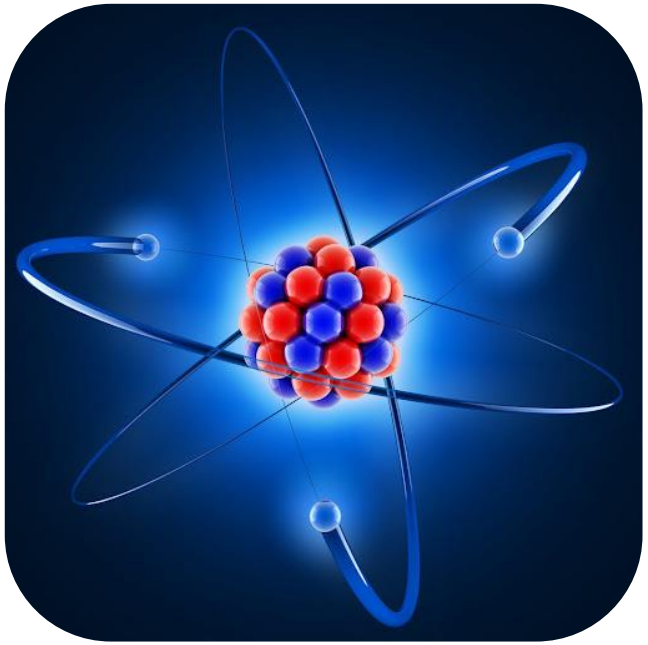
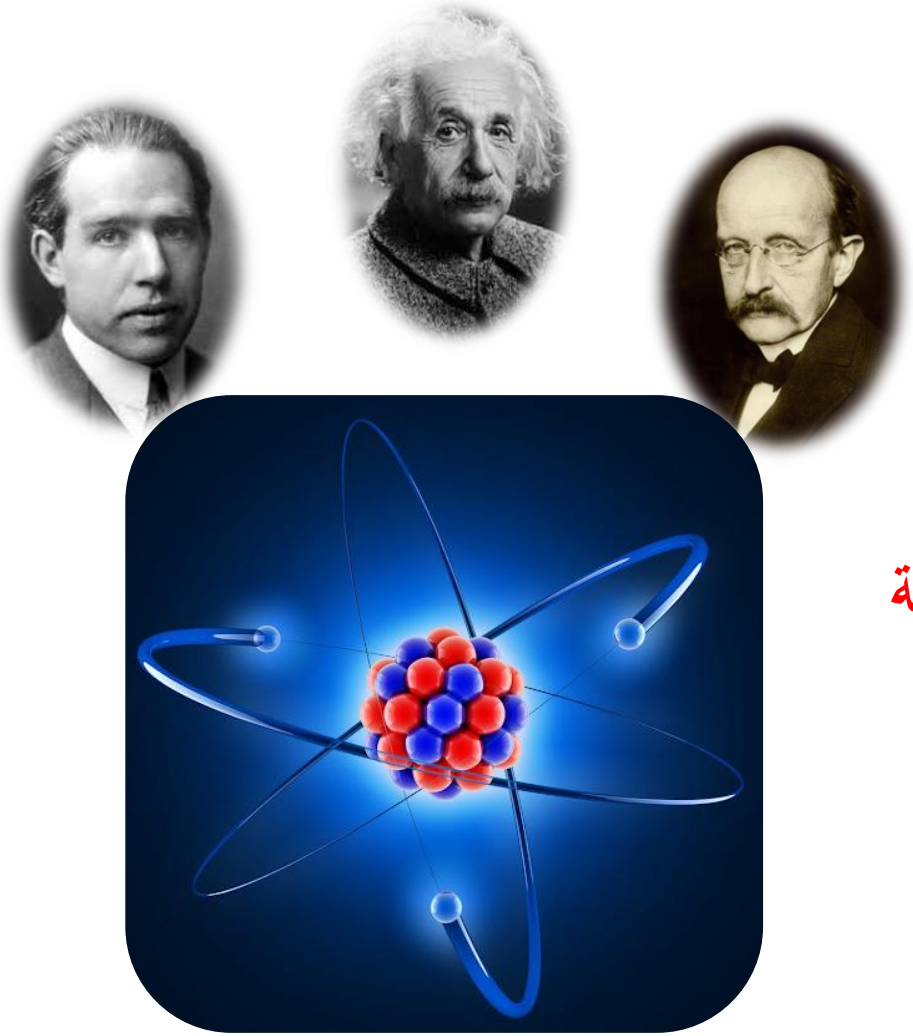
المحاضرة (1)

كيمياء الكم



قسم الكيمياء
د. أيوب محمد بكري

مقدمة لدراسة كيمياء الكم

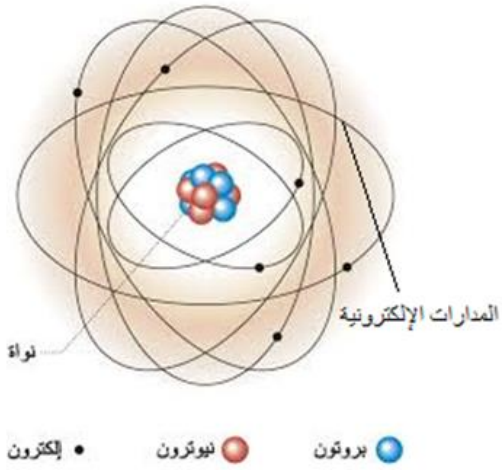


- مقدمة
  - ✓ كيمياء الكم
- الطبيعة الموجية للضوء
  - ✓ الموجات وانواعها
  - ✓ خواص الموجات
  - ✓ الموجات الكهرومغناطيسية وخواصها
  - ✓ النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل
- من الفيزياء الكلاسيكية إلى الفيزياء الحديثة
  - ✓ أسباب نشأة الفيزياء الحديثة
  - ✓ مقارنة بين الفيزياء الكلاسيكية و الحديثة
- الطبيعة المادية للضوء
  - ✓ ظاهرة اشعاع الجسم الأسود
- الخاتمة

كيمياء الكم Quantum Chemistry

فرع من فروع علم الكيمياء النظرية يهتم بدراسة سلوك المادة على المستوى الذري ودون الذري

النماذج القديمة لوصف التركيب الذري



- تركيب الذرة
  - نواه
    - ١- موجبة الشحنة.
    - ٢- تتركز فيها كتلة الذرة.
    - تحتوي على:
      - بروتونات: موجبة الشحنة
      - نيوترونات: متعادلة الشحنة
  - إلكترونات
    - ١- سالبة الشحنة.
    - ٢- كتلتها مهملة.
    - ٣- تدور حول النواة في أغلفة.

النقاط التي فشلت النماذج القديمة في تفسيرها

- لم توضيح ترتيب الإلكترونات في الفراغ حول النواة
- لم تفسير التشابه والاختلاف في السلوك الكيميائي للعناصر المختلفة

الطبيعة الموجية للضوء

الضوء شكل من أشكال الطاقة يسلك السلوك الموجي أثناء انتقاله في الفضاء

تعريف الموجة: هي اضطراب يتحرك خلال الوسط الناقل يتم من خلاله انتقال للطاقة

أنواع الموجات

الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
تحتاج لوسط لانتقالها وتنقسم لقسمين 1. **موجات طولية** عبارة عن مجموعة من التضاغطات والتخلخلات مثل موجات الصوت 2. **موجات مستعرضة** عبارة عن مجموعة من القمم والقيعان مثل موجات الماء	**تنتقل عبر المادة والفراغ** موجات مستعرضة عبارة عن مجموعة من الاشعاعات تتكون من مجال كهربائي ومجال مغناطيسي كلاهما يهتز بشكل يتعامد على اتجاه انتشار الموجة مثل الأشعة تحت الحمراء و موجات الراديو

