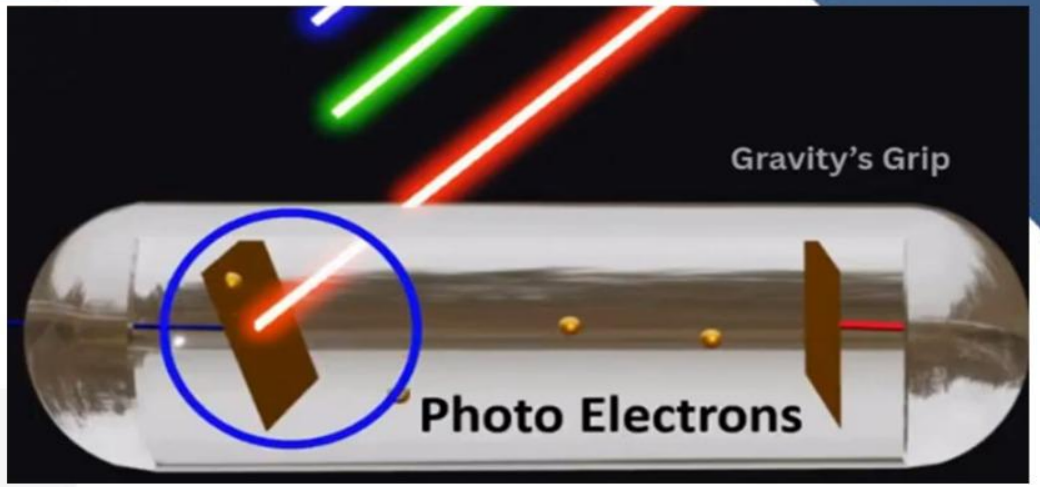
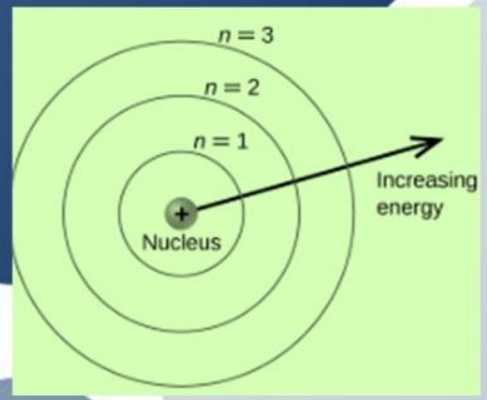
-12Advance -physics-2026
الفيزياء للثاني عشر متقدم -2026-27

PHYSICS MADE EASY

Ch 2 QUANTUM THEORY AND THE ATOM





أ. كمال الكركي
T. Kamal Alkaraki

أسم الطالب:

0508193273



Kamal al karaki

Kamal al karaki

Kamal al karaki

Lesson 1: A PARTICLE MODEL OF WAVES النموذج الجسيمي للأمواج

Maxwell's electromagnetic wave theory: Electromagnetic radiation behaves like **a wave**, explaining interference, diffraction, and polarization. However, it could not explain blackbody radiation or electron emission from metals exposed to ultraviolet light

نظرية ماكسويل للموجات الكهرومغناطيسية: يتصرف الإشعاع الكهرومغناطيسي **كموجة**، مما يفسر **التداخل والانعراج والاستقطاب**. ومع ذلك، فإنه لا يستطيع تفسير إشعاع الجسم الأسود أو انبعاث الإلكترونات من المعادن المعرضة للأشعة فوق البنفسجية.

As the potential difference across the lightbulb increases, the filament's temperature increases.

مع ازدياد فرق الجهد عبر المصباح الكهربائي، ترتفع درجة حرارة فتيل المصباح.

The color changes from deep red to orange to Yellow and finally to white

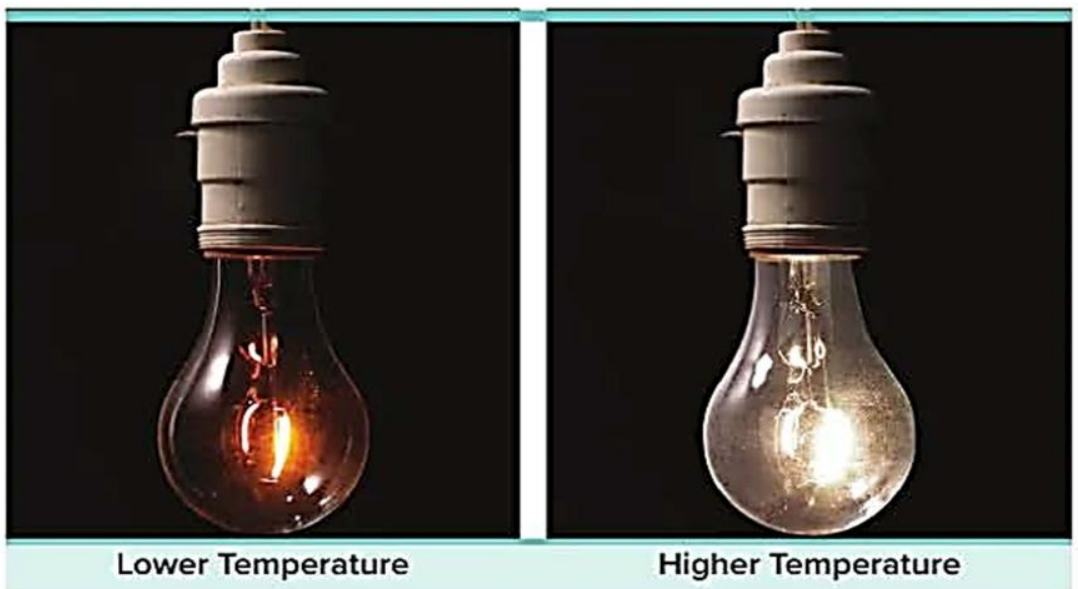
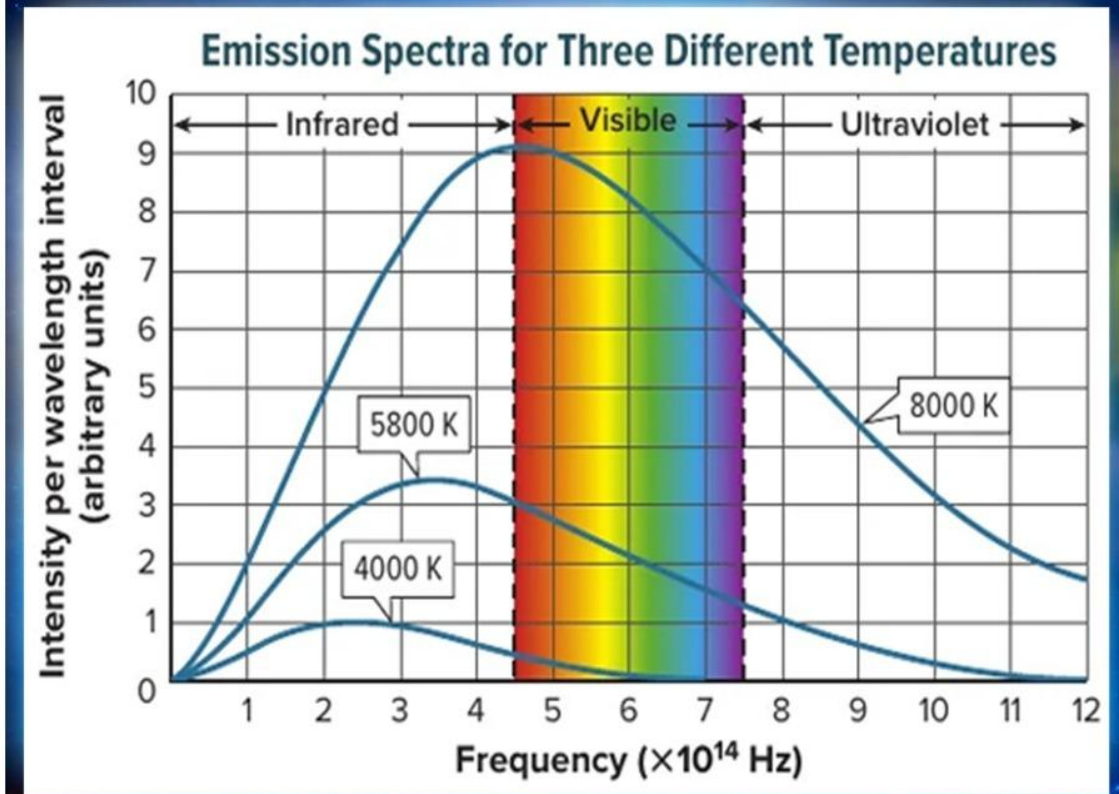


Figure 1 The color of the glow of the lightbulb depends on the temperature of the filament.

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

BLACKBODY RADIATION

TEMPERATURE CHANGES THE SPECTRUM



Higher temperature → higher peak frequency

Hotter objects emit more total energy

Peak shifts toward higher-frequency colors



$$P \propto T^4$$

Total power increases with temperature

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q1	An incandescent metal filament's temperature increases from 4000 K to 8000 K. What occurs to its peak emission frequency and radiated power?	ترتفع درجة حرارة فتيل معدني متوهج من 4000 كلفن إلى 8000 كلفن. فماذا يحدث لتردد ذروة الانبعاث وللقدرة المُشعَّة؟
A.	Power increases 2 times, peak frequency decreases	
B.	Power increases 4 times, peak frequency remains constant	
C.	Power increases 16 times, peak frequency shifts higher	
D.	Power increases 16 times, peak frequency shifts lower	

Kamal al karaki
Kamal al karaki

Which of the following colors radiates the highest intensity of radiation? أي من الالوان التالية يشع شدة اشعاع اعلى

A. Violet B. Yellow C. green D. white

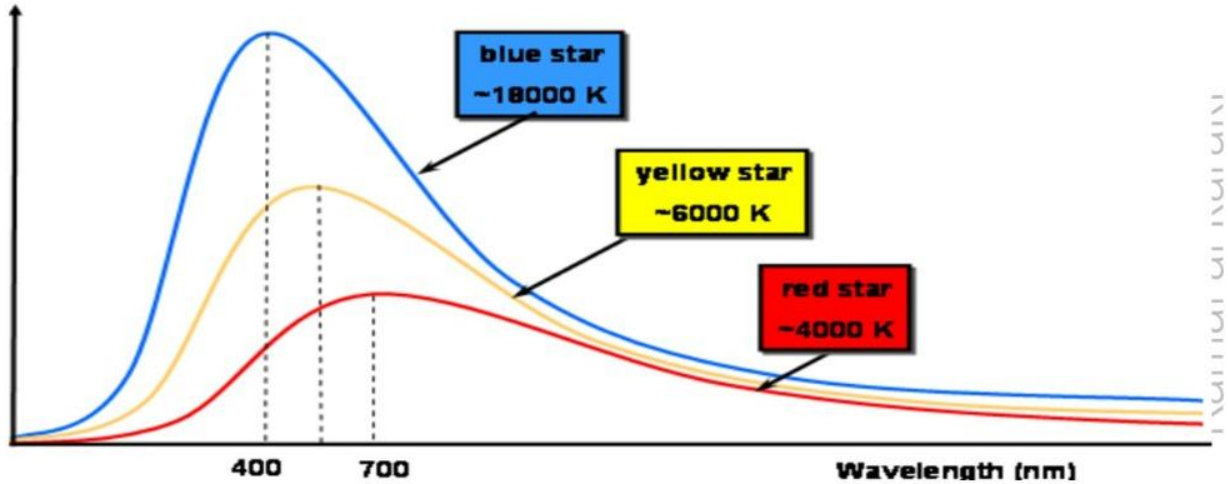
Q- In the beside figure explain why blue star have the highest intensity of radiation?

في الشكل المجاور اشرح لماذا النجم الأزرق لديه أعلى شدة إشعاع؟

.....

What does the area under the curve represent for .

ماذا تمثل المساحة تحت المنحنى .....



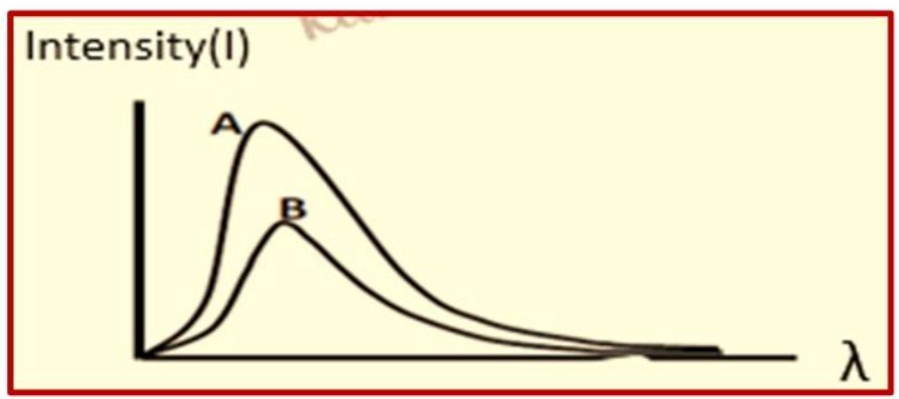
Q)The graph shows the intensity of thermal radiation emitted from ablack

A)Which point have highest energy (A or B)

B) Which point have highest temperature (A or B)

1- الطاقة الكلية للمنحنى A أكبر من الطاقة الكلية للمنحنى B

2- درجة الحرارة للمنحنى A أكبر درجة الحرارة للمنحنى B



Kamal al karaki

EXPLAINING EMISSION SPECTRA

CLASSICAL PREDICTION

- Classical wave theory predicted **continuous** radiation at all frequencies.

EXPERIMENTAL EVIDENCE

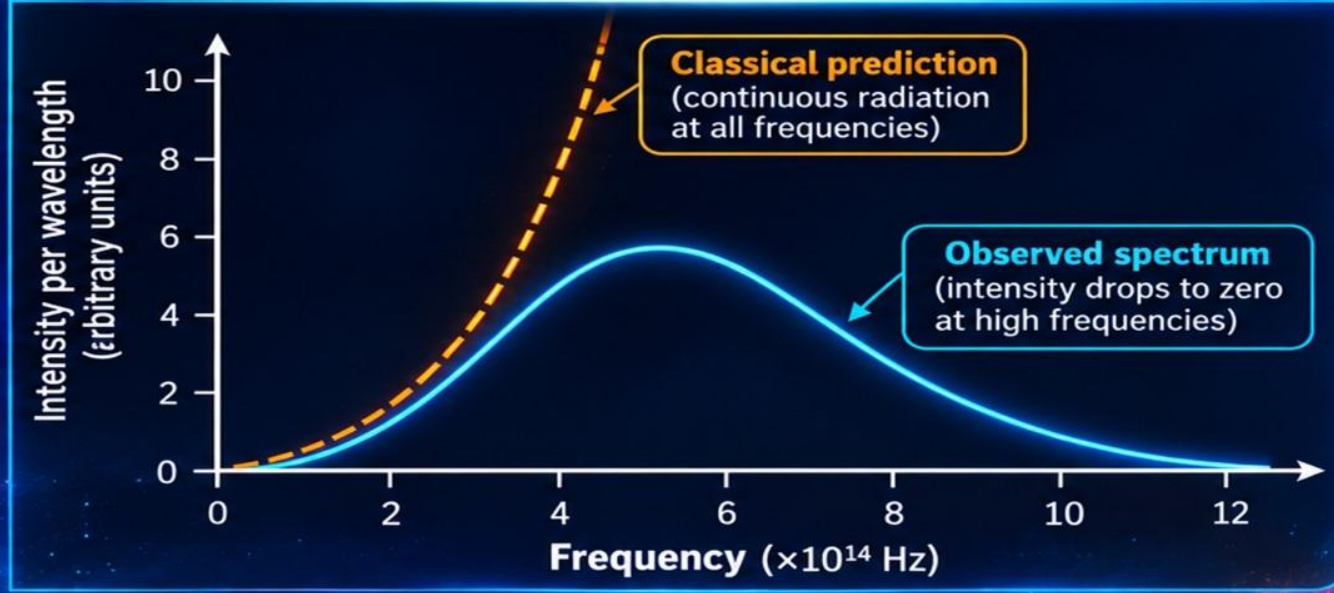
- Observed intensity **drops to zero** at high frequencies.
- Classical predictions **do not match** observations.

ENERGY IS QUANTIZED

$$E = n h f$$

- E = energy (J)
- n = integer (0, 1, 2, 3, ...)
- h = Planck's constant (6.63×10^{-34} J · s)
- f = frequency (Hz)

PREDICTED vs OBSERVED SPECTRA



Atoms emit or absorb energy in discrete packets.

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q)Suppose a photon has frequency 5.0×10^{14} Hz. Using $h = 6.63\times10^{-34}$ $(J \cdot s)$ what is possible value for energy of that photon (in joules)

A. 3.0×10^{-19} J

B. 6.5×10^{14} J

C. 3.32×10^{-19} J

D. 12.0×10^{-19} J

Kamal al karaki

Kamal al karaki

MOE	Why did classical wave theory fail to explain blackbody radiation curves at short wavelengths?	لماذا فشلت النظرية الموجية الكلاسيكية في تفسير منحنيات إشعاع الجسم الأسود عند الأطوال الموجية القصيرة؟	
A.	It assumed speed of light varies with temperature		
B.	It assumed energy was radiated in discrete quanta		
C.	It predicted that radiated intensity approaches infinity as wavelength approaches zero		
D.	It ignored the conservation of electric charge		

Kamal al karaki

Kamal al karaki

Q3	Which energy value is NOT allowed for an atom described by $E = nhf$?	أي قيمة للطاقة غير مسموح بها لذرة توصف بالعلاقة $E = nhf$	
A.	**3**hf		
B.	**4**hf		
C.	**2**hf		
D.	**1.5**hf		

BLACKBODY RADIATION

REVIEW QUESTIONS

Q The graph shows the intensity of thermal radiation emitted from a black body at different frequencies of the electromagnetic spectrum.

يوضح الرسم البياني شدة الإشعاع الحراري المنبعث من الجسم الأسود عند ترددات مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي.

A What is the peak wave length that has the highest radiation?

(أحسب القيمة العظمى لطول الموجة التي لها أعلى إشعاع)

.....

.....

.....

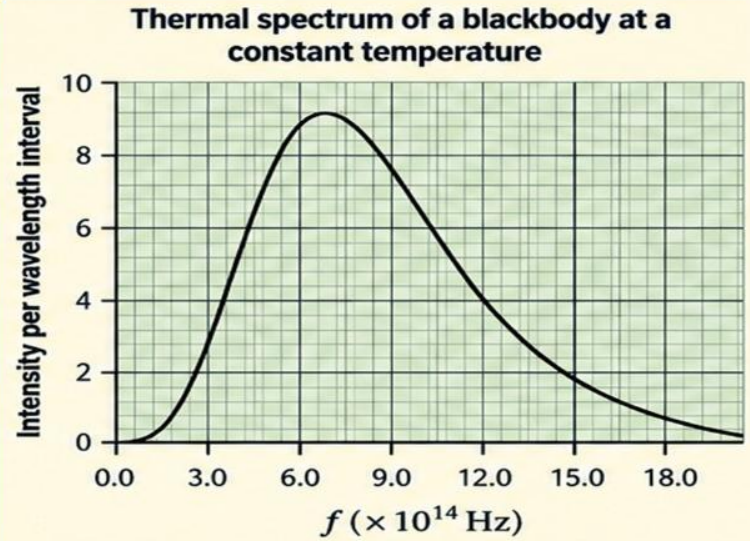
B Which parts of the curve did the electromagnetic wave theory fail to explain? Determine the range of frequencies shown in the figure.

أي أجزاء المنحنى لم تفسرها نظرية الموجات الكهرومغناطيسية؟ حدّد نطاق الترددات الموضح في الشكل.

.....

.....

.....



C Write two changes that occur to the curve if the temperature of the black body decreases.

اكتب تغييرين يحدثان للمنحنى إذا انخفضت درجة حرارة الجسم الأسود.

.....

.....

.....

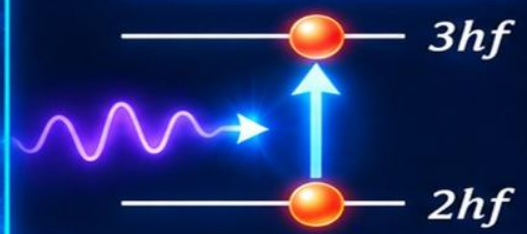
Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

BLACKBODY RADIATION & QUANTUM THEORY

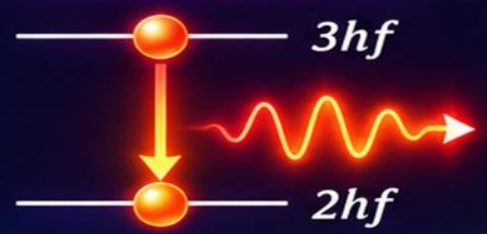
PLANCK'S IDEA

Atoms **emit or absorb** radiation only when their **energy changes** between **allowed levels**.

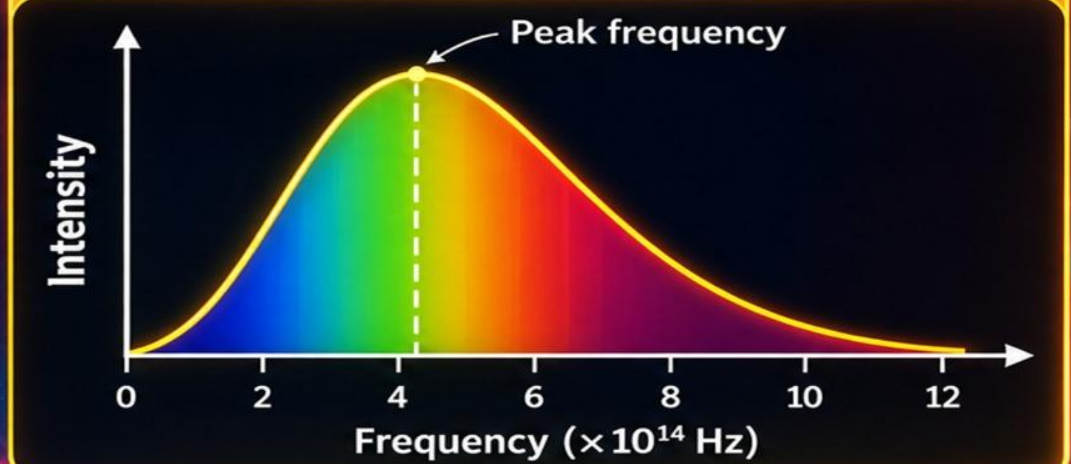
Absorption

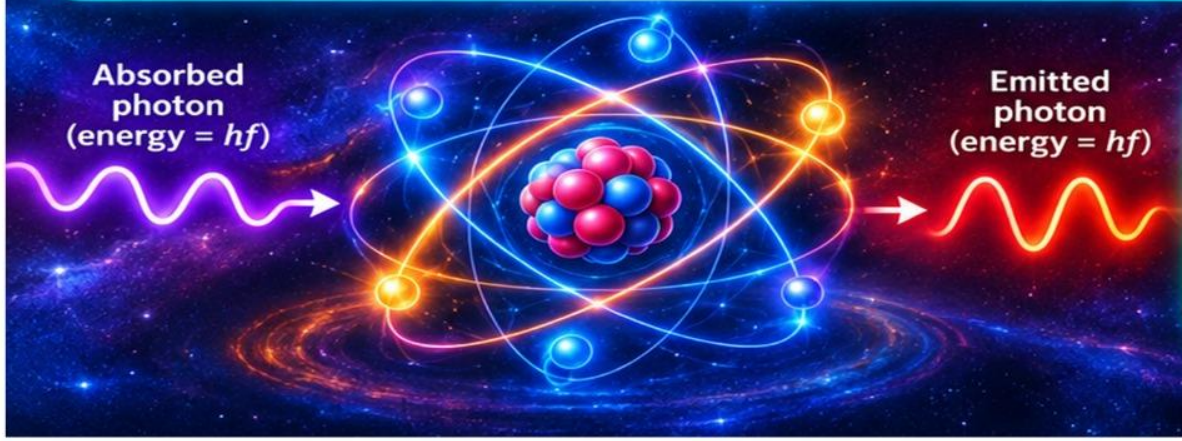


Emission



Thermal Radiation Spectrum





When temperature decreases:

1. Peak frequency decreases.
2. Total emitted intensity decreases.



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

THE PHOTOELECTRIC EFFECT
التأثير الكهروضوئي

The photoelectric effect: The emission of electrons when electromagnetic radiation strikes an object.

