كل ما يحتاجه الطالب في جميع الصفوف من أوراق عمل واختبارات ومذكرات، يجده هنا في الروابط التالية لأفضل مواقع تعليمي إماراتي 100 %

تطبيق المناهج الإماراتية | الاجتماعيات | الرياضيات

الصفحة الرسمية على التلغرام | الاسلامية | العلوم

الصفحة الرسمية على الفيسبوك | الانجليزية

التربية الاخلاقية لجميع الصفوف | اللغة العربية

التربية الرياضية

مجموعات التلغرام.	مجموعات الفيسبوك	قنوات تلغرام	قنوات الفيسبوك
الصف الأول	الصف الأول	الصف الأول	الصف الأول
الصف الثاني	الصف الثاني	الصف الثاني	الصف الثاني
الصف الثالث	الصف الثالث	الصف الثالث	الصف الثالث
الصف الرابع	الصف الرابع	الصف الرابع	الصف الرابع
الصف الخامس	الصف الخامس	الصف الخامس	الصف الخامس
الصف السادس	الصف السادس	الصف السادس	الصف السادس
الصف السابع	الصف السابع	الصف السابع	الصف السابع
الصف الثامن	الصف الثامن	الصف الثامن	الصف الثامن
الصف التاسع عام	الصف التاسع عام	الصف التاسع عام	الصف التاسع عام
الصف التاسع متقدم	الصف التاسع متقدم	الصف التاسع متقدم	تاسع متقدم
الصف العاشر عام	الصف العاشر عام	الصف العاشر عام	عاشر عام
الصف العاشر متقدم	الصف العاشر متقدم	الصف العاشر متقدم	عاشر متقدم
الحادي عشر عام	الحادي عشر عام	الحادي عشر عام	حادي عشر عام
الحادي عشر متقدم	الحادي عشر متقدم	الحادي عشر متقدم	حادي عشر متقدم
ثاني عشر عام	الثاني عشر عام	الثاني عشر عام	الثاني عشر عام
ثاني عشر متقدم	الثاني عشر متقدم	ثاني عشر متقدم	ثاني عشر متقدم

العام الدراسي 2018-2019

الثاني عشر

فيزياء

الفصل الدراسي الثالث

المسار العام

الوحدة 7

الكهرومغناطيسية

alManahj.com/ae

الموضوعات

القسم (1)

تأثير القوى الكهربائية و المغناطيسية على الجسيمات

القسم (2)

المجالات الكهربائية و المغناطيسية في الفضاء

حماد نمر حسن

0556148911

الوحدة السابعة : الكهرومغناطيسية

1 القوى الكهربائية و المغناطيسية على الجسيمات

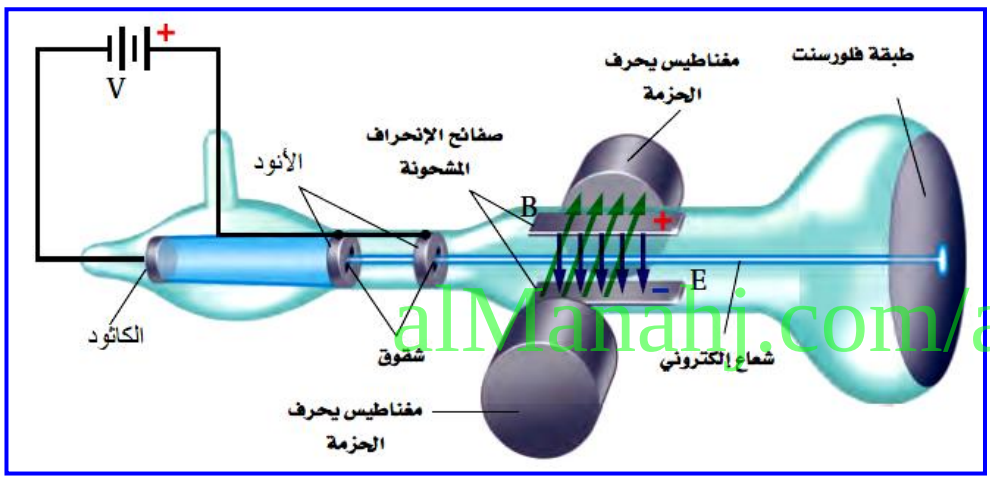
تجارب طومسون :

– الموجات الكهرومغناطيسية جزء لا يتجزأ من حياتنا اليومية ، نتعامل معها بشكل يومي مثال موجات الراديو والتلفزيون و الضوء و الهاتف الخلوي .

اكتشاف الإلكترون :

– قام طومسون بتوصيل أنبوبة مفرغة من الهواء (الشكل المجاور) بفرق جهد كبير جداً بين الأنود و الكاثود .

– لاحظ وجود بقعة مضيئة ناتجة عن مرور أشعة غير مرئية (أشعة الكاثود) تسارعت من الكاثود إلى الأنود بسبب فرق الجهد . و توصل طومسون إلى أن هذه الجسيمات ذات شحنة سالبة .



– من خلال التجربة استطاع طومسون تحديد النسبة بين الشحنة و الكتلة . و وجدها ثابتة .

– استنتج طومسون أن الجسيمات مكونات سالبة لجميع الذرات (إلكترونات)

alManahj.com/ae

– لاحظ طومسون أن حزمة الإلكترونات تؤثر فيها قوتان متعاكستان كهربائية و مغناطيسية و لكي تستمر في الحركة في خط مستقيم يجب أن تكون القوة المغناطيسية تساوي القوة الكهربائية .

– القوة المغناطيسية عمودية على السرعة لذلك تتحرك الإلكترونات في مسار دائري يعطى بالعلاقة :

– استطاع حساب سرعة الإلكترونات من خلال معرفة شدة المجال الكهربائي و المجال المغناطيسي .

– و من خلال معرفة نصف قطر المسار استطاع حساب الشحنة النوعية للإلكترون .

$$F_B = F_e \rightarrow qvB = qe \rightarrow v = \frac{E}{B}$$

$$r = \frac{mv}{qB} \qquad \frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$$

حيث :

q_e : شحنة الإلكترون $(-1.6\times10^{-19}c)$

q_p : شحنة البروتون $(1.6\times10^{-19}c)$

m_e : كتلة الإلكترون $(9.11\times10^{-31}\ kg)$

m_p : كتلة البروتون $(1.67\times10^{-27}\ kg)$

r : نصف قطر المسار الدائري .

B : شدة المجال المغناطيسي .

v : سرعة الإلكترون .

$\frac{q}{m}$: الشحنة النوعية للإلكترون

$\frac{q}{m} = -1.759\times10^{11}\ C/kg$

– قام طومسون بإعادة التجربة باستخدام انبوبة أشعة الكاثود لكن عكس اتجاه المجال الكهربائي (القوة الكهربائية على الشحنة الموجبة معاكسة للقوة الكهربائية على الشحنة السالبة) .

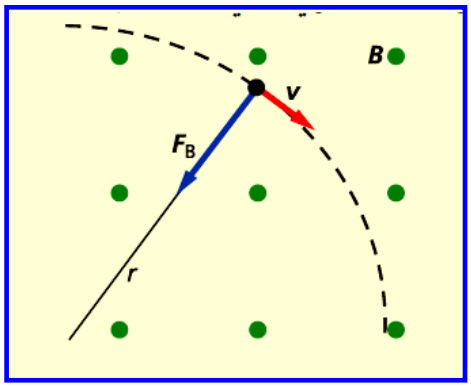
– اضاف مقداراً ضئيلاً من غاز الهيدروجين إلى الأنبوب . حيث انتزع المجال الكهربائي القوة الإلكترون من الذرة و بقيت بقية الذرة (البروتون) أيون موجب .

– توصل إلى أن شحنة البروتون موجبة و تساوي مقدار شحنة الإلكترون . و كتلة البروتون تساوي ($1.67\times10^{-27}\ kg$)

اعتبر : شحنة الإلكترون ($q_e = -1.6\times10^{-19}\,c$) شحنة البروتون ($q_p = +1.6\times10^{-19}\,c$)

كتلة الإلكترون ($m_e = 9.11\times10^{-31}\ kg$) كتلة البروتون ($m_p = 1.67\times10^{-27}\ kg$)

(1) يتحرك إلكترون كتلته ($9.11\times10^{-31}\ kg$) في أنبوب أشعة الكاثود بسرعة ($2.0\times10^{7}\ m/s$) متعامداً على مجال مغناطيسي شدته ($3.5\times10^{-3}\ T$) في غياب المجال الكهربائي . احسب نصف قطر المسار الدائري للإلكترون .



.....

.....

.....

.....

