# دليل المعلم

# الكيمياء

## الصف العاشر

## الفصل الدراسي الأول

10

الناشر

المركز الوطني لتطوير المناهج

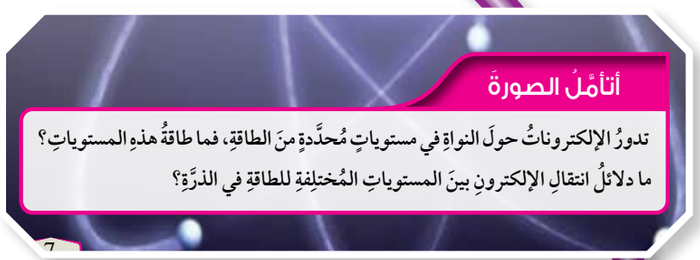
يسر المركز الوطني لتطوير المناهج، ووزارة التربية والتعليم – إدارة المناهج والكتب المدرسية، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب
عن طريق العناوين الآتية: هاتف: 8-5/4617304، فاكس: 4637569، ص. ب: 1930، الرمز البريدي: 11118،
أو بوساطة البريد الإلكتروني: scientific.division@moe.gov.jo

# بِنية كتاب الطالب: دورة التعلُّم الخماسية

صممت وحدات كتاب الطالب وفق دورة التعلم الخماسية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر لهم فرصًا عديدة للاستقصاء، وحل المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا. وتتضمن ما يأتي:

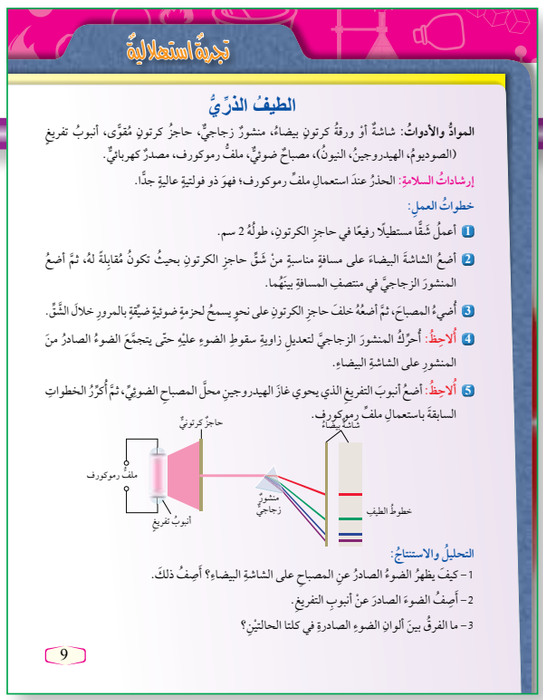
## 1 التهيئة Engagement:

إثارة فضول الطلبة الطبيعي ودافعيتهم للبحث والاستكشاف، وتنشيط المعرفة السابقة بالموضوع.




## 2 الاستكشاف Exploration:

مشاركة الطلبة في الموضوع؛ ما يمنحهم فرصةً لبناء فهمهم الخاص. ويجمع الطلبة في هذه المرحلة بيانات مباشرة تتعلق بالمفهوم الذي يدرسونه عن طريق إجراء أنشطة عملية متنوعة وجاذبة، منها ما يعتمد المنحى التكاملي (STEAM) الذي يساعد الطلبة على اكتساب مهارات العلم.


تجربةٌ استهلاليةٌ

الطيفُ الذرِّيُّ

المواد والأدوات: شاشةٌ أو ورقةُ كرتونٍ بيضاء، منشورٌ زجاجيٌّ، حاجزُ كرتونٍ مُفرَّى، أنبوبُ تفريغ (الصوديوم، الهيدروجين، النيون)، مصباحٌ ضوئيٌّ، ملفُّ رموكورف، مصدرٌ كهربائيٌّ.

إرشاداتُ السلامة: الحذرُ عندَ استعمالِ ملفِّ رموكورف؛ فهوَ ذو فولتيةٍ عاليةٍ جدًّا.

خطواتُ العملِ:

1. أعملُ شَقًّا مستطيلًا رفيعًا في حاجزِ الكرتونِ، طولُهُ 2 سم.
2. أضعُ الشاشةَ البيضاءَ على مسافةٍ مناسبةٍ منْ شَقِّ حاجزِ الكرتونِ بحيثُ تكونُ مُقابلةً لهُ، ثمَّ أضعُ المنشورَ الزجاجيَّ في منتصفِ المسافةِ بينَهما.
3. أُضيءُ المصباحَ، ثمَّ أضعُهُ خلفَ حاجزِ الكرتونِ على نحوٍ يسمحُ لحزمةٍ ضوئيةٍ ضيِّقةٍ بالمرورِ خلالَ الشَّقِّ.
4. **ألاحِظُ**: أُحرِّكُ المنشورَ الزجاجيَّ لتعديلِ زاويةِ سقوطِ الضوءِ عليْهِ حتّى يتجمَّعَ الضوءُ الصادرُ منَ المنشورِ على الشاشةِ البيضاءِ.
5. **ألاحِظُ**: أضعُ أنبوبَ التفريغِ الذي يحوي غازَ الهيدروجينِ محلَّ المصباحِ الضوئيِّ، ثمَّ أُحرِّرُ الخطواتِ السابقةَ باستعمالِ ملفِّ رموكورف.



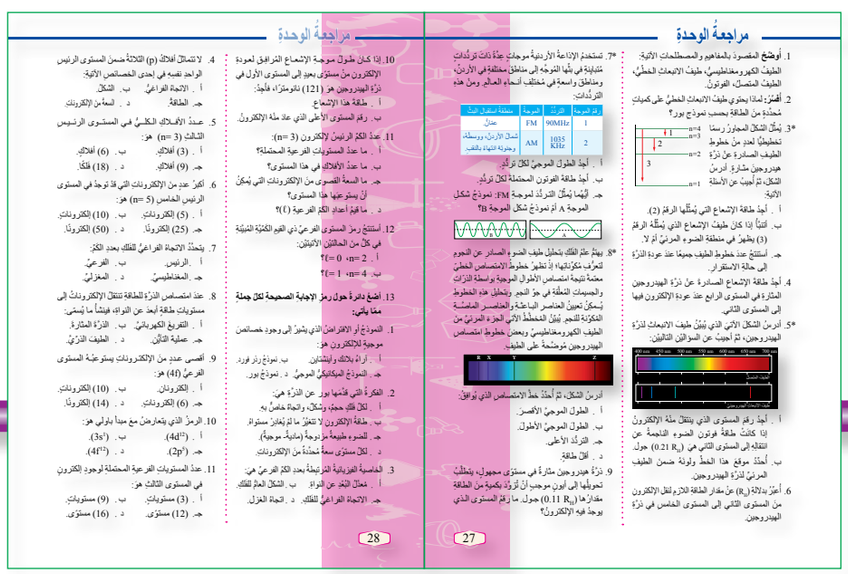

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- كيفَ يظهرُ الضوءُ الصادرُ عنِ المصباحِ على الشاشةِ البيضاءِ؟ أصِفُ ذلكَ.
2- أصِفُ الضوءَ الصادرَ عنْ أنبوبِ التفريغِ.
3- ما الفرقُ بينَ ألوانِ الضوءِ الصادرةِ في كلتا الحالتيْنِ؟

9

## 5 التقويم Evaluation:

التحقق من تعلُّم الطلبة وفهمهم للموضوع، ومنح المعلِّم فرصة لتعرّف نقاط القوة والضعف لدى طلبته.


