هيكل امتحان نهاية الفصل





تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية	
موقع المناهج ⇦ المناهج الإماراتية ⇦ الصف الثاني عشر المتقدم ⇦ فيزياء ⇦ الفصل الأول ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف	
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-11-14 16:40:37	
ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس	المزيد من مادة فيزياء:
إعداد: صادق السريحي	

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر المتقدم					
صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك					
المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات	

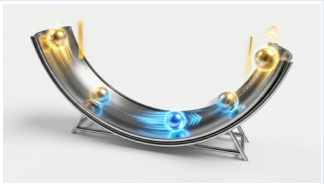
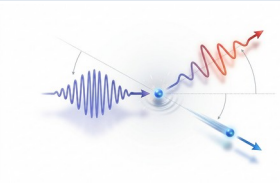
المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الأول	
ملزمة شرح وتدريبات القوى الكهروستاتيكية – الوحدة الأولى	1
ملزمة مراجعة عامة وأسئلة تدريبية محلولة لامتحان نهاية الفصل	2
هيكل اختبار نهاية الفصل في – انسباير	3
هيكل اختبار نهاية الفصل – بريدج	4
حالات خاصة في تماثل توزيع الشحنات – شرح وتدريبات	5

تحميل تطبيق المناهج للهواتف الذكية	
تطبيق المناهج على Store App (آبل)	تطبيق المناهج على Play Google (أندرويد)

UNITED ARAB EMIRATES MINISTRY OF EDUCATION Khalid Bin Al Waleed School	هيكل امتحان نهاية الفصل الدراسي الأول End of Term 1 Exam Blueprint Grade 12 Advanced – Physics (2026–2027)	الإمارات العربية المتحدة وزارة التربية والتعليم مدرسة خالد بن الوليد
MCQ: 16 | FRQ: 4 | Total: 100 Marks | 150 Min	إعداد المعلم الخبير: الأستاذ صادق السريحي | Mr. Sadeq Al Suraihi	المرجع: كتاب Inspire Physics (الوحدات 10 و 22)
Student / اسم الطالب ..... :Name	(....) Class: 12 Adv / الشعبة	Date: .... / .... / 2026 / التاريخ

الثوابت الفيزيائية / Constants: $g = 9.8\ m/s^2$ | $h = 6.63 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s$ | $c = 3.00 \times 10^{8}\ m/s$ | $1\ eV = 1.60 \times 10^{-19}\ J$ | $hc = 1240\ eV{\cdot}nm$ | $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\ kg$ | $m_p = 1.67 \times 10^{-27}\ kg$ | $a_0 = 0.0529\ nm$



القسم الأول: الأسئلة الموضوعية وفق مخرجات الهيكل (1 – 16) | PART I: MULTIPLE-CHOICE OUTCOMES (1 – 16)

OUTCOME 01 | المخرج التعليمي (01) [Student Textbook pp. 14–20, 25 | Example 4 | Practice 31–34 | CYP 36]

Define potential energy and gravitational potential energy; relate GPE to mass, height (GPE = mgh), and show that work done by gravity is opposite to ΔGPE.

تعريف طاقة الوضع وطاقة الوضع الجاذبية وربطها بالكتلة والارتفاع (GPE = mgh)، وإثبات أن الشغل الذي تبذله الجاذبية يساوي سالب التغير في طاقة الوضع الجاذبية.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Practice 32 (p. 20): A boy lifts a 2.2-kg book from his desk, which is 0.80 m high, to a bookshelf that is 2.10 m high. What is the potential energy of the book-Earth system relative to the desk when the book is on the shelf?

تدريب الكتاب 32 (ص 20): يرفع صبي كتاباً كتلته 2.2 kg عن مكتبه الذي يرتفع 0.80 m إلى رف كتب يرتفع 2.10 m. ما طاقة الوضع الجاذبية لنظام (الكتاب - الأرض) بالنسبة إلى المكتب عندما يكون الكتاب على الرف؟

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

السؤال الاختياري 1.1 | Q1.1

A 2.0-kg object is raised 3.0 m above a reference level. How much gravitational potential energy does it gain?

رُفع جسم كتلته 2.0 kg مسافة 3.0 m فوق مستوى الإسناد. ما مقدار الزيادة في طاقة وضعه الجاذبية؟

A) 19.6 J
B) 58.8 J
C) 6.0 J
D) 117.6 J

السؤال الاختياري 1.2 | Q1.2

When an object moves vertically downward in Earth's gravitational field, the work done by gravity (Wg) is:

عندما يتحرك جسم رأسياً نحو الأسفل في مجال الجاذبية الأرضية، فإن الشغل الذي تبذله الجاذبية (Wg) يكون:

A) Negative and equal to +ΔGPE | سالب ويساوي موجب التغير في طاقة الوضع الجاذبية
B) Zero because gravity is conservative | صفر لأن الجاذبية قوة محافظة
C) Positive and equal to −ΔGPE | موجب ويساوي سالب التغير في طاقة الوضع الجاذبية
D) Independent of vertical displacement | لا يعتمد على الإزاحة الرأسية

OUTCOME 02 | المخرج التعليمي (02) [Student Textbook pp. 20–22 | Check Your Progress 35]

Define elastic potential energy and give examples; interpret mass as rest energy ($E_0 = mc^2$) and identify other forms of energy.

تعريف طاقة الوضع المرونية وإعطاء أمثلة عليها، وتفسير الكتلة كطاقة سكون ($E_0 = mc^2$)، وتحديد أشكال الطاقة الأخرى.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Check Your Progress 35 (p. 22): You compress the spring in a jumping toy, then release it. The toy then flies straight up. Describe how energy manifests itself in different ways in this system from compression to the top of its flight.

مراجعة الكتاب 35 (ص 22): تضغط نابضاً في لعبة قافزة ثم تفلته فتطير اللعبة رأسياً للأعلى. صف كيف تتجلى أشكال الطاقة المختلفة في هذا النظام من لحظة الضغط حتى وصول اللعبة إلى أقصى ارتفاع.

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

.....

السؤال الاختياري 2.1 | Q2.1

Which system stores elastic potential energy?

أيٌّ من الأنظمة الآتية يخزّن طاقة وضع مرونية؟

A) A glowing incandescent lamp | مصباح متوهج مضيء
B) A car moving on a level road | سيارة تتحرك على طريق مستوٍ
C) A warm cup of water | كوب ماء دافئ
D) A bent fiberglass pole in pole-vaulting | عمود من الألياف الزجاجية مثني في رياضة القفز بالزانة

السؤال الاختياري 2.2 | Q2.2

According to Einstein, the rest energy E_0 of a particle with rest mass m is expressed as:

وفقاً لأينشتاين، يُعبَّر عن طاقة السكون E_0 لجسيم كتلته السكونية m بالعلاقة:

A) $E_0 = mc^2$
B) $E_0 = \frac{1}{2}mv^2$
C) $E_0 = hf$
D) $E_0 = mgh$

OUTCOME 03 | المخرج التعليمي (03) [Student Textbook pp. 29–32 | Example 6 | Practice 44]

Compare elastic and inelastic collisions; explain the loss of kinetic energy in inelastic collisions and apply conservation principles.

المقارنة بين التصادمات المرنة وغير المرنة، وتفسير فقدان الطاقة الحركية في التصادمات غير المرنة وتطبيق مبادئ الحفظ.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Practice 44 (p. 32): An 8.00-g bullet is fired horizontally into a 9.00-kg block of wood on an air table and is embedded in it. After the collision, the block and bullet slide together with a speed of 10.0 cm/s. Find the initial speed of the bullet.

تدريب الكتاب 44 (ص 32): أُطلقت رصاصة كتلتها 8.00 g أفقياً نحو قطعة خشبية ساكنة كتلتها 9.00 kg على طاولة هوائية فاستقرت فيها، وتحركتا معاً بعد التصادم بسرعة 10.0 cm/s. أوجد السرعة الابتدائية للرصاصة.

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

Q3.1 | السؤال الاختياري 3.1

Which physical quantity is always conserved in every collision within a closed, isolated system?

ما الكمية الفيزيائية المحفوظة دائماً في كل تصادم يحدث داخل نظام مغلق ومعزول؟

A) Individual kinetic energy | الطاقة الحركية لكل جسم على حدة

B) Total mechanical energy | الطاقة الميكانيكية الكلية

C) Total linear momentum | الزخم الخطي الكلي

D) Individual object velocity | سرعة كل جسم على حدة

Q3.2 | السؤال الاختياري 3.2

In a perfectly inelastic collision between two objects, the colliding bodies:

في التصادم عديم المرونة تماماً بين جسمين، فإن الجسمين المتصادمين:

A) Rebound with no loss of kinetic energy | يرتد الجسمان دون فقد في الطاقة الحركية

B) Stick together and move with a common velocity | يلتصق الجسمان ويتحركان بسرعة مشتركة

C) Gain total kinetic energy from rest | تزداد الطاقة الحركية الكلية من حالة السكون

D) Experience zero change in momentum | لا يحدث أي تغير في الزخم

OUTCOME 04 | المخرج التعليمي (04) [Student Textbook pp. 46–48 | Figures 1, 2, 3]

Describe thermal radiation and emission spectra; relate peak frequency to temperature and explain where classical wave theory fails.

وصف الإشعاع الحراري وأطياف الانبعاث، وربط تردد الذروة بدرجة الحرارة، وتوضيح مواضع إخفاق النظرية الموجية الكلاسيكية.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Concept (pp. 47–48): Explain how the peak frequency and total radiated power of an incandescent filament change as its Kelvin temperature is doubled, and why classical wave theory fails at high frequencies (Ultraviolet Catastrophe).