(2) يتحرك بروتون بسرعة ($7.5\times10^{4}\ m/s$) عمودياً على مجال مغناطيسي شدته ($0.08\ T$) . احسب نصف قطر مساره الدائري ، لاحظ أن الشحنة التي يحملها البروتون مساوية للشحنة التي يحملها الإلكترون إلا أنها موجبة.

alManahj.com/ae

.....

.....

.....

(3) تتحرك إلكترونات في مجال مغناطيسي شدته ($3.0\times10^{-3}\ T$) و متوازنة بفعل مجال كهربائي شدته ($2.4\times10^{4}\ N/C$)

أجب عما يلي :

a) احسب سرعة الإلكترونات ؟

.....

.....

b) إذا كان المجال الكهربائي ناشئاً عن لوحين موضوعين على مسافة ($0.50\ m$) من بعضهما البعض . احسب فرق الجهد بين اللوحين ؟

.....

.....

c) إذا تم إيقاف المجال الكهربائي . احسب نصف قطر المسار الدائري الذي تتحرك فيه الإلكترونات ؟

.....

.....

(4) عبرت بروتونات مجال مغناطيسي شدته (0.060 T) فلم تنحرف بسبب اتزانها مع مجال كهربائي مقداره (9.0×10^4 N/C)
احسب سرعة البروتونات ؟

.....

.....

.....

(5) ما المسار الذي سيأخذه أيون موجب يتحرك في مجال مغناطيسي تزداد سرعته خطياً مع الوقت ؟

.....

.....

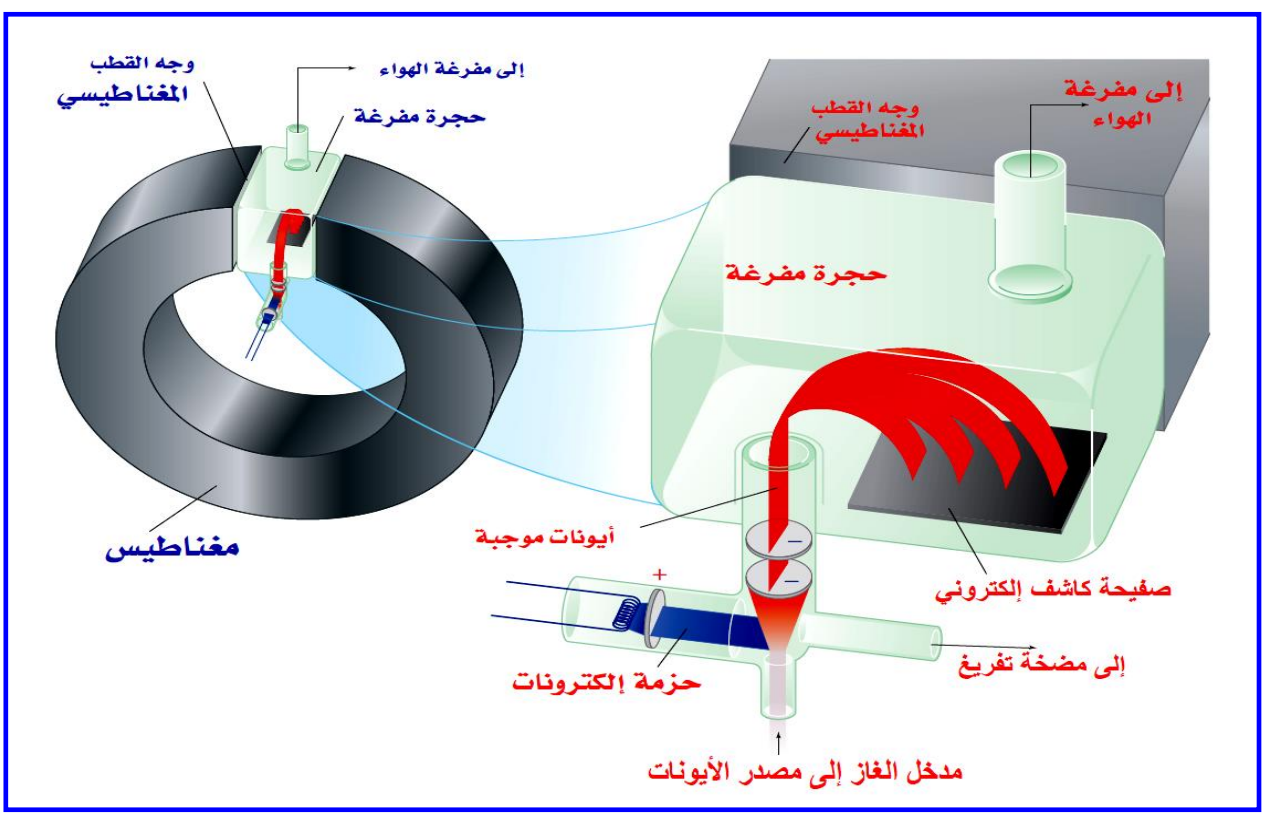
مطياف الكتلة

- لاحظ طومسون عند استخدام غاز النيون في أنبوبة الكاثود وجود نقطتين مضيئتين و ليس نقطة واحدة ، وعند حساب الشحنة النوعية ($\frac{q}{m}$) لكل نقطة لاحظ أن للذرتين نفس الخواص الكيميائية لكن تختلفان في الكتلة .
- **النظائر:** ذرات لنفس العنصر لها نفس الخواص الكيميائية و تختلف في الخواص الفيزيائية (لها نفس العدد الذري لكن تختلف في العدد الكتلي بسبب اختلاف عدد النيوترونات) .
- **مطياف الكتلة :** جهاز يستخدم في قياس نسبة الشحنة الموجبة في المادة إلى كتلتها . و منها يمكن معرفة النظائر لعنصر.

* **عمل مطياف الكتلة :**

1) المادة يجب أن تكون في الحالة الغازية .
2) دخول الغاز إلى داخل المصدر الأيوني حيث يتم قذفه بإلكترونات سريعة و تحويله إلى أيونات موجبة .
3) يعمل المجال الكهربائي على زيادة سرعة الأيونات .
4) دخول الأيونات إلى حجرة التفريغ عمودياً على المجال المغناطيسي يؤدي إلى تحريكها في مسار دائري قبل أن تصطدم بكاشف الأيونات (الكاشف الإلكتروني) . (الحجرة مفرغة حتى لا تقاوم جزيئات الهواء حركة الأيونات)

alManahj.com/ae



حساب نسبة الشحنة إلى الكتلة :

- نصف قطر المسار الدائري للأيونات يعتمد على كتلة الأيون حيث يزداد بزيادة كتلة الأيون .
- يمكن خلال معرفة نصف القطر يمكن حساب نسبة الشحنة إلى الكتلة .
- القوة المغناطيسية المؤثرة في الأيون هي نفسها القوة المركزية المسببة لدورانه .
- ومنها نحصل على معادلة $F_B = F_C \rightarrow Bqv = \frac{mv^2}{r}$ $\boxed{r = \frac{mv}{qB}}$
- لحساب سرعة الأيون : $KE = \frac{1}{2}mv^2 = qV_{accel} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV_{accel}}{m}}$ $\boxed{v = \sqrt{\frac{2qV_{accel}}{m}}}$
- من قانون حساب نصف القطر و السرعة نتوصل إلى أن نسبة الشحنة إلى الكتلة (الشحنة النوعية) تعطى بالعلاقة التالية :

$$\boxed{\frac{q}{m} = \frac{2V_{accel}}{B^2r^2}}$$

و بقسمة الشحنة على النسبة بين الشحنة و الكتلة يمكن معرفة كتلة النظير . $\boxed{m = \frac{qB^2r^2}{2V_{accel}}}$

وجد أن شحنة البروتون تساوي شحنة الإلكترون لكنها موجبة الشحنة .

في حالة انتزاع أكثر من إلكترون تكون الشحنة (q) عبارة عن حاصل ضرب شحنة الإلكترون في عدد الإلكترونات .