مراجعةُ الوحدةِ

1. أوضحُ المقصودَ بالمفاهيمِ والمصطلحاتِ الآتيةِ: الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ، طيفُ الانبعاثِ الخطيُّ، الطيفُ المتصلُ، الفوتونُ.
2. أقارنُ إحدى طيفِ الانبعاثِ الخطيِّ على كميةِ محدَّدةٍ منَ الطاقةِ بحسبِ نموذجِ بور؟
3. يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ رسمًا تخطيطيًّا لعددٍ منْ خطوطِ الطيفِ الصادرةِ عنْ ذرَّةِ هيدروجينَ مثارةٍ. أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:
   أ. أجدُ طاقةَ الإشعاعِ التي يُمثِّلُها الرقمُ (2).
   ب. أتنبَّأُ إذا كانَ طيفُ الإشعاعِ الذي يُمثِّلُهُ الرقمُ (3) يظهرُ في منطقةِ الضوءِ المرئيِّ أمْ لا.
   جـ. أستنتجُ عددَ خطوطِ الطيفِ جميعِها عندَ عودةِ الذرَّةِ إلى حالةِ الاستقرارِ.
4. أجدُ طاقةَ الإشعاعِ الصادرةِ عنْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في المستوى الرابعِ عندَ عودةِ الإلكترونِ فيها إلى المستوى الثاني.
5. أدرسُ الشكلَ الآتي الذي يُبيِّنُ طيفَ الانبعاثِ لذرَّةِ الهيدروجينِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ السؤالينِ التاليينِ:
   أ. أجدُ رقمَ المستوى الذي ينتقلُ منهُ الإلكترونُ إذا كانتْ طاقةُ فوتونِ الضوءِ الناجمةُ عنِ انتقالِهِ إلى المستوى الثاني هي ($R_H$ 0.21) جول.
   ب. أحدِّدُ موقعَ هذا الخطِّ ولونهُ ضمنَ الطيفِ المرئيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.
6. أعبِّرُ دالةً ($R_H$) عنْ مقدارِ الطاقةِ اللازمِ نقلُ الإلكترونِ منَ المستوى الثاني إلى المستوى الخامسِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ.
7. تستخدمُ الإذاعةُ الأردنيةُ موجاتٍ عدَّةً ذاتَ ترددّاتٍ متباينةٍ في بثِّها المُوجَّهِ إلى مناطقَ مختلفةٍ في الأردنِّ، ومناطقَ واسعةٍ في مختلفِ أنحاءِ العالمِ. ومنْ هذهِ الترددّاتِ:

| رقم الموجة | التردّد | الموجة | منطقة استقبال البث |
|---|---|---|---|
| 1 | 90MHz | FM | عمّان |
| 2 | 1035 KHz | AM | شمالَ الأردنِّ، ووسطَهُ، وجنوبَهُ انتهاءً بالعقبةِ |

   أ. أجدُ الطولَ الموجيَّ لكلِّ تردّدٍ.
   ب. أجدُ طاقةَ الفوتونِ المختلفةِ لكلِّ تردّدٍ.
   جـ. أيُّهما يُمكِّنُ التردّدُ لموجةِ FM: نموذجُ شكلِ الموجةِ A أمْ نموذجُ شكلِ الموجةِ B؟



8. يهتمُّ علمُ الفلكِ بتحليلِ طيفِ الضوءِ الصادرِ عنِ النجومِ لتعرُّفِ مكوِّناتِها؛ إذْ تظهرُ خطوطُ الامتصاصِ الخطيِّ معتمةً نتيجةَ امتصاصِ الأطوالِ الموجيةِ بواسطةِ الذرّاتِ والجزيئاتِ المتفلِّتةِ في جوِّ النجمِ. ويُحلِّلُ هذهِ الخطوطِ يُمكنُ تعيينُ العناصرِ الباعثةِ والعناصرِ الماصَّةِ المكوِّنةِ للنجمِ. يُمثِّلُ المخطَّطُ الآتي الجزءَ المرئيَّ منَ الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ وبعضَ خطوطِ امتصاصِ الهيدروجينِ موضَّحةً على الطيفِ.



أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أُحدِّدُ خطَّ الامتصاصِ الذي يُوافقُ:
   أ. الطولَ الموجيَّ الأقصرَ.
   ب. الطولَ الموجيَّ الأطولَ.
   جـ. التردّدَ الأعلى.
   د. أقلَّ طاقةٍ.
9. ذرَّةُ هيدروجينَ مثارةٌ في مستوًى مجهولٍ، يُطلَبُ تحويلُها إلى أيونِ موجبٍ أيْ تأيُّنُها بكميةٍ منَ الطاقةِ مقدارُها ($R_H$ 0.11) جول. ما رقمُ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ؟

