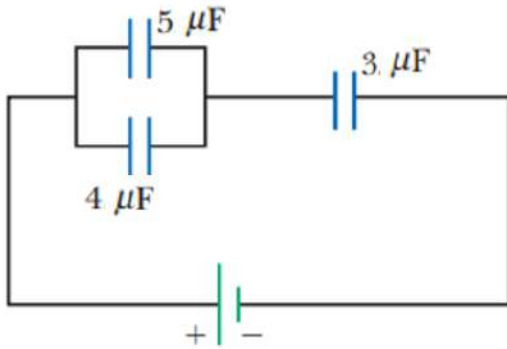
1- السعة المكافئة

2- شحنة المكثف الثالث

3- فرق الجهد بين طرفي المكثف الأول

4- الطاقة المخزنة في المكثف الثاني

**المسألة السادسة:** ثلاث مكثفات متصلة كما في الشكل المجاور حيث  $(C_1 = 4\mu F, C_2 = 5\mu F, C_3 = 3\mu F)$  و فرق الجهد بين طرفي البطارية  $9V$  المطلوب احسب:



1- السعة المكافئة

2- شحنة المكثف الثالث

3- فرق الجهد بين طرفي المكثف الأول والثاني

**المسألة السابعة:** مكثف هوائي أبعاد لوحيه  $(10cm, 20cm)$  والبعد بينهما  $2mm$  وصل طرفاه ببطارية فرق الجهد بين طرفيها  $12V$  و المطلوب

1- سعة المكثف

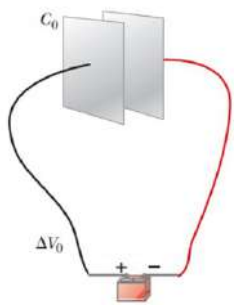
2- شحنة المكثف

3- الطاقة المخزنة بين لوحى المكثف

4- شدة المجال الكهربائي بين لوحى المكثف

5- سعة المكثف اذا وضع بين لوحى المكثف السابق مادة الميكا  $(\epsilon_r = 7)$

المُؤسّر  
زيادة



**حل التمرين التالي :** مكثف كهربائي مستوي سعته الكهربائية ( $C$ ) عندما كانت المساحة اللوحية المشتركة بين لوحيه ( $A$ ) و المسافة بين لوحيه ( $d$ ) ويملا المسافة الفاصلة بين اللوحين الهواء وصل إلى بطارية وبعد تمام عملية الشحن ماذا سيحدث لسعة المكثف وشحنة المكثف وفرق الجهد بين لوحى المكثف والمجال الكهربائي بين لوحى المكثف في الحالات التالية

1- زيادة المسافة بين اللوحين إلى المثلين مع ثبات باقي العوامل ومع بقاء المكثف متصل مع البطارية ذاتها

أ- سعة المكثف:

ب- شحنة المكثف:

ت- فرق الجهد بين لوحى المكثف :

ث- شدة المجال الكهربائي بين لوحى المكثف :

ج- الطاقة المختزنة :

2- زيادة المسافة بين اللوحين إلى المثلين مع ثبات باقي العوامل لكن بعد فصل المكثف عن البطارية

أ- سعة المكثف :

ب- شحنة المكثف:

ت- فرق الجهد بين لوحى المكثف :

ث- شدة المجال الكهربائي بين لوحى المكثف :

ج- الطاقة المختزنة :



3- زيادة المساحة اللوحية المشتركة بين اللوحين إلى المثلين مع ثبات باقي العوامل ومع

بقاء المكثف متصل مع البطارية ذاتها

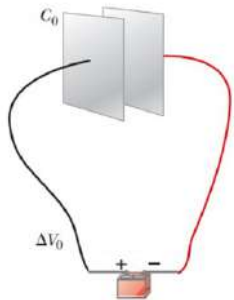
أ- سعة المكثف :

ب- شحنة المكثف:

ت- فرق الجهد بين لوحى المكثف :

ث- شدة المجال الكهربائي بين لوحى المكثف :

ج- الطاقة المختزنة :



4- زيادة المساحة اللوحية المشتركة بين اللوحين إلى المثلين مع ثبات باقي العوامل لكن

بعد فصل المكثف عن البطارية

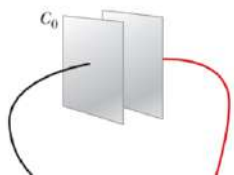
أ- سعة المكثف :

ب- شحنة المكثف:

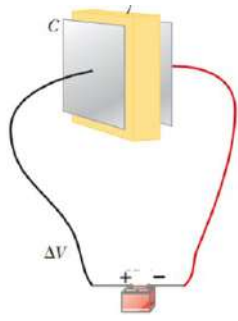
ت- فرق الجهد بين لوحى المكثف :

ث- شدة المجال الكهربائي بين لوحى المكثف :

ج- الطاقة المختزنة :



5- وضع مادة عازلة بين اللوحين ثابت عزله ( $\epsilon_r = 3$ ) مع ثبات باقي العوامل ومع بقاء المكثف متصل مع



البطارية ذاتها

أ- سعة المكثف :

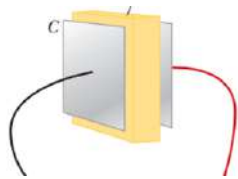
ب- شحنة المكثف:

ت- فرق الجهد بين لوحي المكثف :

ث- شدة المجال الكهربائي بين لوحي المكثف:

ج- الطاقة المخزنة :

6- وضع مادة عازلة بين اللوحين ثابت عزله ( $\epsilon_r = 3$ ) مع ثبات باقي العوامل لكن بعد فصل المكثف عن



البطارية

أ- سعة المكثف :

ب- شحنة المكثف:

ت- فرق الجهد بين لوحي المكثف:

ث- شدة المجال الكهربائي بين لوحي المكثف:

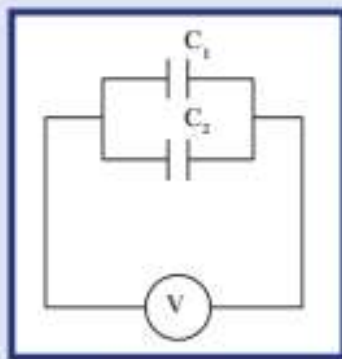
ج- الطاقة المخزنة :

## مراجعة الدرس 1-2

أولاً - ما هي العوامل التي تتوقف عليها السعة الكهربائية للمكثف المستوي؟

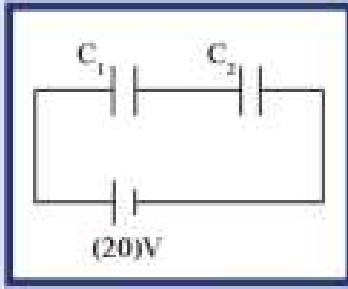
ثانياً - مكثف ميكا مستوي سعته الكهربائية  $C = (10)\mu F$ . كيف تتغير سعته الكهربائية إذا استبدلت الميكا بالهواء؟ (علماً أن ثابت العزل الكهربائي النسبي للميكا يساوي 5.4).  
ثالثاً - مكثف هوائي مستوي سعته  $(100)\mu F$ ، يحمل شحنة مقدارها  $C(10^{-9})$ .

(أ) أحسب مقدار فرق الجهد بين لوحَي المكثف.  
(ب) باعتبار أن لوحَي المكثف قرصين نصف قطر كلٍّ منهما  $10\text{ cm}$ ، أحسب مقدار المجال الكهربائي بين لوحَي المكثف.  
(ج) الطاقة الكهربائية المخزنة بين لوحَي المكثف.  
رابعاً - الطاقة الكهربائية المخزنة على مكثف سعته  $(4)\mu F$  تساوي  $J(2)$ .  
أحسب:  
(أ) شحنة المكثف.  
(ب) مقدار فرق الجهد بين لوحَي المكثف.



(شكل 84)

سادساً - وُصلَ المكثفان  $C_1 = (2)\mu F$  و  $C_2 = (4)\mu F$  على التوازي مع مصدر جهد مستمر  $V$  بحيث أصبحت الشحنة الكلية للمكثفين تساوي  $(400)\mu C$  (شكل 84). أحسب:  
(أ) السعة المكافئة للمكثفين.  
(ب) فرق الجهد  $V$ .  
(ج) شحنة كلٍّ مكثف.  
(د) الطاقة الكهربائية المخزنة بين لوحَي كلٍّ مكثف.



(شكل 85)

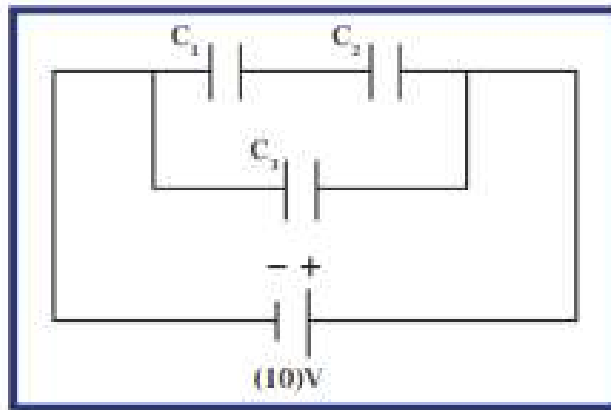
## مراجعة الدرس 1-2 (تابع)

سابقاً - مكثف سعته  $2\mu\text{F}$  متصل على التوالي بمكثف آخر سعته  $6\mu\text{F}$ ، وهما متصلان على مصدر جهد يساوي  $20\text{V}$  (شكل 85). أحسب:

(أ) السعة المكافئة للمكثفين.