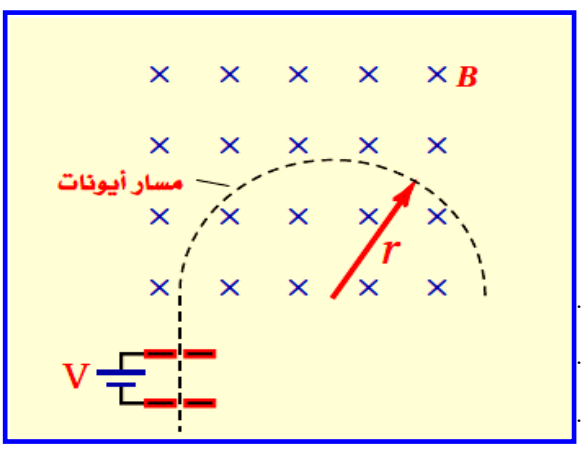
يمكن التحكم في عدد الإلكترونات من خلال مشغل مطياف الكتلة .

m : كتلة الأيون . v : سرعة الأيون . q : الشحنة .

r : نصف قطر المسار الدائري . m : كتلة الأيون . V_{accel} : فرق الجهد

alManahj.com/ae

(6) أنتج مشغل مطياف الكتلة حزمة من أيونات النيون التي انتزع منها إلكترونان (ثنائية التكافؤ أو التأين ، تم تسريعها في البداية بفرق جهد مقداره (34 V) وعند مرورها عبر مجال مغناطيسي شدته (0.050 T) فإنها تنحرف في مسار دائري نصف قطره (53 mm) احسب كتلة ذرة النيون إلى أقرب عدد صحيح من كتلة البروتون .



.....

.....

.....

.....

.....

(7) تم تحديد كتلة نظير النيون في السؤال السابق فإذا وجد أن هناك نظيرا آخر للنيون كتلته تعادل كتلةً (22) بروتونا فما المسافة بين نقطتي سقوط النظيرين على الفيلم الفوتوجرافي الحساس ؟

.....

.....

.....

.....

(8) أرسلت حزمة متأينة بشكل منفرد (+1) [احادية التكافؤ أو التأين 1+] من ذرات الأكسجين عبر مطياف الكتلة فإذا كانت : ($B = 7.2\times 10^{-2}\ T$) ، ($q = 1.60\times 10^{-19}\ C$) ، ($r = 0.085\ m$) و ($V_{accel} = 110\ V$) .

احسب كتلة ذرة الأكسجين .

.....

.....

.....

(9) حلل مطياف الكتلة حزمة متأينة بشكل مزدوج (ثنائية التأين 2+) من ذرات الأرجون و أظهر بياناتها و كانت القيم الناتجة عن التحليل هي ($V_{accel} = 66.0\ V$) ، ($B = 5.0\times 10^{-2}\ T$) ، ($r = 0.106\ m$) و ($q = 2(1.602\times 10^{-19}\ C$)

احسب كتلة ذرة الآرجون .

.....

.....

.....

(10) تتسارع حزمة متأينة بشكل مفرد (أحادية التأين 1+) من ذرات الليثيوم ($m = 7\ m_{\text{بروتون}}$) بفرق جهد ($320\ V$) وتمر عبر مجال مغناطيسي شدته ($1.5\times 10^{-3}\ T$) متعامد مع مجال كهربائي مقداره ($6.0\times 10^{2}\ N/C$) ولا تنحرف .

أوجد سرعة ذرات الليثيوم التي تمر خلال المجالين ؟

.....

.....

.....

alManahj.com/ae

(11) تتسارع حزمة متأينة بشكل مفرد (أحادية التأين 1+) من ذرات الليثيوم ($m = 7\ m_{\text{بروتون}}$) بفرق جهد ($320\ V$) وتمر عبر مجال مغناطيسي شدته ($1.5\times 10^{-3}\ T$) فما نصف قطر مسار انحناء الحزمة في المجال المغناطيسي ؟

.....

.....

.....

(12) بغض النظر عن طاقة الإلكترونات المستخدمة لانتاج الأيونات . لم يستطع طومسون نزع أكثر من إلكترون واحد من ذرة الهيدروجين . فما الذي كان يمكن أن يستنتجه بشأن الشحنة الموجبة لذرة الهيدروجين .

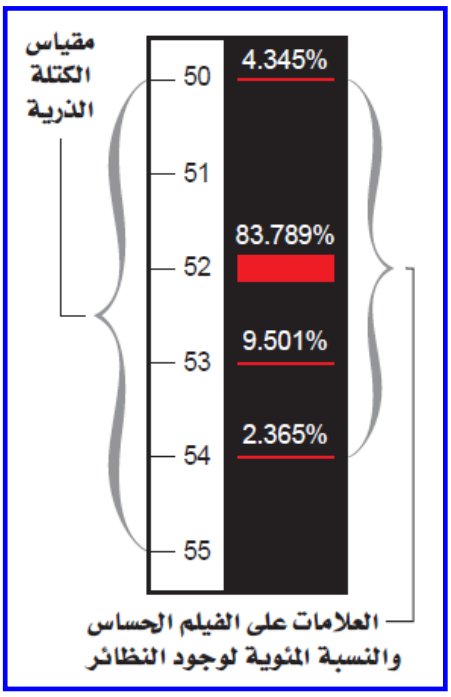
.....

.....

.....

تحليل النظائر :

- تصطدم الأيونات بالكاشف في أماكن مختلفة حيث عددها و موقعها يعتمد على نوع مادة الأيونات . (الموقع يعتمد على كتلة الأيون حيث يزداد نصف القطر بزيادة الكتلة ، و عددها يعتمد على عدد نظائر العنصر)
- نصف القطر يمكن تحديدة من خلال المسافة بين مكان اصطدام الأيون و الشق الموجود في الإلكترود (حيث هذه المسافة تساوي القطر 2 r)



مثال : (أيونات الكروم)

- العلامات الأربع الحمراء تشير إلى أن عينة الكروم تحتوي على أربعة نظائر.
- يدل عرض العلامة على نسبة وجود النظير. (تزداد النسبة بزيادة العرض)
- النظير 52 هو النظير الأكثر وجودا (عرضها و شدة لمعانها أكبر)
- مجموع نسب النظائر يساوي 100%.
- في الشكل المجاور الأيونات أحادين التأين $_{(+1)}$.
- للحصول على أيون ثنائي التكافؤ يجب زيادة تسارع الإلكترونات عن طريق زيادة المجال الكهربائي بزيادة فرق الجهد . (يتحكم بذلك مشغل المطياف)

تطبيقات للمطياف :

- استخدام مطياف الكتلة لفصل النظائر و معرفة نسبتها (مثال : فصل عينة من اليورانيوم إلى النظائر المكونة لها)
- يستخدم مطياف الكتلة لتحليل الغلاف الجوي و التربة في المريخ و أجسام أخرى في النظام الشمسي .
- يستخدم مطياف الكتلة في العلوم الجيولوجية و المستحضرات الدوائية و البيولوجية
- يستخدم في الطب الشرعي .
- يستخدم في المطارات للكشف عن آثار متفجرات التي يحملها المسافرون في الحقائب أو ملابسهم .

alManahj.com/ae

مراجعة القسم

(13) صف كيف يمكن لأنبوب أشعة الكاثود الذي استخدمه طومسون إنشاء حزمة إلكترونات ؟

.....

.....

.....

(14) يمكن معرفة نصف قطر المسار الدائري للأيون في مطياف الكتلة عن طريق المعادلة : $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{accel}\ m}{q}}$

استخدم هذه المعادلة لتفسير كيف يستطيع مطياف الكتلة فصل أيونات ذات الكتل المختلفة .

.....

.....

.....

(15) يمكن لمطياف الكتلة تحليل الجزيئات التي تساوي كتلتها كتلة مئات البروتونات . إذا تم إنتاج أيونات ذات شحنة مفردة (أحادية التأين) من هذه الجزيئات باستخدام نفس فرق الجهد المتسارع المستخدم مع الأيونات .

وضح كيف يجب تغيير المجال المغناطيسي لمطياف الكتلة بحيث تصطدم الأيونات بالكاشف ؟

alManahj.com/ae

.....

.....

.....

(16) يتحرك بروتون بسرعة (8.4×10^4 m/s) أثناء مروره عبر مجال مغناطيسي شدته (12.0 mT)

احسب نصف قطر مساره الدائري .

.....

.....

.....

(17) تتسارع حزمة متأينة بشكل مزدوج (ثنائية التأين 2+) من ذرات الأكسجين بفرق جهد مقداره (232 V) ثم يدخل الأكسجين مجالاً مغناطيسيا شدته (75 mT) و يسير في مسار منحني نصف قطره (8.3 cm) .

احسب تبلغ كتلة ذرة الأكسجين .

.....

.....