مراجعةُ الوحدةِ

10. إذا كانَ طولُ موجةِ الإشعاعِ المرافقِ لعودةِ الإلكترونِ منْ مستوًى بعيدٍ إلى المستوى الأولِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ هوَ (121) نانومترًا، فأجدُ:
   أ. طاقةَ هذا الإشعاعِ.
   ب. رقمَ المستوى الأعلى الذي عادَ منهُ الإلكترونُ.
11. عددَ الكمِّ الرئيسِ للإلكترونِ (n=3):
   أ. ما عددُ المستوياتِ الفرعيةِ المحتملةِ؟
   ب. ما عددُ الأفلاكِ في هذا المستوى؟
   جـ. ما السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يُمكنُ أنْ يستوعبَها هذا المستوى؟
   د. ما قيمةُ أعدادِ الكمِّ الفرعيةِ (ℓ)؟
12. أستنتجُ رمزَ المستوى الفرعيِّ ذي القيمِ الكمِّيَّةِ المبيَّنةِ في كلٍّ منَ الحالتينِ الآتيتينِ:
   أ. n=2، ℓ=0؟
   ب. n=4، ℓ=1؟
13. أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممَّا يأتي:
   1. النموذجُ أو الافتراضُ الذي يشيرُ إلى وجودِ خصائصَ موجيةٍ للإلكترونِ هوَ:
      أ. أرا بلانك، وأينشتاين.
      ب. نموذجُ رذرفورد.
      جـ. النموذجُ الميكانيكيُّ الموجيُّ.
      د. نموذجُ بور.
   2. الفكرةُ التي قدَّمَها بور عنِ الذرَّةِ هيَ:
      أ. لكلِّ ذرَّةٍ حجمٌ وشكلٌ، واتجاهٌ خاصٌّ بهِ.
      ب. طاقةُ الإلكترونِ لا تتغيَّرُ ما لمْ يُغادرْ مستواهُ.
      جـ. للضوءِ طبيعةٌ مزدوجةٌ (ماديةٌ، موجيةٌ).
      د. لكلِّ مستوًى سعةٌ محدَّدةٌ منَ الإلكتروناتِ.
   3. الخاصيةُ الفيزيائيةُ المُميِّزةُ بعددِ الكمِّ الرئيسِ هيَ:
      أ. فعالُ البُعدِ عنِ النواةِ.
      ب. الشكلُ العامُّ للفلكِ.
      جـ. الاتجاهُ الفراغيُّ للفلكِ.
      د. اتجاهُ المَغزلِ.
   4. لا تتماثلُ أفلاكُ (p) الثلاثةُ ضمنَ المستوى الرئيسِ الواحدِ نفسِهِ في إحدى الخصائصِ الآتيةِ:
      أ. الاتجاهُ الفراغيُّ.
      ب. الشكلُ.
      جـ. الطاقةُ.
      د. السعةُ منَ الإلكتروناتِ.
   5. عددُ الأفلاكِ الكليُّ في المستوى الرئيسِ الثالثِ (n=3) هوَ:
      أ. (3) أفلاكٍ.
      ب. (6) أفلاكٍ.
      جـ. (9) أفلاكٍ.
      د. (18) فلكًا.
   6. أكبرُ عددٍ منَ الإلكتروناتِ التي قدْ توجدُ في المستوى الرئيسِ الخامسِ (n=5) هوَ:
      أ. (5) إلكتروناتٍ.
      ب. (10) إلكتروناتٍ.
      جـ. (25) إلكترونًا.
      د. (50) إلكترونًا.
   7. يتحدَّدُ الاتجاهُ الفراغيُّ للفلكِ بحددِ الكمِّ:
      أ. الرئيسِ.
      ب. الفرعيِّ.
      جـ. المغناطيسيِّ.
      د. المغزليِّ.
   8. عندَ امتصاصِ الذرَّةِ للطاقةِ تنتقلُ الإلكتروناتُ إلى مستوياتِ طاقةٍ أبعدَ عنِ النواةِ فيُقالُ ما يُسمَّى:
      أ. التفريغَ الكهربائيَّ.
      ب. الذرَّةَ المثارةَ.
      جـ. عمليةَ التأيُّنِ.
      د. الطيفَ الذرِّيَّ.
   9. أقصى عددٍ منَ الإلكتروناتِ يستوعبُهُ المستوى الفرعيُّ (4f) هوَ:
      أ. (إلكترونان.
      ب. (10) إلكتروناتٍ.
      جـ. (6) إلكتروناتٍ.
      د. (14) إلكترونًا.
   10. الرمزُ الذي يتعارضُ معَ مبدأِ باولي هوَ:
      أ. (4d$^{11}$).
      ب. (3s$^1$).
      جـ. (2p$^6$).
      د. (4f$^{14}$).
   11. عددُ المستوياتِ الفرعيةِ المحتملةِ لوجودِ الإلكترونِ في المستوى الثالثِ هوَ:
      أ. (3) مستوياتٍ.
      ب. (9) مستوياتٍ.
      جـ. (12) مستوًى.
      د. (16) مستوًى.

## 3 الشرح والتفسير Explanation:

تقديم محتوى يتسم بالتنوع في أساليب العرض، ويضم العديد من الصور والأشكال التوضيحية والرسوم البيانية المرتبطة بالموضوع؛ ما يمنح الطلبة فرصةً لبناء المفهوم.

الدرس 1

نظريةُ بور لذرّةِ الهيدروجين

The Bohr Theory of the Hydrogen Atom

**الفكرة الرئيسة:**
يَنبعثُ الضوءُ مِنْ ذرّةِ الهيدروجين المُثارةِ في صورةِ وحداتِ مِنَ الطاقةِ (وحداتُ الكَمِّ) تُسمّى الفوتوناتِ.

**نتاجاتُ التعلُّم:**
أستكشفُ الذرّةَ ومراحلَ تطوُّرِها.

**المفاهيمُ والمصطلحاتُ:**
الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ Electromagnetic Spectrum.
الطيفُ المتصلُ Continuous Spectrum.
الطيفُ المرئيُّ Visible Spectrum.
الطيفُ غيرُ المرئيِّ Invisible Spectrum.
طولُ الموجةِ Wavelength.
التردُّدُ Frequency.
الذرّةُ المثارةُ Exited Atom.
الكَمُّ Quantum.
الفوتونُ Photon.
الطيفُ الخطيُّ Line Spectrum.
طيفُ الانبعاثِ الخطيِّ Line Emission Spectrum.
الطيفُ الذريُّ Atomic Spectrum.
مستوى الطاقةِ Energy Level.

### الضوءُ مصدرُ معلوماتٍ عن الذرّةِ
### Light Provides Information About The Atom

يُعدُّ الضوءُ المصدرَ الرئيسَ للمعلوماتِ التي استندتْ إليْها النظرياتُ الحديثةُ في تفسيرِ بنيةِ الذرّةِ وتركيبِها. فقدْ لاحظَ العلماءُ في أواخرِ القرنِ التاسعَ عشرَ انبعاثَ الضوءِ مِنْ بعضِ العناصرِ عندَ تسخينِها؛ ما دفعَهُمْ إلى دراسةِ الضوءِ وتحليلِهِ، وتوصّلوا إلى ارتباطِ سلوكِ العنصرِ بالتوزيعِ الإلكترونيِّ. وقدِ استنتجَ نيلز بور إلى نتائجِ هذهِ الدراساتِ في بناءِ نموذجِهِ الكَمِّيِّ للذرّةِ الهيدروجين.

