



مراجعة

الفترة الرابعة

فيزياء

للصف الحادي عشر



مدير المدرسة
/ طارق الشطي

رئيس القسم
/ حسن سمير

اعداد
/ محمد احمد عبد الظاهر

أولاً

مراجعة الوحدة الثانية

المادة والحرارة

المصطلح العلمي

درجة الحرارة	الكمية الفيزيائية التي يمكن من خلالها تحديد مدى سخونة الجسم او برودته عند مقارنته بمقياس معياري
الصفر المطلق	الدرجة التي تتعدم عندها طاقة حركة جزيئات المادة نظريا على مقياس كلفن
الحرارة (Q)	الطاقة المنتقلة بين جسمين نتيجة اختلافها في درجة الحرارة هي مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة. او سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة الى جسم له درجة حرارة منخفضة مجموع تغير الطاقة الحركية لكل جزيئات المادة.
الطاقة الداخلية	مجموع الطاقات التي يمتلكها الجزيء من طاقة حركة (دورانية - اهتزازية - انتقالية) وطاقة وضع مجموعة من الطاقات تشمل الطاقة الحركية الدورانية والطاقة الناتجة عن الحركة الداخلية للذرات المكونة للجزيء و طاقة وضع للجزيئات تنتج عن قوى التجاذب المتبادلة بينه
السعر الحراري (cal)	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد جرام من الماء درجة واحدة سلسيوس
الكيلو سعر (K. cal)	كمية الحرارة اللازمة لرفع كيلو جرام من الماء درجة واحدة سلسيوس
السعة الحرارية النوعية	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كيلو جرام من مادة ما درجة حرارية واحدة على تدرج سلسيوس
السعة الحرارية	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها (m) درجة واحدة على تدرج سلسيوس
المسعات الحرارية	جهاز يعزل الداخل عن الوسط المحيط ويسمح بتبادل الحرارة وانتقالها بين مادتين او اكثر داخله دون اى تاثير من الوسط المحيط وبالتالي فانه يشكل نظاما معزولا
قانون التبادل الحراري	عندما يكون النظام معزولا يكون مجموع الحرارة المتبادلة بين مختلف مكونات المزيج صفرا
التمدد الطولي	تمدد بعض المواد الصلبة نتيجة تغيرات في الحرارة في اتجاه واحد (اى في اتجاه طول المادة)
التمدد الحجمي	تمدد بعض المواد الصلبة نتيجة تغيرات في الحرارة في الثلاث اتجاهات (طول - عرض - ارتفاع المادة)
معامل التمدد الطولي (α)	التغير في وحدة الاطوال عندما تتغير درجة الحرارة درجة واحدة مئوية
معامل التمدد الحجمي (β)	التغير في وحدة الاحجام عندما تتغير درجة الحرارة درجة واحدة مئوية
التمدد الظاهري (ΔV _a)	تمدد السائل عندما تعتبر ان الاتاء الذي يحتويه لم يتمدد
التمدد الحقيقي (ΔV _r)	مجموع التمدد الظاهري وتمدد الاتاء
تمدد الاتاء (ΔV _c)	تمدد الاتاء الذي يحتوى على السائل
التبخير	عملية تغير المادة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية عند ارتفاع درجة الحرارة
التكثيف	تحول المادة من غاز الى سائل وهو عملية عكسية للتبخير
السحب	تتكون السحب بسبب تكثف جزيئات البخار على جسيمات الغبار الموجودة في الجو عندما يبرد الهواء الساخن المتصاعد الى اعلى
الغليان	التغير من الحالة السائلة الى الحالة الغازية تحت سطح السائل

الضباب	سحاب يتكون بالقرب من الارض ويظهر فى المناطق الرطبة ويبرد الهواء الرطب القريب من الارض ويحدث غالبا فى ساعات الليل التى تترافق معها انخفاض درجة حرارة الارض
التسخين	اكتساب الماء للطاقة ويدفئ التسخين الماء
الغليان	فقدان الماء للطاقة والغليان يبرد الماء
التجمد	تحول من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة
اعادة تجمد الماء	ظاهرة الانصهار وتحت زيادة تأثير الضغط ثم العودة الى التجمد بعد انخفاض الضغط
درجة الغليان	الدرجة التى يكون عندها ضغط بخار الماء المشبع مساويا للضغط الجوى الواقع على سطح السائل .
كمية الحرارة اللازمة لاجداث تغيير الحالة	كمية الحرارة التى تمتصها المادة او تطلقها لتتحول من حالة الى اخرى
الحرارة الكامنة للمادة (L)	كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة وحدة الكتل
الحرارة الكامنة للتصعيد (L _v)	كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل وحدة الكتل من الحالة السائلة الى الغازية عند نفس درجة الحرارة
الحرارة الكامنة للانصهار (L _f)	كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل وحدة الكتل من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة عند نفس درجة الحرارة

العوامل التى يتوقف عليها كلا مما يلي

- * السعة الحرارية النوعية : 1- نوع المادة وحالتها
- * السعة الحرارية : 1- نوع المادة 2- كتلة المادة
- * كمية الحرارة المفقودة او المكتسبة : 1- الكتلة 2- التغير فى درجة الحرارة 3- نوع المادة
- * التمدد الطولى : 1- نوع المادة 2- التغير فى درجة الحرارة 3- الطول الاصلى
- * معامل التمدد الطولى لمادة : 1- نوع المادة فقط
- * التمدد الحجمى : 1- نوع المادة 2- التغير فى درجة الحرارة 3- الحجم الاصلى
- * معامل التمدد الحجمى لمادة : 1- نوع المادة فقط
- * التمدد الظاهرى للسائل : 1- حجم السائل الاساسى 2- التغير فى درجة الحرارة 3- نوع السائل
- * معامل التمدد الظاهرى للسائل : 1- نوع السائل
- * التمدد الحقيقى للسائل : 1- حجم السائل الاساسى 2- التغير فى درجة الحرارة 3- نوع السائل
- * معامل التمدد الحقيقى للسائل : 1- نوع السائل 2- التغير فى درجة الحرارة
- * كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة المادة : 1- كتلة المادة 2- نوع المادة
- * الحرارة الكامنة للتصعيد : 1- نوع المادة
- * الحرارة الكامنة للانصهار : 1- نوع المادة

- * لا تعتبر درجة الحرارة مقياس لطاقة حركة جزيئات المادة .
درجة الحرارة تتناسب مع متوسط الطاقة الحركية للجزيء الواحد
 - * قد تنتقل الحرارة من جسم طاقته الحركية الكلية أقل إلى جسم طاقته الحركية الكلية أكبر .
* تسرى الطاقة الحرارية تبعاً تبعاً للفرق بين متوسط طاقة حركة كل جزيء من المادة
* المادة لا تحتوى على حرارة ولكن على اشكال متعددة من الطاقة
لان الحرارة هي طاقة متنقلة عندما يمتص الجسم حرارة تزداد طاقة حركته فتتغير درجة حرارته او طاقة وضعه فتتغير حالته
 - * الاجسام التي تقترب درجة حرارتها من الصفر المطلق تكون طاقتها الحركية تقترب من الصفر
لان جزيئاتها تكون في حالة سكون
 - * الترمومتر يقيس درجة حرارته بنفسه
لان درجة الحرارة التي يشير اليها الترمومتر هي درجة حرارة السائل الذي بداخله
وهذا السائل في حالة اتزان حرارى مع الجسم الذى يحتويه (الانبوبة الزجاجية)
 - * ينصح عند الاصابة بحرق خارجى صب ماء بارد على موضع الحرق
لان الماء يبرد مكان الحرق بسبب انتقال الحرارة من موضع الحرق الساخن الى الماء البارد مما يخفف الالم
 - * عندما تستخدم الترمومتر لقياس درجة حرارة مادة معينة ننتظر فترة لتتمكن من قراءة درجة حرارة المادة على الترمومتر
لانه عند التلامس الحرارى بين الترمومتر والمادة تسرى الحرارة بينهما وتتوقف عندما تتساوى درجتى حرارتهما
ويصبح الترمومتر في حالة اتزان حرارى مع المادة
 - * يجب ان يكون حجم الترمومتر اصغر بكثير من حجم المادة التي تقاس درجة حرارتها بواسطته
حتى لا تؤثر الحرارة التي يمتصها الترمومتر من الجسم على درجة حرارة الجسم نفسه
 - * عند استخدام الترمومتر لقياس درجة حرارة قطرة من السائل فان قراءة الترمومتر ستختلف كثيرا عن درجة حرارة السائل
بسبب كبر حجم الترمومتر بالنسبة الى قطرة السائل فتفقد كمية كبيرة من الحرارة حتى تصل الى الاتزان الحرارى
 - * ايا كان حجم الترمومتر الذي تقاس به درجة حرارة الهواء الجوى او مياه البحر فان قراءته تكون دقيقة .
* عند استخدام الترمومتر لقياس درجة حرارة الهواء لن تؤثر كمية الحرارة لتي يمتصها الترمومتر
من الهواء على درجة حرارة الهواء
لان حجم الترمومتر اصغر بكثير من حجم الهواء
 - * تستطيع ازالة غطاء الالومينيوم عن صينية الطعام باصابعك ولكن احذر لمس الطعام الموجود بها
لان الطعام يخزن طاقة حرارية اكبر من غطاء الالومينيوم
 - * لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة سلسيوس نحتاج الى cal (1)
* لرفع درجة حرارة واحد جرام من الحديد درجة واحدة سلسيوس نحتاج الى cal ($\frac{1}{8}$)
- السبب في ذلك ان
- 1- الطاقة المكتسبة في حالة الحديد تستهلك في زيادة الطاقة الحركية الانتقالية التي تكون ذهابا وايابا
 - 2- الطاقة المستهلكة في حالة الماء تستهلك جزء منها في زيادة الطاقة الحركية الدورانية والاهتزازية داخل الجزيء
وجزاء اخر في استتالة الروابط

* تمتص كتلة معينة من الماء كمية من الطاقة أكبر من تلك التي تمتصها كتلة مساوية من الحديد لترتفع للعدد نفسه من درجات الحرارة لاختلاف قدرة المواد على اختزان الحرارة

* تعتبر السعة الحرارية النوعية قصورا ذاتيا حراريا لانها مقياسا لممانعة الجسم للتغير فى درجة حرارته

* يمكن قياس (ΔT) التغير فى درجة الحرارة بوحدة السلسيوس (C°) او بوحدة الكلفن (K) لان الفارق بين درجتى الحرارة الابتدائية (T_i) والنهائية (T_f) هو نفسه على التدريجين الكلفن والسلسيوس

* درجة حرارة الماء تتغير ببطء اى يسخن ببطء ويبرد ببطء وذلك لان السعة الحرارية النوعية للماء عالية جدا وتعتبر من اكبر السعات الحرارية النوعية

* الماء سائلا مثاليا للتبريد والتسخين ففى المحركات يستخدم الماء للتبريد لان السعة الحرارية النوعية للماء عالية فانه يمتص كمية كبيرة من الحرارة قبل ان ترتفع درجة حرارته

* كان اجدادنا يستخدمون زجاجات الماء الحارة لتدفئة اقدمهم فى الشتاء لان السعة الحرارية النوعية للماء عالية

* لا تعاني المدن القريبة من المساحات الكبيرة من الماء من فرق كبير فى درجات الحرارة بين الليل والنهار لان السعة الحرارية النوعية للماء تساوى خمسة اضعاف السعة الحرارية النوعية لليابسة لذلك فى النهار تسخن اليابسة بسرعة اكبر من الماء ويرتفع الهواء الساخن فوق اليابسة وفى الليل تبرد اليابسة بسرعة اكبر من ماء البحر فيرتفع الهواء الساخن فوق البحر ويحل مكانه هواء بارد ات من اليابسة فيبرد هواء البحر وتدفأ اليابسة

* السعة الحرارية الكبيرة للماء تجعل منه سائلا مثاليا للتسخين والتبريد لان السعة الحرارية الكبيرة للماء تجعله يمتص كمية كبيرة من الحرارة قبل ان يسخن ويفقد كمية كبيرة من الحرارة قبل ان يبرد

* درجة حرارة رمال الشاطئ تكون اعلى بكثير من درجة حرارة الماء المجاور لها نهارا فى الصيف . لان السعة الحرارية النوعية للماء اكبر من السعة الحرارية النوعية للرمال .

* يبدو لنا ان الخشب اقل برودة فى الشتاء من الحديد عند ملامستهم باليد مع ان درجة حرارتهما متساوية . لان الحديد يمتص كمية كبيرة من الحرارة بينما يمتص الخشب كمية صغيرة من الحرارة عند ملامستهما لليد

* عند رصف الطرق السريعة او انشائها يجب ان نترك بين اجزاء الاسفلت فواصل كل مسافة معينة وتملا هذه الفواصل بمادة قابلة للانضغاط حتى لا تنتنى او تنكسر هذه الطبقات نتيجة التمدد او الانكماش الحاصلين عند ارتفاع درجة الحرارة او انخفاضها بين الليل او النهار او بين الصيف والشتاء

* يراعى اطباء الاسنان استخدام مواد لها مقدار تمدد (مادة مينا الاسنان) عند حشو الاسنان لمراعاة تمدد او انكماش الحشو الحاصلين عند ارتفاع او انخفاض درجة الحرارة بين الليل والنهار او الصيف والشتاء

* محركات السيارات المصنوعة من الالومينيوم يكون لها قطر داخلى اقل من قطر المحركات المصنوعة من الحديد للسماح بالتمدد الكبير للالومينيوم عن الحديد

- * يراعى المهندسون ان يكون معدل تمدد حديد التسليح المستخدم فى الاسمنت المسلح مساويا لمعدل تمدد الاسمنت لمراعاة تمدد وانكماش الحديد والاسمنت الحاصلين عند ارتفاع او انخفاض درجة الحرارة ليلا ونهارا او صيفا وشتاء
- * يراعى عند انشاء الجسور الطويلة المصنوعة من الصلب تثبيت احدى طرفى الجسر فى حين يرتكز الطرف الاخر على عجلات حتى تسمح بتمدد الصلب او انكماشه بين فصلى الصيف والشتاء
- * يراعى وجود فواصل متداخلة فوق الجسور تسمى فواصل التمدد حتى تسمح بالتمدد فى الصيف والانكماش فى الشتاء
- * تترك مسافات بين قضبان السكك الحديدية لتفادى تولد جهودات كبيرة قد تسبب انحناء القضبان وانفصالها نتيجة لتغير طولها بسبب تغير درجة الحرارة الجو خلال فصول السنة .
- * يفضل مد خطوط نقل الكهرباء خلال فصل الشتاء . لتفادى تولد قوى شد قد تؤدى الى انقطاع الاسلاك او كسر الابراج نتيجة لانكماش الاسلاك بسبب انخفاض درجة الحرارة فى فصل الشتاء .
- * تصنع بعض انواع الزجاج بحيث يكون له معامل تمدد حرارى صغير جدا حتى يصبح الزجاج مقاوما للتغيرات فى درجات الحرارة ولا تؤثر عليه هذه التغيرات بشكل كبير
- * سهولة فتح الغطاء المعدنى لانيء زجاجى عند وضع الغطاء المعدنى اسفل تيار الماء الساخن لفترة صغيرة لان الحديد يتمدد بشكل اكبر من الزجاج نتيجة ان معامل التمدد الطولى للحديد اكبر من الزجاج مما يسهل فتح الغطاء
- * معامل التمدد الحجمى يساوى ثلاث امثال معامل التمدد الطولى (α) لان معامل التمدد الطولى واحد فى الجهات الثلاثة (X, Y, Z)
- * انحناء المزدوجة باتجاه المادة التي لها معامل تمدد أقل . عند تسخين المزدوجة الحرارية من الحديد والبرونز تنحني المزدوجة الحرارية جهة الحديد لان شريط البرونز يتمدد بمقدار اكبر من شريط الحديد نتيجة ان معامل التمدد الطولى للبرونز اكبر من الحديد
- * عند تبريد المزدوجة الحرارية من الحديد والبرونز تنحني المزدوجة جهة البرونز لان شريط البرونز ينكمش بمقدار اكبر من شريط الحديد بسبب ان معامل التمدد الطولى للبرونز اكبر من الحديد
- * يستخدم الثرموستات فى التلاجة لان الثرموستات يقوم بالتحكم فى درجة التبريد فى التلاجة بحيث تصبح درجة حرارة التلاجة لباردة ولاحارة اكثر من اللازم
- * يستخدم الثرموستات فى السخان الكهربائى حيث يقوم الثرموستات بتوصيل التيار الى عنصر التسخين لترتفع درجة الحرارة وعندما تصل درجة الحرارة الى المطلوب يفصل التيار الكهربائى وتتوقف عملية التسخين
- * يستخدم الثرموستات (المنظم الحرارى) فى فتح و غلق الدوائر الكهربائية عند درجات حرارة محدد
- * يستخدم لفتح او غلق الدائرة الكهربائية عن طريق انحناء المزدوجة الحرارية للامام او الى الخلف لان عندما ترتفع درجة الحرارة يتمدد البرونز اكثر من الحديد مما يؤدى لدفع القاطع للخارج وفتح الدائرة الكهربائية وعندما تنخفض درجة الحرارة ينكمش البرونز بدرجة اكبر من الحديد مما يؤدى تقريبا القاطع للداخل وغلق الدائرة الكهربائية