التأثير الكهروضوئي:
انبعاث الإلكترونات عندما يسقط الإشعاع الكهرومغناطيسي على جسم.

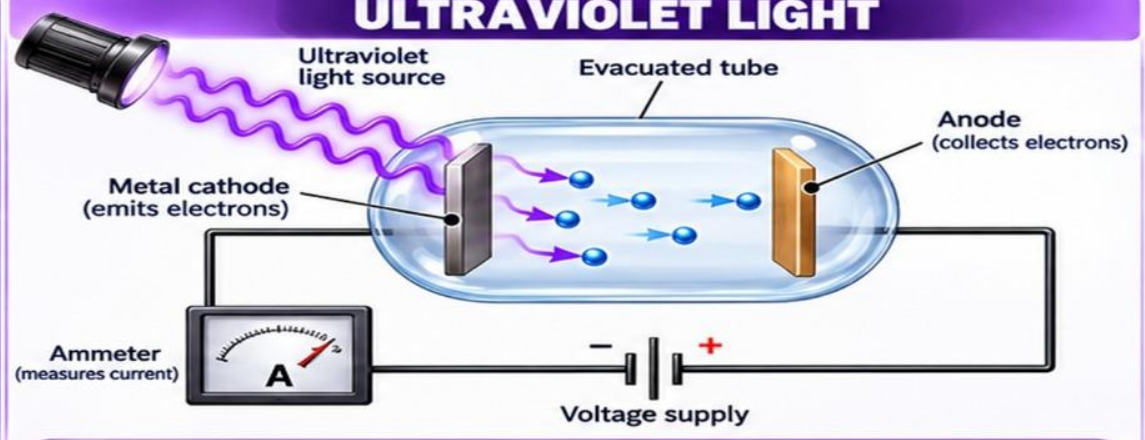
PHOTOCELL DESIGN

An evacuated tube contains a metal cathode and an anode. A voltage across the plates collects photoelectrons and produces a measurable current.

تصميم الخلية الكهروضوئية

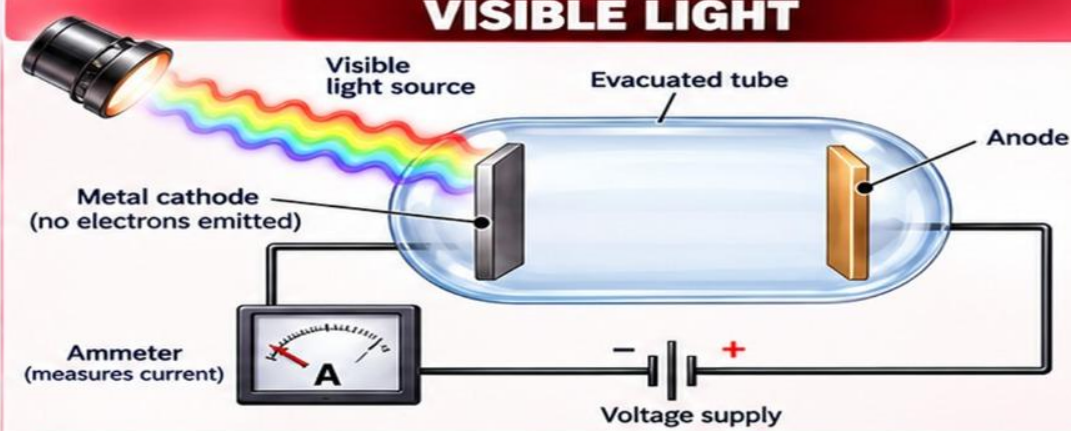
أنبوب مفرغ يحتوي على مهبط معدني ومصعد سلكي.
يعمل فرق الجهد بين القطبين على تجميع الإلكترونات الضوئية وقياس التيار الكهربائي.

ULTRAVIOLET LIGHT



Enough photon energy → electrons emitted → current flows.

VISIBLE LIGHT



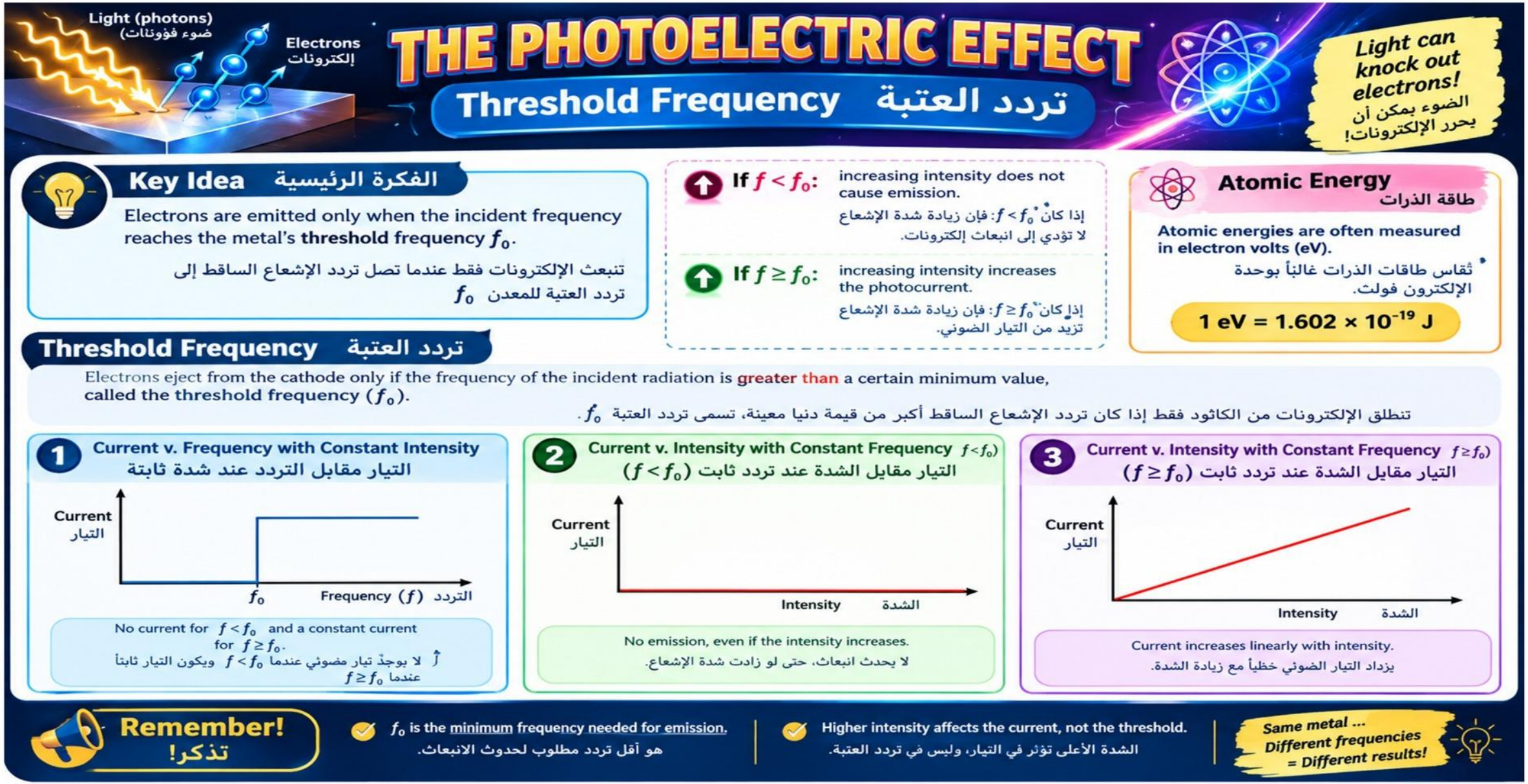
Photon energy below threshold → no photoelectrons → no current.

QUESTION

Compare the wavelengths of ultraviolet and visible light.
What does this tell you about their relative photon energies?

قارن بين أطوال موجات الضوء فوق البنفسجي والضوء المرئي. ماذا يخبرك ذلك عن الطاقات النسبية لفوتوناتهما؟

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q4	If threshold frequency ($f_o = 5.0\times10^{14}$ Hz) for cathode .which incident radiation frequency can eject electrons and start to move	إذا كان تردد العتبة ($f_o = 5.0\times10^{14}$ Hz) للكاثود، فأي تردد إشعاعي ساقط يمكنه تحرير الإلكترونات ليبدأ الحركة من سطح الكاثود	
A.	5.0×10^{14} Hz		
B.	4.9×10^{14} Hz		
C.	5.6×10^{14} Hz		
D.	2.3×10^{14} Hz		

Q5	What is the photoelectric effect?	ما هي الظاهرة الكهروضوئية؟	
A.	Bending of light		
B.	Reflection of light		
C.	Production of neutrons		
D.	Emission of electrons when suitable radiation strikes a material		

Q6	Why can ultraviolet light eject electrons from zinc while visible light may not?	لماذا يمكن للضوء فوق البنفسجي انتزاع إلكترونات من الزنك، في حين قد لا يتمكن الضوء المرئي من ذلك؟	
A.	UV photons have higher frequency and energy		
B.	UV is always more intense		
C.	Visible light travels slower		
D.	UV photons have charge		

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q7	If the incident frequency is below the threshold frequency, increasing intensity will:	إذا كان تردد الموجة الساقطة أقل من تردد العتبة، فإن زيادة الشدة ستؤدي إلى:	
A.	Not cause photoelectron emission		
B.	Eventually eject electrons		
C.	Decrease the work function		
D.	Increase maximum kinetic energy		

Kamal al karaki

A solar panel consists of a grid of solar cells made of semiconducting material Photons from the sun that have a certain threshold frequency can cause electrons to break free from atoms of the semiconducting materials

Real-World Physics



تتكون اللوحة الشمسية من شبكة من الخلايا الشمسية المصنوعة من مادة شبه موصلة. يمكن للفوتونات الشمسية التي لها تردد عتبة معين أن تتسبب في انفصال الإلكترونات عن ذرات المواد شبه الموصلة

Energy of a Photon $E = hf$

E : The energy of a photon(J)

f : frequency of the photon (HZ)

h : Planck's constant(h=$6.63x10^{-34}$J/ Hz)

1 ev $= 1.602\ x10^{-19}$ **J**

The energy of a photon is equal to the constant 1240 eV·nm divided by the wavelength (nm) of the photon

.

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240\ \text{eV·nm}}{\lambda}$$

Kamal al karaki

0508193273

Q8	Which wave length is the highest energy	أي من الاطوال الموجية هي الأكبر طاقة	
A.	4.0 eV		
B.	320 nm		
C.	811 nm		
D.	2.1 ev		

Q9	The diagram in **Figure 6** shows the visible light spectrum. What is the color have lowest energy?	يوضح الرسم التخطيطي في الشكل 6 طيف الضوء المرئي. ما هو اللون الذي يمتلك أقل طاقة؟	
A.	Red		
B.	Green		
C.	Yellow		
D.	Violet		

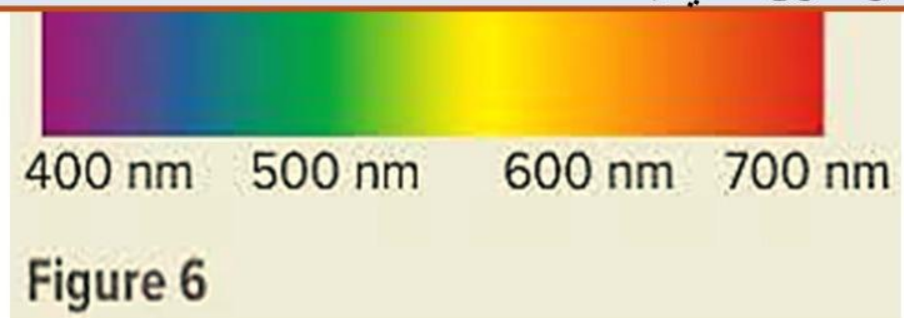
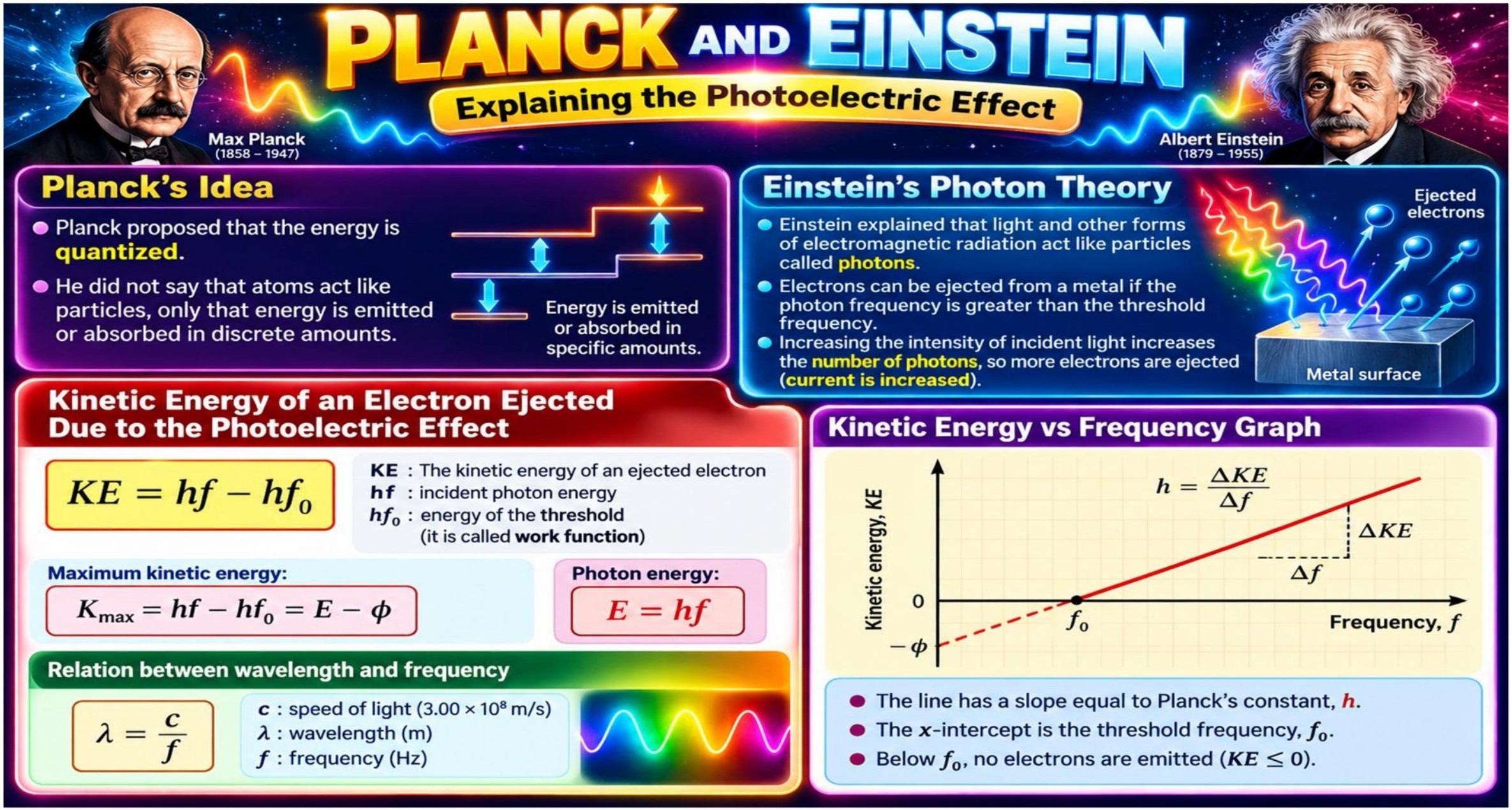


Figure 6

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

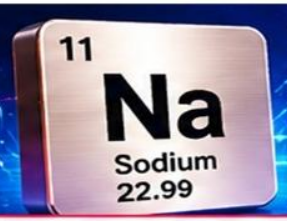


Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q10	An electron has an energy of 2.3 eV. What is the energy of the electron in joules?	طاقة الإلكترون 2.3 eV. ما هي طاقة الإلكترون بالجول؟	
A.	2.4×10^{-19}J		
B.	3.7×10^{-19} J		
C.	2.3×10^{-19}J		
D.	1.4×10^{-19} J		

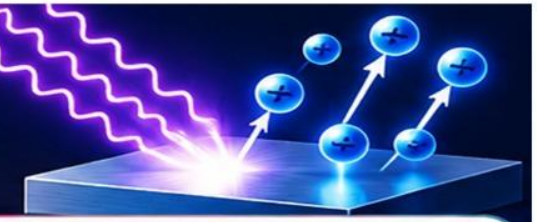
Q11	The threshold wavelength of zinc is 310 nm. Find the threshold frequency, in Hz, and the work function, in eV, of zinc.	طول موجة العتبة للزنك هو 310 nm. أوجد تردد العتبة (بالهرتز)، ودالة الشغل (بالإلكترون فولت) للزنك	س2
A.	f_o = 9.7 $X10^{14}$ HZ	**h f_o =31.0 eV**	
B.	f_o = 9.7 $X10^{14}$ HZ	**h f_o =4.0 eV**	
C.	f_o =3.1 $X10^{14}$ HZ	**h f_o =4.0 eV**	
D.	f_o = 9.7 $X10^{14}$ HZ	**h f_o =6.3 eV**	

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki



PHOTOELECTRIC EFFECT

PRACTICE PROBLEMS
مسائل تدريبية على التأثير الكهروضوئي



1 **A particular photocell uses a sodium cathode. Sodium has a threshold wavelength of 526 nm.**
a. Find the work function of sodium in eV.

تستخدم خلية ضوئية معينة كاثود الصوديوم. بيلغ طول موجة العتبة للصوديوم. 526 nm.
أ. أوجد دالة الشغل للصوديوم بوحدة إلكترون فولت.

Given /:المعطيات
Threshold wavelength
$\lambda_0 = 526$ nm

Find /: أوجد
Work function ϕ (eV)

Solution /.الحل
.....
.....
.....
.....

2 **If ultraviolet radiation with a wavelength of 348 nm falls on sodium, will the cathode discharge electrons? If so, what is the maximum energy of the ejected electrons in eV?**

إذا سقط إشعاع فوق بنفسجي بطول موجي 348 nm على الصوديوم، فهل يخرج الكاثود الإلكترونات؟ إذا كان الأمر كذلك، فما هي أقصى طاقة للإلكترونات المنبعثة بوحدة إلكترون فولت؟

Given /:المعطيات
$\lambda_0 = 526$ nm
$\lambda = 348$ nm

Find /. أوجد
- Will electrons be emitted?
- K_{max} (eV)

Solution /:الحل
.....
.....
.....
.....

3 **When a metal is illuminated with 193-nm ultraviolet radiation, electrons with kinetic energies of 3.5 eV are emitted. What is the work function of the metal?**

عند تسليط إشعاع فوق بنفسجي بطول موجي 193 nm على معدن، تنبعث إلكترونات بطاقة حركية 3.5 eV. ما دالة اشغل المعدن؟

Given /:المعطيات
$\lambda = 193$ nm
$K_{max} = 3.5$ eV

Find /. أوجد
Work function ϕ (eV)

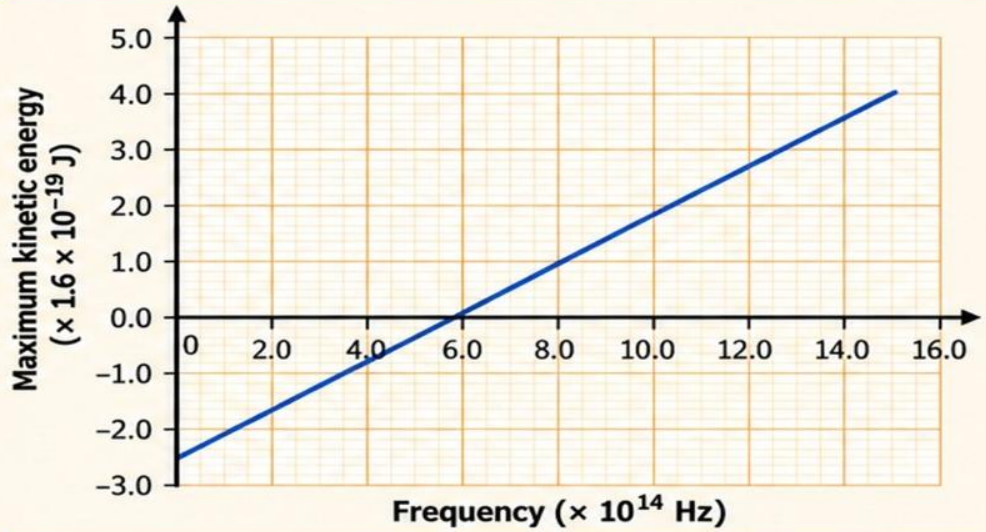
Solution /.الحل
.....
.....
.....
.....

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

PHOTOELECTRIC EFFECT:
KINETIC ENERGY vs FREQUENCY
التأثير الكهروضوئي

Q) **The adjacent figure shows the graph of the relationship between the maximum kinetic energy of electrons emitted from a metal surface and the frequency of the incident photons.**

الشكل المجاور يوضح الرسم البياني للعلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح فلز وتردد الفوتونات الساقطة.



1 **Using the figure, calculate Planck's constant.**

باستخدام الشكل، احسب ثابت بلانك.

.....

.....

.....

2 **If the metal is replaced by another with a work function of (2.4×10^{-19} J), what happens to both the slope of the graph and the maximum kinetic energy of the released electrons?**

إذا تم استبدال الفلز السابق بفلز آخر دالة شغله تساوي (2.4×10^{-19} J)، فما الذي يحدث لكل من ميل الرسم البياني والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة؟

Slope of the graph:
ميل الرسم البياني:

.....

.....

.....

Maximum kinetic energy:
الطاقة الحركية العظمى:

.....

.....

.....

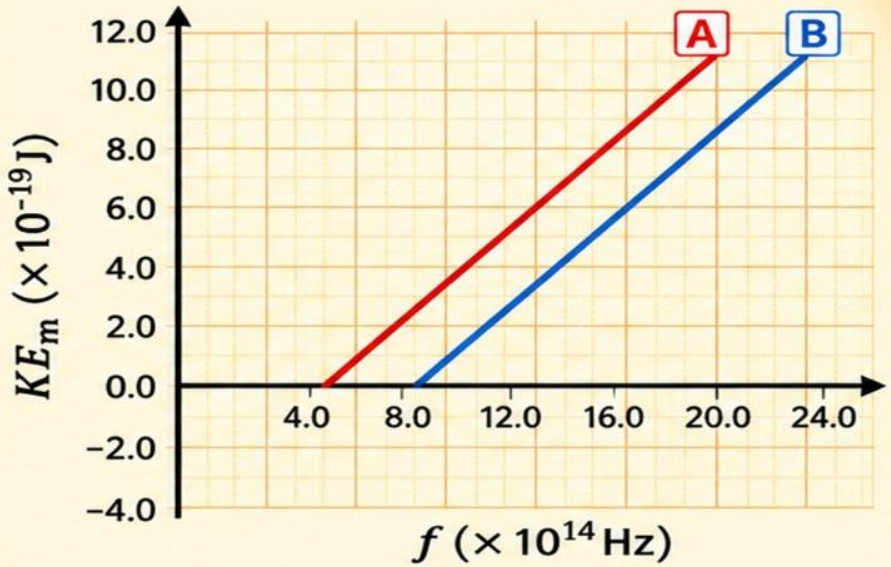
Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

PHOTOELECTRIC EFFECT

Comparing Two Metals
مقارنة فلزين مختلفين

Q The figure shows the two graphs of the changes in the maximum kinetic energy of the photoelectrons emitted from the surfaces of two metals (A, B) as the frequency of the incident light changes.

