وزارة التربية

التوجيه الفني العام للعلوم

مذكرات الوظائف الإشرافية

رئيس قسم ثانوي- فيزياء

الجانب الفنى

العام الدراسي :2021-2022 م

مقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين ، وبعد

يتدخل علم الفيزياء في جميع نشاطات حياتنا اليومية من مأكل ومشرب وملبس .. ومن هنا فإن دراسة الفيزياء بفهم وإدراك وبالأخص كيفية تطبيقها وتوظيفها في حياتنا اليومية من الأهمية بمكان في عالمنا المعاصر .

وهذه المذكرة التي بين أيديكم تحوى موضوعات من المادة العلمية في مجال الفيزياء واللازمة لاجتياز اختبار الترقي لوظيفة (رئيس قسم) ونأمل ان نكون قد ساهمنا في تحقيق الهدف المرجو. وتشمل الموضوعات التالية :

م	الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١	الأول	الميكانيكا والمتجهات	٣
٢	الثاني	الموجات والاهتزاز	١٦
٣	الثلث	القوى والمجالات الكهروستاتيكية	٢٧
٤	الرابع	التيار المستمر والمجال المغناطيسي	٣٦
٥	الخامس	مستويات الطاقة والأطياف و الفيزياء الذرية	٥٣
٦	السادس	الفيزياء النووية	٦٧

الميكانيكا- و المتجهات

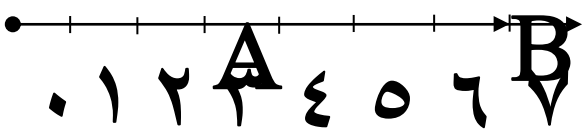
الميكانيكا

الوصف الاتجاهي لنقطة مادية

يمكن تحديد موقع نقطة في مستوى بالاعتماد على نقطة أصل ومحورين متعامدين للإحداثيات يسميان المحور السيني والمحور الصادي، وعلي ذلك يمكن تحديد طول المتجه:

١- إذا كان المتجه منطبقاً على أحد محوري الإحداثيات (السيني مثلاً) يمكن تحديد طوله بالاعتماد على موقعي بدايته ونهايته، فطول المتجه (AB) مثلاً في شكل (١):

$\overrightarrow{AB} = OB - OA$



٢- إذا كان المتجه لا ينطبق على أحد محددي الإحداثيات، ولكنه يقع في مستوييهما فيمكن تحديد طوله بنظرية فيثاغورث.

المسافة (x) : هي طول المسار الكلي الذي يسلكه الجسم.

الإزاحة ($\vec{r}$): اقصر مسافة بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهاية الحركة.

السرعة العددية: Speed : هي المسافة التي يقطعها الجسم المتحرك خلال وحدة الزمن.

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

وهي إما تكون ثابتة (منتظمة) وذلك عندما يقطع الجسم المتحرك مسافات متساوية في أزمنة متساوية. وإما أن تكون غير ثابتة، وذلك عندما يقطع الجسم المتحرك مسافات غير متساوية في أزمنة متساوية أو العكس.

السرعة المتجهة Velocity: الإزاحة المقطوعة خلال وحدة الزمن.

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}}{t}$$

وتكون السرعة المتجهة ثابت عندما يقطع الجسم المتحرك إزاحاً متساوية في أزمنة متساوية.

العجلة: هي المتجه الناتج عن تغيير متجه السرعة خلال وحدة الزمن.

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

وتكون العجلة منتظمة عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم وتحدث تغيرات متساوية في سرعته خلال فترات زمنية متساوية.

ويمكن ملاحظة التالي:

١- إذا كان الجسم يتحرك بعجلة منتظمة فإن الخط البياني الممثل لعلاقة (السرعة – الزمن) يكون خطاً مستقيماً مائلاً بالنسبة لمحور الزمن، أما إذا كان الجسم يتحرك بعجلة غير منتظمة فإن الخط البياني يكون منحنياً.

٢- العجلة المنتظمة لحركة جسم تساوي ميل الخط المستقيم الممثل لعلاقة (السرعة – الزمن).

٣- العجلة المتوسطة لحركة جسم (خلال فترة زمنية) تساوي ميل القاطع لمنحنى (السرعة – الزمن) (خلال تلك الفترة).

٤- العجلة اللحظية لحركة جسم تساوي ميل الممارس لمنحنى (السرعة – الزمن) عند تلك اللحظة.

معادلات حركة الأجسام بعجلة منتظمة:

(١) من المعلوم أن:

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

$$a = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{t}$$

$$\therefore \upsilon_2 = \upsilon_1 + at$$

$$x = \bar{\upsilon} t$$

$$\bar{\upsilon} = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2}$$

$$X = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2} t$$

$$\therefore \upsilon_2 = \upsilon_1 + at$$

$$\boldsymbol{X = \frac{\upsilon_1 + at + \upsilon_1}{2} t}$$

$$X = \upsilon_1 t + at^2$$

(٢)

$$\boldsymbol{t = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{a}}$$

$$\bar{\upsilon} = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2}$$

$$x = \bar{\upsilon}\, t$$

$$\therefore \boldsymbol{X = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2} \times \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{a}}$$

$$\boldsymbol{X = \frac{(\upsilon_2 + \upsilon_1)(\upsilon_2 - \upsilon_1)}{2a}}$$

$$X = \frac{(\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2)}{2 \propto}$$

$$\therefore \boldsymbol{\upsilon_2^2 = \upsilon_1^2 + 2a\, x}$$

زمن رد الفعل:

إن السائق لا يضغط على المكابح في لحظة رؤيته للسيارة التي أمامه بل يحتاج إلى زمن (يسمى زمن رد الفعل) حتى تنقل الأعصاب إشارة الرؤية إلى الدفاع وإشارة الدفاع إلى القدم حتى تضغط على المكابح وتبقى السيارة خلال هذا الزمن سائرة بنفس السرعة، وبعد ذلك تبدأ بالتناقص بفعل المكابح.

قوانين نيوتن (قوانين الحركة):

القوة: هي المؤثر الذي إذا أثر على جسم ساكن فإنه يجعله يتحرك أو يحاول تحريكه أو يغير من اتجاه حركته لو كان متحركاً، أو يغير من مقدار سرعته.

القوى تصنف وفق مصادرها: فمنها:

(القوة العضلية للإنسان- القوة المغناطيسية- القوة الكهربائية- قوى التجاذب الكتلي- القوى الكهرومغناطيسية- القوى النووية)

القانون الأول:

يبدو لنا من خبراتنا اليومية أنه لجعل الجسم المتحرك يستمر في حركته، لابد من الاستمرار بالتأثير عليه بالقوة اللازمة لذلك، وأن الأجسام المتحركة تسكن في النهاية عند إيقاف القوة المؤثرة عليها، وهذا ما كان يعتقد به العالم أرسطوطاليس.

ولكن لماذا لا يستمر الجسم في حركته بعد إيقاف القوة المؤثرة عليه، ولماذا تتوقف الأجسام المتحركة على سطح أفقي مستوي بعد رفع القوة عنها.

كانت إجابة العالم جاليليو بعد إجراءه لتجاربه على المستوى المائل إن ذلك يرجع إلى مؤثرات خارجية، تؤثر على هذه الأجسام أثناء حركتها، مثل مقاومة الهواء وقوى الاحتكاك.

واعتماداً على تجارب جاليليو تمكن العالم نيوتن من صياغة القانون الأول للحركة:

(الجسم الساكن يبقى ساكناً، والجسم المتحرك يستمر في حركته بسرعة ثابتة في خط مستقيم، ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تجبره على تغيير ذلك).

ولتكون الصورة أوضح يمكن القول أنه إذا كانت محصلة القوى المؤثرة على الجسم صفراء (أي قوى متزنة) فإن الجسم إما أن يكون ساكناً أو متحركاً بسرعة منتظمة في خط مستقيم.

والسؤال الآن:

لو كانت محصلة القوى لا تساوي صفراً؟

فلابد أن يكون الجسم متحرك ؟ ولكن متحركاً بسرعة غير ثابتة مقداراً أو غير ثابتة اتجاهاً.

أي أن القوة تغير من مقدار السرعة في خط مستقيم (عجلة خطية).

أو تغير من اتجاه السرعة (عجلة مركزية).

أي أنه طالما أن هناك قوة تؤثر على الجسم فلابد من وجود حركة معجلة.

القانون الثاني:

- عند إيجاد العلاقة بين القوة (F) والعجلة (a) وجد أن:

$$a \propto F$$

- وعند إيجاد العلاقة بين عجلة الحركة وكتلة الجسم المتحرك وجد أن:

$$a \propto \frac{1}{m}$$

- ومن هنا توصل نيوتن للقانون الثاني للحركة حيث:

$$a \propto \frac{F}{m}$$

- العجلة التي يتحرك بها جسم بتأثير قوة ما تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة، وتتناسب عكسياً مع كتلة الجسم، ويكون اتجاه العجلة هو اتجاه القوة المؤثرة نفسه.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

القانون الثالث:

من خلال التجارب والمشاهدات صاغ نيوتن القانون الثالث للحركة:-

لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ، ومضاد له في الاتجاه، أي أنه لا يوجد في الطبيعة قوة مفردة.

أي أن القوة ورد فعلها هما قوتان تؤثران في جسمين مختلفين ولا تعتبر قوتين متزنتين.

الدفع وكمية الحركة: Impulse and Momentum

إذا أثرت قوة (F) في جسم حر الحركة كتلته (m) خلال فترة زمنية (Δt) فإن الجسم يتحرك بعجلة وفق:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\frac{F}{m} = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{\Delta t}$$

$$\vec{F} . \Delta t = m(\upsilon_2 - \upsilon_1)$$

والمقدار $\mathbf{(F. \Delta t)}$ هو كمية متجهة تسمى الدفع (I).

أما المقدار $(m\,\upsilon)$ هو أيضاً كمية متجهة وتسمى كمية الحركة (P).

$$\therefore F . \Delta t = m . \Delta \upsilon$$

$$I = \Delta P$$

بقاء كمية الحركة:

عند إجراء عدة تجارب على تصادم ركابين على مضمار هوائي تبين من تلك التجارب أن:

$$\overrightarrow{\Delta P_1} = -\overrightarrow{\Delta P_2}$$

$$\overrightarrow{\Delta P_1} + \overrightarrow{\Delta P_2} = 0$$

أي أن التغير في كمية الحركة لجملة جسمين أثناء التصادم يساوي صفر.

واتضح في النهاية: " أن كمية الحركة لجملة جسمين تبقى ثابتة أثناء التدافع أو التصادم" حتى لو تغيرات مواقع عناصر الجملة وسرعاتها بسبب قوى داخلية مختلفة. وهو قانون بقاء كمية الحركة.

$\vec{P}$مقدار ثابت للجملة

وبقاء كمية الحركة لجملة معزولة يعزز القانون الثالث لنيوتن حيث:

$$\overrightarrow{\Delta P_1} = -\overrightarrow{\Delta P_2}$$

$$\vec{F}_{2-1}.\Delta t = -\vec{F}_{1\to 2} - \Delta t$$

$$\therefore \vec{F}_{2-1} = -\vec{F}_{1\to 2}$$

الشغل والطاقة

الشغل:

الشغل من الناحية الفيزيائية يُعرف بأنه حاصل ضرب القوة المؤثرة في الإزاحة التي تنتج عنها ولما كان كل من القوة والإزاحة كمية متجهة، فإن قيمة الشغل الناتج تختلف باختلاف الزاوية بين اتجاهي القوة والإزاحة، ولو بقي مقدار كل منهما ثابت.

فالشغل إذن هو حاصل الضرب الداخلي (العددي) لمتجهي القوة والإزاحة.

$$W = \vec{F} \ . \vec{S}. = FS \cos\theta$$

أي أن الشغل يحسب من ضرب أحد متجهي (القوة أو الإزاحة) في مسقط الآخر عليه.

ويمكن حساب الشغل من المساحة تحت منحنى (القوة – الإزاحة).

الشغل والطاقة:

فالطاقة لجسم هي مقياس لمقدرة أو استطاعة ذلك الجسم على بذل شغل ما.

فالعلاقة وثيقة بين الطاقة والشغل.

وهناك العديد من الأمثلة لأجسام تمتلك طاقة وقادرة على بذلك شغل منها:

- أجسام تمتلك طاقة آلية (ميكانيكية) نتيجة حركتها أي تمتلك طاقة حركة.

- أجسام تمتلك طاقة ميكانيكية نتيجة لوضعها في مجال الجاذبية الأرضية أي تمتلك طاقة وضع تثاقلية.
- أجسام تمتلك طاقة نتيجة لسحبها أو ضغطها من طرف حر لها والطرف الآخر مثبت مثل النوابض؛ أي تمتلك طاقة وضع مرونية.
- ومصدر كل تلك الطاقات هو الشغل المبذول.

∴ الشغل المبذول يختزن في الجسم على إحدى صور الطاقة.

الشغل وطاقة الحركة:

عندما يتحرك جسم كتلته (m) بسرعة ثابتة (v_1) وأثرت عليه قوة (F) فإنه يتحرك بعجلة وبالتالي بعد قطعه مسافة (S) تصبح سرعته (v_2)، ويكون الشغل المبذول على الجسم.

$$W = F\,s$$

$$F = m.\,a$$

$$W = m\,a\,s$$

$$\upsilon_2^2 = \upsilon_1^2 + 2\,a\,s \quad ، \because$$

$$S = \frac{\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2}{2\,a}$$

$$\therefore W = ma\left(\frac{\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2}{2\,a}\right) = \frac{1}{2}m\,(\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2)$$

$$\frac{1}{2}m\,\upsilon^2\ W = \frac{1}{2}m\,\upsilon_2^2 - \frac{1}{2}m\,\upsilon_1^2$$

والمقدار هو طاقة الحركة **(K)**

$$\therefore W = \Delta K$$

الشغل وطاقة الوضع التثاقلية:

عند رفع جسم لأعلى من مستوى معين لمستوى آخر أكثر ارتفاعاً فإننا نؤثر في الجسم بقوة تساوي (على الأقل) قوة جذب الأرض للجسم.

وبالتالي فإننا نبذل شغلاً مقداره:

$$W = wh$$

وهذا الشغل يختزنه في الجسم على شكل طاقة كامنة تسمى طاقة الوضع التثاقلية وتحسب من العلاقة:

$$U = W$$

$$U = wh$$

$$U = mgh$$

ويمكن تعريف طاقة الوضع التثاقلية لجسم عند مستوى معين بأنها الشغل المبذول لإيصال الجسم إلى ذلك المستوى من مستوى اتفق على أن طاقة الوضع فيه تساوي صفراً.

أي أنه عند حساب طاقة الوضع التثاقلية من الضروري الاتفاق على اختيار مستوى معين تعتبر فيه طاقة الوضع التثاقلية صفراً.

وإذا ارتفع الجسم عن هذا المستوى تكون طاقة وضعه التثاقلية موجبة.

وإذا انخفض الجسم عن هذا المستوى تكون طاقة وضعه التثاقلية سالبة.

الشغل في مجال الجاذبية الأرضية المنتظم:

يمكن رفع جسم من سطح الأرض إلى ارتفاع ما عن سطح الأرض، وذلك بتحريكه على عدة مسارات مختلفة وسنجد أنه مهما اختلف المسار فإن الشغل المبذول لن يختلف وفي جميع الأحوال سنجد أن الشغل المبذول لابد أن يساوي طاقة الوضع التثاقلية عند نفس الارتفاع.

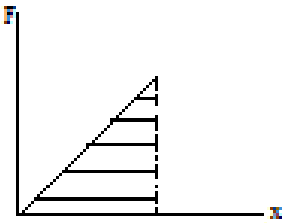
$$W = m\,g\,h$$

لذلك فإن الشغل المبذول ضد قوة جذب الأرض لا يعتمد على المسار بل يتوقف على الارتفاع الرأسي الذي نرفع إليه الجسم.

الشغل وطاقة الوضع المرونية:

من المعلوم أنه عند ضغط نابض ما فإننا نبذل شغل ضد قوى المرونة في النابض وهذا الشغل يختزن في النابض على هيئة طاقة وضع مرونية.

ومن المعلوم أن الاستطالة الحادثة في نابض تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة بشرط ألا يتعدى النابض حد مرونية.



$$F = kx$$

حيث (k) ثابت القوة للنابض ، (x) مقدار الاستطالة الحادثة.

الشغل المبذول = مساحة المثلث

$$W = \tfrac{1}{2} Fx$$

$$= \tfrac{1}{2} k x^2$$

$$W = U \text{ ∵ ،}$$

$$\therefore U = \tfrac{1}{2} k x^2$$

القوى المحافظة والقوى غير المحافظة:

القوى التي لا يعتمد شغلها على المسار، مثل قوة جذب الأرض والقوة الكهربائية والقوة المغناطيسية تدعى بالقوى المحافظة، أما القوى التي يعتمد شغلها على المسار، مثل قوة الاحتكاك، فتدعى بالقوى غير المحافظة، وبعبارة أخرى يمكن القول بأنه إذا كان الشغل المبذول لتحريك جسم على مسار مغلق مساوياً للصفر، فإن القوة التي أنجزت الشغل تكون قوة محافظة.

أما إذا لم يكن الشغل المبذول لتحريك جسم على مسار مغلق مساوياً للصفر فإن القوى تكون غير محافظة.

الطاقة الميكانيكية الكلية:

عندما يتحرك جسم على مستوى يرتفع تدريجياً، فإنه يكون للجسم عند أية نقطة عبر المسار طاقتان، الأولى طاقة حركية وهي التي يكتسبها الجسم نتيجة لحركته، والثانية طاقة وضع تثاقلية يكتسبها الجسم نتيجة لموضعه عند تلك النقطة.

وتكون الطاقة الميكانيكية الكلية لهذا الجسم هي مجموع طاقتيه الحركة والوضع.

$$E = K + U$$

قانون بقاء الطاقة لجسم في مجال منتظم:

عندما يسقط جسم سقوطاً حراً بين نقطتين فإن العلاقتين بين الشغل الذي يبذله الجسم وكل من طاقة الحركة وطاقة الوضع هي:

$$W = \Delta K$$

$$W = -\Delta U$$

$$\Delta K = -\Delta U$$

$$K_2 - K_1 = -(U_2 - U_1)$$

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$\therefore E = const$$

أي أن الطاقة الميكانيكية الكلية لجسم في مجال التنظيم تبقى محفوظة وهذا هو قانون بقاء الطاقة لجسم في مجال منتظم.

قانون الجذب الكوني:

من المعلوم وجود قوة تسبب سقوط الأجسام إلى الأرض، أي أن هناك قوة تجاذب بين الجسم و الأرض، وقد عمم نيوتن فكرة وجود هذه القوى بين جميع الأجسام في الكون مهما صغرت أو كبرت، وقال إن هناك قوة تجاذب متبادلة بين أي جسمين في الكون.

وقد وجد نيوتن أن قوة التجاذب بين أي جسمين في الكون يجب أن يكون لها علاقة بكتلة كل من الجسمين (m_1) ، (m_2)، وكذلك بالبعد بين مركزيهما (r).

$$F \alpha m_1 m_2$$

$$F \alpha \frac{1}{r^2}$$

$$F \alpha \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

حيث (G) مقدار ثابت يسمى الثابت العام للجاذبية.

وتسمى تلك العلاقة " القانون العام للجاذبية" أو " قانون الجذب الكوني"

" كل جسمين في الكون يتجاذبان بقوة تتناسب طردياً مع كتلة كل من الجسمين، وتناسباً عكسياً مع مربع البعد بينهما.

شدة مجال الجاذبية عند نقطة: تقدر بقوة جذب الأرض لوحدة الكتل العيارية تلك النقطة

المتجهات والضرب القياسى والإتجاهى

الكميات القياسية والكميات المتجهة

درسنا فيما سبق أن هناك نوعان من الكميات الفيزيائية وهى كميات أساسية مثل المسافة والزمن والكتلة وكميات مشتقة مثل السرعة والتسارع والقوة. أيضا يمكن تقسيم الكميات الفيزيائية إلى قسمين كميات قياسية وكميات متجهة .

(١) الكمية القياسية:

وهى الكميات التى يمكن تحديدها بالمقدار فقط ، مثل الكتلة والزمن ودرجة الحرارة. فمثلا يكفى أن نقول درجة الحرارة ٥٠ درجة مئوية وبذلك يكون بمعلومية المقدار يكتمل المعنى المقصود. ويكفى أن نقول كتلة جسم ١٠٠ كيلوجرام. بهذا نكون قد حددنا الكمية الفيزيائية بمجرد ذكر مقدارها.

(٢) الكمية المتجهة:

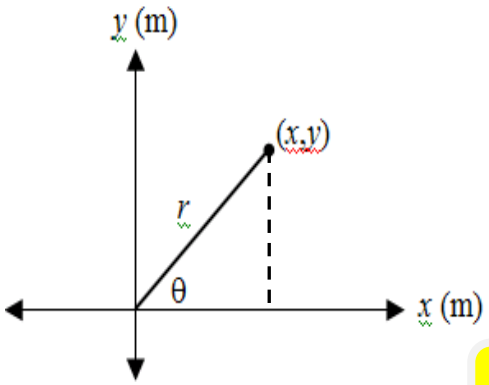
وهى الكمية التى لايكفى تحديدها بذكر مقدارها فقط ولكن يلزم معرفة الإتجاه أيضاً ، مثل عند الحديث عن السرعة مثلا يلزم ذكر المقدار والإتجاه فنقول السرعة 200 km/h واتجاهها شمالاً. لاحظ هنا أنه احتجنا لتحديد المقدار أولاً ثم الاتجاه ثانياً.

نظام الإحداثيات

غالبا ما نستخدم نظم عديدة لتمثيل المتجهات على الإحداثيات وذلك لحساب مقدار المحصلة وزاوية ميلها . ومن أشهر هذه النظم الكارتيزية والإسطوانية والقطبية. تستخدم النظم الكارتيزية فى النظم الميكانيكية البسيطة بينما نستخدم النظم القطبية فى قضايا فيزيائية أسهل تطبيقا

الإحداثيات الكارتيزية

الشكل التالي يمثل الإحداثيات الكارتيزية في بعدين X Y.

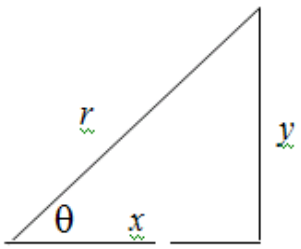


الإحداثيات القطبية

في بعض الأحيان يكون من الأنسب استخدام نظام محاور آخر مثل نظام المحاور القطبية والذي يحدد بالمسافة (نصف القطر) r والزاوية θ التي يصنعها مع المحور الأفقي كما هو موضح بالشكل السابق.