لتعرُّفِ نموذجِ بور، يجبُ أولًا تعرُّفُ الضوءِ وخصائصِهِ، أوْ ما يُسمّى الطيفَ الكهرومغناطيسيَّ.

### الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ Electromagnetic Spectrum

يَنتشرُ الضوءُ في الفراغِ بسرعةٍ ثابتةٍ على شكلِ أمواجٍ يُمكنُ وصفُها عنْ طريقِ أطوالِها الموجيةِ وترددِها؛ إذْ تتفاوتُ هذهِ الأطوالُ الموجيةُ تفاوتًا كبيرًا، فبعضُها يتناهى في الصغرِ مثلَ أشعةِ غاما، وبعضُ بالأجزاءِ مِنَ المترِ (النانومتر)، وبعضُ آخرُ أطوالُهُ كبيرةٌ، وهوَ يقاسُ بالأمتارِ أوِ مئاتِ الأمتارِ مثلُ أمواجِ الراديو والتلفازِ. يُطلَقُ على الضوءِ- في جميعِ أطوالِهِ الموجيةِ وترددِاتِهِ- اسمُ الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ Electromagnetic Spectrum. والشكلُ (1) يُبيّنُ الأطوالَ الموجيةَ والترددَاتِ المُختلفةَ للطيفِ الكهرومغناطيسيِّ.




الشكلُ (1): الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ.



يتقسمُ الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ إلى قسمينِ، هما:

أ- **الطيفُ المرئيُّ Visible Spectrum**: يُمثّلُ هذا الطيفُ الضوءَ العاديَّ (ضوءَ الشمسِ) الذي نشاهدُهُ في الفضاءِ، ويُمكنُ للعينِ تمييزُهُ، وهوَ مدًى ضيقٌ مِنَ الأطوالِ الموجيةِ في الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ، يتراوحُ بينَ 350 نانومترًا و 800 نانومترٍ، ويظهرُ عندَ تحليلِ الضوءِ العاديِّ أوْ ضوءِ الشمسِ خلالَ منشورٍ زجاجيٍّ على شكلِ حزمةٍ مِنَ الأشعةِ الملونةِ المتتابعةِ (الأطوالُ الموجيةُ، والترددَاتُ) مِنْ دونِ ظهورِ حدودٍ فاصلةٍ واضحةٍ بينَها، وقدْ أُطلِقَ على هذهِ الحزمةِ اسمُ الطيفِ المتصلِ، أوِ الطيفِ المستمرِّ Continuous Spectrum كما في الشكلِ (2/ أ). مِنَ الأمثلةِ على الطيفِ المرئيِّ قوسُ المطرِ الذي يظهرُ في السماءِ نتيجةَ تشتيتِ حبّاتِ المطرِ لضوءِ الشمسِ كما في الشكلِ (2/ ب).

الشكلُ (2/ ب): قوسُ المطرِ.

ب- **الطيفُ غيرُ المرئيِّ Invisible Spectrum**: يشملُ هذا الطيفُ جميعَ الأطوالِ الموجيةِ التي يزيدُ طولُها على 800 نانومترٍ، وتقعُ تحتَ الضوءِ الأحمرِ، مثلَ: أمواجِ الراديو والتلفازِ، وأمواجِ الميكروويفِ التي تُستخدَمُ في تسخينِ الطعامِ وطهيِهِ، وتلكَ التي يقلُّ طولُها عنْ 350 نانومترًا، وتقعُ فوقَ الضوءِ البنفسجيِّ، مثلَ الأشعةِ السينيةِ التي يستخدمُها الأطباءُ في تصويرِ أجزاءِ الجسمِ، مثلَ: العظامِ، وبعضِ أجزائِهِ الداخليةِ (التصويرُ الملونُ).




الشكلُ (2/ أ): الطيفُ المستمرُّ.

أُفكّرُ: سببُ تشتُّتِ الضوءِ بعدَ خروجِهِ مِنَ المنشورِ.



## 4 التوسع Elaboration:

تزويد الطلبة بخبرات إضافية لإثارة مهارات الاستقصاء لديهم، عن طريق إشراكهم في تجارب وأنشطة جديدة تكون أشبه بتحدٍّ يُفضي إلى التوسع في الموضوع، أو تعميق فهمه.

الإثراءُ والتوسعُ

### الخلايا الكهروضوئيةُ Photoelectric Cells

يتزايدُ الطلبُ العالميُّ على الطاقةِ بوتيرةٍ متسارعةٍ نتيجةَ الانفجارِ السكانيِّ والتقدُّمِ التكنولوجيِّ؛ ما يُحتّمُ على الدولِ أنْ تبحثَ عنْ مصادرَ جديدةٍ للطاقةِ أقلَّ تكلفةً. وقدْ تركّزَ الاهتمامُ على مصادرِ الطاقةِ المُتجدّدةِ بوصفِها بديلًا مناسبًا لتلكَ الآخذةِ بالنفادِ، مثلِ: النفطِ، والغازِ، والوَقودِ الأحفوريِّ.

تُعدُّ الطاقةُ الشمسيةُ أحدَ مصادرِ الطاقةِ المُتجدّدةِ الواعدةِ التي يُمكنُها معالجةُ أزمةِ الطاقةِ مستقبلًا. وقدْ تطوّرَتْ صناعةُ الطاقةِ الشمسيةِ على نحوٍ مُضطردٍ في مُختلفِ أنحاءِ العالمِ؛ نظرًا إلى ارتفاعِ الطلبِ على الطاقةِ. وفي هذا السياقِ، سعى الأردنُّ إلى استغلالِ هذا المصدرِ منَ الطاقةِ تلبيةً لحاجاتِهِ المتزايدةِ منْها، فأطلقَ أكبرَ مشروعِ طاقةٍ على مستوى المنطقةِ، أنظرُ الشكلَ المجاورَ.

إنَّ تقنيةَ الألواحِ الشمسيةِ المعروفةَ باسمِ الفوتوفولتيك Photovoltaic (ذاتُ الصلةِ باللوحاتِ الكهروضوئيةِ) تُمثّلُ حدثًا علميًّا مُهمًّا في مجالِ توليدِ الطاقةِ النظيفةِ غيرِ المُكلفةِ؛ إذْ تُستعملُ هذهِ الألواحُ لتحويلِ ضوءِ الشمسِ إلى طاقةٍ كهربائيةٍ مباشرةً باستخدامِ موادَّ شبهِ موصلةٍ للتيارِ الكهربائيِّ، مثلِ: السليكونِ، والجيرمانيومِ الذي تُصنَعُ منْهُ الرقائقُ والألواحُ المُكوّنةُ للخليةِ الكهروضوئيةِ. ويُبيّنُ الشكلُ المجاورُ تركيبَ الخليةِ الكهروضوئيةِ.