* تتمدد السوائل بمقدار اكبر على الاقل عشر مرات او اكثر من تمدد الاجسام الصلبة
عندما تتعرض لنفس الفرق في درجات الحرارة
لان لجزيئات السائل حرية في التحرك اكبر من المواد الصلبة
وتتباع جزيئات السائل عن بعضها البعض مسافة اكبر من المسافة التي تتباعد بها جزيئات المادة الصلبة

* الزيادة في حجم الماء التي نقرأها على تدريج الدورق (التمدد الظاهري) لا تعبر عن التمدد الحقيقي
بسبب ان الدورق يتمدد اولا مسببا انخفاض الماء ثم يبدا الماء في الارتفاع والتمدد (التمدد الحقيقي)

* يشذ الماء عن قاعدة تمدد السوائل بين $0^{\circ}C$ الى $4^{\circ}C$
تتفجر زجاجة الماء عند تجمد الماء داخلها

لان الماء ينكمش عندما ترتفع درجة حرارته من الصفر ويستمر في الانكماش حتى تصل درجة حرارته الى $4^{\circ}C$
ثم يبدا الماء بالتمدد عند ارتفاع درجة الحرارة اعلى من $4^{\circ}C$ حتى تصل الى درجة الغليان $100^{\circ}C$

* يطفو الثلج على سطح الماء

* تستطيع الأسماك ان تعيش في المناطق القطبية على الرغم من تجمد الماء في القطبين

لان حجم الثلج عند درجة حرارة $0^{\circ}C$ اكبر من حجم الماء عند درجة حرارة $4^{\circ}C$

وبالتالي فان كثافة الماء عند درجة حرارة $0^{\circ}C$ (الثلج) اقل من كثافة الماء عند درجة حرارة $4^{\circ}C$
مما يؤدي الى بقاء الثلج على سطح البحار واستقرار الماء في القاع وهذا يحافظ على اشكال الحياة البحرية في فصل الشتاء

* الماء سائل غير مناسب للترمومتر عند قياس درجات حرارة قريبة من نقطة التجمد

لان ارتفاع الماء يصبح غامض الدلالة بين درجتى $0^{\circ}C$ و $8^{\circ}C$

لذلك يمكن تمييز درجات الحرارة التي تكون اعلى او ادنى من $4^{\circ}C$

* عندما تدخل حلقة من الحديد الصلب الساخن حول اسطوانة من البرونز تلتحم معها في موضع تثبيتها
ولا يمكن نزعها ولو بالتسخين

لان الحديد يتمدد عند تسخينه وعندما يحشر حول الاسطوانة يبرد وينكمش ويستحيل نزعها
وذلك لان عند تسخين حلقة الحديد تسخن اسطوانة البرونز
فتتمدد اسطوانة البرونز بمقدار اكبر من تمدد حلقة الحديد

* تختلف درجات الحرارة التي تتغير عندها حالة المادة باختلاف المادة

لاختلاف المسافات البينية وقوة الترابط بين جزيئات المادة

* التبخر له تاثير التبريد

لانه عندما ترتفع طاقة الجزيئات الموجودة عند السطح عن متوسط طاقة حركة الجزيئات الموجودة داخل السائل
تتمكن جزيئات السطح من التبخر
ويؤدي ذلك الى انخفاض طاقة حركة الجزيئات المتبقية من السائل وبالتالي انخفاض درجة حرارتها وحرارة السائل

* عند وضع كمية من الكحول على يدك ستشعر بتاثير التبريد اثناء حدوث التبخير

* جزيئات الكحول تتبخر بسرعة

لانه تملك قوى جذب ضعيفة بين الجزيئات

* عندما تكون في بيئة رطبة تتكثف رطوبة الهواء على الجلد مما يوفر وجود عامل تدفئة

لانه ناتجة من الطاقة الحرارية الناجمة عن التكثيف مما يمكنك من مواجهة عامل البرودة الناجمة من عملية التبخير

* عندما تنتهي من الاستحمام تشعر بقشعريرة بسبب حدوث عملية التبخر بسرعة

* يشعر شخص جسمه متعرق بالانتعاش في الجو الجاف اكثر من الجو الرطب
حينما يكون الجو رطبا يكون معدل بخار الماء في الهواء مرتفعا
فتواجه جزيئات الماء على سطح الجسم المتعرق صعوبة في التبخر
ولا تنخفض درجة حرارة الجسم اثر التبريد الذي يصاحب عملية التبخر
فلا يتمكن الجسم من تبريد نفسه بشكل فعال

* يعتبر التكثيف عملية تدفئة

لان الطاقة الحركية المفقودة خلال عملية تكثيف جزيئات الغاز تتحول الى طاقة حرارية تعمل على تدفئة السطح الذي تصطدم به

* الحروق بالبخار اكثر ضررا من الحروق بالماء المغلى الذي له درجة الحرارة نفسها
لان البخار يفقد طاقة حرارية عندما يتكثف الى ماء الذي يبيل الجلد
او الطاقة الداخلية لبخار الماء اكبر من الطاقة الداخلية للماء المغلى

* فرصة تكثيف بخار الماء في الهواء عند درجات الحرارة المنخفضة افضل
لان عند انخفاض درجة حرارة البخار ينخفض متوسط الطاقة الحركية لجزيئات البخار
وعندما تتصادم جزيئات البخار ذات السرعة المنخفضة تلتصق مع بعضها البعض وتتكثف

* تجفيف جسمك بالمنشفة بعد الاستحمام لا تشعر بقشعريرة اذا قمت بتجفيف جسمك داخل الحمام
لان الحرارة الناتجة عن التكثيف في محيط مكان الاستحمام تعادل البرودة الناتجة عن التبخر

* عندما تنتهي من الاستحمام اذا بقيت داخل الحمام فلن تشعر بقشعريرة حتى لو كان ماء الصنبور مغلق
لان الحرارة الناتجة عن التكثيف في محيط مكان الاستحمام تعادل البرودة الناتجة عن التبخر

* لا نلاحظ عملية التبريد والتدفئة الناجمة عن التبخر والتكثيف عند حدوث حالة الاتزان بينهما
لان الحرارة تنتقل دائما من الاشياء المحيطة واليها ولان التبخر والتكثيف يحدث بمعدلات متساوية

* يتكون الغاز على شكل فقاعات داخل السائل

وذلك لان الحرارة المضافة الى النظام تغير الطاقة الداخلية للنظام دون تغيير درجة حرارة النظام
مما يؤدي الى ارتفاع الطاقة الداخلية للجزيئات فتتكسر الروابط بين الجزيئات وتتحرك الجزيئات بحرية اكبر
وتتحول المادة من الحالة السائلة الى الغازية

* ترتفع درجة غليان الماء مع ارتفاع الضغط الجوي على سطح السائل

لان عند رفع درجة حرارة السائل (الماء) تزداد حركة الجزيئات فتتباعد عن بعضها البعض
ولكن عندما تتعرض هذه الجزيئات الى ضغط زائد يتطلب ذلك طاقة حرارية اكبر لبعثرتها بعيدا عن بعضها البعض
لتتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية فترتفع درجة غليان الماء عن $100^{\circ}C$

* يحتاج طهي الطعام الى وقت اطول على قمم الجبال
لان على قمم الجبال يقل الضغط فتقل درجة الغليان

* تعتبر اواني الطهي بالضغط اكثر فاعلية في طهي الطعام على قمم الجبال عن طهيها عند مستوى البحر
لان على قمم الجبال يقل الضغط فتقل درجة الغليان لذلك تستخدم اواني الضغط التي لا تسمح للبخار بالتسريب الى الخارج
مما يؤدي الى ارتفاع الضغط داخلها حتى يصبح اعلى من الضغط الجوي المعتاد مما يؤدي الى ارتفاع درجة غليان الماء
عن $100^{\circ}C$ مما يؤدي الى طهي الطعام بشكل اسرع قبل حدوث غليان الماء

* عند اضافة مادة مذابة فى الماء كالمح او السكر تنخفض درجة تجمد الماء عن $0^{\circ}C$ لان جزيئات المادة المضافة تعترض طريق جزيئات الماء التى تحاول الاتحاد مع بعضها لبناء بلورة الثلج سداسية الجوانب ويصبح الاتحاد اكثر صعوبة ومما يتطلب انخفاض درجة الحرارة لتحقيق التجمد

* عندما يتم خفض الضغط على كمية من الماء يبدا الماء بالغيان لان الجزيئات تستطيع الفرار بسهولة عند انخفاض الضغط

* عندما يتم خفض الضغط على كمية من الماء يبدا الماء بالغيان ويرافق عملية الغليان عملية تجمد لان الجزيئات فى الحالة الغازية تستمد طاقتها من الجزيئات التى بقيت فى الحالة السائلة اثناء الغليان ويتم بذلك خسارة مستمرة فى الطاقة الحرارية للنظام مما يودى الى عدم وجود طاقة كافية لتتحرك الجزيئات بحرية فتتقارب من بعضها لتشكل الحالة الصلبة ويتكون الثلج وتحدث عمليتي الغليان والتجمد فى الوقت نفسه

* مانع التجمد الذى يستخدم فى بعض البلدان الباردة يعمل على خفض درجة تجمد الماء لانه يمنع تكوين التركيب السداسى للثلج مما يخفض من درجة تجمد الماء

* عندما يتم خفض الضغط على كمية من الماء يبدا الماء بالغيان لان الجزيئات تستطيع الفرار بسهولة عند انخفاض الضغط

* عندما يتم خفض الضغط على كمية من الماء يبدا الماء بالغيان ويرافق عملية الغليان عملية تجمد لان الجزيئات فى الحالة الغازية تستمد طاقتها من الجزيئات التى بقيت فى الحالة السائلة اثناء الغليان ويتم بذلك خسارة مستمرة فى الطاقة الحرارية للنظام مما يودى الى عدم وجود طاقة كافية لتتحرك الجزيئات بحرية فتتقارب من بعضها لتشكل الحالة الصلبة ويتكون الثلج وتحدث عمليتي الغليان والتجمد فى الوقت نفسه

* عدم وجود المياه بالحالة السائلة فى الفضاء ووجودها فى الحالة الغازية والصلبة
* وجود المادة فى الفضاء فى الحالة الغازية والصلبة
لانعدام الضغط الجوى فيحدث الغليان والتجمد فى نفس الوقت

** اضافة جيلايكول الاثيلين فى الماء داخل راديتير السيارة فى المناطق الباردة لخفض درجة تجمد الماء داخل الراديتير و ابقائها فى الحالة السائلة حتى فى درجات الحرارة المنخفضة جدا

* فى الدول الباردة يرش الطرق المتجمدة بالملح. لان جزيئات الملح أو السكر تعترض تقارب جزيئات السائل لتكوين بلورة الثلج مما يعمل على خفض درجة التجمد وبالتالي يحدث اعادة فتح للطريق بسبب انصهار الماء

* حدوث عمليتي الغليان والتجمد فى نفس الوقت داخل جهاز تفريغ الهواء. بسبب انخفاض الضغط مما يعمل على خفض درجة الغليان و زيادة درجة التجمد وعند غليان السائل تنخفض درجة حرارة باقى السائل فيتجمد

* الغليان يعتبر عملية تبريد كالتبخير لان الطاقة اللازمة لتبخير الجزيئات الاضافية تكون على حساب طاقة الجزيئات المتبقية فى السائل فتتخفض درجة حرارتها

- * لا تتغير قراءة الترمومتر في أنبوبة اختبار ماء مغلي
- * اثناء تغير حالة المادة تكون درجة الحرارة ثابتة على الرغم من استمرار اضافة الحرارة لان الحرارة المكتسبة تعمل على تكسير الروابط بين جزيئات المادة وابعاد جزيئات المادة عن بعضها البعض وبالتالي تغير طاقة الوضع بين الجزيئات وتغير حالة المادة مما يجعل الحالة الصلبة تتحول الى السائلة واطافة حرارة للحالة السائلة يجعل الجزيئات تتباعد اكثر ليتحول السائل الى غاز
- * تغير المادة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية يتطلب كمية من الطاقة لان قوى التجاذب بين جزيئات السائل اكبر من قوى التجاذب بين جزيئات الغاز وبالتالي فان الجزيئات داخل السائل قريبة من بعضها البعض والجزيئات داخل الغاز متباعدة عن بعضها البعض وتعمل الطاقة الممتصة اثناء تحول المادة من السائلة الى الغازية على فصل الجزيئات وابعادها عن بعضها البعض
- * لا تتغير قراءة الترمومتر في أنبوبة اختبار بها جليد على لهب
- * تغير المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة يتطلب كمية كافية من الطاقة لان قوى التجاذب بين جزيئات الصلب اكبر من قوة التجاذب بين جزيئات السائل وبالتالي فان الجزيئات داخل الصلب متلاصقة ومتماسكة وقريبة جدا من بعضها والجزيئات بين السائل قريبة من بعضها وتعمل الطاقة الممتصة اثناء تحول المادة من الصلب الى السائل على فصل الجزيئات وابعادها عن بعض
- * مقدار الحرارة الكامنة للتصعيد (L_v) يكون اكبر من مقدار الحرارة الكامنة للانصهار (L_f) للمادة نفسها لان كسر الروابط وابعاد الجزيئات عن بعضها البعض من الحالة السائلة الى غازية يتطلب طاقة اكبر من تحويل المادة الحالة الصلبة الى الحالة السائلة

ماذا يحدث في كل من الحالات التالية

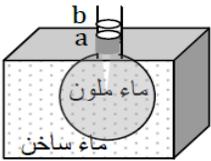
- * عند افراغ كوب من الماء المغلي في وعاء يحتوى على لتر ماء في درجة حرارة F^0 (212) لن تتغير درجة حرارة الماء في الوعاء لان درجة حرارة الماء في الكوب نفس درجة الوعاء اى انهما في حالة اتزان حرارى
- * عندما تصل درجة حرارة الى درجة واحدة بحيث ترتفع درجة حرارة الجسم البارد وتنخفض درجة حرارة الجسم الساخن
- * عندما يكون متوسط سرعة كل جزئ في الاجسام المتلامسة متساوية ويتوقف سريان الحرارة توصف الاجسام المتلامسة بانها في حالة اتزان حرارى
- * عندما تستخدم الترمومتر لقياس درجة حرارة مادة معينة ننتظر فترة لتتمكن من قراءة درجة حرارة المادة على الترمومتر لانه عند التلامس الحرارى بين الترمومتر والمادة تسرى الحرارة بينهما وتتوقف عندما تتساوى درجتى حرارتهما ويصبح الترمومتر في حالة اتزان حرارى مع المادة
- * عند استخدام الترمومتر لقياس درجة حرارة قطرة من السائل فان قراءة الترمومتر ستختلف كثيرا عن درجة حرارة السائل بسبب كبر حجم الترمومتر بالنسبة الى قطرة السائل فتفقد كمية كبيرة من الحرارة حتى تصل الى الاتزان الحرارى
- * عند استخدام الترمومتر لقياس درجة حرارة الهواء لن تؤثر كمية الحرارة لتى يمتصها الترمومتر من الهواء على درجة حرارة الهواء لان حجم الترمومتر اصغر بكثير من حجم الهواء

- * عند ارتفاع درجة حرارة جسم صلب
- 1- تزداد طاقة الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة
- 2- تباعد جزيئات المادة (تزداد المسافات البينية بين جزيئات المادة)
- 3- تتمدد المادة ككل
- 4- تزداد ابعاد المادة الهندسية (الطول - العرض - الارتفاع)

* اذا سخن او برد احد اجزاء قطعة من الزجاج بمعدل اكبر من جزء اخر مجاور له يؤدي ذلك الى اختلاف التغير في درجة الحرارة كل جزء عن الجزء الاخر مما يؤدي ذلك الى تغير في تمدد او انكماش كل جزء عن الاخر مما يؤدي تكسير الزجاج ويظهر ذلك بوضوح في انواع الزجاج السميكة

* ارتفاع درجة حرارة السوائل يؤدي الى :

- 1- تزداد الطاقة الحركية لجزيئات السائل
- 2- تتباعد الجزيئات عن بعضها البعض
- 3- ويتمدد السائل



* عند رفع درجة حرارة كمية من الماء في دورق مدرج نلاحظ ان الدورق يتمدد او لا مسببا انخفاض الماء الى (a) ثم يرتفع الى (b) ويتمدد ظاهريا بسبب ان الزيادة في حجم الماء التي تقرأها على تدريج الدورق (التمدد الظاهري) لا تعبر عن التمدد الحقيقي الدورق يتمدد او لا مسببا انخفاض الماء ثم يبدا الماء في الارتفاع والتمدد (التمدد الحقيقي)

* لمقدار الطاقة الداخلية لمادة ما عندما تنخفض درجة حرارتها . تقل الطاقة الداخلية
* للحرارة النوعية للماء عند تسخينه إلى الدرجة $80^{\circ}C$ لا تتغير الحرارة النوعية للماء لأنها تعتمد علي نوع المادة

* للسعة الحرارية النوعية للماء عند تسخينه إلي الدرجة $80^{\circ}C$ لا تتغير لأنها تتوقف علي نوع المادة فقط

* للسعة الحرارية النوعية للماء عند زيادة كتلة الجسم للضعف. لا تتغير لأنها تتوقف علي نوع المادة فقط

* للسعة الحرارية لجسم عند زيادة الكتلة للضعف. تزداد الي الضعف لأنها تتوقف علي الكتلة و نوع المادة

* كمية الحرارة اللازمة لتسخين الجسم عند زيادة كتلة الجسم للضعف. تزداد الي الضعف لان الحرارة تتوقف علي الكتلة

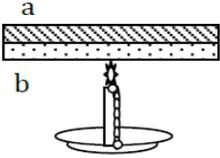
* اذا مزجنا كمية من الماء البارد وكمية من الماء الساخن داخل مسعر حراري ؟
الحدث : يحدث التبادل الحراري بين كميات الماء فقط ، ولا يؤثر الهواء المحيط بالمسعر على هذا التبادل.
هذا يعني أن الحرارة التي يخسرها الماء الساخن يكتسبها الماء البارد فقط
أي ان النظام لا يكتسب طاقة خارجيه أخرى كالحرارة الصادرة من الشمس.