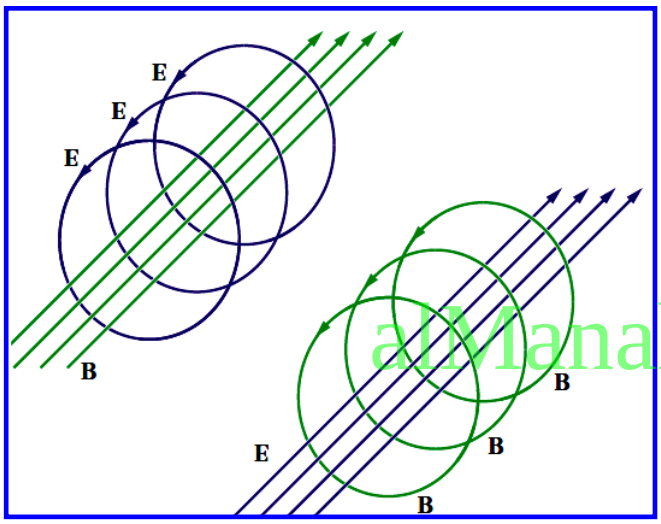
.....

2 المجالات الكهربائية و المغناطيسية في الفراغ

- لاحظ (العالم أورستيد) انحراف إبرة البوصلة عند اقترابها من سلك يسري فيه تيار كهربائي (شحنة متحركة) .
ومنها استنتج أن هناك علاقة بين الكهرباء والمغناطيسية. وأن التيار المتغير يولد مجالاً مغناطيسيا متغيرا.
- بعد ذلك اكتشف كل من العالمين (مايكل فارادي و جوزيف هنري) أن المجال مغناطيسي المتغير ينتج كذلك مجال كهربائي متغير .
- اقترح ماكسويل أيضا أن الشحنات الكهربائية ليست ضرورية ، فالمجال الكهربائي المتغير وحده يمكن أن يولد مجالاً مغناطيسيا. ثم توقع ماكسويل أن كلا من الشحنات المتسارعة والمجالات المغناطيسية المتغيرة تولد مجالات كهربائية ومغناطيسية تتحرك معا في الفضاء .
- تأكد العالم هيرتز أن هذه الموجات يمكنها أن تنتقل في الفضاء .
- اطلق على وحدة قياس التردد اسم (هيرتز Hz) تكريماً له .

* الموجات الكهرومغناطيسية :

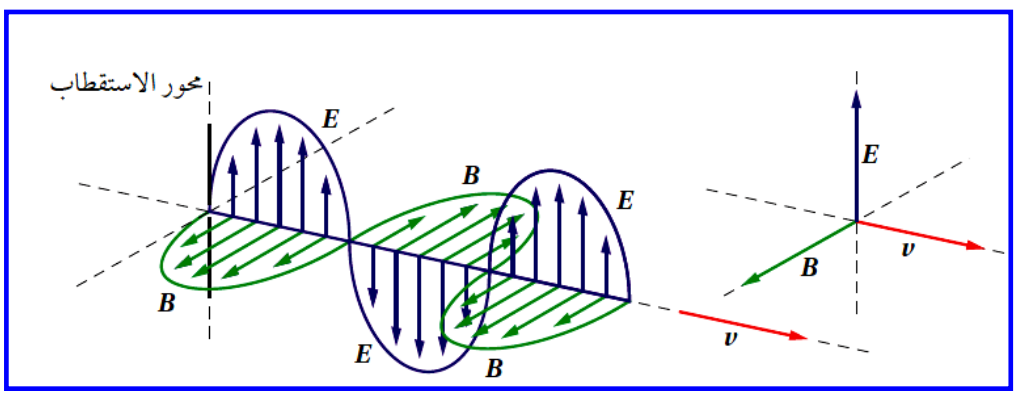
- موجات تتكون من مجالين (كهربائي و مغناطيسي) متذبذبين و متعامدين على بعضهما البعض و في اتجاه متعامد على اتجاه سرعة الموجة .
- تنتقل عبر الفضاء بسرعة الضوء .



* يوضح الشكل المجاور :
- يمكن لمجال كهربائي أن ينشأ عن مجال مغناطيسي متغير (الشكل يسار)
[لاحظ خطوط المجال عبارة عن حلقات مغلقة وخلاف لمجال الكهربائ الساكنة حيث لا توجد شحنات تبدأ عندها الخطوط أو تنتهي] .
- يمكن لمجال مغناطيسي أن ينشأ عن مجال كهربائي متغير (الشكل يمين) .

alManahj.com/ae

خصائص الموجات الكهرومغناطيسية :



* الشكل المجاور :

1- تتذبذب المجالات الكهربائية والمغناطيسية التي تتألف منها الموجة الكهرومغناطيسية في اتجاهات متعامدة على بعضها البعض و في اتجاه متعامد على اتجاه انتسرعة الموجة .

2- تعتبر موجات مستعرضة (الانتشار يعامد الاهتزاز)

3- تنتقل عبر الفراغ و يمكن انتقالها عبر الوسط .

4- أكبر سرعة لها في الفراغ ($c = 3\times10^8$ m/s) و في الهوا أقل قليلاً (نعتبرها تقريباً مساوية لها في الفراغ) .
أما في الأوساط الأخرى (v) أقل من سرعتها في الفراغ .

5- بالعلاقة بين السرعة و الطول الموجي (في الفراغ و الهواء)

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

(في الهواء والأوساط الأخرى)

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

* إذا زاد تردد الموجة بمعامل (1.25) فبأي عامل سيتغير الطول الموجي ؟

اعتبر : ($c = 3\times10^{8}\ m/s$) أينما لزم ذلك .

(1) ما الطول الموجي للضوء الأخضر إذا علمت أن تردده يساوي ($f = 5.70\times10^{14}\ Hz$) .

.....

.....

(2) إذا كان تردد موجة كهرومغناطيسية ($f = 8.2\times10^{14}\ Hz$) . احسب الطول الموجي لهذه الموجة .

.....

.....

.....

(3) احسب تردد موجة كهرومغناطيسية طولها الموجي ($\lambda = 2.2\times10^{-2}\ m$) .

.....

.....

.....

alManahj.com/ae

(4) إذا كانت موجة كهرومغناطيسية تنتشر باتجاه نحو اليمين و كان المجال الكهربائي يتجه إلى داخل و خارج الصفحة . ففي أي اتجاه سيكون المجال المغناطيسي ؟

.....

.....

.....

أنواع الموجات الكهرومغناطيسية :

- الطيف الكهرومغناطيسي : نطاق الترددات التي تكون سلسلة متصلة من الموجات الكهرومغناطيسية .

1- يحتوي الطيف الكهرومغناطيسي على موجات ما بين موجات الراديو (موجات أطوالها أكبر من المنازل) و موجات طولها الموجي قصير جداً (طول موجي أصغر من الذرات) .

2- لا يمكن رؤية الطيف الكهرومغناطيسي (عدا جزء صغير هو الضوء)

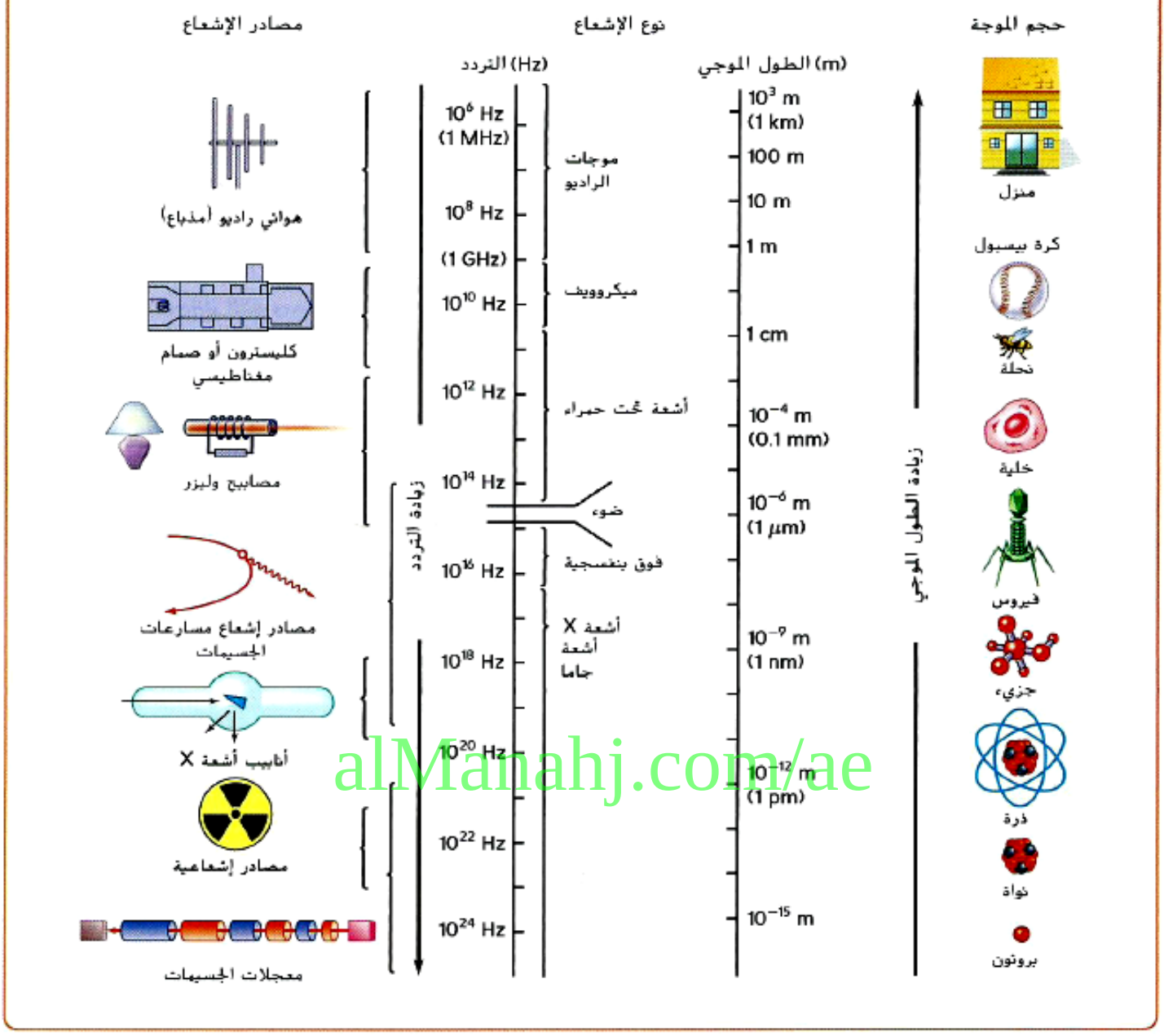
3- الإشعاع الكهرومغناطيسي : الطاقة التي تحملها الموجات الكهرومغناطيسية في مجالاتها الكهربائية والمغناطيسية المتذبذبة