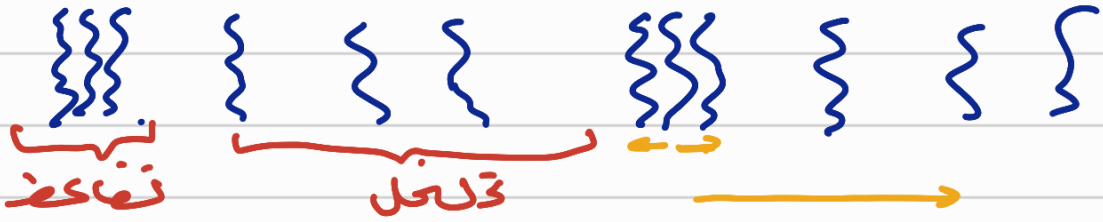
شكل 1. الأمواج الطولية والمستعرضة و الكهرومغناطيسية

الضوء :- شكل من أشكال الطاقة يسلك السلوك الموجي

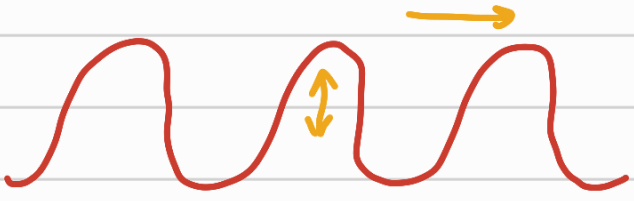
الموجة :- اضطراب يتحرك في الوسط الناقل

موجات ميكانيكية ← تحتاج الى وسط ناقل

← طولية (موجة الصوت)



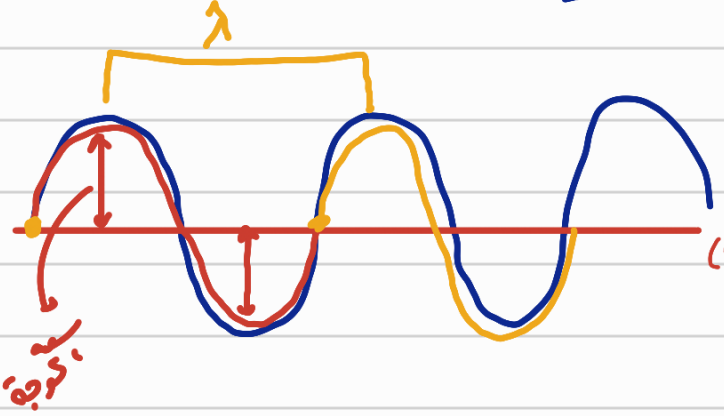
← مستعرضة (موجات الماء)



موجات كهرومغناطيسية ← لا تحتاج الى وسط ناقل

مكونة من مجال مغناطيسي ومجال كهربائي يهتزان عمودياً على اتجاه الانتشار

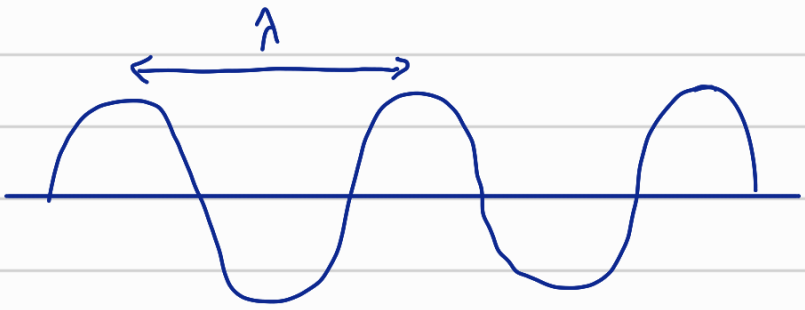
الاشعة تحت الحمراء موجات الراديو



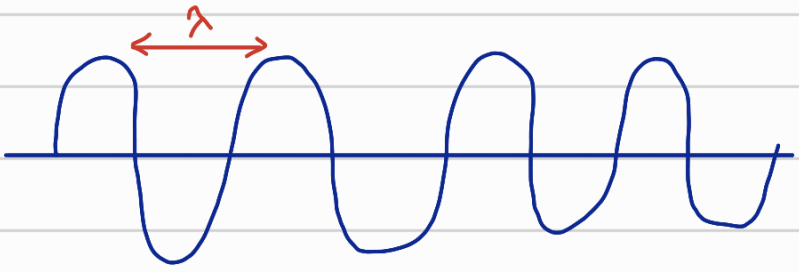
λ :- الطول الموجي (m) (nm) (μm)

سعة الموجة :- المسافة من خط المنتصف للقمة او القاع

التردد :- عدد الدورات في الثانية الواحدة Hz (ν)



كلما كان الطول الموجي (λ) اقصر كان التردد (ν) اكبر



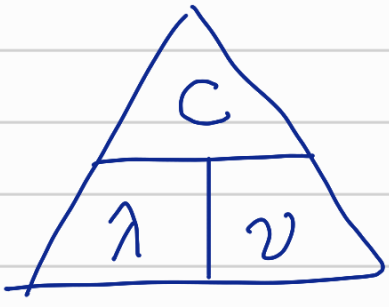
العدد الموجي $= \frac{1}{\lambda}$

$\nu = \frac{1}{\text{الطول الموجي}}$

وحده القياس $= m^{-1}$ ، cm^{-1} ، nm^{-1}

سرعه الموجة $= \lambda \times \nu =$ الطول الموجي $\times$ التردد

m/s



$C = \lambda \nu$

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

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

وحدات لنيس

$\lambda = m$

$\nu = Hz$

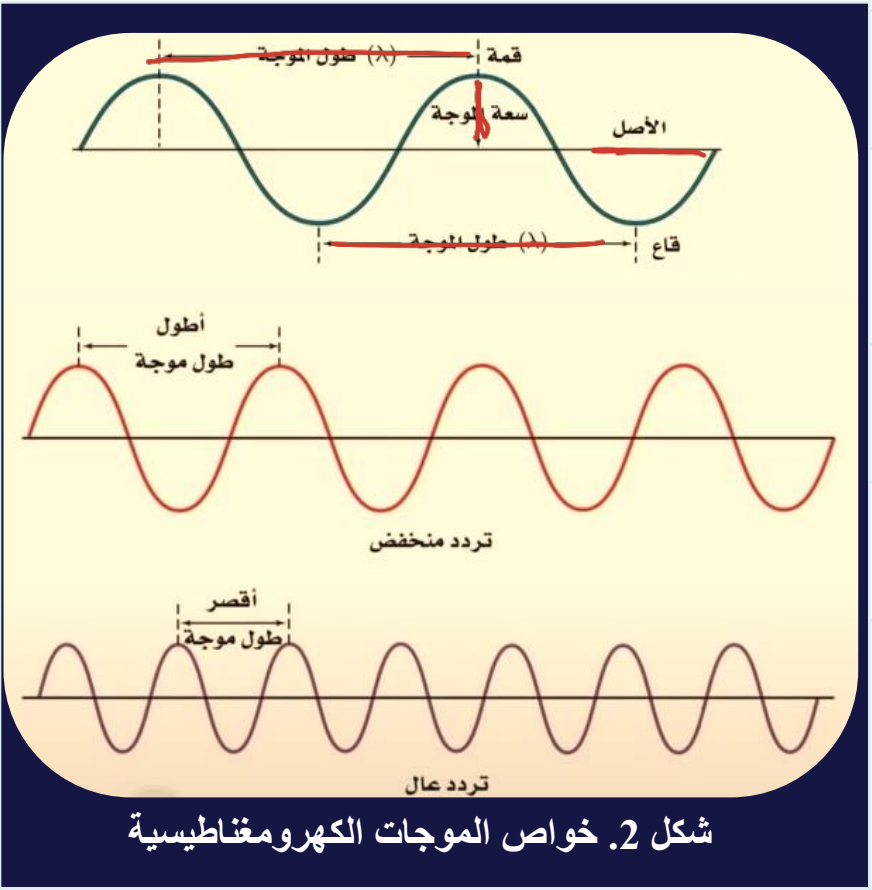
$C = m/s$

سرعة الضوء ثابته $C = 3X10^{8}$ m/s

الطبيعة الموجية للضوء

خواص الموجات الكهرومغناطيسية

الطول الموجي (λ) Wavelength	**المسافة بين نقطتين متماثلتين في الموجات المتعاقبة ويقاس بوحدات الطول مثل (m, cm, nm)**
العدد الموجي (ν) Wavenumber	مقلوب الطول الموجي ويقاس بمقلوب وحدات الطول مثل (m^{-1}, cm^{-1}, nm^{-1})
التردد (ν) Frequency	عدد الموجات التي تمر في نقطة معينة خلال الثانية ويقاس بوحدة الهيرتز (Hz) وهي عبارة عن عدد الدورات في الثانية
سعة الموجة Amplitude	المسافة العمودية من منتصف الموجة الى القمة أو القاع ويقاس بوحدات الطول مثل (m, cm, nm)
سرعة الموجة (c) Speed	حاصل ضرب طول الموجة في ترددها و يقاس بوحدة (m/s) في النظام الدولي للوحدات
العلاقة بين التردد و الطول الموجي و سرعة الموجة	$c = \nu \lambda = 3.0 \times 10^8$ m/s c = سرعة الموجة الكهرومغناطيسية λ = الطول الموجي بوحدة المتر ν = التردد بوحدة الهيرتز