مفهوم الكتاب (ص 47–48): وضّح كيف يتغير تردد الذروة والقدرة الإشعاعية الكلية لفتيل مصباح متوهج عند مضاعفة درجة حرارته المطلقة، ولماذا أخفقت النظرية الموجية الكلاسيكية عند الترددات العالية (كارثة فوق البنفسجية).

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

Q4.1 | السؤال الاختياري 4.1

As the Kelvin temperature of a glowing blackbody increases, the peak of its emission spectrum shifts toward:

كلما ارتفعت درجة الحرارة المطلقة لجسم أسود متوهج، فإن قمة طيف انبعاثه تنزاح نحو:

A) Higher frequency and shorter wavelength | تردد أعلى وطول موجي أقصر

B) Lower frequency and longer wavelength | تردد أقل وطول موجي أطول

C) Lower intensity and longer wavelength | شدة أقل وطول موجي أطول

D) Constant frequency with zero shift | تردد ثابت دون أي انزياح

Q4.2 | السؤال الاختياري 4.2

If the absolute Kelvin temperature of an object is doubled, its total radiated power increases by a factor of:

إذا تضاعفت درجة الحرارة المطلقة (بالكلفن) لجسم متوهج، فإن القدرة الكلية التي يشعها تزداد بمقدار:

A) 2

B) 4

C) 8

D) 16

OUTCOME 05 | المخرج التعليمي (05) [Student Textbook pp. 48, 52 | Practice Problems 1–4]

Explain Planck's concept of quantization of energy; describe radiation as a change in vibrational energy and calculate E = nhf.

تفسير مفهوم بلانك لتكميم الطاقة، ووصف الإشعاع المنبعث أو الممتص كتغير في الطاقة الاهتزازية، وحساب الطاقة باستخدام **E = nhf**.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Practice 1 & 2 (p. 52): (1) What is a photon's energy in eV if its wavelength is 515 nm? (2) A photon's energy is 2.03 eV. What is the photon's wavelength in nm?

تدريب الكتاب 1 و 2 (ص 52): (1) ما طاقة فوتون بوحدة eV إذا كان طوله الموجي 515 nm؟ (2) فوتون طاقته 2.03 eV، ما طوله الموجي بوحدة nm؟

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

Q5.1 | السؤال الاختياري 5.1

According to Planck's hypothesis, an atomic oscillator vibrating at frequency f can have an energy equal to:

وفقاً لفرضية بلانك، يمكن لمذبذب ذري يهتز بتردد f أن يمتلك طاقة تساوي:

A) 0.5 hf

B) 1.5 hf

C) 3 hf

D) 2.5 hf

Q5.2 | السؤال الاختياري 5.2

An atomic oscillator changes its vibrational energy state from 4hf to 2hf. What energy is emitted?

تغيّرت حالة الطاقة الاهتزازية لمذبذب ذري من 4hf إلى 2hf. ما مقدار الطاقة المنبعثة؟

A) hf

B) 2hf

C) 6hf

D) 8hf

OUTCOME 06 | المخرج التعليمي (06) [Student Textbook pp. 49–51, 58 | Check Your Progress 16, 17, 20, 21]

Define the photoelectric effect, photoelectrons, photons, threshold frequency, and electron volt (eV); explain how emission occurs.

تعريف التأثير الكهروضوئي، والإلكترونات الضوئية، والفوتونات، وتردد العتبة، والإلكترون فولت (eV)، وتفسير آلية حدوث الانبعاث.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Check Your Progress 16 (p. 58): Why is high-intensity, low-frequency light unable to eject electrons from a metal, whereas low-intensity, high-frequency light can?

مراجعة الكتاب 16 (ص 58): لماذا يعجز الضوء عالي الشدة ومنخفض التردد عن تحرير الإلكترونات من سطح فلز، بينما ينجح الضوء منخفض الشدة وعالي التردد في تحريرها؟

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

.....

Q6.1 | السؤال الاختياري 6.1

When electromagnetic radiation with frequency $f < f_0$ strikes a clean metal cathode, what occurs?

عندما يسقط إشعاع كهرومغناطيسي تردده أقل من تردد العتبة ($f < f_0$) على مهبط فلزي، ماذا يحدث؟

A) Photoelectric current increases with intensity | يزداد التيار الكهروضوئي بزيادة الشدة

B) Electrons are emitted with zero kinetic energy | تنبعث إلكترونات بطاقة حركية تساوي صفراً

C) No photoelectrons are emitted regardless of intensity | لا تنبعث إلكترونات ضوئية مهما بلغت الشدة

D) Electrons are emitted after a long time delay | تنبعث الإلكترونات بعد تأخير زمني طويل

Q6.2 | السؤال الاختياري 6.2

One electron volt (1 eV) is defined as the kinetic energy gained by an electron accelerated through 1 V, which equals:

يُعرَّف الإلكترون فولت الواحد (1 eV) بأنه الطاقة التي يكتسبها إلكترون عند تسريعه عبر فرق جهد 1 V، ويساوي:

A) 6.63×10^{-34} J

B) 1.60×10^{-19} J

C) 9.11×10^{-31} J

D) 3.00×10^{8} J

OUTCOME 07 | المخرج التعليمي (07) [Student Textbook pp. 51–56 | Examples 1, 2 | Practice Problems]

Calculate photon energy from wavelength or frequency; distinguish effects of light intensity (current) and frequency (KE_max).

حساب طاقة الفوتون من الطول الموجي أو التردد، والتمييز بين أثر شدة الضوء (شدة التيار) وأثر التردد (الطاقة الحركية العظمى).

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Practice 13 (p. 56): The work function for cesium is 1.95 eV. What is the maximum kinetic energy, in eV, of photoelectrons ejected when 425-nm violet light falls on the cesium?

تدريب الكتاب 13 (ص 56): دالة الشغل للسيزيوم تساوي 1.95 eV. ما الطاقة الحركية العظمى بوحدة eV للإلكترونات الضوئية المنبعثة عند سقوط ضوء بنفسجي طوله الموجي 425 nm على السيزيوم؟

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

.....

Q7.1 | السؤال الاختياري 7.1

What is the energy in electron volts of a photon with a wavelength of 620 nm?

ما طاقة فوتون بوحدة الإلكترون فولت إذا كان طوله الموجي 620 nm؟

A) 1.00 eV
B) 2.00 eV
C) 3.10 eV
D) 4.00 eV

Q7.2 | السؤال الاختياري 7.2

For light of fixed frequency $f > f_0$, doubling the intensity of the incident beam will:

لضوء ذي تردد ثابت أكبر من تردد العتبة ($f > f_0$)، فإن مضاعفة شدة الشعاع الساقط تؤدي إلى:

A) Double the maximum kinetic energy of electrons | تتضاعف الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات
B) Double the metal's work function | تتضاعف دالة الشغل للفلز
C) Double the photoelectric current | يتضاعف التيار الكهروضوئي
D) Halve the threshold frequency | ينخفض تردد العتبة إلى النصف

OUTCOME 08 | المخرج التعليمي (08) [Student Textbook pp. 50, 53–55 | Example 1 | Practice 5–11 | CYP 20]

Calculate KE_max, work function, and stopping potential; interpret KE_max vs. frequency graphs (threshold frequency and Planck's constant).

حساب الطاقة الحركية العظمى ودالة الشغل وجهد الإيقاف، وتفسير منحنى (KE_max – f) لتحديد تردد العتبة وثابت بلانك.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Practice 8 & 10 (p. 54): (8) The stopping potential for a photoelectric cell is 5.7 V. Calculate KE_max in eV. (10) The maximum kinetic energy of emitted photoelectrons is 7.5×10^{-19} J. What is the stopping potential?

تدريب الكتاب 8 و 10 (ص 54): (8) جهد الإيقاف لخلية كهروضوئية يساوي 5.7 V، احسب KE_max بوحدة eV. (10) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة 7.5×10^{-19} J، ما مقدار جهد الإيقاف؟

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

.....

Q8.1 | السؤال الاختياري 8.1

Photons of energy 5.2 eV strike a metal with a work function of 2.1 eV. What is the maximum kinetic energy of the ejected electrons?

تسقط فوتونات طاقتها 5.2 eV على فلز دالة شغله 2.1 eV. ما الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة؟

A) 2.1 eV
B) 3.1 eV
C) 5.2 eV
D) 7.3 eV

Q8.2 | السؤال الاختياري 8.2

On a graph of maximum kinetic energy (KE_max) versus incident photon frequency (f), the slope of the straight line equals:

في الرسم البياني للعلاقة بين الطاقة الحركية العظمى (KE_max) وتردد الفوتون الساقط (f)، يساوي ميل الخط المستقيم:

A) The threshold wavelength λ_0 | الطول الموجي الحدي λ_0
B) The work function W | دالة الشغل W
C) Planck's constant h | ثابت بلانك h
D) The elementary charge e | الشحنة الأولية e

OUTCOME 09 | المخرج التعليمي (09) [Student Textbook pp. 57–58 | Check Your Progress 18, 24]

Calculate photon momentum ($p = h/\lambda$); explain the Compton effect and how photon-electron collisions obey conservation of energy and momentum.