يوضح الشكل الرسم البياني للتغيرات في الحد الأقصى للطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطحي معدنين (A, B) مع تغير تردد الضوء الساقط.



1 A) Determine the value of both (threshold frequency and work function) for metal (A)

حدد قيمة كل من (تردد العتبة و دالة الشغل) للفلز (A)

.....

.....

2 B) The two graph lines are parallel; explain why.

الخطان البيانيان متوازيان ، فسر سبب ذلك.

.....

.....

.....

Kamal al karaki

Kamal al karaki

Kamal al karaki

0508193273

TESTING THE PHOTON THEORY

اختبار نظرية الفوتون

1 Stopping Potential (V_0) جهد الإيقاف

- Applying a reverse potential difference slows the ejected photoelectrons. At the stopping potential V_0, the current drops to zero.

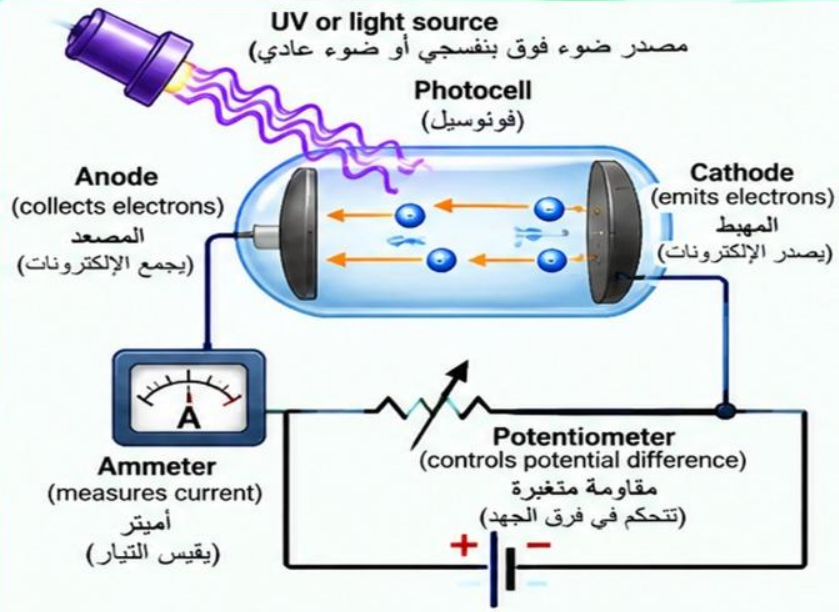
تطبيق فرق جهد عكسي يؤدي إلى إبطاء الإلكترونات المنبعثة.
عند جهد الإيقاف V_0 ينخفض التيار إلى صفر.

2 Intensity Independence الاعتماد على التردد فقط

- KE_{max} and V_0 depend **ONLY** on the photon frequency f, **NOT** on the light intensity!
- Higher intensity increases the photoelectron current (more photons per second), but **NOT** the electron speed.

تعتمد الطاقة الحركية العظمى وجهد الإيقاف فقط على تردد الفوتونات وليس على شدة الضوء. زيادة الشدة تزيد من التيار الضوئي (عدد أكبر من الفوتونات في الثانية) ولكن لا تزيد من سرعة الإلكترونات.

Experimental Setup: Photocell تصميم الخلية الكهروضوئية



The potentiometer controls the potential difference inside the photocell. By carefully adjusting it, you can determine the potential that results in zero current. At the zero current threshold, all electrons fail to reach the anode and fall back on the cathode due to the electric field between the cathode and the anode.

Key Equation المعادلة الأساسية

$$KE = -e\Delta V_0$$

KE : kinetic energy (J)
الطاقة الحركية (جول)

ΔV_0 : stopping potential difference (V)
جهد الإيقاف (فولت)

At the Stopping Potential عند جهد الإيقاف

At the stopping potential, the electrons' kinetic energy at the cathode **equals the work** done by the electric field.

عند جهد الإيقاف، تكون الطاقة الحركية للإلكترونات عند المهبط مساوية للشغل الذي يبذله المجال الكهربائي.



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q12	A beam of red light and a beam of violet light each deliver the same power on a surface. For which beam is the number of photons hitting the surface per second the greatest?	يُعطي كلٌّ من شعاع الضوء الأحمر وشعاع الضوء البنفسجي القوة نفسها على سطح. في أيٍّ من الشعاعين يكون عدد الفوتونات التي تصطدم بالسطح في الثانية هو الأكبر؟
A.	the violet beam	
B.	It is the same for both beams.	
C.	the red beam	
D.	Non of them can hitting the surface	

Q13	The stopping potential required to prevent current through a photocell is 3.2 V. Calculate the maximum kinetic energy in joules of the photoelectrons as they are emitted.	جهد التوقف اللازم لمنع مرور التيار عبر الخلية الضوئية هو 3.2 فولت. احسب أقصى طاقة حركية (بالجول) للإلكترونات الضوئية عند انبعاثها
A.	2.0×10^{-19} J	
B.	1.5×10^{-19} J	
C.	3.2×10^{-19} J	
D.	5.1×10^{-19} J	

Kamal al karaki
Kamal al karaki

Kamal al karaki

APPLICATION OF THE PHOTOELECTRIC EFFECT

تطبيقات التأثير الكهروضوئي

1 Digital Camera Image Sensors

مستشعرات الصور في الكاميرات الرقمية

- Millions of tiny photovolatic detectors capture photons through color filters.
- Stored charge indicates pixel brightness.
- ملايين الكواشف الكهروضوئية الدقيقة تلتقط الفوتونات عبر مرشحات الألوان.
- تُشير الشحنة المخزنة إلى سطوع اليكسل.

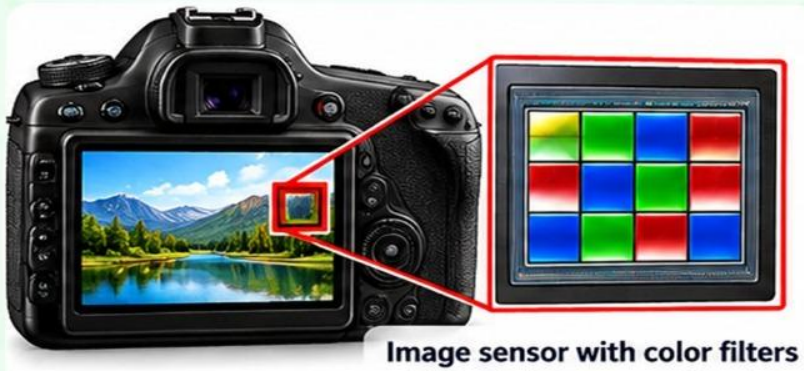


Image sensor with color filters

مستشعر الصورة مع مرشحات الألوان

2 Solar Panels

الألواح الشمسية

- Photons striking semiconductor materials with $f \geq f_0$ excite electrons into conduction.
- Generates clean electrical current.
- عند اصطدام الفوتونات بمواد أشباه الموصلات بتردد $f \geq f_0$، تُثار الإلكترونات لتصبح موصلة.
- مما يُولد تيارًا كهربائيًا نقيًا.



3 Light Sensors & Security Alarms

مستشعرات الضوء وأجهزة الإنذار الأمنية

- Beam interruption breaks the photoelectron current.
- Triggers automated door openings or burglar alarms.
- انقطاع شعاع الضوء يؤدي إلى قطع التيار الكهروضوئي.
- مما يُفعل فتح الأبواب تلقائيًا أو أجهزة إنذار السرقة.



Beam interruption انقطاع شعاع الضوء



Automatic door opening

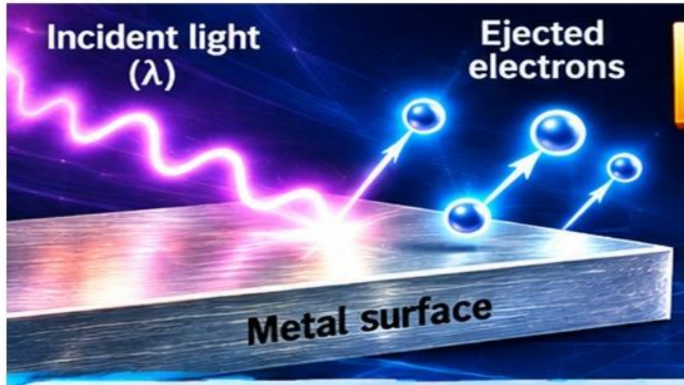
فتح الأبواب تلقائيًا.

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q14	In a photocell experiment, doubling the intensity of monochromatic light above threshold frequency f_o results in:	في تجربة الخلية الكهروضوئية، يؤدي مضاعفة شدة الضوء أحادي اللون -الذي يزيد تردده عن تردد العتبة (f_o)	
A.	Doubling the stopping potential V_o.		
B.	Doubling the photoelectric current (electrons/sec)		
C.	Halving the threshold frequency f_o		
D.	Doubling the maximum kinetic energy **KEmax**		

Q15	The image detector in the textbook camera application relies on which effect?	على أي تأثير يعتمد كاشف الصور في تطبيق الكاميرا التعليمي؟	
A.	Magnetic induction		
B.	Nuclear fission		
C.	Photoelectric/photovoltaic effect		
D.	Compton effect only		

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki



PHOTOELECTRIC EFFECT

PRACTICE PROBLEMS
مسائل تدريبية على التأثير الكهروضوئي

Useful Equations / المعادلات المفيدة

$$E = \frac{hc}{\lambda} = hf$$

$$K_{max} = E - \phi = hf - \phi$$

Q1 A metal surface has a work function of 1.50 eV. Calculate the maximum kinetic energy, in eV, of electrons ejected from this surface by electromagnetic radiation of wavelength 311 nm.

سطح معدني دالة شغل تساوي 1.50 eV. اخسب أقصى طاقة حركية، بوحدة إلكترون فولت، للإلكترونات المنبعثة من هذا السطح بواسطة إشعاع كهرومغناطيسي بطول موجي 311 nm.

Given / المعطيات

$\phi = 1.50$ eV

$\lambda = 311$ nm

Find / أوجد

K_{max} (eV)

Solution / الحل

.....

.....

.....

.....

.....

Q2 Green light (532 nm) strikes an unknown metal causing electrons to be ejected. The ejected electrons can be stopped by a potential of 1.44 V. What is the work function, in eV, of the metal?

يسقط ضوء أخضر بطول موجي 532 nm على معدن مجهول، مما يؤدي إلى انبعاث إلكترونات. يمكن إيقاف الإلكترونات المنبعثة بجهد مقداره 1.44 V. ما دالة الشغل للمعدن (بوحدة إلكترون فولت)؟

Given / المعطيات

$\lambda = 532$ nm

$V_0 = 1.44$ V

Find / أوجد

ϕ (eV)

Solution / الحل

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kamal al karaki

Kamal al karaki

The Compton Effect

Photons: energy and momentum

A photon has energy and momentum, despite having **ZERO** rest mass.

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

E : energy (J)
h : Planck's constant (J·s)
c : speed of light (m/s)
λ : wavelength (m)

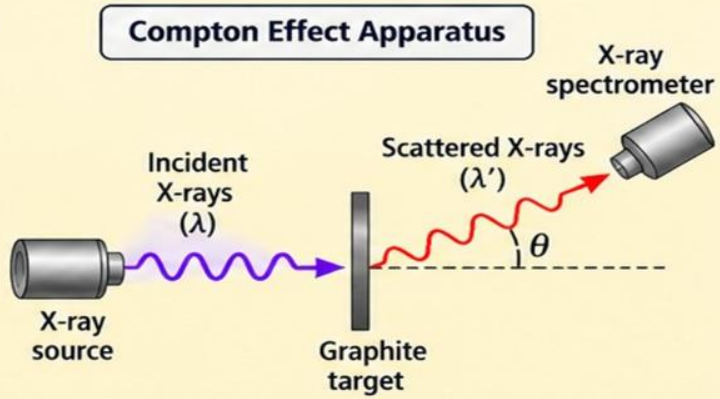
$$p = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

p : momentum (kg·m/s)
f : frequency (Hz)

The momentum of a photon is equal to Planck's constant divided by the photon's wavelength.

Compton Experiment

- A beam of X-rays is directed at a graphite target.
- The scattered X-rays are measured at different angles.
- The scattered X-rays have **longer wavelengths** ($\lambda' > \lambda$) than the incident X-rays.
- This means the photons lose energy and momentum during the collision.



Wavelength Shift (Δλ)

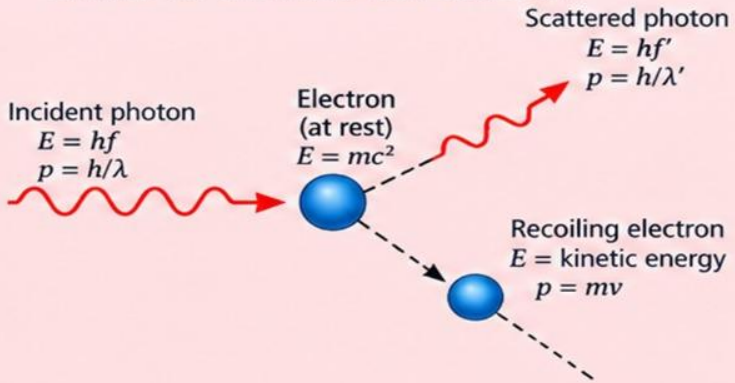
- The scattered X-rays have **LONGER wavelengths** ($\lambda' > \lambda$) than the incident X-rays.
- Therefore, the photons have **lower energy** and lower momentum after the collision.

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

$\Delta\lambda$: change in wavelength (m)
m_e : mass of electron (kg)
θ : scattering angle (°)

Billiard Ball Model

- Photons collide elastically with stationary electrons, transferring both energy and momentum, similar to a billiard ball collision.



Conservation Laws

- **Energy conservation:**

$$E_{incident} = E_{scattered} + KE_{electron}$$

- **Momentum conservation:**

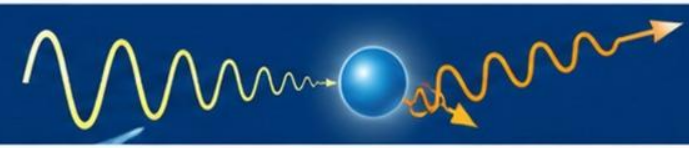
$$p_{incident} = p_{scattered} + p_{electron}$$

The **energy** and momentum gained by the electron equal the energy and momentum lost by the photon. **Elastic collision**

These results provided strong evidence supporting the particle model of light.

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

The Compton Effect



The increase in wavelength that Compton observed meant that the X-ray photons had lost both **energy and momentum.**

تعني الزيادة في الطول الموجي التي لاحظها كومبتون أن فوتونات الأشعة السينية فقدت كلاً من الطاقة والزخم.

Compton effect: The shift in the energy of scattered photons.

تأثير كوميتون: الانزياح في طاقة الفوتونات المشتتة.

Photons and conservation of energy and momentum

- **Compton** observed that photons collided with electrons in the graphite target and transferred energy and momentum to them (elastic collisions).

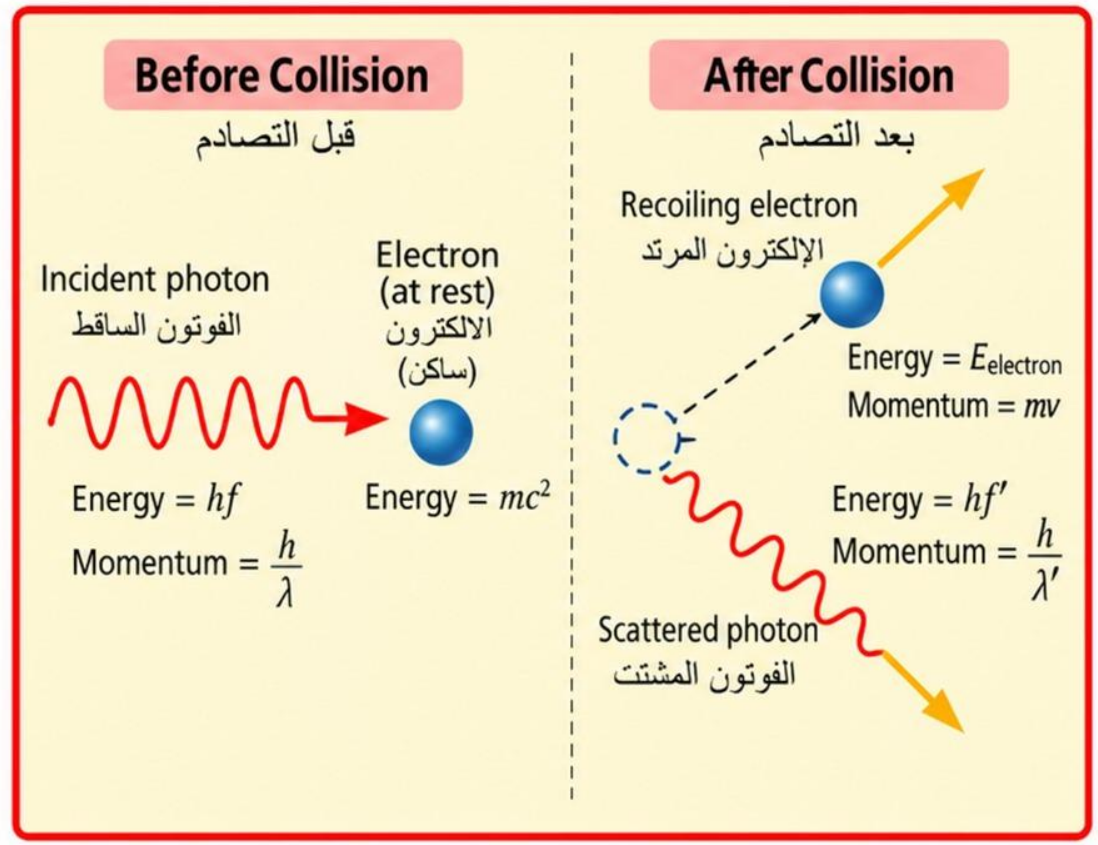
  لاحظ كومبتون أن الفوتونات تصطدم بالالكترونات في هدف الجرافيت وتنقل إليها الطاقة والزخم (تصادمات مرنة).

- **Compton** found that the energy and momentum gained by the electrons equaled the energy and momentum lost by the photons **(laws of conservation of momentum and energy)**.

  وجد كومبتون أن الطاقة والزخم المكتسبين بواسطة الإلكترونات يساويان الطاقة والزخم المفقودين من قبل الفوتونات (قوانين حفظ الزخم والطاقة).

These results provided strong evidence supporting the particle model of light.

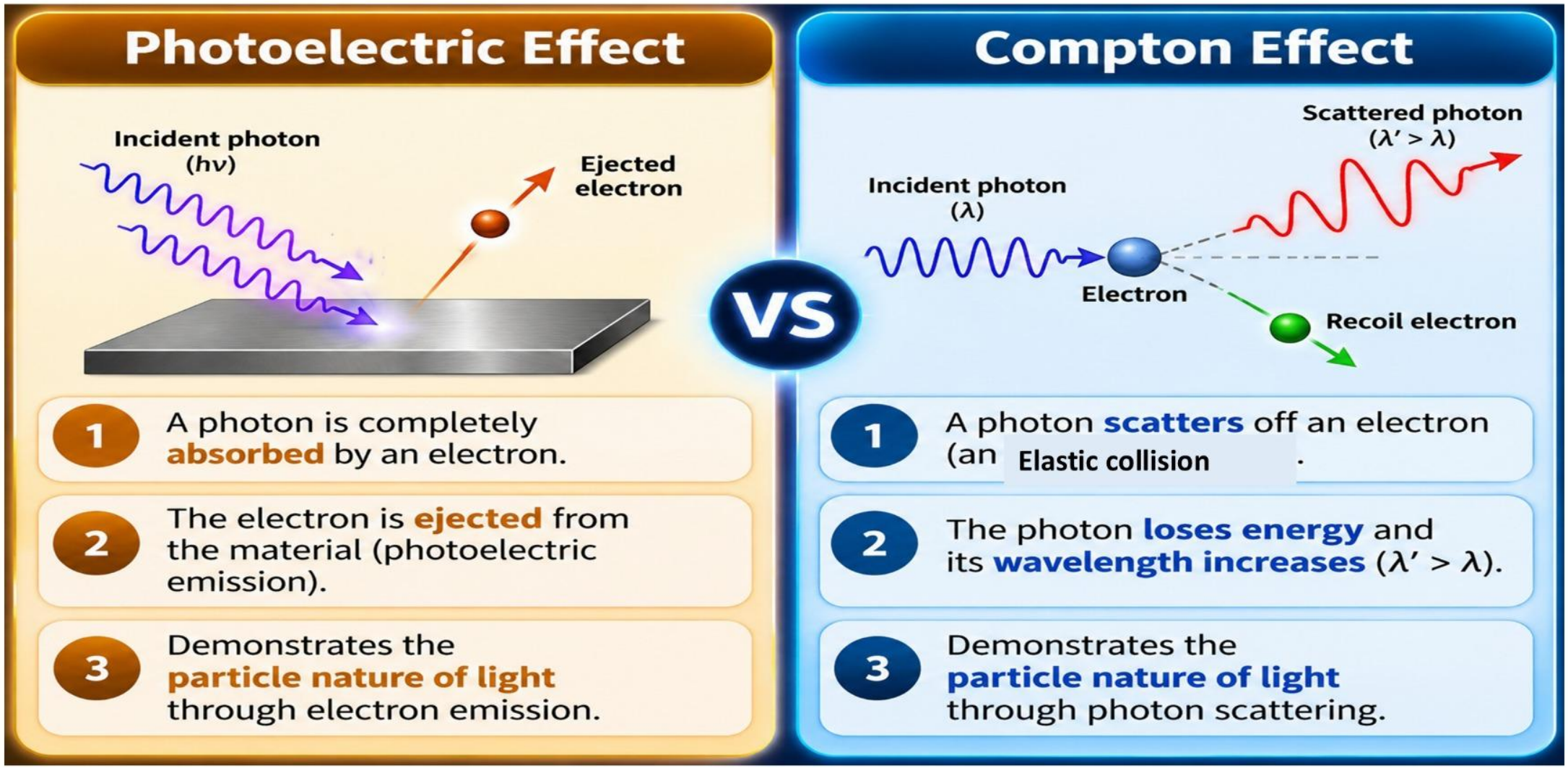
وقدمت هذه النتائج دليلاً قوياً على صحة النموذج الجسيمي للضوء.



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q) Distinguish the photoelectric effect from the Compton effect.

ميّز بين التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون.

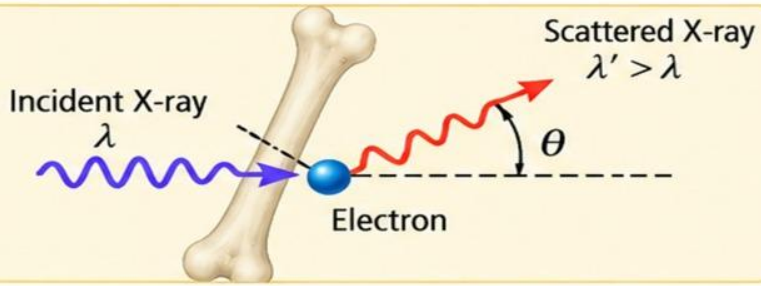


Kamal al karaki

Kamal al karaki

Questions on the Compton Effect

Q1 An X-ray strikes a bone, collides with an electron, and scatters. How does the wavelength of the scattered X-ray compare to the wavelength of the incident X-ray?



