مراجعة مركزة وأسئلة تدريبية في طاقة وضع الجاذبية



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: 2026-11-10 09:46:35	
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: أحمد اليازوري	

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	
شرح درس طاقة الوضع الكهربائية	1
أسئلة وتدريبات الوحدة الثالثة الجهد الكهربائي	2
الجهد الكهربائي – أوراق عمل وتدريبات	3
حزمة تحضير اختبار نهاية الفصل	4
تغطية اختبار نهاية الفصل انسباير	5

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

GRADE 12 ADVANCED PHYSICS · 2026–2027

العراب

Quick Revision

مراجعة مركزة للفصل الدراسي الأول

20 exam questions · 200 practice questions

Bilingual questions & conceptual answers · English calculations

شرح وأسئلة وإجابات نظرية باللغتين · الحسابات بالإنجليزي

الأستاذ أحمد اليازوري

0506428618

almanahj.com/ae
2026 2025
موقع المناهج الإماراتية

REFERENCE

Contents & Constants

Topic	Exam row(s)	Questions	Page
01 · Gravitational Potential Energy	1	10	3
02 · Elastic & Rest Energy	2	10	5
03 · Elastic & Inelastic Collisions	3	10	7
04 · Thermal Radiation	4	10	10
05 · Planck Quantization	5	10	12
06 · Photoelectric Foundations	6	10	14
07 · Photon Energy & Intensity	7	10	16
08 · Photoelectric Equation & Graphs	8	10	18
09 · Photon Momentum & Compton Effect	9	10	21
10 · Matter Waves	10	10	23
11 · Heisenberg Uncertainty	11	10	25
12 · Atomic Models	12	10	27
13 · Spectra & Identification	13	10	29
14 · Bohr Model & Transitions	14	10	31
15 · Hydrogen Radii, Energies & Series	15	10	33
16 · Quantum Model & Lasers	16	10	35
17 · Translational & Rotational Energy	17	10	37
18 · One-Dimensional Collisions	18	10	39
19 · Photoelectric Analysis	19	10	42
20 · Hydrogen Transitions	20	10	45

$g = 9.8\ m\ s^{-2}$ · $c = 3.00 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}$

$h = 6.63 \times 10^{-34}\ J\ s$ · $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\ kg$

$1\ eV = 1.60 \times 10^{-19}\ J$ · $1\ nm = 10^{-9}\ m$

$a_0 = 0.053\ nm$ · $E_1(H) = -13.6\ eV$

Use constants provided in the question when different. Answers use the rounded constants above.

Scope: supplied 12A_Haykal.pdf, Term 1 2026–2027. Textbook printed pages 14–32 and 46–79. Each exam question has its own outcomes and ten practice questions.

لكل سؤال في الهيكل نواتجه وعشرة أسئلة تدريبية، مرقمة برقم سؤال الهيكل ثم رقم التدريب.

EXAM QUESTION 01 · QUICK REVISION

Gravitational Potential Energy

طاقة وضع الجاذبية

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Define potential energy and gravitational potential energy.	تعريف طاقة الوضع وطاقة وضع الجاذبية
2. Relate gravitational potential energy to mass and height.	ربط طاقة وضع الجاذبية بالكتلة والارتفاع
3. Show that gravitational work is opposite to the GPE change.	إثبات أن شغل الجاذبية معاكس لتغير طاقة الوضع
4. Discuss energy transformations during upward and downward motion.	تحولات الطاقة في الحركة الرأسية

Quick Notes خلاصة الشرح

GPE belongs to the object–Earth system; its value depends on the chosen zero level.	طاقة وضع الجاذبية تخص نظام الجسم والأرض، وتعتمد قيمتها على مستوى الصفر المختار.
At fixed g, GPE is proportional to mass and height; changes use the vertical height difference.	عند ثبات g تتناسب طاقة الوضع مع الكتلة والارتفاع؛ وللتغير نستخدم فرق الارتفاع الرأسي.
Gravity does negative work upward and positive work downward, independent of path.	شغل الجاذبية سالب صعودًا وموجب هبوطًا، ولا يعتمد على المسار.
Without drag: ascent converts K to GPE; descent reverses it. At the top v = 0, but a is downward.	دون مقاومة: صعودًا تتحول الحركة إلى وضع، وهبوطًا العكس. عند القمة السرعة صفر والتسارع لأسفل.

$$U_g = mgh$$

$$U = mgh;\ \Delta U = mg\Delta h;\ h = \frac{U}{mg}$$

$$W_g = mg(h_i - h_f) = -\Delta U$$

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

10 Practice Questions

1.1 Why does a book on a shelf above the floor have gravitational potential energy relative to a lower reference?

لماذا يمتلك كتاب على رف أعلى من الأرض طاقة وضع جاذبية بالنسبة لمرجع أدنى؟

1.2 Find the GPE of a 1 kg mass at height 2 m.

احسب طاقة وضع كتلة 1 kg عند ارتفاع 2 m.

1.3 A 4 kg object has GPE 196 J. Find its height.

طاقة وضع جسم كتلته 4 kg تساوي 196 J. أوجد ارتفاعه.

1.4 At height 7 m an object has GPE 68.6 J. Find its mass.

لجسم عند ارتفاع 7 m طاقة وضع 68.6 J. أوجد كتلته.

1.5 Mass doubles and height triples. Find the new-to-original GPE ratio.

تضاعفت الكتلة وأصبح الارتفاع ثلاثة أمثاله. ما نسبة طاقة الوضع الجديدة إلى الأصلية؟

1.6 The zero level is raised by 4 m. Does the GPE difference between two points change? Justify algebraically.

تغيّر مستوى الصفر إلى مستوى أعلى بمقدار 4 m. هل يتغير فرق طاقة الوضع بين نقطتين؟ برّر حسابيًا.

1.7 A 1 kg mass moves vertically from 2 m to 4 m. Find ΔU and gravitational work.

كتلة 1 kg تتحرك رأسيًا من 2 m إلى 4 m. احسب تغير طاقة الوضع وشغل الجاذبية.

1.8 A 2 kg mass moves vertically from 3 m to 0 m. Find ΔU and gravitational work.

كتلة 2 kg تتحرك رأسيًا من 3 m إلى 0 m. احسب تغير طاقة الوضع وشغل الجاذبية.

1.9 At the top of a vertical throw, speed is zero. Are gravitational acceleration and GPE zero?

عند قمة مسار قذف رأسي تكون السرعة صفرًا. هل تسارع الجاذبية وطاقة الوضع صفر؟

1.10 A ball loses 20 J of GPE but gains only 14 J of kinetic energy. Account for the remaining energy.

تهبط كرة وتفقد 20 J من طاقة الوضع، بينما تزيد طاقة حركتها 14 J فقط. أين ذهبت الطاقة الباقية؟

EXAM QUESTION 01 · ANSWERS

Gravitational Potential Energy

1.1 *Its position in the object–Earth system permits gravity to do work as it descends.*

بسبب موضعه في نظام الجسم والأرض؛ يمكن للجاذبية بذل شغل عند هبوطه.

1.2 $U = mgh = 1 \times 9.8 \times 2 = 19.6\ J$

1.3 $h = \frac{U}{mg} = \frac{196}{4 \times 9.8} = 5\ m$

1.4 $m = \frac{U}{gh} = \frac{68.6}{9.8 \times 7} = 1\ kg$

1.5 $U_2 = (2m)g(3h) = 6U_1$

1.6 $\Delta U' = mg[(h_2 - 4) - (h_1 - 4)] = mg(h_2 - h_1)$
Individual values shift, but the energy difference remains unchanged.

تتغير القيم المفردة لكن الفرق يبقى نفسه.

1.7 $\Delta U = mg\Delta h = 1 \times 9.8 \times (2) = 19.6\ J$
$W_g = -\Delta U = -19.6\ J$

1.8 $\Delta U = mg\Delta h = 2 \times 9.8 \times (-3) = -58.8\ J$
$W_g = -\Delta U = 58.8\ J$

1.9 *Acceleration remains 9.8 downward; GPE depends on the reference and is maximum relative to the launch point.*

التسارع لأسفل مقداره 9.8؛ طاقة الوضع تعتمد على المرجع وغالبًا تكون عظمى بالنسبة لنقطة القذف.

1.10 $20 - 14 = 6\ J$
6 J is transferred to internal energy of the ball, air and surroundings.

انتقلت 6 J إلى الطاقة الداخلية للهواء والكرة والمحيط.

EXAM QUESTION 02 · QUICK REVISION

Elastic & Rest Energy

طاقة الوضع المرونية وطاقة السكون

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Define elastic potential energy and give examples.	تعريف طاقة الوضع المرونية مع أمثلة
2. Interpret mass as rest energy and identify other energy forms.	تفسير الكتلة كطاقة سكون وتمييز صور الطاقة

Quick Notes خلاصة الشرح

Elastic energy is stored by stretching, compression or bending; an ideal spring has $U \propto x^2$.	تُخزن الطاقة المرونية بالشد أو الضغط أو الثني؛ وفي النابض المثالي $U \propto x^2$.
Rest energy exists at zero speed. Energy also occurs in kinetic, chemical, thermal and electrical forms.	توجد طاقة السكون عند سرعة صفر. ومن صور الطاقة الأخرى: الحركية والكيميائية والحرارية والكهربائية.

$$U_e = \frac{1}{2}kx^2$$

$$E_0 = mc^2;\ \Delta E = \Delta m c^2$$

10 Practice Questions

2.1 Why does a compressed spring store energy?

لماذا يمتلك نابض مضغوط طاقة؟

2.2 Compare energy stored in a drawn bow and a raised book.

قارن تخزين الطاقة في قوس مشدود وكتاب مرفوع.

2.3 What energy transformation occurs when a bow launches an arrow?

ما تحول الطاقة عند إطلاق سهم من قوس؟

2.4 If an ideal spring displacement doubles, how does its energy change?

إذا تضاعف تشوه نابض مثالي، كيف تتغير طاقته؟

2.5 Does an undeformed ideal spring have elastic energy relative to equilibrium?

هل يملك نابض مثالي غير مشوه طاقة مرونية حسب مرجع الاتزان؟

2.6 Find the rest energy of a mass 1×10^{-6} kg.

حوّل كتلة سكون 1×10^{-6} kg إلى طاقة سكون.

2.7 An energy release of 3.6×10^{11} J comes from a mass decrease. Find the mass decrease.

تحررت طاقة 3.6×10^{11} J من نقص كتلة. أوجد نقص الكتلة.

2.8 Does $E_0 = mc^2$ imply that a stationary body has no energy?

هل تعني $E_0 = mc^2$ أن الجسم الساكن لا يمتلك طاقة؟

2.9 Classify the energy of a compressed spring, a battery, a hot body and an atom with rest mass.

صنّف طاقة نابض مضغوط وبطارية وجسم ساخن وذرة ذات كتلة سكون.

2.10 Find the rest energy of an electron of mass 9.11×10^{-31} kg in J and eV.

ما طاقة سكون إلكترون كتلته 9.11×10^{-31} kg بوحدتي J وeV؟

EXAM QUESTION 02 · ANSWERS

Elastic & Rest Energy

2.1 *Work done deforming it stores elastic potential energy.*

الشغل المبذول في تشويهه يخزن طاقة وضع مرونية.

2.2 *The bow stores elastic energy; the raised book–Earth system stores GPE.*

القوس مروني والكتاب يمتلك طاقة وضع جاذبية بالنسبة لمرجع أدنى.

2.3 *Elastic energy becomes arrow kinetic energy with some internal energy and sound.*

تتحول طاقة القوس المرونية إلى حركة السهم مع بعض الطاقة الداخلية والصوت.

2.4 *Energy quadruples because it depends on displacement squared.*

تزداد الطاقة أربعة أمثال لأن الطاقة تتناسب مع مربع التشوه.

2.5 *Its elastic energy is zero at $x = 0$ with that reference.*

تكون طاقته المرونية صفرًا عند $x = 0$ بهذا المرجع.

2.6 $E_0 = mc^2 = 1 \times 10^{-6} \times (3.00 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{10}\ \text{J}$

2.7 $\Delta m = \dfrac{E}{c^2} = \dfrac{3.6 \times 10^{11}}{9.00 \times 10^{16}} = 4 \times 10^{-6}\ \text{kg}$

2.8 *No. A stationary body has rest energy even when its kinetic energy is zero.*

لا؛ يمتلك طاقة سكون حتى عندما تكون طاقة حركته صفرًا.

2.9 *Elastic potential, chemical, thermal internal, and rest energy, respectively.*

مرونية، كيميائية، داخلية حرارية، وطاقة سكون على الترتيب.

