الدرس (1) : الحرارة والاتزان الحراري

العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية :

** درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد

ولا تعتبر مقياساً لـ مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات

** في الغازات المثالية تتناسب درجة الحرارة مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد

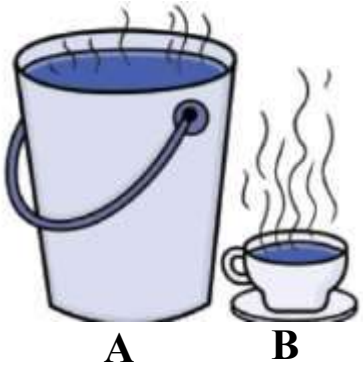
سواء كانت الحركة في خط مستقيم أو منحني.

وجه المقارنة	درجة الحرارة (T)	الحرارة أو الطاقة الحرارية (Q)
التعريف	كمية فيزيائية تحدد مدى سخونة الجسم أو برودته عند مقارنته بمقياس معياري	سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة إلى جسم له درجة حرارة أقل
ارتباطها بالطاقة الحركية	متوسط طاقة حركة للجزيء الواحد	مجموع الطاقة الحركية لكل الجزيئات
وحدات القياس	(K) – (^{o}F) – (^{o}C)	(J) – (cal)
وحدة القياس الدولية	الكلفن (K)	الجول (J)

نشاط في الشكل المقابل :

الدلو (A) يحتوي علي لترين من الماء والكوب (B) يحتوي علي نصف لتر من الماء

ولهما درجة حرارة واحدة :



أ) قارن بين كمية الطاقة الحرارية لكل منهما ؟

الطاقة الحرارية في الإناء (A) أكبر من الطاقة الحرارية في الإناء (B)

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

متساويان

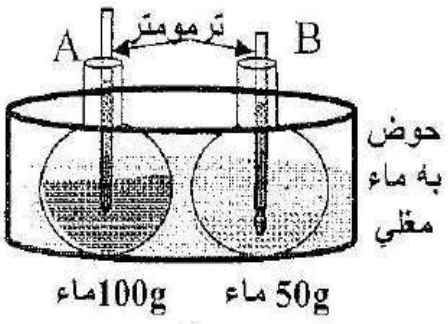
ج) ماذا تستنتج ؟

درجة حرارة الجسم تحدد من متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد

ولا تعتبر مقياساً لـ مجموع طاقات الحركة لجميع الجزيئات

==========

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



أ) أيهما ترتفع درجة حرارته أكثر ؟

الإناء (B)

ب) بم تفسر إجابتك ؟

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

قياس درجة الحرارة

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

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

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

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

لأن جزئيات المادة تكون في حالة سكون

** أكمل ما يأتي :

1- درجة الصفر المطلق يساوي -273 علي تدريج سلسيوس ويساوي -459.4 علي تدريج فهرنهايت.

2- درجة الصفر سلسيوس يساوي 273 علي تدريج كلفن ويساوي 32 علي تدريج فهرنهايت.

5- يتساوى تدريج سلسيوس مع تدريج فهرنهايت عند درجة حرارة تساوي -40

3- التغير علي تدريج سلسيوس يساوي التغير علي تدريج كلفن.

4- إذا كان التغير علي تدريج سلسيوس يساوي (25 ^{o}C) فيكون التغير علي تدريج كلفن يساوي 25

==========

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

أ) درجة حرارته علي تدريج كلفن :

$T_K = 310\ K$

ب) درجة حرارته علي تدريج فهرنهايت :

$T_F = 98.6\ ^{O}F$

مثال 2 : جسم درجة حرارته (200 ^{O}F). أحسب درجة حرارته علي تدريج سلسيوس :

$T_C = 93.3\ ^{O}C$

مثال 3 : جسم درجة حرارته (320 K). أحسب درجة حرارته علي تدريج سلسيوس :

$T_C = 47\ ^{O}C$

الاتزان الحراري

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

تنتقل الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد

** أكمل ما يأتي :

1- ينعدم انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين عند تساوي درجة الحرارة للأجسام المتلامسة.

2- لا تسري الحرارة تلقائيا من جسم بارد إلى جسم ساخن مثل الماء لا يمكنه صعود قمة التل.

3- يعتمد سريان الحرارة بين جسمين علي درجة الحرارة وليس علي الطاقة الحرارية

==========

نشاط لديك مسمار حديدي لدرجة الاحمرار وحوض سباحة يحوي ماء عند درجة حرارة الغرفة.

أ) أيهما له طاقة حرارية أكبر ولماذا ؟

الطاقة الحرارية أكبر في حمام السباحة

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

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

تسري الحرارة من المسمار الساخن إلى الماء البارد

ج) ماذا تستنتج ؟

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

==========

الاتزان الحراري حالة يكون فيها الأجسام المتلامسة لها نفس سرعة كل جزيء
أو حالة يكون فيها الأجسام المتلامسة لها نفس درجة الحرارة

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- عند أفراغ كوب ماء مغلي في وعاء يحتوي لتر من الماء درجة حرارته (212 °F).

الحدث : لا تتغير درجة حرارة الوعاء

التفسير : لأن الماء في الكوب والماء في الوعاء في حالة اتّزان حراري ولهما نفس درجة الحرارة

2- لدرجة حرارة جسمين متلامسين عند وصولهما إلى حالة الاتزان الحراري.

الحدث : تتساوى درجة حرارة الجسمين

التفسير : لأن الجزيئات المتلامسة يكون لها نفس السرعة ولها نفس الطاقة الحركية

==========

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

أ) ما إحساسك في اليد اليمني. مع التفسير؟ تحس اليد اليمني بالبرودة لأنها تفقد الحرارة

ب) ما إحساسك في اليد اليسرى. مع التفسير؟ تحس اليد اليسرى بالدفء لأنها تكتسب الحرارة

علل لما يأتي :

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

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

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

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

3- الترمومتر يقيس درجة حرارة نفسه.

لأن الترمومتر يصل إلى حالة اتزان حراري مع الجسم

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

حتى لا تؤثر الحرارة التي يمتصها الترمومتر على درجة حرارة الجسم

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

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

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

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

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

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

==========

الطاقة الداخلية

مجموع الطاقة الحركية الدورانية للجزئيات والطاقة الحركية الداخلية للذرات وطاقة الوضع بين الجزيئات

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

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

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

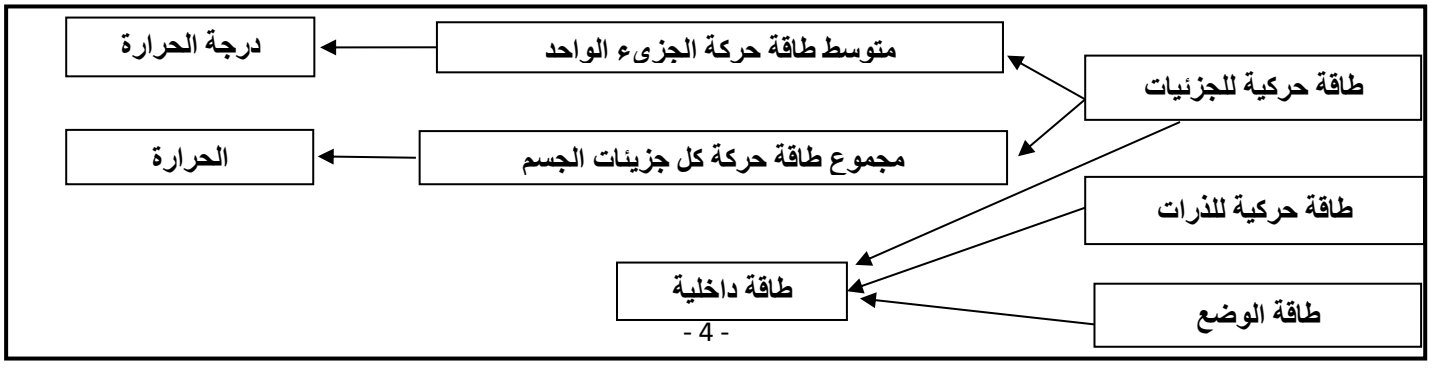
الحدث : ترتفع درجة حرارتها (مثل تسخين ماء من $20\ ^{o}C$ إلي ماء $80\ ^{o}C$)

السبب : تزداد الطاقة الحركية للجزئيات

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

الحدث : تبقى درجة حرارتها ثابتة (مثل انصهار الجليد من $0\ ^{o}C$ إلي الماء $0\ ^{o}C$)

السبب : تثبت الطاقة الحركية للجزئيات وتستخدم الطاقة المكتسبة في تحويل المادة من حالة إلى حالة أخرى



الدرس (2) : القياسات الحرارية

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

** أكمل ما يأتي :

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

2- الوحدة التي تستخدم في تقدير المكافئ الحراري (المردود الحراري) للأغذية هي الكيلو سعر

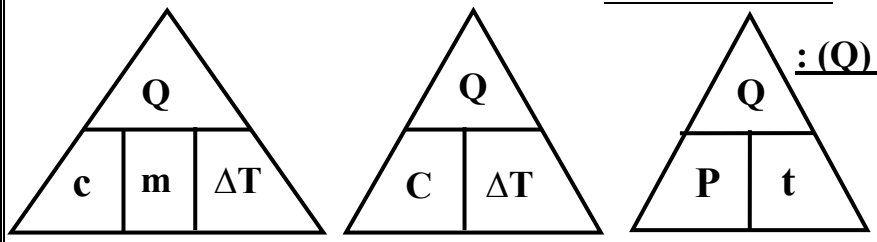
3- يتم تحديد المكافئ الحراري بحرق كميات محددة من الأغذية والوقود وقياس كمية الحرارة الناتجة.

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

==========

الطاقة الحرارية

** العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الحرارية (Q) :



1- نوع المادة وحالتها (c)

2- كتلة المادة (m)

3- فرق درجات الحرارة (ΔT)

** أكمل ما يأتي :

1- لحساب الطاقة الحرارية بدلالة السعة الحرارية النوعية (c) نستخدم العلاقة $Q = c\ m\ \Delta T$

2- لحساب الطاقة الحرارية بدلالة السعة الحرارية (C) نستخدم العلاقة $Q = C\ \Delta T$

3- لحساب الطاقة الحرارية بدلالة القدرة الحرارية (P) نستخدم العلاقة $Q = P\ t$

==========

مثال 1 : عند تسخين (500 g) من الماء ترتفع درجة حرارتها من (20 ^{o}C) إلي (120 ^{o}C).

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

أ) الطاقة الحرارية التي تكتسبها هذه الكمية من الماء :

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

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

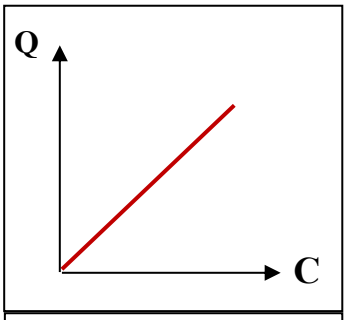
$$P = \frac{Q}{t} = \frac{210000}{3.5 \times 60} = 1000\ W$$

ج) السعة الحرارية لهذه الكمية من الماء :

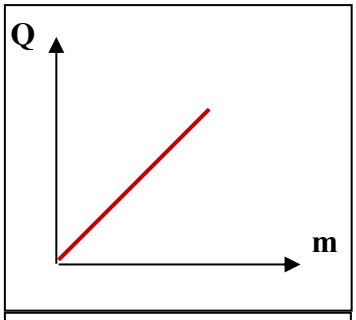
$$C = c \times m = 4200 \times 0.5 = 2100\ J/K$$

السعة الحرارية النوعية

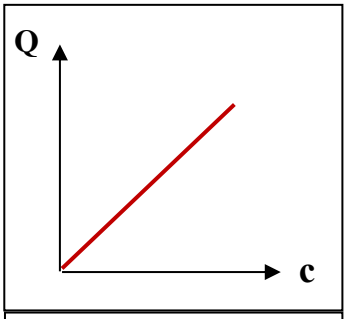
وجه المقارنة	السعة الحرارية النوعية (c)	السعة الحرارية (C)
التعريف	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من المادة درجة واحدة سلسيوس	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها m درجة واحدة سلسيوس
القانون	$c = \frac{Q}{m.\Delta T}$	$C = \frac{Q}{\Delta T}$
العلاقة بينهما	$C = c \times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



الطاقة الحرارية
وفرق درجات الحرارة
عند ثبات باقي العوامل

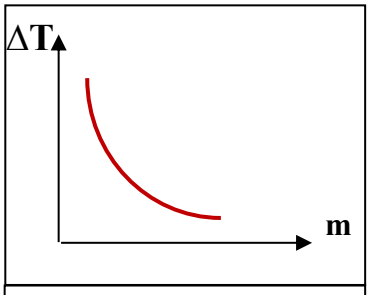


الطاقة الحرارية
وكتلة المادة
عند ثبات باقي العوامل

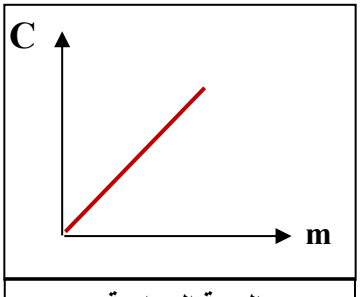


الطاقة الحرارية
والسعة الحرارية النوعية
لعدة مواد مختلفة

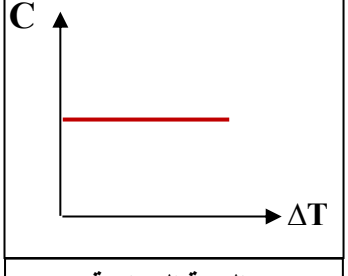
الطاقة الحرارية
والسعة الحرارية
لعدة مواد مختلفة