(ب) الشحنة وفرق الجهد لكل مكثف.

ثامناً - وُصِلت ثلاثة مكثفات  $C_1 = 3\mu\text{F}$ ،  $C_2 = 6\mu\text{F}$ ،  $C_3 = 2\mu\text{F}$  بمصدر جهد مستمر  $V = 10\text{V}$  كما هو موضح في الشكل (86). أحسب:



(شكل 86)

(أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة.

(ب) الشحنة الكهربائية وفرق الجهد لكل مكثف.

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



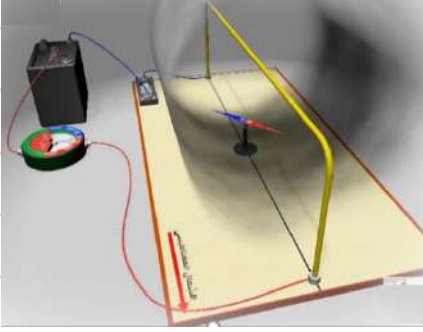
**مقدمة :** لاحظ العلماء أنه لا توجد أي تأثير بين الشحنة الكهربائية الساكنة ومغناطيس

**تجربة أوريستد**

نضع سلكا مستقيما ونضع تحته ابرة بوصلة موازية للسلك  
ماذا يحدث عند مرور تيار كهربائي مستمر في سلك

**الحدث :**

**الاستنتاج :**



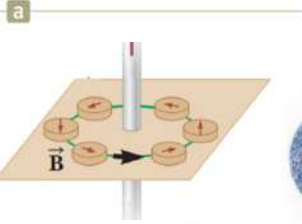
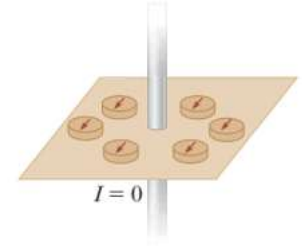
### 1. المجال المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي مستمر

**نشاط :** لديك سلك معدني يخترق ورقة مقوى مستوية عمودية على السلك

( إما ننثر برادة حديد حول السلك ) أو نضع بوصلات صغيرة حول السلك فتستقر وفق اتجاه  
المجال المغناطيسي الأرضي كما في الشكل المجاور المطلوب اجب عن الأسئلة التالية

**1-** ماذا يحدث للبوصلة ولبرادة الحديد عند مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم

**الحدث :**



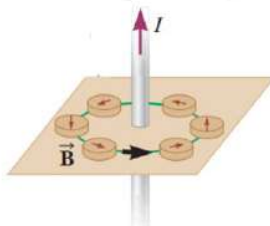
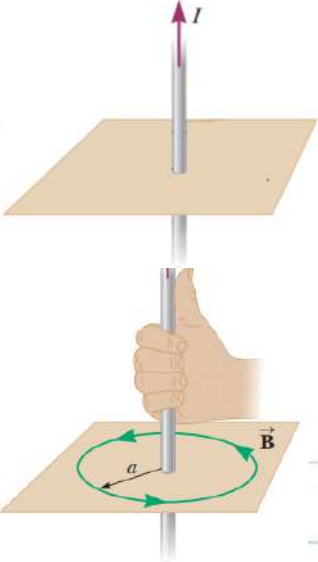
**2-** اذكر صفات خطوط المجال المغناطيسي المتولد

**3-** ارسم على الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي

**4-** حدد عناصر المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد مسافة (d) عن محور السلك

**أ-الاتجاه**

**عمليا :**



**نظريا :**

**ب-المقدار :** يحدد من العلاقة :

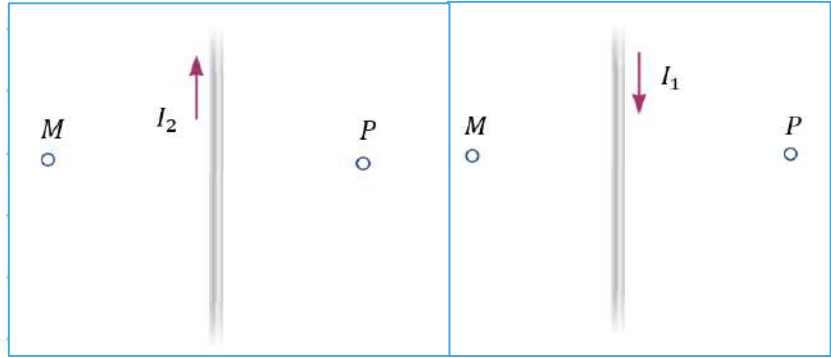
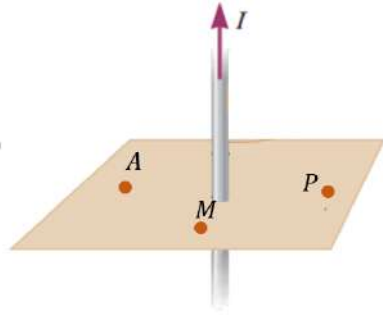
في المسائل نستخدم

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

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T.m/A$$

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

حدد اتجاه المجال المغناطيسي في الأشكال التالية



عدد العوامل التي يتوقف عليها شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد عن محور سلك مستقيم يمر به تيار مستمر

-3

-2

-1

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير شدة المجال المغناطيسي المتولد عن مرور تيار كهربائي في سلك وكلا من



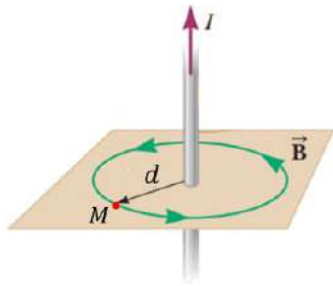
شدة التيار المستمر المار في سلك مستقيم بثبات باقي العوامل



بعد النقطة عن محور السلك المستقيم بثبات باقي العوامل

مثال (1): تيار كهربائي مستمر شدته  $A(10)$  يمر في سلك مستقيم المطلوب

1- أحسب شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار عند نقطة في الهواء تبعد  $cm(20)$  عن محور السلك



2- ارسم متجه المجال المغناطيسي عند النقطة (M)

3- حدد عناصر شدة المجال المغناطيسي عند النقطة

4- قيم النتيجة :

5- ما هو الجهاز الذي يمكن استخدامه لإيجاد شدة المجال المغناطيسي

سؤال : لديك سلك معدني يحمل تيارا شدة (I) يحيط به الهواء يولد مجالا مغناطيسيا

حول السلك شدته عند النقطة (a) التي تبعد عن محور السلك مسافة مقدارها (d) تساوي (B) المطلوب

1- ارسم متجه المجال المغناطيسي عن النقطة (a)

2- صف ماذا يحدث لشدة المجال المغناطيسي

في الحالات التالية

أ- عكسنا اتجاه التيار الكهربائي المار في السلك

ب- زدنا شدة التيار المار في السلك إلى مثلي قيمته الحالية

الحدث :

ت- أصبح بعد النقطة (a) عن محور السلك مثلي ما كان عليه

الحدث :

## 2. المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي مستمر في ملف دائري

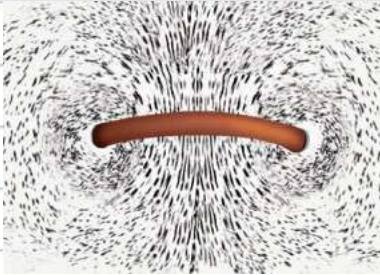
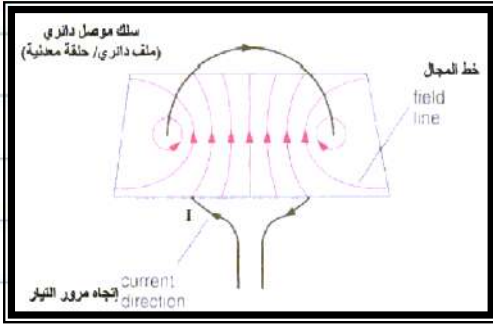
### نشاط

لديك سلك معدني على شكل حلقة يخترق ورقة مقوى مستوية

عمودية على السلك ننثر برادة حديد على الورقة المطلوب

1- ماذا يحدث عند مرور تيار كهربائي في السلك

الحدث :



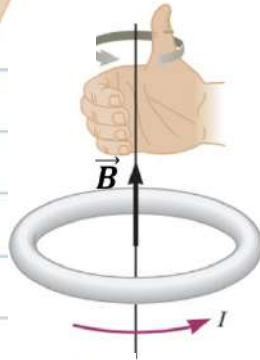
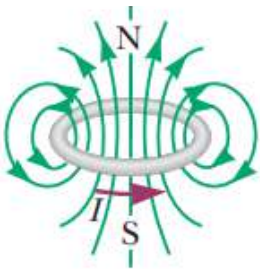
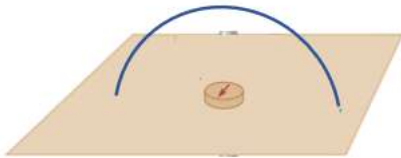
2- اذكر صفات خطوط المجال المغناطيسي المتولد