2.10 $E_0 = 8.2 \times 10^{-14}\ \text{J} = 5.12 \times 10^{5}\ \text{eV}$

EXAM QUESTION 03 · QUICK REVISION

Elastic & Inelastic Collisions

التصادمات المرنة وغير المرنة

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Compare elastic and inelastic collisions.	مقارنة التصادم المرن وغير المرن
2. Explain kinetic-energy loss in inelastic collisions.	تفسير نقص طاقة الحركة في التصادم غير المرن
3. Use conservation principles to distinguish and analyze collisions.	استخدام قوانين الحفظ لتحليل وتصنيف التصادمات

Quick Notes خلاصة الشرح

With negligible external impulse, momentum is conserved. Elastic collisions also conserve K; sticking is perfectly inelastic.	عند إهمال الدفع الخارجي يحفظ الزخم. المرن يحفظ طاقة الحركة أيضًا؛ والالتصاق تصادم غير مرن تمامًا.
Lost kinetic energy becomes internal energy, deformation and sound; total energy is conserved.	تتحول طاقة الحركة الناقصة إلى طاقة داخلية وتشوه وصوت؛ وتُحفظ الطاقة الكلية.
Use signed velocities for momentum and speed squared for K; classify by comparing Ki and Kf.	استخدم السرعات بإشاراتها للزخم ومربعها لطاقة الحركة؛ وقارن الطاقتين لتصنيف التصادم.

$$p_i = p_f;\ \text{elastic: } K_i = K_f$$

$$E_{converted} = K_i - K_f;\ \% = \frac{K_i - K_f}{K_i} \times 100$$

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2;\ K = \frac{1}{2}mv^2$$

10 Practice Questions

3.1 What two conservation conditions characterize an elastic collision in an isolated system?

ما الشرطان اللذان يميزان التصادم المرن في نظام معزول؟

3.2 Is momentum conserved in an inelastic collision?

هل يحفظ التصادم غير المرن الزخم؟

3.3 What is a perfectly inelastic collision?

ماذا يعني التصادم غير المرن تمامًا؟

3.4 Two balls rebound and remain separate. Does that prove an elastic collision?

ارتدت كرتان وبقيتا منفصلتين. هل يكفي ذلك لإثبات مرونة التصادم؟

3.5 Compare total energy and kinetic energy in an inelastic collision.

قارن الطاقة الكلية وطاقة الحركة في تصادم غير مرن.

3.6 Why may bodies warm during an inelastic collision?

لماذا تسخن الأجسام المتصادمة غير مرنًا؟

3.7 A 2 kg mass moves at +5 m s⁻¹ and a 3 kg mass at −2 m s⁻¹. Find total momentum and explain why speed magnitudes cannot simply be added.

كتلة 2 kg تتحرك بسرعة +5 m s⁻¹ وأخرى 3 kg بسرعة −2 m s⁻¹. احسب الزخم الكلي، وبيّن لماذا لا تجمع مقادير السرعات.

3.8 A 3 kg cart moving at +7 m s⁻¹ hits a stationary 3 kg cart and sticks. Find the common velocity, kinetic energies and energy loss; classify the collision.

عربة كتلتها 3 kg تتحرك بسرعة +7 m s⁻¹ وتصطدم بعربة ساكنة كتلتها 3 kg وتلتصقان. احسب السرعة المشتركة وطاقتي الحركة قبل وبعد التصادم وصنّف التصادم.

3.9 Two equal masses collide elastically in one dimension. Initially one moves at +10 m s⁻¹ and the other is at rest. Find their final velocities.

كتلتان متساويتان؛ الأولى تتحرك بسرعة +10 m s⁻¹ والثانية ساكنة. التصادم مرن وأحادي البعد. أوجد السرعتين النهائيتين.

3.10 A 2 kg mass at +4 m s⁻¹ collides with a 1 kg mass at −2 m s⁻¹. The first leaves at +1 m s⁻¹. Find the second final velocity and classify the collision.

تصطدم كتلة 2 kg بسرعة +4 m s⁻¹ بكتلة 1 kg سرعتها −2 m s⁻¹. بعد التصادم تصبح سرعة الأولى +1 m s⁻¹. احسب سرعة الثانية وصنّف التصادم.

EXAM QUESTION 03 · ANSWERS

Elastic & Inelastic Collisions

3.1 *Both total momentum and total kinetic energy are conserved.*

يحفظ الزخم الكلي وطاقة الحركة الكلية.

3.2 *Yes, when external impulse is negligible, although kinetic energy is not conserved.*

نعم عندما تكون محصلة الدفع الخارجي مهملة، رغم عدم حفظ طاقة الحركة.

3.3 *The bodies stick together and move with one common final velocity.*

يلتصق الجسمان ويتحركان بسرعة مشتركة بعد التصادم.

3.4 *No; kinetic energy must also be checked.*

لا؛ يجب التحقق من حفظ طاقة الحركة بالإضافة إلى الزخم.

3.5 *Total energy is conserved; some kinetic energy becomes internal energy, sound and deformation.*

الطاقة الكلية محفوظة؛ يتحول جزء من طاقة الحركة إلى داخلية وصوت وتشوه.

3.6 *Organized kinetic energy is partly converted into microscopic internal energy.*

يتحول جزء من طاقة الحركة المنظمة إلى طاقة داخلية مجهرية.

3.7 $p = 2(5) + 3(-2) = 4\ kg\ m\ s^{-1}$

Momentum is a vector; the leftward velocity enters with a negative sign.

الزخم متجه؛ تدخل السرعة اليسارية بإشارة سالبة.

3.8 $p_i = 3 \times 7 = 21\ kg\ m\ s^{-1}$

$v = \frac{3 \times 7}{6} = 3.5\ m\ s^{-1}$

$K_i = 73.5\ J;\ K_f = 36.75\ J$

$K_i - K_f = 36.75\ J$

Take the initial direction as positive. Conserve momentum first, then calculate both kinetic energies. Sticking makes the collision perfectly inelastic.

اعتبر الاتجاه الأصلي موجبًا. احفظ الزخم أولًا، ثم احسب طاقتي الحركة؛ الالتصاق يعني أنه غير مرن تمامًا.

3.9 $v_1 = 0;\ v_2 = +10\ m\ s^{-1}$

3.10 $p_i = 2(4) + 1(-2) = 6$

$2(1) + v_2 = 6 \Rightarrow v_2 = +4\ m\ s^{-1}$

$K_i = 18\ J;\ K_f = 9\ J \Rightarrow inelastic$

Conserve signed momentum, then compare total kinetic energies.

احفظ الزخم باستخدام الإشارات ثم قارن طاقتي الحركة.

EXAM QUESTION 04 · QUICK REVISION

Thermal Radiation

الإشعاع الحراري

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Describe thermal radiation and an object's emission spectrum.	وصف الإشعاع الحراري وطيف الانبعاث
2. Relate peak emission frequency to temperature.	ربط تردد قمة الطيف بدرجة الحرارة
3. Describe classical theory's agreement and failure for thermal-radiation data.	تحديد نجاح النظرية الكلاسيكية وفشلها في الإشعاع الحراري

Quick Notes خلاصة الشرح

Bodies above absolute zero radiate over a continuous range. A blackbody absorbs all incident radiation.	تشع الأجسام فوق الصفر المطلق ضمن طيف مستمر. الجسم الأسود يمتص كل الإشعاع الساقط.
Higher temperature gives a higher frequency-spectrum peak and a shorter wavelength-spectrum peak.	الحرارة الأعلى تعطي تردد قمة أعلى في طيف التردد وطول قمة أقصر في طيف الطول الموجي.
Classical theory agrees at low frequency, but wrongly predicts unbounded high-frequency emission.	تنجح النظرية الكلاسيكية عند التردد المنخفض، لكنها تتنبأ خطأ بانبعاث غير محدود عند العالي.

$$T(K) = T(°C) + 273.15$$

Hotter $T \Rightarrow$ higher f_{peak}; shorter λ_{peak}

$$E_n = nhf$$

10 Practice Questions

4.1 Why can a warm body radiate without glowing visibly?

لماذا يبعث جسم دافئ إشعاعًا دون أن يتوهج للعين؟

4.2 What does a thermal emission spectrum represent?

ما الذي يمثله طيف الانبعاث الحراري؟

4.3 What is an ideal blackbody?

ما الجسم الأسود المثالي؟

4.4 Compare a glowing solid's spectrum with an excited dilute gas spectrum.

قارن طيف جسم صلب متوهج بطيف غاز مخفف مثار.

4.5 How does a frequency-spectrum peak move as the object heats up?

كيف تتحرك قمة طيف التردد عند تسخين الجسم؟

4.6 Compare peak thermal wavelengths for a blue star and a red star.

قارن طول قمة الإشعاع الحراري لنجم أزرق ونجم أحمر.

4.7 Does an object with a visible peak emit only visible light?

هل الجسم ذو قمة مرئية يبعث الضوء المرئي وحده؟

4.8 Where does classical theory agree with thermal data?

في أي نطاق تتقارب النظرية الكلاسيكية مع البيانات الحرارية؟

4.9 What is the ultraviolet catastrophe?

ما كارثة فوق البنفسجية؟

4.10 How does the measured curve behave at high frequency?

كيف يختلف المنحنى المرصود عند التردد العالي؟

EXAM QUESTION 04 · ANSWERS

Thermal Radiation

4.1 *Most of its radiation may be in the invisible infrared.*

قد يكون معظم إشعاعه في تحت الحمراء غير المرئية.

4.2 *The distribution of radiation over frequency or wavelength.*

توزيع مقدار الإشعاع على التردد أو الطول الموجي.

4.3 *A model that absorbs all incident radiation; it need not look black at every temperature.*

نموذج يمتص جميع الإشعاعات الساقطة عليه ولا يلزم أن يبدو أسود عند كل حرارة.

4.4 *The first is approximately continuous; the second has discrete atomic lines.*

الأول مستمر تقريبًا، والثاني خطوط منفصلة مرتبطة بمستويات الذرات.

4.5 *Toward higher frequencies as temperature rises.*

نحو ترددات أعلى مع ارتفاع الحرارة.

4.6 *The blue star is hotter and has a shorter peak wavelength.*

النجم الأزرق أسخن وله قمة عند طول موجي أقصر.

4.7 *No; its continuous spectrum includes other wavelength ranges.*

لا؛ الطيف مستمر ويشمل نطاقات أخرى حول القمة.

4.8 *At low frequency or long wavelength.*

عند التردد المنخفض أو الطول الموجي الطويل.

4.9 *The classical prediction of unbounded radiation at high frequencies.*

تنبؤ كلاسيكي بطاقة إشعاعية غير محدودة عند الترددات العالية.

4.10 *It declines after a maximum instead of rising without bound.*

يهبط بعد بلوغ القمة، بعكس التزايد غير المحدود الكلاسيكي.

EXAM QUESTION 05 · QUICK REVISION

Planck Quantization

تكميم بلانك

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Explain Planck's concept of energy quantization.	شرح مفهوم تكميم الطاقة
2. Describe radiation as a change in vibrational energy.	ربط الامتصاص والانبعاث بتغير الطاقة الاهتزازية
3. Calculate quantized energy using E = nhf.	حساب الطاقة المكمّاة باستخدام $E = nhf$

Quick Notes خلاصة الشرح

Textbook Planck model: n is a nonnegative integer; adjacent energy levels differ by hf.	في نموذج بلانك بالكتاب: n عدد صحيح غير سالب، وفرق المستويين المتجاورين hf.
A downward transition emits energy; an upward transition absorbs the energy gap.	الانتقال لأسفل يبعث طاقة، والانتقال لأعلى يمتص فرق الطاقة.
Use n for level energy and |Δn| for exchanged energy.	استخدم n لطاقة المستوى و $\|\Delta n\|$ للطاقة المتبادلة.

$$E_n = nhf;\ \Delta E_{adjacent} = hf$$
$$E_{radiation} = |n_f - n_i|hf$$
$$E_n = nhf;\ |\Delta E| = |\Delta n|hf$$

10 Practice Questions

5.1 What does quantized energy mean?

ماذا تعني الطاقة مكمّاة؟

5.2 Which n values are allowed in the textbook model?

ما القيم المسموحة للعدد n في نموذج الكتاب؟

5.3 What is the energy spacing between adjacent levels of one oscillator?

كم الفرق بين مستويين متجاورين لنفس المهتز؟

5.4 Why does energy appear continuous in daily life?

لماذا تبدو الطاقة متصلة على المستوى اليومي؟

5.5 Are 3hf and 3.2hf both allowed oscillator energies?

هل القيمة $3hf$ مسموحة والقيمة $3.2hf$ مسموحة؟

5.6 An oscillator changes from 4hf to 3hf. Describe the event.

انتقل مهتز من $4hf$ إلى $3hf$. صف الحدث.

5.7 An oscillator moves from hf to 4hf. What energy is exchanged?

انتقل مهتز من hf إلى $4hf$. ما الطاقة المتبادلة؟

5.8 For an oscillator with $f = 5 \times 10^{13}$ Hz and n = 3, calculate its energy using the textbook Planck model.

لمهتز تردده 5×10^{13} Hz ورقم كمّي $n = 3$، احسب الطاقة وفق نموذج بلانك المستخدم في الكتاب.

5.9 An oscillator has f = 6 × 10^{13} Hz. Find the energy emitted in a transition from n = 5 to n = 2.

تردد مهتز 6 × 10^{13} Hz. احسب الطاقة المنبعثة عند انتقاله من n = 5 إلى n = 2.

5.10 An oscillator at n = 3 absorbs energy 2hf. Which level does it reach?

يمتص مهتز طاقة 2hf وهو في n = 3. إلى أي مستوى ينتقل؟

EXAM QUESTION 05 · ANSWERS

Planck Quantization

5.1 *Allowed values are discrete rather than arbitrary continuous values.*

القيم المسموحة منفصلة وليست كل القيم المتصلة ممكنة.

5.2 *Nonnegative integers: 0, 1, 2, and so on.*

الأعداد الصحيحة غير السالبة: 0 و1 و2 وهكذا.

5.3 *It equals hf and is constant for that frequency.*

يساوي hf وثابت لنفس التردد.

5.4 *The quantum steps are tiny compared with everyday energies.*

الفواصل الكمّية صغيرة جدًا مقارنة بطاقات الأجسام اليومية.