شكل 2. خواص الموجات الكهرومغناطيسية

مسائل حسابية

مثال 1

يرتكز الطول الموجي للضوء الأخضر الصادر عن الإشارة الضوئية حول 522 nm ما تردد هذه الأشعة بوحدة الهيرتز؟

$$\lambda = 522\ \text{nm} \times \frac{1 \times 10^{-9}\ \text{m}}{1\ \text{nm}} = 522 \times 10^{-9}\ \text{m}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = 5.22 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

$$\nu = \frac{3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s}}{5.22 \times 10^{-7}\ \text{m}}$$

$$= 5.75 \times 10^{14}/\text{s, or } 5.75 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

$\lambda = 522 \times 10^{-9}\ m$

$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{522 \times 10^{-9}} = 5.75 \times 10^{14}\ Hz$

مثال 2

تستخدم الأشعة السينية في التشخيص الطبي إذا علمت أن طولها الموجي 1 A ما تردد هذه الأشعة بوحدة الهيرتز؟

$$\lambda = 1.00\ \text{Å} \times \frac{10^{-10}\ \text{m}}{1\ \text{Å}} = 1.00 \times 10^{-10}\ \text{m}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s}}{1.00 \times 10^{-10}\ \text{m}} = 3.00 \times 10^{18}\ \text{s}^{-1}$$

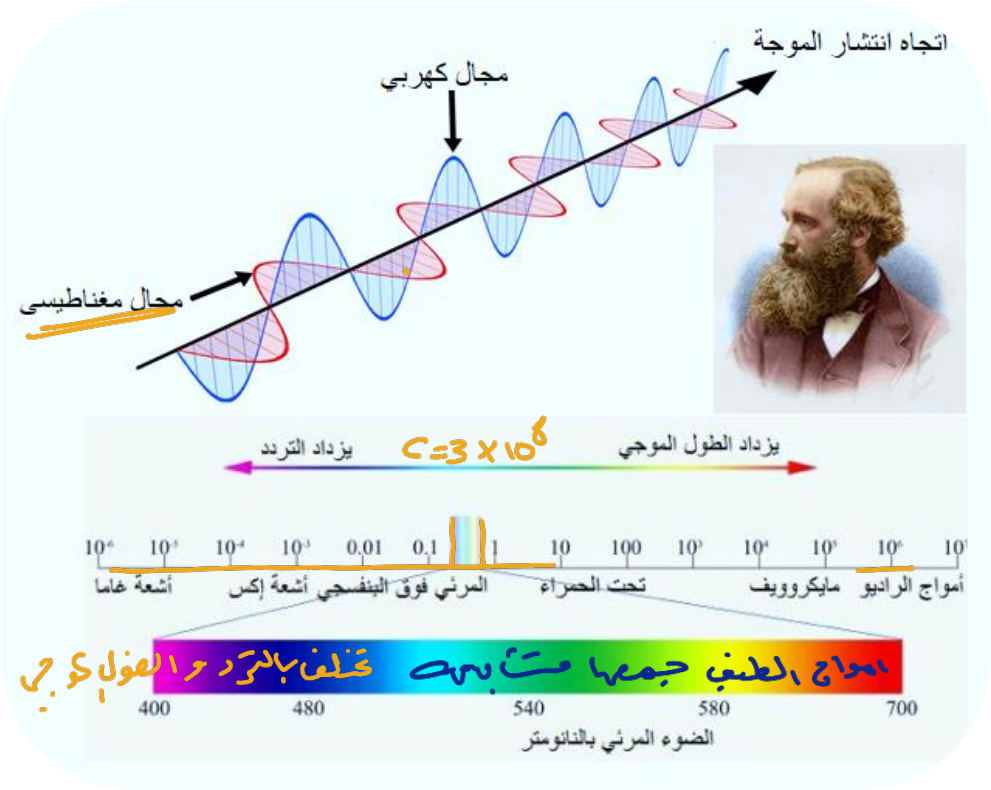
Hz

$\lambda = 1 \times 10^{-10}\ m$

$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{1 \times 10^{-10}} = 3 \times 10^{8}\ Hz$

النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل

- الضوء يتكون من أمواج كهرومغناطيسية تتكون من مجال كهربي متعامد على مجال مغناطيسي هذان المجالان لهما أطوال موجية وترددات مختلفة ولكن لهما نفس السرعة (3×10^8 m/s) في الفراغ و تختلف هذه السرعة من وسط لأخر



شكل 3. الطيف الكهرومغناطيسي

- ✓ نظرية ماكسويل أعطت وصفا رياضيا للسلوك العام للضوء لأنها تصف بدقة كيف ينتشر الضوء على شكل اشعاع خلال الفضاء ولكنها فشلت في تفسير كثير من صفات الضوء مثل:

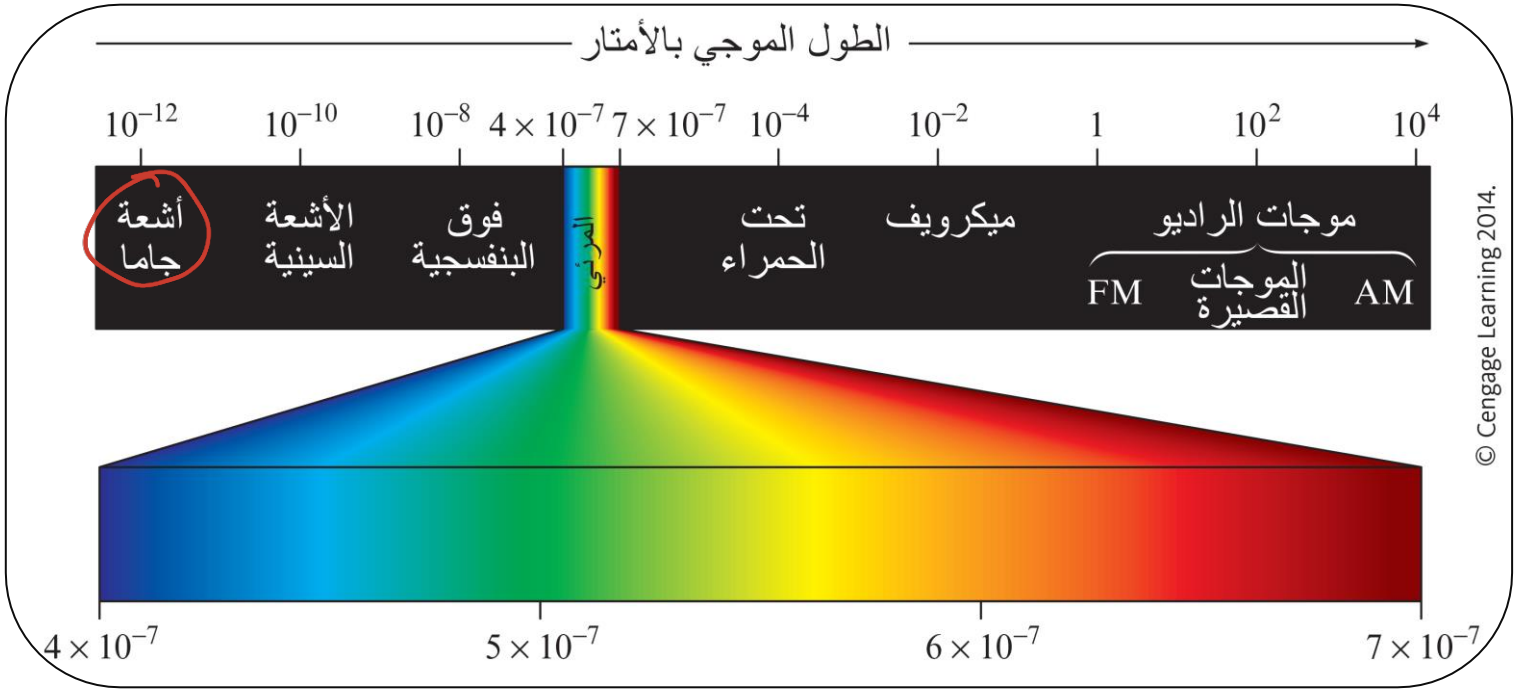
1. لماذا تطلق الاجسام الساخنة ترددات محددة فقط من الضوء عند درجات حرارة معينة؟
2. لماذا تطلق بعض الفلزات الكترونات عندما يسقط عليها ضوء ذو تردد معين؟