العلاقة بين الاحداثيات الكارتيزية

العلاقة بين الاحداثيات الكارتيزية (x,y) والاحداثيات القطبية (r,θ) موضحة في الشكل التالي:



$$x = r\cos\theta$$

وايضا $$y = r\sin\theta$$

بتربيع المعادليتن السابقتين وجمعهما نحصل على

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

وهذه المعادلة تعبر عن المحصلة لمركبتين في اتجاه محور x وفي اتجاه محور y .

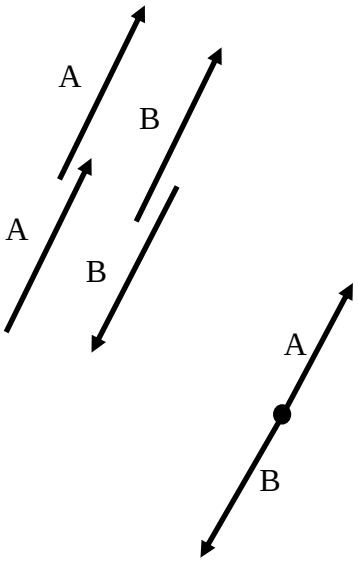
ولتعين الزاوية (θ) التي تصنعها المحصلة مع محور (X):

$$\tan\theta = \frac{y}{x}$$

خصائص المتجهات

بفرض ان لدينا المتجهات (A , B) على الاحداثيات الكارتيزية كما بالشكل: وفيما يلي أهم خصائص المتجهات:

أ) تساوي المتجهات:



عند تساوي المتجهين في المقدار والاتجاه

يعبر عنهما بالعلاقة: $A = B$

اما اذا كانت في اتجاهين متعاكسين تكون المعادلةهي:

$$A = - B$$

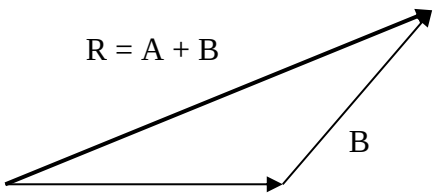
وعندما يكون خط عملهما واحد يكون العلاقة هي

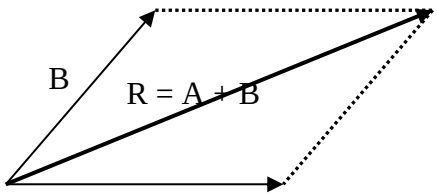
$$A + (-B) = 0$$

ب) جمع المتجهات:

يمكن جمع المتجهات التي تعبر عن كميات فيزيائية متشابهة مثل جمع متجهين للسرعة، ولكن لا يمكن ان نجمع متجه قوة مع متجه إزاحة .ونستخدم قاعدة متوازي الاضلاع لايجاد المحصلة R كما بالشكل التالى:

لجمع متجه A مع متجه B تكون المحصلة المتجه R



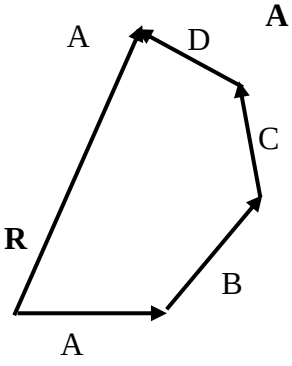


لاحظ ان عملية الجمع عملية تبادلية بمعنى $A + B = B + A$

ويمكن ان يكون لدينا متجهات (A , B , C , D , ...)

فإن المحصلة تمثل المتجه الناتج عن اغلاق المتجهات السابقة

كما بالرسم الموضح:



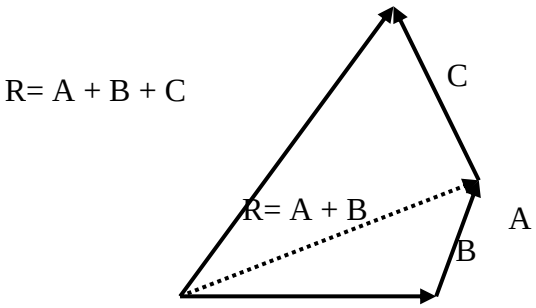
والمحصلة هي: $R = A + B + C + D$

وفي الشكل التالي تكون المحصلة هي:

$$R = (A+B) + C$$

أو $$R = A + (B+C)$$

وهذه الخاصية تسمى بالخاصية الترافقية



مركبات المتجه:

أي متجه A يقع في الاحداثيات الكارتيزية x , y يمكن تحليله إلى مركبتين المركبة الأولي في اتجاه محور x وتسمى المركبة الأفقية والمركبة الثانية في اتجاه المحور y وتسمى المركبة الرأسية.

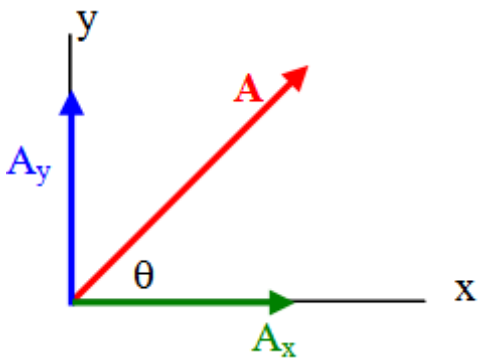
في الشكل التالى المتجه A تم تحليله إلى مركبتين وقيمة كل مركبة هي على النحو التالي:

المركبة الرأسية $A_x = A\cos\theta$

المركبة الافقية $A_y = A\sin\theta$

وتحسب المحصلة من القانون التالي

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$



ضرب المتجهات:

من المعروف ان الكمية المتجهة تشمل عنصرين هما المقدار والاتجاه وتكون قواعد ضرب المتجهات هي:

١) ضرب المتجه في كمية قياسية:

اذا كان المتجه هو A وكانت a كمية قياسية فيكون حاصل الضرب هو كمية متجهة ومقداره ويساوي $a|A|$

٢) ضرب متجه في متجه آخر :

يوجد نوعين في هذه الحالة هما:

١. الضرب القياسي ٢. الضرب الاتجاهي

أولا: الضرب القياسي :

يعرف الضرب القياسي لمتجهين بحاصل ضرب مقدار المتجه الأول في مقدار المتجه الثاني في جيب تمام الزاوية المحصورة بينهما ويكتب على الصورة A.B

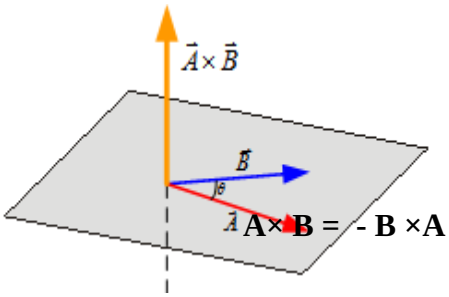
$$A.B = |A| . |B| . \cos \theta$$

ثانيا : الضرب

نتيجة الضرب الاتجاهي لمتجهين A ، B تكون كمية متجهة. ويكتب هذا النوع من الضرب كما يلي : A × B

$$A \times B = |A| . |B| \sin \theta .n$$

حيث ان n هي متجه الوحدة وهو عمودي على المتجهين A ، B



٢) في الضرب الاتجاهي :

$$A \times B = - B \times A$$

٢

الاهتزاز- الموجات

مقدمة

إن دراسة الاهتزاز والحركة الموجية بشكل عام ينعكس على فهمنا للكثير من الظواهر الفيزيائية في كثير من فروع علم الفيزياء ، بل ويمتد أثره لمجالات أخرى كالكيمياء والجيولوجيا ، وروافده تطبيقات حياتية في الطب والهندسة وغيرها من تكنولوجيا علم الفيزياء

١- الحركة الدورية :

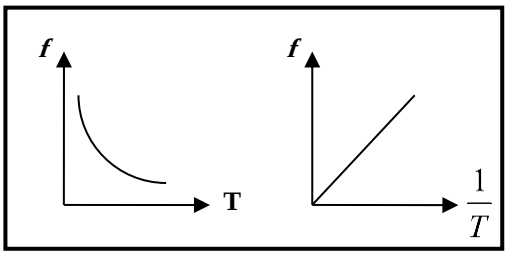
هي الحركة التي تكرر نفسها خلال فترات زمنية متساوية .

مثل الحركة الدائرية والحركة الاهتزازية وتتميز هذه الحركة بأن لها

- تردد (f) : وهو عدد مرات التكرار خلال وحدة الزمن ويقاس بوحدة الهرتز (Hz) أو (s^{-1})
- زمن دوري (T) : وهو الفترة الزمنية اللازمة لتكرار الحركة الدورية مرة واحدة .

حيث أن $\because T = \frac{t}{N} \;\&\; \because f = \frac{N}{t} \Rightarrow f = \frac{1}{T}$

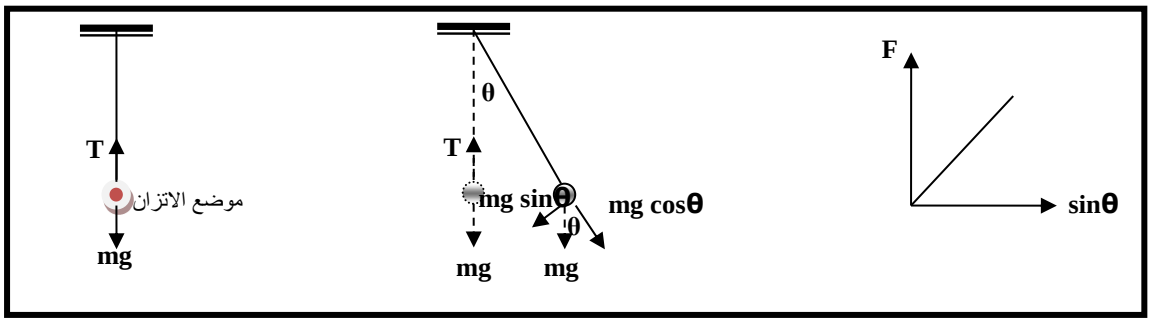
ويمكن تمثيل العلاقة بين تردد هذه الحركة وزمنها الدوري بيانياً على النحو المبين بالشكل :



الحركة الاهتزازية :

هي نوع من أنواع الحركة الدورية ، يهتز فيها الجسم على جانبي موضع اتزانه في اتجاهين متعاكسين بتأثير قوة إرجاع تعمل دائماً عكس اتجاه إزاحة الجسم ، وتزداد قيمتها بزيادة الإزاحة .

(لا توجد علاقة تناسب طردي) ومن أمثلتها حركة البندول البسيط .



هل يمكنك تمثيل العلاقة بين قوة الإرجاع (F) والزاوية (θ) .

٢- الحركة التوافقية البسيطة (S.H.M)

وهي بدورها نوع من أنواع الحركة الاهتزازية .

- تتميز بأن قوة الإرجاع تتناسب طردياً مع الإزاحة وتعاكسها بالاتجاه ، كما أن لها جميع الصفات المميزة للحركة الدورية من تردد وزمن دوري ، وسعة اهتزاز (وهي أقصى إزاحة للجسم المهتز من موضع اتزانه وتكافئ نصف المسافة الكلية التي يتأرجح النظام خلالها) .

وفي المثال السابق (حركة البندول البسيط)

عندما تكون الإزاحة صغيرة جدا $\theta \leq 10^{o}$ فإن :

$$\theta_{rad} = \sin\theta \Rightarrow \vec{F}' = -mg\frac{\vec{X}}{L} \Rightarrow \vec{F} \propto -\vec{X}$$

كم انه في حالة اهتزاز نابض مرن فإن :

$$\vec{F}' = -\vec{F} \Rightarrow \vec{F}' = -k\vec{y} \Rightarrow \vec{F} \propto -\vec{y}$$

ويمكن كما سبق تعميم هذا الشرط على أي جسم مهتز يتحرك حركة توافقية بسيطة .

هل يمكنك تمثيل العلاقة البيانية بين قوة الإرجاع والإزاحة ؟

وجميع الأجسام المتحركة حركة توافقية بسيطة هي أجسام تتحرك حركة معجلة ، ولعجلة تحركها نفس خواص قوة الإرجاع فهي :

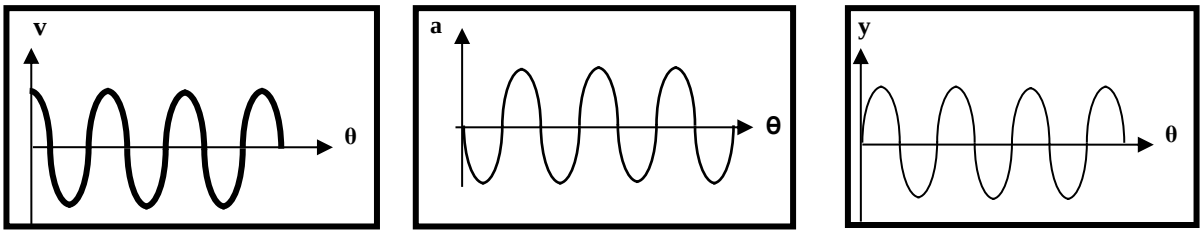
عجلة متغيرة بتغير الإزاحة ومعاكسة لها بالاتجاه ومتناسبة معها طردياً وتخضع للقانون الثاني لنيوتن حيث :

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow \vec{a} = -g\frac{\vec{X}}{L} \Rightarrow \vec{a} = -\frac{K}{m}\vec{X}$$

كما أن المنحنى البياني المعبر عن علاقة العجلة بالإزاحة مماثل شكلا لمنحنى (قوة الإرجاع – الإزاحة) وللحركة التوافقية معادلات تصفها وصفاً دقيقاً وهي :

$$\begin{aligned} y &= A\sin(\omega t) \\ v &= \omega A\cos(\omega t) \Rightarrow V_{max} = \pm\omega A \\ a &= -\omega^2 A\sin(\omega t) \Rightarrow a_{max} = \pm\omega^2 A \end{aligned}$$

وذلك لجسم بدأ حركته من السكون من موضع الاتزان كما يمكن تمثيلها بيانياً بالمنحنيات التالية :



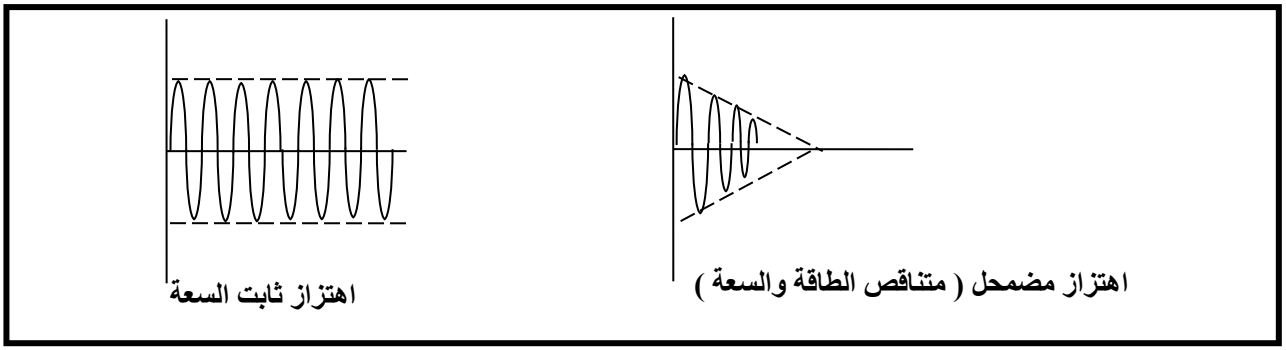
كما أن للجسم المهتز طاقة كلية هي مجموع طاقتي وضعه وحركته

E=(K.E+P.E)

وسبق لك معرفة حساب كل منهما ($P = mgh$ & $K = \frac{1}{2}mv^2$)

وهذه الطاقة محفوظة ..... (هل يمكنك إثبات ذلك ؟)

مع ملاحظة أنه في أي نظام حقيقي مهتز تُفقد طاقة دائماً في التغلب على قوى الاحتكاك ونتيجة لذلك تتناقص تدريجيا سعة الاهتزاز.



هل يمكنك الربط بين نوعي هذا الاهتزاز وما يحدث في الدائرة المهتزة المستخدمة في بث الإشارات اللاسلكية وتعليل وجود مصدر للطاقة الكهربائية في هذه الدائرة ؟

٣-الحركة الموجية :

... إن دراسة الحركة الموجية بشكل عام تعتبر من الدراسات التي تحظي باهتمام الفيزيائيين ، وذلك لارتباطها بكثير من الظواهر الطبيعية والمشاهدات الحياتية اليومية ، فالأصوات التي نسمعها سواءاً التي تطربنا أو التي تزعجنا والأضواء التي نراها والإشعاعات التي أحدثت طفرة كبيرة في حياتنا كالأشعة السينية وإشعاع جاما جميعها ما هي إلا موجات ، وفي هذا العرض سوف نتعرف علي كثير من المفاهيم والحقائق العلمية المرتبطة بالحركة (الانتشار) الموجية وسنركز اهتمامنا علي مفهوم الموجة وخصائصها المميزة وأنواعها وسمات كل نوع مع إبراز السمات المشتركة والاختلافات فيما بينها .

• طبيعة الموجات Nature of Waves

نعلم أن الجسم المهتز يتحرك علي جانبي موضع اتزانه في اتجاهين متعاكسين تحت تأثير قوة إرجاع تتغير قيمتها واتجاهها بتغير إزاحته عن موضع اتزانه وهذه الحركة تسمي حركة اهتزازية .

وإذا أمكننا نقل هذه الحركة خلال جزيئات وسط مادي مرن فكررت جميع الجزيئات نفس الحركة وبنفس الكيفية فإنها تُحدث في الوسط موجة Wave ، وعلي ذلك

فالموجة : هي انتقال أو انتشار الحركة الاهتزازية عبر جزيئات الوسط المادي المرن .

ويمكننا ملاحظة أن انتشار موجة في وسط ما

- لا يصاحبه انتقال (تغير موضع / إزاحة) جزيئات الوسط ، بل تهتز الجزيئات حول مواضع سكونها .
- يصاحبه انتقال للطاقة الحركية من جزئ لأخر ، وعلي ذلك

فالموجة : هي وسيلة من وسائل نقل الطاقة

- تنتقل الحركة الاهتزازية أو الطاقة من منبع (مصدر) الموجة إلي جزيئات الوسط يستغرق فترة زمنية تتوقف علي بعد هذا الجزئ عن المنبع وسرعة انتشار الموجة ، وبذلك فان جزيئات الوسط تكرر حركة المنبع ولكن في لحظات متتالية ومتتابعة (أي ليست آنية).
- يصاحبه تناقص تدريجي في الطاقة بسبب الفقد التدريجي المستمر للطاقة في التغلب علي قوي الاحتكاك .

كما أن لكل موجة أربعة كميات تميزها عن أية موجة أخري سوف نتناولها بالشرح لاحقاً وهي :التردد (Frequency) ويرمز له بالرمز (f) ، والطول الموجي (Wavelength) ويرمز له بالرمز(λ) وسعة الموجة ويرمز لها بالرمز (A) وسرعة الانتشار ويرمز لها بالرمز (v)

• أنواع الموجات Types of Waves

هناك عدة تصنيفات للموجات يعتمد كل منها علي إحدى السمات الفارقة بين الموجات ، حيث يمكن تصنيفها وفقاً لطبيعة انتشارها إلي نوعين هما :

- موجات مادية (ميكانيكية) .
- موجات كهرومغناطيسية (غير مادية) .

– والموجات المادية هي الموجات التي تحتاج إلي وسط مادي تنتقل (تنتشر) خلاله ، ولا يمكنها الانتشار في الفراغ أو الفضاء .

، كما أن سرعة انتشارها تختلف باختلاف نوع هذا الوسط المادي ، فكلما زادت قوي التماسك بين جزيئاته (أي زادت مرونته) فان سرعة انتشار الموجة يزداد ومن أمثلتها موجات الصوت والموجات المائية وموجات الوتر المشدود .

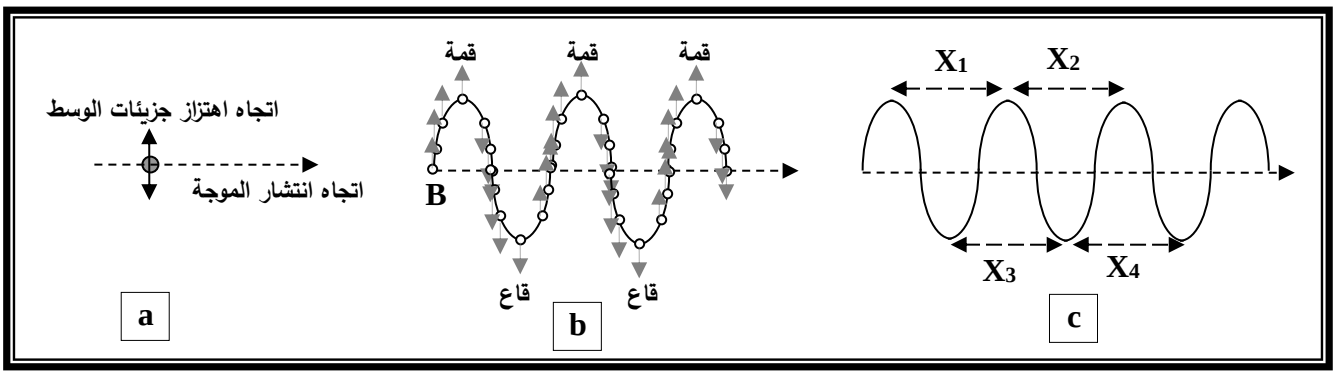
أما **الموجات الكهرومغناطيسية** فهي الموجات التي **لا** تحتاج لوسط مادي تنتشر خلاله ولكنها تنتشر في الفراغ وفي الأوساط المادية أيضاً .

كما أن سرعة انتشارها تختلف في الأوساط المادية عنها في الفراغ ، فكلما زادت قوي التماسك بين جزيئاته (أي زادت كثافته) فان سرعة انتشار الموجة تقل ومن أمثلتها موجات الضوء والموجات اللاسلكية .

كما يمكن تصنيفها وفقاً لكيفية انتشارها إلي ثلاثة أنواع هي :

- موجات مستعرضة (Transverse Waves) .
- موجات طولية (longitudinal Waves) .
- موجات سطحية (surface Waves) .

الموجات مستعرضة :هي الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط المادي باتجاه عمودي علي اتجاه انتشار الموجة ، وتَحدث قمماً وقيعاناً متتالية (انظر شكل ١ a) ، ومن أمثلتها الموجات المائية والموجات الحادثة في وتر مشدود مهتز.