سؤال : حدد عناصر المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري

1- الاتجاه

عمليا :

نظريا :



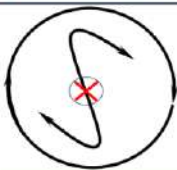
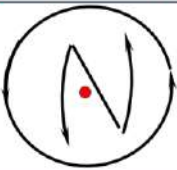
$$B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$

2- المقدار : يحدد من العلاقة :

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

وجه الملف قطب شمالي

وجه الملف قطب جنوبي



اتجاه المجال عمودي على الصفحة للخارج

اتجاه المجال عمودي على الصفحة للداخل

عدد العوامل لتي تتوقف شدة المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري:

-3

-2

-1

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير شدة المجال المغناطيسي المتولد عند مركز ملف دائري وكلا من



شدة التيار بثبات باقي العوامل



نصف القطر بثبات باقي العوامل



عدد لفات الملف بثبات باقي العوامل

**سؤال:** لديك سلك معدني جعل على شكل ملف دائري عدد لفاته  $(N)$  يحمل تيارا شدة  $(I)$  يولد مجالا مغناطيسيا

حول السلك شدته عند مركز الملف تساوي  $(B)$  المطلوب

1- ارسم متجه المجال المغناطيسي عن مركز الملف

2- صف ماذا يحدث لشدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف

في الحالات التالية

أ- عكسنا اتجاه التيار الكهربائي المار في الملف :

ب- زدنا شدة التيار المار في السلك للمثلين

الحدث :

التعليل :

3- استخدمنا نفس السلك الذي صنع منه الملف السابق مع زيادة عدد اللفات للمثلين مع المحافظة على نصف القطر

وشدة التيار المارة

الحدث :

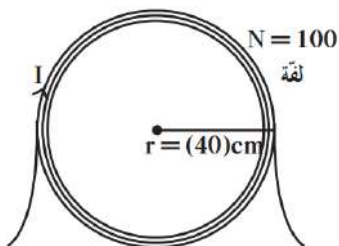
التعليل :

4- استخدمنا نفس السلك الذي صنع منه الملف السابق مع زيادة نصف قطر اللفة مع تثبيت عدد اللفات وشدة التيار

الحدث :

**مثال (2):** ملف دائري نصف قطره  $40\text{cm}$  مؤلف من  $100$  لفة ويمر به تيار كهربائي شدته  $A$  (10) المطلوب

1- أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري



2- حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي

**سؤال:** لديك سلك معدني طويل يمر به تيار شدته  $(I)$  فإنه يولد مجالا مغناطيسيا حول السلك فإذا كانت قيمة شدة

المجال المغناطيسي عند النقطة  $(a)$  تساوي  $(B)$

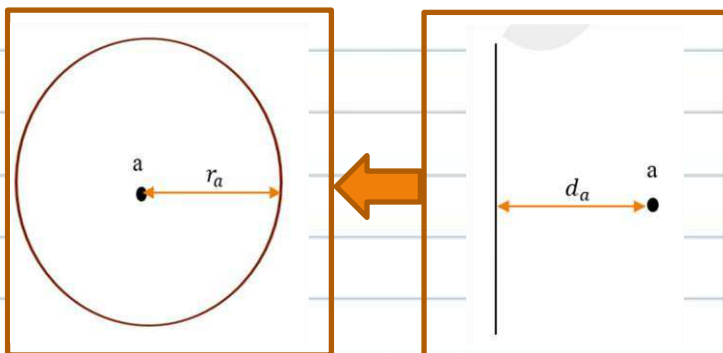
صف ماذا يحدث لشدة المجال المغناطيسي عند النقطة

$(a)$  إذا جعلنا السلك السابق على شكل حلقة نصف قطرها

يساوي بعد النقطة  $(a)$  عن السلك

الحدث :

التعليل :





### 3. المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي مستمر في ملف حلزوني

**نشاط :** لديك سلك معدني جعل منه ملف لولبي طويل وضيق

يخترق ورقة مقوى مستوية عمودية على الملف ماذا يحدث عند مرور تيار كهربائي في الملف

الحدث:

خطوط المجال المغناطيسي المتولد المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي

مستمر في ملف لولبي طويل وضيق

(a) يشبه المجال المغناطيسي الناتج عن قضيب مغناطيسي

(b) يظهر على هيئة خطوط مستقيمة متوازية وموازية لمحور الملف

وعمودياً على وجهيه وتفصلها مسافات متساوية

(c) المجال المغناطيسي منتظم داخل الملف اللولبي

(d) خارج الملف يظهر المجال على هيئة خطوط منحنية غير متقاطعة

(مجال مغناطيسي غير منتظم)

حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي عند محور الملف اللولبي

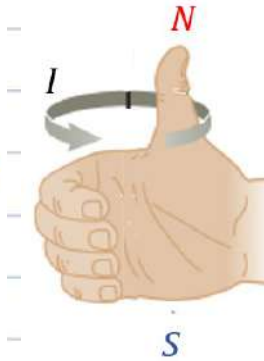
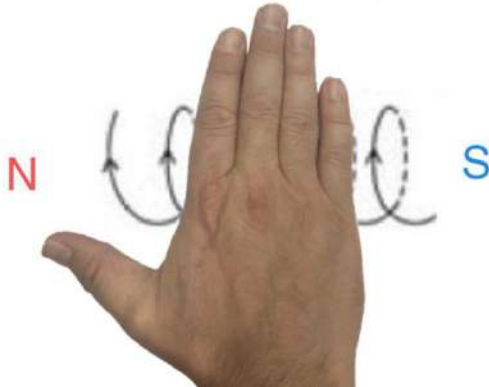
1. الحامل :

2. الاتجاه :

أ- عمليا:

ب- نظريا:

الأصابع مع اتجاه التيار

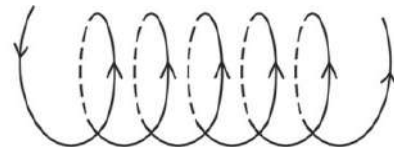
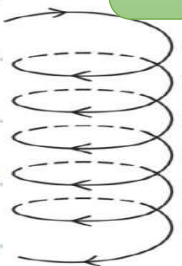


3. المقدار :

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{L}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L}$$

**سؤال:** حدد اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز محور الملف في الأشكال التالية



عدد العوامل التي تتوقف عليها شدة المجال المغناطيسي عند منتصف محور ملف لولبي (داخله)

-1 -2 -3

ملاحظة : شدة المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي زادت زيادة كبيرة عند وضع نواة من الحديد داخله بدلاً من الهواء .

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير شدة المجال المغناطيسي المتولد عن مركز محور ملف لولبي وكلا من



وعدد اللفات في وحدة الأطوال  
بثبات باقي العوامل

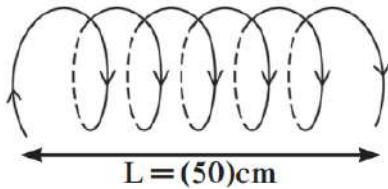
طول محور الملف بثبات وباقي  
العوامل

اللفات الكلي بثبات طول محور الملف  
وباقي العوامل

**مثال (3) :** ملف حلزوني طوله  $50\text{cm}$  مؤلف من 500 لفة ويمر به تيار كهربائي مستمر شدته  $A(5)$  بالاتجاه

المبين بالشكل

**1-** احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار عند مركز محور الملف



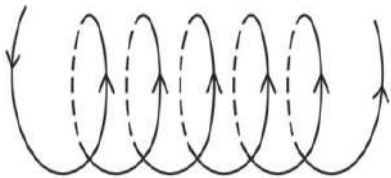
**2-** حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي.

