



بسم الله الرحمن الرحيم

دوسية الخير فينا

للمتحان التنافسي

تخصص: الفيزياء

إعداد:

مينا كنعان

ساميا قروي

نسرين بشارت

براء الفقية

بإشراف الاستاذة: علاء الزواهره

بالتنسيق مع قروب ( الخير فينا )

على موقع الفيس بوك



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَقُلْ أَطِيعُوا  
فِتْيَةَ اللَّهِ كَمَا أَطِيعُوا  
رُسُلَهُ وَالْمُؤْمِنُونَ

وَقُلْ أَطِيعُوا  
فِتْيَةَ اللَّهِ كَمَا أَطِيعُوا  
رُسُلَهُ وَالْمُؤْمِنُونَ



صدق الله العظيم



## المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين الذي أثار قلوبنا بنور علمه المبين، والصلاة والسلام على أشرف المخلوقين والمرسلين حبيبنا محمد صلى الله عليه وسلم نبينا الأمين. نتقدم بعملا هذا إلى زملائنا وزميلاتنا خريجي تخصص الغيزياء، ولكل من يجمعنا بهم رباط العلم من مدرسين وطلاب ومهتمين بعلوم الطبيعة. نضع بين أيديكم هذه الدوسية التي نرجو أن تكون بالمستوى المطلوب... والتي حاولنا جهدنا أن نعمل كفريق متكامل لإعدادها بالشكل المطلوب، وعدم إهمال تفرعات التخصص المتعددة؛ خاصة وأنا محصورين بعاملين يصعب التوفيق بينهما وهما ضيق الوقت وتعدد مواضيع علوم الطبيعة وتنوعها، وحاولنا تقديم إضافة من خلال توضيح معايير اختبار معلمي الغيزياء مع إعطاء أسئلة تطبيقية توضحها وامتحان تجريبي للاختبار قدراتكم، كما حاولنا قدر الإمكان توفير أسئلة موضوعية تغطي تفرعات التخصص.

نرجو من زملائنا وزميلاتنا الكرام ألا يغفلوا علينا بملحظاتهم واقتراحاتهم البناءة، لتصويب الأخطاء إن وجدت ونفادي الزلات والإرتقاء بعملا. ونسأل الله أن تجردوا بعملا الفائدة والقيمة المرجوة.. مع خالص دعاؤنا لكم بالتوفيق وتيسير الأمور، ولا مقابل نرجوه إلا خالص دعاؤكم لنا بالصحة والعافية والسعادة في الدارين.

ولا يفوتنا شكر أختنا ميس زيادات للإضافات والملاحق القيمة والمميزة التي أضفت بعداً إيجابياً على العمل وأخينا الأستاذ علاء الزواهره لجهوده الكبيرة والدائمة في خدمة المجموعة ومنابعته الحثيثة للعمل، لنقدم لكم الدوسية بأفضل صورة ممكنة... ودعواتنا وتمنياتنا للجميع بالتوفيق.

والله ولي التوفيق



الإهداء

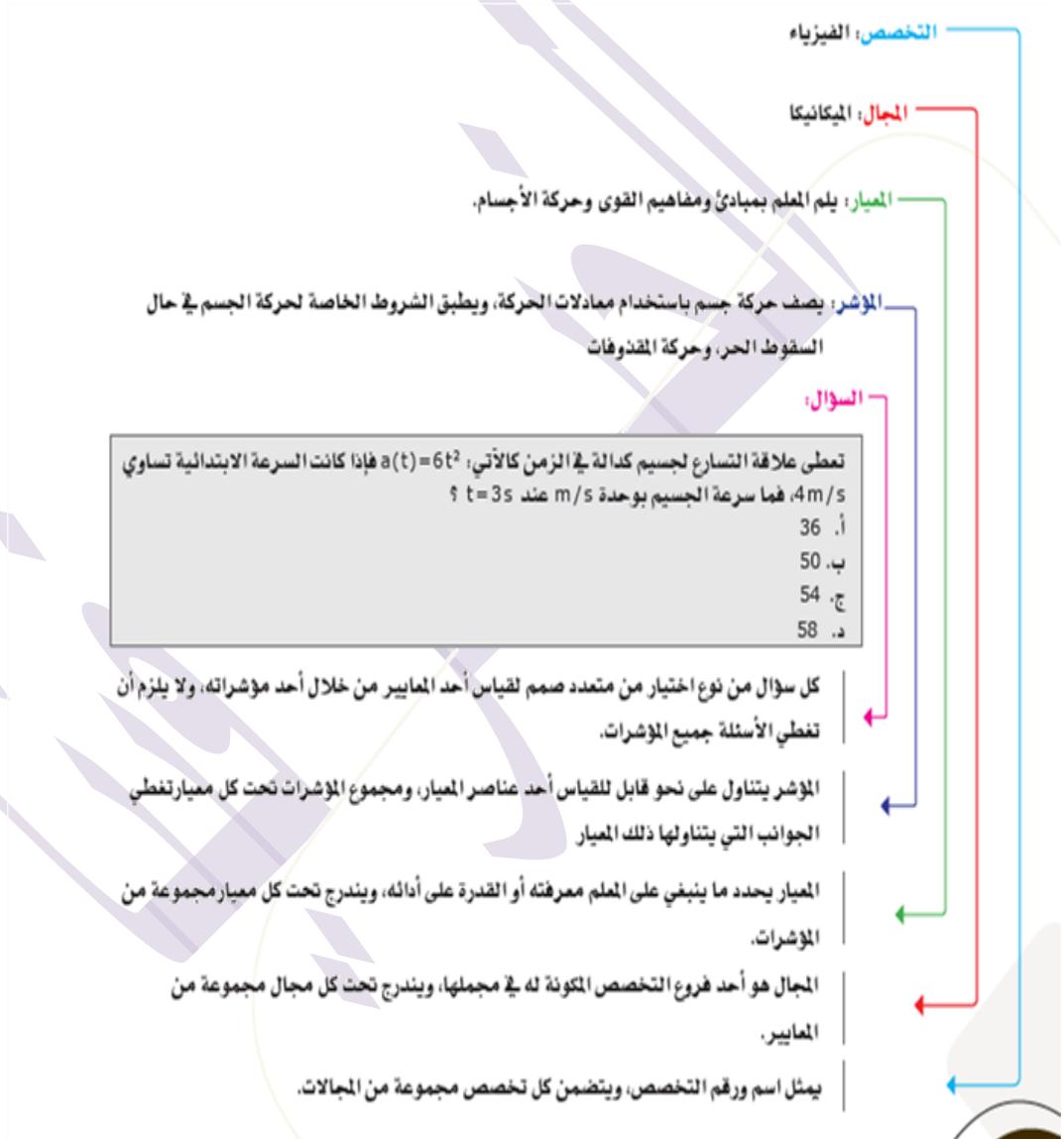
إهداء خاص لكل فرد من أفراد أسرة الخير فينا





## الفصل الاول: تمهيد عن الاختبار

يغطي الاختبار محتوى المعايير التخصصية للفيزياء، يحوي كل منها معيار أو أكثر، ويندرج تحت كل معيار عدة مؤشرات توضع الاسئلة بناءً عليها.





## ماذا يحوي الاختبار:

يغطي الاختبار المجالات الرئيسية لتخصص معلم الفيزياء، وهي:

$f$  تاريخ وطبيعة علم الفيزياء وعلاقة علم الفيزياء بالعلوم الأخرى

$f$  التجريب والمهارات الرياضية وتمثيل البيانات في الفيزياء

$f$  الميكانيكا

$f$  الحرارة وخواص المادة

$f$  الكهرباء والمغناطيسية

$f$  الضوء والموجات

$f$  الفيزياء الحديثة والنوية

$f$  تدريس الفيزياء

## المعايير

المؤشرات	المعيار
1. يلم بأهم الأحداث التاريخية العلمية والتقنية التي أسهمت في تطور علم الفيزياء، ويتمكن من تحليل تلك الأحداث وتوضيح أثرها.	المعيار 1 يعرف المعلم طبيعة علم الفيزياء وتاريخ تطوره.
2. يعرف أبرز العلماء الذين أسهموا في تطور علم الفيزياء وأبرز الإسهامات العلمية والتقنية التي قدموها.	
3. يبين دور الحضارة الإسلامية - والحضارات الأخرى السابقة واللاحقة لها- في تطور علم الفيزياء، ويقدم أمثلة لأبرز إسهاماتها.	
4. يوضح طبيعة العلم، ويشرح سماته الأساسية، مثل قابليته للتعديل، واعتماده على الدليل الحسي.	
5. يوضح غايات علم الفيزياء وخصائصه، ويفرق بين الأسئلة العلمية وغير العلمية في مجال الفيزياء.	
6. يوضح العلاقة بين علم الفيزياء والمجتمع والتقنية، ويقدم أمثلة توضح العلاقات المتبادلة بينها.	
7. يفرق بين الفرض والنظرية والقانون والحقيقة والمفهوم والنموذج العلمي، ويستطيع تقديم أمثلة فيزيائية توضحها.	



المؤشرات	المعيار
1. يلم بمفهوم المنهج العلمي والمفاهيم المرتبطة به، ويبين أهمية ممارسته في الوصول للمعرفة العلمية.	المعيار 2 يلم المعلم بمفهوم المنهج العلمي ومبادئه وخصائصه وطرقه وتطبيقاته وأخلاقياته في علم الفيزياء.
2. يعرف مجموعة من طرق البحث العلمي التجريبية وغير التجريبية التي يمارسها العلماء، ويحدد مدى مناسبتها لاختبار الفرض العلمي.	
3. يطبق طرق البحث العلمي التجريبية وغير التجريبية، ويتمكن من تحديد المتغيرات وضبطها وملاحظتها.	
4. يستخدم مجموعة متعددة من الطرق والأدوات والتقنيات المناسبة للوصول إلى البيانات وجمعها، وتحليلها، وإعداد التقارير عنها، والتواصل بها مع الآخرين.	
5. يستخدم مهارات القياس والمعايرة، ويقدر مستوى الدقة والضبط والخطأ ومصادره في جمع وتسجيل البيانات.	
6. يقوم مصادر متعددة ويستخدمها للوصول إلى المعرفة العلمية مثل: الكتب، والمجلات العلمية المتخصصة، والمواقع الإلكترونية الموثوقة، والمؤسسات والجمعيات العلمية المتخصصة.	
7. يعرف أخلاقيات الممارسات العلمية والبحثية في الفيزياء، ويستوعب تنظيماتها الصادرة في المملكة العربية السعودية.	



المؤشرات	المعيار
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يعرف مكونات المختبر وقواعد واجراءات السلامة والأمان ورموزها.</li><li>2. يبين إجراءات الإسعافات الأولية للإصابات التي يمكن أن تحدث داخل المختبر أو خارجه.</li><li>3. يعرف كيفية استخدام أدوات العمل، وأجهزته بطريقة آمنة ومناسبة لجميع الطلاب.</li><li>4. يوضح المهارات الأساسية لإجراء التجارب الفيزيائية.</li></ol>	المعيار، 3، يجري المعلم التجارب العلمية مراعيًا قواعد السلامة والأمان في المختبر.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يعد ويقرأ الرسوم البيانية ويمثل البيانات.</li><li>2. يتقن التطبيقات الحسابية والكميات المتجهة وعملياتها.</li><li>3. يعرف الوحدات وأنظمتها المختلفة واستخداماتها في الفيزياء والتحويل من نظام وحدات إلى آخر.</li><li>4. يستخدم مبادئ الإحصاء ومفاهيمه في وصف المتغيرات الفيزيائية.</li><li>5. يطبق عمليات التفاضل والتكامل والمعادلات التفاضلية واستخدامها في الفيزياء.</li></ol>	المعيار، 4، يلم المعلم بالمهارات الرياضية وتمثيل البيانات.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف حركة جسم باستخدام معادلات الحركة، ويطبق الشروط الخاصة لحركة الجسم في حال السقوط الحر، وحركة المقذوفات.</li><li>2. يحلل محصلة القوى المؤثرة على نظام متعدد الأجسام وأثرها على تحديد خواص الحركة والإتزان باستخدام قوانين نيوتن.</li><li>3. يستخدم نظرية الشغل والطاقة في تحديد خواص حركة جسم وصفها تحت تأثير قوة متغيرة أو ثابتة، ويحدد مصادر الطاقة وأنواعها، وطرق التحويل بينها، وفقدانها واكتسابها.</li><li>4. يطبق قانون حفظ كمية الحركة لأنواع الظواهر الفيزيائية المختلفة وصور التصادمات المختلفة.</li><li>5. يصف الحركة الدائرية ويربطها بالحركة الخطية وحساب العزم وتأثيره على الحركة الدورانية، وتحديد خواصها واتجاهها باستخدام محصلة العزوم والقوى المؤثرة في النظام ونظرية الشغل والطاقة.</li></ol>	المعيار، 5، يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم القوى وحركة الأجسام.



المؤشرات	المعيار
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف حركة المواع في الأنايب المغلقة و المفتوحة .</li><li>2. يستخدم معادلة الاستمرارية لتحديد كمية السوائل في الحالات المختلفة .</li><li>3. يشرح قوة الطفو و يستخدم المواصفات الهندسية للشكل للتحكم بها .</li><li>4. يصف كميتي الضغط واللزوجة للسوائل وتأثيرهما على حركتها .</li></ol>	المعيار، 6، يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم حركة المواع .
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يبين خاصية المرونة للأجسام، ويتمكن من تقديم التفسير العلمي لها .</li><li>2. يحدد حالات المادة وخصائص كل حالة .</li><li>3. يوضح التركيب الداخلي للمادة .</li></ol>	المعيار، 7، يوضح المعلم بمبادئ ومفاهيم خواص المادة .
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف القوى الكهربائية بين الشحنات المتشابهة والمختلفة، والعوامل المؤثرة عليها .</li><li>2. يحسب شدة المجال الكهربائي وعلاقته بالقوة الكهربائية .</li><li>3. يربط الجهد الكهربائي بمفهومي القوة الكهربائية وشدة المجال .</li></ol>	المعيار، 8، يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم الكهرباء الساكنة .
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يعرف مفهومي التيار وفرق الجهد الكهربائي، و يطبقهما في الدوائر الكهربائية .</li><li>2. يصف المقاومة الكهربائية، وطرق توصيلها وقانون أوم، ويطبق ذلك في الدوائر الكهربائية المختلفة .</li><li>3. يتعرف على المكثفات وسعتها الكهربائية، ويعدد طرق توصيلها و شحنها و تفرينها .</li></ol>	المعيار، 9، يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم التيار الكهربائي و الدوائر الكهربائية .



المؤشرات	المعيار
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يلم بالمفاهيم المرتبطة بالمجال المغناطيسي، ويتمكن من حساب شدة المجال المغناطيسي.</li><li>2. يفسر ظاهرة الحث المغناطيسي ومفهوم التدفق المغناطيسي، وعلاقتها بشدة المجال المغناطيسي وتطبيقاتها في توليد التيار الكهربائي.</li><li>3. يوضح العلاقة بين التدفق المغناطيسي وشدة التيار الكهربائي.</li></ol>	المعيار 10 يصف المعلم بمبادئ ومفاهيم المغناطيسية.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يبين مفهوم الحرارة، ودرجة الحرارة، وطرق انتقالها وتوصيلها في حالات مختلفة.</li><li>2. يوضح مفهوم الغاز المثالي، ويشرح النظرية الحركية للغازات.</li><li>3. يحسب الحجم، والضغط، ودرجة الحرارة، باستخدام قوانين الغازات.</li><li>4. يطبق قوانين الديناميكا الحرارية في أنظمة مختلفة.</li></ol>	المعيار 11 يلم المعلم بمبادئ الحرارة ومفاهيمها والديناميكا الحرارية.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يبين طبيعة الضوء وسرعته وانتقاله في الأوساط المختلفة.</li><li>2. يشرح ظاهرة انعكاس الضوء وتطبيقاتها.</li><li>3. يشرح ظاهرة انكسار الضوء وتطبيقاتها.</li><li>4. يصف ظواهر تداخل الضوء وحيوده واستقطابه.</li></ol>	المعيار 12 يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم الضوء.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يستنتج معادلات الحركة الموجية والكميات الفيزيائية الواصفة لها.</li><li>2. يصف الموجات الميكانيكية وتطبيقاتها.</li><li>3. يشرح ظاهرة دوبلر وتطبيقاتها.</li></ol>	المعيار 13 يلم بمبادئ ومفاهيم الموجات والاهتزازات.



المؤشرات	المعيار
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يعرف الموجات الكهرومغناطيسية ومطيافها وخصائصها الفيزيائية وتطبيقاتها الحديثة، وأن يصف تغير الطاقة والتردد في طيف الموجات الكهرومغناطيسية.</li><li>2. يشرح نظرية الذرة والنماذج الذرية.</li><li>3. يصف مستويات الطاقة للذرة، ويحسب طاقاتها وتأثير الانتقال بينها.</li><li>4. يشرح الظاهرة الكهروضوئية ويحسب التردد ودالة الشغل.</li><li>5. يفسر الطبيعة الكمية والموجية للضوء.</li><li>6. يوضح نظرية النسبية الخاصة وفروضها وتبعاتها.</li><li>7. يبين مبادئ ميكانيكا الكم وأثرها على دقة قياس الكميات الفيزيائية.</li></ol>	المعيار 14 أن يلم بمبادئ ومفاهيم الفيزياء الحديثة.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يتعرف على أنواع الإشعاعات و النشاط الإشعاعي للعناصر النشطة.</li><li>2. يصف ظاهرتي الانشطار والاندماج النووي.</li><li>3. يوضح أسس الطاقة النووية وتطبيقاتها واستخداماتها السلمية.</li><li>4. يشرح طرق الوقاية من الإشعاع، والتحكم فيه، ووسائل الحد من انتشاره.</li></ol>	المعيار 15 أن يلم بمبادئ ومفاهيم الفيزياء النووية والإشعاعية.
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يبين علاقة الرياضيات بالفيزياء، ويستطيع تقديم أمثلة توضح هذه العلاقة.</li><li>2. يوضح تكامل الفيزياء مع العلوم الأساسية الأخرى، مثل الكيمياء، والأحياء، والفلك، وعلم الأرض.</li><li>3. يربط المفاهيم الفيزيائية بتطبيقاتها في المجالات المختلفة، مثل، الطب، والهندسة.</li><li>4. يشرح تطبيقات الفيزياء في البيئة، والصحة، والحياة اليومية.</li></ol>	المعيار 16 يلم بعلاقة الفيزياء بالعلوم الأخرى وتطبيقاتها في الحياة.



المؤشرات	المعيار
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يعرف أهم التوجهات الحديثة في التربية العلمية، مثل، استخدام المعايير في توجيه التربية العلمية، والتكامل في تدريس العلوم، والاهتمام بالثقافة العلمية (العلم للجميع) والربط بين العلم والمجتمع والتقنية وبين العلم والتقنية والهندسة والرياضيات، وتوظيفها في تدريس الفيزياء.</li><li>2. يلم بأساليب توظيف البيئة المحيطة ومكوناتها في تدريس الفيزياء.</li><li>3. يذكر أهم التطبيقات التقنية للمفاهيم والنظريات العلمية.</li><li>4. يلم بثقافة علمية ذات علاقة بما يقوم بتدريسه من موضوعات.</li><li>5. يقترح ويصمم نماذج لتبسيط وتوضيح الأفكار والمفاهيم والظواهر العلمية.</li><li>6. يشرح مفهوم وأهمية معرفة التصورات الخاطئة والمفودة في الفيزياء، وطرق الكشف عنها، ويذكر أمثلة لبعضها، ويبين أثرها في عملية التعلم، وخطورة تجاهل المعلم لها، ويذكر الطرق المناسبة للتعامل معها.</li><li>7. يلم بأنواع التفكير ومهاراته كالتفكير العلمي والإبداعي والناقد واتخاذ القرار وكيفية توظيفها وتنميتها في دروس الفيزياء.</li><li>8. يلم بأبرز مشاريع التطوير العالمية والمحلية في مجال التربية العلمية، والاختبارات الدولية في هذا المجال.</li></ol>	<p>17</p> <p>المعيار، يلم المعلم بالمهارات الأساسية لعلم الفيزياء، والتوجهات الحديثة في التربية العلمية.</p>

المؤشرات	المعيار
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يلم بطرق التدريس والأنشطة المفضلة في تدريس الفيزياء، مثل، المشروعات، حل المشكلات، العروض العملية، التجارب العملية، الدراسات الحثية، الزيارات العلمية، المعارض العلمية، المتاحف. ويشرح الفلسفة التي تقوم عليها وخطوات وإجراءات تطبيقاتها في تدريس الفيزياء، وإجراءات التقويم المناسبة.</li><li>2. يعرف كيفية تصميم الأنشطة الاستقصائية بمستويات متعددة في دروس الفيزياء، وكيفية توجيه المتعلمين إلى توليد الأسئلة العلمية، وإجراء الملاحظات، وجمع البيانات، وتنظيمها، وتحليلها، وتمثيلها، وتفسيرها، وربطها بالمعرفة العلمية الحالية، وتقديم الاجابات العلمية، وإعداد التقارير، والتواصل العلمي بها بطرق وأدوات وتقنيات متعددة.</li><li>3. يعرف كيفية تصميم دروس تحفز استخدام الطلاب لمهارات التفكير العليا، ومهارات حل المشكلات.</li><li>4. يحدد الطريقة المناسبة للتدريس بناء على طبيعة المفهوم العلمي ومستوى الطلاب والإمكانات المتاحة.</li><li>5. يستطيع تخطيط وتنفيذ طرق التدريس بأسلوب يسمح للطلاب بممارسة حوار ونقاش علمي متضبط ومدعم بالدليل حول القضايا العلمية التي يستهدفها الدرس.</li><li>6. يعرف ويحدد مدى مناسبة استخدام الوسائل والتقنيات المهمة في تدريس الفيزياء مثل، النمذجة والوسائط المتعددة (Multimedia) برامج المحاكاة (Simulation) والحساسات (Sensors) في العامل المعتمدة على الحواسيب المصغرة (Microcomputer based Laboratory) (MBL) ويتمكن من استخدامها بأسلوب فاعل في تحقيق أهداف التعلم.</li></ol>	<p>18</p> <p>المعيار، يلم المعلم بطرائق التدريس الخاصة في التربية العلمية.</p>



كيف ادرس؟

المحتوى المغطى في الاختبار	كيف يمكنني المعرفة الجيدة بهذا المحتوى	ماذا لدي من المواد لمذاكرة هذا المحتوى	ما المواد التي احتاجها لمذاكرة هذا المحتوى	أين أجد المواد التي احتاج إليها	تاريخ بداية المذاكرة	تاريخ انتهاء المذاكرة



## تمهيد

العلم : معرفة وطريقة . وللمعرفة أنماط متعددة بينما الطريقة فتمثلها مهارات العلم.

### أنماط المعرفة :

- 1) الحقيقة العلمية: مثال :يغلي الماء النقي عند درجة حرارة 100سْ عند الشروط المعيارية .
- 2) المفهوم العلمي : مثال:السرعة هي الازاحة التي يقطعها الجسم المتحرك في وحدة الزمن.
- 3) المبدأ العلمي : مثال : تتمدد الاجسام الصلبة فيزداد حجمها بارتفاع درجات الحرارة .
- 4) القاعدة العلمية : مثال : قاعدة ارخميدس.
- 5) القانون العلمي: مثال :قانون اوم .
- 6)النظرية العلمية : مثال النظرية الذرية.

\_ سؤال : ( يقل ضغط المائع عندما تزداد سرعته ) هذه العبارة تمثل النمط التالي من انماط المعرفة :

قانون علمي (2) نظرية علمية (3) قاعدة علمية (4) مبدأ علمي

الجواب : 4

### مهارات العلم:

الملاحظة.

القياس. باستخدام ادوات القياس

التصنيف.

التفسير.

التنبؤ.

التواصل . ( تبادل العلماء نتائج بحوثهم وتجاربهم عن طريق نشرها في المجالات العلمية).



الأسلوب العلمي : خطوات شائعة يتبعها الباحثون في الاستقصاء العلمي .مثل جمع المعلومات واجراء التجارب .... الخ .  
عملية القياس : تحديد عدد مرات احتواء كمية فيزيائية غير معروفة المقدار على كمية اخرى محددة من النوع ذاته باستخدام اداة مناسبة .

من الامثلة على الكميات الفيزيائية :

الكتلة . القوة . الضغط ...

سؤال : يكون القياس علميا اذا تضمن النتيجة:

(1) قما فقط (2) رقما ووحدة (3) وحد فقط (4) رقما واداة

الجواب : 2

### اخطاء القياس :

(1) خطأ شخصي يتسبب به الشخص اثناء استخدامه اداة القياس ويعالج ب اعادة المحاولات مرات عديدة ثم حساب المتوسط الحسابي لهذه القيم ( القيمة المقبولة للقياس) وكلما اقتربت النتيجة من هذه القيمة زادت دقة القياس .  
(2) خطأ يرتبط بأداة القياس .

يتم التقليل منه ب معايرة الاداة قبل البدء بعملية القياس ( ضبطها على صفر التدرج) . اصلاح الخلل في الاداة وازالة سببه .

سؤال : ايهما ادق استخام مسطرة مدرجة بوحدة السنتيمتر ام مدرجة بوحدة المليمتر ???

الجواب : المسطرة ذات التدرج بالمليمتر أكثر دقة بالطبع وكلما صغرت قيمة التدرج على الاداة كلما زادت دقته .

\*\*\* ملاحظة : كلما زاد عدد الارقام المعنوية في النتيجة ازدادت دقة القياس مثلا :

1.1 اقل دقة من 1.1233 ☺

### النظام العالمي للوحدات (SI) :

نظام موحد لوحدات القياس تستخدمه الدول جميعها يحتوي على كميات اساسية مثل الكتلة والزمن والطول ودرجة الحرارة وحداتها هي ( كغم، ثانية ، متر، كلفن ) على التوالي . وكميات مشتقة مثل السرعة والضغط والقوة (م/ث . نيوتن / م . كغم/م<sup>2</sup>ث . نيوتن ) .

### بادئات النظام العالمي للوحدات :

تستخدم للتعبير عن الكميات الكبيرة جدا والصغيرة جدا على صورة مصطلحات اخذت من حروف لاتينية . تمثل مضاعفات الرقم 10 أو اجزاء منه .

مثال :

ميغا 10 <sup>6</sup>	كيلو 10 <sup>3</sup>	غيغا 10 <sup>9</sup>
	ميكرو 10 <sup>-6</sup>	ملي 10 <sup>-3</sup>



الجدول (٥-١) : أهمُّ بادئاتِ النظامِ العالميِّ.			
البادئةُ	الرمزُ	العاملُ الأسِّيُّ	القيمةُ
غيغا	G	١٠٠٠٠٠٠٠٠	١٠ <sup>٩</sup>
ميغا	M	١٠٠٠٠٠٠	١٠ <sup>٦</sup>
كيلو	K	١٠٠٠	١٠ <sup>٣</sup>
ديسي	d	$\frac{1}{10}$	١٠ <sup>-١</sup>
ستي	C	$\frac{1}{100}$	١٠ <sup>-٢</sup>
ملي	m	$\frac{1}{1000}$	١٠ <sup>-٣</sup>
ميكرو	••	$\frac{1}{1000000}$	١٠ <sup>-٦</sup>
نانو	n	$\frac{1}{1000000000}$	١٠ <sup>-٩</sup>

سؤال : عبر عن ( 99 ميغا هيرتز ) بوحدة الهيرتز مستخدماً الصورة العلمية :  
الجواب :  $99 \times 10^6 = 9,9 \times 10^7$  هيرتز.

#### أساسيات الفيزياء

##### وحدات القياس

عند قياس مسافة ما يمكنك استخدام أي وحدات قياس مثل : المتر ، الانش ، القدم ، اليارد أو حتى الميل . وهذه الوحدات الفيزيائية المستخدمة في قياس الأطوال تشكل قائمة كبيرة قد لا نستطيع حصرها الآن . إلا أنه من الأهمية بمكان أن نتفق في مختلف أرجاء العالم على استخدام وحدات قياس موحدة .

#### النظام الدولي للوحدات SI Units :

يتم الآن في مختلف أرجاء العالم استخدام نظام موحد للوحدات الفيزياء ، وهو النظام الدولي للوحدات . هذا النظام يحدد ثلاث كميات أساسية هي الطول ، الكتلة والزمن وتُستخدَم وحدات المتر ، الكيلوغرام والثانية لقياسها تبعاً . وباستخدام هذه الوحدات يتم اشتقاق وحدات أخرى لقياس كميات مثل الحجم ، السرعة ، القوة ..... إلخ .



## الطول Length :



تستخدم وحدة المتر ( metre ) لقياس الطول . وعَرّف المتر سابقاً على أنه المسافة بين علامتين محفورتين على قضيب من البلاتين والاريديوم محفوظ تحت درجة حرارة صفر سيلسيوس في متحف قرب باريس . إلا أنه أصبح يعرّف الآن بشكل دقيق على أنه المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ في  $10^{-9} \times 3.225649$  ثانية .

وتشكل الأطوال التي يحتاج العلماء إلى قياسها مدىً واسعاً حيث يساوي قطر الشمس أكثر من 100 مليون متر ، في

حين أن قطر الذرات التي تشكل العناصر أقل من  $\frac{1}{1000000000}$  م

لذلك اشتق العلماء وحدات فيزيائية تشكل مضاعفات وأجزاء من المتر كما هو موضح في الجدول التالي:

الصيغة القياسية	مقارنتها بالمتر ( م )	المسافة
$10^3$ م	1000	1 كيلومتر ( كم )
$10^{-2}$ م	$\frac{1}{100}$	1 سنتيمتر ( سم )
$10^{-3}$ م	$\frac{1}{1000}$	1 ملليمتر ( مم )
$10^{-6}$ م	$\frac{1}{1000000}$	1 ميكرومتر ( $M$ م )
$10^{-9}$ م	$\frac{1}{1000000000}$	1 نانومتر ( نم )

## الكتلة Mass :



تعتبر وحدة الكيلوغرام ( كغ ) الوحدة القياسية للكتلة . ويُحفظ الكيلوغرام العياري في متحف للأوزان والمقاييس في باريس . وتوجد وحدات أخرى مختلفة مبنية على وحدة الكيلوغرام . كما هو موضح بالجدول التالي :

الصيغة القياسية	مقارة بالكيلوغرام ( كغ )	الكتلة
$10^3$ كغ	1000	1 طن
$10^{-3}$ كغ	$\frac{1}{1000} = 1$ غ	1 غرام ( غ )
$10^{-6}$ كغ	$\frac{1}{1000000} = 1$ مغ = $\frac{1}{1000}$ غ	1 ملليغرام ( مغ )



وتعتبر الكتلة إحدى خصائص الجسم والتي تؤثر عليه بطريقتين :

- 1- كل الأجسام تقاوم محاولات تغيير مقدار سرعتها أو اتجاهها ، وتسمى هذه المقاومة القصور ، وكلما كانت كتلة الجسم أكبر كلما كانت ممانعته للحركة أكثر أي أن قصوره أكبر .
- 2- الأرض تجذب كل الأجسام باتجاهها وكلما كانت كتلة الجسم أكبر كلما كانت قوة جذب الأرض له أكبر .

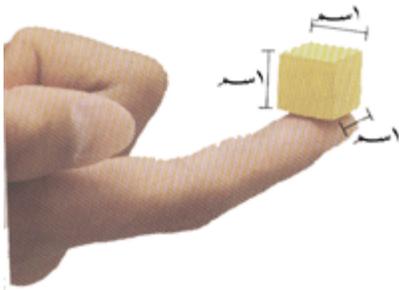
الوحدة القياسية لقياس الزمن هي الثانية (ث) .

وتعتبر الساعة أداة قياس للزمن حيث تقوم هذه الساعات بإصدار نبضات في أزمان متساوية . فمثلاً الساعة القديمة تستخدم الاهتزازات الناشئة عن البندول في حين أن الساعات الحديثة الرقمية تعد الاهتزازات التي تقوم بها بلورة صغيرة من الكوارتز .

1 ساعة	$60 \times 60$ ث	$= 3.600 \times 10^3$ ث
1 دقيقة	60 ث	$= 6 \times 10^1$ ث
1 مللي ثانية	$\frac{1}{1000}$ ث	$= 10^{-3}$ ث
1 ميكروثانية	$\frac{1}{1000000}$ ث	$= 10^{-6}$ ث
1 نانوثانية	$\frac{1}{1000000000}$ ث	$= 10^{-9}$ ث

يسمى الحيز الذي يحتله الجسم في الفراغ " حجم الجسم " ووحدة قياسه في النظام الدولي (م<sup>3</sup>) .

ويمكن اعتبار أن المتر المكعب ( 1 م<sup>3</sup> ) هو حجم مكعب طول ضلعه مساوياً لمتر واحد ( 1 متر ) .



تعتبر وحدة المتر المكعب ( 1 م<sup>3</sup> ) وحدة كبيرة للحجم ، ويتم استخدام وحدة أصغر منها هي وحدة السنتمتر المكعب ( 1 سم<sup>3</sup> ) ، وهو حجم مكعب طول ضلعه سنتمتر واحد ( 1 سم ) .

$$1\text{سم}^3 = 1\text{سم} \times 1\text{سم} \times 1\text{سم}$$

لاحظ التالي :

$$1\text{سم}^3 = \frac{1}{1000} \text{م} \times \frac{1}{1000} \text{م} \times \frac{1}{1000} \text{م}$$



$${}^3\text{م} \frac{1}{10} = {}^3\text{م} \frac{1}{1000} = 10^{-6} \text{م}^3 =$$

### الحجم Volume :

الحجوم المنتظمة :

تُحسب الحجوم المنتظمة باستخدام قوانين خاصة :



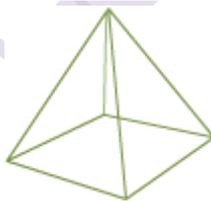
حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع  
= ل × ض × ع



حجم الأسطوانة = مساحة القاعدة × الارتفاع  
=  $\pi r^2 \times \text{ع}$



حجم الكرة =  $\frac{4}{3} \pi r^3$



حجم الهرم الرباعي =  $\frac{1}{3} \times \text{حجم متوازي المستطيلات}$   
=  $\frac{1}{3} (ل \times ض \times ع)$



$$\text{حجم المخروط} = \frac{1}{3} \times \text{حجم الأسطوانة}$$
$$= \frac{1}{3} \times p \times \text{نق}^2 \times \text{ع}$$

نق = نصف قطر الدائرة .

ع : الارتفاع .

ض : العرض .

ل : الطول .

p : النسبة التقريبية = 3.14

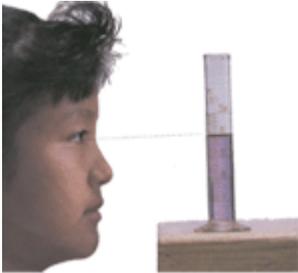
يتم قياس حجم السوائل باستخدام وحدة شائعة هي اللتر .

$$1 \text{ لتر} = 1000 \text{ سم}^3$$

$$1 \text{ لتر} = 1000 \text{ ملليتر} = 1000 \text{ مل}$$

$$1 \text{ م}^3 = 1000 \text{ لتر}$$

ويتم استخدام المخيار المدرج لقياس حجم السوائل .



ويجب مراعاة ما يلي :

- 1- عند قياس حجم السائل فإن سطح السائل يكون مقعراً لأعلى ويجب أخذ المستوى أسفل التقعر .
- 2- النظر بشكل عمودي إلى سطح السائل ؛ حيث أن النظر من أعلى أو من أسفل يؤدي إلى قراءة خاطئة .



## الكميات العددية والكميات المتجهة

تقسم الكميات الفيزيائية الى نوعين :

### 1- الكميات العددية ( القياسية ) Scalar Quantities

وهذه الكميات يلزم لتعريفها مقدار عددي ( عدد حقيقي ، رقم ) ووحدة فيزيائية . ومن هذه الكميات : الحجم ، الكتلة ، الزمن ، الشغل والطاقة .

فمثلاً نقول : حجم المخبر = 200 سم<sup>3</sup> ، كتلة الكرة = 80 غم .

### 2- الكميات المتجهة Vector Quantities

وهي الكميات التي يلزم لتعريفها مقدار عددي (عدد حقيقي موجب) ووحدة فيزيائية واتجاه . ولا يتم تعريفها الا اذا اكتملت هذه العناصر . ومن الامثلة على الكميات المتجهة : السرعة ، القوة ، التسارع و الإزاحة .

فمثلاً ، إذا قلنا تحركت سيارة بسرعة 60 كم/ ساعة فقط ، فهذا لا يتم المعنى ، لأن تحركها قد يكون شمالاً أو جنوباً أو في أي اتجاه، وفي كل حالة تكون النتيجة مختلفة.

كل كمية فيزيائية متجهة يمكن تمثيلها بمتجه "vector" معين ، والمتجه هو :

" تمثيل رياضي يُعبر عن الكمية الفيزيائية المتجهة مقداراً واتجاهاً وهو عبارة عن خط مستقيم في نهايته سهم ، وطول الخط المستقيم يتناسب مع مقدار الكمية الفيزيائية ، في حين أن اتجاه السهم يدل على اتجاه الكمية الفيزيائية المتجهة".

### تمثيل المتجهات



المتجه هندسياً بقطعة مستقيمة ، كما في الشكل المجاور ، حيث النقطة (م) هي نقطة البداية (التأثير) للمتجه والنقطة (ن) هي نقطة النهاية ، ويُرمز للمتجه باستخدام

يوضع فوقهما سهم مثل الرمز  $\overrightarrow{MN}$  أو باستخدام حرف واحد يُكتب بخط سميك وغامق مثل (  $\vec{M}$  ) أو باستخدام حرف واحد يوضع فوقه رسم سهم مثل  $\vec{A}$

عظم الكتب المدرسية التعبير عن المتجه باستخدام حرفين (الرمز  $\overrightarrow{MN}$  ) أو باستخدام حرف واحد (الرمز  $\vec{A}$  ) ، كما يُرمز لطول

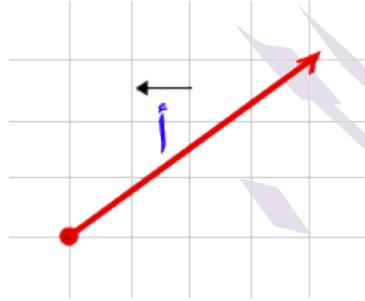
(المتجه بالرمز  $|\vec{A}|$  أو الرمز  $|\overrightarrow{MN}|$  ، أي أن القيمة المطلقة لطول المتجه يمثل مقدار هذا المتجه .



المتجهات في المستوى الديكارتي

في الشكل ادناه ، لديك متجه (  $\vec{A}$  ) مرسوم في المستوى .

تُرى ، ماذا تُمَثِّلُ الحركة على امتداد هذا المتجه  $\vec{A}$  ؟



تُمَثِّلُ الحركة على امتداد هذا المتجه ، حركة جسيم ينطلق من نقطة البدء شرقاً (إلى اليمين) 4 وحدات ثم باتجاه الشمال (إلى الأعلى) 3 وحدات . يمكننا التعبير رياضياً عن هذا المتجه على صورة :

$$\vec{A} = (3, 4) \quad \text{أو} \quad \vec{A} = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

### الحركة

هي تغير في موقع الجسم بالنسبة للزمن

لتحديد موقع الجسم يلزم نقطة اسناد مرجعية ...

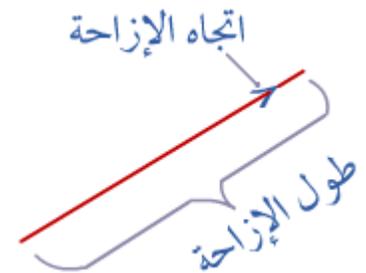
الازاحة : التغير الذي يحدث في موقع الجسم . وعليه تعطى السرعة المتجهة المتوسطة بالعلاقة:

$$v = \frac{\text{الازاحة} / \text{الزمن}}{\text{س} / \text{س}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

حيث ف : المسافة المقطوعة ز : الزمن المستغرق لقطعها .

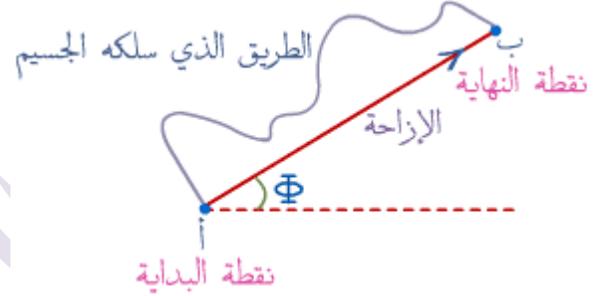
اما السرعة القياسية =  $v$  /  $z$

تُعَيِّن المسافة بمقدارها فقط ولذا فهي كمية قياسية ( عددية ) .  
تُعَيِّن الإزاحة بمقدارها واتجاهها ، لذا فهي كمية متجهة .



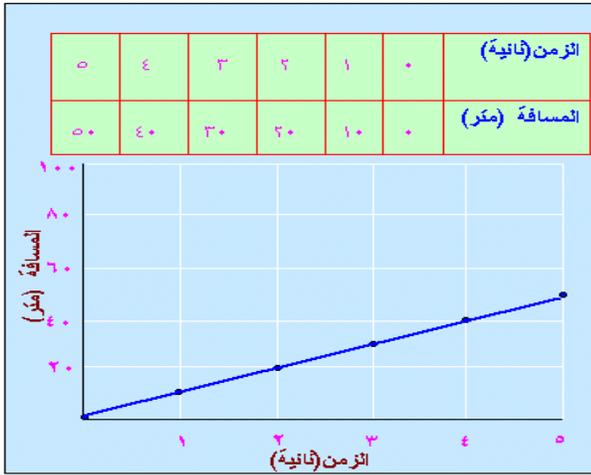


ملاحظة\*\*\*: الازاحة تختلف عن المسافة حيث ان الازاحة هي اقصر مسار بين نقطة البداية والنهاية وعدديا تساوي المساحة المحصورة تحت المنحنى (السرعة-الزمن) بينما المسافة فهي المسار الكلي الذي قطعه الجسم .

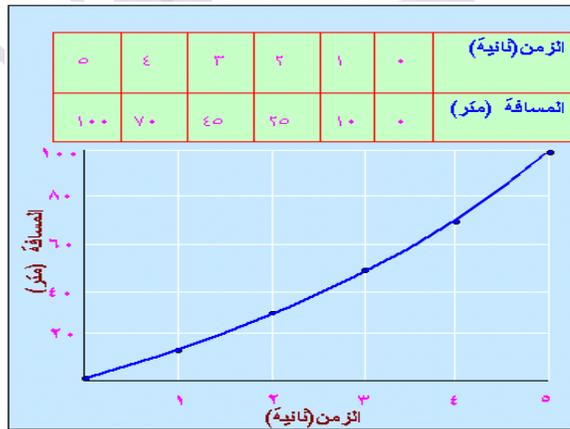


### التمثيل البياني للحركة Motion Graphs

أولاً : منحنيات (الإزاحة - الزمن)  
يمكن قياس الإزاحة التي تقطعها سيارة بالنسبة لنقطة معينة في ثانية واحدة وتسجيل النتائج في جدول . ثم تمثيل القراءات كما هو موضح في الأشكال التالية.  
1) سيارة تتحرك بسرعة ثابتة :

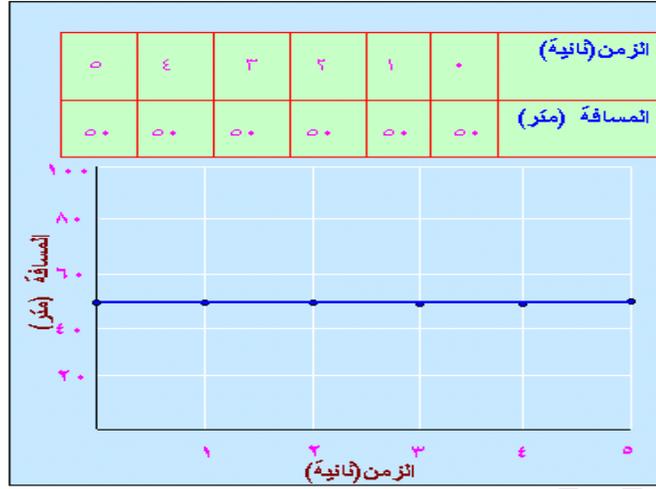


2) سيارة تتحرك بتسارع :





3) عند وقوف السيارة :



مثال : يسير جسم على مسار فيه أ نقطة البداية و ب نقطة النهاية) اثناء المسير من اليمين الى اليسار) انتقل من نقطة أ للييسار 5 م ثم للاعلى مسافة 2 م ثم سار نحو اليسار مسافة 5 م بعدها نزل للاسفل مسافة 2 م واكمل باتجاه ب مسافة 5 م الاراحة لهذا النظام =

7 م (4

19 م (3

15 م (1 2) 10 م

الجواب 1

في المثال السابق المسافة الكلية التي قطعها الجسم من ا الى ب هي :

7 م (4

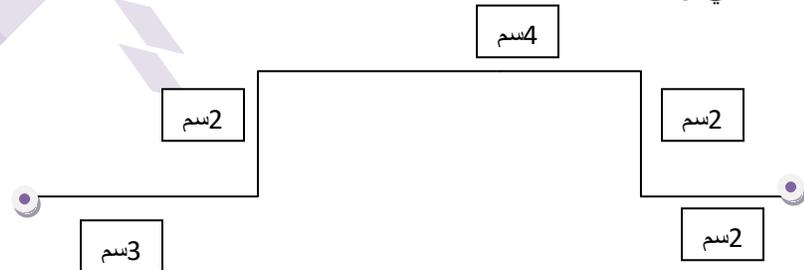
19 م (3

10 م (2

15 م (1

الجواب : 19 م

سؤال: في الشكل التالي اوجد:





1- المسافة؟ هي المسار الكلي

$$13 = 3 + 2 + 4 + 2 + 2 \text{ سم}$$

2- الازاحة؟ هي التغير في موقع الجسم

$$8 = 2 + 4 + 2 \text{ سم}$$

التسارع :

إذا تحركت السيارة وأصبحت سرعتها في نهاية الثانية الأولى (3 م/ث) ، وفي نهاية الثانية الثانية 6 م/ث وفي نهاية الثانية الثالثة 9 م/ث وفي نهاية الثانية الرابعة 12 م/ث ... وهكذا ... نلاحظ أن الزيادة في سرعة السيارة كانت ثابتة ، ونُسَمِّي التغير في السرعة على هذا النحو تغيراً منتظماً .

نقول عن حركة الجسم الذي تتغير سرعته تغيراً منتظماً بأنها حركة منتظمة التغير .

التسارع هو التغير في سرعة الجسم خلال وحدة الزمن .

$$\text{التسارع} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن الذي حدث خلاله التغير}}$$
$$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

ومنه يمكن حساب السرعة النهائية من المعادلة التالية:

$$\text{السرعة النهائية} = \text{السرعة الابتدائية} + \text{التسارع} \times \text{الزمن}$$

أي أن :

$$v_2 = v_1 + at$$

وحدة قياس التسارع في النظام الدولي ( م / ث<sup>2</sup> )

- قد يكون التسارع موجباً : اي ان السرعة تزداد بمقدار معين في كل ثانية .



مثال : تسارع =  $5 \text{ م} / \text{ث}^2$  . ماذا يعني ؟؟  
معناه أن سرعة الجسم تزداد بمقدار (5 م / ث) أي في كل ثانية من الحركة .

- وقد يكون سالباً : أي أن السرعة تنقص بمقدار معين في كل ثانية .

كلمة تزايد تعني تسارع موجب

كلمة تباطؤ تعني تسارع سالب

إذا السرعة ثابتة يكون التسارع صفر

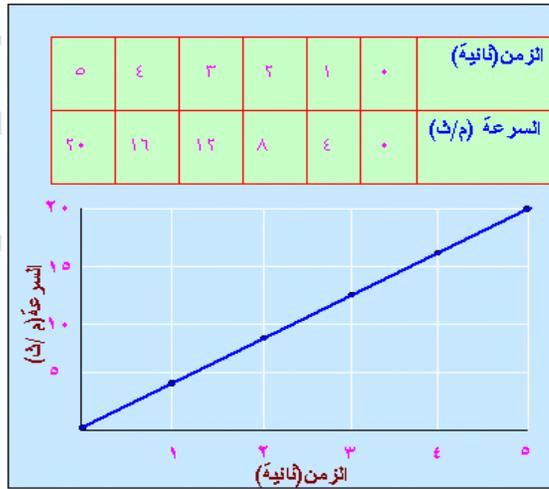
معادلات الحركة بتسارع ثابت \*\*

$$v = at + v_0$$

$$v^2 - v_0^2 = 2at$$

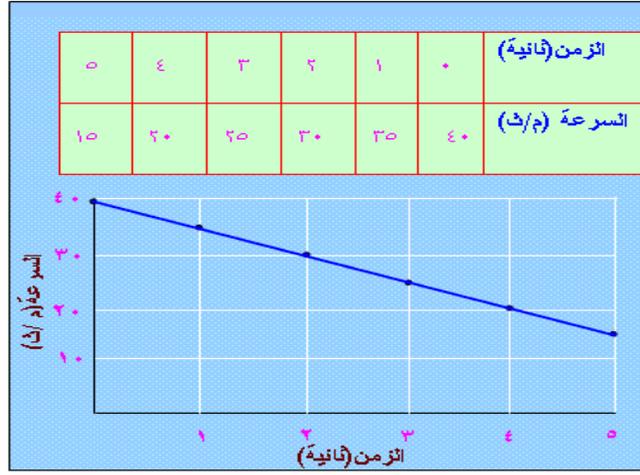
$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

منحنيات (السرعة – الزمن)  
1) سيارة تتسارع بمقدار موجب ( $4 \text{ م} / \text{ث}^2$ )

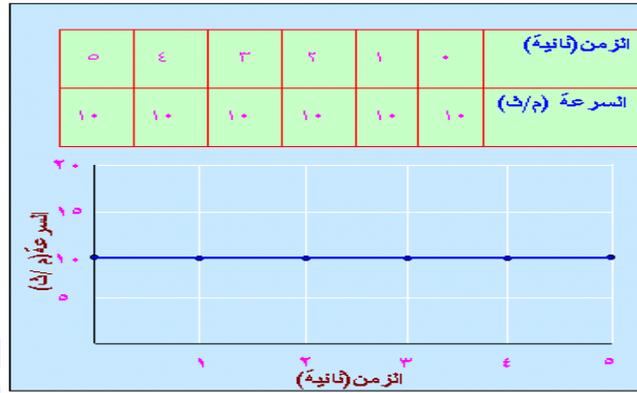




(2) سيارة تتسارع بمقدار سالب (تباطؤ) (5م/ث<sup>2</sup>)



(3) سيارة تتحرك بسرعة ثابتة (10 م/ث<sup>2</sup>)



### السقوط الحر

تؤثر قوة الجاذبية الأرضية في جميع الأجسام على سطح الأرض ، ويكون تأثيرها دائماً باتجاه مركز الأرض .

\* إذا قذفت كرة رأسياً إلى الأعلى فإنها لا تلبث أن تعود إلى الأرض ثانية .

\* إذا أفلت جسمٌ ما كنت تحمله بيدك فإنه يسقط باتجاه الأرض .

إنَّ أيَّ تغيير في حالة الجسم من السكون إلى الحركة سببه قوة مؤثرة فيه .

وأيُّ تغيير في سرعة الجسم المتحرك بسرعة ثابتة أو في اتجاه حركته سببه قوة محصلة تؤثر في هذا الجسم المتحرك .



إنَّ قوَّةَ الجاذبية الأرضية هي المسؤولة عن حركة الأجسام الساقطة نحو الأرض .

إذا تركت الاجسام للتحرك حركة حرة بتأثير الجاذبية الأرضية فإنها جميعا تكتسب تسارعا ثابتا يسمى تسارع السقوط الحر . ويشترط لحدوثه ان لا يؤثر في الجسم اي قوة غير قوة الجاذبية

يرمز له بالرمز ج ويساوي 9.8 م/ث<sup>2</sup>

وعليه تصبح معادلات الحركة عل النحو التالي :

$$v = at \quad , \quad v^2 = 2as \quad , \quad s = \frac{1}{2}at^2$$

### القوة

هي مؤثر خارجي يغير من حالة الجسم من حيث الحركة او السكون أو يحاول تغييرها او يغير من شكل الجسم . وتصنف ال قوى سحب مثل الشد والجاذبية وقوى دفع.

تعتبر القوة إحدى الكميات المتجهة . وهي تقاس بوحدة نيوتن .

يمكن للقوة أداء ثلاثة أعمال:

(أ) تغيير حجم أو شكل الأشياء. (مثل ضغط قطعة اسفنج).

(ب) تغيير سرعة الأجسام المتحركة أو جعلها تتحرك.

(ج) تغيير اتجاه حركة الأجسام.

### أنواع القوى :

تختلف القوى باختلاف مصادرها ، ومن الأنواع العديدة للقوى :

1- القوى الميكانيكية وتشمل: قوة الجاذبية ، القوة العضلية ، قوة المرونة ، قوة الرياح ، قوة البخار ، قوة الاحتكاك.

2- القوى الكهربائية .

3- القوى المغناطيسية .

4- القوى النووية .



يمكننا قياس القوى الصغيرة باستخدام الميزان النابضي ( الزنبركي ). فلو عَلِقَ ثَقْلٌ ما في أسفل النابض ( الزنبرك ) فإن طول الزنبرك يزداد بمقدارٍ معين ، وتتناسب الزيادة في طول النابض طردياً مع القوة لأنه عند زيادة القوة فإن استطالة الزنبرك تزداد ، وبذلك تزداد قراءة الميزان النابضي.

### وحدة القوة : النيوتن

النيوتن هو وحدة قياس القوة في النظام العالمي للوحدات . ويُعرّف النيوتن على أنه :

" قوة جاذبية الأرض لجسم كتلته  $\frac{1}{9.8}$  كغم يقع على خط عرض 45° وبمستوى سطح البحر "

**القوة كمية متجهة**

القوة المحصلة : قوة مفردة تعادل في تأثيرها مجموعة القوى المؤثرة في الجسم وعندما تساوي الصفر يكون الجسم في حالة اتزان .

وإذا كانت القوتان تؤثران على نفس الخط المستقيم فإنه يمكن إيجاد المحصلة كما يلي:

1- إذا كانتا في نفس الإتجاه فإنّ المحصلة = مجموعهما وإتجاهها هو اتجاه القوتين.

2- إذا كانتا في اتجاهين متعاكسين فإنّ المحصلة = الفرق بينهما واتجاهها هو اتجاه القوة الكبرى.

3- إذا تعامدتا نطبق نظرية فيثاغورس

المقابل = <

الوتر

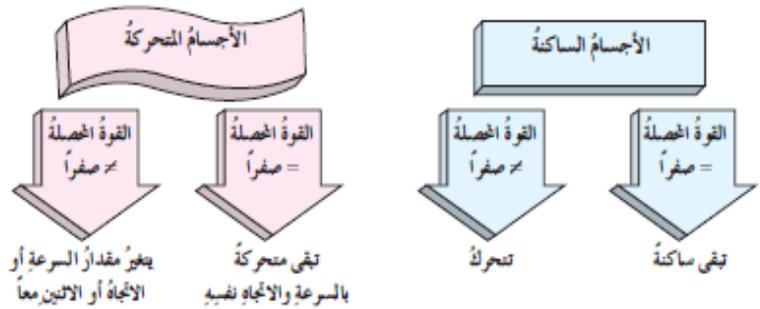
المجاور =  $\phi$

الوتر

المقابل =  $\phi$

المجاور

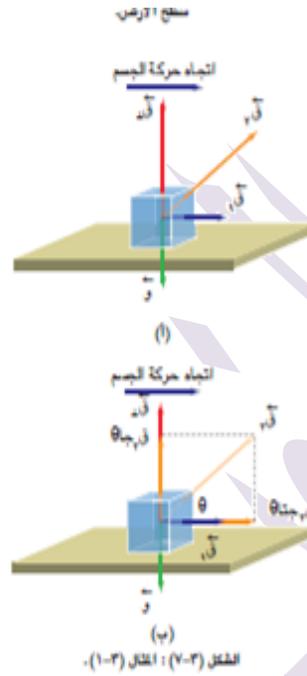
وبهذه الحالة الظل هو الإتجاه



الشكل (١-١١): القانون الأول لنيوتن.



مثال:



صندوق ساكن كتلته (٢٥٠ كغ) وضع على سطح أفقي أملس. يبين الشكل (٣ - ١/٧) مخطط الجسم الحر للصندوق والقوى الأربعة المؤثرة فيه، حيث:  $Q = 100$  نيوتن،  $q = 500$  نيوتن، تصنع مع الأفقي زاوية مقدارها (٣٧). افترض تسارع السقوط الحر  $g = 10$  م/ث<sup>٢</sup> احسب:

- ١ - القوة العمودية (ق.د).
- ٢ - تسارع الصندوق.
- ٣ - سرعة الصندوق حينما يتحرك إزاحة مقدارها (٤م).

**الحل**

١ - نقوم بتحليل القوة (ق.د) إلى مركبتين، كما في الشكل (٣ - ١/٧ ب)، ثم نطبق القانون الثاني لنيوتن في اتجاه محور الصادات:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N - W = 0$$

$$Q \sin \theta - W = 0$$

$$Q \cos \theta - N = 0$$

$$100 \times 0.6 - 250 = 0$$

$$2200 = 0.6 \times 500 - 250 = 0$$

٢ - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في اتجاه محور السينات:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow Q \cos \theta - k = 0$$

$$100 \cos 37^\circ - k = 0 \Rightarrow k = 78 \text{ نيوتن}$$

٣ - لحساب السرعة بعد (٤ م) نطبق معادلة الحركة:  $v^2 = u^2 + 2as$  (س - س)

$$v^2 = 0 + 2 \times 2 \times 4 = 16 \Rightarrow v = 4 \text{ م/ث}$$

### خامسا : قوانين الحركة

قانون نيوتن الأول ( قانون القصور الذاتي)

الجسم الساكن يبقى ساكن والجسم المتحرك يبقى متحركا في خط مستقيم وسرعة ثابتة ما لم تؤثر فيه قوة محصلة .

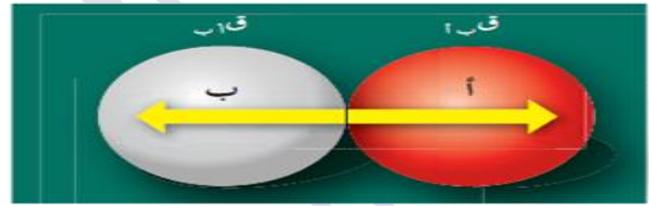


القانون الثاني : اذا اثرت قوة في جسم ما اكسبته تسارعا باتجاهها يتناسب طرديا معها.

$$ق = ك x ت$$

القانون الثالث : اذا تفاعل جسمان أ ، ب فإن القوة التي يؤثر بها الجسم ب في الجسم أ تساوي في المقدار وتعاكس في الاتجاه القوة التي يؤثر بها الجسم أ في الجسم ب .

$$ق ا ب = - ق ب ا$$



الشكل (١-٢٤): قوى الفعل ورد الفعل.

### القانون الثالث لنيوتن في الحركة

لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه.

### ملاحظات مهمة \*\*\*

قوتي الفعل ورد الفعل لا تكونان الا معا وتختلفان معا ( على شكل ازواج ) ، وتكونان من نفس الطبيعة فقوة الفعل اذا كانت جاذبية يجب ان تكون رد الفعل جاذبية ايضا ، كما انهما لا تؤثران في الجسم نفسه مثل السباح الذي يؤثر على الماء بقوة الفعل وتدفعه الماء في الاتجاه الاخر ك رد فعلا فالسباح يؤثر في الماء بينما الماء يؤثر في السباح .

### ## قانون الجذب العام :

توجد قوى تجاذب بين اي جسمين في الكون تتناسب طرديا مع كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما

$$ق الجذب = أ ك x 1 ك x 2 / ف^2$$
 حيث أ ثابت الجذب ، ك1 ، 2 كتلتي الجسمين ، ف المسافة بينهما

ق ج : قوة الجذب المتبادلة بين الجسمين

$$ا : ثابت الجذب العام ويساوي  $6.672 \times 10^{-11}$  نيوتن.م<sup>2</sup>/كغ$$

ويُسمى هذا القانون عادة بقانون التربيع العكسي وذلك لأن القوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مركزي الجسمين



### خصائص قوة الجذب :

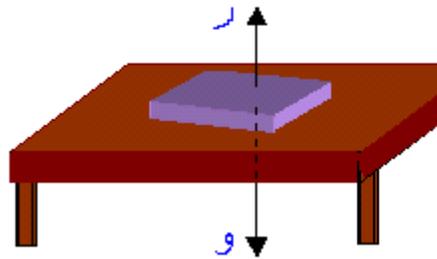
- 1- تمثل احد قوانين التربيع العكسي حيث تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مركزي الجسمين المتجاذبين.
- 2- القوة بين الجسمين المتجاذبين تمثل فعل – رد فعل . أي أنها قوتان متساويتين مقداراً متعاكستين في الاتجاه .
- 3- هذه القوة موجودة بين الأجسام بغض النظر عن الوسط بين الأجسام ولكنها تنقص سريعاً بزيادة المسافة بين الجسمين .
- 4- قوة الجذب التي يؤثر بها جسم محدود الحجم وتوزيع الكتلة فيه له تماثل كروي هي نفس القوة التي يؤثر بها الجسم فيما لو كانت كتلة الجسم مركزه في مركزه

### اتزان القوى Forces Balancing

المقصود بالجسم الصلب هو الجسم المتماسك الذي تكون أجزاؤه مثبتة بعضها ببعض، بحيث يحتفظ بشكل ثابت عند التأثير عليه بقوة خارجية، ونتيجة لتماسك الجسم الصلب فإنه إذا أثرت فيه قوة خارجية عند نقطة ما ، فإن تأثيرها ينتقل بالتساوي إلى كل أجزائه. وكان اسحق نيوتن أول من وصف حالة الأجسام الحركية عندما تكون محصلة القوى المؤثرة عليها تساوي الصفر وفي هذه الحالة يقال عن الجسم أنه متزن . والجسم المتزن اما ان يكون ساكناً او متحركاً بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم ، ما لم تؤثر عليه قوة تجبره على تغيير حالته الحركية .

ومن الأمثلة على الأجسام المتزنة :

أ- الكتاب الموضوع فوق منضدة أفقية.



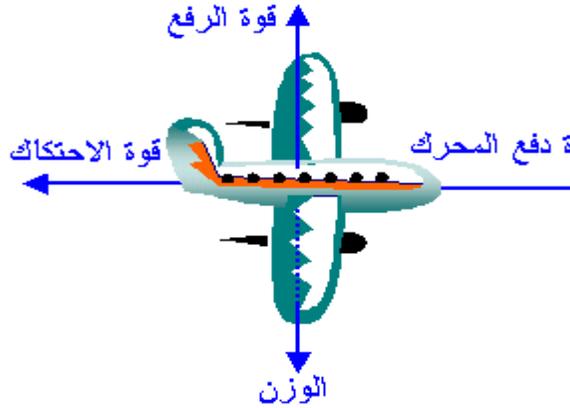
حيث يؤثر وزنه إلى أسفل وقوة رد الفعل إلى أعلى وتلغي إحدى القوتين تأثير الأخرى ويكون الجسم ساكناً .

ب- مركبة تتحرك بسرعة ثابتة على خط مستقيم أفقي :





حيث تؤثر قوة المحرك في اتجاه الحركة بينما تؤثر في الاتجاه المعاكس قوة الاحتكاك . وفي حال كون المركبة تتحرك بسرعة ثابتة فإن قوة الاحتكاك تساوي قوة المحرك .  
ج- الطائرة الموضحة في الشكل :



حيث يؤثر على الطائرة الوزن إلى أسفل وقوة الرفع على الأجنحة إلى أعلى وعندما تتحرك الطائرة بسرعة ثابتة فإن قوة دفع المحرك تتساوى مع مقاومة الهواء وتتحرك الطائرة بسرعة ثابتة في خط مستقيم .  
السرعة الحدية ( Terminal Speed ) عندما يسقط مظلي من الطائرة، فإنه يتسارع إلى أسفل تسارعا موجبا، وهذا معناه زيادة في سرعته والتي تؤدي إلى زيادة في مقاومة الهواء له، حتى تتساوى قوة مقاومة الهواء له مع وزنه ، فإذا كان يزن ( 500 نيوتن ) فإن مقاومة الهواء تزداد لتصل إلى ( 500 نيوتن ) عندئذ يتوقف عن التسارع ويصل إلى أقصى سرعة ثابتة والتي تسمى السرعة الحدية وهي تساوي تقريبا ( 60 م / ث ) إلا أنها تعتمد على عوامل عديدة مثل حالة الطقس وحجم المظلي وشكله ووزنه.

### الزخم الخطي والتصادمات :

تصور جسماً متحركاً كتلته (ك) وتؤثر فيه قوة (ق) لفترة زمنية (Δt)، فتتغير سرعته من (ع) إلى (ع')، كما في الشكل (٦ - ١). بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، نجد أن:



الشكل (٦-١): جسم تؤثر فيه قوة فتتغير سرعته

$$Q = k \times \frac{\Delta E}{\Delta t} = k \times \frac{(E' - E)}{\Delta t} = \Delta Q = k(E' - E) \quad (٦ - ١)$$

تسمى الكمية الناجمة عن حاصل ضرب كتلة الجسم في متجه سرعته: **الزخم الخطي** (Linear Momentum)، ويرمز لها بالرمز (ع)، وهي كمية متجهة تكون دوماً باتجاه سرعة الجسم. وقد أطلق عليها العالم نيوتن اسم: **كمية الحركة** (Quantity of Motion) تأمل المعادلة (٦ - ١).



هو أحد الكميات الفيزيائية التي عرفت من خلال الفيزياء الكلاسيكية بأنها حاصل (Momentum: بالإنجليزية) كمية الحركة أو الزخم قانون حفظ ضرب كتلة الجسم في سرعته، ينطبق على كمية الحركة أحد مبادئ الانحفاظ في الفيزياء الكلاسيكية وهو مبدأ حفظ الزخم أو الزخم.

وحدات كمية الحركة أو زخم الحركة هي : كيلوجرام.متر/ثانية.

القصور الذاتي :

هو مقاومة الجسم للتغير الذي يطرأ على حالته الحركية .

تتحدد كمية الحركة بمقدار واتجاه. تعرف هذه الكميات التي لها مقدار واتجاه باسم كميات متجهه. من هذه الخاصية يمكن أن نتنبأ باتجاه الأجسام بعد التصادم بالإضافة إلى سرعتها. يمكن وصف خواص كمية الحركة في اتجاه واحد وبعد واحد. تشبه الكميات الاتجاهية معادلات الكميات القياسية.

جسم واحد

يمكننا التعبير عن كمية الحركة لجسم بالحرف  $p$  وهو حاصل ضرب الكتلة و السرعة.

$$\text{الزخم} = \text{الكتلة} \times \text{السرعة}$$

$$x = k \times c$$

وحدات كمية الحركة هي حاصل ضرب وحدة الكتلة والسرعة. بالوحدات الدولية فإن وحدة الكتلة هي الكيلو جرام والسرعة هي المتر لكل ثانية وبذلك تكون وحدة كمية التحرك هي كجم متر لكل ثانية. في نظام وحدات السنتيمتر جرام ثانية فإن وحدة الكتلة هي الجرام والسرعة هي سنتيمتر لكل ثانية لذلك تكون وحدة كمية التحرك هي حرام سنتيمتر لكل ثانية.