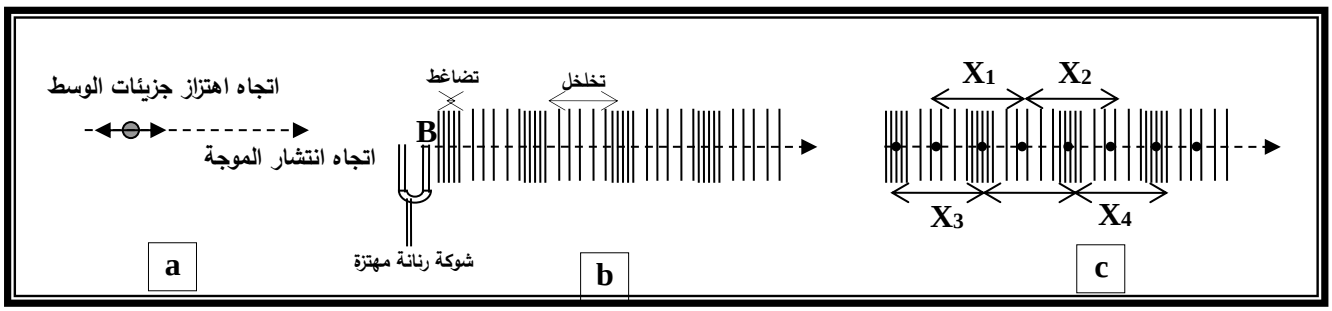


شكل (١)

ويمكننا ملاحظة أن :

- منبع الموجة (B) لم ينتقل أو يزاح من موضعه للأمام { أي لم يتحرك باتجاه الموجة } ، لكنه اهتز لأعلي ولأسفل حول موضعه الابتدائي ، كما أن كل جزيئات الوسط تحركت حركة مماثلة ولكن دون تزامن { أي في أزمنة متعاقبة متتالية وليست في أن واحد } (انظر شكل ١ b) .

- الوسط كان سكناً مستقراً ثم اهتزت أجزاءه بالتتابع نتيجة انتشار الموجة فيه مما يعزز انتقال الطاقة الحركية من المنبع إلي جميع الجزيئات بالتتابع كما سبق وتوصلنا .
- هناك نقاطاً هي الأكثر ارتفاعاً تمثل أعلي نقاط يصلها الاضطراب الموجي وهي قمم الموجة، كما أن هناك نقاطاً هي الأكثر انخفاضا تمثل أدني نقاط يصلها الاضطراب الموجي وهي قيعان الموجة.



شكل (٢)

- المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين تسمي الطول الموجي للموجة المستعرضة (Wavelength) ، وهذه المسافات متساوية في الموجة الواحدة ($X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = \lambda$ [انظر شكل ١ c])

– الموجات الطولية :هي الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط المادي في نفس اتجاه (أو موازية لاتجاه) انتشار الموجة ، وتَحدث تضاغطات وتخلخلات متتالية (انظر شكل ٢ a) ، ومن أمثلتها الموجات الحادثة في نابض مرن وموجات الصوت .

ويمكننا ملاحظة أن :

منبع الموجة (B) لم ينتقل أو يزاح من موضعه للأمام { أي لم يتحرك باتجاه الموجة } ، لكنه اهتز يميناً ويساراً حول موضعه الابتدائي ، كما أن كل جزيئات الوسط تحركت حركة مماثلة ولكن دون تزامن { أي في أزمنة متعاقبة متتالية وليست في أن واحد } (انظر شكل 2 b) .

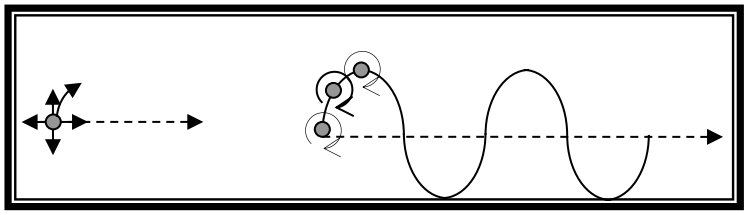
- الوسط كان سكناً مستقراً ثم اهتزت أجزاؤه بالتتابع نتيجة انتشار الموجة فيه مما يعزز انتقال الطاقة الحركية من المنبع إلي جميع الجزيئات بالتتابع كما سبق وتوصلنا .

- هناك نقاطاً هي الأكثر انضغاطاً تمثل التضاغطات الحادثة في جزيئات الوسط بفعل الموجة، كما أن هناك نقاطاً هي الأكثر تباعداً تمثل التخلخلات الحادثة في جزيئات الوسط بفعل الموجة.
- المسافة بين مركزي أي تضاغطين متتاليتين أو تخلخلين متتاليين تسمي الطول الموجي للموجة الطولية (Wavelength) ، وهذه المسافات متساوية في الموجة الواحدة

($X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = \lambda$ [انظر شكل ١ c])

الموجات السطحية :

هي الموجات التي تنشأ من اتحاد الموجات الطولية والموجات المستعرضة ، وتحدث هذه الموجات عند السطح الفاصل بين وسطين مختلفين وقد سبق لك تناولها في منهج الصف الثامن عند دراسة الموجات الزلزالية ، ونتيجة لوقوع الجزيئات تحت تأثير قوي متعامدة تعمل علي إزاحتها للأمام والخلف ولأعلي ولأسفل في أن واحد فان الجزيئات تتحرك بتأثير محصلة هذه القوي في حركة دائرية كما موضح بشكل ٣ .

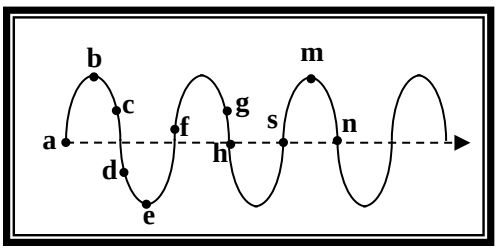


شكل (٣)

وإذا كنا قد تناولنا في الفقرة السابقة واحدة من الصفات المميزة للموجة وهو الطول الموجي فإننا نستطيع تعميم تعريفه بأنه :

أقصر مسافة بين نقطتين متتاليتين تتحركان بنفس الكيفية وفي نفس الاتجاه .

لاحظ الشروط الواجب توافرها في النقاط التي تميز الطول الموجي للموجة ثم استنتج النقاط التي تمثل طولاً موجياً في شكل (٤) التالي



شكل (٤)

التردد (Frequency) :

هو عدد الموجات (الأطوال الموجية) الحادثة خلال وحدة الزمن (الثانية) الواحدة .

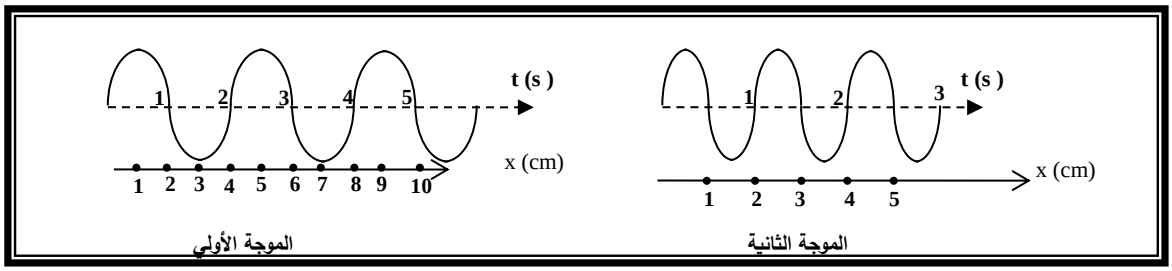
وجدير بالذكر أن :

❖ تردد الموجة يكون مساوياً لتردد منبع الموجات .

❖ يقدر بوحدة تسمي الهرتز ويرمز له بالرمز (Hz) وهو يكافئ ثانية$^{-1}$ (s^{-1}) .
والهرتز هو تردد موجة تقطع طولاً موجياً واحداً كل ثانية أثناء انتشارها .
كما أن للهرتز مضاعفات منها الكيلو هرتز k Hz .

❖ ويرمز للتردد بالرمز (f) ويحسب من العلاقة : $f = \frac{N}{t}$ حيث (N) عدد الأطوال الموجية ، (t) زمن عمل هذه الموجات .

والتساؤل المطروح الآن هو ... هل توجد علاقة بين تردد موجة تنتشر في وسط مادي متجانس ، وطولها الموجي ؟ وللإجابة علي السؤال السابق دعنا نناقش ملاحظاتك حول شكل (٥) التالي



شكل (٥)

س : كم تردد الموجة الأولي ، وكم طولها الموجي ؟ و كم تردد الموجة الثانية ، وكم طولها الموجي ؟

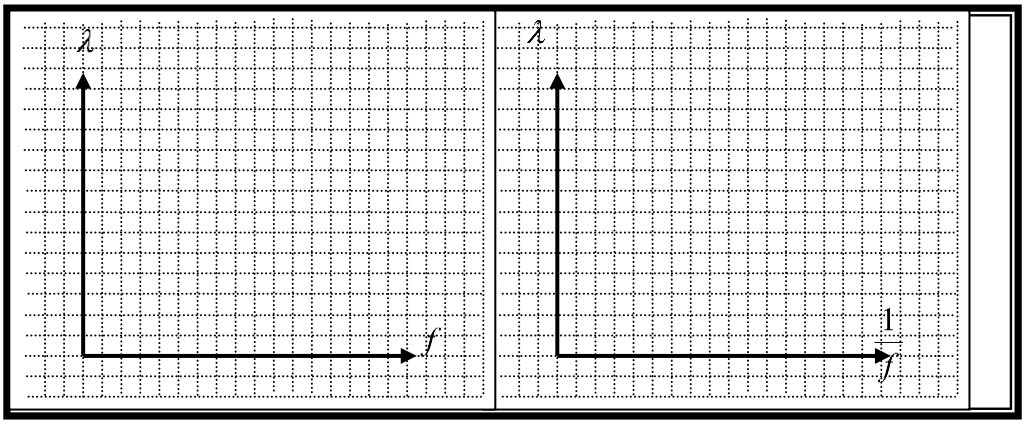
ج : $f_1 = 0.5\ Hz$ ، $f_2 = 1\ Hz$ أي أن تردد الموجة الثانية مثلي تردد الموجة الأولي

$\lambda_1 = 4\ cm$ ، $\lambda_2 = 2\ cm$ أي أن طول الموجة الثانية نصف طول الموجة الأولي

نستنتج من ذلك أن : الطول الموجي للموجة يتناسب عكسياً مع ترددها (بشرط أن تنتشر في وسط مادي متجانس)

$$\lambda \alpha \frac{1}{f}$$

حاول تمثيل العلاقة السابقة بيانياً علي المحاور التالية



$\because \lambda \alpha \frac{1}{f} \Rightarrow \therefore \lambda \times f = constant$ (مقدار ثابت

هذا المقدار الثابت يمثل سرعة انتشار الموجة في الوسط (v) ..لكن ما دليلنا علي ذلك ؟

لعل دراسة وحدة قياس هذا المقدار الثابت تفي بالإجابة علي السؤال

وحدة الثابت = وحدة الطول الموجي × وحدة التردد = cm × $s^{-1} = \frac{cm}{s}$ أو cm/s وهي

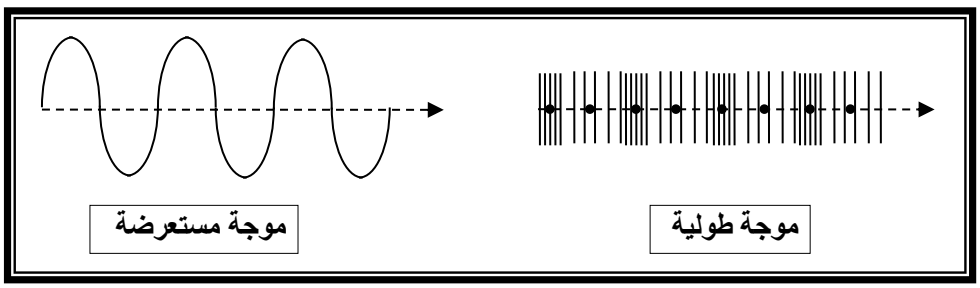
$$\therefore v = \lambda \times f$$ وحدة سرعة

سعة الموجة (Wave Amplitude) :

هي أقصي إزاحة لجزيئات الوسط عن مواضع استقرارها النسبي

ويمثلها البعد بين المستوي المستقر لسطح الوسط المادي قبل انتشار الموجة فيه وأقصي اضطراب يحدث عند انتشار الموجة ويرمز له بالرمز (A) .

... هل يمكنك علي شكل (٦) التالي تحديد سعة كل من الموجتين الطولية والمستعرضة .



شكل (٦)

جدير بالذكر أن سعة الموجة تعتبر مقياساً لطاقة الموجة ، فكلما زادت سعة الموجة زادت طاقتها . { لا توجد علاقة تناسب طردي بين سعة الموجة وطاقتها ، كما أن : طاقة الموجة تتناسب طردياً مع مربع سعتها حيث

$$E = 2\pi^2 m f^2 A^2$$

بالإضافة إلي عوامل أخري ككتلة جزيئات الوسط وتردد الموجة – هل يمكنك استنتاج علاقة الطاقة بكل عامل من تلك العوامل الأخرى ؟ وهل يمكنك تمثيل العلاقة البيانية بين الطاقة وكل عامل منها . } .

٣ القوى والمجالات الكهروستاتيكية

١-١ النظرية الكهربائية للمادة :

تتركب المادة ، صلبة سائلة أو غازية ، من ذرات لكل منها نواة بسيطة بها سحابة من الشحنات السالبة . وتكون الذرة متعادلة كهربائياً لتساوي هذه الشحنات السالبة مع شحنات موجبة مساوية لها داخل النواة .

تتركز كتلة الذرة في نواتها حيث يوجد البروتونات والنيوترونات ، وتدور الإلكترونات في مسارات بيضاوية حول النواة . يزيد قطر هذه المسارات عن قطر النواة بعشرات الآلاف من المرات ، مما يجعل الذرة عبارة عن فراغ بداخله نقطة كتلية موجبة التكهرب يدور حولها شحنات سالبة ، وتختلف القوى الحافظة للإلكترونات حول النواة عن القوى الحافظة للكواكب حول الشمس فبينما تعمل قوى الجاذبية بين الكتل في النظام الشمسي . تعمل قوى كهربائية بين الشحنات داخل الذرة لإبقاء الإلكترونات حول النواة .

وكذلك تعمل هذه القوى على ترابط الذرات وبعضها داخل المادة لتعطي أشكالها المختلفة . وتسمى هذه القوى بالقوى الكولومية .

١-٢ القوة بين الشحنات وقانون كولوم :

تشبه القوى الكهربائية بين الشحنات قوى التجاذب بين الكتل ، في انها تتناقص بمعدل يتناسب مع مقلوب مربع البعد بينهما . ولكن تتميز القوى الكهربائية بكبرها فمثلاً القوة الكهربائية بين الإلكترون وبروتون يفصل بينهما أي بعد معين ، تساوي تقريباً $2x\ 10^{29}$ مرة قدر قوة التجاذب النيوتوني بينهما . هذا بالإضافة إلى أن قوة التجاذب النيوتوني دائماً جاذبة . بينما القوى الكهربائية جاذبة في حالة الشحنات المختلفة ، ونافرة في حالة الشحنات المتشابهة .

وجد كولوم أن قوة التجاذب أو التنافر F بين شحنتين q و q' تتناسب طردياً مع حاصل ضربهما وعكسياً مع مربع البعد r بينهما . وتعمل هذه القوة في اتجاه الخط الواصل بينهما .

ويمكن وضع قانون كولوم على الصورة التالية :

$$F = \frac{k \times q \times q'}{r^2} .....(1) \Rightarrow \qquad k = 9 \times 10^9 \ Nm^2 / C^2$$

وقد جرى العرف من زمن بعيد على كتابة هذا الثابت على الصورة $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

ويطلق على الثابت ε_0 بالسماحية ويساوي ($C^2 / (N\ m^2)$) 8.85×10^{-12} وباستخدام ثابت السماحية يمكن كتابة قانون كلوم على الصورة :

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q \times q'}{r^2}$$

مثال ١ :

أوجد قوة التنافر بين جسيمي ألفا يبعدان عن بعضهما مسافة 10^{-13} m .

$$F = \frac{k \times q \times q'}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (3.2 \times 10^{-19})^2}{(10^{-13})^2} = 9.18 \times 10^{-2} \ N$$

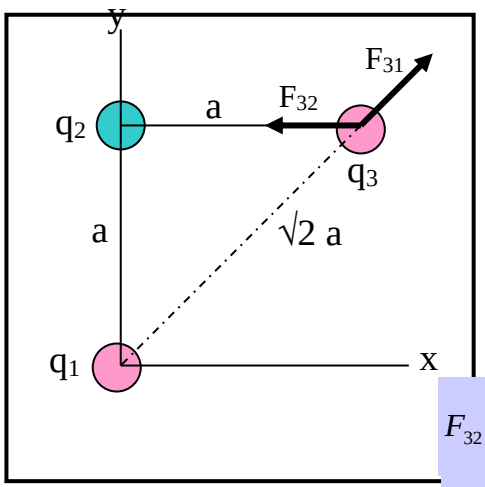
مثال ٢ :

حساب القوة محصلة الكهربائية على الشحنة q_3 .

الشكل المقابل يمثل ثلاثة شحنات نقطية موزعة

كما بالشكل المقابل $q_1 = q_2 = 5.0\ \mu C$. $q_3 = -2.0\ \mu C$

and a = 0.10 m



$$F_{32} = \frac{k \times q_3 \times q_2}{a^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (5.0 \times 10^{-6} \times 2.0 \times 10^{-6})}{(0.1)^2} = 9.0N$$

$$F_{31} = \frac{k \times q_3 \times q_1}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (5.0 \times 10^{-6} \times 5.0 \times 10^{-6})}{2(0.10)^2} = 11N$$

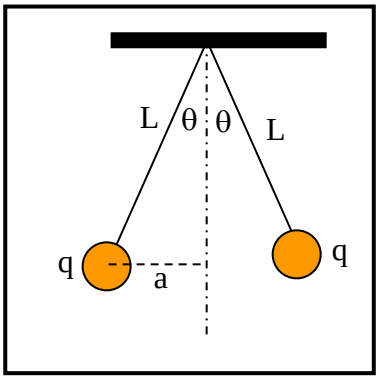
$$F_x = F_{31x} + F_{32} = 7.9 - 9.0 = -1.1N$$

$$F_y = F_{31y} = 7.9N$$

$$F_3 = \sqrt{(-1.1)^2 + (7.9)^2} = 8N \Rightarrow \theta = 98^{0.}$$

مثال ٣ :

كرتان مشحونتان كتلة كل منهما $3.0x10^{-2}$ kg معلق في حالة اتزان كما بالشكل إذا علمت ان طول خيط التعليق 0.15 m والزاوية $\theta = 5.0^{0}$. احسب مقدار كلٍ من الشحنتين .



$$\sin\theta = \frac{a}{L} \Rightarrow a = L\sin\theta = (0.15)\times\sin 5 = 0.013m$$

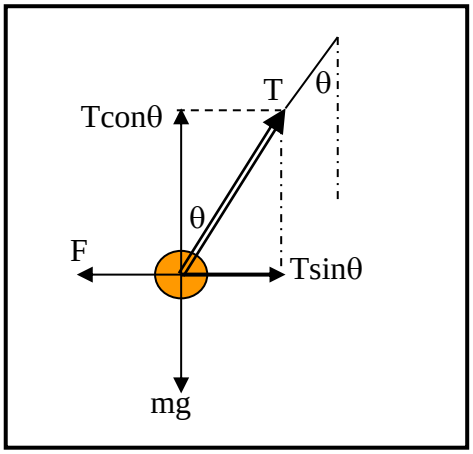
$$\Sigma F_x = T\sin\theta - F = 0$$

$$F_y = T\cos\theta - mg = 0$$

$$F = mg\tan\theta = 3.0x10^{-2}\times 9.8\times\tan 5.0 = 2.6\times10^{-2}\,N$$

$$F = k\frac{q^2}{r^2} \Rightarrow q^2 = \frac{F\times r^2}{k} = \frac{2.6\times10^{-2}\times(0.026)^2}{9\times10^{9}}$$

$$q = 4.4\times10^{-8}\,C$$



١-٣ قانون بقاء الشحنة :

تؤثر جميع الجسيمات المشحونة على بعضها البعض بقوى كولومية وفقاً للمعادلة (١) مع التعويض بقيمة الشحنة على الجسمين المعنيين وقد اكتشف حديثاً العديد من هذه الجسيمات ذات الكتل المختلفة

وإن كانت تحمل دائماً عدداً صحيحاً من شحنة الإلكترون . أي أن هذه الشحنات تأخذ أحد هذه القيم

$$(0 , \pm e . \pm 2e . .....)$$

ونظرا لأن الشحنة تظهر فقط على شكل مضاعفات لشحنة الإلكترون ، لذلك تعتبر الشحنة دائماً مكماه وحدتها الإلكترون .

وينص قانون بقاء الشحنات على أن تظل الشحنة الكلية داخل نظام معزول ثابتة لا تتغير ، فالشحنة لا تفنى ولا تستحدث ، ويناظر هذا قانون بقاء الطاقة .

١-٤ المجال الكهربائي :

يصاحب أي جسيم مشحون مجالاً كهربياً يؤثر على أي شحنة في جواره ، وتعرف شدة المجال الكهربائي في نقطة بالقوة المؤثرة على وحدة الشحنة الموجبة الموضوعة في النقطة المذكورة . ووحدات شدة المجال هي N / C وهي نفس الشيء V / m . وشدة المجال كمية متجهة تحدد تماماً بمقدار واتجاه .

شدة المجال الكهربائي حول شحنة أو مجموعة من الشحنات الكهربية يتوقف على الموضع . فإذا وضعت شحنة q عند نقطة في المجال الكهربي لجسم مشحون بشحنة q' وكانت القوة المؤثرة على q هي F فإن النسبة F / q تكون شدة المجال الكهربي E عند نقطة تواجد الشحنة q أي أن :

$$E = F / q ..... 2$$

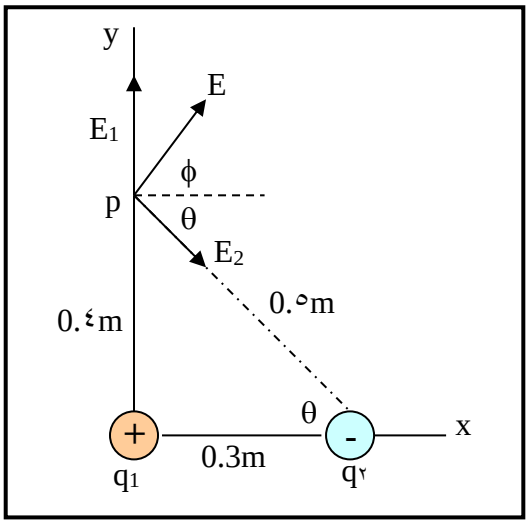
وباستعمال المعادلة (١) تكون شدة المجال هي

$$E = \frac{k \times q'}{r^2} .... (٣)$$

وفي حالة وجود مجموعة من الشحنات ينشأ عنها مجال كهربائي يمكن إيجاد شدته بتحصيل المجالات الناشئة عن هذه الشحنات تحصيلاً متجهاً .