5.5 *3hf is allowed; 3.2hf is not allowed in the stated model.*

الأولى مسموحة والثانية غير مسموحة في النموذج المحدد.

5.6 *It emits hf because its energy decreases by that amount.*

يبعث طاقة hf لأن طاقته الداخلية نقصت بهذا المقدار.

5.7 *It absorbs 3hf, the level difference.*

يمتص 3hf، وهو فرق المستويين.

5.8 $E_n = nhf = 3 \times 6.63 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{13} = 9.95 \times 10^{-20}$ J

5.9 $E_{rad} = (5 - 2)hf = 3hf = 1.19 \times 10^{-19}$ J

5.10 $n_f = 3 + 2 = 5$

EXAM QUESTION 06 · QUICK REVISION

Photoelectric Foundations

أسس التأثير الكهروضوئي

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Define the photoelectric effect, photons, photoelectrons and threshold frequency.	تعريف التأثير الكهروضوئي والفوتون وإلكترون الضوء وتردد العتبة
2. Explain how light incident on a metal causes the effect.	شرح آلية حدوث التأثير الكهروضوئي
3. Define and use the electron volt.	تعريف الإلكترون فولت واستخدامه

Quick Notes خلاصة الشرح

Photons are radiation quanta; photoelectrons are emitted electrons. The threshold is the minimum emission frequency.	الفوتونات كمات إشعاع، والإلكترونات الضوئية إلكترونات منبعثة. العتبة أقل تردد للانبعاث.
One photon transfers energy to one electron: escape energy first, then kinetic energy. Below threshold: no ordinary emission.	ينقل فوتون طاقته إلى إلكترون: طاقة التحرير أولًا ثم الحركة. دون العتبة لا يحدث الانبعاث المعتاد.
An electron volt is an energy unit: 1 eV = 1.60 × 10^{-19} J.	الإلكترون فولت وحدة طاقة: 1 J = 1.60×10^{-19} eV.

$$hf_0 = \varphi$$
$$hf = \varphi + K_{max}$$
$$1\ eV = 1.60 \times 10^{-19}\ J;\ E = e|\Delta V|$$

10 Practice Questions

6.1 What is the photoelectric effect?

ما التأثير الكهروضوئي؟

6.2 Distinguish a photon from a photoelectron.

ما الفرق بين فوتون وإلكترون ضوئي؟

6.3 What is threshold frequency?

ما معنى تردد العتبة؟

6.4 Why may intense light fail to release electrons?

لماذا قد لا يحرر ضوء قوي إلكترونات؟

6.5 Where does photon energy go during emission?

أين تذهب طاقة الفوتون عند حدوث الانبعاث؟

6.6 Why does emission start promptly rather than waiting for energy to accumulate?

لماذا يبدأ الانبعاث بسرعة دون انتظار تجميع الطاقة؟

6.7 What happens exactly at threshold?

ماذا يحدث عند تردد يساوي العتبة تمامًا؟

6.8 Define the electron volt. Is it a voltage unit or an energy unit?

عرّف الإلكترون فولت، وهل هو وحدة جهد أم طاقة؟

6.9 Convert 2.0 eV to joules.

حوّل 2.0 eV إلى جول.

6.10 Convert 4×10^{-19} J to eV.

حوّل طاقة 4×10^{-19} J إلى eV.

EXAM QUESTION 06 · ANSWERS

Photoelectric Foundations

6.1 *Emission of electrons from a metal after absorption of sufficiently energetic photons.*

خروج إلكترونات من سطح الفلز بسبب امتصاص فوتونات ذات طاقة كافية.

6.2 *A photon is a radiation quantum; a photoelectron is an electron emitted from the surface.*

الفوتون كم إشعاع، والإلكترون الضوئي إلكترون خرج من السطح.

6.3 *The minimum frequency permitting electron emission from a given surface.*

أدنى تردد يتيح إخراج إلكترون من سطح محدد.

6.4 *Below threshold, each photon has insufficient energy.*

إذا كان تردده دون العتبة فطاقة كل فوتون غير كافية.

6.5 *It supplies the escape energy and the remaining maximum kinetic energy.*

جزء لتحرير الإلكترون والباقي لطاقة حركته، مع اعتبار الإلكترونات ذات الطاقة العظمى.

6.6 *A photon transfers its energy in a single interaction.*

ينقل الفوتون طاقته في تفاعل واحد إلى إلكترون.

6.7 *Energy just permits escape and the ideal maximum kinetic energy is zero.*

الطاقة تكفي للتحرير ويكون الحد الأقصى النظري لطاقة الحركة صفرًا.

6.8 $1\ eV = 1.60 \times 10^{-19}\ J$

It is the energy gained by an electron through a potential difference of 1 V; it is an energy unit.

هو طاقة يكتسبها إلكترون عند عبوره فرق جهد 1 V؛ وحدة طاقة.

6.9 $E = 2.0 \times 1.60 \times 10^{-19} = 3.2 \times 10^{-19}\ J$

6.10 $E(eV) = \dfrac{4 \times 10^{-19}}{1.60 \times 10^{-19}} = 2.5\ eV$

EXAM QUESTION 07 · QUICK REVISION

Photon Energy & Intensity

طاقة الفوتون وشدة الضوء

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Calculate photon energy from wavelength or frequency.	حساب طاقة الفوتون من الطول الموجي أو التردد
2. Explain intensity-independent Kmax and intensity-dependent photoelectric current.	التمييز بين أثر الشدة على التيار وأثر التردد على طاقة الإلكترون

Quick Notes خلاصة الشرح

Photon energy increases with frequency and decreases with wavelength. Convert nm to m.	تزيد طاقة الفوتون مع التردد وتقل مع الطول الموجي. حوّل nm إلى m.
At fixed frequency above threshold, more intensity raises saturation current, while Kmax stays fixed.	عند ثبات التردد فوق العتبة، زيادة الشدة ترفع تيار الإشباع ولا تغير طاقة الحركة العظمى.

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda};\ f = \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{fixed } f > f_0\text{: } I_{sat} \propto \text{intensity; } K_{max} = hf - \varphi$$

10 Practice Questions

7.1 Find the frequency and energy in J and eV of a photon with wavelength 200 nm.

احسب تردد وطاقة فوتون طوله الموجي 200 nm بوحدتي J وeV.

7.2 A photon has frequency 7.5×10^{14} Hz. Find its energy and wavelength.

فوتون تردده 7.5×10^{14} Hz. احسب طاقته وطوله الموجي.

7.3 A photon has energy 2.486 eV. Find its wavelength.

طاقة فوتون 2.486 eV. أوجد طوله الموجي.

7.4 Compare the energies of a 450 nm blue photon and a 650 nm red photon.

قارن طاقة فوتون أزرق بطول 450 nm وطاقة فوتون أحمر بطول 650 nm.

7.5 A monochromatic source has power 2.0 mW and wavelength 500 nm. How many photons are emitted per second?

مصدر أحادي اللون قدرته 2.0 mW وطول موجته 500 nm. كم فوتونًا يصدر كل ثانية؟

7.6 Monochromatic intensity doubles above threshold. What happens to Kmax?

تضاعفت شدة ضوء أحادي اللون فوق العتبة. ماذا يحدث لـKmax؟

7.7 How does saturation current change if intensity doubles at fixed frequency?

كيف يتغير تيار الإشباع عند مضاعفة الشدة وثبات التردد؟

7.8 Does increasing below-threshold intensity create ordinary photoelectric current?

هل ترفع زيادة الشدة تحت العتبة تيار الانبعاث المعتاد؟

7.9 What happens to Kmax when frequency increases above threshold?

عند زيادة التردد فوق العتبة ماذا يحدث لـKmax؟

7.10 Evaluate and correct this claim: “A more intense beam always has higher frequency”.

قيّم العبارة مع تصحيح الخطأ: «الشعاع الأشد له دائمًا تردد أعلى».

EXAM QUESTION 07 · ANSWERS

Photon Energy & Intensity

7.1 $f = \frac{c}{\lambda} = 1.5 \times 10^{15}\ Hz$

$E = \frac{hc}{\lambda} = 9.94 \times 10^{-19}\ J = 6.216\ eV$

7.2 $E = hf = 4.97 \times 10^{-19}\ J;\ \lambda = \frac{c}{f} = 4 \times 10^{-7}\ m$

7.3 $E = 3.98 \times 10^{-19}\ J$

$\lambda = \frac{hc}{E} = 5 \times 10^{-7}\ m$

7.4 $\frac{E_{blue}}{E_{red}} = \frac{650}{450} = 1.44$

7.5 $E = \frac{hc}{\lambda} = 3.978 \times 10^{-19}\ J$

$N = \frac{P \times 1\ s}{E} = 5.03 \times 10^{15}\ photons$

7.6 *It stays constant because energy per photon is unchanged.*

تبقى ثابتة لأن طاقة كل فوتون لم تتغير.

7.7 *It approximately doubles in the linear model because photon and emission rates double.*

يتضاعف تقريبًا في النموذج الخطي لأن معدل الفوتونات والانبعاث يتضاعف.

7.8 *No; each photon still lacks the required escape energy.*

لا؛ لا يملك الفوتون الواحد طاقة تحرير كافية.

7.9 *It rises linearly with slope h for a fixed surface.*

تزداد خطيًا بميل ثابت بلانك عند ثبات سطح الفلز.

7.10 *They give equal Kmax; the more intense beam gives higher saturation current if other conditions match.*

لهما Kmax نفسها؛ الأقوى يعطي تيار إشباع أكبر مع ثبات بقية الظروف.

EXAM QUESTION 08 · QUICK REVISION

Photoelectric Equation & Graphs

المعادلة الكهروضوئية والرسوم

Learning Outcomes نواتج التعلّم

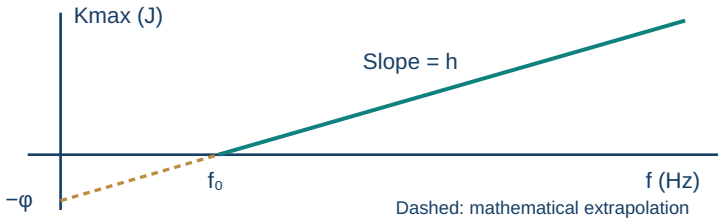
1. Calculate photon energy, maximum electron kinetic energy and work function.	حساب طاقة الفوتون وطاقة حركة الإلكترون ودالة الشغل
2. Interpret Kmax–frequency graphs and determine f_0 and h.	تفسير رسم Kmax مقابل f وتحديد العتبة وثابت بلانك

Quick Notes خلاصة الشرح

Test Eγ ≥ φ first. The excess is Kmax; use joules when finding electron speed.	تحقق أولًا أن Eγ ≥ φ. الفائض هو طاقة الحركة العظمى؛ استخدم الجول لحساب سرعة الإلكترون.
Kmax–f graph: slope h on J–Hz axes, x-intercept f_0, extrapolated y-intercept −φ.	رسم طاقة الحركة العظمى والتردد: الميل h لمحوري J وHz، والقطع الأفقي f_0 والرأسي الممتد −φ.

$$hf = \varphi + K_{max};\ K_{max} = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$K_{max} = hf - \varphi;\ h = \frac{\Delta Kmax}{\Delta f};\ f_0 = \frac{\varphi}{h}$$



10 Practice Questions

8.1 A 2.5 eV photon strikes a surface with work function 2 eV. Find maximum kinetic energy.

يسقط فوتون طاقته 2.5 eV على سطح دالة شغله 2 eV. احسب طاقة الحركة العظمى.

8.2 Light of wavelength 322.9 nm hits a surface with φ = 2.6 eV. Find Kmax and the fastest electron speed.

ضوء طوله 322.9 nm يسقط على سطح دالة شغله 2.6 eV. احسب Kmax وسرعة أسرع إلكترون.

8.3 A photon has energy 3.75 eV and the maximum electron kinetic energy is 1.75 eV. Find φ and f_0.

طاقة فوتون 3.75 eV وأقصى طاقة إلكترون منبعث 1.75 eV. أوجد دالة الشغل وتردد العتبة.

8.4 A surface with work function 2.5 eV receives 2.0 eV photons. Is there emission? Find the longest threshold wavelength.

سطح دالة شغله 2.5 eV يسقط عليه فوتون 2.0 eV. هل يحدث انبعاث؟ احسب أطول طول موجي يسبب الانبعاث.

8.5 For $f_0 = 5 \times 10^{14}$ Hz and incident $f = 8 \times 10^{14}$ Hz, find Kmax in J and eV.

لسطح تردد عتبة 5×10^{14} Hz، وضوء تردده 8×10^{14} Hz. أوجد Kmax بالجول والإلكترون فولت.

8.6 A Kmax-versus-frequency line crosses the frequency axis at 4.83×10^{14} Hz. Find the work function.

خط بياني لطاقة الحركة العظمى بدلالة التردد يقطع محور التردد عند 4.83×10^{14} Hz. أوجد دالة الشغل.

8.7 If the vertical axis uses eV instead of J, is the numerical slope 6.63×10^{-34}?

إذا كان المحور الرأسي بوحدة eV بدل J، هل يساوي الميل العددي 6.63×10^{-34}؟

8.8 Compare Kmax–f lines for two metals: what changes and what stays fixed?

قارن خطي Kmax–f لفلزين مختلفين: ماذا يتغير وماذا يثبت؟

8.9 The extrapolated Kmax–f line has an energy intercept of −3 eV. Infer φ. Are negative kinetic energies physically emitted?