**أ-** المقدار:

**ب-** الاتجاه:

**سؤال :** لديك سلك معدني جعل على شكل ملف لولبي طويل وضيق يحمل تياراً شدة  $(I)$  يولد مجالا مغناطيسيا

حول السلك شدته عند النقطة مركز محور الملف تساوي  $(B)$  المطلوب



**1-** ارسم متجه المجال المغناطيسي عن مركز الملف

**2-** ماذا يحدث لشدة المجال المغناطيسي عند مركز محور الملف

في الحالات التالية

**أ-** عكسنا اتجاه التيار الكهربائي

**ب-** زدنا شدة التيار المار في السلك للمثلين

**الحدث :**

**ج -** استخدمنا نفس السلك ( أي نفس نوع المادة وذات مساحة المقطع ) الذي صنع منه الملف السابق مع زيادة عدد

اللفات للمثلين مع المحافظة على شدة التيار المارة وطول الملف

**الحدث :**



التعليل :

د - استخدمنا نفس السلك ( أي نفس نوع المادة وذات مساحة المقطع ) الذي صنع منه الملف السابق مع زيادة طول الملف للمثلين مع تثبيت عدد اللفات وشدة التيار

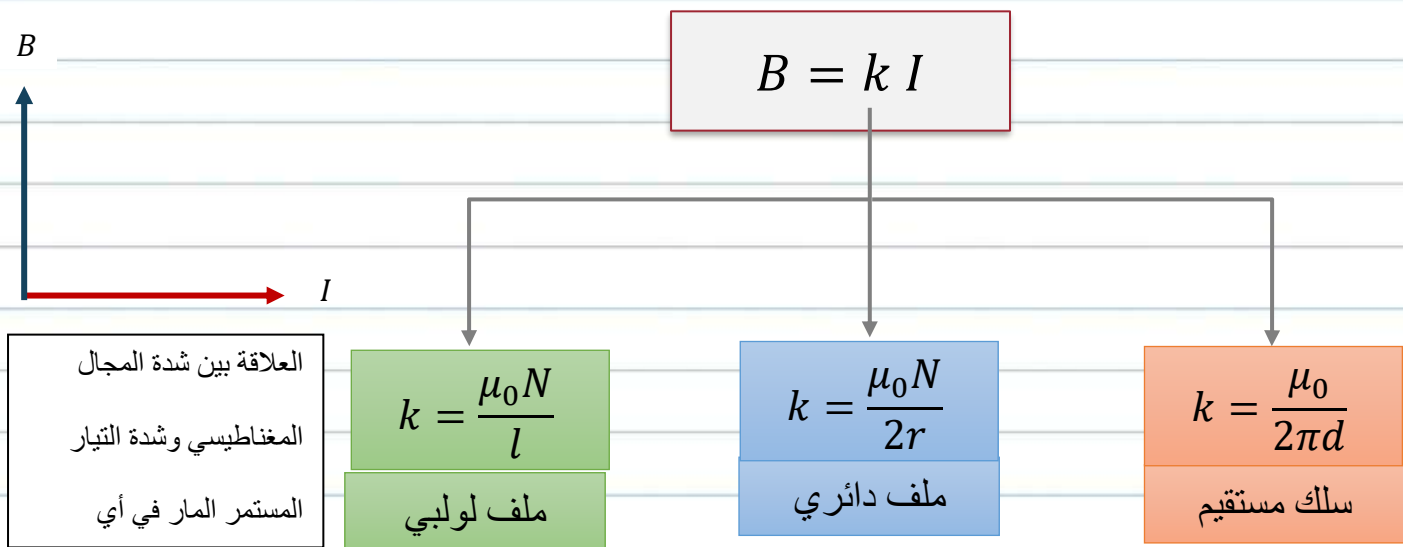
الحدث :

4. التعليل :

#### 4. المجال المغناطيسي في أي دائرة كهربائية

مرور تيار كهربائي في موصل يولد مجالا مغناطيسيا فإن :

- 1- اتجاه المجال المغناطيسي عند أي نقطة يعتمد على اتجاه التيار الكهربائي و يحدد بواسطة قاعدة اليد اليمنى
- 2- مقدار شدة المجال المغناطيسي يتناسب طرديا مع مقدار شدة التيار



قارن بين المجال المغناطيسي المتولد عن مرور تيار كهربائي في كلا مما يلي

ملف لولبي	ملف دائري	سلك مستقيم	
			العلاقة الرياضية
			العوامل

## مراجعة الدرس 2-2

أولاً - ما شكل المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يحمل تياراً كهربائياً مستمراً؟

ثانياً - عند لفّ سلك مستقيم يحمل تياراً كهربائياً مستمراً ليصبح دائري الشكل إلى ملفّ، تزيد شدة المجال المغناطيسي داخل الملفّ عن خارجها. علّل سبب ذلك.

ثالثاً - حدّد أقطاب الملفّ في الشكل (116) معتمداً على اتجاه مرور التيار الكهربائي.

رابعاً - حدّد اتجاه المجال المغناطيسي على النقاط  $M_1$  و  $M_2$  في الشكل (117).

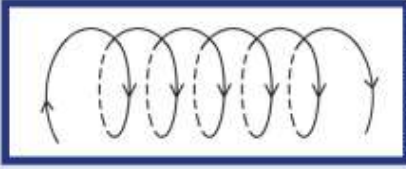
خامساً - سلك مستقيم يمرّ به تيار كهربائي مستمرّ شدته  $A(1)$ .

(أ) أحسب شدة المجال المغناطيسي الناتج عند نقطة تبعد  $(10\text{cm})$  عن محور السلك.

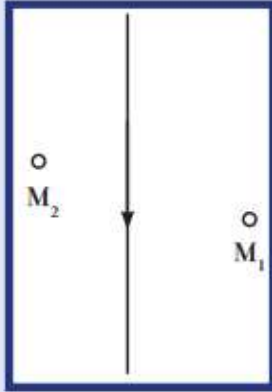
(ب) حدّد عناصر متجه المجال المغناطيسي (وضّح ذلك بالرسم).

سادساً - حدّد عناصر متجه المجال المغناطيسي الناتج عند مركز ملفّ حلزوني، طوله  $(50\text{cm})$ ، ومؤلف من  $(1000)$  لفّة عند مرور تيار كهربائي مستمرّ شدته  $A(4)$  علماً أنّ اتجاه التيار في الملفّ إلى أعلى كما موضّح في الشكل (118).

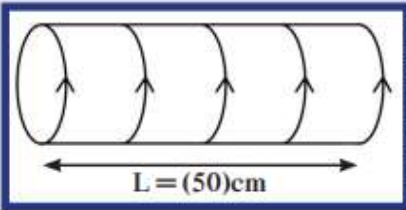
سابعاً - ملفّ دائري نصف قطره  $(10\text{cm})$  وعدد لفّاته  $(5)$  لفّات يمرّ فيه تيار كهربائي مستمرّ شدته  $A(0.5)$ . حدّد بالكتابة والرسم عناصر متجه المجال المغناطيسي الناتج عند مركز الملفّ.



(شكل 116)



(شكل 117)



(شكل 118)

## تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة في كل مما يلي:

2. مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية مقدارها  $C(4 \times 10^{-6})$  عند نقطة M تبعد عنها 0.1m يساوي:

☐  $(4.2 \times 10^6)N/C$  ☐  $(1.8 \times 10^6)N/C$

☐  $(0.9 \times 10^6)N/C$  ☐  $(3.6 \times 10^6)N/C$

3. نعرّف المجال الكهربائي المنتظم بأنه مجال :

☐ جميع خطوطه متوازية ولها مقدار ثابت .

☐ تنطلق جميع خطوطه من نقطة في وسطه بجميع الاتجاهات ولها مقدار ثابت .

☐ تنطلق جميع خطوطه نحو نقطة في وسطه بجميع الاتجاهات وليس لها مقدار ثابت .

☐ تنطلق جميع خطوطه من نقطة في وسطه بجميع الاتجاهات ولها مقدار متناسب مع كمية الشحنة .

4. يتألف مكثف من سطحين متوازيين متصلين ببطارية . إذا ضاعفنا المسافة بين السطحين

المتوازيين فإن شدة المجال الكهربائي بينهما:

☐ يقل إلى النصف .

☐ لا يتغير .

☐ يزداد إلى مثلي ما كان عليه .

☐ يقل أربع أمثال ما كان عليه .

5. إن ثني السلك الحامل للتيار الكهربائي والمؤثر على نقطة M تبعد عنه مسافة r ليكون لفة أو

أكثر مركزها النقطة M:

☐ يقلل من شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار .

☐ يزيد من شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار .

☐ لا يتغير من شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار .

☐ يزيد من شدة التيار الكهربائي وبالتالي يضعف المجال المغناطيسي الناتج .

## تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

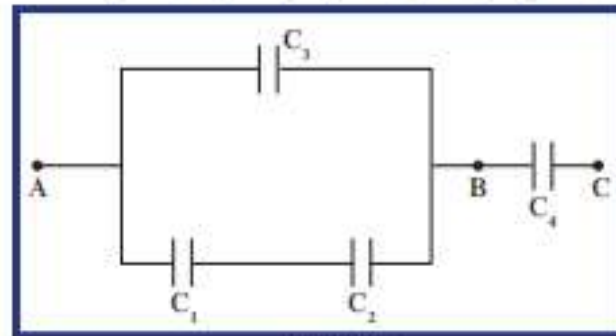
1. ما الفرق بين المجال الذي يحيط بشحنة ساكنة والمجال الذي يحيط بشحنة متحركة؟

4. إن كانت القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة نقطية لها اتجاه المجال نفسه ، فما هو نوع

الشحنة؟

## أسئلة مراجعة الوحدة 3

5. أحسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة  $q = (2 \times 10^{-6})C$  موضوعة عند نقطة في مجال كهربائي  $E = (2 \times 10^4)V/m$ .
6. ما نوع المجال الكهربائي واتجاهه بين سطحين معدنيين متوازيين متصلين بمصدر فرق جهده  $V$ ؟
7. ما مقدار الجهد على مكثف عند انتهاء عملية الشحن؟
8. ما العلاقة بين السعة الكهربائية لمكثف متوازي السطحين والمادة العازلة بين اللوحين عند ثبات العوامل الأخرى المؤثرة في السعة الكهربائية؟
9. اشرح ما الذي يحدث للمكثف إذا زاد فرق الجهد المطبق على المكثف عن مقدار القيمة العظمى التي تحددها الشركة الصانعة.
10. أحسب السعة المكافئة لمجموعات المكثفات الموضحة في الشكل (119):  
 $C_1 = (60)\mu F$  و  $C_2 = (20)\mu F$  و  $C_3 = (9)\mu F$  و  $C_4 = (12)\mu F$ .