حساب زخم الفوتون ($p = h/\lambda$)، وتفسير تأثير كومبتون وكيف تخضع تصادمات الفوتون والإلكترون لقانوني حفظ الطاقة والزخم.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Check Your Progress 18 & 22 (p. 58): Distinguish the photoelectric effect from the Compton effect, and compare the wavelength of a scattered X-ray photon to the incident X-ray photon.

مراجعة الكتاب 18 و 22 (ص 58): ميّز بين التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون، وقارن الطول الموجي لفوتون الأشعة السينية المتشتت بالطول الموجي للفوتون الساقط.

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

.....

Q9.1 | السؤال الاختياري 9.1

Which equation correctly gives the linear momentum p of a photon with wavelength λ?

أيٌّ من المعادلات الآتية تعطي الزخم الخطي p لفوتون طوله الموجي λ؟

A) $p = mc^2$

B) $p = h\lambda$

C) $p = h / \lambda$

D) $p = hf / \lambda$

Q9.2 | السؤال الاختياري 9.2

When an X-ray photon scatters off a stationary free electron at a nonzero angle (Compton effect), the scattered photon has:

عندما يتشتت فوتون أشعة سينية عن إلكترون حر ساكن بزاوية غير صفرية (تأثير كومبتون)، فإن الفوتون المتشتت يكون له:

A) Longer wavelength and lower energy | طول موجي أطول وطاقة أقل

B) Shorter wavelength and higher energy | طول موجي أقصر وطاقة أعلى

C) Same wavelength and lower momentum | الطول الموجي نفسه وزخم أقل

D) Higher frequency and zero momentum | تردد أعلى وزخم يساوي صفراً

OUTCOME 10 | المخرج التعليمي (10) [Student Textbook pp. 59–61 | Example 3 | Practice 25–28 | CYP 29, 31]

Describe de Broglie's hypothesis of matter waves and experimental verification by electron diffraction; calculate de Broglie wavelength λ = h/p.

وصف فرضية دي برولي لموجات المادة والتحقق التجريبي منها عبر حيود الإلكترونات، وحساب طول موجة دي برولي **λ = h/p**.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Practice 26 & 31 (pp. 60–61): (26) A 7.0-kg bowling ball rolls at 8.5 m/s. Find its de Broglie wavelength and explain why it shows no observable wave behavior. (31) Find λ for an electron accelerated through 125 V.

تدريب الكتاب 26 و 31 (ص 60–61): (26) تتدحرج كرة بولينج كتلتها 7.0 kg بسرعة 8.5 m/s، احسب طول موجة دي برولي لها وفسر عدم ظهور سلوكها الموجي. (31) احسب λ لإلكترون مسرّع عبر فرق جهد 125 V.

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

.....

السؤال الاختياري 10.1 | Q10.1

If the momentum of a moving particle is doubled, its de Broglie wavelength will:

إذا تضاعف زخم جسيم متحرك، فإن طول موجة دي برولي المصاحب له:

A) Double | يتضاعف

B) Remain unchanged | يبقى ثابتاً

C) Decrease to one-half | ينخفض إلى النصف

D) Quadruple | يزداد إلى أربعة أمثاله

السؤال الاختياري 10.2 | Q10.2

Which experimental phenomenon directly confirmed de Broglie's hypothesis that material particles exhibit wave behavior?

أي ظاهرة تجريبية أكدت مباشرة فرضية دي برولي بأن للجسيمات المادية سلوكاً موجياً؟

A) Alpha-particle scattering from gold foil | تشتت جسيمات ألفا بواسطة صفيحة الذهب

B) Electron diffraction through crystals | حيود الإلكترونات عبر البلورات

C) Blackbody thermal emission | الإشعاع الحراري للجسم الأسود

D) Photoelectric threshold current | تيار العتبة الكهروضوئي

OUTCOME 11 | المخرج التعليمي (11) [Student Textbook p. 61 | Check Your Progress 32]

State Heisenberg's uncertainty principle and describe the fundamental limitation on simultaneously measuring position and momentum.

ذكر مبدأ عدم التحديد لهايزنبرغ ووصف القيد الأساسي على قياس موقع الجسيم وزخمه بدقة في الوقت نفسه.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Check Your Progress 32 (p. 61): How does the Heisenberg uncertainty principle explain double-slit interference patterns even if photons or atoms pass through the slits one at a time?

مراجعة الكتاب 32 (ص 61): كيف يفسر مبدأ عدم التحديد لهايزنبرغ تكون أنماط التداخل في تجربة الشق المزدوج حتى لو مرت الفوتونات أو الذرات عبر الشقين واحدة تلو الأخرى؟

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

السؤال الاختياري 11.1 | Q11.1

According to Heisenberg's uncertainty principle, as the measurement of a particle's position becomes more precise (Δx decreases), the uncertainty in its momentum (Δp):

وفقاً لمبدأ عدم التحديد لهايزنبرغ، كلما أصبح قياس موقع الجسيم أكثر دقة (يقل Δx)، فإن عدم التحديد في زخمه (Δp):

A) Decreases to zero | ينخفض إلى الصفر

B) Increases | يزداد

C) Remains constant | يبقى ثابتاً

D) Equals the particle's mass | يساوي كتلة الجسيم

السؤال الاختياري 11.2 | Q11.2

Heisenberg's uncertainty principle places a fundamental limit on simultaneously measuring which pair of quantities?

يضع مبدأ عدم التحديد لهايزنبرغ حداً أساسياً لقياس أي زوج من الكميات الفيزيائية بدقة في آنٍ واحد؟

A) Mass and electric charge | الكتلة والشحنة الكهربائية

B) Position and momentum | الموقع والزخم

C) Speed and temperature | السرعة ودرجة الحرارة

D) Frequency and wavelength | التردد والطول الموجي

OUTCOME 12 | المخرج التعليمي (12) [Student Textbook pp. 62–63, 74 | Check Your Progress 41]

Compare Thomson's plum-pudding model and Rutherford's nuclear model; explain why Rutherford's classical model fails to explain atomic stability.

المقارنة بين نموذج طومسون ونموذج رذرفورد النووي، وتفسير عجز نموذج رذرفورد الكلاسيكي عن تفسير استقرار الذرة والأطياف الخطية.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Check Your Progress 41 (p. 74): Summarize the structure of the atom according to Rutherford's nuclear model based on the alpha-particle gold foil scattering experiment.

مراجعة الكتاب 41 (ص 74): لخّص بنية الذرة وفق نموذج رذرفورد النووي بناءً على نتائج تجربة تشتت جسيمات ألفا بواسطة صفيحة الذهب الرقيقة.

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

.....

السؤال الاختياري 12.1 | Q12.1

In Rutherford's gold-foil experiment, the rare large-angle deflections of alpha particles proved that:

في تجربة صفيحة الذهب لرذرفورد، أثبتت الانحرافات النادرة بزاوية كبيرة لجسيمات ألفا أن:

A) Positive charge is spread uniformly throughout the atom | الشحنة الموجبة موزعة بانتظام في الذرة

B) Most of the atom's mass and positive charge are in a tiny central nucleus | معظم كتلة الذرة وشحنتها الموجبة متمركزتان في نواة صغيرة

C) Electrons are stationary inside the nucleus | الإلكترونات ساكنة داخل النواة

D) Atoms are completely solid spheres | الذرات كرات صلبة تماماً

السؤال الاختياري 12.2 | Q12.2

What was a major failure of Rutherford's classical planetary model of the atom?

ما أوجه القصور الرئيسية في نموذج رذرفورد الكوكبي الكلاسيكي للذرة؟

A) It could not explain why atoms are mostly empty space | لم يستطع تفسير كون معظم الذرة فراغاً

B) Accelerating electrons should radiate continuously and spiral into the nucleus | ينبغي للإلكترونات المتسارعة أن تشع باستمرار وتتحرك حلزونياً نحو النواة

C) It predicted no alpha-particle deflection | تنبأ بعدم انحراف جسيمات ألفا

D) It ignored the existence of electrons | تجاهل وجود الإلكترونات

OUTCOME 13 | المخرج التعليمي (13)

[Student Textbook pp. 64–66, 74 | Get It pp. 65–66 | CYP 40, 42–44]

Distinguish continuous, emission, and absorption spectra and the use of a spectroscope; explain how spectra act as elemental fingerprints.

التمييز بين الطيف المستمر وطيف الانبعاث وطيف الامتصاص واستخدام المطياف، وتوضيح كيف تُعد الأطياف بصمة مميزة لتحديد العناصر.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Check Your Progress 43 (p. 74): How do the emission spectra of incandescent solids and atomic gases differ? In what ways are they similar?

مراجعة الكتاب 43 (ص 74): كيف يختلف طيف الانبعاث للأجسام الصلبة المتوهجة عن طيف الانبعاث للغازات الذرية؟ وفي أي جوانب يتشابهان؟

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

.....

السؤال الاختياري 13.1 | Q13.1

When light from an excited low-pressure gas passes through a spectroscope, what spectrum is observed?