4- تعتمد الطاقة التي تنقلها الموجة على مربع السعة و المساحة التي تعبرها الموجة .

5- الموجات ذات الترددات العالية تكون ضارة بالإنسان (مثل الأشعة السينية x و أشعة جاما)

6- يمكن التحكم في طاقة الموجات الكهرومغناطيسية لاستخدامها في الاتصالات و الأغراض الصناعية و الطبية .

الطيف الكهرومغناطيسي



alManahj.com/ae

فيما يلي الأطوال الموجية لبعض ألوان الضوء في الجدول المرافق .

1- ما اللون الذي له أكبر طول موجي ؟ الأحمر

2- ما اللون الذي ينتشر بشكل أسرع في الفراغ ؟

جميع الموجات تنشر بفس السرعة

3- تحيد الموجات ذات الأطوال الموجية الأطول حول الأجسام الموضوعة في مسارها . أكثر من الموجات ذات الأطوال الموجية الأقصر .

ما اللون الأكثر حيوداً ؟ و ما اللون الأقل حيوداً ؟

الضوء الأحمر هو الأكثر حيودا والضوء البنفسجي الأقل حيوداً

أطوال موجات الضوء المرئي	
اللون	الطول الموجي (nm)
نيلي–بنفسجي	390 حتى 455
أزرق	455 حتى 492
أخضر	492 حتى 577
أصفر	577 حتى 597
برتقالي	597 حتى 622
أحمر	622 حتى 700

4 – احسب نطاق تردد كل لون من ألوان الضوء الموجودة في الجدول .

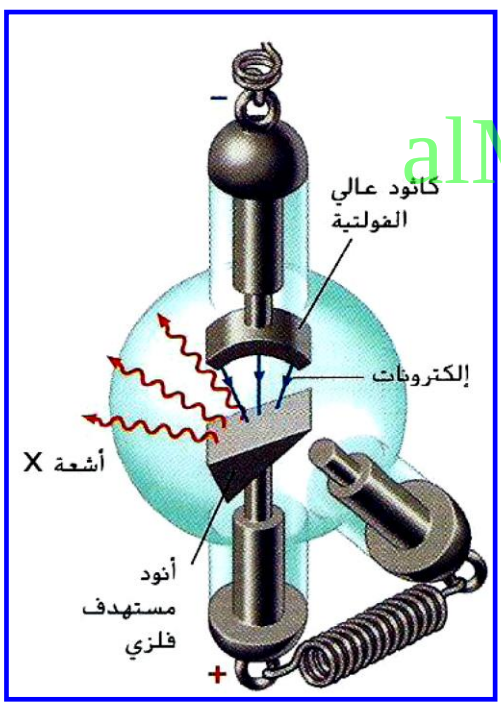
البنفسجي: 6.59×10^{14} Hz إلى 7.69×10^{14} Hz
الأزرق: 6.10×10^{14} Hz إلى 6.59×10^{14} Hz
الأخضر: 5.20×10^{14} Hz إلى 6.10×10^{14} Hz
الأصفر: 5.03×10^{14} Hz إلى 5.20×10^{14} Hz
البرتقالي: 4.82×10^{14} Hz إلى 5.03×10^{14} Hz
الأحمر: 4.29×10^{14} Hz إلى 4.82×10^{14} Hz

استخدامات الموجات منخفضة التردد (الأطوال الموجية الكبيرة)

(انظر الصفحة السابقة)

- تستخدم أقل الموجات تردداً في البث الإذاعي و التلفزيوني .
- موجات الهواتف الخلوية و نظام تحديد الموقع (أكثر من تردد موجات الراديو)
- موجات الميكروويف مثل جهاز الميكروويف المستخدم في المنزل .
- الأشعة تحت الحمراء اكثر تردد مما سبق (أقل طول موجي) تستخدم في مناظير الرؤية الليلية و تستخدم في قياس درجة حرارة الجسم من خلال الاشعاع الحراري للجسم الساخن . و التدفئة و أجهزة التحكم عن بعد .
- الأشعة فة البنفسجية هي الأعلى تردد في الطيف المرئي و تستخدم في تأيين الذرات و الجزيئات و التفاعلات الكيميائية . و كذلك في التعقيم و بعض الصناعات الإلكترونية (أشباه الموصلات) .

استخدامات الموجات عالية التردد (الأطوال الموجية قصيرة جداً)



alManahj.com/ae

- موجات الأشعة السينية (أشعة X) .

يتم توليدها عن طريق قذف ذرات بالكترونات سريعة فتحرر إلكترونات من مدارات داخلية للذرة و تعيد الذرة ترتيب إلكتروناتها مطلقة الأشعة السينية .

تم اكتشافها من قبل العالم (رونتجن) حيث استخدم الأنبوبة في الشكل المجاور و فرق جهد كبير جداً .

من استخداماتها تصوير العظام للكشف عن الكسور و الأسنان و القضاء على بعض الأورام السرطانية و تصوير الحقائب في المطارات لكنها ضارة للإنسان إذا تعرض لها بكميات كبيرة .

- أشعة جاما :

ترددتها عالية جداً و طاقتها كبيرة جداً و نفاذيتها كبيرة داخل الأجسام . لذلك تستخدم للكشف عن المواد الخطرة في حاويات الشحن . و كذلك في علاج بعض الأمراض السرطانية .

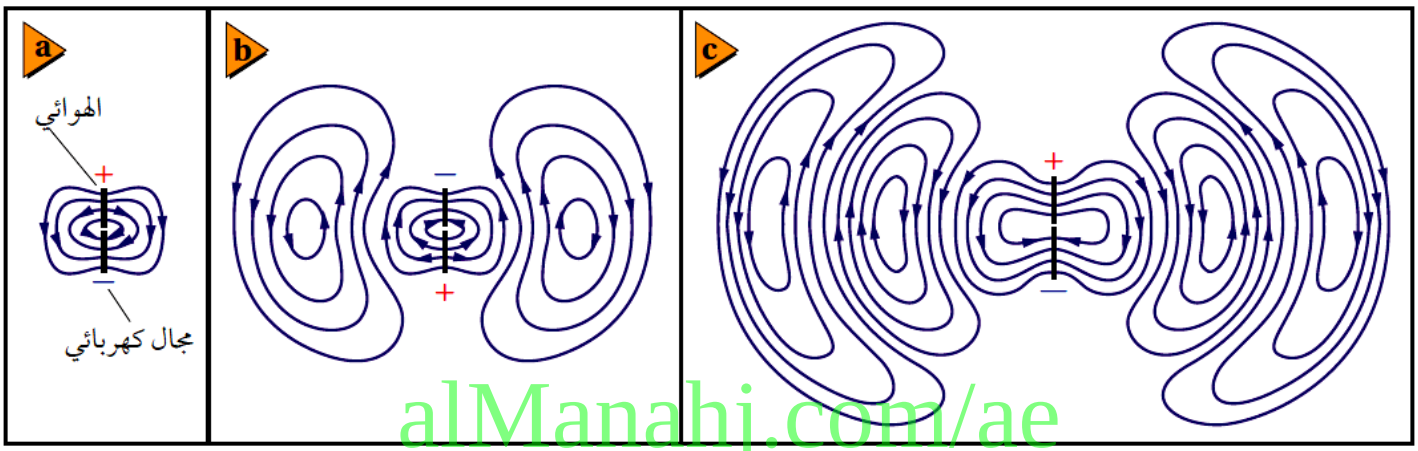
نقل الموجات الكهرومغناطيسية

(1) الانتشار في الفضاء :