كونها اتجاهية فإنه على سبيل المثال هناك نموذج لطائرة كتلتها 1 كجم تتحرك بسرعة 1 متر لكل ثانية في اتجاه الشمال لذلك فإن كمية التحرك هي 1 كجم متر لكل ثانية باتجاه الشمال.

حفظ كمية الحركة



تجربة نيوتن لتوضيح مبدأ الحفظ على كمية الحركة



تظل كمية الحركة في النظام المغلق ( حيث لا يتم تبادل المادة مع الوسط المحيط ولا يتأثر بأي قوى خارجية) ثابتة. هذه الحقيقة وهي مبدأ الحفظ على كمية الحركة مفهوم ضمني من قوانين نيوتن للحركة. بفرض أن هناك جسامين متفاعلين مع بعضهما وبتطبيق القانون الثالث لنيوتن فإن القوى بينهما تكون متساوية ومتضادة في الاتجاه. إذا كان الجسمين هما 1 و 2 فإن ق تساوي:

$$ق1\Delta x/2\Delta z = ق2\Delta x/1\Delta z$$

$$\text{ومنها } \Delta x/2\Delta z = - \Delta x/1\Delta z$$

الإشارة السالبة تعني أن القوتين في اتجاهين متضادين.

س/ جسم كتلته 20 كجم يسير بسرعة 5 م/ث شرقاً . احسب كمية الزخم .

$$\text{الحل : } \text{الزخم} = \text{الكتلة} \times \text{السرعة}$$

$$\text{الزخم} = 20 \times 5$$

$$\text{الزخم} = 100 \text{ كجم} \times \text{م} / \text{ث} .$$

### مبدأ حفظ الزخم :

(( مجموع الزخم الكلي للأجسام المتصادمة ثابت ما لم تؤثر فيه قوة خارجية ))

### أنواع التصادمات :

تصادم يؤدي إلى ارتداد الأجسام المتصادمة .

- تصادم يؤدي إلى التحام الجسمين المتصادمين .

### استخدام مبدأ حفظ الزخم في التصادمات :

- استخدام يؤدي إلى التنبؤ بالسرعة المتجهة للأجسام بعد تصادمها :

النقاط الحقيقية لشخص ينتعل مزلاج ( فلو افترضنا أن كتلة الحقيقية 2 كجم وكتلة الشخص 48 كجم وسرعة الحقيقية المتجهة قبل التصادم 5 م / ث شرقاً ) .

الزخم قبل التصادم = زخم الحقيقية + زخم الشخص.

الزخم بعد التصادم = ( كتلة الشخص + كتلة الحقيقية ) × السرعة المتجهة .



### • التصادم والارتداد :

يمكن كذلك استخدام مبدأ حفظ الزخم للتنبؤ بنتائج التصادم بين الأجسام المختلفة :

(أ) اصطدام جسم متحرك بأخر ساكن أكبر منه في الكتلة :

**النتيجة :** ارتداد الجسم الأصغر مع تحرك الجسم الأكبر باتجاه الجسم الأصغر .

(ب) اصطدام جسم متحرك بأخر ساكن أقل منه في الكتلة :

**النتيجة :** تحرك كلا الجسمين في الاتجاه نفسه مع كون سرعة الجسم الأصغر دائماً أكبر من سرعة الأكبر .

(ج) اصطدام جسمين متحركين لهما نفس الكتلة والسرعة لكنهما يتحركان باتجاهين متعاكسين :

**النتيجة :** يرتدان عن بعضهما ليكون مجموع الزخم قبل وبعد التصادم صفراً .

### تطبيقات على التصادم

إن قانون بقاء كمية التحرك غير كاف لتحديد حركة الجسم بعد التصادم. يجب أن نعرف خاصية أخرى وهي طاقة الحركة للجسيم. هذه الطاقة ليست بالضرورة تظل ثابتة بعد التصادم. إذا ظلت ثابتة هذه الطاقة فيكون التصادم مرناً وإذا لم تحفظ فيكون غير مرناً.

### التصادمات المرنة

في التصادمات المرنة ليس هناك فقد في طاقة الحركة. في التصادم المرن التام لا يكون هناك احتكاك بين الأجسام مثلما يحدث بين الذرات حيث يكون هناك تنافر كهربي بينهم. تصادم بين كرتين مائيتين هو مثال آخر للتصادم المرن التام ولكن بالتأكيد عندما يحدث احتكاك بين جسمين فلا بد من وجود تبدد لبعض الطاقة [5].

### تصادم غير مرن

يتحول جزءاً طاقة الحركة للأجسام المتصادمة في التصادم الغير مرن إلى أشكال أخرى من الطاقات مثل الحرارة والصوت. يمكن رؤيته هذه الطاقة المفقودة في التلف الحادث للمركبة.

**في التصادم الغير مرن التام فإن كلا الجسمين يكون لهما نفس الحركة بعد التصادم.**

يمكن تطبيق معادلات كمية التحرك والطاقة للأجسام المتحركة سوياً والتي تبعد عن بعضها بعد ذلك. على سبيل المثال، الانفجارات التي تنتج عن سلسلة تفاعلات التي تحول طاقة الوضع المخزنة في صورة كيميائية، ميكانيكية أو نووية إلى طاقة حركية، صوتية وإشعاع كهرومغناطيسي.



الوسادة الهوائية وحزام الأمان للمركبات

(٣.٤.٦)



الشكل (٦-١٦): حزام الأمان والوسادة الهوائية يخففان من شدة الصدمة.

قلنا - سابقاً - حين درسنا الدفع: إن التغير في زخم الجسم حين يتلقى دفعاً يزداد بزيادة القوة التي سببت الدفع، والفترة الزمنية التي حدث خلالها تأثير القوة. لذلك يلجأ مصممو السيارات إلى التقليل من آثار الحوادث على ركبائها، وذلك بجعل فترة تأثير القوة المؤثرة في الأجسام الموجودة فيها طويلة نسبياً. حيث تعمل الوسادة الهوائية على تقليل تأثير

القوة في الأجسام في أثناء التصادم، فتزداد الفترة الزمنية اللازمة لإيقاف جسم السائق والركاب عن الحركة، حيث تميل هذه الأجسام إلى الاستمرار بالحركة (لماذا؟)، بحيث يزداد تقريباً زمن التوقف (١٠٠ ضعف) ما كان عليه في حالة عدم استخدام الوسادة الهوائية، وبذلك تقل القوة المؤثرة بالمقدار نفسه (لاحظ أن التغير في الزخم هو نفسه في حال استخدام أو عدم استخدام الوسادة الهوائية). ويعمل حزام الأمان على تزويد راكب السيارة بقوة تؤثر زمنياً أطول وتوزع على جسمه، وبالتالي تحفظه من الصدمة عند الاستعمال المفاجئ للكوابح. ولا تفتح الوسائد الهوائية إلا عند الصدمات القوية فقط، حيث تقوم بزيادة زمن التوقف للسائق على نحو كبير، كما تقوم بتوزيع القوة على مساحة كبيرة فتعمل على التخفيف من شدة الصدمة. فوجود الوسادة الهوائية ينبغي ألا يكون مبرراً لعدم استخدام حزام الأمان.

الشغل والطاقة والقدرة :

الشغل الذي يبذله الجسم = القوة اللازمة x الإزاحة المقطوعة باتجاه القوة

وحدته: الجول

$$\text{ش} = \text{ق} \times \text{س}$$

يشترط لحدوثه ان تكون القوة بنفس اتجاه الحركة \*\*

لرفع صندوق للأعلى يجب أن تؤثر عليه بقوة تساوي وزنه ( و )

الشغل الناتج " عن القوة المحافظة فقط " هو كمية ثابتة مهما اختلف المسار . أما القوى غير المحافظة ( الاحتكاك مثلاً ) فإن الشغل الناتج عنها يختلف باختلاف المسار .

الشغل المبذول على أي جسم يعطى بالعلاقة التالية:

$$\text{الشغل} = \text{ق} \times \text{ف} \times \cos \theta$$

حيث تمثل ق القوة المؤثرة، ف تمثل الإزاحة ،  $\theta$  تمثل الزاوية بين القوة و متجه الإزاحة.

اما القدرة فهي = الشغل المنجز / الزمن المستغرق . القدرة = ش/ز . وحدتها : واط = جول/ث



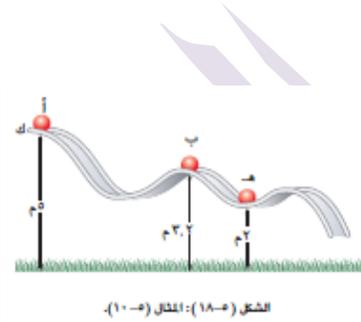


الطاقة الحركية : هي الطاقة التي يمتلكها الجسم المتحرك مثل السيارة المتحركة والاجسام الساقطة نحو الارض .

\*\*وحدتها جول

تزداد بزيادة كتلة هذا الجسم وزيادة سرعته .

$$\text{ط ح} = \frac{1}{2} \text{ك ع}^2$$



انزلت كرة من السكون عبر مسار عديم الاحتكاك

كما في الشكل (5 - 18)، احسب:

- ١ - سرعة الكرة في الموقعين (ب)، (هـ).
  - ٢ - شغل الوزن عند انزلاق الكرة من (أ) إلى (هـ).
- علماً بأن كتلة الكرة (٥ كغ)، وتسارع السقوط الحرّ ج = ١٠ م/ث<sup>٢</sup>.

#### الحل

نختار أولاً مستوى مرجعياً نعتبر عنده طاقة الوضع في مجال الجاذبية تساوي صفراً، وليكن مستوى سطح الأرض.

١ - لحساب سرعة الكرة عند (ب)، نطبق قانون حفظ الطاقة الميكانيكية:

$$(\text{ط ح})_1 + (\text{ط و})_1 = (\text{ط ح})_2 + (\text{ط و})_2 \Leftrightarrow \frac{1}{2} \text{ك ع}^2 + \text{ك ج ص} = \frac{1}{2} \text{ك ع}^2 + \text{ك ج ص}$$

$$\text{صفر} = ٥ \times ١٠ \times ٥ + \frac{1}{2} \times ٥ \times \text{ع}^2 + ٣,٢ \times ١٠ \times ٥ + \text{ك ج ص} = ٦ \text{ م/ث}$$

أما السرعة عند النقطة (هـ)، فنحسبها بتطبيق قانون حفظ الطاقة بين الموقعين (ب)، (هـ):

$$(\text{ط ح})_2 + (\text{ط و})_2 = (\text{ط ح})_3 + (\text{ط و})_3 \Leftrightarrow \frac{1}{2} \text{ك ع}^2 + \text{ك ج ص} = \frac{1}{2} \text{ك ع}^2 + \text{ك ج ص}$$

$$\frac{1}{2} \times ٥ \times \text{ع}^2 + ٣,٢ \times ١٠ \times ٥ + \text{ك ج ص} = \frac{1}{2} \times ٥ \times \text{ع}^2 + ٢(٦) \times ٥ + \text{ك ج ص}$$

ومنها نجد أن: ع = ٧,٦ م/ث.

٢ - بتطبيق المعادلة (٥ - ٧): (ش)  $\text{ا} = \text{ك ج} - \text{ك ج} - \text{ك ج}$  (ص ٨)

$$\text{ش} = \text{ا} - \text{ك ج} = (\text{ص} - \text{ص}) - (\text{ص} - \text{ص}) = - (٥ - ٢) \times ١٠ \times ٥ = - ١٥٠ \text{ جول}$$

سؤال : تتحرك كرة كتلتها 2 كغم بسرعة ثابتة افقية مقدارها 7 م/ث طاقتها الحركية :

- (1) 4 جول (2) 14 جول (3) 7 جول (4) 49 جول

الجواب: 4

طاقة الوضع : هي احد اشكال الطاقة الكامنة وهي الطاقة المخزنة في الجسم نتيجة وضعه في مكان معين بالنسبة للارض وتعتمد على ارتفاع

هذا الجسم عن الارض (ص) وتسارع السقوط الحر (ج) وكتلته (ك). والتغير في طاقة وضع الجسم يساوي الشغل

يرمز لها بالرمز **ط و** **ط و = ك ج ف**



سؤال : طاقة وضع جسم كتلته 20 كغم على ارتفاع 10 م عن سطح الارض :

(1) 200 جول (2) 100جول (3) 2000جول (4) 1000 جول

الجواب :3

الطاقة الميكانيكية :

يقصد بالطاقة الميكانيكية لجسم ما بأنها مجموع طاقتي الوضع والحركة لذلك الجسم. ويقال انها محفوظة اذا كان مجموع الطاقتين ثابتا في

كل نقاط الحركة

أي أن :

الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة

$$ط م = ط و + ط ح$$

$$ط م = ط م ب$$

$$ط و ا + ط ح ا = ط و ب + ط ح ب$$

يذكر ان \*\* ط ح عند بداية الحركة صفر ، الطاقة الميكانيكية لاتكون محفوظة بوجود احتكاك او مقاومة الهواء

بمعنى آخر إن طاقة الجسم الميكانيكية تساوي طاقة وضع فقط أو طاقة حركة فقط أو مجموعهما.

ومثال على النظام المحافظ هو مجال الجاذبية الأرضية .

وفي النظام المحافظ فإن هذه الطاقة الميكانيكية تبقى ثابتة في المقدار دائماً عند كل المواقع التي يكون الجسم فيها متحركاً أم ساكناً.

أي أن:

ط م = مقدار ثابت.

تحولات الطاقة في البندول

تُعتبر حركة البندول مثال على قانون حفظ الطاقة الميكانيكية. يتألف البندول من كتلة تسمى الرقاص أو النطاط معلقة بواسطة خيط إلى نقطة

ثابتة. عندما يتحرك البندول فإنه يتذبذب على طول قوس دائري ذهاباً وإياباً بطريقة دورية، مع إهمال مقاومة الهواء ؛ لأنها

صغيرة بالنسبة للكتلة المعلقة.



## الآلات البسيطة

اولا : الالة البسيطة .

هي اداة تسهل علينا انجاز الشغل بتغيير مقدار القوة التي نوثر بها او اتجاه تلك القوة او كليهما معا.

ويمكن تعريفها بانها هي اداة صلبة تستعمل للقيام بأعمال مختلفة، وفيها تستخدم قوة عند نقطة معينة تسمى) الجهد (للتغلب على قوة أخرى تؤثر عند نقطة أخرى مختلفة تسمى ( الحمولة

من الامثلة عليها :

السطح المائل :

قانون السطح المائل :

عند استخدام قوة ( ق ) على السطح المائل لمسافة مقدارها ( ل ) فإنّ الشغل المبذول ( ش م ) يكون مساوياً

$$ش م = ق \times ل$$

وينتج عن استخدام السطح المائل شغلاً ( ش ن ) ويكون مساوياً لحاصل ضرب وزن الجسم ( و ) في ارتفاع الجسم عن الأرض ( ع ) : ش ن = و \times ع

وعندما يكون السطح المائل أملس تماماً ، فإنّه لا توجد قوة احتكاك، وعليه فإنّ : ش ن = ش م

$$ش ن = ش م \quad \text{و} \quad ع \times ق = ل \times و$$

وهذا ما يُعرف بقانون السطح المائل .

$$\frac{و}{ق} =$$

فائدة السطح المائل

وباستخدام قانون السطح المائل .

$$\text{فإن الفائدة أيضاً تساوي } \frac{ل}{ع} \text{ وعليه فإن :}$$

$$\text{فائدة السطح المائل} = \frac{و}{ق} = \frac{ل}{ع}$$



مثال : عندما ترفع صندوقا للأعلى فانك تؤثر بقوة تساوي وزن الصندوق اما عندما ترفعه على مستوى مائل فانك تؤثر عليه بقوة اقل من وزنه ، ويمثل الوزن هنا المقاومة

\*\* البرغي يعد مستوى مائل و سير السيارة بشكل مائل على مرتفع يعد مستوى مائل  
اذن : يجب ان تكون القوة ( ق ) اقل من المقاومة ( م ).

الفائدة الآلية = المقاومة / القوة = م / ق وطبعا لا يوجد لها وحدة لانهما عبارة عن قوة / قوة .  
اذا كان (ل) هو طول المستوى المائل و (ع) ارتفاعه فإ الفائدة الآلية يمكن ايجادها بالعلاقة التالية :  
الفائدة = ل / ع ونلاحظ انه كلما زاد طول المستوى وقل ارتفاعه زادت الفائدة الآلية

سؤال : مستوى مائل املس طوله 6م استخدم لرفع جسم كتلته 60 كغم . لزم لذلك التأثير بقوة مقدارها 200 نيوتن ، الفائدة الآلية لهذا النظام :

1 (3 2) 6 (3) 4 (4) 2 (4) الجواب : 1

الشغل الذي يبذل على الجسم :

1 (1200 جول 2) 300 جول (3) 600 جول (4) 120 جول الجواب : 1

ارتفاع هذا السطح المائل :

1 (2م 2) 5م (3) 2م (4) 1م الجواب : 2

الرافعة : اقدم رافعة هي ( العتلة ) وهي عبارة عن ساق تستخدم لرفع ثقل حيث تدور الساق حول نقطة الارتكاز ويرتفع الثقل عند الطرف الاخر .  
المهم هنا هو المسافة بين نقطة الارتكاز ونقطة تأثير القوة ( ق ) وتسمى ذراع القوة ( ل ق ) و المسافة بين نقطة الارتكاز والثقل ( م ) ذراع المقاومة ( ل م ) .

لماذا مهم ؟؟؟؟

لان الفائدة الآلية لهذه الآلة ( الرافع ) تزداد بزيادة ل ع وتقليل ل ق .

الفائدة الآلية :

عندما نستخدم الآلة فإننا نبذل جهدها ( ق ) للتغلب على مقاومة ( م ) . ولما كانت معظم الآلات تستخدم لتوفير الجهد لذا لزم تعريف الفائدة الآلية على أنها (نسبة مضاعفة الآلة للقوة).

الفائدة الآلية = م / ق = ل ق / ل م



حتى تتزن الرافعة يجب ان تكون ق  $x$  ل = م  $x$  ل م

فعلى سبيل المثال استخدمت قوة مقدارها 100 نيوتن في التغلب على مقاومة مقدارها 500 نيوتن.

$$\text{الفائدة} = \frac{م}{ق} = \frac{500}{100} = 5$$

الكفاءة الآلية :

تستخدم الآلات لجعل الشغل أسهل ولنقل الطاقة من مكان لآخر. وعند استخدام الآلة يبذل عليها شخص شغلاً يسمى الشغل المبذول ( ش<sub>م</sub> )، ثم تقوم هذه الآلة بإنتاج شغل يسمى الشغل الناتج ( ش<sub>ن</sub> ) وفي كل الحالات لا يمكن أن يكون الشغل الناتج مساوياً للشغل المبذول، بل يكون أقل منه. ( علل ) ، وتعتبر الآلة التي تنتج نفس الشغل الذي يبذل عليها آلة مثالية لا وجود لها

\*\*سؤال :

يجلس ولدان مقابل بعضهما على لوح خشبي مثبت من منتصفه ، اذا كان وزن الولد الاول 500 نيوتن وكان يجلس على بعد 2.4 من نقطة الارتكاز ، فإن الولد الثاني والذي وزنه 600 نيوتن يجلس على بعد:

1) 2م 2) 4م 3) 6م 4) 12م الجواب: 1

انواع الروافع :

- 1: تستخدم لتغيير مقدار القوة واتجاهها مثل المقص والميزان
- 2: تستخدم لمضاعفة القوة مثل عربة البناء وفتاحة الزجاجات
- 3: للدقة والحماية مثل الملقط وهنا لا يتغير اتجاه القوة .

البكرة :

قرص قابل للدوران حول محور يلتف حولها حبل وتؤثر قوة الشد (ق) في نهايته بحيث تكون المقاومة (م) في نهاية هذا الحبل. وعنها يرفع الحمل اي ان ق = م .

البكرة الثابتة :

توضع من اجل السلامة وفيها يتساوى الشد على طرفي الحبل وعندها يرفع الحمل. ووظيفتها عكس اتجاه القوة .



مثال عندما تسحب الحبل للأسفل اعتماداً على وزنك فيرتفع الثقل للأعلى .

وإذا كانت هناك قوة إحتكاك في البكرة ( ق ح ) فإنّ الجهد المبذول يجب أن يكون مساوياً لمجموع قوة الإحتكاك ووزن الجسم وبذلك يكون الجهد:  $ق = و + ق ح$

ويجدر هنا الملاحظة؛ أن الحمولة أو الوزن معلق بحبل واحد فقط . وعندما تكون البكرة ملساء تماماً فإنّ  $ق = و$  وبذلك تكون الفائدة الآتية مساوية للواحد . أما إذا كانت البكرات غير ملساء فإنّ الفائدة الآتية تكون أقلّ من 1

نظام البكرتين : بكرة ثابتة + بكرة متحركة يستخدم عندما نحتاج الى رفع اجسام ثقيلة .

فإنّ الجهد اللازم ( ق ) لرفع جسم وزنه ( و ) ببكرةٍ ملساءٍ تماماً والحبال مهملّة الوزن يكون :

$$ق = \frac{و}{٢}$$

أما إذا كانت ( ق ح ) هي قوة الإحتكاك في البكرة فإن :

$$ق = \frac{و}{٢} + ق ح$$

ومن الملاحظ أيضاً، أنه لرفع الحمولة مسافة مقدارها ( 1 ) فإنّه يلزم أن يقصّر كلّ حبل من كلّ جهة ( 1 م )، وبذلك يلزم تأثير القوة لمسافة ( 2 م ) . وعليه فإنّ ( ع ) تمثل إرتفاع الكتلة عن الأرض ويكون نصف ( ف سحب ) هي المسافة التي يسحبها العامل على البكرة .

$$\frac{ف سحب}{٢}$$

ومما سبق يمكن استنتاج أن فائدة البكرة الآلية = 2 في حالة البكرة الملساء تماماً ، أما عملياً فإنّ الفائدة الآلية تكون أقل من 2.

يمكن تعميم العلاقة التالية لجميع أنظمة البكرات :

إذا كان عدد حبال التعليق ( ن ) فإنّ :

$$ق = \frac{و}{ن}$$

حيث ق ح هي قوة الإحتكاك في البكرات المستخدمة.

الفائدة الآلية للنظام = عدد الحبال المستخدمة

(الشغل الناتج / الشغل المبذول) x 100%



أول الطاقة الخارجة من النظام/ الطاقة الداخلة الي النظام (  $100x\%$  )

وهي دائما أقل من 1 بسبب ضياع الطاقة مثال : وجود الاحتكاك او الحرارة

ماذا نفعل للتغلب على هذه المشكلة؟؟

استخدام كرات البيليا والتزيت والتشحيم

سؤال :

إذا كانت كفاءة الة معينة 60% ، ومقدار الطاقة الكهربائية الداخلة فيها ( 300 جول ) فإن مقدار الطاقة المفيدة الخارجة منها :

- (1) 200 جول (2) 180 جول (3) 300 جول (4) 600 جول  
الجواب 2

### الخواص الفيزيائية للمواد

### الخواص الميكانيكية للمواد

يمكن ايجاز تعريفات الخواص الميكانيكية للمواد فيما يلي....

- 1- المرونة. elasticity. يقال للفلز انه مرن عندما يتشكل بانتظام عند تعرضه للاجهادات ثم عودته الى شكله الاصلى بزوال تلك الاجهادات ويمكن القول هو عودة المعدن الى حالته الطبيعية بعد زوال القوة المؤثرة عليه.
  - 2- الانفعال. strain. هو مقدار التغير النسبي في شكل او ابعاد الفلز نتيجة للاجهاد المطبق عليه.
  - 3- الجهد او الاجهاد. stress. هو نصيب وحدة مساحة مقطع عينة الفلز تحت الاختبار من الحمل المطبق عليه.
  - 4- الحمل الديناميكي. dynamic load. وهو القوة او الحمل الذى يطبق على الفلز اما بصورة فجائية ..صدمة.. sudden or impact او متكررة او دورية repeated or cyclic و يمكن فى هذا التحميل تغيير نوع ومقدار الحمل ومعدل تغييره بالنسبة للزمن. frequency. وهو على عكس الحمل الاستاتيكي الذى يتم ببطء ويظل ثابتا لايتغير.
  - 5- اللدونة plasticity وهى قابلية الفلز للتشكيل بتاثير الاجهادات تشكليا دائما دون عودته الى شكله الاصلى بزوال تلك الاجهادات.
  - 6- الصلادة hardness هى المقاومة للتغلغل والتخدش او البلى او الاختراق.
- وتتمتع قوى التماسك فى المادة اى جسم اخر من خدش سطح المادة او من التغلغل فيها او اختراقها وتسمى القوة الفعالة داخل المادة والمقاومة لهذة القوى الخارجية بالصلادة. وتعتمد الصلادة على مدى التماسك.
- تعمل الطاقة الحرارية على خفض صلادة المواد وذلك بزيادة شدة الحركة الترددية لجسيمات المادة فتزداد المسافات بينها وتتنخفض قوى التماسك الفعالة فيها.



- 7- قابلية الانسياب flowability وهى سريان الفلز بصورة متماسكة ولينة ومتعجنة وذلك تحت تأثير اجهادات الضغط كانشياب المعجون من فوهة انبوبة عند الضغط عليه.
- 8- المطيلية ductility وهى استجابة المادة باستطالتها عند شدتها كعملية السحب الى اسلاك.
- 9- الطروقية malleability هى المطاوعة للضغط او الطرق او العصر بالدرافيل.
- 10- الليونة او الطراوة softness وهى سهولة تغيير الشكل كالا نحناء والالتواء وعدم مقاومة التغلغل ..عكس الصلادة. ..
- 11- المتانة toughness عكس القصافة تحمل الصدمات ومقاومة الاجهادات وهى صفة تجمع بين المرونة واللدونة والصلادة وتقاس بمقدار الطاقة المبذولة فى الكسر.
- 12- القصافة brittleness ومعناها الهشاشة او قابلية الكسر عند التعرض للاجهادات دون ان يسبق الكسر انفعال.
- 13- الجمود او الصلابة solidity وهى خاصية تماسك المادة ..عكس السيولة. ..
- 14- التحمل او الصمود endurance وهو ظاهرة تحمل او صمود الفلز امام الاجهادات المتكررة .. عكس التعب. ...
- 15- الكلل او التعب fatigue وهو ظاهرة انهيار الفلز تحت تأثير الاجهادات المتكررة.
- 16- الرجوعية resilience وهى كفاءة الفلز لامتصاص طاقة الاجهادات المبذولة فى حدود المرونة..
- 17- الجساءة والرساخة والكزازة rigidity and stiffness وهى مقاومة الفلز لابداء انفعال ما تحت تأثير الاجهادات.

## الحرارة

### الخصائص الحرارية للمادة

\*الطاقة الحرارية : إجمالي الطاقة الحركية لجزيئات المادة.

• . درجة الحرارة : متوسط الطاقة الحرارية للجزيء في المادة وهي خاصية ثابتة على جميع الأحوال .

س / مالفرق بين كمية الحرارة ودرجة الحرارة ؟



- 1- كمية الحرارة : الطاقة الكلية للمادة . او المحتوى الحراري للمادة . او إجمالي الطاقة الداخلية لجزيئات المادة 2 .
- 2 - درجة الحرارة : مقياس لمقدار التغير للطاقة الحركية لجزيء

درجة الحرارة هي خصيصة للجسم تحدد اكتسابه للحرارة او فقدها لها عند اتصاله بجسم اخر

\*تنتقل الحرارة من الجسم الاكثر سخونة الأقل سخونة حتى تتساويا ( الاتزان الحراري)



الشكل (٢-١) : التحوّل بين حالات المادة وعلاقتها بالطاقة.

\*تقاس الحرارة ب : موازين الحرارة المختلفة وهي:

- 1) الميزان الزئبقي : يعتمد على تمدد الزئبق بفعل زيادة درجة الحرارة .
- 2) الميزان الفلزي : يعتمد على تغير طول الشريط الفلزي الصلب بفعل زيادة درجة حرارته.
- 3) الميزان الرقمي : يعتمد على تغير خاصية المقاومة الكهربائية لمرور التيار في الفلز .

\*\* انظمة قياس درجة الحرارة :

السلسيوس (النظام المئوي)

سلسيوس : هي وحدة قياس لدرجات الحرارة ويرمز لها بالرمز (C) مقياس مئوي، والدرجة الواحدة بقياس سيلزيوس هي واحد على مئة من الفرق بين درجة غليان الماء ودرجة تجمده تحت قياس الضغط القياسي. كانت تعرف بأسماء أخرى مثل مئويّة (centigrade) وذلك قبل أن يتم تغيير الاسم بصفة رسمية إلى سيلزيوس، سنة 1948. و سميت هذه الوحدة سلسيوس اثر الفلكي السويدي اندرس سلزيوس، والذي اقترح في الأصل أن تكون درجة الصفر مطابقة لدرجة تجمد الماء وان تكون درجة غليانه مقابلة للمائة، ولكن ذلك وقع تعديله سنة 1747.



يتم استعمال وحدة السلسيوس بصفة يومية في أغلب أرجاء العالم، مثلاً في ميدان التنبؤات الجوية، وما انفكت وسائل الاعلام تستعمل تسمية السنتيغريد (centigrade) إلى حدود أوائل التسعينيات. أما بالنسبة للميادين العلمية فيقع استعمال السليزيوس والكلفن.

### الفهرنهايت

**الفهرنهايت** هو وحدة لقياس درجة الحرارة ويرمز له بالرمز (F) سمي باسم منشئه العالم الفيزيائي الألماني دانيال غابرييل فهرنهايت (بالألمانية: Daniel Gabriel Fahrenheit) وكان ذلك عام 1724.

يشيع استعمال الفهرنهايت في العالم حالياً في أمريكا فقط في حين أن باقي دول العالم تستعمل سيلزيوس، ويرمز له بالرمز (C).

### الكلفن

**كيلفن** (بالإنكليزية: Kelvin) من وحدات القياس المعتمدة في النظام الدولي للوحدات لقياس درجة الحرارة ويرمز له بالرمز (K). سميت بهذا الاسم نسبة إلى الفيزيائي والمهندس البريطاني اللورد كيلفن.

ومقياس الكلفن هو ذلك المقياس الذي يوضح العلاقة بين حجم غاز معين ودرجة الحرارة المطلقة (وحدتها كلفن) وأيضاً العلاقة بين ضغط وحجم غاز معين ودرجة الحرارة الكلفنية، فعند كل زيادة مقدارها 1 درجة كلفنية يزداد حجم كمية معينة من غاز بمقدار  $1/273$  من حجمه الأصلي وكذلك ضغطه.

ونادراً ما تستخدم وحدة الكيلفن في الحياة العامة، ولكنها ذات أهمية خاصة في المجالات العلمية المختلفة. يُستخدم الكلفن في القياسات العلمية لأنه مقياس لدرجة نشاط الجزيئات في المادة، أي أنه عند درجة 0 كلفن (الصفر المطلق) تتوقف حركة الجزيئات تماماً.

نادراً ما تستخدم وحدة غير الكلفن في المجالات العلمية (خصوصاً علم الفلك)، وحتى لو استخدمت فيذكر بجانبها ما تساويه درجة الحرارة على مقياس الكلفن.

**الصفر المطلق** (0 كلفن) هو أخفض درجة حرارة في الطبيعة وتتوقف عندها حركة الجزيئات. لا يمكن عملياً الوصول إلى درجة الصفر المطلق، ولكن يمكن فقط الاقتراب منها. فنظرياً، إذا وصل الجسم إلى درجة الصفر المطلق فإن حجمه سيساوي صفر، لأن العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة علاقة طردية. وإذا ما وصلت المواد إلى درجة الصفر المطلق فإن خصائصها وسلوكها جميعاً سيُصبح شيئاً واحداً،



ولن تعود هناك إمكانية للتفريق بين المواد المختلفة.

### التحويل بين درجات الحرارة

#### التحويل من كلفن إلى مئوية (أو العكس)

يعتبر التحويل من كلفن إلى سلزيوس أو العكس أمر بسيط جداً حيث أن العلاقة بينهم ثابتة ، فيكفي إضافة عدد ثابت معين للدرجة المئوية للحصول على الكلفن ، ويكفي طرح نفس العدد الثابت والمعيّن من الكلفن للحصول على المئوية.

ذاك العدد هو 273

$$\text{الكلفن} = \text{الدرجة المئوية} + 273$$

$$\text{الدرجة المئوية} = \text{الكلفن} - 273$$

#### التحويل من فهرنهايت إلى مئوية (أو العكس)

التحويل من فهرنهايت إلى مئوية أصعب من الكلفن ، حيث أنها تعتمد على عملية طرح وقسمة على أعداد كسرية.. لذلك قد تحتاج آلة حاسبة للقيام بذلك..

$$\text{الدرجة المئوية} = (\text{الفهرنهايت} - 32) \div 1.8$$

$$\text{الفهرنهايت} = 32 + (1.8 \times \text{المئوية})$$

\*\*سؤال:

(1) القراءة بنظام سيلسيوس التي تساوي 35 س تكافئ في النظام المطلق :

(1) 273 ك (2) 235 ك (3) 308 ك (4) 318 ك

الجواب : 3

(2) وتكافئ نفس الدرجة (35س) بالفهرنهايت :

(1) 70 ف (2) 95 ف (3) 90 ف (4) 85 ف



الجواب: 2:

**\*\* كمية الحرارة :**

هي الطاقة الحرارية المنقولة من جسم الى اخر وتقاس بوحدة السعر الحراري او جول حيث

1سعر = 4,186 جول

تحدد كمية الحرارة ب 3 امور اساسية وهي :

التغير في درجة حرارة الجسم (  $d_2 - d_1$  ).

كتلة الجسم (ك).

نوع المادة. حيث تمتلك كل مادة حرارة نوعية معينة ( ح ن ) وهي ( كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كغ واحد من الماد درجة سن واحدة). وحدتها ( جول / كغ.سن )

**مهم \*\***

كلما زادت الحرارة النوعية للمادة لزم كمية حرارة اكبر لرفع درجة حرارته وبالتالي فهذه المادة تخسر حرارة ببطء اكثر من المادة ذات الحرارة النوعية العالية .

السعة الحرارية : ( س ع ) كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة سن واحدة . وحدتها جول/سن

$$س ع = ك \times ح ن$$

$$كمية الحرارة = السعة الحرارية \times (d_2 - d_1)$$

$$كمية الحرارة = ك \times ح ن \times (d_2 - d_1)$$

**\*\*سؤال :** اذا علمت ان ح ن للنحاس = 400 جول / كغ. سن و ح ن للالمنيوم = 500 جول / كغ. سن ، فأيهما يسخن أسرع عند تعريض نفس الكتلة منهما لنفس كمية الحرارة :

(أ)النحاس (ب) الالمنيوم (ج) يسخنان معا (د) لا يمكن تحديده

الجواب: النحاس (أ)

**سؤال \*\*:** ما السعة الحرارية لقطع حديد كتلتها 10 كغ و ح ن لها = 450 جول/كغ.سن؟

(أ) 4500 جول/سن (ب) 45 جول/سن (ج) 450 جول/سن (د) 4,5 جول/سن

الجواب: أ

تطبيقات:



- عندما تسير حافي القدمين على رمال الشاطئ تلاحظ انها اسخن من مياه البحر يعود ذلك للحرارة النوعية العالية للماء التي تجعل امتصاص حرارة الشمس ابطأ من الرمال .
- تستخدم مراوح ضخمة لنشر رذاذ الماء في أجواء الحرمين لأن ح ن للماء عالية جداً فتمتص طاقة حرارة عالية من حولها .

### المخلوط الحراري :

هو اختلاط مادتين أو أكثر او تلامس جسمين مختلفين في الحرارة بحيث تفقد المادة ذات الحرارة العالية كمية معينة من الحرارة تكتسبها الجسم ذو الحرارة الأقل .

### أنظمة الحرارة:

نظام الحرارة المفتوح : مثال فنجان قهوة موضوع مكشوفاً على طاولة وهنا يحصل تبادل حراري بين الجسم والمحيط حتى تصبح درجة حرارة الجسم مساوية لحرارة المحيط ( الهواء في الغرفة) .

نظام الحرارة المغلق : تنتقل الحرارة بين مكونات النظام فقط مثل فنجان القهوة المغطى تنتقل الحرارة بين جدران الفنجان والسائل فقط .

المعزول : مثل المسعر الحراري لا يحدث تبادل بين الجسم والوسط المحيط به  
\* النظام المعزول هو نظام مغلق ☺.

\*\* يستمر انتقال الحرارة حتى يحدث الاتزان الحراري حيث فيه:

كمية الحرارة المكتسبة ( للبارد ) = كمية الحرارة المفقودة ( من الساخن)

$$ك_1 ح_1 ن_1 = ك_2 ح_2 ن_2$$



احسب السعة الحرارية لمسعّر من النحاس به ١٠٠ غ ماء بدرجة حرارة ١٠°س أضيف إليه ١٠٠ غ أخرى من الماء درجة حرارته ٨٠°س فأصبحت درجة حرارة المزيج النهائية ٣٨°س.

كمية الحرارة المكتسبة

$$ك \times ح \times (د - د) = \text{كمية الحرارة التي اكتسبها الماء}$$

$$٠,١ \times ٤١٨٦ \times (١٠ - ٣٨) =$$

$$= ١١٧٢٠,٨ \text{ جول}$$

كمية الحرارة التي اكتسبها المسعّر = السعة الحرارية للمسعّر  $\times$  (١٠ - ٣٨)

كمية الحرارة المفقودة

$$ك \times ح \times (د - د) = \text{كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن}$$

$$٠,١ \times ٤١٨٦ \times (٣٨ - ٨٠) = ١٧٥٨١,٢ \text{ جول}$$

عند الاتزان

كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة

كمية الحرارة التي اكتسبها الماء والمسعّر = كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن

$$١٧٥٨١,٢ = (٢٨ \times \text{السعة الحرارية للمسعّر}) + ١١٧٢٠,٨$$

$$\text{السعة الحرارية للمسعّر} = ٢٠٩,٣ \text{ جول/}^\circ\text{س}$$

### ملاحظة على الهامش:

\* يقلل سمك زجاج ميزان الحرارة حتى ينقل الحرارة من المادة الى المستودع بسرعة ونحصل على قراءة فورية ولنفس السبب يكون ميزان الحرارة شعريا وتكون كمية الزئبق قليلة جدا حتى لاتستهلك من الحرارة المقاسة

### حالات المادة الثلاث :

- الحالة الصلبة : لها شكل محدد لا يتغير بسهولة ولها ابعاد ثابتة
- الحالة السائلة : يتغير شكلها بسهولة
- الحالة الغازية : شكل غير محدد كثافة قليلة جدا وحجم غير ثابت .

يعزى اختلاف حالات المادة الى اختلاف قوى الترابط بين جزيئاتها فتكون قوية في الحالة الصلبة واطعف في الحالة السائلة وشبه معدومة في الحالة الغازية .

الحرارة الكامنة للانصهار : كمية الحرارة اللازمة لتحويل 1 كغم من المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة . وحدتها جول/كغم



القانون : كمية الحرارة اللازمة لصهر كمية من مادة = الكتلة  $\times$  الحرارة الكامنة للانصهار

- لكل مادة درجة انصهار محددة و حرارة كامنة للانصهار خاصة بها
- المواد ذات الحرارة الكامنة الاعلى تعد مخزن جيدا للحرارة مثل شمع البرافين و ملح جلوبير عند تسخينها تتحول الى السيولة وعند وضعها في سائل تتحول الى الصلابة فتحرر منها طاقة كبيرة مثال القربة المستخدمة للتدفئة .
- عند تحويل الجليد الى ماء نحتاج كمية من الحرارة ثم عندما نصل الى درجة الصفر وهي درجة الانصهار الثابتة تثبت درجة الحرارة حتى تتحول جميع الكمية الى سائل
- يحدث الغليان عند درجة حرارة محددة وثابتة وعند ضغط جوي معين .



مثال (٦-٢)

مسعر سعة حرارية  $0.6,0$  جول ابن يحتوي على كمية من الماء قدرها  $100$  غ ودرجة حرارتها  $12$ °س، التي فيه قطعة من الجليد كتلتها  $50$  غ ودرجة حرارتها  $-5$ °س فإذا بلغت درجة الحرارة النهائية للمزيج  $8$ °س فاحسب الحرارة الكامنة لانصهار الجليد، علماً بأن الحرارة النوعية للجليد  $2.093$  جول /كغ.°س وللماء  $4186$  جول /كغ.°س.

الطاقة التي فقدت حرارة من المسعر واثبت

$$\begin{aligned} \text{.. الحرارة التي فقدتها المسعر} &= \text{السعة الحرارية للمسعر} \times \text{التغير في درجة الحرارة} \\ &= (8-12) \times 0.6,0 \\ &= 2.4 \text{ جول} \end{aligned}$$

١٧٣

.. الحرارة التي فقدتها الماء = الكتلة  $\times$  الحرارة النوعية للماء  $\times$  فرق درجات الحرارة

$$(8-12) \times 4186 \times 0,100 =$$

الحرارة التي فقدتها الماء =  $1674,4$  جول

الطاقة التي اكتسبت حرارة، هي:

.. قطعة الجليد لرفع درجة حرارتها من  $(-5)$ °س إلى  $(0)$ °س

$$\text{كمية الحرارة المكتسبة} = \text{ك} \times \text{ح} \times \text{د} =$$

$$= 2.093 \times 0,050 \times ((-5) - 0) = 52,325 \text{ جول}$$

.. لتحويل الجليد من جليد بدرجة  $0$ °س إلى ماء بدرجة  $0$ °س

كمية الحرارة اللازمة = الكتلة  $\times$  الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

$$= 0,050 \times$$

$$= 0,050 \text{ ص جول}$$

.. لرفع درجة حرارة الماء من  $0$ °س إلى  $8$ °س

كمية الحرارة المكتسبة = الكتلة  $\times$  الحرارة النوعية للماء  $\times$  فرق درجات الحرارة.

$$(8-0) \times 4186 \times 0,100 =$$

$$= 167,44 \text{ جول}$$

عند الاتزان

.. كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة

$$167,44 + 2.4 = 167,44 + 52,325 + 0,050 \times$$

$$19,00,4 = 0,050 + 219,765$$

$$\text{ص} = 337127 \text{ جول، وهذا هي الحرارة الكامنة لانصهار الجليد.}$$

- سؤال : عند درجة الغليان توجد المادة في الحالة :

(1) السائلة (2) الغازية (3) الصلبة (4) 1+2

الجواب 4

• التبخر يحدث عن اي درجة . و فقط من السطح بعكس الغليان الذي يحدث من جميع اجزاء السائل .



سؤال : درجة الحرارة التي توجد عندها المادة في حالتها السائلة والغازية عند ثبوت درجة الحرارة :

(1) درجة الانصهار (2) درجة الغليان (3) درجة التبخر (4) لاشيء مما ذكر

الجواب : 2

الحرارة الكامنة للتصعيد : هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل 1 كغ من المادة في حالة السيولة للحالة الغازية .

**القانون : كمية الحرارة = الكتلة x الحرارة الكامنة للتصعيد**

\* لكل مادة حرارة كامنة للتصعيد خاصة بها وحدتها جول/كغ

\* عند تحويل كمية من الماء بصورة كاملة الى بخار نحتاج اولاً الى اوصول هذه الكمية الى درجة الغليان عن طريق تزويدها بكمية حرارة + ك x ح ن 1-2 و عندما نصل درجة الغليان تثبت درجة السائل حتى يتحول جميعه الى غاز وذلك بتزويده ب كمية حرارة = ك x الحرارة الكامنة للتصعيد وتكون كمية الحرارة الكلية هي مجموع الكميتين المذكورتين سابقا .

- القانون الاول في الديناميكا : الطاقة الحرارية لا يمكنها ان تفنى او تخلق من العدم بل تتحول من شكل الى اخر

- القانون الثاني: لا يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية كاملة بسبب الانتروبي ( الفوضى) وتزداد هذه الفوضى بمرور الوقت .

### مثال (٧-٢)

احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل 2 كغ من الماء درجة حرارتها 10°س الى بخار درجة حرارته 120°س.

$$\begin{aligned} & \text{كمية الحرارة اللازمة} = \text{كمية الحرارة اللازمة لتسخين الماء من } 10^\circ\text{س الى } 100^\circ\text{س} \\ & + \text{كمية الحرارة اللازمة لتحويل الماء من سائل الى بخار عند درجة حرارة } 100^\circ\text{س} \\ & + \text{كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة بخار الماء من } 100^\circ\text{س الى } 120^\circ\text{س} \\ & \text{كمية الحرارة اللازمة} = ك \times ح ن (100 - 10) + ك \times \text{الحرارة الكامنة للتصعيد} + ك \times ح ن (120 - 100) \\ & = (100 - 10) \times 2101 \times 2 + 2209184 \times 2 + (120 - 100) \times 4186 \times 2 = \\ & = 84040 + 4418368 + 737200 = \\ & = 5355808 \text{ جول} \\ & = 5355,808 \text{ كيلو جول.} \end{aligned}$$



## - التمدد الحراري :

هو التغير في ابعاد المادة عند تغير درجة حرارتها .

**اولا :** يكون التمدد في المواد الصلبة اما : (1) سطحي مثل (صفحة فلزية)

(2) حجمي : مثل كرة مصمتة او جوفاء

(3) طولي : مثل الاسلاك

\*يعتمد التمدد على نوع المادة وحجمها / طولها /مساحتها ويتناسب تناسب طردي.

\*يحدث لابعاد الجسم جميعها فالكرة المجوفة والمصمتة عند تعريضهما لكمية الحرارة نفسها يتمددان بنفس المقدار اذا كانتا من نفس الفلز لان التجويف يتمدد ك جزء من الكرة .

**ثانيا :** التمدد في المواد السائلة :

هو تمدد حجمي فقط لان السائل يأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه وهنا عند حساب حجم السائل يجب مراعاة التغير في حجم الاناء الموضوع فيه .بسبب تمدده هو ايضا .

يزداد تمدد الماء بزيادة درجة حرارته اي يزداد حجمه وتقل كثافته باستثناء درجة الحرارة من ( 0 – 4 ) وهو شذوذ الماء . وهنا يقل حجم الماء عندما تزداد درجة الحرارة بدلا من ان يزداد .وتزداد كثافته فينزل للأسفل وبالتالي يكون الماء في الاسفل ادفاً منه في الاعلى وهو ما يحافظ على استمرارية الحياة للحياء البحرية .

سؤال : خصيصة بالجسم تأخذ اقصى قيمة لها بالنسبة للماء عند درجة حرارة 4 س° :

(1) الحجم (2) الكثافة (3) 2+1 (4) لاشيء مما ذكر

الجواب : 2

**ثالثا :: التمدد في الحالة الغازية :**

\* عند ازدياد درجة حرارة الغاز فان حجمه يتمدد عند ثبوت الضغط .

\*نسبة تمدد المادة الغازية اكبر من تمدد المادة السائلة .

\* العلاقة بين درجة الحرارة وحجم الغاز غير طردية. كيف؟؟؟؟ نسبة الزيادة في الحجم لا تساوي نسبة الزيادة في درجة الحرارة .

كلما قلت درجة الحرارة يقل حجم الغاز . ماذا لو استمر نزول الحرارة الى الصفر المطلق (-273) فهل سيختفي الغاز؟؟؟

وجد العالم شارل انه قبل الوصول الى الصفر المطلق يتحول الغاز الى سائل بالتالي لن تصل الغازات الى حجم ( صفر ) .



اذن \*\* يتناسب حجم الغاز المحصور طرديا مع درجة الحرارة المطلقة عند ثبوت الضغط ( قانون شارل )  $ح_1 / 1د = ح_2 / 2د$  بوحدة الكلفن

#### تطبيقات:

✓ نظام التبريد في السيارة

✓ التلاجة

#### قوانين إضافية

قانون بويل :  $ض_1 \times ح_1 = ض_2 \times ح_2$

قانون غيلوساك :  $ض_1 / ح_1 = ض_2 / ح_2$

القانون العام  $ض_1 \times ح_1 / 1د = ض_2 \times ح_2 / 2د$

معامل التمدد الحجمي للسائل =  $(ح - 2ح) / (ح \times (1د - 2د))$  ح : الحجم الاصلي

معامل التمدد الطولي للمادة =  $(ل - 2ل) / (ل \times (1د - 2د))$  ل : الطول الاصلي



## ميكانيكا الموائع

## ميكانيكا الموائع السكونية

تتواجد المادة على أربع حالات (وتسمى أشكال **Forms**) وتعتمد الحالة التي تتواجد عليها المادة على درجة حرارتها. فعلى سبيل المثال: الماء (سائل) إذا خفضنا درجة حرارته يتحول إلى ثلج (صلب) وإذا رفعنا درجة حرارته يتحول إلى بخار الماء (غاز) وإذا واصلنا عملية رفع درجة حرارته يتحول إلى (بلازما) وهي الحالة الرابعة للمادة وتكون طاقتها عالية جداً. وفي دراستنا الحالية نقصر إهتمامنا على الحالات الثلاث الأولى (الغازية، السائلة، والصلبة) لأنها الحالات الشائعة على سطح الأرض أما الحالة الرابعة (البلازما) فلها موضع آخر عندما تقوم بدراسة الكون.

والجدول التالي يشكل مقارنة بين الحالات الثلاث :

المقارنة	السائلة	الغازية	الصلبة
قوى التجاذب بين الجزيئات	ضعيفة	شبه معدومة	قوية جداً
المسافة بين الجزيئات	كبيرة	كبيرة جداً	صغيرة جداً
الحجم	ثابتة	متغير	محدد
الشكل	شكل الوعاء الذي يحويها	شكل الوعاء الذي يحويها	حسب الاستخدام
الاستجابة لقوى الشد والقص والضغط	لا تقاوم قوى الشد و تقاوم قوى القص والضغط	لا تقاوم قوى الشد والقص بل تقاوم قوى الضغط	تقاوم قوى الشد والقص والضغط



مما سبق يتضح أن السوائل والغازات تستجيب للقوى الخارجية في تغيير شكلها. وتكون المسافة بين جزيئاتها كبيرة مما يتيح لها حرية الحركة. ولذلك تسمى السوائل والغازات " المائع " .

أما الحالة الرابعة من المادة وهي " البلازما " وتتكون البلازما عبر مراحل تدريجية تتم بارتفاع درجة الحرارة، حيث تتفكك جزيئات الغاز إلى ذرات في المرحلة الأولى. ثم يتبع ذلك في المرحلة الثانية تأيين لذرات الغازات نتيجة التصادمات التي تؤدي إلى إنطلاق الإلكترونات من المدارات الخارجية للذرات، وبذلك تتكون البلازما من خليط من الذرات المتعادلة والأيونات الموجبة والإلكترونات. والبلازما هي الحالة الشائعة للمادة في الكون حيث تشكل 99% من المادة. إلا أنها نادرة جداً على الأرض إلا في الحالات التي يقوم الإنسان بصنعها مثل " مصابيح الفلورنست " .

يشغل علم الموائع السكونية حيزاً مهماً في علم الفيزياء وذلك لما يحويه من تطبيقات واسعة في حياتنا مثل صناعة السفن، وبناء السدود، الغواصات، والمضخات المختلفة وأجهزة قياس الضغط.

تعريف المائع :

يتكون المائع من مجموعة من الجزيئات المرتبة عشوائياً وتكون القوى بين الجزيئات ضعيفة، كما أن المائع يتأثر بسهولة بالقوى الخارجية المؤثرة عليه من جوانب الإناء الذي يحويه أو من خارج الإناء لذلك لا يكون له شكل محدد.

والأمثلة على الموائع عديدة في حياتنا اليومية، فنحن نتنفس الموائع (الهواء) ونشرب الموائع ( الماء والسوائل الأخرى ) ويجري المائع (الدم) في عروقنا.

أولاً : قياس الضغط الجوي :

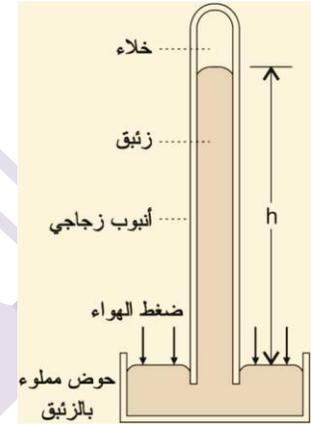
يعرف الضغط الجوي على أنه "وزن عمود الهواء الممتد من سطح الأرض وحتى آخر طبقات الغلاف الجوي والمؤثر على وحدة المساحات" .



ويمكن قياس الضغط الجوي باستخدام :

#### أ- الباروميتر الزئبقي

هي أداة تستخدم لقياس الضغط الجوي . والباروميتر هو أنبوب زجاجي طويل مفتوح من أحد الطرفين يملأ بالزئبق ثم ينعكس في حوض فيه زئبق كما في الشكل .



وإذا وُضع الباروميتر عند مستوى سطح البحر فإن مستوى الزئبق في الأنبوب سينخفض حتى يصل إرتقاعه ( من مستوى سطح الزئبق في الحوض ) إلى 76 سم . وسيترك فراغاً فوق سطح الزئبق يحوي بخار الزئبق والذي عادة ما يكون ضغطه صغيراً جداً إلى درجة يمكن إهماله . ويسمى هذا الفراغ "فراغ تورشيللي".

سؤال : لماذا يستخدم الزئبق في الأنبوب ؟

جواب : نظراً لعدة أسباب :

- 1- كثافة الزئبق عالية لذلك يكون ارتفاع عمود الزئبق يساوي ( 76 سم ) في حين أنه إذا استخدم الماء يكون ارتفاع العمود يساوي ( 10 م ) وهذا غير عملي أثناء الإستخدام .
- 2- درجة غليان الزئبق عالية جداً ولذلك فإن تبخره قليل .
- 3- قوى التماسك بين ذرات الزئبق أعلى من قوى التلاصق بينه وبين الزجاج لذا تكون القراءة دقيقة في حين أن قوى التماسك بين



جزيئات الماء أعلى من قوى التلاصق بينها وبين الزجاج فتكون هناك نسبة خطأ في القراءة .

4- لونه مميز يمكن رؤيته من خلال الزجاج .

والآن ماذا نستطيع أن نقول عن علاقة ضغط النقطة ( أ ) بضغط النقطة ( ب ) ؟؟؟

بما أن النقاط على نفس المستوى الأفقي .

$$\text{إذاً } \text{ض ب} = \text{ض أ}$$

النقطة ( ب ) تقع تحت تأثير الضغط الجوي في حين أن النقطة ( أ ) تقع تحت تأثير ضغط 76 سم زئبق .

$$\text{ض.} = \text{ض أ} = \text{ل زئبق} \times \text{ث زئبق} \times \text{ج}$$

$$9.81 \times (1000 \times 13.6) \times 0.76 =$$

$$= 101396.16 \text{ باسكال}$$

$$= 1.0139616 \text{ بار}$$

وبذلك نستطيع القول أنه يمكن التعبير عن قيم الضغط الجوي بقيم متعددة :

$$(1) \text{ ض.} = 76 \text{ سم زئبق}$$

$$(2) = 760 \text{ ملم زئبق}$$

$$(3) = 101400 \text{ باسكال}$$

$$(4) = 1.014 \text{ بار}$$

يتغير الضغط الجوي تبعاً للإرتفاع أو الإرتفاع عن سطح البحر . هل تستطيع عزيزي الدارس أن تتبين متى يزيد الضغط الجوي

ومتى يقل ؟؟



### ب- الباروميتر المعدني ( باروميتر آرينويد )

نظراً لصعوبة التعامل عملياً مع الباروميتر الزئبقي قام العلماء بتصميم الباروميتر المعدني والذي تقل دقته عن الباروميتر الزئبقي . إلا أنه تميز بسهولة قراءته وسهولة حمله .

ويتكون الباروميتر من صندوق معدني مرن الجوانب محكم الغلق يكتوي على هواء بضغط منخفض ، فكلما كان الضغط أعلى تُضغَط جوانبه للداخل كما في الشكل وبذلك يتحرك المؤشر مشيراً إلى قيمة الضغط .

ملاحظة : تتم معايرة الباروميتر المعدني باستخدام الباروميتر الزئبقي .

### قياس ضغط المائع المحصور :

#### 1) المانوميتر :

يستخدم المانوميتر لقياس ضغط المعيار للسوائل وللغازات المحصورة . وهو أنبوب على شكل حرف ( U ) يحتوي على سائل غالباً ما يكون الزئبق ، ويتصل أحد طرفي المانوميتر بالوعاء الذي يحوي المائع المراد قياس ضغطه ، ويكون الطرف الآخر معرضاً للضغط الجوي :

أ- إذا كان ضغط المائع أكبر من الضغط الجوي .

$$\text{ض س} = \text{ض ص}$$

$$\text{ض.} + \text{ل} \times \text{ث سائل} \times \text{ج} = \text{ض م (للمائع)}$$

$$\text{ض م} = \text{ض.} + \text{ل} \times \text{ث} \times \text{ج}$$

ل : ارتفاع عمود السائل المستخدم

ث سائل ج : تسارع السقوط الحر

كثافة السائل المستخدم



(ب) إذا كان ضغط المائع أقل من الضغط الجوي .

$$\text{ض أ} = \text{ض ب}$$

$$\text{ض.} = \text{ل} \times \text{ث} \times \text{سائل} \times \text{ج} + \text{ض م} \text{ (للمائع)}$$

$$\text{ض م} = \text{ض.} - \text{ل} \times \text{ث} \times \text{ج}$$

(2) مقياس بوردون ( ساعة الضغط ) :

يتكون من أنبوب مفلطح من البرونز مغلق من أحد الطرفين وشكله يشبه علامة الاستفهام .

إذا دخل الغاز من طرف الأنبوب المفتوح فإنه يجعل الأنبوب يتقوس للخارج تماماً كما يحدث للقفاز عن النفخ فيه ، وتتصل نهاية الأنبوب من الجهة الأخرى بروافع ومؤشر يتحرك فوق تدريج ، ويعتبر المانوميتر أكبر دقة في القياس من مقياس بوردون إلا أن الثاني يتميز بسهولة حمله ، ونستطيع قراءة الضغط منه مباشرة.

سؤال: إذا كانت قراءة الباروميتر الزئبقي في منطقة ما ( 50 سم زئبق ) احسب :

1. الضغط الجوي بوحدة باسكال .

2. ارتفاع عمود الهواء الذي يعادل الضغط الجوي ( ث هواء = 1كغم / م<sup>2</sup> ) .

الجواب :  $10 \times 0.06^6$  باسكال ، 6800 م

مبدأ باسكال ( 1 )

مشاهدات يومية

1. خروج مادة معجون الأسنان من الأنبوب عند الضغط عليه .



2. المحقن الطبي .

3. قد يحدث أحياناً أن تضرب بقوة صغيرة نسبياً على فوهة زجاجة فينكسر قاع الزجاجاة .

كل الظواهر السابقة تتعلق بمبدأ يسمى " مبدأ باسكال " والذي ينص على ما يلي :

"إذا سُلط ضغط إضافي عمودي على سائل محصور ، فإن هذا الضغط ينتقل إلى جميع أجزاء السائل وفي جميع الاتجاهات بالتساوي"

قاعدة ارخميدس

هل تساءلت يوماً كيف تطفو السفينة المصنوعة من الفولاذ على سطح الماء؟ وكيف تغوص الغوصات تحت الماء؟ ولماذا تشعر بأنك أخف وزناً وأنت تسبح تحت الماء؟  
للتعرف على ذلك نقوم بالنشاط التالي:

- 1- علق جسماً باستخدام ميزان نابضي وسجل قراءة الميزان .
- 2- أحضر حوض فيه ماء كالموضح في الشكل مع دورق إزاحة وأغمر الجسم المعلق بالميزان النابضي فيه ، ماذا تلاحظ ؟
- 3- أوجد وزن الماء المزاح وسجله.
- ما هي الإستنتاجات التي حصلت عليها ؟
- 1- عند غمر الجسم بالماء ينقص وزنه .
- 2- ينقص وزن الجسم بمقدار قوة دفع الماء له ( قوة الطفو ) .
- 3- حجم الماء المزاح = حجم الجزء المغمور من الجسم أو الجسم كله
- 4- قوة الطفو = وزن الماء المزاح
- 5- قوة الطفو = وزن الجسم الحقيقي - وزن الجسم الظاهري

كل الإستنتاجات السابقة يمكن تلخيصها في قاعدة أرخميدس التي تنص على



"إذا غمر جسم في سائل فإنه يفقد من وزنه بمقدار وزن السائل المزاح".

ولإستنتاج التعبير الرياضي لهذه القاعدة :

لو قمنا بغمر جسم على شكل متوازي مستطيلات مساحة سطحه العلوي والسفلي ( س ) وارتفاعه ( ع ) في سائل ما كثافته ( ث ) وغاص الجسم إلى عمق مقدراه ( ل ) ( من سطح السائل إلى السطح العلوي للجسم ).

ماذا نستنتج ؟

\* القوة التي يؤثر بها السائل على السطح السفلي للجسم أكبر منها على سطحه العلوي، ومحصلة هاتين القوتين هي قوة إلى أعلى تعمل على دفع الجسم إلى أعلى ( قوة الطفو ) وهي المسؤولة عن نقصان وزن الجسم عند غمره في السائل.

قوة الطفو = القوة المؤثرة على السطح السفلي للجسم - القوة المؤثرة على السطح العلوي للجسم

$$= \text{ض سفلي ( مساحة السطح السفلي )} - \text{ض علوي ( مساحة السطح العلوي )}$$

$$= ( ل + ع ) \text{ ث ج س} - ل \text{ ث ج س}$$

$$= ل \text{ ث ج س} + ع \text{ ث ج س} - ل \text{ ث ج س}$$

$$= ع \text{ ث ج س}$$

لكن  $ع \times س = \text{حجم السائل المغمور} = \text{حجم السائل المزاح}$

قوة الطفو = حجم السائل المزاح  $\times$  ث  $\times$  ج

$$= \text{كتلة السائل} \times ج$$

$$= \text{وزن السائل المزاح}$$

وزن الجسم في السائل ( الوزن الظاهري ) = وزن الجسم في الهواء - وزن السائل المزاح

$$= ح \text{ ث ج} - ح \text{ ث ج}$$

وزن الجسم الظاهري = ح ج ( ث . ث )



ونلاحظ مما سبق ما يلي :

أ - إذا كانت كثافة السائل أكبر من كثافة مادة الجسم أي أن (  $\rho < \rho_{\text{ج}}$  ) ، فإن محصلة القوى المؤثرة في الجسم ستكون باتجاه سطح السائل لأن قوة الطفو أكبر من وزن الجسم. وستعمل هذه القوة على رفعه إلى أعلى حتى يبدأ جزء منه بالبروز فوق سطح السائل، وفي هذه الحالة تتناقص قوة الطفو حتى تصبح مساوية لوزن الجسم في الهواء. عندئذ يتوقف الجسم عن الصعود ويستقر على السطح. وينغمر من الجسم جزء فقط ويكون:

$$\text{وزن السائل المزاح} = \text{حجم الجزء المغمور} \times \rho_{\text{ج}} \times g$$

$$= \text{وزن الجسم في الهواء}$$

$$\text{وزن الجسم الطافي} = \text{حجم الجزء المغمور من الجسم} \times \rho_{\text{ج}} \times g$$

$$= \rho_{\text{ج}} \times V_{\text{م}} \times g$$

ب- إذا كانت كثافة مادة الجسم أكبر من كثافة السائل (  $\rho > \rho_{\text{ج}}$  ) فإن وزن الجسم في الهواء يكون أكبر من وزن السائل المزاح، وهذا يعني أن الجسم سيغوص ويستقر في قعر الإناء.  
ج- إذا كانت كثافة مادة الجسم تساوي كثافة السائل (  $\rho = \rho_{\text{ج}}$  ) فإن الجسم سوف يبقى معلقاً في السائل.

قاعدة أرخميدس للأجسام الطافية :

" إذا طفا جسم على سطح سائل ما فإن وزن الجسم يساوي وزن السائل المزاح "

مثال (1):

وضع جسم حجمه (200 سم<sup>3</sup>) وكثافته (4 غم / سم<sup>3</sup>) في الماء، فإذا كانت كثافة الماء (1 غم / سم<sup>3</sup>) احسب :

1- وزن السائل المزاح

2- مقدار ما يخسر الجسم من وزنه في الماء

3- وزن الجسم في الماء

الحل :

$$1- \text{وزن السائل المزاح} = \text{حجم الجسم} \times \rho_{\text{الماء}} \times g$$

$$= \frac{200}{1000000} \times 10 \times 10 = 2 \text{ نيوتن}$$

2- يخسر الجسم من وزنه في الماء بمقداره وزن السائل المزاح

إذاً الخسارة في وزن الجسم = 2 نيوتن

3- وزن الجسم في الماء = وزن الجسم الحقيقي - وزن السائل المزاح



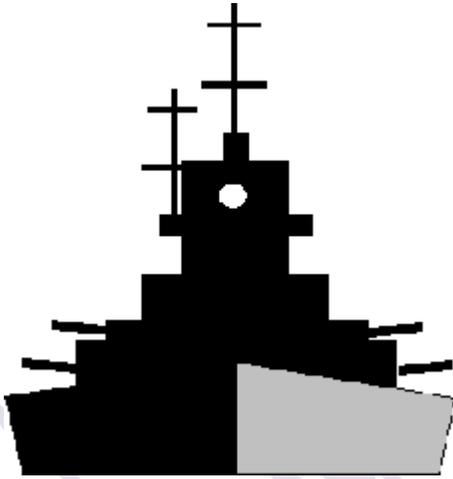
$$2 - 10 \times 10^3 \times 4 \times \frac{200}{1000000} =$$

$$6 - 8 = 2 \text{ نيوتن}$$

تطبيقات على قاعدة أرخميدس:

أ- السفينة :

كيف تطفو السفينة على سطح الماء وهي مصنوعة من الفولاذ في حين يغوص مسمار؟  
- تحوي السفينة تجويفاً كبيراً ، ولذلك يكبر الحجم وتقل الكثافة وتكون هذه الكثافة أقل من كثافة الماء ولذلك تطبقاً لقاعدة أرخميدس فإنها تطفو فوق سطح الماء.

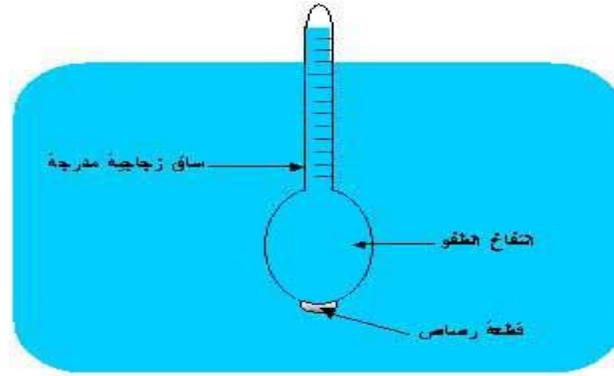


ب- الغواصة :

تحتوي الغواصات خزانات كبيرة يتم إدخال الماء إليها أو إخراجها منها، وإذا أرادت الغواصة أن تهبط إلى الأعماق تملأ الخزانات بالماء بحيث تزداد كثافة الغواصة لتصبح أكبر من كثافة الماء، وإذا أرادت أن ترتفع للأعلى تقوم بتفريغ الخزانات، وعندما تعلق في الماء تتساوى كثافة الغواصة مع كثافة الماء.

ج- الهيدروميتر :

أداة تستخدم لقياس كثافة السوائل، وهو عبارة عن أنبوب زجاجي في نهايته انتفاخ يحوي قطع رصاصية، وهو يطفو في السائل ويمكن تدريجه لقياس كثافة السوائل، فكلما كانت كثافة السائل أقل غاص الهيدروميتر في السائل أكثر.