يمتد خط Kmax–f نظريًا إلى تقاطع -3 eV مع محور الطاقة. استنتج φ وهل توجد طاقة حركة سالبة فعليًا؟

8.10 For axes Kmax in 10^{-19} J and f in 10^{14} Hz, the plotted slope is 0.663. Find h in SI units.

في رسم Kmax بوحدة 10^{-19} J وf بوحدة 10^{14} Hz، الميل المقروء 0.663. أوجد h بوحدة SI.

EXAM QUESTION 08 · ANSWERS

Photoelectric Equation & Graphs

8.1 $K_{max} = E - \varphi = 2.5 - 2 = 0.5\ eV = 8 \times 10^{-20}\ J$

8.2 $E = \frac{hc}{\lambda} \approx 3.85\ eV$

$K_{max} \approx 1.25\ eV = 2 \times 10^{-19}\ J$

$v_{max} = \sqrt{\frac{2Kmax}{m_e}} \approx 6.63 \times 10^{5}\ m\ s^{-1}$

8.3 $\varphi = E - K_{max} = 2\ eV$

$f_0 = \frac{\varphi}{h} = 4.83 \times 10^{14}\ Hz$

8.4 *No emission: 2.0 eV < 2.5 eV.*

$\lambda_0 = \frac{hc}{\varphi} = 497.2\ nm$

There is no emission because photon energy is below the work function. Do not interpret a negative difference as kinetic energy.

لا انبعاث لأن طاقة الفوتون دون دالة الشغل. لا نفسر الفرق السالب كطاقة حركة.

8.5 $K_{max} = h(f - f_0) = 1.989 \times 10^{-19}\ J = 1.243\ eV$

8.6 $\varphi = hf_0 = 3.2 \times 10^{-19}\ J = 2\ eV$

8.7 $slope_{eV} = \frac{h}{e}$

No. The slope is about 4.14×10^{-15} eV s. Multiply it by 1.60×10^{-19} to obtain h in J s.

لا؛ الميل بوحدة eV s يساوي نحو 4.14×10^{-15}. نضربه في 1.60×10^{-19} للحصول على h بالجول ثانية.

8.8 $K_{max} = hf - \varphi$

They share slope h; the frequency intercept and extrapolated energy intercept depend on work function.

لهما الميل نفسه h، بينما يتغير تقاطع محور التردد وتقاطع محور الطاقة بحسب دالة الشغل.

8.9 $\varphi = 3\ eV$; $K_{max} \geq 0$ *for emitted electrons*

The work function is 3 eV. The negative part is an extrapolation; below threshold there is no emission.

دالة الشغل 3 eV؛ الجزء السالب امتداد رياضي، وتحت العتبة لا يحدث انبعاث.

8.10 $h = \dfrac{0.663 \times 10^{-19}}{10^{14}} = 6.63 \times 10^{-34}\ J\,s$

EXAM QUESTION 09 · QUICK REVISION

Photon Momentum & Compton Effect

زخم الفوتون وتأثير كومبتون

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Calculate the momentum of a photon.	حساب زخم الفوتون
2. Explain the Compton effect as evidence for particle-like light.	شرح تأثير كومبتون ودليله على الطبيعة الجسيمية للضوء
3. Describe energy and momentum conservation in photon–particle collisions.	وصف حفظ الطاقة والزخم في تصادم الفوتون والجسيم

Quick Notes خلاصة الشرح

A photon has zero rest mass but nonzero momentum; shorter wavelength means greater momentum.	كتلة سكون الفوتون صفر لكنه يحمل زخمًا؛ الطول الأقصر يعني زخمًا أكبر.
For a free electron initially at rest, nonforward Compton scattering lowers photon energy and increases wavelength.	عند تشتت كومبتون بزاوية غير صفرية عن إلكترون حر ساكن أولًا، تقل طاقة الفوتون ويزداد طوله الموجي.
Total energy and vector momentum are conserved. Photon energy loss becomes electron kinetic energy.	تُحفظ الطاقة الكلية والزخم المتجه. فقد طاقة الفوتون يتحول إلى طاقة حركة الإلكترون.

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

$$E_i > E_f;\ \lambda_f > \lambda_i \ (\text{nonzero scattering angle})$$

$$E_{\gamma i} + m_e c^2 = E_{\gamma f} + E_{\text{electron,total}}$$

10 Practice Questions

9.1 Find the momentum of a photon with wavelength 100 nm.

احسب زخم فوتون طوله الموجي 100 nm.

9.2 A photon has energy 3.98×10^{-19} J. Find its momentum.

فوتون طاقته 3.98×10^{-19} J. احسب زخمه.

9.3 If photon wavelength doubles, what happens to its energy and momentum?

إذا تضاعف الطول الموجي لفوتون، فكيف تتغير طاقته وزخمه؟

9.4 Red and blue photons have wavelengths 650 nm and 450 nm. Which has greater momentum and by what ratio?

فوتونان أحمَر وأزرق بطولي 650 nm و450 nm. أيهما أكبر زخمًا وما النسبة؟

9.5 A photon has momentum 3×10^{-27} kg m s^{-1}. Find its energy and wavelength.

فوتون زخمه 3×10^{-27} kg m s^{-1}. أوجد طاقته وطوله الموجي.

9.6 What changes for a photon in Compton scattering?

ماذا يتغير في الفوتون عند تشتته كومبتونيًا؟

9.7 Why does the effect support the particle model?

لماذا يدعم التأثير النموذج الجسيمي؟

9.8 Does Compton scattering eliminate wave behavior of light?

هل ينفي كومبتون السلوك الموجي للضوء؟

9.9 Which two quantities are conserved in a photon–electron collision?

ما الكميتان المحفوظتان في تصادم الفوتون والإلكترون؟

9.10 A photon drops from 20 keV to 17 keV on a free electron initially at rest. Find recoil kinetic energy.

انخفضت طاقة فوتون من 20 keV إلى 17 keV. احسب طاقة ارتداد إلكترون ساكن أولًا.

EXAM QUESTION 09 · ANSWERS

Photon Momentum & Compton Effect

9.1 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1 \times 10^{-7}} = 6.63 \times 10^{-27}\ kg\ m\ s^{-1}$

9.2 $p = \frac{E}{c} = 1.33 \times 10^{-27}\ kg\ m\ s^{-1}$

9.3 $E = \frac{hc}{\lambda}$; $p = \frac{h}{\lambda}$

Both energy and momentum halve.

تنخفض الطاقة والزخم إلى النصف.

9.4 $\frac{p_{blue}}{p_{red}} = \frac{650}{450} \approx 1.44$

9.5 $E = pc = 9.00 \times 10^{-19}\ J$

$\lambda = \frac{h}{p} = 2.21 \times 10^{-7}\ m$

9.6 *Its frequency and energy decrease and its wavelength increases for nonforward scattering.*

ينقص تردده وطاقته ويزداد طوله الموجي عند تشتت غير أمامي.

9.7 *It behaves as a collision transferring definite energy and momentum.*

يمكن وصفه كتصادم ينقل فيه الفوتون مقدارًا محددًا من الطاقة والزخم.

9.8 *No. Light displays wave and particle behavior in different experiments.*

لا؛ الضوء يظهر سلوكًا موجيًا وجسيميًا حسب التجربة.

9.9 *Total energy and total vector momentum of the isolated system.*

الطاقة الكلية والزخم الكلي المتجه للنظام المعزول.

9.10 *The electron gains 3 keV, or 4.8×10^{-16} J.*

طاقة الإلكترون المكتسبة 3 keV، أي 4.8×10^{-16} J.

EXAM QUESTION 10 · QUICK REVISION

Matter Waves

موجات المادة

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Describe de Broglie's hypothesis and electron-diffraction verification.	فرضية دي برولي والتحقق منها بحيود الإلكترونات
2. Define and calculate the de Broglie wavelength.	تعريف وحساب طول دي برولي لجسيم متحرك

Quick Notes خلاصة الشرح

Moving matter has wave properties; electron diffraction by crystals verifies de Broglie's hypothesis.	للمادة المتحركة خصائص موجية؛ وحيود الإلكترونات بالبلورات يثبت فرضية دي برولي.
Use p = mv at low speeds, or p = √(2mK). Equal momenta imply equal wavelengths.	استخدم $p = mv$ للسرعات المنخفضة أو $p = \sqrt{(2mK)}$. الزخمان المتساويان يعطيان طولين موجيين متساويين.

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

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv};\ \lambda = \frac{h}{\sqrt{(2mK)}}$$

10 Practice Questions

10.1 What is the key idea of de Broglie's hypothesis?

ما الفكرة الأساسية لفرضية دي برولي؟

10.2 Why is electron diffraction wave evidence?

لماذا حيود الإلكترونات دليل موجي؟

10.3 What role does a crystal play in electron diffraction?

ما دور البلورة في تجربة حيود الإلكترونات؟

10.4 Why is car diffraction not readily observed?

لماذا لا نرى حيود السيارات بسهولة؟

10.5 An electron moves at 1×10^5 m s⁻¹. Find its de Broglie wavelength in the nonrelativistic approximation.

إلكترون سرعته 1×10^5 m s⁻¹. احسب طول دي برولي الموجي باستخدام التقريب غير النسبي.

10.6 An electron has wavelength 1.46×10^{-9} m. Find its momentum and nonrelativistic speed.

طول موجة إلكترون 1.46×10^{-9} m. أوجد زخمه وسرعته غير النسبية.

10.7 A 0.10 kg ball moves at 20 m s⁻¹. Find its de Broglie wavelength and explain why daily-life diffraction is unnoticeable.

كرة كتلتها 0.10 kg وسرعتها 20 m s⁻¹. أوجد طول دي برولي وفسّر عدم ملاحظة حيودها يوميًا.

10.8 Two electrons have speeds v and 3v. Compare their wavelengths.

إلكترونان لهما سرعتان v و3v. قارن طوليهما الموجيين.

10.9 An electron and proton have equal momenta. Compare wavelengths, then compare them at equal nonrelativistic speeds.

إلكترون وبروتون لهما الزخم نفسه. قارن طوليهما الموجيين، ثم قارنهما إذا تساوت السرعتان بدلًا من الزخمين.

10.10 Find the nonrelativistic de Broglie wavelength of a 100 eV electron.

إلكترون طاقة حركته 100 eV. أوجد طول دي برولي الموجي غير النسبي.

EXAM QUESTION 10 · ANSWERS

Matter Waves

10.1 *Moving particles have wavelength-related wave properties.*

للجسيمات المتحركة خواص موجية مرتبطة بزخمها.

10.2 *A diffraction pattern demonstrates wave-related interference of probability amplitudes.*

تكوّن نمط حيود يدل على تداخل سعات احتمالية مرتبطة بالسلوك الموجي.

10.3 *It provides regular small spacings comparable with electron wavelengths.*

توفر مسافات منتظمة صغيرة تقارن بالطول الموجي للإلكترونات.

10.4 *Their large momenta make their wavelengths extremely small compared with ordinary dimensions.*

زخمها الكبير يجعل طول دي برولي صغيرًا جدًا بالنسبة للأبعاد المعتادة.

10.5 $p = m_e v = 9.11 \times 10^{-26}\ \text{kg m s}^{-1}$

$$\lambda = \frac{h}{m_e v} = 7.28 \times 10^{-9}\ \text{m}$$

10.6 $$p = \frac{h}{\lambda} = 4.55 \times 10^{-25}\ \text{kg m s}^{-1}$$

$$v = \frac{p}{m_e} \approx 5 \times 10^{5}\ \text{m s}^{-1}$$

10.7 $$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{0.10 \times 20} = 3.315 \times 10^{-34}\ \text{m}$$

Its wavelength is far smaller than everyday openings and object dimensions.

الطول الموجي أصغر بكثير من فتحات وأبعاد حياتنا اليومية.

10.8 $$\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{3}$$

10.9 $$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

Equal momentum gives equal wavelength. At equal speed the electron wavelength is greater because its mass is smaller.

عند الزخم نفسه الطولان متساويان؛ عند السرعة نفسها يكون طول موجة الإلكترون أكبر لأن كتلته أصغر.

10.10 $K = 1.60 \times 10^{-17}\ \text{J}$

$p = \sqrt{(2 m_e K)} = 5.40 \times 10^{-24}\ \text{kg m s}^{-1}$

$$\lambda = \frac{h}{p} \approx 1.23 \times 10^{-10}\ \text{m}$$

EXAM QUESTION 11 · QUICK REVISION

Heisenberg Uncertainty

مبدأ عدم اليقين

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. State Heisenberg's uncertainty principle.	صياغة مبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ
2. Describe the limit on simultaneous position–momentum measurement.	وصف حدود قياس الموضع والزخم في الوقت نفسه

Quick Notes خلاصة الشرح

Position and same-direction momentum cannot both have arbitrarily small uncertainty; the bound is intrinsic.	لا يمكن جعل عدم اليقين في الموضع والزخم بالاتجاه نفسه صغيرين اعتباطيًا معًا؛ القيد جوهري.
Shorter probe wavelengths improve localization but carry greater momentum. Tighter confinement increases momentum spread.	المسبار الأقصر موجة يحسن تحديد الموضع ويحمل زخمًا أكبر. الحصر الأضيق يزيد انتشار الزخم.

$$\Delta x\,\Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2} = \frac{h}{4\pi}$$

$$p_{photon} = \frac{h}{\lambda};\ \text{smaller } \Delta x \Rightarrow \text{larger minimum } \Delta p$$

10 Practice Questions

11.1 State the uncertainty principle in words.

صغ مبدأ عدم اليقين بالكلمات.