- يتم بث الموجات في الفضاء بواسطة أجهزة إرسال متصلة بهوائي .
- **جهاز الإرسال :** جهاز يحول الأصوات و الصور و البيانات إلى إشارات إلكترونية و يضخمها ثم يرسلها إلى الهوائي .
- يقوم الهوائي بانتاج موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الهواء .
- **كيف ينتج الهوائي الموجات و يرسلها ؟**

[**ينتج مصدر للتيار المتردد متصل بالهوائي فرق جهد متذبذب عبر الهوائي يؤدي إلى تسريع الإلكترونات . فينشأ مجال كهربائي متذبذب ينشئ مجال مغناطيسي متذبذب . و هذا المجال المغناطيسي المتذبذب ينشئ مجال كهربائي متذبذب و تستمر العملية و تنتشر الموجات بعيداً عن الهوائي**] .

اتجاه تذبذب الموجة المغناطيسية موازياً للهوائي (لا تظهر في الشكل).



alManahj.com/ae

(2) الانتشار في المادة :

- **يمكن للموجات الكهرومغناطيسية أن تنتقل عبر المادة . مثل الضوء خلال الماء و الزجاج . و هذه المواد تكون عازلة (رديئة التوصيل للتيار الكهربائي) .**
- **سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في المادة العازلة أقل من سرعتها في الفراغ .**
- **يمكن حساب سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في المادة العازلة بالعلاقة :**

$$v = \frac{c}{\sqrt{K}}$$

حيث (K) ثابت العزل الكهربائي النسبي و ليس له و حدة .

$\sqrt{K}$ = n ، n : معامل الانكسار للوسط .

- **k للفراغ تساوي (1) و للهواء (1.00054) لذلك نعتبر سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في الهواء مساوية لسرعتها في الفراغ .**

اعتبر : $C = 299792458\ m/s$ أينما لزم ذلك .

(5) احسب مقدار سرعة الموجة الكهرومغناطيسية المنتقلة في الهواء؟ حيث ($K_{هواء} = 1.00054$)

.....

.....

.....

(6) إذا كان ثابت العزل الكهربائي للماء 1.77 . احسب مقدار سرعة انتقال الضوء في الماء ؟

.....

.....

(7) إذا كانت سرعة الضوء خلال مادة $2.43 \times 10^8\ m/s$. احسب مقدار ثابت العزل الكهربائي للمادة ؟

.....

.....

(8) تم إرسال إشارة راديو من سطح الأرض إلى سطح القمر حيث قطعت مسافة (376290 Km) .ما أقصر زمن يمكن أن تتوقع فيه رداً ؟

alManahj.com/ae

.....

.....

إنتاج الموجات الكهرومغناطيسية

- لكل محطة راديو تردد محدد ضمن الطيف الكهرومغناطيسي يعرف بالموجة الحاملة .
- يحتوي جهاز الإرسال على :

1- المذبذب الذي ينشئ الموجة الحاملة .

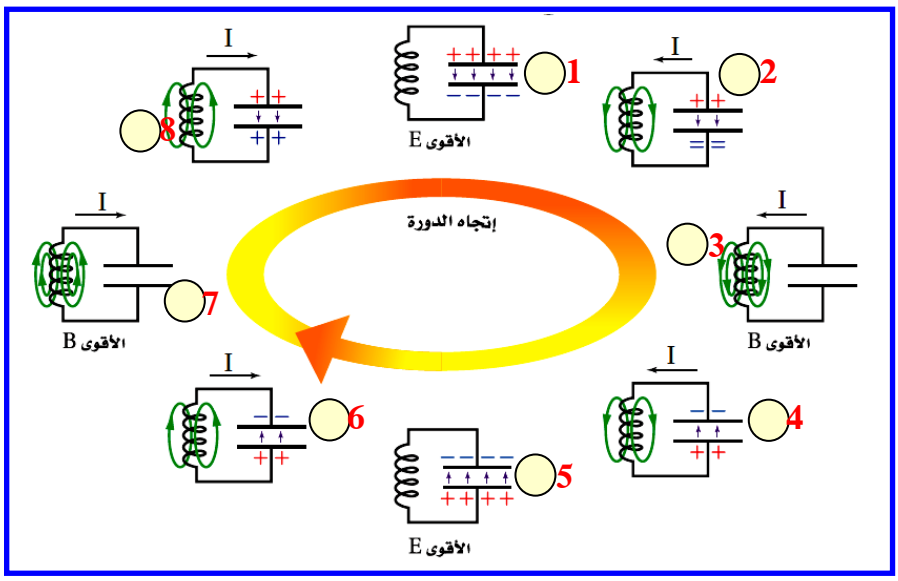
2- المغير استخدام الكلمات و البيانات في تغيير تردد الموجة الحاملة .

3- المضخم . زيادة فرق جهد الإشارة الناتجة (تضخيم الإشارة) .

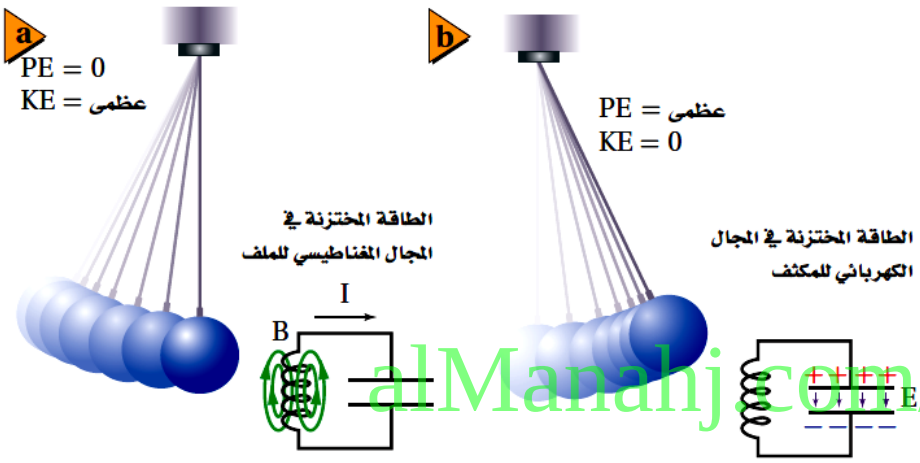
ضبط تردد التذبذب :

- لإنشاء موجات حاملة نستخدم ملف و مكثف متصلين على التوازي كما في الشكل المجاور .
- يتم شحن المكثف بمصدر خارجي ثم فصله عن الدائرة .
- يفرغ المكثف شحنته و تتدفق خلال الملف (تيار كهربائي) يولد داخل الملف مجال مغناطيسي متغير يستحث قوة دافعة .
- يعاد شحن المكثف بسبب القوة الدافعة المستحثة . (شحن عكس السابق) .

- تتكرر العملية شحن و تفريغ للمكثف .



الشكل المجاور يوضح دورة اهتزازية كاملة لدائرة مكثف كهربائي و ملف . و تحدد سعة المكثف و معامل الحث الذاتي للملف (حجم كل من المكثف و الملف التردد (عدد الاهتزازات في الثانية) و التي تساوي تردد الموجة الناتجة .



■ **الشكل 10–7** حركة البندول مماثلة لفعل الإلكترونات في دائرة الملف والمكثف. فحركة كرة البندول مماثلة لسريان التيار في الدائرة (a). النقطة التي تتوقف عندها حركة البندول في النهاية مماثلة لحالة انعدام التيار في الدائرة (b).

alManahj.com/ae

التذبذبات المستقرة و التذبذبات المتخامدة :

التذبذبات المستقرة : اهتزاز الجسم بدون فقد طاقة و يستمر إلى مالا نهاية .