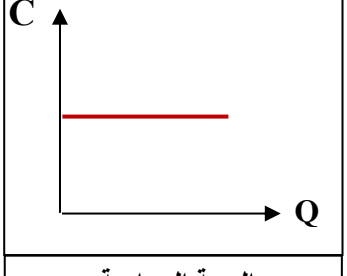
فرق درجات الحرارة
وكتلة المادة
عند ثبات الطاقة الحرارية



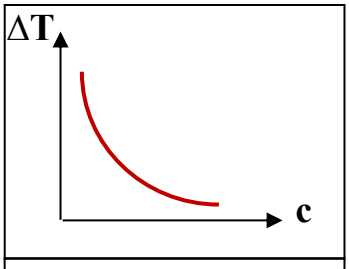
السعة الحرارية
وكتلة المادة
لنفس المادة



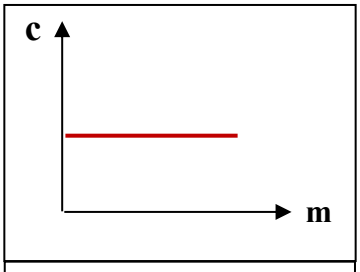
السعة الحرارية
وفرق درجات الحرارة
عند ثبات كتلة المادة



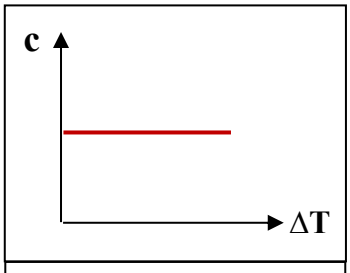
السعة الحرارية
والطاقة الحرارية
عند ثبات كتلة المادة



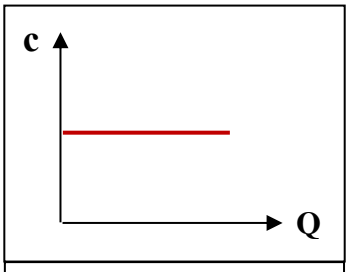
فرق درجات الحرارة
والسعة الحرارية النوعية
لعدة مواد مختلفة



السعة الحرارية النوعية
وكتلة المادة
لنفس المادة



السعة الحرارية النوعية
وفرق درجات الحرارة
لنفس المادة



السعة الحرارية النوعية
والطاقة الحرارية
لنفس المادة

تابع السعة الحرارية النوعية

علل لما يأتى :

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

لأنها تعبر عن ممانعة الجسم للتغير في درجة حرارته

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

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

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

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

4- يحتاج جرام الماء إلى سعر واحد لرفع درجة حرارته درجة سلسيوس بينما يحتاج جرام الحديد إلى $\frac{1}{8}$ هذه الكمية.

أو يحتاج جرام الماء إلى سعر واحد لرفع درجة حرارته درجة سلسيوس بينما يحتاج جرام الرمل إلى $\frac{1}{5}$ هذه الكمية.

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

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

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

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

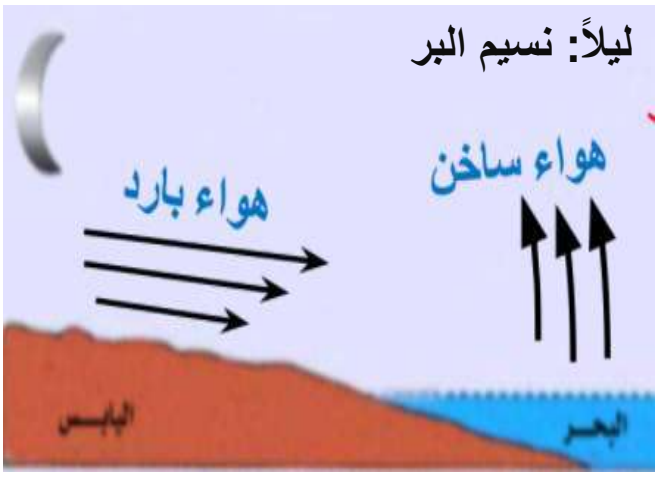
لأن الماء له سعة حرارية نوعية عالية ويختزن الحرارة لفترة زمنية طويلة وبالتالي يسخن ببطء ويبرد ببطء

7- حدوث نسيم البحر نهاراً ونسيم البر ليلاً.

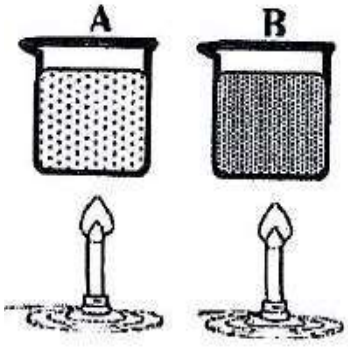
لأن السعه الحرارية النوعية للماء عالية

بالنهار تسخن اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر فيرتفع الهواء الساخن فوق اليابسة ويحل محله هواء بارد من البحر

وبالليل تبرد اليابسة بسرعة أكبر من ماء البحر فيرتفع الهواء الساخن فوق البحر ويحل محله هواء بارد من اليابسة



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



أ) أيهما أكتسب طاقة حرارية أكبر : متساويان

ب) أيهما له أقل سعة حرارية نوعية : المادة A

ج) التفسير : المادة التي لها سعة حرارية نوعية أقل تسخن بسرعة وتبرد بسرعة والمادة التي لها سعة حرارية نوعية أكبر تسخن ببطء وتبرد ببطء

==========

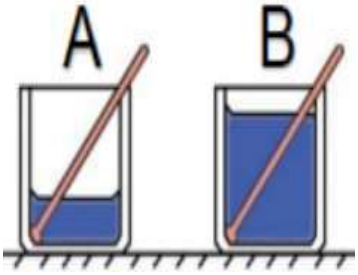
ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- لمقدار التغير في درجة حرارة الإناء الذي يحتوي كتلة من الماء مقارنة بالإناء الذي يحتوي نفس الكتلة من الزيت علما بأن لهما نفس درجة الحرارة الابتدائية عند إعطائهما نفس القدر من الحرارة.

الحدث : ترتفع درجة حرارة الماء بمقدار أقل أو يسخن ببطء

التفسير : السعة الحرارية النوعية للماء أكبر من السعة الحرارية النوعية للزيت

2- لمقدار التغير في درجة حرارة الماء في الكوب (A) بالنسبة للماء في الكوب (B) في الشكل المقابل عند إعطائهما القدر نفسه من الحرارة.



الحدث : مقدار التغير في درجة حرارة الكوب (A) أكبر

التفسير : لأن التغير في درجة الحرارة يتناسب عكسياً مع كتلة المادة

==========

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

** وظيفة المسعر الحراري هي إيجاد السعة الحرارية النوعية للمادة

==========

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

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

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

==========

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

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

تطبيقات على الطاقة الحرارية

مثال 1 : سخنت قطع من الألومنيوم كتلته (500 g) إلى (80 ^{O}C) ثم وضعت في مسعر يحتوى على (400 g) من الماء درجة حرارته (40 ^{O}C). إذا علمت أن ($c_{AL} = 900$ J/Kg.K) ($c_w = 4200$ J/Kg.K)

أحسب درجة الحرارة النهائية للماء (درجة حرارة الخليط) :

	الألومنيوم (Q_1)	الماء (Q_2)
الكتلة m (kg)	0.5	0.4
السعة الحرارية النوعية C (J / kg . K)	900	4200
التغير في درجة الحرارة ΔT (K)	(T_F – 80)	(T_F – 40)
كمية الحرارة Q = m. c. ΔT (J)	450 (T_F – 80)	1680 (T_F – 40)

$$\sum Q = 0 \quad \Rightarrow \quad Q_1 + Q_2 = 0$$

$$1680\ (T_F - 40) + 450\ (T_F - 80) = 0$$

$$T_F = 48.4\ ^{o}C$$

==========

مثال 2 : وضع (250 g) من الماء عند درجة حرارة (10 ^{O}C) داخل مسعر حراري ثم أضيف إليه قطعة من النحاس كتلتها (50 g) ودرجة حرارتها (80 ^{O}C) وقطعة من معدن كتلتها (70 g) ودرجة حرارتها (100 ^{O}C) ووصل النظام كله إلي الاتزان الحراري فتكون درجة حرارته (20 ^{O}C) بإهمال السعة الحرارية النوعية للمسعر.

فإذا كانت السعة الحرارية النوعية للماء (4180 J/Kg.K) والسعة الحرارية النوعية للنحاس (390 J/Kg.K)

أحسب السعة الحرارية النوعية للمعدن :

	الماء (Q_1)	النحاس (Q_2)	المعدن (Q_3)
الكتلة m (kg)	0.25	0.05	0.07
السعة الحرارية النوعية C (J / kg . K)	4180	390	C_3
التغير في درجة الحرارة ΔT (K)	(20 – 10)	(20 – 80)	(20 – 100)
كمية الحرارة Q = m. c. ΔT (J)	10450	- 1170	- 5.6 x C_3

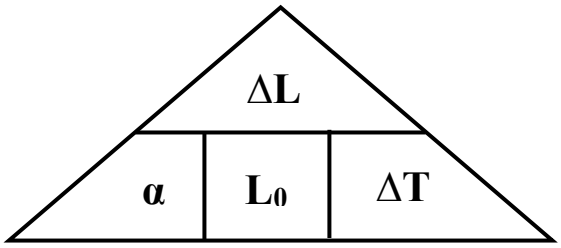
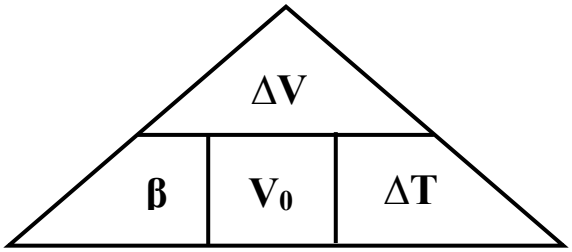
$$\sum Q = 0 \quad \Rightarrow \quad Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$10450 + (-1170) + (-5.6\ x\ C_3) = 0$$

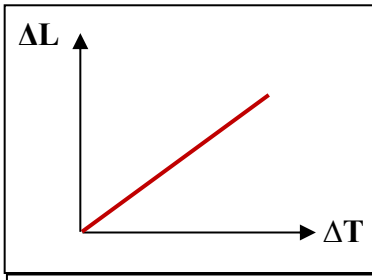
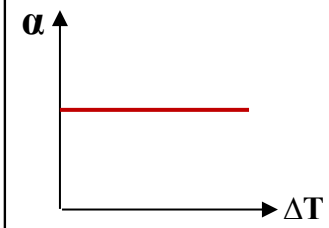
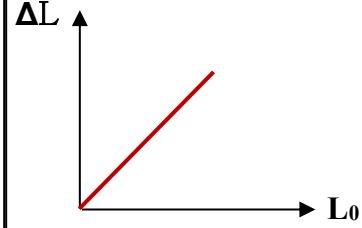
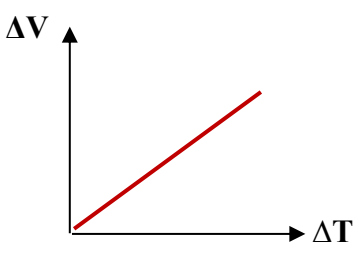
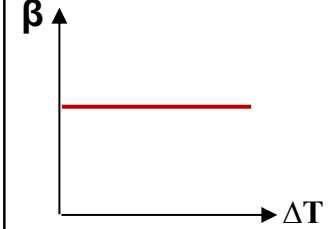
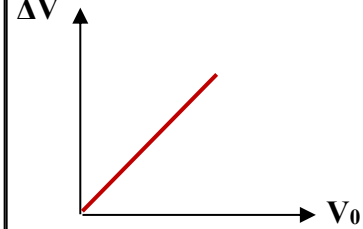
$$C_3 = 1657\ ^{o}C$$

الدرس (3) : التمدد الحراري

التمدد الحراري تغير أبعاد المادة بتغير درجة الحرارة

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

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

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

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

علل لما يأتي :

1- تتمدد جميع المواد سواء كانت مواد صلبة أو سائلة أو غازية عند تسخينها وتنكمش عند تبريدها.

لأن عند ارتفاع درجة حرارة الجسم تزداد الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتباعد الجزيئات عن بعضها

وعند انخفاض درجة حرارة الجسم تقل الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة فتتقارب الجزيئات عن بعضها

2- محركات السيارات المصنوعة من الألومنيوم يكون لها قطر داخلي أقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد.

للسماح بالتمدد الكبير للألمونيوم لأن معامل تمدده أكبر

3- بعض أنواع الزجاج تقاوم التغير في درجة حرارتها مثل زجاج الأفران ومرايا التلسكوبات الكبيرة.

لأنه معامل التمدد الطولي له صغير جداً فلا يتأثر بالحرارة

4- عند رصف الطرق يجب أن تترك بين أجزاء الإسفلت فواصل تملأ بمادة قابلة للانضغاط مثل القار.

حتى لا تتكسر طبقات الإسفلت نتيجة التمدد أو الانكماش الناتجين عن انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة

5- أطباء الأسنان يراعون استخدام حشوه الأسنان لها نفس معامل تمدد مثل مادة مينا الأسنان عند حشو الأسنان.

حتى لا تنكسر الأسنان عند التمدد أو الانكماش عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة

6- يراعي عند إنشاء الجسور الطويلة مصنوعة من الصلب يثبت أحدي طرفيها ويرتكز الطرف الأخر علي ركائز دوارة.

حتى لا تنكسر الجسور وتسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف

7- تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف.

حتى لا تنقطع الأسلاك عند التمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف

8- يراعي عند إنشاء قضبان السكك الحديدية ترك فراغات بينها.

حتى لا تنكسر قضبان السكك الحديدية وتسمح لها بالتمدد والانكماش خلال فصل الشتاء وفصل الصيف

تابع التمدد الحراري

مثال 1 : ساق من النحاس طوله (5 m) ترتفع درجة حرارته بمقدار ($20\ ^{O}C$).