### التوتر السطحي

تصور عدداً من جزيئات سائل، بعضها على سطح السائل، وبعضها في الداخل، ومن المعروف لك عزيزي الدارس: أن جزيئات المادة تؤثر في بعضها بقوى يطلق عليها اسم " قوى التماسك " والجزيئات في داخل السائل تتعرض لقوى التماسك من الجزيئات المحيطة من الاتجاهات جميعه، لذلك فهي مترننة أو تتحرك تبعاً لما تتعرض له من تصادمات ( تحركاً حراً داخل السائل). أما الجزيئات الموجودة على السطح فإن محصلة قوى التماسك عليها لا تساوي صفراً. ولو أننا حللنا هذه القوى كل منها إلى مركبتين أحدهما في اتجاه يوازي السطح والأخرى في الاتجاه المتعامد لكانت محصلة القوى في الاتجاه الموازي للسطح تساوي صفر، أما المركبات العمودية فإن محصلتها ستكون إلى الأسفل ومن ذلك نستنتج أن

" جزيئات السطح كلها تكون مشدودة إلى داخل السائل وهذه القوى تعمل على شد جزيئات سطح السائل نحو الداخل " وتسمى " قوى التوتر السطحي

لا بد من التأثير بقوة في الخيط في اتجاه يعاكس قوى التوتر السطحي، وهذه القوى سنبذل شغل، وعند الاتزان، تكون القوى المؤثرة ( ق ) عند تحريك الخيط مسافة صغيرة  $D = ش \times ق$  ( D ف ) وعند تحريك الخيط مسافة D ل ، تزداد مساحة الغشاء بمقدار D أ حيث ( أ ) مساحة الغشاء. ويعرف معامل التوتر السطحي ( ت ) لسائل ما بأنه :

" الشغل اللازم لزيادة مساحة سطح السائل بمقدار وحدة واحدة " لكن الزيادة في مساحة سطح الغشاء = ( D ف × ل ) حيث : ( ل ) طول الخيط المستقيم على سطح السائل الذي تؤثر قوة التوتر في جانبيه.

$$\frac{ق}{ل} = \frac{ق \times \Delta ف}{\Delta ل} = \frac{ش \Delta}{\Delta أ} = ت$$

ومن هذه المعادلة يمكن تعريف التوتر السطحي لسائل ما على أنه " القوة العمودية المؤثرة في وحدة الطول على أي خط مستقيم على سطح السائل "



$$\frac{\text{وحدة قوة}}{\text{وحدة طول}} = \text{وبذلك تكون وحدة معامل التوتر السطحي}$$

سؤال : أثبت أن وحدة نيوتن / م تكافئ الوحدة ( جول / م<sup>2</sup> )

الجدول التالي يوضح معامل التوتر السطحي لبعض السوائل عند درجة حرارة 20

السائل	ت ( نيوتن / م )	السائل	ت ( نيوتن / م )
ماء	$10^{-3} \times 72.8$	الزئبق	$10^{-3} \times 465$
بنزين	$10^{-3} \times 28.9$	زيت الزيتون	$10^{-3} \times 32$
كحول ايثيلي	$10^{-3} \times 22.3$	محلول الصابون	$10^{-3} \times 25$
جليسرين	$10^{-3} \times 63.1$	اسيتون	$10^{-3} \times 23.7$

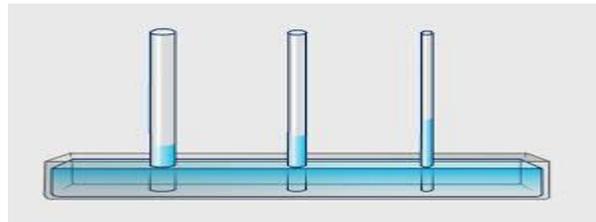
### تطبيق

#### الفقاعات

كثيراً ما نشاهد الفقاعات عند غليان الماء أو عند النفخ في مصاصة مغمورة في محلول الماء والصابون. فكيف تتشكل هذه الفقاعات؟ من الواضح أنه عند النفخ في المصاصة، تتكون فقاعة الصابون التي هي سطحان كرويان، بينهما طبقة رقيقة من محلول الصابون، والتوتر السطحي دائماً يحاول تقليل المساحة وعليه تنكمش الفقاعة تدريجياً إلى أن تتلاشى، إلا أن استمرار النفخ يعني بذل شغل على الفقاعة الذي يخزن في الفقاعة على شكل طاقة، وتستقر الفقاعة عندما تكون القوة الناشئة عن الضغط في الداخل مساوية لقوى التوتر السطحي، مضافاً إليها القوة الناشئة عن الضغط الجوي، أي أن قوى التوتر السطحي تساوي القوة الناشئة عن فرق الضغط بين داخل الفقاعة وخارجها.

#### الخاصية الشعرية

إن اختلاف قوى التماسك والتلاصق، واختلاف زوايا التماس بين السوائل وجدران الأوعية التي توجد فيها يؤديان إلى ظاهرة تعرف باسم الخاصية الشعرية، فما المقصود بها؟ وما أهميتها في حياتنا؟





يبين الشكل الماء داخل أنبوبة شعري ( أنبوب ذات قطر صغير ) وبما أن زاوية التماس بين الماء والزجاج حادة والماء يبذل جدار الأنبوبة، فإن الماء يرتفع في الأنبوبة، حتى يصل إلى الاتزان عند ارتفاع معين، ويكون سطحه مقعراً ويتوقف ارتفاع الماء في الأنبوبة الشعرية على قوى التوتر المؤثرة في خط التماس بين الماء والجدار ( يكون خط التماس على شكل دائرة ) وفي حالة الاتزان ، يكون وزن عمود الماء فوق مستوى سطح الماء في الوعاء مساوياً لمحصلة قوى التوتر السطحي في الاتجاه الرأسي، وعندها يتوقف ارتفاع الماء داخل الأنبوبة الشعرية.

$$\text{وزن عمود السائل} = \text{ح} \times \text{ث} \times \text{ج}$$

حيث :

ح : حجم السائل

ث : كثافة السائل

ج : تسارع السقوط الحر

$$\text{و} = (p \text{ نق}^2) \text{ ث ج}$$

حيث :

نق : نصف قطر الأنبوبة الشعرية

ل : ارتفاع السائل من الأنبوبة الشعرية

أما قوى التوتر السطحي، فإنها تكون باتجاه يصنع زاوية ( q ) مع السطح الداخلي للأنبوب، ويمكن تحليل هذه القوى إلى مركبتين: الأولى في اتجاه أفقي، والأخرى في اتجاه رأسي، وتكون محصلة القوى في الاتجاه الأفقي صفراً، أما محصلة القوى في الاتجاه الرأسي فتعطي بالعلاقة :

$$\text{ق ت} = p2 \text{ نق ت جتا} q$$

حيث :

ق ت : محصلة قوى التوتر السطحي في الاتجاه الراسي

ت : معامل التوتر السطحي للسائل

q : زاوية التماس

وعند الاتزان فإن :

$$\text{ق ت} = \text{و}$$

$$p2 \text{ نق ت جتا} q = p \text{ نق}^2 \text{ ث ج}$$

$$\text{أول} = \frac{\text{ت}^2}{\text{نق ث ج} \sin \theta}$$



ومن المعادلة يمكن استنتاج ما يلي :

- 1- متى يكون ارتفاع السائل في الأنبوبة الشعرية أكبر ما يمكن.
- 2- ما العوامل التي يعتمد عليها ارتفاع السائل في الأنبوبة الشعرية ؟
- 3- متى يكون ارتفاع السائل في الأنبوب يساوي صفراً ؟
- 4- إذا كانت  $q < 90^\circ$  فكيف يكون سلوك السائل داخل الأنبوية ؟

### ميكانيكا الموائع المتحركة

تسمى حركة المائع عبر مجرى معين جرياناً، ولوصف سلوك المائع نلجأ إلى نموذج نظري يسمى " المائع المثالي" له خصائص معينة ، ثم نقوم بتعديل المائع المثالي لنقترب من المائع الحقيقي. ويستخدم هذا النموذج لتسهيل دراسة المائع الحقيقي.

### خصائص المائع المثالي :

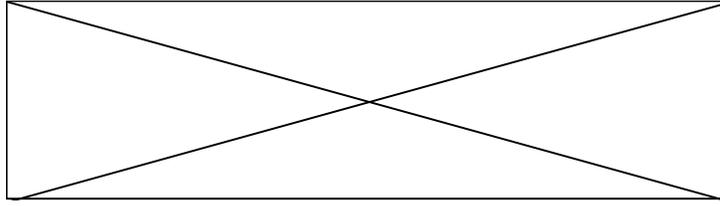
- 1- غير قابل للانضغاط : أي أن حجمه لا يتغير إذا بقي تحت درجة حرارة وضغط ثابتين، وبما أن حجمه ثابت فإن كثافته لا تتغير.
- 2- عديم اللزوجة : تعبر اللزوجة عن قوى الإحتكاك بين طبقات المائع أثناء جريانه، ويمتاز المائع المثالي بأنه عديم اللزوجة أي تنعدم قوى الإحتكاك بين طبقاتها أثناء الجريان.
- 3- جريانه منتظم : أي أن سرعة جزيئات المائع عند نقطة معينة ثابتة مع الزمن، وتختلف السرعة من نقطة إلى أخرى، وتتم حركة كل جزء من أجزاء المائع على طول خط ثابت لا يتغير بتغير شكل المجرى يسمى خط الإنسياب، لاحظ الشكل ادناه.
- 4- جريانه غير دوراني : أي أن أجزاء المائع ليس لها عزم دوراني حول النقطة التي تمر فيها، وللتأكد من ذلك ضع عجلة خفيفة قابلة للدوران حول محور في مجرى المائع،

### ومن الأمثلة على الجريان المنتظم :

- 1- جريان الماء في صنوبر بسرعة منخفضة.
- 2- جريان ماء النهر بسرعة منخفضة دون إعتراض صخور للمجرى.

### معدل التدفق

- يعرف معدل تدفق المائع بأنه : " حجم المائع الذي يعبر مساحة مقطع مجرى المائع في وحدة الزمن " .



يقطع المائع من ( 1 ) إلى

( 2 ) مسافة مقدارها  $\Delta x$

في زمن مقداره  $\Delta t$  .

$$\text{معدل التدفق} = \frac{\text{الحجم}}{\text{الزمن}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{A \Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

إذن :

معدل التدفق =  $A \times v$

حيث :

أ : مساحة مقطع المجرى

ع : سرعة المائع

وحدة معدل التدفق = وحدة السرعة  $\times$  وحدة مساحة المقطع

$$\frac{m^3}{s} = m \times \frac{m}{s} =$$

$$\frac{\text{وحدة الحجم}}{\text{وحدة الزمن}} = \text{أي وحدة معدل التدفق هي}$$



معادلة الإستمرارية :

باستخدام قانون حفظ المادة ( الكتلة ) فإن :

كتلة المائع التي تعبر المقطع ( أ<sub>1</sub> ) في زمن مقداره  $\Delta t$  بسرعة ( ع<sub>1</sub> ) ( في اتجاه عمودي على ( أ<sub>1</sub> ) تساوي كتلة المائع التي تعبر المقطع ( أ<sub>2</sub> ) في زمن  $\Delta t$  بسرعة ( ع<sub>2</sub> ) في اتجاه عمودي على ( أ<sub>2</sub> ) .

$$\text{أي أن: } \frac{\Delta K_1}{\Delta t} = \frac{\Delta K_2}{\Delta t}$$
$$\frac{A_1 \Delta t_1 \rho_1}{\Delta t} = \frac{A_2 \Delta t_2 \rho_2}{\Delta t}$$

معادلة الإستمرارية	$A_1 e_1 t_1 = A_2 e_2 t_2$
--------------------	-----------------------------

وإذا كان المائع مثاليًا فإن  $t_1 = t_2$

أي أن : (  $A_1 e_1 = A_2 e_2$  ) (معادلة الإستمرارية للمائع المثالي)

وتوضح هذه المعادلة أن هناك علاقة عكسية بين سرعة المائع المثالي ومساحة مقطع المجرى الذي يجري فيه.

مثال (1) : أنبوب مساحة مقطعه 10 سم<sup>2</sup>، يضيق لتصبح مساحة مقطعه 2.5 سم<sup>2</sup> ويخرج الماء بسرعة 40 سم/ث، احسب:

1- معدل التدفق في الأنبوب الثاني

2- معدل التدفق في الأنبوب الأول

3- سرعة الجريان في الأنبوب الأول



الحل :

1- معدل التدفق في الأنبوب الثاني =  $2 \text{ ع}$ 

$$2.5 = 10^4 \times 40 \times 10^{-2} = 10^6 \times 10^{-4} = 10^3 \text{ م}^3 / \text{ث}$$

2- بما أن الماء مائع يمكن اعتباره مثاليًا . إذن معدل التدفق ثابت  $1 \text{ ع} = 2 \text{ ع}$  وبالتالي فإن معدل التدفق في الأنبوب الأول =  $10^4 \text{ م}^3 / \text{ث}$

$$3- 1 \text{ ع} = 2 \text{ ع}$$

$$10^4 = 1 \text{ ع} = (10^4 \times 10)$$

$$1 \text{ ع} = \frac{10^4}{10 \times 10} = 10^2 \text{ م}^3 / \text{ث}$$

معادلة برنولي

" إذا ازدادت سرعة المائع قل ضغطه" وقد توصل العالم "دانيال برنولي" إلى هذا المبدأ، ووضع معادلة سميت فيما بعد "معادلة برنولي" وتمثل هذه المعادلة مبدأ حفظ الطاقة. وهي تربط بين أنواع الطاقة المختلفة التي يمتلكها المائع المثالي حيث تنص على أن " مجموع الضغط والطاقة الحركية لوحدة الحجم، وطاقة الوضع لوحدة الحجم يساوي مقداراً ثابتاً في جميع النقاط على طول مجرى المائع" أي أن:

$$\text{ض} + \frac{1}{2} \text{ ع}^2 + \text{ث ج ف} = \text{مقدار ثابت}$$

وإذا تصورت مانعاً يتحرك في أنبوب غير منتظم المقطع كما في الشكل إن حركة المائع من أسفل إلى أعلى يعني أن الضغط في الأسفل أعلى منه في الأعلى، ويمكن كتابة المعادلة السابقة على الصورة:

$$\text{ض}_1 + \frac{1}{2} \text{ ع}_1^2 + \text{ث ج ف}_1 = \text{ض}_2 + \frac{1}{2} \text{ ع}_2^2 + \text{ث ج ف}_2$$



حيث :

ض<sub>1</sub> : الضغط في الموقع الأول .

ض<sub>2</sub> : الضغط في الموقع الثاني .

ع<sub>1</sub> : سرعة المائع في الموقع الأول .

ع<sub>2</sub> : سرعة المائع في الموقع الثاني .

ج : تسارع السقوط الحر .

ف<sub>1</sub> : ارتفاع مركز الأنبوب عن مستوى مرجعي في الموقع الأول .

ف<sub>2</sub> : ارتفاع مركز الأنبوب عن نفس المستوى المرجعي في الموقع الثاني.

حالات خاصة :

(1) إذا كان المائع ساكناً أي أن  $ع_1 = ع_2 =$  صفر

تصبح معادلة برنولي للمائع الساكن :

$$ض_1 + \rho \cdot ث \cdot ج \cdot ف_1 = ض_2 + \rho \cdot ث \cdot ج \cdot ف_2$$

$$ض_1 - ض_2 = \rho \cdot ث \cdot ج \cdot (ف_2 - ف_1)$$

$$D \cdot ض = \rho \cdot ث \cdot ج \cdot ف$$

بماذا تذكر النتيجة التي حصلت عليها ؟

(2) المائع يجري في أنبوب أفقي

$$ف_1 = ف_2 =$$
 صفر

تصبح معادلة برنولي على الصورة

$$ض_1 + \frac{\rho \cdot ع_1^2}{2} = ض_2 + \frac{\rho \cdot ع_2^2}{2}$$

في ضوء هذه النتيجة ، ما العلاقة بين ضغط المائع وسرعته؟

سرعة الإنبجاس :

افتراض أن لديك خزان ماء كبير ومرتفع كما في الشكل والمطلوب حساب سرعة تدفق الماء من أسفل الخزان ( سرعة الإنبجاس )

افتراض الآن أن سرعة الماء عند سطح الخزان صغيرة جداً بالمقارنة مع سرعته عند الثقب ( مساحة الخزان كبيرة نسبياً ) لذا

ستكون

$$ع_1 =$$
 صفر الضغط عند 1 ، 2 يساوي الضغط الجوي لذلك

$$ض =$$
 صفر



وبتطبيق معادلة برنولي :

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + p_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + p_2$$

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2 = \rho g (h_2 - h_1)$$

$$v_1^2 - v_2^2 = 2g(h_2 - h_1)$$

$$v_1^2 - v_2^2 = 2g \Delta h$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2g \Delta h}$$

طبيقات :

(1) مقياس فنتوري :

إذا مر المائع المتحرك خلال أنبوب ثم ضاقت مساحة مقطع جريانه، فإنه يستجيب لذلك بزيادة السرعة، وهذا ما يؤدي إلى هبوط ضغطه، وإذا اتسع مقطع جريان المائع بعد ذلك، قلت سرعته وارتفع ضغطه، وتسمى هذه الظاهرة تأثير فنتوري. ويستخدم تأثير فنتوري لقياس سرعة تدفق المائع في أنبوب معين.

أ- قياس سرعة السوائل :

ويمكن حساب سرعة السائل تبعاً للعلاقة التالية:

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2g \Delta h}$$

ب- قياس سرعة الغازات :

وتستخدم نفس المعادلة السابقة

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2g \Delta h}$$

2- قوة الرفع على جناح الطائرة:



في الطيران الأفقي يؤثر على الطائرة أربعة قوى، حيث يؤثر وزن الطائرة على أسفل ويؤثر الرفع إلى أعلى والذي تولده الأجنحة ويؤثر محرك الطائرة قوة دفع إلى الأمام والتي تؤثر في اتجاه معاكس لقوة مقاومة الهواء.

ويكون السطح العلوي لجناح الطائرة محدباً بحيث أنه عندما يمر الهواء فوق الجناح يكون أسرع من الهواء أسفل الجناح .

### 3- المرذاذ :

أداة تستخدم لرش المبيدات الحشرية أو لترطيب مكان ما حيث يرش المانع الذي فيه على شكل قطرات صغيرة موزعة على مساحة كبيرة. والشكل يمثل المرذاذ حيث يندفع الهواء المضغوط بواسطة المكبس إلى أنبوب مختنق ويتصل في منطقة الإختناق أنبوب يصل إلى خزان يحوي المانع، وعند اندفاع الهواء في الإختناق بسرعة سوف يؤدي إلى هبوط الضغط داخل الأنبوب المختنق ، وبما أن الضغط على المانع في الخزان أكثر منه في الأنبوب المختنق، فسيصعد المانع بسبب فرق الضغط ويصير في مجرى الهواء المندفَع.

### 4- المازج ( الكاربوريتر) :

هو جهاز يشبه كثيراً المرذاذ في شكله ومبدأ عمله حيث يقوم بخلط الهواء بالبنزين داخل السيارة ( أنظر الشكل ) حيث تلاحظ أن الهواء الداخل في الأنبوب بسرعة معينة ما أن يمر بالإختناق حتى تزداد سرعته ويقل ضغطه، فيصبح أقل من الضغط الجوي ولما كان فوق البنزين هواء جوي ساكن وضغطه ضغط جوي واحد، فإن البنزين سيندفع إلى أنبوب الإختناق ويمتزج بالهواء الذي يعبر الأنبوب.

### اللزوجة

اللزوجة تعبر عن قوى الاحتكاك بين جزيئات المانع ، ولتكوين علاقة كمية توضّح مفهوم اللزوجة ، نأخذ مثلاً حركة المانع بين صفتين متوازيتين مستويين ويبين الشكل ( أ ) المانع بين الصفتين قبل الحركة ، وهو مقسّم إلى طبقات ، فإذا ثبتنا الصفحة

السفلى وأثرنا بقوة أفقية ( ق ) في الصفحة العليا فإنها ستتحرك بسرعة ( ع ) وستكون سرعة المانع الملامس لكلتا

الصفحتين هي نفس السرعة بسبب لزوجته ، وعليه فستبقى الطبقة السفلى ساكنة في حين تكون سرعة الطبقة العليا ( ع ) وتتدرج سرعة الطبقات بينهما .

عرّف معامل اللزوجة للمانع بأنه " النسبة بين اجهاد القص ومعدل التغير في مطاوعة القص للمانع ( أو ممال السرعة ) "



$$\frac{ق \cdot ن}{ع \cdot أ} = \frac{ق}{ع} = م \cdot ن$$

حيث :

م : معامل لزوجة المائع

ق : القوة المؤثرة في اتجاه يوازي سطح الطبقة العلوية

أ : مساحة السطح

ع : سرعة الطبقة العلوية للمائع (ع ←)

ن : سمك الطبقة

وتكون وحدة معامل اللزوجة :

$$\frac{\text{وحدة قوة } X \text{ وحدة الطول}}{\text{وحدة سرعة } X \text{ وحدة مساحة}} = \text{وحدة معامل اللزوجة}$$

$$\frac{\text{نيوتن} \cdot \text{م}}{\frac{\text{م}}{\text{ث}} \cdot \text{م}^2} = \text{وحدة معامل اللزوجة}$$

= نيوتن . ث / م<sup>2</sup> = باسكال .  
تسمى هذه الوحدة ( بوازيه )

ويجدر الإشارة هنا أن معامل لزوجة المائع غير ثابت ، إذ أن لزوجة المائع تعتمد على درجة الحرارة ، إذ تقل لزوجة السوائل بارتفاع درجة الحرارة في حين تزداد الغازات بارتفاع درجة الحرارة .  
- هل تستطيع تفسير ذلك ؟؟



وجداول رقم (1) يوضح معاملات اللزوجة لبعض المواد :

المانع	درجة الحرارة ( سن )	معامل اللزوجة ( بوازييه)
الماء	20	$10 \times 10^{-3}$
الماء	100	$0.3 \times 10^{-3}$
الدم	37	$2.7 \times 10^{-3}$
الجليسرين	20	$830 \times 10^{-3}$
زيت المحرك (SAE10)	30	$250 \times 10^{-3}$
الهواء	20	$1.8 \times 10^{-5}$

ومن المهم جداً معرفة معامل اللزوجة للمائع ، حيث أن هذه المعرفة تمكننا مثلاً من اختيار الزيت المناسب للسيارة ، ولتساعدنا أيضاً في تصميم بعض الأجسام المتحركة في الموانع . مثل الطائرات والغواصات .

استخدام قانون ستوكس :

عندما تسقط كرة خلال سائل فإنها تتعرض لثلاث قوى :

1- قوة الوزن إلى أسفل (و) وهي تساوي:

$$W = K \cdot g$$

حيث :

ك : كتلة الكرة

ج : تسارع السقوط الحر

$$W = (K \cdot g)$$

حيث :

ح : حجم الكرة

ث : كثافة مادة الكرة

$$W = \left( \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \right) \cdot g$$

2- قوة الطفو إلى أعلى ( ق طفو ) وهي القوة التي يؤثر بها المائع على الكرة إلى أعلى وهي تساوي :

$$Q = \rho \cdot V \cdot g$$



$$= \text{ك ج}$$

$$= (\text{ح ث})$$

حيث :

ك : كتلة السائل المزاح

ح : حجم الكرة

ث : كثافة السائل

$$\text{ث} = \left( \frac{\text{ك}}{\text{ح}} \right) \pi \text{ ث}^3 \text{ ج}$$

3- مقاومة وهي قوة الإعاقة الناتجة من لزوجة المائع وهي تختلف باختلاف الجسم الساقط، إلا أن العالم " ستوكس " توصل إلى علاقة تبين مقدار القوة التي يؤثر بها المائع في كرة متحركة فيه ( قانون ستوكس ) والذي ينص على أن " قوة مقاومة المائع للكرة تتناسب طردياً مع لزوجة المائع وقطرها الكرة وسرعتها " حيث :

$$\text{ق مقاومة} = 6 \pi \text{ ر ن ق ع}$$

حيث :

ر : معامل لزوجة المائع

ع : سرعة الكرة عند أي لحظة

وعندما تبدأ الكرة بالسقوط فإن وزنها يتغلب على مجموع قوة الطفو وقوة المقاومة مما يسبب تسارع الكرة في البداية، إلا أنه بازدياد سرعة الكرة تزداد قوة مقاومة المائع وبذلك تتناقص محصلة القوى الثلاث تدريجياً إلى أن تصبح صفراً، عندما تصل الكرة إلى سرعة نهائية ثابتة تسمى " السرعة الحدية " وعندما تصل الكرة هذه السرعة فإن :

$$\text{و} = \text{ق طفو} + \text{ق المقاومة}$$

$$\frac{\text{ك}}{\text{ح}} \pi \text{ ث}^3 \text{ ج} = \frac{\text{ك}}{\text{ح}} \pi \text{ ث}^3 \text{ ج} + 6 \pi \text{ ر ن ق ع}$$

$$\text{ر ن} = \frac{\frac{\text{ك}}{\text{ح}} \pi \text{ ث}^3 \text{ ج} - \frac{\text{ك}}{\text{ح}} \pi \text{ ث}^3 \text{ ج}}{6 \pi (\text{ث} - \text{ث})}$$

وبذلك يمكن حساب معامل اللزوجة بعد معرفة

نق : نصف قطر الكرة المستخدمة في التجربة

ع : سرعة الكرة الحدية



ث : كثافة مادة الكرة

ث : كثافة السائل

ج : تسارع السقوط الحر

ق المقاومة وهي قوة الاعاقة الناتجة من لزوجة المائع وهي تختلف باختلاف الجسم الساقط ، إلا أن العالم "ستوكس" توصل إلى علاقة تبين مقدار القوة التي يؤثر بها المائع في كرة متحركة فيه .

( قانون ستوكس ) والذي ينص على أن :

" قوة مقاومة المائع للكرة تتناسب طردياً مع لزوجة المائع وقطر الكرة وسرعتها " حيث :

ق مقاومة =  $6\pi \eta r v$  م ن ق ع

حيث :

م : معامل لزوجة المائع

ع : سرعة الكرة عند أي لحظة

وعندما تبدأ الكرة بالسقوط فإن وزنها يتغلب على مجموع قوة الطفو وقوة المقاومة مما يسبب تسارع الكرة في البداية ، إلا أنه بزيادة سرعة الكرة تزداد قوة مقاومة المائع وبذلك تتناقص محصلة القوى الثلاث تدريجياً إلى أن تصبح صفراً عندها تصل الكرة إلى سرعة نهائية ثابتة تسمى (السرعة الحدية) .

وعندما تصل الكرة هذه السرعة يكون :

$Q = Q_{\text{طفو}} + Q_{\text{مقاومة}}$

$$m = \frac{2}{9} \frac{\rho_c r^2 (v - v_0)}{\eta}$$

وبذلك يمكن حساب معامل اللزوجة بعد معرفة :

نق : نصف قطر الكرة المستخدمة في التجربة

ع : سرعة الكرة الحديثة والتي تحسب من التجربة

ث : كثافة مادة الكرة

ث : كثافة السائل

ج : تسارع السقوط الحر



## الضوء

قبل ألف عام مضت ، قال العالم العربي الحسن بن الهيثم إن الألم الذي ينتابنا عندما ننظر إلى الشمس يمثل دليلاً على أن الضوء هو الذي يدخل العين وليس العكس.

اعتبر نيوتن ومن قبله ان الضوء عبارة عن جسيمات صغيرة تسير في خط مستقيم وذلك لتفسير الظواهر البصرية مثل الانعكاس والانكسار ، فقدم النموذج الجسيمي للضوء لتفسيراً ناجحاً لهذه الظواهر ، لكن عند محاولة تفسير ظواهر أخرى كالحيو د ( يحدث عند مرور الضوء من فتحة صغيرة ( شق ) والتداخل ( عندما يمر شعاعان كل من شق مختلف ) بدأ واضحا فشل النموذج الجسيمي فاستطاع ( هويجنز ) وغيره تفسير الظواهر الجديدة باعتبار ان الضوء هو موجات مثل الموجات التي يصنعها الحجر عند قذفه داخل بركة ماء . وجاءت النظريات الكهرومغناطيسية لماكسويل لتتوج النموذج الموجي إذ اثبتت ان الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تنتقل بسرعة ثابتة اما في العصر الحديث فقد ظهرت تجارب لا تفسر الا بالنموذج الجسيمي للضوء فاعتبر الضوء ذو طبيعة مزدوجة ( dual nature ) فهو يتصرف كالموجات في بعض الظواهر وكالاجسام في ظواهر أخرى . الموجات الكهرومغناطيسية لا نستطيع رؤيتها جميعا فهي تمثل طيف متصل يقع ضمنه منطقة صغيرة جدا تسمى الضوء المرئي وهو الجزء الوحيد الذي نبصره .

- ينبعث الضوء من الاجسام في كل اتجاهات على شكل حزم ضوئية لتتكون مجموعة اشعة والشعاع الواحد من الضوء يسير في خط مستقيم طالما انه في نفس الوسط . عندما يسير الضوء يواجه احد الاحتمالات التالية :

- 1) يبقى في نفس الوسط : ينتشر ويسير في خطوط مستقيمة
- 2) يمر بين وسطين مختلفين : سينحرف الضوء عن مساره وتحدث ظاهرة الانكسار.
- 3) يصادف سطحاً عاكساً : سيرتد الضوء وتحدث ظاهرة لانعكاس .
- 4) يصادف سطحاً غير عاكس: يتم امتصاص الضوء.
- 5) يتقاطع مع شعاع اخر : يسير كل منهما كأن لم يلتقيا ( مبدأ استقلال الأشعة)

كل هذه الظواهر تحدث في الطبيعة ويمكن تفسيرها بافتراض ان الضوء جسيمات او موجات . من خصائص الضوء انه ينتقل في الفراغ اضافة الى انه يسير في خطوط مستقيمة .

وان الاشعة تسير باستقلالية عن بعضها ولا تتغير سرعة الضوء في الوسط المتجانس . حيث كلما قلت شفافية الوسط قلت سرعة انتقال الضوء فيه .

### سرعة الضوء

عندما تُشعل مصباحاً كهربائياً ، تشعُر وكأن الضوء يَنْتَشِرُ فوراً مثل لمح البصر !

أنت تعرف أن سرعة الضوء في الفراغ ( والهواء ) هي سرعة عالية جداً تبلغ 300 ألف كيلومتر بالثانية ، ولهذا يعجز جهازنا العصبي عن تبيين إنطلاق الأشعة من المصباح الكهربائي . ولكن ماذا لو درسنا انتقال الضوء إلى مسافات بعيدة جداً ... من الشمس إلى كوكب بلوتو أو إلى



حافة المجرة ... !؟

تحتاج موجات الراديو – وسرعتها هي نفس سرعة الضوء – إلى أكثر من ثانية واحدة لحمل رسالة صوتية لرائد الفضاء من القمر إلى الأرض وتستغرق الأشعة الضوئية في رحلتها من الشمس إلى سطح الكرة الأرضية ، ثمانية دقائق ونصف الدقيقة . كم يقطع الضوء خلال سنة واحدة ؟



لمسافة التي يقطعها الضوء خلال سنة زمنية { سنة ضوئية } .

علماء الفلك " السنة الضوئية " كوحدة مسافة لقياس المسافات بين النجوم والكواكب .

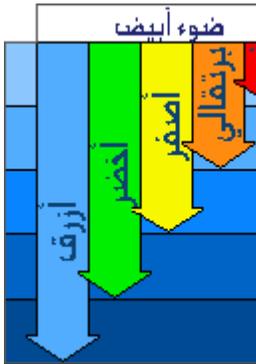
ضوئية تُعادل حوالي 9.6 ترليون كيلومتر .

### الضوء الساقط على مياه البحار والمحيطات

🌐 ماذا يحدث للضوء عندما يسقط على سطح مياه البحار والمحيطات ؟

تعرف من دراستك السابقة أن الضوء عندما يسقط على الأجسام يحدث له انعكاس و(أو) انكسار و(أو) امتصاص .

والآن عندما يسقط الضوء على سطح ماء البحر ، فإن جزءاً منه ينعكس لأن سطح الماء يعمل كسطح مصقول ، أما القسم الآخر فإنه يخترق الطبقة السطحية مغيراً اتجاهه وكذلك سرعته .



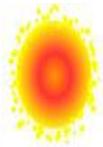
سرعة الضوء في الماء أقل مما هي في الهواء ، ولكن عملية امتصاصه التدريجي من قبل الماء أيضاً يتم امتصاص الضوء الأحمر أولاً ثم البرتقالي ويليه الأصفر فالأخضر وأخيراً الأزرق . الضوء في سيره تحت الماء بسرعة أقل ، وقد وجد العلماء أن الضوء يُمتص كلياً عند عمق حوالي تحت سطح الماء.

وبما أن الضوء الأزرق هو أكثر الألوان تشتتاً لذلك يبدو الماء بلونه الأزرق ، ويمكن لشخص موجود على أعماق قليلة تحت السطح أن يشاهد الأشياء بلون أزرق التي تحيط به لأن الأشعة الضوئية ما تزال موجودة . ولكن بعد تمام امتصاص الضوء تصبح المنطقة معتمه ، ولذلك فإن المناطق العميقة (أكثر من 300 م تحت السطح) هي في ظلام دائم.

### الأجسام المضيئة والأجسام المستضيئة



أن حولك مصادر عديدة للضوء مثل الشمس ، النجوم ، المصابيح ، وهي تشترك جميعها في أنها غير حية . ولكن هل تعلم أن بعض الأحياء تصنع الضوء بنفسها ، من مثل بعض أنواع لحيوانات الديدان والنباتات وأسماك الأعماق في البحار





تُسمى الأجسام ( الحية وغير الحية ) التي تُصدر الضوء بنفسها أجساماً مضيئة . أما الأجسام التي تُصدر (أو تعكس) ضوءاً لا تصنعه بنفسها، فتسمى أجساماً مستضيئة .

### الضوء الطبيعي والضوء الصناعي

يسمى الضوء الصادر عن الأجسام المضيئة ضوءاً طبيعياً أما الضوء الصادر عن بعض الأجسام المستضيئة فيسمى بالضوء الصناعي مثل الضوء المنبعث من المصباح الكهربائي .  
الجسم المعتم والجسم الشفاف

### ما الذي يحدث عندما يسقط ضوء مرئي على نافذة زجاجية ؟

لعلك تلاحظ أن معظم الضوء ينفذ من خلال الزجاج . وأنه لا يحدث أي تغيير للزجاج أو للضوء .  
ولأن الضوء ينفذ من خلال الزجاج فإننا نسمي الزجاج جسماً شفافاً بالنسبة للضوء المرئي .  
ولكن هل يُنفذ الزجاج كل أنواع الطاقة الإشعاعية ؟

لا شك أن الإجابة على هذا السؤال هي بالنفي كما تُظهر تجاربنا الحياتية والتجارب العلمية . فعلى سبيل المثال : معظم الأشعة فوق البنفسجية لا تنفذ من خلال الزجاج .

وأي سطح لا يُنفذ أي نوع من أنواع الطاقة الإشعاعية يعتبر جسماً معتماً بالنسبة لهذا النوع .

وهكذا فإن الزجاج يعتبر جسماً معتماً بالنسبة لمعظم أنواع الأشعة فوق البنفسجية ، بينما هو جسم شفاف بالنسبة للضوء المرئي .

لكي تتوخى الدقة العلمية فإنك يجب ألا تكتفي بتصنيف الأجسام إلى معتم أو شفاف . ولكنك يجب أن تذكر أي الأنواع من الطاقة الإشعاعية تنفذ أو لا تنفذ من خلال هذه المادة .

فمثلاً تكون يدك جسماً معتماً بالنسبة للضوء المرئي ، ولكنها شفافة بالنسبة للأشعة السينية وكذلك فإن الحائط يمكن اعتباره معتماً بالنسبة للضوء المرئي ، وشفافاً بالنسبة لموجات الراديو .

افرض أن جسماً ما هو جسم معتم بالنسبة لنوع من أنواع الطاقة الإشعاعية ، وفي هذه الحالة فإن هذا الجسم إما

أنه سيعكس أو يمتص ( يوقف ) هذا النوع من الطاقة . وإذا كانت معظم الطاقة الإشعاعية الساقطة على الجسم المعتم منعكسة فإن حرارة الجسم

لن تتغير كثيراً ، ولكن إذا امتص ( أوقف ) الجسم هذه الطاقة فإن حرارته سترتفع ! لماذا ؟ عندما تمتص ( توقف ) الطاقة الإشعاعية فإنها

تتحول إلى طاقة حرارية وهكذا ترتفع درجة حرارة الجسم المعتم .

ينتقل الضوء ، سواءً أكان الضوء طبيعياً أم صناعياً ، من مصدر الضوء إلى خارجه في جميع الاتجاهات وفي خطوط مستقيمة ما لم يتغير

الوسط الذي ينتقل فيه أو يعترض طريقه جسماً ما ويؤثر به .

يتفاعل الضوء مع الأجسام بكمياتٍ مختلفةٍ . فعندما يسقط ضوء ما على سطح يفصل بين مادتين مختلفتين فإنه :



جزء من الضوء عن السطح الفاصل  
من الضوء داخل الوسط الثاني .

امتصاص للضوء داخل مادة الوسط الثاني .

### الانعكاس

مما لا شك فيه أنه بدون ظاهرة إنعكاس الضوء فإننا لن نرى إلا الأجسام المضيئة بذاتها . ونحن نستخدم مصطلح الانعكاس للدلالة على ارتداد الأشعة الضوئية عن سطوح الاجسام . ويختلف أنواع الانعكاس :

#### الانعكاس المنتظم :

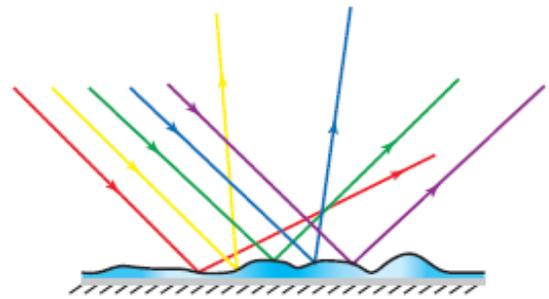
عندما تسقط حزمة أشعة ضوئية متوازية على سطح أملس فإن زوايا السقوط للأشعة تكون متساوية وتنعكس حزمة الأشعة الضوئية بزوايا انعكاس متساوية فتبقى متوازية بعد انعكاسها ومساوية لزوايا السقوط.



الانعكاس المنتظم.

#### الانعكاس غير المنتظم:

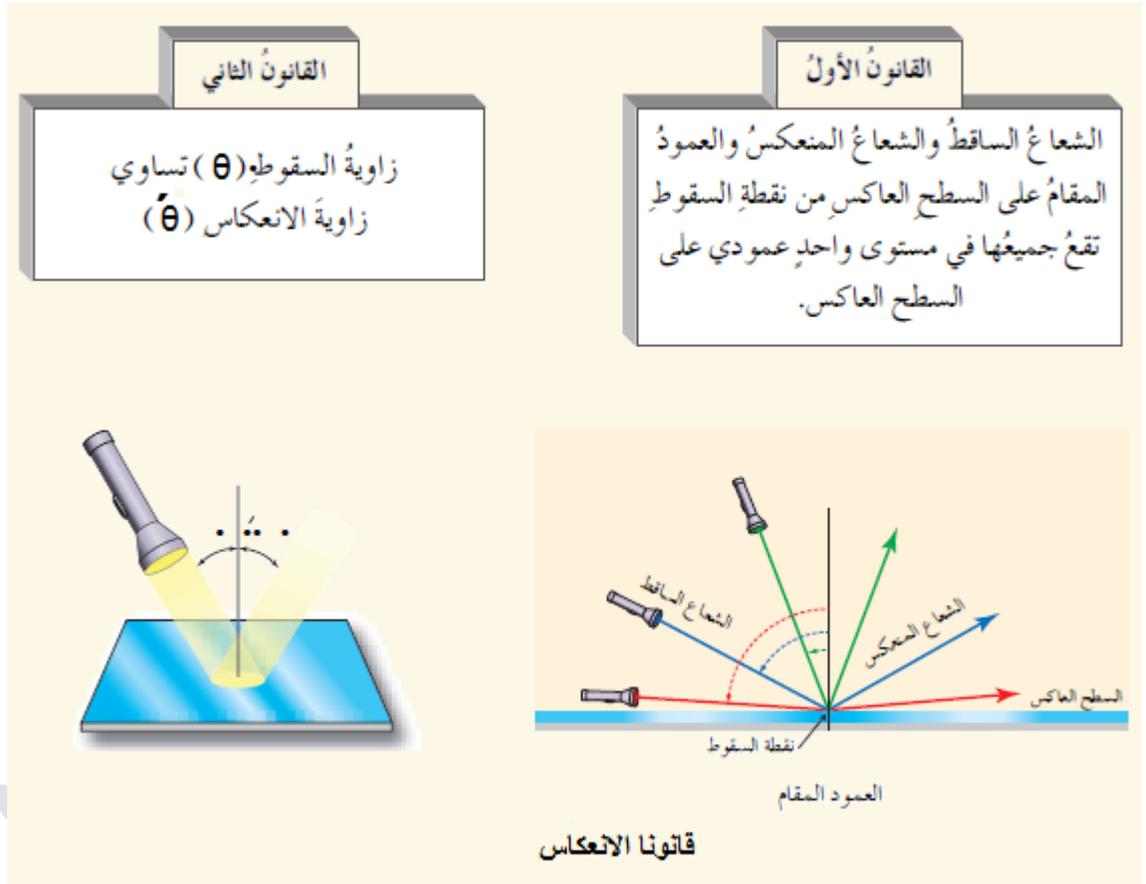
عندما تسقط حزمة أشعة ضوئية متوازية على سطح خشن فإن زوايا السقوط للأشعة تكون غير متساوية وبالتالي تنعكس بزوايا انعكاس مختلفة وهكذا تنتشر الأشعة الضوئية في اتجاهات مختلفة



الانعكاس غير المنتظم (تشتت الضوء).



تمت صياغة حالات الانعكاس باستخدام قانوني الانعكاس :



ملاحظة\*\*:

- تعتمد شدة الضوء على عدد الأشعة الساقطة ( طرديا )
- مصطلحات أساسية :
- نختار سطحاً مصقولاً ، كسطح المرآة المستوية لدراسة انعكاس الضوء وقوانينه . وفيما يلي سرد للمصطلحات والقوانين التي سنتناولها وتعرفت عليها من خلال الرسم التوضيحي في الصفحة السابقة .
- العمود المقام على السطح : هو خط مستقيم يقام عمودياً على سطح المرآة .
- زاوية السقوط : الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام على سطح المرآة من نقطة السقوط .
- زاوية الانعكاس : الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس ، والعمود المقام على سطح المرآة من نقطة السقوط .
- قانون الانعكاس الأول : الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس من نقطة السقوط تقع كلها في مستوى واحد
- قانون الانعكاس الثاني : عندما يسقط الشعاع الضوئي على سطح مصقول ( المرآة ) فإنه ينعكس بحيث تكون زاوية الانعكاس مساويةً لزاوية السقوط .



### ثالثاً: المرايا

المرايا :

• هي سطوح مصقولة تعكس معظم الأشعة الضوئية الساقطة عليها .

• الملاعقة التي تستعملها يومياً لها سطحان مصقولان أحدهما محدب والآخر مقعر .

• المرآة العادية هي قطعة من الزجاج لها وجه مستو مصقول

### أنواع المرايا :

تصنف المرايا إلى نوعين :

1- المرايا المستوية.

2- المرايا الكروية ، وهي نوعان:

• المرايا المحدبة(كروية )

• المرايا المقعرة ( كروية )

• \* سميت مرايا كروية لأنه تم تشبيهها بانها مأخوذة من كر تختلف ابعاد المرآة باختلاف حجم الكرة )

### المرايا المستوية :

عادةً تُصنع المرايا المستوية من الزجاج الجيد حيث يُطلى ظهر لوحه بمادة معتمة أو تُصنع من معدن صُقلَ سطحه صقلًا عالياً واصبح ناعماً وهنا يقوم السطح المصقول الناعم إلى حد كبير بوظيفة عمل المرآة .

• ينعكس الضوء عن سطوح المرايا المستوية وفق قانوني الانعكاس:

1- زاوية الانعكاس = زاوية السقوط

2- الشعاع الساقط والشعاع المنعكس ، والعمود المقام على السطح العاكس من نقطة السقوط ، تقع كلها في مستوى واحد .

• تتكون الأخيلة في هذه المرايا نتيجة لانعكاس الأشعة الضوئية الساقطة عليها من الأجسام التي تقع أمامها.

• عند النظر في المرآة المستوية ، يمكن ان ترى فيها صورة تمتاز بالخصائص التالية :

• بُعد الجسم امام المرآة يساوي بُعد الخيال (الصورة) خلف المرآة .

• حجم الجسم يساوي حجم الخيال ( الصورة ) دون ان يحدث له تكبير أو تصغير أي أن الجانب الأيمن للمراي- للجسم – يظهر كما لو كان

الجانب الأيسر في الصورة –الخيال- والعكس صحيح .





## المرايا الكروية :

المرايا الكروية هي التي تكون سطوحها جزءاً من سطح كرة وهي نوعان:

مرايا مقعرة : يتجه فيها السطح العاكس إلى الداخل.

مرايا محدبة : يتجه فيها السطح العاكس إلى الخارج.

(1) المرآة المقعرة (لامة) :

سطحها العاكس من الداخل وتجمع الأشعة الساقطة عليها في نقطة واحدة تسمى البؤرة (البؤرة حقيقية).

### أجزاء المرآة المقعرة

(م) مركز النكور :  
هو مركز الكرة التي  
أخذت منها المرآة .

(س)

(ع) البؤرة : هي نقطة تجمع الأشعة

قطب المرآة : هو النقطة التي  
يتلاقى فيها المحور الرئيس مع  
منتصف المرآة

المحور الرئيس :

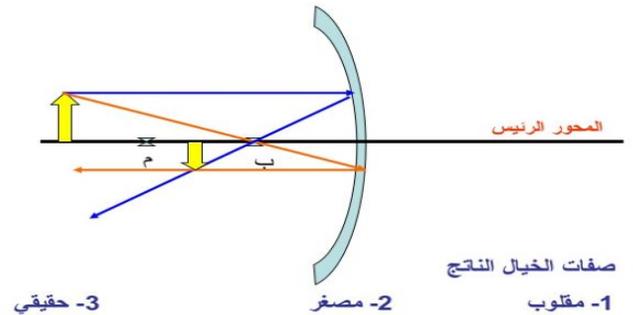
هو الخط الوهمي  
الذي ينصف المرآة  
إلى نصفين

البعد البؤري (ع) : هي المسافة بين قطب المرآة والبؤرة .

بعد الجسم (س) : هي المسافة بين الجسم والمرآة .

## صفات الخيال :

1- إذا كان الجسم على بعد أكبر من ضعفي البعد البؤري:



صفات الخيال الناتج

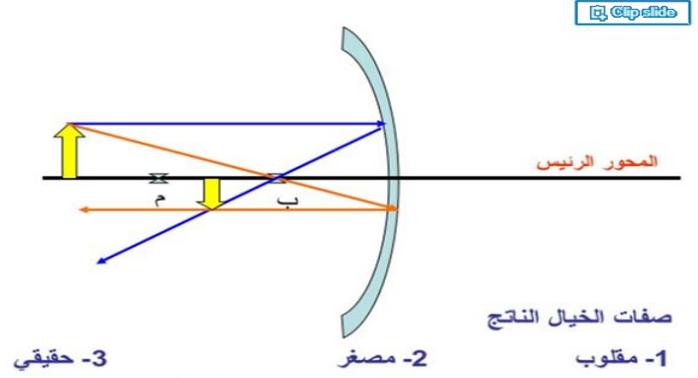
1- مقلوب

2- مصغر

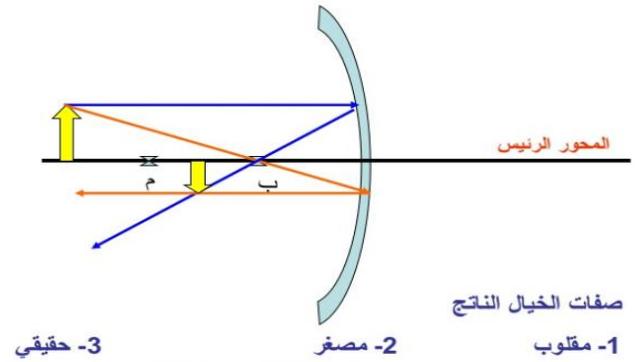
3- حقيقي



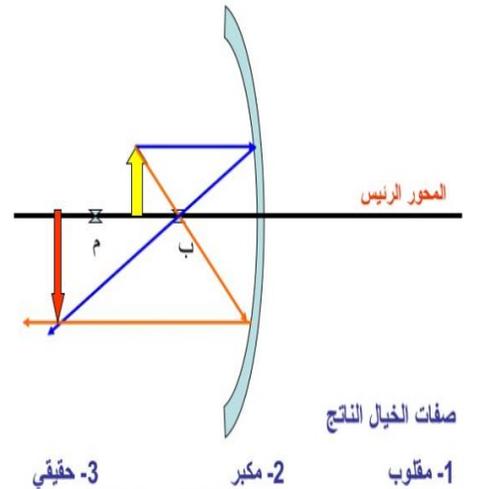
2- إذا كان الجسم على بعد يساوي ضعفي البعد البؤري:



3- إذا كان الجسم على بعد بين البعد البؤري و ضعفه:

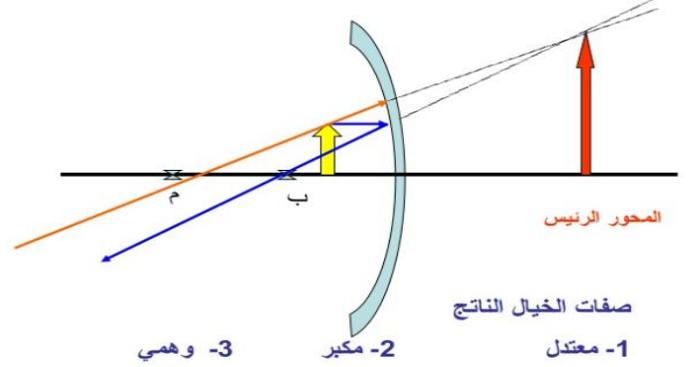


4- إذا كان الجسم على بعد يساوي البعد البؤري:



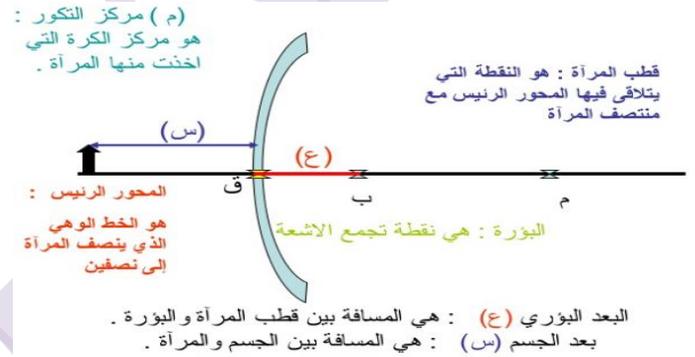


5- إذا كان الجسم على أقل من البعد البؤري و ضعفيه:

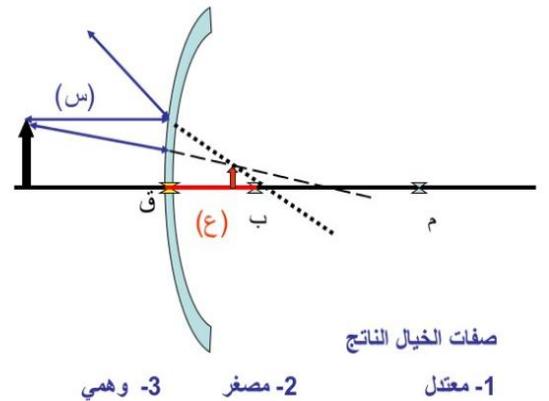


(2) المرآة المحدبة (مفرقة):

سطحها العاكس من الخارج وهي تعمل على تفريق الأشعة الساقطة عليها بحيث تبدو وكأنها صادرة عن البؤرة. (بؤرة وهمية)



صفات الخيال فيها :





لوصف الخيال في المرايا الكروية يلزم مصطلحات خاصة وهي:

- (1) قطب المرآة (ق) : نقطة تقع في منتصف سطح المرآة .
- (2) مركز التكور (م) : مركز الكرة التي اخذت المرآة من سطحها.
- (3) نصف قطر التكور (نق) : المسافة بين مركز التكور وقطب المرآة .
- (4) المحور الرئيس: الخط الواصل بين ق و م وعليه تقع البؤرة .
- (5) البؤرة (ب) : وهي نقطة التقاء الأشعة في المرآة المقعرة ونقطة التقاء امتدادات الاشعة للمرآة المحدبة
- (6) البعد البؤري (ع) المسافة بين البؤرة وقطب المرآة .

ملاحظة \*\*\*: نق = 2 ع

طريقة الرسم : يلزم 3 أشعة

الشعاع الأول من أعلى الجسم بشكل موازي للمحور الرئيس وينعكس مارا بالبؤرة .  
الشعاع الثاني من أعلى الجسم مارا في البؤرة وينعكس موازي للمحور الرئيس من أعلى الجسم يمر في مركز التكور ويرتد على نفسه .  
الخيال الحقيقي يتكون امام المرآة والوهمي خلفها .

- اذا كان طول الخيال اكبر من طول الجسم يكون الخيال مكبرا والانعكس صحيح
- الصورة اسفل المحور الرئيس يكون الجسم مقلوب والانعكس صحيح.

الخيال ناتج عن تقاطع الاشعة خيال حقيقي والناتج عن تقاطع امتدادات الاشعة هو خيال وهمي.

- الخيال المقلوب دائما حقيقي والخيال المعتدل دائما وهمي .

قانون المرايا :

قانون التكبير

$$\frac{\text{التكبير}}{\text{ت}} = \frac{\text{ص}}{\text{س}} = \frac{\text{ل}}{\text{ل م}}$$

حيث ل م : طول الخيال.  
ل م : طول الجسم.

القانون العام للمرايا

$$\frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{\text{ص}} + \frac{1}{\text{س}}$$

حيث ع : البعد البؤري للمرآة.  
س : بعد الجسم.  
ص : بعد الخيال.



قوة المرآة المستوية = 0

قوة المرآة = 1/ع ، تقاس بوحدة ديوبتر

الإشارات	موجبة	سالبة
موضع الجسم	مرآة	لمرآة
موضع الخيال	مرآة ( حقيقي )	لمرآة ( وهمي )
البعد البؤري ( ع )	تقعرة	حدبة
صفة الخيال	معتدل	مقلوب
التكبير	حقيقي مقلوب	وهي معتدل

### مثال

مرآة مقعرة بعدد البؤري ( ٢٠سم )، جد موضع الخيال المتكون وصفاته وتكبيره لجسم موضوع على بعد ( ٣٠سم ) من المرآة؟

### الحل

المعطيات: ع = + ٢٠سم، لأن المرآة مقعرة، س = ٣٠سم.

- نطبق القانون العام للمرايا:  $\frac{1}{ص} = \frac{1}{ع} + \frac{1}{ب}$   $\Rightarrow \frac{1}{ب} = \frac{1}{ع} - \frac{1}{ص} = \frac{1}{20} - \frac{1}{30} = \frac{3-2}{60} = \frac{1}{60}$   $\Rightarrow ب = 60$ سم، إذن الخيال: حقيقي، وبما أنه حقيقي فهو مقلوب.

- التكبير: ت =  $\frac{ص}{ب} = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}$  ، إذن الخيال مكبر مرتين.

سؤال : تكون المرآة المقعرة خيالا وهميا للجسم اذا وضع في :

- (1) بين البؤرة وقطب المرآة (2) في مركز التكور (3) بين البؤرة ومركز التكور (4) ابعد من مركز التكور  
الجواب: 1:

- سؤال : مرآة مقعرة بعدها البؤري = 20 سم اذا وضع امامها جسم على بعد 30 سم فإن بعد الخيال المتكون :

- (1) 40- (2) 60 (3) 60 (4) 60 -

الجواب 3

صفات الخيال الناتج :

- (1) وهمي معتدل (2) وهمي مكبر (3) حقيقي مقلوب (4) حقيقي معتدل

الجواب: 3:

- سؤال : وضع جسم امام مرآة كروية على بعد 15 سم منها ، فتكون له خيال معتدل على بعد 10 سم من المرآة ، البعد البؤري لهذه المرآة هو :

- (1) 20 (2) 20- (3) 30 (4) 30- الجواب 4



- سؤال :

إذا كان التكبير لمرآة معينة هو 4- فإن نوع المرآة وصفة الخيال :

(1) مكبر محدبة (2) مصغر محدبة (3) مكبر مقعرة (4) مصغر محدبة

الجواب : 1 \* نأخذ القيمة المطلقة للتكبير والاشارة السالبة تعني ان المرآة محدبة

تطبيقات المرايا الكروية واستخداماتها:

- المقعرة :الافران الشمسية

المقراب العاكس

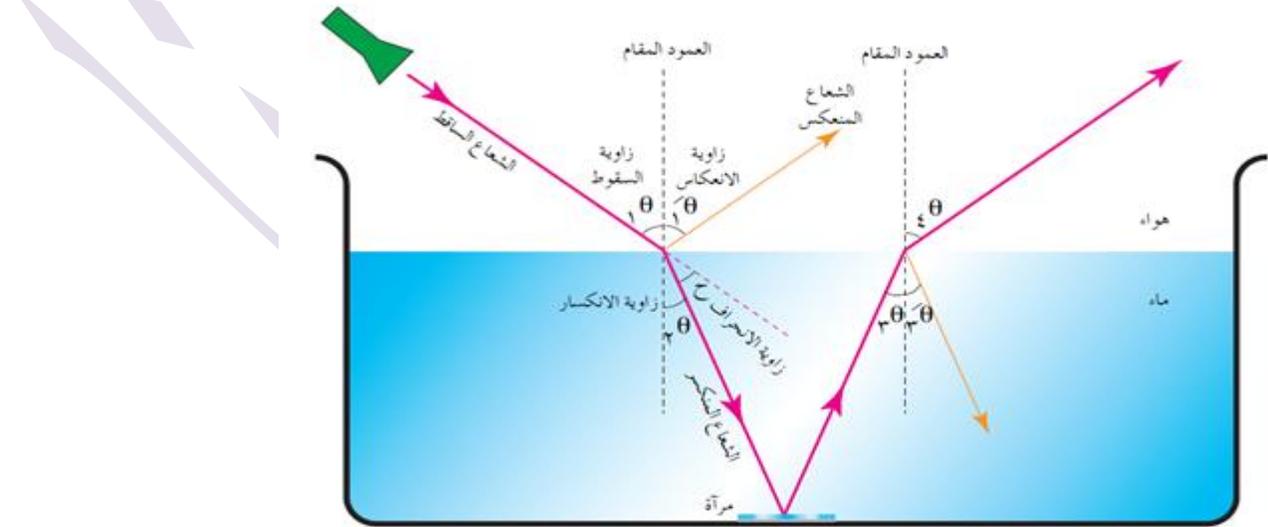
مصابيح الانارة

- المحدبة : السيارات والمحلات التجارية وتقاطعات الطرق حيث تكشف مساحات واسعة عن طريق تكوين صور مصغرة للاجسام

- انكسار الضوء :

يحدث عندما ينتقل الضوء من وسط شفاف الى وسط شفاف آخر كانتقاله من الهواء الى الماء ، ولأنهما مختلفان في الكثافة ، تتغير سرعة الضوء من وسط الى اخر فينحرف الضوء عن مساره .

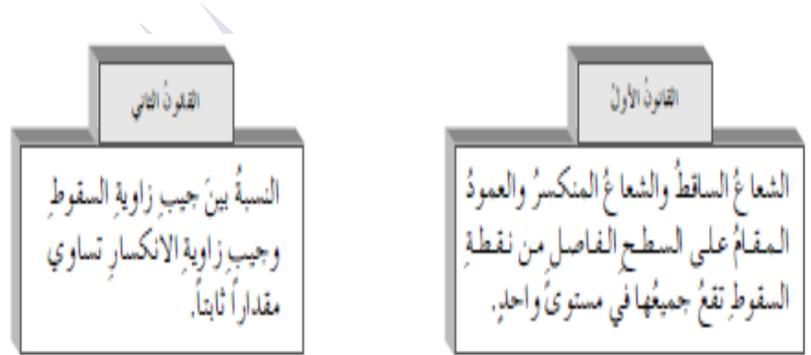
الإنكسار هو ظاهرة تغير مسار الشعاع الضوئي عند انتقاله من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر مختلف في الكثافة





- 1- العمود المقام على السطح : هو عمود يقام على السطح الفاصل بين الوسطين.
- 2- زاوية السقوط ( $\theta_1$ ) : الزاوية بين الشعاع الساقط والعمود المقام على السطح.
- 3- زاوية الإنكسار ( $\theta_2$ ) : الزاوية بين الشعاع المنكسر والعمود المقام على السطح.

قانونا الإنكسار :



بذلك يمكن القول أن:  $\theta$  درجة =  $1 / m$

حيث  $m$  21 : معامل الإنكسار النسبي من الوسط ( 1 ) إلى الوسط ( 2 ) .

او  $m_1 \times$  جا زاوية السقوط في الوسط 1 =  $m_2 \times$  جا زاوية الانكسار في الوسط 2 ( قانون سنل )

ملاحظة :

- تكون سرعة الضوء في الوسط الخفيف ( الاقل كثافة ) اعلى منها في الوسط الكثيف ( الاعلى كثافة ) .

معامل الانكسار :

نسبة سرعة الضوء في الهواء الى سرعة الضوء في الوسط .

\*سرعة الضوء في الهواء ثابتة وتساوي  $3 \times 10^8$  م/ث.

م : سرعة الوسط = س / ع الوسط  
حيث ع : سرعة الوسط ، س : سرعة الضوء ( ثابتة )  
م : معامل الانكسار



سؤال :

عندما تكون سرعة الضوء في سائل شفاف = 71، من سرعته في الفراغ فإن معامل انكسار السائل =

(1) 71، (2) 1,44 (3) 1,41 (4) 1,71 الجواب : 3

ملاحظة :

• عند انتقال الضوء من وسط خفيف الى آخر كثيف تقل سرعة الضوء وينكسر الشعاع مقتربا من العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين .

• زاوية سقوط الشعاع في الوسط الثاني تكون اقل من زاوية سقوطه في الوسط الاول في الحالة انفا الذكر . والعكس صحيح.

- سؤال : سقط شعاع ضوئي من الهواء الى الماء بزاوية سقوط = 37 اذا علمت ان معامل انكسار الماء بالنسبة للهواء ( 1.33 ) فإن زاوية الانكسار =

(1) 23 (2) 27 (3) 54 (4) 45 الجواب : 2

- سرعة الضوء في الماء من السؤال السابق =

(1)  $3 \times 10^8$  م/ث (2)  $2,26 \times 10^8$  م/ث (3)  $8 \times 10^3$  م/ث (4)  $2 \times 10^8$  م/ث

الجواب : 2

الزاوية الحرجة والانعكاس الكلي الداخلي :

الزاوية الحرجة :

زاوية سقوط في وسط معامل انكساره كبير تنتج عنها زاوية معامل انكساره صغير مقدارها 90 درجة.

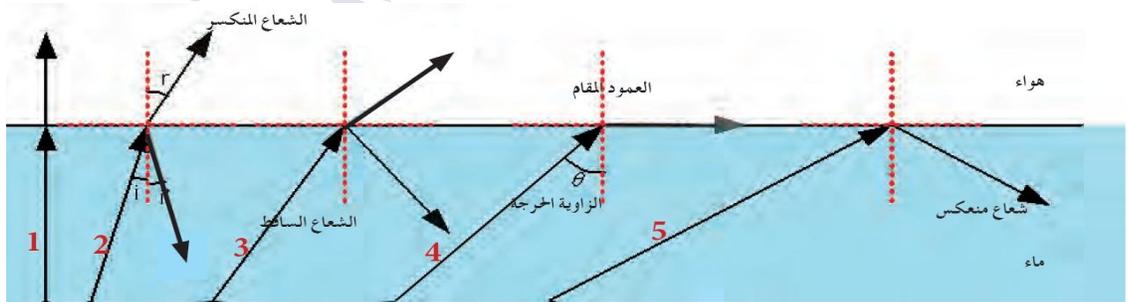
\*\*\* تعتمد الزاوية الحرجة على نوع المادة وعلى الوسطين الذين يعبر الضوء خلالهما .

جا  $\theta$  الحرجة =  $1/m$

\*\*\* اذا زادت زاوية السقوط عن الزاوية الحرجة يحدث الانعكاس الكلي الداخلي .

\*\*\* عند حدوث الانعكاس الكلي الداخلي ينعكس الشعاع ويبقى في الوسط نفسه. ولن يعبر اي شعاع الى الوسط الاخر .

\*\*\* تحدث هذه الظاهرة عن الانتقال من وسط كثيف الى وسط خفيف . حيث تستمر الزاوية بالازدياد حتى تصبح اكبر من الزاوية الحرجة .





### التطبيقات على هذه الظاهرة :

1) الألياف الضوئية : تصنع من مواد لها معامل انكسار كبير وبالتالي زاوية حرجة صغيرة بحيث تكون زاوية سقوط الشعاع إليها دائماً أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث داخلها الانعكاس الكلي الداخلي حتى تخرج الأشعة من الطرف الآخر وتعمل على نقل البيانات من مكان إلى آخر بسرعة الضوء أو أقل .

2) المنشور: إذا اسقطنا ضوءاً أحادي اللون بشكل مائل على أحد أوجه المنشور الثلاثي فإنه ينكسر داخل المنشور مقترباً من العمود المقام ثم يخرج مبتعداً عن العمود المقام ويكون الانحراف الكلي للشعاع بزاوية مقدارها ( ح ) ( تكون محصورة بين امتداد الشعاع الساقط على المنشور وامتداد الشعاع الخارج منه ) ، وينتج عن هذه الظاهرة تحليل الضوء إلى ألوان الطيف السبعة ، ويستخدم في الأجهزة البصرية مثل المطياف والمنظار وآلة التصوير .

\*\*\* كلما زاد الطول الموجي للضوء قل معامل انكساره في المنشور .

قوس قزح :

الوسطين هما قطرات الماء العالقة في الهواء وال هواء .

ظاهرة السراب :

يحدث بسبب انكسار الضوء عند انتقاله عبر طبقات الغلاف الجوي المتتالية المختلفة في معامل انكسارها بسبب اختلاف درجة الحرارة حيث كلما ارتفعنا عن سطح الأرض زاد معامل الانكسار بسبب تناقص درجات الحرارة .

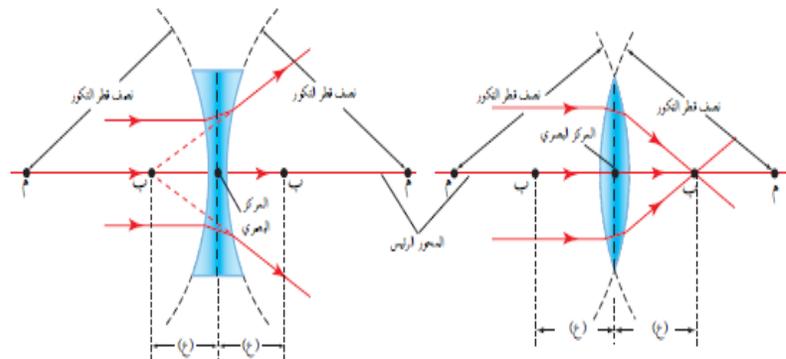
### العدسات الرقيقة

هي جسم شفاف له معامل انكسار مختلف عن الوسط المحيط . ومحاط بسطحين أحدهما أو كلاهما كروي . تعمل على كسر أشعة الضوء الساقطة عليها .