عندما يمر الضوء المنبعث من غاز مثار منخفض الضغط عبر المطياف، ما نوع الطيف الذي يُلاحظ؟

A) A continuous rainbow band | شريط متصل من ألوان قوس قزح

B) Bright discrete colored lines on a dark background | خطوط ملونة مضيئة منفصلة على خلفية داكنة

C) Dark lines superimposed on a continuous spectrum | خطوط داكنة ضمن طيف متصل

D) Only infrared wavelengths | أطوال موجية تحت حمراء فقط

السؤال الاختياري 13.2 | Q13.2

Dark Fraunhofer lines in the solar spectrum are produced because:

تتكون خطوط فرانهوفر المظلمة في الطيف الشمسي بسبب:

A) Cooler gases in the Sun's atmosphere absorb specific wavelengths | تمتص الغازات الأبرد في الغلاف الشمسي أطوالاً موجية محددة

B) The Sun's core emits only discrete frequencies | تصدر نواة الشمس ترددات منفصلة فقط

C) Earth's magnetic field reflects visible light | يعكس المجال المغناطيسي الأرضي الضوء المرئي

D) Diffraction gratings destroy red wavelengths | تزيل محازز الحيود الأطوال الموجية الحمراء

OUTCOME 14 | المخرج التعليمي (14) [Student Textbook pp. 67–69, 72, 74 | Practice 33, 35 | CYP 45]

Describe Bohr's model (stationary states, quantized energy levels, ground and excited states), photon transitions, and Bohr's limitations.

وصف نموذج بور (الحالات المستقرة، مستويات الطاقة المكمّاة، الحالة الأرضية والمثارة)، وانتقالات الفوتونات، ومحدودية نموذج بور.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Check Your Progress 47 (p. 74 / p. 79): Although it was able to accurately predict the behavior of hydrogen, in what ways did Bohr's atomic model have serious shortcomings?

مراجعة الكتاب 47 (ص 79): على الرغم من نجاح نموذج بور الذري في التنبؤ بدقة بسلوك ذرة الهيدروجين، ما أوجه القصور الجوهرية التي واجهت هذا النموذج؟

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

السؤال الاختياري 14.1 | Q14.1

According to Bohr's postulates, an electron in a stationary state:

وفقاً لفرضيات بور، فإن الإلكترون الموجود في حالة مستقرة (مدار مسموح):

A) Continuously radiates electromagnetic energy | يشع طاقة كهرومغناطيسية باستمرار

B) Has a definite quantized energy and does not radiate | يمتلك طاقة محددة مكمّاة ولا يشع

C) Can occupy any radius around the nucleus | يمكنه شغل أي نصف قطر حول النواة

D) Spirals rapidly into the nucleus | يتحرك حلزونياً بسرعة نحو النواة

السؤال الاختياري 14.2 | Q14.2

When an electron in an atom makes a downward transition from energy level E_3 to E_2, the atom:

عندما ينتقل إلكترون في ذرة هبوطاً من مستوى الطاقة E_3 إلى المستوى E_2، فإن الذرة:

A) Absorbs a photon of energy $E_3 + E_2$ | تمتص فوتوناً طاقته $E_3 + E_2$

B) Emits a photon of energy $E_3 - E_2$ | تصدر فوتوناً طاقته $E_3 - E_2$

C) Becomes ionized immediately | تتأين فوراً

D) Emits two photons of half energy | تصدر فوتونين لكل منهما نصف الطاقة

OUTCOME 15 | المخرج التعليمي (15) [Student Textbook pp. 69–71, 74 | Get It pp. 70–71 | CYP 46]

Describe quantized orbital radii ($r_n = a_0 n^2$) and energies ($E_n = -13.6/n^2$ eV) in Hydrogen; explain negative bound energy and Lyman, Balmer, Paschen series.

وصف أنصاف أقطار المدارات المكمّاة ($r_n = a_0 n^2$) وطاقات ذرة الهيدروجين ($E_n = -13.6/n^2$ eV)، وتفسير الطاقة السالبة وسلاسل ليمان وبالمر وباشن.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Get It (pp. 70–71): Describe how the orbital radius and total energy of a hydrogen atom depend on the principal quantum number n, and identify the transitions producing the visible Balmer lines.

سؤال الكتاب (ص 70–71): صف كيف يعتمد نصف قطر المدار والطاقة الكلية لذرة الهيدروجين على العدد الكمي الرئيسي n، وحدد الانتقالات التي تُنتج خطوط سلسلة بالمر المرئية.

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

Q15.1 | السؤال الاختياري 15.1

What is the total energy of a hydrogen atom when its electron is in the first excited state (n = 2)?

ما الطاقة الكلية لذرة الهيدروجين عندما يكون إلكترونها في الحالة المثارة الأولى (n = 2)؟

A) −13.6 eV
B) −3.40 eV
C) −1.51 eV
D) +3.40 eV

Q15.2 | السؤال الاختياري 15.2

Electron transitions in a hydrogen atom from higher levels (n ≥ 3) down to n = 2 produce the:

الانتقالات الإلكترونية في ذرة الهيدروجين من المستويات العليا (n ≥ 3) إلى المستوى n = 2 تُنتج:

A) Ultraviolet Lyman series | سلسلة ليمان فوق البنفسجية
B) Visible Balmer series | سلسلة بالمر المرئية
C) Infrared Paschen series | سلسلة باشن تحت الحمراء
D) X-ray Bremsstrahlung spectrum | طيف أشعة سينية ناتج عن إشعاع الفرملة

OUTCOME 16 | المخرج التعليمي (16) [Student Textbook pp. 75–79 | Get It pp. 76–79 | CYP 47–50]

Describe the quantum model (electron clouds, de Broglie standing waves 2πr = nλ), spontaneous vs. stimulated emission, coherent light, and lasers.

وصف النموذج الكمي (السحابة الإلكترونية، وموجات دي برولي الموقوفة 2πr = nλ)، والانبعاث التلقائي والمحفز، والضوء المترابط، وتطبيقات الليزر.

Textbook Reference Question(s) | سؤال الكتاب المدرسي المرجعي:

Textbook Check Your Progress 48 & 49 (p. 79): (48) Explain whether green light could be used to pump a red laser, and why red light cannot pump a green laser. (49) State four characteristics of laser light.

مراجعة الكتاب 48 و 49 (ص 79): (48) وضّح إمكانية استخدام الضوء الأخضر لضخ ليزر أحمر، ولماذا لا يمكن للضوء الأحمر ضخ ليزر أخضر. (49) اذكر أربع خصائص تميّز ضوء الليزر.

Solution & Answer Space | مساحة الحل والإجابة:

Q16.1 | السؤال الاختياري 16.1

In the modern quantum model of the atom, an electron cloud represents:

في النموذج الكمي الحديث للذرة، تمثل السحابة الإلكترونية:

A) A fixed circular planetary orbit | مدار كوكبي دائري ثابت
B) The region of high probability of finding the electron | المنطقة ذات الاحتمال المرتفع لوجود الإلكترون
C) The exact path and velocity of the electron | المسار والسرعة الدقيقان للإلكترون
D) A solid shell of negative charge | غلاف صلب من الشحنة السالبة

Q16.2 | السؤال الاختياري 16.2

During stimulated emission in a laser, the emitted photon is:

أثناء الانبعاث المحفز في الليزر، يكون الفوتون المنبعث:

A) Random in direction and out of phase | عشوائي الاتجاه وغير متوافق في الطور
B) Lower in frequency than the incident photon | أقل تردداً من الفوتون الساقط
C) Coherent (in phase), identical in frequency, and directional | مترابط (متفق في الطور) ومماثل في التردد ومحدد الاتجاه
D) Absorbed immediately by the ground state | تمتصه الحالة الأرضية فوراً

القسم الثاني: الأسئلة المقالية وفق مخرجات الهيكل (17 – 20) | PART II: FREE-RESPONSE QUESTIONS (FRQs 17 – 20)

FRQ OUTCOME 17 | المخرج المقالي (17) [Student Textbook pp. 19, 23–25, 27–28, 32 | Ex. 4, 5 | Practice 39–43 | CYP 47, 50, 51]

Calculate translational and rotational kinetic energies, gravitational work, and apply conservation of mechanical energy.

حساب الطاقة الحركية الانتقالية والدورانية وشغل الجاذبية وتطبيق قانون حفظ الطاقة الميكانيكية في المواقف الفيزيائية.

Comprehensive FRQ 17 | السؤال المقالي الشامل (17):

A solid uniform sphere ($I = 2/5\ mR^2$) of mass $m = 2.50$ kg and radius $R = 0.20$ m starts from rest at the top of a frictionless-slipping ramp of vertical height $h = 3.00$ m and rolls without slipping to the bottom.

تبدأ كرة صلبة منتظمة ($I = 2/5\ mR^2$) كتلتها $m = 2.50$ kg ونصف قطرها $R = 0.20$ m حركتها من السكون من قمة منحدر ارتفاعه الرأسي $h = 3.00$ m وتتدحرج دون انزلاق حتى تصل إلى أسفل المنحدر.

(a) Calculate the initial gravitational potential energy (GPE_i) and the work done by gravity (W_g) during the descent.

(أ) احسب طاقة الوضع الجاذبية الابتدائية (GPE_i) والشغل الذي تبذله الجاذبية (W_g) أثناء الهبوط.

Solution (a) | الحل (أ):

.....

(b) Using conservation of mechanical energy ($GPE_i = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$ with $\omega = v/R$), find the linear speed v at the bottom.

(ب) باستخدام حفظ الطاقة الميكانيكية ($GPE_i = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$ حيث $\omega = v/R$)، أوجد السرعة الخطية v عند أسفل المنحدر.

Solution (b) | الحل (ب):

.....

(c) Calculate the translational kinetic energy (KE_{trans}) and rotational kinetic energy (KE_{rot}) of the sphere at the bottom.

(ج) احسب كلاً من الطاقة الحركية الانتقالية (KE_{trans}) والطاقة الحركية الدورانية (KE_{rot}) للكرة عند أسفل المنحدر.

Solution (c) | الحل (ج):

.....