Q2 What are solar cells? Describe how they function.

Solar cells convert light into electrical energy. Absorbed photons create electron–hole pairs in a semiconductor. An internal electric field separates them, producing voltage and current



Q3 A photon has an energy of 2.0×10^{-19} J. What is its wavelength ? **And its momentum**

$$E = \frac{hc}{\lambda} \implies \lambda = \frac{hc}{E}$$

Given:
$h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s
$c = 3.00 \times 10^{8}$ m/s

Q4 Imagine that the collision of two billiard balls models the interaction of a photon and an electron during the Compton effect. Suppose the electron is replaced by a much more massive proton.

A) Would this proton gain as much energy from the collision as the electron does?

.....

.....

B) Would the photon lose as much energy as it does when it collides with the electron?

.....

.....

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q1	In Compton scattering, how do the scattered photon's wavelength λ' and frequency f' compare to the incident photon λ, f?		
A.	λ' < λ and f' > f.		
B.	λ' > λ and f' < f		
C.	λ' = λ and f' = f, because photons have zero mass		
D.	λ' doubles while photon speed decreases		

Q2	Which physical phenomenon provides direct experimental evidence that electromagnetic photons possess momentum (p = h/λ)?		
A.	The Compton effect (Compton scattering)		
B.	The photoelectric effect		
C.	Radiation pressure		
D.	refraction phenomena		

Kamal al karaki
Kamal al karaki

Lesson 2 : Matter Waves موجات المادة

De Broglie Waves

de Broglie proposed that the momentum of a particle is represented by $p = mv = \frac{h}{\lambda}$

De Broglie Wavelength

The de Broglie wavelength of a moving particle is equal to Planck's constant divided by the particle's momentum.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

λ:The de Broglie wavelength (m)
P:particle's momentum (kg.m/s)
m:Mass (kg) **V**:velocity(m/s)
h: Planck's constant ($6.63x10^{-34}$ J.s)

Q1	De Broglie hypothesis supports the:	تدعم فرضية دي برولي ما يلي:	
A.	Photoelectric effect		
B.	Particle nature of light		
C.	Wave nature of matter		
D.	Answer A and answer C		

Q2	If the velocity of a particle is tripled, its De Broglie wavelength becomes:		
A.	Four times		
B.	Unchanged		
C.	One third		
D.	tripled		

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q1) An electron is accelerated by a potential difference of 75 V. What is its de Broglie wavelength? (m_e = 9.11 $x10^{-31}$ kg)

يتم تسريع إلكترون بواسطة فرق جهد مقداره 75 V. ما هو طول موجة دي برولي الخاص به؟

$KE = -qV$, and $KE = \frac{1}{2}mv^2$

Q2) What is the de Broglie wavelength and speed of an electron accelerated by a potential difference of 250 V?

ما هو طول موجة برولي وسرعة الإلكترون المتسارع بفرق جهد مقداره 250 فولت؟

Q3) Why does the bowling ball exhibit no observable wave behavior?

لماذا لا تُظهر كرة البولينج أي سلوك موجي ملحوظ؟

Kamal al karaki

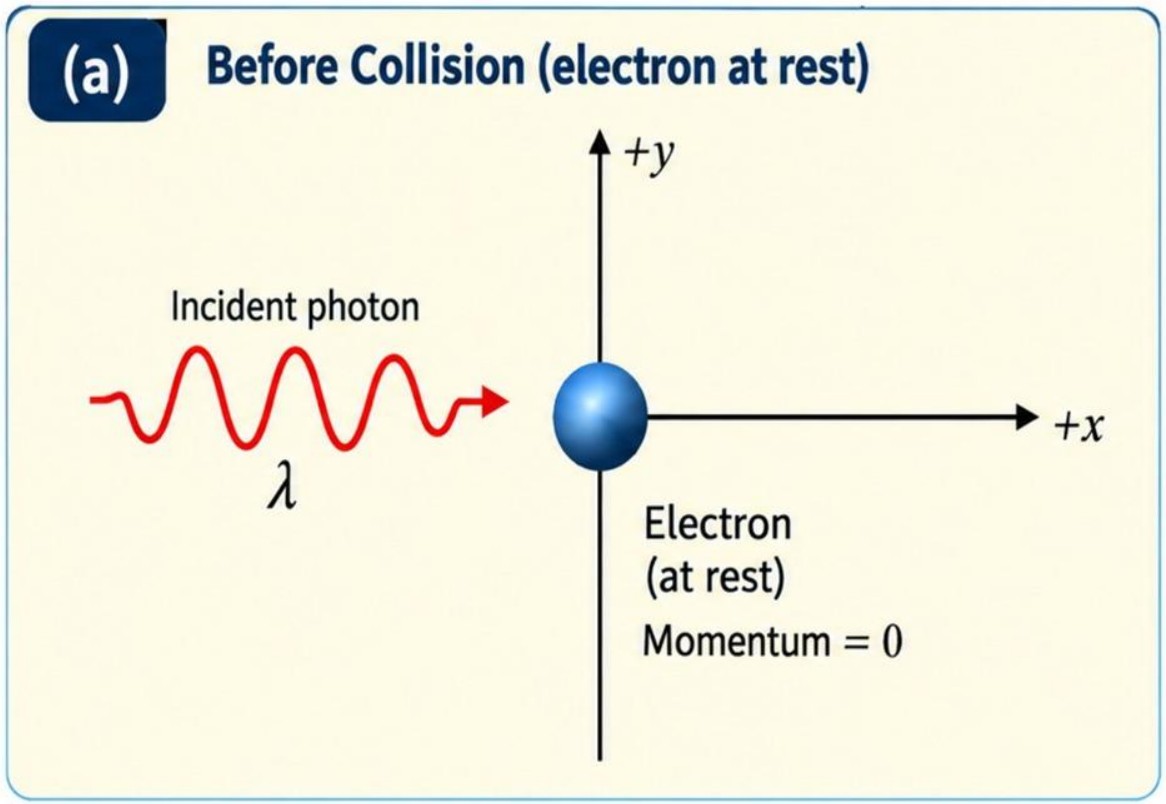
Kamal al karaki

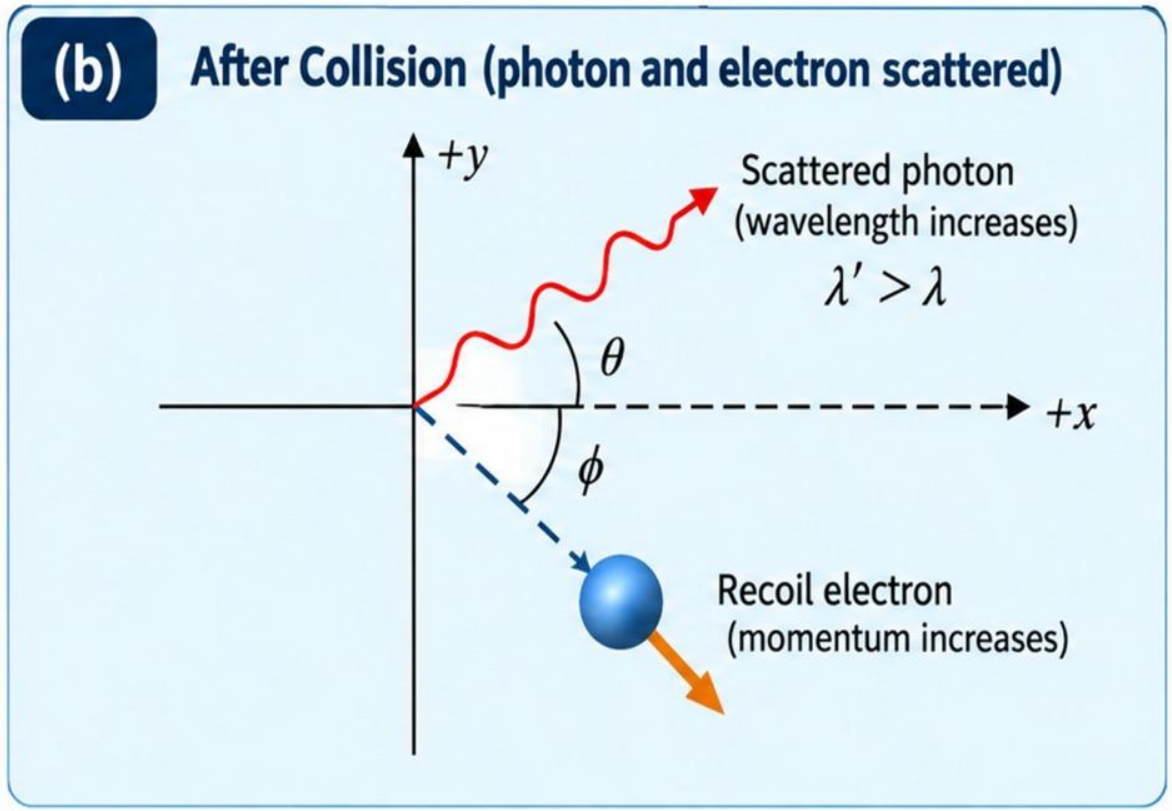
Kamal al karaki

Heisenberg uncertainty principle مبدأ هايزنبرغ لعدم اليقين

Heisenberg uncertainty principle: states that it is impossible to measure precisely both the position and momentum of a particle at the same time.

مبدأ هايزنبرغ : ينص على أنه من المستحيل قياس كل من موضع وزخم الجسم بدقة في نفس الوقت.





Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Note :Due to the Compton effect, measuring a particle's position disturbs its momentum. The more precisely its position is measured, the less precisely its momentum can be known, and vice versa.

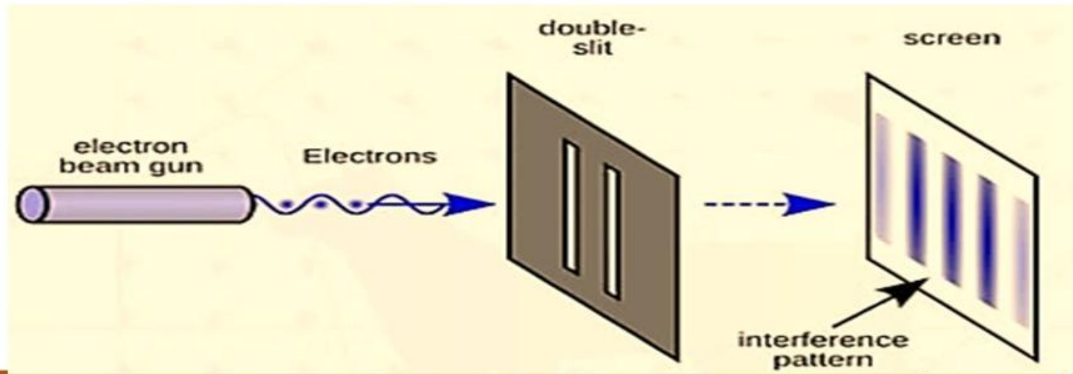
ملاحظة :بسبب تأثير كومبتون، يؤدي قياس موضع الجسيم إلى التأثير على زخمه؛ فكلما زادت دقة قياس الموضع، قلّت دقة معرفة الزخم، والعكس صحيح.

Q)How does the Heisenberg uncertainty principle explain double-slit interference patterns even if photons or atoms pass through the slits one at a time?

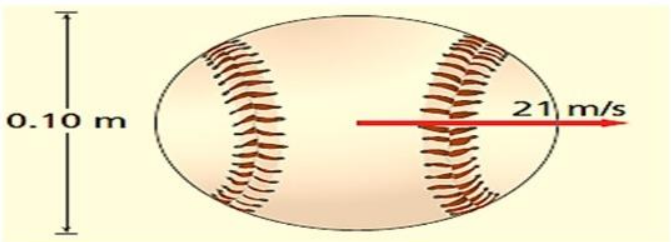
كيف يفسر مبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ أنماط التداخل في تجربة الشق المزدوج حتى لو مرت الفوتونات أو الذرات عبر الشقين واحدة تلو الأخرى؟

.

The uncertainty principle allows each particle (atom) to pass through both slits as a wave, creating an interference pattern over time



Q	Compare the de Broglie wavelength of the baseball shown in **Figure** with the diameter of the baseball. $\boldsymbol{\lambda=10^{-34}}$m	قارن طول موجة دي برولي للكرة الموضحة في الشكل مع قطر الكرة	س
A.	Same value		
B.	De Broglie is 10^{33} times larger than baseball		
C.	Baseball is 10^{33} times larger than De Broglie		
D.	Baseball is 10^{35} times larger than De Broglie		



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q1	If the accuracy in measuring the velocity of a particle increases, the accuracy in measuring its position will		
A.	remain the same		
B.	increase.		
C.	decrease.		
D.	It is impossible to say since the two measurements are independent and do not affect each other.		

Q2	The uncertainty principle arises because of:	ينشأ مبدأ عدم اليقين بسبب:	س2
A.	energy conservation		
B.	Imperfect measuring instruments		
C.	Thermal motion		
D.	Wave nature of matter		

Q3	If the uncertainty in position of a particle decreases, the uncertainty in momentum:	إذا انخفض عدم اليقين في موضع الجسيم، فإن عدم اليقين في الزخم:	س3
A.	Remains constant		
B.	Becomes zero		
C.	Increases		
D.	Decreases		

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Lesson 3 : The Bohr Model of the Atom نموذج بور في الذرة

The Nuclear Model النموذج النووي

Thomson's discovery of the electron showed that atoms contain subatomic particles, but since electrons have little mass, scientists questioned where the atom's mass and positive charge were located to keep the atom neutral

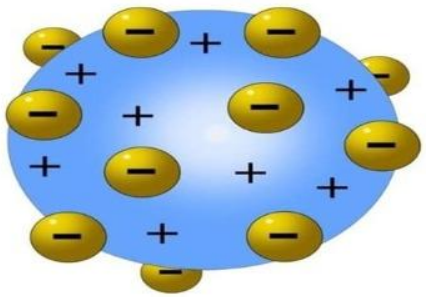
أظهر اكتشاف طومسون للإلكترون أن الذرات تحتوي على جسيمات دون ذرية، ولكن نظرًا لأن الإلكترونات لها كتلة ضئيلة، فقد تساءل العلماء عن مكان وجود كتلة الذرة وشحنتها الموجبة للحفاظ على تعادلها

Testing Thomson's model اختبار نموذج طومسون

Thomson proposed that the electrons were distributed throughout a positively charged substance like raisins in a muffin

اقترح طومسون أن الإلكترونات تتوزع في جميع أنحاء مادة مشحونة بشحنة موجبة مثل الزبيب في **الكعكة**

https://www.youtube.com/watch?v=hlR14eZMdB8



Thomson Model

Q1	Who discover that there are negative particles in atoms which called electrons	من اكتشف وجود جسيمات سالبة الذرات تسمى الإلكترونات؟	س1
A.	Rutherford		
B.	Thomson		
C.	Einstein		
D.	Bohr		

Kamal al karaki

Rutherford used fast, positively charged alpha particles in his experiments and directed them at a thin sheet of gold foil. He expected only small deflections based on Thomson's atomic model. While most alpha particles passed straight through the foil, some were deflected at large angles, which greatly surprised him.

استخدم **رذرفورد جسيمات ألفا** سريعة موجبة الشحنة في تجاربه، ووجهها نحو صفيحة رقيقة من رقائق الذهب. توقع انحرافات طفيفة فقط بناءً على نموذج **طومسون الذري**.
وبينما مرت معظم جسيمات ألفا عبر الصفيحة مباشرة، انحرفت بعضها بزوايا كبيرة، الأمر الذي أثار دهشته بشدة

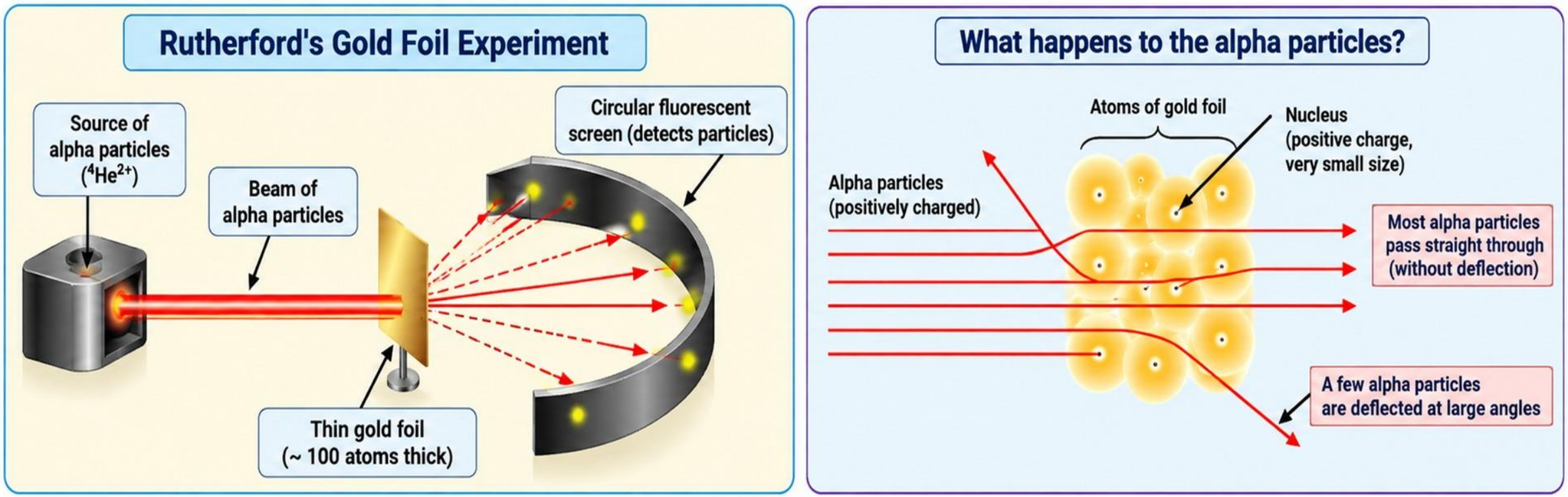
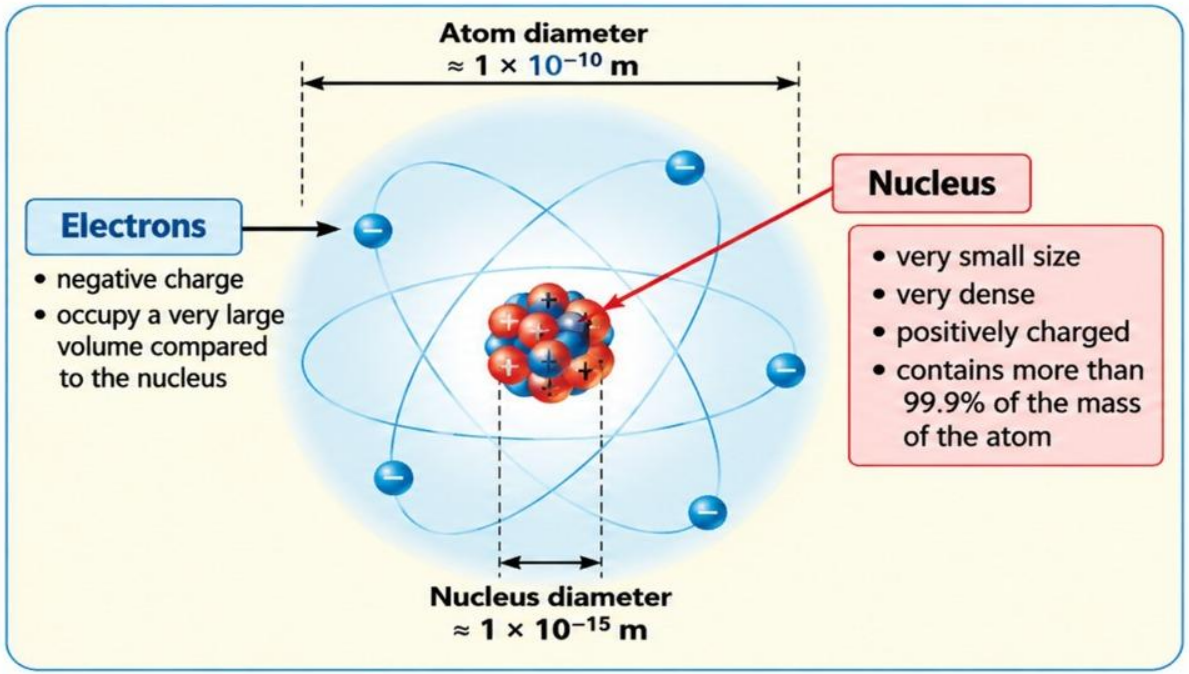


Figure Bombarding metal foil with alpha particles convinced Rutherford's team that most of the atom's mass was concentrated in a small volume.

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Rutherford's investigation استنتاجات رذرفورد

- Led to the discovery of a small, dense, positively charged **nucleus**.
- All of an atom's positive charge were concentrated in a tiny, massive core, which is now called the **nucleus**.
- Rutherford's model of the atom is called a **nuclear model**.
- More than **99.9 percent** of an atom's mass are **contained in its nucleus**.
- The volume occupied by the electrons is about **50,000 times** larger than the diameter of the nucleus. An atom is **mostly empty space**.
- Rutherford had suggested that electrons orbit the nucleus much like the planets orbit the Sun.



Q1	According to Thomson's model, the atom consists of:	وفقًا لنموذج طومسون، تتكون الذرة من:	س1
A.	Only electrons		
B.	Only neutrons		
C.	Protons and neutrons only		
D.	Positively charged sphere with embedded electrons	كرة مشحونة بشحنة موجبة تحتوي على إلكترونات	

Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q2	Most alpha particles passed through the gold foil because:	معظم جسيمات ألفا مرت عبر رقاقة الذهب لأن:	س2
A.	Atoms are mostly empty space		
B.	Alpha particles have no charge		
C.	Gold atoms are very small volume		
D.	The nucleus is very large		

Q3	Rutherford's experiment led to the discovery of the:	أدت تجربة رذرفورد إلى اكتشاف:	س4
A.	Atomic nucleus		
B.	Electron		
C.	Neutron		
D.	Proton		

Q4	What can be concluded from the fact that only a very small fraction of alpha particles bounced backward?	ما الذي يمكن استنتاجه من حقيقة أن جزءاً صغيراً جداً فقط من جسيمات ألفا ارتدَّ إلى الخلف؟....	س5
A.	The nucleus is small, dense, and contains most of the atom's positive charge		
B.	The atom contains no empty space		
C.	Electrons contain most of the atom's mass		
D.	The positive charge occupies most of the atom		

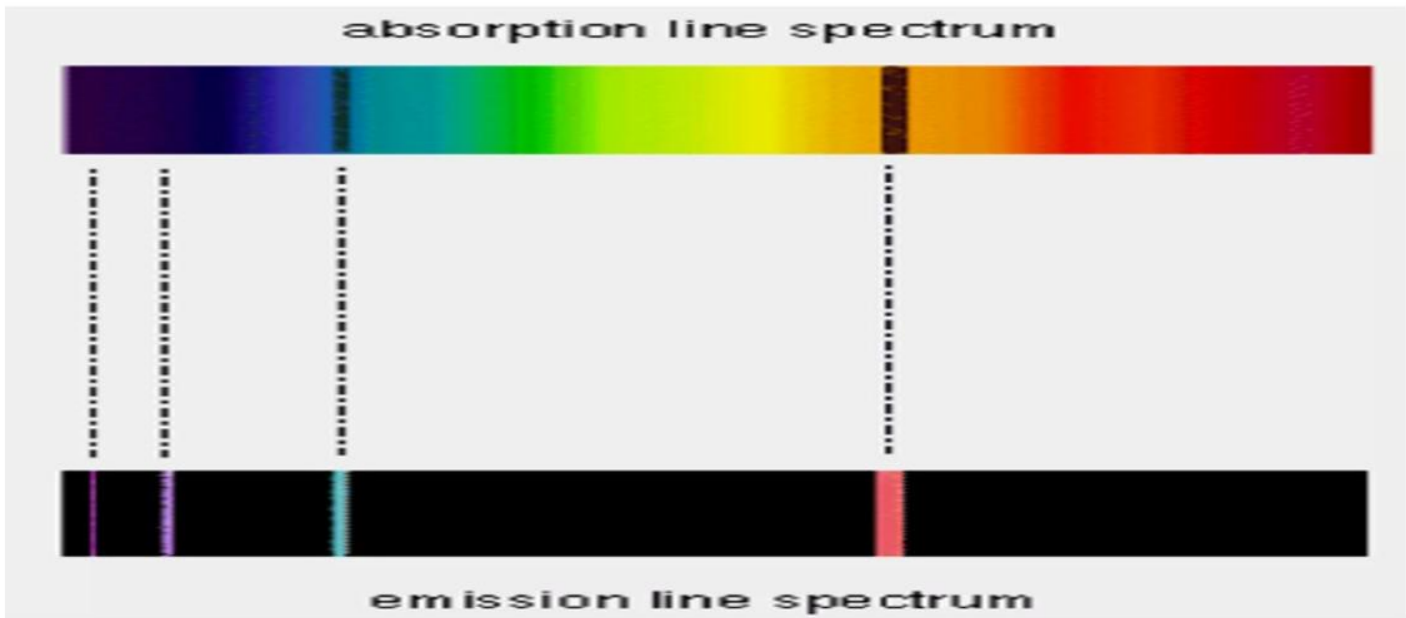
Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Emission spectra &Absorption spectra
أطياف الانبعاث &أطياف الامتصاص

https://www.youtube.com/watch?v=jsNkcCyrxvU

https://www.youtube.com/watch?v=lRx_-x2hpcM

Feature	Emission	Absorption
What happens?	An atom releases (emits) energy as light	An atom takes in (absorbs) energy from light.
Electron movement	**Electrons fall from a higher energy level to a lower one**	**Electrons jump from a lower energy level to a higher one**
What it looks like	A series of bright, colored lines on a dark background	A full rainbow background with dark, missing lines where light was taken



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Note:Each element has a light fingerprint :each element emits its own set of wavelengths.and this led to Use the line pattern to identify an unknown gas.