العدسات نوعين رئيسيين هما :

العدسة المحدبة ( لامة ):

يوجد منها أنواع مثل المحدبة المستوية والمحدبة المقعرة والمحدبة الوجهين حسب الغرض الذي صممت له. ولكن جميعها محيطها أقل سمكاً من وسطها . ونستخدم للتعبير عنها نفس المصطلحات المستخدمة في المرايا إلا أنها لها مركزين وبؤرتين لأن لها وجهين .



الشكل ( ٣ - ٣ ) : عدل العدسات الرقيقة ومصطلحاتها الرئيسية.



المحور الرئيسي: امتداد الخط الواصل بين مركزي تكور سطحي العدسة  
مركز التكور: مركز الكرة التي يكون سطح العدسة جزءاً منها وللعنسة مركز تكور لكل سطح  
المركز البصري: نقطة في العدسة على محورها الرئيسي لا يتغير اتجاه الشعاع المار فيها  
قطب العدسة: نقطة تقاطع سطح العدسة مع محورها وللعنسة قطب لكل سطح.  
السطح الأساسي: السطح الذي تتلاقى فيه امتدادات الأشعة الساقطة على العدسة مع امتدادات الأشعة النافذة.

قوة العدسة =  $1/f$  ع

ع: البعد البؤري للعدسة وهو المسافة بين مركز العدسة وبؤرتها

بؤرة هذه العدسة حقيقية

- سؤال:
- عند سقوط شعاع ضوئي على عدسة رقيقة بشكل غير موازي لمحورها الرئيسي فلا يحدث له انكسار عندما يكون مارا في:  
(1) بؤرة العدسة (2) مركز العدسة (3) مثلي البعد البؤري (4) نقطة تنصف البعد البؤري

الجواب: 2

المعنى	صفات الاخيطة	المعنى	صفات الاخيطة
نتاج عن تقاطع امتدادات الاشعة	وهمي	نتاج عن تقاطع الاشعة	حقيقي
تكون الصورة فوق المحور الرئيسي	معتدل	تكون الصورة اسفل المحور الرئيسي	مقلوب
الصورة اكبر من الجسم	مكبر	الصورة اصغر من الجسم	مصغر

صفات الخيال	نوع العدسة
حقيقي مقلوب مصغر للجسم البعيد / وهمي معتدل مكبر للجسم القريب	المحدبة
وهمي معتدل مصغر دائما	المقعرة



الاشارة سالبة	الاشارة موجبة	جدول الاشارات
الجسم خلف العدسة	الجسم امام العدسة	موضع الجسم
مقعرة	محدبة	ع
مقلوب	معتدل	صفة الخيال

### ملاحظات:

- الخيال الحقيقي يكون في الجهة اليمنى في العدسات وفي الجهة اليسرى للمرايا .
- لا تتكون صورة اذا وضع الجسم في بؤرة العدسة المحدبة او المرآة المقعرة .

\*\* تحدد صفات الخيال بطريقة الرسم الهندسي برسم 3 اشعة بحيث:

- (1) الشعاع الساقط على العدسة موازيا للمحور الرئيس ينكسر مارا في البؤرة .
- (2) الشعاع الساقط مارا في البؤرة ينكسر موازيا للمحور الرئيس .
- (3) الشعاع المار في مركز العدسة ينفذ على استقامته ولا ينكسر .

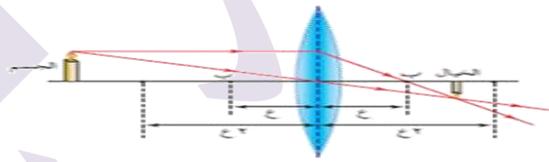
\*\* تحدد صفات الخيال وتحسب بالطريقة الرياضية عن طريق القانون العام للعدسات والمرايا

$$1/e = 1/s + 1/v$$

$$\text{التكبير : } T = v/s = l/v$$

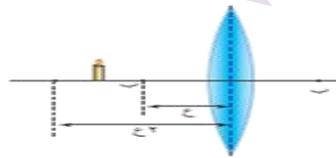
حالات تكون الخيال في المرايا المحدبة:

الحالة الأولى : الجسم على بعد أكبر من يلقى البعد البؤري.  
انظر الشكل (٣-١٢) وارسم الشعاع الثالث.

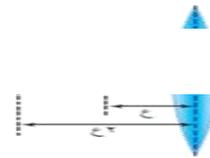


الشكل (٣-١٢) :  $s < f$  - ع.

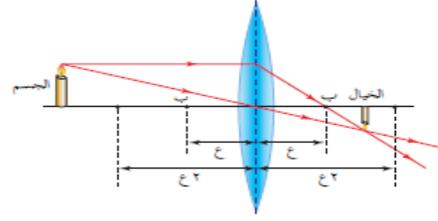
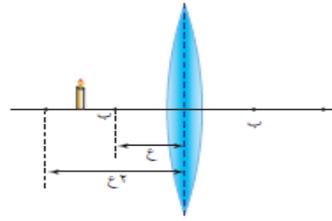
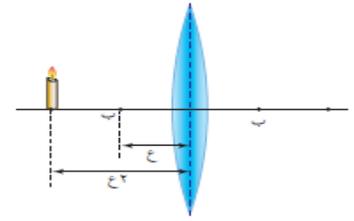
ارسم الحالتين الثانية والثالثة على دفترك، الشكل (٣-١٣).



الشكل (٣-١٣) :  $e > f$  - ع.



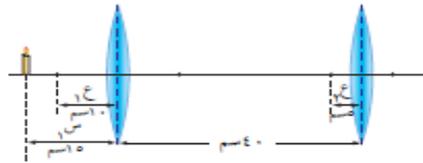
الشكل (٣-١٣) :  $s = f$  - ع.

الشكل (١٢-٣):  $س < ع$ .الشكل (١٣-٣) (ب):  $ع > س > ع$ .الشكل (١٣-٣) (أ):  $س = ع$ .

٣ - ٣

## سؤال

نظام مكون من عدستين محدبتين، البعد البؤري للعدسة الأولى ١٠ سم، وللثانية ٥ سم، والمسافة بينهما ٤٠ سم، وضع جسم على بعد ١٥ سم يسار العدسة الأولى، لاحظ الشكل (١٨-٣). جد موقع الخيال النهائي المتكون وتكبيره؟



الشكل (١٨-٣): المثال (٣-٣).

## الحل

- باستخدام القانون العام للعدسات:

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{ص_1} + \frac{1}{15} \Rightarrow \frac{1}{ص_1} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} = \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{ص_1} = \frac{1}{30} \Rightarrow ص_1 = 30 \text{ سم}$$

$$\text{التكبير: } ت_1 = \frac{ص_1}{ع} = \frac{30}{10} = 3$$

- بما أن الخيال المتكون في العدسة الأولى حقيقي، وتكون أمام العدسة الثانية، فإننا نعدّه جسمًا حقيقيًا للعدسة الثانية، ويقع على بعد  $ص_2 = 40 - 30 = 10$  سم

• • لاجتاد تكبير الخيال النهائي (ت)  
نضرب التكبير الأول في الثاني:

$$ت = ت_1 \times ت_2$$

$$ت = 3 \times 2 = 6$$

$$\text{وعليه فإن: } \frac{1}{ع} = \frac{1}{ص_2} + \frac{1}{ع}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{ص} + \frac{1}{10}$$

$$\bullet \bullet \bullet ص = 10 \text{ سم، } ت = 6$$

• • أعد حلّ المثال إذا كان البعد بين العدستين ٢٠ سم.



سؤال : عندما تسقط من جهة اليسار حزمة اشعة موازية للمحور الرئيس على عدسة مقعرة فإنها تنكسر بحيث :

- (1) تلتقي في البؤرة اليمنى (2) تلتقي في البؤرة اليسرى (3) تلتقي امتداداتها في البؤرة اليسرى (4) تلتقي امتداداتها في البؤرة اليمنى  
الجواب: 3

- سؤال :

وضع جسم طوله 3 سم على يسار عدسة محدبة على بعد 6 سم عنها ، اذا كان البعد البؤري للعدسة 8 سم فإن بعد الخيال المتكون هو :

- (1) 24- سم (2) 12 سم (3) 30 سم (4) 20 سم الجواب : 1

- وضع جسم على يسار عدسة مقعرة بعدها البؤري 4 سم اذا كانت المسافة بين الجسم والعدسة 6 سم فان موقع الخيال هو :

- (1) 2.4 سم (2) 2.4- سم (3) 2 سم (4) 2- سم

الجواب 2

- صفات الخيال في السؤال السابق :

- (1) حقيقي مصغر (2) مقلوب مكبر (3) وهمي معتدل (4) وهمي مكبر

الجواب : 3

**التطبيقات:**

• العين

\*\* الانسان المصاب بقصر النظر يستخدم نظارة ذات عدسات مقعرة تعمل على تفريق الضوء بمقدار يكفيء الزيادة في تحدب العين.

\*\* اما المصاب بطول النظر فيستخدم نظارات بعدسة محدبة تعمل على تجميع الضوء بمقدار يكفيء النقص في تحدب عدسة عينه .

\*\* عند النظر من الهواء الى جسم داخل الماء يبدو انه اقرب مما هو عليه في الواقع ويمكن التعبير عن هذه الظاهرة باستخدام العلاقة :

العمق الظاهري / العمق الحقيقي = معامل انكسار وسط الناظر / معامل انكسار وسط الجسم

• الاجهزة البصرية

الكاميرا

عارض الصور الجوي

المقراب الفلكي



## التذبذبات والموجات

تعتبر الحركة التذبذبية (الاهتزازية) نمط من أنماط الحركة التي يتحرك فيها الجسم حول موضع سكونه ، بحيث تُكرر هذه الحركة نفسها باستمرار . ومن الأمثلة المألوفة على هذه الحركة:

حركة وتر مشدود ، حركة مسطرة مثبتة عند إحدى طرفيها ، حركة جسيم معلق بنابض.

وإذا كانت هذه الحركة التذبذبية تكرر نفسها في فترات زمنية متساوية فتسمى حركة دورية ( Motion Periodic ) أو حركة توافقية ( Motion Harmonic ).

أما إذا أمكن تمثيل هذه الحركة بيانياً باقتران جيبي بسيط فتسمى عندئذ حركة توافقية بسيطة نعتبر أن الحركة التذبذبية هي الحالة العامة أما الحركة الدورية فهي حالة خاصة منها ، كما يمكن اعتبار الحركة التوافقية البسيطة حالة خاصة من الحركة الدورية.

### الذبذبة (الاهتزازة) الكاملة:

الحركة التي يقوم بها الجسم المهتز في الفترة الزمنية بين مروره بنقطة معينة في مسار حركته مرتين متتاليتين باتجاه واحد.

### الذبذبة (الاهتزازة):

هي أقصى إزاحة للجسم المهتز من موضع سكونه.

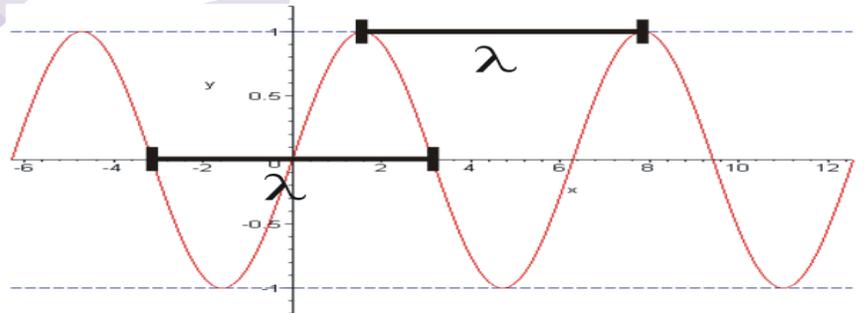
### الزمن الدوري:

الزمن اللازم لكي يتم الجسم ذبذبة كاملة.

### التردد:

عدد الاهتزازات الكاملة التي يتمها الجسم في الثانية الواحدة.

تعد الموجات وسيلة لنقل الطاقة من مكان إلى آخر ، والطاقة التي تحملها الموجة تتناسب طردياً مع ترددها ويدعى ثابت التناسب ثابت بلانك .



طاقة الموجة = ثابت بلانك  $\times$  التردد



تقسم الموجات حسب حاجتها الى وسط تنتقل فيه الى نوعين .

**\*موجات ميكانيكية :**

تحتاج الى وسط مادي تنتقل خلاله كي تتمكن من نقل الطاقة ولهذا النوع من الموجات خصائص .

- عند تحريك نابض للاعلى والاسفل تكون الحركة عمودية على انتشار الموجة وتسمى الموجة المستعرضة
- ابعد نقطة للنابض عن موضع السكون باتجاه الاعلى (القيمة) .
- وابعد نقطة للنابض عن موضع السكون باتجاه الاسفل ( القاع ) .
- اكبر ازاحة للنابض عن موضع السكون باتجاه الاعلى أو الاسفل ( اتساع الموجة ) .
- المسافة بين قمتين متتاليتين او قاعين متتاليتين ( الطول الموجي  $\lambda$  ) .
- كل قمة وقاع متتاليتين يشكلان موجة كاملة .
- زمن الموجة الواحدة يمثل الزمن الدوري للموجة .
- الزمن الدوري = الزمن الكلي للدورات / زمن الدورة الواحدة بشكل عام (لارجوحة مثلا)
- التردد =  $1 /$  الزمن الدوري

**\*الموجات الطولية :**

- عندما يتحرك النابض للامام والخلف ويكون شكل النابض مكون من تضاعطات وتخلخلات .
- تنتشر الموجة في هذا النوع بنفس اتجاه الحركة .
- عندما تتقارب حلقات النابض من بعضها يتكون ال (تضاعط) .
- عندما تتباعد الموجات في منطقة اخرى يتكون (التخلخل) .
- كل تضاعط وتخلخل متتاليتين يشكلان موجة واحدة كاملة .
- المسافة بين تضاعطين او تخلخلين يمثل الطول الموجي ( $\lambda$ ) .

- زيادة الحركة الاهتزازية تعني زيادة في التردد .

- التردد: هو عدد الموجات الكاملة في الثانية الواحدة .

- العلاقة بين التردد والطول الموجي عكسية .

$$c = \lambda \times \text{التردد} \quad c : \text{سرعة انتشار الموجة}$$

مثال على الموجات الميكانيكية :

موجات الماء ، موجات الصوت ، الموجات الزلزالية .



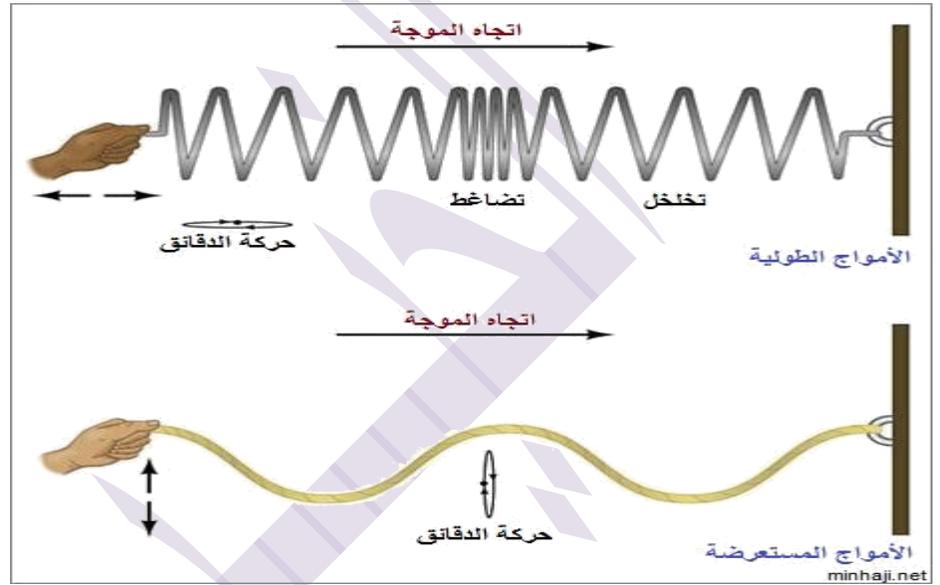
ملاحظة : تعتمد سرعة انتشار الموجة على

(1) طبيعة الوسط المنتشرة فيه .

سرعة الموجة الميكانيكية تكون اكبر تنازليا في المواد الصلبة ثم السائلة ثم الغازية ويعود ذلك الى مقدار تقارب ذرات المادة في وتماسكها .

(2) درجة حرارة الوسط :

تتحرك ذرات المادة حركة اهتزازية وتزداد سعة الحركة بزيادة درجة حرارة المادة . الوسط الذي درجة حرارته اعلى تكون سعة اهتزاز ذراته اكبر وعليه يعمل على نقل الالموجة الصوتية من ذرة الى اخرى أسرع .



ظاهرة الصدى:

تتعرض موجات الصوت عند اصطدامها بحاجز فيما يسمى بالصدى، فالصدى هو تكرار سماع الصوت نتيجة انعكاسه عن حاجز يبعد 17 م فأكثر

بعد الحاجز = المسافة التي يقطعها الصوت ذهابا وايابا / 2

من تطبيقات ظاهرة الصدى:

- قياس عمق المحيط باستخدام السونار ( مرسل موجات صوتية )
- تحديد موقع طائرة بالنسبة لبرج المراقبة باستخدام موجات الرادار .



## ظاهرة الرنين :

تهتز ذرات اي مادة بتردد معين وهذا ما يعرف بالتردد الطبيعي للمادة. وعند اهتزاز جسم قريب من اخر لهما التردد الطبيعي نفسه فان اهتزاز ذرات الجسم الاخر سيزداد بشكل ملحوظ بتأثير اهتزاز الجسم القريب. وهذا ما يعرف بالرنين .

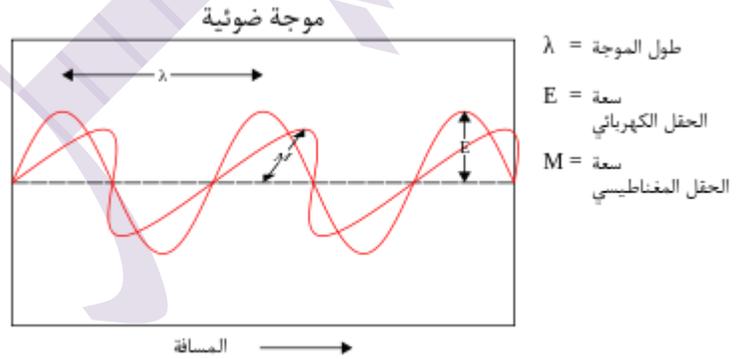
## (2) الموجات الكهرومغناطيسية :

موجات لا تحتاج الى وسط ناقل .

وهي موجات مستعرضة تنتقل بسرعة الضوء على هيئة تذبذب في المجالين الكهربائي والمغناطيسي . وهما يتذبذبا باتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجه.

من خصائص الموجات الكهرومغناطيسية :

- (1) تنعكس عند سقوطها على سطح مناسب .
- (2) تنكسر عند نفاذها من وسط شفاف الى اخر.
- (3) تنتقل في الفراغ بسرعة الضوء الثابتة  $+ 3 \times 10^8$  م/ث



## الطيف الكهرومغناطيسي ..

- هو مدى واسع لكافة الترددات الممكنة للموجات الكهرومغناطيسية .  
- يتكون من مجموعة واسعة من الموجات التي تشترك في الكثير من الصفات والخصائص الا انها تختلف في اطوالها الموجية وتردداتها والطاقة التي تحملها .

- الطاقة التي تحملها الموجة تزداد بازيد ترددها :



الطاقة = ثابت بلانك  $\times$  التردد

-تصنف مكونات الطيف الكهرومغناطيسي حسب الطاقة التي تحملها الى 3 اجزاء رئيسية :

(1) موجات عالية الطاقة :

تضم موجات غاما وهي ذات اقصر طول موجي واعلى طاقة ، يكون لديها القدرة على اختراق الاجسام واحداث اضرار فيها .

تليها الاشعة السينية لها طاقة وقدرة على الاختراق اقل من اشعة غاما وتمتاز باستخدامها في تصوير الكسور بانها تمتص في العظام في جسم الانسان ففي حالة وجود كسر فانها تنفذ وتسقط على الفيلم فتظهر منطقة معتمة

ثم الاشعة فوق بنفسجية وهذه لا تخترق سوى طبقات الجلد الخارجية وتحدث اضرارا فيه

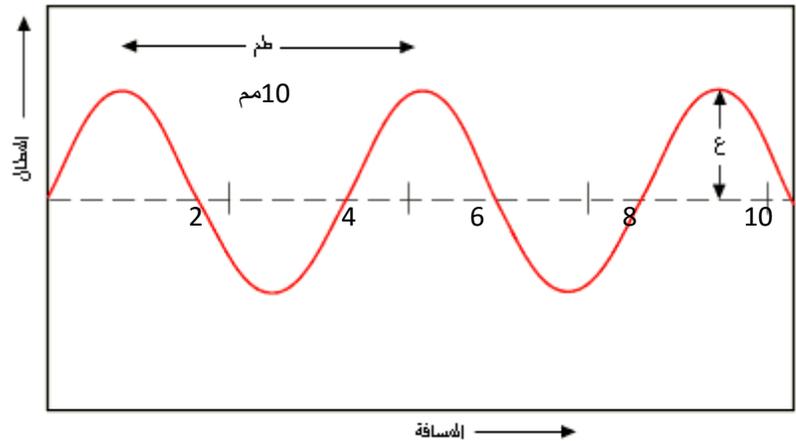
(1) موجات الضوء المرئي :

تتكون من الوان الضوء المرئي السبعة اعلاها طاقة هو الضوء البنفسجي وادناها الاحمر . وتتم عملية الابصار عند الانسان في هذا الطيف .

(2) موجات منخفضة الطاقة :

كالاشعة تحت الحمراء التي تحمل الطاقة الحرارية وتنقلها عبر الاشعاع ولها استخدامات تكنولوجية كاجهزة التحكم عن بعد والمناظير اليلية والموجات الميكروية التي تستخدم في الهواتف النقالة والرادار واجهزة الميكرويف وموجات الراديو المستخدمة في البث الاذاعي والتلفزيوني وقلها طاقة الموجات الطويلة المستخدمة في الملاحة .

سؤال: اعتمادا على الشكل التالي:



1- ما نوع هذه الموجة: مستعرضة.

2- ما اتساعها؟ 4سم

3- ما طولها الموجي؟ 10 مم



4- ما تردداتها؟  $\lambda = 1$  م

$$0.25 = \frac{1}{4} \text{ ث}^{-1}$$

5- ما سرعة انتشارها؟  $v = \lambda \cdot f$  م/ث

$$0.10 = 0.25 \cdot 0.4 \text{ م/ث}$$

6- ما عدد الموجات؟  $n = \frac{L}{\lambda}$  موجة

سؤال: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

1- انتقلت موجتان من النوع نفسه، تردد الموجة الأولى ضعف تردد الموجة الثانية في وسط متجانس، وعلى ذلك فإن العلاقة بين سرعتي الموجتين هي:

أ-  $v_1 = 2v_2$ .

ب-  $v_1 = v_2$ .

ج-  $v_1 = 2v_2$ .

د-  $v_1 = 3v_2$ .

الجواب : ب

2- الموجات تنقل:

أ- مادة.

ب- جسيمات.

ج- طاقة.

د- تردداً.

الجواب : ج

3- يريد طالب أن يفحص سمع أحد زملائه باستخدام مولد اهتزازات له (4) تدرجات للتردد، فعلى أي تدرج يجب وضع المولد ليستقصي ذلك؟

أ- (صفر – 200) هيرتز.

ب- (200 – 200) هيرتز.

ج- (2000 – 20000) هيرتز.

د- (20 – 20000) هيرتز.

الجواب : د



4- إحدى خصائص الموجة التي تُعرف بأقصى إزاحة لدقائق الوسط عن موضع السكون هي:

أ- طول الموجة.

ب- التردد.

ج- اتساع الموجة.

د- سرعة انتشار الموجة.

الجواب : ج

5- عند زيادة الطول الموجي فإن الزمن الدوري للموجة:

أ- يزداد.

ب- يقل.

ج- لا يتغير.

د- يزداد ثم يقل.

الجواب : أ

6- تنبعث من الشمس موجات تحت الحمراء والضوء المرئي والموجات فوق البنفسجية، فأى العبارات الآتية صحيحة حول الزمن الذي تستغرقه هذه الموجات للوصول للغلاف الجوي:

أ- الموجات تحت الحمراء تصل أولاً.

ب- الضوء المرئي يصل أولاً.

ج- الموجات فوق البنفسجية تصل أولاً.

د- جميعها تصل في الوقت نفسه.

الجواب : د

7- الطول الموجي للأشعة السينية من رتبة احد ابعاد الاجسام التالية :

1) قطر الذرة (2) رأس الدبوس (3) طول البكتيريا (4) طول جسم الانسان

الجواب : 1

8- تزداد الطاقة المنقولة بالحركة الموجية بازدياد احد العوامل التالية :

1) الطول الموجي (2) التردد (3) السرعة (4) الزمن الدوري

الجواب : 2

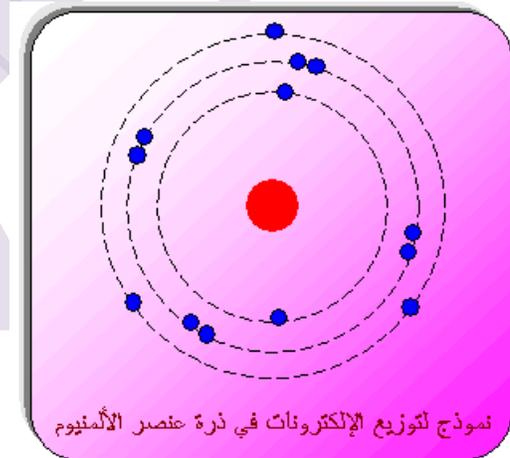
9- احد الموجات التالية يمكنه اختراق طبقات الجلد الخارجية فقط :

1) الضوء المرئي (2) الأشعة فوق البنفسجية (3) تحت الحمراء (4) السينية

الجواب : 2

## الكهرباء السكونية

هي فرع العلم الذي يتعامل مع ظاهرة الانجذاب الكهربائي .منذ التاريخ القديم كان معروفا أن بعض المواد تجذب الحبيبات الصغيرة بعد ذلكها. كلمة إلكترون أطلقت على أجزاء كثيرة من العلم الطبيعي. ظاهرة الكهرباء الاستاتيكية جاءت من القوى الكهربائية التي تحدث بين الشحنات المختلفة. هذه القوى وصفها قانون كولوم. ولكن هذه القوى تعتبر قوى ضعيفة، فالقوى الكهربائية بين الإلكترون والبروتون ،التي تجعلهم منجذبين لبعض في ذرة الهيدروجين ،حوالي 40 ماجنيتوت من قوة التجاذب بينهم.وتنشأ الكهرباء الساكنة بسبب تجمع الإلكترونات أو غيابها في منطقة ما. التكهرب هو شحن الجسم بشحنة كهربائية عن طريق فقد أو اكتساب الجسم للإلكترونات. وتعتبر الشحنة الكهربائية خاصية من خواص المادة كالكتلة والحجم . وللتعرف على مصدر هذه الشحنات الكهربائية دعنا نلقي نظرة فاحصة على التركيب الذري للمادة ، حيث نجد أن جميع المواد تبنى من وحدات صغيرة تسمى ذرات كما في الشكل



وتتكون كل ذرة من نواة مركزية تحتوي على دقائق موجبة الشحنة (بروتونات) ، ودقائق أخرى غير مشحونة (نيوترونات) ، ويدور حول النواة في مدارات مختلفة دقائق سالبة الشحنة تسمى إلكترونات ، والشحنة الموجبة للبروتونات تساوي مقدار الشحنة السالبة للإلكترونات في الذرة المستقرة التي تكون متعادلة كهربائيا ، فإذا فقدت بعض ذرات الجسم عددا من إلكتروناتها يصبح الجسم موجب الشحنة في حين يصبح الجسم سالب الشحنة إذا اكتسب عددا من الإلكترونات .

تصنف المواد في الطبيعة من ناحية موصليتها للكهرباء الى:

- **المادة الموصلة :** هي مادة تسمح للكهرباء بالمرور من خلالها . تُستخدم أسلاك النحاس في توصيل الأجهزة الكهربائية في الدارات الكهربائية ، نقول أن النحاس مادة موصلة .
- **المادة العازلة :** هي مادة لاتسمح للكهرباء بالمرور من خلالها . لاتستطيع استعمال حبل أو خيط لتوصيل التيار الكهربائي في دارة كهربائية حيث أن الخيط مكوّن من مادة عازلة .
- **شبه موصلة:**مثل السليكون

سؤال : كيف يتم شحن الأجسام ؟

أ- الشحن بالدلك

إذا ذلك جسمان متعادلان من مادتين مختلفين أو تلامسا جيدا فإن بعض الإلكترونات تنتقل من أحد الجسمين للآخر ، وعدد الإلكترونات التي يفقدها أحد الجسمين يساوي تماما عدد الإلكترونات التي يكتسبها الجسم الآخر ، لذلك تكون شحناتها متساويتين في المقدار، مختلفتين في النوع .



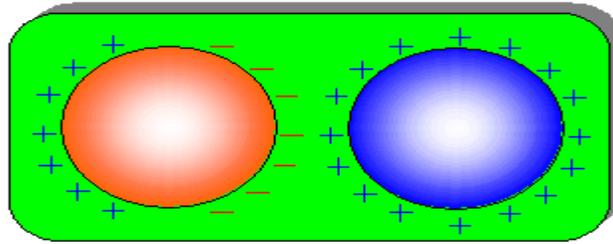
ب- الشحن باللمس

إذا اتصل (أو تلامس) جسم موصل مشحون مع موصل متعادل فإن الموصل المشحون يفقد جزءا من شحنته إلى الموصل المتعادل أي تكون شحناتها من نفس النوع ، ويتم توزيع الشحنة الكلية بحيث يبقى المجموع الكلي للشحنات ثابتا .

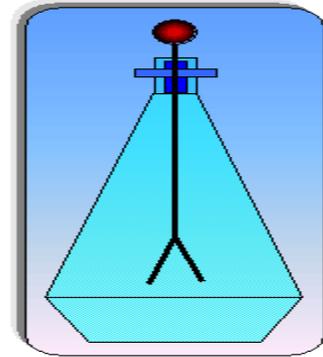


### ج- الشحن بالتأثير (الحث)

عند تقريب جسم مشحون شحنة موجبة مثلا من موصل معزول فإن الشحنة الموجبة للجسم الأول (الشحنة المؤثرة) تؤثر على الموصل الثاني حيث تتجاذب مع بعض الإلكترونات الحرة فيه فتجتمع هذه الإلكترونات عند الطرف القريب من الجسم المشحون وتتكون هناك شحنة سالبة في حين تتكون شحنة موجبة على الطرف البعيد والشحنة المتكونة بالتأثير تكون دائما اقل مقدارا من الشحنة المؤثرة وتختلف عنها في النوع .



وللكشف عن شحنة الأجسام ، نستخدم "الكشاف الكهربائي" ذا الورقتين المعدنيتين.



### التكهرب

الشحنة المكمة: يمكننا القول أيضا أن الشحنة مكماة أي أن مقدار الشحنة السالبة أو الموجبة التي يمكن أن يشحن بها جسم ما يساوي مقدار شحنة الإلكترون أو مضاعفاتها ولا يمكن أن يكون مقدار الشحنة اقل من شحنة الإلكترون أو عددا كسريا من شحنة الإلكترون .

شحنة الجسم = عدد الإلكترونات × شحنة الإلكترون

حيث شحنة الإلكترون =  $1.6 \times 10^{-19}$  كولوم.



وتستقر الشحنات الكهربائية على السطوح الخارجية فقط للموصلات ، سواء شحن السطح الداخلي أو الخارجي (علل) . ويبقى السطح الداخلي خالياً من الشحنات سواء أكان الموصل اجوفاً أو مصمتاً ، وفي الموصلات الكروية تتوزع الشحنات بشكل منتظم في حين تتوزع على سطوح الموصلات غير الكروية بحيث يزداد تركيزها على السطوح المحدبة ويبلغ تركيزها أقصى قيمة له عند الأجزاء المدببة .

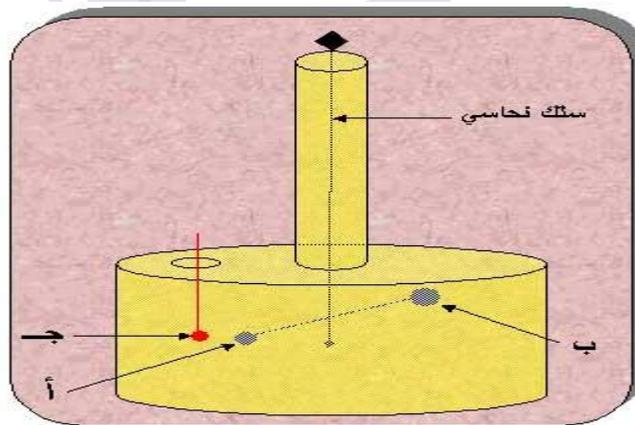
مثال :

فقدت ذرة من الألومنيوم عدداً من الإلكترونات فأصبحت شحنتها مساوية لـ  $4.8 \times 10^{-19}$  كولوم .  
ما هو عدد الإلكترونات التي فقدتها ؟ علماً بأن شحنة الإلكترون =  $1.6 \times 10^{-19}$  كولوم

$$\text{عدد الشحونات} = \frac{\text{شحنة الجسم}}{\text{شحنة الإلكترون}} = \frac{4.8 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3 \text{ إلكترونات}$$

قانون كولوم

في العام 1785 أجرى العالم تشارلز كولوم تجربة باستخدام ميزان اللي الموضح في الشكل لدراسة العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين .





في الشكل أ ، ب كرتين خفيفتين متساويتين في الحجم يصل بينهما سلك عازل مربوط من منتصفه بخيط خفيف ، وتشحن الكرة ( أ ) والكرة ( ج ) لشحنتين متساويتين ومتماثلتين .

- لاحظ مقدار الزاوية بين أ ب وخيط التعليق . الآن لنضاعف الشحنة ونلاحظ ما يحدث ؟

- اجعل المسافة بين أ ، ج اكبر مما قبل ولاحظ ما يحدث .

من التجربة السابقة تلاحظ أن الزاوية بين أ ب وخيط التعليق يعتمد على عدة عوامل :

1- حاصل ضرب مقدار الشحنتين .

2- المسافة بين الشحنتين .

ويمكن إضافة عامل ثالث وهو الوسط بين الشحنتين وتمثل الزاوية بين أ ب ، وخيط التعليق القوة الكهربائية بينالشحنتين ومنها :

ق ا ش 1 ش 2

$$Q = \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

ومنه

$$Q = \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

$$\frac{1}{\epsilon \pi r^2} = \text{حيث } \epsilon \text{ مقدار ثابت}$$

حيث  $\epsilon$  : معامل نفاذية الوسط .

ويعتمد الثابت على طبيعة الوسط الفاصل بين الشحنتين وعلى الوحدات المستخدمة للقوة والشحنة والمسافة وعند استخدام نيوتن

لقياس القوة والكولوم لقياس الشحنة والمتر لقياس المسافة فإن :

$$\epsilon = 9 \times 10^9 \text{ نيوتن} \cdot \text{م}^2 / \text{كولوم}^2 .$$



نص قانون كولوم

" تتناسب القوة الكهربائية تناسباً طردياً مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما عند ثبوت طبيعة الوسط الفاصل بينهما " .

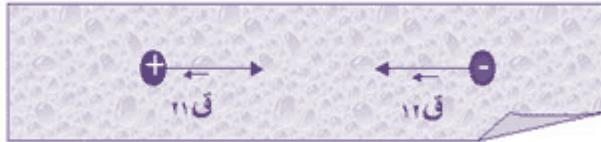
ما هو الكولوم ؟

هو مقدار الشحنة الكهربائية التي إذا وضعت في الفراغ أو الهواء وعلى مسافة ما من شحنة مماثلة لها تأثرت بقوة كهربائية مقدارها  $9 \times 10^9$  نيوتن .

كيف نحدد اتجاه القوة ؟



إذا كانت قوة تنافر (الشحنتان متشابهتان) يكون اتجاه القوة على إحدى الشحنتين مبتعداً عن الشحنة الأخرى.



إذا كانت قوة تجاذب ( الشحنتان مختلفتان ) يكون اتجاه القوة على الشحنة .

سؤال 1 :

هل ينطبق القانون الثالث لنيوتن على القوى المتبادلة بين الشحنتين ؟



قانون نيوتن الثالث Newton's Third Law

$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$$

قانون نيوتن الثالث

القوة التي يؤثر بها A في B تساوي في المقدار وتعاكس في الاتجاه القوة التي يؤثر بها B في A.



سؤال 2 :

في الشكل بروتونين والإلكترون واحد في المواقع المبينة .



وضح اتجاه القوة الكهربائية :

أ. التي يؤثر بها الإلكترون على بروتون 2

ب. التي يؤثر بها البروتون 1 على بروتون 2

ج. المحصلة على بروتون 2

قواعد حل المسألة في قانون كولوم

1. نهمل إشارة الشحنات في تطبيق القانون .

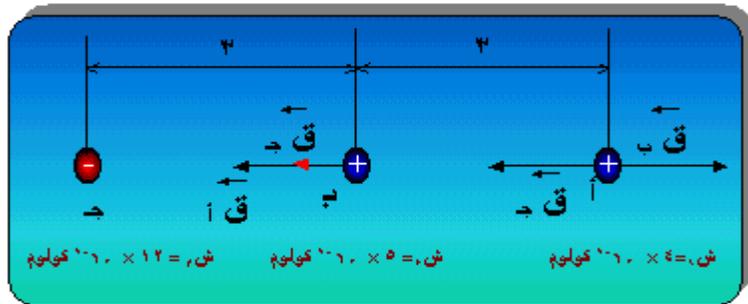
2. نعين اتجاه القوى كما هو موضح أعلاه .

3. نستخدم قوانين المحصلة لحساب مقدار واتجاه القوة المحصلة .

مثال 1

أ ب ج مستقيم فيه أ ب = 3م ، ب ج = 3م ، وضعت عند النقاط أ ، ب ، ج الشحنات ( 4+ نانوكولوم ، 5+ نانوكولوم ، -

12 نانوكولوم ) على الترتيب ، أوجد القوة المؤثرة على الشحنتين عند أ ، ب





٢) لحساب القوة المؤثرة على الشحنة عند (ب) .

ش<sub>١</sub> ، ش<sub>٢</sub> شحنتان متشابهتان بينهما تنافر (ق أ ب) ←

ش<sub>١</sub> ، ش<sub>٢</sub> شحنتان مختلفتان بينهما تجاذب (ق ج ب) ←

$$\text{ولحساب ق أ ب} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{9} = 10^{-6} \times 20 = 20 \text{ كولوم}$$

$$\text{ولحساب ق ج ب} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{9} = 10^{-6} \times 60 = 60 \text{ كولوم}$$

الحل :

١) لحساب القوة المؤثرة على الشحنة عند أ .

ش<sub>١</sub> ، ش<sub>٢</sub> شحنتان متشابهتان بينهما تنافر (ق ب أ) ←

ش<sub>١</sub> ، ش<sub>٣</sub> شحنتان مختلفتان بينهما تجاذب (ق ج أ) ←

$$\text{ولحساب ق ب أ} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{2} = 4.5 \times 10^{-6} \text{ نيوتن}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{(3)}$$

$$= 10^{-6} \times 20 = 20 \text{ نيوتن}$$

$$\text{ولحساب ق ج أ} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{3} = 3 \times 10^{-6} \text{ نيوتن}$$

ما هو المجال الكهربائي ؟

إن أول من عرض مفهوم المجال الكهربائي هو العالم البريطاني مايكل فارادي ، حيث أوضح أن هناك منطقة معينة حول الشحنة الكهربائية يظهر فيها تأثير القوة الناتجة عن هذه الشحنة . وعرف المجال الكهربائي على أنه "القوة التي يؤثر بها ذلك المجال في وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند تلك النقطة" .



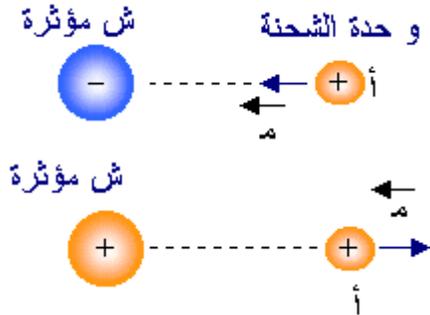
وبذلك يكون :

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

حيث ش هي مقدار الشحنة  
م المجال الكهربائي  
ق القوة الكهربائية

وتكون بذلك وحدة المجال الكهربائي نيوتن / كولوم .

والمجال كمية متجهة ويمكن تحديده عند نقطة من خلال المسار الذي تتبعه وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند تلك النقطة كما هو موضح في الشكل .



ويمكن حساب المجال الكهربائي عند نقطة ما من العلاقة التالية :

$$E = \frac{q}{r^2}$$

حيث م : المجال الكهربائي الناشئ عن الشحنة ش مؤثرة .

ش مؤثرة : الشحنة الكهربائية المؤثرة.



ف : المسافة بين الشحنة المؤثرة والنقطة المطلوب حساب المجال الكهربائي عندها .

ملاحظات :

1- عند التعويض في القانون لا نعوض إشارة الشحنة السالبة .

2- اذا كانت النقطة المطلوب عندها حساب المجال مشحونة نهمل شحنتها ونعتبرها شحنة اختبارية صغيرة . لماذا ؟

سؤال 1 : ماذا نعني بقولنا أن المجال الكهربائي عند نقطة يساوي (7.5) نيوتن / كولوم ؟

الحل :

أي أن كل كولوم عند تلك النقطة يتأثر بقوة كهربائية مقدارها (7.5) نيوتن .

سؤال 2 :

ما هو المجال المؤثر عند نقطة تبعد (1.5 م ) عن شحنة موجبة مقدارها (2.1 × 10<sup>-9</sup> كولوم ) .

الحل :



نحدد اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة وذلك عن طريق تحديد مسار وحدة

الشحنات الموجبة عند تلك النقطة (أ) .

وحدة الشحنات الموجبة تتنافر مع الشحنة المؤثرة ولذلك فإن مسارها يكون بعيدا عن (أ) .

$$E = \frac{q \times 9}{r^2} = \frac{2.1 \times 10^{-9} \times 9}{(1.5)^2} = 8.4 \text{ نيوتن / كولوم}$$

وإذا وضعت شحنة مقدارها (ش) عند النقطة (أ) فإن القوة المؤثرة عليه تحسب من قانون كولوم حيث:



$$Q = \frac{9 \times 10^9 \text{ ش} \times \text{ش}}{F^2}$$
$$Q = m \times \text{ش}$$

ويتضح من هذه العلاقة ما يلي :

1- حركة الجسيم المشحون ( كتلته = ك ) في المجال الكهربائي تكون حركة معجلة ، ويحسب التسارع كما يلي :

$$a = \frac{F_{\text{كهربائية}}}{K}$$

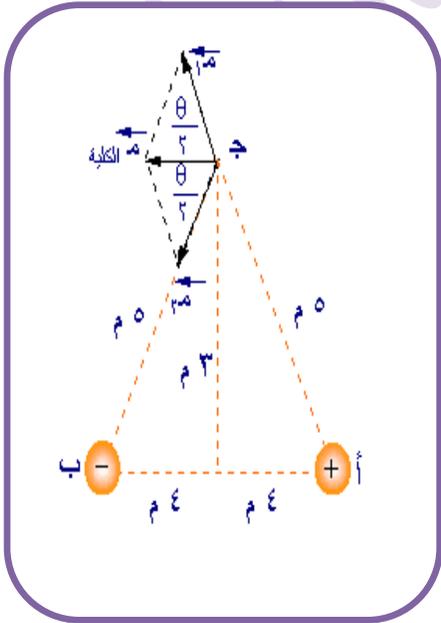
2- اتجاه القوة الكهربائية ( ق ) التي يتأثر بها الجسيم المشحون في المجال يتوقف على نوع شحنة الجسيم ، فإذا كانت الشحنة موجبة فإن القوة تكون باتجاه المجال ، أما بالنسبة للشحنة السالبة فإن القوة تكون بعكس اتجاه المجال .

مثال :شحنتان نقطتيتان (  $25 \times 10^{-3}$  ) ميكروكولوم ، (  $-25 \times 10^{-3}$  ) ميكروكولوم ، وضعتا في الهواء على بعد ( 8 ) م من بعضهما ، احسب :

1. المجال الكهربائي عند نقطة على العمود المنصف للبعد بين الشحنتين وعلى بعد ( 3 ) م منه .

2. القوة التي يتأثر بها إلكترون يوضع عند النقطة السابقة ، علما بأن : شالكترون =  $1.6 \times 10^{-19}$  كولوم

الحل :



$$E = \frac{1}{r^2} [r^2(3) + r^2(4)] = 7 \text{ ب ج} = 7 \text{ أ ج}$$

$$\frac{(25 \times 10^{-3}) \times (9 \times 10^9)}{5^2} = \frac{1 \text{ ش} \times (9 \times 10^9)}{7^2} = 1 \text{ م}$$

1م = 9 نيوتن / كولوم



$$9 \text{ نيوتن / كولوم} = \frac{9 \times 10^9 \times \text{ش ب}}{2 \text{ (ب ج)}} = 2 \text{ م}$$

$$2 \text{ م} = 1 \text{ م}$$

$$\text{م كتية} = 2 \text{ م } 1 \text{ جتا } 2 / \theta$$

$$14.4 = 5/4 \times 9 \times 2 = \text{ نيوتن / كولوم باتجاه يوازي أ ب .}$$

$$\text{ق} = \text{ش الكترون} \times \text{م}$$

$$19-10 \times 23.04 = 14.4 \times 19-10 \times 1.6 = \text{ نيوتن}$$

باتجاه يعاكس اتجاه المجال (لأن شحنة الإلكترون سالبة).

### نقطة التعادل

إذا وضع جسيم مشحون عند نقطة ما في مجال كهربائي ولم يتأثر بأية قوة كهربائية فإن هذه النقطة تسمى "نقطة التعادل" أو

"نقطة انعدام المجال" وينعدم المجال الكهربائي عند النقاط التالية :

1- أي نقطة داخل الموصل المشحون .

2- أي نقطة خارج لوحي مواسع مستو و مشحون .

3- نقطة على الخط الواصل بين شحنتين متشابهتين في النوع ومختلفتين في المقدار وفي موضع يقع بينهما واقرب إلى الشحنة

الصغرى .

4- نقطة على امتداد الخط الواصل بين شحنتين مختلفتين في النوع ومختلفتين في المقدار وفي موضع يقع خارجهما واقرب إلى

الشحنة الصغرى .

سؤال 3 :

شحنتان نقطيتان مقدارهما ( 2 × 10<sup>-9</sup> كولوم ) ، ( 50 × 10<sup>-9</sup> كولوم ) ، وضعتا في الهواء على بعد ( 6 م ) من بعضهما ،

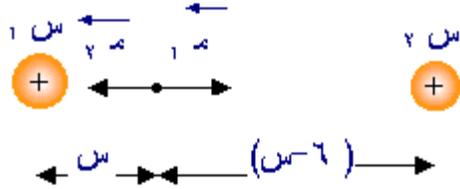
أوجد موضع نقطة التعادل الواقعة في مجال هاتين الشحنتين في الحالتين التاليتين :



أولاً : إذا كانت الشحنتان موجبتين .

ثانياً : إذا كانت الشحنة الأولى موجبة والثانية سالبة .

الحل :



أولاً : النقطة تقع بينهما واقرب إلى الصغرى .

نفرض بعد النقطة عن الشحنة الصغرى ش = 1 م

إذن بعدها عن الشحنة ش = 2 (س - 6) ، بما أن  $1\text{ م} = 2\text{ م}$

$$\frac{2\text{ ش} \times (9 \times 10^9)}{(س - 6)^2} = \frac{1\text{ ش} \times (9 \times 10^9)}{س^2}$$

إذن  $س = 1\text{ م}$

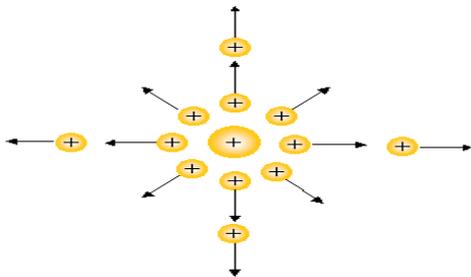
اذن بعد النقطة عن الشحن الصغرى = 1 م

وبعدها عن الشحنة الكبرى = 6 . 6 = 1 . 6 = 5 م

ثانياً : حاول الحل بنفسك واكتشف أن بعد النقطة عن الشحنة الصغرى = 1.5 م

### خطوط المجال الكهربائي

يمكن تعريف المجال الكهربائي بأنه الحيز الذي يظهر فيه تأثير القوة الكهربائية ولما كانت المجالات الكهربائية كغيرها من المجالات غير مرئية ولا تدرك إلا بتأثيراتها ، لذا فقد مثل العالم فاراداي سنة 1840م المجال الكهربائي مقداراً واتجاهاً بخطوط القوى الكهربائية التي يؤثر بها المجال على وحدة الشحنات الكهربائية



. فإذا وضعت وحدة شحنات موجبة حرة الحركة في المجال الكهربائي لشحنة

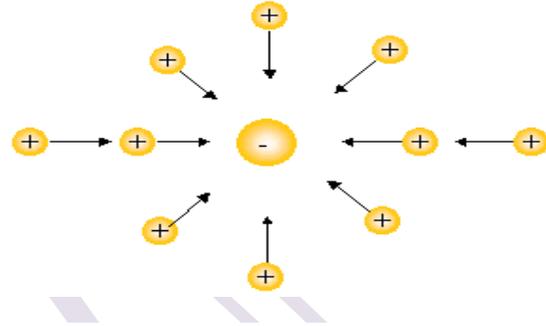
نقطية موجبة (مثلاً) ، فإنها تتأثر بقوة كهربائية يكون اتجاهها دائماً وعند أية

نقطة في المجال خارجاً من الشحنة النقطية الموجبة كما في الشكل المجاور

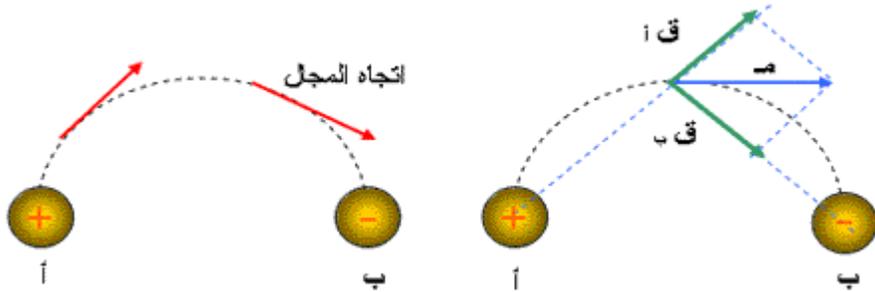


لو كانت الشحنة النقطية المؤثرة سالبة فإن القوة الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الموجبة يكون اتجاهها نحو الشحنة

السالبة كما في الشكل .



ولو فرض وجود وحدة الشحنات الموجبة حرة الحركة عند نقطة في المجال الكهربائي لشحنتين كهربائيتين ، إحداهما (أ) موجبة والأخرى (ب) سالبة ، كما في شكل (3) فإن وحدة الشحنات الموجبة تتأثر بمحصلة قوتي التجاذب والتنافر بينهما وبين شحنتي أ ، ب وتتحرك باتجاه هذه المحصلة ، أي أن وحدة الشحنات الموجبة ترسم مساراً في المجال .



لتحديد اتجاه المجال الكهربائي عند أية نقطة واقعة فيه ، فإنه يكون باتجاه محصلة القوى الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الموجبة عند تلك النقطة .

### مميزات خطوط المجال الكهربائي:

1. تخرج من الشحنات الموجبة وتدخل في الشحنات السالبة.
2. تتناسب كثافة خطوط المجال طردياً مع مقدار الشحنة الكهربائية.
3. نحدد اتجاه المجال الكهربائي عند أي نقطة بنفس اتجاه المماس عند تلك النقطة.



والأشكال التالية تمثل خطوط المجال لكل من :-

	أ. شحنتين مختلفتين
	ب. شحنتين متشابهتين
	ج. مكثف مستو مشحون
	د. شحنة نقطية وصفيحة مستوية

### حركة جسم مشحون في مجال منتظم

إذا وضعت شحنة نقطية في مجال كهربائي منتظم فإن المجال سيؤثر على الشحنة بقوة كهربائية

$Q = m \cdot a$

وهذه القوة حسب قانون نيوتن الثاني ستكسب الشحنة تسارعاً حيث

مجموع  $Q$  (نيوتن) =  $k$  (كغ)  $T$  (م/ث<sup>2</sup>)

نيوتن = (كغ.م/ث<sup>2</sup>)



وهذا التسارع سيؤدي الى تغير سرعه الشحنة في زمن محدد وبالتالي فان الشحنة ستقطه المسافه بين اللوحين في زمن مقداره (ز) ويمكن

حساب كل من (ع، 2ع، ف، ز) باستخدام معادلات الحركة

$$2ع = 1ع + ت ز$$

$$2ع^2 = 2^2 1ع^2 + 2 ت ف$$

$$ف = 1ع ز + 0.5 ت ز^2$$

مع مراعاة كون الحوكه في بعد واحد أو في بعدين ( حركه افقيه أو عموديه) كما في حركه المقذوفات.

كما ان المجال يبذل شغل على الشحنة = ق ف جتا  $\theta$

جول = نيوتن.م

حيث  $\theta$  الزاويه بين (ق) و (ف) ويصرف هذا الشغل كله لإكساب الجسم طاقة حركيه حيث ش( الشغل) = ط ح 2 - ط ح 1

\*جسم متزن: ق ح = صفر

سؤال: على ماذا يعتمد شغل القوة المؤثرة على جسم؟

1- قوة مؤثرة

2- إزاحة في اتجاه القوة

### الجهد الكهربائي

فرق الجهد بين نقطتين أو بهو الشغل المبذول في حمل وحدة شحنة اختبار موجبة من النُّقطة أ إلى النُّقطة ب ، ويعبّر عن فرق

الجهد الكهربائي رياضياً بالصورة التالية:

$\Delta ط$  و = ش أ ب = شحنة نقطية\* ج. أ ب

جول = كولوم \* فولت



# حالات الجهد فيها مساوي للصفر

ج  $\infty$  = صفر

ج الارض = صفر

شحنتين متساويتان في المقدار مختلفات في النوع، يكون فرق الجهد بينهما = صفر

كيف نحسب الجهد عند نقطة في مجال كهربائي ناشيء عن شحنة ثابتة  $V$  مؤثرة

نفرض أنه لدينا

شحنة ثابتة ونفرض أننا نريد حساب الجهد الكهربائي لنقطة ( أ ) تبعد

$V$  مؤثرة

شحنة

مسافة ( ف ) متر عن الشحنة .



لا نشك أن للنقطة ( أ ) جهداً كهروستاتيكياً بسبب وقوعها في المجال الكهربائي للشحنة

$V$  مؤثرة

لقد توصل العلماء باستخدام حسابات التفاضل والتكامل إلى أن الجهد الكهربائي عند نقطة مثل ( أ ) يعطى بالعلاقة :

$$V = \frac{q \times 9 \times 10^9 \times \text{الشحنة المؤثرة}}{\text{المسافة بين ( أ ) ، } V \text{ مؤثرة}}$$

الجهد الكهربائي عند ( أ ) والناشيء عن شحنة



$$\text{وبلغة الرموز } \frac{9 \times 10^9 \times \text{الشحنة المؤثرة}}{r} = \text{جـ ا}$$

ونتراعي أن نضع إشارة  $V$  مؤثرة في المعادلة عند حساب الجهد .

مثال : احسب الجهد الكهربائي الناشيء عن شحنة مؤثرة  $8 \times 10^{-9}$  كولوم عند نقطة ( ب ) تبعد مسافة 1 متر عنها .

الحل :

$$\text{جـ ب } \frac{9 \times 10^9 \times \text{الشحنة المؤثرة}}{r} =$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-9}}{1} =$$

= 72 جول / كولوم أو إن شئت 72 فولت .

ثم مثال آخر : احسب الجهد الكهربائي ( جـ ) الناشيء عن شحنة  $4 \times 10^{-8}$  كولوم وعند نقطة س تبعد مسافة 9 متر عنها .

$$\text{الحل : جـ س } \frac{9 \times 10^9 \times \text{الشحنة المؤثرة}}{r} =$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times (4 \times 10^{-8})}{9} =$$

= - 40 فولت

هنا ثمة ملاحظتان :

الملاحظة الأولى : أن قيمة الجهد سالبة والقيمة السالبة لا تخفي وراءها مشكلة لأن الجهد كمية قياسية. كما أن الجهد يساوي الشغل اللازم لنقل 1 كولوم من اللانهاية إلى النقطة ( س ) ، والشغل كما نعلم يكون موجباً وقد يكون سالباً .

الملاحظة الثانية : إن الطاقة الكهربائية الناشئة عن شحنة موجبة هي طاقة موجبة عند أية نقطة في المجال ، كما أن الطاقة الكهربائية الناشئة عن شحنة سالبة ( كما في المثال الأخير ) هي طاقة سالبة .



مقارنة بين شدة المجال الكهربائي ( هـ ) عند نقطة ، وجهد النقطة الكهربائي ( جـ ) :

شدة المجال الكهربائي	جهد المجال الكهربائي	
( م )	( جـ )	الرمز
نيوتن / كولوم	جول / كولوم ( أو الفولت )	وحدة القياس
$E = \frac{Q}{r^2}$	$V = \frac{W}{q}$	معادلة التعريف
متجهة ( لها مقدار واتجاه )	قياسية ( لها قيمة جبرية إما سالبة أو موجبة )	كمية قياسية أم متجهة
$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	معادلة حساب المجال أو الجهد الناشئ عن شحنة منفردة عند ( أ )
نهمل إشارة $V$ في المعادلة	نضع قيمة $V$ مع إشارتها	ملاحظة

\* الجهد كمية قياسية ، أي نعوض بإشارات الشحنات

نفرض نقطتين ( أ ، ب ) مفروضتين في مجال كهربائي خطوطه غير مبينة في الشكل . نعني بفرق الجهد .





الخط الواقعة عليه النقطتان ( أ ، ب ) يمتد إلى لانهاية من جهة اليمين.

بين ( أ ، ب ) ناتج طرح جهدي النقطتين ( ج أ ، ج ب ) . إن العملية الحسابية التي ذكرناها سهلة ، فإما أن تكون عملية الطرح على شكل ( ج أ . ج ب ) أو على شكل ( ج أ . ج ب )

■ كيف ذلك ؟

للاختيار الصحيح ( في عملية الطرح ) يلزمنا أن نبدأ من أصل تعريف الجهد عند نقطة ، وقبل أن نبدأ سنذكر الدارس بخاصية مهمة من خصائص الجمع ، ففي الشكل إذا أراد جسم مثلاً أن تسير من ( ج ) إلى ( ب ) .



فإن الشغل الذي بذله للانتقال بين النقطتين ج و ب هو ناتج جمع الشغل الذي تبذله في نقل الحبة من ( ج ) إلى ( أ ) والشغل الذي تبذله في نقل الحبة من ( أ ) إلى ( ب ) ، أي أن :

$$\text{ش ج * ب} = \text{ش ج * أ} + \text{ش أ * ب}$$

لنعد الآن إلى الشكل ولنحاول نقل شحنة الاختبار

..... معادلة (3)

$$\frac{\text{ش} \leftarrow \text{ب}}{\sqrt{.}} = \text{ج ب}$$

( ش  $\infty$  ← ب ) نحسب منه جهد النقطة ( ب ) من المعادلة







سؤال : لماذا لم نحذف الحد الثالث في المعادلة بذات الطريقة ؟

فالجواب : لم نحذفها لسببين :

الأول : لأننا نريد إبقاء الحد في المعادلة .

والثاني : أننا لا نستطيع حذفه لو أردنا لأن الحد الثالث لا ينطبق عليه الشرط " من لا نهاية إلى النقطة " الذي ورد في معادلة (3) .

الآن بالترتيب تؤول معادلة (7) إلى :

$$\text{ش أ} \square \text{ ب} = \sqrt{\text{ج ب} - \text{ج أ}} \quad \text{..... معادلة (8)}$$

وهي المعادلة التي نبغي ، وبواسطتها يمكننا أن نختار ، في عملية الطرح التي ذكرناها في أول البحث ، فرق الجهد بين نقطتين بما يتناسب مع معادلة (8) .

حيث :

ش أ \* ب : ( أ ) : النقطة الأولى وهي نقطة بدء المسار .

( ب ) : النقطة الثانية وهي نقطة نهاية المسار .

( ب ) : جهد النقطة الثانية نضعه أولاً .

ج ب - ج أ

( أ ) : جهد النقطة الأولى نضعه بعد ذلك .

أي أننا نلاحظ عكساً لترتيب رمزيّ النقطتين بين طرفي المعادلة .

ويمكن حساب فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم من خلال المعادلة

$$\text{ج} = \text{م ف جتا}\theta$$

$$\text{م} = \text{ج/ف}$$

$$\text{فولت} = \text{نيوتن.م/كولوم}$$



عند شحن موصل كروي معزول، (أي بعيد عن تأثير أي مجالات كهربائية)، فإن الشحنات الكهربائية تستقر على السطح الخارجي للموصل، ويكون المجال الكهربائي في أي نقطة داخل الموصل يساوي صفراً. (والحق أنّ هذا يسري على أيّ موصل مهما كان شكله). أما المجال في أي نقطة خارج الموصل أو على سطحه، فيعتمد على بعده عن مركز الموصل؛ أي أنه عند حساب المجال (م) للموصل الكروي، كنا نتصور أن الشحنة مجمعة في مركزه.

وكذلك الحال عند حساب الجهد الكهربائي على سطح موصل كروي؛ فإننا نعدّ الشحنة مجمعة في المركز. وعليه، فإن الجهد

الكهربائي على سطح موصل كروي، موضوع في الهواء أو الفراغ يعطى بالعلاقة:

$$ج = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

لاحظ أن الجهد عند النقاط جميعاً على سطح الموصل تكون متساوية. ومثل هذا السطح الذي تتساوى الجهود عند نقاطه كلها يُسمّى سطحاً متساوي الجهد، (انظر البند التالي). وينطبق هذا على الموصلات كلها، سواء أكانت كروية أم غير كروية (فسر ذلك). وعليه، فإن سطح أي موصل هو سطح تساوي جهد.

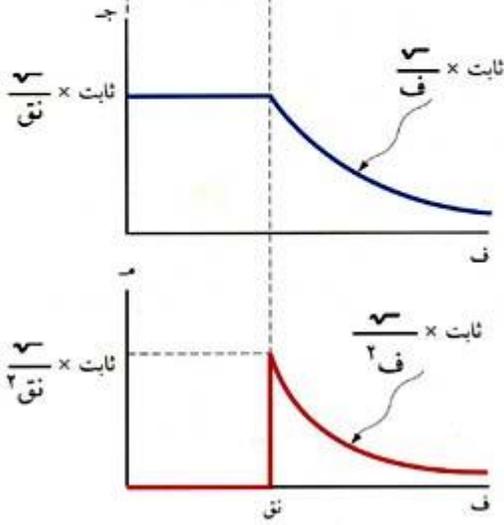
سؤال: ما الشغل اللازم لنقل شحنة كهربائية من نقطة إلى أخرى على سطح موصل فلزي؟



والآن ماذا عن الجهد الكهربائي داخل الموصل الكروي المشحون؟



تصور موصلاً مشحوناً، ولنفرض أننا نقلنا شحنة (  $Q$  ) من نقطة (أ) على سطح الموصل إلى نقطة (ب) داخل الموصل. فالشغل اللازم لنقل الشحنة (  $Q$  ) يساوي:



$$\begin{aligned} \text{ش } 1 \leftarrow 2 &= \text{ش } = ( \text{ج } 1 ) = \text{ش } \text{ ف ج } \theta . \\ \text{وبما أن: } \text{ش } &= \text{ش } \text{ ف } \text{ ج } \theta \text{ ، إذا ،} \\ \text{ش } 1 \leftarrow 2 &= \text{ش } = \text{ش } \text{ ف } \text{ ج } \theta . \\ \text{أي أن: } \text{ج } &= \text{ج } \end{aligned}$$

ومعنى ذلك أن الجهد عند نقطة داخل الموصل يساوي الجهد على سطحه.

: الجهد والمجال الكهربائيان لموصل كروي مشحون .

ويبين الشكل رسماً بيانياً يوضح الجهد الكهربائي لموصل كروي والمجال الكهربائي له.

أما إذا كان الموصل موجوداً في مجال شحنات كهربائية عدة، فإن جهده الكلي يساوي جهده بفعل شحنته، ويسمى الجهد المطلق له، مضافاً إليه الجهد بفعل شحنته، ويسمى الجهد المطلق له، مضافاً إليه الجهد بفعل الشحنات الأخرى المحيطة به، ويسمى الجهد الحثي.

$$\text{جهد الكلي للموصل} = \text{جهد مطلق} + \text{جهد حثي}$$



اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي :

1- موصل كروي معدني متعادل ومعزول وقطره (2 م ) ، اذا اكتسب شحنة مقدارها ( 2 كولوم ) فإن جهده المطلق بوحدة الفولت يساوي

أ- $910 \times 18$	ب- $910 \times 9$	ج- $910 \times 4.5$	د- $910 \times 2.25$
--------------------	-------------------	---------------------	----------------------

2- في السؤال السابق يكون الجهد الكهربائي عند نقطة على بعد ( 50 سم ) من مركز الموصل مساوياً :

أ- $910 \times 18$	ب- $910 \times 9$	ج- $910 \times 4.5$	د- $910 \times 2.25$
--------------------	-------------------	---------------------	----------------------

3- اذا كان الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها ( 10 ميكروكولوم ) بين نقطتين في مجال كهربائي يساوي ( 0.01 جول ) فإن فرق

الجهد بين النقطتين (بالفولت) يساوي :

أ- 310	ب- 3-10	ج- 210	د- 2-10
--------	---------	--------	---------

4- اذا كانت النقطتان في البند السابق واقعتين في مجال منتظم شدته ( 10 نيوتن / كولوم ) فإن البعد بين النقطتين يساوي :

أ- 1 م	ب- 1 سم	ج- 0.1 م	د- 0.1 سم
--------	---------	----------	-----------

### سطح تساوي الجهد

عندما تكون النقاط جميعها تبعد مسافة (ف) عن الشحنة تكون متساوية الجهد. إن المحل الهندسي لهذه النقاط وهو سطح كرة نصف قطرها (ف) ومركزها مركز الشحنة النقطية، يسمى سطح تساوي الجهد. أن سطح أي موصل، هو سطح تساوي جهد. وتتميز سطوح تساوي الجهد بما يأتي:

1 - سطوح تساوي الجهد لا تتقاطع؛ إذ لو تقاطع سطحان من سطوح تساوي الجهد، لكن لنقاط التقاطع جهدان في آن معاً، وهذا غير معقول.

3- سطوح تساوي الجهد متعامدة مع خطوط المجال الكهربائي.