FRQ OUTCOME 18 | المخرج المقالي (18) [Student Textbook pp. 31–32 | Example 6 | Practice 45, 46 | CYP 49]

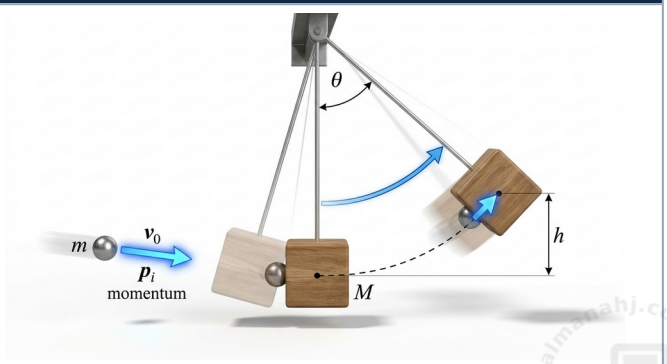
Analyze one-dimensional collisions to calculate momenta, velocities, and kinetic energies; distinguish elastic and inelastic collisions.

تحليل التصادمات أحادية البعد لحساب الزخم والسرعات والطاقات الحركية، والتمييز بين التصادمات المرنة وغير المرنة.

Comprehensive FRQ 18 | السؤال المقالي الشامل (18):

A 0.025-kg projectile moving horizontally at $v_0 = 240$ m/s strikes and embeds in a stationary 0.975-kg wooden pendulum block suspended by strings (as shown). Together they swing upward to a maximum vertical height h.

قذيفة كتلتها 0.025 kg تتحرك أفقياً بسرعة $v_0 = 240$ m/s تصطدم بكتلة خشبية ساكنة معلقة بخيوط كتلتها 0.975 kg وتستقر فيها (كما في الشكل)، فيتأرجح النظام معاً إلى أقصى ارتفاع رأسي h.



(a) Calculate the initial momentum of the projectile and the common speed (vf) of the block-projectile system immediately after impact.

(أ) احسب الزخم الابتدائي للقذيفة والسرعة المشتركة (vf) للنظام (الكتلة والقذيفة) مباشرة بعد التصادم.

Solution (a): الحل (أ) |

(b) Calculate the kinetic energy before and immediately after the collision, and classify the type of collision.

(ب) احسب الطاقة الحركية قبل التصادم ومباشرة بعد التصادم، ثم صنّف نوع هذا التصادم مع التعليل.

Solution (b): الحل (ب) |

(c) Using conservation of mechanical energy during the upward swing, find the maximum vertical height h reached by the system.

(ج) باستخدام حفظ الطاقة الميكانيكية أثناء التأرجح نحو الأعلى، أوجد أقصى ارتفاع رأسي h يصل إليه النظام.

Solution (c): الحل (ج) |

FRQ OUTCOME 19 | المخرج المقالي (19) [Student Textbook pp. 55–56, 58 | Example 2 | Practice 12–15 | CYP 20, 21]

Calculate photon energy, maximum kinetic energy, and work function in photoelectric problems; interpret KE_max vs. f graphs.

حساب طاقة الفوتون والطاقة الحركية العظمى ودالة الشغل في مسائل التأثير الكهروضوئي، وتفسير منحنى (KE_max – f).

Comprehensive FRQ 19 | السؤال المقالي الشامل (19):

A photocell cathode has a threshold wavelength of λ_0 = 500 nm and is illuminated by monochromatic ultraviolet light of wavelength λ = 250 nm.

مهبط خلية كهروضوئية طول موجة العتبة له λ_0 = 500 nm، أُضيء بأشعة فوق بنفسجية أحادية الطول الموجي λ = 250 nm.

(a) Calculate the threshold frequency (f_0) in Hz and the work function (W) of the metal in eV.

(أ) احسب تردد العتبة (f_0) بوحدة Hz ودالة الشغل (W) للفلز بوحدة eV.

Solution (a): الحل (أ) |

(b) Calculate the incident photon energy (E) and the maximum kinetic energy (KE_max) of the emitted photoelectrons in eV.

(ب) احسب طاقة الفوتون الساقط (E) والطاقة الحركية العظمى (KE_max) للإلكترونات المنبعثة بوحدة eV.

Solution (b): الحل (ب) |

(c) Determine the stopping potential (ΔV_0) required to stop the fastest photoelectrons, and state what happens to the graph's slope if the metal is replaced with silver (W = 4.60 eV).

(ج) حدد جهد الإيقاف (ΔV_0) اللازم لإيقاف أسرع الإلكترونات الضوئية، وبيّن ماذا يحدث لميل المنحنى إذا استُبدل الفلز بالفضة (W = 4.60 eV).

Solution (c): الحل (ج) |

FRQ OUTCOME 20 | المخرج المقالي (20) **[Student Textbook pp. 72–74 | Examples 4, 5 | Practice 37–39 | CYP 42]**

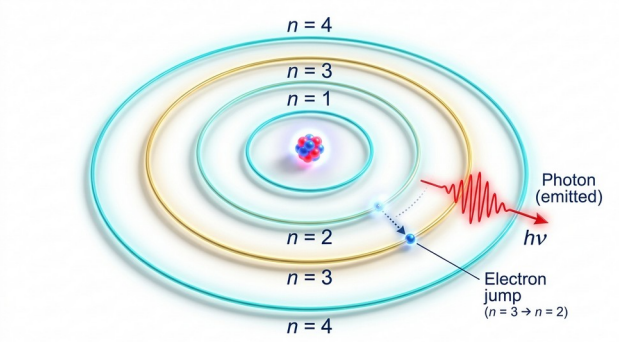
Calculate energy changes during Bohr transitions, emitted/absorbed photon energy, frequency, wavelength, and Hydrogen orbital radii.

حساب التغير في طاقة الذرة أثناء انتقالات بور، وطاقة وتردد وطول موجة الفوتون المنبعث أو الممتص، ونصف قطر مدار الهيدروجين.

Comprehensive FRQ 20 | السؤال المقالي الشامل (20):

An excited electron in a hydrogen atom transitions from the n = 3 energy level to the n = 2 energy level, emitting a photon (as illustrated). Use $E_n = -13.6/n^2$ eV and $r_n = a_0n^2$.

ينتقل إلكترون مثار في ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة n = 3 إلى مستوى الطاقة n = 2 مُصدراً فوتوناً (كما في الشكل). استخدم $E_n = -13.6/n^2$ eV و $r_n = a_0n^2$.



(a) Calculate the orbital radius (r_3) and total energy (E_3) of the hydrogen atom at n = 3, as well as the energy (E_2) at n = 2.

(أ) احسب نصف قطر المدار (r_3) والطاقة الكلية (E_3) لذرة الهيدروجين عند n = 3، وكذلك الطاقة (E_2) عند n = 2.

Solution (a) | الحل (أ):

.....

(b) Calculate the energy (in eV), wavelength (in nm), and frequency (in Hz) of the emitted photon.

(ب) احسب طاقة الفوتون المنبعث (بوحدة eV)، وطوله الموجي (بوحدة nm)، وتردده (بوحدة Hz).

Solution (b) | الحل (ب):

.....

(c) Identify the spectral series and electromagnetic region to which this emitted photon belongs.

(ج) حدد اسم السلسلة الطيفية والمنطقة في الطيف الكهرومغناطيسي التي ينتمي إليها هذا الفوتون المنبعث.

Solution (c) | الحل (ج):

.....

القسم الثالث: أسئلة إضافية إثرائية بالرسوم والمخططات (من المرجع الثالث) | PART III: ADDITIONAL GRAPHICAL & DIAGRAMMATIC QUESTIONS (SOURCE 3)

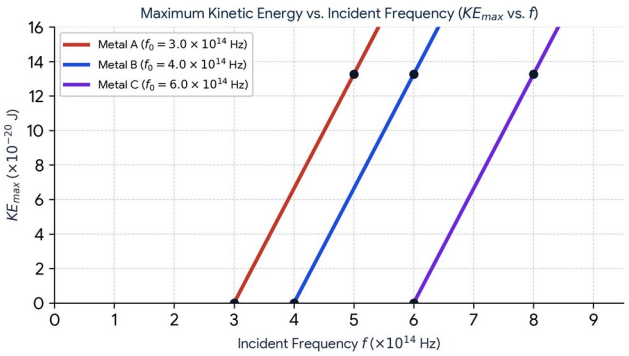
ADDITIONAL QUESTION 01 | السؤال الإضافي الأول (مرجع 3 – صفحة 9)

Analyzing Photoelectric Graphs: Determining Planck's Constant (h), Threshold Frequency (f_0), Work Function (W), and Comparing Metals.

تحليل الرسوم البيانية للتأثير الكهروضوئي: حساب ثابت بلانك (h)، وتردد العتبة (f_0)، ودالة الشغل (W)، والمقارنة بين الفلزات.

The adjacent graph shows the relationship between the maximum kinetic energy (KE_max) of emitted photoelectrons and the frequency (f) of incident light for three different metals (A, B, and C).

يوضح الرسم البياني المجاور العلاقة بين الطاقة الحركية العظمى (KE_max) للإلكترونات الضوئية المنبعثة وتردد الضوء الساقط (f) لثلاثة فلزات مختلفة (A و B و C).



(a) Explain why the three graph lines are parallel, and calculate Planck's constant (h) from the slope of line A.

(أ) فسّر سبب توازي الخطوط البيانية الثلاثة، واحسب ثابت بلانك (h) من ميل الخط البياني للفلز A.