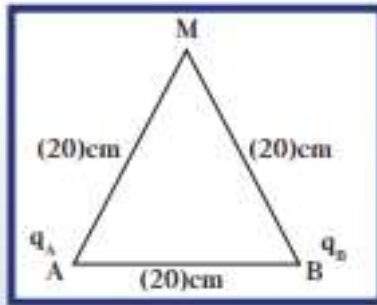


(شكل 119)

### تحقق من مهاراتك

حل المسائل التالية:

1. شحنتان كهربائيتان  $q_A = (2 \times 10^{-8})C$  و  $q_B = (-4 \times 10^{-8})C$  موضوعتان عند النقطتين A و B، حيث  $AB = (20)cm$ .



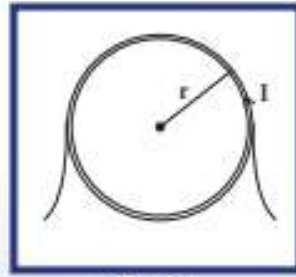
(شكل 120)

- (أ) أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين على النقطة M التي تبعد (20)cm عن A و (20)cm عن B.
- كما في الشكل (120).
- (ب) حدّد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي.
- (ج) مثل بيانيًا باستخدام مقياس رسم مناسب المجال الكهربائي على النقطة M.

- (د) أحسب مقدار محصلة القوة الكهربائية على النقطة M إذا وُضع عندها شحنة مقدارها  $(2 \times 10^{-8})C$ .

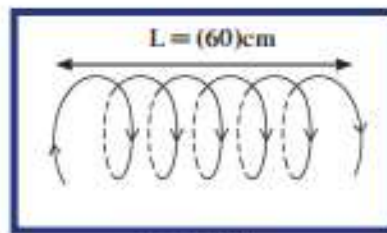


2. مكثف سعته  $F(2\mu F)$  وصل بمصدر فرق جهده  $V(20)$ . إذا كانت المسافة بين اللوحين المتوازيين  $2\text{mm}$ ، أحسب:
- (أ) المجال الكهربائي بين لوحيه .
- (ب) الشحنة الكهربائية .
- (ج) الطاقة الكهربائية بين لوحيه .
- (د) إذا كان فرق الجهد بين اللوحين  $V(40)$  مع بقاء مقدار السعة ثابت ، كم تصبح الطاقة الكهربائية المختزنة؟
3. وضع بروتون شحنته  $q = (1.6 \times 10^{-19})\text{C}$  في مجال كهربائي منتظم .
- أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي واتجاهه إذا كان ينتج قوة كهربائية مساوية في المقدار لوزن الشحنة ولكن باتجاه معاكس ، علماً أن كتلة البروتون تساوي  $(1.67 \times 10^{-27})\text{kg}$  .
5. ملف دائري ، (شكل 122) ، نصف قطره  $40\text{cm}$  مؤلف من (50) لفّة ، ويمرّ به تيار كهربائي شدته  $A(0.1)$  .
- (أ) أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملفّ الدائري .
- (ب) حدّد عناصر متجه المجال المغناطيسي .



(شكل 122)

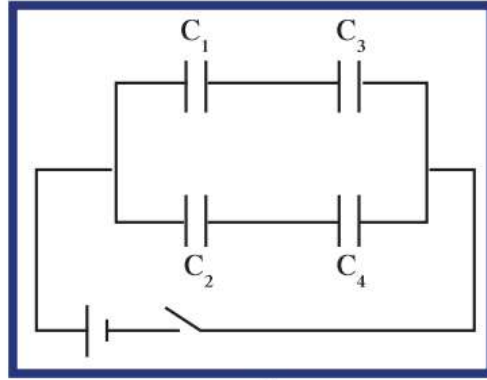
6. ملفّ حلزوني طوله  $60\text{cm}$  ، مؤلف من (1000) لفّة ، يمرّ به تيار كهربائي مستمرّ شدته  $A(2)$  بالاتّجاه المبين في الشكل (123) .



(شكل 123)

- (أ) أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار عند مركز الملفّ الحلزوني .
- (ب) حدّد عناصر متجه المجال المغناطيسي .

8. مكثف متّصل بمصدر فرق جهده (V). تمّ إبعاد سطحيه المتوازيين عن بعضهما بعضاً بدون فصله عن مصدر الجهد. اشرح كيف سيتغيّر كلّ من مقدار الشحنة والطاقة الكهربائية المخترّنة كنتيجة لإبعاد السطحين عمّا كانا عليه.
9. وُصِلت مجموعة من المكثّفات  $C_1 = (2)\mu F$ ،  $C_2 = (6)\mu F$ ،  $C_3 = (2)\mu F$ ،  $C_4 = (3)\mu F$  بمصدر جهد مستمرّ (48)V، كما هو موضّح في الشكل (124). أحسب:



(شكل 124)

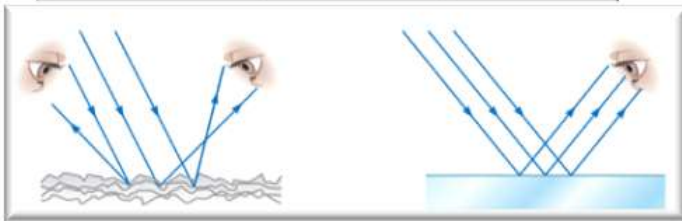
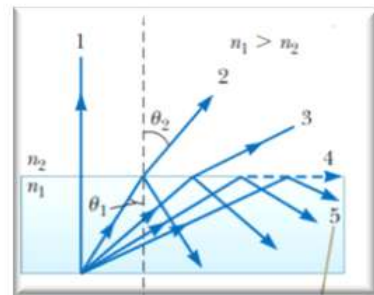
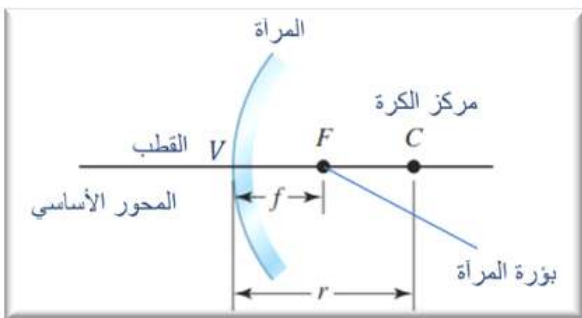
- (أ) مقدار السعة المكافئة للمكثّفات .  
 (ب) الشحنة الكهربائية وفرق الجهد على كلّ مكثّف .  
 (ج) الطاقة الكهربائية المخترّنة على المكثّف  $C_2$  بعد شحنه .

11. مكثّفان متماثلان سعة كلّ منهما C متّصلان معاً على التوالي بمصدر جهد V .  
 (أ) أحسب فرق الجهد ، والطاقة الكهربائية المخترّنة في كلّ منهما بدلالة C و V .  
 (ب) إذا وُضع في أحدهما مادّة عازلة لها ثابت عزل كهربائي نسبي  $\epsilon_r$  ، فكم تصبح السعة ، والشحنة ، والطاقة الكهربائية المخترّنة في كلّ منهما؟



# الوحدة الرابعة

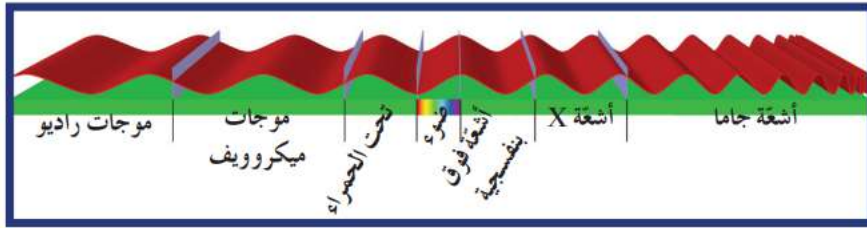
## (الضوء)



إعداد: محمد سعيد السكاف

ماهي وجهة نظر نيوتن عن الضوء وماهي الظواهر التي تستخدم في دراستها

ما هي نظرية هيجنز عن الضوء وماهي الظواهر التي تستخدم في دراستها



## 1. الضوء

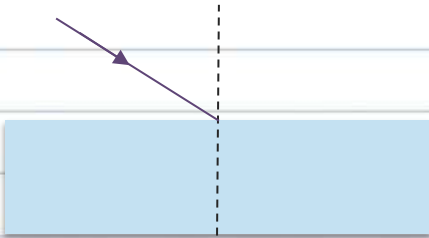
**الضوء المرئي:** هو موجات كهرومغناطيسية وهو جزء صغير من طيف الموجات الكهرومغناطيسية  
س مما تألف الطيف الكهرومغناطيسي

### الموجات الكهرومغناطيسية:

هي موجات ذات طبيعة واحدة تتكون من مجالين كهربائي ومغناطيسي متعامدين متلازمين ومتقنين بالطور  
س عدد خواص الموجات الكهرومغناطيسية