تتمثّلُ الألواحُ المُكوّنةُ للخليةِ فوتوناتِ الضوءِ الساقطةَ عليْها؛ ما يُحفّزُها إلى إطلاقِ الإلكتروناتِ، في ما يُعرَفُ بظاهرةِ التأثيرِ الكهروضوئيِّ، فتتجهُ هذهِ الإلكتروناتُ نحوَ قطبِ الخليةِ السالبِ، في حينِ تتحرّكُ الأيوناتُ الموجبةُ الناتجةُ إلى طبقةٍ داخليةٍ تُسمّى الفجواتِ الموجبةَ، ثمَّ تتحرّكُ الإلكتروناتُ منَ القطبِ السالبِ خلالَ موصلٍ إلى الطبقةِ الموجبةِ؛ ما يُولّدُ تيارًا كهربائيًّا. ويُمكنُ التحكُّمُ في فولتيةِ الخليةِ والتيارِ المارِّ بِها عنْ طريقِ توصيلِ الخلايا التي يتراوحُ عددُها بينَ (60) وَ (72) على التوالي، أوْ على التوازي.




تركيبُ الخليةِ الكهروضوئيةِ.

**ابحث** في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ تركيبِ الخلايا الكهروضوئيةِ وكيفيةِ عملِها، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أُناقشُهُ معَ زملائي.

# عناصر محتوى الدرس

يشمل الدرس عناصر متنوعة، عرضت بتسلسل بنائي واضح؛ ما يسهل تعلم الطلبة المفاهيم والمعارف والأفكار الواردة في الدرس.

## الفكرة الرئيسة

تتضمن تلخيص المفاهيم والأفكار والمعارف التي سيتعلمها الطالب خلال الدرس

**الفكرةُ الرئيسةُ:**

ينبعثُ الضوءُ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في صورةِ وحداتٍ منَ الطاقةِ (وحداتُ الكَمِّ) تُسمّى الفوتوناتِ.

## شرح محتوى الدرس

شرح محتوى الدرس بعبارات بسيطة تراعي الفئة العمرية وخصائص الطلبة النمائية. ونظم الشرح بحيث تشتمل على عناوين رئيسة يتفرع منها عناوين ثانوية وأحيانًا تندرج عناوين فرعية من العناوين الثانوية وتظهر بألوان مختلفة.

### نظريةُ بور لذرَّةِ الهيدروجينِ
The Bohr Theory of the Hydrogen Atom

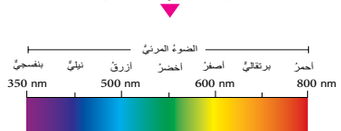
#### الضوءُ مصدرُ معلوماتٍ عنِ الذرَّةِ
Light Provides Information About The Atom

يُعَدُّ الضوءُ المصدرَ الرئيسَ للمعلوماتِ التي استندَتْ إليْها النظرياتُ الحديثةُ في تفسيرِ بنيةِ الذرَّةِ وتركيبِها. فقدْ لاحظَ العلماءُ في أواخرِ القرنِ التاسعَ عشرَ انبعاثَ الضوءِ منْ بعضِ العناصرِ عندَ تسخينِها؛ ما دفعَهُمْ إلى دراسةِ الضوءِ وتحليلِهِ، وتوصَّلوا إلى ارتباطِ سلوكِ العنصرِ بالتوزيعِ الإلكترونيِّ. وقدِ استندَ نيلز بور إلى نتائجِ هذهِ الدراساتِ في بناءِ نموذجِهِ الكَمِّيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

لتعرُّفِ نموذجِ بور، يجبُ أولًا تعرُّفُ الضوءِ وخصائصِهِ، أوْ ما يُسمّى الطيفَ الكهرومغناطيسيَّ.

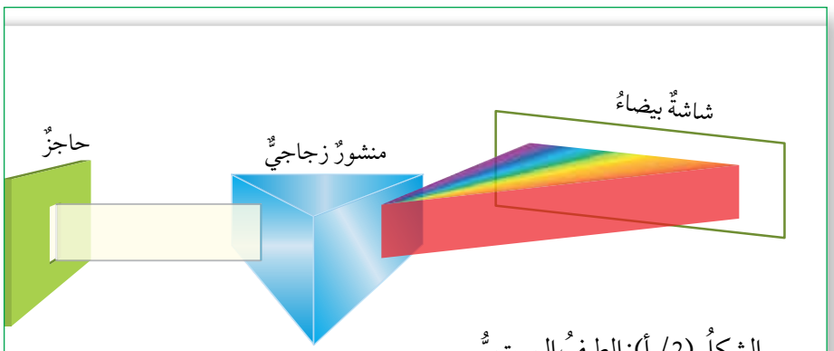
#### الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ Electromagnetic Spectrum

ينتشرُ الضوءُ في الفراغِ بسرعةٍ ثابتةٍ على شكلِ أمواجٍ يُمكِنُ وصفُها عنْ طريقِ أطوالِها الموجيةِ وتردُّدِها؛ إذْ تتفاوتُ هذهِ الأطوالُ الموجيةُ تفاوُتًا كبيرًا، فبعضُها يتناهى في الصغرِ مثلُ أشعةِ غاما، ويقاسُ بالأجزاءِ منَ المترِ (النانومترُ)، وبعضٌ آخرُ أطوالُهُ كبيرةٌ، وهوَ يقاسُ بالأمتارِ أوِ مئاتِ الأمتارِ مثلُ أمواجِ الراديو والتلفازِ. يُطلَقُ على الضوءِ- في جميعِ أطوالِهِ الموجيةِ وتردُّداتِهِ- اسمُ الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ Electromagnetic Spectrum. والشكلُ (1) يُبيِّنُ الأطوالَ الموجيةَ والتردُّداتِ المُختلِفةَ للطيفِ الكهرومغناطيسيِّ.




## الصور والأشكال

صور واضحة ومتنوعة تحقق الغرض العلمي.




الشكلُ (2/ أ): الطيفُ المستمرُّ.

أُفسِّرُ سببَ تشتُّتِ الضوءِ بعدَ خروجِهِ منَ المنشورِ.

## أسئلة الأشكال

أسئلة إجاباتها تكون من الصورة لتدريب الطلبة على التحليل.