مثال ٤ :-

الشحنتان $q_1 = 7.0\ \mu C$ و $q_2 = -5.0\ \mu C$ وضعت كما بالشكل المقابل احسب شدة المجال عند النقطة p .



$$E_1 = k\frac{q_1}{r_1^2} = \frac{9\times10^9\times7\times10^{-6}}{(0.4)^2} = 3.9\times10^5\,\frac{N}{C}$$

$$E_2 = k\frac{q_2}{r_2^2} = \frac{9\times10^9\times5\times10^{-6}}{(0.5)^2} = 1.8\times10^5\,\frac{N}{C}$$

$$E_1 = 3.9\times10^5\, j$$

$$E_2 = 1.1\times10^5 i - 1.4\times10^5\, j$$

$$E = E_1 + E_2 = 1.1\times10^5 i + 2.5\times10^5\, j$$

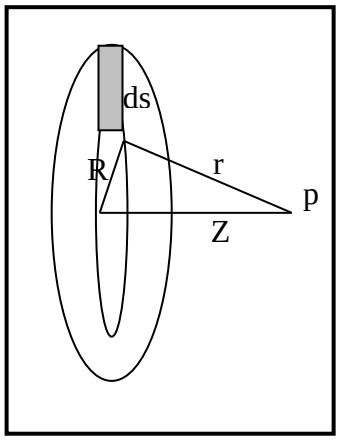
$$E = \sqrt{(1.1\times10^5)^2 + (2.5\times10^5)^2} = 2.7\times10^5\, N/C$$

$$\phi = 66^0$$

مثال ٥ :-

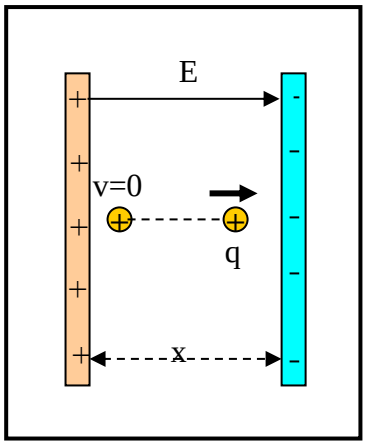
أوجد شدة المجال الكهربائي على محور حلقة نصف قطرها R عليها شحنة منتظمة q

الحل : تؤثر هذه الشحنة على النقطة p على المحور، وتبعد مسافة Z عن مركز الحلقة بشدة مجال يساوي :



$$E_Z = \frac{k\times q\times Z}{(R^2+Z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

مثال ٧ :



استنتج أن طاقة حركة جسيم مشحون في مجال منتظم تعطى العلاقة التالية $K = q \times E.x$

$$x - x_0 = v_0 \times t + \frac{1}{2} a \times t^2 \Rightarrow v = v_0 + a \times t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$x_0 = 0 \Rightarrow v_0 = 0$$

$$x = \frac{1}{2} a \times t^2 = \frac{q \times E}{2m} t^2$$

$$v = a \times t = \frac{q \times E}{m} t \Rightarrow v^2 = 2a\,x = (\frac{2q \times E}{m})x$$

$$K = \frac{1}{2} m \times v^2 = \frac{1}{2} m\ (\frac{2q \times E}{m})\, x = q\,\mathrm{E}\,\mathrm{x}$$

الجهد الكهروستاتيكي ، الطاقة الكهربائية ، السعة

١- الجهد الكهروستاتيكي وفرق الجهد :

عندما توضع شحنة صغيرة q عند نقطة ما (x_1) في مجال كهربي E فإنها تقع تحت تأثير قوة F تساوي E. q هذه القوة محافظة . أي أن الشغل المبذول لنقل شحنة من نقطة (x_1) الى النقطة (x_2) لا يتوقف على شكل المسار ، ولكن فقط الموضعين الابتدائي والنهائي .

يعرف الجهد الكهربائي v عند نقطة بأنه الشغل المبذول في نقل وحدة الشحنات الموجبة من ما لانهاية الى النقطة .

وفرق الجهد بين نقطتين هو الشغل المبذول في نقل وحدة الشحنات الموجبة من نقطة الى أخرى . ويعرف الجهد رياضياً بالكمية التي يكون معدل تغيرها بالنسبة للمسافة x في أي اتجاه (dV/ dx) هو المجال الكهربائي في هذا الاتجاه أي أن :

$$E = -\frac{dV}{dx}$$

وبأجراء التكامل نحصل على : $V(x_2) - V(x_1) = \frac{W}{q}$ حيث w هو الشغل والإشارة السالبة تفيد أن القوة المؤثرة على الشحنة تعمل في الاتجاه المضاد للحركة . وتكتب معادلة الجهد

$$V(x) = E.x \qquad V(x) = \frac{k \times q}{x}$$

مثال ١ :

المجال الكهربائي لسحابة مشحونة فوق سطح الأرض هو 2×10^4 v/ m ويشير الى أعلى . ما هو فرق الجهد بين سطح الأرض ونقطة تعلوه بمقدار 50 m

أعتبر أن المجال ثابت القيمة . $V(p) = -E.z = -2 \times 10^4 \times 50 = -10^6 V$

مثال ٢ :

لوحان متوازيان يفصل بينهما مسافة 2 cm . العلوي مشحون وجهده 2400 v بالنسبة للسفلى . أوجد الزمن الذي يأخذه الكترون يبدأ من السكون عند الأسفل ليصل الى اللوح العلوي .

$$E = \frac{V}{d} = \frac{2400}{0.02} = 1.2\times10^{5}\, v/m$$

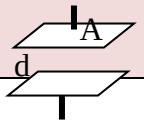
$$F = e\times E = 1.6\times10^{-19}\times1.2\times10^{5} = 1.92\times10^{-14}\, N$$

$$\because a = \frac{F}{m} = \frac{1.92\times10^{-14}}{9.1\times10^{-31}} = 0.211\times10^{17}\, m/s^{2}$$

$$X = \frac{1}{2}a\times t^{2} \Rightarrow t\sqrt{\frac{2X}{a}} = 1.38\times10^{-9}\, s$$

٢- السعة الكهربائية :

المكثف جهاز لخزن الطاقة الكهربائية بداخلة . وأبسط أنواعه المكثف ذو الألواح المتوازية

سعة المكثف المستوي
 $C = \frac{\varepsilon_0 \times A \times \delta}{d}$

٣- العوازل وثابت العازلية :

عند وضع مادة عازلة خلاف الهواء بين لوحي مكثف تزداد السعة الكهربائية ويكون شدة المجال الفعلي داخل لوحي المكثف ، هي محصلة المجال الناشئ عن الشحنات الحرة على اللوحين ، والمجال المعاكس الناشئ عن الشحنات المقيدة على سطحي العازل . ويميز النقص في شدة المجال طبيعة المادة العازلة ، ويطلق أسم ثابت العازلية δ على نسبة النقص الحادث في المجال الكهربائي ، عندما تحل المادة العازلة محل الهواء بين اللوحين

$$\delta = \frac{E}{E_0}$$

كنتيجة لوضع العازل بين لوحي المكثف ، ينقص المجال الكهربائي بين اللوحين داخل العازل ، يقل أيضاً فرق الجهد بين اللوحين بنسبة δ ويصبح $\Delta V = 1/\delta \, \Delta V_0$ وعلية يكون $\delta = C / C_0$.

٤- توصيل المكثفات :

توصيل التوالي	توصيل التوازي	الطاقة المختزنة
$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	$C = C_1 + C_2 + C_3$	$U = \frac{1}{2} Q \times V = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C \times V^2$

٤

التيار الكهربائي المستمر والمجال المغناطيسي

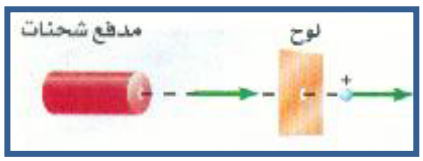
مقدمـــة:

أن معظم التطبيقات العملية للكهرباء تنطوي على شحنات متحركة أو بعبارة أخرى على تيارات كهربائية وسنتناول دوائر التيار المستمر (dc) حيث تسري الشحنات خلال الموصل دون أن تعكس حركته كما يحدث في دوائر التيار المتردد(Ac).

التيار الكهربائى

نبدأ مناقشتنا للشحنات المتحركة بتعريف شدة التيار الكهربائي .

نفرض أن لدينا جهاز قادر على قذف تيار من الجسيمات المشحونة كالأيونات أو الالكترونات



يقذف بحزمة من الجسيمات المشحونة خلال ثقب في لوح كما في الشكل خلال فترة زمنية (Δt) فإن الحزمة تحمل شحنة مقدارها (Δq) عبر نقطة معينة .

التيار الذي تحمله هذه الحزمة ووحدات SI كولوم لكل ثانية تسمى الأمبير .

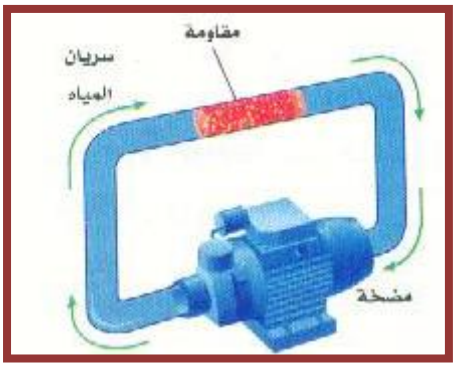
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$q = N \times e \Rightarrow N = \frac{q}{e}$$

وبالنسبة للتيارات المارة في الأسلاك حيث N عدد الالكترونات.

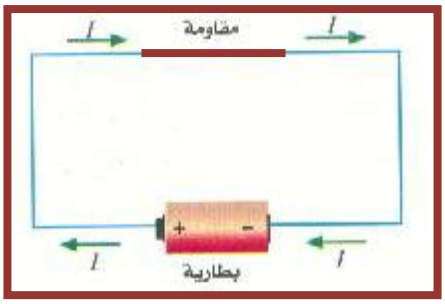
يستخدم الأميتر في قياس شدة التيار المار في سلك وبتم توصيله مباشرة في خط واحد مع السلك كما هو موضح بالشكل المقابل نلاحظ أن التيار المراد قياسه يمر من خلال الجهاز فإذا كان للجهاز مقاومة كبيرة فأنه سيغير من قيمة التيار وعلى هذا فإن مقاومة الأميتر المثالي تكون صفراً.

دائرة كهربائية بسيطة



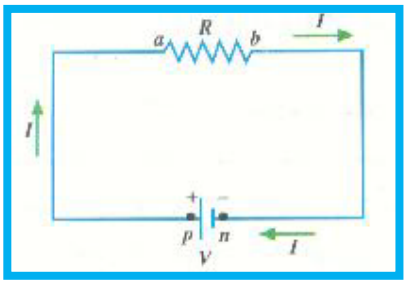
سريان التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية يماثل سريان الماء في الأنابيب

حيث تقوم المضخة بتوفير الطاقة التي تنتقل إلى جزيئات الماء وتدفعها إلى السريان خلال الأنبوبة وحيث أن الماء يملأ المنظومة كلها وهو غير قابل للانضغاط فإن جميع أجزاء الأنبوبة ستحمل نفس تيار الماء والأنبوبة كبيرة بحيث لن يحدث سوى القليل من الفقد نتيجة اللزوجة .على أن جزء من الأنبوبة قد حشي بالصوف الزجاجي حتى يجد الماء صعوبة كبيرة في المرور من خلاله ومن الواضح أن جزء المقاومة يشكل العقبة الرئيسية للتدفق حتى أن كل الطاقة المنتقلة إلى الماء تقريبا ستظهر كفقد للطاقة نتيجة اللزوجة (على هيئة حرارة) في جزء المقاومة وعملياً فإن الماء يحمل الطاقة من المضخة إلى المقاومة حيث تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.

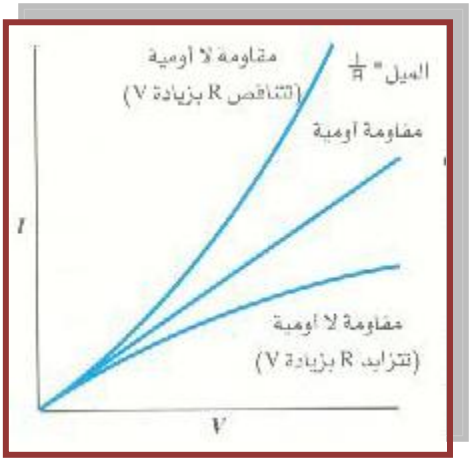


ويوضح الشكل المقابل منظومة كهربائية مماثلة حيث السلك الأحمر أدق من الأسلاك السوداء فإنه يشكل مقاومة كبيرة جداً لتدفق الشحنة من خلاله، وتحتوي الأسلاك على عدد هائل من الالكترونات الحرة التي تستطيع تشبيهها بجزيئات الماء المتدفقة في الأنبوبة ومثلما كانت المضخة تمد جزيئات الماء بالطاقة فإن البطارية تمد الشحنات الحرة داخل المعدن بالطاقة وتجعلها تتدفق.

المقاومة وقانون أوم:

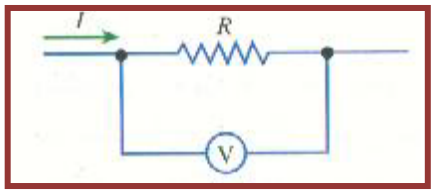


في الدائرة المقابلة إذا اعتبرنا أن جزءاً مهملاً فقط من فقد الطاقة هو الذي يحدث في السلك في المنطقة من p إلى a ولذا لن تتغير طاقة الشحنات عندما تنتقل خلال هذا القسم من السلك . بعبارة أخرى يكون السلك pa متساوي الجهود أي أن جهد النقطة a يساوي جهد النقطة p وبالمثل فإن جهد النقطة b يساوي جهد النقطة n وجهد المقاومة R يساوي جهد البطارية وأي شحنة موجبة حرة الحركة ستتحرك خلال المقاومة من a إلى b أي من الجهد المرتفع إلى الجهد المنخفض. وإذا تسبب فرق جهد مقداره V عبر المقاومة في مرور تيار I خلالها فإن المقاومة تعطى من



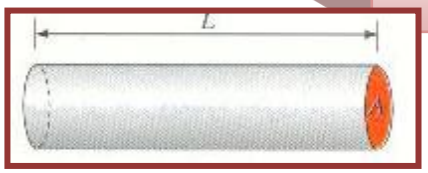
العلاقة $R = \frac{V}{I} \rightarrow (1)$ ووحدة المقاومة $\Omega = \frac{V}{A}$ وتسمى المعادلة (١) بقانون أوم

ينطبق قانون أوم على المقاومات التي يكون فيها I متناسباً مع V على مدى معين من قيم V ، I مثل هذه المقاومات تسمى المقاومات الاومية وتتميز بان الرسم البياني بين V ، I يكون خط مستقيم



وتستخدم الفولتميترات في قياس فرق الجهد ويوصل على التوازي
كما بالشكل والفولتميتر المثالي تكون مقاومته لانهائية بحيث لايمكن للتيار المار في الدائرة أن يتفرع عند نقطتي توصيل الجهاز.

المقاومة النوعية (المقاومية) :



إن للأسلاك ذات الأشكال والحجم الواحد ولكنها مصنوعة من مواد مختلفة ولذلك فإننا بحاجة إلى وسيلة من شأنها تمييز خصائص المقاومة النوعية للمادة ولعمل هذا سنختار سلكاً طوله L ومساحة مقطعه A وقد أوضحت التجارب أن $R \alpha \frac{L}{A}$ ويمكن إزالة التناسب واستخدام الثابت ρ وبالتالي فإن :

$$R = \frac{\rho L}{A} \rightarrow (2) \qquad \rho = \frac{RA}{L}$$

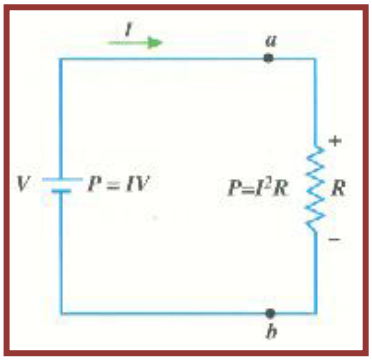
ووحدة ρ هي أوم . متر

والمقاومة النوعية لمادة تتغير بدرجة الحرارة ويكون التغير النسبي في المقاومة النوعية متناسباً مع التغير في درجة الحرارة في مدى محدود من درجات الحرارة $\Delta\rho = \rho_{\circ}\alpha\Delta T$

والمقدار $\rho_{\circ}$ هو المقاومة النوعية عند درجة حرارة مرجعية وهي عادة $20\ ^{\circ}C$ أما الثابت α فيسمى معامل تغير المقاومة النوعية مع درجة الحرارة ويعتمد على نوع المادة وعلى الرغم من أن المقاومة النوعية لمعظم الفلزات تزداد بازدياد درجة الحرارة إلا أن العكس هو الصحيح بالنسبة للجرافيت ومعظم أشباه الموصلات ويتضح من المعادلة(٢) أن مقاومة سلك ما تعتمد على أبعاده، وهذه الأبعاد تعتمد بدورها على درجة الحرارة . على أن معاملات التمدد الحراري تكون في العادة أقل بعدة رتب في المقدار عن معاملات المقاومة النوعية . ولهذا فإن التغيرات الحرارية التي تطرأ على أبعاد المقاومة يمكن (عادة) إهمالها إذا قورنت بتغيرات المقاومة النوعية ومن ثم نستطيع أن نكتب المعادلة بالنسبية لتغير المقاومة R مع درجة الحرارة

$$\Delta R = R_{\circ}\alpha\Delta T$$

القدرة الكهربائية



عندما تبعث بطارية بتيار خلال مقاومة كما بالشكل فإن البطارية تمد المقاومة بالطاقة وبالفعل فإن العمليات الكيميائية الداخلية في البطارية تحرك الشحنة من الجهد الكهربائي المنخفض عند الطرف السالب إلى الجهد الكهربائي المرتفع عند القطب الموجب ولكي يتم هذا فإن على البطارية أن تبذل شغلاً على كمية من الشحنة $W = \Delta qV$ مقدارها(Δq) يكون مساوياً للزيادة في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة حيث V هو فرق الجهد بين قطبي البطارية وبمرور الشحنة خلال المقاومة R من النقطة a إلى b فإنها تفقد الطاقة التي أمدتها بها البطارية مولدة بذلك كمية مساوية من الطاقة الحرارية في المقاومة .

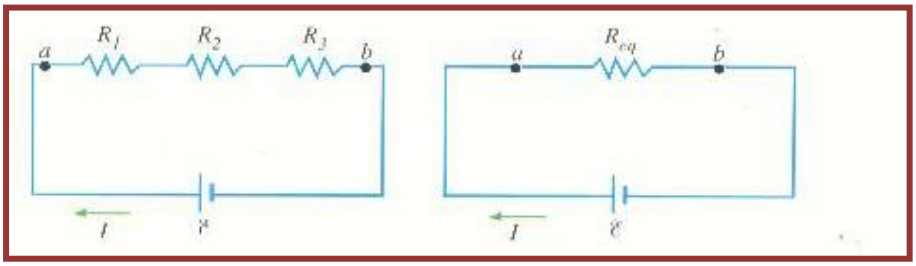
ولكن القدرة $p = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta qV}{\Delta t}$ وبما أن $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ إذن: القدرة $p = IV$

وعند مرور الشحنات خلال المقاومة ، فأنها تهبط خلال فرق للجهد مقداره V وبناءاً عليه فإن القدرة الكهربائية المفقودة خلال مقاومة R تساوي:

$$\frac{V^2}{R} = I^2R = IV$$

توصيل المقاومات

١- توصيل المقاومات على التوالي:



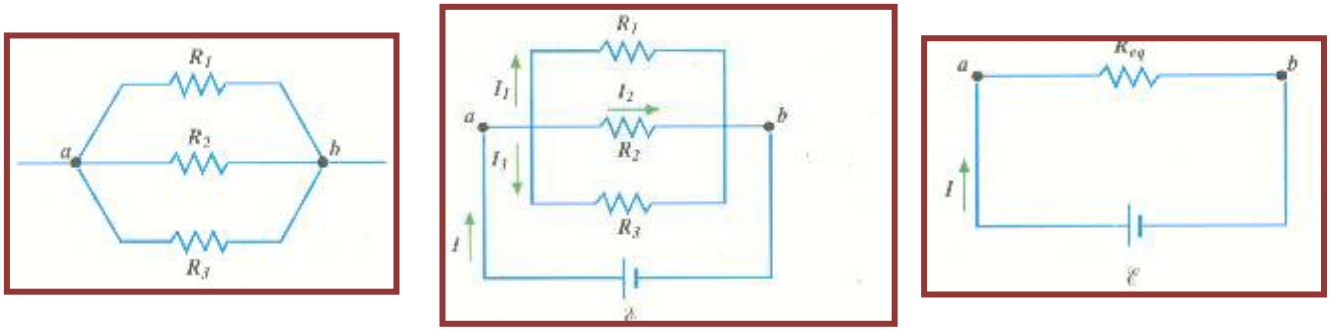
يوضح الشكل ثلاثة مقاومات متصلة معاً على التوالي وعندما تتصل ببطارية ونستطيع عمل الملاحظات التالية :

- يمر نفس التيار خلال جميع المقاومات المتصلة على التوالي.
- تكون انخفاضات الجهد IR_1، IR ، IR_3 عبر المقاومات هي

وتعطينا قاعدة العروة لكيرتشوف عند تطبيقها على هذه الدائرة البسيطة ما يلي:

$$\xi - IR_1 - IR_2 - IR_3 = 0$$
$$\xi = I(R_1 + R_2 + R_3)$$
$$\xi = IR_{eq}$$
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

2- توصيل المقاومات على التوازي:



يوضح الشكل ثلاثة مقاومات متصلة معا على التوازي وعند توصيلها مع بطارية ونستطيع عمل الملاحظات التالية :

- يكون فرق الجهد عبر كل من المقاومات المتصلة معاً على التوازي هو نفسه.
- يتعين التيار المار في كل مقاومة متصلة مع مقاومات أخرى على التوازي من العلاقة:

$$I_1 = \frac{V}{R_1}، I_2 = \frac{V}{R_2}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

وطبقاً لقاعدة العروة لكيرتشوف فإن:

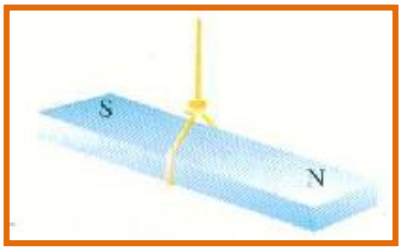
$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_1}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

المجالات المغناطيسية - القوى المغناطيسية

مقدمـــة:

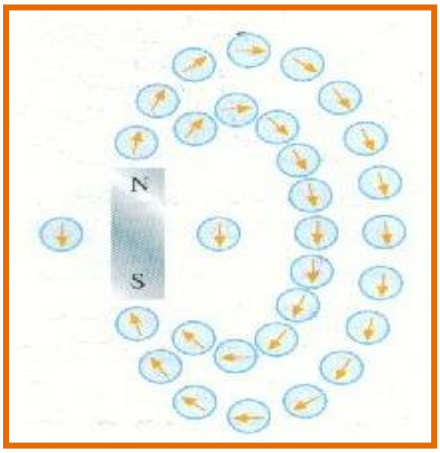
بالرغم أن الظاهرة المغناطيسية كانت أسبق للظهور والملاحظة عن الظواهر الكهروستاتيكية والشحنات إلا أن تفسير هذه الظاهرة ظل لمد طويلة بلا تفسير علمي واضح. غير أن التقييم العلمي لهذه الظاهرة في بدايات (القرن الثامن عشر) كان بناءاً على ملاحظة تجاذب وتنافر الأحجار المغناطيسية.