الإشعاع الكهرومغناطيسي

الطيف

مدى كامل لجميع الترددات الكهرومغناطيسية و أطوالها الموجية و تسمى طيفا لأنها كثيرة و متنوعة

- كل نوع يمكنه توليد الكثير من الموجات التي تختلف في طولها الموجي فكل تردد يولد موجة مختلفة.



شكل 4. الطيف الكهرومغناطيسي

كلما زادت λ (الطول الموجي) قل التردد ν

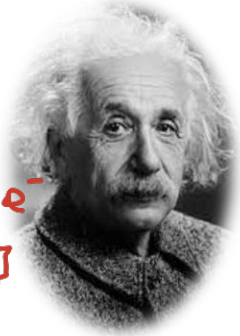
من الشكل السابق نجد أنه كلما زاد تردد الاشعاع الكهرومغناطيسي قل طوله الموجي (علاقة عكسية) والعكس

من الفيزياء الكلاسيكية الى الفيزياء الحديثة

نشأة للفيزياء الحديثة

نشأت الفيزياء الحديثة عام 1900 على يد العالم ماكس بلانك بسبب فشل الفيزياء الكلاسيكية في تفسير بعض الظواهر الفيزيائية وعدم اعترافها بالطبيعة المزدوجة للضوء

ماكس بلانك
مبدأ الكم



البرت اينشتاين
التأثير الكهروضوئي

نيلز بور
مستويات الطاقة

شكل 5. بعض العلماء الذين ساهموا في نشأة الفيزياء الحديثة

الفيزياء الحديثة: فرع من فروع علم الفيزياء يهتم بدراسة الظواهر التي لا ترى بالعين المجردة مثل الاجسام الصغيرة كالذرات و الالكترونات

من الفيزياء الكلاسيكية الى الفيزياء الحديثة

مقارنة بين الفيزياء الكلاسيكية و الفيزياء الحديثة

وجه المقارنة	الفيزياء الكلاسيكية	الفيزياء الحديثة
التسمية	الفيزياء التقليدية Classical physics	فيزياء الكم Quantum physics
تتعامل مع	الظواهر التي ترى بالعين المجردة مثل الاجسام الكبيرة كالنجوم و الكواكب	الظواهر التي لا ترى بالعين المجردة مثل الاجسام الصغيرة كالذرات و الالكترونات
مبنية على	المشاهدة و الملاحظة و الاستنتاج	العقل ثم المنطق ثم الاستنتاج
موضوعاتها	قوانين نيوتن للحركة – علم الحرارة – علم الكهرباء – علم الموجات – علم الموائع	معادلات اينشتاين – هايزنبرج – بور – ماكس بلانك – شرودنجر
الظواهر	فشلت في تفسير بعض الظواهر الفيزيائية اشعاع الجسم الأسود التأثير الكهروضوئي الطيف الذري للهيدروجين تأثير كومبتون	نجحت في تفسير الظواهر التي فشلت الفيزياء الكلاسيكية في تفسيرها بالإضافة الى تفسير ظواهر أخرى الطبيعة المزدوجة للإلكترون مبدا عدم التأكد
نوع الدراسة	الدراسة تجريبية	الدراسة نظرية
النتائج	تأكيدية	احتمالية

ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

ظاهرة الإشعاع: هي ظاهرة امتصاص الأجسام للإشعاع الساقط عليها ثم إعادة إشعاعه هو مرة أخرى

أي جسم ساخن يصدر إشعاع (موجات كهرومغناطيسية)

انواع الأجسام حسب الإشعاع الحراري

شكل 6. انواع الأجسام حسب الإشعاع الحراري

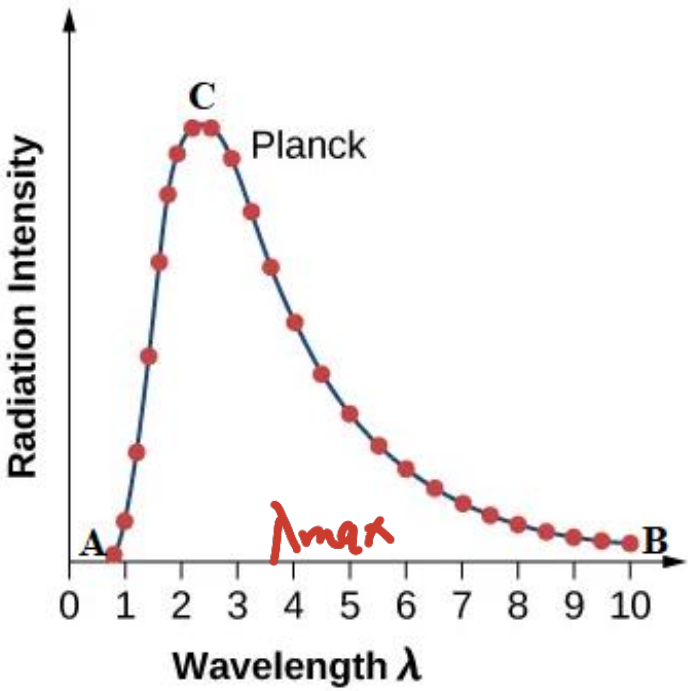
الاجسام المعتمة
وهي التي تصدر نوع واحد من الإشعاع على شكل حرارة
مثل الأرض
الأجسام المتوهجة
وهي التي تصدر نوعين من الأشعة على شكل ضوء وحرارة
مثل الشمس والنجوم والمصباح والفحم المشتعل

ولتفسير لماذا بعض الأجسام متوهج والبعض الاخر معتم يجب أولا فهم منحنى بلانك

ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

منحنى بلانك

منحنى يدرس العلاقة بين الأطوال الموجية التي يشع الجسم الأسود على المحور (X) وشدة الإشعاع على محور (Y) للأجسام المختلفة