علماً بأن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي ($17 \times 10^{-6}\ /^{O}C$). أحسب :

أ) مقدار التمدد الطولي في الساق :

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

ب) طول الساق بعد التمدد :

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

مثال 2 : ساق من الفولاذ طوله (12 m) يتمدد بمقدار (2.35 mm) عندما ترتفع درجة حرارته بمقدار ($15\ ^{O}C$).

أحسب معامل التمدد الطولي للفولاذ :

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

مثال 3 : يتمدد الصلب طوليا بمعدل جزء لكل (100000) جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة .

كم تبلغ الزيادة في طول جسر من الصلب طوله (1.5 km) عند رفع درجة حرارته بمقدار ($20\ ^{O}C$).

$$\Delta L = \alpha\, L_0\, \Delta T = \frac{1}{100000} \times 1.5 \times 20 = 3\ \times 10^{-4}\ km = 0.3\ m$$

مثال 4 : ساق من الألومنيوم في درجة حرارة ($10\ ^{0}C$) سخنت إلى درجة حرارة ($90\ ^{0}C$). فأصبح طولها (120 cm)

فإذا علمت أن ($\alpha = 23 \times 10^{-6}\ \ /^{0}C$). أحسب الطول الأصلي للساق :

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

$$120 = L_0 + (23 \times 10^{-6} \times L_0 \times 80) \qquad \Rightarrow \qquad L_0 = 119.75\ m$$

==========

مثال 5 : مكعب من الحديد حجمه ($100\ cm^3$) ترتفع درجة حرارته من ($20\ ^{O}C$) إلي ($1000\ ^{O}C$)

فتمدد حجمه بمقدار ($3.3\ cm^3$). أحسب :

أ) معامل التمدد الحجمي للحديد :

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

ب) معامل التمدد الطولي للحديد :

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

مثال 6 : كرة معدنية نصف قطرها (0.4 m) عند درجة حرارة ($85\ ^{O}C$) فانخفضت درجة حرارتها إلي ($5\ ^{O}C$)

إذا علمت أن معامل التمدد الحجمي له ($33 \times 10^{-6}\ /\ ^{O}C$) . أحسب :

أ) حجم الكرة الأساسي :

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

ب) مقدار الانكماش في حجم الكرة :

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

ج) حجم الكرة بعد الانكماش :

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

مثال 7 : كرة من الحديد حجمها ($100\ cm^3$) ودرجة حرارتها ($28\ ^{o}C$) وسخنت الكرة لدرجة حرارة ($88\ ^{o}C$).

حيث ($\alpha = 1.18 \times 10^{-5}\ /^{o}C$). أحسب :

أ) معامل التمدد الحجمي للحديد :

$$\beta = 3\ \alpha = 3 \times 1.18 = 3.54 \times 10^{-5}\ /^{o}C$$

ب) الزيادة في حجم الكرة :

$$\Delta V = \beta . V_0 . \Delta T = (3.54 \times 10^{-5}) \times 100 \times (88 - 28) = 0.2124\ cm^3$$

ج) ألقيت كرة الحديد التي كتلتها (0.1 kg) في درجة ($88\ ^{o}C$) في ماء كتلتها (0.4 Kg) ودرجة حرارته ($10\ ^{o}C$) وعند حدوث الاتزان الحراري أصبحت درجة حرارة الخليط ($12\ ^{o}C$).والسعة الحرارية النوعية للماء (4180 J/Kg.K)

أحسب السعة الحرارية النوعية للحديد :

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

$$[C_{Fe} \times 0.1 \times (12 - 88)] + [4180 \times 0.4 \times (12 - 10)] = 0$$

$$C_{Fe} = 440 \quad J/Kg.K$$

تطبيقات على التمدد الحراري

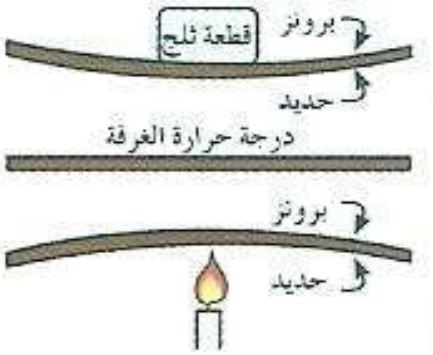
المزدوجة الحرارية شريطين ملتحمين من مادتين متساويين في الإبعاد ومختلفين في معامل التمدد الطولي

علل وجود فرق في تمدد البرونز والحديد في المزدوجة الحرارية.

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

==========

نشاط في الشكل : مزدوجة حرارية تتكون من البرونز والحديد.



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

تنحني جهة الحديد

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

تنحني جهة البرونز

ج) بم تفسر ما حدث ؟

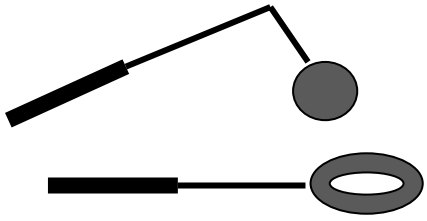
معامل التمدد الطولي للبرونز اكبر من معامل التمدد الطولي للحديد فيتمدد وينكمش البرونز أسرع

د) أذكر بعض التطبيقات العملية للمزدوجة الحرارية ؟

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

==========

نشاط في الشكل المقابل : تجربة الكرة والحلقة.



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

تدخل الكرة في الحلقة بسهولة

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

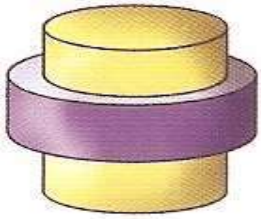
لا تدخل الكرة في الحلقة

ج) بم تفسر ما حدث ؟

لأن الكرة تمددت في جميع الاتجاهات وأصبح حجم الكرة أكبر من قطر الحلقة

==========

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



أ) ماذا تسمي هذه الطريقة ؟

التثبيت بالتقلص أو التثبيت بالانكماش

ب) أشرح كيفية حدوث هذه الطريقة ؟

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

ج) بم تفسر صعوبة نزع الحلقة بتسخينها مجددا ؟

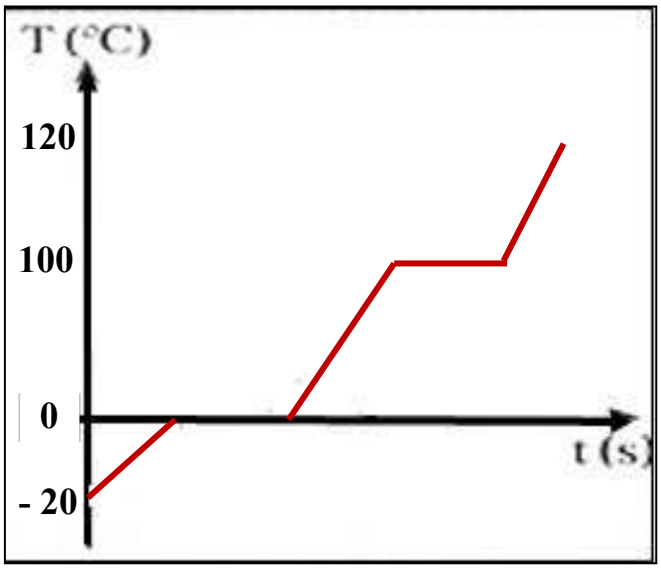
لأنّ تسخينها يترافق مع تسخين أسطوانة البرونز فتتمدّد هي أيضاً بمقدار أكبر

د) ماذا تستنتج منها فيما يخص تمدد الحديد والبرونز ؟

البرونز يتمدّد بمقدار أكبر من مقدار تمدد الحديد

الدرس (4) : الطاقة وتغيرات الحالة

نشاط



أ) أرسم في الشكل منحني لكمية من الثلج عند (- 20 ^{o}C) يتم تسخينها إلي بخار ماء عند (120 ^{o}C).

ب) بم تفسر زيادة درجة الحرارة في بعض المراحل ؟

لأن الحرارة المكتسبة تعمل على زيادة طاقة حركة الجزئيات

ج) بم تفسر ثبات درجة الحرارة في مراحل أخري ؟

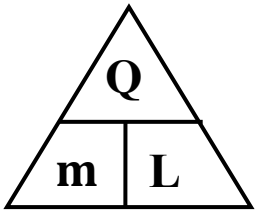
لأن الحرارة المكتسبة تعمل على كسر الروابط بين الجزيئات وتزداد طاقة الوضع وتثبت طاقة حركة الجزئيات وتبتعد الجزئيات عن بعضها فتتحول حالة المادة إلى حالة أخري

==========

الحرارة الكامنة للمادة

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

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



** أكمل ما يأتي :

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

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

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

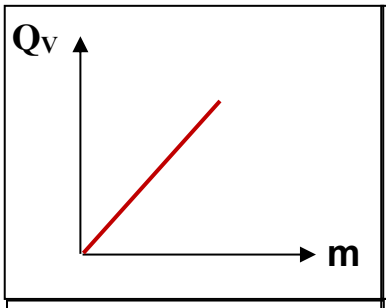
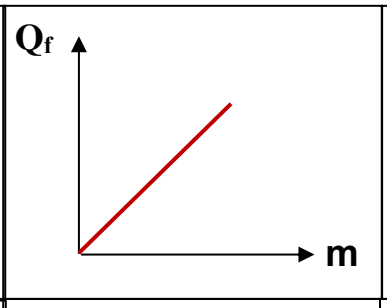
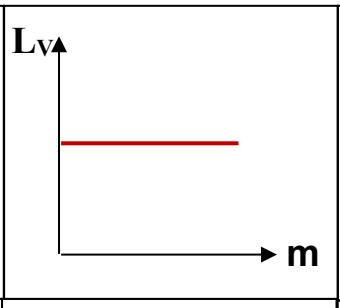
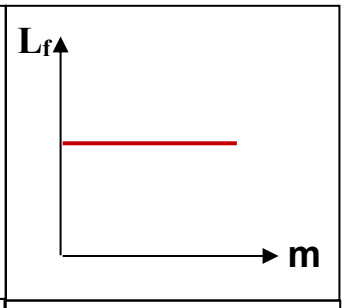
4- تكون الحرارة الكامنة للتبخير لمادة معينة أكبر من الحرارة الكامنة لانصهار المادة نفسها.

5- عددياً الحرارة الكامنة للتجمد تساوي الحرارة الكامنة للانصهار.

6- عددياً الحرارة الكامنة للتكثف تساوي الحرارة الكامنة للتبخر.

ثلج (- 20 ^{o}C)	Q_1	ثلج (0 ^{o}C)	Q_F	ماء (0 ^{o}C)	Q_3	ماء (100 ^{o}C)	Q	بخار ماء (100 ^{o}C)	Q_5	بخار ماء (120 ^{o}C)

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

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

علل لما يأتى :

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

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

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

أو لا تتغير قراءة الترمومتر في أنبوبة ماء مغلي.

لأن الحرارة المكتسبة تعمل على كسر الروابط بين الجزيئات وتزداد طاقة الوضع وتثبت طاقة حركة الجزئيات

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

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

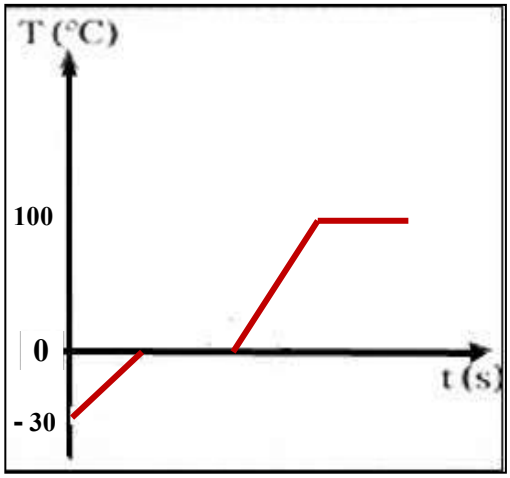
3- إضافة قطعة جليد عند درجة صفر سلسيوس إلى العصير تكون أكثر فاعلية في تبريده عن الماء البارد.

لأن الجليد يمتص الحرارة من العصير وينصهر ويتحول لماء عند درجة الصفر وتظل حرارة العصير منخفضة فترة أطول

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

مثال 1 : أحسب الطاقة اللازمة لتحويل (100 g) من الثلج درجة حرارتها (- 30 ^{o}C) إلي بخار ماء (100 ^{o}C).

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



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

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

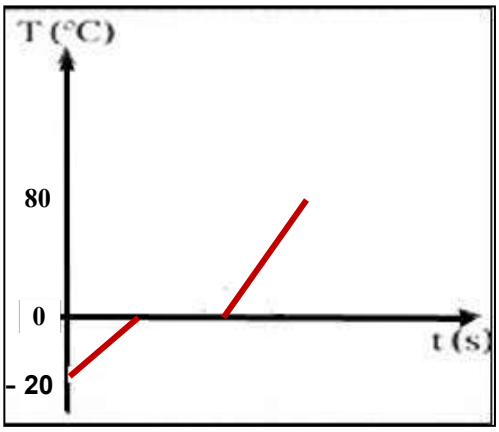
$$Q_3 = c_W m \Delta T = 4200 \times 0.1 \times (100\text{-}0)) = 42000 \text{ J}$$

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

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

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

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



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

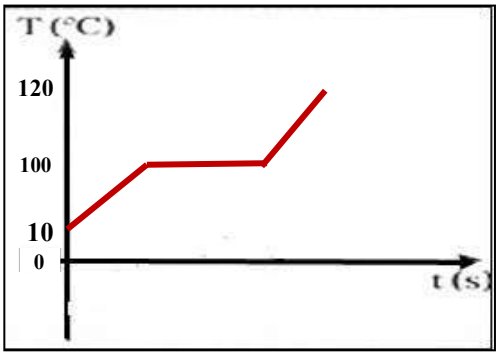
$$Q_2 = mL_f = 0.2 \times 3.33 \times 10^5 = 66600 \text{ J}$$

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

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

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

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



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

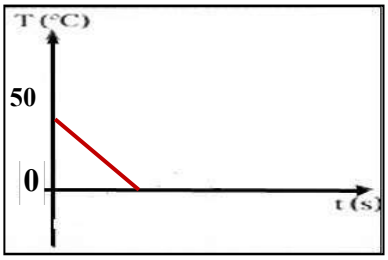
$$Q_2 = mL_V = 0.5 \times 2.26 \times 10^6 = 1130000 \text{ J}$$

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

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

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

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



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

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

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = -135750 \text{ J}$$

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

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

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

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

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

الدرس (5) : المجالات الكهربائية

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

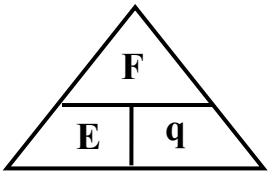
$$F = \frac{K.q_1q_2}{d^2}$$

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

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

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

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



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

** أكمل ما يأتي :

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

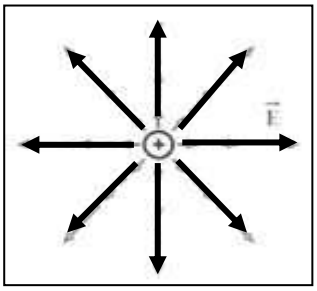
2- تقاس شدة المجال الكهربائي بوحدة N/C

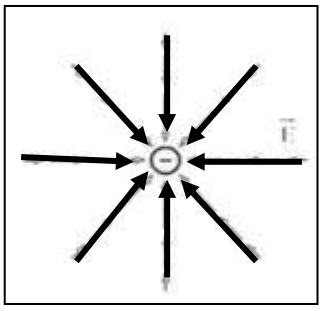
3- المجال الكهربائي يعتبر مخزن الطاقة الكهربائية

4- يتجه المجال الكهربائي بعيداً عن الشحنة الموجبة ويتجه نحو الشحنة السالبة

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

6- (K) يسمي ثابت كولوم ويساوي ($9\ x10^9\ N.m^2/C^2$) في الهواء.