11.2 If position uncertainty decreases, what is the momentum constraint?

إذا قل عدم اليقين في الموضع، فما القيد على الزخم؟

11.3 Why does a better microscope not remove the principle?

لماذا لا يختفي المبدأ بتحسين المجهر؟

11.4 Which components enter the usual uncertainty relation?

في أي اتجاهين نكتب القيد المعتاد؟

11.5 Why is the constraint especially apparent microscopically?

لماذا يظهر القيد بوضوح أكبر للجسيمات المجهرية؟

11.6 Why can shorter wavelength improve localization?

لماذا يحسن الضوء الأقصر موجة تحديد الموضع؟

11.7 What trade-off comes with a shorter-wavelength probing photon?

ما ثمن استعمال فوتون أقصر موجة لقياس إلكترون؟

11.8 What happens to momentum spread when an electron is confined more tightly?

ماذا يحدث لانتشار الزخم عند حصر إلكترون في منطقة أصغر؟

11.9 Why does strongly compressing an electron cloud require energy?

لماذا يحتاج ضغط سحابة إلكترونية بشدة إلى طاقة؟

11.10 An electron is prepared with a very narrow spread in x-momentum. Can its x-position also be confined to an arbitrarily narrow region? Explain.

حُضّر إلكترون بانتشار ضيق جدًا في مركبة الزخم باتجاه x. هل يمكن حصر موضعه باتجاه x في منطقة ضيقة اعتباطيًا أيضًا؟ فسّر.

EXAM QUESTION 11 · ANSWERS

Heisenberg Uncertainty

11.1 *Position and same-direction momentum uncertainties cannot both be made arbitrarily small.*

لا يمكن جعل عدم اليقين في الموضع والزخم في الاتجاه نفسه صغيرين اعتباطيًا معًا.

11.2 *The minimum allowed momentum uncertainty increases.*

يرتفع الحد الأدنى المسموح لعدم اليقين في الزخم.

11.3 *It is a fundamental quantum constraint, not only a technical error.*

لأنه قيد كمّي أساسي، وليس مجرد خطأ تقني.

11.4 *Position and momentum along the same direction, such as x and p_x.*

الموضع والزخم في الاتجاه نفسه، مثل x وp_x.

11.5 *h is tiny, making relative effects negligible at everyday scales.*

قيمة h صغيرة فتكون آثار القيد ضئيلة جدًا بالمقاييس اليومية.

11.6 *The diffraction scale is smaller, improving spatial resolution.*

يقل مقياس الحيود فتتحسن القدرة على تمييز مواضع متقاربة.

11.7 *Its greater momentum can cause a larger electron-momentum disturbance.*

زخمه أكبر وقد يسبب تغيرًا أكبر في زخم الإلكترون.

11.8 *Its minimum momentum spread increases.*

يزداد الحد الأدنى لانتشار الزخم.

11.9 *Greater momentum spread is associated with increased kinetic-energy scales of confinement.*

زيادة انتشار الزخم ترتبط بزيادة مقاييس طاقة الحركة المطلوبة للحصر.

11.10 *No. A smaller Δp_x requires a larger minimum Δx so that the uncertainty bound is satisfied.*

لا؛ تقليل Δp_x يرفع الحد الأدنى لـΔx حتى يتحقق قيد عدم اليقين.

almanahj.com/ae
موقع المناهج الإماراتية
2025 2026

EXAM QUESTION 12 · QUICK REVISION

Atomic Models

نماذج الذرة

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Describe Thomson's electron distribution and Rutherford's nuclear evidence.	نموذج طومسون وتجربة رذرفورد وصولًا للنموذج النووي
2. Explain the failure of Rutherford's planetary model for stability and line spectra.	حدود نموذج رذرفورد في الاستقرار والطيف الخطي

Quick Notes خلاصة الشرح

Thomson: diffuse positive charge. Rutherford: mostly empty volume with a tiny dense positive nucleus.	طومسون: شحنة موجبة منتشرة. رذرفورد: معظم الحجم فراغ ونواة موجبة صغيرة كثيفة.
A classical orbiting charge radiates and loses energy; Rutherford's model explains neither stability nor discrete spectra.	الشحنة الدائرة كلاسيكيًا تشع وتفقد طاقة؛ نموذج رذرفورد لا يفسر الاستقرار ولا الأطياف المنفصلة.

Mostly empty atom + small dense positive nucleus
Classical orbit ⇒ radiation ⇒ energy loss ⇒ instability

10 Practice Questions

12.1 How was charge distributed in Thomson's model?

كيف توزعت الشحنة في نموذج طومسون؟

12.2 What does passage of most alpha particles with little deflection suggest?

ماذا يدل مرور معظم جسيمات ألفا دون انحراف؟

12.3 What does rare alpha backscattering imply?

ماذا يدل الارتداد النادر لجسيمات ألفا؟

12.4 Why was the gold foil thin?

لماذا كانت صفيحة الذهب رقيقة؟

12.5 Where is most atomic mass concentrated in Rutherford's model?

أين تتركز معظم كتلة الذرة بحسب رذرفورد؟

12.6 Why is an orbiting electron accelerating?

لماذا يعد الإلكترون الدائر متسارعًا؟

12.7 What does classical theory predict for an accelerating charge?

ما تنبؤ النظرية الكلاسيكية للشحنة المتسارعة؟

12.8 What problem follows from orbital energy loss?

ما مشكلة فقد الإلكترون المداري للطاقة؟

12.9 Why does Rutherford's model fail to explain line spectra?

لماذا لا يفسر نموذج رذرفورد الطيف الخطي؟

12.10 Which success remains despite these failures?

أي نجاح للنموذج بقي رغم هذه المشكلات؟

EXAM QUESTION 12 · ANSWERS

Atomic Models

12.1 *Negative electrons embedded in diffuse positive charge.*

إلكترونات سالبة داخل شحنة موجبة منتشرة في حجم الذرة.

12.2 *Most atomic volume is relatively empty compared with the small nucleus.*

معظم حجم الذرة فراغ نسبيًا مقارنة بالنواة الصغيرة.

12.3 *A small dense positive region can produce strong repulsion.*

وجود منطقة صغيرة كثيفة موجبة قادرة على إحداث تنافر قوي.

12.4 *To reduce multiple scattering and simplify interpretation.*

لتقليل التشتتات المتعددة وتسهيل تفسير التفاعل مع ذرات قليلة.

12.5 *In the small nucleus, not the extended electron region.*

في النواة الصغيرة، لا في سحابة الإلكترونات الواسعة.

12.6 *Its velocity direction changes even at constant speed.*

لأن اتجاه سرعته يتغير حتى إذا ثبت مقدارها.

12.7 *It radiates electromagnetic energy.*

تشع طاقة كهرومغناطيسية.

12.8 *It would spiral toward the nucleus, failing to explain stability.*

يميل للهبوط نحو النواة، فلا يفسر استقرار الذرة.

12.9 *It provides no discrete allowed energies or fixed photon-energy differences.*

لا يحدد طاقات مسموحة منفصلة أو فروقًا محددة لطاقة الفوتونات.

12.10 *Its explanation of scattering and the small dense nucleus remains successful.*

تفسير التشتت والبنية النووية الصغيرة الكثيفة.

EXAM QUESTION 13 · QUICK REVISION

Spectra & Identification

الأطياف وتحديد العناصر

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Describe gas-discharge emission and spectroscope use.	انبعاث أنابيب التفريغ واستخدام المطياف
2. Distinguish continuous and discrete line emission spectra.	التمييز بين الطيف المستمر والطيف الخطي
3. Explain emission and absorption spectra as unique fingerprints.	استخدام أطياف الانبعاث والامتصاص كبصمة لتحديد العناصر

Quick Notes خلاصة الشرح

A discharge excites gas atoms; downward transitions emit photons. A spectroscope separates wavelengths.	التفريغ يثير ذرات الغاز؛ والانتقالات لأسفل تبعث فوتونات. المطياف يفصل الأطوال الموجية.
Hot dense matter gives a continuous spectrum; excited dilute gas gives discrete lines.	المادة الساخنة الكثيفة تعطي طيفًا مستمرًا؛ والغاز المثار المخفف يعطي خطوطًا منفصلة.
A cooler gas absorbs matching wavelengths. A set of characteristic lines identifies an element.	يمتص الغاز الأبرد الأطوال المطابقة. مجموعة الخطوط المميزة تحدد العنصر.

$$\Delta E_{atom} < 0 \Rightarrow E_{photon} = |\Delta E_{atom}|$$

$$\text{continuous band} \neq \text{isolated lines}$$

$$E_{absorbed} = E_{emitted} \text{ for the same pair of levels}$$

10 Practice Questions

13.1 What does the electrical discharge do in a gas tube?

ما دور الكهرباء في أنبوب التفريغ؟

13.2 When does the gas emit a photon in this model?

متى يبعث الغاز فوتونًا في هذا النموذج؟

13.3 What is a spectroscope used for?

ما وظيفة المطياف؟

13.4 Why is the apparent tube color insufficient to specify its spectrum?

لماذا لا يكفي لون أنبوب التفريغ وحده لتحديد طيفه؟

13.5 Describe a continuous spectrum through a spectroscope.

صف مظهر الطيف المستمر عبر مطياف.

13.6 Compare an incandescent filament with excited dilute hydrogen.

قارن فتيلة متوهجة بغاز هيدروجين مخفف مثار.

13.7 What does a discrete line pattern imply?

إلى ماذا يشير وجود خطوط منفصلة؟

13.8 How is a line absorption spectrum formed?

كيف يتكون طيف امتصاص خطي؟

13.9 Compare absorption and emission wavelengths for the same level pair.

كيف تقارن أطوال الامتصاص والانبعاث لزوج المستويات نفسه؟

13.10 How can a spectrum reveal two elements in a mixture?

كيف تكتشف خليط عنصرين بالطيف؟

EXAM QUESTION 13 · ANSWERS

Spectra & Identification

13.1 *It supplies energy that excites atoms through collisions.*

تمنح الذرات طاقة للإثارة عبر التصادمات.

13.2 *When an electron falls from a higher energy level to a lower one.*

عند انتقال إلكترون من مستوى أعلى إلى أدنى.

13.3 *It separates light by wavelength or color to reveal spectral structure.*

يفصل الضوء إلى أطواله الموجية أو ألوانه لكشف بنية الطيف.

13.4 *The apparent color combines multiple lines that a spectroscope can resolve.*

اللون مزيج بصري من خطوط متعددة قد يفصلها المطياف.

13.5 *An uninterrupted band over the displayed wavelength range.*

شريط متصل من الأطوال الموجية ضمن النطاق المعروض.

13.6 *The filament is approximately continuous; dilute hydrogen gives lines.*

الفتيلة تعطي طيفًا مستمرًا تقريبًا والهيدروجين يعطي خطوطًا.

13.7 *There are specific allowed atomic energy differences.*

وجود فروق طاقة محددة بين حالات الذرات.

13.8 *Continuous light passes through cooler gas that absorbs selected wavelengths, leaving dark lines.*

يمر ضوء مستمر خلال غاز أبرد يمتص أطوالًا محددة فتظهر خطوط داكنة.

13.9 *They are equal because the energy-gap magnitude is the same.*

تتساوى لأن مقدار فرق الطاقة نفسه.

13.10 *Identify both characteristic line sets in the spectrum, allowing measurement uncertainty.*

تبحث عن مجموعتي خطوط مرجعيتين ضمن الطيف نفسه مع مراعاة دقة القياس.

EXAM QUESTION 14 · QUICK REVISION

Bohr Model & Transitions

نموذج بور والانتقالات

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Describe stationary states, quantized levels, ground and excited states.	حالات بور المستقرة ومستويات الطاقة والحالة الأرضية والمثارة
2. Explain photon transitions and key limitations of Bohr's model.	تفسير الامتصاص والانبعاث وحدود نموذج بور

Quick Notes خلاصة الشرح

Bohr states have allowed energies and do not radiate continuously. Ground state: n = 1; excited states: n > 1.	لحالات بور طاقات مسموحة ولا تشع باستمرار. الأرضية n = 1 والمثارة n > 1.
Absorption matches an upward energy gap; emission releases a downward gap. Bohr works for hydrogen, not general multielectron spectra.	الامتصاص يطابق فرق انتقال لأعلى، والانبعاث يحرر فرق انتقال لأسفل. ينجح بور للهيدروجين لا للأطياف العامة متعددة الإلكترونات.

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

$$E_\gamma = |E_f - E_i| = hf$$

10 Practice Questions

14.1 What is hydrogen's ground state?

ما الحالة الأرضية للهيدروجين؟

14.2 When is an atom excited?

متى توصف الذرة بأنها مثارة؟

14.3 What did Bohr assume about radiation in an allowed orbit?

ماذا افترض بور بخصوص الإشعاع في المدار المسموح؟

14.4 How does a Bohr allowed state differ from a classical unrestricted orbit?

ما الفرق بين المدار الكلاسيكي وحالة بور المسموحة؟

14.5 Must an excited state last forever?

هل الحالة المثارة دائمة بالضرورة؟

14.6 When does absorption occur between two specified levels?

متى يحدث الامتصاص بين مستويين محددين؟

14.7 What happens during a downward energy transition?

ماذا يحدث عند انتقال إلكترون إلى مستوى أقل طاقة؟

14.8 What is a major success of Bohr's model?

ما أهم نجاح لنموذج بور؟

14.9 Why is the model inadequate for multielectron atoms?

لماذا لا يكفي النموذج لذرة متعددة الإلكترونات؟

14.10 How does the modern quantum model differ from Bohr orbits?

كيف يختلف النموذج الكمّي الحديث عن مدارات بور؟

EXAM QUESTION 14 · ANSWERS

Bohr Model & Transitions

14.1 *The lowest-energy state, n = 1 with energy −13.6 eV.*

أقل حالة طاقة وتوافق n = 1 وطاقة −13.6 eV.