ملاحظة :لكل عنصر "بصمة "ضوئية؛ إذ يُصدر كل عنصر مجموعة خاصة به من الأطوال الموجية، وقد أتاح ذلك استخدام نمط الخطوط هذا للتعرف على غاز مجهول.

Emission: excited gas produces bright lines.

الانبعاث :الغاز المُثار يُنتج خطوطاً ساطعة

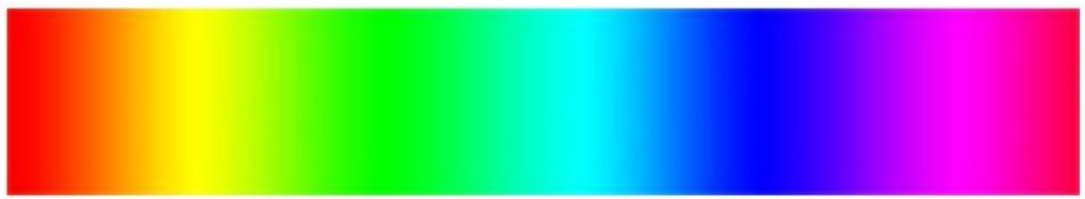
Absorption: cooler gas removes selected wavelengths from white light.

الامتصاص :يعمل الغاز الأبرد على إزالة أطوال موجية محددة من الضوء الأبيض.

Q1	An emission spectrum is produced when	ينتج طيف الانبعاث عندما	
A.	Light is reflected from a surface		
B.	White light passes through a cool gas		
C.	A hot gas emits light		
D.	Light passes through a solid		

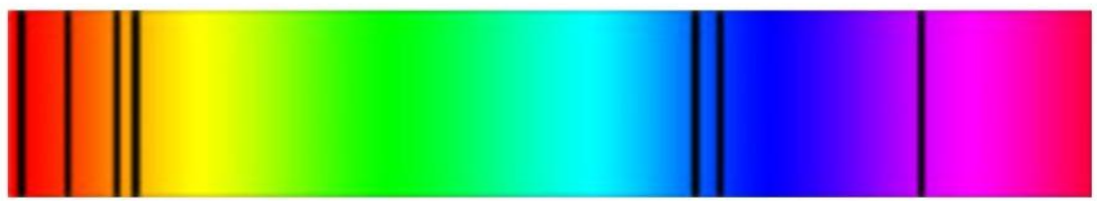
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q2	An emission spectrum consists of:	يتكون طيف الانبعاث من
A.	Bright lines on a dark background	
B.	Dark lines on a bright background	
C.	No visible lines	
D.	A continuous band of colors	

Q3	What type of spectrum is shown?	ما نوع الطيف المعروض؟
A.	One-wavelength laser	
B.	Continuous	
C.	Dark-line absorption	
D.	Bright-line emission	

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q4	**What does each bright line represent**	**ما الذي يمثله كل خط ساطع؟**
A.	The size of the atom	
B.	A missing photon in white light	
C.	A new chemical element	
D.	A particular wavelength of emitted light	

Q5	**What do the dark marks in the rainbow represent?**	**ماذا تمثل العلامات الداكنة في قوس قزح؟**
A.	The edges of a prism	
B.	All visible wavelengths	
C.	Wavelengths emitted by the detector	
D.	Wavelengths absorbed by gas	

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q6	**An element emits at 590 nm. In suitable absorption conditions, where is its dark line?**	**يُصدر أحد العناصر إشعاعاً عند الطول الموجي 590 نانومتر. فأين يقع خط الامتصاص المظلم الخاص به في ظل ظروف الامتصاص المناسبة؟**	
A.	There can never be a dark line		
B.	At every wavelength		
C.	590 nm		
D.	400 nm only		

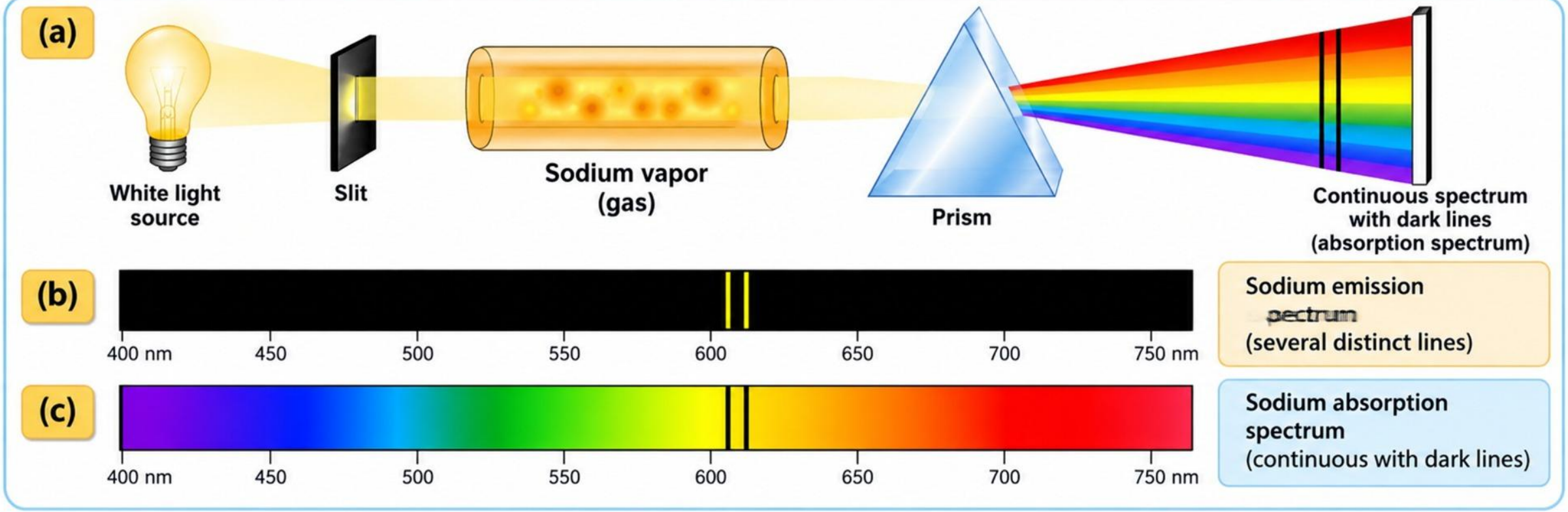
Hint: Absorption: cooler gas removes selected wavelengths from white light

Q7	An electron in a hydrogen atom moves from the energy level $n = 4 \rightarrow n = 2$. What occurs during this transition?	**ينتقل إلكترون في ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة n=4 إلى n=2. ماذا يحدث أثناء هذا الانتقال؟**	
A.	The atom absorbs a photon		
B.	The atom emits a photon		
C.	The atom becomes ionized.		
D.	The atom reflects a photon		

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Another method for identifying unknown gases is **absorption spectroscopy.** When white light passes through a gas and then a prism, a continuous spectrum with dark lines is produced. These dark lines form the absorption spectrum and correspond to wavelengths absorbed by the gas. The absorption lines occur at the same wavelengths as the emission lines of the gas. Therefore, a gas can be identified by analyzing the wavelengths of its absorption spectrum.

تُعدّ **مطيافية الامتصاص** طريقة أخرى لتحديد الغازات المجهولة. فعندما يمر الضوء الأبيض عبر غاز ثم عبر منشور، ينتج طيف متصل بخطوط داكنة. هذه الخطوط الداكنة تمثل طيف الامتصاص، وهي تطابق الأطوال الموجية التي يمتصها الغاز. تقع خطوط الامتصاص عند نفس الأطوال الموجية لخطوط الانبعاث للغاز. لذلك، يمكن تحديد نوع الغاز بتحليل أطوال موجات طيف امتصاصه.



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

1.Why is an emission spectrum called a “fingerprint” of an element? لماذا يُطلق على طيف الانبعاث اسم "بصمة" العنصر؟

A. It is unique for each element B. It changes with time

C. It depends on pressure D. It is common to all elements

2.Elements present in greater concentration produce emission lines that are: تنتج العناصر الموجودة بتركيز أعلى خطوط انبعاث تكون:

A. Shorter B. Brighter C. Thinner D. Fainter

3.For a given element, the dark lines in its absorption spectrum occur at the same wavelengths as:

بالنسبة لعنصر معين، تظهر الخطوط الداكنة في طيف امتصاصه عند نفس الأطوال الموجية لـ:

A. Infrared spectrum B. Continuous spectrum C. Reflected spectrum D. Emission spectrum

4.Cool gases absorb the same wavelengths that they: تمتص الغازات الباردة نفس الأطوال الموجية التي تمتصها

A. Scatter B. Reflect C. Emit when excited D. Transmit

Kamal al karaki

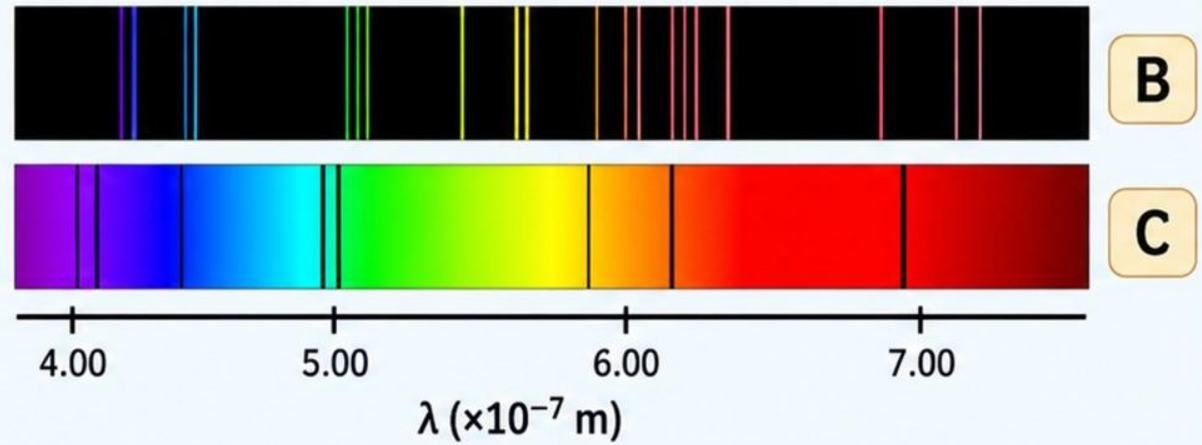
Kamal al karaki

1 **Study the figure and then answer the following:**

Are the two spectra produced by the same element? Explain your answer.

درس الشكل ثم أجب عن السؤال التالي:

هل الطيفان ناتجان عن العنصر نفسه؟ اشرح إجابتك.



2 **Assuming that the energy of the stability level of the substance producing spectrum C is zero, calculate the energy required to obtain the line with wavelength (6×10^{-7} m).**

بافتراض أن طاقة مستوى استقرار المادة المنتجة للطيف C تساوي صفرًا، احسب الطاقة المطلوبة للحصول على الخط ذي الطول الموجي (6×10^{-7} m).

3 **If the radiation energy of each photon (3.98×10^{-19} J) falls on the stable atoms of the previous element, can they be excited?**

إذا سقطت طاقة الإشعاع لكل فوتون (3.98×10^{-19} J) على الذرات المستقرة للعنصر السابق، فهل يمكن إثارتها؟

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Spectroscopy التحليل الطيفي

Spectroscopy: The study of spectra.

Emission and absorption spectra are important tools **used to identify and measure unknown materials** because each element has a unique spectrum. These spectra are widely **used in industry and scientific research**. For example, metal-processing plants analyze scrap metals quickly using spectrographic methods to determine and adjust their composition. The study of spectra is called spectroscopy, and it is also the only method available for determining the composition of stars in space.

يُعدّ أطياف الانبعاث والامتصاص أدوات مهمة لتحديد وقياس المواد المجهولة، لأن لكل عنصر طيفًا فريدًا. وتُستخدم هذه الأطياف على نطاق واسع في الصناعة والبحث العلمي. على سبيل المثال، تحلل مصانع معالجة المعادن الخردة المعدنية بسرعة باستخدام الطرق الطيفية لتحديد تركيبها وتعديله. ويُطلق على دراسة الأطياف اسم التحليل الطيفي، وهو أيضًا الطريقة الوجيدة المتاحة لتحديد تركيب النجوم في الفضاء.

Hydrogen emission spectrum

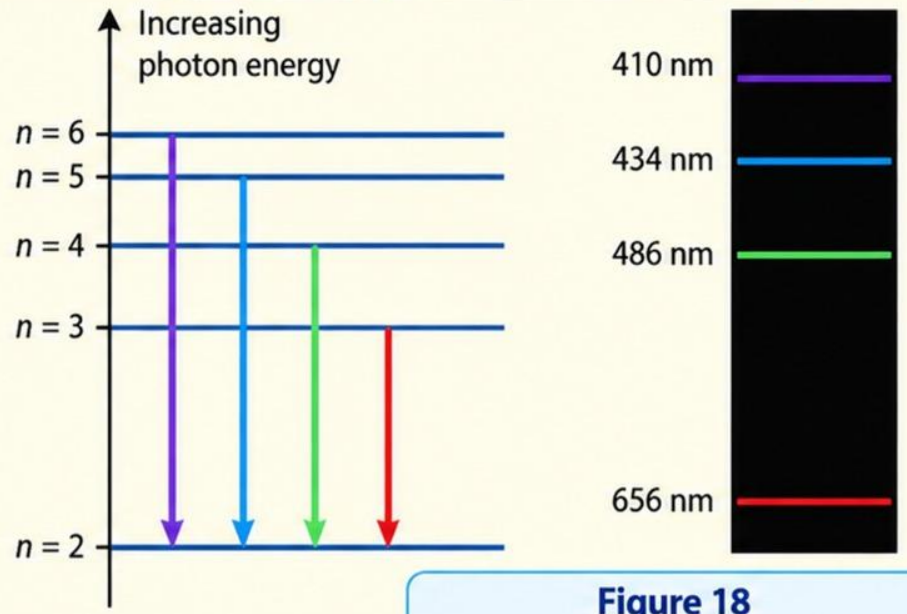


Figure 18
Hydrogen's emission spectrum has four lines in the visible range.

1 **An unknown material can be identified by:**
يمكن التعرف على مادة مجهولة من خلال:

- **A.** Observing its color
- **B.** Measuring its mass
- **C.** Measuring its volume
- **D.** Comparing its spectrum with known spectra

2 **Which spectrum consists of bright lines on a dark background?**
أي طيف من الأطياف التالية يتكون من خطوط ساطعة على خلفية داكنة؟

- **A.** Absorption spectrum
- **B.** Continuous spectrum
- **C.** Emission spectrum
- **D.** Solar spectrum

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

1.In metal-processing industries, spectroscopy is mainly used to: في صناعات معالجة المعادن، يُستخدم التحليل الطيفي بشكل أساسي من أجل:

A. Increase temperature B. Change metal color C. Reduce metal mass . D. Determine chemical composition

2.The study of spectra is known as: يُعرف علم دراسة الأطياف باسم:

A. Spectroscopy B. Spectrometry C. Crystallography D. Radiography

3.Why do elements have unique emission and absorption spectra? لماذا تمتلك العناصر أطياف انبعاث وامتصاص فريدة؟

A. Due to their atomic structure B. Due to their physical size

C. Due to their density D. Due to their melting point

4.Which instrument is used to study emission spectra in detail?

A. Telescope B. Microscope C. Thermometer D. Spectroscope

5.Which spectrum shows dark lines on a continuous background? أي طيف يُظهر خطوطًا داكنة على خلفية متصلة؟

A. Atomic spectrum B. Emission spectrum C. Line spectrum D. Absorption spectrum

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

The Bohr Model of the Atom: نموذج بور للذرة

Problems with the planetary (classical) model (Rutherford) مشاكل في النموذج الكوكبي

1 The planetary model says that orbiting electrons are **constantly accelerating**, so they should emit energy. In this case, electrons would **lose energy and spiral into the nucleus**, making atoms unstable. **But in fact** atoms are stable. (The planetary model does not agree with the laws of electromagnetism.)

ينص النموذج الكوكبي على أن الإلكترونات التي تدور في مداراتها تتسارع باستمرار، لذلك من المفترض أن تصدر طاقة. في هذه الحالة، **ستفقد الإلكترونات طاقتها وتدور حلزونياً نحو النواة**، مما يجعل الذرات غير مستقرة. **لكن في الواقع** الذرات مستقرة.
(النموذج الكواقبي لا يوافق مع قوانين الكهرومغناطيسية).

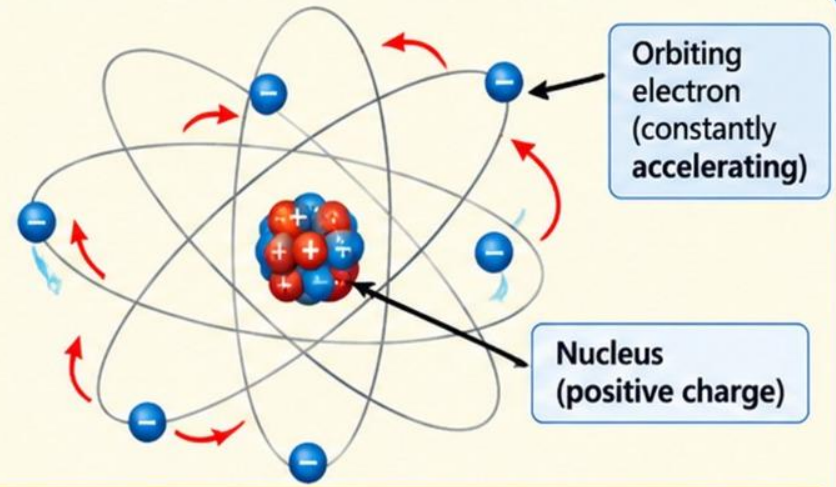
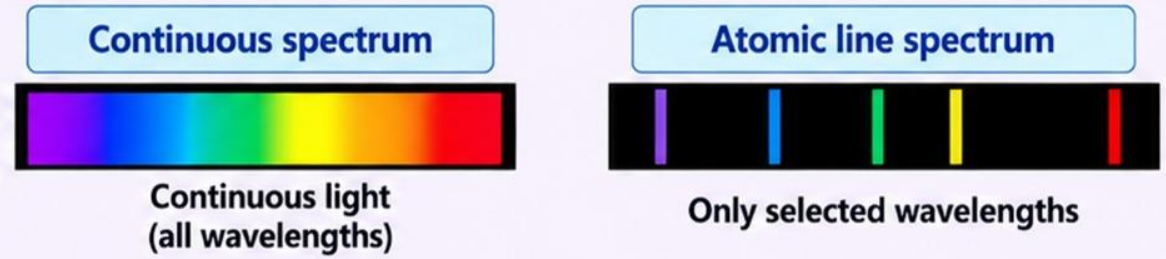


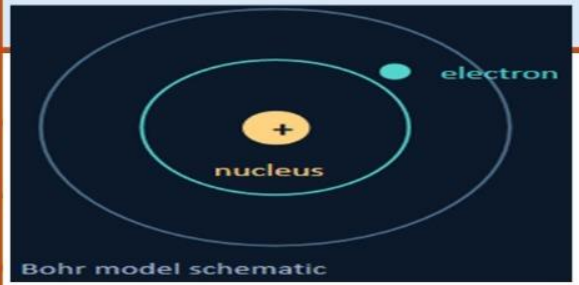
Figure 19 The planetary model of the atom stated electrons move in fixed orbits around the nucleus.

2 The model predicts radiation of all wavelengths. **But in fact** the light emitted by atoms is radiated only at specific wavelengths.

بتنبأ النموذج بإشعاع جميع الأطوال الموجية، **ولكن في الواقع**، الضوء المنبعث من الذرات يُشع فقط بأطوال موجية محددة.



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

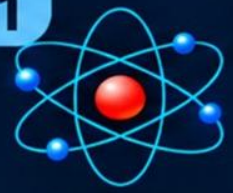
Q1	**Why was the planetary model failed in its prediction ?**	لماذا فشل النموذج الكوكبي في تنبؤاته؟
A.	Gravity holds electrons	
B.	Atoms actually remain stable	
C.	Nuclei emit no light	
D.	Electrons have no charge	

Q2	**What must an atomic model explain?**	ما الذي يجب أن يفسره النموذج الذري؟
A.	Specific emission wavelengths	
B.	Only continuous light	
C.	Only infrared radiation	
D.	Only UV radiation	

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

SUMMARY: THE BOHR MODEL & QUANTIZED ENERGY

1 PLANETARY MODEL, NEW RULES



Bohr began with a planetary model of electrons, but proposed new rules for how electrons behave inside atoms.

2 STABLE ORBITS, NO RADIATION



He postulated that an electron in a stable orbit in an atom **does not radiate energy**, even though it is accelerating.

3 STATIONARY STATES



Bohr referred to this stable condition as a **stationary state**.

4 QUANTIZED ENERGY



Each allowed energy level has a specific value. For hydrogen, the levels are quantized: $E_n = -13.6\ eV / n^2$.

5 THE STAIRCASE ANALOGY



The quantization of Energies can be likened to a flight of stairs; it is **impossible** to stop at a midpoint between steps. An electron's energy cannot have a value between allowed levels.

6 GROUND STATE.



An atom with the smallest allowable amount of energy is said to be in the **ground state**.

7 EXCITED STATES & ENERGY JUMPS



When such an atom absorbs energy, one or more of its electrons move to higher energy levels. Any energy level above the ground state is called an **excited state**.