- 1- تنتقل في الفراغ بسرعة ثابتة
- 2- تختلف سرعة الضوء المنتقل في الوسط باختلاف الكثافة الضوئية
- 3- تنتشر في جميع الاتجاهات
- 4- تنعكس على السطوح اللامعة والمصقولة
- 5- تنكسر على السطوح الفاصلة بين وسطين شفافين
- 6- تتداخل وتحتيد وتستقطب

**ملاحظة:** تقل سرعة الضوء المنتقل في الوسط كلما زادت الكثافة الضوئية للوسط وتصبح صفرا في الأوساط غير الشفافة



## 2. انعكاس الضوء وانكساره

ماذا يحدث عند سقوط موجة ضوئية على وسط شفاف يفصل بين وسطين  
الحدث:

### ملاحظات

- 1- في كثير من الحالات تكون ظاهرتي الانكسار والانعكاس مترافقتين وسندرس كل ظاهرة على حدة للتسهيل
- 2- سنستخدم البصريات الهندسية لدراسة الظاهرتين وسنمثل الضوء بشعاع لأن استخدام البصريات الفيزيائية والسلوك الموجي لموجة الضوء لن يضيف أي جديد

المُيسر في الفيزياء

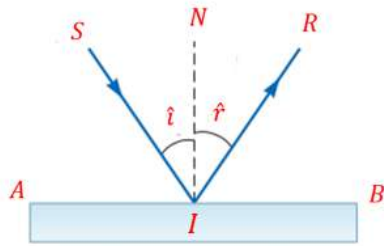
### 3. انعكاس الضوء

#### 1.3 تعريف

ماذا يحدث لشعاع الضوء الساقط على سطح عاكس غير منفذ للضوء  
بزاوية سقوط لا تساوي الصفر

الحدث :

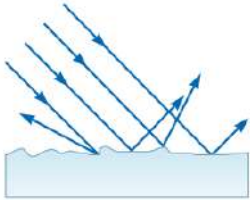
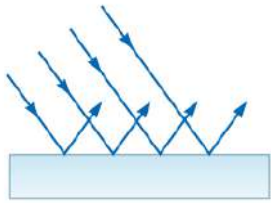
انعكاس الضوء: هو التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء على سطح عاكس



ماذا يحدث للأشعة الضوئية المتوازية إذا سقطت على سطح عاكس

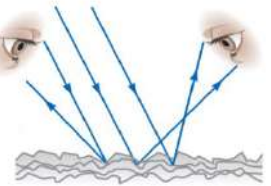
أ- مصقولا

الحدث :



ب - خشنا

الحدث :



انعكاس غير منتظم

يقسم الانعكاس



انعكاس منتظم

ملاحظة : إن معظم ما نراه حولنا هو انعكاس غير منتظم

قارن بين الانعكاس المنتظم والانعكاس غير المنتظم

من حيث	الانعكاس المنتظم	الانعكاس غير المنتظم
التعريف		
السطح الذي يحدث عنده		
كيف ترتد الأشعة المتوازية الساقط على السطح		

### 2.3 قانونا الانعكاس (قانونا ديكارت )

القانون الأول في الانعكاس: الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس من نقطة السقوط تقع

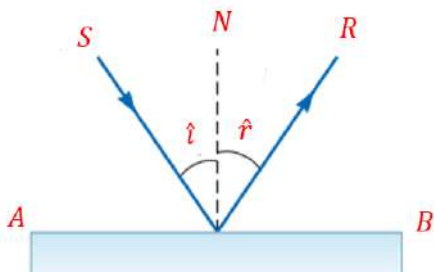
جميعها في مستو واحد

القانون الثاني في الانعكاس: زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس

ملاحظة

1- يسمى القانونين السابقين بقانونا ديكارت

2- اذا كانت زاوية السقوط صفرا فان زاوية الانعكاس تكون صفرا أيضا



علل إذا سقط شعاع ضوئي عمودي على السطح العاكس فإنه يرتد على نفسه

**مثال (1)** إذا كانت الزاوية بين الشعاع الساقط على سطح مصقول أملس والشعاع المنعكس تساوي  $80^\circ$  أحسب مقدار كل من زاوية السقوط وزاوية الانعكاس

**تمارين**

**1-** من خلال المعطيات المدونة على الشكل أوجد

**أ-** زاوية الانعكاس

**ب-** الزاوية بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس

**2-** من خلال المعطيات المدونة على الشكل أوجد زاوية السقوط

**4. انكسار الضوء**

ماذا يحدث عند سقوط موجة ضوئية على وسط شفاف يفصل بين وسطين

**الحدث :**

**تعريف الانكسار :** هو التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء عند مروره بشكل مائل على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين بالكثافة الضوئية بسبب تغير سرعته

ماذا يحدث في الحالات التالية :

**أ-** عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية

**الحدث :**

أتم سير الشعاع الضوئي

**ب-** عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية

**الحدث :**

أتم سير الشعاع الضوئي

ت- إذا سقط شعاع ضوئي عموديا على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفي في الكثافة الضوئية

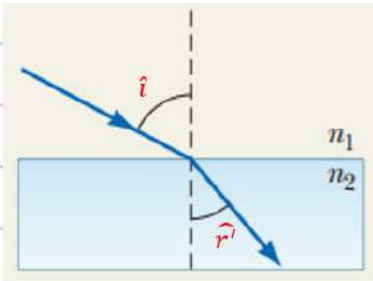
الحدث :

تحسب معامل الانكسار المطلق من العلاقة :

$$n = \frac{c}{v}$$

نشاط : من خلال إجراء النشاط التالي تم الوصول إلى النتائج التالية

$\hat{i}$	15	30	45	60	75
$\hat{r}'$	9.93	19.47	28.12	35.26	40
$\sin \hat{i}$	0.258	0.5	0.707	0.866	0.96
$\sin \hat{r}'$	0.172	0.333	0.471	0.577	0.642
$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}'}$					
$\frac{\hat{i}}{\hat{r}'}$					
ماذا تلاحظ					

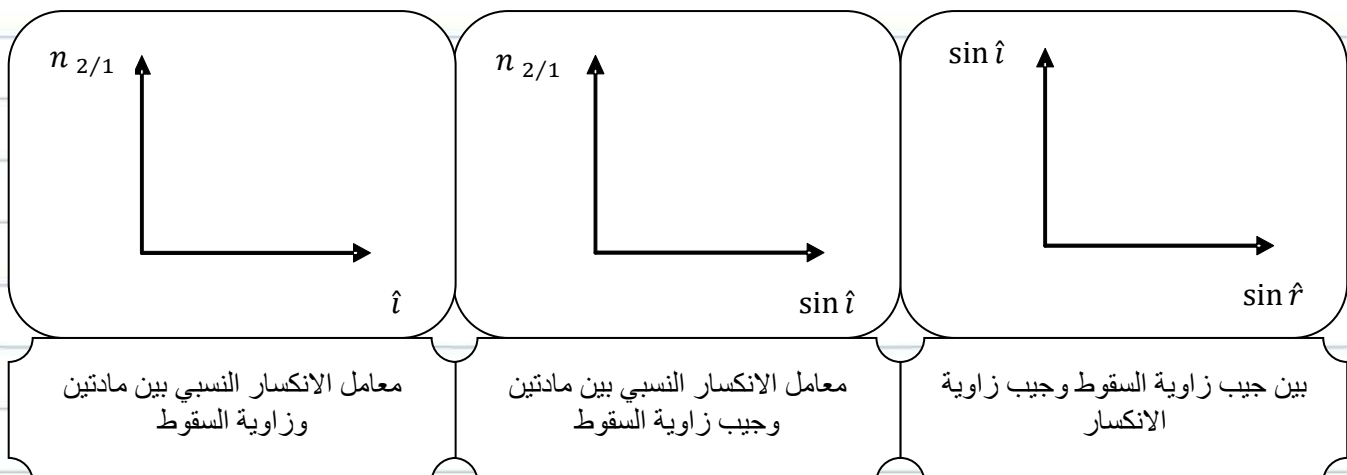


**القانون الأول في الانكسار :** الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود عند نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل

**القانون الثاني في الانكسار :** النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني تساوي نسبة ثابتة تسمى معامل الانكسار من الوسط الأول إلى الوسط الثاني