## الموسعة الكهربائية

كمية الشحنة اللازمة لرفع جهد الكرة بمقدار 1 فولت لأن وحدة هي كولوم / فولت

إنَّ ما عمله علماء الفيزياء بعد ذلك هو أنَّهم عرفوا النسبة على أنها سعة الموصل الكروي من الشحنات السكونية ( الساكنة )

إذن

سعة أي موصل كروي من الكهرباء الساكنة =  $\frac{\text{شحنته المستقرة عليه}}{\text{الجهد الناشئ عن الشحنة}}$   
وبالرموز الرياضية  $\text{س} = \frac{V}{Q}$  كولوم / فولت ( تعريف سعة الموصل الكروي المشحون )

أي أن

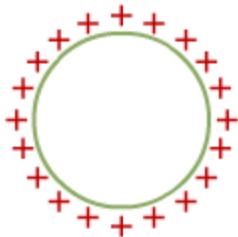
$\text{س} = \frac{Q}{9 \times 10^9}$  كولوم / فولت ( بالتعويض المناسب )

مثال : موصل كروي نصف قطره 1.5 م ، تم شحنه بشحنة + 15 ميكروكولوم . احسب سعته .

الحل :

( قانون حساب سعة الموصل الكروي )

$$\text{س} = \frac{Q}{9 \times 10^9}$$



$$V = 1.5 \text{ كولوم} \\ Q = 2 \text{ فولت}$$

( وضع القيم )

$$= \frac{1.5}{9 \times 10^9}$$

$$= 1.67 \times 10^{-10} \text{ فاراد}$$

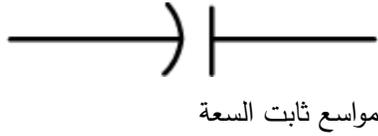


## توصيل المواسعات

رمز المواسع الكهربائي في الدارة الكهربائية :

نستعمل رموز معينة لتدل على مواسع في دارته الكهربائية . الأشكال التالية تبين الرموز المستخدمة لتمثيل المواسعات.

شكل . 2 .



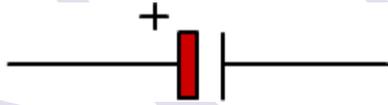
مواسع ثابت السعة

شكل . 1 .



مواسع ثابت السعة

شكل . 4 .



مواسع ذو قطبية ( ذو قطبين موجب وسالب ) .

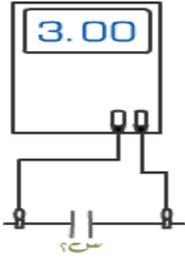
شكل . 3 .



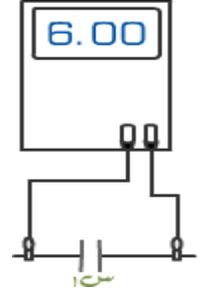
مواسع متغير السعة

مع ملاحظة أنه باستثناء المواسع القطبي ( راجع شكل . 2 . ) ، فإننا لا نميز بين طرفي المواسع عند وضعه في مخطط دارته ، أي لا فرق بين الطرفين عملياً .

ماذا لو حاولنا توصيل مواسعين أو أكثر معاً في دارة كهربائية ؟



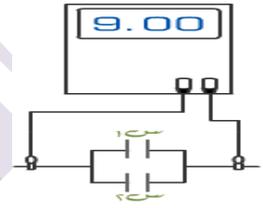
نفرض أنه لدينا مواسعان سعة الأول س  $1 = 6$  ميكروفاراد وسعة الثاني س  $2 = 3$  ميكروفاراد . بدءاً من الآن سنستخدم الرمز ( س ) للدلالة على مواسع وللدلالة على مقدار سعته .



قياس سعة المواسع (س 1)

قياس سعة المواسع (س 2)

نفرض توفر جهاز فحص لقياس قيم المواسعات ، نصل طرفي المواسع الأول بطرفي آلة الفحص فتعطينا قراءة 6 ميكروفاراد وتعطينا قراءة 3 ميكروفاراد عند توصيلها مع الثاني .



الآن ماذا ستكون قراءة آلة الفحص لو وصلنا المواسعين معاً كما في الشكل مع الجهاز ؟ سنجد أن قراءة آلة الفحص هي 9 ميكروفاراد .

نحن هنا أمام أمرين : الأول هو أن آلة الفحص أنبأتنا أن المواسعين عملاً مواسع واحد . دليل ذلك أن آلة الفحص لم تعط إشارة ( E ) وهو رمز تظهره آلة الفحص إذا استعملناها لقياس كميات كهربائية أخرى غير سعة المواسعات ( كأن نقيس بها تياراً كهربائياً بالطبع ذلك قد يتلف الجهاز )

الأمر الثاني أن المواسع الجديد سعته = 9 ميكروفاراد . وهذا الرقم ( 9 ) هو ناتج جمع السعتين معاً :

$$9 \text{ ميكروفاراد} = 6 \text{ ميكروفاراد} + 3 \text{ ميكروفاراد} .$$

هل يمكننا تعميم نتيجة ماتقدم على أي مواسعين اثنين ؟

الجواب : نعم . لو أعدنا القياسات على أي مواسعين موصلين كما سبق لوجدنا أن الاثنتين يعملان عمل مواسع واحد جديد سعته تساوي

ناتج جمع المواسعتين الاثنتين .



### توصيل المواسعات:

التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي

1. التوصيل على التوالي:

خصائصها:

- لا يوجد تفرع في الاسلاك.

- مقدار الشحنة متساوي في جميع نقاط التوصيل . ( ش ك = 1 ش = 2 ش = 3 ش )

- جهد البطارية يتوزع على كل مواسع بنسبة عكسية مع مقداره.

$$ج = ج 1 + ج 2 + ج 3 ( 1 )$$

4. تستخدم للحصول على مواسعة مكافئة ذات قيمة اصغر من اقل مواسعة موجودة.

2. لتوصيل على التوازي.

خصائصها:

1. توصل بحيث يوجد تفرع في الاسلاك.

2. تتوزع الشحنة الخارجة من البطارية على المواسعات بشكل طردي مع قيمة مواسعة كل مواسع . ( شك = 1 ش + 2 ش + 3 ش )

3. يتساوى فرق الجهد بين طرفي كل مواسع مع فرق جهد البطارية (مصدر الجهد) . ( ج = 1 ج = 2 ج = 3 ج )

4. تستخدم للحصول على مواسعة مكافئة ذات قيمة اكبر من أكبر مواسع موجود في الدارة.

حالة خاصة:

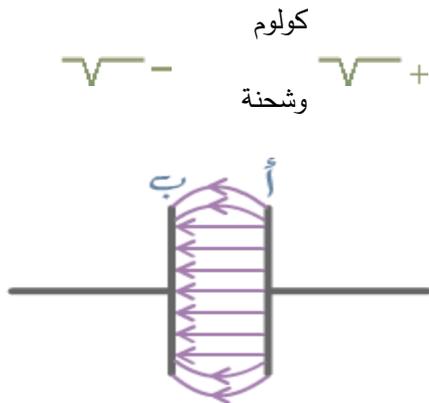
إذا وصلت مجموعة من المواسعات المتساوية المقدار على التوازي تكون

المواسعة المكافئة ( المواسعة المكافئة = عدد المواسعات \* مواسعة احدى المواسعات )



وجه المقارنة	طريقة التوصيل على التوالي	طريقة التوصيل على التوازي
الشكل		
استنتاج علاقة حساب السعة الكلية لعدة مكثفات	<p>التيار والشحنة ثابتين على جانبي كل المكثفات  <math>\therefore</math> ش بية = ش<sub>1</sub> = ش<sub>2</sub> = ش<sub>3</sub>          فرق الجهد متغير من مكثف لآخر .  <math>\therefore</math> الجهد الكلية = ش<sub>1</sub> + ش<sub>2</sub> + ش<sub>3</sub> ..... (1)          ولكن <math>\frac{E}{C} = \frac{E_1}{C_1} + \frac{E_2}{C_2} + \frac{E_3}{C_3}</math> عوض في (1) عن الجهد (ج)  <math>\therefore \frac{E}{C} = \frac{E}{C_1} + \frac{E}{C_2} + \frac{E}{C_3}</math>          بإخراج الشحنة عامل مشترك ثم قسمة الطرفين على ش  <math>\frac{1}{C} = \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)</math>  <math>\therefore \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}</math></p>	<p>فرق الجهد ثابت على جانبي كل المكثفات  <math>\therefore</math> الجهد الكلية = ش<sub>1</sub> = ش<sub>2</sub> = ش<sub>3</sub>          التيار والشحنة متغيران من مكثف لآخر  <math>\therefore</math> ش<sub>ب</sub> = ش<sub>1</sub> + ش<sub>2</sub> + ش<sub>3</sub> ..... (1)          ولكن ش = سع × ج نعوض في (1) عن (ش)          سع × ج = سع<sub>1</sub> × ج + سع<sub>2</sub> × ج + سع<sub>3</sub> × ج          بإخراج الجهد عامل مشترك ثم قسمة الطرفين على ج  <math>\therefore</math> سع = سع<sub>1</sub> + سع<sub>2</sub> + سع<sub>3</sub></p>

ماذا يحدث عند تساوي جهد المصدر وجهد المواسع ؟

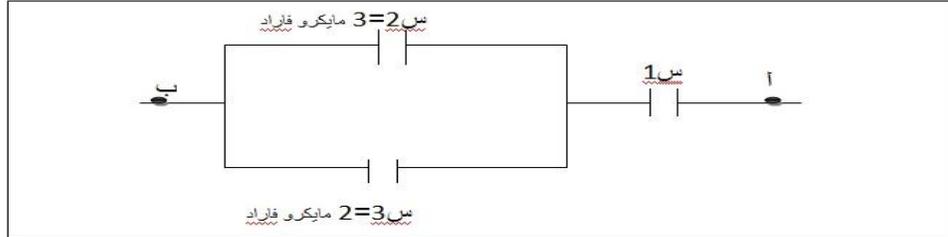


عندها تتوقف عملية شحن المواسع وتستقر على الصفيحة ( أ ) شحنة

كولوم على الصفيحة ( ب ) . ينشأ بين الصفيحتين مجالاً كهروستاتيكياً منتظماً ونستثني أطراف الصفيحتين حيث تكون خطوط المجال منحنية فلا يكون عند هذه الأطراف مجالاً منتظماً .



سؤال: في الشكل إذا علمت ان ج أ ب = 50 فولت ، وشحنة المواسع س = 2 = 90 مايكروكولوم . اوجد:



1- مقدار المواسعة س:

Handwritten solution for Question 1:

$$C_1 = 3 \mu F$$

$$C_2 = 2 \mu F$$

$$C_3 = 2 \mu F$$

$$C_{12} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3 \times 2}{3 + 2} = \frac{6}{5} \mu F$$

$$C_{total} = C_{12} + C_3 = \frac{6}{5} + 2 = \frac{6}{5} + \frac{10}{5} = \frac{16}{5} \mu F$$

2- الطاقة الكهربائية المخزونة في المواسع س؟

Handwritten solution for Question 2:

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

$$= \frac{1}{2} \times \frac{16}{5} \times 10^{-6} \times 50^2$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{16}{5} \times 10^{-6} \times 2500$$

$$= \frac{1}{2} \times 16 \times 10^{-6} \times 500$$

$$= 8 \times 10^{-4} \text{ جول}$$



## • التيار الكهربائي

التيار الكهربائي هو ظاهرة سريان شحنات عبر مادة موصلة.

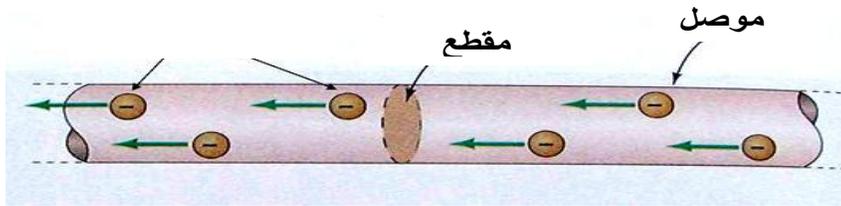
في حالة الموصل الفلزي، التيار الكهربائي هو حركة إلكترونات حرّة باتجاه واحد.

في حالة المحاليل، التيار الكهربائي هو نتيجة حركة الأيونات الموجبة إلى الإلكترود السالبة و/ أو الأيونات السالبة إلى الإلكترود الموجبة.

في التيار الإلكتروني يكون اتجاه حركة الإلكترونات من القطب السالب للبطارية نحو الموجب عبر الدارة الخارجية ومن الموجب للسالب داخل البطارية.

في التيار الاصطلاحي يكون اتجاه حركة الإلكترونات من القطب الموجب للبطارية نحو السالب عبر الدارة الخارجية ومن السالب للموجب داخل البطارية.

شدة التيار هي كمية الشحنة الكهربائية التي تمرّ عبر مقطع المادة الموصلة خلال وحدة زمن واحدة



يعبر عنه رياضياً بالمعادلة الآتية

$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$  حيث  $I$  : التيار الكهربائي ويقاس بوحدة كولوم / ث وتعرف هذه الوحدة باسم أمبير

$\Delta Q$  : كمية الشحنة الكهربائية التي تعبر مقطع الموصل وتقاس بوحدة كولوم

$\Delta t$  : الفترة الزمنية المستغرقة لعبور الشحنات مقطع الموصل وتقاس بوحدة الثانية

ويعرّف التيار الكهربائي اللحظي ، بأنه المشتقة الأولى للشحنة بالنسبة للزمن ؛

وفي هذه الحالة إذا كان معدل انسياب الشحنات الكهربائية متغيراً بالنسبة للزمن ، فإن التيار الكهربائي يتغير أيضاً بالنسبة للزمن .

$I = \frac{dQ}{dt}$



إن عملية قسمة الشحنة على الزمن هي أساس تعريف التيار الكهربائي في الفيزياء . نعني بهذا أنه يمكننا أن نعمّ ملية القسمة السابقة

لتعريف التيار الكهربائي . أي أنّ :

التيار الكهربائي (ت) = الشحنة(ش)/الزمن(ز)

ش : الشحنة المارة في مقطع السلك وتُقاس بوحدة كولوم .

ز : زمن مرور الشحنة في المقطع ويقاس بوحدة ثانية .

ت : شدة ( مقدار ) التيار وتُقاس بوحدة " أمبير " .

أي أن التيار الكهربائي هو معدل مرور الشحنة الكهربائية في مقطع السلك خلال وحدة الزمن .

كيف يمكننا التعبير عن التيار الكهربائي في موصل بدلالة سرعة الشحنات المتحركة فيه ؟

لبيان ذلك تصور موصلاً فلزياً منتظماً المقطع ، مساحة مقطعه ( أ ) ، وعدد الشحنات الكهربائية الحرة في وحدة الحجم منه يساوي ( ن ) . إنّ حجم

جزء من الموصل طوله ( ل ) يساوي ( أ × ل ) ، وعدد الشحنات الكهربائية الحرة في هذا الحجم يساوي ( ن × أ × ل ) .

إذاً ، مقدار الشحنة الموجودة في هذا الحجم يساوي :

$\Delta ش = عدد الشحنات \times مقدار شحنة كل منها$

(  $ش = ن \times أ \times ل$  ) حيث  $ش$  : مقدار الشحنة الحرة .

وإذا كانت سرعة هذه الشحنات عبر الموصل تساوي ( ع ) ، وقطعت مسافة ( ل ) في فترة زمنية (  $\Delta ز$  ) ، فإن :

$\Delta ل = ع \Delta ز$

$\Delta ش = ن \times أ \times ع \times \Delta ز$

وبما أن :  $ت = \Delta ش$  ،

$\Delta ز$

فإن :  $ت = ن أ ع ش$

س11 : ما المقصود بالسرعة الانسيابية ؟

إن السرعة ( ع ) هي متوسط سرعة الشحنات حرة الحركة ، ويطلق عليها السرعة الانسيابية .



س12 : ماالعوامل التي يعتمد عليها التيار الكهربائي المار في موصل فلزي منتظم المقطع ؟

1- عدد الشحنات الكهربائية الحرة في وحدة الحجم ( ن )

2- مساحة مقطع الموصل ( أ )

3- السرعة الانسيابية ( ع )

4- مقدار الشحنة الحرة ( ش )

س13 : علل :

1. قيمة السرعة الانسيابية ( ع ) تكون صغيرة ولا تتعدى أجزاء المليمتر في الثانية

بسبب كبير مقدار ( ن ) في المواد الموصلة

2. نظراً للحركة العشوائية للإلكترونات الحرة ، لا ينشأ تيار كهربائي في الموصل في هذه الحالة

لأن الشحنة الكلية التي تعبر المقطع في فترة زمنية تساوي صفراً

3. لا تتحرك الإلكترونات في خطوط مستقيمة عبر الموصل ، بل تتحرك حركة متعرجة

نتيجة للتصادمات المتتالية بذرات الموصل، فإن الإلكترونات تتحرك ببطء باتجاه معاكس للمجال وبسرعات مختلفة

4. عند وصل طرفي موصل بمصدر يعطي فرقاً في الجهد ، يمر تيار كهربائي في الموصل؛ بسبب في ارتفاع درجة حرارة الموصل

لأنه يتكون مجالاً كهربائياً في الموصل ، فتتحرك الإلكترونات باتجاه معاكس للمجال؛ مما يؤدي إلى تصادمها بذرات الموصل وتولد طاقة حرارية تعمل

على ارتفاع درجة حرارة الموصل

### المقاومة Resistance

المقاومة هي ممانعة المادة لمرور التيار الكهربائي خلالها (حركة سيل الإلكترونات فيها)

يعبر قانون أوم رياضياً بالمعادلة الآتية :

المقاومة الكهربائية = فرق الجهد / شدة التيار



بالرموز  $m = \text{ج/ت}$

حيث :

م : المقاومة الكهربائية ، يقاس بوحدة الأوم ( $\Omega$ )

ج : فرق الجهد بين طرفي الموصل ، يقاس بوحدة فولت

ت : شدة التيار المار في الموصل ، يقاس بوحدة الأمبير

تقاس المقاومة بوحدة الأوم ( $\Omega$ ) = فولت / أمبير

الأوم : مقاومة موصل ، فرق الجهد بين طرفيه فولتا واحدا وشدة التيار المار خلاله أمبيراً واحدا .

يمكن حساب المقاومة الأومية لجسم منتظم بمعرفة مقاييسه (طول ، عرض ، ارتفاع) ومقاومته النوعية .  $\rho$  تعتمد المقاومة النوعية  $\rho$  على نوع المادة (نحاس ، حديد ، تنجستن ، فضة ...إلخ).



وفي حالة مرور التيار (طولياً) في موصل طوله  $l$  ومساحة مقطعه  $A$  تنطبق المعادلة:

وإذا كان مقطع الموصل دائرياً فيمكن حسابه من القطر  $d$  طبقاً للمعادلة:

$$m = \rho \cdot l / A$$

$\rho$ :مقاومية المادة

تختلف المقاومة النوعية بنوع المادة ، وهي تعتمد عادة على درجة الحرارة ، ووجود شوائب في المادة.



\*الاداة المستخدمة لقياس المقاومة ترموسات.

العوامل المؤثرة في مقاومة أي موصل.:

1- نوع المادة المصنوع منها الموصل

2- طول الموصل

3- مساحة مقطع الموصل

4- درجة حرارة الموصل

سؤال: ما اثر درجة الحرارة لموصل ومساحة مقطعة العرضي على كل من:

علاقة بعض الكميات الفيزيائية مع المقاومة و الموصلية و المقاومة :

المقاومية و الموصلية خصيصة تميز المواد عن بعضها البعض و تكون ثابتة للمادة الواحدة عند درجة حرارة معينة ( تعتمد على نوع المادة فقط ).

العوامل	المقاومة ( $\rho$ )	الموصلية ( $\sigma$ )
زيادة درجة الحرارة	تزداد	تقل
زيادة طول الموصل	لا تتأثر	لا تتأثر
زيادة مساحة مقطع الموصل	لا تتأثر	تقل

المقاومة الثابتة في جميع الحالات تسمى مقاومة أومية، أما غير الثابتة فتسمى مقاومة لا أومية.

تقسم الموصلات من حيث قانون أوم الى :

موصلات لا أومية ( لا خطية ) :

الموصلات التي لا ينطبق عليها قانون أوم بحيث يتغير التيار المار فيها على نحو غير خطي مع فرق الجهد بين طرفيها . من الامثلة عليها (المحاث الكهرلية ، اشباه الموصلات ) .



موصلات أومية ( خطية ) :

الموصلات التي ينطبق عليها قانون أوم بحيث يتغير فيها التيار على نحو ثابت مع فرق الجهد الكهربائي بين طرفيها و تكون العلاقة بين الجهد و التيار علاقة خطية . من الامثلة عليها ( الفلزات ) .





الطاقة الكهربائية والحرارية (المخزنة في المقاومات)

الطاقة الكهربائية = القدرة  $\times$  الزمن

القدرة = ج ت (باصات جت)

= ج 2/م (جاجتين على منسف)

= م ت 2 (معسل تفاحتين)

سلك من النحاس طوله 100م، ومساحة مقطعه 1مم<sup>2</sup>. وُصل طرفاه بفرق جهد 8 فولت. احسب

أ- مقاومة السلك، علماً بأن مقاومة النحاس تساوي  $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{م}$ ؛

ب- التيار الكهربائي المار فيه.

أ - بالتعويض في المعادلة :  $\frac{P}{I} = R$  ، نجد أن :

$$\frac{100 \times 10^{-10} \times 1,6}{10} = R$$

$$R = 1,6 \Omega$$

ب - بالتعويض في قانون أوم :  $\frac{U}{R} = I$  ، نجد أن :

$$I = \frac{8}{1,6} = 5 \text{ أمبير}$$



سؤال: موصل فلزي طوله 1م، ومساحة مقطعه 1 ملم<sup>2</sup>، وعدد الإلكترونات الحرة لكل وحدة حجوم

$4 \times 10^{29}$  الكترون/م<sup>3</sup>، مر فيه تيار مقداره 2 أمبير، عندما كان فرق الجهد بين طرفيه 50 فولت. احسب:

1- مقاومة الموصل

2- موصلية الموصل

3- السرعة الانسيابية

4- عدد الالكترونات التي تعبر موصل خلال دقيقة.

1

$$R = \frac{\rho L}{A}$$
$$\rho = \frac{R A}{L} = \frac{50 \times 10^{-6}}{1} = 50 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$$

2

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{50 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^7 \text{ S/m}$$

3

$$v_d = \frac{I}{n e A} = \frac{2}{4 \times 10^{29} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^{-6}} = 3.125 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

4

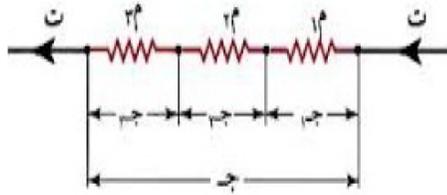
$$N = I t = 2 \times 60 = 120 \text{ C}$$
$$N_e = \frac{N}{e} = \frac{120}{1.6 \times 10^{-19}} = 7.5 \times 10^{20}$$



## توصيل المقاومات

في كثير من الأحيان يتطلب توصيل عدة مقاومات في الدائرة الكهربائية ويكون توصيلها بطرق ثلاث إما على التوالي أو على التوازي أو مختلط توازي وتوالي..

أولاً : التوصيل على التوالي



خصائصها :

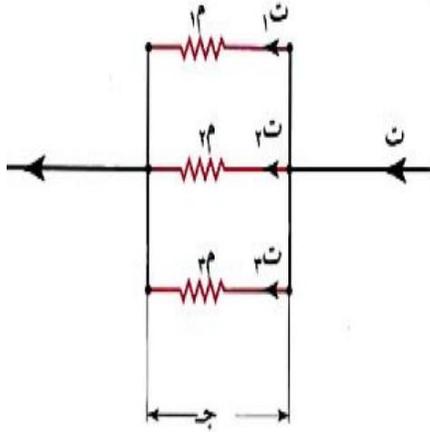
- 1- يمر بها نفس التيار ، أي أن  $I_1 = I_2 = I_3 = I$  .
- 2- يتوزع الجهد الكهربائي على المقاومات بنسبة طردية ، بحيث أن :  
$$V = V_1 + V_2 + V_3$$
$$I \times R = I \times R_1 + I \times R_2 + I \times R_3$$
- 3- المقاومة المكافئة  $R = R_1 + R_2 + R_3$  ، ( أثبت ذلك )  
تكون المقاومة المكافئة أكبر من أكبر مقاومة في المجموعة .

الخلاصة : في التوصيل على التوالي :

- التيار المار في جميع المقاومات هو نفسه
  - يتوزع فرق الجهد الكلي على المقاومات
  - المقاومة الكلية هي مجموع المقاومات ( تكبير المقاومة الكلية )
  - تتوزع القدرة على جميع المقاومات .
- يعاب على توصيل التوالي أنه عندما تتعطل مقاومة فإن الدائرة بأكملها تتعطل .



ثانياً : التوصيل على التوازي



خصائصها :

١- يتوزع التيار الكلي في المقاومات بنسب عكسية ، بحيث أن :

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

٢- فرق الجهد بين طرفي جميع المقاومات متساوي ، أي أن :

$$V_1 = V_2 = V_3 = V$$

٣- المقاومة المكافئة =  $\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$  ، ( أثبت ذلك )

تكون قيمة المقاومة المكافئة أصغر من أصغر مقاومة في المجموعة .

الخلاصة : في التوصيل على التوازي:

- فرق في جميع المقاومات هو نفسه

- يتوزع التيار الكلي على المقاومات

- المقاومة الكلية هي أصغر من أصغر مقاومة ( تصغير المقاومة الكلية )

- تتوزع القدرة على جميع المقاومات.

- تستخدم في المنازل

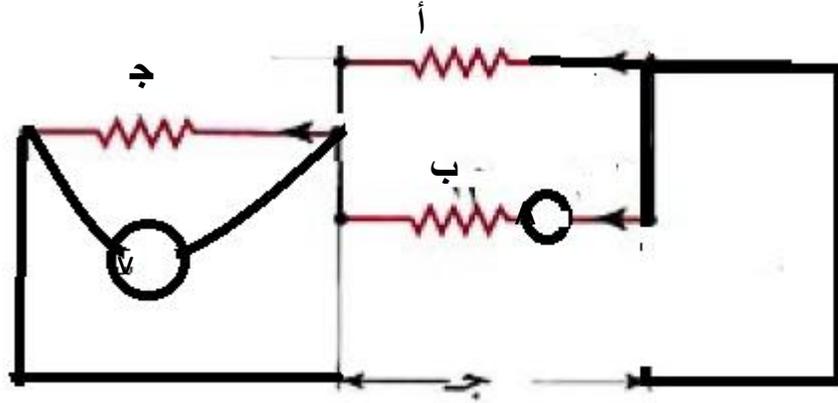
\*علل لحماية الاجهزة الكهربائية من فروق الضغط العالية يتم توصيل مقاومات على التوالي

لأن فرق الجهد بين طرفي الجهاز يتجزأ ويتوزع على المقاومات، حيث تحتمل كل مقاومة فرق الجهد بين طرفيها.

سؤال: إذا احترق المصباح أ ماذا يحدث لقراءة الاميتر والفولتميتر .

الأميتر سوف تقل بسبب زيادة م ك

الفولتميتر سوف تقل بسبب نقصان التيار



### القوة الدافعة الكهربائية

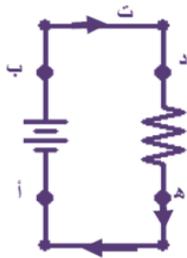
#### القوة الدافعة الكهربائية :

"هي الشغل الذي تبذله البطارية في نقل وحدة الشحنات الكهربائية الموجبة من القطب السالب الى القطب الموجب داخل المصدر "

تقوم البطارية ببذل شغل على الشحنات الكهربائية و نقلها من النقطة (أ) ذات منطقة الجهد المنخفض الى النقطة(ب) ذات منطقة الجهد المرتفع .

هذا الشغل يمد الشحنات بالطاقة اللازمة فتكمل مسارها من النقطة (د) الى النقطة (هـ) عبر المقاومة .

و باهمال مقاومة الاسلاك فان الطاقة التي تكسبها الشحنات من (أ ← ب) تستنفذ عبر المقاومة من (د ← هـ).



#### قانون القوة الدافعة الكهربائية :

$$\text{القوة الدافعة} = \frac{\text{ش}}{\Delta \text{ش}} = \frac{\text{كمية الشحنة المنقولة}}{\text{الشغل الذي يبذله المصدر}}$$

$$\text{وحدة قياس القوة الدافعة الكهربائية} = \frac{\text{ش}}{\Delta \text{ش}} = \frac{\text{جول}}{\text{كولوم}} = \text{فولت}$$

و من المعادلة السابقة :

$$\frac{\text{ش}}{\Delta \text{ش}} = \frac{\text{ش} \times \text{ت}}{\Delta \text{ش}} \quad (\text{بالقسمة على } \Delta \text{ش})$$

(القدرة الكهربائية المسحوبة من البطارية )

$$\text{القدرة الكهربائية} = \text{ت} \times \text{ش}$$

الواط=فولت . أمبير

تحولات الطاقة

- في البطارية (من كيميائية الى كهربائية)
- في الموصل (من كهربائية الى شكل من اشكال الطاقة الاخرى مثل(حرارية:المكواه،ضوئية:المصباح ، حركية :المروحة)

القدرة المستهلكة داخل البطارية=ت2 . م د

$$\text{ج م خ} = \text{ت} \times \text{م خ}$$



ج البطارية = ق د - ت . م د (هبوط في الجهد)

معادلة الدارة البسيطة

الدارة الكهربائية البسيطة

هي الدارة التي تكون جميع عناصرها (المقاومات والبطاريات) موصولة على التوالي. كما في الشكل:

نلاحظ أن القوة الدافعة للبطارية تساوي مجموع الفرق في الجهد عبر المقاومة الخارجية (مقاومة الحمل)، والفرق في الجهد عبر المقاومة الداخلية؛ أي أن:

$$ق د = ت م خ + ت م د \dots\dots\dots$$

$$ق د = ت م خ + ت م د$$

$$\frac{ق د}{ت م خ + ت م د} = ت$$

$$ق د = ت (م خ + م د) \Leftrightarrow$$

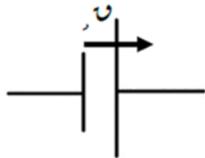
إذا كانت الدارة الكهربائية، تحتوي على عدد من البطاريات والمقاومات الخارجية الموصولة معا على التوالي، فإن المعادلة تصبح على النحو الآتي:

$$\frac{ق د}{\sum R} = ت$$

معادلة دارة كهربائية بسيطة تحتوي على عدة بطاريات و مقاومة تصبح :

$$ق د = \sum R (ت م خ + ت م د) \text{ (جمع جبري عادي)}$$

بالنسبة للقوة الدافعة (ق د) :

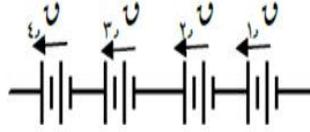


على الرغم من أن القوة الدافعة الكهربائية كمية غير متجه الا أنه اصطلح أن يكون لها اتجاه و هو اتجاه سهم من القطب السالب الى القطب الموجب .

لايجاد مجموع القوة الدافعة للبطاريات الموصولة على التوالي:



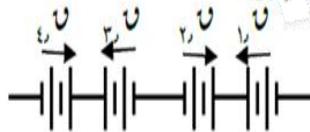
• لإيجاد  $\sum U$  للبطاريات الموصولة على التوالي :



١- إذا كانت البطاريات موصولة بالاتجاه نفسه فان

$\sum U = U_1 + U_2 + \dots$  واتجاه التيار باتجاه أي منها .

٢- إذا كانت البطاريات موصولة باتجاهات مختلفة فنجمع الموصولة في نفس الاتجاه فيكون :



$\sum U = U_{\text{اليسار}} - U_{\text{اليمين}}$  واتجاه التيار مع مجموع الاكبر .

سؤال:

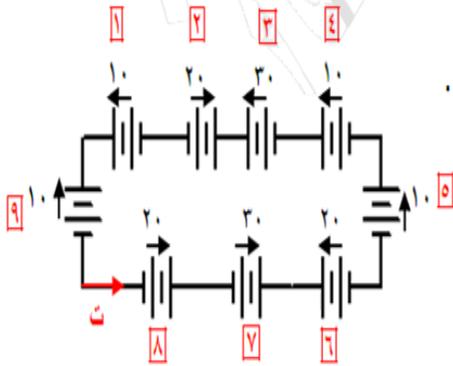
جد مقدار القوة الدافعة الكهربائية واتجاه التيار في الدارة المبينة بالرسم المجاور :

• نلاحظ أن (٨٤٧٥٤٤٣٤١) بنفس الاتجاه

$\sum U = 10 + 30 + 10 + 10 + 30 + 10 = 110$  فولت .

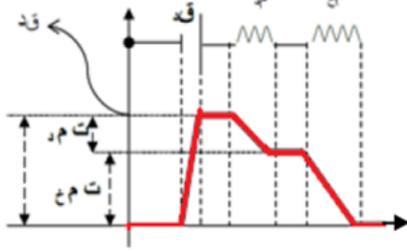
• نلاحظ أن (٩٤٦٤٢) بنفس الاتجاه و معاكس للمجموعة الاولى

$\sum U = 10 + 20 + 20 = 50$  فولت .



$\sum U = 50 - 110 = -60$  فولت .

واتجاه التيار باتجاه القوة الدافعة الاكبر كما هو موضح في الدارة .

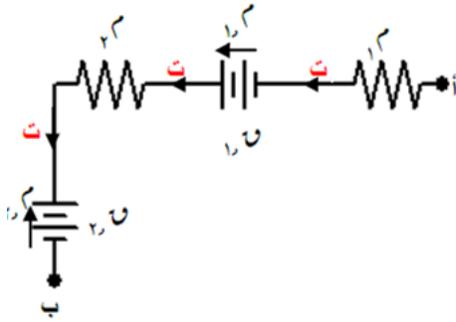


يمكننا تمثيل التغيرات في الجهد عن طريق الرسم البياني المجاور حيث أن الشحنات الكهربائية يرتفع جهدها عند دخولها البطارية بمقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (أو مجموعة البطاريات) و عند تدفقها عبر البطارية ينخفض الجهد بمقدار  $(ت م د)$  و عند تدفق التيار عبر المقاومة (المقاومات) الخارجية يهبط بمقدار  $(ت م ح)$ .

$$U_r = ت م د + ت م ح$$
$$ت م د = ت م ح + ت م د$$

( وهذه العلاقة تمثل القدرة التي تنتجها البطارية ، وحسب قانون حفظ الطاقة سوف تتوزع القدرة على المقاومات الداخلية و الخارجية ).

إذا طلب حساب فرق الجهد بين نقطتين في دائرة كهربائية (ج ب) .



• إذا تحركنا من أ ← ب نبدأ كما يلي و نأخذ كل فروق الجهد حتى نصل الى (ب):

$$ج ب = ت م د - ت م ح + (ر_1 + ر_2 + ر_3 + ر_4) ت$$

• إذا تحركنا من ب ← أ نبدأ كما يلي و نأخذ كل فروق الجهد حتى نصل الى (أ):

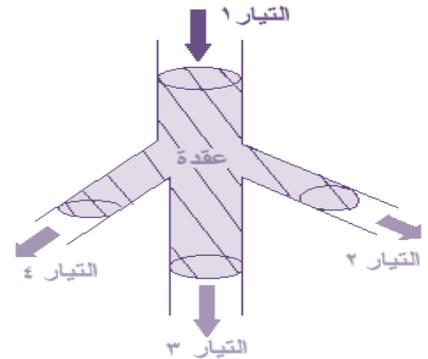
$$ج ب = ت م ح - ت م د + (ر_1 + ر_2 + ر_3 + ر_4) ت$$

- إذا كان ت ( مع المسار) يكون سالب اما إذا كان ( عكس المسار ) يكون موجب .
- إذا كان  $U_r$  ( مع المسار) يكون موجب اما إذا كان ( عكس المسار ) يكون سالب .

### قانون كيرشوف للتيار

مجموع التيارات القادمة إلى نقطة معينة (عقدة) يساوي مجموع التيارات الخارجة من نفس العقدة.

لفهم ذلك انظر إلى هذا الشكل





لاحظ هنا أن التيار 1 هو الوحيد المتجه إلى العقدة بينما هنالك ثلاثة تيارات (تيار 2 ، تيار 3 ، و تيار 4) تغادر نفس العقدة. أي أنه عندما يدخل التيار 1 إلى العقدة فإنه لا يوجد له طريق آخر سوى التوزع والمغادرة عن طريق الفتحات الثلاث الأخرى.

لو ترجمنا هذا إلى معادلة لكتبناها كما يلي

$$\text{التيار } 1 = \text{التيار } 2 + \text{التيار } 3 + \text{التيار } 4$$

أو

$$\text{التيار } 1 - \text{التيار } 2 - \text{التيار } 3 - \text{التيار } 4 = 0$$

لاحظ هنا أننا اعتبرنا التيار الداخل إلى العقدة موجب والتيار المغادر للعقدة سالب

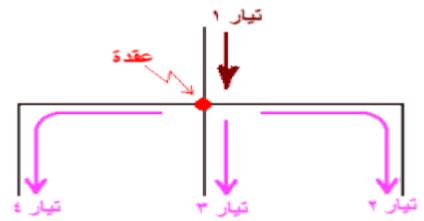
لاحظ هنا أن التيار 1 هو الوحيد المتجه إلى العقدة بينما هنالك ثلاثة تيارات (تيار 2 ، تيار 3 ، و تيار 4) تغادر نفس العقدة. أي أنه عندما يدخل التيار 1 إلى العقدة فإنه لا يوجد له طريق آخر سوى التوزع والمغادرة عن طريق الفتحات الثلاث الأخرى.

لو ترجمنا هذا إلى معادلة لكتبناها كما يلي

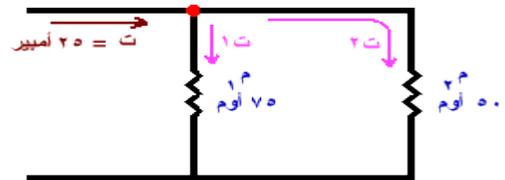
$$\text{التيار } 1 = \text{التيار } 2 + \text{التيار } 3 + \text{التيار } 4$$

$$\text{أو } \text{التيار } 1 - \text{التيار } 2 - \text{التيار } 3 - \text{التيار } 4 = 0$$

لاحظ هنا أننا اعتبرنا التيار الداخل إلى العقدة موجب والتيار المغادر للعقدة سالب



مثال:



في هذه الدائرة : المقاومة م1 = 75 أوم، المقاومة م2 = 50 أوم، التيار ت = 25 أمبير



ماهو التيار في المقاومة م1 والمقاومة م2 ؟

الإجابة: عندما يصل التيار ت إلى العقدة فإنه يتوزع في طريقين. جزء منه يذهب إلى الفرع المحتوي على المقاومة 1 ولنطلق عليه الرمز 1 والجزء الآخر يذهب إلى الفرع المحتوي على المقاومة 2 ونسميه ت2.

الآن إذا طبقنا قانون خيرشوف للتيار أي مجموع التيارات القادمة إلى نقطة معينة (عقدة) يساوي مجموع التيارات الخارجة من نفس العقدة.

نجد أن : التيار ت = ت1 + ت2

من قانون أوم نعرف أن التيار = الجهد / المقاومة

إذاً: التيار ت = (الجهد/المقاومة1) + (الجهد/المقاومة2)

$$= 25 \text{ الجهد} / 75 + \text{الجهد} / 50$$

الجهد = 750 فولت

التيار ت1 = الجهد / المقاومة1 = 750 / 75 = 10 أمبير

التيار ت2 = الجهد / المقاومة2 = 750 / 50 = 15 أمبير

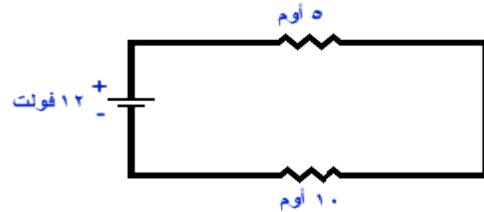
أن مجموع التيارين = 25 أمبير أي نفس قيمة التيار الداخل إلى العقدة.

### قانون كيرشوف للجهد

مجموع الجهد داخل أي طوق مغلق في الدائرة الكهربائية يساوي صفر

من هذا القانون يمكننا حساب قيمة التيار في الدائرة.

لو أخذنا هذه الدائرة البسيطة المكونة من بطارية ومقاومتين كما هو موضح بهذا الشكل وأردنا حساب التيار فيها



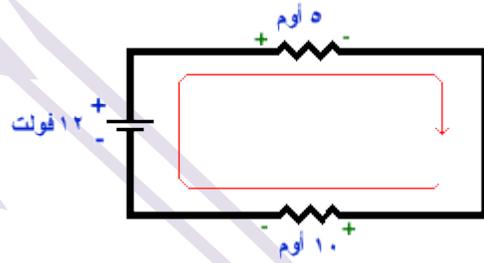
نقوم أولاً باختيار اتجاه التيار. لايهم أي اتجاه نختار حيث يمكننا اختيار الإتجاه في الطوق كما نريد. في هذه الحالة افترضنا عشوائياً أن التيار يسري في اتجاه عقارب الساعة .



كذلك نقوم باختبار الإشارات في المقاومات ولكن كيف ؟ دائماً افترض أن طرف المقاومة الذي يصل إليه التيار أولاً هو الموجب وطرف

المقاومة الآخر هو السالب. كما هو موضح هنا

و الآن إذا تحركنا في الطوق ابتداءً من البطارية نجد أن التيار يمر في البطارية باتجاه الطرف السالب كما هو موضح هنا



إذا افترض أن فرق الجهد في البطارية يكون سالباً

أي أن جهد البطارية ج = - 12 فولت

عندما يصل التيار إلى المقاومة الأولى (5 أوم) يدخل إليها من الطرف الموجب فيكون فرق الجهد فيها موجباً ويساوي:

$$ج1 = \text{التيار} * 5$$

يستمر التيار في السريان حتى يصل إلى المقاومة الثانية (10 أوم) ويدخل إليها من الطرف الموجب فيكون فرق الجهد فيها موجباً أيضاً

ويساوي:

$$ج2 = \text{التيار} * 10$$

الآن قانون كيرشوف للجهد يقول بأن مجموع الجهد داخل أي طوق مغلق في الدائرة الكهربائية يساوي صفر

دعنا نطبق ذلك:

$$-ج + ج1 + ج2 = \text{صفر}$$

أي أن

$$+ 12 - \text{التيار} * 5 + \text{التيار} * 10 = \text{صفر}$$

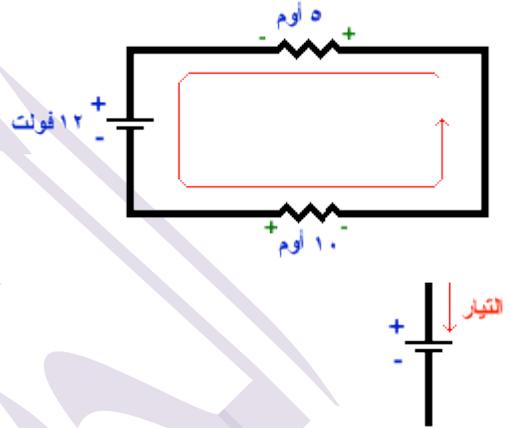
$$+ 12 - \text{التيار} * (5 + 10) = \text{صفر}$$



ف نجد أن

$$\text{التيار} = 15 / 12 = 0.8 \text{ أمبير}$$

ملاحظة: حصلنا هنا على قيمة موجبة للتيار و هذا يعني أننا افترضنا الاتجاه الصحيح لسريان التيار في اتجاه عقارب الساعة.



لو حدث أننا اخترنا الإتجاه المعاكس لحصلنا على قيمة سالبة للتيار. لنجرب ذلك بافتراض أن التيار يسري بعكس عقارب الساعة فماذا سيحدث؟

لو تحركنا في الطوق ابتداءً من البطارية نجد أن التيار يمر في البطارية باتجاه الطرف

إذا نفترض أن فرق الجهد في البطارية يكون موجباً

أي أن جهد البطارية ج = 12 فولت

كما ذكرنا سابقاً دائماً افترض أن طرف المقاومة الذي يصل إليه التيار أولاً هو الموجب وطرف المقاومة الآخر هو السالب. فماذا يحدث

عندما يصل التيار إلى المقاومة الأولى (5 أوم). يدخل إليها من الطرف الموجب فيكون فرق الجهد فيها موجباً ويساوي:

$$\text{ج1} = \text{التيار} * 5$$

يستمر التيار في السريان حتى يصل إلى المقاومة الثانية (10 أوم) ويدخل إليها من الطرف الموجب فيكون فرق الجهد فيها موجباً أيضاً

ويساوي:

$$\text{ج2} = \text{التيار} * 10$$



الآن لو طبقنا قانون كيرشوف للجهد

$$ج + 1ج + 2ج = \text{صفر}$$

أي أن

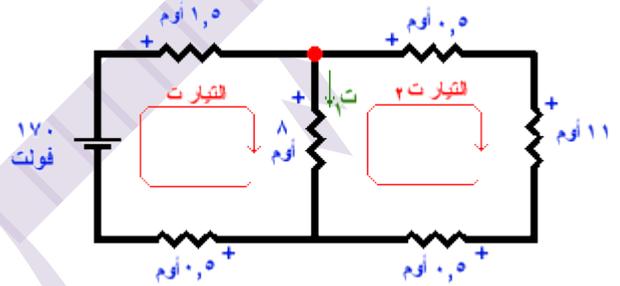
$$+ 12 \text{ التيار} * 5 + (\text{التيار} * 10) = \text{صفر}$$

$$+ 12 \text{ التيار} (10 + 5) = \text{صفر}$$

$$\text{فنجد أن التيار} = -15 / 12 = -0.8 \text{ أمبير}$$

حصلنا على نفس قيمة التيار ولكن بقيمة سالبة مما يعني أن افتراضنا بأن التيار يسري بعكس اتجاه عقارب الساعة لم يكن صحيحاً .

مثال: أوجد كل التيارات في هذه الدائرة



الإجابة:

أولاً لاحظ أن هذه الدائرة تحتوي على طوقين مغلقين. لنحدد اتجاه التيار في كل طوق ودعنا نختار الإتجاه ليكون في اتجاه عقارب

الساعة. ثم نتذكر أن جهة المقاومة التي يمر فيها التيار أولاً تكون موجبة.

كذلك لاحظ أن المقاومة 8 أوم يمر فيها تياران متعاكسان هما تيار الطوق الأيسر ت و تيار الطوق الأيمن ت2

فتكون محصلة التيار فيها هي:

$$1 = \text{تيار الطوق الأيسر ت} - \text{تيار الطوق الأيمن ت2}$$

أي أن



$$1 \text{ ت} = 2 \text{ ت} - \text{المعادلة رقم 1}$$

الآن طبق قانون كيرشوف على كل من الطوفن. سنحصل على هاتين المعادلتين:

الطرف الأيسر:

$$* (1.5 + 170 - \text{ت}) + 8 * (\text{ت} - 2 \text{ ت}) + (0.5 * \text{ت}) = \text{صفر}$$

لو بسطنا هذه المعادلة نجد أن:

$$10 = 170 - \text{ت} + 8 \text{ ت} - 2 \text{ ت} \text{ المعادلة رقم 2}$$

الطرف الأيمن:

$$* (8 - \text{ت} - 2 \text{ ت}) + (0.5 * 2 \text{ ت}) + (11 * 2 \text{ ت}) + (0.5 * 2 \text{ ت}) = \text{صفر}$$

بسطة هذه المعادلة لتحصل على

$$8 \text{ ت} = 20 \text{ ت}$$

أو

$$2 \text{ ت} = (8/20) \text{ ت} \text{ المعادلة رقم 3}$$

عوض هذه القيمة في المعادلة رقم 2

إذاً

$$10 = 170 - \text{ت} + 8 (8/20) \text{ ت}$$

$$\text{ت} = 25 \text{ أمبير}$$

عوض هذه القيمة في المعادلة رقم 3 لتحصل على:

$$2 \text{ ت} = (8/20) * 25 = 10 \text{ أمبير}$$

عوض هذه القيمة في المعادلة رقم 1 لتحصل على التيار ت1 المار في المقاومة 8 أوم

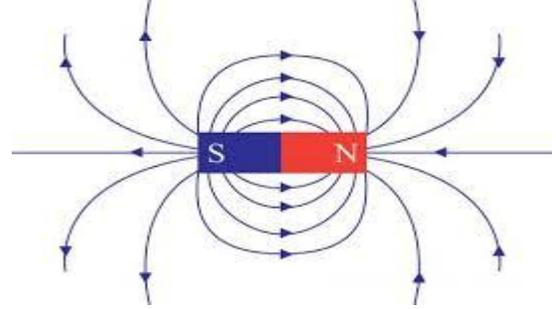
$$1 \text{ ت} = 2 \text{ ت} -$$

$$1 \text{ ت} = 10 - 25 = 15 \text{ أمبير}$$



## المجال المغناطيسي

المقصود بالمجال المغناطيسي هي المنطقة المحيطة بالمغناطيس وتظهر فيها آثار قوة مغناطيسية.



### خصائص المغناطيس

- 1- له قطبان شمالي وجنوبي عند تعليقه تعليقاً حراً فإنه يتجه شمالاً وجنوباً.
- 2- تتركز قوة الجذب المغناطيسي في قطبيه وتقل في المناطق الأخرى.
- 3- الأقطاب المختلفة في النوع تتجاذب والمتشابهة في النوع تتنافر.
- 4- إذا قُطع المغناطيس من أي منطقة فيه فإنه يتكون له قطبان ولا يمكن أن يكون له قطب منفرد عملياً.

من الامثلة على المغناط الكهربيانية:

- الغلفانوميتر
- الجرس الكهربائي
- سماعة الهاتف
- المحرك الكهربائي: (تحويل الطاقة الكهربيانية الى حركية)

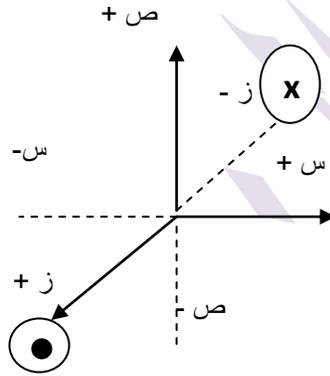
### خصائص خطوط المجال المغناطيسي

يمكن تخطيط المجال عملياً باستخدام برادة حديد. بحيث ترش فوق قطعة ورقية خفيفة موضوعة فوق مغناطيس أو أكثر حيث تترتب جزيئات برادة الحديد في خطوط مستقيمة وأخرى منحنية متكاثفة حول الأقطاب ومتباعدة بعيداً عنهما تسمي خطوط المجال أو القوى المغناطيسية.



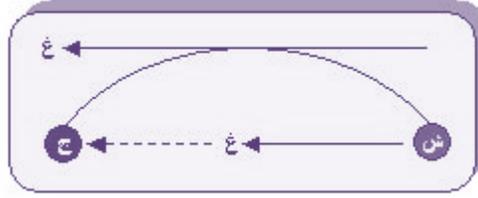
سؤال: ما المقصود بخط المجال المغناطيسي ؟

خط وهمي يمثل مسار حركة وحدة الأقطاب الشمالية الافتراضية حيث تبدو خارجة من القطب الشمالي وداخلة إلى القطب الجنوبي خارج المغناطيس وداخلة من الجنوبي الى الشمالي.



#### خصائص خطوط المجال المغناطيسي :

- 1- خطوط وهمية تبدو خارجة من القطب الشمالي وداخلة في القطب الجنوبي خارج المغناطيس ومن الجنوبي إلى الشمالي داخلة.
- 2- تتكاثف وتتزاحم خطوط المجال المغناطيسي عند الأقطاب وتقل في بقية المناطق وذلك لان القوة المغناطيسية تكون اكبر ما يمكن عندهما وتقل في بقية المناطق حيث تناسب (ق مغناطيسية) طردياً مع عدد خطوط المجال التي تقطع مساحة السطح عمودياً.
- 3- خطوط مغلقة (مقفلّة) وذلك لأنه لا يمكن أن يوجد قطب منفرد عملياً حيث يتواجد القطبان معاً وبالتالي فان خروج خط المجال المغناطيسي من القطب الشمالي سوف ينتهي داخلاً إلى القطب الجنوبي خارج المغناطيس وفي داخله من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي. على عكس المجال الكهربائي الذي يمكن أن توجد فيه الشحنة الكهربائية منفردة وبالتالي يكون خطأً مفتوحاً ينتهي نظرياً في المالانهاية.
- 4- تتقاطع، وذلك لأنها لو تقاطعت لأصبح للمجال المغناطيسي اكثر من اتجاه عند نقطة التقاطع وهذا معناه أن للمغناطيس اكثر من مجال عند النقطة الواحدة وهذا مرفوض عملياً لان المغناطيس له مجال واحد عند النقطة الواحدة
- 5- إذا كان خط المجال المغناطيسي منحنياً فان المماس عند نقطة فيه يمثل اتجاه المجال المغناطيسي وإذا كان مستقيماً فان اتجاهه يمثل اتجاه المجال مباشرة.



6- يتناسب عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تقطع السطح عمودياً عليه تناسباً طردياً مع المجال المغناطيسي.

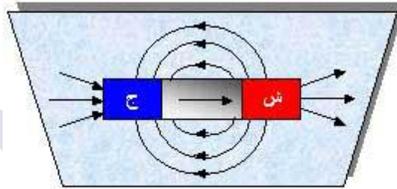
$$\Phi = B A \cos \theta$$

حيث:

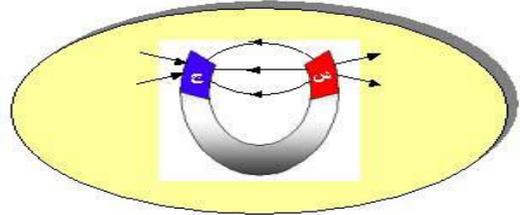
أ : مساحة السطح

جنا  $\theta$  : جتا الزاوية بين خط المجال المغناطيسي والعمود الخارج من السطح.

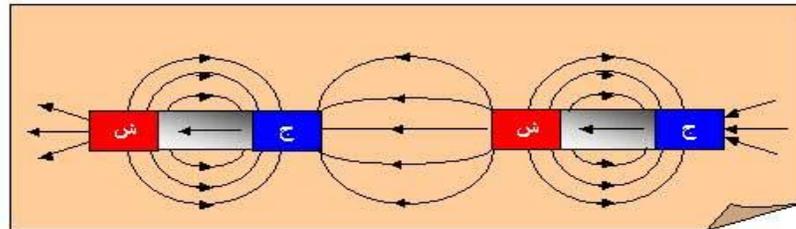
7- التدفق المغناطيسي خلال سطح مغلق = صفراً، وذلك لان عدد خطوط المجال المغناطيسي لمغناطيس موجود داخل السطح المغلق والتي تخترق السطح من الداخل إلى الخارج يساوي عددها الذي يخترق السطح نفسه من الخارج إلى الداخل.



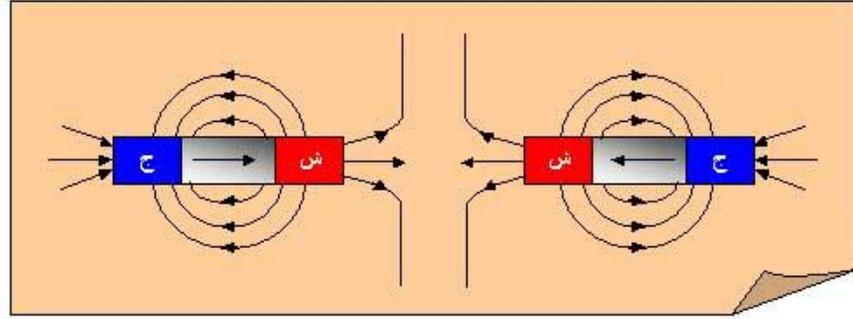
(( خطوط المجال المغناطيسي لمغناطيس مستقيم ))



خطوط المجال المغناطيسي لمغناطيس على شكل حذوة فرس



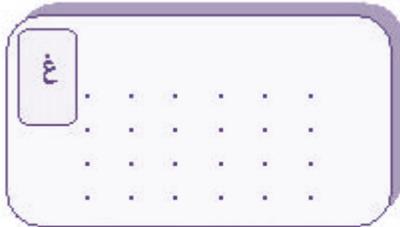
خطوط المجال المغناطيسي لمغناطيسين مستقيمين متقابلين قطبهما المختلفان متقابلان



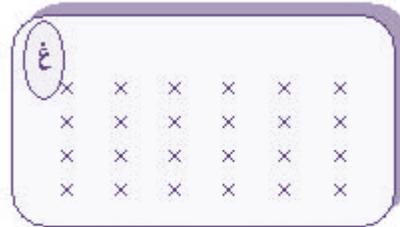
خطوط المجال المغناطيسي لمغناطيسين مستقيمين متقابلين قطباهما المتقابلان متقابلان

المجال المغناطيسي المنتظم خصائصه :

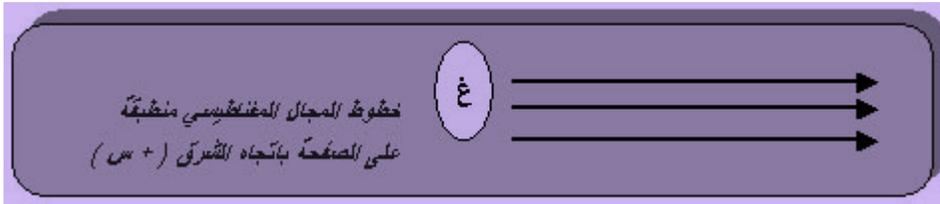
- 1- خطوط المجال المغناطيسي مستقيمة متوازية في نفس الاتجاه وعلى أبعاد متساوية.
- 2- يكون المجال المغناطيسي متساوياً في المقدار والاتجاه عند جميع النقاط الواقعة فيه.



خطوط المجال المغناطيسي عمودية على الصفحة خارجة قريباً من الناظر باتجاه (+z)



خطوط المجال المغناطيسي عمودية على الصفحة داخلها بعيداً عن الناظر باتجاه (-z)



خطوط المجال المغناطيسي منطبقة على الصفحة باتجاه الشرق (+s)

قام العالمان بيو- سافار بدراسة المجال المغناطيسي كميّاً والعوامل المؤثرة عليه حيث أخذوا مقطعاً طويلاً صغيراً ( عنصراً ) طوله  $(\Delta l)$  ويمر فيه تيار شدته ( ت ) وتم وضع الإبرة المغناطيسية على مسافات مختلفة من العنصر وفي مواضع مختلفة أي بزوايا



مختلفة بين محور العنصر والمسافة بينه وبين النقطة المراد حساب متجه المجال  $\Delta$  غ (عندها فوجدنا أنها تعتمد على مجموعة من العوامل.

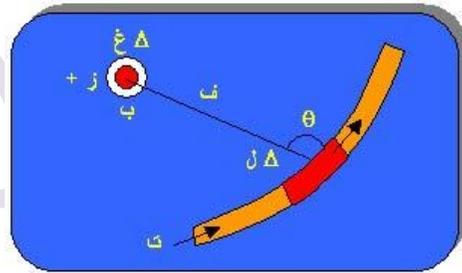
أ- يكون متجه المجال  $\Delta$  غ (عمودياً على  $\Delta$  ل) وعلى الخط الواصل بين العنصر والنقطة المراد حساب المجال عندها حيث يكون اتجاه  $\Delta$  ل) في نفس اتجاه التيار.

ب- يتناسب مقدار المجال المغناطيسي تناسباً عكسياً مع مربع المسافة بين العنصر والنقطة.

ج- يتناسب مقدار المجال تناسباً طردياً مع شدة التيار المار في الموصل وطول العنصر من الموصل، جيب الزاوية المحصورة بين اتجاه  $\Delta$  ل) والخط الواصل بين العنصر والنقطة، والنفاذية المغناطيسية.

$$\Delta \text{ غ} \propto \frac{I \Delta \sin \theta}{r^2}$$
$$\Delta \text{ غ} = \text{ثابت التناسب} \frac{I \Delta \sin \theta}{r^2}$$
$$= \frac{\mu}{4\pi \epsilon} \times \frac{I \Delta \sin \theta}{r^2}$$

$$\text{في الفراغ} \leftarrow \frac{\mu}{4\pi \epsilon} = 10^{-7} \text{ ويبر/ أمبير} \cdot \text{متر}$$



القوة المغناطيسية

إذا تحرك جسم مشحون بسرعة ثابتة تميل بزاوية مع خطوط مجال مغناطيسي منتظم فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية تسبب له انحرافاً عن مساره المستقيم حتى يأخذ مساراً منحنياً تسبب فيه القوة المغناطيسية المتعامدة على المستوى المكون من السرعة والمجال نشوء قوة جاذبة (مركزية).



يعطى مقدار القوة المغناطيسية في العلاقة التالية:

شارع عبدالله غوشة

$$F = qv \sin \theta$$

حيث  $v$  = شحنة الجسيم

$v$  - سرعة الجسيم

$B$  : المجال المغناطيسي

\* تسلا = نيوتن.ث/كولوم.م

$\theta$ : جيب الزاوية المحصورة بين اتجاهي  $v$  و  $B$

\* القوة المغناطيسية دائماً عمودية على اتجاه السرعة والمجال المغناطيسي

الحالات التي تنعدم فيها القوة المغناطيسية المؤثرة على جسم في مجال مغناطيس منتظم ؟

1- إذا كان الجسيم غير مشحون فإن  $v = 0$  = صفراً.

2- إذا كان الجسيم مشحوناً فإن  $(\theta = 0)$  ، في حالتها :

أ . يكون الجسيم ساكناً في المجال المغناطيسي ( $v = 0$ ).

ب. يتحرك الجسيم في نفس أو عكس اتجاه خطوط المجال المغناطيسي  $\theta = 0$  ، صفراً ،  $\theta = 180^\circ$  .

ما هو المقصود بوحدة تسلا ؟

هي مقدار شدة المجال المغناطيسي المؤثرة قدرها بقوة قدرها ( 1 نيوتن ) على شحنة مقدارها ( 1 كولوم ) تتحرك عمودياً على

المجال المغناطيسي وبسرعة ( 1م / ث).

قاعدة اليد اليمنى:

• لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية نستخدم قاعدة اليد اليمنى بحيث يشير الإبهام الى اتجاه السرعة أما الاصابع الى اتجاه المجال المغناطيسي فيكون اتجاه القوة كما يلي :

- خارجة من باطن اليد ( للشحنة الموجبة )
- خارجة من ظاهر اليد ( للشحنة السالبة ) ، أو تطبق قاعدة اليد اليسرى .





### قوة لورنتز:

قوة لورنتز هي القوة المؤثرة على شحنة كهربائية تتحرك في مجال كهربائي أو مجال مغناطيسي. وهي تسمى باسم العالم الهولندي هندريك لورنتز الذي اكتشفها. في المجال المغناطيسي تكون قوة لورنتز أكبر ما يمكن عندما تكون اتجاه حركة الشحنة عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي. وإذا تحركت الشحنة في اتجاه موازي لاتجاه خطوط المجال المغناطيسي فلا تنشأ قوة لورنتز. وتعمل قوة لورنتز دائماً عمودياً على اتجاه حركة الشحنة وعلى خطوط المجالات المغناطيسية.

لو تحركت شحنة موجبة (ش) بسرعة (ع) في مجال كهربائي (م) و آخر مغناطيسي (ع)، فان:

• اذا كان اتجاه القوة المغناطيسية (ع) مع اتجاه القوة الكهربائية (ع):

$$ع = ع + ع$$

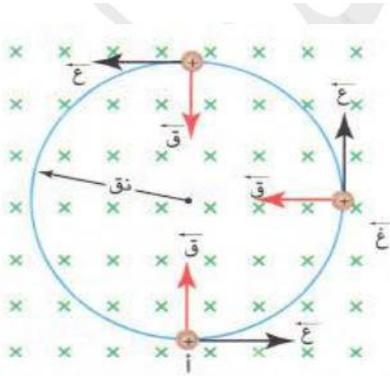
• اذا كان اتجاه القوة المغناطيسية (ع) عكس اتجاه القوة الكهربائية (ع):

$$ع = ع - ع \quad (\text{الاتجاه مع الاكبر})$$

• اذا كانت القوة المغناطيسية عمودية على القوة الكهربائية:

$$ع = \sqrt{ع^2 + ع^2} \quad , \quad \text{الاتجاه } \theta = \frac{ع}{ع}$$

### حركة الشحنة في مجال مغناطيسي منتظم



عند حركة شحنة كهربائية في مجال مغناطيسي فان القوة المغناطيسية دوماً تؤثر على الشحنة بحيث يكون اتجاه القوة عمودياً على اتجاه السرعة مما يؤدي الى تغير في اتجاه حركة الشحنة فقط، دون أن تغير مقدار السرعة، لذا تبقى الشحنة تتحرك بسرعة ثابتة و يكون مسار الشحنة دائري فقط بحيث تؤثر في الشحنة قوة تتجه نحو المركز " **القوة المغناطيسية** " و قوة ثانية تؤثر باتجاه مبتعد عن المركز " **القوة المركزية** "

و تكون:

$$ع \text{ مغناطيسية} = ع \text{ مركزية}$$

$$ش ع ع = ل ع \quad (\text{ حركة الشحنة عمودية على المجال } \theta = 90^\circ)$$

$$ل ع = \frac{ل ع}{ش ع} \leftarrow \text{ نصف قطر مسار شحنة تتحرك بمسار دائري عمودياً على المجال المغناطيسي.}$$

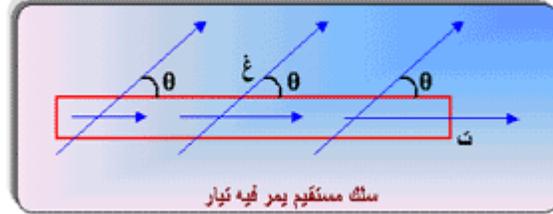
يعتمد نصف قطر مسار الشحنة:

- طردياً مع كل من كتلة الجسيم المشحون و سرعة الجسيم المشحون.
- عكسياً مع كل من مقدار شحنة الجسيم و مقدار المجال المغناطيسي.

### القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل يحمل تيار كهربائي



ولما كان التيار الكهربائي هو سيل من شحنات كهربائية، وفي المواد الموصلة هذا السيل يتألف من الإلكترونات الحرة، فإذا سلط مجال مغناطيسي على موصل يسري فيه تيار كهربائي تولدت قوة على كل شحنة متحركة خلاله وما القوة المغناطيسية على الموصل الا محصلة تلك القوى المغناطيسية.



إن كل شحنة في الموصل تتأثر بقوة مغناطيسية عمودية على اتجاه الحركة

$$ق = \sqrt{ع غ جا \theta}$$

$$\text{تكمل ع} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{الزمن}} = \frac{ل}{ز} \text{ على اعتبار ان السرعة ثابتة مقداراً واتجاهاً}$$

$$\therefore ق = \sqrt{ع غ جا \theta} \times \left(\frac{ل}{ز}\right)$$

$$\text{تكن } ق = \frac{\sqrt{ع غ جا \theta}}{ز} \leftarrow \text{ق} = ت ل غ جا \theta$$

ملاحظة:

تكون هذه القوة عمودية على المستوى المكون من ( غ ، ل ) حيث يكون اتجاه ( ل ) في نفس اتجاه حركة تدفق التيار. ومن شأن هذه القوة ان تسبب انتظاماً لشكل السلك اذا كان غير منتظم.