#### الطيفُ الذرِّيُّ Atomic Spectrum

لاحظَ العلماءُ أنَّ ذرّاتِ العنصرِ تكتسبُ طاقةً عندَ تسخينِها، فتصبحُ في حالةِ عدمِ استقرارٍ، في ما يُعرَفُ باسمِ الذرّاتِ المثارةِ Exited Atoms، وأنَّ الذرَّةَ لا تعودُ إلى حالةِ الاستقرارِ إلّا بعدَ فقْدِها الطاقةَ على شكلِ أمواجٍ ضوئيةٍ. وقدْ توقَّعَ العلماءُ أنْ يكونَ الضوءُ الصادرُ عنْ هذهِ الذرّاتِ مُتَّصِلًا. ولكنْ عندَ تحليلِ الضوءِ الصادرِ عنِ الذرّاتِ المثارةِ، مثلِ ضوءِ مصباحِ الصوديومِ، أوْ ضوءِ مصباحِ الهيدروجينِ، تَبيَّنَ أنَّهُ يظهرُ على شكلِ عددٍ منَ الخطوطِ الملونةِ المتباعدةِ، التي يمتازُ كلٌّ منْها بطولِ موجةٍ وتردُّدٍ خاصَّيْنِ بِهِ، في ما يُعرَفُ باسمِ الطيفِ المنفصلِ، أوِ الطيفِ الخطِّيِّ Line Spectrum، ويُعرَفُ أيضًا باسمِ طيفِ الانبعاثِ الخطِّيِّ Line Emission Spectrum.

والشكلُ (5) يُبيِّنُ الطيفَ الخطِّيَّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

## المفاهيم والمصطلحات

تظهر مظللة وبخط غامق؛ للتركيز عليها وجذب انتباه الطالب لها.

## نشاط

خبرات عملية تكسب الطالب مهارات ومعارف متنوعة ومنها ما هو على المنحى التكاملي (STEAM).

التجربة 1

الاتجاهاتُ الدوريةُ في الحجومِ الأيونيةِ

العلاقةُ بينَ الحجمِ الأيونيِّ والعددِ الذرِّيِّ

الحجمُ الأيونيُّ

200 180 160 140 120 100 80 60 40 20

0 5 10 15 20 25 30 35 40 50 55

العددُ الذرِّيُّ

**الموادُّ والأدواتُ:** ورقُ رسمٍ بيانيٍّ، أقلامُ تلوين.

**خطواتُ العملِ:**

1- مُستخدِمًا قيمَ أنصافِ أقطارِ الذرّاتِ والأيوناتِ الواردةِ في الشكلِ (10)، أُحدِّدُ على ورقِ البيانيِّ نقاطًا تُمثِّلُ نصفَ القُطرِ الأيونيِّ مقابلَ العددِ الذرِّيِّ.

2- أَصِلُ بينَ النقاطِ الناتجةِ منْ عناصرِ الدورةِ الواحدةِ باستخدامِ قلمِ تلوين.

3- أَصِلُ بينَ النقاطِ الناتجةِ منْ عناصرِ المجموعةِ الواحدةِ باستخدامِ قلمِ تلوينٍ مختلفٍ.

**التحليلُ والاستنتاجُ:**

1. **أقارنُ** بينَ حجمِ الذرَّةِ وأيونِها الموجبِ، وحجمِ الذرَّةِ وأيونِها السالبِ.
2. **أَصِفُ** تغيُّرَ نصفِ القُطرِ الأيونيِّ في الدورةِ الواحدةِ عنْ طريقِ الرسمِ البيانيِّ.
3. **أَصِفُ** تغيُّرَ نصفِ القُطرِ الأيونيِّ في المجموعةِ الواحدةِ عنْ طريقِ الرسمِ البيانيِّ.
4. **أفسِّرُ** سببَ التغيُّرِ في حجومِ الأيوناتِ الموجبةِ والأيوناتِ السالبةِ.

## المهارات

تحدي قدرات الطلبة في مجال التفسير، والتحليل، ومعالجة المعلومات؛ لذا فهي تنمي قدراتهم على التأمل، والتفكير، والاستقصاء، لتحقيق مفهوم التعلم مدى الحياة

## الربط بـ

تقدم معلومات بغرض التكامل مع المباحث الأخرى أو ربط تعلم الطالب مع مجالات الحياة؛ ليصبح تعلمه ذا معنى.

**الربطُ بالرياضياتِ**

توجدُ صلةٌ وثيقةٌ بينَ الصفاتِ الدوريةِ للعناصرِ الكيميائيةِ والأنماطِ في مبحثِ الرياضياتِ؛ إذْ تتكرَّرُ الصفاتُ وفقَ تسلسلٍ مُحدَّدٍ في المجموعةِ الواحدةِ والدورةِ الواحدةِ، ويُمكِنُ التنبُّؤُ بصفةِ العنصرِ قياسًا على نمطِ التغيُّرِ في الدورةِ والمجموعةِ.

## أفكر

تنمية مهارات التفكير

**أفكِّرُ:** لماذا يوجدُ الإلكترونانِ في الفَلَكِ نفسِهِ بالرغمِ منْ أنَّهُما يحملانِ الشحنةَ نفسَها؟

## توظيف التكنولوجيا

تُسهم التكنولوجيا اسهامًا فاعلا في تعلم العلوم، وتساعد على استكشاف المفاهيم الجديدة. ويحفز توافر أدوات التكنولوجيا التأمل والتحليل والتفكير لدى الطالب.

**أبحث**

**قضيةٌ للبحثِ**

يختلفُ التوزيعُ الإلكترونيُّ لعنصرِ الكروم $_{24}Cr$ وعنصرِ النحاسِ $_{29}Cu$ عنْ توزيعِ بقيةِ العناصرِ الانتقاليةِ الرئيسةِ

## أسئلة مراجعة الدرس

أسئلة متنوعة مرتبطة بالفكرة الرئيسة والمفاهيم والمصطلحات والمهارات.

**مراجعةُ الدرسِ**

1- **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ، والمغزليِّ.

2- أُحدِّدُ الخاصيةَ التي يشيرُ إليْها كلُّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ: الرئيسِ، والمغناطيسيِّ.

3- أتوقَّعُ عددَ المستوياتِ الفرعيةِ في المستوى الرئيسِ الرابعِ.