* اذا وضعت قدمك اليمنى مثلا على الأسفلت واليسرى على العشب ، في الصباح الباكر ؟
الحدث: الأرض المكسوة بالعشب أكثر دفنا من الأرض المغطاة بالأسفلت.
السبب : لأن الحرارة التي تفقدها قدمك اليمنى أكبر من تلك التي تفقدها قدمك اليسرى.

* إذا وضعت قدمك اليمنى مثلا على الأسفلت واليسرى على العشب ، عند الظهيرة ؟
الحدث : يمكن تشعير أن حرارة العشب أقل من حرارة الإسفلت.
السبب : لأن الحرارة التي تفقدها قدمك اليمنى أقل من تلك التي تفقدها قدمك اليسرى.

* عند تسخين المزدوجة الحرارية من الحديد والبرونز
تنتحى المزدوجة الحرارية جهة الحديد لان شريط البرونز يتمدد بمقدار اكبر من شريط الحديد
نتيجة ان معامل التمدد الطولي للبرونز اكبر من الحديد

* عند تبريد المزدوجة الحرارية من الحديد والبرونز
فتنتحى المزدوجة جهة البرونز لان شريط البرونز ينكمش بمقدار اكبر من شريط الحديد
بسبب ان معامل التمدد الطولي للبرونز اكبر من الحديد



* عند تسخين الشريط ثنائي المعدن الموضح بالشكل و المكون من التحام شريط من معدن (a)
معامل تمدده الخطي $2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ و شريط من معدن (b) معامل تمدده الخطي $1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
نلاحظ أن الشريط ثنائي المعدن ينحني جهة الشريط (b).
بسبب ان معامل التمدد الطولي لـ (a) اكبر من (b).



* عندما تدخل حلقة من الحديد الصلب الساخن حول اسطوانة من البرونز
تلتحم معها في موضع تثبيتها ولا يمكن نزاعها ولو بالتسخين
لان الحديد يتمدد عند تسخينه وعندما يحترق حول الاسطوانة يبرد وينكمش ويستحيل نزاعه
وذلك لان عند تسخين حلقة الحديد تسخن اسطوانة البرونز
فتتمدد اسطوانة البرونز بمقدار اكبر من تمدد حلقة الحديد
* عند ارتفاع درجة حرارة الجسم الصلب
الحدث : تهتز جزيئاته بسرعة كبيرة حيث أنها ترتبط مع بعضها بروابط كيميائية تمثل نوابض ،
فتتباعد عن بعضها ويتمدد الجسم الصلب.

* تثبتت طرفي الجسور المصنوعة من الصلب .
تولد اجهادات كبيرة قد تسبب انحناء الجسور وانفصالها عن قواعدها
نتيجة لتغير طولها بسبب تغير درجة الحرارة الجو خلال فصول السنة

* عند استخدام حديد تسليح له معامل تمدد أكبر من معامل تمدد الاسمنت
يتمدد الحديد بمقدار اكبر من الاسمنت المسلح وينفصل عن الاسمنت المسلح

* لمعامل التمدد الطولي (الخطي) عند زيادة طول الساق لا يتغير لانه يتوقف علي نوع المادة فقط

* معامل التمدد الحجمي عند زيادة حجم الجسم . لا يتغير لانه يتوقف علي نوع المادة فقط

* عندما يبرد ماء البحيرة عند السطح
يتحرك الماء نحو القاع حتى تصبح درجة حرارته $4 \text{ } ^\circ\text{C}$ والتلج الى اعلى

* عند وضع كمية من الكحول على يدك تشعر بتأثير التبريد اثناء حدوث التبخير

* عندما نضع كوبا باردا في جو رطب وحار
تتكون قطرات من الماء على جدار الكوب الخارجى وذلك بسبب تكثف جزيئات بخار الماء

- * إذا تساوت الرطوبة المتكثفة على الجلد مع الرطوبة المتبخرة فلن تشعر بأى تغير فى درجة حرارة جسمك
- * عندما نترك اناء مملوءا بالماء على المنضدة فان الجزيئات والطاقة التى تتحرر من سطح السائل عن طريق التبخر يتم معادلتها عن طريق الجزيئات والطاقة العائدة فى عملية التكثيف
- * عندما يحدث التبخر والتكثيف بمعدلات متساوية يكون السائل فى حالة اتزان
- * إذا زاد التبخر عن التكثيف يبرد السائل
- * إذا زاد التكثيف عن التبخر يسخن السائل
- * عندما يصل الماء الى درجة الغليان بسرعة تتم عملية تبريد الماء بشكل اسرع
- * عندما تتأخر درجة الغليان بزيادة الضغط ترتفع درجة حرارة الماء قبل حدوث الغليان
- * عندما تنخفض درجة حرارة الماء الى صفر سلسيوس وعند الضغط الجوى يفقد الماء الطاقة وتتكون بلورة الثلج سداسية الجوانب
- * عند اضافة مادة مذابة فى الماء كالمح او السكر تنخفض درجة تجمد الماء عن $0^{\circ}C$
- لان جزيئات المادة المضافة تعترض طريق جزيئات الماء التى تحاول الاتحاد مع بعضها لبناء بلورة الثلج سداسية الجوانب ويصبح الاتحاد اكثر صعوبة ومما يتطلب انخفاض درجة الحرارة لتحقيق التجمد
- * عند لمس قطعة معدن وقطعة خشب متجاورتين اى لهما نفس درجة الحرارة تشعر بان قطعة المعدن ابرد
- لان المعدن اجود توصيلا فتسرى الحرارة بسهولة من يدك الادفا الى المعدن الابرد فتشعر يدك بانها تلمس شيئا باردا اما الخشب فهم اقل جودة فى التوصيل الحرارى فتسرى الحرارة من يدك الى الخشب ببطء فتشعر يدك بانها لا تلمس شيئا بارد
- * عندما يتصادم جزئى هواء سريع مع اخر بطى تكون سرعة الارتداد بعد التصادم اقل مما كانت عليه قبل التصادم
- * عند زيادة ضغط الهواء بواسطة منفاخ الهواء نلاحظ ان الهواء ينضغط ويسخن المنفاخ
- * لدرجة انصهار الجليد عن زيادة الضغط (مع التفسير) تنخفض لان زيادة الضغط تعمل علي تقارب الجزيئات
- * لدرجة انصهار الجليد عن خفض الضغط (مع التفسير.) تزداد لان خفض الضغط يعمل علي تباعد الجزيئات
- * لدرجة غليان السائل عند زيادة الضغط (مع التفسير.) تزداد لان زيادة الضغط تعمل علي تقارب الجزيئات و زيادة كثافة لسائل
- * لدرجة غليان السائل عند خفض الضغط (مع التفسير.) تقل لان خفض الضغط يعمل علي تباعد الجزيئات و تقل كثافة السائل

المقصود بقولنا ان :

** السعة الحرارية النوعية للألومنيوم تساوى $^{\circ}\text{C} / \text{J Kg} (900)$ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كيلو جرام من الألومنيوم درجة حرارة واحدة على تدرج سلسيوس تساوى (900) جول

** السعة الحرارية لجسم تساوى $^{\circ}\text{C} / \text{J} (700)$ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادة كتلتها (m) درجة واحدة على تدرج سلسيوس تساوى (700) جول

** السعة الحرارية لكتلة من الألومنيوم مقدارها **2 KG** تساوى **1798 J/K** اي ان مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة 2Kg من الألومنيوم درجة واحدة سيليزية تساوى 1798

** معامل التمدد الطولي للألومنيوم يساوى $(23 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C})$ أي أن التغير في وحدة الأطوال لجسم من الألومنيوم عندما تتغير درجة حرارته درجة واحدة مئوية تساوى $(23 \times 10^{-6}) m$

** معامل التمدد الحجمي للألومنيوم يساوى $(69 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C})$ أي أن التغير في وحدة الأحجام لجسم من الألومنيوم عندما تتغير درجة حرارته درجة واحدة مئوية تساوى $(69 \times 10^{-6}) m^3$

اذكر وظيفة كلا من

* الترموتر : يقيس الترمومتر درجة الحرارة عن طريق تحريك خيط سائل (من الكحول الملون او الزئبق) داخل انبوب شعري مدرج حيث يتحرك لاعلى عند ارتفاع درجة حرارته او لاسفل عند انخفاض درجة الحرارة

* **المسعرات تستخدم في قياس 1- الحرارة 2- السعة الحرارية النوعية**

* **الترموتر في المسعر الحرارى : يمكن من خلاله مراقبة التغير في درجة حرارة النظام**

* **الخلاط في المسعر الحرارى : يساعد على خلط السوائل للحصول على نظام متجانس**

* **الترموستات (منظم الحرارة) : يستخدم لفتح او غلق الدائرة الكهربائية عن طريق انحناء المزدوجة الحرارية للامام او الى الخلف**

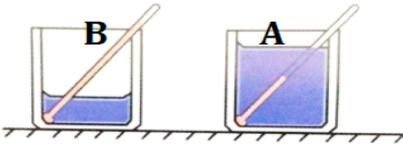
* **الترموستات في التلاجة يستخدم في التحكم في درجة التبريد بحيث تصبح درجة حرارة التلاجة لا باردة ولا حارة اكثر من اللازم**

* **الترموستات في السخان الكهربائي : يقوم بتوصيل التيار الى عنصر التسخين لترتفع درجة الحرارة وعندما تصل درجة الحرارة الى المطلوب يفصل التيار الكهربائي وتتوقف عملية التسخين**

* **الترموستات في المكيف : التحكم في درجة الحرارة فعندما يكون جو الغرفة شديد البرودة ينكمش البرونز اكثر من الحديد وتنحنى المزدوجة الحرارية باتجاه شريط البرونز مما يؤدي اغلاق الدائرة الكهربائية للسخان فتتطلق الحرارة وعندما تكون درجة الحرارة مرتفعة ويتمدد البرونز اكثر من الحديد وتنحنى المزدوجة الحرارية باتجاه شريط الحديد مما يؤدي الى فتح الدائرة الكهربائية للسخان وتوقف الحرارة**

* **مانع التجمد : يستخدم في بعض البلدان الباردة يعمل على خفض درجة تجمد الماء لانه يمنع تكوين التركيب السداسي للثلج مما يخفض من درجة تجمد الماء**

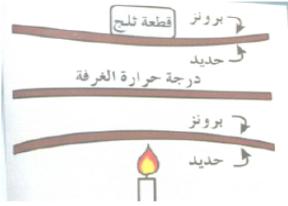
التجارب الهامة



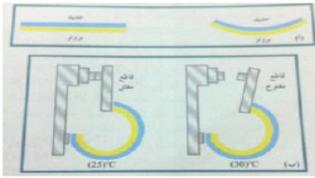
- * الكوبان (B) و (A) في الشكل المقابل بهما كميتان من نفس السائل .
 ماذا يحدث مع التفسير لدرجة حرارة كلا منها عند اعطائهما القدر نفسه من الحرارة .
 الحدث : الزيادة في الترمومتر (B) اكبر من (A)
 التفسير : لان كمية السائل في الوعاء (A) اكثر من (B)

** لاحظ الشكل ثم اجب على الأسئلة التالية :

- لماذا تختلف جهة انحناء الشريط المقابل عند تسخينه او تبريده ؟
 لان احد الشريطين يتمدد بمعدل اكبر من الاخر
 مما يتكون هذا الشريط ؟
 يتكون الشريط من مادتين مختلفتين في معامل التمدد الطولي
 ماذا يسمى هذا الشريط ؟
 المزدوجة الحرارية
 ما المقصود بالمزدوجة الحرارية ؟
 لحام شريطين متساويين في الابعاد من مادتين مختلفتين في معامل التمدد الطولي كالبرونز والحديد



** بالاستعانة بالرسم المجاور وضح الدور الذي تلعبه المزدوجة الحرارية في المدفأة و السخان الكهربائي ؟



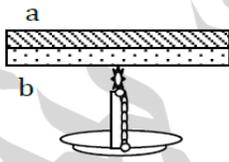
فعندما ترتفع درجة الحرارة يتمدد البرونز اكثر من الحديد
 مما يؤدي لدفع القاطع للخارج وفتح الدائرة الكهربائية

وعندما تنخفض درجة الحرارة ينكمش البرونز بدرجة اكبر من الحديد
 مما يؤدي تقريبا القاطع للداخل وغلقت الدائرة الكهربائية

اذكر تطبيقات واستخدمات للمزدوجة الحرارية؟

- 1- التحكم في درجة التبريد في الثلاجة
- 2- السخان الكهربائي
- 3- التحكم في درجة حرارة المكيف
- 4- تستخدم انواع خاصة من المزدوجة الحرارية في افران تسخين الخبز وفي الافران الاوتوماتيكية والعديد من الاجهزة

** عند تسخين الشريط ثنائي المعدن الموضح بالشكل و المكون من التحام

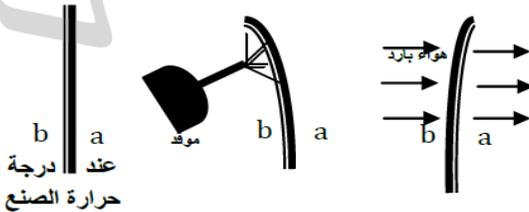


شريط من معدن (a) معامل تمدده الخطي $(2 \times 10^{-5})^\circ C^{-1}$

و شريط من معدن (b) معامل تمدده الخطي $(1 \times 10^{-5})^\circ C^{-1}$

فإننا نلاحظ أن الشريط ثنائي المعدن ينحني جهة الشريط (b).