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

ارسم العلاقات البيانية التالية



## ملاحظات هامة

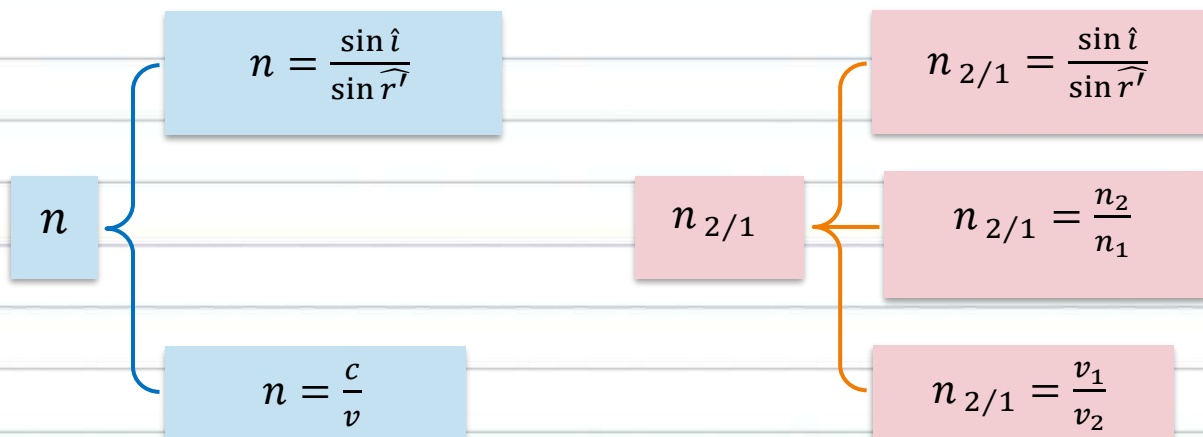
- 1- إذا زادت زاوية السقوط فإن زاوية الانكسار تزداد وتبقى النسبة بين جيب زاويتيها ثابتة تمثل معامل الانكسار النسبي
- 2- مهما ازدادت زاوية السقوط فإن معامل الانكسار النسبي بين مادتين لا يتغير

## نتائج مهمة

- 1- تحسب الكثافة الضوئية للوسط (معامل الانكسار المطلق) من العلاقة :  $n = \frac{c}{v}$
- 2- من القانون الأول في الانكسار نجد أن  $n_{2/1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}'}$
- 3- معامل الانكسار المطلق للهواء (الكثافة الضوئية) يساوي الواحد  $n_{\text{هواء}} = 1$
- 4- الهواء والفراغ واحد بالنسبة للضوء تقريبا
- 5- معامل الانكسار النسبي لا يساوي الواحد ويمكن أن يكون اكبر أو اصغر من الواحد  $n_{2/1} = \frac{1}{n_{1/2}}$
- 6- إذا قال سقط شعاع ضوئي على سطح متوازي مستطيلات اعتبر أن الوسط الأول هواء أو فراغ
- 7- قانون سنل :  $n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$
- 8- إذا كان الوسط الأول هواء فإن قانون سنل يصبح :  $\sin \hat{i} = n \sin \hat{r}$  أي معامل الانكسار المطلق للمادة يحسب من العلاقة  $n = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}'}$
- 9- إذا سقط شعاع ضوئي عموديا على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفي الكثافة الضوئية فإن الضوء يكمل مساره من دون أي انحراف وتتغير سرعته

## علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

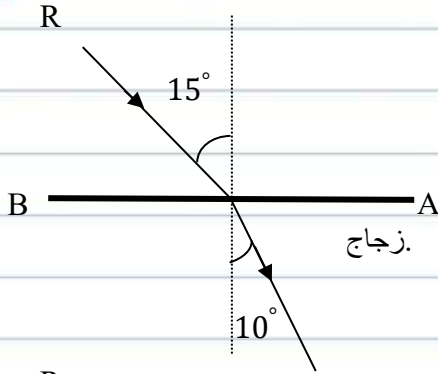
- 1- يحدث انكسار للضوء عند مروره بشكل مائل على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين بالكثافة الضوئية
- 2- ليس لمعامل الانكسار وحدة قياس
- 3- الكثافة الضوئية (معامل الانكسار المطلق) تكون اكبر من الواحد حتما
- 4- معامل الانكسار النسبي بين مادتين لا يتغير بتغير زاوية السقوط



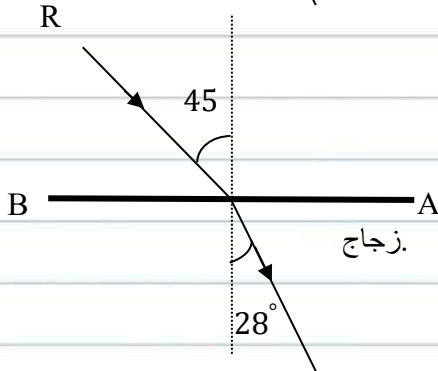


مثال ( 1 ) : أسقط شعاع ضوئي أحادي اللون على قطعة ضوئية من الزجاج بزاويتي سقوط  $(15^\circ)$  و  $(45^\circ)$  فكانت زاويتي الانكسار على التوالي  $(10^\circ)$  و  $(28^\circ)$  كما هو موضح بالشكلين

1- أحسب معامل الانكسار المطلق للزجاج لكل زاوية سقوط



2- ماذا تستنتج عن معامل الانكسار المطلق للزجاج



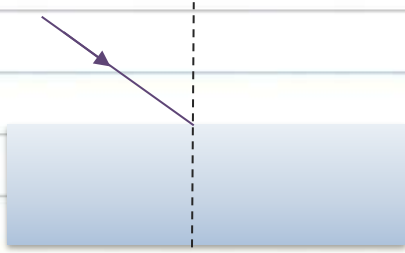
3- أحسب زاوية السقوط إذا كانت زاوية الانكسار  $(35^\circ)$

حل التمارين التالية :

التمرين الأول : سقط شعاع ضوئي مائلا على سطح متوازي مستطيلات زجاجي

بزاوية  $(30^\circ)$  احسب زاوية انكسار الضوء

إذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للزجاج  $n_g = \sqrt{3}$



التمرين الثاني : سقط شعاع ضوئي على سطح متوازي مستطيلات زجاجي بزاوية سقوط  $(30^\circ)$  إذا علمت أن الكثافة

الضوئية للزجاج  $(n_g = \sqrt{3})$  سرعة الضوء في الهواء  $c = 3 \times 10^8 m/s$  المطلوب :

أ- احسب زاوية انكسار الضوء .

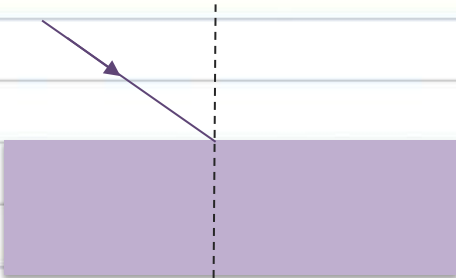
ب- احسب سرعة الضوء في الزجاج .



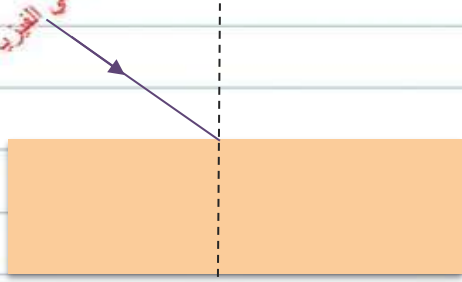
التمرين الثالث : سقط شعاع ضوئي على سطح متوازي مستطيلات زجاجي

فكانت زاوية انكساره  $(20^\circ)$  احسب زاوية سقوط الشعاع الضوء

إذا علمت أن الكثافة الضوئية للزجاج  $(n_g = \sqrt{3})$



المُيسر في الفيزياء



**التمرين الرابع :** سقط شعاع ضوئي على سطح متوازي مستطيلات زجاجي فصنع الشعاع الضوئي المنكسر مع المستوى الفاصل بين الوسطين زاوية  $(75^\circ)$  احسب زاوية سقوط الشعاع الضوء إذا علمت أن الكثافة الضوئية الزجاج  $(n_g = \sqrt{3})$

**التمرين الخامس :** إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء  $(n_w = 1.25)$  و معامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي  $(n_g = 1.5)$  وسرعة الضوء في الماء  $(v_w = 2.4 \times 10^8 \text{ m/s})$  وإذا علمت أن الشعاع الضوئي ينتقل من الماء إلى الزجاج وكانت زاوية السقوط  $(50^\circ)$  المطلوب

1. احسب معامل الانكسار النسبي
2. زاوية الانكسار
3. سرعة الضوء في الهواء
4. إذا زدنا زاوية السقوط ماذا يحدث لكل من زاوية الانكسار ومعامل الانكسار النسبي فسر إجابتك

### 5. البصريات الهندسية

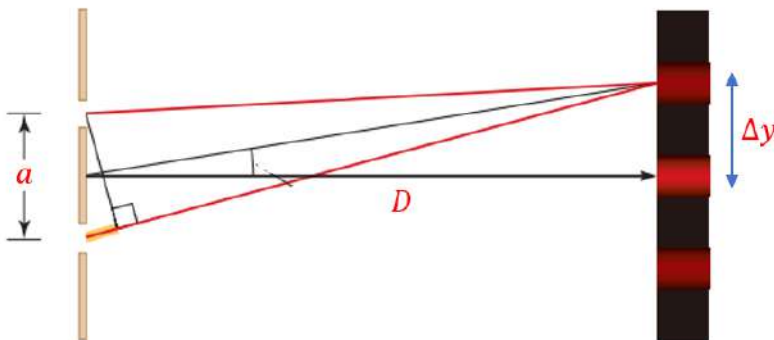
علل لا يمكن تفسير الحيود والتداخل باستخدام البصريات الهندسية

### 6. تداخل الضوء

أشرح تجربة يونج

المشاهدة:

التفسير:



البعد الهدبي ( $\Delta y$ ) : هو البعد بين مركزي هذين متتالين من نفس النوع

نتائج من تجربة الشق المزدوج ليونج

1- أكدت على الطبيعة الموجية للضوء (أثبتت الخواص الموجية للضوء) وبالتالي أكدت صحة نظرية هيجنز الموجية

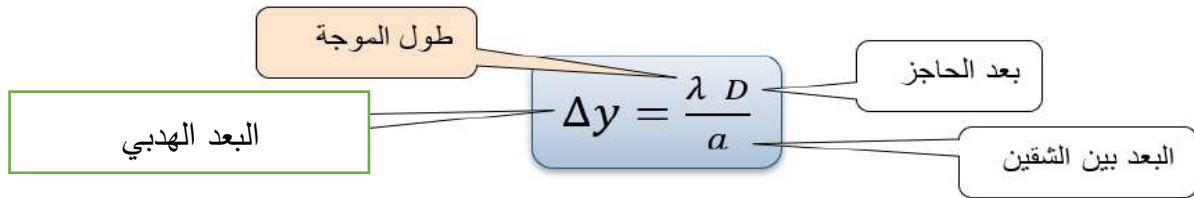
2- سمحت بقياس الطول الموجي للضوء المستخدم

قارن بين التداخل البناء والتداخل الهدام

التداخل الهدام	التداخل البناء	
		شرط الحدوث
		نوع الهدب المتكون

قارن بين الهدب المضيء والهدب المظلم

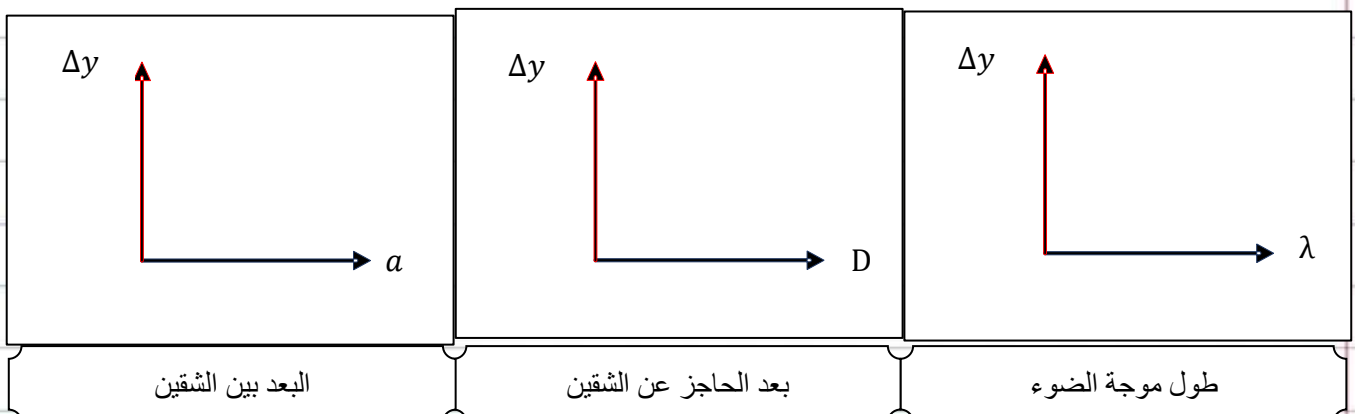
الهدب المظلم	الهدب المضيء	
		شرط الحدوث
		التعريف



عدد العوامل التي يتوقف عليها البعد الهدبي

اذكر الشروط الواجب توافرها في تجربة شقا يونج لحدوث ظاهر التداخل

ارسم الخطوط والمنحنيات المعبرة عن تغير البعد بين مركزي هذين متتالين وكلا من



## علل لما يأتي تعليلا علميا سليما :

1- الهدب المركزي دائما هذب مضيء ولا يمكن أن يكون معتم :

2- لماذا استخدم يونغ شقين ولم يستخدم منبعين ضوئيين متماثلين

ماذا يحدث للبعد بين أي هذين متتاليين في تجربة شقا يونغ في الحالات التالية

1- استبدلنا الضوء بأخر طول موجته مثلا طول موجة الضوء المستخدم مع تثبيت باقي العوامل

الحدث :

التعليل :

2- زدنا بعد الحاجز عن الشقين مع تثبيت باقي العوامل

الحدث :

التعليل :

3- زدنا المسافة بين الشقين مع تثبيت باقي العوامل

الحدث :

التعليل :

## ملاحظات :

1- لتحديد موقع الأهداب المضيئة على الحائل بالنسبة للهدب المضيء المركزي نستخدم العلاقة التالية

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

حيث (  $n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$  )

2- لتحديد موقع الأهداب المظلمة على الحائل بالنسبة للهدب المضيء المركزي نستخدم العلاقة التالية

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

حيث (  $n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$  )

لأنه لا يوجد هذب مظلم مركزي

3- المسافة بين أي هذين متتاليين مضيئين أو مظلمين (  $\Delta y$  ) (البعد الهدي)

نستخدم العلاقة التالية

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

4- المسافة بين هذب مضيء وهذب مظلم تالي يساوي  $\frac{\Delta y}{2}$

**مثال (3)** في تجربة يونج كانت المسافة بين الشقين  $0.05 \text{ cm}$  والمسافة بين لوح الشقين والحائل تساوي

$5 \text{ m}$  إذا كان الهدب السادس المضيء يبعد عن الهدب المركزي  $3 \text{ cm}$  أحسب :

1- احسب الطول الموجي للضوء المستخدم

2- المسافة بين هذين متتاليين مضيئين

مسألة شاملة في تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين  $0.2\text{mm}$  والمسافة بين الشقين والحائل  $1.5\text{ m}$  وطول الموجة المستخدم  $m(6 \times 10^{-7})$  المطلوب

1- بعد الهدب المضيء الثاني عن الهدب المركزي

2- بعد الهدب المظلم الثاني عن الهدب المركزي

3- البعد بين مركز الهدب المعتم الثاني ومركز الهدب المضيء الثاني

## مراجعة الدرس 1-1

أولاً - عرّف انكسار الضوء، واكتب قانوني الانكسار.  
ثانياً - عرّف انعكاس الضوء، واكتب قانوني الانعكاس.

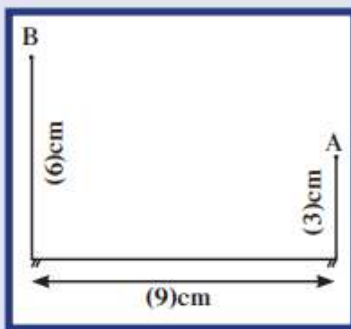
رابعاً - اكتب الشروط الواجب توافرها في تجربة الشق المزدوج ليونج لحدوث ظاهرة التداخل.  
خامساً - إذا كان معامل الانكسار للماء  $\frac{4}{3}$  وسرعة الضوء في الفراغ تساوي  $c = (3 \times 10^8)\text{m/s}$ ، أحسب سرعة الضوء في الماء.  
سادساً - إن معامل الانكسار المطلق للماء يساوي 1.33 ومعامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي 1.54. أحسب معامل انكسار الزجاج بالنسبة إلى الماء.  
سابعاً - سقط شعاع ضوئي على سطح زجاجي بزاوية سقوط  $30^\circ$ . أحسب زاوية الانكسار، علماً أن معامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي 1.5.

ثامناً - أرسل شعاع ضوئي من النقطة A التي تبعد عن سطح مرآة مستوية  $3\text{cm}$ ، ليصل إلى النقطة B التي تبعد عن السطح  $6\text{cm}$  بعد انعكاسه. علماً أن المسافة بين مسقط النقطتين على المرآة تساوي  $9\text{cm}$  (شكل 142).

(أ) أحسب زاوية السقوط وزاوية الانعكاس.

(ب) وضح بالرسم البياني ظاهرة الانعكاس.

تاسعاً - في تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج، كانت المسافة الفاصلة بين الفتحتين الضيقتين  $m(2 \times 10^{-4})$  والمسافة بين الشق المزدوج والحائل  $1\text{m}$  والمسافة بين هديين متتاليين مضيئين  $m(2.5 \times 10^{-3})$ . أحسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المستخدم.



(شكل 142)

### تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة في كل مما يلي:

4. سقط شعاع ضوئي بزاوية  $(40^\circ)$  على سطح زجاجي معامل انكساره المطلق (1.5). فإن زاوية انكسار الشعاع تساوي:

25.3 ☐ 74.6 ☐

30.6 ☐ 20 ☐

### تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

4. ما هي الظاهرة الفيزيائية التي تؤكد الطبيعة الموجية للضوء؟

5. أكتب قانوني انكسار الضوء.

8. سقط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين بزاوية  $(60^\circ)$ ، وكانت الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والسطح الفاصل  $(60^\circ)$ . أحسب معامل الانكسار النسبي بين هذين الوسطين.

11. في تجربة الشقّ المزدوج لتوماس يونج، كانت المسافة بين الفتحتين الضيّقتين  $(1 \times 10^{-4})\text{m}$ ، والمسافة بين الشقّين والحائل  $(1)\text{m}$ ، والمسافة بين هديتين مضيئتين متتاليتين  $(6)\text{mm}$ . أحسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المُستخدم.