وجه المقارنة	في الشحنة الموجبة	في الشحنة السالبة
رسم متجهي القوة وشدة المجال	F ← (+) → E	F → (-) ← E
اتجاه المجال الكهربائي بالنسبة للقوة الكهربائية	نفس الاتجاه	متعاكسين

خواص خطوط المجال الكهربائي (خطوط القوي) :

1- خطوط غير مرئية ولا تتقاطع

2- في الشحنة المفردة تمتد إلى ما لا نهاية

3- في الشحنتين تخرج من الشحنة الموجبة وتنتهي عند السالبة

علل لما يأتي :

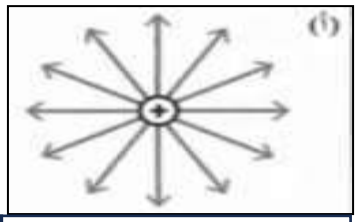
1- خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع.

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

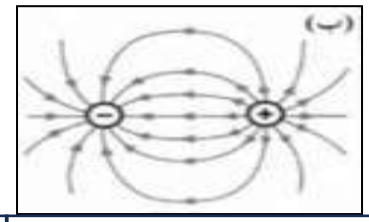
2- الشحنة الموجودة في حيز ما قادرة على دفع شحنة نقطية أخرى في مجالها وقادرة على انجاز شغل.

بسبب قوى مجالها الكهربائي

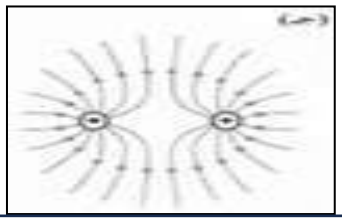
** ماذا يمثل كل شكل من الأشكال الآتية :



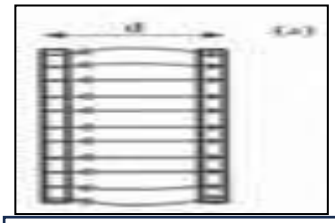
شحنة موجبة مفردة



شحنتين متساويتين في المقدار ومختلفين في النوع



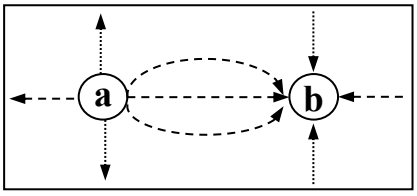
شحنتين متساويتين في المقدار ومتشابهتين في النوع



لوحين متوازين مشحونين (لوحي مكثف)

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

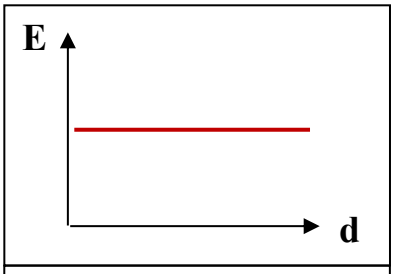
** أكمل ما يأتي :



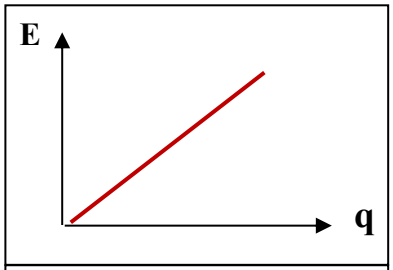
1- يمكن قياس شدة المجال الكهربائي بوحدة أخري غير (N/C) هي V/m

2- كثافة خطوط المجال الكهربائي تتناسب طردياً مع الشحنة الكهربائية

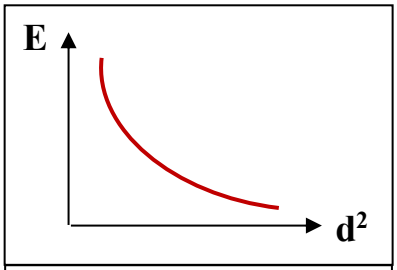
3- الشكل المقابل يمثل المجال الكهربائي لشحنتين نوع الشحنة (a) موجبة والشحنة (b) سالبة



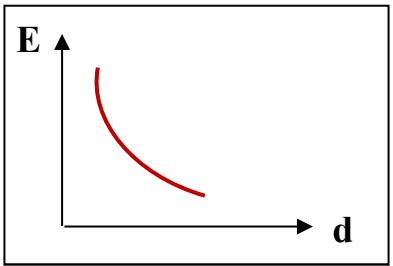
شدة المجال الكهربائي المنتظم والبعد عن أحد اللوحين



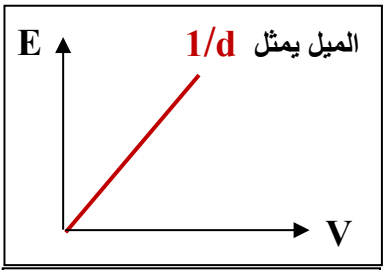
شدة المجال والشحنة الكهربية في مجال كهربائي غير منتظم



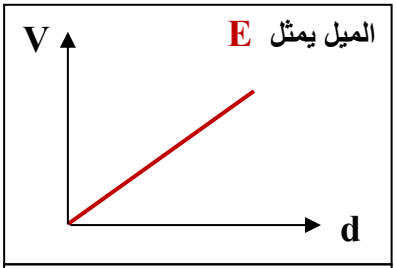
شدة المجال ومربع بعد النقطة في مجال كهربائي غير منتظم



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



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



فرق الجهد والبعد بين اللوحين في مجال كهربائي منتظم

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

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

الحدث : تقل شدة المجال إلى الربع $E \propto \frac{1}{d^2} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4}$

السبب : شدة المجال الكهربائي غير المنتظم تتناسب عكسياً مع مربع بعد النقطة عن الشحنة

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

الحدث : تقل شدة المجال إلى النصف $E \propto \frac{1}{d} = \frac{1}{2}$

السبب : شدة المجال الكهربائي المنتظم تتناسب عكسياً مع البعد بين اللوحين عند ثبات فرق الجهد

3- لحركة نيوترون عند قذفه عمودياً في مجال كهربائي منتظم.

الحدث : يتحرك في خط مستقيم

السبب : لأنه متعادل الشحنة فلا يتأثر بقوة كهربائية

4- لحركة بروتون عند وضعه في مجال كهربائي منتظم.

الحدث : يتحرك بعجلة منتظمة مع اتجاه المجال الكهربائي

السبب : لان شحنته موجبة ويتأثر بقوة كهربائية مع اتجاه المجال الكهربائي إلي اللوح السالب

5- لحركة إلكترون عند وضعه في مجال كهربائي منتظم.

الحدث : يتحرك بعجلة منتظمة عكس المجال الكهربائي

السبب : لان شحنته سالبة ويتأثر بقوة كهربائية عكس المجال الكهربائي إلي اللوح الموجب

==========

** لحساب محصلة مجالين كهربائيين ناتجين عن شحنتين نقطتين : $E_T = \sqrt{E_1^{\,2} + E_2^{\,2} + 2E_1E_2\cos\theta}$

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

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

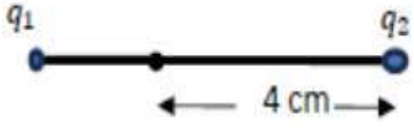
** محصلة مجالين كهربائيين متعاكسين تساوي $E_T = E_2 - E_1$ واتجاهها مع اتجاه المجال الأكبر

==========

مثال : في الشكل المقابل شحنتان نقطيتان ($q_1 = +2\ \mu c$) ، ($q_2 = +8\ \mu c$)

إذا علمت أن (q_2) تبعد عن النقطة التي تنعدم عندها شدة المجال (4 cm)

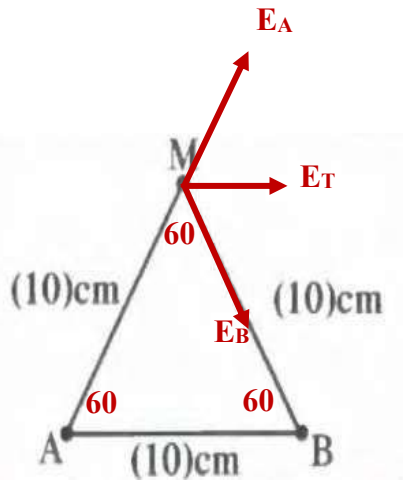
احسب بعد النقطة التي تنعدم عندها شدة المجال عن الشحنة الأولى :



$\frac{K.q_1}{d_1^2} = \frac{K.q_2}{d_2^2}$ $\frac{2}{d_1^2} = \frac{8}{(4)^2}$ $d_1 = 2\ cm$

مثال 1 : في الشكل شحنتان كهربائيتان موضوعتان في الهواء عند النقطتين A وB مقدارهما ($q_A = 2\ x10^{-8}\ C$) و($q_B = -\ 2\ x10^{-8}\ C$) تبعد الشحنتان عن النقطة (M) مسافة (10 cm) .

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



$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9\times10^9\times2\times10^{-8}}{(0.1)^2} = 18000\ \ N/C$$

$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9\times10^9\times2\times10^{-8}}{(0.1)^2} = 18000\ \ N/C$$

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

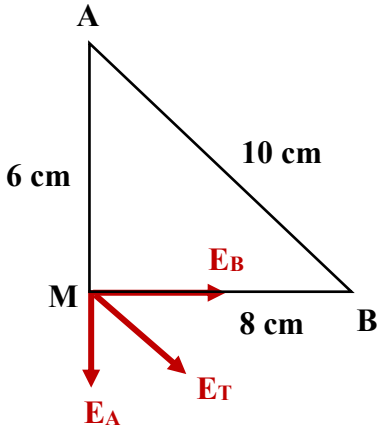
$$\sin\alpha = \frac{E_B\sin\theta}{E_T} = \frac{18000\ \sin120}{18000} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 60^o$$

ب) حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي :

المقدار : 18000 N/C الاتجاه : 60^o

مثال 2 : في الشكل شحنتان كهربائيتان موضوعتان في الهواء عند النقطتين A وB مقدارهما ($q_A = 3\ x10^{-8}\ C$) و ($q_B = -\ 2\ x10^{-8}\ C$) تبعد الشحنتان عن النقطة (M) علي التوالي مسافة (6 cm) و (8 cm) .

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

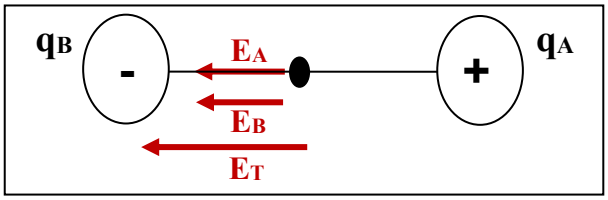


$$E_A = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{9\times10^9\times3\times10^{-8}}{(0.06)^2} = 75000\ \ N/C$$

$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9\times10^9\times2\times10^{-8}}{(0.08)^2} = 28125\ \ N/C$$

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

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



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

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

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

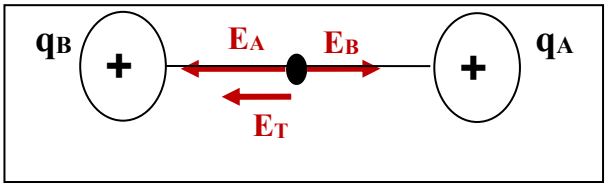
$$E_B = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 5400000\ \ N/C$$

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

اتجاه المجال مع اتجاه المجالين (ناحية الغرب)

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

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



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

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

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

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

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

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

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

أ) شدة المجال الكهربائي بين اللوحين :

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

ب) حدد عناصر متجه محصلة المجال الكهربائي :

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

ج) فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين .

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

الدرس (6) : المكثفات

المكثف المستوي لوحين معدنيين مستويين ومتوازيين ومتقابلين بينهما مادة عازلة

** أهم استخدامات المكثف هي :

1- تخزين الطاقة الكهربائية

2- ضبط الراديو والتلفاز لالتقاط محطات محددة

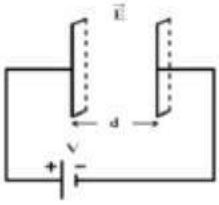
3- المكثفات هي التي تجعل الفلاش يتوهج في الكاميرا

** أنواع المكثف هي :

أ- من حيث الشكل : مستوي – كروي – اسطواني

ب- من حيث السعة : ثابت السعة - متغير السعة

علل : المجال الكهربائي بين لوحين معدنين متوازيين ومتقابلين كما في الشكل مجال منتظم.