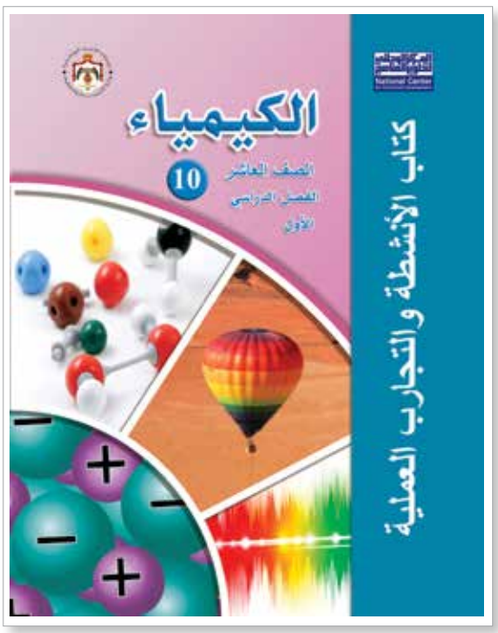
## تقويم تكويني

أسئلة للتحقق من مدى فهم الطلبة أثناء سير التعلم (تقويم تكويني).

**أتحقَّقُ:** أيُّهُما أكبرُ حجمًا: ذرَّةُ الأكسجينِ O أمْ أيونُ الأكسيد $O^{2-}$؟

# بِنية كتاب الأنشطة والتجارب العملية

يخصص كتاب الأنشطة والتجارب العملية لتسجيل الملاحظات ونتائج الأنشطة والتمارين التي ينفذها الطلبة، وما يتعلمونه بشكل رئيس في الدروس. ويتضمن كتاب الأنشطة والتجارب العملية توجيهات للطلبة بشأن ما يجب القيام به. ويسهم في تقديم تغذية راجعة مكتوبة حول تعلم الطلبة وأدائهم.




## أوراق عمل خاصة بالأنشطة الموجودة في كتاب الطالب.

تتضمن أوراق العمل المواد والأدوات اللازمة لإجراء النشاط، وإرشادات السلامة الواجب اتباعها في أثناء إجراءات التنفيذ. وتُوضَّح فيها إجراءات العمل مع وجود أماكن مخصصة لتدوين الملاحظات والنتائج التي توصَّل إليها الطلبة. وتتضمن بعض أوراق العمل صورًا توضيحية لبعض الإجراءات التي توجِب ذلك.

التجربة 1 اختلافُ طيفِ الانبعاثِ للفلزّاتِ المُختلفة

**الخلفيةُ العلميةُ:**
تختلفُ الذرّاتُ في خصائصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ تبعًا لاختلافِ بِنيتِها وتو
إذْ تتوزَّعُ الإلكتروناتُ في الذرَّةِ وفقَ مستوياتِ الطاقةِ بما يُحقِّقُ حالةَ الطاقة
في وضعِ الاستقرارِ. وعندَ إثارةِ الذرَّةِ عنْ طريقِ تسخينِها مباشرةً على لهبٍ،
الغازيةِ لتيارٍ كهربائيٍّ عالي الفولتيةِ (أنابيبُ التفريغِ)، فإنَّ إلكترونًا فيها أوْ أكثرَ
الموجودِ فيهِ إلى مستوى طاقةٍ أعلى، اعتمادًا على مقدارِ الطاقةِ التي تمتصُّها
هذا الإلكترونُ إلى مستوًى أقربَ إلى النواةِ، فاقدًا مقاديرَ مُحدَّدةً منَ الطاقة
ضوئيةٍ ذواتِ ترددَاتٍ مُحدَّدةٍ، بعضُها يقعُ في منطقةِ الطيفِ المرئيِّ، وبعضُ
الطيفِ غيرِ المرئيِّ. ونظرًا إلى اختلافِ الذرّاتِ في تركيبِها؛ فإنَّ الأطيافَ الص
في ما بينَها. وبهذا نجدُ أنَّ لكلِّ ذرَّةٍ طيفًا مرئيًّا خاصًّا بها يُميِّزُها منْ غيرِها،
بعضِها منْ بعضٍ، وتعرُّفَها عنْ طريقِ طيفِ الانبعاثِ الخاصِّ بها.

**الهدفُ:**
تمييزُ طيفِ الانبعاثِ لذرّاتِ العناصرِ المُختلفةِ.

**الموادُّ والأدواتُ:**
كلوريدُ الصوديومِ، كلوريدُ الليثيومِ، كلوريدُ البوتاسيومِ، كلوريدُ الكالسيومِ، كل
بلاتينٍ، محلولُ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، موقدُ بنسن، ماءٌ مُقطَّرٌ، زج
كأسٌ زجاجيةٌ.

**إرشاداتُ السلامةِ:**
- اتباعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- إشعالُ عودِ الثِّقابِ أوِ الولّاعةِ قبلَ فتحِ غازِ بنسن.
- عدمُ لمسِ حمضِ الهيدروكلوريكِ، أوِ استنشاقِ بخارِهِ.



تجربة استهلالية الطيفُ الذرِّيُّ

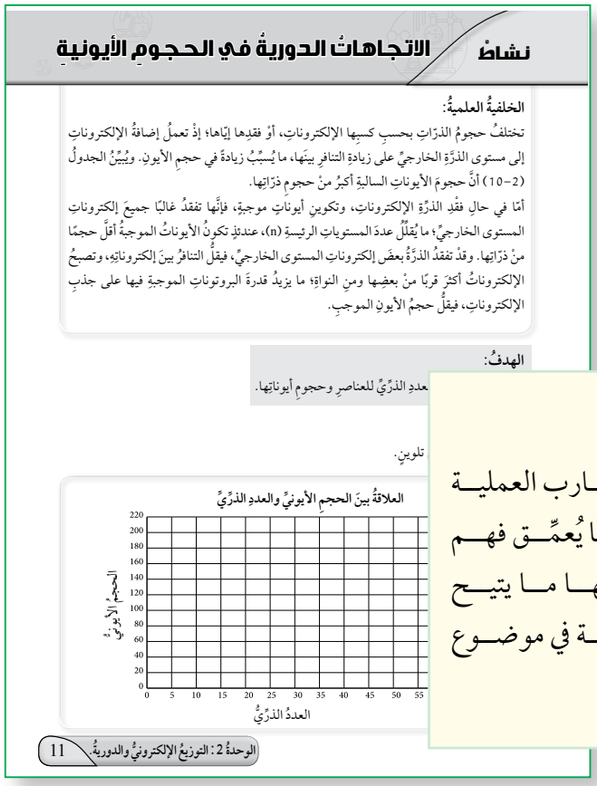
**الخلفيةُ العلميةُ:**
يتكوَّنُ الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ منْ أمواجٍ ضوئيةٍ كثيرةٍ، لكلٍّ منْها طاقةٌ خاصةٌ بها، ويُمكِنُ للعينِ تمييزُ حزمةٍ صغيرةٍ جدًّا منْها، في ما يُعرَفُ بالضوءِ المرئيِّ، في حينِ يُعرَفُ معظمُها بالضوءِ غيرِ المرئيِّ، ويُمكِنُ وصفُ هذهِ الأمواجِ عنْ طريقِ تردُّدِها وطولِ موجتِها.
أوضحَ آينشتاين أنَّ للضوءِ طبيعةً مزدوجةً؛ موجيةً، ومادية، وقدْ أمكنَ بهذهِ الحقيقةِ تفسيرُ ظاهرةِ التأثيرِ الكهروضوئيِّ التي تعني انبعاثَ الإلكتروناتِ منْ سطحِ بعضِ الفلزّاتِ عندَ امتصاصِها للضوءِ بتردُّدٍ مُحدَّدٍ، وحدٍّ أدنى منَ الطاقةِ اللازمةِ لذلكَ.
وفي هذا السياقِ، وجدَ بلانك وآينشتاين أنَّهُ عندَ تعريضِ ذرّاتِ العناصرِ الغازيةِ لطاقةٍ عاليةٍ، فإنَّ الضوءَ ينبعثُ منْ هذهِ الذرّاتِ على شكلِ جسيماتٍ دقيقةٍ تحملُ مقاديرَ مُحدَّدةً منَ الطاقةِ تُسمّى الفوتوناتِ، ويُطلَقُ عليها اسمُ الكوانتا أوِ الكمِّ. وتعتمدُ طاقةُ الإشعاعِ الصادرِ وتردُّدُهُ على مستوياتِ الطاقةِ في الذرَّةِ؛ ما يسمحُ بتعرُّفِ بِنيةِ الذرَّةِ وتركيبِها. وبهذا يُمكِنُ القولُ إنَّ الضوءَ هوَ مصدرُ المعلوماتِ عنِ البِنيةِ الذرِّيةِ.