- بدأ بور بنموذج الكوكب، لكنه غير القواعد داخل الذرة.
- تسمّي عند المدارات المستقرة بالحالات الثابتة.
- مستويات الطاقة المكتنة تشبه السلم، يمكن للإلكترونات الانتقال بين المستويات، لكن لا يمكنها البقاء بينها.
- تُسمى أدنى حالة طاقة في الذرة **بالحالة الأرضية**.

* اقترح أن الإلكترون في مدار مستقر لا يشع طاقة، حتى وان كان يتسارع.
* لكل حالة ثابتة مقدار محدد وثابت من الطاقة - **اطاقة مكممة**
* عندما تمتص الذرة طاقة، تقفز الإلكترونات إلى مستويات طاقة أعلى، **تُسمى الحالات المُثارة**

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

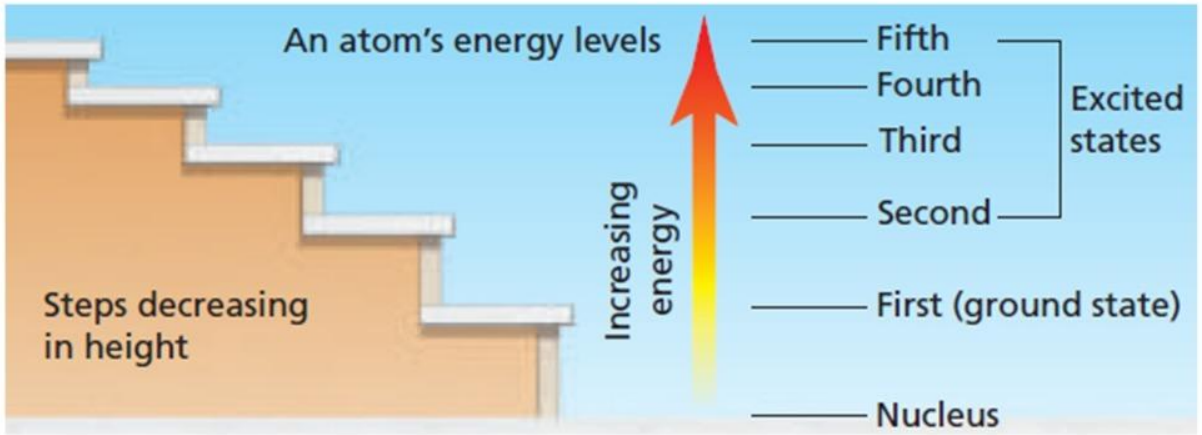
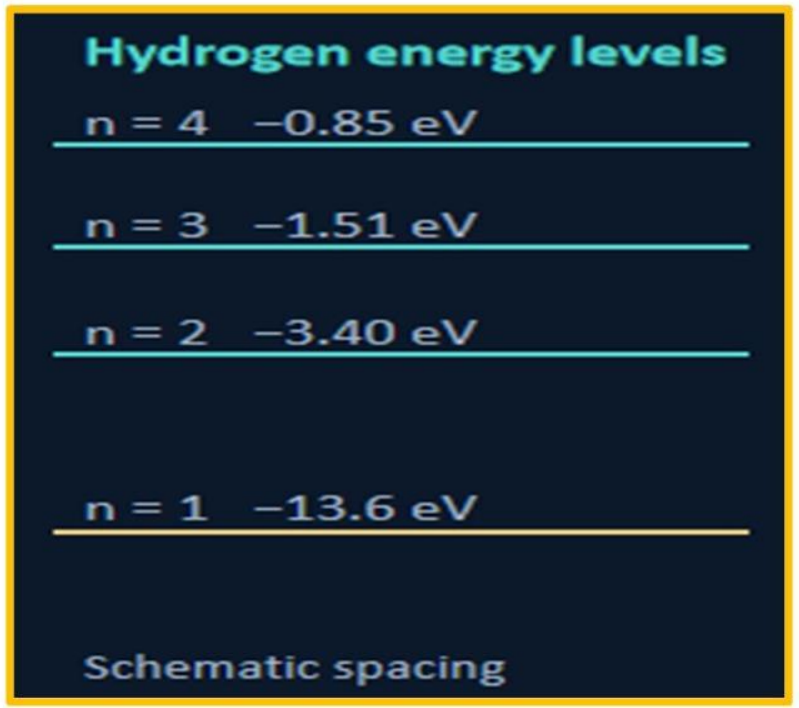


Figure 20 The allowed energy levels in an atom can be compared to a set of stairs. Note how the difference in energy between adjacent energy levels decreases as the energy level increases.



Energy of an Emitted Photon طاقة الفوتون المنبعث

The energy of an emitted photon is equal to the product of Planck's constant and the emitted photon's frequency
The energy of an emitted photon also is equal to the loss in the atom's energy.

$$E_{photon} = hf = -\Delta E_{atom}$$

E_{photon} : The energy of an emitted photon (J)
h:Planck'sconstant ($6.63x10^{-34}$ J.s)
f: emitted photon's frequency (HZ)

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q1)If electrons continuously radiate energy, what should happen to the atom? إذا كانت الإلكترونات تشع الطاقة باستمرار، فماذا سيحدث للذرة؟

A. The nucleus disappears B. It becomes positively charged
C. Electrons move to higher orbits D. Electrons spiral into the nucleus

Q2)The planetary model(classical) fails to explain atomic stability because فشل النموذج الكوكبي في تفسير استقرار الذرات لأن

A. electrons should lose energy continuously B. electrons have mass
C. atoms contain neutrons D. the nucleus is too small

Q3)The planetary model(classical) predicts emission of radiation at يتنبأ النموذج الكوكبي بانبعاث إشعاع عند

A. all wavelengths B. only one wavelength C. no wavelengths D. discrete wavelengths

Q4)According to Bohr, electrons in stable orbits بحسب بور، فإن الإلكترونات في مدارات مستقرة

A. move in straight lines B. radiate energy continuously C. fall into the nucleus D. do not radiate energy

Q5)Quantized energy means that electrons الطاقة المكماة تعني أن الإلكترونات

A. remain at rest B. can have any energy value C. have only specific allowed energies D. lose energy continuously

Q6)An atom in its lowest possible energy state is in the

A. ground state B. excited state C. stationary state D. ionized state

Q7)When an atom absorbs energy, electrons عندما تمتص الذرة طاقة، فإن الإلكترونات:

A. leave the atom B. move closer to the nucleus C. jump to higher energy levels D. stop moving

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

$$E_{photon\ 1} = E_3 - E_1$$
$$E_{photon\ 2} = E_2 - E_1$$
$$E_{photon\ 3} = E_3 - E_2$$
$$E_{photon\ 1} > E_{photon\ 2} > E_{photon\ 3}$$
$$\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$$

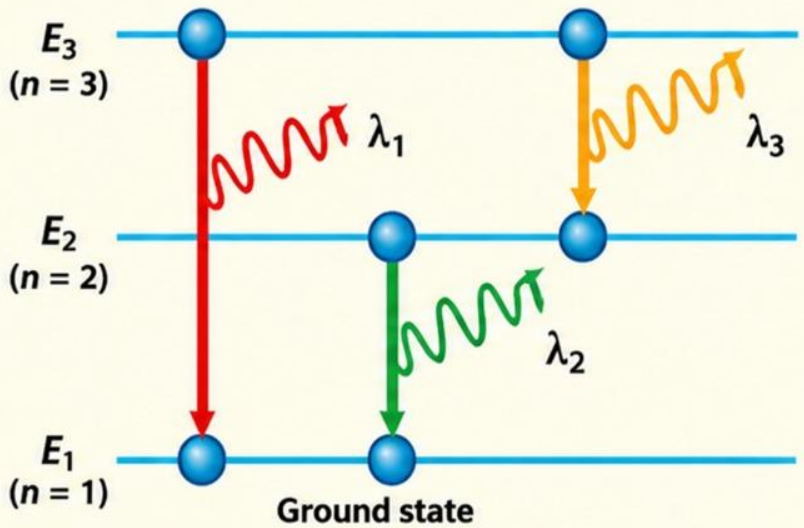


Figure 21 An emitted photon's energy is equal to the amount by which the energy of the atom decreases.

الشكل 21 طاقة الفوتون المنبعث تساوي مقدار النقص في طاقة الذرة.

Predictions of the Bohr Model تنبؤات نموذج بور

- A scientific theory must make **testable predictions**.
- Bohr's model correctly predicted **hydrogen's spectrum**.
- Calculations matched **experimental results**.
- Model was **widely accepted**.
- Worked **only for hydrogen**.

- يجب أن تقدم النظرية العلمية تنبؤات قابلة للإختبار.
- تنبأ نموذج بور بطيف الهيدروجين بشكل صحيح.
- تطابقت الحسابات مع النتائج التجريبية.
- حظي النموذج بقبول واسع.
- كان صالحًا للهيدروجين فقط.

- Failed for **helium and other atoms**.
- Did not fully explain **electromagnetic laws** inside atoms.
- Bohr knew the model was **incomplete**.

- فشل مع الهيليوم والذرات الأخرى.
- لم يفسر قوانين الكهرومغناطيسية داخل الذرات تفسيرًا كاملاً.
- أدرك بور أن النموذج غير مكتمل.

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

In the Bohr description of hydrogen, total energy includes electron kinetic energy and electric potential energy. Work is needed to move the electron farther from the attractive nucleus, so larger allowed orbits have higher total energy

في نموذج بور لذرة الهيدروجين، تتضمن الطاقة الكلية كلاً من الطاقة الحركية للإلكترون وطاقة الوضع الكهربائية .ولإبعاد الإلكترون مسافة أكبر عن النواة التي تجذبه، يلزم بذل شغل؛ لذا فإن المدارات المسموح بها ذات الأحجام الأكبر تمتلك طاقة كلية أعلى.

$$E = K + U$$

Q1	**Which state has the lowest energy?**	**أي حالة تمتلك أقل طاقة؟**	
A.	**n = 4**		
B.	**n = 1**		
C.	**n = 3**		
D.	**n = 2**		

Q2	**An electron farther from the nucleus has…**	**الإلكترون الأبعد عن النواة يمتلك…**	
A.	A higher total energy		
B.	A lower total energy		
C.	Always zero kinetic energy		
D.	Always zero potential energy		

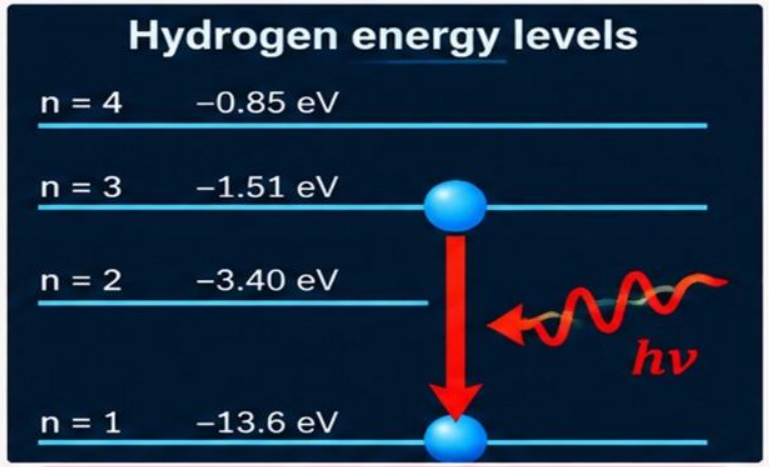
Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Emission الانبعاث

An excited atom can move to a lower level and **emit a photon**. The atom **loses energy**, while the emitted photon carries a positive amount of energy equal to the level difference.

يمكن للذرة المثارة أن تنتقل إلى مستوي أدنى وتصدر فوتوناً. بينما تحمل الفوتون المُصدر مقداراً من الطاقة يساوي الفرق بين المستويين.

$$E_{photon} = E_i - E_f = -\Delta E_{atom}$$



Emission الانبعاث

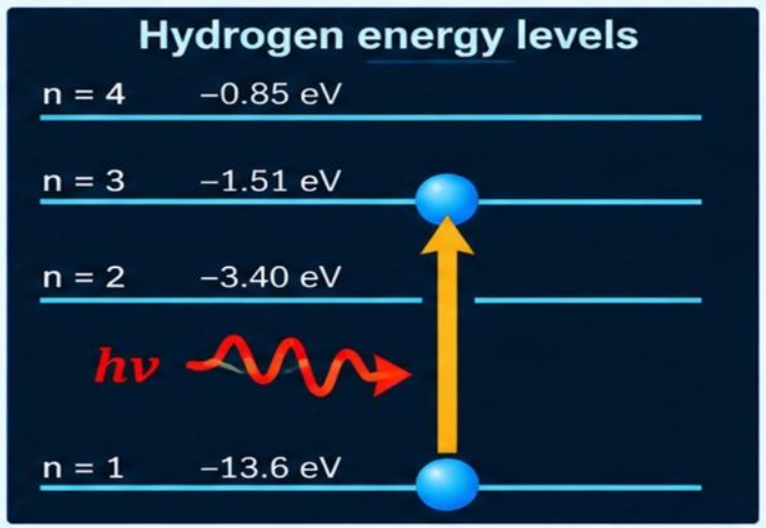
- The atom moves from a higher level to a lower level.
- The atom **loses energy.**
- A photon is emitted with energy equal to the level difference.

Absorption الامتصاص

An atom **absorbs a photon** when the photon supplies the energy needed for an allowed upward transition. The atom **gains** exactly the photon's energy. For a bound-to-bound transition, the photon energy must match the level gap.

تمتص الذرة فوتوناً عندما يمدها هذا الفوتون بالطاقة اللازمة لإجراء انتقال مسموح به إلى مستوي أعلى. وتكتسب الذرة بذلك مقداراً من الطاقة يساوي تماماً طاقة الفوتون. وفي حالة الانتقال بين مستويين مرتبطين، يجب أن تتطابق طاقة الفوتون مع فرق الطاقة بين المستويين.

$$\Delta E_{atom} = E_f - E_i = hf$$



Absorption الامتصاص

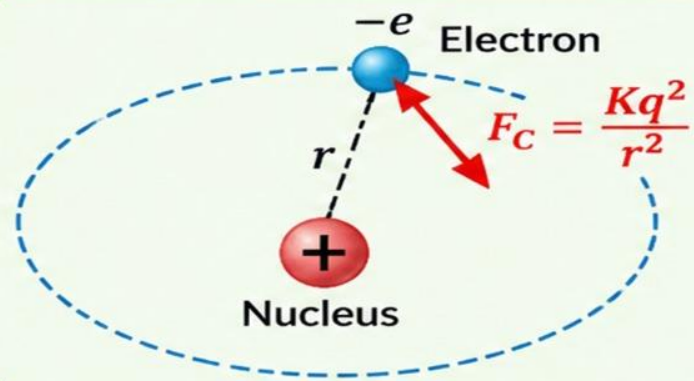
- The atom moves from a lower level to a higher level.
- The atom **gains energy.**
- A photon must have energy equal to the level difference ($\Delta E = hf$).

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Development of Bohr's model

1 Bohr developed his model by applying **Newton's second law of motion**, $F_{net} = ma$, to the electron.
The net force is the electrostatic force described by **Coulomb's law**.
For a circular orbit:

$$\frac{Kq^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$



The electrostatic force provides the centripetal force for the electron's circular motion.

2 The angular momentum of the electron is given by mvr.
Bohr postulated that the angular momentum is quantized:

$$mvr = \frac{nh}{2\pi} \qquad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Electron Orbital Radius in Hydrogen

$$r_n = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 K m q^2}$$

- r_n : The radius of an electron in orbit
- h : Planck's constant
- n : The **principal quantum number** ($n = 1, 2, 3, \dots$)
- K : Constant ($9 \times 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2 / C^2}$)
- m : The mass of an electron
- q : The elementary charge of an electron

For hydrogen, the orbital radius is:

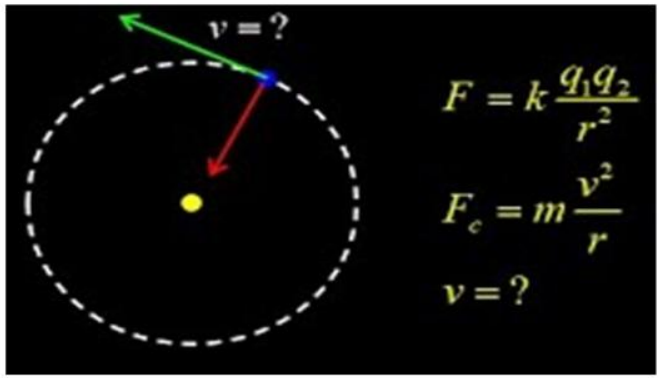
$$r_n = n^2 r_1 \quad \Rightarrow \quad r_1 = 5.3 \times 10^{-11}\ \mathrm{m}$$

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

electron of mass (m)moving in a stable circular orbit of radius (r) with velocity (v)

$$r_n = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 K m q^2}$$

$$\text{Centripetal Force } (F_c) = \text{Electrostatic Force } (F_e)$$



$$\frac{mv^2}{r} = \frac{Kq^2}{r^2} \Rightarrow v^2 = \frac{Kq^2}{mr} \quad \ldots\ldots 1$$

Bohr's model, the **angular momentum** (L) of an electron is quantized and can only be an integral multiple of

$$L = \frac{nh}{2\pi}$$

$L = I\omega$ **I** = Moment of inertia **ω** = Angular velocity

$$L = mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

For a particle moving in a circular path, the moment of inertia is: $I = mr^2$

$$L = mr^2\frac{v}{r} \Rightarrow L = mvr$$

$$v = \frac{nh}{2\pi mr}$$ sub in equ …… 1

$$\frac{Kq^2}{mr} = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 m^2 r^2}$$

$$r_n = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 K m q^2}$$

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q1)Calculate radii of the **second**, **third**, and **fourth** allowable energy levels in the hydrogen atom the hydrogen atom , for n = 1, The value of r_1=0.053 nm

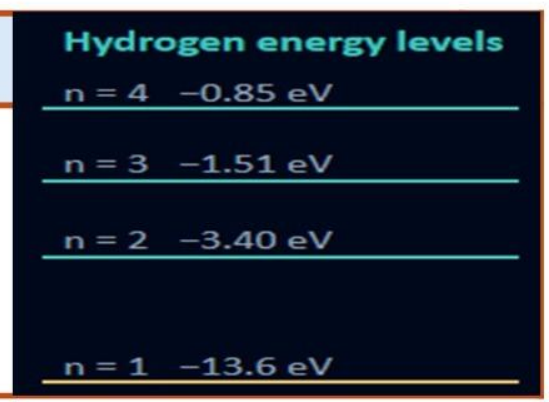
Kamal al karaki

Kamal al karaki

Q2)Define Ionization energy? ما المقصود بتأيين الطاقة

Answer:Ionization energy is the minimum energy needed to remove an electron completely. For ground-state hydrogen, the electron must gain 13.6 eV to reach the zero-energy limit. Excited atoms need less energy to ionize.

Q	**Ionization from n = 2 requires...**	n = 2... يتطلب التأين من المستوى
A.	0 eV	
B.	10.2 eV	
C.	13.6 eV	
D.	3.40 eV	



Why is the energy negative in the Bohr model? لماذا تكون الطاقة سالبة في نموذج بور؟

We choose **zero energy** for an electron infinitely far from the nucleus with **no kinetic energy**. A bound electron has lower energy than this reference. Adding energy can free it from the atom. **Bound state: E < 0** **ionization limit: E = 0**

In simple words: Negative energy means the electron is trapped in the atom and needs energy to escape

نختار قيمة طاقة تساوي صفراً لإلكترون يقع على مسافة لا نهائية من النواة ولا يمتلك أي طاقة حركية .أما الإلكترون المرتبط، فتكون طاقته أقل من هذه القيمة المرجعية؛ ويمكن تحريره من الذرة عن طريق تزويده بالطاقة.

Q1	**What does negative total energy mean?**	**ماذا تعني الطاقة الكلية السالبة؟**	
A.	The nucleus has no charge		
B.	The electron is bound		
C.	The atom cannot absorb light		
D.	The electron has negative speed		

Q2	**As n increases, E becomes...**	**كلما زادت قيمة n، تصبح E...**	
A.	Independent of n		
B.	More negative		
C.	Less negative		
D.	Always positive		

Kamal al karaki
Kamal al karaki

Energy of a Hydrogen Atom

The total energy of an atom with principal quantum number n is equal to the product of **−13.6 eV** and the **inverse of n^2**.

$$E_n = -13.6\ \text{eV} \times \frac{1}{n^2}$$

- The atom's energy decreases, the electron's orbital radius increases.
- The integer **(n)** is called the **principal quantum number**.

as (n) increases the magnitude of the negative energy decreases.

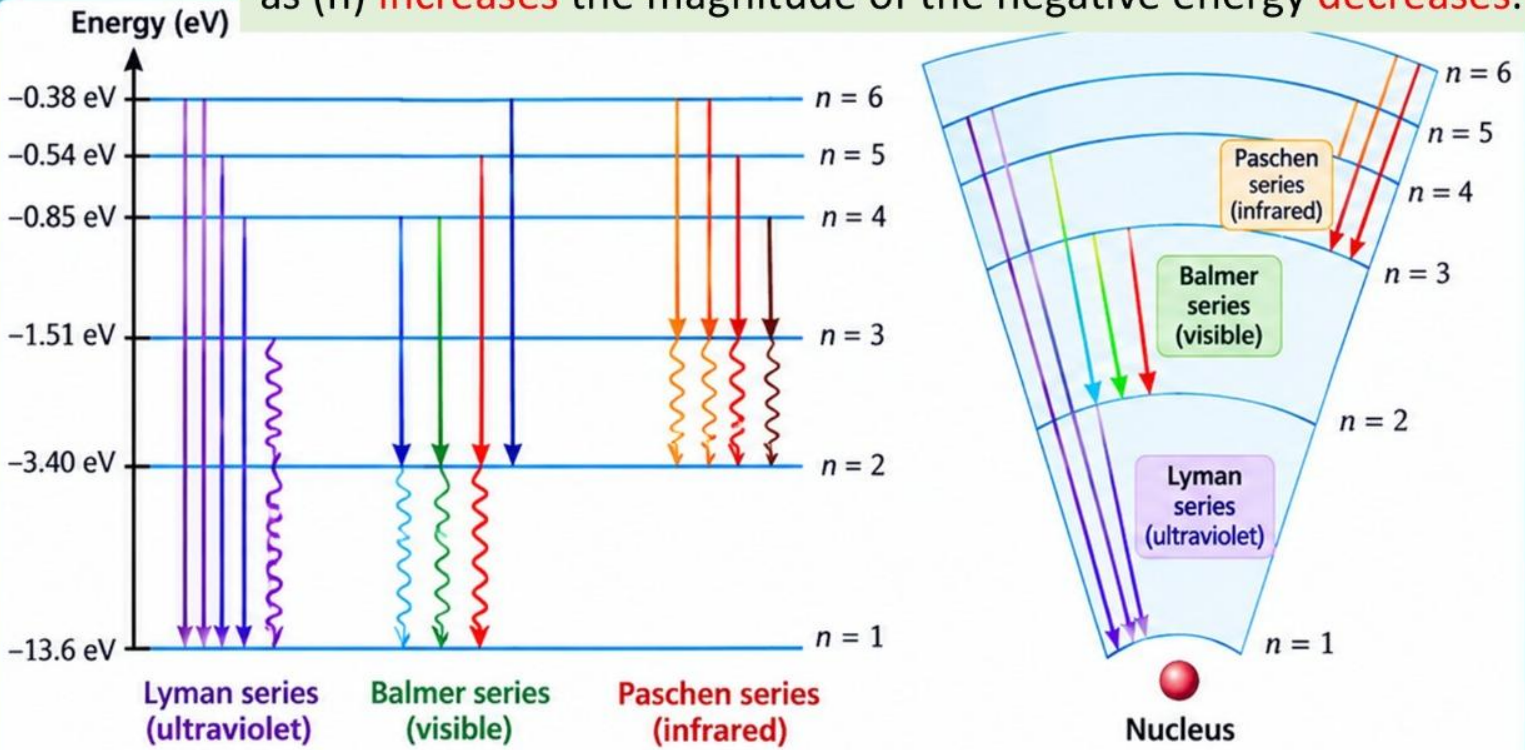
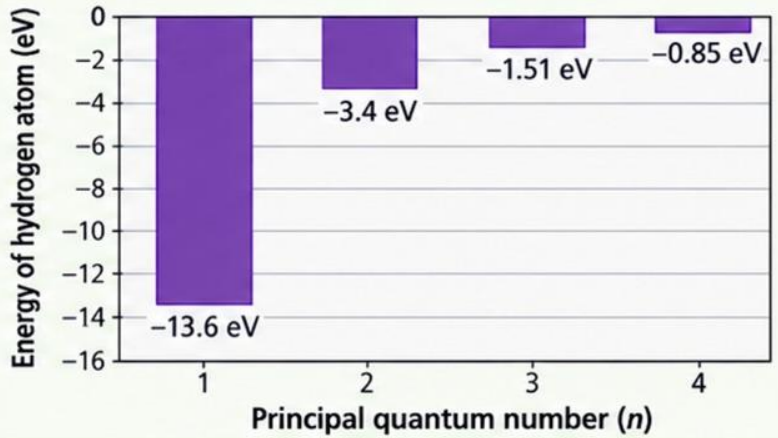


Figure 22 Energy vs. Principal Quantum Number



The radius of the hydrogen atom increases *as* n^2. The energy of the hydrogen atom increases from a minimum of -13.6 eV (the ground state, $n = 1$) to values closer to 0 eV *as* n increases.