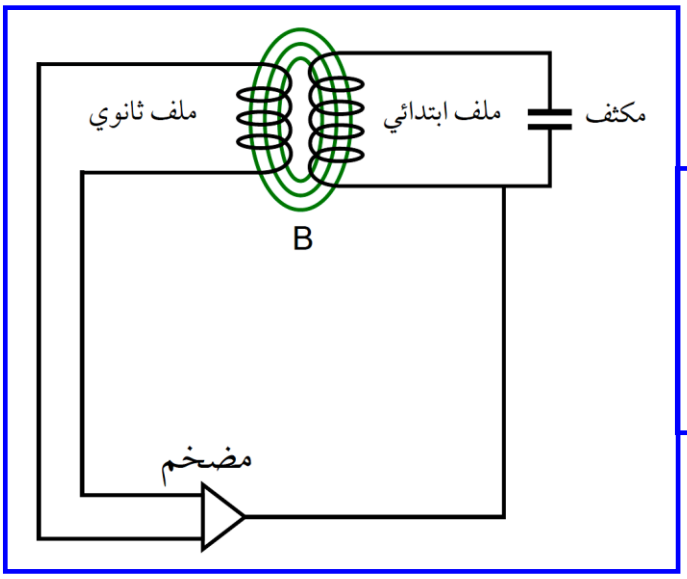
التذبذبات المتخامدة : اهتزاز الجسم مع فقد الطاقة تدريجياً ألى أن يتوقف عن الاهتزاز .

- مثال : الأرجوحة حيث يقل الاهتزاز بالتدريج نتيجة للإحتكاك و مقاومة الهواء .
- اذا أردنا أن تستمر الأرجوحة في الاهتزاز يجب تزويدها بطاقة خارجية عن طريق دفعها بقوة خارجية .
- اذا كان تردد القوة الخارجية مساوي لتردد الأرجوحة الطبيعي فتكون في هذه الحالة رنين بين القوة الخارجية و الأرجوحة .

* كذلك في دائرة المكثف و الملف :

- في دائرة الملف و المكثف هناك فقد في الطاقة تدريجياً بسبب انتشار الطاقة في صورة موجات كهرومغناطيسية و حرارة في مقاومة الدائرة .
- باضافة طاقة إلى الدائرة تستمر الذبذبات .
- تكون سعة الاهزازة أقصاها إذا كان تردد فروق الجهد المطبقة على الدائرة مساوياً لتردد (ذبذبات) الدائرة و في هذه الحالة يكون رنين بين الدائرة و الجهد المطبق . فتستمر الذبذبات دون تخامد .
- من الطرق المستخدمة في ذلك إضافة ملف ثاني إلى الدائرة لإنشاء محول .

- يعمل مذبذب جهاز الإرسال على زيادة فرق جهد التيار المتردد المستحث في الملف الثانوي للمحول . ثم يضاف التيار إلى الملف و المكثف . و بالتالي يتواصل تذبذب الدائرة .



في المحول تكون الذبذبة المكبرة الناتجة عن الملف الثانوي في حالة رنين مع دائرة الملف والمكثف، وتحافظ على استمرار حدوث الاهتزازات.

الترددات المضبوطة بالتجويف الرنان

- يمكن زيادة التردد في دائرة الملف عن طريق خفض قدرة الملف على تخزين الطاقة و تقليل سعة المكثف . $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- تنشأ موجات الميكروويف عن طريق التجويف الرنان (صندوق فلزي مستطيل الشكل يعمل كملف و مكثف و يتحكم في التردد)
- لانتاج موجات عالية التردد يجب تقليل حجم الصندوق إلى أن يصبح بحجم الجزيء للترددات العالية جداً .
- الأشعة تحت الحمراء تنتج عن طريق اهتزاز النوى داخل الجزيئات .
- موجات الضوء و الترددات الأعلى (أشعة X) تتولد نتيجة حركة الالكترونات داخل الذرات .
- أشعة جاما بسبب تسارع الشحنات في الأنوية الذرية .

alManahj.com/ae

- لماذا لا يستخدم التجويف الرنان في توليد الأشعة تحت الحمراء ؟

لا يمكن استخدام موجات الأشعة تحت الحمراء لأنها تُنتج داخل الجزيئات. يجب أن يكون التجويف الرنان أصغر من الحد الممكن – الحجم الجزيئي.

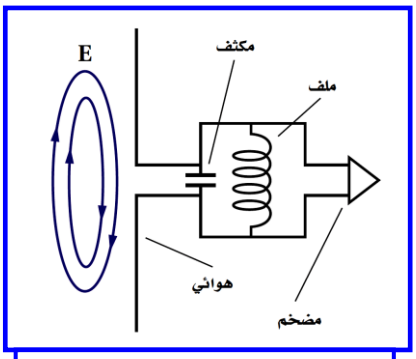
الموجات الناتجة بواسطة الكهرباء الإجهادية : (الكهروضغطية)

- مثال : بلورة الكوارتز تتشوه عند تعريضها لفرق جهد كهربائي (يسمى الكهرباء الإجهادية) .
- إذا كان فرق جهد التيار متردد فإن البلورة ستهتز بتردد معين . وهذا التردد يعتمد على سُمك البلورة حيث يزداد التردد بنقصان السُمك .
- ينشأ في البلورة قوة دافعة كهربائية نتيجة لاهتزاز البلورة يمكن تضخيمها و اعادتها إلى البلورة لتواصل الاهتزاز و عادة يكون تردد الاهتزازات ثابتة . لذلك تستخدم البلورة على نطاق واسع (الأجهزة الخلوية الساعات و التلفاز و الكمبيوتر) .

استقبال الموجات الكهرومغناطيسية

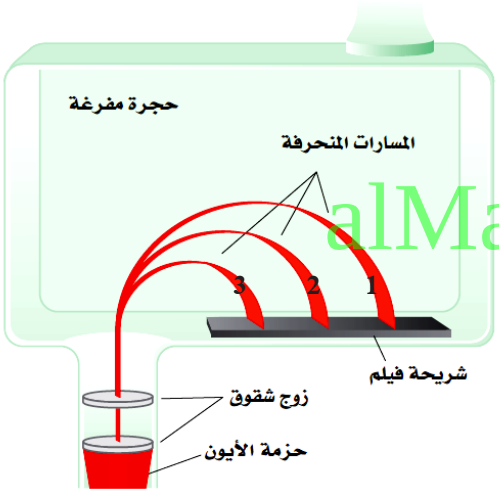
تعمل المجالات الكهربائية للموجات على تسارع إلكترونات المادة المكونة للهوائي، ويكون التسارع أكبر ما يمكن عندما يوجه الهوائي في اتجاه استقطاب الموجة نفسه. وهذا يحدث عندما يكون الهوائي موازيًا لاتجاه المجالات الكهربائية للموجة؛ حيث يتذبذب فرق الجهد بين طرفي الهوائي بتردد الموجة الكهرومغناطيسية نفسه. ويصبح للجهد قيمة عظمى عندما يكون طول الهوائي مساوٍ لنصف الطول الموجي للموجة التي نريد التقاطها. لذلك يصمم طول الهوائي بحيث يساوي نصف الطول الموجي للموجة التي يفترض التقاطها. فالهوائي المصمم لالتقاط موجات الراديو وموجات التلفاز أطول كثيرًا من الهوائي المصمم لالتقاط موجات الميكروويف.

إن استخدام هوائي مكون من سلك واحد يمكننا من الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية إلا أن استخدام عدة أسلاك أكثر فاعلية؛ حيث يتكون هوائي التلفاز غالبًا من سلكين أو أكثر تفصل بينهما مسافة تعادل ربع الطول الموجي للموجة. وتكوِّن المجالات الكهربائية الناتجة عن الأسلاك منفردة أنماط تداخل بنّاء تعمل على زيادة قوة الإشارة.



المجالات الكهربائية المتغيرة لإشارة محطة البث الإذاعية تعمل على مسارعة الإلكترونات الموجودة في الهوائي. ثم تحلل المعلومات المحمولة على الموجة الإذاعية وتضخمها ثم تستخدم لتشغيلها في سماعة أو مكبر صوت.

(1) الشكل المجاور يوضح مسارات نظائر عنصر متأين موجب الشحنة .