Solution (a) | الحل (أ):

(b) Determine the threshold frequency (f_0) and work function (W in Joules and eV) for each of the three metals A, B, and C.

(ب) حدد تردد العتبة (f_0) ودالة الشغل (W بالجول و eV) لكل فلز من الفلزات الثلاثة A و B و C.

Solution (b) | الحل (ب):

(c) If monochromatic light of wavelength λ = 600 nm (f = 5.0 × 10^{14} Hz) illuminates all three metals, from which metal(s) will electrons be ejected? Compare their kinetic energies.

(ج) إذا سقط ضوء أحادي الطول الموجي λ = 600 nm (تردده f = 5.0 × 10^{14} Hz) على الفلزات الثلاثة، فمن أي فلز (أو فلزات) تتحرر إلكترونات؟ قارن بين طاقاتها الحركية.

Solution (c) | الحل (ج):

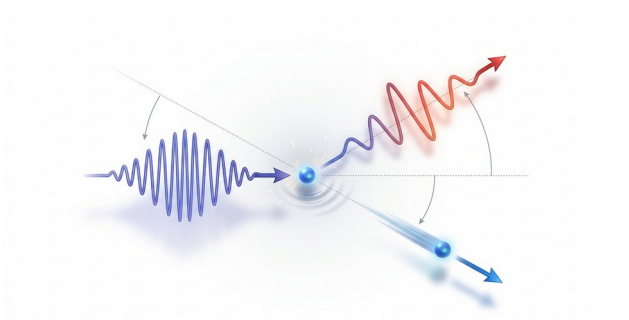
ADDITIONAL QUESTION 02 | السؤال الإضافي الثاني (مرجع 3 – صفحة 14)

Compton Effect Analysis: Comparing Incident vs. Scattered Photons and Calculating Compton Wavelength Shift.

تحليل تأثير كومبتون: المقارنة بين الفوتون الساقط والفوتون المتشتت وحساب إزاحة كومبتون في الطول الموجي.

In a Compton scattering experiment, an incident X-ray photon of wavelength λ = 0.0500 nm collides elastically with a stationary free electron in a graphite target and scatters at an angle θ = 90°.

في تجربة تشتت كومبتون، يصطدم فوتون أشعة سينية ساقط طوله الموجي λ = 0.0500 nm تصادماً مرناً مع إلكترون حر ساكن في هدف جرافيت ويتشتت بزاوية θ = 90°.



(a) Complete the comparison table below between the Incident Photon and the Scattered Photon (use: Higher / Lower / Longer / Shorter):

(أ) أكمل جدول المقارنة أدناه بين الفوتون الساقط والفوتون المتشتت (استخدم: أعلى / أقل / أطول / أقصر):

Photon State / حالة الفوتون	Energy (E) / الطاقة	Wavelength (λ) / الطول الموجي	Frequency (f) / التردد	Momentum (p) / الزخم
Incident Photon / الفوتون الساقط				
Scattered Photon / الفوتون المتشتت				

(b) Calculate the Compton wavelength shift ($\Delta\lambda = (h / m_e c)(1 - \cos\theta)$) and the scattered wavelength λ' at $\theta = 90°$.

(ب) احسب إزاحة كومبتون في الطول الموجي ($\Delta\lambda$) والطول الموجي المتشتت λ' عند زاوية تشتت $\theta = 90°$.

Solution (b) | الحل (ب):

(c) Explain how Compton's experimental results support Einstein's particle model of light over classical wave theory.

(ج) وضّح كيف تدعم النتائج التجريبية لتأثير كومبتون النموذج الجسيمي للضوء لأينشتاين مقارنة بالنظرية الموجية الكلاسيكية.

Solution (c) | الحل (ج):

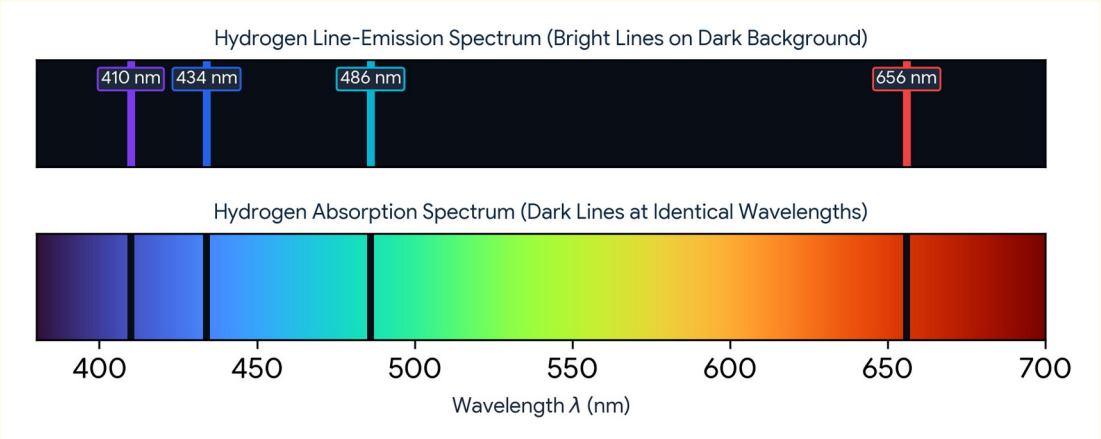
ADDITIONAL QUESTION 03 | السؤال الإضافي الثالث (مرجع 3 – صفحة 19)

Atomic Spectroscopy: Emission & Absorption Spectra, Fraunhofer Lines, and Industrial/Astronomical Applications.

التحليل الطيفي الذري: أطياف الانبعاث والامتصاص، وخطوط فرانهوفر، والتطبيقات الصناعية والفلكية للمطيافية.

The figure below displays the visible emission spectrum and absorption spectrum of hydrogen gas (410 nm, 434 nm, 486 nm, and 656 nm).

يعرض الشكل أدناه كلاً من طيف الانبعاث المرئي وطيف الامتصاص لغاز الهيدروجين عند الأطوال الموجية (410 nm و 434 nm و 486 nm و 656 nm).



(a) Explain why the dark lines in hydrogen's absorption spectrum occur at the exact same wavelengths as the bright lines in its emission spectrum.

(أ) فسّر لماذا تظهر الخطوط المعتمة في طيف امتصاص الهيدروجين عند الأطوال الموجية نفسها تماماً للخطوط المضيئة في طيف انبعاثه.

Solution (a) | الحل (أ):

(b) Explain how spectroscopy is used to determine the composition of distant stars (Fraunhofer lines) and scrap metal in steel mills.

(ب) وضّح كيف يُستخدم التحليل الطيفي في تحديد التركيب الكيميائي للنجوم البعيدة (خطوط فرانهوفر) والخردة المعدنية في مصانع الصلب.

Solution (b) | الحل (ب):

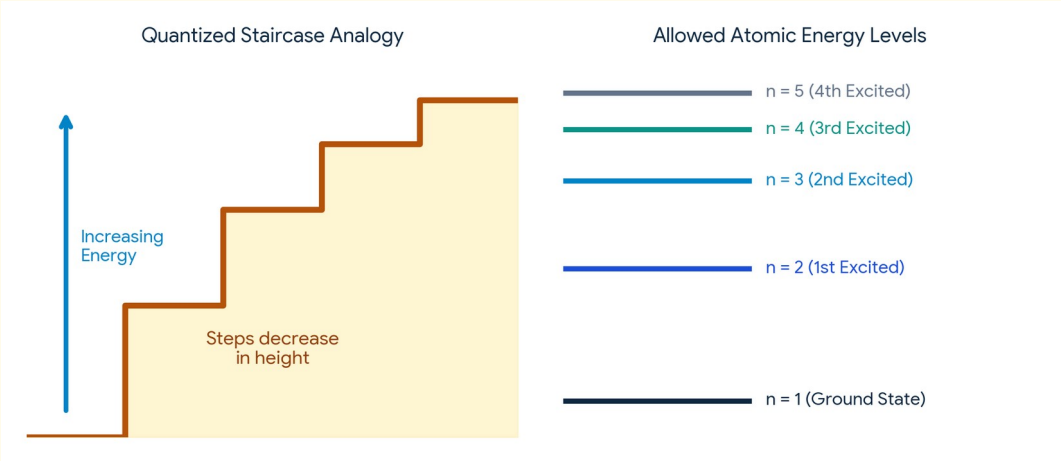
ADDITIONAL QUESTION 04 | السؤال الإضافي الرابع (مرجع 3 – صفحة 21)

Bohr's Quantized Energy Levels: The Staircase Analogy, Ground State vs. Excited States, and Energy Spacing.

مستويات الطاقة المكمّاة عند بور: تشبيه السلم، والحالة الأرضية مقابل الحالات المثارة، وتناقص فروق الطاقة.

In Bohr's atomic model, the allowed quantized energy levels of an electron in an atom are likened to a flight of stairs whose step heights decrease as one climbs higher.

في نموذج بور الذري، تُشبَّه مستويات الطاقة المكمّاة المسموحة للإلكترون في الذرة بدرجات سلم يتناقص ارتفاع درجاته كلما صعدنا إلى الأعلى.



(a) Distinguish between the 'ground state' and an 'excited state' of an atom, and explain why an electron cannot stop between steps.

(أ) ميّز بين 'الحالة الأرضية' و'الحالة المثارة' للذرة، وفسّر لماذا لا يمكن للإلكترون التوقف في نقطة وسطى بين الدرجات.

Solution (a) | الحل (أ):

(b) What does the decreasing height of the steps represent as the principal quantum number n increases? Verify using $\Delta E_{2\to1}$ vs. $\Delta E_{3\to2}$.