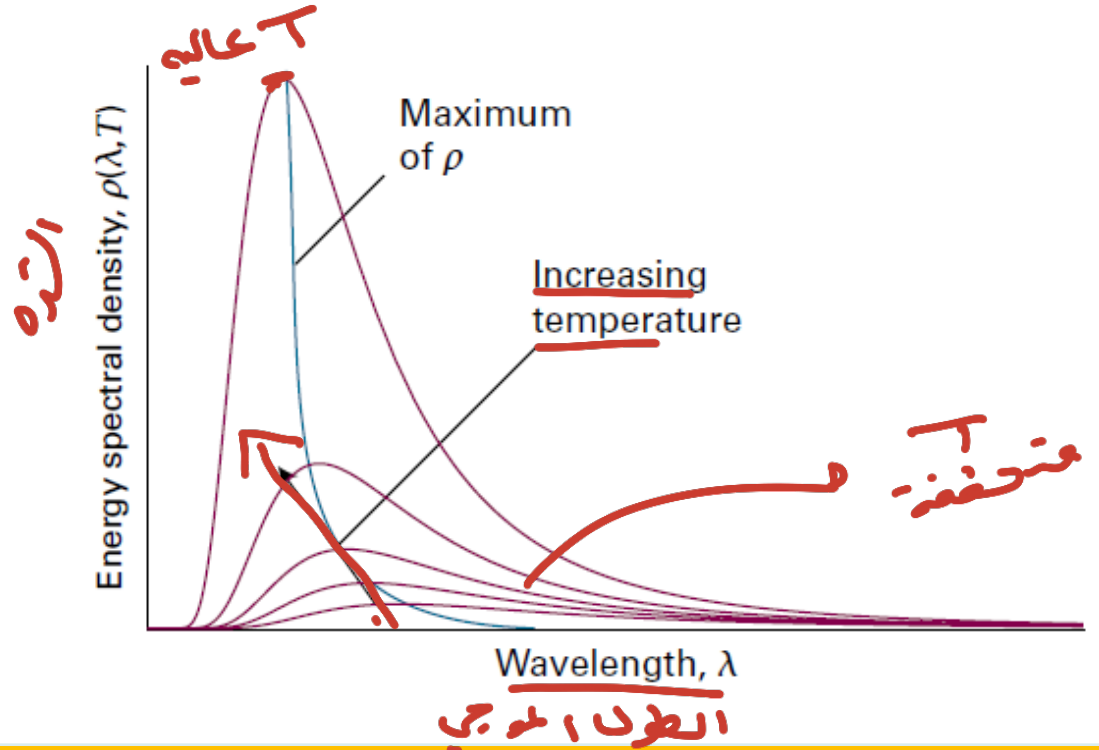
شكل 7. منحنى بلانك

من المنحنى السابق يمكن ملاحظة ما يلي

1. عند الأطوال الموجي المنخفضة النقطة (A) والأطوال الموجي المرتفعة النقطة (B) تقترب شدة الإشعاع من الصفر.
2. عند أعلى شدة امتصاص النقطة (C) على المحور (X) ترتكز شدة في المنتصف حيث تبلغ أعلى قمة امتصاص (λ_{max}).

ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

منحنى بلانك ودرجة الحرارة



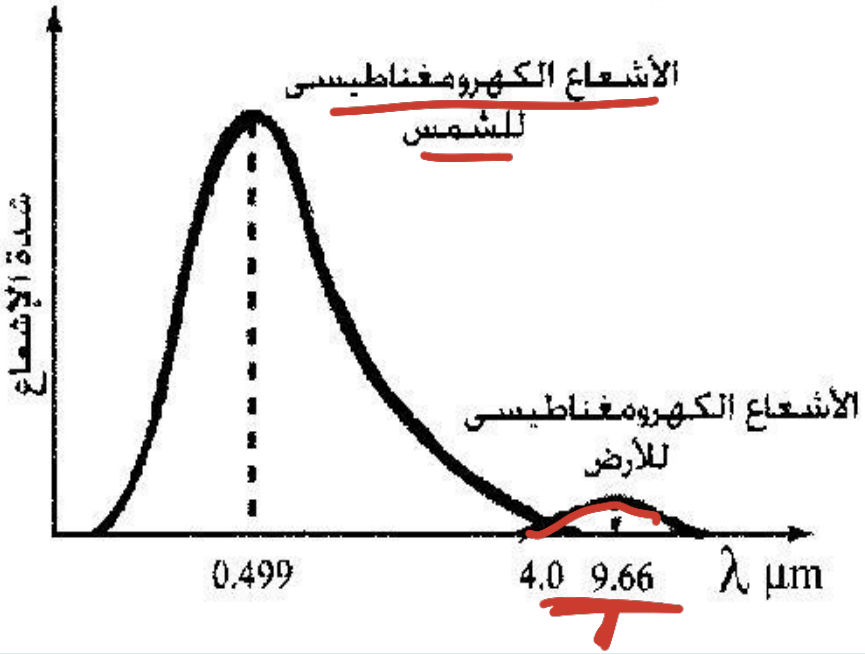
شكل 8. تأثير درجة الحرارة على منحنى بلانك

من المنحنى السابق يمكن ملاحظة انه بزيادة درجة الحرارة

1. تزداد شدة الإشعاع
2. تقل قيمة (λ_{max}) مما يعني أنها تنزاح نحو اليسار

ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

منحنى بلانك ودرجة الحرارة



شكل 9. منحنى بلانك والجسم المعتم والمتوهج

مما سبق يمكن استخدام منحنى بلانك في تفسير هل الجسم متوهج او معتم بالنظر إلى المنحنى كما يلي:

1. الأرض جسم معتم لأن منحنى بلانك يقع بالكامل في منطقة الضوء غير المرئي لذلك فهي جسم معتم يولد حرارة فقط
2. المصباح والشمس أجسام متوهجة لأن جزء من المنحنى يقع في منطقة الضوء المرئي لذلك فهي تشع ضوء والجزء الآخر يقع في منطقة الضوء غير المرئي لذلك فهي تولد حرارة وبالتالي فهي أجسام متوهجة لأنها تشع ضوء وحرارة.

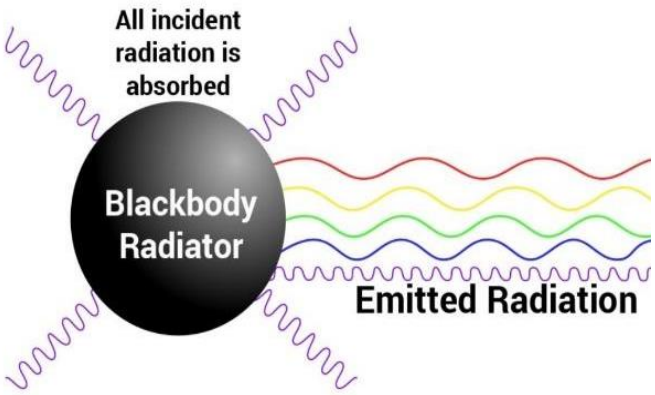
ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

الجسم الأسود

هو جسم تتوفر فيها خاصيتين:

1. ممتص مثالي يمتص جميع الإشعاعات الساقطة عليه بنسبة 100 %
2. باعث مثالي يعكس كل الإشعاعات التي قام بامتصاصها بنسبة 100 %

الجسم الأسود جسم مثالي لا يوجد في الطبيعة



شكل 10. صندوق اشعاع الجسم الاسود

كيف فسر علماء الفيزياء الكلاسيكية ظاهرة اشعاع الجسم الأسود؟

قاموا بوضع مجموعة من القوانين لمحاولة تفسير ظاهرة إشعاع الجسم الأسود والتي يمكن تلخيصها في المحاولات التالية:

1. قانون ستيفان بولتزمان
2. قانون فين
3. قانون رايلي وجينز

قانون ستيفان بولتزمان

يوضح هذا القانون العلاقة بين درجة الحرارة و كثافة الطاقة الإشعاعية

النص	تتناسب كثافة الطاقة الإشعاعية لوحده المساحة بوحدة واط لكل متر مربع تناسب طرديا مع القوة الرابعة لدرجة الحرارة المطلقة بالكلفن	
رياضيا	$P \propto T^4$ $P = \sigma T^4$ ثابت التناسب	P = كثافة الطاقة الإشعاعية لوحده المساحة بوحدة ($Watt/m^2$) σ = ثابت ستيفان بولتزمان (5.67×10^{-8} $Watt/m^2 K^4$) T = درجة الحرارة المطلقة بالكلفن (K)

مثال 3. احسب كثافة الطاقة الإشعاعية للشمس إذا علمت أنه درجة حرارتها 5700 K؟

$$P = (5.67 \times 10^{-8}\ Watts\, m^{-2} K^{-4})(5700K)^4$$
$$= 5.98 \times 10^7\ Watts/m^2$$

$P = \sigma T^4$

$P = 5.67 \times 10^{-8} \times (5700)^4$

$= 5.98 \times 10^7$ watt/m²

قانون فين (الإزاحة)