تحديد اتجاه القوة :

على اعتبار اننا نتعامل مع التيار الاصطلاحي الناشئ عن حركة وحدة الشحنات الموجبة فاننا نطبق قاعدة كف اليد اليمنى المقترحة بحيث يشير الابهام إلى اتجاه ( ت ) والاصبع إلى الاتجاه ( غ ) فيكون العمود الخارج من باطن الكف ممثلاً لاتجاه ( ق )

\*الاتجاه

الابهام:تيار

الاصابع:موضع النقطة ف

باطن اليد: المجال المغناطيسي



### قانون بيو- سافار

قام العالمان بيو- سافار بدراسة المجال المغناطيسي كميًا والعوامل المؤثرة عليه حيث أخذوا مقطعاً طولياً صغيراً ( عنصراً ) طوله  $l$  ويمر فيه تيار شدته  $( I )$  وتم وضع الإبرة المغناطيسية على مسافات مختلفة من العنصر وفي مواضع مختلفة أي بزوايا مختلفة بين محور العنصر والمسافة بينه وبين النقطة المراد حساب متجه المجال  $( G )$  عندها فوجدوا أنها تعتمد على مجموعة من العوامل.

أ- يكون متجه المجال  $( G )$  عمودياً على  $( l )$  وعلى الخط الواصل بين العنصر والنقطة المراد حساب المجال عندها حيث يكون اتجاه  $( l )$  في نفس اتجاه التيار.

ب- يتناسب مقدار المجال المغناطيسي تناسباً عكسياً مع مربع المسافة بين العنصر والنقطة.

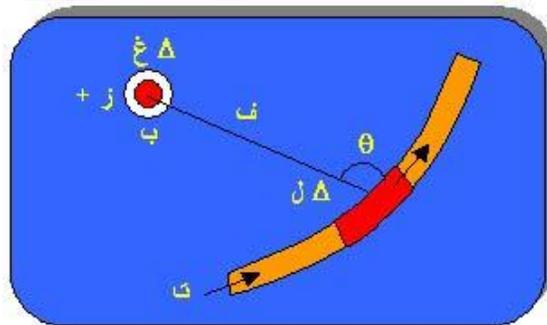
ج- يتناسب مقدار المجال تناسباً طردياً مع شدة التيار المار في الموصل وطول العنصر من الموصل، جيب الزاوية المحصورة بين اتجاه  $( l )$  والخط الواصل بين العنصر والنقطة، والنفاذية المغناطيسية.

$$\Delta G \propto \frac{I \Delta l \sin \theta}{r^2}$$

$$\Delta G = \text{ثابت التناسب} \frac{I \Delta l \sin \theta}{r^2}$$

$$= \frac{I \Delta l \sin \theta}{r^2} \times \frac{\mu}{\pi \epsilon}$$

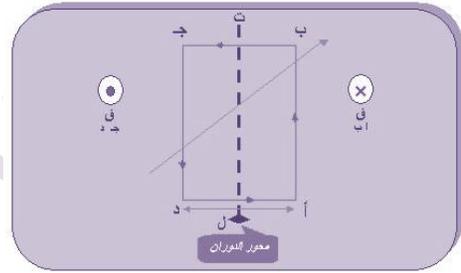
$$\text{في الفراغ} \leftarrow \frac{\mu}{\pi \epsilon} = 10^{-7} \text{ وبيبر/ أمبير} \cdot \text{متر}$$





## العزم المغناطيسي

عزم الدوران المغناطيسي لملف يتكون من ( ن ) لفة، ويمر فيه تيار ثابت ( ت ) بالاعتماد على الشكل فإن المجال المغناطيسي الخارجي يؤثر بقوتين مغناطيسيتين على السلكيين أ ب ، ج د متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الات جاه ومتوازيتين فتشكلان ازدواجاً يعمل على دوران الملف ( لاحظ الشكل ) وبالتالي فإن:



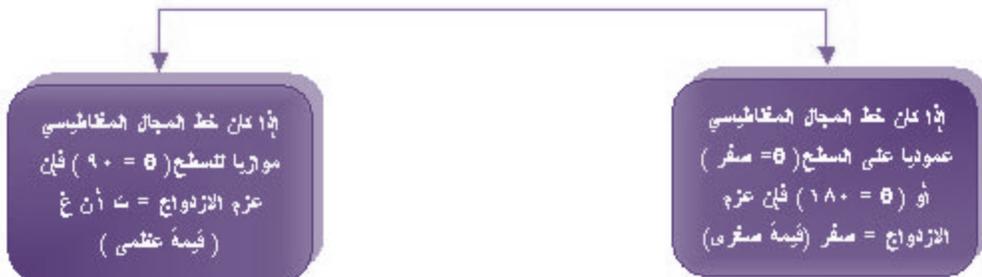
عزم الازدواج المغناطيسي = ت أن غ جا q هـ (1) . . . حيث:

ت = شدة التيار المار في الملف.

ن = عدد لفات الملف

غ = المجال المغناطيسي الخارجي

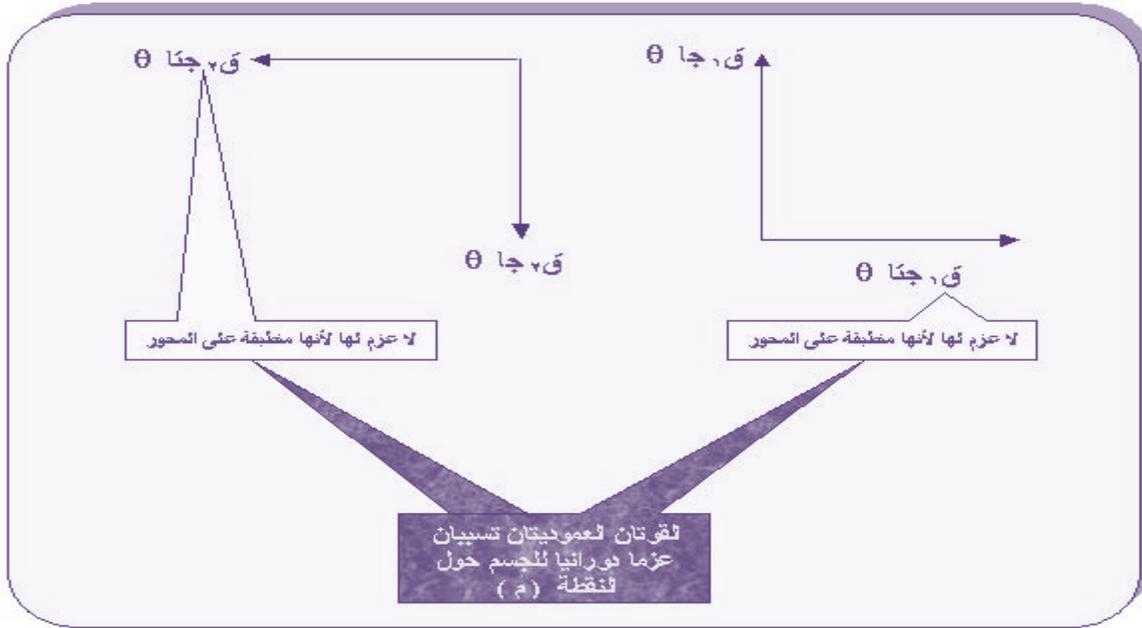
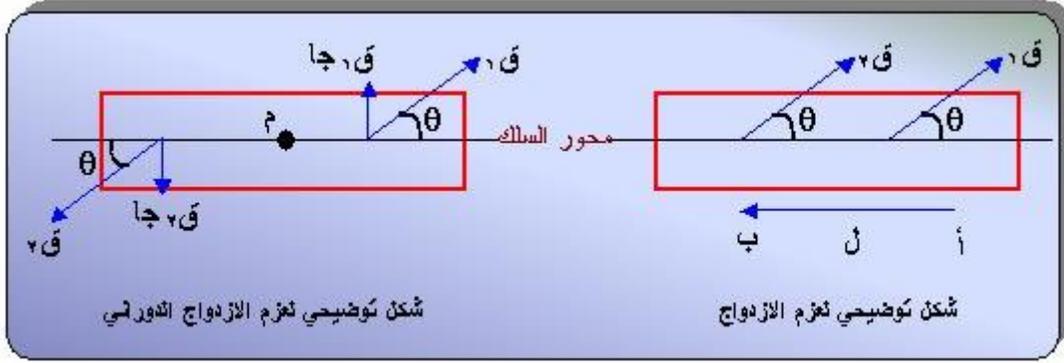
جا q = جيب الزاوية المحصورة بين اتجاهي العمود الخارج من السطح وخط المجال المغناطيسي .





حيث أن ....

عزم الازدواج = إحدى القوتين  $\times$  المسافة العمودية بينهما س



ما المقصود بعزم الازدواج ؟

قوتان متساويتان في المقدار متعاكستان في الاتجاه لا يكون تأثيرهما على نفس الخط والنقطة.



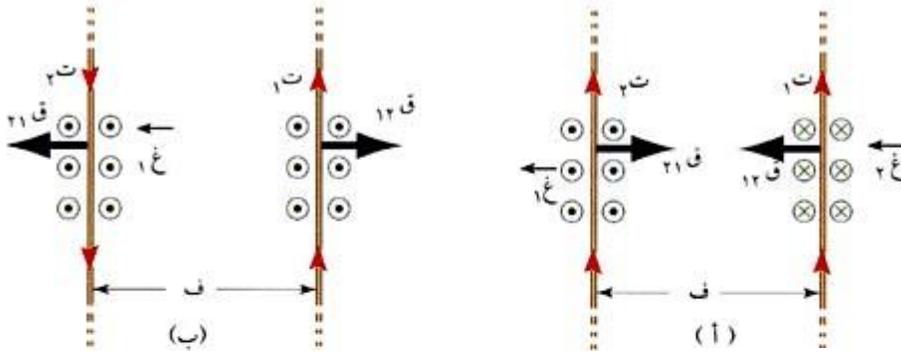
## القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين مستقيمين

إن مرور تيار كهربائي في أحد السلكين، يؤدي إلى توليد مجال مغناطيسي حوله، ولما كان السلك الثاني بالطبع موجوداً في هذا المجال ويمر فيه تيار، فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية. والعكس كذلك صحيح، فالسلك الثاني يسري فيه تيار كهربائي فيولد حوله مجالاً مغناطيسياً، يؤثر بقوة مغناطيسية في السلك الأول، الموجود في مجاله ويمر فيه تيار كهربائي.

ولحساب القوة المتبادلة، بين هذين السلكين، نحسب أولاً المجال المغناطيسي  $(\vec{B}_1)$  الناشئ عن تيار السلك الأول عند نقطة تقع على

السلك الثاني، انظر الشكل  $(\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r})$ ، ثم نحسب القوة التي يؤثر بها هذا المجال في طول مقداره  $(l)$  من السلك

الثاني.  $(F = 21 \text{ غ} = 1 \times l \times 21 \text{ ت})$ ، حيث  $21$ : القوة التي تؤثر في السلك الثاني بتأثير المجال المغناطيسي للسلك الأول.



القوة المتبادلة بين سلكين طويلين يمر في كليهما تيار كهربائي.

$$\leftarrow F_{21} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \times l \times I_2$$

وبالطريقة نفسها، يمكن اثبات أن قوة تأثير الثاني في طول مقداره  $(l)$  من السلك الأول تعطى بالعلاقة:

$$F_{12} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \times l \times I_1$$

إذاً، القوة المتبادلة بين السلكين: =

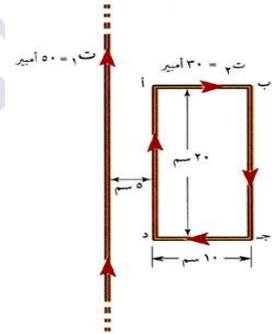
$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \times l$$



وتكون هذه القوة على هيئة قوة تجاذب بين السلكين، إذا كان التياران في الاتجاه نفسه، بينما تكون على هيئة قوة تنافر، إذا كان التياران في اتجاهين متعاكسين، وهي في كلتا الحالتين قوة متبادلة حسب القانون الثالث لنيوتن.

وتستخدم المعادلة السابقة، في تعريف الأمبير بناء على التأثير المغناطيسي للتيار، فوحدة الأمبير في النظام العالمي للوحدات هي: "التيار الذي إذا مر بسلكين مستقيمين لانهايين متوازيين ويقعان في مستوى واحد، والبعد بينهما 1 متر في الفراغ، كانت القوة المتبادلة بينهما  $2 \times 10^{-7}$  نيوتن/م"

يبين الشكل اناه، سلك مستقيم لا نهائي وسلك على شكل مستطيل، كلاهما في مستوى الصفحة بحيث يوازي السلك ضلع المستطيل أد. باستخدام القيم الموجودة على الشكل، احسب محصلة القوى التي يؤثر بها مجال السلك المستقيم في السلك المستطيل.



الحل: نظراً لتمائل وضع لسلكين (أ ب)، (ج د) بالنسبة للسلك المستقيم، فإنهما يتأثران بقوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه، وفي نفس مستوى الورقة، فتكون محصلتهما صفراً.

أما السلكان (أ د)، (ب ج) فإنهما يتأثران بقوتين مختلفتين:

$$F_{AD} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times 30 \times 0.2}{2\pi \times 0.05} = 12 \times 10^{-4} \text{ نيوتن، تجاذب نحو اليسار.}$$

$$F_{BC} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times 30 \times 0.2}{2\pi \times 0.15} = 4 \times 10^{-4} \text{ نيوتن، تنافر نحو اليمين.}$$

$$F_{BC} = 4 \times 10^{-4} \text{ نيوتن، تنافر نحو اليمين.}$$

$$\therefore \text{محصلة القوتين} = F_{AD} - F_{BC} = 12 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{-4} = 8 \times 10^{-4} \text{ نيوتن، تجاذب نحو اليسار.}$$



### المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري يمر فيه تيار ثابت

لقد دلت التجارب العملية إن المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري يمر فيه تيار ثابت تكون خطوطه مستقيمة ومتوازية على أبعاد متساوية وفي نفس الاتجاه والمجال المغناطيسي ثابتاً في المقدار والاتجاه وبالتالي فإن المجال المغناطيسي يكون منتظماً ثم تأخذ خطوط المجال المغناطيسي بالانحناء والتباعد والتشتت عند الأطراف بعيداً عن المركز فيكون المجال المغناطيسي غير منتظم.

سؤال : اثبت أن المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري يعطى في العلاقة التالية:

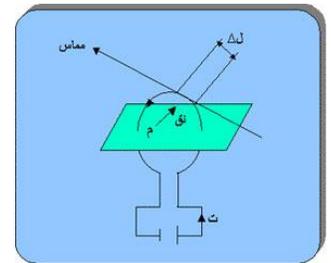
$$B_c = \frac{\mu}{\pi \epsilon} \times \frac{2 \pi n I}{r}$$

الإثبات :

$$B_{\Delta} = \frac{\mu}{\pi \epsilon} \times \frac{I \Delta l \sin \theta}{r^2}$$

تمثل (ب) مقدار نصف القطر وهو متعامد مع المماس الذي يمثل اتجاه (Δل)

$$\theta = 90^\circ, \quad r = R$$



$$B_{\Delta} = \frac{\mu}{\pi \epsilon} \times \frac{I \Delta l}{R^2} \quad \text{حيث تمثل } (\Delta l) \text{ طول محيط الملف وإذا كان}$$

الملف مكون من n لفة  $\Rightarrow l = n \times 2\pi R$

$$B_c = \frac{\mu}{\pi \epsilon} \times \frac{2 \pi n I}{R}$$

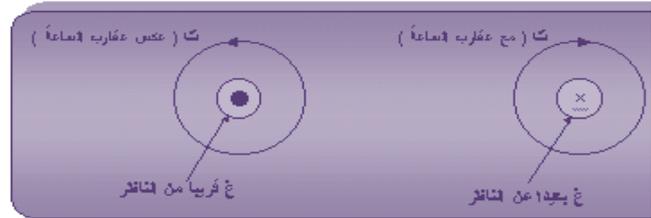
$$B_c = \frac{\mu}{\pi \epsilon} \times \frac{2 \pi n I}{R}$$



حدد اتجاه المجال المغناطيسي عند المركز باستخدام قاعدة اليد اليمنى التي تشير فيها الاصابع لاتجاه التيار بينما يمثل الابهام اتجاه ( غ )

عند المركز

1- إذا كان الملف منطبقاً على الصفحة



2- إذا كان الملف عمودياً على الصفحة

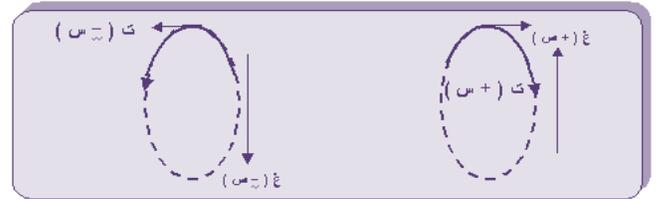
$$\text{غ} = \frac{\mu}{\pi \epsilon} \times \frac{I \Delta l}{r^2} \text{ حيث تمثل } (\Delta l) \text{ طول محيط الملف و إذا كان}$$

$$\text{الملف مكون من } n \text{ لفة } \Leftarrow l = n \pi r$$

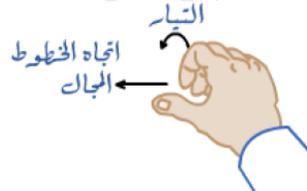
$$\text{غ} = \frac{\mu}{\pi \epsilon} \times \frac{I n \pi r}{r^2}$$

$$\text{غ} = \frac{\mu}{\pi \epsilon} \times \frac{I n \pi r}{r}$$

3- إذا كان الملف عمودياً على الصفحة



لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي نستخدم الموضحة في الشكل المجاور , بحيث يشير الابهام الى اتجاه المجال المغناطيسي و حركة الاصابع تشير الى اتجاه التيار الكهربائي .

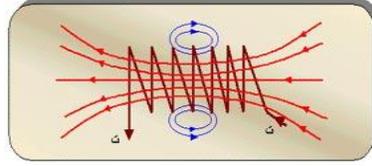


العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي في مركز ملف دائري :

- عدد لفات الملف ( طردياً ) .
- شدة التيار الكهربائي ( طردياً ) .
- نصف قطر الملف ( عكسياً ) .
- نوع الوسط المحيط بالسلك و يتغير بتغير نوع الوسط .



المجال المغناطيسي عند محور ملف حلزوني يمر فيه تيار ثابت



يبين الشكل خطوط المجال المغناطيسي عند محور ملف حلزوني يتكون من ( ن ) لفة وطوله ( ل ) ويمر فيه تيار ثابت شدته ( ت ) حيث تبدو هذه الخطوط مستقيمة ومتوازية وفي نفس الاتجاه وعلى ابعاد متساوية وتكون شدة المجال المغناطيسي ثابتة في المقدار والاتجاه عند جميع النقاط الواقعة فيه وبالتالي يكون المجال المغناطيسي عند المحور منتظماً.

ثم تأخذ خطوط المجال المغناطيسي بالابتعاد والتشتت خارج المحور وبالتالي فان الملف يشبه مغناطيس مستقيم طرفاه يمثلان القطبين بحيث تمثل اصابع قبضة اليد اليمنى القابضة على الملف اتجاه ( ت ) فيمثل الابهام موقع القطب الشمالي ( ش ) وبالتالي ( اتجاه غ ).

سؤال : اثبت ان شدة المجال المغناطيسي عند محور ملف حلزوني يعطى في العلاقة التالية:

$$\mu = \frac{t n}{l}$$

ع الدوران المغناطيسي =  $\mu \times t$

د ← أ ← ب ← ج ← د

ع الدوران ( د أ ) = غ × طول المسار × جتا  $\theta$

حيث  $\theta$  : هي الزاوية المحصورة بين غ والمسار

$$\therefore \text{ع} = \text{غ} \times \text{ل} \times \text{ا} \times \text{جتا} \theta$$

$$\text{ع} = \text{غ} \times \text{ل} \times \text{ا}$$

$$\text{ع الدوران (أ ب)} = \text{غ} \times \text{ل} \times \text{ب} \times \text{جتا} 90^\circ$$

$$= \text{صفر}$$

ع الدوران (ب ج) = صفر لأنه لا يوجد تأثير للمجال المغناطيسي عليه حيث يكون غ مساوياً صفرًا.

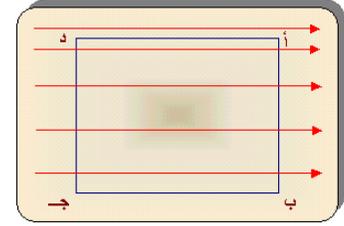
$$\text{ع الدوران (ج د)} = \text{غ} \times \text{ل} \times \text{د} \times \text{جتا} 90^\circ = \text{صفرًا}$$

يكون التيار المار في ( ن ) لفة مساوياً ( ت × ن )

$$\therefore \text{ع الدوران} = \mu \times (ت \times ن)$$

$$\text{غ} \times \text{ل} = \mu \times ت \times ن$$

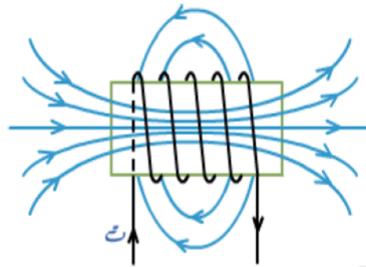
$$\text{غ} = \frac{\mu \times ت \times ن}{ل}$$



إذا كانت  $N$  هي عدد اللفات في وحدة الأطوال من الملف أي  $\left(\frac{N}{L}\right)$  فإن  $\mu' = \mu_0 \left(\frac{N}{L}\right)$

و لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي نستخدم قاعدة قبضة اليد اليمنى .

العوامل التي يعتمد عليها شدة المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي :



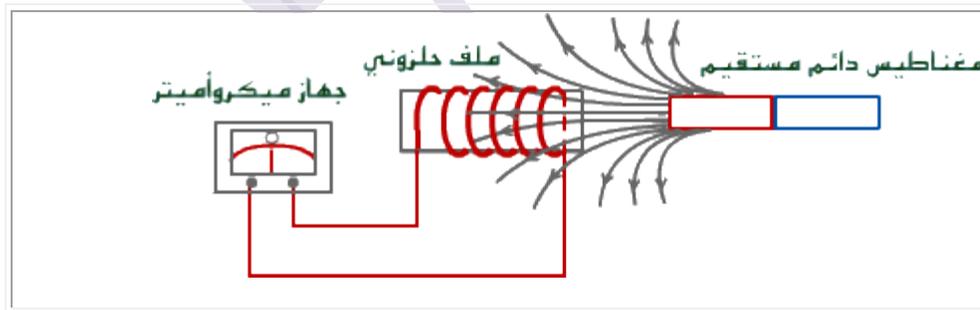
- عدد اللفات ( طردياً ) .
- شدة التيار ( طردياً ) .
- طول الملف ( عكسياً ) .
- نوع الوسط المحيط بالملف .

علل : خارج الملف الحلزوني يكون المجال المغناطيسي يساوي صفراً .

لأن المجال المغناطيسي عند نقطة خارج الملف هو محصلة المجالات المغناطيسية لكل التيارات الكهربائية المارة في كل حلقة من حلقات الملف , و حسب قاعدة اليد اليمنى فإن المجالات المغناطيسية الناتجة عن اللفات عند نقطة خارج الموصل تكون متعكسة فتلغي بعضها .

## الحث الكهرومغناطيسي

الشكل ادناه يبين مغناطيس دائم مستقيم وملف حلزوني وجهاز ميكروأميتر ( يعرف الدارس الآن أن الميكروأميتر هو جهاز نقيس به التيارات الكهربائية في حدود الميكروأمبير ) . يكون الملف من جهاز الميكروأميتر دائرة مغلقة لكن دون مصدر كهربائي . يبين الشكل أن كل شيء ساكن عدا خطوط المجال المغناطيسي التي تنتشر حول المغناطيس .





يُسمى علماء فيزياء المغناطيسية ظاهرة توليد الكهرباء المتحركة في سلك بتأثير مجال مغناطيسي عليه ، يسمونها ظاهرة الحث

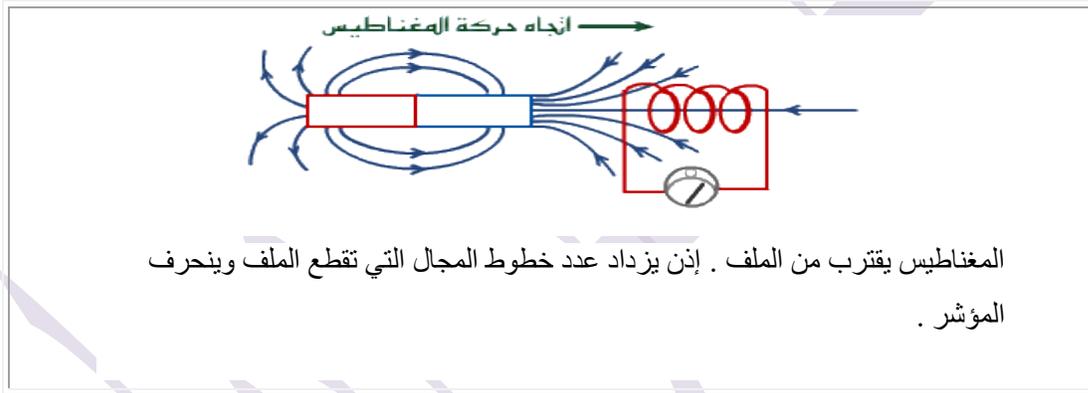
الكهرومغناطيسي ، ويسمون التيار الكهربائي المتولد التيار الحثي ( أو التأثري أو التحريشي )

( Induction Current ) أما القاعدة فإنه يمكننا بشيء من إعمال الفكر أن نخرج بها على النحو التالي :

قاعدة : " يتولد تيار حثي في سلك عندما يقطع ( Intersect ) السلك خطوط مجال مغناطيسي " .

قاعدة : " إن أي تغيير يزيد أو ينقص في عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تقطع سلكاً يعمل على توليد تيار حثي فيه .

الشكل التالي يوضح معنى القاعدة بمثال بسيط يمكننا اعتماده لشرح وتفسير جميع ما مررنا عليه .



**الحث الكهرومغناطيسي** : ظاهرة تولد قوة دافعة مستحثة نتيجة تغير الفيض المغناطيسي الذي يقطع ملف أو موصل مع الزمن

أي ان الهدف من الحث الكهرومغناطيسي هو الحصول على قوة دافعة حثية والتيار حثي بفعل المجال المغناطيسي

كيف نحصل عليهما؟

● إذا تحرك موصل داخل مجال مغناطيسي بحيث تعمل حركته على تقطيع هذه الخطوط فإنه سوف يتولد عبر الموصل تيار كهربائي

لحظي سرعان ما يزول عند توقف الحركة ويسمى هذا التيار ( التيار الحثي: هو ذلك التيار المتولد بفعل حركة موصل في مجال

مغناطيسي ) وحركة الموصل في مجال مغناطيسي ليست الطريقة الوحيدة لتوليد تيار حثي .



- حركة ملف حول مغناطيس او (حركة مغناطيس داخل ملف) ، وهنا أيضاً سبب توليد التيار هو تقطيع خطوط المجال او ما يسمى تغير في التدفق المغناطيسي .ومن هنا نستخلص أن التيار الحثي تولد بفعل تغير في عدد خطوط المجال المغناطيسي الذي قطع موصلاً ( سواء كان سلكاً أم ملفاً )

### التدفق المغناطيسي خلال سطح ما

التدفق المغناطيسي: ويقصد به قطع خطوط المجال المغناطيسي لمساحة ما ، والعلاقة التي تربط بين التدفق المغناطيسي خلال سطح مساحته ( أ ) والمجال المغناطيسي هي :

$$\Phi = A \cdot B \cdot \cos \theta$$

حيث :

$\Phi$  : التدفق المغناطيسي

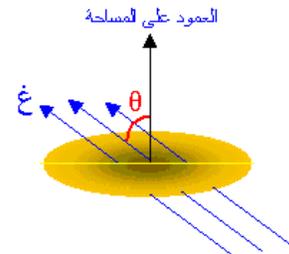
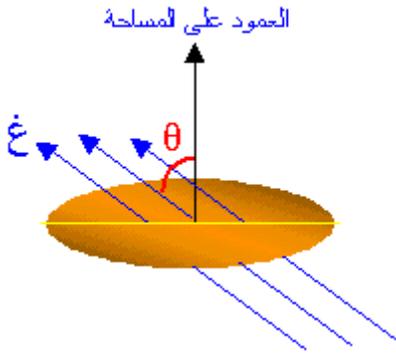
أ : المساحة

B : شدة المجال

$\theta$ : الزاوية المحصورة بين المجال المغناطيسي والعمودي على المساحة

وبناءً على هذا الفهم للتدفق المغناطيسي ، يمكنك تعديل التعميم السابق ليصبح على النحو الآتي :

يتولد تيار حثي في موصل (سلك او ملف) إذا حدث تغير في التدفق المغناطيسي عليه.



ومن هنا نلاحظ بأننا نستطيع أن نولد تياراً حثياً بعدة طرق تعتمد على إحداث تغير في التدفق المغناطيسي . وحتى يتولد تيار

حثي دائم يجب أن نحافظ على استمرارية التغير في التدفق



العوامل المؤثرة على قيمة التدفق :

أ - المساحة :

إذا وضعت حلقة على هيئة زنبرك بين فكي مغناطيس طبيعي، وقمنا بضغطها إلى الداخل أو الخارج ، فإن مقدار المساحة التي تخترقها خطوط المجال في كل حالة سوف تتغير مما يؤدي إلى تغير  $\Phi$  فيتولد تيار حثي دائم ما دام هناك تغير في المساحة .

ب - شدة المجال المغناطيسي :

إذا كان مصدر المجال المغناطيسي صناعي يمكن تغيير شدته وذلك بتغيير شدة التيار خلال ملفه ( اعتماداً على العلاقة :  $m = t \cdot n$  ) أو عدد لفاته أو نوع مادة القلب بهدف تغيير النفاذية المغناطيسية ( $m$ ). ومن أسهل الطرق من ناحية عملية لتغيير  $\Phi$  هو تغيير ( $t$ ) من خلال تغير قيمة المقاومة  $M$  . الموصولة بدارة الملف الابتدائي .

ج - الزاوية  $\theta$  :

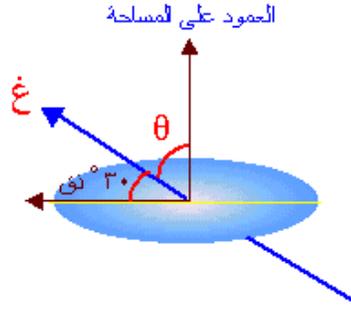
إذا دار ملف على هيئة مستطيل بين فكي مغناطيس طبيعي فإن الزاوية بين العمودي على المساحة واتجاه خطوط المجال المغناطيسي ( الثابتة في الاتجاه ) سوف تتغير مما يؤدي إلى تغير  $\theta$  وبالتالي إلى تغير  $\Phi$  مما يولد تياراً حثياً مستمراً ما دام الملف في حالة دوران

سؤال: إذا كانت شدة المجال المغناطيسي التي تخترق ملف على هيئة حلقة نصف قطرها 10سم ، 4 تسلا والزاوية بين المجال ومستوى الحلقة 30 ° احسب مقدار التدفق المغناطيسي الذي يعبر هذه الحلقة .

الإجابة :

الزاوية بين المستوى والمجال 30 ° لكن الزاوية  $\theta$  المقصودة بقانون التدفق هي الزاوية بين العمودي على المساحة والمجال  $\Phi$

، لذا  $\theta = 60^\circ$



$$\Phi = B \cos \theta$$

### القوة الدافعة الحثية

نعلم في فيزياء الدارات الكهربائية أن مرور تيار كهربائي في دائرة يعني وجود قوة دافعة كهربائية قد في مصدر ما في الدارة تعمل على دفع التيار في مكونات الدارة . بالقياس على ما ذكرنا يعتقد علماء الفيزياء بوجود قوة دافعة كهربائية تعمل على توليد التيار الحثي . سيكون لدينا لذلك التعريف التالي :

تعريف : القوة الدافعة الكهربائي الحثية  $\mathcal{E}$  هي القوة الدافعة التي يولدها في موصل التغير الناتج في التدفق المغناطيسي عبر المساحة التي يحصرها الموصل .

تقاس القوة الدافعة الحثية بوحدة فولت . لاحظ إضافة الرمز  $\mathcal{E}$  في  $\mathcal{E}$  لتمييزها عن ( قد ) الناشئة

عن الطاقة الكيميائية في بطارية.



عرفت بأن التغير في التدفق يولد تياراً حثياً ، فإذا تحرك الموصل أ ب بسرعة ثابتة ع في مجال مغناطيسي غ تحت تأثير قوة خارجية ق كما هو مبين في الشكل ، فإن حركة هذا الموصل سوف تؤدي إلى توليد تيار حثي عبر الموصل ، ومر معك سابقاً بأن الموصل الذي يحمل تياراً وموضوع في مجال مغناطيسي يتأثر بقوى مغناطيسية تعطى بالعلاقة :

$$ق ع = 0 ت ل غ جا \theta ، \text{ علماً بأن } ق ع : 0 \text{ القوة المغناطيسية على موصل يحمل تيار.}$$

وحتى يتحرك الموصل أ ب إلى اليمين بسرعة ثابتة لا بد أن تكون ق ع 0 معاكسة ل ق خارجية ومساوية لها بالمقدار . وباستخدام قاعدة التدوير من ع الى غ نلاحظ بأن ت عبر الموصل من ب الى أ ( عكس عقارب الساعة )

$$ق د = ع غ ل جا \theta$$

$$\text{لكن } \Delta \varnothing = \Delta \varnothing أ$$

$$= غ ل ع \Delta ز$$

$$\Delta أ ل = \Delta ف ل = ل ع \Delta ز$$

$$ق د = \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز}$$

ق د : القوة الدافعة الحثية.

القوة الدافعة الحثية ( ق د ) تساوي عددياً معدل التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة للزمن وتعرف هذه العلاقة باسم قانون فارادي في الحث الكهرومغناطيسي. إذا كان الموصل يتألف من عدد من اللفات ( ن ) فإن :

$$ق د = - n \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز}$$

وإذا كان ( ن ز 0 ) فإن القوة الدافعة الكهربائية الحثية اللحظية تعطى بالعلاقة:

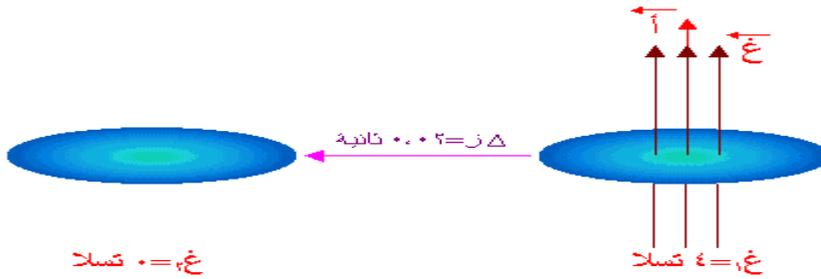
$$ق د = - n \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز}$$

ق د : القوة الدافعة الكهربائية الحثية اللحظية .



والإشارة السالبة في قانون فارادي تعني بأن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تكون بحيث تقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي كان سبباً في توليدها .

سؤال: إذا أُخرج ملف دائري عدد لفاته 100 لفة ونصف قطره 10سم من منطقة مجال مغناطيسي شدته 4 تسلا عمودي على مستواه خلال زمن 0.02 ثانية احسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة خلال هذا الملف .



الإجابة :

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

$$= 4 \times 10^{-2} \times \pi \times 1 =$$

$$= 4 \times 10^{-2} \times \pi \text{ ويبر}$$

$$\Phi_2 = 0 \text{ لأن } B = 0$$

$$\Delta \Phi = \Phi_1 - \Phi_2$$

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Delta t}$$

$$= \frac{4 \times 10^{-2} \times \pi - 0}{0.02} = \left( \frac{4 \times 10^{-2} \times \pi}{0.02} \right) =$$

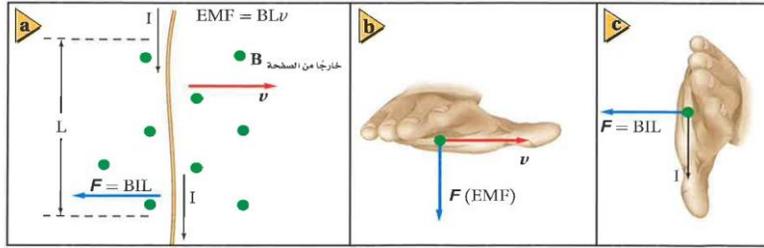
$$\Delta \Phi = 2 + \approx 2 \times 10^2 \text{ فولت}$$

الإشارة الموجبة لـ  $\Delta \Phi$  تعني أن إشارة  $\Delta \Phi$



### نص قاعدة لنز :

ينص قانون لنز/ ان اتجاه التيار الحثي يعاكس المجال المغناطيسي الناشئ عن التغير في المجال المغناطيسي الذي سببه لاحظ ان التأثيرات المغناطيسية الحثية تعاكس التغيرات في المجال وليس المجال نفسه



تجربه لتحقيق قاعدة لنز . :

تفسير قاعدة لنز :

- \* عند تقريب القطب الجنوبي للمغناطيس من الملف يتولد فيه تيار كهربائي مستحث في اتجاه معين بحيث يكون قطبا جنوبيا عند طرف الملف المواجه للقطب الجنوبي للمغناطيس ( فيقاوم حركة الدخول بالتناظر )
- \* عند إبعاد القطب الجنوبي للمغناطيس من الملف يتولد في الملف تيار كهربائي مستحث في اتجاه معين بحيث يكون قطبا شماليا عند طرف الملف المواجه للقطب الجنوبي للمغناطيس (فيقاوم حركة الخروج بالتجاذب)

ملاحظات هامة 1:

1- اتجاه انحراف مؤشر الجلفانومتر يدل على اتجاه التيار ولذلك يمكنك تحديد أقطاب الملف.

2- يمكن إجراء نفس خطوات التجربة السابقة بعد عكس الملف (تقريب القطب الشمالي وإبعاده)

\* ملاحظات هامة 2:

لكي تحدد اتجاه التيار التأثيري بقانون لنز فيجب أن تضع سؤالين وتجبب عليهما.

س1 - ماهو السبب ؟

س2 - كيف يقاوم السبب ؟

لنطبق هذا الكلام على دخول القطب الشمالي لمغناطيس في ملف.



1- السبب : دخول المغناطيس في الملف ابتداءً بقطبه الشمالي.

2- كيف يقاوم السبب : يجب أن يكون طرف الملف القريب من المغناطيس قطباً شمالياً ليبعد المسبب وهو المغناطيس.

الآن نتعامل مع الملف :

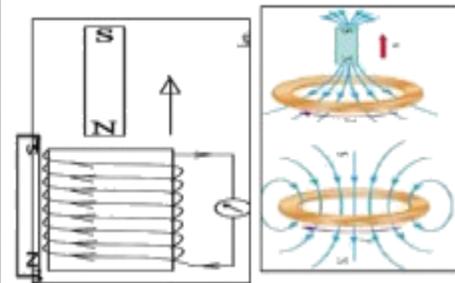
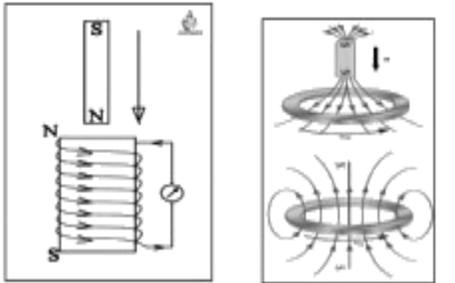
-خط المجال في داخل الملف من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي.

- طبق قاعدة اليد اليمنى المقبوضة لتحديد اتجاه التيار.

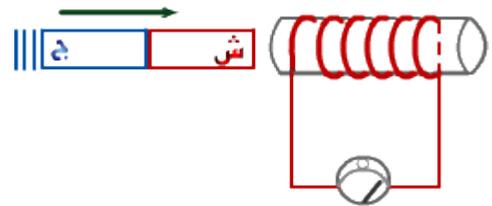
الخلاصة:

### قاعدة لنز

" يكون اتجاه التيار الكهربى المستحث بحيث يعاكس التغير فى الفيض المسبب له "

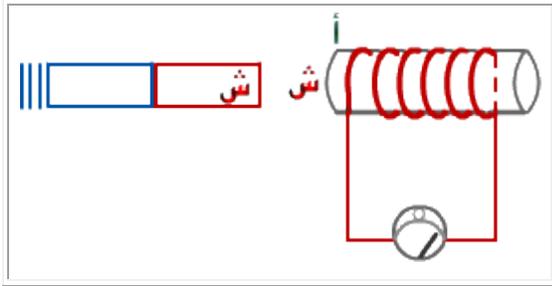
	
<p>- عند إبعاد القطب الشمالي . - يتناقص الفيض المغناطيس داخل الملف • تتولد ق. د.ك مستحثة • يمر تيار تأثيرى فى الملف يكون اتجاهه بحيث يجعل طرف الملف المواجه لقطب المغناطيس قطباً مخالفاً فتنشأ قوة تجاذب تعمل على مقاومة إبعاد المغناطيس عن الملف</p>	<p>• عند تقريب القطب الشمالي من الملف . • يتزايد الفيض المغناطيسى داخل الملف • تتولد ق. د.ك مستحثة • يمر تيار تأثيرى فى الملف يكون اتجاهه بحيث يجعل طرف الملف المواجه لقطب المغناطيس قطباً متشابهاً فتنشأ قوة تنافر تعمل على مقاومة تقريب حركة الدخول .</p>

في الشكل التالي تم تقريب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم باتجاه أحد طرفي ملف حلزوني . بين اتجاه التيار الحثي في اللفات .





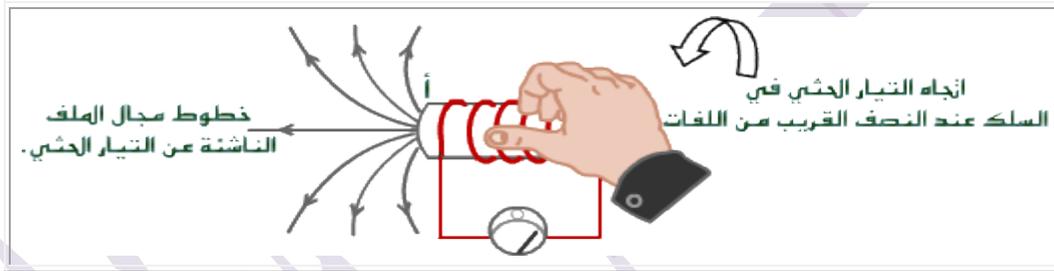
الجواب :يعمل تقريب القطب المغناطيسي على زيادة التدفق المغناطيسي ( زيادة عدد خطوط المجال ) عبر لفات السلك فيتولد تيار حثي ومعه قوة دافعة حثية في الملف .



حتى يقاوم التيار الحثي الزيادة في التدفق عبر الملف حسب قاعدة لنز يجب أن تنشأ عند الطرف القريب أ قوة تتنافر مع القطب الشمالي للمغناطيس في محاولة لتقليل التدفق .

هذا يعني أن قوة التنافر يجب أن تنشأ عن قطب شمالي يولده التيار الحثي عند الطرف أ ( نعلم أن التيارات الكهربائية تولد حولها مجالات مغناطيسية ) .

وإذن وحسب قاعدة اليد اليمنى المقبوضة إذا أشار الإبهام إلى موضع القطب الشمالي عند أحد طرفي الملف ( أو اتجاه خطوط المجال ) دلت الأصابع الأربعة على اتجاه التيار في اللغات .



### تطبيقات على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي:

1- المولد الكهربائي: جهاز ميكانيكي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية بوجود مجال مغناطيسي . ويعمل المولد الكهربائي على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي والذي هو الأساس في توليد التيار الحثي .

2- المحول الكهربائي: جهاز في الهندسة الكهربائية ، مؤلف من ملفين من الأسلاك المنفصلة الملفوفة حول قضبان حديدية فقط بمسافة بسيطة، يسمى الطرف المرتبط بالمولد الكهربائي بالملف الابتدائي بينما يطلق على الطرف المرتبط بالحمل مسمى الثانوي، ويستخدم المحول لتغيير قيمة الجهد الكهربائي في نظام نقل الطاقة الكهربائية الذي يعمل على التيار المتردد حيث لا يمكن أن يعمل المحول في أنظمة التيار المستمر ، فإذا كان جهد الطرف الثانوي أقل من جهد الابتدائي كان المحول خافضا للجهد أما لو كان جهد الثانوي أعلى من جهد الابتدائي كان المحول رافعا للجهد



إن استعمال القوة الدافعة الكهربائية المتناوبة، يُؤدِّد تياراً متناوباً في الملف الابتدائي، لذا ينشأ مجال مغناطيسي متناوب داخل الملف الابتدائي (أي متغير في المقدار والاتجاه)، وهذا ما يوفِّر تغيراً مستمراً في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي، فيؤدي إلى ديمومة التيار الحثي المتناوب في الملف الثانوي (قانون فارادي).

وإذا قست بمقياس فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الملفين باستخدام مقياس الجهد المتناوب (AC Voltmeter)، ستجد أن النسبة بين فرقي الجهد تساوي النسبة بين عدد لفات الملفين، أي أن:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

حيث :  $V_1$  : القوة الدافعة الكهربائية أو فرق الجهد بين طرفي الملف الابتدائي.

$V_2$  : القوة الدافعة الكهربائية الثانوية (الحثية) أو فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي.

$N_1$  : عدد لفات الملف الابتدائي.

$N_2$  : عدد لفات الملف الثانوي.

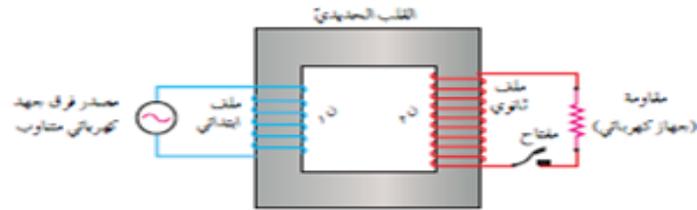
ومن المعادلة السابقة، يتضح ما يلي:

إذا كانت  $N_2 < N_1$  ،  $V_2 < V_1$  ، بينما إذا كانت  $N_2 > N_1$  ،  $V_2 > V_1$

وعليه فإن الجهاز الذي حسسته في هذا النشاط، يقوم بتحويل فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الملف الابتدائي إلى فرق جهد أكبر أو أقل بين طرفي الملف الثانوي حسب نسبة عدد لفات الملفين، لذا يسمى المحوّل الكهربائي، ويمكن تمييز نوعين من المحوّلات الكهربائية:

• محوّل رافع الجهد (Step-Up Transformer).

• محوّل خافض الجهد (Step-Down Transformer).



الشكل (٧-٩) : المحوّل الكهربائي.

ويوضح الشكل (٧-٩) الأجزاء الرئيسة للمحوّل الكهربائي، إذ يعمل قلب الحديد المطاوع (ويسمى القلب الحديدي) على تركيز خطوط المجال داخل الملفين.

١٩٥

معنى الحث الذاتي لملف والحث المتبادل بين ملفين .

أولاً : الحث الذاتي لسلك أو ملف .

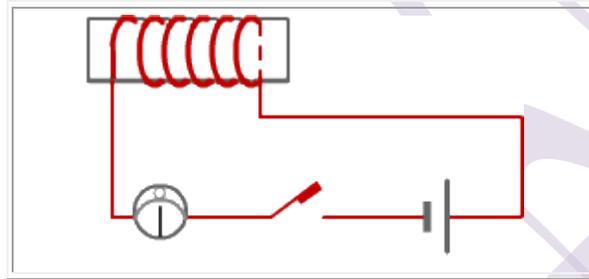
نعرف من تجاربنا ومن قانون أوم أن الموصلات تبدي مقاومة لسريان التيار الكهربائي فيها ، وأن هذه المقاومة لا تعتمد على قيمة التيار عند ثبوت درجة حرارة السلك . لكن التجارب تظهر أيضاً " أن الأسلاك كيف ما كان شكلها تظهر نوعاً آخرًا مختلفاً عن



المقاومة الأومية " وهي مقاومة نمو التيار فيها ( أو تلاشيها فيها) . يُسمى علماء الكهرباء هذه الخاصية " الحث الذاتي " للسلك أو للملف وإذن سنأتي بالتعريف التالي :

تعريف الحث الذاتي لملف : هو مقاومة الملف لنمو التيار فيه .

يدخلنا التعريف في بابا إيجاد معادلة رياضية لحساب قيمة للحث الذاتي لملف ما . في دارة وعند إغلاق المفتاح يبدأ التيار بالنمو التدريجي بدءاً من الصفر ( حسب خاصية الحث الذاتي ) حتى يصل إلى قيمة ثابتة . ينشأ عن التيار مجالاً مغناطيسياً ينمو أيضاً تبعاً لنمو التيار الذي ولده .



نفرض أنه في لحظة ما زاد تيار الدارة بمقدار  $\Delta I$  أمبير رافقته زيادة  $\Delta \Phi$  تسلا في المجال المغناطيسي الناتج وزيادة كذلك في

التدفق المغناطيسي  $\Phi$  فيبر عبر السلك الدائري . يوافقنا الدارس أن مقدار  $\Delta \Phi$  يتناسب طردياً مع المقدار  $\Delta I$  ( أم أنه يخالفنا

الرأي ؟ ) ، ذلك لأن منشأ التدفق هو تيار الدارة . إذن يمكننا أن نكتب ما يلي :

$$\Delta \Phi = \text{ثابت} \times \Delta I \dots\dots\dots$$

تبيّن تجاربنا في المختبر أن " الثابت " هذا يعتمد على أبعاد السلك وخصائصه مثل مساحة مقطعه ، فلذلك نسمي الثابت معامل

الحث الذاتي ( المحاثّة ) ( Coefficient of Self – Induction ) للسلك الدائري ونرمز له بالرمز  $L$  بذلك تؤول المعادلة السابقة

إلى :

$$\Delta \Phi = L \times \Delta I \dots\dots\dots$$

وبقسمة طرفي معادلة على  $\Delta I$  ت<sup>1</sup> صفر ينتج منها أن :

$$L = \frac{\Delta \Phi}{\Delta I}$$

ماذا لو كان لدينا ملفاً عدد لفاته  $N$  ؟



تملك الآن كل لفة خاصية الحث الذاتي ( أي خاصية مقاومة نمو التيار فيها ) وعلى ذلك ستزيد خاصية الحث الذاتي للمف بمقدار ن مرة وعندها تؤول معادلة (8) إلى :

$$C(\text{مف}) = N \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

دلالة على زيادة قيمة (ح) ن ضعفاً عن معامل حث لفة واحدة .

نلاحظ أن معادلة تعريف الحث الذاتي ح ليس فيها التيار (ت) أو التدفق ( $\Phi$ ) بل فيها التغير  $\Delta$  في الكميتين الفيزيائيتين ت ،  $\Phi$  لماذا؟؟.

نظرية :

مف محادثه ح تولدت فيه قوة دافعة حثية  $ق_د$  بفعل تغير  $\Delta \Phi$  في التدفق المغناطيسي الذاتي له أثبت أن :

$$ق_د = -C \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

البرهان (Proof):

بالضرب التبادلي ينتج أن :  $\Delta \Phi \times C = \Delta \times ق_د$

بقسمة طرفي المعادلة الأخيرة على  $\Delta t$  وهو الزمن الذي حدثت خلاله التغيرات

$\Delta \Phi$  ،  $\Delta$  في الملف ينتج أن :

$$N \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \times C = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \times ق_د$$

لكننا نعلم من معادلة فارادي في الحث أن :

$$ق_د = -N \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

( لاحظ أننا نقلنا إشارة السالب في قانون فارادي إلى طرف قد منه) وإذن ينتج من تساوي المعادلتين السابقتين أن :

$$ق_د = -C \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$



والآن نقف عدة وقفات عند المعادلة  $Q = -C \times \frac{\Delta V}{\Delta z}$  :

الوقفة الأولى : وجود إشارة السالب في المعادلة يدكرنا بقانون لنز لتحديد اتجاه التيار والقوة الدافعة الحثيين.

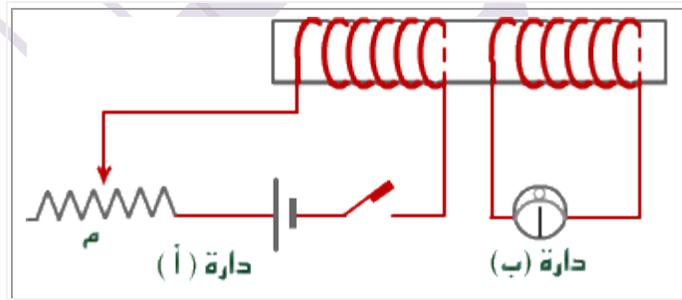
القوة الحثية المحسوبة في المعادلة هي متوسط : الوقفة الثانية  $Q$  خلال الفترة الزمنية  $\Delta z$  ثانية صغرت هذه الفترة أم كبرت .

لحساب مقدار : الوقفة الثالثة  $Q$  من المعادلة نهمل إشارة السالب في المعادلة .

الوقفة الرابعة : وفيها نبيّن وحدة الثابت ح ( المحاثّة ) . نقيس محاثّة أي سلك بوحدة ( هنري ) نسبة إلى العالم جوزيف هنري ومن أجزائه " المللي هنري " والعلاقة بين الهنري وأجزائه هي 1 مللي هنري =  $10^{-3}$  هنري .  
\* بوحدة هنري، حيث ان هنري = فولت.ث/امبير .

تعريف : يُسمى العلماء الكهرياء أي موصل عنده خاصية الحث الذاتي يسمونه محث ويسمون الخاصية ذاتها الحث

الحث المتبادل بين ملفين :



في الشكل اعلاه ملفان متجاوران ولكل واحد منهما دارته المستقلة . عند غلق أو فتح الدارة أ ينشأ تيار حثي وقوة دافعة حثية في ملف دائرة ب بسبب وقوعه في المجال المغناطيسي للملف أ . ينشأ التيار والقوة الدافعة أيضاً عند زيادة أو نقصان قيمة المقاومة



المتغيرة م بعد إغلاق دراة أ . ولو عكسنا موضعي البطارية والجلفانوميتر فسوف نلاحظ ذات الظاهرة في الملف أ . هذه الظاهرة نتقلنا إلى التعريف التالي :

تعريف : إن خاصية تولد قوة دافعة حثية في دارة ملف بتأثير تغير تيار دارة ملف آخر مجاور للأول نسميها الحث المتبادل ( Mutual Induction ) .

### حسابات الحث المتبادل :

لحساب الحث الذاتي ح لملف أخرج العلماء معادلة حساب الحث المتبادل

( ح متبادل ) بين ملفين بصيغتها الآتية :

$$\text{الحث المتبادل بين ملفين متجاورين} = \frac{\text{القوة الدافعة الحثية في الملف الأول}}{\left( \frac{\Delta T}{\Delta Z} \right) \text{الملف الثاني}}$$

بالرجوع إلى الشكل اعلاه يتبين لنا أن النسبة  $\frac{\Delta T}{\Delta Z}$  في مقام معادلة خاصة بالملف الذي يسري فيه

تيار البطارية ، وأن  $\mathcal{E}$  الحثية في بسط المعادلة الخاصة بالملف الذي يتولد فيه التيار الحثي . يعني هذا أن الطرف الأيسر من المعادلة يجمع حسابين منفصلين عن الملفين ، فهذا يتحدث الطرف الأيمن عن خاصية متبادلة بين الملفين .

$$\text{الحث المتبادل بين الملفين المتجاورين} = \frac{\text{القوة الدافعة الحثية في الملف الثاني}}{\left( \frac{\Delta T}{\Delta Z} \right) \text{الملف الأول}}$$

بكتابة المعادلتين بالرموز نحصل على :

$$\mathcal{E} \text{ (متبادل)} = \frac{\mathcal{E} \text{ (الأول)}}{\left( \frac{\Delta T}{\Delta Z} \right) \text{الثاني}}$$



$$C \text{ (متبادل)} = \frac{Q_d \text{ (الثاني)}}{\left(\frac{\Delta t}{\Delta z}\right) \text{ الأول}}$$

وتكون وحدة الحث المتبادل ح متبادل هي هنري (كيف عرفنا ذلك؟؟)

مثال على حساب الحث المتبادل بين ملفين :

في شكل السابق عند إغلاق دارة البطارية أو وصل تيارها إلى قيمته العظمى 1.5 أمبير في زمن  $4 \times 10^{-3}$  ثانية (بسبب الحث الذاتي للملف في الدارة) .

إذا كان معامل الحث المتبادل بين الملفين 2 مللي هنري احسب متوسط القوة الدافعة الحثية في دارة الملف ب.

الحل :

بالضرب التبادلي ينتج أن :

$$Q_d = C \text{ متبادل} \times \frac{\Delta t}{\Delta z}$$

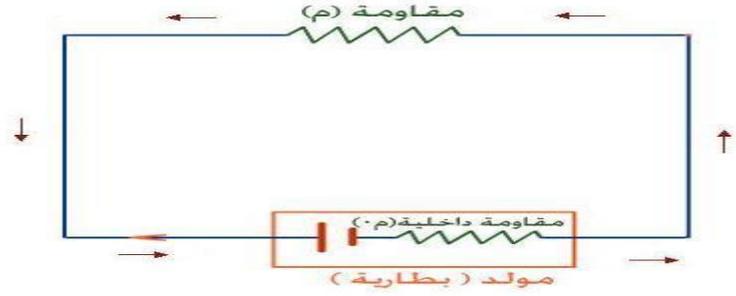
وبوضع القيم في الطرف الأيسر في المعادلة ينتج أن :

$$Q_d = (2 \times 10^{-3} \text{ هنري}) \times \frac{1.5 \text{ أمبير}}{4 \times 10^{-3} \text{ ث}} = 0.75 \text{ فولت}$$

لاحظ اهمالنا لإشارة السالب عند حساباتنا .

دارة كهربائية تحتوي محث ومقاومة

هي الدارة التي تحتوي على ملف حلزوني يتولد فيه تيار حثي ذاتي يحول دون نمو التيار أو تلاشيهِ فجأة بل ينمو ويتلاشى تدريجياً مع الزمن.



\*لحساب معدل نمو التيار في دائرة ( محث ومقاومة ) نستخدم المعادلة التالية:

$$\frac{\Delta t}{\Delta z} = \frac{Q_d}{C} - \frac{t_m}{C}$$

ت: التيار يقاس بالامبير

ق د: قوة دافعة للبطارية.

ح : معامل الحث الذاتي

ت م : التيار عندما يصل لقيمته العظمى.

\*لحظة غلق الدائرة التيار يساوي صفر وعندئذ يكون معدل نمو التيار اكبر ما يمكن.

\*بعد مرور فترة زمنية كافية يصل التيار لقيمته العظمى.

ملاحظات

1- القيمة العظمى للتيار لا تعتمد على محاثة المحث بل تعتمد فقط على:

أ- المقاومة المكافئة للدائرة      ب - القوة الدافعة الكهربائية للمصدر.



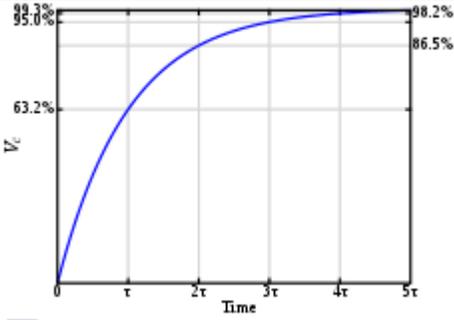
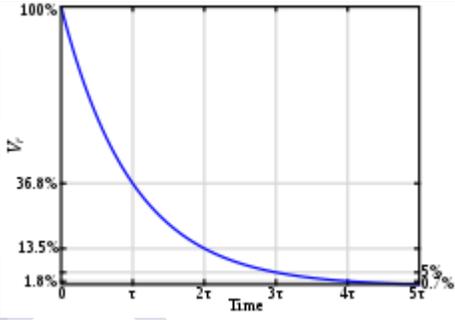
2- لحظة فتح الدارة يتلاشى التيار تدريجياً أي أنه يحتاج فترة زمنية حتى ينقطع تماماً وتعتمد هذه الفترة على محاثة المحث.

3- يخزن المحث الطاقة على شكل طاقة مغناطيسية لذلك يعد المحث مغناطيساً كهربائياً.

4- تعتمد الطاقة المخزنة في المحث على محاثة المحث ومربع شدة التيار.

5- لحظة فتح دائرة ( محث ومقاومة ) تتحول الطاقة المغناطيسية في المحث إلى قوة دافعة حثية ( طردية ) تعمل على إعاقة تلاشي

التيار الأصلي وتظهر هذه الطاقة على شكل شرارة كهربائية بين طرفي الدارة.

	
لحظة اغلاق الدارة	لحظة اغلاق الدارة
ت=صفر	ت <sub>ع</sub> =(ق/د/م)
$\Delta t / \Delta z = (ق/د/ح)$	$\Delta t / \Delta z = \text{صفر}$



## الطاقة المغناطيسية المختزنة في محث ح :

نعود إلى الشكل اعلاه . عند غلق المفتاح تدفع البطارية بتيارها في مكونات الدارة . يجد التيار خلال اندفاعه نوعين من المقاومة :

الأول : المقاومة الأومية له ويجدها في المقاوم ( م ) . يصح لهذه المقاومة قانون أوم ج = ت × م .

الثانية : المقاومة لنموّه ويجدها في المحث (ح) الذي يملك خاصية الحث الذاتي (لاحظ أن التيار تبدأ قيمته من الصفر عند إغلاق

المفتاح لتصل إلى قيمة عظمى بعد زمن متراخي .

الآن بضرب طرفي المعادلة بالحدود الثلاثة ح × ت × Δ ز معاً ينتج أن :

$$ح \times ت \times \Delta ز = ق د \times ت \times \Delta ز . ت \times م \times \Delta ز$$

وبإعادة الترتيب ينتج أن :

$$ق د \times ت \times \Delta ز = ت \times 2 م \times \Delta ز + ح \times ت \times \Delta ت$$

وهي معادلة تصف كيف تتغير قيمة تيار الدارة خلال الزمن Δ ز .

إنّ قراءة للمعادلة السابقة تقول أنّ الحد الثاني ت × 2 م × Δ ز فيها هو الطاقة الكهربائية المستنفذة (على شكل حرارة) في المقاوم (

م ) خلال الفترة الزمنية Δ ز . أما الحد الأول ق د × ت × Δ ز فيها فهو الطاقة الكهربائية التي أنتجتها البطارية لدفع التيار في الدارة .

لا نشك الآن بأن الدارس سيقراً الحد الثالث على أن الطاقة المغناطيسية المستنفذة في المحث والتي أنشأها تيار الدارة. يُمكننا إذن أن

نكتب :

$$\Delta ط (المغناطيسية) = ح \times ت \times \Delta ت$$

حيث Δ ط هو المقدار من الطاقة الكهربائية التي خزنها التيار في المحث على شكل طاقة مغناطيسية عندما تغيرت شدة التيار

بمقدار Δ ت أمبير في لفات المَحْث .

نعلم من حسابات التكامل أن الطاقة الكلية المختزنة في المَحْث خلال نمو التيار فيه بدءاً من الصفر إلى أكبر قيمة لهتعظمى يمكن

حسابها من المعادلة السابقة، تقول الحسابات أن :

$$\Delta ط (المحّث) = \frac{1}{2} \times ح \times (ت عظمى)^2$$



## الفيزياء الحديثة

### فيزياء الكم

أنت نظرية الكم في بدايات القرن العشرين مثل النظرية النسبية لحل إشكاليات لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها، ويمكن تلخيص هذه الإشكاليات في ما يلي:

عدم التناسق بين التصور الموضوع حينها لشكل الذرة، حيث كان يتم إعتبارها كمجموعة من النواة في الوسط ودوران الإلكترونات حولها. غير أنه وبإغفال الشحنات الكهربائية التي تتحول نتيجة الدوران السريع للإلكترونات إلى طاقة كهرومغناطيسية تبتد طاقة الإلكترونات مما يجعلها تصطدم بالنواة في جزء من الثانية لنفاذ طاقتها مما يؤدي إلى إنهيار الذرة، وهذا غير واقعي لذا جاءت الحاجة لنظرية جديدة تعطي نموذجاً آخر لتكوين الذرة.

تعتبر النظرية الكلاسيكية أيضاً أن ألوان الطيف الذري يجب أن تغطي جميع الأطوال الموجية بنفس الشدة، لكن لاحظ الفيزيائيون أن النتائج التجريبية تناقض ذلك بشدة حيث تصدر الذرات المختلفة أطياً (موجات ضوئية) لها أطوال موجية خاصة ومحددة جداً. تنشأ مشكلة أخرى عندما نتأمل إشكالية الجسم الأسود" وهو جسم يمتص كامل الإشعاع الساقط عليه ليعيد إصداره بالكامل مرة أخرى" حيث فشلت كل المحاولات المستندة إلى الفيزياء الإحصائية التقليدية في تفسير منحنى إشعاع الجسم الأسود خصوصاً عند الترددات العالية وهذا ما عرف لاحقاً باسم الكارثة فوق البنفسجية وبهذا ظهر للعلماء أن قوانين الديناميكا الحرارية أصبحت عاجزة عن تفسير هذه الظاهرة.

في عام 1900 اقترح ماكس بلانك حل لتفسير هذه الظاهرة بفكرة ثورية فقد افترض أن الموجات الكهرومغناطيسية لاتصدر بشكل مستمر متصل بل على شكل كميات متقطعة سميت كمات حيث يعتبر الكم أصغر مقدار معين من الطاقة يمكن تبادله بين الأجسام وفق تردد معين وترتبط طاقة الكم بتردد الإشعاع المرافق له:



ط = ه \* ت

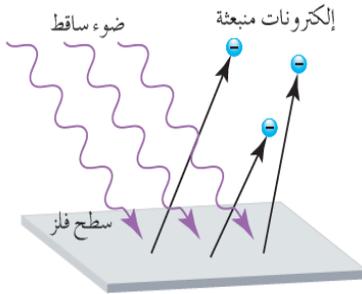
حيث ان:

ط: عن طاقة الاساسية للفوتون الساقط (جول)

ت: عن تردد الإشعاع (1/ث) (هيرتز)

ه ثابت أصبح يدعى بثابت بلانك. (6,6 \* 10<sup>-34</sup> اس - (جول.ث)

### الظاهرة الكهروضوئية



وجد تجريبيا على ان سقوط ضوء على اسطح فلزات معينة تتبعث الالكترونات من اسطح

تلك الفلزات وقد سميت هذه الظاهرة الكهروضوئية .

### تجربة لينارد :

اول من درس الظاهرة الكهروضوئية العالم لينارد ،

• لاحظ ان سقوط ضوء فوق بنفسجي على الباعث ينحرف مؤشر الميكروأميتر مما يدل على سريان تيار كهربائي بين اللوحين

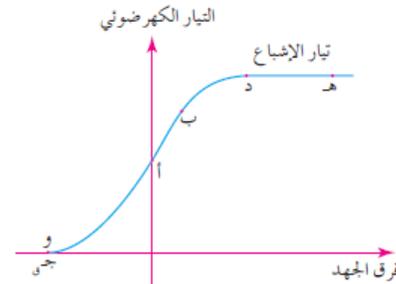
• منشؤه الالكترونات المنبعثة من الباعث والمتجه نحو الجامعويسمى تيارا كهروضوئيا .