تخطيط المجال المغناطيسي

عرفنا من دراستنا السابقة أن القضيب المغناطيسي له قطبان ، قطب شمالي وقطب جنوبي ، وأن الأقطاب المختلفة تتجاذب مع بعضها البعض ، وأن الأقطاب المتشابهة تتنافر. وعرفنا أيضاً أن الكرة الأرضية تعمل كمغناطيس هائل وأن إبرة البوصلة المغناطيسية تصطف بامتداد المجال المغناطيسي للأرض .

أن قطعا مستطيلة من حجر المغناطيس يمكن أن تعلق بواسطة خيط فإن المغناطيس يتوجه بحيث يصطف طوله مع المجال المغناطيسي للأرض وقد أطلق على طرفي المغناطيس الأقطاب المغناطيسية ، فصار القطب الذي يشير تقريبا نحو القطب الشمالي الجغرافي هو القطب الشمالي للمغناطيس ، أما الطرف المقابل له فسمي القطب **الجنوبي للمغناطيس**

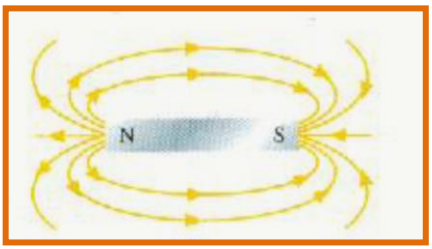


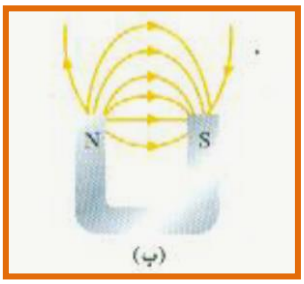
وتحدث أشياء مثيرة للاهتمام بالقرب من المغنطيسات فقطع الحديد غير الممغنطة أو برادة الحديد تنجذب إلى كلاً من القطبين .

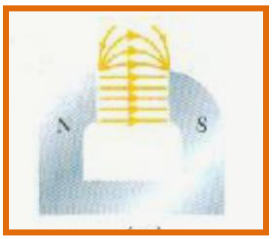
أما إبرة البوصلة فيه تنحرف إذا أقترب منها قضيب مغناطيسي .

والسلك الذي يمر خلاله تيار كهربائي يتجاذب أو يتنافر مع المغناطيسات ،وتيارات الجسيمات المشحونة يمكن حرفها بواسطة المغناطيسات. ومن المناسب تفسير كل هذه الظواهر بدلالة ما نطلق عليه **المجال المغناطيسي** للمغناطيس.

نعرف اتجاه المجال المغناطيسي عند أي نقطة بأنه الاتجاه الذي تأخذه إبرة البوصلة إذا وضعت عند تلك النقطة .ولكي نخطط المجال المغناطيسي فإننا نرسم سلسلة من الخطوط حول المغناطيس بحيث تكون الأسهم المرسومة على تلك الخطوط في الاتجاه الذي تشير اليه إبرة البوصلة وهذه الخطوط يطلق عليها خطوط المجال المغناطيسي .تتجه خطوط المجال المغناطيسي من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي خارج المغناطيس ثم تكمل الدائرة فتعود من الجنوبي إلى الشمالي داخل المغناطيس كما بالشكل المقابل.

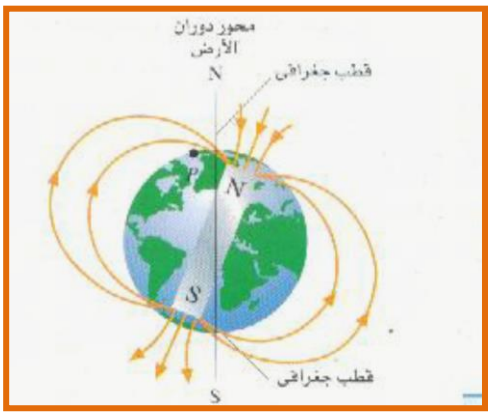






توضح المخططات أعلاه ليس اتجاه المجال فحسب وإنما شدته أيضا.

المجال المغناطيسي للأرض:

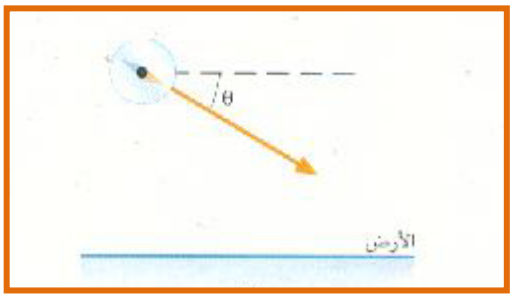


تنشأ المغناطيسية الأرضية نتيجة دوران الأرض حول محورها ويشكل هذا المجال المنطلق من داخل الأرض حوالي ٩٠% تقريباً من المجال المغناطيسي الذي يقاس فوق سطح الأرض ويأتي الباقي من تيارات الجسيمات المشحونة الصادرة من الشمس ومن مغناطيسية بعض صخور القشرة الأرضية. وكما هو موضح بالشكل المقابل

فإن الأقطاب المغناطيسية للأرض لا تنطبق مع الأقطاب التي يحددها محور دورانها .وأن المجال المغناطيسي للأرض يكون موازياً تقريباً لسطح الأرض في المناطق المغناطيسية ويكون عمودياً تقريباً على سطح الأرض بالقرب من القطبين والكميات المطلوبة لتحديد مجال الأرض

في بقعة معينة هي اتجاه ومقدار هذا المجال وعلى وجه العموم فإن إبرة البوصلة المعلقة على محور أفقي عند النقطة P في نصف الكرة الشمالي سوف تشير بزاوية مقدارها θ أسفل الخط الأفقي .

وتسمى هذه الزاوية بزاوية ميل المجال المغناطيسي للأرض.



شدة المجال المغناطيسي $\vec{B}$

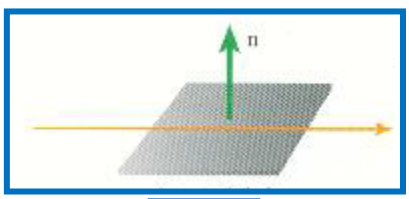
هي عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تجتاز عمودياً وحدة المساحات من السطح المعرض للمجال عند تلك النقطة. وهي كمية متجهه تقدر بوحدة التسلا (T) .

التدفق المغناطيسي: Φ

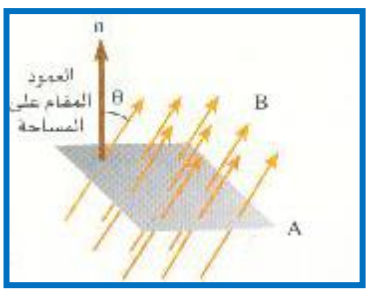
يسمى المجموع الكلي لخطوط المجال المغناطيسي المارة خلال مساحة مابشكل عمودي بالتدفق خلال هذه المساحة وهي كمية عددية تقدر بوحدة الوبر (Wb).

ويرتبط التدفق المغناطيسي وشدة المجال المغناطيسي بالعلاقة: $\Phi = B_{\perp} A = BA\cos\theta$

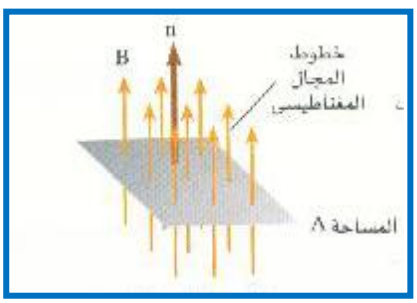
حيث (θ) هي زاوية سقوط المجال علي السطح (الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال والعمودي على السطح).



$\phi = 0$



$\phi = AB\cos\theta$



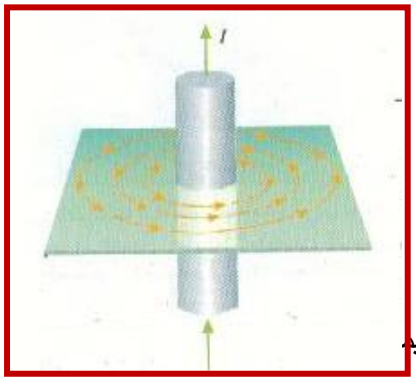
$\phi = AB$

المجالات المغناطيسية الناتجة عن تيارات كهربائية:

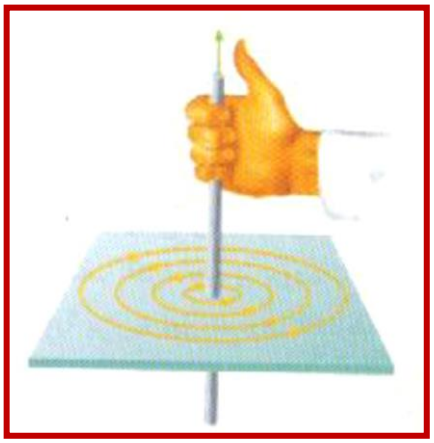
أن المغناطيسات ليست المصدر الوحيد للمجالات المغناطيسية فقد اكتشف هانز كريستيان أوريسند العالم الهولندي أن مرور تيار كهربائي في سلك يؤدي إلى انحراف اتجاه الإبرة المغناطيسية القريبة منه أي أن التيار الكهربائي قادر على توليد مجال مغناطيسي في المنطقة المجاورة له. وعمودياً على مستواه.

١-المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي مستمر في سلك مستقيم طويل:

المجال المغناطيسي الذي يولده تيار يمر في سلك مستقيم يكون على شكل دوائر متحدة المركز كما بالشكل المقابل.



يمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيسي نظرياً بتطبيق قاعدة اليد اليمنى على السلك الحامل للتيار بحيث يشير الإبهام إلى الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي المستمر فإن بقية الأصابع الملتفة حول السلك تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ



مقدار شدة المجال المغناطيسي (B) الناشئ عن تيار يمر في سلك مستقيم طويل عند نقطه تبعد عن محور السلك (r) يتحدد باستخدام العلاقة :

$$B = \frac{\mu_{\circ} I}{2\pi r}$$

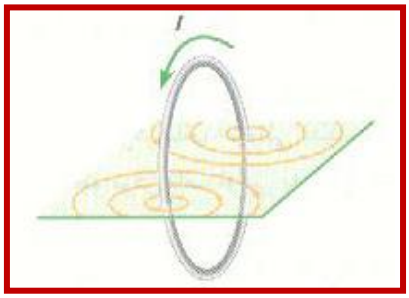
حيث أن: $(\mu_{\circ})$ هي معامل النفاذية المغناطيسية في الهواء أو الفراغ.

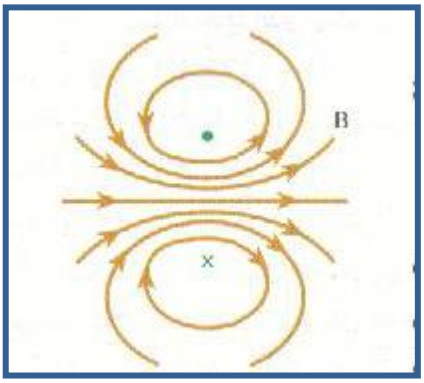
(I) شدة التيار المار في السلك.

(r) البعد بين النقطة والسلك.

٢- المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي مستمر في حلقة دائرية:

المجال المغناطيسي الذي يولده تيار يمر في حلقة دائرية يكون كما بالشكل الموضح .





يمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيسي نظرياً بتطبيق قاعدة اليد اليمنى (٢) أو بقاعدة عقارب الساعة التي تنص على أنه بالنظر الى وجه الملف فإذا كان اتجاه مرور التيار الاصطلاحي مع اتجاه حركة عقارب الساعة كان هذا الوجه قطباً جنوبياً ،و إذا كان اتجاه مرور التيار الاصطلاحي عكس اتجاه حركة عقارب الساعة كان هذا الوجه قطباً شمالياً .

مقدار شدة المجال المغناطيسي (B) الناشئ عن تيار يمر في حلقة دائرية نصف قطرها (r) عند مركزها يتحدد باستخدام العلاقة :

$$B = \frac{\mu_\circ I}{2\ r}$$

وفي حالة ملف دائري مكون من عدد من اللفات(N)

حيث أن:

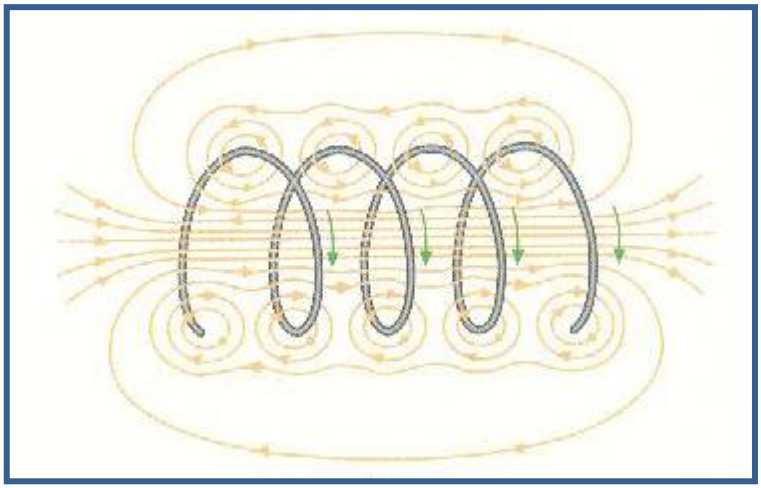
$(\mu_\circ)$ هي معامل النفاذية المغناطيسية في الهواء أو الفراغ .

(I) شدة التيار المار في الملف.

(r) نصف قطر الحلقة . (N) عدد اللفات.

٣- المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي مستمر في ملف لولبي:

المجال المغناطيسي الذي يولده تيار كهربائي يمر في ملف لولبي يكون كما بالشكل المقابل.



يمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيسي نظرياً بتطبيق قاعدة اليد اليمنى (٢) أو بقاعدة عقارب الساعة .

مقدار شدة المجال المغناطيسي (B) داخل ملف لولبي و الناشئ عن مرور تيار كهربائي مستمر في يتحدد باستخدام العلاقة : $B = \frac{\mu_{\circ} I N}{L}$

حيث أن:

$(\mu_{\circ})$ هي معامل النفاذية المغناطيسية في الهواء أو الفراغ .

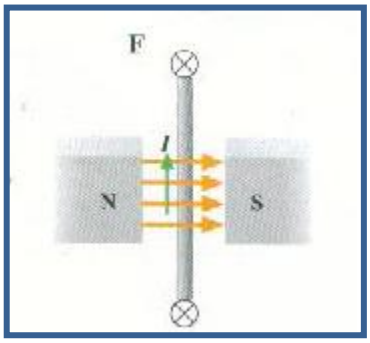
(I) شدة التيار المار في الملف.

(L) طول الملف اللولبي .

(N) عدد اللفات.

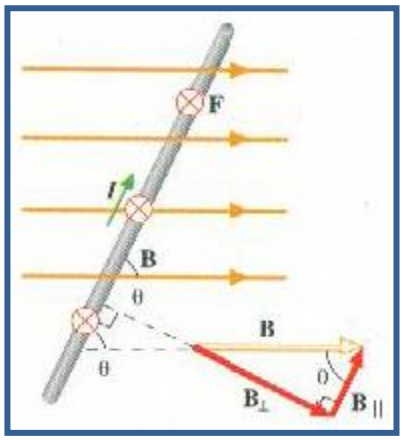
القوى المغناطيسية

أولاً القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على تيار كهربائي مستمر:



إذا وضع سلك يمر فيه تيار كهربائي مستمر يمر رأسيا إلى أعلفي مجال مغناطيسي خارجي موجود بين قطبي مغناطيس كما بالشكل المقابل.
وتدل التجارب على أن السلك يتعرض لقوة متعامدة مع كل من المجال المغناطيسي واتجاه التيار.

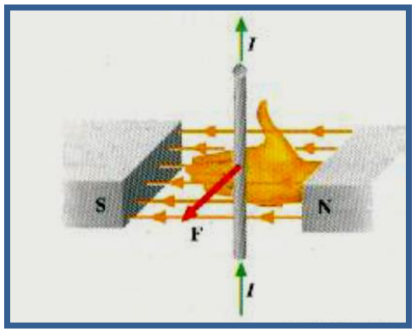
وقد وجد عملياً أن مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك تتناسب طردياً مع كل من طول السلك (L)
وشدة التيار المار به (I) و شدة المجال المغناطيسي (B) .



ويمكن حساب مقدار القوة المؤثرة على السلك باستخدام العلاقة:

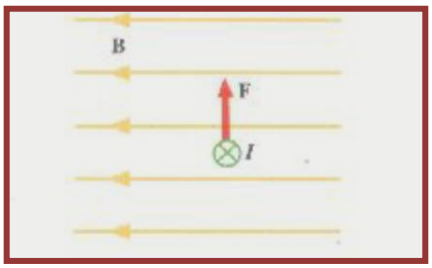
$$F = I\ L\ B_{\perp}$$

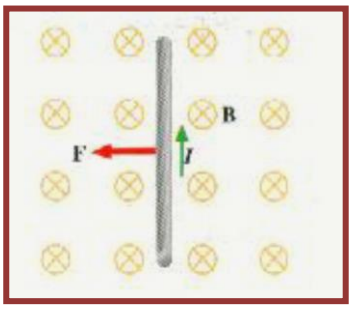
أما إذا كان السلك الذي يمر به التيار الكهربائي مائلاً على اتجاه المجال بزاوية (θ) فإن: $F = I\ L\ B\ \sin\theta$

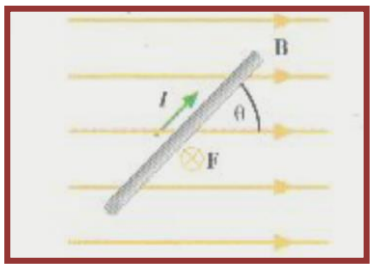


يمكن تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك ا لحامل للتيار بتطبيق قاعدة اليد اليمنى (١) التي تنص على أنه: إذا جعلت الأصابع الأربع لليد اليمنى في اتجاه المجال المغناطيسي (B)

والإبهام في اتجاه التيار الاصطلاحي للتيار الكهربائي المستمر(I) ، يكون اتجاه راحة اليد في اتجاه القوة المغناطيسية.

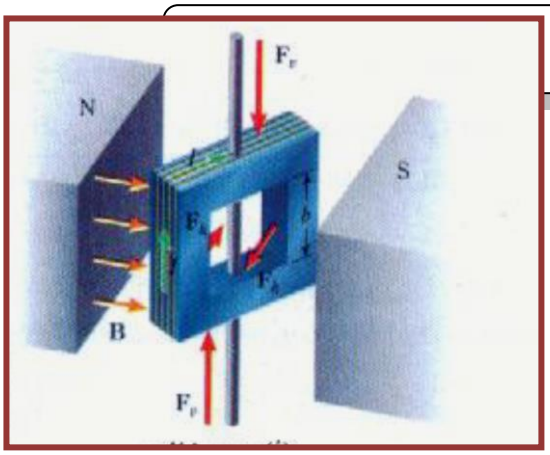




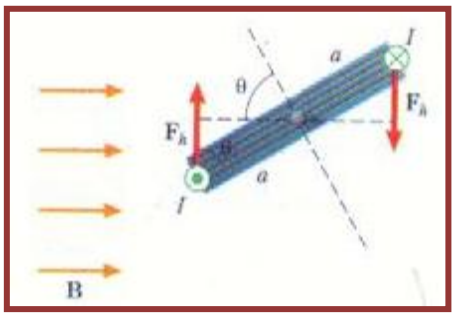


تطبيقات على القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على تيار كهربائي مستمر

عزم الدوران المؤثر على حلقة تيار:



يستخدم في كثير من الأجهزة العلمية ، بما فيها المحركات وكثير من أجهزة القياس بملاحظة الشكل المقابل نتعرف على كيفية ظهور عزم الازدواج ، يوضح الشكل ملف يمر فيه تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي . والملف مثبت على محور يمكنه الدوران حوله وباستخدام قاعدة اليد اليمنى فإننا نحصل على القوى المؤثرة على مختلف الأضلاع .

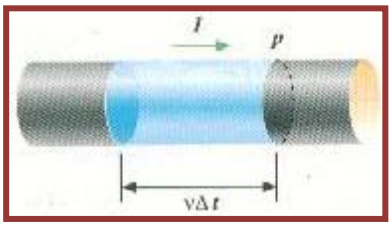


نلاحظ أن القوتين F_h فقط هما اللتان تتسببان توليد عزم دوران حول المحور. هاتان القوتان لا يمكن ان ينتج عنهما عزم دوران إذا كان مستوى الملف عمودياً على المجال المغناطيسي ، ويحدث أقصى عزم دوران عندما تقع خطوط المجال في مستوى الملف

.

ثانياً القوة المغناطيسية التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على الشحنات المتحركة:

التيار هو نتيجة لحركة الشحنات والسؤال الآن ما هو أثر مجال مغناطيسي خارجي على شحنات تتحرك بحرية ، إذا لم تكن هذه الشحنات مقيدة بالحركة داخل سلك وللرد على هذا السؤال نبدأ باستخدام القوة المؤثرة على ناقل شحنة مفرد داخل سلك ما . لذلك سنقسم القوة الكلية المؤثرة على طول السلك (L) على عدد ناقلات الشحنة في هذا الطول . فإذا كانت مساحة المقطع المستعرض للسلك هي (A) كما بالشكل المقابل .