يوضح هذا القانون العلاقة بين درجة الحرارة والطول الموجي λ_{max}

النص	يتناسب الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة امتصاص إشعاع تناسب عكسية مع درجة الحرارة المطلقة بالكلفن
$\lambda_{max}\ \alpha\ \frac{1}{T}$ $\lambda_{max} = \frac{b}{T}$	λ_{max} = الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة امتصاص إشعاع b = ثابت فين ($b = 2.89 \times 10^{-3}\ m/K$) T = درجة الحرارة المطلقة بالكلفن (K)

مثال 4. إذا كان درجة حرارة الشمس 5700 K ما هو الطول الموجي المصاحب لأعلى شدة امتصاص للإشعاع الشمسي؟

$$\lambda_{max} = \frac{0.0029}{5700} = 5.1 \times 10^{-7}\ m$$

$\lambda_{max} = \frac{b}{T} = \frac{2.89 \times 10^{-3}}{5700} = 5.07 \times 10^{-7}\ m$

تطبيقات قانون فين	$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_{max\ (2)}}{\lambda_{max\ (1)}}$	يستخدم هذا القانون لقياس درجة حرارة الشمس والنجوم حيث انه بمعرفة ثلاثة متغيرات يمكن معرفة المتغير الرابع

قانون رايلي وجينز

هو قانون يدمج قانون ستيفان بولتزمان مع قانون فن للإزاحة بالاستناد على مبدأ التوزيع المتساوية الطاقة ويستخدم لتفسير الانبعاث الطيفى للأشعة الكهرومغناطيسية التي يصدرها الجسم الأسود في نطاق جميع الأطوال الموجية عند درجة حرارة معينة

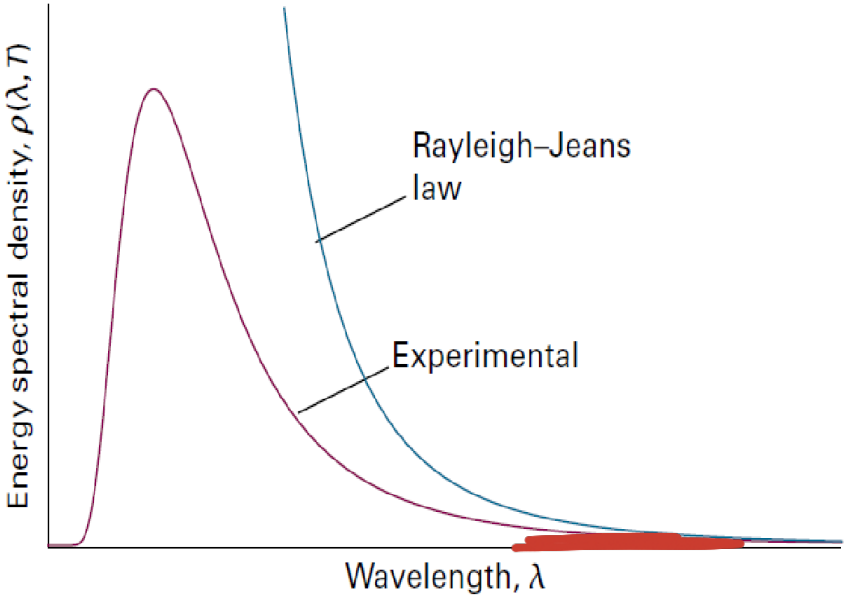
النص

تتناسب شدة الإشعاع بدلالة التردد تتناسبا طرديا مع درجة الحرارة المطلقة بالكلفن ومع مربع التردد

ν^2 T

رياضيا

$$d\rho(\nu, T) = \rho_\nu(T)\, d\nu$$
$$= \frac{8\pi k_B T}{c^3}\nu^2 d\nu$$



شكل 11. تفسير الفيزياء الكلاسيكية لإشعاع الجسم الأسود

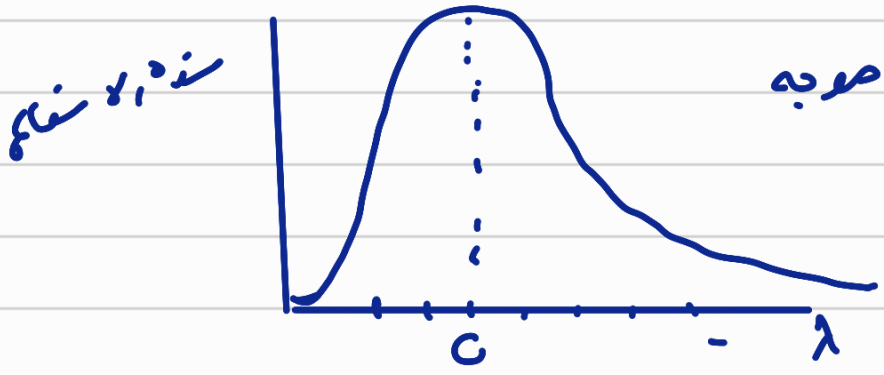
1. عند الأطوال الموجي المنخفضة أي الترددات العالية يتطابق قانون رايلي جينز مع النتائج المعملية لمنحنى بلانك

ولكن

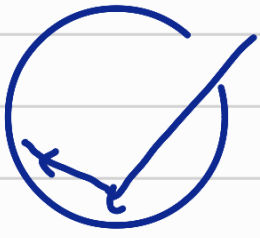
2. عند الأطوال الموجية العالية اي الترددات المنخفضة تقترب شدة الإشعاع من مالانهاية تتطابق

ظاهرة اشعاع الجسم الاسود

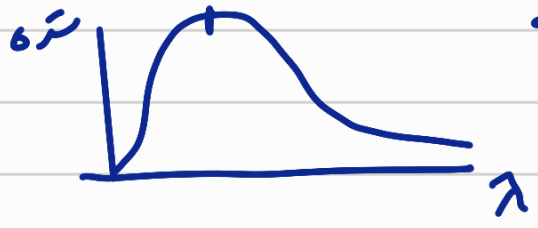
اشعاع حراري



ضول موجة C التي على موجه كيون عند الاشعاع
$C = \lambda_{max}$



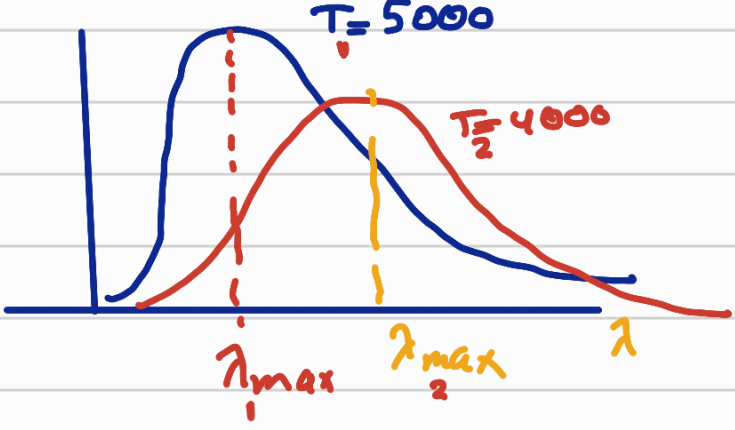
الجسم الاسود : جسم صتابي عندة جميع الطاقة الساقطة عليه وعندما يسخن يبعث كل صنوف الطاقة