(ب) ماذا يمثل تناقص ارتفاع درجات السلم كلما ازداد العدد الكمي الرئيسي n؟ تحقق من ذلك بمقارنة $\Delta E_{2\to1}$ مع $\Delta E_{3\to2}$.

Solution (b) | الحل (ب):

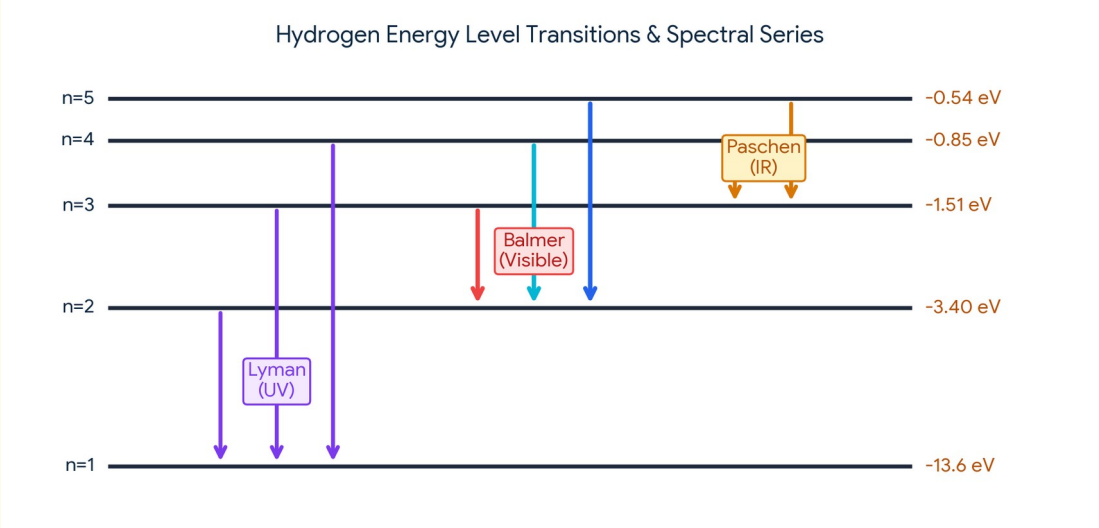
ADDITIONAL QUESTION 05 | السؤال الإضافي الخامس (مرجع 3 – صفحة 23)

Hydrogen Spectral Series: Classifying Lyman, Balmer, and Paschen Transitions and Calculating Emitted Wavelengths.

السلاسل الطيفية لذرة الهيدروجين: تصنيف انتقالات ليمان وبالمر وباشن وحساب الأطوال الموجية المنبعثة.

The energy level diagram illustrates electron transitions in a hydrogen atom that produce the Lyman, Balmer, and Paschen spectral series.

يوضح مخطط مستويات الطاقة انتقالات الإلكترونات في ذرة الهيدروجين التي تُنتج سلاسل ليمان وبالمر وباشن الطيفية.



(a) Identify the final energy level (nf) and electromagnetic spectrum region for each series: Lyman, Balmer, and Paschen.

(أ) حدد مستوى الطاقة النهائي (nf) والمنطقة في الطيف الكهرومغناطيسي لكل سلسلة: ليمان، بالمر، وباشن.

Solution (a): الحل (أ) |

(b) Calculate the energy (in eV) and wavelength (in nm) of the photon emitted when an electron transitions from n = 4 to n = 2.

(ب) احسب طاقة الفوتون المنبعث (بوحدة eV) وطوله الموجي (بوحدة nm) عند انتقال إلكترون من n = 4 إلى n = 2.

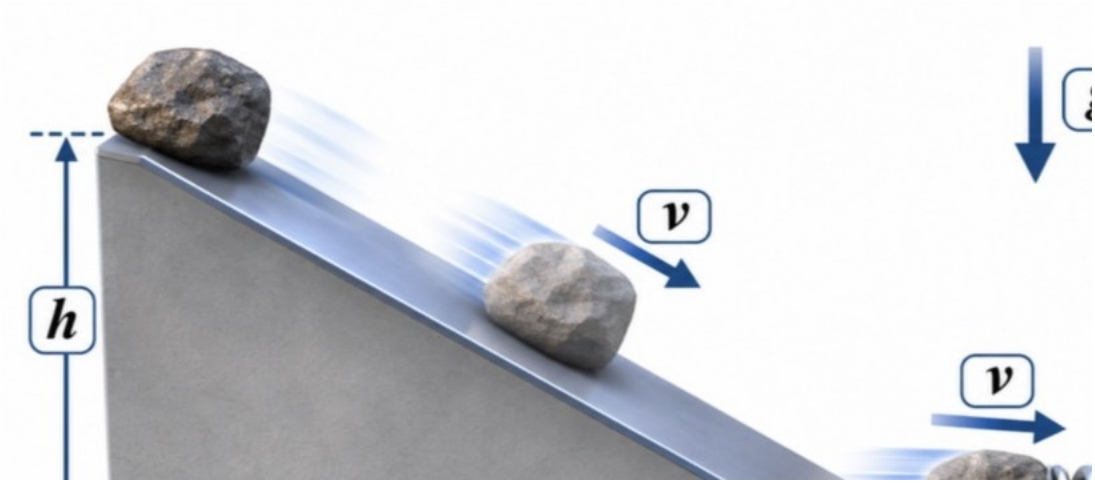
Solution (b): الحل (ب) |

(c) Why are total energies in the Bohr model negative (e.g., $E_1 = -13.6$ eV), and what is the ionization energy of ground-state hydrogen?

(ج) لماذا تكون قيم الطاقة الكلية في نموذج بور سالبة (مثل $E_1 = -13.6$ eV)، وما مقدار طاقة تأين ذرة الهيدروجين في حالتها الأرضية؟

Solution (c): الحل (ج) |

ADDITIONAL QUESTION 06 | السؤال الإضافي السادس
Rock Sliding Down an Incline and Compressing a Spring
انزلاق صخرة على مستوى مائل وانضغاط نابض



A 4.00-kg rock starts from rest at height h = 5.00 m on a smooth inclined plane. It slides without rolling onto a horizontal frictionless surface and compresses a spring of force constant k = 800 N/m. Use g = 9.80 m/s².
4.00 kg تبدأ صخرة كتلتها من السكون عند ارتفاع h = 5.00 m على مستوى مائل أملس. تنزلق دون تدحرج إلى سطح أفقي عديم الاحتكاك، ثم تضغط نابضاً ثابت قوته k = 800 N/m. استخدم g = 9.80 m/s².

(a) Find the total mechanical energy at the top.
(أ) احسب الطاقة الميكانيكية الكلية عند القمة.

(b) Find the rock speed halfway down the vertical height (h/2).
(ب) احسب سرعة الصخرة عند منتصف الارتفاع الرأسي (h/2).

(c) Find kinetic energy and speed at the bottom, before spring contact.
(ج) احسب الطاقة الحركية والسرعة عند أسفل المستوى قبل ملامسة النابض.

(d) Find maximum spring compression x, assuming no energy losses.
(د) احسب أقصى انضغاط للنابض x مع إهمال فقد الطاقة.

Solution / الحل: _____
Solution / الحل: _____
Solution / الحل: _____
Solution / الحل: _____

مفتاح الإجابة النموذجية المشروح لجميع الأسئلة | COMPLETE WORKED MODEL ANSWER KEY

أولاً: مفتاح إجابات الأسئلة الاختيارية (Outcomes 1 – 16) | Part I MCQ Key:

Q#	Ans	Explanation / التفسير	Q#	Ans	Explanation / التفسير
Q1.1	B (58.8 J)	GPE = mgh = 2.0 × 9.8 × 3.0 = 58.8 J	Q9.1	C (h/λ)	Photon momentum p = E/c = h/λ
Q1.2	C	Wg = −ΔGPE; downward motion decreases GPE so Wg > 0	Q9.2	A	Photon loses energy to electron ⇒ λ increases, E decreases

Q#	Ans	Explanation / التفسير	Q#	Ans	Explanation / التفسير
Q2.1	D	A bent fiberglass pole stores elastic potential energy (EPE)	Q10.1	C (½)	$\lambda = h/p \Rightarrow$ doubling p halves λ
Q2.2	A	Einstein's mass-energy equivalence: $E_0 = mc^2$	Q10.2	B	Electron diffraction through crystals proves matter waves
Q3.1	C	Total linear momentum is conserved in all isolated collisions	Q11.1	B	$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2 \Rightarrow$ smaller Δx requires larger Δp
Q3.2	B	Perfectly inelastic collision: bodies stick together	Q11.2	B	Position (x) and momentum (p) cannot both be exact
Q4.1	A	Wien's law: higher T shifts peak to higher f and shorter λ	Q12.1	B	Large-angle α scattering indicates a tiny, dense positive nucleus
Q4.2	D (16)	Stefan-Boltzmann law: $P \propto T^4 \Rightarrow (2)^4 = 16$	Q12.2	B	Classically, accelerating electrons radiate and spiral inward
Q5.1	C (3hf)	E = nhf where n is an integer (n = 3)	Q13.1	B	Excited low-pressure gas emits discrete bright lines
Q5.2	B (2hf)	$\Delta E = 4hf - 2hf = 2hf$ emitted	Q13.2	A	Cooler solar atmosphere absorbs characteristic wavelengths
Q6.1	C	Below threshold frequency f_0, zero electrons are emitted	Q14.1	B	Stationary states have quantized energies and do not radiate
Q6.2	B	$1\ eV = e \times 1\ V = 1.60 \times 10^{-19}\ J$	Q14.2	B	Downward transition emits one photon: $E_{photon} = E_3 - E_2$
Q7.1	B (2.00 eV)	E = 1240 / 620 = 2.00 eV	Q15.1	B (−3.40 eV)	$E_2 = -13.6 / 2^2 = -3.40\ eV$
Q7.2	C	Doubling intensity doubles photon rate ⇒ doubles photocurrent	Q15.2	B (Balmer)	Transitions ending at n = 2 form the visible Balmer series
Q8.1	B (3.1 eV)	$KE_{max} = E - W = 5.2 - 2.1 = 3.1\ eV$	Q16.1	B	Electron cloud maps probability density $\|\psi\|^2$
Q8.2	C (h)	$KE_{max} = hf - W \Rightarrow$ slope $= \Delta KE_{max} / \Delta f = h$	Q16.2	C	Stimulated photon is coherent, monochromatic, and in phase
Additional Q6 (Rock & Spring) | السؤال	(a) $E = mgh = (4.00)(9.80)(5.00) = 196\ J$. |				