• مع زيادة فرق الجهد الموجب يزداد التيار الكهروضوئي الى ان يصل الى قيمة

معينة يثبت عندها انظر النقطة د في الشكل ويسمى تيار الاشباع.

ويعرف تيار الاشباع : هو التيار الكهروضوئي الناتج من حركة الالكترونات الضوئية

جميعها المتحررة من المهبط والواصلة الى المصعد .



• بعد ذلك قام لينارد بعكس اقطاب البطارية كي ينشأ مجال كهربائي يعاكس حركة الالكترونات وبدأ بمقدار صغير لفرق الجهد .

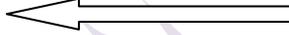


- بدأ بزيادة فرق الجهد تدريجياً فلاحظ ان قراءة الميكروميتر تتناقص تدريجياً الى ان تصبح صفر .
- عندما يصبح فرق الجهد بين اللوحين كافياً لايقاف الالكترونات وتصبح قراءة الميكروميتر صفراً يسمى هذا المقدار جهد الايقاق

او جهد القطع : (وهو اقل فرق جهد عكسي يلزم لجعل التيار الكهروضوئي صفراً).

$$\Delta \text{ ج ق ع ط ح عظمى } = \text{ ش }$$

وبما أن ط = ش ج



من وجهة نظر ميكانيكا الكم فإن الشعاع الضوئي ذو الترددات يحتوي على عدد من الفوتونات طاقة كل فوتون هي  $h\nu$  يتعامل كل فوتون مع إلكترون مرتبط بسطح المعدن فإذا كانت طاقة الفوتون هذه اكبر من طاقة ربط الإلكترون بالمعدن فإنه يتحرر من سطح المعدن وباقي طاقة الفوتون يكتسبها الإلكترون المتحرر على شكل طاقة حركة تمكنه من الوصول إلى الكاثود

بناء على ما سبق يمكن تفسير نتائج التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية علانحو التالي:

#### \*نتيجة\*

توضح المعادلة التالية مفهوم الطاقة المتبادلة بين الفوتون والإلكترون الذي يعطي التيار الكهروضوئي.

$$h\nu = \phi + \frac{1}{2}mv^2$$

حيث يمثل الطرف الأيسر من المعادلة الطاقة التي يحملها الفوتون الساقط على سطح المعدن والتي يكتسبها الإلكترون المرتبط بسطح المعدن. يتحرر الإلكترون الأقل ارتباطاً بسطح المعدن مكتسباً طاقة حركية  $K$ . أما الطرف الأيمن من المعادلة يعطي طاقة الإلكترون التي يكتسبها من الفوتون على صورة طاقة حركية وطاقة ربط. ويعبر عن طاقة ربط الإلكترون بسطح المعدن بالرمز  $\phi$  والذي يعرف على انه دالة الشغل والتي تعرف على إنها اقل طاقة للاشعة الساقطة تلزم لانتراع الالكترونات من سطح الفز دون اكسابها طاقة حركية. وتعتمد دالة الشغل على نوع المعدن.

$$\phi = h\nu_0$$

وهذا يعني ان الطاقة المنبعثة تكون كمها مثلها مثل الشحنة أي من مضاعفات المقدار  $h\nu_0$ .

ويمكن كتابة المعادلة السابقة على الصورة التالية:

$$h\nu = \phi + \frac{1}{2}mv^2$$



- تردد الضوء (تد) يتناسب عكسيا مع الطول الموجي ( $\lambda$ ) ، حسب العلاقة التالية :

$$\boxed{\frac{تد}{\lambda}} \longleftarrow \boxed{\frac{س}{تد} = \lambda}$$

س : سرعة الضوء بالفراغ ، ( $س = 3 \times 10^8$  م / ث ) .

ولهذا فإن تردد الأشعة الكهرومغناطيسية للحصول على تيار كهربى يجب أن يكون طاقته اكبر من دالة الشغل.

ويعرف تردد العتبة (ت0) : اقل تردد للضوء يلزم لتحرير الكترونات من سطح فلز .

سؤال : ماذا يعني ان تردد العتبة للصدويوم =  $5.2 \times 10^{14}$  هيرتز ؟

هذا يعني انه اذا سقط على سطح الصدويوم ضوء تردده اقل من المقدار ( $5.2 \times 10^{14}$ ) فلن تنبعث الالكترونات .



مقارنة بين الفيزياء الكلاسيكية وتفسير أينشتين للظاهرة الكهروضوئية :

الفيزياء الكلاسيكية	تفسير أينشتين
<p>عند زيادة شدة الضوء الساقط يزداد معدل امتصاص الالكترونات للطاقة ، وبالتالي تزداد الطاقة الحركية للالكترونات وهذا ما نقضته نتائج التجربة ، اذ تبين ان الطاقة الحركية العظمى تعتمد على تردد الضوء الساقط ولا تعتمد على شدته.</p> <p><u>زيادة شدة الضوء ينتج زيادة الطاقة الحركية العظمى</u></p>	<p>زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات وعدد الالكترونات المتحررة يزداد فيزداد التيار الكهربائي ويزداد تيار الاشباع ، الا ان الطاقة الحركية العظمى لا تتغير ، بسبب عدم تغير جهد القطع عند ثبات تردد الضوء الساقط.</p> <p><u>زيادة شدة الضوء ينتج زيادة تيار الاشباع</u></p>
<p>وفقا للفيزياء الكلاسيكية من المتوقع ان يحتاج الالكترون الى بعض الوقت لامتصاص الطاقة الكافية وتجميعها ليحرر من الفلز ، الا ان التجربة اثبتت ان الالكترونات تنبعث فور سقوط الضوء على الفلز .</p> <p><u>الالكترون يحتاج الى وقت لتجميع الطاقة ليحرر من سطح الفلز</u></p>	<p>فسر أينشتين الانبعاث الفوري للالكترونات الضوئية بانه اذا كانت طاقة اكبر من اقتران الشغل للفلز ، فان الالكترون يتحرر وينبعث ممتلكا طاقة حركية فور سقوط الفوتون.</p> <p><u>الالكترون يتحرر فورا من سطح الفلز اذا امتلك الطاقة الحركية.</u></p>
<p>وفقا للفيزياء الكلاسيكية ، فمن المتوقع عند سقوط ضوء ذي شدة عالية على فلز ان تحرر من الالكترونات ، بغض النظر عن تردد الضوء الساقط عليه وهذا لا يتفق مع التجربة ، اذ تبين انه لا تتحرر الالكترونات من الفلز اذا كان تردد الضوء الساقط اقل من تردد العتبة لهذا الفلز.</p> <p><u>تحرر الالكترون من سطح الفلز يعتمد على شدة الضوء.</u></p>	<p>وفق معادلة أينشتين فان اقل طاقة يمتلكها فوتون تلزم لتحرير الالكترون من سطح فلز يجب ان تساوي اقتران الشغل للفلز ، لذا فلن تحرر الالكترونات من سطح الفلز اذا كان تردد الضوء الساقط اقل من تردد العتبة للفلز .</p> <p><u>تحرر الالكترون من سطح الفلز يعتمد على تردد الضوء الساقط.</u></p>



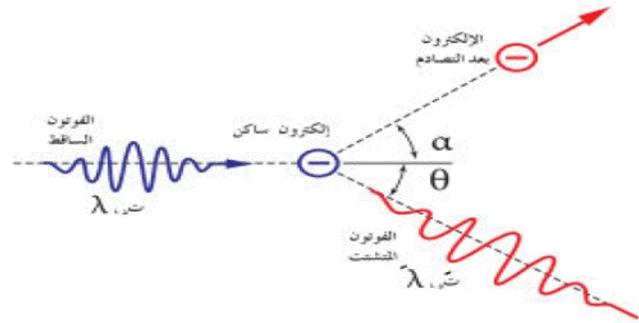
## ظاهرة كومبتون

تمكن كومبتون من اثبات ان التصادم بين الفوتون الالكترون يخضع للقوانين ذاتها التي تنطبق على التصادم التام المرنة بين الاجسام المادية ، فقام بتجربته على الاشعة السينية عند سقوطها على هدف من الغرافيت فكما تلاحظ من الشكل فإن:

طاقة الفوتون الساقط = طاقة الفوتون المتشتت + طاقة الحركة للالكترون

$$h\nu = h\nu' + K$$

أي: ظاهرة تشتت الاشعة السينية عند سقوطها على هدف من الغرافيت



ولكن كومبتون واجه مشكلة في التحقق من قانون حفظ الزخم في هذا التصادم ، فالزخم صفة للجسيمات ، والعلاقة الكلاسيكية (  $x = K$  ) تتضمن كتلة الجسيم والفوتون ليس له كتلة ، وللاجابة على ذلك استعان كومبتون بمعادلات آينشتاين في النسبية ، حيث حسب الزخم للفوتون من خلال العلاقة :

$$x = \frac{h}{\lambda}$$

خ: الزخم ويقاس بوحدة كغم.م/ث



نجاح النموذج الجسيمي للضوء بتفسير:

- الظاهرة الكهروضوئية

- ظاهرة كومبتون

نجاح النموذج الموجي للضوء بتفسير:

- الظاهرة التداخل

- ظاهرة الحيود

افتراض دي برولي هو اختراع المجهر الإلكتروني، حيث تتصرف الإلكترونات فيه كما لو كانت أشعة ضوء، تنكسر أشعته داخل الميكروسكوب بوساطة مجالات كهربائية ومغناطيسية، تماما كما تنكسر أشعة الضوء في المجهر العادي، والميكروسكوب الإلكتروني يفوق المجهر العادي في التكبير، نظراً لأن الإلكترون بخاصته الموجية يتميز بطول موجة قصيرة، أقصر من طول موجة الضوء.

- وقد تبين أن افتراض دي برولي بازدواجية طبيعة الإلكترون الموجية الجسيمية) ازدواجية موجة-جسيم (ينطبق أيضا علي جميع الجسيمات التي هي في حجم الذرة وما دونها، مثل بروتون والنيوترون وغيرها.
- صاغ دي بروي العلاقة بين كتلة الجسيم الأولي وطول الموجة المقترنة به بالعلاقة:

$$\lambda = h/mv$$

حيث:

λ: طول الموجة متر

h ثابت بلانك) جول.ثانية

وK: كتلة الجسيم جرام

وع: سرعة الجسيم متر في الثانية



أي أن طول الموجة المقترنة بالجسيم تقصر بزيادة سرعته، كما تقصر بزيادة كتلته.

زخم الفوتون يعطى بالعلاقة  $\lambda = \frac{h}{\epsilon}$

زخم الجسيم المادي يعطى بالعلاقة  $\lambda = \frac{h}{mv}$

ومنه  $\lambda = \frac{h}{mv}$

سؤال أ- احسب طول موجة فوتون طاقته 4 الكترون فولت:

ب- ما طول موجة دي بروي لالالكترون طاقته الحركية 4 الكترون فولت:

ج- ما زخم فوتون طول موجته  $1,4 \times 10^{-6}$  م:

Handwritten solutions for the three questions:

أ-  $\epsilon = 4 \text{ eV} = 4 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ جول}$   
 $\lambda = \frac{h}{\epsilon} = \frac{6,6 \times 10^{-34}}{6,4 \times 10^{-19}} = 1,03 \times 10^{-6} \text{ م}$

ب-  $\epsilon = 4 \text{ eV} = 4 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ جول}$   
 $\frac{1}{2}mv^2 = \epsilon \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\epsilon}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 6,4 \times 10^{-19}}{9,1 \times 10^{-31}}} = 1,19 \times 10^6 \text{ م/ث}$   
 $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,6 \times 10^{-34}}{9,1 \times 10^{-31} \times 1,19 \times 10^6} = 6,2 \times 10^{-7} \text{ م}$

ج-  $\lambda = 1,4 \times 10^{-6} \text{ م}$   
 $\epsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1,4 \times 10^{-6}} = 1,41 \times 10^{-19} \text{ جول}$



## الاطياف الذرية

عند دراسة الغازات ذات الضغط المنخفض في انابيب التفريغ الكهربائي لوحظ ما يلي :

- 1- طيف الانبعاث الخطي : لوحظ انبعاث اشعاع من الغازات ذات الضغط المنخفض في انابيب التفريغ الكهربائي حيث يظهر خطوط ملونة على خلفية سوداء ، ويكون لهذا الخطوط اطوال موجية محددة ( حيث تبين ان لكل عنصر طيف انبعاث خاص فيه ) .
- 2- طيف الامتصاص الخطي : عند تحليل الضوء الأبيض بعد مروره عبر غاز العنصر نحصل على ما يسمى بطيف الامتصاص الخطي ( حيث تبين ايضا ان لكل عنصر طيف امتصاص خاص فيه ) .

وعند دراسة طيف ذرة الهيدروجين ظهر اربعة خطوط ملونة في منطقة الضوء المرئي فكانت ( 656.3 ، 486.1 ، 434.1 ، 410.2 ) nm ، حيث تأمل العالم ( بالمر ) هذه الارقام ولاحظ انها تتغير وفق نمط معين ، وتوصل الى معادلة تعطي هذه الارقام الموجية ، سميت بمتسلسلة بالمر ، وهي :

$$R = \frac{1}{\lambda} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

حيث  $n = 3, 4, 5, 6, \dots$

R: ثابت ريديبيرغ (  $R = 1.097 \times 10^7 \text{ م}^{-1}$  ) .

وقد دلت التجارب بعد ذلك على وجود متسلسلات أخرى لطيف ذرة الهيدروجين في منطقة الطيف غير المرئي ، وكل متسلسلة يمكن

التعبير عنها بعلاقة رياضية تشبه معادلة بالمر .

متسلسلة ليمان :  $R = \frac{1}{\lambda} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  ،  $n = 2, 3, 4, \dots$



متسلسلة باشن :  $R = \frac{1}{\lambda} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{23} \right)$  ،  $n = 4, 5, 6, \dots$

متسلسلة براكيت :  $R = \frac{1}{\lambda} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{24} \right)$  ،  $n = 5, 6, 7, \dots$

متسلسلة فوند :  $R = \frac{1}{\lambda} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{25} \right)$  ،  $n = 6, 7, 8, \dots$

تصورات العلماء عن تركيب الذرة :

• نموذج رذرفورد ، افترض ان الذرة تتركب من :

أ - نواة موجبة تتركز فيها كتلة الذرة .

ب- الكتلونات سالبة تدور حول النواة في مدارات تشبه مدارات الكواكب حول الشمس.

\* المشاكل التي واجهها :

أ- الالكترون الذي يدور حول النواة يمتلك تسارعا مركزيا ، ووفقا للنظرية الكهرومغناطيسية فإن الشحنات المتسارعة تشع

موجات كهرومغناطيسية على نحو مستمر ، لذلك فمن المتوقع وفقا لهذا النموذج ان يكون الطيف متصلا وليس خطيا .

ب- اشعاع الالكترون للموجات الكهرومغناطيسية يعني انه يفقد طاقة على نحو مستمر ، لذلك فإن نصف مدار الالكترون سوف

يتناقص تدريجيا الى ان يصطدم بالنواة .

• نموذج بور ، افترض ما يلي :

أ- بتحريك الالكترون في مدارات دائرية بتأثير قوة الجذب الكهربائية بين الالكترون السالب والنواة الموجبة.

ب- يمتلك الالكترون طاقة محددة في المدار الموجود فيه ( مستوى طاقة ) ولا تتغير هذه الطاقة الى اذا انتقل الى مدار آخر (

مستوى طاقة آخر ) .



ج- يمكن ان ينتقل الالكترون من مستوى طاقة الى مستوى طاقة آخر ، حيث :

1- يشع طاقة على شكل فوتون ( اذا انتقل من مستوى طاقة عال الى مستوى طاقة منخفض ) .

2- يمتص طاقة ( اذا انتقل من مستوى طاقة منخفض الى مستوى طاقة عال او امتص فوتونا طاقتة تساوي فرق الطاقة

بين المستويين ) .

ويمكن حساب طاقة الفوتون المنبعث او الممتص من خلال العلاقة الآتية :

$$|E_0 - E_n| = h \nu$$

حيث :

( ط ) : طاقة المستوى الابتدائي . ( ط<sub>0</sub> ) : طاقة المستوى النهائي . ( هـ ت<sub>د</sub> ) : طاقة الفوتون .

د- يمتلك الالكترون الذي يدور حول النواة زخما زاويا

( الزخم الزاوي = ك ع نق ) ، ويكون لهذا الزخم "كم" محدد . فالمدارات المسموح للإلكترون أن يتواجد فيها هي التي يكون فيها الزخم الزاوي للإلكترون من مضاعفات  $(\frac{h}{2\pi})$  ، أي أن :

$$( ك ع نق = n \frac{h}{2\pi} ) . \quad n : ( \text{رقم المدار} ) = 1, 2, 3, \dots$$

\*\* يمكن حساب نصف قطر المدار ذي الرقم ( ن ) من العلاقة الآتية :

$$نق_n = 1.0 \times 10^{-10} \times n^2 = 0.29 \times n^2$$

• إذا ( ن = 1 ) فإن ( نق<sub>1</sub> = 1.0 × 10<sup>-10</sup> م ) وهو ما يعرف بنصف قطر بور ( نق<sub>1</sub> ) .

$$( نق_2 = 4 نق_1 ) == ( نق_3 = 9 نق_1 ) .$$



وقد تمكن بور تفسير الطيف الخطي ، اذ تشير الفرضية الثالثة الى ان الاشعاع الممتص او المنبعث يكون منفصلا وذا تردد محدد ويساوي فرق الطاقة بين المستويين اللذين ينتقل بينهما الالكترون ، ومن الفرضية الثالثة لبور :

$$ط - ط_0 = \text{ط فوتون}$$

$$|ط - ط_0| = \text{هـ ت}_0$$

$$\text{هـ ت}_0 = \frac{c}{\lambda} \quad , \quad \text{حيث } ( \text{ت}_0 = \frac{c}{\lambda} )$$

$$|ط - ط_0| = \frac{c}{\lambda}$$

• ويمكن حساب طول موجة الفوتون المنبعث أو الممتص حسب المعادلة :

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n} - \frac{1}{n_0} \right) \quad \text{ثابت ريديرغ} = 1,097 \times 10^7 \text{ م}^{-1}$$

- $n_0$  : المدار الابتدائي الذي انتقل منه الالكترون .
- $n$  : المدار النهائي الذي انتقل اليه الالكترون .

سؤال: الكترون في ذرة الهيدروجين في المدار الرابع ، فاحسب:

- 1- طاقة الالكترون .
- 2- نصف قطر مدار الالكترون.

$$1- \text{ط} = \frac{13,6}{n^2}$$

$$= \frac{13,6}{4^2}$$

$$= \frac{13,6}{16} \text{ جول}$$

$$2- \text{نق} = \text{نق}_0$$

$$= 0,529 \times 16^2$$

$$= 13,2736 \text{ م}$$

$$\approx 13,3 \text{ م}$$



## الفيزياء النووية

النواة وهي المحور الذي تدور حوله الفيزياء النووية ، هذا الجسيم المنتهي بالصغر ، دلت التجارب و الأبحاث على أن النواة هي عبارة عن جسيم مشحون كتلته أكبر بكثير من كتلة الإلكترونات التي هي عبارة جسيمات صغيرة تدور حول النواة بسرعة كبيرة ، وقد أثبتت التجارب على أن النواة تتكون من نوعين من الجسيمات هما : البروتونات والنيوترونات ، ولأن هذين النوعين من الجسيمات يتشابهان بشكل كبير فيطلق عليهما لفظ (النيوكلونات)

### خواص النواة:

#### 1- رقم الكتلة (A) MASS NUMBER

وهو عدد النيوكلونات في النواة ، أي عدد النيوترونات + عدد البروتونات ، ومن الجدير بالذكر أن عدد الكتلة يبقى ثابتاً في أي عملية نووية من النوع العادي (أي بدون تكون أصداد الجسيمات) ويسمى ذلك بقانون حفظ رقم الكتلة (Conservation of mass number ، ويكون رقم الكتلة مقدراً بوحدة الكتلة الذرية العالمية..)

#### 2- رقم شحنة النواة (Z) nucleus charge number

يتحدد رقم شحنة النواة بعدد البروتونات في النواة ، كما أن رقم الشحنة يحدد عدد الإلكترونات ، الذي يحدد ترتيب العنصر في جدول العناصر ، كما أن رقم الشحنة يحدد الخصائص الكيميائية للعنصر ، وإذا علمنا رقم الكتلة لنواة عنصر معين ورقم الشحنة فإننا نستطيع أن نستنتج عدد النيوترونات (N) عن طريق المعادلة التالية:

$$N=A-Z$$

ويطلق على العناصر التي أنويتها متساوية في عدد الشحنة (Z) بالنظائر أو الأيزوتوبات ، كما يطلق على العناصر التي أنويتها متساوية في عدد الكتلة (A) بالمكثاتلات أو الأيزوبارات ، كما يطلق على العناصر التي أنويتها متساوية في عدد النيوترونات (N) بالأيزوتوبات.



## النظائر Isotopes

تختلف العناصر فيما بينها في العدد الذري ( عدد البروتونات ) إلا أن هنالك عناصر تتشابه في العدد الذري وتختلف فيما بينها في العدد الكتلي وتعرف هذه العناصر بالنظائر . وذلك لاختلاف عدد النيوترونات .

وتعني كلمة نظير ( المكان نفسه ) أي أن لها نفس المكان في الجدول الدوري ، إذ أنها لا تختلف فيما بينها في العدد الذري .

وعادةً ما يتم التعبير عن النظائر بدلالة كتلتها الذرية ، لأن أعدادها الذرية ثابتة .

## مثال 1 :

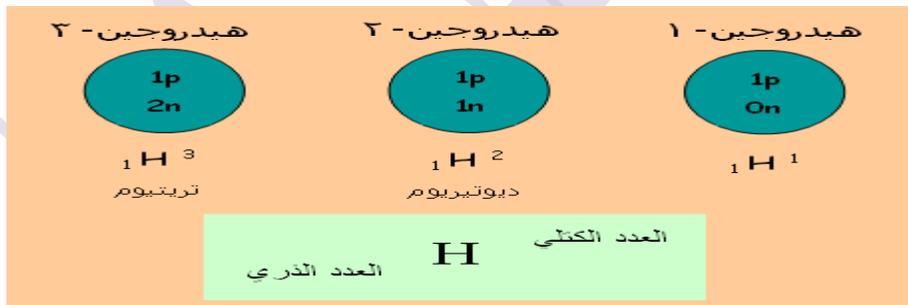
للهيدروجين ( العدد الذري للهيدروجين = 1 ) ثلاثة نظائر مشهورة ، تشترك جميعها في احتوائها على نفس العدد من البروتونات (العدد الذري) . وتختلف فيما بينها في عدد النيوترونات (العدد الكتلي) .

يسمى كل نظير نسبة إلى عدده الكتلي :

- يسمى النظير الأول للهيدروجين ( هيدروجين - 1 ) .

- يسمى النظير الثاني للهيدروجين ( هيدروجين - 2 ) أو الديوتيريوم .

- يسمى النظير الثالث للهيدروجين ( هيدروجين - 3 ) أو التريتيوم .



## شكل النواة : كروي

نصف قطر النواة :  $\text{نق} = \text{نق} \cdot A^{1/3}$  ،  $\text{نق} = 1.2 \times 10^{-15} \text{ م}$  للعناصر الخفيفة ، نلاحظ أن نصف قطر نواة أي

$$\text{الكثافة } \rho = \frac{\text{كتلة النواة}}{\text{حجم النواة}} = \frac{Z \cdot m_p + N \cdot m_n}{\frac{4}{3} \pi \text{نق}^3}$$

كثافة النواة  $\approx$  كثافة النوى = كثافة البروتون  $\times Z$  + كثافة النيوترون  $\times N$

عنصر يتناسب طردياً مع الجذر التكعيبي لعددها الكتلي A  
حجم النواة يتناسب طردياً مع العدد الكتلي A  
كثافة النواة تقريباً  $\approx$  كثافة البروتون  $\times A$  ، كثافة النيوترون  $\times A$   
كثافة النوى متساوية (ثابتة) تقريباً



• افترض رذرفورد أن النواة كروية لا يتجاوز نصف قطرها  $10^{-14}$  م .

• يمكن حساب نصف قطر نواة أي عنصر باستخدام المعادلة التالية :

$$R = r_0 A^{1/3}$$

نق : نصف قطر النواة المراد حسابه .

نق : ثابت =  $1.2 \times 10^{-15}$  م . A : العدد الكتلي للمادة .

## القوة النووية

• **القوة النووية :** هي قوة تجاذب تنشأ بين النيوكليونات جميعها بغض النظر عن شحناتها .

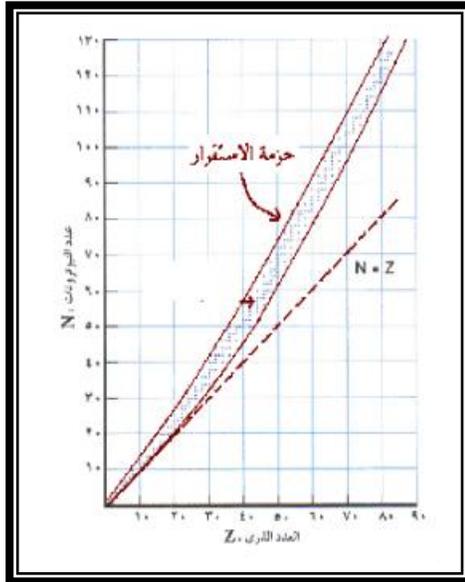
**إذا كانت :**

\* القوة النووية ( تجاذب ) < القوة الكهربائية ( تنافر ) ← النواة مستقرة .

\* القوة النووية ( تجاذب ) > القوة الكهربائية ( تنافر ) ← النواة غير مستقرة .

• تنشأ القوة النووية بين : **( بروتون - بروتون ) ( بروتون - نيوترون ) ( نيوترون - نيوترون ) .**

• من خصائص القوة النووية المهمة أنها قصيرة المدى .



• **تصنف النواة إلى :**

( ٢ ) نواة غير مستقرة .

( ١ ) نواة مستقرة .

↳ **الأنوية المستقرة :**

يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين البروتونات والنيوترونات

للأنوية المستقرة .

• تقسم الأنوية من حيث الكتلة إلى :

( أ ) **أنوية خفيفة :** وهي الأنوية التي يتساوى فيها عدد البوتونات

مع النيوترونات مثل  $^{16}_8\text{O}$  ،  $^{12}_6\text{C}$  .

( ب ) **الأنوية المتوسطة :** وهي الأنوية الأكثر استقراراً

والتي يكون عددها الكتلي تقريباً مساوياً ٦٠ مثل النيكل  $^{60}_{28}\text{Ni}$

( ج ) **الأنوية الثقيلة :** وهي الأنوية التي يكون فيها عدد النيوترونات أكبر بكثير من عدد البروتونات مثل

اليورانيوم  $^{235}_{92}\text{U}$  .



## طاقة الربط النووية

وهي الطاقة الخارجية التي يجب ان تزود بها النواه لفصل مكوناتها.

$$\text{ط:ربط} = \Delta K = 931,5 \times \text{مليون إلكترون فولت}$$

ة (Δ ك) : لايجاد التغير في الكتلة

حيث ان Z : عدد البروتونات.

ك<sub>p</sub> : كتلة البروتون (وهي قيمة ثابتة)

N : عدد النيوترونات

ك<sub>n</sub> : كتلة النيوترون (وهي قيمة ثابتة).

$$\Delta K = (Z K_p + N K_n) - K_{\text{نواة}}$$

ط ربط = Δك \* س<sup>2</sup> (سرعة الضوء)، إذا اعطيت الكتلة بكغم.

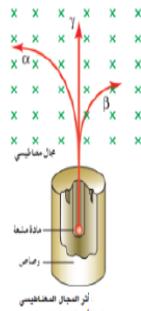
ط (النيوكليون الواحد) = ط ربط / A

## النشاط الإشعاعي:

النشاط الإشعاعي تفتت طبيعي تلقائي تتحول خلاله نواة مشعة غير مستقرة إلى نواة أخرى أكثر استقرارا ببعث دقائق. نميز ثلاثة أنواع كبرى من الأنشطة الإشعاعية تنتج كميات هائلة من الطاقة

(اضمحلال النواة: هي عملية تحول نوى غير مستقرة، إلى نوى مستقرة ذات كتلة اقل وطاقة ربط اعلى ويصاحب هذا التحول انبعاث اشعاع (α، β، γ))

(النشاط الإشعاعي الطبيعي: هو نتاج عملية اضمحلال لنوى غير مستقرة. ويحدث بشكل تلقائي بدون مؤثر خارجي، وقد تمر النواة بسلسلة من التحولات قبل أن تصل إلى حالة الاستقرار.



(أنواع الإشعاع النووي المنبعث من ظاهرة النشاط الإشعاعي :

أ) اشعة ألفا (α)

ب) اشعة بيتا (β)

ج) اشعة غاما (γ)

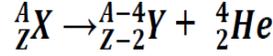
(كيف يتم التمييز بين أنواع الإشعاعات (α، β، γ)؟ باستخدام مجال مغناطيسي، حيث تسلك كل منها مسار مختلف عند مرورها في مجال مغناطيسي منتظم عمودي على الصفحة للداخل

٤٤) كيف يتم الكشف عن اشعاعات النووية (α، β، γ)؟ باستخدام جهاز يسمى عداد غايغر



## اضمحلال الفا

اضمحلال الفا : هو تحول نواة غير مستقرة الى نواة مستقرة مطلقة جسيمات الفا



اكتب معادلة نووية تمثل اضمحلال الفا بالرموز ؟

ما هو التغير الذي يطرأ على النواة التي تبعث جسيم الفا هو :  
(أ) ينقص العدد الذري Z بمقدار 2  
(ب) ينقص العدد الكتلي A بمقدار 4

في اضمحلال الفا فان سرعة جسيم الفا الى سرعة النواة الناتجة تعطى بالعلاقة التالية :

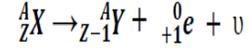
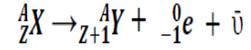
$$\frac{v_{\alpha}}{v_{n}} = \frac{M_{n}}{M_{\alpha}}$$

في اضمحلال ألفا فان :

(أ) جسيم ألفا والنواة الجديدة تتحركان باتجاهين متعاكسين .  
(ب) سرعة وطاقة حركة ألفا اكبر من النواة الجديدة .

## اضمحلال بيتا

اضمحلال بيتا : هو تحول نواة غير مستقرة الى نواة مستقرة مطلقة جسيمات بيتا



(المعادلة النووية لعملية اضمحلال بيتا :

(أ) اضمحلال بيتا السالبة ( الكثران ) يحدث للنوى التي تقع فوق منحنى الاستقرار  
(ب) اضمحلال بيتا الموجبة ( بوزترون ) يحدث للنوى التي تقع تحت منحنى الاستقرار

## اضمحلال غاما

٨٠) كيف تفسر انبعاث اشعة غاما ؟

عندما تبعث نواة جسيم الفا او بيتا فان النواة الناتجة تكون غالبا في مستوى الإثارة غير مستقرة ( طاقة زائدة ) فتبعث النواة اشعة غاما لتتخلص من الطاقة الزائدة وتنقل الى مستوى الاستقرار . وهذا يماثل انتقال الالكترون من مستوى عال الى مستوى منخفض في الذرة كي تستقر

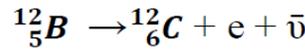
(٨١) ش ٢٠٠٨ يمثل الشكل المجاور اشعاع نواة البورون لجسيم بيتا بطريقتين الى نواة الكربون معتمدا على الشكل اجب عما يلي:

أ اكتب معادلة موزونة لاشعاع ذرة البورون وتحولها مباشرة لنواة الكربون بالطريقة الاولى

ب.فسر انبعاث اشعة غاما بالطريقة الثانية ؟

ج.ما مقدار طاقة كل من ( جسيم بيتا واشعة غاما ) في الطريقة الثانية

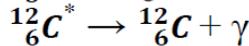
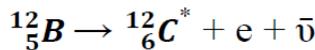
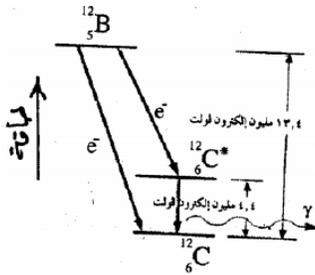
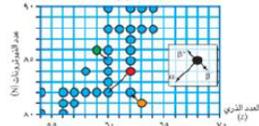
الحل : ١- مقدار الطاقة ١٣,٤ مليون إلكترون فولت والمعادلة هي :  
أ-



ب- تكون النواة التي تبعث باشعة بيتا غير مستقرة ( لها طاقة زائدة ) فتبعث باشعة غاما لتتخلص من الطاقة الزائدة لتصل لمستوى الاستقرار .

ج- طاقة بيتا = ١٣,٤ - ٤,٤ = ٩ مليون إلكترون فولت

طاقة غاما = ٤,٤ مليون إلكترون فولت





يحسب عدد الفا من حفظ العدد الكتلي

يحسب عدد الفا من حفظ العدد الذري

في مسائل الطاقة في التفاعلات النووية :  
نون حساب طاقة التفاعل الممتصة او الناتجة ( الطاقة الحركية للتفاعل)

$$\Delta = (Q) \text{ ك}$$

(طرح) النواتج - (طرح) المتفاعلات = كتلة المتفاعلات - كتلة النواتج

ملاحظات عند استخدام قانون الطاقة ( Q ) :

- اذا كانت ( Q ) او  $\Delta$  ك : + ، فان الطاقة الحركية للنواتج < الطاقة الحركية للمتفاعلات فان التفاعل منتج للطاقة
- اذا كانت ( Q ) او  $\Delta$  ك : - ، الطاقة الحركية للنواتج > الطاقة الحركية للمتفاعلات فان التفاعل ماص للطاقة ، ويشترط لحدوث التفاعل ان تكون الطاقة الحركية للذخيرة اكبر من ( Q )

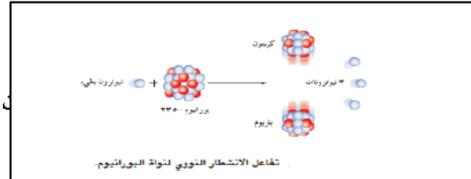
كيف يمكن ان تحكم على تفاعل نووي بأنه ممكن الحدوث ام لا ؟ من حساب قيمة Q والنظر الى اثارها فاذا كانت :

- موجبة : فهذا يعني ان التفاعل يحدث وينتج طاقة. وبالتالي مجموع الطاقة الحركية للنوى الناتجة اكبر من مجموع الطاقة الحركية للنوى المتفاعلة
- سالبة : فهذا يعني انه لحدوث التفاعل يجب ان يمتص طاقة. ويشترط لحدوث التفاعل ان تكون الطاقة الحركية للذخيرة اكبر من Q

## الانشطار النووي

الانشطار النووي هي عملية انشطار نواة ذرة ما إلى قسمين أو أكثر ويتحول بهذه العملية مادة معينة إلى مواد أخرى وينتج عن عملية الانشطار هذه نيوترونات وفوتونات عالية الطاقة (بالاخص اشعة جاما) ودقائق نووية مثل جسيمات ألفا وأشعة بيتا. يؤدي انشطار العناصر الثقيلة إلى تولد كميات ضخمة من الطاقة الحرارية والإشعاعية.

- هو تفاعل نووي يتم فيه انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتين متقاربتين في الكتلة ويصاحب هذا الانقسام طاقة هائلة جداً .
- يتم الانشطار النووي بقصف نواة العنصر بنواة خفيفة وهذا يؤدي إلى حالة عدم استقرار فتتخلص النواة من الطاقة الزائدة بالانشطار (لاحظ الشكل) .



- تلاحظ من الشكل أنه تم قذف نواة ثقيلة وهي اليورانيوم بنواة خفيفة وهي النيوترون البطيء فانشطرت نواة اليورانيوم إلى نواتين متوسطتين هما الكريبتون والباريوم وتنتج 3 نيوترونات سريعة .
- التفاعل المتسلسل : هو التفاعل الذي يتم في عدة خطوات حيث ينتج عن انشطار اي نوية جسيمات (نيوترونات) حيث يعمل كل نيوترون على شطر نواة جديدة يتولد عنه طاقة هائلة متزايدة باستمرار وبشكل سريع .



حدد كمية الطاقة الناتجة في التفاعل :



الحل:

كتل المواد الداخلة في التفاعل :

ك النيوترون = 1.008665 و.ك.ذ

ك اليورانيوم = 235.043933 و.ك.ذ

ك النيوترون + ك اليورانيوم = 236.052598 و.ك.ذ

كتل المواد الناتجة من التفاعل =

3 × ك النيوترون = 3.025995 و.ك.ذ

ك الباريوم = 140.913740 و.ك.ذ

ك الكريبتون = 91.925765 و.ك.ذ

3 × ك النيوترون + ك الباريوم + ك الكريبتون = 235.865500 و.ك.ذ

$\Delta$  ك = الفرق بين مجموع الكتل الداخلة والناتجة

= 235.865500 - 236.052598 =

= 0.187098 و.ك.ذ

الطاقة الناتجة = 0.187098 × 931 = 174 مليون إلكترون فولت

وهذا هو مقدار الطاقة الناتجة من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم وهو مقدار هائل وتصل الطاقة الناتجة إلى 200 مليون إلكترون فولت. وذلك لأن النوى الناتجة هي نوى مشعة تقوم بإطلاق طاقة تصل إلى 20 مليون إلكترون فولت للوصول إلى مرحلة الإستقرار .

### المفاعل النووي

#### • المفاعل النووي :

هو نظام يستخدم للسيطرة على التفاعل النووي والاستفادة من الطاقة النووية في أغراض سلمية .

#### • تخصيب اليورانيوم :

عملية إنتاج غاز يحتوي  ${}_{92}^{235}\text{U}$  المستخدم في الاسلحة والمفاعلات النووية .

#### • الكتلة الحرجة :

هي الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم حتى يستمر التفاعل المتسلسل وإذا قلت الكتلة عن الكتلة الحرجة سيتوقف التفاعل لتسرب النيوترونات من النواة الهدف .



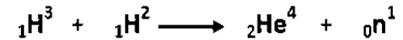
## وظيفة المفاعل النووي

- (أ) عملية التخصيب: ويتم عملية التخصيب على مراحل يتم في كل منها عزل كميات أكبر من من النظير غير المرغوب فيه  $^{238}\text{U}$  فيزداد العنصر  $^{235}\text{U}$  تخصيباً بعد كل مرحلة إلى أن تصل إلى نسبة النقاء المطلوبة
- (ب) عملية التهدئة: ويتم عن طريق تصادمها مع مادة ذات كتلة صغيرة، فعندما يصطدم النيوترون بجسيم كتلته صغيرة يفقد جزءاً من طاقته الحركية ويصبح قادراً على أحداث انشطار لنواة اليورانيوم
- (ج) عملية التحكم: يتم ادخال عدد مناسب من قضبان فتمتص بعض النيوترونات مما يؤدي إلى إبطاء عملية الانشطار وإبقائها ضمن المعدل المطلوب.

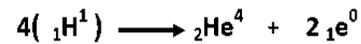


## الاندماج النووي

- هو تفاعل نووي يتم فيه اندماج نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما .



- المعادلة السابقة تمثل تفاعل اندماج نووي حيث أنه عند اقتراب نواة التريتيوم والديوتيريوم من بعضهما يزداد التنافر الكهربائي بينهما لذلك يتم رفع درجة حرارتهما بشكل كبير للتغلب على قوى التنافر بينهما ويتم أحداث تفاعل انشطار نووي لرفع الحرارة وحصول الإندماج النووي ويسمى بالتفاعل النووي الحراري .
- يتنبأ العلماء بحدوث سلسلة تفاعل اندماج نووي في الشمس .
- التفاعل الحاصل في الشمس :





### ملحق رقم (1): نماذج من الأسئلة:

يرتبط كل سؤال في الاختبار بمؤشر من المؤشرات، وفيما يلي نماذج من الأسئلة.

#### النموذج الأول:

المجال: تاريخ وطبيعة علم الفيزياء وعلاقته بالعلوم الأخرى.

المعيار: يعرف المعلم طبيعة علم الفيزياء وتاريخ تطوره.

المؤشر: يفرق بين الفرض والنظرية، والقانون والحقيقة، والمفهوم والنموذج العلمي، ويقدم أمثلة فيزيائية توضّحها.

السؤال: التخمين العلمي الذي يمكن اختباره هو:

أ نظرية

ب فرضية

ج قانون طبيعي

د نموذج

الإجابة الصحيحة (ب)؛ لأن الفرضية هي توضيح مقترح لظاهرة ما وتكون قابلة للاختبار والتجربة.

#### النموذج الثاني:

المجال: الأمن والسلامة والممارسات العملية في الفيزياء.

المعيار: يجري المعلم التجارب العلمية مراعيًا قواعد السلامة والأمان في المختبر.

المؤشر: يبين المعلم إجراءات الإسعافات الأولية للإصابات التي يمكن أن تحدث داخل المختبر أو خارجه.

السؤال: في حالة سكب مادة كيميائية على قدمك، فأول خطوة يجب أن تعملها هي:

أ غسل المنطقة المصابة بسكب كميات كبيرة من الماء عليها.

ب الذهاب بأقصى سرعة إلى مركز طبي للعلاج.

ج البقاء في مكان الحادث حتى وصول سيارة الإسعاف.

د معادلة المادة الكيميائية بسكب مادة كيميائية أخرى عليها.

الإجابة الصحيحة (أ)؛ لأنه كلما طال بقاء المادة الكيميائية على الجلد فإنها تتلف الجلد تدريجياً ويصبح الجلد بعد ذلك مشوهاً، لذا لزم إبعاد المادة الكيميائية أولاً عن الجسم بسرعة قبل اتخاذ أي خطوة أخرى.



### النموذج الثالث:

المجال: الكهرباء والمغناطيسية.

المعيار: يصف المعلم مبادئ ومفاهيم المغناطيسية.

المؤشر: يوضح العلاقة بين التدفق المغناطيسي وشدة التيار الكهربائي.

السؤال: إذا كان معدل تغير المجال المغناطيسي لا يساوي صفراً في منطقة من الفراغ، فأَي من الحقائق الآتية يمكن استنتاجها بشكل قطعي في هذه الحالة؟

أ ينتج مجال كهربائي في الفراغ

ب تنتج موجات توافقية كهرومغناطيسية

ج تنتج موجات ضوئية مرئية

د توجد مادة ممغنطة في المنطقة المحيطة

الإجابة الصحيحة (أ)؛ لأن التغير في المجال المغناطيسي يسبب إنتاجاً لمجال الكهرباء كما دلت عليه تجارب ماكسويل. الإجابات الأخرى ليست قطعية الحدوث.

### النموذج الرابع:

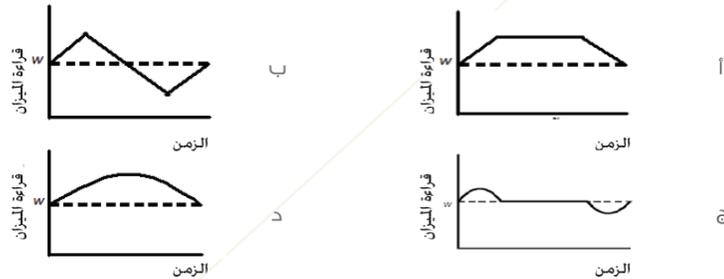
المجال: الميكانيكا

المعيار: يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم القوى وحركة الأجسام.

المؤشر: يصف حركة جسم باستخدام معادلات الحركة، ويطبق الشروط الخاصة لحركة الجسم في حال السقوط الحر، وحركة المقذوفات.

السؤال: رجل وزنه  $w$  يقف على ميزان في مصعد ساكن، إذا تسارع المصعد إلى أعلى حتى بلغ سرعة ثابتة تباطأ حتى توقف، فأَي

الأشكال الآتية يمكن أن تصف قراءة الميزان كدالة في الزمن؟



الإجابة الصحيحة (ج): لأن الجسم يتسارع للأعلى في البداية مما يتسبب في زيادة الوزن على الميزان ثم بعد ذلك تثبت سرعته مما يؤدي

إلى ثبات الوزن كما لو كان على الأرض، وقبل الوصول يبدأ المصعد بالتباطؤ مما يؤدي إلى نقصان الوزن، وحين التوقف يعود الوزن

لمقداره الأصلي، الإجابة (أ) تفترض ارتفاع الوزن بسبب ارتفاع السرعة حتى لو كان التسارع صفراً مما يتنافى مع قانون نيوتن. الاختيار



(ب) يفترض نقصان الوزن حتى لو كان التسارع معدوماً وهذا غير صحيح. في الاختيار (د) يزداد الوزن فقط بينما في الوضع الحقيقي فإن لحظة التباطؤ يخف الوزن أقل مما لو كان الجسم على الأرض.

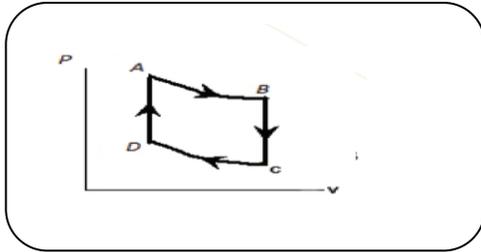
### النموذج الخامس:

المجال: الحرارة وخواص المادة.

المعيار: يلم المعلم بمبادئ الحرارة ومفاهيمها والديناميكا الحرارية.

المؤشر: يوضح مفهوم الغاز المثالي، ويشرح النظرية الحركية للغازات.

السؤال: يمثل الشكل أدناه العلاقة بين الضغط  $p$  والحجم  $V$  في دورة حرارية لغاز مثالي. إذا كانت العملية  $AB$  عملية ثابتة الحرارة فأى الاتي يجب أن يكون صحيحاً؟



أ الشغل يساوي الصفر في العملية  $AB$

ب العملية  $AD$  تمثل عملية ثابتة الضغط.

ج مضروب الضغط بالحجم يعطي مقداراً ثابتاً للعملية  $AB$

د العملية  $CD$  تمثل عملية ثابتة كمية الحرارة.

الإجابة الصحيحة (ج): لأنه في حالة الغاز المثالي المغلق تحت عملية ثابتة درجة الحرارة يكون مضروب

الضغط بالحجم دائماً ثابتاً كما تبين العلاقة  $PV = \text{const}$ .

الاختيار (أ) غير صحيح لأن الشغل لا يساوي الصفر بسبب وجود تغير في الحجم والضغط لا يساوي الصفر.

الاختيار (ب) غير صحيح لأن الضغط في العملية  $AD$  متغيراً بينما الحجم ثابتاً.

الاختيار (د) غير صحيح لأنه من خلال الرسم والمعطيات لا يمكن توضيح أي الكميات الفيزيائية يكون

ثابتاً خلال  $CD$ .

### النموذج السادس:

المجال: الكهرباء والمغناطيسية.

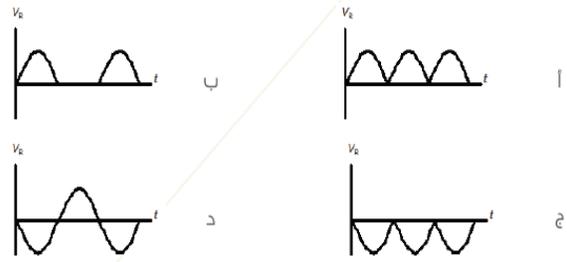
المعيار: يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية.

المؤشر: يعرف مفهومي التيار وفرق الجهد الكهربائي، ويطبقهما في الدوائر الكهربائية.

السؤال: في الشكل أدناه، إذا كانت الإشارة من المصدر ذات تصرف جيبي مع الزمن فأى الأشكال الآتية يمثل

تغير الجهد على طرفي المقاومة (VR) (بالنسبة للزمن)؟





الإجابة الصحيحة (ب) : لأن الصمام الثنائي يمرر التيار في اتجاه واحد فقط مما يعطي فقط الجزء الموجب من التيار المتردد. الاختيار (أ) غير صحيح لأن الجزء السالب من إشارة المصدر لن يكون موجباً على طرفي المقاومة الموضحة بالدائرة وكذلك الاختيار (ج) غير صحيح لنفس السبب. الاختيار (د) غير صحيح لأن الجزء السالب من الإشارة الخاصة بالبطارية لا ينشأ عنها تياراً نتيجة وجود الصمام الثنائي مما يؤدي إلى عدم وجود جهد سالب على طرفي المقاومة.

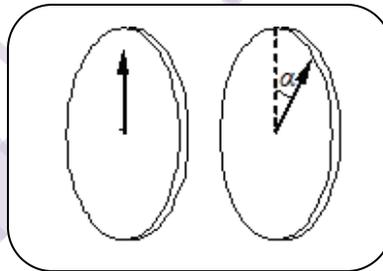
#### النموذج السابع:

المجال: الضوء والموجات.

المعيار: يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم الضوء.

المؤشر: يصف ظواهر تداخل الضوء وحيوده واستقطابه.

السؤال: في الشكل أدناه، إذا سقط شعاع ضوئي على مستقطب ثم سقط على آخر منحرف بزواوية. فأي الزوايا الآتية يكون عندها الضوء النافذ من المستقطبين أقل ما يمكن؟



أ 45° و 90°

ب 45° و 225°

ج 90° و 180°

د 90° و 270°

الإجابة الصحيحة (د) : لأن الشدة النافذة من المستقطب تعتمد على مربع جيب تمام الزواوية وعندما تكون الزواوية 90° أو 270° فإن جيب تمام الزواوية يساوي الصفر. بالنسبة للاختيارين (أ) و (ب) يحتويان الزواوية 45° والتي لا تعطي أصغر شدة ممكنة. بالنسبة للاختيار (ج) فإن مربع جيب تمام الزواوية 180° يساوي الوحدة، لذلك لا تكون الشدة أصغر ما يمكن.



### النموذج الثامن:

المجال: الفيزياء الحديثة والنوية.

المعيار: أن يلم بمبادئ ومفاهيم الفيزياء الحديثة.

المؤشر: يشرح الظاهرة الكهروضوئية ويحسب التردد ودالة الشغل.

السؤال: أي الآتي يعبر عن الطول الموجي لإلكترون كتلته  $m$  وطاقته الحركية  $E$ ؟

- أ  $\frac{h}{\sqrt{2mE}}$
- ب  $h\sqrt{2mE}$
- ج  $\frac{\sqrt{2E}}{mh}$
- د  $mh\sqrt{2Em}$

الإجابة الصحيحة ( أ ) بناء على معادلة دي برولي فإن الطول الموجي يساوي ثابت بلانك مقسوماً على الزخم الخطي حيث يساوي الزخم الخطي الكتلة مضروبة في السرعة. وبمقارنة الزخم كدالة في الطاقة الحركية  $E$  فإن :

$$p = \sqrt{2mE} \quad p = \sqrt{2mE}$$

### النموذج التاسع:

المجال: الحرارة وخواص المادة.

المعيار: يوضّح المعلم مبادئ ومفاهيم خواص المادة.

المؤشر: يبين خاصية المرونة للأجسام، ويتمكن من تقديم التفسير العلمي لها.

السؤال: يبلغ القطر الداخلي لحلقة 1cm بينما يبلغ القطر الخارجي 3.0cm فإذا سخنت الحلقة حتى أصبح القطر الخارجي لها 3.03cm فإن القطر الداخلي بوحدة cm يساوي:

أ 0.97

ب 0.99

ج 1.00

د 1.01

الإجابة الصحيحة ( د ) تتناسب الاستطالة ( التمدد الطولي ) نتيجة تغير درجة الحرارة مع التغير في درجة الحرارة وكذلك مع الطول الأصلي. من ذلك فإن التغير في المحيط الخارجي والداخلي يكون بنفس النسبة وله نفس الإشارة. لذلك فإن الحل هو 1.01cm لأن نسبة الاستطالة للطول الأصلي تساوي 1 % وهي نفس استطالة القطر الخارجي للقطر الأصلي.



النموذج العاشر:

المجال: الميكانيكا.

المعيار: يلم المعلم بمبادئ ومفاهيم القوى وحركة الأجسام.

المؤشر: يحلّل محصلة القوى المؤثرة على نظام متعدد الأجسام وأثرها على تحديد خواصّ الحركة والاتزان باستخدام قوانين نيوتن.

السؤال: تبلغ قوة التجاذب الكتلي بين جسمين 80N تفصلهما مسافة قدرها  $6.4 \times 10^6 \text{m}$  فإذا عُيرت المسافة لتصبح  $12.8 \times 10^6 \text{m}$  فكم يكون مقدار الجذب بينهما بالنيوتن؟

أ) 20

ب) 40

ج) 160

د) 320

الإجابة الصحيحة هي ( أ ) من المعلوم من قانون نيوتن للجذب أن قوة التجاذب بين كتلتين تتناسب عكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بينهما. لذلك فإن القوة تنخفض للربع عند مضاعفة المسافة.



## ملحق 2: أسئلة تدريبية

- فيما يلي نقدم بعض الأسئلة للتدريب على الاختبار، مع ملاحظة أنه ليس بالضرورة أن يكون الاختبار محاكيا لهذه الأسئلة بتفاصيلها، ولا معبرا عن مستوى الصعوبة، وإنما المقصود التدريب، وإعطاء فكرة عامة عن طبيعة الاختبار، وقد روعي في الأسئلة ما يلي:
- $f f$  تمثيل المعايير حيث وضع لكل معيار سؤال أو أكثر.
  - $f f$  تنوع الأسئلة في مستويات المعرفة: بحيث تحوي أسئلة في مستوى التذكر، وأسئلة في مستوى التطبيق، وأسئلة في مستوى التفكير.
  - $f f$  تنوع أنماط الأسئلة، ومستوى الصعوبة فيها؛ لتعطي المعلم صورة عامة عن أسئلة الاختبار.
  - $f f$  وضع الإجابة الصحيحة في نهاية الاختبار لتتأكد من صحة إجابتك.

### السؤال الأول:

- أي مما يلي يصف أهمية وجود «مجموعة ضابطة» في تجربة ما؟
- أ تأمين إمكانية تكرار الإجراءات.
  - ب دعم إمكانية تعميم النتائج.
  - ج الحد من التحيز المحتمل من خلال الملاحظ.
  - د عزل تأثير متغير واحد.

### السؤال الثاني:

- يمثل الشكل المجاور في المختبر علامة مادة:
- أ أكالة أو قارضة
  - ب مشعة
  - ج سامة
  - د قابلة للاشتعال



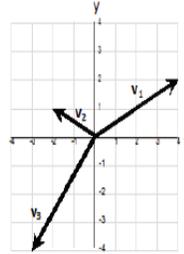
### السؤال الثالث:

- في نهاية درس قوانين نيوتن يقوم المعلم بإعطاء الطلاب نبذة عن النسبية ويقارنها بالميكانيكا التقليدية. أي الخيارات الآتية يعبر عن أهمية هذا العمل؟
- أ التعبير عن مدى تأثير العلوم بالجوانب الاجتماعية المنتشرة في عصر من العصور.
  - ب تقديم نموذج جيد لكيف ولماذا يستخدم العلماء أنواعا مختلفة من البحث.
  - ج المقارنة بين العلماء واختلاف مستوى تمكنهم من الدقة في البحث العلمي.
  - د تقديم مثال يدل على أن النظريات العلمية قابلة للمراجعة حال وجود دلائل جديدة



السؤال الرابع:

في الشكل المجاور ما مجموع المتجهات إذا استخدمت متجهات الوحدة؟



- أ  $-i - j$   
ب  $i - j$   
ج  $-i + j$   
د  $i + j$

السؤال الخامس:

عندما يتعلم الطلاب طريقة تلحيم القطع الإلكترونية على لوح الدوائر الكهربائية في نشاط عملي.

إضافة للعمل في معمل ذي تهوية جيدة فإن الطلاب مطالبين بوضع:

أ قفازات جلدية ج حذاء مطاطي

ب نظارات حماية د مضاد للكهرباء الساكنة

السؤال السادس:

يتحرك قارب بسرعة  $4\text{m/s}$  باتجاه الشمال بالنسبة لنهر. إذا كانت سرعة النهر  $3\text{m/s}$  باتجاه الشرق

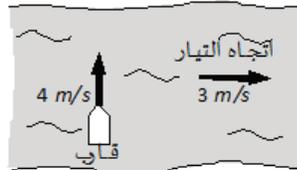
كما هو موضح بالرسم، فما مقدار سرعة القارب بوحدة  $\text{m/s}$  بالنسبة لمشاهد واقف على الساحل؟

أ 5

ب 4

ج 3

د 0



السؤال السابع:

إذا أراد المعلم استخدام تقنيات التعليم لتوسيع نطاق فهم الطلاب لعملية الاستقصاء العلمي.

فأي الأنشطة الطلابية الآتية أكثر فعالية في تحقيق هذا الهدف؟

أ استخدام برمجيات المحاكاة لتصميم وإجراء النشاط العلمي.

ب استخدام برنامج الرّسام المطوّر.

ج استخدام الإنترنت للبحث في الاكتشافات العلمية الحديثة.

د البحث عن عرض عملي في الانترنت (مثل اليوتيوب) لعرض نشاط مشابه لنشاط الكتاب.

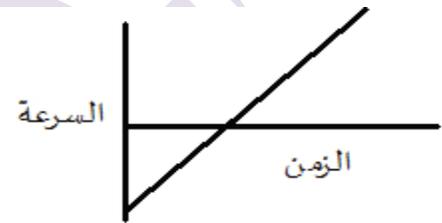


السؤال الثامن:

- أي العبارات الآتية المتعلقة بالقانون العلمي غير صحيحة؟  
أ يمكن اختبار القانون بواسطة عدّة باحثين.  
ب القانون ليس مثبتاً بشكل قطعي.  
ج النظرية تتحول إلى قانون بعد إثباتها.  
د القانون بني استناداً على ملاحظات.

السؤال التاسع:

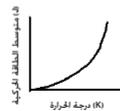
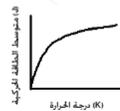
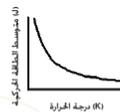
يمثل الشكل أدناه سرعة جسم في خط مستقيم كدالة في الزمن. إذا كانت الحركة تعطى لليمين بالموجب ولليسار بالسالب فأَي الجمل الآتية تصف هذه الحركة؟



- أ بدأت حركة الجسم من موقع على يسار نقطة الأصل ثم تحركت بسرعة ثابتة لليمين  
ب بدأت حركة الجسم من موقع على يسار نقطة الأصل بسرعة منخفضة ثم تسارع عندما تحرك لليمين.  
ج تباطأ الجسم عندما كانت حركته لليساار ثم توقف ثم تسارع باتجاه اليمين.  
د تباطأ الجسم عندما كانت حركته لليمين ثم توقف ثم استمر بالحركة باتجاه اليمين.

السؤال العاشر:

أي الرسوم البيانية الآتية يمثل العلاقة بين متوسط الطاقة الحركية لجزيي غاز مثالي كدالة في درجة الحرارة المطلقة؟





السؤال الحادي عشر:

يحدث عند اقتراب يد شخص لمسافة 3mm من مقبض الباب المعدني شرارة كهربائية. إذا علمت أن مقدار المجال الكهربائي الأقصى (شدة العزل) للهواء 3m/MV فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بوحدة V بين يد الشخص ومقبض الباب؟

- أ 90 ج 9000  
ب 900 د 9000000

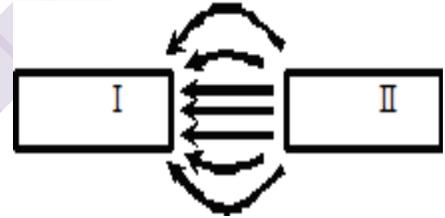
السؤال الثاني عشر:

يستهلك شاحن 20mA عند 115V إذا ترك الشاحن لمدة 24 ساعة فما مقدار الطاقة المستهلكة فيه بوحدة kW·h؟

- أ 1.5x10<sup>-5</sup> ج 5.5x10<sup>-2</sup>  
ب 9.0x10<sup>-4</sup> د 5.5x10<sup>-1</sup>

السؤال الثالث عشر:

الشكل أدناه، يمثل المجال المغناطيسي بين قطبين مغناطيسيين. أي الآتي يعرّف القطبين بشكل صحيح؟



- أ I جنوبي و II جنوبي ج I شمالي و II جنوبي  
ب I شمالي و II شمالي د I جنوبي و II شمالي

السؤال الرابع عشر:

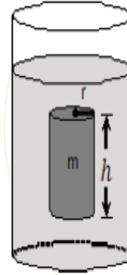
أي الآتي يعبر عن فرضية اينشتاين في النظرية النسبية الخاصة؟

- أ الأحداث المتزامنة في مرجع إسناد معين لا تكون متزامنة في مرجع إسناد آخر.  
ب طاقة الفوتون تتناسب طردياً مع تردده.  
ج الزخم لجسم يؤول للانهاية عندما تؤول سرعته للانهاية.  
د سرعة الضوء في الفراغ لها نفس المقدار في جميع مراجع الاسناد القصورية.



السؤال الخامس عشر:

في الشكل أدناه إذا غمس جسم أسطواني نصف قطره  $r$  وارتفاعه  $h$  وكتلته  $m$  بشكل كامل في سائل كثافته  $\rho$ . فما مقدار محصلة القوى على الجسم؟



أ  $rpgh + mg$

ب  $rpgh - mg$

ج  $\pi r^2 \rho gh + mg$

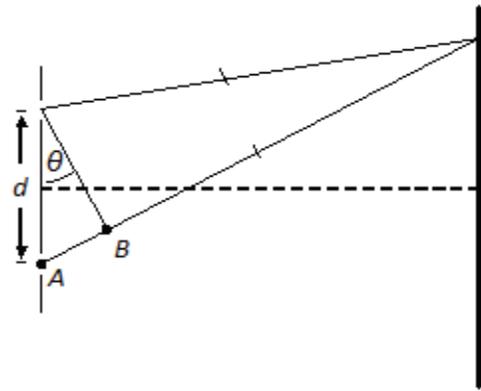
د  $\pi r^2 \rho gh - mg$

السؤال السادس عشر:

يتذبذب بندول بسيط متأثراً بالاحتكاك مع الهواء مما يسبب نقص سعته حتى يتوقف بعد فترة طويلة. أي الدوائر الآتية تتصرف بنفس الطريقة؟

السؤال السابع عشر:

في الشكل أدناه يتكوّن تداخل للضوء كنتيجة طبيعية في تجربة شقي يونغ لمقدار زاوي  $\theta$  (صغير، أي الآتي يصف معنى الفرق في المسار الضوئي AB؟



أ أنه يساوي مضاعفات الطول الموجي

ب أنه مرتبط بفرق الطور بين الشعاعين الخارجين من الشقين

ج أنه يساوي المسافة بين منطقتين مضئتين متجاورتين

د أنه يتناسب مع شدة الضوء في المناطق المضئة



السؤال الثامن عشر:

يبين الجدول أدناه الترددات الخاصة بالموجات الكهرومغناطيسية لبعض النطاقات. أي الأطوال الموجية بوحدة المتر يستخدم في التصوير الطبي الإشعاعي المخترق للجسم؟

تردد الموجة الكهرومغناطيسية (Hz)	
$10^{12}$	تحت الحمراء
$10^{15}$	فوق البنفسجية
$10^{18}$	الأشعة السينية
$10^{23}$	أشعة جاما

$10^{-9}$  ج

$10^{-12}$  د

$10^{-3}$  أ

$10^{-6}$  ب

السؤال التاسع عشر:

جسيم أولي يتحرك بسرعة  $0.8c$  بالنسبة للمعمل؛ له عمر نصفي قدره  $10\mu s$  كذلك بالنسبة للمعمل. ما العمر النصفي تقريبًا بوحدة  $\mu s$  للجسيم المقاس في مرجع الجسيم نفسه؟

أ 3 ج 10

ب 6 د 16

السؤال العشرون:

يسقط ضوء في الهواء (معامل الانكسار  $n = 1$ ) على سطح مادة. إذا كانت زاوية السقوط  $60^\circ$  وزاوية الانكسار  $30^\circ$  فما معامل الانكسار للمادة؟

ج  $\sqrt{2}$

د  $\sqrt{3}$

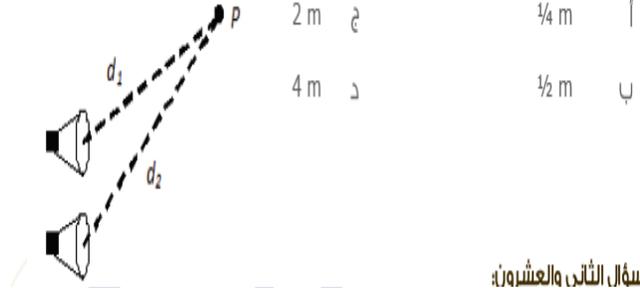
أ  $\frac{1}{\sqrt{3}}$

ب  $\frac{1}{\sqrt{2}}$



السؤال الحادي والعشرون:

تتزامن السامعتان المبيّتان في الرسم وينتج كل منهما صوتاً بتردد قدره 680Hz إذا كانت سرعة الصوت 340m/s وكان الصوت منعماً عند النقطة P فإن  $d_2 - d_1$  تساوي



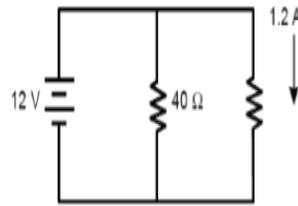
السؤال الثاني والعشرون:

السؤال الثاني والعشرون:

بناء على معادلات ماكسويل، أي الظروف الآتية تنتج مجالاً مغناطيسياً متغيراً مع الزمن؟  
أ مجموع تدفق المجال المغناطيسي خلال سطح يساوي الصفر  
ب المجال المغناطيسي يكون تباعد لدالة قياسية  
ج تغير المجال الكهربائي مع الزمن  
د تدفق المجال الكهربائي خلال سطح يساوي الصفر

السؤال الثالث والعشرون:

في الشكل أدناه ما مقدار التيار خلال البطارية بوحدة A؟



- أ 0.3  
ب 1.2  
ج 1.5  
د 2.4



السؤال الرابع والعشرون:

أي الآتي يصف انتقال الحرارة من وسط إلى آخر عن طريق تصادم الجزيئات؟

أ الإشعاع

ب الحرارة الكامنة

ج الحمل

د التوصيل

السؤال الخامس والعشرون:

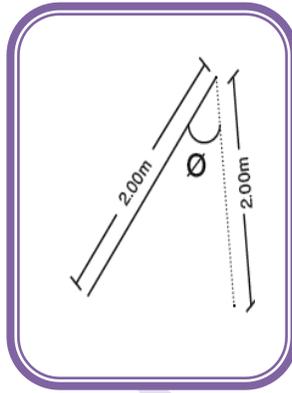
في الشكل أدناه، يبلغ طول الأرجوحة 2m ، ما مقدار أعلى سرعة للأرجوحة بوحدة m/s ، إذا كانت زاوية القوسى 45 ° ؟

أ 1.41

ب 2

ج 3.39

د 8.85





مفتاح الإجابة

رقم السؤال	الاجابة	المعيار	المؤشر
1	ج	2	3
2	ا	3	1
3	د	1	4
4	ا	4	2
5	ب	3	1
6	ب	5	1
7	ا	18	6
8	ج	1	7
9	ج	4	1
10	ا	11	2
11	ج	8	3
12	ج	9	2
13	د	10	1
14	د	14	6
15	د	6	3
16	ج	13	2
17	ب	12	4
18	ج	15	1
19	ب	14	6
20	د	12	3
21	ا	13	1
22	ج	10	1
23	ج	9	1
24	د	11	1
25	ج	5	3



ملحق رقم (3): أسئلة موضوعية

الجزء الاول :

-كم تصبح الطاقة الحركية للجسم عند مضاعفة سرعته :

(1) تزداد بمقدار الضعف

(2) تزداد بمقدار 4 اضعاف

(3) تقل الى النصف

(4) تبقى كما هي

- حسب قانون كولوم فإن القوة المتبادلة بين شحنتين تتناسب :

(1) عكسيا مع مقدار الشحنة

(2) طرديا مع مربع المسافة

(3) عكسيا مع مربع المسافة

(4) طرديا مع مثلي المسافة

- تتساوى النظائر في عدد :

(1) البروتونات

(2) النيوترونات

(3) العدد الكتلي

(4) 2+1

- لايتأثر العدد الذري والكتلي عند اضمحلال انوية الذرات عند انبعاث ؟

(1) اشعة غاما

(2) جسيمات الفا

(3) جسيمات بيتا

(4) 2+1



- جهاز مكتوب عليه 220 فولت ، 4 امبير احسب مقاومته :

(1) 880 اوم

(2) 88 اوم

(3) 55 اوم

(4) 20 اوم

- يعتبر قانون كيرتشفوف الاول صيغة اخرى لقانون :

(1) حفظ الشحنة

(2) كولوم

(3) اوم

(4) حفظ الزخم

- اذا كانت القوة تمثل محور الصادات و 1/ الزمن يمثل محور السينات فان الميل يساوي:

(1) الشغل

(2) العزم

(3) الدفع

(4) لاشيء مما ذكر صحيح

- تشير الاصابع حسب قاعدة اليد اليمنى لسلك يسري فيه تيار :

(1) المجال المغناطيسي

(2) التيار الكهربائي

(3) القوة المغناطيسية

(4) لا نطبق قاعدة اليد اليمنى

- وحدة قياس القوة :

(1) كغم.م/ث<sup>2</sup>

(2) كغم.م

(3) كغم.م<sup>2</sup>/ث<sup>2</sup>

(4) م.ث



- وحدة قياس الشغل:

(1) كغم.م/ث<sup>2</sup>

(2) كغم.م

(3) كغم.م<sup>2</sup>/ث<sup>2</sup>

(4) م/كغم

- اذا كانت السعة الكهربائية تقاس بالفاراد فان الفاراد تكافىء :

(1) فولت / كولوم

(2) كولوم / فولت

(3) امبير/ فولت

(4) اوم/ فولت

- اذا كانت القوة لجسم = 15 نيوتن وكتلته = 5 كغم فإن تسارعه =

(1) 5 م/ث<sup>2</sup>

(2) 3 م/ث<sup>2</sup>

(3) 45 م/ث<sup>2</sup>

(4) 51 م/ث<sup>2</sup>

- يحدث الانعكاس الكلي الداخلي للشعاع الضوئي عندما:

(1) تكون زاوية السقوط اكبر من الزاوية الحرجة

(2) تكون زاوية السقوط تساوي الزاوية الحرجة

(3) يسقط الضوء من وسط خفيف الى كثيف

(4) تكون زاوية السقوط اقل من الزاوية الحرجة

- من خصائص الضوء :

(1) ينعكس دائما انعكاسا منتظما عند سقوطه على سطح خشن

(2) ينكسر مقتربا من العمود المقام اذا سقط من وسط كثيف الى وسط اخر خفيف

(3) سرعته بالاوساط المتجانسة متساوية

(4) لا ينتقل في الفراغ



- احسب درجة الحرارة بالكلفن اذا كانت 402 س:

(1) 675

(2) 600

(3) 129

(4) لاشيء مما ذكر صحيح

- يكون شكل خطوط المجال لشحنتين مختلفتين :

(1) خارجة من الموجبة وداخلة في السالبة

(2) خارجة من السالبة وداخلة في الموجبة

(3) خارجة من الموجبة والسالبة معا

(4) داخلة في الموجبة والسالبة معا

- نوع المرآة المستخدمة عند طبيب الاسنان :

(1) مقعرة

(2) محدبة

(3) مستوية

(4) لاشيء مما ذكر صحيح.