كيف فسر علماء الكلاسيكية اشعاع الجسم الاسود ← فشل نظريتين

* قانون فين

يدرس العلاقة بين اعلى صنوف الطول الموجي



كلما زادت درجة الحرارة انزاحت λ_{max} نحو اليسار

معادله فينا

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

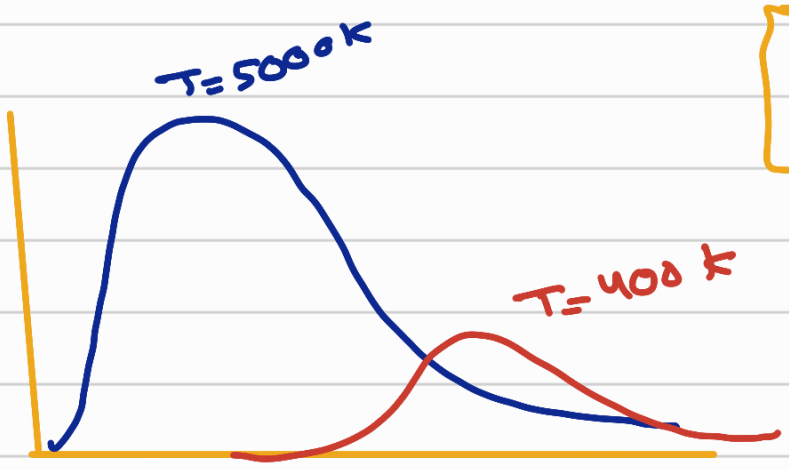
T = كلفن

m = λ

2.89×10^{-3} m/K = b

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_{max2}}{\lambda_{max1}}$$

قانون ستيفان بولتزمان



كثافة الطاقة الاشعاعية (P) = المساحة تحت المنحنى

T^4 تتناسب كثافة الطاقة مع مقدار القوة الرابعة لدرجة الحرارة

$$P = \sigma T^4$$

P :- كثافة الطاقة الاشعاعية Watt/m²

σ :- ثابت ستيفان بولتزمان 5.67×10^{-8} Watt m⁻² K⁻⁴

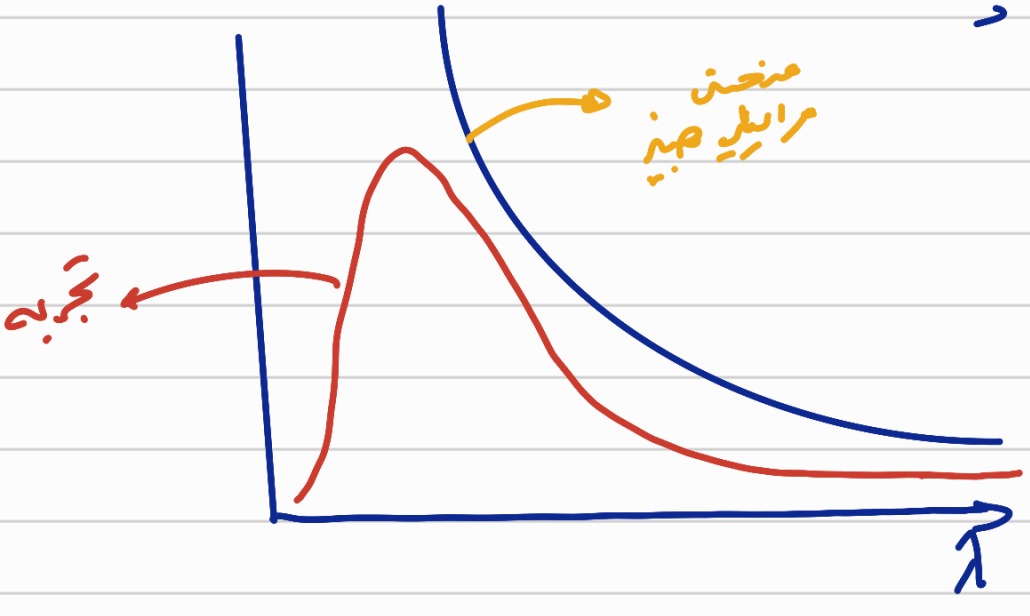
T :- درجة الحرارة بالكلفن

قانون رايلي جينز

يرجع قانون هنن وقانون ستيفان بولتزمان

$$dP = \frac{8\pi k_B T \nu^2}{c^3} d\nu$$

يتناسب شدة الاشعاع مع طردي مع مربع التردد



كلما زاد الطول الموجي قل التردد فكلما الاشعاعيه حسب قانون رايلي جنز

فشل قانون رايلي جينز (اعتمدي الفيزياء الكلاسيكيه)

في تفسير الاشعاع الحراري

من خلال الرسم نجد انه عند الاطوال الموجيه العاليه (تردد منخفض) يتفق قانون رايلي جينز مع النتائج التجريبيه
عند الاقتراب من الاطوال المنخفضه (الترددات العاليه) فان النتائج كارثيه

فشلت الفيزياء الكلاسيكيه في تفسير اشعاع الجسم الاسود

* تفسير بلانك لانبعاث الجسم الأسود

- الانبعاث هو كمات (فوتون)
- طاقة الانبعاث تعتمد على عدد الفوتونات
- كل فوتون (كمة) له صفة وحيدة هي الطاقة تعتمد على التردد

$$E = h\nu$$

ν ← تردد

h ← ثابت بلانك 6.626×10^{-34} J.s

E ← طاقة الفوتون

$$E = h\frac{c}{\lambda}$$

c ← سرعة الضوء

λ ← طول الموجة

- الطاقة مكممة (هي مضاعفات طاقة الفوتون)

$h\nu$ و $2h\nu$, $3h\nu$ ...

خلاصة تفسير علماء الفيزياء الكلاسيكية الإشعاع الجسم الأسود

علماء الفيزياء الكلاسيكية قالوا إن الإشعاع عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تزداد شدتها بزيادة التردد إلى مالا نهاية بينما قال علماء الفيزياء الحديثة بأنه شدة الإشعاع عند الترددات العالية تقترب من الصفر وهذا يعني أن هناك خلاف بين علماء الفيزياء الكلاسيكية وعلماء الفيزياء الحديثة في تفسير ظاهرة إشعاع الجسم الأسود وتم حل الخلاف بينهم بواسطة العالم ماكس بلانك عام 1947 ميلادي.

فروض ماكس بلانك فى تفسير ظاهرة إشعاع الجسم الأسود:

1. يتألف الإشعاع الكهرومغناطيسي من ملايين من الوحدات الصغيرة من الطاقة التي تسما (كم – كونتم – فوتون).
2. تتناسب شدة الإشعاع تناسب طرديا مع عدد الفوتو نات فكلما زاد عدد الفوتو نات زادت شدة الاشعاع
3. تصدر الفوتونات بسبب تذبذب الذرات عند عودتها من مستويات الطاقة العليا إلى مستويات الطاقة السفلى والذرة المستقرة لا يصدر عنها فوتو نات
4. تسمى الطاقة الناتجة بطاقة الكم أو طاقة الفوتون والتي يمكن تعريفها بأنها أقل كمية من الطاقة يمكن أن تكتسبها الذرة أو تشعها على هيئة أمواج كهرومغناطيسية
5. طاقة الكم طاقة مكمأة بمعنى أنها محددة بقيم ثابته hv ومضاعفاتها ولابد أن تكون هذه المضاعفات أعداد صحيحة
6. تتناسب طاقة الكم تناسب طرديا مع تردد الفوتون وتناسب عكسي مع طوله الموجي.

الخاتمة

الضوء عبارة عن سيل من الفوتونات لها كتلة محددة وتبعث طاقة بكميات مكماة

يعتبر مبدأ ماكس بلانك النقطة الأولى في نشأة الفيزياء الحديثة

تجارب ماكس بلانك ومبدأ الكم

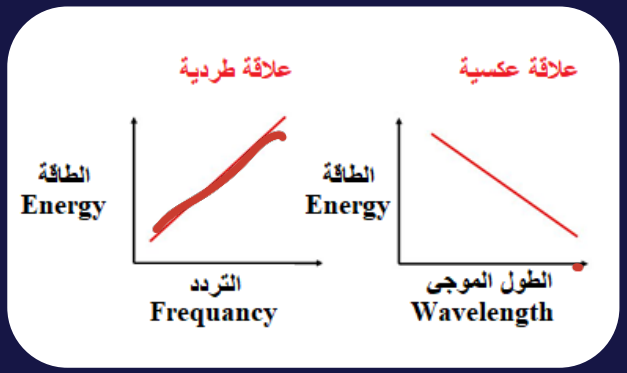
التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
قام بتسخين قطعة من الحديد	ان الأجسام الساخنة تشع ضوء عند تسخينها	مبدأ الكم