** يوضح الشكل المقابل تأثير التسخين و التبريد على شريط ثنائي المعدن

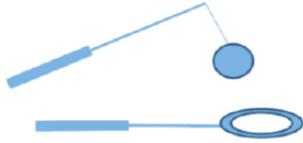


يتكون من مادتين (a) و (b)

وبالتالي فإن معامل التمدد الخطي

للمادة (a) أكبر من معامل التمدد الخطي للمادة (b)

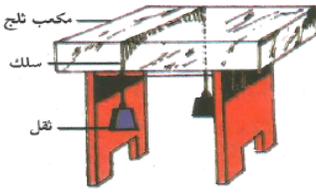
* تجربة الحلقة والكرة



قبل التسخين وعند درجة حرارة الغرفة تدخل الكرة بسهولة في الحلقة
بعد تسخين الكرة تكون عملية ادخال الكرة صعبة بل مستحيلة
لان حجم الكرة اصبح اكبر من قطر الحلقة
نستنتج من ذلك ان :

الكرة تمددت في جميع الاتجاهات وحافظت على شكلها الكروي لذلك لم تدخل في الحلقة

تجربة توضح اعادة تجمد الماء



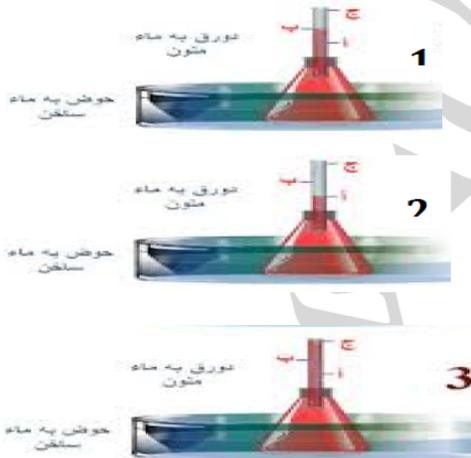
ضع سلكا بطرفيه اثنال على قطعة من الثلج
تلاحظ ان :

السلك يخترق الثلج دون ان ينقسم مكعب الثلج
الضغط على السلك سيجعله يخترق الثلج الذي يذوب تحته الى ماء
ويسقط مع الاتقال على الارض في حين يتبقى الثلج قطعة واحدة صلبة

نستنتج من ذلك ان :

زيادة الضغط على الثلج يؤدي الى خفض درجة الانصهار
فينصهر الثلج على سطح المكعب عند درجة اقل من درجة الانصهار
فيخترق السلك الثلج
وان زوال الضغط بعد مرور السلك يؤدي الى اعادة تجمد الماء

توضح الأشكال تغير ارتفاع الماء الملون عند وضع الدورق الذي يحويه في حوض يحوي ماء ساخن ماذا تلاحظ ؟



يهبط مستوى الماء الملون قليلا ثم يرتفع الماء الملون في الاناء

لماذا ينخفض مستوى الماء المرحلة الثانية (الشكل 2) ؟

لان الدورق يتمدد اولا مسببا انخفاض مستوى الماء الملون ا قليلا

لماذا يرتفع مستوى سطح الماء في الشكل (3)

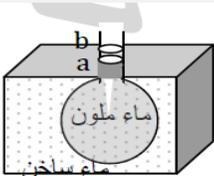
ترتفع درجة حرارة الماء الملون ويتمدد ويرتفع في الاناء

لتمدد الظاهري للماء من (ب) الى (ج)

التمدد الحقيقي للماء من (ا) الى (ج)

تمدد الاناء من (ب) الى (ا)

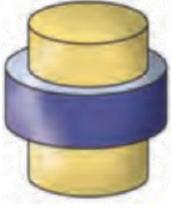
* عند رفع درجة حرارة كمية من الماء في دورق مدرج



تلاحظ ان الدورق يتمدد اولا مسببا انخفاض الماء الى ثم يرتفع من (a) الى (b) ويتمدد ظاهريا
بسبب ان الزيادة في حجم الماء التي تقراها على تدريج الدورق (التمدد الظاهري) لا تعبر عن التمدد الحقيقي
لان الدورق يتمدد اولا مسببا انخفاض الماء ثم يبدا الماء في الارتفاع والتمدد (التمدد الحقيقي)

نتيجة الانكماش فيتم تركيبها مرتخية في فصل الصيف

**** عندما تدخل حلقة من الحديد الصلب الساخن حول اسطوانة من البرونز**

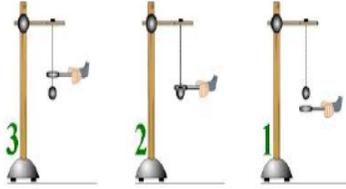


تلتحم معها في موضع تثبيتها ويستحيل نزعها
لان الحديد يتمدد عند تسخينه وعندما يحشر حول الاسطوانة يبرد وينكمش ويستحيل نزعها

ولا يمكن نزعها ولو بالتسخين
وذلك لان عند تسخين حلقة الحديد تسخن اسطوانة البرونز
فتتمدد اسطوانة البرونز بمقدار اكبر من تمدد حلقة الحديد

نستنتج من ذلك ان:
تمدد البرونز اكبر من تمدد الحديد

يوضح الرسم نشاط عملي باستخدام حلقة معدنية وكرة من الحديد ادرسه جيدا ثم اكتب تعليق مختصر



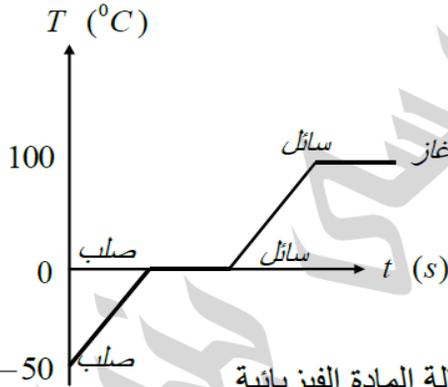
قبل التسخين تدخل الكرة بسهولة في الحلقة
بعد تسخين الكرة تكون عملية ادخال الكرة صعبة بل مستحيلة

ماذا تستنتج :
الكرة تمددت في جميع الاتجاهات وحافظت على شكلها الكروي لذلك لم تدخل في الحلقة

ما المقصود بالتمدد الحجمي :
التمدد الحجمي : هو تمدد بعض المواد الصلبة نتيجة تغيرات في الحرارة في جميع الاتجاهات

*** تجربة توضح تغير الحالة :**

عند وضع قطعة من الجليد في وعاء مغلق عند درجة حرارة $0^{\circ}C$ (-50) ثم نسخنها ونراقب درجة حرارتها باستخدام الترمومتر
نلاحظ ان :



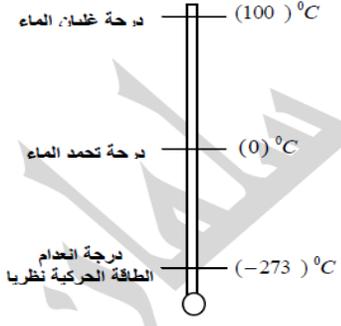
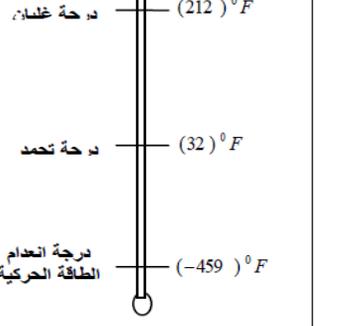
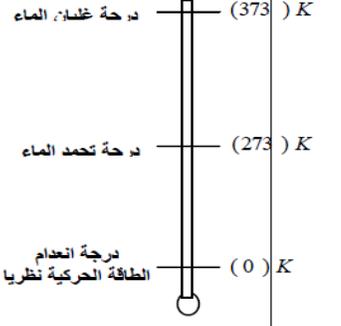
- 1- الترمومتر يشير الى ارتفاع في درجة الحرارة حتى تصل الى $0^{\circ}C$
- 2- تثبت درجة حرارة الترمومتر ولا ترتفع على الرغم من استمرار اضافة الحرارة حتى يتحول الثلج (صلب) الى ماء (سائل)
- 3- تبدأ درجة الحرارة في معاودة الارتفاع من جديد الى ان تصل الى درجة الغليان $100^{\circ}C$
- 4- تثبت درجة الحرارة من جديد حتى يتحول الماء الى بخار

نستنتج من ذلك ان :

- 1- اكتساب المادة لكمية من الحرارة يعمل على تغير درجة الحرارة او على تغير حالة المادة الفيزيائية
- 2- اثناء تغير حالة المادة تكون درجة الحرارة ثابتة على الرغم من استمرار اضافة الحرارة لان الحرارة المكتسبة تعمل على تكسير الروابط بين جزيئات المادة وابعاد جزيئات المادة عن بعضها البعض وبالتالي تغير طاقة الوضع بين الجزيئات وتغير حالة المادة مما يجعل الحالة الصلبة تتحول الى السائلة وازدادة حرارة للحالة السائلة يجعل الجزيئات تتباعد اكثر ليتحول السائل الى غاز
- 3- تغير درجة الحرارة وتغير الحالة لا يحدثان في نفس الوقت
- 4- تمتص المادة طاقة عندما تتغير حالة المادة من صلبة ← سائلة ← غازية
- 5- تفقد المادة طاقة عندما تتغير حالة المادة من غاز ← سائل ← صلب

المقارنات الهامة

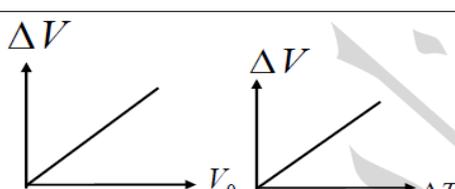
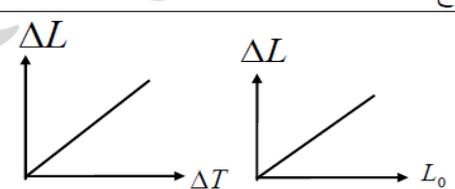
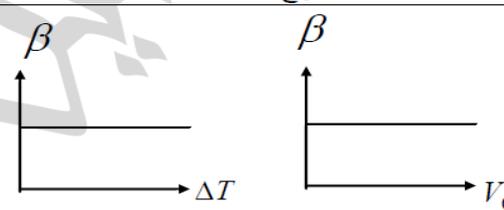
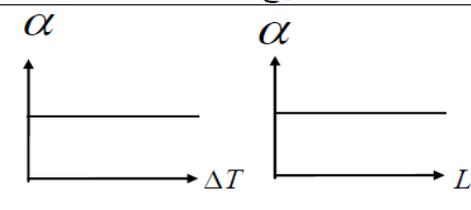
وجه المقارنة	التدرج السيليزي	التدرج الفهرنهايتي	التدرج الكلفني
رمز التدرج	$^{\circ}C$	$^{\circ}F$	K
درجة غليان الماء	$(100)^{\circ}C$	$(212)^{\circ}F$	$(373)K$
درجة تجمد الماء	$(0)^{\circ}C$	$(32)^{\circ}F$	$(273)K$
عدد الدرجات بين درجة التجمد وغليان الماء	(100)	(180)	(100)
المسافة الفاصلة بين كل تدرجين	(1)	(1.8)	(1)

وجه المقارنة	التدرج السيليزي	التدرج الفهرنهايتي	التدرج الكلفني	
رسم توضيحي				
	رمز التدرج	$^{\circ}C$	$^{\circ}F$	K
	درجة غليان الماء	$(100)^{\circ}C$	$(212)^{\circ}F$	$(373)K$
	درجة تجمد الماء	$(0)^{\circ}C$	$(32)^{\circ}F$	$(273)K$
عدد الدرجات بين درجة التجمد وغليان الماء	(100)	(180)	(100)	
المسافة الفاصلة بين كل تدرجين	(1)	(1.8)	(1)	

وجه المقارنة	الحرارة	درجة الحرارة
التعريف	هي سريان الطاقة من جسم له درجة حرارة مرتفعة الى جسم له درجة حرارة منخفضة	هي الكمية الفيزيائية التي يمكن من خلالها تحديد مدى سخونة الجسم او برودته عند مقارنته بمقياس معياري
العلاقة بطاقة الحركة	تتناسب مع مجموع تغير الطاقة الحركية لجميع جزيئات المادة	تتناسب درجة الحرارة مع متوسط الطاقة الحركية للجزيئ الواحد
اعتمادها على الكتلة	تعتمد	لا تعتمد

وجه المقارنة	السعة الحرارية النوعية c	السعة الحرارية C
العوامل التي يتوقف عليها	نوع المادة وحالتها	نوع المادة وكتلتها
وحدة القياس	$(J/Kg.K)$	(J/K)
تأثير زيادة كتلة المادة إلى الضعف	لا تتغير بتغير الكتلة	تزداد للضعف

المادة السائلة	المادة الصلبة	وجه المقارنة
ظاهري وحقيقي	طولي وحجمي	نوع التمدد
معامل التمدد الحجمي	معامل التمدد الخطي	وجه المقارنة
$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$	العلاقة الرياضية
التغير في حجم السائل	التغير في حجم الجسم الصلب	وجه المقارنة
1- حجم السائل الاساسي 2- التغير في درجة الحرارة 3- نوع السائل	1- نوع المادة 2- التغير في درجة الحرارة 3- الحجم الاصلى	العوامل التي يتوقف عليها

التمدد الحجمي (ΔV)	التمدد الطولي (ΔL)	اوجه المقارنة
هو تمدد بعض المواد الصلبة نتيجة تغيرات في الحرارة في جميع الاتجاهات	هو تمدد بعض المواد الصلبة نتيجة تغيرات في الحرارة في اتجاه واحد (اى في اتجاه طول المادة)	التعريف
$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$	$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$	العلاقة الرياضية المستخدمة
الحجم بعد التسخين $V_1 = V_0 + \beta V_0 (T_1 - T_0)$	الطول بعد التسخين $L_1 = L_0 + \alpha L_0 (T_1 - T_0)$	بعد التسخين
1- حجم الجسم الاساسي 2- التغير في درجة الحرارة 3- نوع المادة	1- تغير درجات الحرارة 2- الطول الاول للجسم (الطول الاصلى) 3- نوع المادة	العوامل
		العلاقات البيانية
تجربة الحلقة والكرة	المزدوجة الحرارية	مثال
معامل التمدد الحجمي (β) هو التغير في وحدة الاحجام عندما تتغير درجة الحرارة درجة واحدة مئوية	معامل التمدد الطولي (α) هو التغير في وحدة الاطوال عندما تتغير درجة الحرارة درجة واحدة مئوية	معامل التمدد
$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$	العلاقة الرياضية المستخدمة
($1/^\circ\text{C}$) او ($^\circ\text{C}^{-1}$)	($1/^\circ\text{C}$) او ($^\circ\text{C}^{-1}$)	الوحدة
1- نوع المادة فقط	1- نوع المادة فقط	العوامل
		العلاقات البيانية
يساوى ثلاث امثال معامل التمدد الطولي (α)	يساوى ثلث معامل التمدد الحجمي (β)	العلاقة بين معامل التمدد الطولي والحجمي
$\beta = 3\alpha$	$\alpha = \frac{1}{3}\beta$	

وجه المقارنة التعريف	التمدد الحقيقي	التمدد الظاهري
هو مجموع التمدد الظاهري وتمدد الاناء	هو تمدد السائل عندما تعتبر ان الاناء لم يتمدد	
العلاقة الرياضية	$\Delta V_r = \gamma_r V_0 \Delta T$	$\Delta V_a = \gamma_a V_0 \Delta T$
العوامل التي يتوقف عليها	1- حجم السائل الاساسى (V_0) 2- التغير فى درجة الحرارة 3- يتوقف على نوع السائل	1- حجم السائل الاساسى (V_0) 2- التغير فى درجة الحرارة 3- يتوقف على نوع السائل
الحجم بعد التسخين	<u>الحجم الحقيقي بعد التسخين</u> $V_r = V_2 = V_0 + \gamma_r V_0 (T_1 - T_0)$	<u>الحجم الظاهري بعد التسخين</u> $V_a = V_1 = V_0 + \gamma_a V_0 (T_1 - T_0)$
معامل التمدد	معامل التمدد الحقيقي	معامل التمدد الظاهري
العلاقة الرياضية	$\gamma_r = \frac{\Delta V_r}{V_0 \Delta T}$	$\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta T}$
العوامل	نوع السائل	نوع السائل
وحدة القياس	($1/^\circ C$) او ($^\circ C^{-1}$)	($1/^\circ C$) او ($^\circ C^{-1}$)
العلاقة بين معامل التمدد الحقيقي والظاهري	$\gamma_r = \gamma_a + \beta$	$\gamma_a = \gamma_r - \beta$

وجه المقارنة التعريف	التبخر	الغليان
مكان حدوث الظاهرة	تغير المادة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية	تغير المادة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية
درجة الحرارة التي تحدث عندها	الجزيئات السطحية لكونها اقل ارتباطا	الجزيئات الموجودة تحت سطح السائل
سرعة العملية	تحدث عند اى درجة حرارة بطيئة	تحدث عند بلوغ السائل نقطة الغليان سريعة

وجه المقارنة التعريف	السحب	الضباب
الوقت الذى يتكون فيه	تكتف جزيئات البخار على جسيمات الغبار الموجودة فى الجو عندما يبرد الهواء الساخن المتصاعد الى اعلى	عندما يبرد الهواء الساخن المتصاعد الى اعلى
مكان تكونه	عندما يبرد الهواء الساخن المتصاعد الى اعلى فى الطبقات العليا	عندما يبرد الهواء الساخن المتصاعد الى اعلى فى الطبقات العليا