لأنه يتميز بخطوط مستقيمة ومتوازية وتفصل بينهما مسافات متساوية

أو لأنه مجال ثابت الشدة والاتجاه في جميع نقاطه

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- عند توصيل لوحي المكثف بمصدر جهد كهربائي.

الحدث : يختزن المكثف شحنات كهربائية

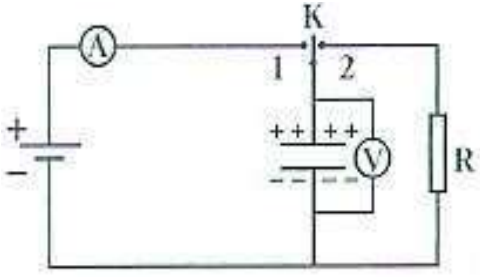
السبب : اللوح المتصل بالقطب الموجب للبطارية يصبح موجب الشحنة

اللوح المتصل بالقطب السالب للبطارية يصبح سالب الشحنة

ملاحظة : في المكثف يكون مقدار الشحنتين علي اللوحين متساوي في القيمة المطلقة.

نشاط

شحن المكثف وتفريغه



في الدائرة الكهربائية في الشكل المقابل :

أ) ماذا يحدث عند توصيل المفتاح ذو الاتجاهين (K) إلى النقطة (1) :

الحدث : تحدث عملية شحن المكثف ويتحرك مؤشر الفولتميتر

السبب : يمر تيار لحظي حتى يتساوى فرق الجهد بين طرفي المكثف مع جهد البطارية ثم ينعدم مرور التيار

بعد انتهاء عملية الشحن ويكتسب لوح شحنة سالبة واللوح الأخر يكتسب شحنة موجبة

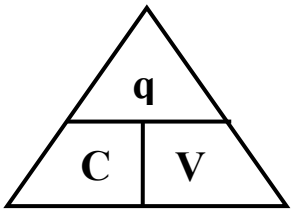
ب) ماذا يحدث عند توصيل المفتاح ذو الاتجاهين (K) إلى النقطة (2) :

الحدث : تحدث عملية تفريغ المكثف ويعود الفولتميتر الي صفر

السبب : ينطلق التيار الكهربائي (الإلكترونات الحرة) من اللوح السالب إلى اللوح الموجب عبر المقاومة R

وتنعدم الشحنة على المكثف

السعة الكهربائية للمكثف



السعة الكهربائية للمكثف النسبة بين شحنة المكثف وفرق جهده

أو شحنة مكثف فرق الجهد بين لوحيه 1 فولت

** أكمل ما يأتي :

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

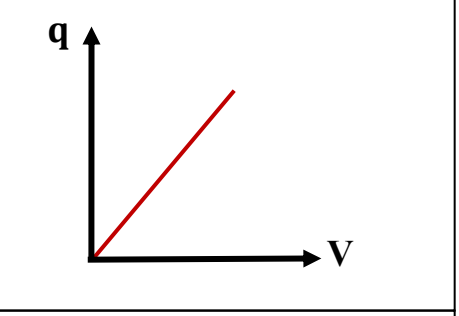
2- وحدة قياس سعة المكثف هي الفاراد (F) وتكافئ C/V

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

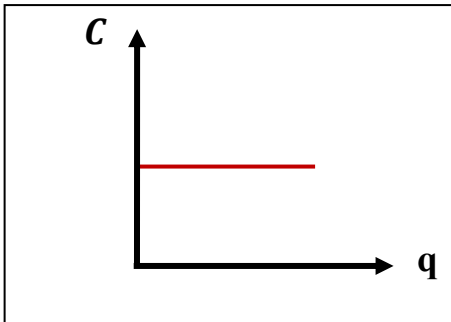
4- مكثف مشحون فإذا كانت شحنة كل من لوحيه μC (10) فإن شحنة المكثف بوحدة (μC) تساوي 10

علل : لا تتغير السعة الكهربائية للمكثف مهما تغيرت شحنته.

لأنه إذا تغيرت شحنة المكثف يتغير جهده بنفس النسبة فتظل السعة ثابتة $C = \frac{q}{V}$



السعة الكهربية والجهد الكهربائي



السعة الكهربية والشحنة الكهربية

الشحنة الكهربية والجهد الكهربائي

الميل يمثل سعة المكثف (C)

جهد التعطيل (التوقف) : فرق الجهد المطبق على لوحي المكثف والذي يولد مجال كهربائي يتخطى حد التحمل الذي تتحمله المادة العازلة وتؤدي إلى تلف المكثف

علل : تكتب مصانع المكثفات على المكثف مقدار القيمة العظمى لفرق الجهد المطبق.

حتى لا تتخطي شدة المجال حد التحمل وتظهر بين لوحي المكثف شرارة عند تفريغ المكثف

وتؤدي الي تلف المكثف

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- للمكثف عند زيادة فرق الجهد المطبق بين لوحيه عن القيمة العظمى التي تتحملها المادة العازلة.

الحدث : يظهر بين لوحي المكثف شرارة كهربائية ويحدث تلف للمكثف

السبب : لتخطي شدة المجال الكهربائي حد التحمل الذي يمكن أن تتحمله المادة العازلة

تابع السعة الكهربائية للمكثف

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

العوامل التي تتوقف عليها السعة الكهربائية للمكثف :

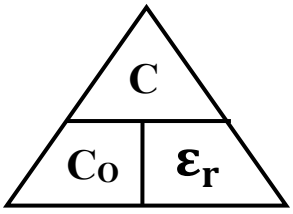
1- المساحة اللوحية المشتركة 2 - المسافة بين اللوحين 3- نوع المادة العازلة

**** أكمل ما يأتي :**

1- (ε_0) يسمي ثابت العزل الكهربائي النسبي للفراغ ويساوي ($\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} F/m$)

2- (ε_r) يسمي ثابت العزل الكهربائي النسبي للمادة ويختلف من مادة لآخري ويكون للهواء يساوي 1

3- لحساب السعة الكهربائية عند إضافة مادة عازلة بدلاً من الهواء بين لوحي المكثف

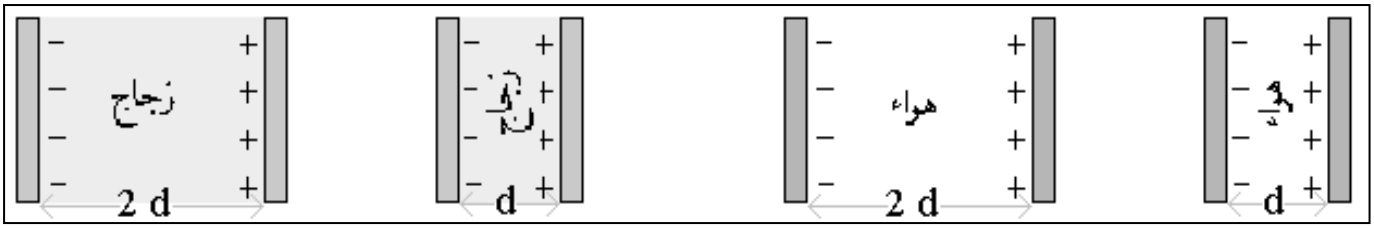


نستخدم العلاقة : $C = C_0 \times \varepsilon_r$

4- تـزداد السعة الكهربائيـة لمكـثف هوائي من 8 (µ.F) إلي 48 (µ.F) عنـدما يمـلأ الزجـاج الحـيز بـين لوحـيه فيكون ثابـت العازلـية للزجـاج مسـاوياً $\varepsilon_r = 6$

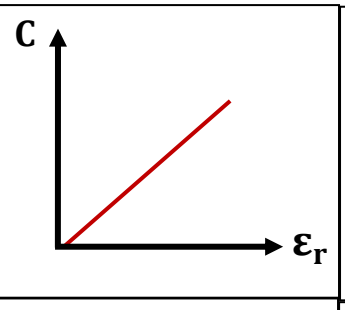
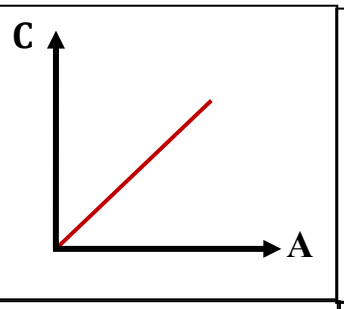
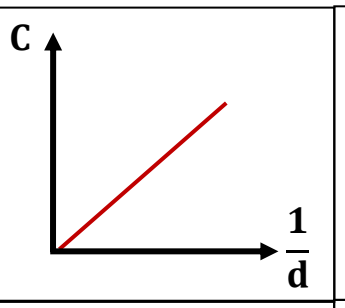
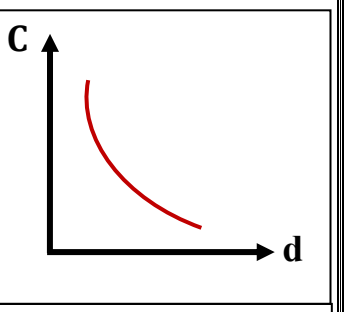
5- المكـثف المسـتوي الذي لـه أكـبر سـعة كهربائيـة من المكـثفـات التاليـة هـو : زجاج (d)

6- المكـثف المسـتوي الذي لـه أقــل سـعة كهربائيـة من المكـثفـات التاليـة هـو : هواء (2d)



السبب : المكثف الذي له سعة كهربائية أكبر تكون المسافة بين اللوحين أقل ويملأ بمادة يكون ثابت عازلتيها أكبر

المكثف الذي له سعة كهربائية أقـل تكون المسافة بين اللوحين أكبر ويملأ بمادة يكون ثابت عازلتيها أقل

			
السعة الكهربائية وثابت العازلية لعدة مواد	السعة الكهربائية والمساحة اللوحية المشتركة	السعة الكهربائية ومقلوب البعد بين اللوحين	السعة الكهربية والبعد بين اللوحين

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

لأن السعة الكهربائية للمكثف تتناسب طرديا مع ثابت العزل الكهربائي

وثابت العزل الكهربائي للهواء أقل ما يمكن

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- للسعة الكهربائية لمكثف إذا زادت المساحة اللوحية المشتركة للمثلي.

الحدث : تزداد للمثلي $C \propto A = 2$

السبب : السعة الكهربائية للمكثف تتناسب طردياً مع المساحة اللوحية المشتركة

2- للسعة الكهربائية لمكثف إذا زادت المسافة بين اللوحين للمثلي.

الحدث : تقل للنصف $C \propto \frac{1}{d} = \frac{1}{2}$

السبب : السعة الكهربائية للمكثف تتناسب عكسياً مع المسافة بين اللوحين

3- للسعة الكهربائية لمكثف إذا تم استبدال الهواء بين لوحي المكثف بمادة عازلة ثابت عازليتها الكهربائي ($\varepsilon_r = 4$).

الحدث : تزداد أربعة أمثال $C \propto \varepsilon_r = 4$

السبب : السعة الكهربائية للمكثف تتناسب طردياً مع ثابت العزل الكهربائي النسبي للمادة

4- عند زيادة المسافة بين لوحي مكثف هوائي مستوٍ إلي مثّلي ما كانت عليه ثم وُضعت مادة عازلة بين لوحيه ثابت عازليتها الكهربائي يساوى (2) مع ثبات المساحة اللوحية المشتركة.

الحدث : تبقي ثابتة $C \propto \frac{\varepsilon_r}{d} = \frac{2}{2} = 1$

السبب : السعة الكهربائية للمكثف تتناسب طردياً مع ثابت العزل الكهربائي النسبي وعكسياً مع المسافة بين اللوحين

==========

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

==========

مثال 1 : مكثف يحوي بين لوحيه علي مادة ثابت عازليتها (4.5) ومصنوع من لوحين معدنيين نصف قطر كل منهما (5 cm) والمسافة الفاصلة بينهما (0.015 m). $(\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ F/m)$

أحسب السعة الكهربائية :

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

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 4.5 \times 7.85 \times 10^{-3}}{0.015} = 2 \times 10^{-11}\ F$$

الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف

** لحساب الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف نستخدم العلاقات التالية :

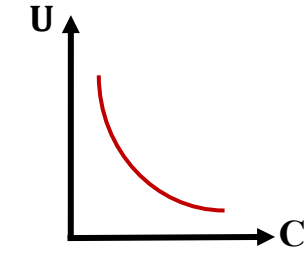
$$U = \frac{1}{2}CV^2 \quad \Leftrightarrow \quad U = \frac{1}{2}qV \quad \Leftrightarrow \quad U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$$

** أكمل ما يأتي :

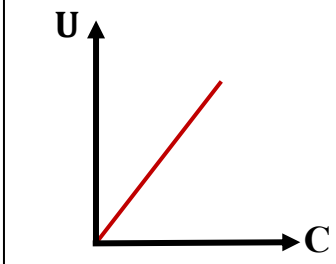
1- العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف السعة الكهربائية للمكثف - فرق الجهد

2- الطاقة الكهربائية المختزنة في مكثف متصل ببطارية (الجهد ثابت) تتناسب طردياً مع سعة المكثف.

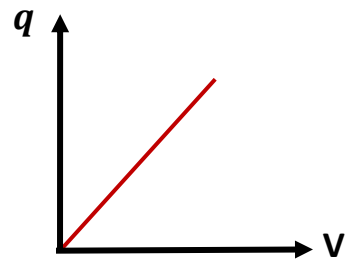
3- الطاقة الكهربائية المختزنة في مكثف مشحون ومعزول (الشحنة ثابتة) تتناسب عكسياً مع سعة المكثف.



الطاقة المختزنة
وسعة مكثف مشحون ومعزول



الطاقة المختزنة
وسعة مكثف متصل ببطارية



الشحنة الكهربية والجهد الكهربائي
المساحة تحت المنحني تمثل الطاقة الكهربائية

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

1- للطاقة الكهربائية المختزنة في مكثف متصل ببطارية عند زيادة البعد بين لوحيه.