14.2 *When an electron occupies a state above the ground state.*

عندما يكون إلكترونها في حالة أعلى طاقة من الحالة الأرضية.

14.3 *It does not radiate continuously while in that state.*

لا يشع الإلكترون باستمرار أثناء وجوده في تلك الحالة.

14.4 *Bohr energies are discrete and restricted rather than arbitrary continuous values.*

طاقات بور منفصلة ومقيدة بدل السماح بكل طاقة متصلة.

14.5 *No. It may transition to a lower level and emit a photon.*

لا؛ يمكن أن تهبط الذرة إلى مستوى أدنى مطلقة فوتونًا.

14.6 *When photon energy matches the allowed energy gap.*

عندما تطابق طاقة الفوتون فرق الطاقة المسموح بينهما.

14.7 *A photon is emitted with energy equal to the energy gap.*

ينبعث فوتون طاقته مقدار فرق المستويين.

14.8 *Predicting hydrogen levels and spectral wavelengths.*

التنبؤ بمستويات الهيدروجين وأطوال خطوط طيفه.

14.9 *Interactions and quantum structure exceed its simple orbit model; general spectra are not predicted accurately.*

التفاعلات والبنية الكمّية أعقد من مداراته البسيطة ولا يعطي أطيافها العامة بدقة.

14.10 *It describes electron probability rather than a precisely defined circular path.*

يصف احتمال وجود الإلكترون دون مسار دائري محدد بدقة.

EXAM QUESTION 15 · QUICK REVISION

Hydrogen Radii, Energies & Series

أنصاف الأقطار والطاقات والسلاسل

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Describe quantized hydrogen radii and energies versus n.	اعتماد أنصاف الأقطار والطاقات المكمّاة على n
2. Explain the zero-energy reference and negative bound-state energies.	تفسير مرجع الصفر والطاقة السالبة للحالات المرتبطة
3. Distinguish Lyman, Balmer and Paschen series.	تمييز سلاسل ليمان وبالمر وباشن

Quick Notes خلاصة الشرح

Hydrogen radii increase as n^2; bound energies rise toward zero as n increases.	تزداد أنصاف أقطار الهيدروجين مع n^2؛ وترتفع طاقات الارتباط نحو الصفر بزيادة n.
Zero: separated electron and proton at rest relative to one another. Negative energy means bound; ionization requires |En|.	الصفر لإلكترون وبروتون منفصلين وساكنين نسبيًا. السالب يعني الارتباط؛ والتأين يتطلب |En|.
Final level: Lyman 1 (UV), Balmer 2 (visible and near-UV), Paschen 3 (IR).	المستوى النهائي: ليمان 1 فوق بنفسجي، بالمر 2 مرئي وقريب من فوق البنفسجي، باشن 3 تحت أحمر.

$$r_n = a_0 n^2;\ a_0 = 0.053\ nm;\ E_n = -\frac{13.6\ eV}{n^2}$$

$$E_{ion} = 0 - E_n = |E_n|$$

$$Lyman:\ n_f = 1;\ Balmer:\ n_f = 2;\ Paschen:\ n_f = 3$$

10 Practice Questions

15.1 For hydrogen at n = 2, calculate orbital radius in nm and total energy in eV.

لذرة هيدروجين عند $n = 2$، احسب نصف القطر بالنانو متر والطاقة الكلية بالإلكترون فولت.

15.2 A hydrogen orbit has radius 0.848 nm. Find n and total energy.

نصف قطر مدار هيدروجين 0.848 nm. أوجد n والطاقة الكلية.

15.3 Hydrogen has energy approximately −1.511 eV. Find n and radius.

طاقة هيدروجين −1.511 eV تقريبًا. أوجد n ونصف القطر.

15.4 Compare radius and total energy at n = 2 and n = 4.

قارن نصف القطر والطاقة عند $n = 2$ وعند $n = 4$.

15.5 What does E = 0 mean for hydrogen energies?

ما معنى اختيار $E = 0$ في طاقات الهيدروجين؟

15.6 Why is a bound-state total energy negative?

لماذا تكون الطاقة الكلية لحالة مرتبطة سالبة؟

15.7 What minimum energy ionizes ground-state hydrogen?

ما أقل طاقة لتأيين الهيدروجين من الحالة الأرضية؟

15.8 Classify the 3 to 1 transition and its region.

صنّف الانتقال 3 إلى 1 وحدّد نطاقه.

15.9 Classify the 4 to 2 transition and this line's region.

صنّف الانتقال 4 إلى 2 وحدّد نطاق خطه.

15.10 Classify the 5 to 3 transition and its region.

صنّف الانتقال 5 إلى 3 وحدّد نطاقه.

EXAM QUESTION 15 · ANSWERS

Hydrogen Radii, Energies & Series

15.1 $r_n = a_0 n^2 = 0.053 \times 2^2 = 0.212\ nm$

$E_n = -\frac{13.6}{2^2} = -3.4\ eV$

15.2 $n = \sqrt{\frac{0.848}{0.053}} = 4$

$E_4 = -\frac{13.6}{16} = -0.850\ eV$

15.3 $n \approx \sqrt{\frac{13.6}{1.511}} = 3$

$r_3 = 0.053 \times 9 = 0.477\ nm$

15.4 $r_4 = 4r_2$; $E_2 = -3.40\ eV$; $E_4 = -0.850\ eV$

15.5 *An infinitely separated electron and proton with zero relative kinetic energy.*

حالة إلكترون وبروتون منفصلين عند اللانهاية دون طاقة حركة نسبية.

15.6 *It lies below the separated reference and needs input energy to unbind.*

لأن النظام أقل طاقة من حالة الانفصال المرجعية ويحتاج طاقة لتحرير الإلكترون.

15.7 *13.6 eV takes it from −13.6 eV to zero.*

13.6 eV لنقله من −13.6 eV إلى الصفر.

15.8 *Lyman, ultraviolet, because the final level is 1.*

ليمان وفوق بنفسجي لأن المستوى النهائي 1.

15.9 *Balmer; this line is visible near 486 nm.*

بالمر، وهذا الخط مرئي قرب 486 nm.

15.10 *Paschen, infrared, because the final level is 3.*

باشن وتحت حمراء لأن المستوى النهائي 3.

EXAM QUESTION 16 · QUICK REVISION

Quantum Model & Lasers

النموذج الكمّي والليزر

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Describe electron clouds, matter-wave duality and uncertainty in the quantum model.	وصف السحابة الإلكترونية وازدواجية المادة وعدم اليقين
2. Describe spontaneous/stimulated emission, coherence, laser operation and uses.	الانبعاث التلقائي والمحفَّز والضوء المترابط وعمل الليزر وتطبيقاته

Quick Notes خلاصة الشرح

An orbital is a probability distribution, not a fixed path; matter waves and uncertainty govern the electron state.	الفلك توزيع احتمالي وليس مسارًا ثابتًا؛ وتحكم موجات المادة وعدم اليقين حالة الإلكترون.
Stimulated emission matches the incident photon; spontaneous emission has no trigger. Lasers use pumping, population inversion and cavity feedback.	الانبعاث المحفز يطابق الفوتون الساقط؛ والتلقائي دون محفز. يستخدم الليزر الضخ والانقلاب السكاني والتغذية الراجعة داخل التجويف.
Coherence, narrow bandwidth and directionality support communication, precise cutting and ranging.	يساعد الترابط وضيق النطاق والاتجاهية في الاتصالات والقطع الدقيق وقياس المسافات.

$$\lambda = \frac{h}{p};\ \Delta x\ \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$E_{laser\ photon} = \Delta E = hf$$

10 Practice Questions

16.1 What does dot density in an electron cloud represent?

ما الذي تمثله كثافة نقاط السحابة الإلكترونية؟

16.2 How does a quantum orbital differ from a Bohr orbit?

كيف يختلف الفلك الكمّي عن مدار بور؟

16.3 What role does wave–particle duality play in the atom?

ما دور ازدواجية الموجة والجسيم في الذرة؟

16.4 Why do we not assign an exact electron trajectory?

لماذا لا نحدد مسارًا دقيقًا للإلكترون؟

16.5 Does a cloud mean one classical particle occupies every dot at once?

هل السحابة تعني وجود الإلكترون في كل نقطة كجسيم كلاسيكي في آن واحد؟

16.6 Compare spontaneous and stimulated emission.

قارن الانبعاث التلقائي بالمحفز.

16.7 What does coherent light mean?

ما معنى الضوء المترابط؟

16.8 Why does a laser need pumping?

لماذا يحتاج الليزر ضخًا للطاقة؟

16.9 What are the cavity mirrors and partial output mirror for?

ما فائدة المرآتين ومرآة الخرج الجزئية؟

16.10 Give two laser applications and relate each to a useful property.

اذكر تطبيقين واربطهما بميزة من ميزات الليزر.

EXAM QUESTION 16 · ANSWERS

Quantum Model & Lasers

16.1 *Greater probability of detecting the electron in denser regions.*

احتمالًا أكبر لكشف الإلكترون في المنطقة الأكثر كثافة.

16.2 *An orbital is a probability distribution; a Bohr orbit is a specified circular path.*

الفلك توزيع احتمالي؛ المدار مسار دائري محدد في النموذج القديم.

16.3 *The electron has a wave description and localized detections.*

للحالة الإلكترونية وصف موجي مع ظهور كشف جسيمي عند القياس.

16.4 *Probability and the position–momentum bound do not support a precise classical track.*

الوصف الكمّي الاحتمالي وقيد الموضع والزخم لا يدعمان مسارًا كلاسيكيًا دقيقًا.

16.5 *No. It describes probabilities of measurement outcomes, not particles at every dot.*

لا؛ هي وصف لاحتمالات نتائج القياس وليست مجموعة جسيمات عند كل نقطة.

16.6 *Spontaneous needs no triggering photon; stimulated emission uses a matching photon and produces a matching second photon.*

التلقائي بلا فوتون محفز؛ المحفز يتطلب فوتونًا مناسب الطاقة ويعطي فوتونًا مطابقًا له.

16.7 *Light with a stable phase relationship among its waves over the relevant range.*

ضوء بعلاقة طور ثابتة ومنتظمة بين موجاته في النطاق المقصود.

16.8 *To maintain enough excited atoms and supply amplification energy.*

لتكوين وإبقاء عدد كاف من الذرات المثارة وتوفير مصدر طاقة للتضخيم.

16.9 *They provide feedback for further stimulated emission; one transmits part of the beam.*

تعيدان الضوء لتحفيز انبعاث إضافي وتسمح إحداهما بخروج جزء من الشعاع.

16.10 *Communications use directed modulated light; ranging uses a narrow beam and precise timing.*

الاتصالات تستفيد من التوجيه وإمكانية التضمين؛ القياس يستفيد من الشعاع الضيق والتوقيت الدقيق.

EXAM QUESTION 17 · QUICK REVISION

Translational & Rotational Energy

تدريب مقالي: الطاقة الانتقالية والدورانية

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Calculate translational and rotational kinetic energies.	حساب طاقتي الحركة الانتقالية والدورانية
2. Calculate gravitational work and relate it to GPE change.	حساب شغل الجاذبية وربطه بتغير طاقة الوضع
3. Apply mechanical-energy conservation to physical situations.	تطبيق حفظ الطاقة الميكانيكية على مواقف فيزيائية

Quick Notes خلاصة الشرح

Rolling includes translation and rotation. No slip: v = ωR; inertia depends on mass distribution.	التدحرج يشمل الانتقال والدوران. دون انزلاق $v = \omega R$؛ ويتعلق عزم القصور بتوزيع الكتلة.
Use vertical height change for gravity's work; Wg = −ΔU.	استخدم فرق الارتفاع الرأسي لشغل الجاذبية؛ $W_g = -\Delta U$.
Account for every energy form. Wnc is the change in total mechanical energy.	احسب جميع صور الطاقة. شغل القوى غير المحافظة يساوي تغير الطاقة الميكانيكية الكلية.

$$K_{trans} = \frac{1}{2}mv^2;\ K_{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2;\ v = \omega R$$
$$W_g = -\Delta U = mg(h_i - h_f)$$
$$K_i + U_i + W_{nc} = K_f + U_f$$

10 Practice Questions

17.1 A body of mass 2 kg has center-of-mass speed 3 m s⁻¹. Find translational kinetic energy.

جسم كتلته 2 kg وسرعة مركز كتلته 3 $m\ s^{-1}$. أوجد طاقة حركته الانتقالية.

17.2 A wheel has moment of inertia 0.08 kg m² and angular speed 8 rad s⁻¹. Find rotational kinetic energy.

دولاب عزم قصوره 0.08 $kg\ m^2$ ويدور بسرعة زاوية 8 $rad\ s^{-1}$. احسب طاقته الدورانية.

17.3 A wheel has rotational energy 20 J and inertia 0.40 kg m². Find angular speed.

تدور عجلة بطاقة 20 J وعزم قصور 0.40 $kg\ m^2$. أوجد سرعتها الزاوية.

17.4 A solid 2 kg disk of radius 0.20 m rolls without slipping at 4 m s⁻¹. Find translational, rotational and total kinetic energies. Use I = ½mR².