يكون الحجم (A L) . وإذا كان هناك n_u ناقل شحنة في وحدة الحجوم ، فإن عدد ناقلات الشحنة في الطول (L) هو $n_u A L$

ومن ثم : القوة المؤثرة على شحنة واحدة =

$$F = \frac{B_\perp I\ L}{n_u A\ L} = \frac{B_\perp I}{n_u A} \rightarrow (1)$$

إذا كان متوسط سرعة الناقل (v) فإن المسافة (L) التي تتحركها كل الشحنة في زمن مقداره(Δt) هي(vΔt)

ويكون حجم المقطع (A vΔt) فيكون عدد ناقلات الشحنة التي تعبر P في زمن مقداره (Δt) هو

وكل ناقل يحمل شحنة مقدارها q ولهذا: $n_u A\ v\ \Delta t$

وبالتعويض عن قيمة (I) في المعادلة (١)

$$I = \frac{q}{\Delta t} = \frac{q\ n_u A\ v\ \Delta t}{\Delta t} = q\ n_u A\ v \rightarrow (2)$$

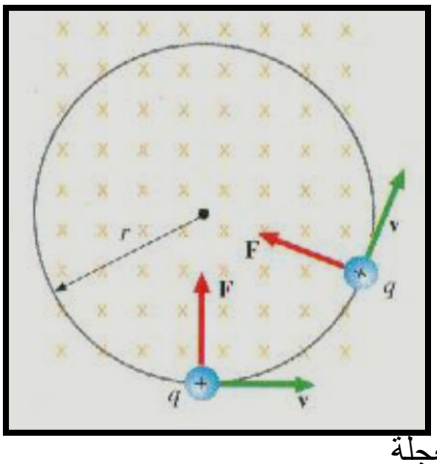
$$F = \frac{B_\perp I}{n_u A} = q\ v\ B_\perp$$

وعلى هذا نستنتج ما يلي :

تتعرض شحنة مقدارها q متحركة بسرعة مقدارها v عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره (B) لقوة مغناطيسية

ونستطيع استخدام قاعدة $F = q\ v\ B_\perp$ اليد اليمنى لتحديد اتجاه هذه القوة كما بالشكل ونلاحظ أن القوة تكون دائماً متعامدة مع السرعة وحيث أن متجه السرعة يكون دائماً مع اتجاه الحركة ، فإن القوة لن يكون لها مركبة في اتجاه الحركة مما يعني أن القوة لن تبذل شغلاً على الشحنة ولن تغير من طاقة حركتها إذن فإن التأثير الوحيد للقوة هو تغيير اتجاه حركة الشحنة .

حركة جسيم مشحون في مجال مغناطيسي



بتتبع حركة جسيم مشحون في مجال مغناطيسي الموضحة بالشكل نجد أنالسرعة لن يتغير مقدارها بتأثير القوة واذا كان المجال المغناطيسي منتظمفإن القوة المغناطيسية ستظل مقدار ثابت ومتعامدة باستمرار مع اتجا ه الحركة وبالتالي تعمل على تحريك الجسم في مسار دائري بسرعة ثابتة المقدار .

توصف هذه الحركة بدلالة عجلة (تسارع) جذب مركزي $\frac{v^2}{r}$ حيث r نصف قطر المسار الدائري وبالتالي فإن القوة المسئولة عن هذه العجلة هي: $q\ v\ B_{\perp}$

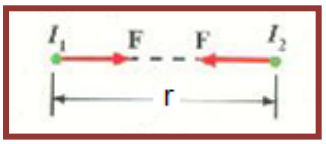
ويتيح لنا القانون الثاني لنيوتن أن نكتب ما يلي: $$q\ v\ B_{\perp} = \frac{m\ v^2}{r}$$

ثالثاً القوة المغناطيسية المتبادلة بين تيارين كهربائيين متوازيين مستقيمين.

عرفنا من دراستنا هذه أن :

* السلك الذي يمر به تيار كهربائي يتعرض لقوة مغناطيسية إذا وضع في مجال مغناطيسي.

*أن التيار الكهربائي يعتبر مصدراً للمجال المغناطيسي.



إذن من المنطقي ، أنه عند وجود تيارين متجاورين فإن كل منهما ينشئ مجالاً مغناطيسياً يؤثر بقوة على الأخر.

يمكن حساب مقدار القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين مستقيمين متوازيين (F) من العلاقة:

$$F = \frac{\mu\ I_1 I_2 L}{2\pi\ r}$$

حيث (L) الطول المشترك للسلكين ،(r I_1 I_2) البعد بينهما ، شدة التيار المار في كل من السلكين .

ومن خلال هذه الدراسة نجد أن هناك اختلاف بين طبيعة المجال المغناطيسي وطبيعة المجال الكهربائي فهناك اختلافات جوهرية بين القوى التي يولدها كل منهم على الشحنات الكهربائية نلخصها فيما يلي:

١- القوة الكهربائية تكون دائماً في اتجاه المجال الكهربائي E بينما القوة المغناطيسية تكون عمودية على المجال المغناطيسي B.

٢- القوة الكهربائية تؤثر على الجسيم المشحون بغض النظر عن سكونه أو تحركه بسرعة بينما تؤثر القوة المغناطيسية فقط على الشحنات المتحركة.

٣- تبذل القوة الكهربائية شغلاً لإزاحة جسيم مشحون بينما نجد أن القوة المغناطيسية غير قادرة على بذل شغل لإزاحة جسيم مشحون لأنها عمودية على الحركة.

٤- الزاوية بين السرعة واتجاه المجال المغناطيسي تحدد قيمة القوة المغناطيسية المؤثرة (إذا انعدمت الزاوية انعدمت القوة) بينما في حالة القوى الكهربائية فالقوة الكهربائية المؤثرة دائما في اتجاه الحركة إذا كانت هناك حرية حركة للشحنة.

مستويات الطاقة والأطياف والفيزياء الذرية

ذرة الهيدروجين شبه الكلاسيكية

نفترض أن ذرة الهيدروجين مكونة من إلكترون كتلته m يدور في مدار حول النواة و تعتبر الشحنة النووية لأي ذرة مساوية (Ze) وبذلك تكون الشحنة النووية للهيدروجين (Z = 1) ونعلم جيداً أن للإلكترون خواص موجية وأن طول موجة دي برويل له ($\lambda = \frac{h}{mv}$) ، على أن الإلكترون لن يتواجد في حالة مستقرة مالم تكون موجة دي برويل له موجة موقوفة داخل المدار ولكي يحدث هذا الرنين لابد أن يكون

طول المدار ($2\pi r$) مساوياً عدد صحيح من الأطوال الموجية أي :

($n\lambda = 2\pi r_n$ $\quad$ $n = 1,2,3,\ldots\ldots$)

وبذلك يكون مدار الإلكترون الذي يحقق هذا الشرط للرنين مستقراً . ولايقوم بشكل متواصل بإشعاع الطاقة بالطريقة التي تفعلها شحنة نقطية تدور في مدار دائري .

وتكون كمية الحركة الزاوية لإلكترون في مدار رتبته (n) مساوية :

$r_n mv_n = n \frac{h}{}$ $\quad$ (معادلة _ 1)

ويمكننا إيجاد معادلة ثانية إذا تنبهنا إلى أن قوى كولوم الكلاسيكية بين الإلكترون والنواة الموجبة هي التي توفر قوى الجذب المركزية التي تمسك بالإلكترون في مداره باعتبار أن النواة الثقيلة ستظل ساكنة أي أن :

قوة كولوم = قوة الجذب المركزية

(معادلة _ 2) $\quad \frac{mv_n^2}{} = k_o(Ze \times \frac{e}{})$

حيث ثابت كولوم $k_\circ = 9 \times 10^9 \quad N.m^2/C^2$

وبحل المعادلتين (1 ، 2) معاً يمكننا إيجاد سرعة الإلكترون (V_n)، ونصف قطر مداره (r_n):

$v_n = \frac{h}{2\pi m r_1}$ $\quad$, $\quad r_n = n^2 r_1$

حيث r_1 هو نصف قطر أصغر مدار ممكن (n = 1) ويعطى بالمعادلة :

$$r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 Z e^2 m}$$

وبالنسبة للهيدروجين Z = 1 ، و $r_1 = 0.53 \times 10^{-10}$ m وهو يسمى نصف قطر بور .

مستويات طاقة الهيدروجين

لقد رأينا أن ذرة الهيدروجين لابد أن تكون لها حالات مستقرة تكون فيها الذرة ثابتة ومتزنة .
وتتكون تلك الحالات المستقرة من مدارات دائرية ذات أنصاف أقطار تعطى في حالة الهيدروجين بالعلاقة :

$$r_n = n^2 r_1$$

لابد لكل من الحالات المستقرة من طاقة مميزة لها . وطاقة الذرة تتكون من شقين أحدهما هو طاقة حركة الإلكترون عندما يتحرك في مداره وتعطى بالعلاقة :

$$K_n = \frac{1}{2} m v_n^2 = \frac{Ze^2 K_o}{2r_n}$$

ويمتلك الإلكترون بالإضافة إلى طاقة حركته ، طاقة وضع كهربائية سالبة تعطى بالعلاقة :

$$U_n = -\frac{Ze^2 K_o}{r_n}$$

وبما أن الطاقة الكلية تساوي مجموع طاقتي الوضع والحركة ، فإن الطاقة الكلية للذرة في الحالة المستقرة :

$$E_n = -\frac{Ze^2 K_o}{2r_n}$$

ونلاحظ أن طاقة الذرة سالبة ، وتصبح أكثر سالبية كلما انخفضت قيمة r_n أي كلما اقترب الإلكترون من النواة .
وعندما تكون (Z = 1) أي ذرة الهيدروجين تصبح معادلة الطاقة الكلية للإلكترون بعد التعويض عن الثوابت :

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \quad \text{e.v}$$

ومعنى الطاقة الكلية السالبة هو أن الإلكترون مرتبط بالنواة ، ولو أته اكتسب مايكفي من الطاقة من أحد المصادر الخارجية (بالتصادم مثلاً) حتى تصبح طاقته الكلية موجبة ، فإنه لن يبقى مرتبطاً بالنواة بل سيصير حراً وتصبح الذرة متأينة وتساوي طاقة التأين هذه (13.6 e.v) .

انبعاث الضوء من الهيدروجين :

تتواجد ذرات الهيدروجين عادة في أدنى حالات الطاقة عندما (n = 1) ويقال عنها عندئذ إنها غير مستثارة ، إلا أنه إذا قذفت الذرات بجسيمات كالإلكترونات أو البروتونات فإن التصادمات كفيلة باستثارتها وإمدادها بما يكفي من الطاقة لنقلها من الحالة الأرضية إلى حالة مستقرة أعلى ، وفرق الطاقة بين المستويين (E) يساوي :

$$E = Ej - Ei$$

حيث (Ej طاقة المستوى الخارجي الأعلى _ Ei طاقة المستوى الداخلي)

ومن الطرق الشائعة لاستثارة ذرات غاز ما أن نطبق عليه فرق جهد مرتفع وهو تحت ضغط منخفض . تميل الذرات إلى الهبوط إلى أدنى حالة من حالات الطاقة الممكنة وتفقدالإلكترونات المستثارة في ذرات الهيدروجين طاقاتها تلقائياً وتهبط بذلك إلى حالات ذات طاقة أدنى .

من الممكن أن تفقد الذرة الطاقة من خلال تصادمات متبادلة مع الذرات الأخرى وتظهر على صورة طاقة حرارية . ويمكن أن تتخلص الذرة من الطاقة الزائدة بأن تشع فوتوناً وذلك عندما يسقط إلكترون ذرة الهيدروجين

من المستوى (n = j) الخارجي إلى المستوى (n = i) الداخلي .

حيث الفرق بين طاقتي هذين المستويين لابد وأن تكون مساوية لطاقة الفوتون الذي تم إشعاعه أي أن :

$$\frac{hc}{\lambda} = E_j - E_i = \text{طاقة الفوتون}$$

ويمكن حساب الطول الموجي لهذا الفوتون من العلاقة :

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{2\pi^2 Z^2 e^4 K_o^2 m}{h^3 c}\left(\frac{1}{i^2} - \frac{1}{j^2}\right)$$

وعند التعويض عن (Z = 1) أي للهيدروجين يكون المقدار الثابت والذي يسمى (ثابت ريدبرج) مساوياً:

$$R = \frac{2\pi^2 e^2 K_o^2 m}{h^3 c}$$

وبالتعويض عن الثوابت

الفيزيائية نحصل على قيمة ثابت ريدبرج وتساوي : ($R = 1.0974 \times 10^7\ m^{-1}$) ويمكننا أن نكتب الصورة العامة للأطوال الموجية المسموح بها كالآتي :

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

تنبعث سلسلة ليمان من خطوط الطيف عندما يهبط الإلكترون من المدارات الخارجية إلى المدار (n = 1)

بينما سلسلة بالمر من الخطوط الطيفية تنبعث عندما تهبط الإلكترونات إلى المدار (n = 2) ، وتنشأ سلسلة باشن من الانتقالات إلى المدار (n = 3) .

يقل الفرق في الطاقة بين المستويات المختلفة بسرعة كلما تناولنا مستويات أعلى فأعلى .

فالطاقة المنبعثة من المدار 10 إلى المدار 2 لاتكاد تختلف عن الطاقة المنبعثة من المدار 100 إلى المدار 2 . ومن الطبيعي أن أكبر قدر من الطاقة سينبعث إذا هبط الإلكترون من خارج الذرة ($n = \infty$) إلى المدار (n = 2) وهذا يقودنا إلى انبعاث الطول الموجي لحد السلسلة .

طيف امتصاص الهيدروجين :

إن الذرات لاتبعث فقط بالضوء وإنما تمتصه أيضاً . وعندما تخترق حزمة من الضوء فوق البنفسجي أنبوبة مملوءة بذرات الهيدروجين يظهر طيف مستمر وتختفي أطوال موجية محددة وذلك ناتج عن امتصاص الفوتون الذي له طاقة محددة والتي تساوي تماماً الفرق في الطاقة بين المستوى (n = 1) ومستوى آخر حيث طاقة الفوتون لاتتجزأ وذلك لأن الإلكترون في ذرة الهيدروجين لايمكنه إلا احتلال أحد مستويات الطاقة المحددة .ويمكن التنبؤ بأن الأطوال الموجية المناظرة لخطوط سلسلة ليمان سيتم امتصاصهالأن الفوتونات تمتلك الطاقة المناسبة لاستثارة الذرة نحو حالة طاقة مسموح بها . وتسمى ب **طيف الامتصاص الخطي** .

وكل الأطوال الموجية الأقصر من حد سلسلة ليمان سوف يتم امتصاصها ،لأن هذه الفوتونات سوف تؤين الذرة وتحمل الإلكترون إلى داخل منطقة الطاقة المتصلة ويطلق على الامتصاص

في هذه المنطقة من الأطوال الموجية ب **طيف الامتصاص المستمر** ، لأن الامتصاص يشمل مدى مستمر من الأطوال الموجية .

النشاط الإشعاعي :

تعاني الأنوية غير المستقرة تلقائياً من تغير داخلي نحو حالة ذات طاقة أقل واستقرار أكبر . ويتم هذا بالتخلص من الطاقة الزائدة عن طريق طرد جسيمات وإشعاع كهرومغناطيسي أثناء عملية يطلق عليها **النشاط الإشعاعي** .

استطاع العلماء باستخدام المجالات المغناطيسية إثبات وجود ثلاثة أنواع محددة من الطاقة ، ذات الشحنةالموجبة وهي (جسيمات α أنوية الهيليوم)، وذات الشحنة السالبة وهي (جسيمات β إلكترونات)، والمتعادلة كهربائياً وهي (أشعة γ موجات كهرومغناطيسية أو فوتونات) .

يعتقد العلماء أن النويات في حالة حركة دائمة ،والنواة غير المستقرة تصبح أكثر استقراراً إذا أطلقت جسيماً أو طاقة ،وهي تفعل ذلك على أساس عشوائي تماماً .ونقول أن النواة قد قامت بانحلال إشعاعي وبفرض أن نواة ما تنحل في فترة زمنية $t\Delta$ فإن احتمال أن نواة ما ستنحل في تلك الفترة الزمنية هو ($\lambda\Delta t$)حيث يرمز (λ) ل**ثابت الاضمحلال** أو **ثابت التفتت** .

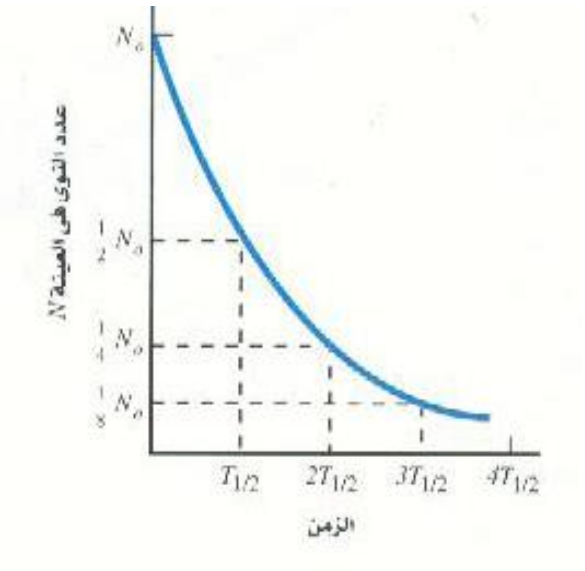
فإذا كان لدينا عينة من مادة ما بها N نواة ، فإن العدد الذي سيضمحل في فترة زمنية مقدارها Δt هو

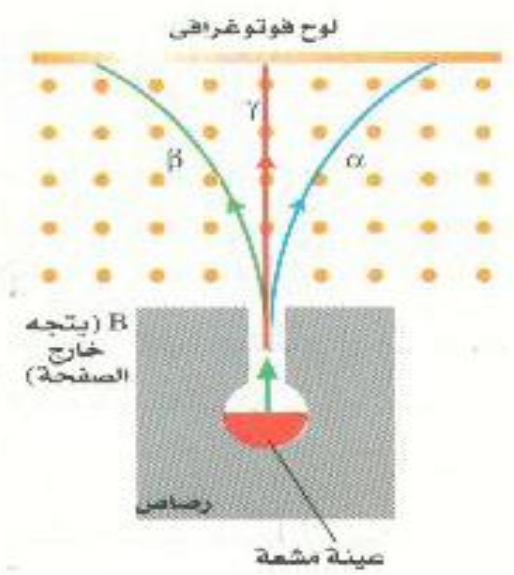
($N\lambda\Delta t$) أي أن :

$$\Delta N = - N\lambda\Delta t$$

وتشير الإشارة السالبة إلى أن المقدار $N\Delta$ سالب ،حيث أن N في تناقص ، وسنطلق على المقدار $\frac{\Delta N}{N}$ فاعلية العينة ، وهي عدد الاضمحلالات التي تحدث في وحدة الزمن .

تنخفض كمية المادة التي تقوم بالاضمحلال الأسي بمقدار النصف في فترات زمنية متتالية ومتساوية ،تسمى كل منها عمر النصف لتلك المادة .





ويرتبط عمر النصف ($T_{½}$) ومعدل الاضمحلال (λ) بالعلاقة :

$$\lambda T_{½} = 0.693 = \ln 2$$

التفاعلات النووية :

لابد من أن تحقق التفاعلات النووية قوانين البقاء في الفيزياء حتى يتم التوازن .

بحيث يكون مجموع الأعداد الكتلية للمواد الداخلة في التفاعل يساوي مجموعها للمواد الناتجة عن التفاعل ،

وكذلك مجموع الأعداد الذرية للمواد الداخلة في التفاعل يساوي مجموعها للمواد الناتجة عن التفاعل ،

وكذلك مجموع كتل وطاقات المواد الداخلة في التفاعل يساوي مجموع كتل وطاقات المواد الناتجة عن التفاعل .

مثال : $^{226}_{88}Ra \rightarrow ^{222}_{86}Rn + ^{4}_{2}He$

نلاحظ بالنسبة لقيم (A) الأعداد الكتلية [4 + 222 = 226]

وبالنسبة لقيم (Z) الأعداد الذرية [2 + 86 = 88]

أما بالنسبة للطاقة الكلية قبل التفاعل بما في ذلك الطاقة المكافئة لكتل السكون لابد وأن تكون مساوية للطاقة الكلية بعد التفاعل .

أما التفاعلات النووية التلقائية كالنشاط الإشعاعي فإنها تحدث لأن النواة تكون أكثر استقراراً بعد التفاعل ،

مثال اليورانيوم 238 حيث عمر النصف له يبلغ (4.47×10^9 سنة) وهو يقارب عمر الأرض نفسها .

وتضمحل نواة اليورانيوم وفق السلسلة التالية :

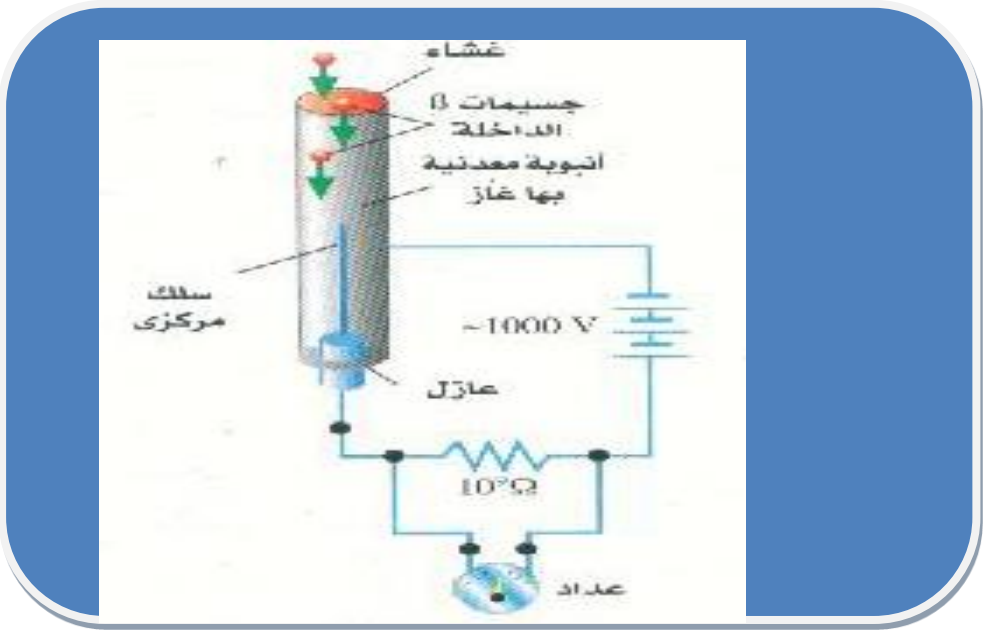
$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{234}_{90}Th$$
$$^{234}_{90}Th \longrightarrow ^{0}_{-1}e + ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{0}\gamma$$
$$^{234}_{91}Pa \longrightarrow ^{0}_{-1}e + ^{234}_{92}U + ^{0}_{0}\gamma$$

ثم تلي هذه الخطوات سلسلة طويلة حتى تصل إلى عنصر الرصاص المستقر ($^{206}_{82}Pb$) .