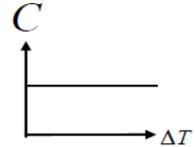
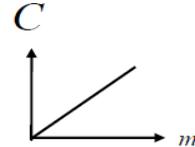
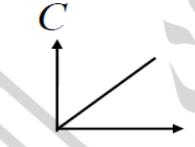
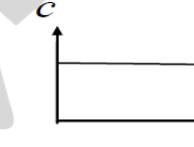
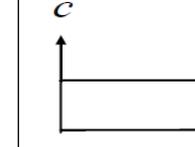
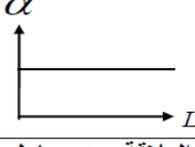
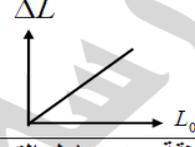
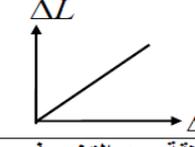
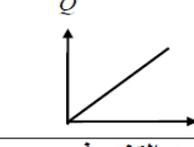
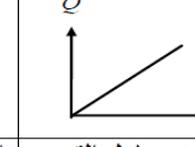
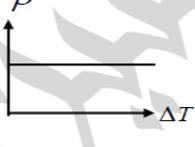
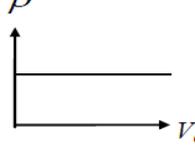
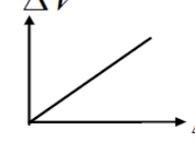
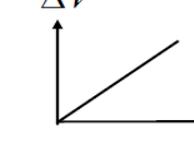
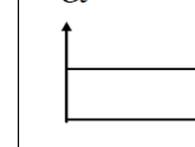
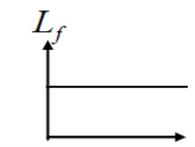
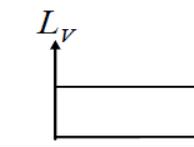
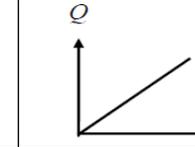
وجه المقارنة	لتر من الماء المغلى	لترين من الماء المغلى
الطاقة الكلية للجزيئات	اقل	اكبر
متوسط طاقة الحركة للجزيء الواحد	متساوى	متساوى

متوسط طاقة حركة الجزيئ	طاقة وضع الجزيئات	وجه المقارنة
تغير درجة الحرارة	تغير حالة المادة	اثر تغيرها

وجه المقارنة	مادة السعة الحرارية النوعية لها صغيرة	مادة السعة الحرارية النوعية لها كبيرة
التغير في درجة حرارتها	سريع	بطئ
مقدار الطاقة المختزنة	صغير	كبير

وجه المقارنة	مادة معامل التمدد الطولي لها اكبر	مادة معامل التمدد الطولي لها
مقدار تمددها عند رفع درجة الحرارة	تتمدد اكثر	تتمدد اقل
مقدار انكماشها عند خفض درجة الحرارة	تنكمش اكثر	تنكمش اقل

الرسومات البيانية الهامة

العلاقة بين السعة الحرارية والتغير في درجات الحرارة	العلاقة بين السعة الحرارية وكتلة المادة	العلاقة بين السعة الحرارية و السعة الحرارية النوعية	العلاقة بين السعة الحرارية النوعية وكتلة المادة	العلاقة بين السعة الحرارية النوعية والتغير في درجات الحرارة
				
العلاقة بين معامل التمدد الطولي وطول الجسم بعد التسخين	العلاقة بين التمدد الطولي والطول الاولي للجسم (الطول الاصلى)	العلاقة بين التمدد الطولي والتغير في درجات الحرارة	العلاقة بين كمية الحرارة المفقودة او المكتسبة وكتلة المادة	العلاقة بين كمية الحرارة المفقودة او المكتسبة والتغير في درجات الحرارة
				
العلاقة بين معامل التمدد الحجمي والتغير في درجات الحرارة	العلاقة بين معامل التمدد الحجمي و حجم الجسم عند درجة الحرارة الابتدائية	العلاقة بين التغير في حجم الجسم والتغير في درجات الحرارة	العلاقة بين التغير في حجم الجسم الاساسي	العلاقة بين معامل التمدد الطولي والتغير في درجات الحرارة
				
		العلاقة بين الحرارة الكامنة للانصهار وكتلة المادة	العلاقة بين الحرارة الكامنة للتصعيد وكتلة المادة	العلاقة بين كمية الحرارة وكتلة المادة
				

الحرارة والاتزان الحرارى

لتحويل من تدرج سلسيوس الى تدرج فهرنهايت	$T F^{\circ} = \frac{9}{5} T (C^{\circ}) + 32$
لتحويل من تدرج كلفن الى تدرج سلسيوس	$T (K) = T (C^{\circ}) + 273$
التغير فى درجات الحرارة على تدرج سلسيوس وتدرج كلفن	$\Delta T (K) = \Delta T (C^{\circ})$
المعادلة الرياضية العامة التى تسمح بالتحويل بين المقاييس الثلاثة	$\frac{T (C^{\circ}) - 0}{100} = \frac{T (F^{\circ}) - 32}{180} = \frac{T (K) - 273}{100}$

قوانين الحرارة

السعة الحرارية النوعية	$c = \frac{Q}{m \Delta T}$
السعة الحرارية	$C = m c$
الطاقة الحرارية المكتسبة او المفقودة	$Q = m c \Delta T$ $Q = C \Delta T$

الطاقة الحرارية المكتسبة او المفقودة

التغير فى درجة الحرارة	$\Delta T = T_f - T_i$
كمية الحرارة التى تكتسبها او تفقدها اكثر من مادة داخل نظام معزول	$\sum Q_i = 0$ $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$ $c_1 m_1 (T_f - T_i) + c_2 m_2 (T_f - T_i) + c_3 m_3 (T_f - T_i) + \dots = 0$

التمدد الطولى للأجسام الصلبة	
الزيادة فى الطول	$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$
معامل التمدد الطولى	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$ $\beta = 3 \alpha$
الطول بعد التسخين	$L_1 = L_0 + \alpha L_0 (T_1 - T_0)$
الفرق بين طولى شريطين فى مزدوجة حرارية	$L_1 - L_2 = (\alpha_1 - \alpha_2) L_0 \Delta T$
التمدد الحجمى للأجسام الصلبة	
الحجم بعد التسخين	$V_1 = V_0 + \beta V_0 (T_1 - T_0)$
التمدد الحجمى للأجسام الصلبة	$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$
معامل التمدد الحجمى للأجسام الصلبة	$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$
التمدد الحجمى للاناء	
التمدد الحجمى للاناء	$\Delta V_c = \beta V_0 \Delta T$
التمدد الحجمى للاناء	$\Delta V_c = \Delta V_r - \Delta V_a$
حجم الاناء بعد التسخين	$V_c = V_0 + \beta V_0 (T_1 - T_0)$
التمدد الظاهرى للسوائل	
التمدد الظاهرى للسوائل	$\Delta V_a = \gamma_a V_0 \Delta T$
الحجم الظاهرى للسوائل	$V_a = V_1 = V_0 + \gamma_a V_0 (T_1 - T_0)$
معامل التمدد الظاهرى للسوائل	$\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta T}$
التمدد الحقيقى للسوائل	
التمدد الحقيقى للسوائل	$\Delta V_r = \Delta V_a + \Delta V_c$ $\Delta V_r = \gamma_r V_0 \Delta T$
الحجم الحقيقى للسوائل	$V_r = V_2 = V_0 + \gamma_r V_0 (T_1 - T_0)$
معامل التمدد الحقيقى للسوائل	$\gamma_r = \frac{\Delta V_r}{V_0 \Delta T}$ $\gamma_r = \gamma_a + \beta$
الحجم السائل الفائض بعد التسخين	$V = V_r - V_c = (\gamma_r - \beta) V_0 \Delta T$

الحرارة وتغير الحالة

كمية الحرارة اللازمة لاجداث تغير الحالة	$Q = m L$
الحرارة الكامنة للمادة	$L = \frac{Q}{m}$
الحرارة الكامنة للتصعيد	$L_v = \frac{Q}{m}$
الحرارة الكامنة للانصهار	$L_f = \frac{Q}{m}$
كمية الحرارة التي تكتسبها المادة اثناء تغير درجة الحرارة	$Q = C m \Delta T$

تم بحمد الله مع اطيب التمنيات بالنجاح والتفوق

ثانياً

مراجعة الوحدة الثالثة

الكهرباء

المصطلح العلمي

القوة الكهربائية	تفاعل بين شحنة الإلكترون والمجال الكهربائي الناتج عن شحنة النواة
المجال الكهربائي للشحنة	الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية ويظهر في تأثير القوة الكهربائية على شحنة أخرى أو أي جسم مشحون داخله
شدة المجال الكهربائي عند نقطة	القوة الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الكهربائية الموجبة الموضوعة عند هذه النقطة
محصلة المجال الكهربائي الناشئ عن مجموعة شحنات نقطية	الجمع الاتجاهي لمتجهات المجالات الكهربائية من كل شحنة على حدة المؤثرة على النقطة
خطوط المجال الكهربائي	خطوط غير مرئية تظهر تأثير المجال على الجسيمات الدقيقة المشحونة
اتجاه خطوط المجال	اتجاه القوى المؤثرة على شحنة موجبة موضوعة داخل هذا المجال عند نقطة
المجال الكهربائي المنتظم	المجال الذي يكون ثابت الشدة والاتجاه في جميع نقاطه
المكثف	عبارة عن اللوحين المعدنيين المتوازيين المتقابلين الذي تفصل بينهما فراغ أو مادة عازلة
سعة المكثف الكهربائية	النسبة بين شحنة المكثف وجهده .
شحنة المكثف	شحنة احد لوحى المكثف فقط (لان المجموع الجبرى لشحنتى اللوحين = صفر .
جهد المكثف	فرق الجهد بين لوحى المكثف أو جهد احد اللوحين اذا كان اللوح الاخر متصل بالارض

علل لما يلي تعليلا علميا دقيقا

- * خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع
لأنها لو تقاطعت فهذا يعنى ان للمجال اكثر من اتجاه عند هذه النقطة
- * لا تعتمد السعة الكهربائية للمكثف على الشحنة أو الجهد المبذول
لان اى تغير فى الشحنة يتبعه تغير فى الجهد بنفس النسبة
- * السعة الكهربائية لمكثف يملأ الحيز بين لوحى الفراغ مساوية تقريبا للسعة الكهربائية لمكثف يملئ الحيز بين لوحى الهواء
لان ثابت العزل الكهربائى للهواء يساوى تقريبا ($\epsilon_r = 1$)
- * عند وضع نيوترون بين لوحى مكثف (فى مجال كهربائى منتظم) فانه يبقى ساكنا
لانه متعادل ($q = 0$) والقوة المؤثرة عليه محصلتها = صفر
- * الطاقة الكهربائية المخزنة فى عدة مكثفات متصلة معاً على التوازي مع بطارية أكبر من الطاقة الكهربائية المخزنة فى نفس المكثفات إذا وصلت معاً على التوالي مع نفس البطارية
ج: لانه فى حالة التوازي عند ثبوت V فان الطاقة تتناسب طرديا مع السعة $U = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2$
- بينما فى حالة التوالي عند ثبوت q فان الطاقة تتناسب عكسيا مع السعة $U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$

* الطاقة الكهربائية المخزنة في عدة مكثفات متصلة معاً على التوازي مع بطارية أكبر من الطاقة الكهربائية المخزنة في نفس المكثفات إذا وصلت معا على التوالي
لان السعة المكافئة لمجموعة مكثفات المتصلة على التوازي اكبر من السعة المكافئة عند التوصيل على التوالي والطاقة تتناسب طردياً مع السعة عند ثبات فرق الجهد

العوامل التي يتوقف عليها كلا مما يلي

* شدة المجال الكهربائي عند نقطة
1- مقدار الشحنة الكهربائية
2- البعد بين النقطة والشحنة الكهربائية
3- نوع الوسط الموجودة فيه الشحنة

* السعة الكهربائية (C) للمكثف
1- المساحة المشتركة بين اللوحين (A)
2- المسافة بين اللوحين (d)
3- نوع المادة العازلة بين اللوحين

* الطاقة المخزنة في المكثف
1- السعة والجهد او
2- الشحنة والجهد او
3- السعة والشحنة

اذكر وظيفة كلا مما يلي

المكثف : اداة لتخزين الطاقة الكهربائية
استخدامه : يستخدم في كثير من الاجهزة الكهربائية مثل كاميرات التصوير واجهزة الراديو والتلفاز .

مالمقصود بكل مما يلي

1- شدة المجال عند نقطة تساوي N/C (50)
اي ان القوة الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند هذه النقطة $= N(50)$

2- السعة الكهربائية لمكثف تساوي 3 فاراد
اي ان النسبة بين شحنة المكثف وجهده $= 3$

ماذا يحدث في كل من الحالات التالية

* عند توصيل المكثف بمصدر جهد (V) ببطارية
يصبح اللوح المتصل بالقطب الموجب للبطارية موجب الشحنة واللوح المتصل بالقطب السالب للبطارية سالب الشحنة حتى يكون فرق الجهد بين طرفي المكثف مساوياً لفرق الجهد بين البطارية

* عند توصيل المكثف مع بطارية
تنتقل الشحنات من البطارية الى المكثف حتى يصبح فرق الجهد بين لوحي المكثف مساوياً لفرق الجهد بين قطبي البطارية

* عندما يكون المكثف مشحون ومعزول تكون كمية الشحنة المخزنة بين لوحي المكثف ثابتة

* عندما تكون القوة الكهربائية (F) المؤثرة على شحنة في اتجاه المجال المؤثر (E) تكون الشحنة موجبة
*عندما تكون القوة الكهربائية (F) المؤثرة على شحنة في اتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي (E) تكون الشحنة سالبة

* عندما تكون القوة الكهربائية (F) المؤثرة على جسم موضوع في مجال كهربائي (E) تساوى صفر فإن الجسم يكون غير مشحون (نيوترون)

* عندما تساوى الشحنة (1) كولوم

$$F = E$$

* عند وضع (e) بين لوحى مكثف (في مجال كهربائي منتظم) فإنه يتحرك تحت تأثير قوة ثابتة المقدار نحو اللوح الموجب متحركا بعجلة تسارع منتظمة ثابتة المقدار واتجاهها عكس اتجاه المجال الكهربائي وسرعة متغيرة المقدار ثابتة والاتجاه.

* عند وضع بروتون بين لوحى مكثف (في مجال كهربائي منتظم) فإنه يتحرك تحت تأثير قوة ثابتة المقدار نحو اللوح السالب متحركا بعجلة تسارع منتظمة ثابتة المقدار واتجاهها في اتجاه المجال الكهربائي وسرعة متغيرة المقدار ثابتة والاتجاه.