مبدأ الكم: يمكن للمادة أن تمتص أو تبعث طاقة بكميات محددة تسمى الكم (Quantum)

الكم أقل كمية من الطاقة يمكن أن تكتسبها الذرة أو تبعثها على شكل أطوال كهرومغناطيسية

اقترح بلانك أن الطاقة المنبعثة من الأجسام الساخنة مكماة بمعنى أنها محددة بقيمة معينة هي ($h\upsilon$) أو مضاعفاتها و لا بد أن تكون هذه المضاعفات أعداد صحيحة ($h\upsilon, 2h\upsilon, 3h\upsilon, 4h\upsilon, \ldots..$)

طاقة الكم	حيث أن
حاصل ضرب ثابت بلانك في تردد الضو حاصل ضرب ثابت بلانك في سرعة الض مقسوم على الطول الموجي $E = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda}$	λ = الطول الموجي بوحدة المتر (m) E = طاقة الكم بوحدة الجول (J) υ = التردد بوحدة الهيرتز (1/s) h= ثابت بلانك = 6.0626×10^{-34} J c = سرعة الضوء = 3×10^{8} m/s



شكل 12. العلاقة بين الطاقة والتردد و الطول الموجي

$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

مسائل حسابية

مثال 5

احسب الطاقة بوحدة الجول لفوتون طوله الموجي 5 x 10^4 nm في منطقة الاشعة تحت الحمراء؟

$$E = h\frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})}{(5.00 \times 10^{4}\ \text{nm})\dfrac{1 \times 10^{-9}\ \text{m}}{1\ \text{nm}}}$$

$$= 3.98 \times 10^{-21}\ \text{J}$$

$5 \times 10^{4} \times 10^{-9}$

$= 3978 \times 10^{-24}$ J

$\lambda = 5 \times 10^{4}$ $\quad E = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{5 \times 10^{4} \times 10^{-9}}$$

مثال 6

احسب الطاقة بوحدة الجول لفوتون طوله الموجي 5 x 10^{-2} nm في منطقة أشعة اكس؟

$$E = h\frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})}{(5.00 \times 1\,10^{-2}\ \text{nm})\dfrac{1 \times 10^{-9}\ \text{m}}{1\ \text{nm}}}$$

$$= 3.98 \times 10^{-15}\ \text{J}.$$

$$E = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{5 \times 10^{-2} \times 10^{-9}}$$

$E = h\nu$

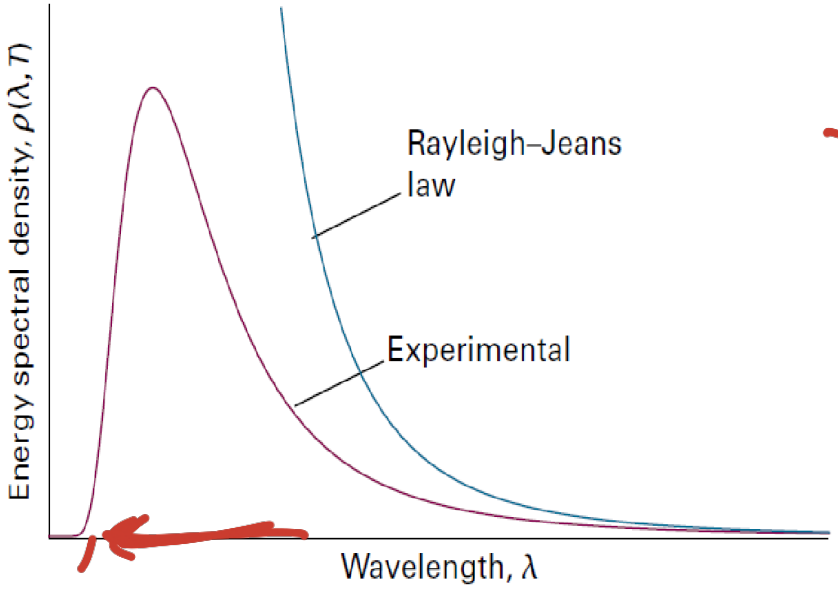
بعد ذلك فسر العالم ماكس بلانك للمحنى كما يلي:

قال بفرض ثبوت الطاقة الكلية يكون العلاقة بين طاقة الفوتو نات وعددها علاقة عكسية كما في المعادلة

$$E = nh\nu$$

عدد صحيح

لذلك عند الترددات العالية جدا تزداد طاقة الفوتو نات ولكن نظرا لي ثبوت الطاقة الكلية للأشعة يقل عدد الفترات لذلك تقل شدة الإشعاع عند الترددات العالية



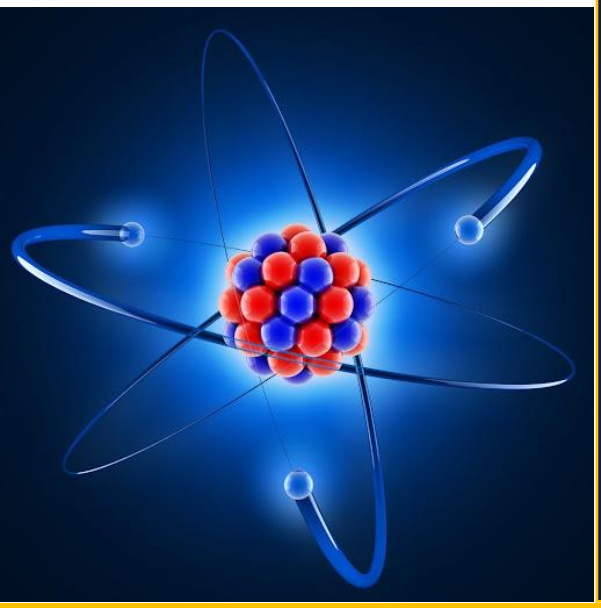
شكل 13. تفسير الفيزياء الحديثة لإشعاع الجسم الأسود

خلاصة تجارب ماكس بلانك

1. الضوء عبارة عن سيل من الفوتونات لها كتلة محددة و تبعث طاقة بكميات مكمأة وهذا ما يسمى بمبدأ الكم الذي يعتبر النقطة الأولى في نشأت الفيزياء الحديثة أو فيزياء الكم.
2. مبدأ الكم يمكن للمادة أن تشع أو تمتص الطاقة بكميات محددة تسما الكم أو الكونتم.
3. الكم هو أقل كمية من الطاقة يمكن أن تكتسبها الذرة او تفقدها على هيئة امواج الكهرومغناطيسية.
4. طاقة الكم ومكمأة ومنفصلة، وليست متصلة.

الخاتمة

1. بالرغم من نجاح النماذج القديمة لوصف التركيب الذري الا أنها لم توضيح ترتيب الإلكترونات في الفراغ حول النواة ولم تفسير التشابه والاختلاف في السلوك الكيميائي للعناصر المختلفة.
2. وصفت النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل الضوء بأنه يتكون من أمواج كهرومغناطيسية تتكون من مجال كهربي متعامد على مجال مغناطيسي هذان المجالان لهما اطوال موجية وترددات مختلفة ولكن لهما نفس السرعة في الفراغ و تختلف هذه السرعة من وسط لأخر.
3. نشأت الفيزياء الحديثة على يد العالم ماكس بلانك بسبب فشل الفيزياء الكلاسيكية في تفسير بعض الظواهر الفيزيائية و عدم اعترافها بالطبيعة المزدوجة للضوء
4. تتمثل الطبيعة المادية للضوء بأنه عبارة عن سيل من الفوتونات تحمل كما من الطاقة تسمى بطاقة الفوتون.
5. يعتبر مبدأ ماكس بلانك النقطة الأولى في نشأة الفيزياء الحديثة.
6. علماء الفيزياء الكلاسيكية قالوا إن الإشعاع عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تزداد شدتها بزيادة التردد إلى مالا نهاية بينما قال علماء الفيزياء الحديثة بأنه شدة الإشعاع عند الترددات العالية تقترب من الصفر
7. طاقة الكم مكمأة وليست متصلة.



Thank you
for Listening!

الأسئلة