الكشف عن الإشعاع :

تستخدم في معظم كاشفات الجسيمات والإشعاع ذات الطاقة المرتفعة ، حقيقة مفادها أن الأيونات تتكون على طول مسارات الجسيمات . وقد كانت المستحلبات الفوتوغرافية هي أول كاشفات للإشعاع ، وقد استخدمها بيكريل للكشف عن اليورانيوم عام 1896 ويكمن عيب المستحلبات في أنها لاتستخدم سوى مرة واحدة .

أما الأجهزة الإلكترونية المستخدمة للكشف عن الجسيمات عالية الطاقة ، فاستخدامها مناسب وهي أكثر أنواع كاشفات الجسيمات شيوعاً ، ومن نماذجها المألوفة **عداد جايجر** كما بالشكل



عندما لايكون هناك إشعاع داخل إلى العداد فإنه لاتوجد شحنات في الغاز الذي يملأ الأنبوبة المعدنية ولذلك لايمر أي تيار في الدائرة ، أما إذا دخل جسيم مؤين إلى الأنبوبة فإن مايحرره من أيونات وإلكترونات تتحرك عبر الأنبوبة تحت تأثير المجال الكهربائي القائم بين الأسطوانة والسلك المركزي .

الفيزياء الذرية

نموذج رزرفورد Rutherford's Model

بعد ان قام رزرفورد بتجربة تشتت جسيمات الفا على ذرة نموذج تومسون وتبين ان نموذج تومسون غير صحيح ولم ينجح في تفسير تشتت جسيمات الفا، وضع رزرفورد نموذجاً جديد للذرة وهو ان الشحنة الموجبة مركزة في حيز أقل سماه النواة nucleus نصف قطره 10-14m حتى يفسرالتشتت الكبير الذي رصده في تجربته وأن الشحة السالبة موزعة حول النواة وتدور في مدارات شبيه بحركة الكواكب حول الشمس وسمي هذا النموذج بـ Planetary Model

قام رزرفورد بعمل حسابات دقيقة علىالتوزيع الزاوي angular distributionالمتوقع لتشتت جسيمات الفا بناءً على نموذجه المفترض، وكانت هذه الحسابات بنيت على الافتراضات التالية :

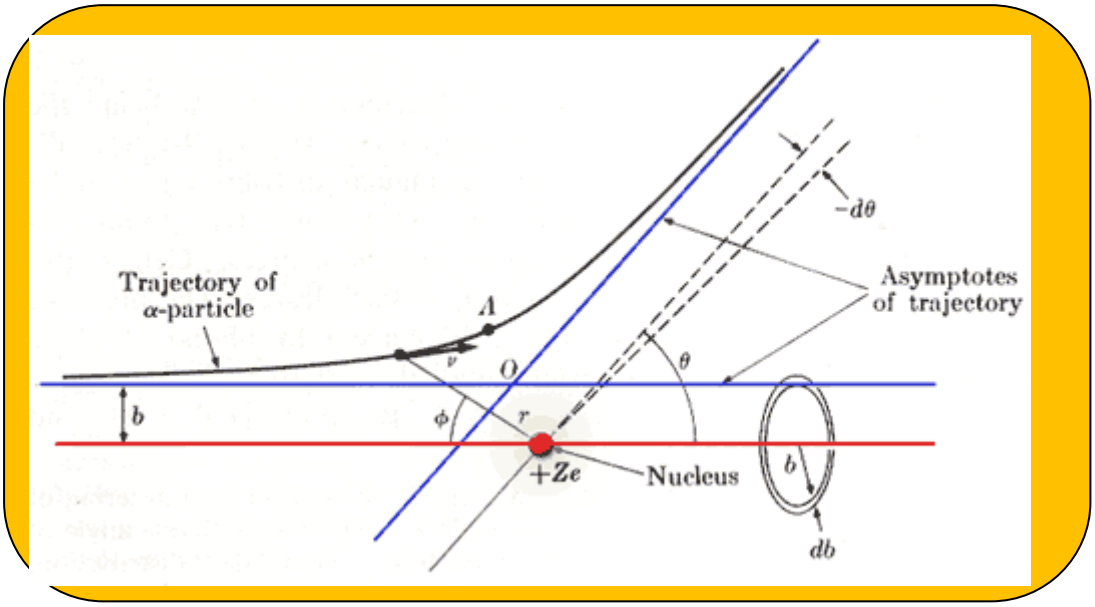
(1)ان التشتت ناتج فقط عن الشحنةالموجبة وهذا يعنى ان التشتت يعود إلى قوة التنافر الكهربي بين شحنة النواة وشحنةجسيمات الفا .

(2)ان النواة لاتتحرك ولا ترتدعند اصطدام جسيمات الفا بها وذلك لان كتلتها اكبر بكثير من كتلة جسيماتالفا .

(3)لا يمكن لجسيمات الفا ان تخترق النواة .

يوضح الشكل التالي تشتت جسيم الفاذو شحنة موجبةzeوكتلة M تقترب في مسارها من نواة عنصر شحنته Ze. موقع جسيم الفا بالنسبة للنواة يحدد بالاحداثيات القطبية polar coordinate التي مركزها النواة بـ r,□ ، المسافة العمودية بين محور النواة ومسار جسيم الفا b يسمىimpact parameter ،

زاوية التشتت هي الزاوية المحصورة بين محور النواة ومسار جسيم الفابعد التشتت .



يسلك جسيم الفا مسار يمكن تمثيلهبمعادلة قطع زائد hyperbola تحت تأثير قوة كولوم

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{zZe^2}{r^2}$$

وتكونمعادلة hyperbola في الاحداثيات القطبية بالصورةالتالية:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{b}\sin\varphi + \frac{D}{2b^2}(\cos\varphi - 1) \qquad (1)$$

حيث D ثابت يعبر عن اقرب مسافة للنواة ويعرف بـ distance of closest approachوهو ناتج عن التصادم المباشربين جسيم الفا والنواة عندما تكون b=0وفي هذه الحالةتتساوى طاقة حركة جسيم الفا مع ضاقة الوضع بين الجسيمين حيث ان التصادم في هذهالحالة تصبح طاقة جسيم الفا تساوي صفر عندما مسافة D وبعدها ترتد تحت تأثير قوة التنافر .

$$D = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{zZe^2}{mv^2/2}$$

ترتبطزاوية التشتت مع b من خلال العلاقة التالية

$$\cot\frac{\theta}{2}=\frac{2b}{D} \quad (2)$$

وتمالحصول على المعادلة السابقة (1) منخلال التعويض عن عندماتؤول r إلى المالانهاية

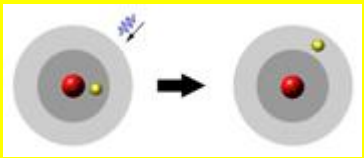
شرح فرضيات نموذج بوهر

(١) ترتكز الفرضية الأولى على تثبيت أن الذرة مكونة من نواة والإلكترون يدور حولها كما جاء في نموذج رزرفورد.

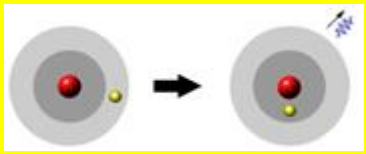
(2)تأتي الفرضية الثانية معتمدة على مبدأ التكميم وهذه اول فرضية تدخل مبدأ الكم في نموذج تركيب الذرة حيث حددت الفرضية ان المدارات التي يمكن ان يسلكها الإلكترون حول النواة هي تلك المحددة بالمعادلة (٢). وهذاالتكميم سوف يؤدي إلى تكميم الطاقة الكلية للإلكترون. وتجدر الإشارة هنا إلى انالعالم بلانك قد اكتشف مسبقاً ان الجسم الذي يتحرك حركة توافقية بسيطة تحت تأثيرقوة استرجاعية فإنه يمتلك طاقة مكممة تعطى بالعلاقة E=nh وهنا للمقارنة نجد انبوهر قد استفاد من هذه النتيجة حيث اعتبر ان طاقة الإلكترون مكممة نظراً مع أنالإلكترون يدور تحت تأثير قوة كولوم .

(3)أعتبر بوهر ان النظرية الكلاسيكية غير مطبقة فيهذه الحالة التي يدور فيها الإلكترون حول النواة في مدارات مكممة وأنه لا يبعث طيفكهرومغناطيسي حتى يفسر سبب استقرار الذرة .

(4)اعتمدت الفرضية الرابعة على فرضية أينشتين في انتردد الفوتون يساوي طاقته مقسومة على ثابت بلانك.



الكترون يمتص طاقة فوتون لينتقل منمدار إلى مدار ذو طاقة أعلى



الكترون ينتقل من مدار ذو طاقة عاليةإلى مدار ذو طاقة اقل وينطلق فوتون يحمل فرق الطاقة بين المستويين

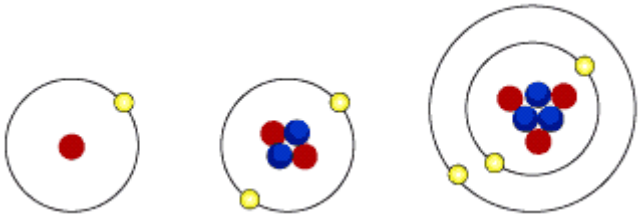
من هذه الفرضيات نرى ان بوهر قد دمج النظريةالكلاسيكية من نظرية الكم في اعتباره ان الإلكترون يتحرك في مداره الدائري ويطيع فرضيات النظرية الكلاسيكية بينما في تكميم المدار وانبعاث الطيف الكهرومغناطيسي فإنذلك لا يتفق مع النظرية الكلاسيكية. سوف يتضح من خلال هذه المحاضرات إنه لا يمكن اننستخدم النظرية الكلاسيكية في حالة التعامل مع الإجسام الدقيقة مثل الذرة .

نموذج بوهر

إن نجاح نموذج بوهر يعتمد على مدى مطابقة النتائج المستخلصة من فرضياته مع نتائج التجارب العملية، وهنا سوف نقوم باشتقاق العلاقات النظرية المعتمدة على فرضيات بوهر ومقارنتها مع النتائج العملية .

نفترض ذرة تحتوي على نواة بشحنةZeوكتلة M وإلكترون شحنته e وكتلته m وهنا نفترض ان كتلةالإلكترون مهملة بالنسبة لكتلة النواة وبناءً عليه نفرض ان النواة ثابتة في الفراغ .من قانون الحفا على بقاء الإلكترون في مداره فإنه يقع تحت تأثير قوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الأتجاه (قوة كولوم وقوة الطرد المركزي

ملاحظة :يمكن تطبيق مايلي على ذرة الهيدروجين حيث Z=1 أو ذرة الهيليوم انتزعمنها الكترون (هيليوم احادي التأين) حيث Z=2 أو ذرة ليثيوم انتزع منه الكترونيين (ليثيوم ثنائي التأين .Z=3)



H He Li

إيجاد نصف القطر والسرعة للإلكترون حول النواة

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Ze^2}{r^2}=m\frac{v^2}{r} \qquad (3)$$

حيث أن v هي سرعة الإلكترونفي مداره حول النواة و r نصف قطر المدار.

وباستخدامالفرضية الثانية لبوهر المتعلقة بالعزم الزاوي للإلكترون حول النواة.

$$L = mvr = nh/2\square \qquad (4)$$

بالتعويض عن v من المعادلة (٤) في المعادلة (٣) نحصل على

$$Ze^2 = 4\pi\varepsilon_o mv^2 r = 4\pi\varepsilon_o mr\left(\frac{n\hbar}{mr}\right)^2 = 4\pi\varepsilon_o\frac{n^2\hbar^2}{mr}$$

وبالتالي يكون نصف القطر للمدار

$$r = 4\pi\varepsilon_o\frac{n^2\hbar^2}{mZe^2} \qquad (5)$$

وسرعة الإلكترون في المدار هي

$$v=\frac{n\hbar}{mr}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Ze^2}{n\hbar} \qquad (6)$$

where n = 1,2,3, ...

إن تكميم العزم الزاوي المداري للإلكترون حول النواة أدى إلى تكميم المدارات الممكنة للإلكترون حول النواة من خلال تحديد نصف قطر المدارات الممكنة للالكترون ان يتواجد بها ونجد ان نصف قطر المدار يتناسب طرديا مع مربع العدد الكمي n

وبالتعويض في المعادلة (٥) عن n=1 يمكن حساب قيمة نصف القطر للمدار الأول للإلكترون حول النواة لذرة الهيدروجين حيث Z=1 فإن نصف القطر يساوي

$$r = 5.3x10^{-11}m = 0.5A$$

وهذه القيمة مقبولة لتحديد نصف قطر الذرة وهي في حدود القيمة التي اعتمدها رزرقورد في نموذجه للذرة عندما قدر نصف قطر النواة.وبالتعويض في المعادلة (٦) يمكن حساب سرعة الإلكترون حول النواة في المدار الأول n=1 لذرة الهيدروجين وبالتعويض عن الثوابت في المعادلة نجد أن سرعة الإلكترون تساوي

$$v = 2.2x10^{6}m/sec$$

وهذه هي اكبر سرعة للإلكترون حول النواة لان السرعة تتناسب عكسياً مع العدد الكمي للمدار.

6

الفيزياء النووية

الفيزياء النووية

المقدمة

كان العام 1896 عام ولادة الفيزياء النووية فقد اكتشف الفيزيائي الفرنسي هنري بيكريل النشاط الاشعاعي في مركبات اليورانيوام وتلى هذا الاكتشاف ابحاث كثيرة وقد ضمت معالم تطور الفيزياء النووية ما يأتي :

١- ملاحظة التفاعلات النووية عام 1930 بوساطة كوكروفت ووالتن باستعمال نواة مسرعة صناعياً.

٢- اكتشاف النيوترون عام 1932 بوساطة شادويك والاستنتاج ان النيوترون يشكل نصف النواة تقريباً.

٣- اكتشاف النشاط الاشعاعي الصناعي عام 1933بوساطة جوليوت وارين كيوري.

٤- اكتشاف الانشطار النووي في 1983 بوساطة هان وسراسمان

٥- تطوير أول مفاعل انشطار متحكم به عام 1942 بوساطة فيرمي ومساعديه.

اولا :-النظريات التي وضعت لدراسة تركيب النواة

١- نظرية البروتون- الالكترون

وتشير هذه النظرية الى ان النواة تتكون من البروتونات والالكترونات وقد اعتمدت هذه الفرضية على انبعاث الالكترونات (دقائق بيتا) من أنوية بعض العناصر المشعة وحسب هذه الفرضية فان عدد البروتونات = العدد الكتلي للنواة وعددالالكترونات= العدد الكتلى –العدد الذري

٢- نظرية البروتون- النيوترون

وهذه النظرية جاءت عقب تجربة شادويك واكتشاف البروتون وحسب هذه الفرضية ان النواة تتكون من بروتونات ونيوترونات (نيوكلونات) ومن هذه النظرية فان عدد

البروتونات = عدد الالكترونات = العدد الذري

عدد النيوترونات = العدد الكتلي – العدد الذري ..

ومن ذلك نجد أن كل النوى تتكون من نوعين من الجسيمات هي البروتونات والنيوترونات والاستثناء الوحيد هو نواة الهيدروجين الاعتيادية التي تحتوى على بروتون وحيد وسوف نستعمل الكميات التالية في وصفنا النواة الذرية

-العدد الذري atomic number (Z)

عدد البروتونات في النواة ويسمى العدد الذري أحيانا بعدد الشحنة charge number.

- عدد النيوترون neutron number(N)

يساوي عدد النيوترونات في النواة .

العدد الكتلي mass number(A=Z+N)

عدد النيكلونات nucleons (النيوترونات زائد البروتونات) في النواة

ملاحظة

لا يجب الخلط بين العدد الكتلي A مع الكتلة الذرية فالعدد الكتلي هو عدد صحيح يخص نظير ما وليس له وحدة وهو ببساطة عدد النيكلونات بينما الكتلة الذرية ليست عدداً صحيحاً في الأغلب الاعم لانها تمثل متوسط كتل النظائر التي تحدث طبيعيا لعنصر معين ويمتلك وحدات u

ويكون من الملائم في وصف النواة استعمال الترميز ${}^{A}_{Z}X$ حيث يمثل X الرمز الكيميائي للعنصر و A العدد الكتلي وZ تمثل العدد الذري

وبالطبع ان نواة كل ذرات عنصر معين تحتوى على عدد البروتونات نفسه ولكنها غالباً ما تحتوى على اعداد مختلفة من النيوترونات وتسمي النوى التي تكون بهذا الشكل النظائر .

النظائر

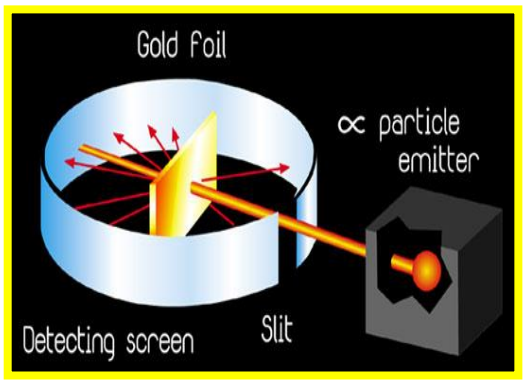
هي ذرات لنفس العنصر تتشابه في الخواص الكيميائية بسبب احتوائها نفس العدد من الالكترونات وتختلف في

ا لخواص النووية بسبب اختلاف عدد النيوترونات

و سنناقش الان بعض المفاهيم المتعلقة بالنواة

-ابعاد النواة (نصف قطر)النواة

١من تجربة التشتت لرذرفورد تم توجيه نوى موجبة الشحنة من ذرات الهليوم على رقيقة معدنية رقيقة من الذهب وباستخدام قوانين حفظ الطاقة ومن العلاقة بين الطاقة الحركية للقذيفة وقوة كولوم فقد وجد



$$\frac{1}{2}mv^2 = K_o\frac{q_1q_2}{r} = K_o\frac{(2e)(Ze)}{d}$$

$$d = \frac{4K_oZe^2}{mv^2}$$

حيث تمثل d اقرب مسافة اقتراب من النواة

و يمكن عملياً إيجاد نصف قطر النواة بالنظر الى نواة أي نظير على انها مجموعة من النيوترونات والبروتونات متراصة بجوار بعضها في شكل كرة نصف قطرها (R) وبذلك يكون حجمها عبارة عن $\frac{4}{3}\pi R^3$ وبزيادة عدد البروتونات والنيوترونات في النواة (أي بزيادة العدد الكتلي A يزداد حجم النواة ويمكن ايجاد نصف قطر النواة من العلاقة

$$R = r_oA^{1/3}$$

$$r_o = 1.2x10^{-15}\,m$$

وحيث A تتراوح بين ١، ٢٤٠ لجميع الانوية الموجودة في الطبيعة فان نصف قطر أكبر نواة لا يتعدى $10^{-12}\,cm$

والجدير بالذكر ان الفيزياء النووية تستخدم وحدة طول هي الفيمتومتر والتي تسمى احيانا بالفيرمي $1fm = 10^{-15}\,m$

٢- كثافة النواة

نعلم ان كتلة البروتون تساوي تقريبا كتلة النيوترون فاذا كانت احدى كتل احد الجسيمات m فان كتلة النواة ستكون (Am) وعلى افتراض ان النواة كروية

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi r_0^3 A$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{Am}{\frac{4}{3}\pi r_0^3 A} = \frac{3m}{4\pi r_0^3}$$

$$m = 1067x10^{-27}\,Kg,,,,r_0 = 1.2x10^{-15}\,m$$

$$\therefore \rho = 2.3x10^{17}\,Kglm^3$$

ومن هذه الصيغة يتضح ان كثافة النواة مقدار ثابت لجميع نوى العناصر ويلاحظ القيمة العالية لكثافة النواة مقارنة بكثافات المواد الصلبة والسائلة وغيرها .

والسؤال الذي يطرح نفسه الان كيف تستقر الانوية ولا تتفتت وستتم الاجابة من خلال دراسة

طاقة الربط النووية The nuclear

من المتوقع نتيجة صغر المسافة بين البروتونات ان تكون قوى التنافر كبيرة للغاية وبالتالي فان ان النواة لابد ان تتفتت ولكن نجد النواة متماسكة وهذا يعنى وجود قوى اخرى للجذب غير القوة الكهروستاتيكية الموجودة بل واكبر منها تؤدي لتماسك النواة فقد وجد ان الكتلة الكلية للنواة تكون أقل من مجموع كتل مكوناتها من النيكلونات وهذا الفرق في الكتلة يتحول الى طاقة طبقا لمعادلة (تكافؤ الكتلة –الطاقة) لاينشتين وهذه الطاقة تسمى طاقة الربط النووية وبالتالي فإن طاقة الربط النووية تعرف بانها الطاقة التي تربط نيوكلونات النواة بعضها الى بعض أو هي الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة فصلا تاما يمكن حسابها من العلاقة

$$E_b = (Zm_p + Nm_n - M_A)x931{,}494Mev$$

حيث mp كتلة البروتون ، mn كتلة النيوترون ، MA كتلة النواة

و لا تكفي طاقة الربط النووية للحكم على استقرار النواة لذا نستخدم متوسط طاقة الربط النووية للحكم على استقرار ال نواة وهي تمثل طاقة الربط لكل نيوكليون وتعطى من العلاقة طاقة الربط النووية مقسومة على العدد الكتلي

ومتوسط طاقة الربط النووية هو مؤشر لإستقرار النواة فكلما زاد متوسط طاقة الربط يزداد استقرار العنصر وتمتاز القوى النووية بما يلي :

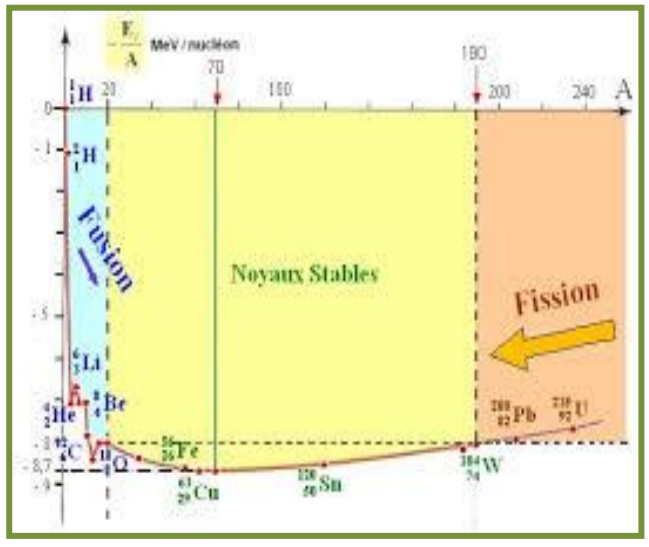
١ – القوة النووية كبيرة جدا وتبلغ حوالى (1042) ضعف قوة التنافر الكهربائية

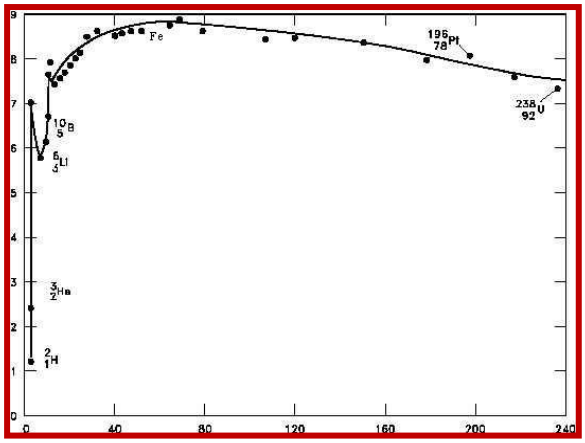
٢ – ذات مدى قصير فهى لا تؤثر بين النيوكليونين إلا إذا كانت المسافة بينهما أقل من (10–15)m

٣ – لا تعتمد على طبيعة النيكلونين المتجاذبين سواء أكانا بروتونين أم نيوترونين أم بروتوناً ونيوتروناً .