- وحدة قياس القوة الدافعة الحثية :

(1) هنري

(2) فولت

(3) امبير

(4) فاراد



- مع ليلى مصباح كهربائي يدوي تسلطه على اماكن مختلفة في غرفتها اي الاتية يسبب انعكاسا غير منتظما للاشعة الضوئية :

(1) المرآة في الغرفة

(2) السجاد

(3) سطح الخزانة المصقول جيدا

(4) شباك الغرف

- القوة في الزمن تمثل :

(1) الزخم

(2) الدفع

(3) الشغل

(4) الطاقة الحركية

- عند توصيل المكثفات على التوالي فانها تتساوى :

(1) الشحنات

(2) فرق الجهد

(3) المواسعة لكل مواسع

(4) لا شيء مما ذكر صحيح

- احد التالية ليست تطبيق على التوتر السطحي :

(1) وقوف بعوضة على سطح الماء

(2) تحذب سطح الزئبق في انابيب الاختبار

(3) ارتفاع السوائل في الانابيب الرفيعة

(4) تكور الماء على شكل قطرات



- غاز محصور تمت مضاعفة درجة حرارته مرتين بثبوت ضغطه ماذا يحدث؟

(1) يتناقص حجمه بمقدار النصف

(2) يتضاعف حجمه مرتين

(3) لا يحدث له شيء

(4) يتضاعف حجمه 4 مرات

- اذا كان حجم غاز = 10 لتر وضغطه = 100 باسكال واصبح حجمه 50 لتر فان ضغطه يصبح :

(1) 100 باسكال

(2) 200 باسكال

(3) 500 باسكال

(4) 5000 باسكال

- عند قذف جسم الى اعلى فإن سرعته عند اقصى ارتفاع يصل اليه =

(1) السرعة التي قذف بها

(2) نصف السرعة التي قذف بها

(3) 0 م/ث<sup>2</sup>

(4) لايمكن تحديدها

- صفات الاخيلة للمرأة المحدبة :

(1) معتدل وهمي مصغر

(2) حقيقي مقلوب مكبر

(3) لايمكن تكون خيال

(4) معتدل وهمي وطوله نفس طول الجسم



- جسم موجود امام عدسة محدبة اذا كان البعد البؤري = 3 سم وبعد الجسم عن العدسة = 6 سم اوجد صفات الخيال المتكون امام العدسة :

(1) حقيقي مقلوب مصغر

(2) حقيقي مقلوب مكبر

(3) حقيقي مقلوب طوله مساوي لطول الجسم

(4) وهمي معتدل مصغر

- احسب الزمن اذا كانت القدرة لجسم ما = 100 واط والمسافة التي قطعها = 40 م وكتلته = 50 كغم:

(1) 2000 ث

(2) 200 ث

(3) 10 ث

(4) 50 ث



### الجزء الثاني:

سؤال (1) كم تصبح الطاقة الحركية لجسم حينما تتم مضاعفة سرعته؟

الجواب :تضاعف إلى أربعة أضعاف

سؤال (2) حسب قانون كولوم فإن القوة المتبادلة بين شحنتين تتناسب ؟

الجواب:عكسيا مع مربع المسافة بينهما

سؤال (3) تتساوى النظائر في عدد ؟

الجواب :البروتونات

سؤال (4) أي نوع من الأشعة التالية لا يتأثر فيها العدد الذري والكتلي عند اضمحلالها ؟

الجواب :أشعة غاما

سؤال (5) جهاز مكتوب عليه 220 فولت .4 أمبير أحسب مقاومته ؟

الجواب :أوم

سؤال (6) يعتبر قانون كيرتشفوف الأول صيغته أخرى لقانون ؟

الجواب :حفظ الشحنة

سؤال (7) إذا كانت القوة تمثل محور الصادات و 1/الزمن يمثل السينات فإن ميل المنحنى يمثل ؟

الجواب :الدفع

سؤال (8) سلك لا نهائي الطول فإن شكل خطوط الجمال المغناطيسي

الجواب : دائرية وتقع مراكزها على محور السلك

سؤال (9) تشير الأصابع حسب قاعدة اليد اليمنى لسلك يسري فيه تيار ؟

الجواب :للمجال المغناطيسي

سؤال (10) وحدة قياس القوة ؟

الجواب :كغ.م/ث<sup>2</sup>



سؤال (11) وحدة قياس الشغل ؟

كغ.م<sup>2</sup>/ث<sup>2</sup>

سؤال (12) إذا كانت وحدة السعة الكهربائية تقاس بالفاراد فإن الفاراد تكافئ ؟

الجواب : كولوم / فولت

(13) إذا كانت القوة لجسم = 15 نيوتن وكتلته = 5 كغ فإن تسارعه يساوي ؟

الجواب: 3 م/ث<sup>2</sup>

سؤال (14) يحدث الانعكاس الكلي الداخلي الشعاع الضوئي ؟

الجواب : معامل انكسارات أصغر وزاوية السقوط أكبر من الحرجه.

سؤال (15) من خصائص الضوء ؟

الجواب : سرعته بالأوساط المتجانسه ثابتة

سؤال (16) أحسب درجة الحرارة بالكلفن إذا كانت 402 سلسيوس ؟

الجواب : 675 = 273 + 402 كلفن

سؤال (17) عند استخدام شحنتين معدنيتين في قفل التدفئة المركزيه فإنه تطبيق على ؟

- أ ) انتقال الحرارة بالتوصيل .  
ب ) التمدد بالحرارة .  
ج ) الحرارة النوعية للمادة .  
د ) تغير مقاومة المعدن مع تغير درجة حرارته .

سؤال (18) يكون شكل خطوط الجمل لشحنتين مختلفتين؟

الجواب : خارجه من الموجب وداخله في السالب

سؤال (19) نوع المرأة المستخدمه عند طبيب الأسنان ؟

الجواب : مرأه مستويه.

سؤال (20) وحدة قياس القوة الدافعة الكهربائية الحثيه؟

الجواب : فولت

سؤال (21) مع ليلى مصباح كهربائي يدوي تسلطه على أماكن مختلفه في غرفتها أي الأتية بسبب انعكاسا غير منتظم للأشعة الضوئيه؟



الجواب : السجاد

سؤال (22) مسارة الالكترونات الحره ينتج عنها ؟

الجواب : مجال كهربائي

سؤال (23) القوة ف الزمن تمثل ؟

الجواب :الدفء

سؤال (24) عند توصيل المكثفات على التوالي فانها تتساوى ؟

الجواب : الشحنات

سؤال (25) إذا حجم غاز يساوي 10 وضبطه يساوي 100 فأذا أصبح حجمه يساوي 50 فأحسب ضغطه؟

الجواب : 20 باسكال

سؤال (26) عند قذف جسم الى أعلى فأن سرعته عند أقصى ارتفاع يصل إليها يساوي ؟

الجواب : 0

سؤال(27)رائد فضاء يرتدي بدلة الفضاء على سطح القمر ماذا يحدث القصور الذاتي إذا ارتداها على سطح الأرض ؟

الجواب :يزداد

سؤال (28) صفات الأخيرة المرآة المحدبه ؟

الجواب : وهمي معتدل مصغر

سؤال (29) متى يكون المجال المغناطيسي أقوى حالاته ؟

الجواب :عندما يكون عموديا

سؤال (30) جسم موجود أمام عدسه محدثه إذا كان العبد البؤري=3 وبعد الجسم عن العدسة =6 أوجد صفات الخيال المتكون أمام العدسة ؟

الجواب : حقيقي مقلوب مساو لطول الجسم

سؤال (31) قاس طالب سمك ورقة عنب باستخدام الميكروميتر ، فكانت القراءة (0.03) مم ، أي القراءات الأتية تعبر عن ذلك السمك ؟

الجواب :30 ميكرومتر



سؤال (32) إذا مر تيار كهربائي في ملف موضوع في مجال مغناطيسي فإن عزم الازدواج المؤثر الذي يدير الملف يبلغ قيمته العظمى عندما يكون العمودي على الملف ؟

الجواب : عمودي على المجال





ملحق 4: اختبر نفسك:

\* ما مقدار الخطأ في قياس الميكرومتر مقدراً بالمليمتر ؟

- أ ) جزء من عشرة .  
ب ) جزء من مائة .  
ج ) جزء من ألف .  
د ) جزء من مليون .

\* البيانات الآتية تمثل العلاقة بين المتغيرين س ، ص .

10	35	40	65	75	90	س
0	2	8	0	1	9	ص

في أي المجموعات الآتية يقع ميل الخط (م) الممثل للعلاقة أعلاه ؟

- أ )  $3.5 > m$   
ب )  $4.5 < m < 3.5$   
ج )  $5.5 > m > 4.5$   
د )  $m \leq 5.5$

\* سيارة تسير بسرعة ثابتة على طريقٍ أفقيٍ مستقيم ، إذن السيارة:

- أ ) ليست في حالة توازن ، لأن محصلة القوى المؤثرة عليها لا تساوي صفراً .  
ب ) ليست في حالة توازن ، لكون تسارعها يساوي الصفر .  
ج ) في حالة توازن ، لأن قوة دفع المحرك أكبر من قوة الاحتكاك .  
د ) في حالة توازن ، لأن محصلة القوى المؤثرة عليها تساوي صفراً ولا تؤثر عليها أية عزوم .

\* -إذا دُفعت كرة بسرعة ابتدائية مقدارها 20م/ث على سطح خشن بحيث قطعت مسافة 120م قبل أن تتوقف ، فإن معامل الاحتكاك

الحركي بين السطح والكرة هو:

- أ ) 0.17  
ب ) 3.4  
ج ) 5.88  
د ) 11.3

\* يعمل بندول بسيط ( 20 ) اهتزازة في 5 ثوان . تردد البندول (بالهيرتز) هو:

- أ ) 0.25 )  
ب ) 0.5  
ج ) 2  
د ) 4



\* في الحركة التوافقية البسيطة:

- أ ) تتغير كل من الإزاحة ، السرعة، والتسارع جيبياً مع الزمن وفي طور واحد.  
ب ) يتناسب التسارع عكسياً مع الإزاحة .  
ج ) يعتمد التردد على مربع السعة .  
د ) يتناسب الزمن الدوري مع التردد طردياً .

\* الكمية التي تربط بين مفهومي القوة والطاقة هي:

- أ ) الإزاحة.  
ب ) حاصل ضرب التسارع بمربع السرعة .  
ج ) الشغل .  
د ) كمية الحركة .

\* إذا سقطت كرة كتلتها 0.2 كجم من فوق مبنى ارتفاعه 30 مترًا عن سطح الأرض، فإن التغير في طاقتها الحركية عند ملامستها الأرض يبلغ:

- أ) 58.8 ( جول ) .  
ب ) -58.8 جول.  
ج ) 58.8 واط .  
د ) -58.8 واط .

\* قانون هوك يدرس العلاقة بين:

- أ ) القوة والاستطالة .  
ب ) الشد لوحدة الأطوال والقوة المؤثرة على وحدة المساحات .  
ج ) معامل الصلابة والاستطالة .  
د ) جميع ما ذكر .

\* قضيب من الخرسانة طوله 20 ياردة . فإذا علمت أن معامل التمدد الطولي للخرسانة =  $10^{-5}$  لكل درجة مئوية ، فإن مقدار الزيادة في طوله عند درجة 126 فهرنهايت عن طوله في درجة الصفر الفهرنهييتي هي (بالياردة):

- أ  $29 \times 10^{-5}$   
ب  $10 \times 10^{-3}$ , 44,  
ج  $14 \times 10^{-3}$   
د  $25.2 \times 10^{-3}$

\* استخدام شريحتين معدنيتين مختلفتين للتحكم في قفل دائرة التدفئة المركزية المنزلية هو أحد تطبيقات:

- أ ) انتقال الحرارة بالتوصيل .  
ب ) التمدد بالحرارة .  
ج ) الحرارة النوعية للمادة .  
د ) تغير مقاومة المعدن مع تغير درجة حرارته .



\* جسم معدني معامل توصيله الحراري 5، 0 سعر / سم . ث . م ه على شكل متوازي مستطيلات أبعاد قاعدته 3 سم ، 2 سم ، وارتفاعه 5، 0 سم . فإذا كانت درجة حرارة إحدى قاعدتيه 90مه ودرجة حرارة الأخرى 50مه، فإن كمية الحرارة المنتقلة بين قاعدتيه في الثانية هي (بالسعر):

أ 240

ب 180

ج 120

د 100

\* يقال عن درجتَي الحرارة لجسمين أنهما متساويتان إذا:

أ ) كانا متوازنين حراريًا .

ب ) كانت كمية الحرارة لهما متساوية .

ج ) كانت كتلتاهما متساويتان .

د ) جميع ما ذكر .

\* إذا قربت يدك من أسفل جسم ساخن فإنك تشعر بالحرارة . ويسمى انتقال الحرارة بهذه الطريقة .

أ ) الحمل .

ب ) التوصيل .

ج ) الإشعاع .

د ) جميع ما ذكر .

\* القوة اللازم استخدامها لرفع سيارة كتلتها 18000 كجم بواسطة رافعة سيارات مساحة سطح المكبسين فيها 100سم<sup>2</sup> ، 1500 سم<sup>2</sup> ، هي (بالنيوتن):

أ 1200

ب 11760

ج 17640

د 270000

-113 عندما يسري سائل بسرعة 10م/ث خلال أنبوب مساحة مقطعه 2سم<sup>2</sup> ومتصل بأنبوب آخر مساحة مقطعه 4 سم<sup>2</sup> ، فإن سرعة السائل في الأنبوب الآخر تبلغ (بالمتر / ثانية):

أ 50

ب 20

ج 5

د 2

\* القانون الأول للديناميكا الحرارية في النظام المغلق يدرس العلاقة بين الشغل و:

أ ) الطاقة الحرارية .

ب ) طاقة الوضع .

ج ) طاقة الحركة .

د ) جميع ما ذكر .



- \* وضع جسم على بعد 20 سم من مرآة مقعرة بعدها البؤري 15 سم . صفات الصورة المتكونة لهذا الجسم هي:
- أ ) حقيقية مكبرة ثلاث مرات ومقلوبة .
  - ب ) خيالية مكبرة ثلاث مرات ومقلوبة .
  - ج ) حقيقية مساوية للجسم ومقلوبة .
  - د ) خيالية مساوية للجسم ومعتدلة .

- \* إذا وضع جسم أمام مرآة مقعرة بين قطبها وبؤرتها الأصلية ، فإن صورته تتكون:
- أ ) عند بؤرة المرآة .
  - ب ) عند مركز تكور المرآة .
  - ج ) خلف المرآة .
  - د ) بين بؤرة المرآة ومركز تكورها .

- 117- السبب في انكسار الضوء عند انتقاله بين وسطين مختلفين هو:
- أ ) تغير طوله الموجي .
  - ب ) اختلاف سرعته في الوسطين .
  - ج ) اختلاف تردد الشعاعين .
  - د ) الطبيعة الموجية للضوء .

- 118- عند وضع شمعة في بؤرة عدسة محدبة فإن الأشعة النافذة من العدسة:
- أ ) تتجمع في البؤرة الثانية للعدسة .
  - ب ) تتجمع عند مركز تكون العدسة .
  - ج ) تتجمع عند مضاعفات البعد البؤري للعدسة .
  - د ) لا تتجمع .

- \* شخص مصاب بطول النظر بحيث كانت مسافة النقطة القريبة له 40 سم، يحتاج هذا الشخص لاستخدام:
- أ ) عدسة مقعرة بقوة (- 5، 1) ديوبتر
  - ب ) عدسة محدبة بقوة (5، 1) ديوبتر
  - ج ) عدستين مقعرتين بقوة (-3) ديوبتر
  - د ) عدسة محدبة بقوة (15 × 10-3) ديوبتر

- \* يمكن تفسير ظاهرة السراب الصحراوي على أنها نتيجة لـ:
- أ ) ظاهرة الانكسار الكلي الداخلي .
  - ب ) سقوط ضوء الشمس بزاوية حرجة.
  - ج ) ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض.
  - د ) التفاوت في معامل الانكسار لطبقات الهواء.



\* العبارة المناسبة لوصف قانون كولوم هي:

- أ ( القوة بين شحنتين تتناسب طردياً مع حاصل ضربهما وعكسياً مع المسافة بينهما.  
ب) القوة بين شحنتين تتناسب طردياً مع حاصل ضربهما وعكسياً مع مربع المسافة بينهما.  
ج) القوة بين شحنتين تساوي حاصل ضربهما مقسوماً على مربع المسافة بينهما.  
د ( القوة بين شحنتين تتناسب طردياً مع حاصل ضربهما وعكسياً مع مقلوب المسافة بينهما .

\* المجال الكهربائي لشحنة عند نقطة هو كمية:

- أ ( قياسية تمثل القوة المؤثرة على وحدة الشحنات الموضوعة عند تلك النقطة.  
ب ( متجهة تمثل القوة المؤثرة على وحدة الشحنات الموضوعة عند تلك النقطة.  
ج ( متجهة تمثل القوة المؤثرة على الشحنة الموضوعة عند تلك النقطة.  
د ( قياسية تمثل القوة المؤثرة على الشحنة الموضوعة عند تلك النقطة.

\* -لوحان متوازيان مشحونان بشحنتين مختلفتين والمسافة بينهما 4سم. فإذا كانت شدة المجال الكهربائي بين اللوحين منتظمة، وأطلق إلكترون من السكون من اللوح السالب فاصطدم باللوح الموجب بعد زمن قدره  $10 \times 2 - 8$  ثانية من إطلاقه، فإن شدة المجال الكهربائي بين اللوحين (بالنيوتن / كولوم) تساوي:

أ 23, 171

ب78, 218

ج09, 284

د1137.5

\* السعة الكهربائية لمكثف هي:

- أ ( مقدار ثابت يعتمد على أبعاد المكثف .  
ب ( مقدار ثابت يحدد ما يمكن أن يتم تخزينه من شحنات على المكثف عند جهد معين.  
ج ( النسبة بين شحنة المكثف وجهده .  
د ( جميع ما ذكر .

\* التيار الكهربائي المار في موصل هو كمية الشحنة التي تعبر:

- أ ( وحدة المساحة خلال وحدة الطول .  
ب ( وحدة المساحة خلال وحدة الزمن .  
ج ( مقطع الموصل خلال وحدة الزمن .  
د ( جميع ما ذكر .

\* عند مرور تيار خلال مقاومة ثابتة، فإن قانون أوم يقتضي أن:

- أ ( يتناسب فرق الجهد على طرفي المقاومة طردياً مع التيار المار فيها.  
ب ( يتناسب فرق الجهد على طرفي المقاومة عكسياً مع التيار المار فيها.  
ج ( يزداد التيار بزيادة المقاومة .  
د ( لا يتغير التيار بزيادة المقاومة .



\* يتحرك بروتون في مدار دائري نصف قطره 14 سم بسرعة 4690 كلم/ث خلال مجال مغناطيسي متعامد مع اتجاه حركته، شدة المجال المغناطيسي هي (بالتسلا):

أ 35

ب 3, 5

ج 0, 35

د 0, 035

\* عندما يسري تيار قدره 5 أمبير في سلك ، فإن شدة المجال المغناطيسي على بعد 4سم من السلك هي (بالتسلا):

أ 2, 5

ب  $10^{-2} \times 5, 2$

ج  $10^{-3} \times 5, 2$

د  $10^{-5} \times 5, 2$

\* العلاقة التي تربط الزمن الدوري (ن) بالتردد (د) هي:

أ  $(ن) = د \times$

ب  $(د) =$

ج  $(ن) =$

د  $(ن) \times$  ثابت

\* في دراسة آلية حدوث الصوت تهتز جزيئات الوسط:

أ ( دون انتقالها .

ب ( منتقلة في اتجاه انتشار الصوت .

ج ( اهتزازًا مستعرضًا .

د ( اهتزازًا دائريًا .

\* يقف شخص بين جدارين متوازيين ، أطلق عيارًا ناريًا فسمع صدى الصوت بعد ثانيتين، وبعد 7 ثوان من إطلاق العيار الأول سمع الصدى مرة ثانية، فإذا كانت سرعة الصوت في الهواء 350م/ث ، فإن المسافة بين الجدارين هي (بالمتر):

أ 3150

ب 2450

ج 1575

د 1225



\* باعتبار (ع) سرعة الموجة و (د) ترددها، فإن العلاقة التي تربط التردد (د) والطول الموجي (ل) هي:

أ (ل = ع × د)

ب (د = ع × ل)

ج (د = 2ع × ل)

د (ع = د × ل)

\* العناصر الأساسية للحركة الموجية هي:

أ ( سعة الموجة ، الإزاحة ، التسارع الثابت ، طول الموجة ، الزمن الدوري .

ب ( سعة الموجة ، السرعة ، الزمن الدوري ، والتردد .

ج ( سعة الموجة ، زاوية الطور ، التسارع الثابت ، والتردد .

د ( سعة الموجة ، التردد ، و التسارع .

\* في الحركة الموجية، العلاقة التالية ص . جتا 2 ( - - )  $\pi$  تمثل قياس:

أ - السرعة

ب - التسارع

ج - السعة

د - الإزاحة

\* شرط حدوث ظاهرة الحيود أن يكون:

أ ( الطول الموجي للضوء الساقط صغيراً .

ب ( عرض الشق كبيراً مقارنة بالطول الموجي .

ج ( عرض الشق قريباً من الطول الموجي .

د ( الطول الموجي للضوء الساقط كبيراً .

\* من مبادئ ماكسويل في الموجات الكهرومغناطيسية:

أ ( يولد المجال الكهربائي في النواقل مجالاً مغناطيسياً ويكون متجه المجال المغناطيسي المتولد عمودياً على متجه المجال الكهربائي .

ب ( يولد المجال المغناطيسي الثابت مجالاً كهربيباً متغيراً ويكون متجه المجال الكهربائي المتولد عمودياً على متجه المجال المغناطيسي .

ج ( يولد المجال الكهربائي في النواقل والعوازل وفي الفراغ مجالاً مغناطيسياً ويكون متجه المجال المغناطيسي المتولد عمودياً على متجه المجال الكهربائي.

د ( يولد المجال الكهربائي المتغير مجالاً مغناطيسياً متغيراً ويكون متجه المجال المغناطيسي المتولد عمودياً على متجه المجال الكهربائي .

\* وظيفة الميكروفون في أجهزة الإرسال هي:

أ ( توليد نبضات كهربية ذات طاقة كبيرة تساعد على حمل موجات الصوت .

ب ( تحويل موجات الصوت إلى نبضات كهربية .

ج ( دمج موجات الصوت مع الموجات الكهرومغناطيسية المتولدة من الدائرة المهتزة .

د ( تغذية الدائرة المهتزة بموجات الصوت .



\* وظيفة الهوائي في دائرة الإرسال هي:

- أ ( توليد تيار تأثيري مستمر عندما يكون تردده مساو لتردد الموجات الكهرومغناطيسية .
- ب ( تحويل الصوت والصورة إلى موجات كهرومغناطيسية .
- ج ( إحداث تيار تأثيري متناوب عندما يكون تردده مساو لتردد الموجات الكهرومغناطيسية.
- د ( تحويل الموجات الكهرومغناطيسية إلى صوت وصورة .

\* في الوصلة الثنائية:

- أ ( تنتقل الإلكترونات من وصلة موجبة النوع إلى وصلة سالبة النوع عبر وصلة عازلة بينهما.
- ب ( تهاجر الفجوات التي على الوصلة السالبة إلى القطب السالب للبطارية وتهاجر الإلكترونات التي على الوصلة الموجبة إلى القطب الموجب للبطارية.
- ج ( تحت تأثير فرق الجهد الكهربائي تنتقل الفجوات عبر الحد الفاصل بين الوصلتين إلى القطب السالب للبطارية ، وبالمثل تنتقل الإلكترونات إلى القطب الموجب للبطارية.
- د ( جميع ما ذكر .

\* الدائرة المتكاملة هي:

- أ ( أي دائرة كهربائية مغلقة .
- ب ( مجموعة من القطع الالكترونية صنعت على شريحة شبه موصلة .
- ج ( أي دائرة الكترونية تحتوي على مكثف .
- د ( الدائرة الكهربائية التي يغذيها مصدر جهد متردد .

\* إذا انتقل الإلكترون من مدار إلى آخر:

- أ ( يشع طاقة إذا كان الانتقال من مدار أدنى إلى مدار أعلى .
- ب ( يصاحبه امتصاص أو إشعاع أي قدر من الطاقة .
- ج ( يشع طاقة إذا كان الانتقال من مدار أعلى إلى مدار أدنى .
- د ( يفقد مقداراً من الطاقة يعادل مقدار الطاقة الكامنة له .

\* نصف قطر مدار إلكترون في المستوى الثالث لذرة الهيدروجين هو (بالمتر)

- أ  $10^{-8} \times 4, 8$
- ب  $10^{-9} \times 9$
- ج  $10^{-9} \times 3$
- د  $10^{-8} \times 5, 1$

\* يصطدم فوتون طوله الموجي 0.4 نانومتر بإلكترون ساكن ويرتد صانعاً زاوية مقدارها 150° مع اتجاهه الأصلي . الطول الموجي للفوتون بعد الاصطدام هو:

- أ ( 0, 41 ) نانومتر .
- ب ( 3, 12 ) نانومتر .
- ج ( 20 ) أنجستروم .
- د ( 3, 67 ) نانومتر .



\* تتولد الأشعة السينية نتيجة لـ:

- أ ) انتقال الإلكترونات من المدارات الخارجية إلى خارج الذرة .
- ب ) انتقال الإلكترونات من المدارات الخارجية إلى مدارات داخلية .
- ج ) اصطدام الذرات المثارة بأخرى غير مثارة .
- د ) اصطدام الذرات بفوتونات عالية التردد .

\* تتميز أشعة الليزر بأنها:

- أ ) متفقة في الطور .
- ب ) ذات انفراس كبير .
- ج ) ذات كثافة إشعاعية منخفضة .
- د ) دائماً مرئية .

\* الجسيم المفقود ( ؟ ) في المعادلة ؟ (  $C N +$  هو:

- أ ) نيوترون .
- ب ) إلكترون .
- ج ) بوزترون .
- د ) بروتون .

\* الكتلة الذرية لنظير اليورانيوم U هي 238,131 (و.ك.ذ) . طاقة الربط لنواة هذا النظير هي (بوحد م . أ. ف):

- أ 1, 8108
- ب 33, 1689
- ج 238, 0217
- د 1685, 8548

\* العناصر المستقرة هي التي:

- أ ) يوجد في نواتها أكثر من 100 جسيم نووي .
- ب ) قطر نواتها أكبر من 10 - 15 متر
- ج ) لا تولد أشعة نووية .
- د ) ذات طبيعة صلبة .

\* النظائر هي عناصر متساوية في عدد:

- أ ) البروتونات .
- ب ) النيوترونات .
- ج ) البوزترونات .
- د ) جميع ما ذكر .



- \* الفشل في الوصول إلى الحل الصحيح للمشكلة قد يعود إلى:
- أ ) عدم واقعية الفرضيات المعطاة عن المشكلة .
  - ب ) خطأ في تطبيق الحل .
  - ج ) عدم القدرة على الربط بين فرضيات المشكلة وحلها.
  - د ) جميع ما ذكر .

- \* ما الفرق بين النظرية والحقيقة ؟
- أ ) النظرية قابله للتطبيق ، في حين أن الحقيقة تحتاج إلى إثبات .
  - ب ) النظرية لا تختلف عن الحقيقة .
  - ج ) الحقيقة لا تتطلب إثباتاً، في حين أن النظرية لا تقبل إلا إذا أثبتت.
  - د ) لا يمكن القبول بالحقيقة والنظرية إلا إذا ثبتنا بالدليل.

- \* في التجارب المعملية لا نحصل أحياناً على النتيجة الدقيقة، وقد يكون السبب:
- أ ) صعوبة التجربة نفسها .
  - ب ) عدم الاحتراز ضد أخطاء القياس .
  - ج ) عدم توفر كل الأدوات المطلوبة لعمل التجربة .
  - د ) عدم الدقة في حساب النتائج رياضياً .

- \* ما أفضل ما يمكن أن توصف به الطريقة الجيدة لتنفيذ التجارب ؟
- أ ) الإطلاع المسبق على التجربة قبل تنفيذها .
  - ب ) التخطيط والتصميم المسبق للتجربة قبل تنفيذها.
  - ج ) توفير كل الأدوات المطلوبة لتنفيذ التجربة .
  - د ) تنفيذ التجارب بجهد فردي ودون تدخل الغير .

- \* الصمامات لم تعد ملائمة للاستخدام في الدوائر الكهربائية بسبب:
- أ ) حجمها الكبير وكفاءتها المنخفضة قياساً بالبديل وهو الوصلة الثنائية.
  - ب ) حجمها الكبير وكفاءتها المنخفضة قياساً بالبديل وهو وصلة الترانزستور.
  - ج ) سرعة عطبها .
  - د ) صعوبة توفيرها وتكلفة تصنيعها .

- \* لماذا لا يفضل استخدام الماء في إطفاء حرائق الأجهزة والمعدات الكهربائية ؟
- أ ) لأنه في الحرارة العالية يعمل كموصل للكهرباء .
  - ب ) لارتفاع درجة حرارة تبخره نسبياً .
  - ج ) لأنه يتبخر في درجة الحرارة العادية .
  - د ) لضعف مقاومته الكهربائية .



\* أي مما يأتي يصف تأثيرات التيار الكهربائي على الجسم ؟

- أ ) التيار المتردد أكثر خطراً من التيار المستمر .
- ب ) التغيير المفاجئ في قيمة التيار يحدث تأثيراً ضاراً أكثر من قيمة التيار نفسه.
- ج ) تردد التيار يسهم في إلحاق الضرر بالجسم .
- د ) جميع ما ذكر .

\* عند قياس التيارات الصغيرة يفضل عادة استخدام:

- أ ) الجلفانومتر .
- ب ) الأمبير العادي .
- ج ) أمبير موصل به على التوالي مقاومة صغيرة .
- د ) جميع ما ذكر .

\* في حالة التسمم بغاز سام في المختبر ، يفضل ما يلي:

- أ ) إبعاد المصاب إلى الهواء .
- ب ) فتح ملابس المصاب عند الصدر والرقبة .
- ج ) إعطاء المصاب تنفساً صناعياً.
- د ) جميع ما ذكر .

\* إن محتوى موضوع الدرس الذي يقدمه المعلم لطلابه داخل صفوف المدرسة هو محتوى:

- أ ) ثابت لكون عناصر الدرس محددة .
- ب ) منفصل عن محتويات المادة الدراسية السابقة ولا يرتبط بها .
- ج ) ديناميكي متغير حسب طبيعة المجتمع والفروق الفردية بين الطلاب واهتماماتهم.
- د ) مركز على موضوعات بعينها في نفس المادة ولا ترتبط بالمواد الأخرى.

\* يقوم المعلم بإعداد استراتيجيات لطرح الدرس داخل الصف تقوم على أسلوب المناقشة، لأن هذا الأسلوب:

- أ ) يؤدي إلى اعتبار موضوع الدرس من اختيار التلميذ وليس المدرس أو إدارة تخطيط المناهج .
- ب ) يركز على الإبداع ويتحرر من خطط الدروس والامتحانات والحضور الإجباري.
- ج ) مدخل يؤكد عليه المرءون لكونه ينمي دوافع الاكتشاف وحب الاستطلاع لدى الطلاب .
- د ) يلائم تدريس العلوم الطبيعية ولا يلائم تدريس العلوم الاجتماعية والإنسانية.

\* من مميزات تدريس العلوم الطبيعية أن:

- أ ) الموضوعات مبنية بناء متكاملًا ومتفقًا عليه .
- ب ) الأسلوب النظري يُعتمد في إثبات الحقائق .
- ج ) الطالب يحتاج إلى أساليب متعددة ليجد طريقة للحكم على وجهات النظر .
- د ) بناء عناصر الدرس وترابطها يتأثر بثقافة المعلم وخبراته.



- \* لكل معلم طريقته وأسلوبه في تدريس العلوم، ومهما اختلفت الطرق والأساليب إلا أنها تتركز في ثلاث استراتيجيات هي:
- أ ) المعلم والمتعلم والمبنى المدرسي .
  - ب ) المتعلم والإدارة المدرسية والبيئة المحيطة بالمدرسة .
  - ج ) المعلم والمتعلم والتفاعل الإيجابي بينهما في عملية التعلم والتعليم.
  - د ) المتعلم والمعلم وضبط الفصل .





## ملحق 5: قوانين هامة في الفيزياء

لدى العلماء العديد من الأدوات المتاحة لتمكينهم من محاولة وصف كيف يعمل كل من الكون والطبيعة.

فغالبا ما يصل العلماء إلى قوانين ونظريات، ولكن أولا علينا أن نعرف الفرق بين كل من النظرية العلمية والقانون العلمي.

القانون العلمي يعبر عن علاقة رياضية مثل:  $E = mc^2$  ، هذه العلاقة مبنية على أدلة تجريبية وهي تمثل حقيقة عامة مؤكدة في حال توافر الشروط ففي القانون السابق  $c$  تمثل سرعة الضوء في الفراغ.

أما النظرية العلمية عادة ما تسعى إلى توليف مجموعة من الأدلة أو الملاحظات عن ظاهرة معينة، فهي تكون عبارة عن عبارة توضيحية خاضعة للتجريب لتشرح لنا كيف تتصرف الطبيعة، ولا يمكنك بالضرورة أن تختصر النظرية العلمية في معادلة ولكنها تقدم شيئا أساسيا حول عمل الطبيعة.

### X by Counterflix

فيعتمد كل من النظرية العلمية والقانون العلمي على العناصر الأساسية للمنهج العلمي كوضع الفرضية والبحث عن أدلة تجريبية وتقديم النتائج، وفي النهاية على العلماء إعادة تكرار النتائج حتى يكون كل من النظرية والقانون مؤكد بشكل أكبر ليحصل على قبول لدى الوسط العلمي.

في هذا المقال سنتعرف على 10 نظريات وقوانين علمية التي يمكنك من خلالها زيادة مخزونك المعرفي، سنتبدأ رحلتنا بفرقة، ومن ثم سننتقل إلى القوانين الأساسية للكون وقبلها نظرة عن تطوره وأخيرا سنخوض في عالم الفيزياء الكمية.

“1. مبدأ عدم اليقين” لهايزنبرغ:

نظرية أينشتاين الأشمل عن النسبية أخبرتنا المزيد عن كيفية عمل الكون وساعدتنا على وضع أساسيات فيزياء الكم، ولكنها أيضا قدمت المزيد من الارتباك حول العلوم النظرية. في 1927، قاد الشعور بأن قوانين الكون في بعض السياقات مرنة إلى كشف رائد للعالم الألماني فرنر هايزنبرغ – مبدأ “عدم اليقين”.

أدرك هايزنبرغ أنه من المستحيل الجمع بدقة بين معرفة خاصيتين من خصائص الجزيء، بمعنى آخر يمكنك أن تعرف مكان الإلكترون بدرجة كبيرة من اليقين، ولكن ليس الزخم الخاص به، والعكس بالعكس.

لاحقا، قام نيلز بوهر بكشف يساعد على فهم مبدأ هايزنبرغ، بوهر وجد أن الإلكترون يمتلك خصائص جزيء وموجة معا، وهو المبدأ المعروف بـ “ثنائية الموجة-الجزيء”، والذي صار حجر الزاوية للفيزياء الكمومية، بالتالي حين نقيس



مكان إلكترون، فإننا نعامله كجزيء موجود في نقطة محددة في الفراغ، وله طول موجي غير محدد، أما عندما نقيس زخمه فإننا نعامله كموجة، أي أنه يمكننا معرفة قيمة طولها الموجي، ولكن ليس موقعها.

### 2. نظرية النسبية العامة:

لألبرت أينشتاين تظل كسفا مهمة وأساسيا لأنها غيرت تماما كيفية رؤيتنا للكون، الاكتشاف الرائد لأينشتاين كان القول بأن المكان والزمان ليسا مطلقين وأن الجاذبية ليست ببساطة قوة تعمل على جسم أو كتلة، بل إن الجاذبية المرتبطة بأي كتلة تقوم بإحناء المكان والزمان (الزمكان) نفسه، حولها.

لفهم ذلك، تخيل إنك تسير عبر الكرة الأرضية في خط مستقيم متجها إلى الشرق، وأنت بدأت في مكان ما في نصف الكرة الأرضية الشمالي، بعد فترة لو قام أحدهم بتحديد موقعك على خريطة، فإنك فعليا ستكون شرق، وأيضا جنوب مكانك الذي بدأت منه، ذلك لأن الأرض منحنية، ولكي تسير إلى الشرق مباشرة عليك أن تأخذ في الاعتبار شكل الأرض وتوجه نفسك إلى الشمال قليلا (فكر في الفرق بين ورقة مسطحة وكرة مجسمة)، الفضاء يعمل بذات الطريقة، على سبيل المثال؛ بالنسبة لراكبي مكوك يدور حول الأرض، سيبدو وكأنهم يسيرون في خط مستقيم عبر الفضاء، ولكن في الواقع فإن الزمكان حولهم سيكون منحنيا بفعل جاذبية الأرض (كما هو الحال مع أي جسم كبير له جاذبية عالية، مثل كوكب أو ثقب أسود)، مما سيؤدي بهم إلى التحرك أماما ومع ذلك يبدو وكأنهم يدورون حول الأرض.

نظرية أينشتاين كان لها تأثيرات هائلة على مستقبل فيزياء الفضاء وعلم الكونيات، فقد فسرت شذوذا حسابيا بسيطا ولكن غير متوقع في مدار عطارد، وأظهرت كيف أن ضوء النجوم ينحني ووضعت الأساس النظري للثقوب السوداء.

### 3. التطور والانتقاء الطبيعي:

بعد أن أوضحنا أهم المبادئ الأساسية عن نشوء الكون وكيف يمكن للفيزياء أن تؤثر في حياتنا اليومية، دعونا ننتقل إلى الشكل البشري وكيف وصلنا إلى ما نحن عليه.

حسب تقدير أغلبية العلماء، فإن كل الحياة على الأرض لها سلف مشترك، ولكن لإنتاج التنوع الهائل بين جميع الكائنات الحية، كان يجب على أفراد معينين أن يتطوروا إلى أنواع مستقلة، في الأساس حصل هذا التنوع عبر التطور، أي عبر التناسل مع التعديل، جماعات الكائنات طورت سمات مختلفة، عبر آليات كالتطورات، ثم إن أصحاب السمات المفيدة للبقاء (مثل ضفدعة بنية اللون مما سمح لها بالتخفي وسط مستنقع) تم اختيارهم بواسطة الطبيعة للبقاء؛ من هنا جاء المصطلح "الانتقاء الطبيعي"، أساس الاكتشاف الرائد الذي قام به داروين في القرن 19: أن التطور عبر الانتقاء الطبيعي هو المسئول عن ذلك التنوع الكبير للكائنات على الأرض.

### 4. مبدأ الطفو لأرخميدس:

بعد ما اكتشف مبدأ الطفو، يحكى أن العالم الإغريقي أرخميدس هتف قائلا "يوريكا!" (وجدتها)، ثم جرى عاريا وسط مدينة سيراكيوز.

تحكي القصة أن أرخميدس قام بكشفه الهائل حينما لاحظ أن المياه ترتفع حين كان يخطو إلى حوض الاستحمام، حسب مبدأ الطفو لأرخميدس، فإن القوة التي تعمل على دفع جسم غاطس (كليا أو جزئيا) إلى الأعلى (تدفعه للطفو) تساوي وزن



السائل الذي يزيحه الجسم، ذلك المبدأ له تطبيقات واسعة للغاية وهو ضروري لحساب الكثافة، ومهم في تصميم الغواصات والحاويات المائية الأخرى.

### 5. قوانين الديناميكية الحرارية:

الفيزيائي والروائي الإنجليزي سي. بي. سنو قال مرة أن الإنسان العادي لو لم يعرف القانون الثاني للديناميكا الحرارية مثله كالعالم الذي لم يقرأ شكسبير أبداً، مقولة سنو المشهورة اليوم قصد بها أن يؤكد على أهمية الديناميكا الحرارية وضرورة تعلمها حتى بالنسبة لغير العلماء. الديناميكا الحرارية هي دراسة كيفية عمل الطاقة في نظام، سواء كان محرك أو مركز الأرض، يمكن تبسيطها إلى عدة قوانين أساسية، والتي لخصها سنو ببراعة كالآتي: لا يمكنك أن تريح. لا يمكنك أن تتعادل. لا يمكنك أن تخرج من اللعبة.

دعونا نشرحها قليلاً، بقوله "لا يمكنك الربح" فإن ما قصده سنو هو، بما أن المادة والطاقة محفوظتان، فلا يمكنك الحصول على أيّ منهما دون التخلي عن الآخر) وهي معادلة أينشتاين الشهيرة  $E=mc^2$  الطاقة تساوي الكتلة مضروبة في مربع سرعة الضوء، وتعني أيضاً أنه لكي يعمل المحرك وينتج شغلاً، فيجب أن تمدّه بالحرارة، وذلك على الرغم من أنه- وباستثناء نظام كامل الإغلاق- فإنه لا مفر من أن بعض الحرارة ستضيع إلى العالم الخارجي.

العبارة الثانية- لا يمكنك التعادل- تعني أنه بسبب الزيادة المستمرة للإنتروبي، فلا يمكنك أن تعود إلى نفس وضعية الطاقة، الطاقة المركزة في مكان واحد ستنتساب دوماً إلى الأماكن ذات التركيز الأقل.

أخيراً، القانون الثالث- لا يمكنك ترك اللعبة- يشير إلى الصفر المطلق، أي أقل درجة حرارة ممكنة نظرياً، والتي تقاس بصفر كيلفن (أو سالب 273.15 درجة مئوية، وسالي 459.67 فهرنهايت)، حين يصل النظام إلى صفر مطلق، فإن الجزيئات تتوقف تماماً عن الحركة، مما يعني عدم وجود طاقة حركية، والإنتروبي تصل إلى أخفض قيمة ممكنة، ولكن في العالم الحقيقي، فإنه حتى في الخلاء الفضائي من المستحيل الوصول إلى صفر مطلق- يمكنك الاقتراب منه كثيراً.

### 6. قوانين نيوتن للحركة:

طالما أننا نتحدث عن واحد من أعظم العلماء في التاريخ، دعونا ننقل إلى قوانين نيوتن الأخرى الشهيرة، إن قوانينه الثلاثة للحركة تشكل معاً أساساً في الفيزياء الحديثة، ومثل العديد من القوانين العلمية الأخرى، فإنها تتميز بالأناقة في بساطتها.

أول قانون من الثلاثة ينص على أن الجسم المتحرك يظل متحركاً، إلا لو أثرت عليه قوة خارجية، بالنسبة لكرة تتدحرج على الأرض، فإن تلك القوة الخارجية ستكون الاحتكاك بين الكرة والأرض، أو قد تكون الطفل الذي يركل الكرة إلى اتجاه آخر.

القانون الثاني يعقد صلة بين كتلة الجسم ( $m$ ) وعجلة تسارعه ( $a$ )، في شكل المعادلة  $F = m \times a$  حيث ( $F$ ) تمثل القوة مقاسة بوحدة النيوتن. وهي أيضاً قوة موجهة بمعنى أن لها عنصر اتجاه، بسبب التسارع فإن الكرة المتدحرجة على الأرض لها سهم توجه معين في اتجاه حركتها، ويتم الأخذ به في الحساب حين نحسب قوتها.

القانون الثالث واضح وينبغي أن يكون مألوفاً لك: لكل فعل هناك رد فعل مساوي له في القوة ومضاد له في الاتجاه، هذا يعني أنه لكل قوة تعمل على جسم أو سطح، فإن الجسم يدفعها بقوة مساوية.

#### 7. قانون هابل للتوسع الكوني:

دعنا نتوقف للحظة عند ادوين هابل؛ في صخب عشرينات القرن الماضي بعد احباط كبير، يظهر لنا هابل المعروف بأدائه الرائد في البحث الفلكي، هابل لم يثبت فقط وجود مجرات أخرى غير مجرتنا درب التبانة بل إنه اكتشف أيضاً أن تلك المجرات تبتعد عن مجرتنا بحركة سماها هو بالترجع.

ولتحديد سرعة المجرة قدم لنا هابل ما يعرف بقانون هابل الذي ينص على أن السرعة  $v = h \cdot d$  = المسافة و  $h$  هنا تمثل ثابت هابل الذي يحسب من معدل تمدد الكون والمسافة مجرة والأخرى التي نريد مقارنتها معها ( فمثلاً مجرة اندروميديا تسير بسرعة 120 كم في الثانية نحو مجرتنا درب التبانة).

وعند حساب ثابت هابل أعطانا العديد من النتائج مع مرور الزمن ولكن القيمة المقبولة الآن هي 70 كم / ثانية، والأهمية الكبرى لقانون هابل تنبع من تقديمه طريقة موجزة لحساب سرعة المجرات التي تتجه نحو مجرتنا فهذا القانون المتفق عليه يخبرنا أن الكون يحتوي على العديد من المجرات التي يمتد أثرها من الانفجار العظيم.

#### 8. الانفجار العظيم:

إذا كنت تريد أن تعرف نظرية علمية فاجعلها تلك التي تشرح كيف وصل الكون إلى حالته الحالية، المبنية على البحث المقدم من كل من ادوين هابل وجورجيس لامتري والبرت اينشتاين بالإضافة إلى آخرين.

من مسلمات نظرية الانفجار العظيم أن الكون نشأ منذ حوالي 14 مليار عام يصاحبه حدث توسعي هائل (يبدأ بالتضخم)، فكل مادة الكون كانت متمركزة في نقطة متفردة حتى وصلت إلى شكلها الحالي.

ولقد حصلت تلك النظرية على دعم من المجتمع العلمي، وخاصة بعد أن اكتشف كل من ارنو بينزييس و روبرت ويلسون إشعاع الخلفية الميكروني عام 1965 عندما وجدوا ضجيج كوني لم يتبدد مع الزمن بالتعاون مع الباحث روبرت ديك، فكل منهم أثبت فرضية روبرت الذي قال أن الانفجار العظيم قد تخلف عنه إشعاع على مستوى منخفض.

#### 9. قانون كيبلر لحركة الكواكب:

لقرون عديدة مضت تعارك الفلكيين فيما بينهم وبين كهنة الدين حول موضوع مدارات الكواكب وخاصة دورانهم حول الشمس، ففي القرن الـ 16 وضع كوبرنيكوس مفهومه المثير للجدل حول مركزية الشمس في النظام الشمسي، وأن الكواكب تدور حول الشمس وليس الأرض، ولكن الموضوع قد أثار اهتمام كيبلر لكي يطور النموذج الموضوع من تايكو برا وآخرين حول وضع أساس علمي لحركة الكواكب.

وقد وضع كيبلر ثلاثة قوانين لوصف حركة الكواكب ودورانها حول الشمس، القانون الأول الذي غالباً ما يدعى بقانون المدارات وهو يوضح بإيجاز دوران الأرض حول الشمس، القانون الثاني يسمى بقانون المسافات وهو يحسب المسافة المقطوعة بين الكوكب والشمس بمعنى أنه لو قمت بحساب المسافة على مدار 30 يوماً بين الأرض والشمس ستجدها كما



هي لم تتغير، القانون الثالث يسمى بقانون الفترات الزمنية وهو يمكننا من وضع علاقة واضحة بين الفترة التي يحتاجها الكوكب للدوران في مداره وبعده عن الشمس، وبفضل هذا القانون استطعنا أن نحدد بأن الكوكب القريب نسبياً من الشمس مثل عطارد يأخذ فترة أقل للدوران من كوكب بعيد نسبياً من الشمس مثل نبتون.

### 10. قانون الجذب العام:

ربما نعتبره أمراً مفروغاً منه الآن، ولكن منذ أكثر من 300 سنة قدم السير إسحاق نيوتن فكرة ثورية: أن أي جسمين، بغض النظر عن كتليتهما، يبذلان قوة جاذبية على بعضهما البعض، هذا القانون يتم عرضه بمعادلة يقابلها الكثير من طلاب المدرسة الثانوية في حصص الفيزياء، وتسير كالاتي:

$$F = G \times [(m_1 m_2) / r^2]$$

$F$  هي قوة الجذب بين الجسمين، مقاسة بوحدة النيوتن  $m_1$  و  $m_2$  هما كتلتا الجسمين، بينما  $r$  هي المسافة بينهما  $G$ . هي ثابت الجاذبية، وهو رقم يحسب اليوم على أنه  $6.672 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ kg}^{-2}$

فائدة قانون الجذب العام أنه يسمح لنا بحساب شدة الجذب بين أي جسمين، تلك المقدرة مفيدة خاصة حين يقوم العلماء، مثلاً، بالتخطيط لوضع قمر صناعي في مدار معين، أو رسم خريطة لمسار القمر.



ملحق 6: أهم القوانين والثوابت الفيزيائية الرياضية:

ثوابت فيزيائية:

- عجلة الجاذبية الأرضية =  $9,8 \text{ م / ث}^2$
- كثافة الماء =  $1000 \text{ كجم / م}^3$
- ثابت كولوم  $9 \times 10^9 = 9 \text{ نيوتن} \cdot \text{م} / 2 \text{ كولوم}^2$
- شحنة الإلكترون  $1,6 \times 10^{-19} = 6,1 \text{ كولوم}$ .
- كتلة الإلكترون  $9,1 \times 10^{-31} = 1,9 \text{ كجم} = 0,000549$  وحدة كتل ذرية.
- كتلة البروتون  $1,6726 \times 10^{-27} = 6726,1 \text{ كجم} = 1,007276$  وحدة كتل ذرية.
- كتلة النيوترون  $1,6749 \times 10^{-27} = 6749,1 \text{ كجم} = 1,008665$  وحدة كتل ذرية.
- نفاذية الهواء  $4 = 10^{-7} = 30 \text{ ويبر / أمبير} \cdot \text{متر}$ .
- سماحية الفراغ  $8,85 \times 10^{-12} = 85,8 \text{ كولوم}^2 / \text{نيوتن} \cdot \text{م}^2$



## قوانين فيزيائية:

قوانين الفصل الأول	
$V = \frac{W}{Q}$	فرق الجهد بين نقطتين
$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t}$	شدة التيار الكهربى
$Q = N \cdot e = I \cdot t = \frac{W}{V}$	كمية الشحنة الكهربائية
$R = \frac{V}{I} = \frac{\rho_c L}{A} = \frac{\rho_c L}{\pi r^2}$	المقاومة الكهربائية (الأمية)
$\rho_c = \frac{R \cdot A}{L} = \frac{1}{\sigma}$	المقاومة النوعية
$\sigma = \frac{1}{\rho_c} = \frac{L}{R \cdot A}$	التوصيلية الكهربائية
$W = V \cdot Q = V \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{V^2 \cdot t}{R}$ $= P_W \cdot t$	الطاقة الكهربائية (الشغل الكهربى)
$P_W = \frac{W}{t} = I \cdot V = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$	القدرة الكهربائية
$V = V_B - I r$ $I_t = \frac{V_B}{R_t + r}$	قانون أوم للدائرة المغلقة
$\Sigma I = 0$	القانون الأول لكيرشوف
$\Sigma V = \Sigma I \cdot R$	القانون الثانى لكيرشوف



قوانين الفصل الثاني	
$\Phi_m = B \cdot A \cdot \cos \theta$	الفيض المغناطيسي
$B = \frac{\mu I}{2\pi d} = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$	كثافة الفيض المغناطيسي ( سلك مستقيم )
$B = \frac{\mu I N}{2r}$	كثافة الفيض المغناطيسي ( ملف دائري )
$B = \frac{\mu I N}{l_{\text{دائرة}}} = \mu I n$	كثافة الفيض المغناطيسي ( ملف لولبي (حلزوني) )
$n = \frac{N}{l}$	عدد اللفات في وحدة الأطوال
$N = \frac{L \cdot n}{\mu_0}$	عدد اللفات بدلالة مديلة محيط اللفة وطول السلك
$B_t = B_1 + B_2$	محصلة كثافة الفيض إذا كان المجالين في نفس الاتجاه
$B_t =  B_1 - B_2 $ الكبير ناقص الصغير	محصلة كثافة الفيض إذا كان المجالين في عكس الاتجاه
$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$	محصلة كثافة الفيض إذا كان المجالين متعامدين
$F = BIL \sin \theta$	القوة المؤثرة على سلك مستقيم
$F_{1,2} = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$	القوة المتبادلة بين سلكين
$\tau = BIAN \sin \theta$	عزم الأزواج المؤثر على ملف
$ md  = IAN = \frac{\tau}{B}$	عزم ثنائي القطب المغناطيسي
$\frac{\theta}{I}$	حساسية الجلفانومتر
$R_x = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{V_g}{I - I_g}$	مقاومة مجزئ التيار
$\frac{I_g}{I} = \frac{R_x}{R_x + R_g}$	حساسية الأميتر
$I = 4I_g$ $R_x = \frac{1}{3} R_g$	عدد نقص حساسية الأميتر إلى الربع
$R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$	مقاومة مضاعف الجهد
$\frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_m + R_g}$	حساسية الفولتميتر
$V = 4V_g$ $R_m = 3R_g$	عدد نقص حساسية الفولتميتر إلى الربع
$I_g = \frac{V_g}{R_g + R_C + R_v + r}$	معايرة جهاز الأومميتر
$R_{\text{جهد}} = \frac{V_g}{I_g}$	لحساب المقاومة المجهولة
$I = \frac{V_g}{R_{\text{جهد}} + R_x}$ $\therefore R_x = \frac{V_g}{I} - R_{\text{جهد}}$	عدد مرور ربع التيار في الأومميتر
$I = \frac{1}{4} I_g$ $R_x = 3R_{\text{جهد}}$	



قوانين الفصل الثالث	
$emf = -N \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$	قانون فاراداي
$\Delta \Phi_m = B_1 A - B_2 A \cos \theta$	التغير في الفيض أثناء دوران الملف في ذلك المتوسطه خلال ربع دورة
$emf = -N \frac{B \cdot A}{\Delta t} = -4NBAf$ $= \frac{2 emf_{max}}{\pi}$	ق.د.ك المتوسطه خلال نصف دورة
$emf = -N \frac{2B \cdot A}{\Delta t} = -4NBAf$ $= \frac{2 emf_{max}}{\pi}$	ق.د.ك المتوسطه خلال ثلاث ارباع دورة
$emf = -N \frac{B \cdot A}{\Delta t} = -\frac{4}{3} NBAf$ $= \frac{2 emf_{max}}{3\pi}$	ق.د.ك المتوسطه خلال دورة كاملة
$emf = Zero$	معامل الحث الذاتي
$L = \frac{emf_1 \cdot \Delta I}{\Delta I_1} = \frac{\mu AN^2}{L_{ج.د.ك}} = \frac{N_1 \cdot \Phi_{m1}}{\Delta I_1}$	معامل الحث المتبادل
$M = \frac{emf_2 \cdot \Delta I}{\Delta I_1} = \frac{N_2 \cdot \Phi_{m2}}{\Delta I_1}$	ق.د.ك المستحثه المتولد في سلك مستقيم
$emf = -Blv \sin \theta$	ق.د.ك المستحثه المتولد في سلك مستقيم
$emf_{max} = -NBA\omega = -NBA2\pi f$	ق.د.ك المستحثه الحثية
$emf = emf_{max} \cdot \sin \theta$ $= emf_{max} \cdot \sin \omega t$ $= emf_{max} \cdot \sin 2\pi ft$	ق.د.ك المستحثه الحثية
$emf_{eff} = emf_{max} \cdot \sin 45$ $= emf_{max} \cdot 0.707 = emf_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$	ق.د.ك المستحثه الحثية
$I_{max} = \frac{emf_{max}}{R}$	شدة التيار الحثية
$I = I_{max} \cdot \sin \theta$ $= I_{max} \cdot \sin \omega t = I_{max} \cdot \sin 2\pi ft$	شدة التيار الحثية
$I_{eff} = I_{max} \cdot \sin 45$ $= I_{max} \cdot 0.707 = I_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$	شدة التيار الحثية
$P_w = emf_{eff} \cdot I_{eff}$	الطاقة المستحصلة
$N_{max} = 2f$	عدد مرات وصول التيار للقمة في الثانية
$N_{zern} = 2f + 1$	السرعة الزاوية
$\omega = \frac{v}{r} = 2\pi f = v \cdot r$	التردد
$f = \frac{1}{T} = \frac{N}{t} = \frac{\omega}{2\pi}$	زاوية الدوران من الوضع العمودي
$\theta = \omega t = 2\pi ft$	مساحة الملف
$A = L \cdot 2r$	قوانين المحول الكهربى
$\frac{V_s}{V_p} = \eta \frac{N_s}{N_p}$ $\frac{V_s}{V_p} = \eta \frac{I_p}{I_s}$ $\frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$	قوانين المحول الكهربى
$\eta = \frac{(P_w)_{s1} + (P_w)_{s2}}{(P_w)_p}$	إذا تم تشغيل عدة ملفات ثانوية
$\eta(P_w)_p = (P_w)_{s1} + (P_w)_{s2}$ $I_{ثانوية} = I_{س1} + I_{س2}$	التيار الخارج بدائرة ملف المولد ( المحرك الكهربى )



قوانين الفصل الرابع	
$X_L = 2\pi fL = \omega L$	المقاومة الحثية لملف
$C = \frac{Q}{V}$	سعة المكثف
$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$	المقاومة السعوية لمكثف
$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $V_{\text{المصدر}} = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$ $\tan \theta = \frac{X_L}{R} = \frac{V_L}{V_R}$ $I = \frac{V}{Z} = \frac{V_R}{R} = \frac{V_L}{X_L}$	في دائرة RL
$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $V_{\text{المصدر}} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$ $\tan \theta = \frac{-X_C}{R} = \frac{-V_C}{V_R}$ $I = \frac{V}{Z} = \frac{V_R}{R} = \frac{V_C}{X_C}$	في دائرة RC
$Z = X_L - X_C$ $V_{\text{المصدر}} = V_L - V_C$ $\theta = 90$ $I = \frac{V}{Z} = \frac{V_L}{X_L} = \frac{V_C}{X_C}$	في دائرة LC
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $V_{\text{المصدر}} = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$ $\tan \theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{V_L - V_C}{V_R}$ $I = \frac{V}{Z} = \frac{V_R}{R} = \frac{V_L}{X_L} = \frac{V_C}{X_C}$	في دائرة RLC
$X_L = X_C$ $Z = R$ $V = V_R$ $\theta = 0$ $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	في حالة الرنين



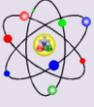
قوانين الفصل الخامس	
$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$	طاقة الفوتون
$E = nh\nu$	طاقة المستوى
$\frac{(\lambda_m)_1}{T_2} = \frac{(\lambda_m)_2}{T_1}$	قانون فين
$KE = \frac{1}{2}mv^2 = eV$	طاقة حركة الإلكترون
$E_w = h \nu_c = h \frac{c}{\lambda_c}$	دالة الشغل
$E = m_e c^2$	قانون بقاء الطاقة والكتلة (اينشتاين)
$KE = E - E_w$	قانون التأثير الكهروضوئي
$\lambda = \frac{h}{m_e v}$	علاقة دي برولى
$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$	كتلة الفوتون
$P = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$	كمية تحرك الفوتون
$F = \frac{2h\nu\phi_1}{c} = \frac{2P_w}{c}$	القوة التي يؤثر بها شعاع ضوئي على سطح
قوانين الفصل السادس	
$2\pi r = n\lambda$	لحساب نصف قطر مدار ذرة الهيدروجين
$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \times (1.6 \times 10^{-19})$	لحساب طاقة مدار ذرة الهيدروجين
$E_\infty = 0$	طاقة المستوى مالا نهاية
$\Delta E = E_\infty - E_n = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$	لحساب طاقة الإشعاع ( أكبر طاقة وتردد ) ( أقل طول موجي )
$\Delta E = E_{n+1} - E_n = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$	لحساب طاقة الإشعاع ( أقل طاقة وتردد ) ( أكبر طول موجي )
$\Delta E = \frac{1}{2}mv^2 = eV = VIt = P_w t$ $= h\nu = \frac{hc}{\lambda}$	طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من أنيوبة كوندج
قوانين الفصل السابع	
$\frac{2\pi}{\lambda} \times \text{فرق المسار} = \text{فرق الطور}$	إختلاف طور الضوء عند وصوله ككوك الفوتوغرافي
قوانين الفصل الثامن	
$np = n_i^2$	قانون فعل الكتلة
$n = p + N_D^+$	في حالة بلتورة n-type
$p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$	
$p = n + N_A^-$	في حالة بلتورة p-type
$n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$	
$I_E = I_C + I_B$	تيار الباعث في الترانزستور
$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta_e}{1 + \beta_e}$	نسبة التوزيع
$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$	نسبة التكبير
$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$	جهد البطارية في الترانزستور عندما يكون الباعث مشترك



هل أنت جاهز للاختبار؟

تحقق من مستوى جاهزيتك للاختبار من خلال الإجابة عن القائمة التالية:-

م	أسئلة التحقق من الاستعداد	نعم	لا
1	هل تعرف متطلبات الاختبار للتخصص التدريسي المقدم عليه؟		
2	هل اتبعت إجراءات التسجيل؟		
3	هل تعرف مقر الاختبار وموعده؟		
4	هل تعرف متطلبات دخول قاعة الاختبار؟		
5	هل تعرف المحتوى الذي يغطيه الاختبار؟		
6	هل استعملت صفحة خطة الدراسة من هذا الدليل لتحديد المحتوى الذي تعرفه جيداً، والمحتوى الذي تحتاج لإعطائه مزيداً من الاهتمام؟		
7	هل راجعت كتباً، أو مذكرات دراسية، أو مصادر أخرى ترتبط بمحتوى الاختبار؟		
8	هل تعرف زمن الاختبار وعدد أسئلته؟		
9	هل أنت معتاد على طبيعة الأسئلة التي يعرضها الاختبار؟		
10	هل تدربت على أسئلة مشابهة لأسئلة الاختبار؟		
11	إذا كنت تؤدي الاختبار للمرة الثانية، هل حلت درجتك السابقة وتعرفت على المجالات التي تحتاج منك إلى مراجعة؟		



## في يوم الاختبار

ينبغي أن تنهي مراجعتك للمعايير التخصصية قبل يوم أو يومين من موعد الاختبار الفعلي وينصح بالتالي:

**f f** خذ قسطاً من الراحة قبل دخول الاختبار.

**f f** تأكد من اصطحاب الوثائق المهمة المطلوبة لدخول الاختبار مثل بطاقة الأحوال.

**f f** تناول وجبة غداء أو عشاء خفيفة قبل دخول الاختبار.

**f f** انتظم في الصف أثناء إجراءات دخول قاعة الاختبار.

**f f** كن هادئاً، فلا يمكنك أن تتحكم في مجريات الاختبار ولكنك تستطيع أن تتحكم في نفسك.

**f f** المراقبون في قاعة الاختبار على درجة عالية من التدريب ويسعون إلى بذل الجهد اللازم

لتوحيد إجراءات الاختبار على مستوى المملكة، ولكن لا تجعل بعض الإجراءات تزعجك.

**f f** إذا كنت تشعر بقلق أو مخاوف من أداء الاختبار ، فمن المفيد أن تقرأ دليل خفض القلق قبل الاختبار بعدة

أيام.



للمزيد من الاسئلة التنافسية اضغط الرابط:

<https://m.facebook.com/groups/1604255116569917?view=permalink&id=1794907684171325>





### المراجع:

✓ الكتب المدرسية / المنهاج الأردني للصفوف التاسع/العاشر/

المرحلة الثانوية المستوى (3+2+1)

✓ مجموعة من دوسيات الثانوية العامة (القوي لمجد عثمان ، الفيزياء الحديثة ليحيى

الشجراوي، الفيزياء النووية ليحيى السعافين، الوحيد لجهاد الوحيد)

✓ ملخص قوانين الفيزياء لمحمود علي

✓ دليل المتقدم لاختبار معلمي الفيزياء /المملكة العربية السعودية.