* وضح تأثير زيادة المساحة المشتركة في المكثف للمثلين على كل من

متصل ببطارية	مشحون ومعزول	
تزداد للمثلين	تزداد للمثلين	C
ثابتة	تقل للنصف	V
تزداد للمثلين	ثابتة	q
ثابتة	تقل للنصف	E
تزداد للمثلين	تقل للنصف	U

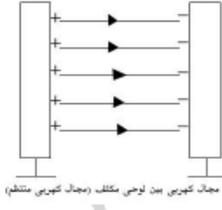
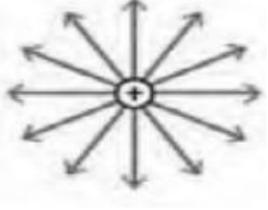
* وضح تأثير وضع مادة عازلة ثابت عازليتها ($\epsilon_r = 2$) بين لوحى المكثف للمثلين على كل من:

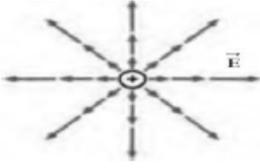
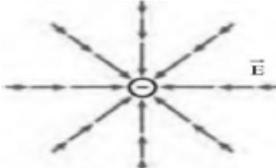
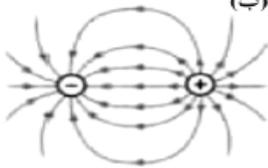
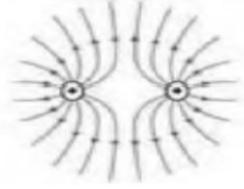
متصل ببطارية	مشحون ومعزول	
تزداد للمثلين	تزداد للمثلين	C
ثابتة	تقل للنصف	V
تزداد للمثلين	ثابتة	q
ثابتة	تقل للنصف	E
تزداد للمثلين	تقل للنصف	U

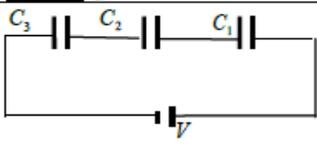
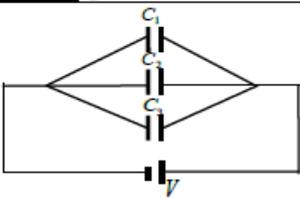
* وضح تأثير زيادة البعد بين لوحى المكثف للمثلين على كل من :

متصل ببطارية	مشحون ومعزول	
تقل للنصف	تقل للنصف	C
ثابتة	تزداد للمثلين	V
تقل للنصف	ثابتة	q
تقل للنصف	ثابتة	E
تقل للنصف	تزداد للمثلين	U

المقارنات الهامة

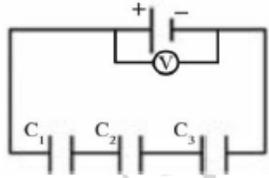
وجه المقارنة المقصود به	المجال الكهربائي المنتظم	المجال الكهربائي غير المنتظم
مكان وجوده	بين لوحى مكثف كهربائى	هو المجال الكهربائى متغير الشدة مقدارا واتجاها احدهما او كلاهما من نقطة الى اخرى
شكله	خطوط مستقيمة متوازية متساوية البعد عن بعضها البعض	خطوط منحنية متوازية
القوة الكهربائية المؤثرة على جسم مشحون داخل المجال	ثابتة المقدار والاتجاه	متغيرة المقدار والاتجاه
عجلة حركة الجسيم مشحون داخل المجال	ثابتة المقدار والاتجاه	متغيرة المقدار والاتجاه
السرعة	متغيرة المقدار ثابتة الاتجاه	متغيرة المقدار والاتجاه
وصفه او شكله بالرسم		

وجه المقارنة	عندما تكون الشحنة المسببة للمجال موجبة	عندما تكون الشحنة المسببة للمجال سالبة
اتجاه المجال	يكون اتجاه المجال مبتعدا عنها	يكون اتجاه المجال متجها اليها (باتجاهها)
شكل المجال حول الشحنة		
وجه المقارنة	شحنتين متساويتين فى المقدار ومختلفتين فى النوع	شحنتين متساويتين فى المقدار ومتشابهتين فى النوع
اتجاه المجال	يخرج من الشحنة الموجبة متجها الى الشحنة السالبة	يخرج من كلا الشحنتين اذا كانتا موجبتين ويدخل الي كلا الشحنتين اذا كانتا سالبتين
شكله		

وجه المقارنة	توصيل المكثفات على التوالي	توصيل المكثفات على التوازي
اسلوب التوصيل (رسم توضيحي)		
السعة المكافئة	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$
كمية الشحنة الكهربائية	ثابتة $q_{eq} = q_1 = q_2 = q_3$	متغيرة وتتوزع بنسب طردية مع السعة $q_{eq} = q_1 + q_2 + q_3$
الجهود	متغير ويتوزع بنسب عكسية مع السعة $V = V_1 + V_2 + V_3$	ثابت $V = V_1 = V_2 = V_3$
السعة المكافئة لمجموعة سعات متماثلة	$C_{eq} = \frac{C_{لدا}}{N_{لدا}}$	$C_{eq} = C_{لدا} \cdot N_{لدا}$
علاقة السعة المكافئة للمجموعة مع السعات	اصغر من اصغر سعة مكثف بالمجموعة	اكبر من اكبر سعة مكثف بالمجموعة
الغرض من التوصيل	الحصول على اقل سعة للمكثفات	الحصول على اكبر سعة للمكثفات
الطاقة الكهربائية المخزنة	تحتزن الطاقة بنسب عكسية لسعة المكثف	تحتزن الطاقة بنسب طردية لسعة المكثف

الاستنتاجات الهامة

استنتاج مع الرسم السعة المكافئة لمجموع مكثفات متصلة على التوالي



1- تكون الشحنة متساوية في جميع المكثفات

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

2- جهد البطارية يساوي مجموع جهود المكثفات

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

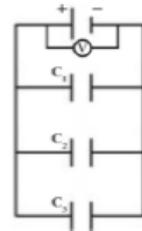
$$V = q/C$$

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

∴ الشحنة ثابتة

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

استنتاج مع الرسم السعة المكافئة لمجموع مكثفات متصلة على التوازي



1- تتوزع الشحنات على المكثفات على حسب سعاتها

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

2- جهد البطارية يساوي جهد كل مكثف

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$q = V \cdot C$$

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

∴ الجهد ثابت

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

القوانين الهامة

شدة المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية	
شدة المجال الكهربائي عند نقطة	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{Kq}{d^2}$
المجال الكهربائي المنتظم	
شدة المجال الكهربائي في المجال الكهربائي المنتظم	$E = \frac{V}{d} = \frac{F}{q}$
فرق الجهد في المجال الكهربائي المنتظم	$V = E \times d$
القوة المؤثرة على جسم مشحون يتحرك داخل مجال كهربائي منتظم	$F = q \times E$

توصيل المكثفات على التوالي	
السعة المكافئة لعدة مكثفات متصلة على التوالي	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
السعة المكافئة لعدة مكثفات <u>متماثلة</u> متصلة على التوالي	$C_{eq} = \frac{C_{\text{لوح واحد}}}{N_{\text{لوحات}}}$
الشحنة الكهربائية لعدة مكثفات متصلة على التوالي	$q_1 = q_2 = q_3 = q_{eq} = C_{eq} V$
جهد كل مكثف لعدة مكثفات متصلة على التوالي	$V_1 = \frac{q}{C_1} , \quad V_2 = \frac{q}{C_2} , \quad V_3 = \frac{q}{C_3}$

توصيل المكثفات على التوازي	
السعة المكافئة لعدة مكثفات متصلة على التوازي	$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$
السعة المكافئة لعدة مكثفات <u>متماثلة</u> متصلة على التوازي	$C_{eq} = C_{\text{لوح واحد}} \cdot N_{\text{لوحات}}$
الجهد الكهربائي لعدة مكثفات متصلة على التوازي	$V = V_1 = V_2 = V_3$
شحنة كل مكثف لعدة مكثفات متصلة على التوازي	$q_1 = C_1 V , \quad q_2 = C_2 V , \quad q_3 = C_3 V$

تم بحمد الله مع اطيب التمنيات بالنجاح والتفوق

ثالثًا

مراجعة الوحدة الثالثة

المغناطيسية

علل لما يلي تعليلا علميا دقيقا

- * عند لف سلك مستقيم يمر به تيار ليصبح ملفا دائريا تزداد شدة المجال المغناطيسي داخل الملف عن خارجه لان تداخل المجالات المغناطيسية داخل اللفة يزيد من شدة المجال المغناطيسي داخل اللفة
- * يتماثل المجال المغناطيسي خارج الملف مع المجال المغناطيسي الناشئ عن قضيب مغناطيسي مستقيم لان الملف الحلزوني عند مرور التيار الكهربائي تكون خطوط المجال المغناطيسي خارجه على شكل منحنيات تماثل خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن قضيب مستقيم ويصبح طرفا الملف قطبان مغناطيسيان يحددهما اتجاه التيار في الملف
- * تتكاثف خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف و تتباعد خارجه . لان تداخل المجالات المغناطيسية داخل اللفة يزيد من شدة المجال المغناطيسي داخل اللفة ولان المجال داخل الملف مجال منتظم وخارج الملف مجال غير منتظم
- * تحرف الإبرة المغناطيسية عند مرور تيار كهربائي مستمر في سلك مستقيم بالقرب منها بسبب تاثيرها بالمجال المغناطيسي الناشئ عند مرور التيار في السلك وهو الاكثر شدة من المجال المغناطيسي الارضى

ماذا يحدث في كل من الحالات التالية

- * عندما لا يسرى تيار في السلك تنتظم البوصلات في اتجاه مجال الارض
- * عندما يسرى تيار في السلك تنتظم البوصلات في اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عند مرور التيار في السلك وهو الاكثر شدة

العوامل التي يتوقف عليها كلا مما يلي

- 1- شدة المجال عند نقطة بالقرب من سلك يمر به تيار كهربائي
- 2- البعد العمودي بين النقطة والسلك
- 3- نوع الوسط
- 2- اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك مستقيم
- 1- اتجاه التيار الكهربائي
- 3- شدة المجال المغناطيسي (B) عند مركز الملف الدائري
- 1- نوع الوسط الذي يوضع فيه الملف
- 2- شدة التيار المار في الملف (I)
- 3- نصف قطر الملف الدائري (r)
- 4- عدد اللفات المتكونة منها الملف (N)
- 4- شدة المجال المغناطيسي في ملف حلزوني
- 1- عدد اللفات في وحدة الاطوال
- 2- شدة التيار المستمر المار في الملف (I)
- 3- نوع الوسط الذي يوضع فيه الملف

التجارب الهامة

دراسة خواص المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في ملف دائري

عند وضع برادة حديد على ورقة يمر به سلك ملفوف عدد من اللفات بشكل دائري يمر به تيار مستمر نلاحظ ان :

1- ظهور خطوط المجال المغناطيسي على شكل دوائر مركز سلك الملف وتكون متكاثفة داخل الملف ويقل تحديها لتصبح خطوط مستقيمة عند مركز الملف

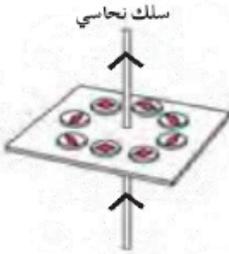
2- خطوط المجال المغناطيسي عند مركز الملف خط مستقيم



دراسة خواص المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في سلك

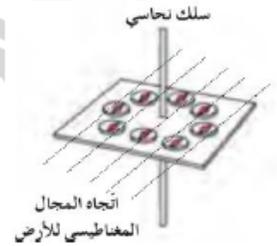
عندما يسرى تيار في السلك

تنتظم البوصلات في اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عند مرور التيار في السلك وهو الاكثر



عندما لا يسرى تيار في السلك

تنتظم البوصلات في اتجاه مجال الارض



شدة

* يمكن اظهار المجال المغناطيسي المحيط بسلك مستقيم يمر به تيار كهربائي مستمر بوضع مجموعة من البوصلات او برادة الحديد حول السلك ثم تمرير التيار الكهربائي

نلاحظ ان :

1- البوصلات وبرادة الحديد تاخذ اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار في السلك

2- يكون شكل المجال دوائر متحدة المركز مركزها محور السلك

* عند عكس اتجاه التيار في السلك نلاحظ انعكاس اتجاه ابرة البوصلة مما يدل على تغير اتجاه المجال

دراسة خواص المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في ملف حلزوني

عند وضع برادة الحديد فوق ورقة يمر به ملف حلزوني مكون من عدد من اللفات نلاحظ ان :

1- داخل الملف تكون خطوط المجال المغناطيسي على هيئة خطوط مستقيمة ومتوازية

مما يدل على ان المجال داخل الملف منتظم

ويصبح طرفي الملف قطبان مغناطيسيان يحددهما اتجاه التيار في الملف

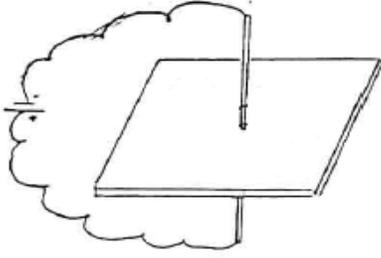


2- خارج الملف تكون خطوط المجال المغناطيسي على شكل منحنيات (مجال غير منتظم)

وتشابه خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن قضيب مغناطيسي مستقيم

ويصبح طرفي الملف قطبان شمالي وجنوبي وهما اتجاه المجال

(أ) يوضح الشكل المجاور سلك يمر فيه تيار كهربائي والمطلوب :



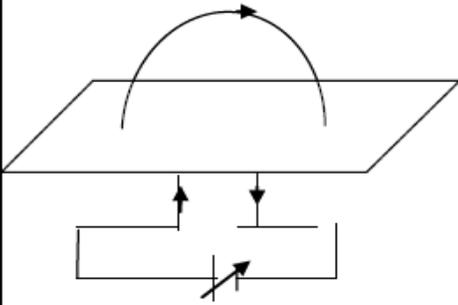
- * ارسم شكل المجال المغناطيسي حول السلك الناشئ عن مرور التيار فيه وحدد اتجاهه .
* ماذا يحدث إذا عكس اتجاه التيار في السلك .

.....
.....

- * اذكر عناصر متجه المجال عند نقطه حول السلك .

.....
.....

(ب) - ارسم شكل المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي مستمر في الملف الدائري:



- حدد على الرسم اتجاه لمجال المغناطيسي عند كل من طرفي الملف وعند مركزه .
* ماذا يحدث لشدة المجال المغناطيسي الناتجة عند المركز في كل من الحالتين التاليين :

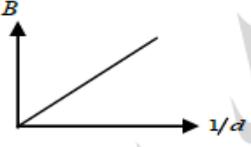
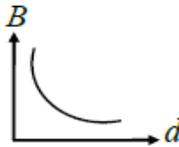
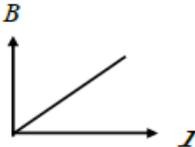
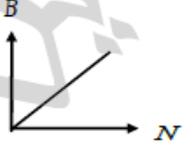
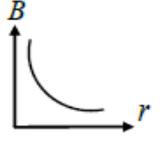
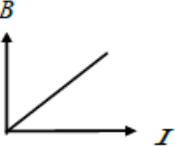
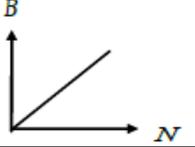
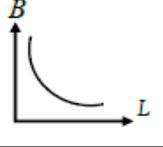
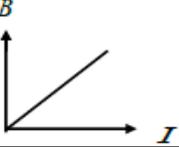
- ** عند زيادة شدة التيار المار في الملف إلى مثلي ما كانت عليه .

.....
.....

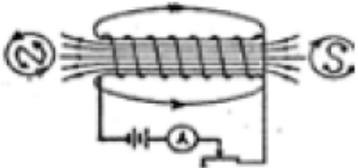
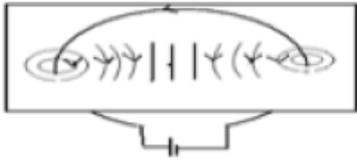
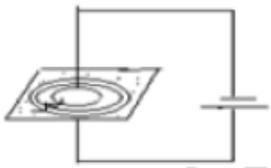
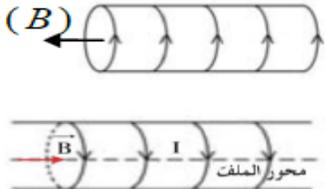
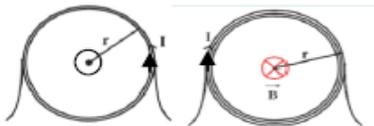
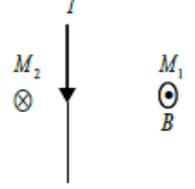
- ** عند إنقاص عدد لفات الملف إلى نصف ما كانت عليه (عند ثبات نصف القطر)

.....
.....