الحدث : تقل

السبب : بزيادة البعد بين اللوحين تقل السعة ولان الطاقة المختزنة تتناسب طردياً مع السعة الكهربائية للمكثف

عند ثبات فرق الجهد فبالتالي تقل الطاقة المختزنة $U = \frac{1}{2}CV^2$

2- للطاقة الكهربائية المختزنة في مكثف مشحون ومعزول عند زيادة البعد بين لوحيه.

الحدث : تزداد

السبب : بزيادة البعد بين اللوحين تقل السعة ولان الطاقة المختزنة تتناسب عكسياً مع السعة الكهربائية للمكثف

عند ثبات الشحنة الكهربائية فبالتالي تزداد الطاقة المختزنة $U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

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

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

4- عند زيادة المسافة بين لوحي مكثف هوائي مستو للمثلين :

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

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

أ) السعة الكهربائية لهذا المكثف :

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times (10 \times 10^{-4})}{(4.425 \times 10^{-3})} = 2 \times 10^{-12}\ F$$

ب) فرق الجهد بين لوحي المكثف :

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

ج) شدة المجال الكهربائي بين لوحي المكثف :

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

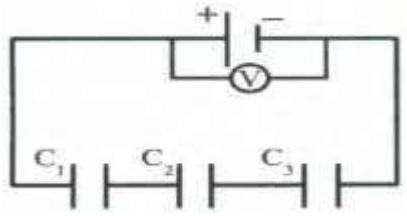
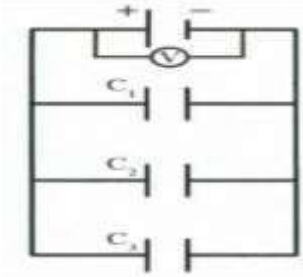
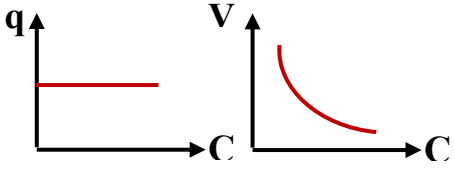
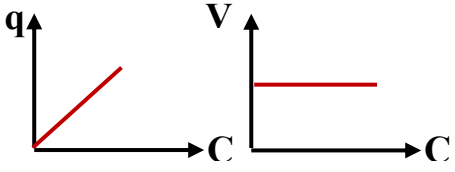
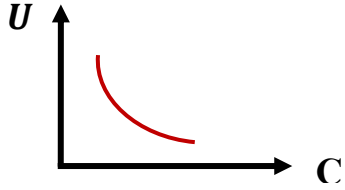
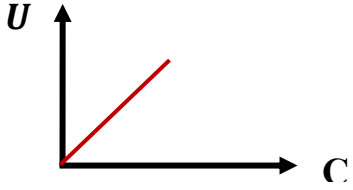
د) الطاقة الكهربائية المختزنة بين لوحي المكثف :

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

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

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

تابع الدرس (6) : توصيل المكثفات

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

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

أ) سعة كل مكثف :

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

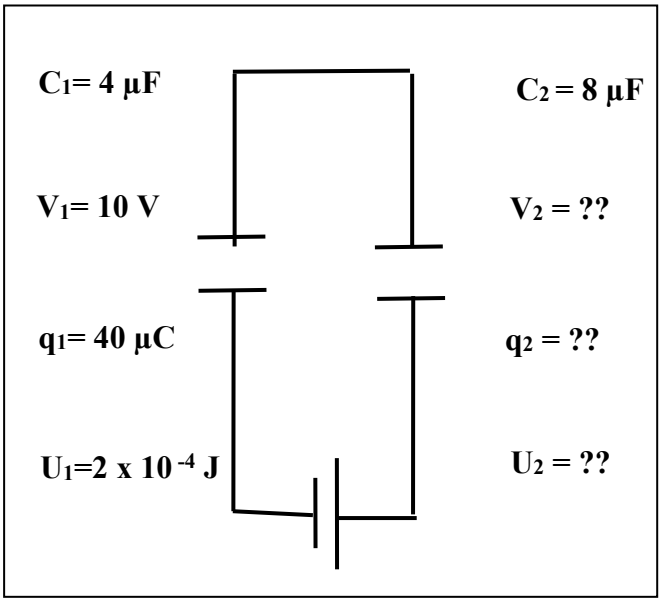
ب) السعة المكافئة عند توصيلهم علي التوازي :

$$C_{eq} = C_1 \times N = 50 \times 5 = 250\ \mu F$$

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

توازي توالي

مثال 2 : من الشكل المقابل :



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

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

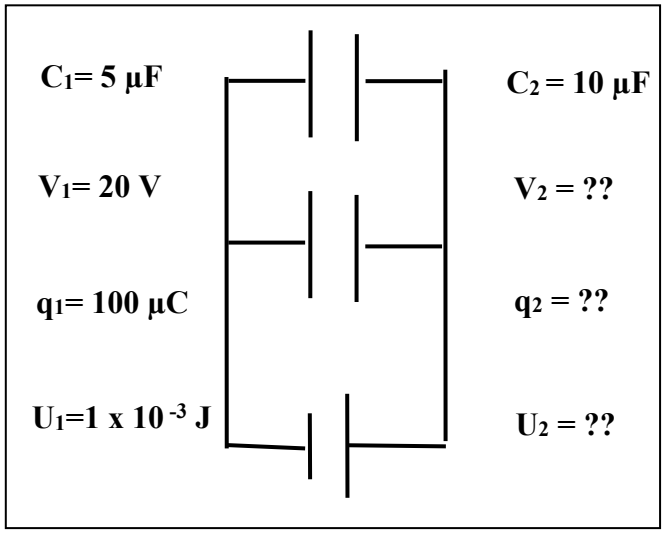
ب) أحسب كمية الشحنة في المكثف الثاني (q_2) :

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

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

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

مثال 3 : من الشكل المقابل :



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

$$V_1 = V_2 = 20\ V$$

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

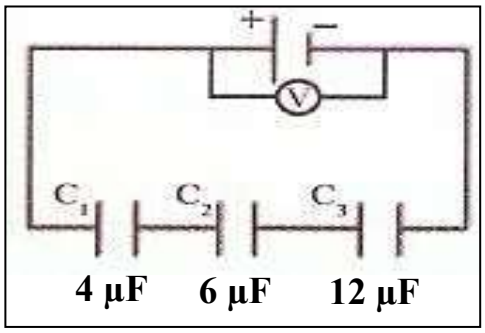
$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{q_2}{q_1} \Rightarrow \frac{10}{5} = \frac{q_2}{100} \Rightarrow q_2 = 200\ \mu C$$

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

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow \frac{10}{5} = \frac{U_2}{1 \times 10^{-3}} \Rightarrow U_2 = 2 \times 10^{-3}\ J$$

تابع توصيل المكثفات

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



أ) السعة المكافئة للمكثفات الثلاث :

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

ب) شحنة المكثف (C_3) :

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

ج) فرق الجهد بين لوحي المكثف (C_1) :

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

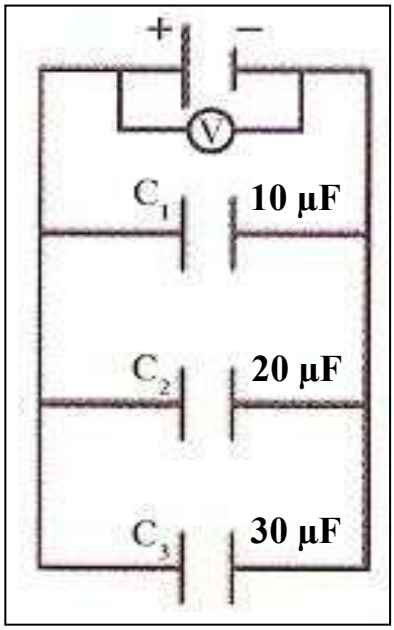
د) الطاقة الكهربائية المختزنة بين لوحي المكثف (C_2) :

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

هـ) الطاقة الكهربائية الكلية المختزنة في المكثفات الثلاث معاً :

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

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



أ) السعة المكافئة للمكثفات الثلاث :

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

ب) فرق الجهد بين لوحي المكثف (C_2) :

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

ج) شحنة المكثف (C_3) :

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

د) الطاقة الكهربائية الكلية المختزنة في المكثفات الثلاث معاً :

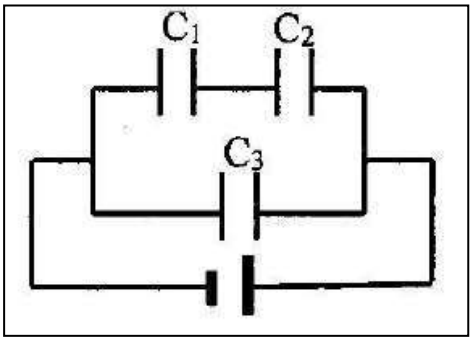
$$U_{eq} = \frac{1}{2} C_{eq} V_{eq}^2 = \frac{1}{2} \times 60 \times 10^{-6} \times (4)^2 = 4.8 \times 10^{-4} \ J$$

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

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

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

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



أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة :

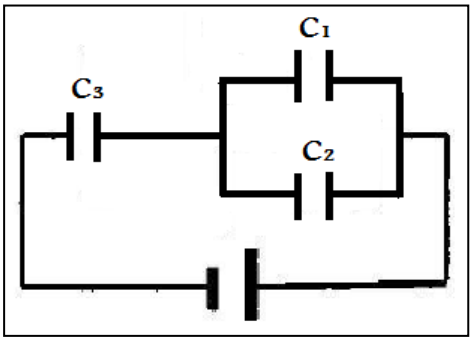
$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{1}{3} \Rightarrow C_{1,2} = 3\ \mu F$$

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

ب) الشحنة الكهربائية المارة في المكثف (C_3) :

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

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



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

أ) مقدار السعة المكافئة للمكثفات الثلاثة :

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

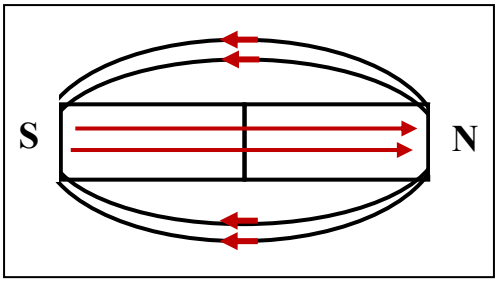
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = 10\ \mu F$$

ب) فرق الجهد بين لوحي المكثف (C_3) :

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

الدرس (7) : التيارات الكهربائية والمجالات المغناطيسية

نشاط في الشكل المقابل مغناطيس من الحديد. أجب :



أ) أرسم خطوط المجال :

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

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

==========

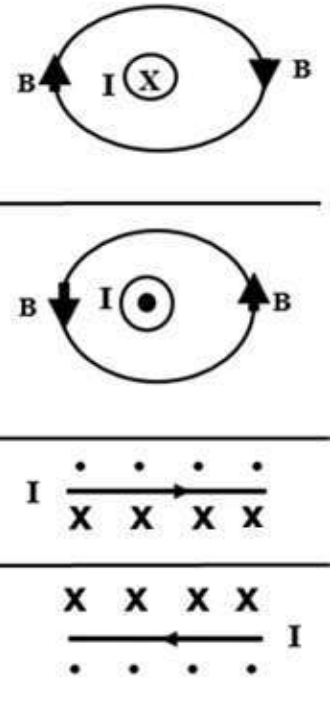
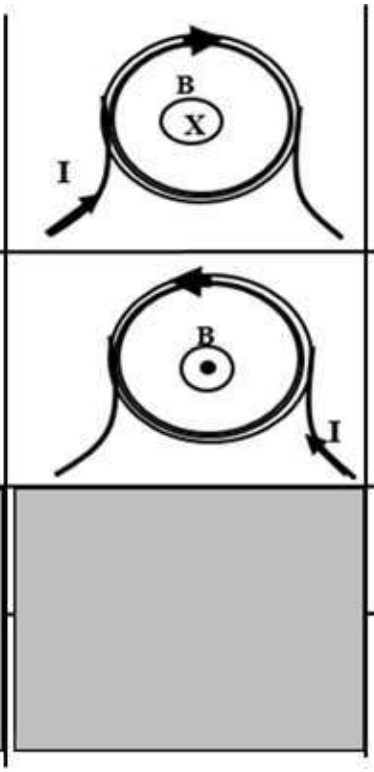
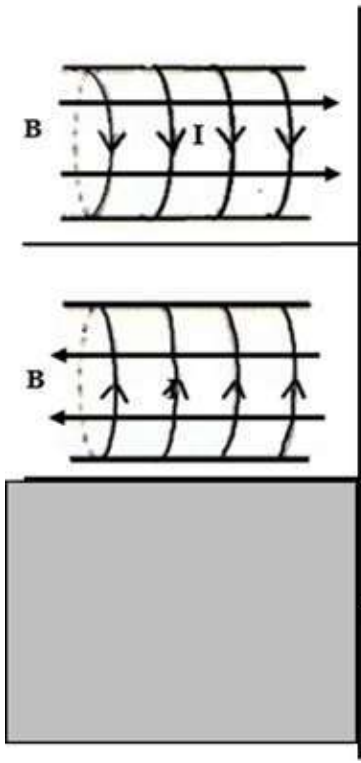
** عندما يكون اتجاه التيار الكهربائي أو المجال المغناطيسي (خارج الصفحة) نرمز له بالرمز ⊙