والشكل البياني التالي يوضح العلاقة بين متوسط طاقة الربط النووى والعدد الكتلي للأنوية

تصنف العناصر في الجدول الدوري الى ثلاثة أصناف





ويتضح من الرسم مايلي

١ – يترواح متوسط طاقة الربط النووية بين صفر للهيدروجين و٨,٧ للحديد

أ- العناصر الخفيفة وهي التي يقل عددها الكتلي عن)٤٠(وهي ليست مستقرة وإذا هيئت الظروف المناسبة فإنها تندمج للوصول الى حالة الإستقرار فيما يعرف بالاندماج النووي

ب-العناصر المتوسطة وهي التي يتروح عددها الكتلى بين (١٢٠-٤٠) وهي أكثر العناصر استقرارا لانها تمتلك أكبر متوسط طاقة ربط نووية ويعتبر الحديد أكثر العناصر استقرارا في الجدول الدوري

ت-العناصر الثقيلة وهي التي يزيد عددها الكتلي عن (120) ليست مستقرة وإذا هيئت الظروف المناسبة فانها تنشطر الى أنوية أخف للوصول الى حالة الاستقرار فيما يعرف بالانشطار النووى

النشاط الاشعاعي والاشعاعات

يتميز الكثير من النظائر سواء الطبيعية أو الاصطناعية (أي المجهزة باستخدام المفاعلات أو المعجلات النووية) بخاصية تعرف باسم النشاط الاشعاعي ، والنشاط الاشعاعي عبارة عن اضمحلال تفكك تلقائي لنواة النظير مع اصدار جسيمات نووية مثل جسيمات ألفا أو بيتا قد تتبعها إشعاعات جاما وتعرف النظائر التي يحدث فيها هذا التفكك بالنظائر المشعة وتجدر الإشارة الى ان عملية التفكك تحجث في النظائر سواء أكانت في صورة نقية أم تدخل ضمن مركبات كيميائية ، كما ان عملية التفكك لا تعتمد إطلاقا على الظروف الطبيعية مثل الحرارة وحالة النظير .....الخ

تفكك ألفا α-Decay

تتميز أنوية العناصر الثقيلة (الاثقل من الرصاص) بانخفاض قيمة طاقة الترابط لكل نيكلون في النواة فان هذه الانوية غير مستقرة وتتفكك الى أنوية أخف وأكثر استقرارا، وتمثل عملية التفكك المعادلة

$$^{238}_{92}u \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He(\alpha)$$

ولكي تكون النواة مشعة لجسيم الفا يجب أن تكون كتلتها أكبر من مجموع كتلتي النواة الوليدة وجسيم الفا ويطلق اسم النواة الأم على النواة المشعة)

وتجدر الإشارة إلى إن الطاقة الناتجة من انطلاق جسيم ألفا تتوزع بنسب عكسية بين النواة الوليدة وجسيم الفا طبقا لقانون بقاء كمية الحركة أي ان جسيم الفا يحمل الجزء الأكبر من الطاقة الناتجة عن التفكك في حيت تحمل النواة الوليدة جزءا صغيرا جدا من هذه الطاقة

.

تفكك بيتا β–Decay

تصدر نويات بعض النظائر جسيمات أخرى تعرف باسم جسيمات بيتا وهذه الجسيمات عبارة عن الكترونات أو بوزيترونات والبوزيترون عبارة عن جسيم كتلته مساوية لكتلة الإلكترون ولكن شحنته موجبة ويحدث هذا النوع من التفكك للأنوية (المعروف بتفكك بيتا) في كثير من النظائر سواء كانت ثقيلة أو خفيفة

فمن المعروف انه لكي يكون النظير مستقرا بالنسبة لاصدار جسيمات بيتا يجب ان تكون النسبة بين عدد النيوترونات والبروتونات أي $\frac{N}{Z}$ لهذا النظير نسبة معينة تتراوح بين (١) بالنسبة للنظائر الخفيفة وتزداد حتى تصل إلى حوالى(١,٦) بالنسبة للنظائر الثقيلة فمثلا يلاحظ أن نواة نظير الكربون $_{6}^{12}C = \frac{N}{Z} = 1$ مستقرة

والجدير بالذكر ان انواع تفكك بيتا كالتالي :

أ- التفكك الالكتروني

يلاحظ ان اصدار الكترون من النواة ناتج عن تحول نيوترون من نيوترونات النواة الى بروتون وذلك لكي تصبح النسبة بين النيوترونات والبروتونات هي نسبة الاستقرار ويعبر عن هذا التفكك كالتالي :

$$_{0}^{1}n \rightarrow _{1}^{1}P + \beta^{-}$$

ب- التفكك البوزيتروني

عندما تكون نسبة النيوترونات الى البروتونات في النظير المعين أقل من النسبة التي تحقق الاستقرار وفي هذه الحالة يتحول أحد بروتونات النواة الى نيوترون وينطلق نتيجة لذلك بوزيترون يحمل شحنة البروتون الموجبة ويعبر عن التفكك كالتالي :

$$_{1}^{1}P \rightarrow _{0}^{1}n + \beta^{+}$$

الاسر الالكتروني

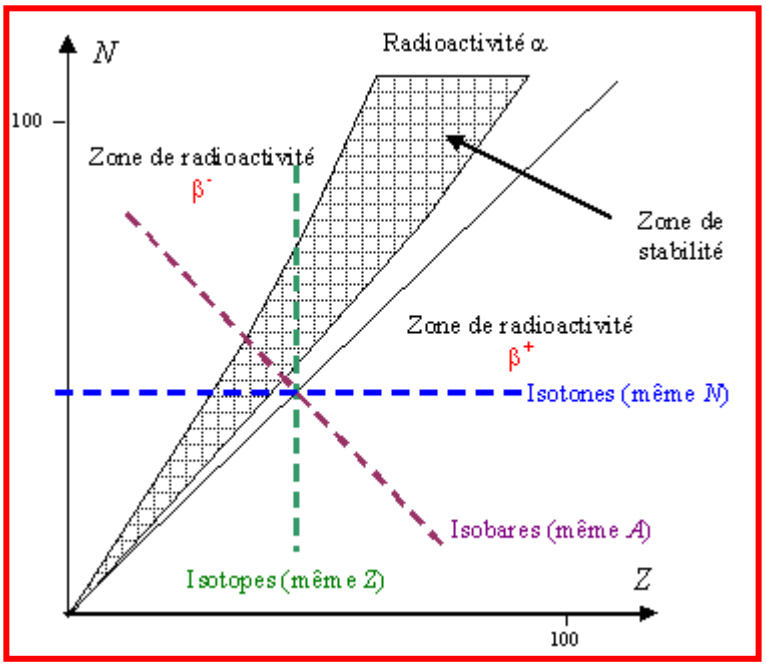
يمكن أن يحدث تحول أحد بروتونات النواة الى نيوترون بطريقة أخرى ويتم بان تأسر النواة الكتروناً من الكترونات المدارات القريبة (أي من المدار K وفي أحيان قليلة من المدار L) ويتحد هذا الالكترون المأسور مع احد البروتونان فيتكون النيوترون ويعبر عنه كالتالي :

$$_{-1}^{0}e+{}_{1}^{1}P\rightarrow{}_{0}^{1}n$$

ولقد ثبت فيما بعد أنه عند حدوث أي نوع من تفكك بيتا ينطلق من النواة جسيمات تعرف باسم النيوترينو ν والنيوترينو عبارة عن جسيم متعادل الشحنة وكتلة السكون له مساوية للصفر $m_{\nu}=0$

$_{0}^{1}n\rightarrow{}_{1}^{1}P+\beta^{-}+\tilde{\nu}$	تفكك إلكتروني
$_{1}^{1}P\rightarrow{}_{0}^{1}n+\beta^{+}+\nu$	تفكك بوزتروني
$_{-1}^{0}e+{}_{1}^{1}P\rightarrow{}_{0}^{1}n+\nu$	أسر الكتروني

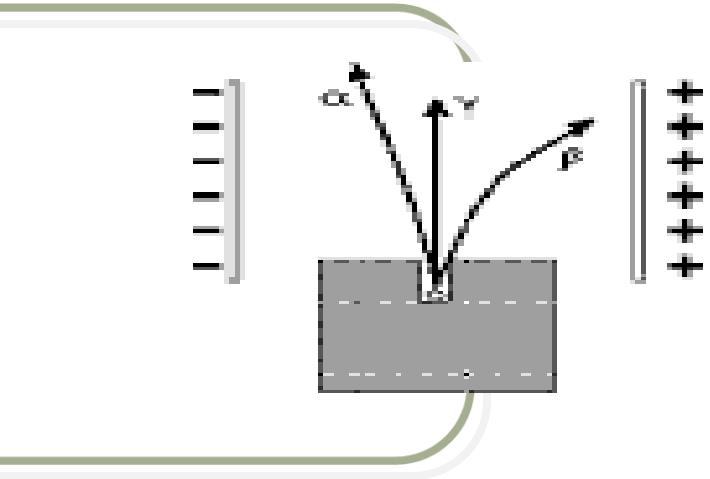
ويعرف $\tilde{\nu}$ باسم النيوترينو المضاد وعموما يعرف الجسيم المضاد على انه هو الذي إذا تلاقى مع جسيمه فإنهما يفنيان وينتج عن هذا الفناء طاقة في شكل اشعاعات كهرومغناطيسية

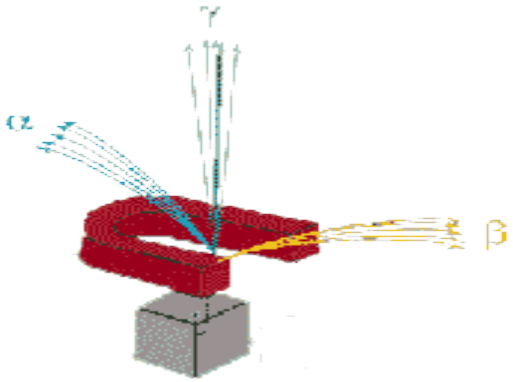


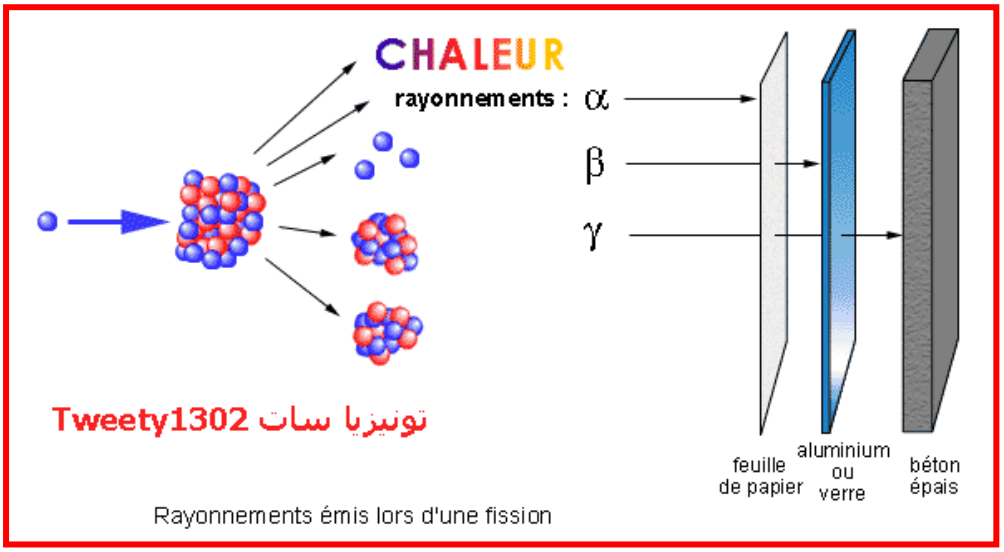
إشعاعات جاما radation -γ

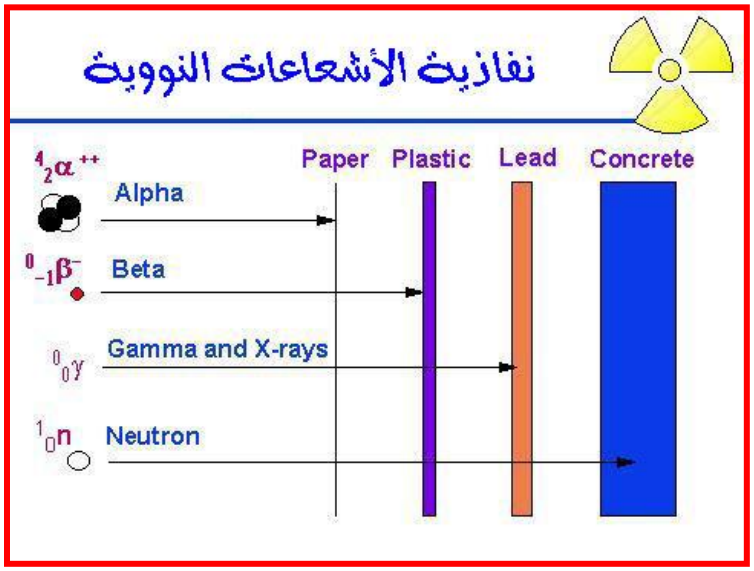
في أغلب الاحيان تكون الانوية الجديدة الناتجة عن تفكك الفا أو تفكك بيتا (أو الانوية الناتجة من أي عملية نووية كالتفاعلات النووية مثلا) في حالة مثارة ويعنى هذا ان طاقة مكونات النواة تكون أعلى من طاقتها في الحالة الارضية (المستقرة) ولتصل النواة الى حالة أقل إثارة أو الى الحالة الارضية تصدر اشعاعات كهرو مغناطيسية تعرف باسم اشعاعات جاما

باستخدام المخططات التالي الناتج عن توجيه الاشعاع من عينات نشطة اشعاعيا متنوعة داخل مجال مغناطيسي ومجال كهربائي وكذلك النفاذية قارن بين جسيمات الفا وجسيمات بيتا واشعاعات جاما :









حساب ثابت التحلل الاشعاعي

وهو احتمالية الانحلال لكل نواة لكل ثانية وتوضح الاشارة السالبة أن dN/dt سالبة ، أي أن N تتناقص مع الزمن ويمكن كتابة المعادلة بالصيغة التالية

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \therefore \lambda = \frac{dN/dt}{N}$$

وباجراء تكامل للمعادلة يكون لدينا $\ln N = -\lambda t + C$ وعند $t = 0$ فإن $N = No$ وتصبح المعادلة السابقة

$$\ln N = -\lambda t + \ln No$$

$$\ln \frac{N}{N_o} = -\lambda t$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

حيث No يمثل عدد النوى الاشعاعية عند t=0 ومن الواضح ان عدد النوى الاشعاعية غير المنحلة في عينة يتناقص أسيا مع الزمن وهناك معامل أخر مفيد في تمييز الانحلال النووي وهو عمر النصف

عمر النصف لمادة مشعة هو الفترة الزمنية التي ينحل خلالها نصف العدد المعطى من النوى النشطة اشعاعياً

ومن هذا التعريف يمكن إيجاد علاقة بين ثابت التحلل وعمر النصف ونستبدل الرمز

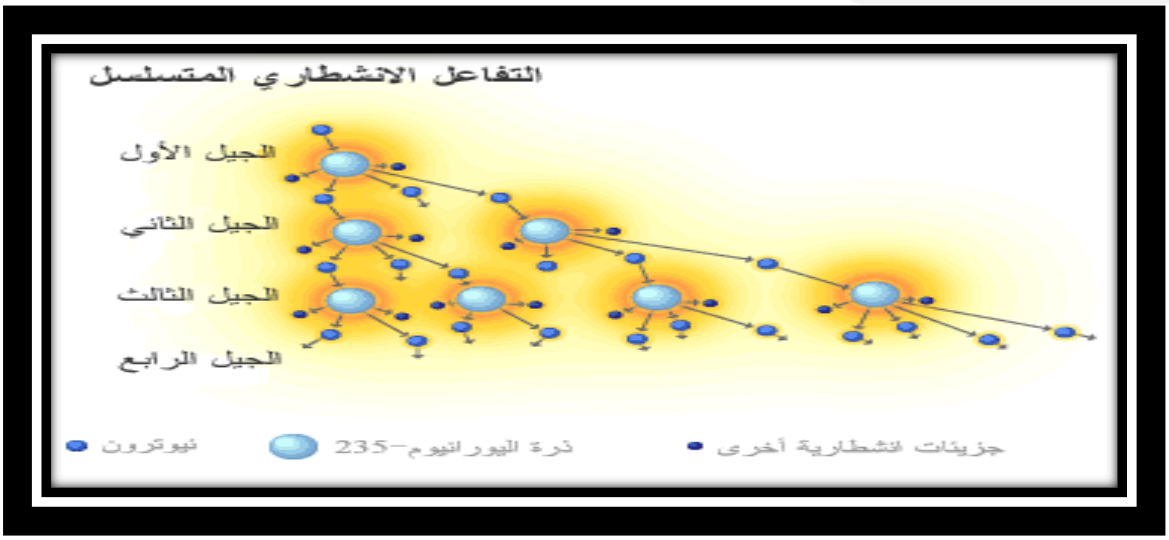
$N = \frac{N_0}{2}$ بالرمز t بالرمز $T_{1/2}$

بأخذ اللوغريتم الطبيعي لطرفي المعادلة $\frac{N_o}{2} = N_o e^{-\lambda T_{1/2}}$

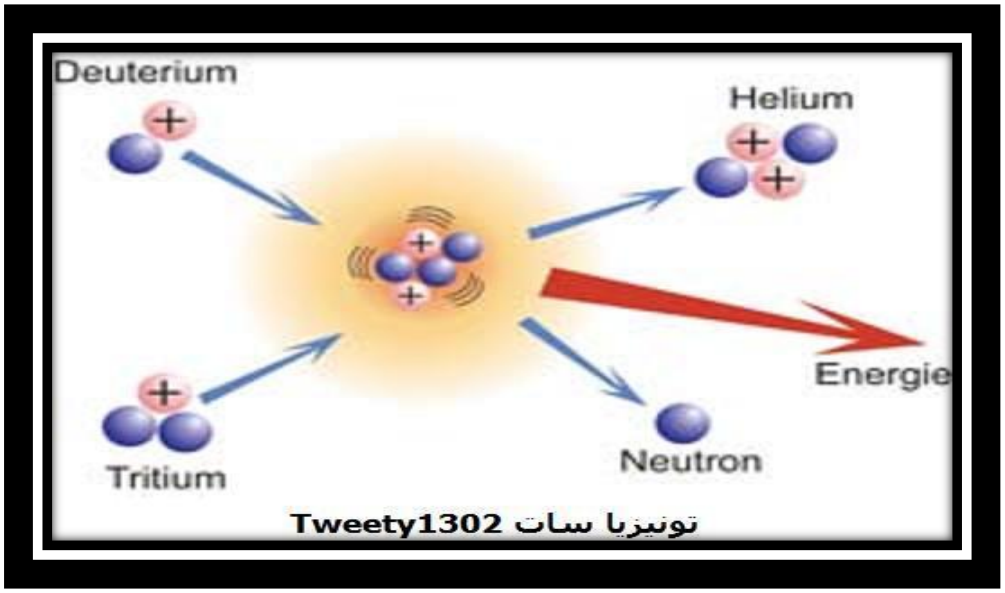
$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

بعض أنواع التفاعلات النووية

١ الاندماج النووي



ويطلق عليه أيضًا الالتحام الذري، يحدث عندما تندمج (تتحد) نواتان خفيفتان لتكوّنا نواة عنصر أثقل منهما. ويكون وزن ناتج الاندماج أقل من مجموع وَزْن النواتين الأصليتين، وتتحول المادة المفقودة إلى طاقة.ولا تحُدث تفاعلات الاندماج التي تُنتج مقادير كبيرة من الطاقة إلا بوساطة حرارة شديدة جدًا، وتسمى مثل هذه التفاعلات، التفاعلات النووية الحرارية، وهي التي تنتج طاقة الشمس وطاقة القنبلة الهيدروجينية.



الذرات القابلة للاندماج النووي

ولا يحدث التفاعل النووي الحراري إلا في نوع خاص من المادة يسمى البلازما، وهو غاز مكون من إلكترونات حُرّة ونوبات حرة. ومن المعلوم أن النوى تتنافر مع بعضها البعض، غير أنه إذا سُخِّنت البلازما التي تحتوي على نوى ذرية خفيفة إلى درجة حرارة تبلغ عدة ملايين، فإن النوى تبدأ في حركة سريعة تُمكنِّها من أن تخترق إحداها الحواجز الكهربائية للأخرى ثم تندمجان.

فائدة الاندماج النووي تكمن في إطلاقه كميات طاقة أكبر بكثير مما يطلقه الانشطار. و بالإضافة إلى ذلك، فإن المحيطات تحتوي بشكل طبيعي على كميات كافية من الدويتريوم اللازم للتفاعل فإذا فلح الإنسان في ترويض تلك الطاقة لتغذية الكوكب بالطاقة لمدة آلاف السنين ، كما أن المواد المنبعثة عن الاندماج (خصوصا الهيليوم ٤)، ليست مواداً مشعّة.

و على الرغم من العدد الكبير من التجارب التي تم القيام بها في كل أنحاء العالم منذ خمسين سنة، فإنه لم يتم التوصل إلى بناء مفاعل يعمل بالاندماج، ولكن الأبحاث في تقدم مستمر لغرض التوصل إلى ذلك . وكل ما استطاع الإنسان التوصل إليه في هذا المجال جاء في المجال العسكري بابتكار القنبلة الهيدروجينية.

عملية الاندماج النووي مصدر الطاقة في الشمس و بقية النجوم