العلاقات البيانية الهامة

شدة المجال المغناطيسي (B) في سلك مستقيم		
العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي ومقلوب بعد النقطة عن السلك	العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي وبعد النقطة عن السلك	العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي وشدة التيار
		
شدة المجال المغناطيسي (B) عند مركز الملف الدائري		
العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي وعدد اللفات	العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي ونصف قطر اللفة	العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي وشدة التيار
		
شدة المجال المغناطيسي (B) عند محور الملف الحلزوني		
العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي وعدد اللفات	العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي وطول محور الملف	العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي وشدة التيار
		

المقارنات الهامة

ملف حلزوني	ملف دائري	سلك مستقيم	رسم خطوط المجال
			
خطوط مستقيمة داخل الملف اما خارجه فتشابه خطوط المجال لمغناطيس مستقيم له قطبان يحددهما اتجاه التيار	على شكل دوائر متكاثفة داخل الملف يقلّ تحديدها لتصبح خطا مستقيما عند مركز الملف تتباعد خارج الملف	مجال غير منتظم على هيئة دوائر مركزها السلك نفسه تزداد كثافتها كلما اقتربنا من السلك	خواص خطوط المجال
عناصر متجه المجال المغناطيسي			
محور الملف	الخط المستقيم المار بمركز الملف	المماس المرسوم على خط المجال المغناطيسي الدائري عند النقطة (M)	1- الحامل
بوضع ابرة مغناطيسية عند مركز محور الملف بحيث تشير الى اتجاه المجال من القطب الجنوبي الى القطب الشمالي توضع اليد اليمنى فوق الملف بحيث توازي الاصابع حلقات الملف الى اتجاه مرور لتيار افى الحلقات ويشير الإبهام الى اتجاه متجه المجال المغناطيسي	بوضع ابرة مغناطيسية في مركز الملف بحيث تشير الى اتجاه المجال من القطب الجنوبي الى القطب الشمالي بوضع اليد اليمنى فوق الملف بحيث تلف الاصابع باتجاه التيار تشير الاصابع باتجاه التيار والإبهام يشير الى اتجاه المجال المغناطيسي في الملف	عمليا باستخدام بوصلة صغيرة توضع عند النقطة بحيث تشير ابرة البوصلة الى اتجاه المجال من القطب الجنوبي الى القطب الشمالي نظريا بقاعدة اليد اليمنى يشير الإبهام الى اتجاه التيار والاصابع الملتفة حول السلك الى اتجاه المجال	تحديد اتجاه المجال
يتناسب مقدار شدة المجال طرديا مع 1- شدة التيار المار في الملف (I) 2- عدد اللفات في وحدة الاطوال ($\frac{N}{L}$) ويتناسب عكسيا مع طول محور الملف (L)	يتناسب مقدار شدة المجال طرديا مع 1- عدد لفات الملف (N) 2- شدة التيار المار في الملف (I) وعكسيا مع نصف قطر الملف	مقدار شدة المجال يتناسب طرديا مع شدة التيار المار في السلك وعكسيا مع بعد النقطة (M) عن محور السلك	المقدار
$B = \frac{\mu \times I \times N}{L}$ $B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times I \times N}{L}$	$B = \frac{N \mu_0 I}{2r}$ $B = \frac{2 \times \pi \times 10^{-7} \times I \times N}{r}$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$ $B = \frac{2 \times 10^{-7} \times I}{d}$	المقدار
1- نوع الوسط الذي يوضع فيه الملف 2- شدة التيار المار في الملف 3- عدد اللفات في وحدة الاطوال 4- عدد اللفات المتكونة منها الملف	1- نوع الوسط الذي يوضع فيه الملف 2- شدة التيار المار في الملف 3- نصف قطر الملف الدائري 4- عدد اللفات المتكونة منها الملف	1- شدة التيار 2- البعد العمودي بين النقطة والسلك 3- نوع الوسط	العوامل التي يتوقف عليها شدة المجال المغناطيسي
			

القوانين الهامة

مقدار شدة المجال الناشئ عن مرور التيار المستمر في سلك مستقيم	$B = \frac{\mu_0 I}{2 \pi d}$	$B = \frac{2 \times 10^{-7} \times I}{d}$
مقدار شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار المستمر في ملف دائري عند مركزه	$B = \frac{N \mu_0 I}{2 r}$	$B = \frac{2 \times \pi \times 10^{-7} \times I \times N}{r}$
مقدار متجه شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في ملف حلزوني	$B = \frac{N \mu_0 I}{L}$	$B = \frac{4 \pi \times 10^{-7} \times I \times N}{L}$

تم بحمد الله مع اطيب التمنيات بالنجاح و التفوق

رابعاً

مراجعة الوحدة الرابعة

الضوء

المصطلح العلمي

الموجات الكهرومغناطيسية	موجات تنتشر بجزء كهربائي وجزء مغناطيسي تطلقها الشحنات الكهربائية المعجلة او المهتزة
انعكاس الضوء	التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء على سطح عاكس
القانون الاول للانعكاس	الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعا في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس
القانون الثاني للانعكاس (قانون ديكارت)	زاوية السقوط = زاوية الانعكاس
الانكسار	عبارة عن التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء عند مروره بشكل مائل على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين بالكثافة الضوئية بسبب تغير سرعته
القانون الاول للانكسار	الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعا في مستوى واحد عموديا على السطح الفاصل
القانون الثاني للانكسار (قانون سنل)	النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الاول الى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني نسبة ثابتة
معامل الانكسار النسبي بين وسطين	النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الاول وجيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني تساوي نسبة ثابتة
معامل الانكسار المطلق	النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع في الهواء الى جيب زاوية الانكسار في الوسط المادي
حيود الضوء	ظاهرة انحراف الموجة الضوئية عن مسارها الاصلى عندما تمر خلال ثقب ضيق او حافة حادة اثناء انتشارها
استقطاب الضوء	تكوين حزمة من الموجات الكهرومغناطيسية التي تكون اهتزازاتها جميعا في مستوى واحد
موجات الضوء	موجات كهرومغناطيسية مستعرضة تتكون نتيجة اهتزاز مجال كهربائي من سطح مستو معين ومجال مغناطيسي في سطح مستو اخر متعامد عليه
المرآيا	سطوح ناعمة عاكسة مصنوعة من معدن لامع او من زجاج مطلي احد سطوحه بمادة القصدير او الزئبق او الفضة
السطوح الكروية	قطع من كرة نصف قطرها (r) يتم قصها من كرة وطلاء احد وجهيها الداخلي او الخارجي بمادة عاكسة لتصبح مرآة كروية
بعض المصطلحات على المرآيا الكروية	
قطب المرآة	نقطة في منتصف السطح العاكس
المحور الاساسي	الخط الحامل لنصف القطر والمار بمركز الكرة ويتقاطع مع سطح المرآة بالقطب (S)
نصف قطر التكور	المسافة بين قطب المرآة ومركز التكور
بؤرة المرآة	نقطة في منتصف المسافة بين قطب المرآة ومركز تكور المرآة
البعد البؤري	المسافة بين قطب المرآة والبؤرة (SF)
البعد الهدبي	المسافة بين هديين متتاليين من النوع نفسه
نصف قطر التكور	المسافة بين اي نقطة على السطح العاكس ومركز التكور (O)

الصورة الحقيقية	الصورة التي تتكون من تلاقى الأشعة المنعكسة على المرايا ويمكن استقبالها على حائل
الصورة التقديرية	الصورة التي تتكون من امتدادات الأشعة المنعكسة على المرايا ولا يمكن استقبالها على حائل
الزاوية الحرجة	زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوي (90°)
الاياف الضوئية البصرية	الاياف زجاجية دقيقة لا يفقد الضوء خلالها الطاقة

علل لما يلي تعليلا علميا دقيقا

- * فسر اسحاق نيوتن الضوء على انه تيار من الجسيمات الدقيقة لانه ينتشر في خطوط مستقيمة
- * أكد العالم هيجنز بالتجربة ان الضوء ينتشر على شكل موجات لانه ينحني حول الاجسام
- * للضوء طبيعة مزدوجة
لان الضوء يسلك سلوك الموجات عندما يتفاعل مع الاجسام الكبيرة حيث ينعكس ويتداخل ويستقطب ويسلك سلوك الجسيمات عندما يتفاعل مع الاجسام الصغيرة مثل الذرات والالكترونات
- * من اجل رؤية حيود الضوء بوضوح يجب ان تكون الفتحة التي سيمر منها الضوء صغيرة جدا لان الطول الموجي للضوء المرئي صغير جدا
- * يفسر سبب اتساع المساحة المضاءة على الحائل كما لا نتوقعه في حالة عدم انحراف الضوء لان جميع نقاط الفتحة تعمل كمصادر ثانوية ضوئية تبعث الضوء في جميع الاتجاهات
- * يفسر سبب شدة اضاءة الهدب المركزي بالمقارنة مع اضاءة الاهداب المضيئة الاخرى يتداخل العدد الاكبر من الموجات المتفقة في الطور والقسم الاكبر من الموجات المتداخلة يتجه نحو وسط الحائل
- * موجات الضوء تستقطب (الموجات الكهرومغناطيسية تستقطب)
لان الاستقطاب خاص بالموجات المستعرضة فقط والضوء موجة مستعرضة
- * عندما نتحدث على الاستقطاب نهتم بالمجال الكهربائي لان المجال المغناطيسي يهتز دائما باتجاه متعامد على المجال الكهربائي
- * اذا اخذنا موجة كهرومغناطيسية واحدة تكون هذه الموجة مستقطبة لان المجال الكهربائي يهتز في سطح مستوى ثابت
- * يكون الضوء العادي غير مستقطب لانه يحتوى على عدد كبير من الموجات التي تهتز في مستويات مختلفة
- * توجد بلورات جزيئاتها مرتبة ترتيبا خاصا بحيث لا تسمح بالمرور إلا للموجات الضوئية المستقطبة في سطح مستو معين لهذه البلورات محور استقطاب معين يسمى (المحور البصرى) وقد تحتوى بعض البلورات على اكثر من محور بصرى
- * في تجربة الشق المزدوج ليونج يزداد وضوح التداخل كلما قلت المسافة بين الشقين
لان المسافة بين هديين مضيئين متتاليين او مظلمين متتاليين تتناسب عكسيا مع المسافة بين الشقين $\Delta X = \frac{\lambda L}{a}$
- * من الصعوبة إجراء تجارب الحيود في الضوء عملياً في مختبرات المدرسة لكن من السهولة إجراء تجارب حيود الصوت لان الطول الموجي للصوت اكبر بكثير من الطول الموجي للضوء وبالتالي فان الفتحات الموجودة في الطبيعة تتناسب مع الطول الموجي للصوت

* يكون الحاجز الثانى موازيا للحاجز الاول فى تجربة يونج

حتى يكون الشقان على صدر جبهة موجة واحدة فتكون الموجات النافذة منهما متساوية فى التردد ومتفقة فى الطور

* الهدب المركزي هذب مضىء دوما .

لان بعده عن الشقين يكون متساوى فيكون فرق المسار بالنسبة للموجتين الواصلتين اليه يساوى صفر فيحدث بينهما تداخل بناء حيث تلتقى قمة مع قمة او قاع مع قاع

* يكون للهدب المركزي أكبر شدة .

لان القسم الاكبر من الموجات الثانوية يتجه نحو وسط الحائل كما ان الهدب المركزي يبعد اقل مسافة عن المنبع

* يمكن ملاحظة حيود الصوت أثناء حياتنا العادية و لا يمكن ملاحظة حيود الضوء.

لان الطول الموجى للصوت اكبر بكثير من الطول الموجى للضوء وبالتالي فان الفتحات الموجودة فى الطبيعة تتناسب مع الطول الموجى للصوت

* معامل الانكسار النسبي بين وسطين مقدار ليس له وحدة قياس.

لانه يساوى النسبة بين السرعتين فى الوسطين

* معامل الانكسار المطلق أكبر من الواحد

* معامل الانكسار المطلق لاي وسط مادى أكبر من الواحد الصحيح دوما

لان $(\mu_1 = \frac{c}{V_1})$ حيث ان سرعة الضوء فى الفراغ اكبر من سرعته فى اى وسط شفاف اخر

* ينكسر الضوء عند انتقاله من وسط شفاف متجانس إلى وسط آخر شفاف ومتجانس .

بسبب اختلافهما فى الكثافة الضوئية مما يسبب اختلاف سرعتهما

* شدة لمعان الماس .

لأن الزاوية الحرجة للماس صغيرة جدا فتكون زوايا سقوط معظم الأشعة الساقطة أكبر منها فيحدث انعكاس كلي للضوء الساقط مما يسبب لمعان الماس بشدة .

* رؤية القلم الموضوع فى الماء وكأنه مكسور عندما تنظر إليه بصورة مائلة من فوق سطح الماء .

بسبب انكسار الأشعة الضوئية عند انتقالها من وسط اكبر كثافة ضوئية الى اقل كثافة ضوئية فينتج تغير فى مسار الأشعة عند سقوطها بزاوية مائلة على السطح الفاصل

* تبدو الأسماك للصيد أقرب من مواقعها الحقيقية تحت سطح الماء.

بسبب انكسار الأشعة الضوئية عند انتقالها من وسط اكبر كثافة ضوئية الى اقل كثافة ضوئية فينتج تغير فى مسار الأشعة عند سقوطها بزاوية مائلة على السطح الفاصل

* لا ينكسر شعاع ضوئى سقط بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة من وسط أكثر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية .

لأنه يحدث انعكاس كلي للشعاع فى نفس الوسط الذى سقط فيه

* حدوث ظاهرة الانعكاس الكلى

بسبب سقوط الضوء من الوسط الاكبر كثافة ضوئية الى الوسط الاقل كثافة ضوئية بزاوية اكبر من الزاوية الحرجة

* ينتقل الشعاع الضوئى داخل الالياف الضوئية بالانعكاس الكلى الداخلى

لان الشعاع الضوئى داخل الليفة موجود فى وسط له معامل انكسار (n_2) اكبر من معامل انكسار غلاف الليفة

الضوئية (n_1) وبالتالي تكون زاوية السقوط اكبر من الزاوية الحرجة

وبالتالى ينقل الشعاع الضوئى داخل الليفة بالانعكاس الكلى مما يمنعه من الهروب من الليفة

* المرآة المقعرة تجمع الأشعة
لان الحزمة الضوئية موازية للمحور فتنعكس مارة بالبؤرة الواقعة امام السطح الداخلى العاكس لها اى تتجمع

* المرآة المحدبة تفرق الأشعة
لان الحزمة الضوئية الموازية للمحور الاساسى تنعكس وكانها منبعثة من البؤرة اى تتفرق

* صغر حجم ووزن الليفة الضوئية بالمقارنة مع الكابلات النحاسية التي لها السعة نفسها
لحمل الإشارات الكهربائية

* تستخدم الألياف الضوئية في العمليات الجراحية التي تعتمد على المنظار
وذلك لرفعها وقابليتها للالتناء من دون أن تؤثر على انتقال الضوء داخلها

العوامل التي يتوقف عليها كلا مما يلي

* الطول الموجى للضوء احادى اللون
(ا) المسافة بين هديين مضيئين او مظلمين متاليين (ب) المسافة بين الشق المزدوج والحائل (ج) المسافة بين الشقين

* المسافة بين هديين مظلمين او مضيئين فى تجربة يونج
(ا) الطول الموجى (ب) المسافة بين الشق المزدوج والحائل (ج) المسافة بين الشقين

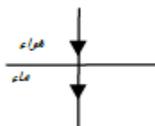
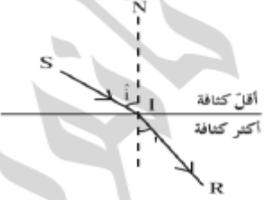
* البعد الهدبى (البعد بين الاهداب) : 1- المسافة بين الشقين 2- بعد الحائل عن الشقين 3- الطول الموجى

* خواص الصورة المتكونة : 1- نوع المرآة او العدسة 2- بعد الجسم عن المرآة او العدسة

المقارنات الهامة

وجه المقارنة	نظرية نيوتن	النظرية الموجية لهويجنز
وصف الضوء	اعتبر الضوء جسيمات تسير فى خطوط مستقيمة	اعتبر الضوء موجات
تهتم بـ	البصريات الهندسية (الخواص الجسيمية)	البصريات الفيزيائية (الخواص الموجية)
اساس النظرية	تقوم على دراسة ان الضوء يمثل بشعاع وينتشر فى خط مستقيم	تقوم على دراسة الضوء اعتمادا على الخواص الموجية للضوء
تستخدم فى	تستخدم فى دراسة انعكاس وانكسار الضوء	تستخدم فى تفسير ظواهر التداخل والحيود

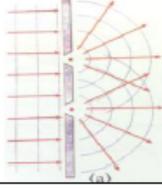
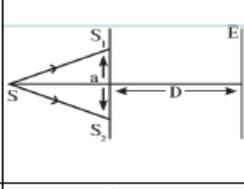
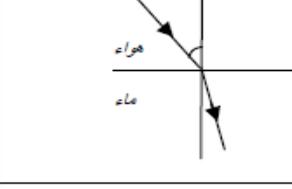
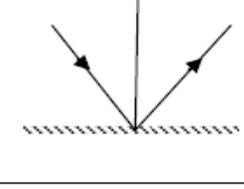
وجه المقارنة	السطح مصقول	السطح غير مصقول
الأشعة المنعكسة منها	متوازية وفى اتجاه واحد	غير متوازية وفى عدة اتجاهات
نوع الانعكاس	منتظم	غير منتظم

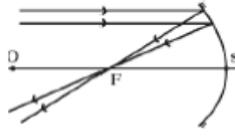
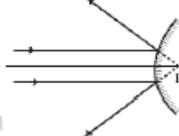
عند سقوط شعاع ضوئي عموديا على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية	عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط اكبر كثافة الى وسط اقل كثافة ضوئية	عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط اقل كثافة الى وسط اكبر كثافة ضوئية
فانه ينفذ الى الوسط الثاني دون ان يعانى انحراف وينكسر	فانه ينكسر مبتعدا عن العمود	فانه ينكسر مقتربا من العمود
تكون زاوية السقوط ($i=0$) وتكون زاوية الانكسار ($r=0$)	وتكون زاوية السقوط (i) اقل من زاوية الانكسار (r)	وتكون زاوية السقوط (i) اكبر من زاوية الانكسار (r)
		

الهدب المظلم	الهدب المضيء	وجه المقارنة
تداخل هدام	تداخل بناء	نوع التداخل
$X = \frac{(2n+1)\lambda D}{2a}$	$X = \frac{n\lambda D}{a}$	المسافة بين الهدب المركزي والهدب