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

ملاحظة لتسهيل الحفظ

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

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

شدة المجال	1- في سلك مستقيم	2- في ملف دائري	3- في ملف لولبي
تحديد الاتجاه نظرياً (قاعدة اليد اليمني)	يوضع الإبهام باتجاه التيار وتلف الأصابع الأخرى لتدل على اتجاه المجال المغناطيسي	توضع اليد فوق الملف وتلف الأصابع باتجاه التيار ويدل الإبهام على اتجاه المجال المغناطيسي	توضع اليد فوق الملف وتوازي الأصابع اتجاه التيار ويدل الإبهام على اتجاه المجال المغناطيسي
رسم خطوط المجال المغناطيسي			
شكل المجال المغناطيسي	دوائر مركزها السلك حول السلك	خطوط مستقيمة في مركز الملف الدائري	خطوط مستقيمة في محور الملف الحلزوني
المقدار	$B = \frac{\mu_o}{2\pi} \times \frac{I}{d}$	$B = \frac{\mu_o}{2} \times \frac{N.I}{r}$	$B = \mu_o \times \frac{N.I}{L}$
العوامل	1- نوع الوسط 2- شدة التيار 3- بعد النقطة عن السلك	1- نوع الوسط 2- شدة التيار 3- نصف قطر الملف	1- نوع الوسط 2- شدة التيار 3- طول الملف

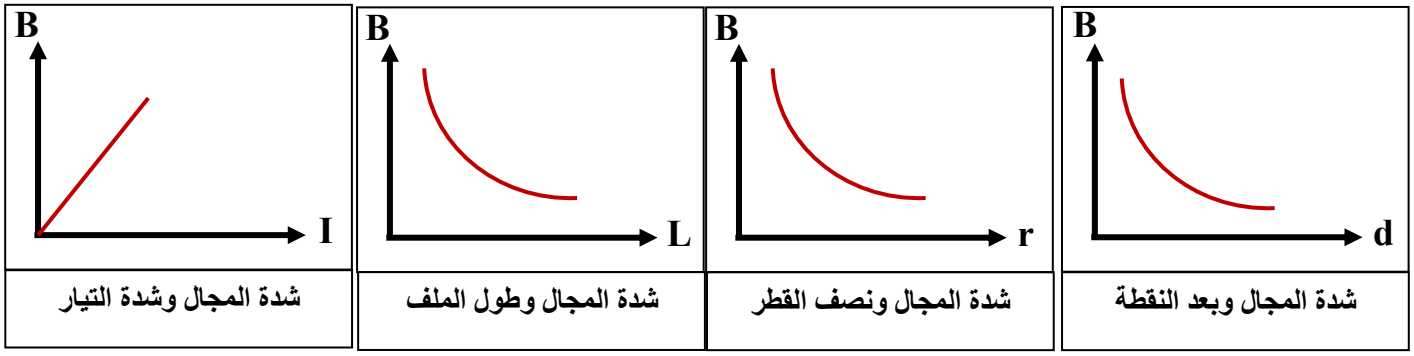
** أكمل ما يأتي :

1- يقاس المجال المغناطيسي بوحدة التسلا (T)

2- يستخدم في قياس شدة المجال المغناطيسي جهاز التسلاميتر

3- يتم تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عملياً باستخدام البوصلة المغناطيسية

4- يتم تحديد اتجاه المجال المغناطيسي نظرياً باستخدام قاعدة اليد اليمني



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

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

ماذا يحدث مع ذكر السبب :

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

الحدث : تنحرف إبرة البوصلة المغناطيسية

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

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

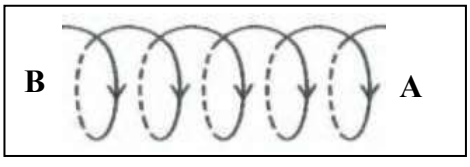
الحدث : تزداد شدة المجال المغناطيسي داخل الملف عن خارجه

السبب : حدوث تداخل بنائي للمجالات المغناطيسية داخل الملف الدائري

==========

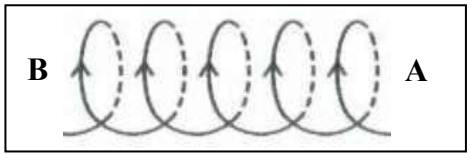
نشاط

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



أ) يعتبر الملف الحلزوني عند مرور التيار فيه مغناطيس مستقيم

له قطبان يحددهما اتجاه التيار

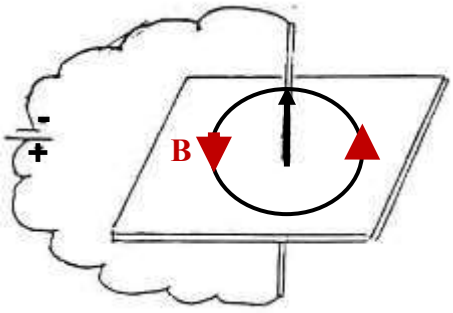


ب) في الملف الأول يتكون عند (A) قطب شمالي وعند (B) قطب جنوبي

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

تابع التيارات الكهربائية والمجالات المغناطيسية

نشاط يوضح الشكل سلك يمر فيه تيار كهربائي مستمر والمطلوب :



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

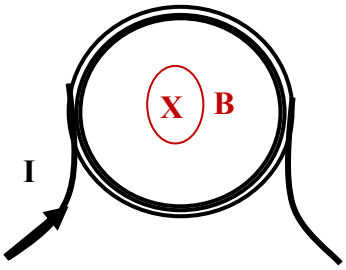
ب) ماذا يحدث إذا عكس اتجاه التيار في السلك.

يتغير اتجاه المجال المغناطيسي

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

تقل للنصف

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



أ) ارسم شكل المجال وحدد اتجاهه عند مركزه.

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

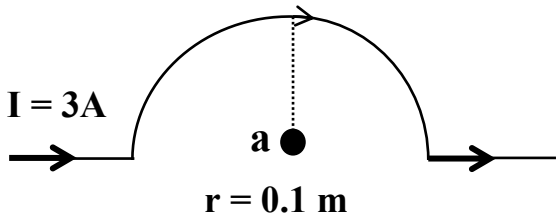
يزداد للمثلي

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

يقل للنصف

*** معامل النفاذية المغناطيسية (μ_0) ويساوي في الفراغ أو الهواء ($4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A)

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



أ) الناتج عن تيار السلك المستقيم :

النقطة (a) خارج المجال المغناطيسي للسلك ولذلك (B = 0)

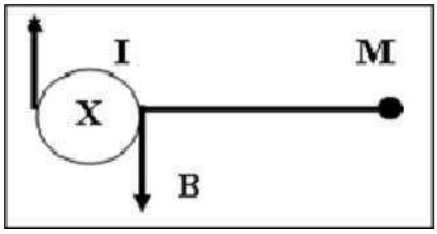
ب) الناتج عن تيار السلك النصف دائري :

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

مثال 2 : حلقة معدنية يمر بها تيار مستمر شدته (20 A) فيولد مجالا مغناطيسيا شدته ($2\pi \times 10^{-5}$ T)

عند مركز الحلقة. أحسب نصف قطر الحلقة المعدنية :

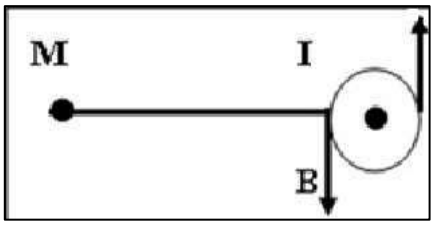
$$B = \frac{\mu_o}{2} \times \frac{N.I}{r} \quad \Rightarrow \quad 2\pi \times 10^{-5} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2} \times \frac{1 \times 20}{r} \quad \Rightarrow \quad r = 0.2 \ m$$



مثال 3 : سلك يمر به تيار شدته (2 A) كما بالشكل المقابل والنقطة (M) تبعد عن السلك (10 cm). أحسب شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار بالسلك عند النقطة (M). وحدد عناصره :

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

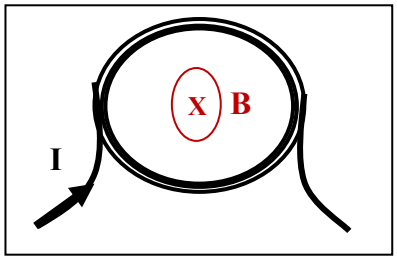
المقدار : $4 \times 10^{-6}\ T$ الاتجاه : بقاعدة اليد اليمني للجنوب



مثال 4 : سلك يمر به تيار شدته (3 A) كما بالشكل المقابل والنقطة (M) تبعد عن السلك (10 cm). أحسب شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار بالسلك عند النقطة (M). وحدد عناصره :

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

المقدار : $6 \times 10^{-6}\ T$ الاتجاه : بقاعدة اليد اليمني للجنوب



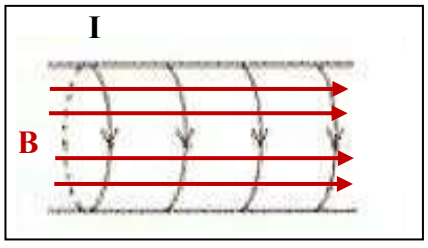
مثال 5 : ملف دائري نصف قطره (0.2 m) مؤلف من (50 لفة) ويمر به تيار شدته (800 mA) . أحسب :

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

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

ب) حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي :

المقدار : $1.25 \times 10^{-4}\ T$ الاتجاه : بقاعدة اليد اليمني داخل الصفحة



مثال 6 : ملف حلزوني طوله (50 cm) مؤلف من (1000 لفة) ويمر به تيار شدته (4 A) . أحسب :

أ) أحسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف :

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

ب) حدد عناصر متجه المجال المغناطيسي :

المقدار : 0.01 T الاتجاه : بقاعدة اليد اليمني ناحية الشرق

العلاقات الرياضية في المنهج

قوانين الحرارة	
العلاقة بين التدريجات الحرارية	$\frac{T_F - 32}{1.8} = T_K - 273 = T_C$
السعة الحرارية النوعية	$c = \frac{Q}{m.\Delta T}$
السعة الحرارية	$C = c \times m$ $C = \frac{Q}{\Delta T}$
الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة	$Q = cm\Delta T$ $Q = P.t$
قانون التبادل الحراري	$\sum Q = 0$
التمدد الطولي في الأجسام الصلبة	$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$
التمدد الحجمي في الأجسام الصلبة	$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$
معامل التمدد الطولي (الخطي)	$\alpha = \frac{\beta}{3}$ $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$
معامل التمدد الحجمي	$\beta = 3\alpha$ $\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$

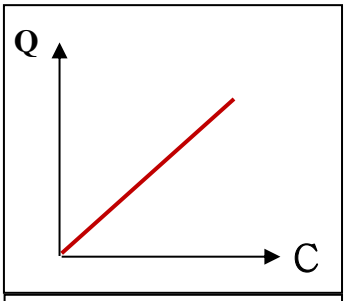
قوانين المجالات الكهربائية	
شدة المجال الكهربائي	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
شدة المجال الكهربائي الغير منتظم	$E = \frac{Kq}{d^2}$
شدة المجال الكهربائي المنتظم	$E = \frac{V}{d}$
محصلة مجالين كهربائيين	$E_T = \sqrt{{E_1}^2 + {E_2}^2 + 2E_1E_2\cos\theta}$
اتجاه محصلة مجالين كهربائيين	$\sin\alpha = \frac{E_2 \sin\theta}{E_T}$

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

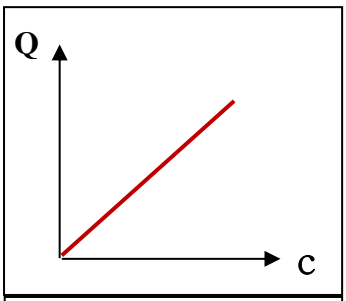
قوانين المكثفات	
السعة الكهربائية للمكثف	$C = \frac{q}{V} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$
الطاقة المختزنة في المكثف	$U = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$
السعة الكهربائية للمكثف عند إضافة مادة عازلة	$C = C_0 \times \varepsilon_r$
توصيل المكثفات على التوالي	$\frac{1}{C_{eq}}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

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

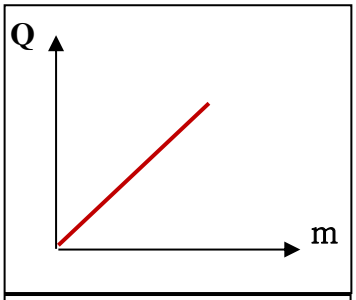
العلاقات البيانية في المنهج



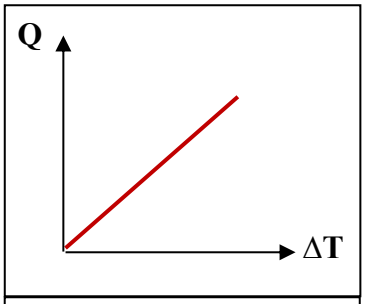
الطاقة الحرارية
والسعة الحرارية
لعدة مواد مختلفة



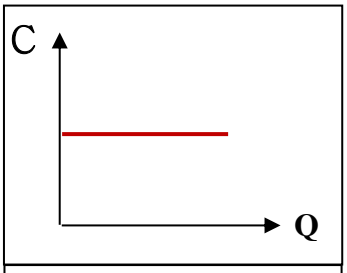
الطاقة الحرارية
والسعة الحرارية النوعية
لعدة مواد مختلفة



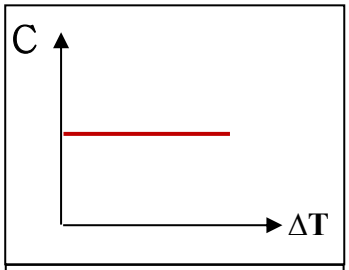
الطاقة الحرارية وكتلة المادة
عند ثبات باقي العوامل



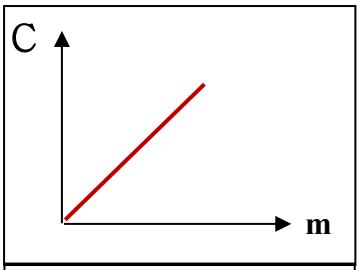
الطاقة الحرارية
وفرق درجات الحرارة
عند ثبات باقي العوامل