Figure 23 Hydrogen Emission Series

A hydrogen atom emits visible light when electrons transition from higher energy levels to the $n = 2$ energy level. Transitions to other energy levels result in emission of ultraviolet and infrared electromagnetic energy.



Balmer series (visible spectrum)

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

$$E_n = -13.6\ \text{eV} \times \frac{1}{n^2}$$

The total energy (E) of an orbiting electron is the sum of :
Kinetic Energy (K) + Electrostatic Potential Energy (U)

$$K = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{.....equ(1)} \qquad U = -\frac{k_e e^2}{r}$$ *(negative because the nucleus and electron attract)*

centripetal force = electrostatic Coulomb force $\frac{mv^2}{r} = \frac{k_e e^2}{r^2} \Longrightarrow mv^2 = \frac{k_e e^2}{r}$ ➡ Sub in .....equ(1) ➡ $K = \frac{k_e e^2}{2r}$

$$E = K + U = \frac{k_e e^2}{2r} - \frac{k_e e^2}{r} = -\frac{k_e e^2}{2r} \quad \text{.....equ(2}$$

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m k_e e^2}$$ Sub in .....equ(2

$$E_n = -\frac{k_e e^2}{2\left(\frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m k_e e^2}\right)} = -\left(\frac{2\pi^2 m k_e^2 e^4}{h^2}\right) \times \frac{1}{n^2}$$

Elementary charge (*e*): 1.602×10^{-19} C

Planck's constant (*h*): 6.626×10^{-34} J · s

Electron mass (*m*): 9.109×10^{-31} kg

Coulomb constant (k_e): 8.988×10^9 N · m^2/C^2

$$\frac{2\pi^2 \times (9.109 \times 10^{-31}) \times (8.988 \times 10^9)^2 \times (1.602 \times 10^{-19})^4}{(6.626 \times 10^{-34})^2} \approx 2.18 \times 10^{-18}\ \text{Joules}$$

$$\frac{2.18 \times 10^{-18}\ \text{J}}{1.602 \times 10^{-19}\ \text{J/eV}} \approx \mathbf{13.6}\ \text{eV}$$

$$E_n = -13.6\ \text{eV} \times \frac{1}{n^2}$$

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Why different kinds of light are emitted

The energy of the emitted photon depends on how big the drop is:

- **Drops to the ground state (n = 1) → Lyman series in ultraviolet.**
- **Drops to n = 2 from n ≥ 3 → visible light (the Balmer series — the four visible hydrogen lines)**
- Transitions ending at n = 3 form the **Paschen series** .→ **infrared**

لماذا تُنبعث أنواع مختلفة من الضوء؟

تعتمد طاقة الفوتون المنبعث على حجم الانخفاض في مستوى الطاقة:

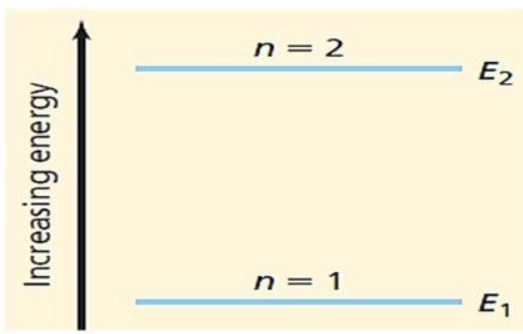
الانخفاض إلى الحالة الأرضية **(n = 1)** ⟵ فوق بنفسجي(سلسلة ليمان)

الانخفاض إلى(**n = 2**)من **n ≥ 3** ⟵ ضوء مرئي (سلسلة بالمر - خطوط الهيدروجين الأربعة المرئية)

الانخفاض إلى(**n = 3**) ← تحت أحمر(سلسلة باشن)

Q1)A hydrogen atom absorbs energy, causing its electron to move from the innermost energy level (n = 1), to the second energy level (n = 2). **Determine the energy of the first and second energy levels, and the energy absorbed by the atom.**

تمتص ذرة الهيدروجين طاقةً، مما يؤدي إلى انتقال إلكترونها من مستوى الطاقة الداخلي (n = 1)الى مستوى الطاقة الثاني .(n = 2)حدد طاقة كل من مستويي الطاقة الأول والثاني، والطاقة التي امتصتها الذرة.



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q1	When an electron jumps from $n = 2 \rightarrow n = 3$, what occurs?	عندما يقفز إلكترون من $n=2 \rightarrow n=3$، ماذا يحدث؟
A.	Absorption	
B.	Emission	
C.	Losing energy	
D.	Reflection	

Q2	The spectral series formed when electrons fall to the $n = 1$ energy level is called the:	تُسمى السلسلة الطيفية المتكونة عندما تهبط الإلكترونات إلى مستوى الطاقة $n = 1$ بما يلي:
A.	Paschen series	
B.	Balmer series	
C.	Lyman series	
D.	Both of Paschen series and Lyman series	

Q3	The Balmer series is mainly observed in the:	تُلاحظ سلسلة بالمر بشكل رئيسي في:
A.	Ultraviolet region	
B.	Radio waves	
C.	Visible region	
D.	Infrared region	

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q4	**Which transition gives a visible Balmer line?**		
A.	n = 4 to n = 2		
B.	n = 3 to n = 1		
C.	n = 2 to n = 1		
D.	n = 4 to n = 3		

Q5)From which orbit will an electron require **maximum energy** to ionize? من أي مدار سيحتاج الإلكترون إلى أقصى طاقة للتأين؟

A. n = 3 B. n = 1 C. n = 2 D. n = 4

Q6)The ratio of energies of an electron in the 2nd excited state and ground state of hydrogen is

A. 9 : 1 B.1 : 9 C. 4 : 1 D. 1 : 4 نسبة طاقات الإلكترون في الحالة المثارة الثانية والحالة الأرضية للهيدروجين هي

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q7	Calculate the energy difference between *E*4 and *E*2 in the hydrogen atom.	احسب فرق الطاقة بين E4 وE2 في ذرة الهيدروجين.	س1
A.	**2.55 eV**		
B.	**–3.40 eV**		
C.	**–0.85 eV**		
D.	**4.25ev**		

Q8)The energy of an electron in the ground state of a hydrogen atom is: طاقة الإلكترون في الحالة الأرضية لذرة الهيدروجين هي

A. −1.51 eV B.−13.6 Ev C. -54.5ev D. -3.4 eV

Q9)As the principal quantum number n increases, the magnitude of the negative energy **:**

A. Remains constant B. Decreases C. Becomes more negative D. Increases

Q10)Which transition in hydrogen emits the highest energy photon? أي انتقال في الهيدروجين ينبعث منه فوتون ذو طاقة أعلى؟

A. $n = 5 \rightarrow n = 4$ B. $n = 2 \rightarrow n = 1$ C. $n = 3 \rightarrow n = 2$ D. $n = 6 \rightarrow n = 5$

Q11) If an electron jumps from n = 5 to n = 2 in hydrogen, the energy of the emitted photon energy is closest to:

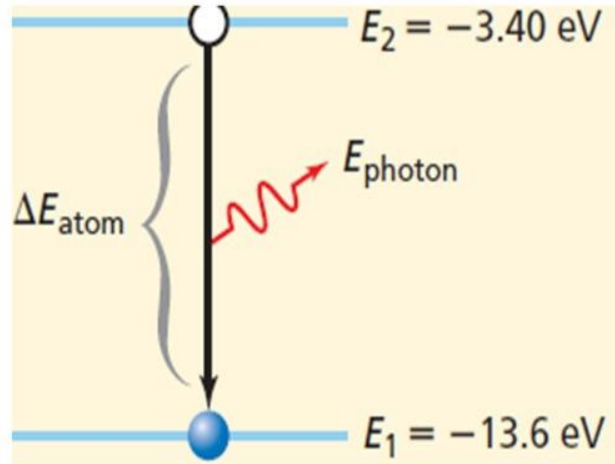
إذا قفز إلكترون من n = 5 إلى n = 2 في ذرة الهيدروجين، فإن طاقة الفوتون المنبعث تكون أقرب ما يمكن إلى

A. 4.86 ev B.2.86 ev C.2.86×10^{-19} J D. 2.55 eV

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q1) An **excited** hydrogen atom drops from the second energy level (n = 2) to the first energy level (n = 1). Calculate the energy and the wavelength of the emitted photon. .

تنتقل ذرة هيدروجين مثارة من مستوى الطاقة الثاني (n = 2)إلى مستوى الطاقة الأول. (n = 1)
احسب طاقة وطول موجة الفوتون المنبعث. استخدم قيم E1و E2من المثال 1



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q2) For a particular transition, the energy of a mercury atom drops from 8.82 eV to 6.67 eV.

a. What is the energy of the photon emitted by the mercury atom?

b. What is the wavelength of the photon emitted by the mercury atom?

في انتقال إلكتروني محدد، تنخفض طاقة ذرة الزئبق من 8.82 إلكترون فولت إلى 6.67 إلكترون فولت.

أ. ما طاقة الفوتون المنبعث من ذرة الزئبق؟ ب. ما طول موجة الفوتون المنبعث من ذرة الزئبق؟

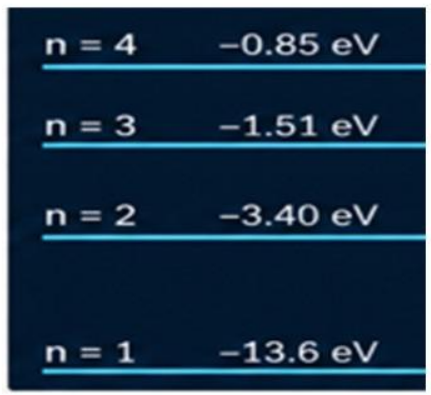
Kamal al karaki

Kamal al karaki

Q3) The wavelength of radiation emitted when an electron falls from n = 4 to n = 1 is λ_1. For transition n = 3 to n = 1, the wavelength is λ_2. Then λ_1 / λ_2 equals

A. 1.33 B. 1.78 C. 0.95 D. 2.56

طول موجة الإشعاع المنبعث عند انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة n = 4 إلى n = 1 هو λ_1. أما عند الانتقال من n = 3 إلى n = 1، فإن طول الموجة هو λ_2. وبالتالي، فإن λ_1 / λ_2 يساوي



Q4)The ground state of a helium ion is -54.4 eV. A transition to the ground state emits a 304nm photon. What was the energy of the excited state?

A.-13.6ev B. -54.6ev C. -50.3 eV D.-108ev

Kamal al karaki

Kamal al karaki

Q5) The absorption spectrum for a sample of hydrogen gas is shown in **Figure 24.** Explain how the absorption spectrum of a gas can be determined. Describe the reasons for the spectrum's appearance.

يُظهر الشكل 24 طيف امتصاص عينة من غاز الهيدروجين. اشرح كيف يمكن تحديد طيف امتصاص الغاز. صف أسباب ظهور الطيف

When white light pass through cool hydrogen gas and a prism. Dark lines appear where hydrogen absorbs specific wavelengths matching its energy-level transitions. Re-emitted photons travel in different directions, reducing the beam intensity at those wavelengths

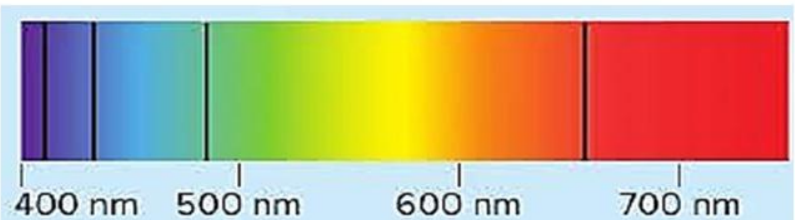


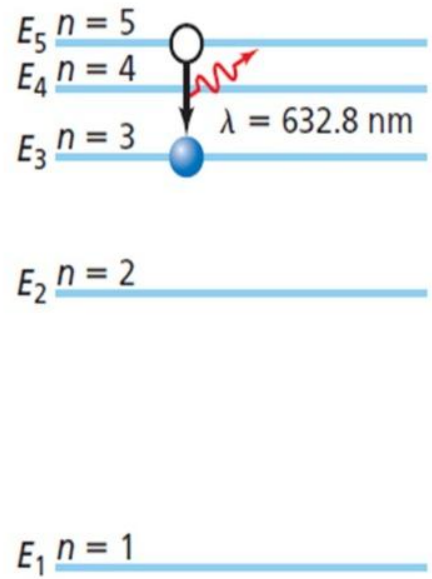
Figure 24

Q6) Although the Bohr atomic model accurately explained the behavior of a hydrogen atom, it was unable to explain the behavior of any other atom. Verify the limitations of the Bohr model by analyzing an electron transition in a neon atom. Unlike a hydrogen atom a neon atom has ten electrons. One of these electrons makes a transition between the ***n*= 5 and the *n* = 3** energy states, emitting a photon in the process

1. Assuming that the neon atom's electron can be treated as an electron in a hydrogen atom, what photon energy does the Bohr model predict?

2. Assuming that the neon atom's electron can be treated as an electron in a hydrogen atom, what photon wavelength does the Bohr model predict?

3. The actual wavelength of the photon emitted during the transition is 632.8 nm. What is the percent error of the Bohr model's prediction of photon wavelength?



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q1	The study of spectra is known as	تُعرف دراسة الأطياف باسم
A.	Spectroscopy	
B.	Spectrometry	
C.	Crystallography	
D.	Radiography	

Q2	A hydrogen atom absorbs energy, causing its electron to move from the innermost energy level (n = 1), to the second energy level (n = 2). Determine the energy absorbed by the atom	تمتص ذرة الهيدروجين طاقةً، مما يؤدي إلى انتقال إلكترونها من مستوى الطاقة الداخلي (n = 1)الى مستوى الطاقة الثاني .(n = 2) حدد الطاقة التي امتصتها الذرة
A.	10.2 ev	
B.	17.0 ev	
C.	13.4 ev	
D.	3.4 ev	

Q3	Calculate radius of the second, allowable energy levels in the hydrogen atom, for n = 1, The value of r_1=0.053 nm	احسب نصف قطر مستوى الطاقة الثانية المسموح بها في ذرة الهيدروجين، عندما n = 1، علمًا بأن قيمة r_1=0.053 nm
A.	0.21 nm	
B.	0.053 nm	
C.	0.48 nm	
D.	0.85 nm	

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Lesson 4: The Quantum Model of the Atom النموذج الكمي للذرة

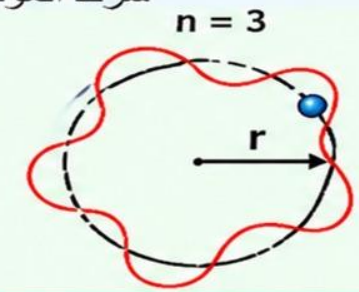
- **Bohr's model** worked well for **hydrogen** but **could not accurately predict the energies of atoms with several electrons**.
- The quantum model uses the **wave properties of electrons** and describes their allowed states **without fixed orbital paths**.

- عمل نموذج بور بشكل جيد للهيدروجين، **لكنه لم يتمكن من التنبؤ بدقة بطاقات الذرات التي تحتوي على عدة إلكترونات**.
- يستخدم النموذج الكمي **الخصائص الموجية للإلكترونات** ويصف حالاتها المسموح بها **دون مدارات ثابتة محددة**.

1 Standing wave condition for a stable orbit
شرط الموجة المستقرة للمدار المستقر

For a stable orbit, the electron wave must fit exactly around the orbit:

$$2\pi r = n\lambda$$



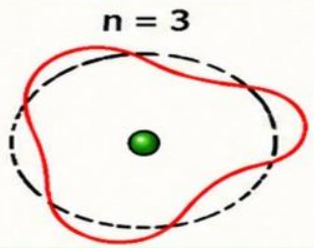
2 Bohr's rule from the wave condition
قاعدة بور الناتجة من شرط الموجة

This condition leads directly to Bohr's rule:

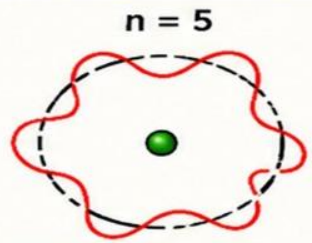
$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

m	:	mass of the electron
v	:	speed of the electron
r	:	orbital radius
n	:	integer (n = 1, 2, 3, ...)
h	:	Planck's constant
λ	:	de Broglie wavelength

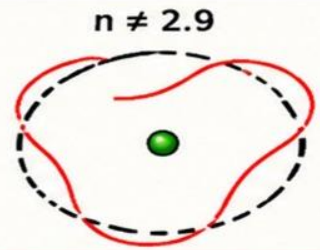
de Broglie Waves موجات دي برولي



Stable condition: three complete cycles per orbit.



Stable condition: five complete cycles per orbit.



Unstable condition

Figure 25

In the Bohr model of the atom, stable electron orbits around the nucleus must have a circumference equal to a whole-number multiple (n) of the de Broglie wavelengths.

في نموذج بور للذرة، يجب أن تكون مدارات الإلكترونات المستقرة حول النواة ذات محيط يساوي عدداً صحيحا (n) من الأطوال الموجية لدي برولي.

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q	What was a serious limitation of Bohr's model?	ما هو القصور الجسيم في نموذج بور؟	
A.	It ignored hydrogen		
B.	It predicted no energy levels		
C.	It contained no nucleus		
D.	Fails for multi-electron spectra		

Kamal al karaki

Kamal al karaki

The de Broglie wavelength الطول الموجي ل دي برولي

An electron has wave properties. Its de Broglie wavelength depends on momentum. Greater momentum gives a shorter wavelength. For a nonrelativistic electron, momentum is p = mv.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

يتمتع الإلكترون بخصائص موجية .ويعتمد طوله الموجي (طول موجة دي برولي)على الزخم؛ فكلما زاد الزخم، قصر الطول الموجي .وبالنسبة للإلكترون في الحالات غير النسبية، يُحسب الزخم بالعلاقة.p = mv :

A wave must fit around the orbit

In de Broglie interpretation of Bohr's model, a stable orbit contains a whole number of wavelengths. The wave joins smoothly after one circuit. A noninteger number, such as 2.9,

في تفسير دي بروي لنموذج بور، يحتوي المدار المستقر على عدد صحيح من الأطوال الموجية؛ إذ تتصل الموجة بسلاسة بعد إتمام دورة واحدة، في حين أن العدد غير الصحيح -مثل 2.9- لا يحقق هذا الشرط.

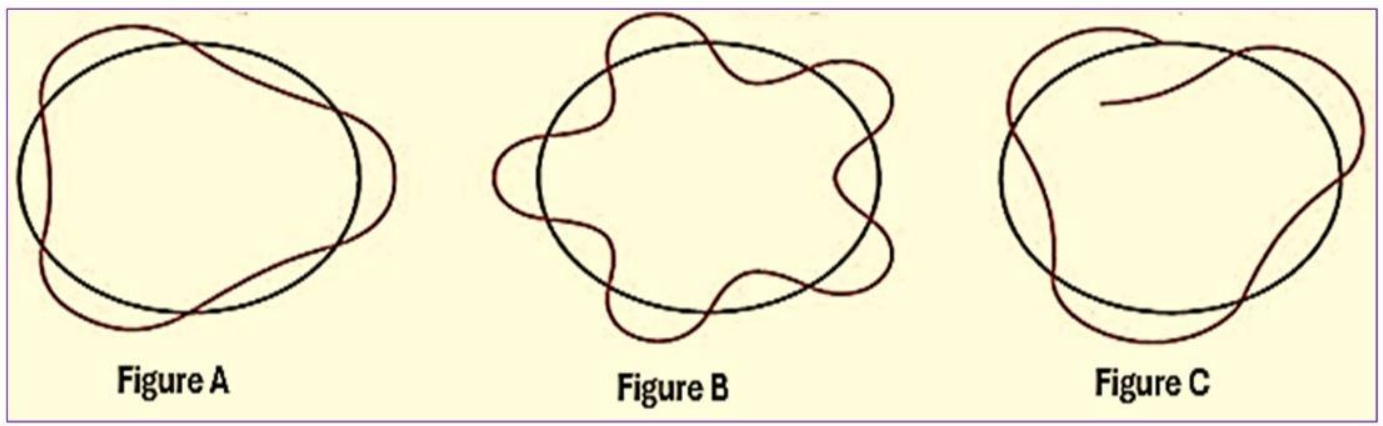
$$n\lambda = 2\pi r$$

principal quantum number.