قرص مصمت كتلته 2 kg ونصف قطره 0.20 m يتدحرج دون انزلاق بسرعة 4 $m\ s^{-1}$. أوجد طاقتي الحركة والمجموع. استخدم $I = \frac{1}{2}mR^2$.

17.5 A 3 kg mass moves vertically from 2 m to 4 m. Find ΔU and gravitational work.

كتلة 3 kg تتحرك رأسيًا من 2 m إلى 4 m. احسب تغير طاقة الوضع وشغل الجاذبية.

17.6 A 3 kg mass descends through a vertical height of 2 m, first along a slope and then along a vertical path. Compare gravity's work.

تهبط كتلة 3 kg فرق ارتفاع رأسي 2 m، مرة على منحدر ومرة رأسيًا. قارن شغل الجاذبية في الحالتين.

17.7 A ball initially moves at 7 m s⁻¹ and rises 2 m without drag. Find its new speed and verify the point is reachable.

كرة سرعتها $7\ \text{m s}^{-1}$ عند موضع ثم ترتفع $2\ \text{m}$ دون مقاومة. أوجد سرعتها الجديدة، وتحقق أنها تصل للموضع.

17.8 A solid disk rolls without slipping from rest through a vertical drop of 3 m. Find its center speed using $I = \frac{1}{2}mR^2$.

قرص مصمت يتدحرج دون انزلاق من السكون هابطًا $3\ \text{m}$. احسب سرعة مركزه باستخدام $I = \frac{1}{2}mR^2$.

17.9 A 2 kg body starts at rest at height 5 m. At the bottom its kinetic energy is 80 J. Find nonconservative work.

جسم $2\ \text{kg}$ يبدأ من السكون على ارتفاع $5\ \text{m}$. عند القاع طاقة حركته $80\ \text{J}$. احسب شغل القوى غير المحافظة.

17.10 A 1 kg mass moving at 4 m s⁻¹ attempts a 1 m vertical rise on a smooth track. Does it reach it? Find its maximum rise.

كتلة $1\ \text{kg}$ سرعتها $4\ \text{m s}^{-1}$ تحاول الصعود مسافة رأسية $1\ \text{m}$ على مسار أملس. هل تصل؟ احسب أعلى ارتفاع إضافي.

EXAM QUESTION 17 · ANSWERS

Translational & Rotational Energy

17.1 $K_{trans} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 9\ \text{J}$

17.2 $K_{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.08 \times 8^2 = 2.56\ \text{J}$

17.3 $\omega = \sqrt{\frac{2K_{rot}}{I}} = \sqrt{\frac{40}{0.40}} = 10\ \text{rad s}^{-1}$

17.4 $I = 0.040\ \text{kg m}^2;\ \omega = \frac{v}{R} = 20\ \text{rad s}^{-1}$

$K_{trans} = 16\ \text{J};\ K_{rot} = 8\ \text{J};\ K_{total} = 24\ \text{J}$

17.5 $\Delta U = mg\Delta h = 3 \times 9.8 \times (2) = 58.8\ \text{J}$

$W_g = -\Delta U = -58.8\ \text{J}$

17.6 $W_g = mg(h_i - h_f) = 3 \times 9.8 \times 2 = 58.8\ \text{J}$ on either path.

17.7 $v^2 = u^2 - 2g\Delta h = 7^2 - 39.2 = 9.8$

$v = 3.13\ \text{m s}^{-1}$

17.8 $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mR^2\right)\left(\frac{v}{R}\right)^2$

$mgh = \frac{3}{4}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} = 6.26\ \text{m s}^{-1}$

17.9 $W_{nc} = E_f - E_i = 80 - 98 = -18\ \text{J}$

17.10 $h_{max} = \frac{v^2}{2g} = \frac{16}{19.6} = 0.816\ \text{m} < 1\ \text{m} \Rightarrow \text{no}$

EXAM QUESTION 18 · QUICK REVISION

One-Dimensional Collisions

تدريب مقالي: التصادم في بعد واحد

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Analyze one-dimensional collisions for momenta, velocities and energies.	تحليل التصادم الأحادي وحساب الزخم والسرعات والطاقات
2. Use conservation principles to distinguish and analyze collisions in FRQs.	تطبيق الحفظ للتمييز بين التصادمات وتحليلها مقاليًا

Quick Notes خلاصة الشرح

Choose a positive direction; write total momentum, solve velocities, then calculate initial and final kinetic energies.	حدد الاتجاه الموجب؛ اكتب الزخم الكلي واحسب السرعات ثم طاقتي الحركة الابتدائية والنهائية.
Use a shared final velocity for sticking; impose K conservation only for elastic collisions.	استخدم سرعة نهائية مشتركة عند الالتصاق؛ وافرض حفظ طاقة الحركة فقط للتصادم المرن.

$$p = mv;\ \Sigma p_i = \Sigma p_f;\ K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v_{common} = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$$

10 Practice Questions

18.1 A 2 kg mass moves at +20 m s⁻¹ and a 3 kg mass at −2 m s⁻¹. Find total momentum and explain why speed magnitudes cannot simply be added.

كتلة 2 kg تتحرك بسرعة +20 m s⁻¹ وأخرى 3 kg بسرعة −2 m s⁻¹. احسب الزخم الكلي، وبيّن لماذا لا تجمع مقادير السرعات.

18.2 A 1 kg cart moving at +8 m s⁻¹ hits a stationary 2 kg cart and sticks. Find the common velocity, kinetic energies and energy loss; classify the collision.

عربة كتلتها 1 kg تتحرك بسرعة +8 m s⁻¹ وتصطدم بعربة ساكنة كتلتها 2 kg وتلتصقان. احسب السرعة المشتركة وطاقتي الحركة قبل وبعد التصادم وصنّف التصادم.

18.3 Carts of 2 kg and 3 kg at +6 and −2 m s⁻¹ stick. Find common velocity, both total kinetic energies and energy converted.

عربتان كتلتاهما 2 kg و3 kg بسرعتين +6 و−2 m s⁻¹ تلتصقان. أوجد السرعة المشتركة وطاقتي الحركة والطاقة المحولة.

18.4 A 2 kg cart at +6 m s⁻¹ hits a stationary cart of unknown mass. They stick and move at +2 m s⁻¹. Find the unknown mass.

عربة 2 kg سرعتها +6 m s⁻¹ تصطدم بعربة ساكنة مجهولة الكتلة وتلتصقان بسرعة +2 m s⁻¹. أوجد الكتلة المجهولة.

18.5 A 1 kg mass at +5 m s⁻¹ hits a stationary 2 kg mass. The first rebounds at −1 m s⁻¹. Find the second velocity and classify the collision.

كتلة 1 kg بسرعة +5 m s⁻¹ تصطدم بكتلة 2 kg ساكنة. تغادر الأولى بسرعة −1 m s⁻¹. أوجد سرعة الثانية وصنف التصادم.

18.6 A 1 kg cart moving at +11 m s⁻¹ hits a stationary 3 kg cart and sticks. Find the common velocity, kinetic energies and energy loss; classify the collision.

عربة كتلتها 1 kg تتحرك بسرعة +11 m s⁻¹ وتصطدم بعربة ساكنة كتلتها 3 kg وتلتصقان. احسب السرعة المشتركة وطاقتي الحركة قبل وبعد التصادم وصنّف التصادم.

18.7 A 1 kg mass at +6 m s⁻¹ collides elastically with a stationary 2 kg mass. Use momentum and energy to find the nontrivial final velocities.

كتلة 1 kg بسرعة +6 m s⁻¹ تصطدم مرنًا بكتلة 2 kg ساكنة. باستخدام حفظ الزخم والطاقة أوجد السرعتين النهائيتين غير التافهتين.

18.8 Equal masses move at +4 and −4 m s⁻¹ and stick. Find final velocity and converted kinetic-energy percentage. Why does zero momentum not imply zero initial kinetic energy?

كتلتان متساويتان تتحركان بسرعتين +4 و−4 m s⁻¹ وتلتصقان. أوجد السرعة النهائية ونسبة طاقة الحركة المحولة، ولماذا لا يعني الزخم صفرًا أن الطاقة الابتدائية صفر؟

18.9 Two equal masses collide elastically in one dimension. Initially one moves at +15 m s⁻¹ and the other is at rest. Find their final velocities.

كتلتان متساويتان؛ الأولى تتحرك بسرعة +15 m s⁻¹ والثانية ساكنة. التصادم مرن وأحادي البعد. أوجد السرعتين النهائيتين.

18.10 A 2 kg cart moving at +12 m s⁻¹ hits a stationary 2 kg cart and sticks. Find the common velocity, kinetic energies and energy loss; classify the collision.

عربة كتلتها 2 kg تتحرك بسرعة +12 m s⁻¹ وتصطدم بعربة ساكنة كتلتها 2 kg وتلتصقان. احسب السرعة المشتركة وطاقتي الحركة قبل وبعد التصادم وصنّف التصادم.

EXAM QUESTION 18 · ANSWERS

One-Dimensional Collisions

18.1 $p = 2(20) + 3(-2) = 34 \text{ kg m s}^{-1}$

Momentum is a vector; the leftward velocity enters with a negative sign.

الزخم متجه؛ تدخل السرعة اليسارية بإشارة سالبة.

18.2 $p_i = 1 \times 8 = 8 \text{ kg m s}^{-1}$

$v = \frac{1 \times 8}{3} = 2.667 \text{ m s}^{-1}$

$K_i = 32 \text{ J}; K_f = 10.67 \text{ J}$

$K_i - K_f = 21.33 \text{ J}$

Take the initial direction as positive. Conserve momentum first, then calculate both kinetic energies. Sticking makes the collision perfectly inelastic.

اعتبر الاتجاه الأصلي موجبًا. احفظ الزخم أولًا، ثم احسب طاقتي الحركة؛ الالتصاق يعني أنه غير مرن تمامًا.

18.3 $v = \frac{2(6) + 3(-2)}{2 + 3} = 1.2\ m\ s^{-1}$

$K_i = 36 + 6 = 42\ J$

$K_f = \frac{1}{2} \times 5 \times 1.2^2 = 3.6\ J$

$E_{converted} = 42 - 3.6 = 38.4\ J$

18.4 $2(6) = (2 + m)(2)$

$12 = 4 + 2m \Rightarrow m = 4\ kg$

18.5 $5 = -1 + 2v_2 \Rightarrow v_2 = +3\ m\ s^{-1}$

$K_i = 12.5\ J;\ K_f = 0.5 + 9 = 9.5\ J \Rightarrow$ inelastic

---

18.6 $p_i = 1 \times 11 = 11\ kg\ m\ s^{-1}$

$v = \frac{1 \times 11}{4} = 2.75\ m\ s^{-1}$

$K_i = 60.5\ J;\ K_f = 15.12\ J$

$K_i - K_f = 45.38\ J$

Take the initial direction as positive. Conserve momentum first, then calculate both kinetic energies. Sticking makes the collision perfectly inelastic.

اعتبر الاتجاه الأصلي موجبًا. احفظ الزخم أولًا، ثم احسب طاقتي الحركة؛ الالتصاق يعني أنه غير مرن تمامًا.

18.7 $6 = v_1 + 2v_2;\ 36 = v_1^2 + 2v_2^2$

$v_1 = 6 - 2v_2$

$36 = (6 - 2v_2)^2 + 2v_2^2 \Rightarrow 6v_2(v_2 - 4) = 0$

$v_2 = +4\ m\ s^{-1};\ v_1 = -2\ m\ s^{-1}$

18.8 $p_i = 4m - 4m = 0 \Rightarrow v = 0$

$K_i = \frac{1}{2}m(4^2) + \frac{1}{2}m(4^2) = 16m$

$K_f = 0 \Rightarrow 100\%$ converted

Opposite momenta cancel, but both kinetic energies are positive and add.

الزخمان يتلاشيان لأنهما متعاكسان، لكن طاقتي الحركة موجبتان وتجمعان.

18.9 $v_1 = 0;\ v_2 = +15\ m\ s^{-1}$

18.10 $p_i = 2 \times 12 = 24\ kg\ m\ s^{-1}$

$v = \frac{2 \times 12}{4} = 6\ m\ s^{-1}$

$K_i = 144\ J;\ K_f = 72\ J$

$K_i - K_f = 72\ J$

Take the initial direction as positive. Conserve momentum first, then calculate both kinetic energies. Sticking makes the collision perfectly inelastic.

اعتبر الاتجاه الأصلي موجبًا. احفظ الزخم أولًا، ثم احسب طاقتي الحركة؛ الالتصاق يعني أنه غير مرن تمامًا.

---

almanahj.com/ae
2026 2025
موقع المناهج الإماراتية

EXAM QUESTION 19 · QUICK REVISION

Photoelectric Analysis

تدريب مقالي: التحليل الكهروضوئي

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Calculate photon energy, Kmax and work function in written problems.	حساب طاقة الفوتون وطاقة الإلكترون ودالة الشغل في مسائل مقالية
2. Determine f_0 and h from Kmax–frequency graphs in FRQs.	استخراج تردد العتبة وثابت بلانك من رسم الطاقة والتردد

Quick Notes خلاصة الشرح

Convert units → photon energy → emission test → Kmax → speed or threshold as required.	حوّل الوحدات ثم احسب طاقة الفوتون واختبر الانبعاث ثم طاقة الحركة والسرعة أو العتبة حسب المطلوب.
Read axis units and multipliers before calculating slope. Use $\varphi = hf_0$ or $\varphi = hf - K_{max}$.	اقرأ وحدات المحاور ومعاملاتها قبل حساب الميل. استخدم $\varphi = hf_0$ أو $\varphi = hf - K_{max}$.

$$E = \frac{hc}{\lambda};\ K_{max} = E - \varphi;\ f_0 = \frac{\varphi}{h}$$

$$h = \frac{K_2 - K_1}{f_2 - f_1};\ \varphi = hf_0$$

10 Practice Questions

19.1 A 3.1 eV photon strikes a surface with work function 2.6 eV. Find maximum kinetic energy.

يسقط فوتون طاقته 3.1 eV على سطح دالة شغله 2.6 eV. احسب طاقة الحركة العظمى.