1- ما اتجاه المجال المغناطيسي ؟

2- كم عدد النظائر ؟

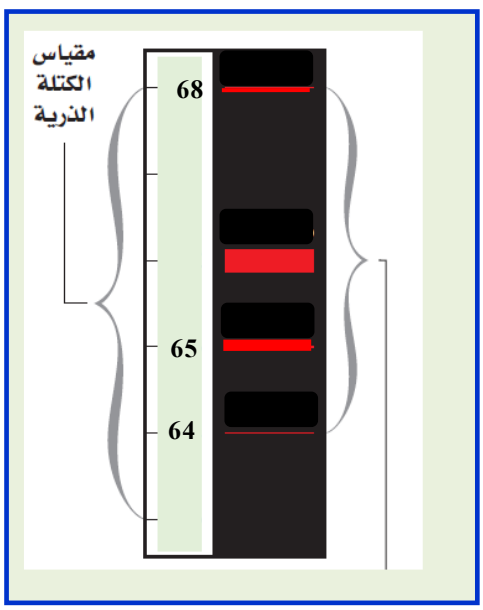
3- أي النظائر أكبر كتلة و لماذا ؟

4- لماذا يجب أن تكون الحجرة مفرغة من الهواء ؟

alManahj.com/ae

---

(2) في الشكل المجاور أجب عما يلي :



1- كم عدد النظائر ؟

2- ما النظير الأكثر نسبة و لماذا

3- رتب النظائر حسب نسبتها .

الكهرومغناطيسية

مسائل تدريبية

تفاعلات المجالات الكهربائية والمغناطيسية والمادة

افترض أن الجسيمات المشحونة جميعها تتحرك عموديًّا على المجال المغناطيسي المنتظم.

(1) يتحرك بروتون بسرعة $7.5\times10^{3}\ m/s$ عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره $0.60\ T$. احسب نصف قطر مساره الدائري. لاحظ أن الشحنة التي يحملها البروتون مساوية للشحنة التي يحملها الإلكترون، إلا أنها موجبة.

$$r=\frac{mv}{Bq}=\frac{(1.67\times10^{-27}\ kg)(7.5\times10^{3}\ m/s)}{(0.60\ T)(1.60\times10^{-19}\ C)}=1.3\times10^{-4}\ m$$

(2) تتحرك إلكترونات خلال مجال مغناطيسي مقداره $6.0\times10^{-2}\ T$، اتزنت بفعل مجال كهربائي مقداره $3.0\times10^{3}\ N/C$. فما مقدار سرعة الإلكترونات عندئذ؟

$$v=\frac{E}{B}=\frac{3.0\times10^{3}\ N/C}{6.0\times10^{-2}\ T}=5.0\times10^{4}\ m/s$$

(3) احسب نصف قطر المسار الدائري الذي تسلكه الإلكترونات في المسألة السابقة في غياب المجال الكهربائي.

alManahj.com/ae

$$r=\frac{mv}{Bq}=\frac{(9.11\times10^{-31}\ kg)(5.0\times10^{4}\ m/s)}{(6.0\times10^{-2}\ T)(1.60\times10^{-19}\ C)}=4.7\times10^{-6}\ m$$

(4) عبرت بروتونات مجال مغناطيسي مقداره $0.60\ T$ فلم تنحرف بسبب اتزانها مع مجال كهربائي مقداره $4.5\times10^{3}\ N/C$. ما مقدار سرعة هذه البروتونات؟

$$v=\frac{E}{B}=\frac{4.5\times10^{3}\ N/C}{0.60\ T}=7.5\times10^{3}\ m/s$$

(5) تمر حزمة من ذرات أكسجين أحادية التأين $(+1)$ خلال مطياف الكتلة. فإذا كانت: $q=1.60\times10^{-19}\ C$، $B=7.2\times10^{-2}\ T$، $r=0.085\ m$، و $V=110\ V$ فأوجد كتلة ذرة الأكسجين.

$$m=\frac{B^2r^2q}{2V}=\frac{(7.2\times10^{-2}\ T)^2(0.085\ m)^2(1.60\times10^{-19}\ C)}{(2)\ (110\ V)}=2.7\times10^{-26}\ kg$$

(6) يحلل مطياف كتلة ويزود ببيانات عن حزمة من ذرات أرجون ثنائية التأين $(+2)$. إذا كانت قيم كل v, r, q, B كما يأتي: $B=5.0\times10^{-2}\ T$، $r=0.106\ m$، $q=2(1.60\times10^{-19}C)$ و $V=66.0\ V$ فأوجد كتلة ذرة الأرجون.

$$m=\frac{B^2r^2q}{2V}=\frac{(5.0\times10^{-2}\ T)^2\ (0.106\ m)^2\ (2)(1.60\times10^{-19}C)}{(2)\ (66.0\ V)}=6.8\times10^{-26}\ kg$$

(7) تمر حزمة من ذرات ليثيوم أحادية التأين (+1) خلال مجال مغناطيسي مقداره $1.5\times10^{-3}\ \mathrm{T}$ متعامد مع مجال كهربائي مقداره $6.0\times10^{2}\ \mathrm{N/C}$ ولا تنحرف. أوجد سرعة ذرات الليثيوم التي تمر خلال المجالين؟

$$v=\frac{E}{B}=\frac{6.0\times10^{2}\ \mathrm{N/C}}{1.5\times10^{-3}\ \mathrm{T}}=4.0\times10^{5}\ \mathrm{m/s}$$

(8) تم تحديد كتلة نظير النيون في المثال 2. فإذا وجد أن هناك نظيرا آخر للنيون كتلته تعادل كتلة 22 بروتونا فما المسافة بين نقطتي سقوط النظيرين على الفيلم الفوتوجرافي الحساس؟

استخدام نسبة الشحنة إلى الكتلة لإيجاد النسبة بين نصفي قطري النظيرين.

$$\frac{q}{m}=\frac{2V}{B^2r^2}$$

$$r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Vm}{q}},\qquad \frac{r_{22}}{r_{20}}=\frac{\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Vm_{22}}{q}}}{\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Vm_{20}}{q}}}=\sqrt{\frac{m_{22}}{m_{20}}}$$ أي أن:

ومنه فإن نصف قطر النظير الذي كتلته تعادل كتلة 22 بروتونًا تعطى بالعلاقة:

$$r_{22}=r_{20}\sqrt{\frac{m_{22}}{m_{20}}}=r_{20}\sqrt{\frac{22\ m_p}{20\ m_p}}=\sqrt{\frac{22}{20}}\,r_{20}=\sqrt{\frac{22}{20}}\,(0.053\ \mathrm{m})=0.056\ \mathrm{m}$$

المسافة بين نقطتي سقوط النظيرين على الفيلم الفوتوجرافي الحساس هي:

$$r_{22}-r_{20}=0.056\ \mathrm{m}-0.053\ \mathrm{m}=0.003\ \mathrm{m}=3\ \mathrm{mm}$$

(9) **أنبوبة الأشعة المهبطية** صف كيف يعمل أنبوب أشعة المهبط على تكوين حزمة إلكترونات؟

alManahj.com/ae

تنبعث الإلكترونات من الكاثود وتتسارع بواسطة فرق الجهد وتمر خلال الشقوق لتكوين حزمة الشعاع.

(10) **المجال المغناطيسي** يحسب نصف قطر المسار الدائري لأيون في مطياف الكتلة بالعلاقة: $r=(1/B)\sqrt{2\,mV/q}$. استخدم هذه العلاقة لبيان كيف يعمل مطياف الكتلة على فصل الأيونات ذات الكتل المختلفة بعضها عن بعض.

مع افتراض أن الأيونات جميعها لها الشحنة نفسها سيكون المتغيّر الوحيد غير الثابت في المعادلة هو كتلة الأيون m ، لذا إذا زادت كتلة الأيون m ، فسيزداد أيضًا نصف قطر مسار الأيون، وهذا يؤدي إلى فصل مسارات الأيونات ذات الكتل المختلفة.

(11) **المجال المغناطيسي** باستعمال مطياف الكتلة الحديث يمكن تحليل الجزيئات التي تعادل كتلتها كتلة مائة بروتون. إذا تم إنتاج أيونات أحادية التأين من هذه الجزيئات باستخدام الجهد المسارع نفسه فكيف يجب أن يكون التغير في المجال المغناطيسي للمطياف بحيث تصطدم الأيونات بالفيلم؟

بما أن $r=(1/B)\sqrt{2mV/q}$ فعند زيادة m يجب أن تزداد B أيضًا. فإذا زادت m بمعامل مقداره 10 فإن B تزداد بمعامل مقداره 3 فلالبقاء على r ثابتة يجب أن تزداد B بمقدار $\sqrt{m}$

(12) **نصف قطر المسار** يتحرك بروتون بسرعة $4.2\times10^{4}\ \mathrm{m/s}$ لحظة مروره داخل مجال مغناطيسي مقداره $1.20\ \mathrm{T}$. احسب نصف قطر مساره الدائري.

$$r=\frac{vm}{qB}=\frac{(4.2\times10^{4}\ \mathrm{m/s})(1.67\times10^{-27}\ \mathrm{kg})}{(1.60\times10^{-19}\ \mathrm{C})(1.20\ \mathrm{T})}=3.7\times10^{-4}\ \mathrm{m}$$