- $n = 1,2,3,4, \ldots$



- This condition leads directly to Bohr's rule: $\boldsymbol{mvr = \frac{nh}{2\pi}}$



Stable condition: three complete cycles per orbit

Stable condition: five complete cycles per orbit

Unstable condition

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q1	**Which number of wavelengths fits an allowed orbit?**	**ما هو عدد الأطوال الموجية الذي يتناسب مع مدار مسموح به؟**	
A.	5		
B.	2.9		
C.	3.5		
D.	0.5		

Q2	**What quantity does mvr represent?**	**ما الكمية التي يمثلها mvr؟**	
A.	Electron velocity		
B.	Electron charge		
C.	Angular momentum		
D.	Electric potential		

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q3	According to de Broglie's hypothesis, what physical condition must be met for an electron orbit to be stable in a Bohr atom?	وفقًا لفرضية دي برولي، ما هو الشرط الفيزيائي الذي يجب تحقيقه لكي يكون مدار الإلكترون مستقرًا في ذرة بور؟
A.	The kinetic energy of the electron equal its potential energy	
B.	The circumference of the orbit must contain an integer number of de Broglie wavelengths.	
C.	The electron's speed must approach the speed of light.	
D.	The orbit radius must equal the de Broglie wavelength	

Q4	If the radius of a stable electron orbit in a hydrogen atom is r what is the de Broglie wavelength λ of the electron in the (n = 3) state?	إذا كان نصف قطر مدار إلكتروني مستقر في ذرة الهيدروجين هو r، فما هو طول موجة دي برولي λ للإلكترون في الحالة (n = 3)؟
A.	$\lambda = \frac{3}{2\pi r}$	
B.	$\lambda = \frac{2\pi r}{3}$	
C.	$\lambda = 6\pi r$	
D.	$\lambda = \frac{\pi r}{3}$	

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Q5	in the Bohr model, the circumference of a stable electron orbit of the de Broglie equation $2\pi r = n\,x$ what x re[resent for :	في نموذج بور، يمثل محيط مدار إلكتروني مستقر في معادلة دي برولي $2\pi r = n\,x$ ما يمثله :X
A.	an integer number	
B.	kinetic energy	
C.	wavelength	
D.	orbit radius	

Q6	Which two equations are combined directly to derive the condition $2\pi r = n\lambda$?	
A.	$\Delta E = hf$ and $p = \frac{h}{\lambda}$	
B.	$F = \frac{mv^2}{r}$ and $E = hf$	
C.	$E = mc^2$ and $p = mv$	
D.	$mvr = \frac{nh}{2\pi}$ and $\lambda = \frac{h}{p}$	

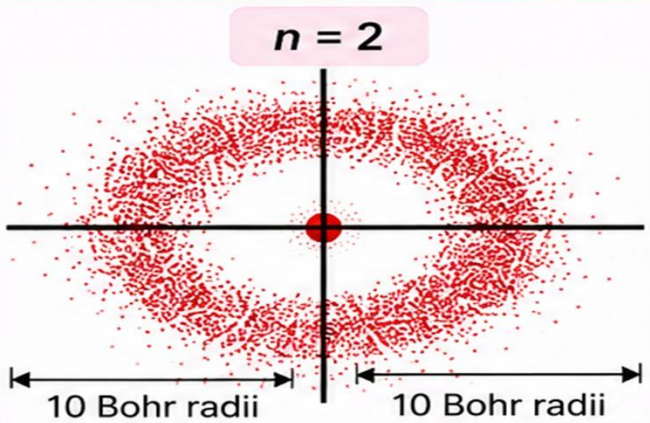
Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

Uncertainty principle applied to atomic theory

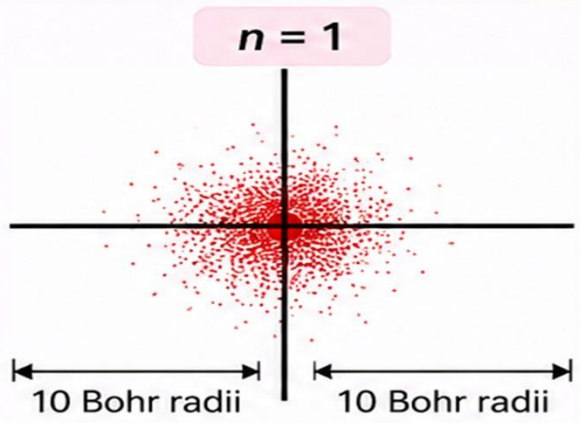
تطبيق مبدأ عدم اليقين على النظرية الذرية

- Heisenberg showed that you cannot know both an electron's **position** and **momentum exactly** at the same time.
- Because of this, electrons do not have precise orbits.
- The modern quantum model describes the **probability** of finding an electron in a region of space.
- For hydrogen, the most likely electron–nucleus distance matches the Bohr radius.
- Areas with a high probability of finding the electron form an **electron cloud**.
- Electron clouds are shown as 3D regions of equal probability.

- أظهر هايزبرغ أنه لا يمكن معرفة كل من **موقع الإلكترون وزخمه بدقة** في الوقت نفسه.
- لذلك، لا تمتلك الإلكترونات مدارات دقيقة.
- يصف النموذج الكمي الحديث **احتمالية** وجود الإلكترون في منطقة معينة من الفضاء.
- بالنسبة للهيدروجين، تتطابق المسافة الأكثر احتمالاً بين الإلكترون والنواة مع نصف قطر بور.
- تَشكل المناطق ذات الاحتمالية العالية لوجود الإلكترون **سحابة إلكترونية**.
- تعرض سحب الإلكترون على شكل مناطق ثلاثية الأبعاد ذات احتمالية متساوية.



Second energy level ($n = 2$)



First energy level ($n = 1$)

Figure 26

The density of dots in these plots corresponds to the **probability** of finding the electron in a hydrogen atom in the first and second energy levels.

تَمثل كثافة النقاط في هذه الرسومات احتمالية وجود الإلكترون في ذرة الهيدروجين في المستوى الأول والثاني للطاقة.

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q1	**Reducing position uncertainty increases the minimum…**	**يؤدي تقليل عدم اليقين بشأن الموقع إلى زيادة الحد الأدنى…**	
A.	Momentum uncertainty		
B.	Photon count		
C.	Nuclear mass		
D.	Electron charge		

Q2) Although it was able to accurately predict the behavior of hydrogen, in what ways did Bohr's atomic model have serious shortcomings? على الرغم من قدرة نموذج بور الذري على التنبؤ بدقة بسلوك الهيدروجين، فما هي أوجه القصور الخطيرة التي شابت هذا النموذج؟

Q3) According to the **quantum model**, electrons are best described as وفقًا للنموذج الكمي، يمكن وصف الإلكترونات على أفضل وجه بأنها

A. Waves only
B. Particles moving in fixed circular orbits
C. Wave–particle entities described by probability
D. Particles with definite paths

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki

The electron cloud السحابة الإلكترونية

An electron cloud shows where an electron is likely to be found. Denser or brighter regions represent greater probability density. A cloud is a probability map, not a photograph of an electron travelling on a fixed orbit.

تُبيّن السحابة الإلكترونية الأماكن التي يُحتمل وجود الإلكترون فيها .وتُمثّل المناطق الأكثر كثافةً أو سطوعاً كثافةً احتماليةً أكبر .فالسحابة هي خريطة احتمالات، وليست صورةً فوتوغرافيةً لإلكترون يتحرك في مدارٍ ثابت

Q	**A dense cloud region means...**	**ماذا تعني منطقة سحابية كثيفة من الالكترونات...**	
A.	Greater chance of finding the electron		
B.	The electron travels more slowl		
C.	The nucleus is larger		
D.	Many electrons must be there		

Kamal al karaki
Kamal al karaki

Lasers الليزر



Types of Light: أنواع الضوء:

https://www.youtube.com/watch?v=vcsYcKQGhVc&list=RDvcsYcKQGhVc&start_radio=1

1 Incandescent light (hot objects)
ضوء الأجسام الساخنة (التوهج)

- Gives **all wavelengths** (continuous spectrum).
- Example: light bulb.
- يصدر جميع الأطوال الموجية (طيف متصل).
- مثال: المصباح الكهربائي.

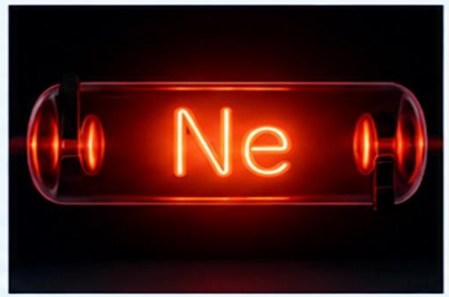


Continuous spectrum الطيف المتصل



2 Atomic gas light
ضوء الغازات الذرية

- Gives only **certain wavelengths** (line spectrum).
- Example: neon light.
- يصدر أطوالاً موجية محددة فقط (طيف خطي).
- مثال: ضوء النيون.

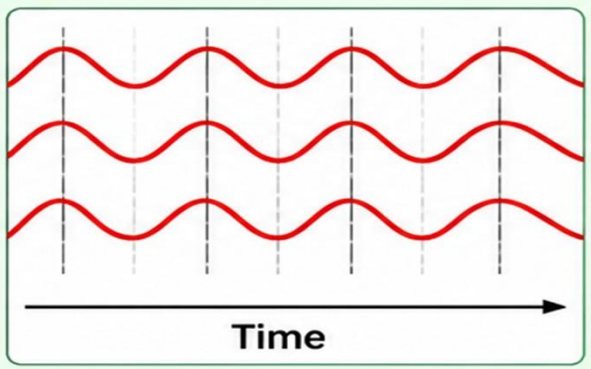


Line spectrum (Neon) الطيف الخطي (النيون)



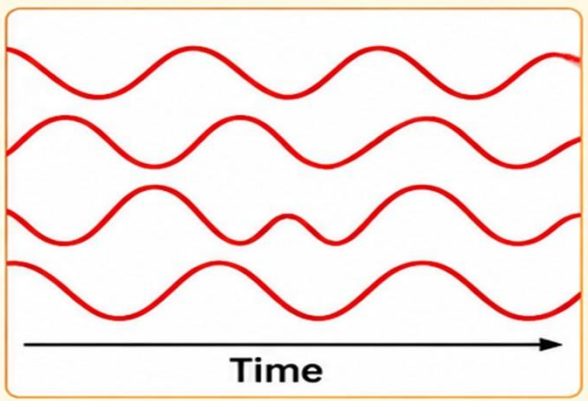
Coherent light الضوء المتزامن

- Waves are **in step** (same phase).
- Peaks and valleys line up.
- Example: laser.
- موجاته متزامنة.
- قممه وقيعانه متطابقة
- مثال: الليزر.



Incoherent light الضوء غير المتزامن

- Waves are **not in step** (different phases).
- Emitted randomly.
- Examples: light bulb, gas tube.
- موجاته غير متزامنة.
- ينبعث بشكل عشوائي.
- أمثلة: المصباح الكهربائي، أنبوب الغاز.



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

How Atoms Emit Light? كيف تصدر الذرات الضوء؟

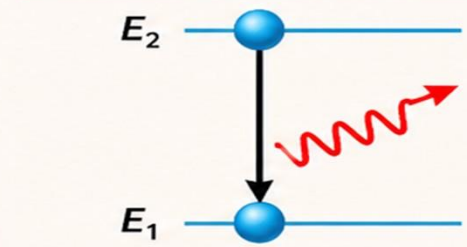
Atoms emit light only when excited by different ways: تصدر الذرات الضوء فقط عند إثارتـها بطرق مختلفة:

1. **By heat** بالحرارة
2. **By electron collisions** بتصادم الإلكترونات
3. **By absorbing a photon of the right energy** بامتصاص فوتون ذي طاقة مناسبة

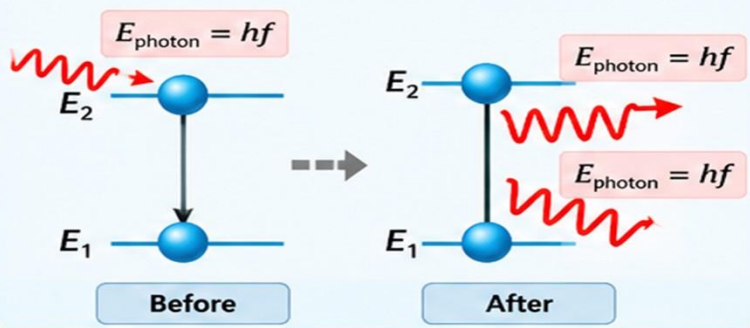
Spontaneous and stimulated emission الانبعاث التلقائي والمحفز

Property	Spontaneous Emission الانبعاث التلقائي	Stimulated Emission الانبعاث المحفز
How it happens	Happens on its own يحدث تلقائيا	Happens when a photon hits the atom يحدث عندما يصطدم فوتون بالذرة
External cause	No outside cause لا يوجد سبب خارجي	Needs an incoming photon يحتاج إلي فوتون وارد
Direction of emission	Light is emitted randomly يصدر الضوء بشكل عشوائي	Light is emitted in an ordered way يصدر الضوء بشكل منتظم
Wave properties	Light is not in step (incoherent) الموجات غير متزامنة	Light waves are in step (coherent) الموجات متزامنة
Spread of light	Light spreads in all directions ينتشر الضوء في جميع الاتجاهات	Light goes in one direction يتجه الضوء في اتجاه واحد
Common example	Seen in ordinary light يُرى في الضوء العادي	Seen in lasers يُرى في الليزر

Spontaneous Emission الانبعاث التلقائي



Stimulated Emission الانبعاث المحفز



Laser: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation الليزر: تضخيم الضوء بالإنبعاث المحفز للإشعاع

- Atoms that emit light this way are said to **lase.** الذرات التي تصدر الضوء بهذه الطريقة تُسمى ذرات ليزر.
- **Laser light is:** ضوء الليزر يتميز بأنه:
  - **Very bright** شديد السطوع
  - **One color (monochromatic)** ذو لون واحد (أحادي االلون)
  - **Coherent** متزامن الموجات



Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q1	**Atomic gas light is automatically coherent because…**	يتميز ضوء الغاز الذري بالترابط الذاتي لأن…	
A.	It travels through air		
B.	Its atoms are excited		
C.	It has spectral lines		
D.	That claim is incorrect		

Q2	**Which pair of waves is coherent?**	أي زوج من الموجات يُعد متجانسا	
A.	Any waves with equal brightness		
B.	Waves with a fixed phase difference		
C.	Waves with random phases		
D.	Waves with random frequencies		

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Q3) When an excited atom returns to the ground state on its own, the process is called: عندما تعود الذرة المثارة إلى حالتها الأرضية من تلقاء نفسها، تسمى هذه العملية:

A. Ionization B. Absorption C. Spontaneous emission D. Stimulated emission

Q4)In spontaneous emission, the emitted light is: في الانبعاث التلقائي، يكون الضوء المنبعث كالتالي:

A. Random and incoherent B. Coherent C. Very intense D. In one direction

Q5)In stimulated emission, the emitted photon is: في الانبعاث المحفز، يكون الفوتون المنبعث هو:

A. Absorbed by the atom B. Random in direction C. Different in energy D. In step with the incoming photon

Q6) Laser light is produced by: يتم إنتاج ضوء الليزر بواسطة

A. Atomic absorption B. Spontaneous emission C. Electron capture D. Stimulated emission

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

Atom excitation in lasers إثارة الذرة في الليزر

- Atoms in a laser are excited by **pumping**.
- A **strong flash of high-energy light** can excite atoms.
- One emitted photon starts a **chain reaction**, producing a pulse of laser light.
- Atoms can also be excited by **collisions**.
- In a **helium-neon laser**, an electric discharge excites helium, which excites neon.
- This produces a **continuous laser beam**.

- تثار الذرات في الليزر عن طريق **الضخ**.
- يمكن لومضة **قوية من الضوء عالي الطاقة** أن تثير الذرات.
- يبدأ فوتون واحد منبعث **سلسلة تفاعلات**، منتجًا نبضة من ضوء الليزر.
- كما يمكن إثارة الذرات عن طريق **التصادمات**.
- في **ليزر الهيليوم–نيون**، يثير التفريغ الكهربائي ذرات الهيليوم بدورها تثير ذرات النيون.
- ينتج عن ذلك **شعاع ليزر مستمر**.

1 **Pumping** الضخ

Atoms are excited by pumping.



Flash lamp (pumping)
مصباح وميضي (الضخ)

2 **High-energy light** ضوء عالي الطاقة

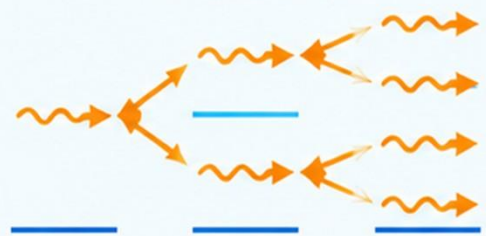
A strong flash can excite atoms.



High–energy light flash
ومضة من الضوء عالي الطاقة

3 **Chain reaction** سلسلة تفاعلات

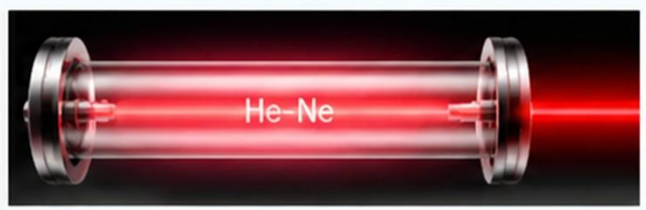
One emitted photon starts a chain reaction.



One photon produces many photons
فوتون واحد ينتج فوتونات عديدة

4 **Helium-Neon laser** ليزر الهيليوم – نيون

An electric discharge excites helium, which excites neon, producing a continuous laser beam.



Helium–neon laser (electric discharge)
ليزر الهيليوم – نيون (تفريغ كهربائي)

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273

A laser produces a **narrow**, **coherent beam** of light using mirrors and **stimulated emission**

يُنتج الليزر **شعاعًا ضيقًا ومتماسكًا** من الضوء باستخدام المرايا **والانبعاث المحفز**.

Q)What is the function of the mirrors in a laser? ما وظيفة المرايا في الليزر

A. To change the color of light B. To absorb light C. To bend light D. To reflect light back and forth

Kamal al karaki

Kamal al karaki

Laser Applications

1.CD, DVD, and Blu-ray players use **lasers(**DVDs store more data than CDs).
2. Lasers are used in **surveying** and distance measurement.
3. Lasers are also used in **scientific research**
4. Fiber-optic communication uses laser pulses and total internal reflection to transmit information efficiently
5. Lasers are used to measure distances accurately and map the Moon's surface
6. **Laser uses in Printers**

These lasers are made from **semiconductors**.

- They are **excited by electric current**.
- Light bounces inside the material and becomes stronger.
- **Shorter wavelength lasers** focus on smaller spots.
- Blu-ray discs store more data than DVDs..

Q)Why Lazer is uses in Fiber-Optic Communications. لماذا تُستخدم تقنية الليزر في اتصالات الألياف الضوئية؟

Fiber-optic cables carry light over **long distances,** Light(Lazer) travels through the fiber by **total internal reflection**
Very little signal energy is lost, The laser is switched **on and off** to send information , Information is sent as **light pulses,** Optical fibers are used for **phone calls, internet, and TV**

تنقل كابلات الألياف الضوئية الضوء لمسافات طويلة، حيث ينتقل الضوء (الليزر) عبر الألياف عن طريق الانعكاس الداخلي الكلي.
يُفقد القليل جدًا من طاقة الإشارة، ويتم تشغيل الليزر وإيقافه لإرسال المعلومات، وتُرسل المعلومات على شكل نبضات ضوئية. تُستخدم الألياف الضوئية في المكالمات الهاتفية والإنترنت والتلفزيون.

Q) Why Optical fibers have replaced **copper wires**.? لماذا حلت الألياف الضوئية محل الأسلاك النحاسية؟

Answer : Optical fibers replace copper wires because they transmit **more data faster** with **less loss** and **interference**

الإجابة: حلت الألياف الضوئية محل الأسلاك النحاسية لأنها **تنقل بيانات أكثر وبسرعة أكبر** مع **فقد وتداخل أقل**.

Q)How A spacecraft used a laser to measure the Moon's surface كيف استخدمت مركبة فضائية الليزر لقياس سطح القمر

- A spacecraft used a laser to measure the Moon's surface.
- The laser light bounced back and the return time was recorded.
- This data created very accurate Moon maps
- The maps help study the Moon's history and plan safe landings

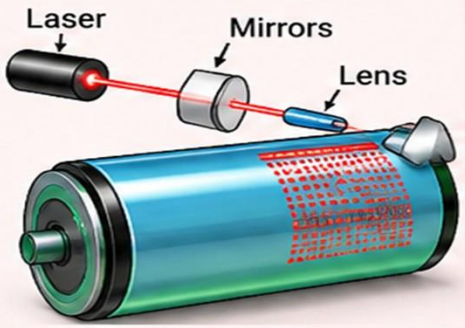
- استخدمت مركبة فضائية شعاع ليزر لقياس سطح القمر.
- ينعكس ضوء الليزر، ويسُجّل وقت عودته.
- أسفرت هذه البيانات عن إنشاء خرائط دقيقة للغاية للقمر.
- تُساعد هذه الخرائط في دراسة تاريخ القمر والتخطيط لعمليات هبوط آمنة.

Kamal al karaki
Kamal al karaki

How is the Laser used in Laser Printers? كيف يستخدم الليزر في الطابعات الليزرية؟



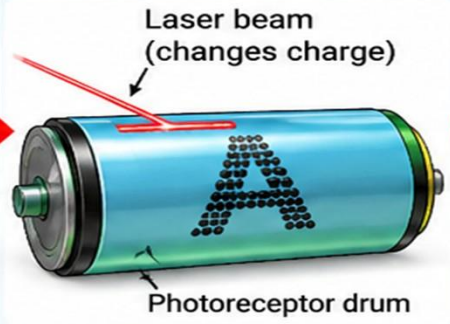
1 Scanning the drum
مسح الأسطوانة



Laser beam scans the drum using lenses and mirrors (laser wavelength ~760 nm).

يقوم شعاع الليزر بمسح الأسطوانة باستخدام العدسات والمرايا (طول موجة الليزر حوالي 760 نانومتر).

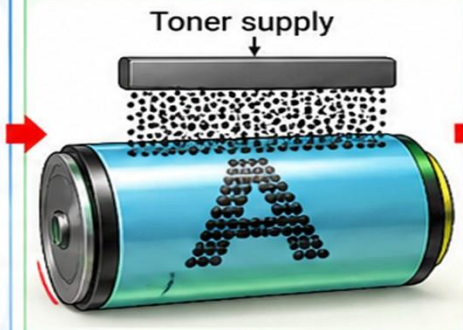
2 Changing charge
تغيير الشحنة الكهربائية



Laser changes the electrical charge on the photosensitive drum, creating the image pattern.

يغير الليزر الشحنة الكهربائية على الأسطوانة الحساسة للضوء، مما ينشئ نمط الصورة.

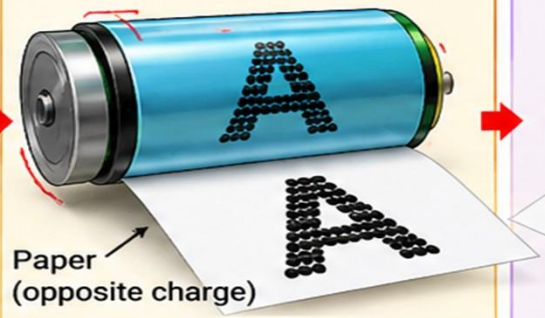
3 Toner sticks
التصاق مسحوق الحبر



Toner sticks to the charged areas on the drum as it rolls past the toner supply.

يلتصق مسحوق الحبر بالمناطق المشحونة على الأسطوانة أثناء مرورها أمام مصدر الحبر.

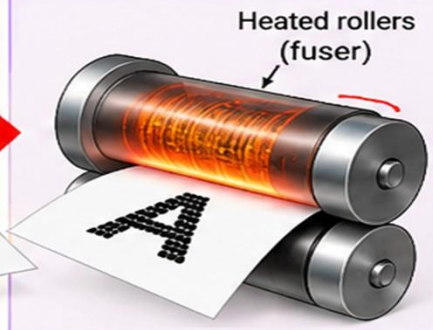
4 Transfer to paper
نقل مسحوق الحبر إلى الورق



Toner transfers to the paper, which has an opposite charge to attract the toner.

ينتقل الحبر إلى الورق، الذي يحمل شحنة معاكسة فتجذب الحبر.

5 Fusing
التثبيت بالحرارة



Fuser heats the paper and toner, melting the toner so it sticks permanently to the paper.

يسخن جهاز التثبيت (الفيوزر) الورق والحبر، مما يذيب الحبر ويلتصق بشكل دائم.

Q What property of lasers makes them useful in communication technologies?

ما الخاصية في الليزر التي تجعلها مفيدة في تقنيات الاتصالات؟

A	Large beam size	حجم شعاع كبير
B	High heat output	قدرة حرارية عالية
C	Ability to change color	القدرة على تغيير اللون
D	Coherent and focused light	ضوء متماسك ومركز

Q In laser printers, the laser is used to:

في الطابعات الليزرية، يستخدم الليزر من أجل:

A	Spray ink on the paper	رش الحبر على الورق
B	Heat the toner directly on the paper	تسخين مسحوق الحبر مباشرة على الورق
C	Change the electrical charge on the drum	تغيير الشحنة الكهربائية على الأسطوانة
D	Cut the paper	قطع الورق

Kamal al karaki
Kamal al karaki
Kamal al karaki
0508193273