19.2 Light of wavelength 360.3 nm hits a surface with φ = 2.2 eV. Find Kmax and the fastest electron speed.

ضوء طوله 360.3 nm يسقط على سطح دالة شغله 2.2 eV. احسب Kmax وسرعة أسرع إلكترون.

19.3 A photon has energy 4.8 eV and the maximum electron kinetic energy is 2 eV. Find φ and f_0.

طاقة فوتون 4.8 eV وأقصى طاقة إلكترون منبعث 2 eV. أوجد دالة الشغل وتردد العتبة.

19.4 Photons of 5 eV release electrons with maximum speed 8×10^5 m s^{-1}. Find the work function.

فوتونات طاقتها 5 eV تحرر إلكترونات أقصى سرعتها 8×10^5 m s^{-1}. أوجد دالة الشغل.

19.5 A Kmax-versus-frequency line crosses the frequency axis at 6.76×10^{14} Hz. Find the work function.

خط بياني لطاقة الحركة العظمى بدلالة التردد يقطع محور التردد عند 6.76×10^{14} Hz. أوجد دالة الشغل.

19.6 A Kmax–f line contains (6.0×10^{14} Hz, 0.663×10^{-19} J) and (10.0×10^{14} Hz, 3.315×10^{-19} J). Find h, φ and f_0.

يمر خط طاقة الحركة العظمى والتردد بالنقطتين (6.0×10^{14} Hz, 0.663×10^{-19} J) و(10.0×10^{14} Hz, 3.315×10^{-19} J). أوجد h وφ وf_0.

19.7 For a metal with φ = 2.4 eV, find the minimum photon frequency and longest wavelength that can cause emission.

لفلز دالة شغله 2.4 eV، أوجد أقل تردد وأطول طول موجي للفوتون يمكن أن يسبب الانبعاث.

19.8 The incident frequency increases by 2.0 × 10¹⁴ Hz on one metal. Find the increase in Kmax in J and eV.

يزداد تردد الضوء الساقط على فلز بمقدار 2.0×10^{14} Hz. أوجد الزيادة في طاقة الحركة العظمى بوحدتي J وeV.

19.9 Metals A and B have work functions 2.0 eV and 3.0 eV. For incident photons of 4.0 eV, calculate both Kmax values and compare the slopes and threshold positions of their Kmax–f lines.

دالتا شغل فلزين A وB تساويان 2.0 eV و3.0 eV. لفوتونات ساقطة طاقتها 4.0 eV، احسب طاقة الحركة العظمى لكل منهما، وقارن ميلي خطي الطاقة والتردد وموضعي العتبة.

19.10 A student uses a Kmax–f graph with a y-intercept of −4.0 × 10⁻¹⁹ J and slope 6.63 × 10⁻³⁴ J s. Find φ, f_0 and Kmax at 9.0 × 10¹⁴ Hz. Explain the negative intercept.

يستخدم طالب رسمًا لطاقة الحركة العظمى والتردد قطعه الرأسي -4.0×10^{-19} J وميله 6.63×10^{-34} J s. أوجد φ وf_0 وطاقة الحركة العظمى عند 9.0×10^{14} Hz. فسّر القطع السالب.

EXAM QUESTION 19 · ANSWERS

Photoelectric Analysis

19.1 $K_{max} = E - \varphi = 3.1 - 2.6 = 0.5\ eV = 8 \times 10^{-20}\ J$

19.2 $E = \frac{hc}{\lambda} \approx 3.45\ eV$

$K_{max} \approx 1.25\ eV = 2 \times 10^{-19}\ J$

$v_{max} = \sqrt{\frac{2Kmax}{m_e}} \approx 6.63 \times 10^{5}\ m\ s^{-1}$

19.3 $\varphi = E - K_{max} = 2.8\ eV$

$f_0 = \frac{\varphi}{h} = 6.76 \times 10^{14}\ Hz$

19.4 $K = \frac{1}{2} m_e v^2 = 2.915 \times 10^{-19}\ J = 1.822\ eV$

$\varphi = 5 - 1.822 = 3.178\ eV$

19.5 $\varphi = hf_0 = 4.48 \times 10^{-19}\ J = 2.8\ eV$

19.6 $h = \frac{(3.315 - 0.663) \times 10^{-19}}{(10.0 - 6.0) \times 10^{14}} = 6.63 \times 10^{-34}\ J\ s$

$\varphi = hf_1 - K_1 = 3.315 \times 10^{-19}\ J$

$f_0 = \frac{\varphi}{h} = 5.00 \times 10^{14}\ Hz$

19.7 $\varphi = 2.4 \times 1.60 \times 10^{-19} = 3.84 \times 10^{-19}\ J$

$f_0 = \frac{\varphi}{h} = 5.79 \times 10^{14}\ Hz$

$\lambda_0 = \frac{hc}{\varphi} = 5.18 \times 10^{-7}\ m = 518\ nm$

19.8 $\Delta K_{max} = h\Delta f = 6.63 \times 10^{-34} \times 2.0 \times 10^{14}$

$= 1.326 \times 10^{-19}\ J = \dfrac{1.326 \times 10^{-19}}{1.60 \times 10^{-19}} = 0.829\ eV$

19.9 $K_{max,A} = 4.0 - 2.0 = 2.0\ eV$

$K_{max,B} = 4.0 - 3.0 = 1.0\ eV$

Both slopes equal h on J–Hz axes. B has the larger threshold frequency.

الميلان متساويان ويساويان h لمحوري J وHz، ولفلز B تردد عتبة أكبر.

19.10 $\varphi = 4.0 \times 10^{-19}\ J = 2.50\ eV$

$f_0 = \dfrac{\varphi}{h} = 6.03 \times 10^{14}\ Hz$

$K_{max} = hf - \varphi = 1.967 \times 10^{-19}\ J$

The negative intercept is an extrapolation, not an emitted electron's kinetic energy.

القطع السالب امتداد رياضي للخط، وليس طاقة حركة إلكترون منبعث.

EXAM QUESTION 20 · QUICK REVISION

Hydrogen Transitions

تدريب مقالي: انتقالات الهيدروجين

Learning Outcomes نواتج التعلّم

1. Calculate atomic energy changes between Bohr levels.	حساب تغير طاقة الذرة خلال انتقالات بور
2. Calculate emitted or absorbed photon energy, frequency and wavelength.	حساب طاقة الفوتون وتردده وطوله في الامتصاص والانبعاث
3. Calculate hydrogen orbital radius and total energy for a given n.	حساب نصف قطر مدار الهيدروجين وطاقته لعدد كمّي معين

Quick Notes خلاصة الشرح

Atomic change: Ef − Ei; positive for absorption and negative for emission.	تغير طاقة الذرة: Ef − Ei؛ موجب للامتصاص وسالب للانبعاث.
Photon energy is |ΔE|. Convert eV to J before finding frequency and wavelength.	طاقة الفوتون |ΔE|. حوّل eV إلى J قبل حساب التردد والطول الموجي.
For inverse problems, solve for n and check that it is a positive integer.	في المسائل العكسية احسب n وتحقق أنه عدد صحيح موجب.

$$E_n = -\frac{13.6\ eV}{n^2};\ \Delta E_{atom} = E_f - E_i$$

$$E\gamma = |\Delta E_{atom}|;\ f = \frac{E\gamma}{h};\ \lambda = \frac{hc}{E\gamma}$$

$$r_n = (0.053\ nm)n^2;\ E_n = -\frac{13.6\ eV}{n^2}$$

10 Practice Questions

20.1 In hydrogen an electron moves from n = 2 to n = 1. Find both level energies and the atomic energy change; identify absorption or emission.

في ذرة هيدروجين ينتقل إلكترون من n = 2 إلى n = 1. احسب طاقتي المستويين وتغير طاقة الذرة، وحدد امتصاصًا أم انبعاثًا.

20.2 In hydrogen an electron moves from n = 1 to n = 2. Find both level energies and the atomic energy change; identify absorption or emission.

في ذرة هيدروجين ينتقل إلكترون من n = 1 إلى n = 2. احسب طاقتي المستويين وتغير طاقة الذرة، وحدد امتصاصًا أم انبعاثًا.

20.3 For hydrogen n = 4 to n = 2, find photon energy in eV and J, frequency and wavelength; identify the process.

انتقال هيدروجين من n = 4 إلى n = 2: احسب طاقة الفوتون بوحدتي eV وJ وتردده وطوله الموجي، وحدّد نوع التفاعل.

20.4 For hydrogen n = 4 to n = 3, find photon energy in eV and J, frequency and wavelength; identify the process.

انتقال هيدروجين من n = 4 إلى n = 3: احسب طاقة الفوتون بوحدتي eV وJ وتردده وطوله الموجي، وحدّد نوع التفاعل.

almanahj.com/ae
2026 2025
موقع المناهج الإماراتية

20.5 For hydrogen n = 3 to n = 5, find photon energy in eV and J, frequency and wavelength; identify the process.
انتقال هيدروجين من $n = 3$ إلى $n = 5$: احسب طاقة الفوتون بوحدتي eV وJ وتردده وطوله الموجي، وحدّد نوع التفاعل.

20.6 For hydrogen at n = 4, calculate orbital radius in nm and total energy in eV.
لذرة هيدروجين عند $n = 4$، احسب نصف القطر بالنانو متر والطاقة الكلية بالإلكترون فولت.

20.7 For hydrogen at n = 6, calculate orbital radius in nm and total energy in eV.
لذرة هيدروجين عند $n = 6$، احسب نصف القطر بالنانو متر والطاقة الكلية بالإلكترون فولت.

20.8 A hydrogen atom has orbital radius 1.325 nm. Determine n, its energy, and the energy required to ionize it.
لذرة هيدروجين نصف قطر مدار 1.325 nm. حدد n وطاقة الذرة والطاقة اللازمة لتأينها.

20.9 What is the minimum energy to ionize hydrogen from n = 2?
ما أقل طاقة لتأيين ذرة هيدروجين من $n = 2$؟

20.10 As n tends to infinity, what happens to radius and energy? Is n = 2.5 an allowed orbit?
عند زيادة n دون حد، ماذا يحدث لنصف القطر والطاقة؟ وهل يمكن أن يكون $n = 2.5$ مدارًا مسموحًا؟

EXAM QUESTION 20 · ANSWERS

Hydrogen Transitions

20.1 $E_i = -\frac{13.6}{4} = -3.4\ eV$

$E_f = -\frac{13.6}{1} = -13.6\ eV$

$\Delta E_{atom} = E_f - E_i = -10.2\ eV$

Emission; $E_{photon} = 10.2\ eV$

20.2 $E_i = -\frac{13.6}{1} = -13.6\ eV$

$E_f = -\frac{13.6}{4} = -3.4\ eV$

$\Delta E_{atom} = E_f - E_i = 10.2\ eV$

Absorption; $E_{photon} = 10.2\ eV$

20.3 $E_\gamma = \left|-\frac{13.6}{4} + \frac{13.6}{16}\right| = 2.55\ eV = 4.08 \times 10^{-19}\ J$

$f = \frac{E\gamma}{h} = 6.15 \times 10^{14}\ Hz$

$\lambda = \frac{hc}{E\gamma} = 487.5\ nm$

Emission

20.4 $E_\gamma = \left|-\frac{13.6}{9} + \frac{13.6}{16}\right| = 0.6611\ eV = 1.06 \times 10^{-19}\ J$

$f = \frac{E\gamma}{h} = 1.6 \times 10^{14}\ Hz$

$\lambda = \frac{hc}{E\gamma} = 1880\ nm$

Emission

20.5 $E_\gamma = \left|-\frac{13.6}{25} + \frac{13.6}{9}\right| = 0.9671\ eV = 1.55 \times 10^{-19}\ J$

$f = \frac{E\gamma}{h} = 2.33 \times 10^{14}\ Hz$

$\lambda = \frac{hc}{E\gamma} = 1285\ nm$

Absorption

20.6 $r_n = a_0 n^2 = 0.053 \times 4^2 = 0.848\ nm$

$E_n = -\frac{13.6}{4^2} = -0.85\ eV$

20.7 $r_n = a_0 n^2 = 0.053 \times 6^2 = 1.908\ nm$

$E_n = -\frac{13.6}{6^2} = -0.3778\ eV$

20.8 $n^2 = \frac{1.325}{0.053} = 25 \Rightarrow n = 5$

$E_5 = -\frac{13.6}{25} = -0.544\ eV$

Eion = 0.544 eV

20.9 $E_{ion} = 0 - (-3.40) = 3.40\ eV$

20.10 $r_n \propto n^2$; $E_n \to 0^-$

Radius increases and energy approaches zero from below; n must be a positive integer.

يزداد نصف القطر، وتقترب الطاقة من الصفر من الأسفل؛ n يجب أن يكون عددًا صحيحًا موجبًا.