Q#	Ans	Explanation / التفسير	Q#	Ans	Explanation / التفسير
الإضافي السادس	الطاقة الكلية = 196 J. (b) $v = \sqrt{(gh)} = \sqrt{49} = 7.00$ m/s. | السرعة عند نصف الارتفاع = 7.00 m/s. (c) KE = 196 J; $v = \sqrt{(2gh)} = 9.90$ m/s. | الطاقة الحركية = 196 J، والسرعة = 9.90 m/s. (d) $\frac{1}{2}kx^2 = mgh \Rightarrow x = \sqrt{(392/800)} = 0.700$ m. | أقصى انضغاط للنابض = 0.700 m.				

ثانياً: حلول أسئلة الكتاب المرجعية والأسئلة المقالية (17–20) والأسئلة الإضافية (1–5) | Worked Solutions:

Textbook Ref (1–16)	• Out. 1 (Pr. 32): GPE = mg(h_f − h_i) = (2.2)(9.8)(2.10 − 0.80) = 28.0 J. • Out. 2 (CYP 35): Compression stores Elastic PE → expansion converts EPE to KE → rising converts KE to GPE at peak. • Out. 3 (Pr. 44): v_i = ((m_b + m_w)v_f)/m_b = (9.008 × 0.100)/0.008 = 112.6 m/s (≈ 113 m/s). • Out. 4: Doubling T doubles peak frequency (f_peak ∝ T) and increases power by $2^4 = 16$ times; classical theory predicts infinite UV energy. • Out. 5 (Pr. 1, 2): (1) E = 1240/515 = 2.41 eV; (2) λ = 1240/2.03 = 611 nm. • Out. 6 (CYP 16): Each low-frequency photon has E = hf < W, so one-to-one photon-electron interaction cannot eject electrons. • Out. 7 (Pr. 13): E = 1240/425 = 2.92 eV ⇒ KE_max = 2.92 − 1.95 = 0.97 eV. • Out. 8 (Pr. 8, 10): (8) KE_max = 5.7 eV; (10) $\Delta V_0 = (7.5\times10^{-19})/(1.60\times10^{-19}) = 4.69$ V (≈ 4.7 V). • Out. 9 (CYP 18, 22): Photoelectric absorbs photon completely; Compton scatters photon with longer wavelength (λ' > λ). • Out. 10 (Pr. 26, 31): (26) $\lambda = 6.63\times10^{-34}/(7.0\times8.5) = 1.1\times10^{-35}$ m (far too small to observe); (31) λ = 0.110 nm. • Out. 11–16: (11) Measuring which slit disturbs momentum, destroying interference; (12) Tiny dense positive nucleus, mostly empty space; (13) Solids emit continuous spectra, gases emit discrete lines; (14) Bohr fails for multi-electron atoms; (15) $r_n \propto n^2$, $E_n \propto 1/n^2$, Balmer ends at n=2; (16) Green has shorter λ (higher E) than red so green pumps red; Laser: coherent, monochromatic, directional, intense.
FRQ 17 (Rolling Sphere)	(a) $GPE_i = mgh = (2.50)(9.8)(3.00) = 73.5$ J; $W_g = -\Delta GPE = +73.5$ J. (b) $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(2/5\ mR^2)(v/R)^2 = (7/10)mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{(10gh/7)} = \sqrt{(10 \times 9.8 \times 3.00 / 7)} = 6.48$ m/s. (c) $KE_{trans} = \frac{1}{2}(2.50)(6.48)^2 = 52.5$ J; $KE_{rot} = (2/5)KE_{trans} = 21.0$ J (Total = 73.5 J).

FRQ 18 (Ballistic Pendulum)	(a) $p_i = m\,v_o = (0.025)(240) = 6.00$ kg·m/s; $vf = p_i / (m + M) = 6.00 / (0.025 + 0.975) = 6.00$ m/s. (b) $KE_i = ½(0.025)(240)^2 = 720$ J; $KEf = ½(1.00)(6.00)^2 = 18.0$ J. Perfectly inelastic collision (KE decreases; converted to heat/sound/deformation). (c) $½(m+M)vf^2 = (m+M)gh \Rightarrow h = vf^2 / (2g) = (6.00)^2 / (2 \times 9.8) = 1.84$ m.
FRQ 19 (Photoelectric)	(a) $f_o = c/\lambda_o = (3.00\times10^8)/(500\times10^{-9}) = 6.00\times10^{14}$ Hz; $W = 1240 / 500 = 2.48$ eV. (b) $E = 1240 / 250 = 4.96$ eV; $KE_{max} = E - W = 4.96 - 2.48 = 2.48$ eV. (c) Stopping potential $\Delta V_o = 2.48$ V. Replacing with silver shifts the line to the right (higher f_o), while the slope remains unchanged (= h).
FRQ 20 (Bohr Hydrogen)	(a) $r_3 = a_o(3)^2 = (0.0529\text{ nm})(9) = 0.476$ nm; $E_3 = -13.6/3^2 = -1.51$ eV; $E_2 = -13.6/2^2 = -3.40$ eV. (b) $E_{photon} = E_3 - E_2 = -1.51 - (-3.40) = 1.89$ eV; $\lambda = 1240 / 1.89 = 656$ nm; $f = c/\lambda = (3.00\times10^8)/(656\times10^{-9}) = 4.57\times10^{14}$ Hz. (c) Balmer series — Visible light region (red H-alpha line).
Additional Q1 (Graph & h)	(a) All lines are parallel because their slope equals Planck's constant h (a universal constant). Slope $h = \Delta KE/\Delta f = (13.26\times10^{-20} - 0) / (5.0\times10^{14} - 3.0\times10^{14}) = 6.63\times10^{-34}$ J·s. (b) Metal A: $f_o = 3.0\times10^{14}$ Hz, $W = hf_o = 1.99\times10^{-19}$ J (1.24 eV); Metal B: $f_o = 4.0\times10^{14}$ Hz, $W = 2.65\times10^{-19}$ J (1.66 eV); Metal C: $f_o = 6.0\times10^{14}$ Hz, $W = 3.98\times10^{-19}$ J (2.49 eV). (c) At $f = 5.0\times10^{14}$ Hz ($f > f_o$ for A and B only), electrons are emitted from Metals A and B (not C). $KE_A = 1.33\times10^{-19}$ J > $KE_B = 6.63\times10^{-20}$ J.
Additional Q2 (Compton)	(a) Incident Photon: Energy = Higher, Wavelength = Shorter, Frequency = Higher, Momentum = Higher. | Scattered Photon: Energy = Lower, Wavelength = Longer, Frequency = Lower, Momentum = Lower. (b) $\Delta\lambda = (2.43\text{ pm})(1 - \cos 90°) = 2.43$ pm $= 0.00243$ nm $\Rightarrow \lambda' = 0.0500 + 0.00243 = 0.0524$ nm. (c) Classical wave theory predicts no wavelength shift upon scattering; the observed shift Δλ proves photons carry momentum $p = h/\lambda$ and collide elastically like particles.
Additional Q3 (Spectroscopy)	(a) Cool gas atoms absorb photons with the exact discrete energies ($\Delta E = hc/\lambda$) needed to excite electrons to higher levels, and emit those exact same wavelengths when relaxing back. (b) Stars: Dark Fraunhofer absorption lines in starlight match known elemental spectra, revealing stellar composition (H, He). Steel mills: Spark-emission spectroscopy rapidly quantifies alloy elements.
Additional Q4 (Staircase)	(a) Ground state (n = 1) is the lowest allowed energy state; excited states (n > 1) are higher allowed levels. Electrons cannot exist between steps because atomic energy is quantized. (b) Decreasing step heights show that energy differences between adjacent levels shrink as n increases: $\Delta E_{2\to1} = 10.2$ eV, whereas $\Delta E_{3\to2} = 1.89$ eV.
Additional Q5 (Series)	(a) Lyman: ends at n = 1 (Ultraviolet); Balmer: ends at n = 2 (Visible); Paschen: ends at n = 3 (Infrared). (b) $E_{photon} = E_4 - E_2 = -0.85 - (-3.40) = 2.55$ eV; $\lambda = 1240 / 2.55 = 486$ nm (cyan-blue line). (c) Negative energy indicates a bound electron-nucleus system relative to zero energy at infinite separation (n = ∞). Ionization energy from n = 1 is +13.6 eV.