انعكاس غير منتظم	انعكاس منتظم	وجه المقارنة
ينتج عن سطح غير مصقول (خشن)	ينتج عن سطح مصقول (عاكس)	السطح العاكس
تسقط الأشعة بشكل متوازي تنعكس غير متوازية	تسقط الأشعة بشكل متوازي تنعكس متوازية	اتجاه الأشعة
معظم مائراه حولنا	مرآة	اماكن حدوثه
لا يخضع لقوانين الانعكاس في الضوء	يخضع لقوانين الانعكاس في الضوء	تطبيق قوانين الانعكاس

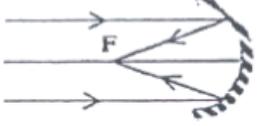
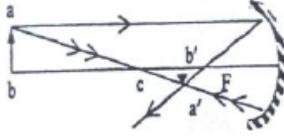
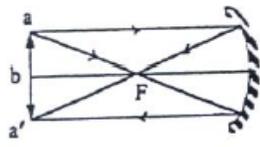
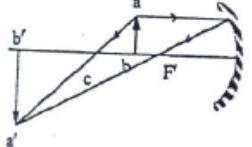
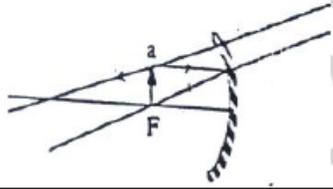
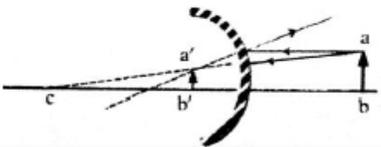
الانكسار	الحيود
يحدث بين وسطين مختلفين الكثافة	يحدث في نفس الوسط
تغيير مسار موجات الضوء عند انتقالها بين وسطين مختلفين في الكثافة	انحناء الموجات حول حافة حادة او عند نفاذها من فتحة صغيرة بالنسبة الى طولها الموجي
سرعة الضوء تتغير	سرعة الضوء لا تتغير

				وجه المقارنة
حيود	تداخل	انكسار	انعكاس	اسم الظاهرة
اصطدام الاشعة بحافة صلبة او فتحة صغيرة	التقاء الموجات	انتقال الاشعة بين وسطين مختلفين في الكثافة	اصطدام الاشعة بسطح عاكس	سبب حدوثها

المرآة المقعرة	المرآة المحدبة	وجه المقارنة
السطح العاكس من	السطح العاكس من الداخل	شكل السطح العاكس
تنعكس مارة بالبؤرة	تنعكس كأنها مبعثة من البؤرة	ماذا يحدث لحزمة ضوئية موازية للمحور الاصيلي
موجب	سالب	اشارة البعد البؤري
مجعة للضوء	مفرقة للضوء	خصائصها
بؤرة حقيقية	بؤرة تقديرية	نوع البؤرة المتكونة
		الرسم

الصورة التقديرية	الصورة الحقيقية
تنتج من امتداد الاشعة المتفرقة لا يمكن استقبالها على حائل وتقع خلف المرآة المحدبة وفي نفس الجهة من العدسة تكون معتدلة بالنسبة للجسم	تنتج من تلاقي الاشعة متجمعة يمكن استقبالها على حائل تقع امام المرآة المقعرة وفي الجهة الاخرى من العدسة تكون مقلوبة بالنسبة للجسم

مرآة محدبة	مرآة مقعرة	وجه المقارنة
صورة تقديرية معتدلة مصغرة	صورة حقيقية مقلوبة مصغرة	الجسم ابعد من مركز التكور
صورة تقديرية معتدلة مصغرة	صورة حقيقية مقلوبة مساوية	الجسم عند مركز التكور
صورة تقديرية معتدلة مصغرة	صورة مقلوبة حقيقية مكبرة	الجسم بين مركز التكور والبؤرة
صورة تقديرية معتدلة مصغرة	صورة معتدلة تقديرية مكبرة	الجسم بين البؤرة والعدسة او المرآة

الرسم المرآة	صفات الصورة	موضع الصورة	موضع الجسم
	حقيقية مقلوبة مصغرة جداً	عند البؤرة	بعيد جداً
	حقيقية مقلوبة مصغرة	بين البؤرة ومركز التكور	ابعد من مركز التكور
	حقيقية مقلوبة مساوية	عند مركز التكور	عند مركز التكور
	حقيقية مقلوبة مكبرة	ابعد من مركز التكور	بين البؤرة ومركز التكور
	تقديرية معتدلة مكبرة	ابعد من مركز التكور	بين البؤرة والسطح
	تقديرية معتدلة مصغرة	اقل من البعد البؤرى	عند اى موضع امام الجسم

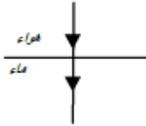
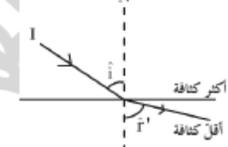
ماذا يحدث في كل من الحالات التالية

- * عند سقوط الموجات الضوئية على سطح شفاف يفصل بين وسطين مختلفين
- 1- يرتد بعض من الضوء او كلها الى الوسط نفسه ويسمى ذلك انعكاس
- 2- ينفذ بعض من الطاقة الضوئية الى الوسط الثانى ويسمى ذلك انكسار

* اذا كان السطح العاكس مصقولاً
تنعكس الاشعة الساقطة بشكل متوازي (في اتجاه واحد) ويسمى ذلك انعكاس منتظم

* اذا كان السطح العاكس غير مصقولاً (خشناً)
تنعكس الاشعة الساقطة في اتجاهات عديدة ويسمى ذلك انعكاس غير منتظم

* اذا سقط شعاع ضوئى عموديا على السطح العاكس
تكون زاوية السقوط تساوى صفر ($i = 0$)
وزاوية الانعكاس تساوى صفر ($r = 0$)

<p>عند سقوط شعاع ضوئى عموديا على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية</p>	<p>عندما ينتقل شعاع ضوئى من وسط اكبر كثافة الى وسط اقل كثافة ضوئية</p>	<p>عندما ينتقل شعاع ضوئى من وسط اقل كثافة الى وسط اكبر كثافة ضوئية</p>
<p>فانه ينفذ الى الوسط الثانى دون ان يعانى انحراف وينكسر</p>	<p>فانه ينكسر مبتعدا عن العمود</p>	<p>فانه ينكسر مقتربا من العمود</p>
<p>تكون زاوية السقوط ($i = 0$) وتكون زاوية الانكسار ($r = 0$)</p>	<p>وتكون زاوية السقوط (i) اقل من زاوية الانكسار (r)</p>	<p>وتكون زاوية السقوط (i) اكبر من زاوية الانكسار (r)</p>
		

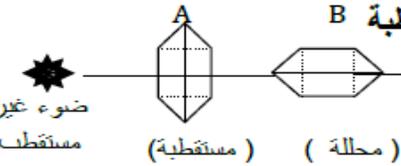
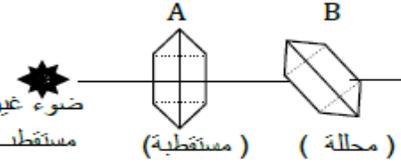
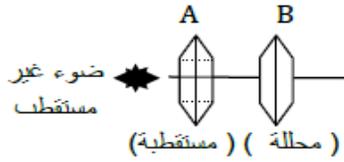
* عندما يكون فرق المسير (δ) بين الموجات المتداخلة مساويا لطول الموجى او عدد صحيح مضروب في الطول الموجى يكون التداخل بناء وهدب مضئ

* عندما يكون فرق المسير (δ) بين الموجات المتداخلة يساوى نصف الطول الموجى او عدد فردى من انصاف الموجات يكون التداخل هدام وهدب مظلم

* عندما يكون فرق المسير (δ) بين الموجات يساوى صفر يكون التداخل بناء ويسمى الهدب عندئذ بالهدب المركزى الهدب المركزى يكون دائما مضئ

*** عند وضع بلورة مستقطبة في طريق حزمة من الاشعة الضوئية غير المستقطبة**

تسمح البلورة المستقطبة للموجات الضوئية المستقطبة في مستوى معين بالمرور وتمنع مرور الموجات الاخرى



*** اذا وضعنا بلورة ثانية (بلورة محلة) وادناها بحركة دائرية**

نرى الضوء يمر من خلال البلورة الثانية بقوة تزيد وتقل تبعا للزاوية بين المحور البصري للبلورة الثانية (المحلة) والمحور البصري للبلورة الاولى المستقطبة

*** اذا كان المحور البصري للبلورة المحللة عموديا على المحور البصري للبلورة المستقطبة يتوقف مرور الضوء**

*** عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط اقل كثافة الى وسط اكبر كثافة بزاوية مائلة فانه ينكسر مقتربا من العمود وتكون زاوية السقوط اكبر من زاوية الانعكاس .**

*** عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط اكبر كثافة الى وسط اقل كثافة بزاوية مائلة فانه ينكسر مبتعدا عن العمود وتكون زاوية السقوط اقل من زاوية الانكسار**

*** عندما يسقط الشعاع الضوئي عموديا على السطح الفاصل فانه ينفذ دون ان ينكسر وتكون زاوية السقوط تساوي زاوية الانكسار تساوي صفر .**

*** عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط اكبر كثافة الى وسط اقل كثافة بزاوية تسمى الزاوية الحرجة (θ_c) فانه ينكسر منطبقا على السطح الفاصل وتكون زاوية الانكسار (90°)**

*** عند انتقال الشعاع الضوئي من وسط أكبر كثافة الى وسط أقل كثافة وكانت زاوية السقوط (\hat{i}) أكبر من الزاوية الحرجة (θ_c) فإن الشعاع الضوئي لا ينفذ الى الوسط الأقل كثافة بل ينعكس انعكاسا كليا ويرتد الى الوسط نفسه .**

المقصود بكل مما يلي

*** معامل الانكسار المطلق للزجاج = 1.5 .**

اي ان النسبة بين سرعة الضوء في الهواء وسرعته في الزجاج = 1.5

*** معامل الانكسار النسبي بين وسطين = 0.7**

اي ان النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الاول الى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني = 0.7

*** الزاوية الحرجة للماء = (48°)**

اي ان زاوية السقوط في الوسط الاكبر كثافة (الماء) التي تقابلها زاوية الانكسار في الوسط الاقل كثافة (الهواء) تساوي (90°) هي (48°)

*** البعد البؤري للمراة = 15 Cm**

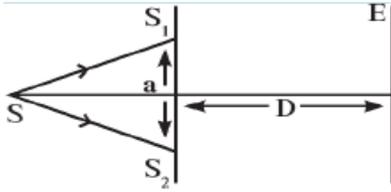
اي ان المسافة بين البؤرة الاساسية وقطب المراة = 15 Cm

*** صورة تكبيرها = $(-1/2)$**

اي ان الصورة تقديرية معتدلة مصغرة للنصف

التجارب الهامة

** تجربة الشق المزدوج



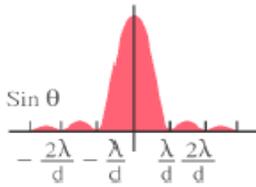
- 1- مصدر ضوئي (S) احادي اللون (احادي التردد) له طول موجي (λ)
- 2- لوحة بها فتحتان متوازيتان ضيقتان جدا (S_2, S_1) تفصل بينهما مسافة (a)
- 3- حائل (E) يبعد عن الحائل الاول مسافة (D)
- 4- عندما يصدر المصدر (S) موجة ضوئية تصل الى الفتحتان (S_2, S_1) وتعملان كمصدرين ضوئيين يبعثان موجات متزامنة ومتفقة في الطور
- 5- تتداخل الموجات الصادرة من المصدرين (S_2, S_1) خلف الحائل الاول
- 6- تستقبل الموجات المتداخلة على الحائل وتعطي اهداب مضيئة ومظلمة

** تجربة توضيح الحيود

نقوم باضاءة ثقب دائري قطره صغير جدا اقل من 1 mm بواسطة مصدر ضوئي احادي اللون

نشاهد على الحائل :

- 1- اهداب دائرية مضاءة ومظلمة متعاقبة نتيجة حيود الضوء
- 2- الهدب المركزي شديد الاضاءة عن باقي الاهداب المضاءة
- 3- تتخفف شدة اضاءة الاهداب المضيئة كلما ابتعدنا عن الهدب المركزي
- 4- عرض الهدب المركزي المضاءة يساوي ضعف عرض اي هذب مضئ اخر
- 5- المساحة المضاءة على الحائل تتجاوز المساحة التي كان من المفترض تغطيتها لو انتشر الضوء بخطوط مستقيمة دون انحراف

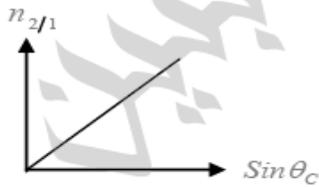


* اذا استبدلنا الفتحة الدائرية بشق طولى واستخدمنا مصدر احادي اللون نشاهد

- 1- اهداب مضاءة ومظلمة افقية واتجاهها عمودي على اتجاه الشق
- 2- هذب مركزي شديد الاضاءة بالمقارنة مع الاهداب المضيئة الاخرى
- 3- عرض الهدب المركزي يساوي ضعف عرض الاهداب الاخرى المضاءة

الاستنتاجات الهامة

* العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة ومعامل انكسار الوسط



$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin r_2$$

إذا كانت زاوية السقوط (θ_c) وزاوية الانكسار تساوي (90°) فإن

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = n_{2/1}$$

الزاوية الحرجة بين وسطين ماديين

نستنتج من ذلك

ان جيب الزاوية الحرجة يساوي النسبة بين معامل انكسار الوسط الاقل كثافة الى معامل انكسار الوسط الاكبر كثافة

* العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة لوسط مادي والهواء والفراغ

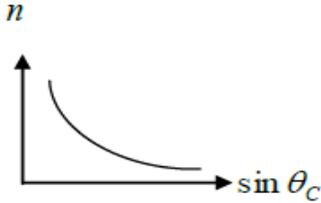
$$n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$$

إذا كانت زاوية السقوط زاوية حرجة (θ_c) تكون زاوية الانكسار (90°)
إذا كان الوسط الثاني هو الهواء ومعامل الانكسار المطلق للهواء (n_2) يساوي (1)

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$n_1 \sin \theta_c = 1 \times 1 = 1$$

حيث (n_1) معامل الانكسار المطلق لوسط أكبر كثافة



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

العلاقات البيانية الهامة

العلاقة بين معامل الانكسار المطلق وجيب الزاوية الحرجة	العلاقة بين معامل الانكسار النسبي وجيب الزاوية الحرجة	العلاقة بين معامل الانكسار المطلق لمادة وزاوية السقوط	العلاقة بين زاوية السقوط وزاوية الانكسار
العلاقة بين الطول الموجي والمسافة بين هذين مضيئين او مظلمين	العلاقة بين الطول الموجي والمسافة بين حائل الاستقبال والشقين	العلاقة بين الطول الموجي والمسافة بين الفتحتين او الشقين	العلاقة بين الطول الموجي وبعد اى هدب عن الهدب المركزي
			العلاقة بين مقلوب بعد الجسم ومقلوب بعد الصورة عن المرآة

القوانين الهامة

القانون الثاني لانعكاس (قانون ديكارت)	$\hat{r} = \hat{i}$
الكثافة الضوئية	$n = \frac{C}{V}$
معامل الانكسار المطلق	$n = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{C}{V}$
معامل الانكسار النسبي بين وسطين	$n_{2/1} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1}$
قانون سنل	$n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$
الزاوية الحرجة بين وسطين ماديين	$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = n_{2/1}$
الزاوية الحرجة من وسط مادي الى الهواء	$\sin \theta_c = \frac{1}{n_1}$
زاوية راس المنشور	$\hat{A} = \hat{r}_1 + \hat{r}_2$
زاوية الانحراف	$\hat{\alpha} = \hat{i}_1 + \hat{i}_2 - \hat{A}$
المنشور الرقيق	
فرق المسار في حالة الهدب المضئ	$\lambda = \frac{X a}{n D} \quad X = \frac{n \lambda D}{a}$
فرق المسار في حالة الهدب المظلم	$\lambda = \frac{2 X a}{(2n+1) D} \quad X = \frac{(2n+1) \lambda D}{2a}$
المسافة بين هديبين متتاليين مضئيين او مظلمين (البعد الهدبي) من النوع نفسه	$\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$
البعد البؤري	$f = \frac{r}{2}$
نصف قطر التكور	$r = 2 f$
القانون العام المرايا	$\frac{1}{U} + \frac{1}{V} = \frac{1}{f}$
التكبير الخطي والمرايا الكروية	$M = \frac{\text{سالب بعد الصورة عن المرآة}}{\text{بعد الجسم عن المرآة}} = -\frac{V}{U}$
قوة المرآة	$P = \frac{1}{f}$

تم بحمد الله مع اطيب التمنيات بالنجاح والتفوق