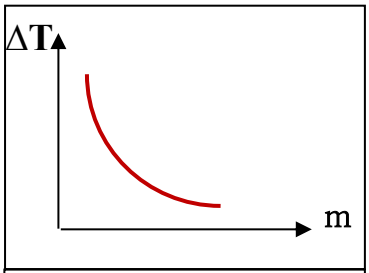
السعة الحرارية والطاقة
الحرارية عند ثبات كتلة المادة



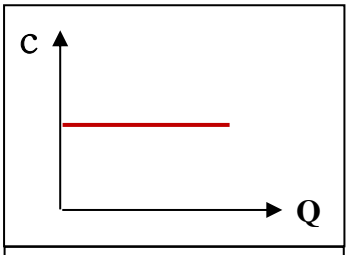
السعة الحرارية وفرق درجات
الحرارة عند ثبات كتلة المادة



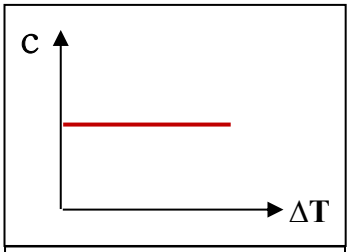
السعة الحرارية وكتلة المادة
لنفس المادة



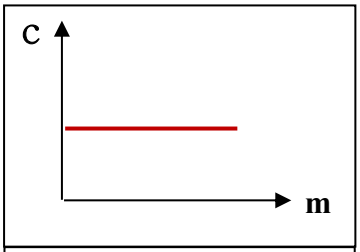
فرق درجات الحرارة
وكتلة المادة
عند ثبات الطاقة الحرارية



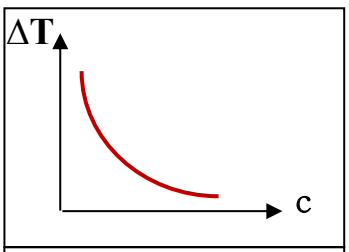
السعة الحرارية النوعية
والطاقة الحرارية لنفس المادة



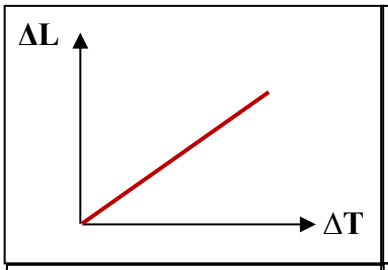
السعة الحرارية النوعية وفرق
درجات الحرارة لنفس المادة



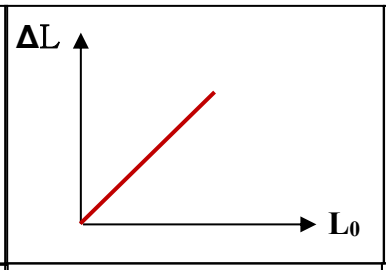
السعة الحرارية النوعية
وكتلة المادة لنفس المادة



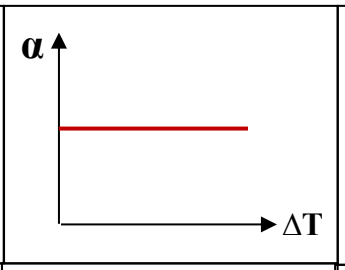
فرق درجات الحرارة والسعة
الحرارية النوعية لعدة مواد



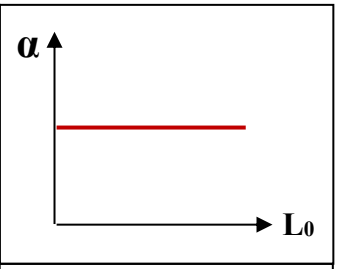
مقدار التمدد الطولي
وفرق درجات الحرارة



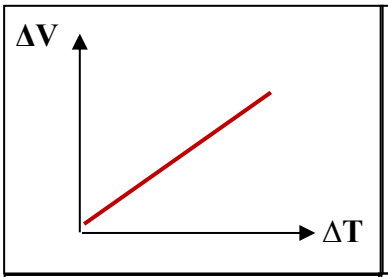
مقدار التمدد الطولي
والطول الأصلي



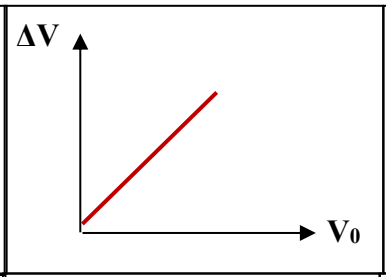
معامل التمدد الطولي
وفرق درجات الحرارة



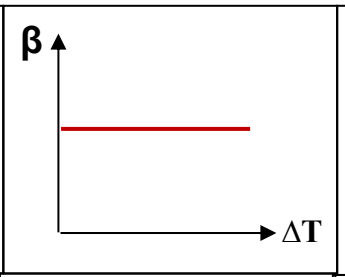
معامل التمدد الطولي
والطول الأصلي



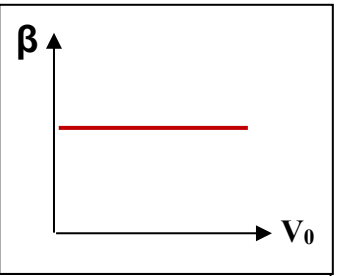
مقدار التمدد الحجمي
وفرق درجات الحرارة



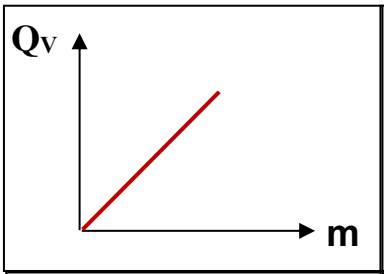
مقدار التمدد الحجمي
والحجم لأصلي



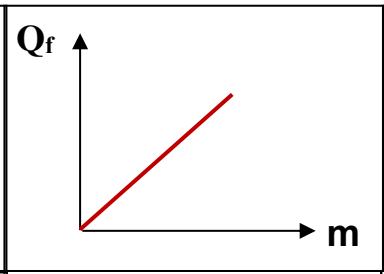
معامل التمدد الحجمي
وفرق درجات الحرارة



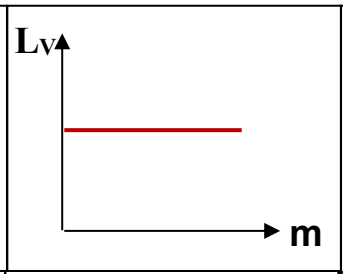
معامل التمدد الحجمي
والحجم الأصلي



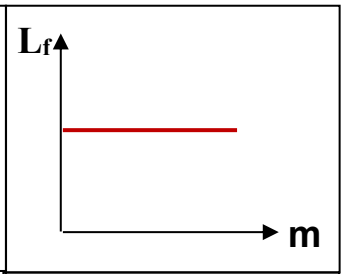
حرارة التبخير
وكتلة الجسم



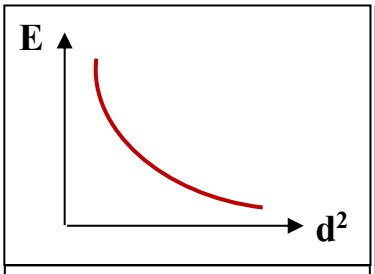
حرارة الانصهار
وكتلة الجسم



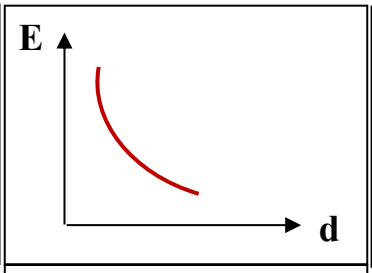
الحرارة الكامنة للتبخير
وكتلة الجسم



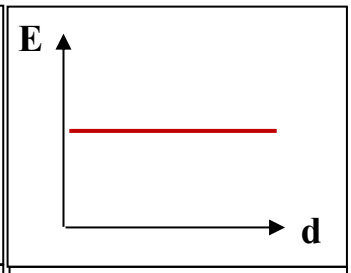
الحرارة الكامنة للانصهار
وكتلة الجسم



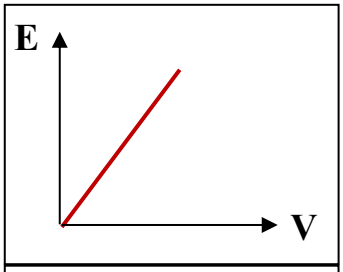
شدة المجال ومربع بعد النقطة
في مجال كهربائي غير منتظم



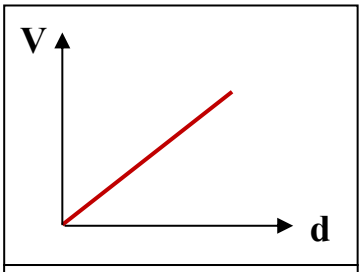
شدة المجال والبعد بين اللوحين
في مجال كهربائي منتظم عند
ثبات فرق الجهد بين اللوحين



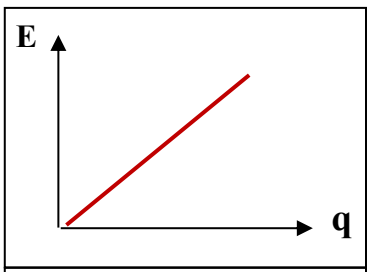
شدة المجال والبعد بين اللوحين
في مجال كهربائي منتظم



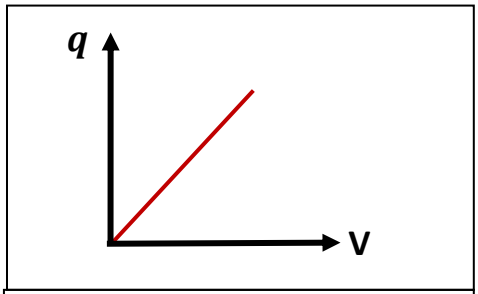
شدة المجال وفرق الجهد بين
اللوحين في مكثف عند ثبات
البعد بين اللوحين



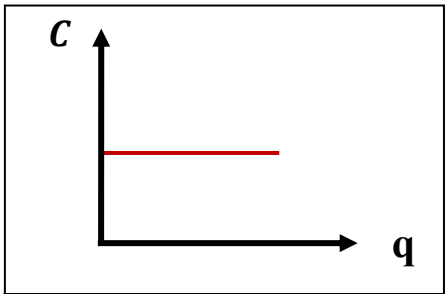
فرق الجهد والبعد بين اللوحين
في مجال كهربائي منتظم



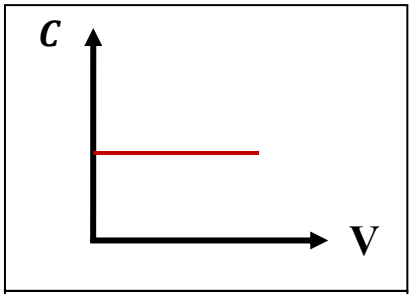
شدة المجال والشحنة الكهربية
في مجال كهربائي غير منتظم



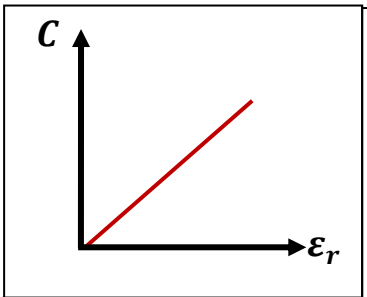
الشحنة الكهربية والجهد الكهربائي
عند ثبوت السعة الكهربائية



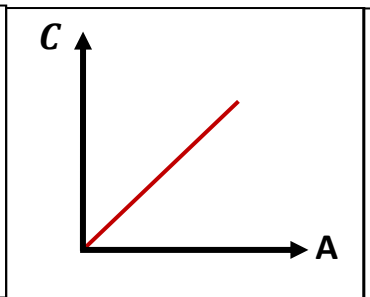
السعة الكهربية والشحنة الكهربية



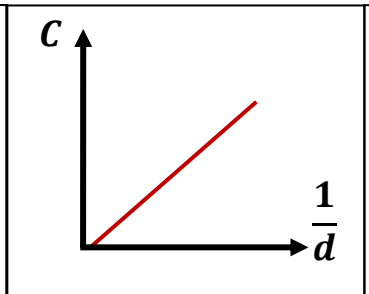
السعة الكهربية والجهد الكهربائي



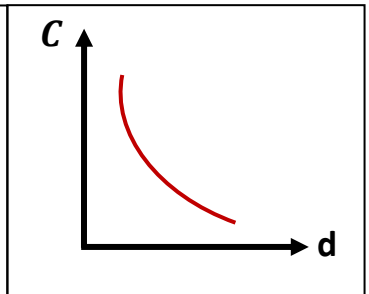
السعة الكهربائية
وثابت العازلية للمادة



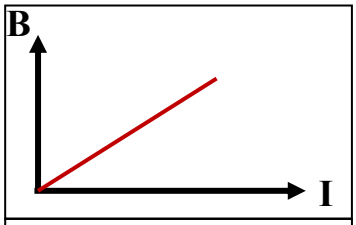
السعة الكهربائية
والمساحة اللوحية المشتركة



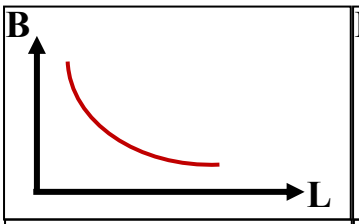
السعة الكهربائية
ومقلوب البعد بين اللوحين



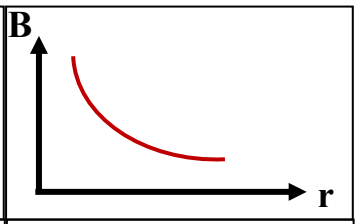
السعة الكهربية
والبعد بين اللوحين



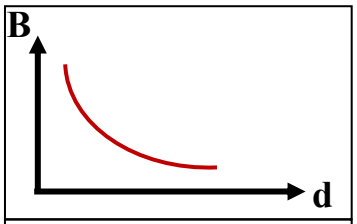
شدة المجال وشدة التيار



شدة المجال وطول الملف



شدة المجال ونصف القطر



شدة المجال وبعد النقطة