**الهدفُ:**
تعرُّفُ خصائصِ الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ.

**الموادُّ والأدواتُ:**
شاشةٌ أوْ ورقةُ كرتونٍ بيضاءُ، منشورٌ زجاجيٌّ، حاجزُ كرتونٍ مُقوًّى، أنبوبُ تفريغٍ (الصوديومُ، الهيدروجينُ، النيونُ)، مصباحٌ ضوئيٌّ، ملفُّ رموكورف، مصدرٌ كهربائيٌّ.

**إرشاداتُ السلامةِ:**
الحذرُ عندَ استعمالِ ملفِّ رموكورف؛ فهوَ ذو فولتيةٍ عاليةٍ جدًّا.

**خطواتُ العملِ:**
1. أعملُ شَقًّا مستطيلًا رفيعًا في حاجزِ الكرتونِ، طولُهُ 2سم.
2. أضعُ الشاشةَ البيضاءَ على مسافةٍ مناسبةٍ منْ شَقِّ حاجزِ الكرتونِ بحيثُ تكونُ مُقابلةً لهُ، ثمَّ أضعُ المنشورَ الزجاجيَّ في منتصفِ المسافةِ بينَهُما.



نشاط الاتجاهاتُ الدوريةُ في الحجومِ الأيونيةِ

**الخلفيةُ العلميةُ:**

تختلفُ حجومُ الذرّاتِ بحسبِ كسبِها الإلكتروناتِ، أوْ فقدِها إيّاها؛ إذْ تعملُ إضافةُ الإلكتروناتِ إلى مستوى الذرّةِ الخارجيِّ على زيادةِ التنافرِ بينَها، ما يُسبّبُ زيادةً في حجمِ الأيونِ. ويُبيّنُ الجدولُ (2-10) أنَّ حجومَ الأيوناتِ السالبةِ أكبرُ منْ حجومِ ذرّاتِها.

أمّا في حالِ فقْدِ الذرّةِ الإلكتروناتِ، وتكوينِ أيوناتٍ موجبةٍ، فإنَّها تفقدُ غالبًا جميعَ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ؛ ما يُقلّلُ عددَ المستوياتِ الرئيسةِ (n)، عندئذٍ تكونُ الأيوناتُ الموجبةُ أقلَّ حجمًا منْ ذرّاتِها. وقدْ تفقدُ الذرّةُ بعضَ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ، فيقلُّ التنافرُ بينَ إلكتروناتِهِ، وتصبحُ الإلكتروناتُ أكثرَ قربًا منْ بعضِها ومنِ النواةِ؛ ما يزيدُ قدرةَ البروتوناتِ الموجبةِ فيها على جذبِ الإلكتروناتِ، فيقلُّ حجمُ الأيونِ الموجبِ.

**الهدفُ:**

عددِ الذرّيِّ للعناصرِ وحجومِ أيوناتِها.

تلوينِ.

العلاقةُ بينَ الحجمِ الأيونيِّ والعددِ الذرّيِّ

الحجمُ الأيونيُّ

العددُ الذرّيُّ

الوحدةُ 2 : التوزيعُ الإلكترونيُّ والدوريةُ. 11

## تجارب إثرائية.

يشتمل كتاب الأنشطة والتجارب العملية على تجارب إثرائية، منها ما يُعمِّق فهم الطلبة لموضوع الدرس، ومنها ما يتيح للطلبة فرصة التوسع في المعرفة في موضوع ما.

محاكاةُ لأسئلةِ الاختبارات الدولية

**السؤالُ الأولُ:**

ظهرَ كلوريدُ الليثيوم باللونِ الأحمرِ في تجربةِ اختبارِ اللهبِ. منطقةُ الطيفِ التي يُمكنُ أنْ يظهرَ فيها الطيفُ الأكثرُ طاقةً هيَ:

1) 600 nm - 650 nm
2) 500 nm - 550 nm
3) 450 nm - 500 nm
4) 400 nm - 450 nm

**السؤالُ الثاني:**

درسَ طالبٌ الطيفَ الذرّيَّ لعنصرٍ ما، فوجدَ أنَّ لهُ خطَّيْ طيفٍ أحمرَ وأزرقَ. إذا كانَ الطيفُ الذرّيُّ يتوافقُ معَ فرقِ الطاقةِ بينَ مستويَيْنِ للطاقةِ ينتقلُ بينَهُما الإلكترونُ عندَ عودتِهِ منْ مستوى طاقةٍ أعلى إلى مستوى طاقةٍ أقلَّ، فأُجيبُ عنِ السؤالينِ الآتيَيْنِ:

أ- أرسمُ مُخطَّطًا يُوضّحُ حركةَ الإلكتروناتِ التي تتوافقُ معَ خطوطِ الطيفِ التي يُحتمَلُ ظهورُها على أساسِ وجودِ ثلاثةِ مستوياتٍ محتملةٍ للطاقةِ.

ب- أُحدّدُ مستوياتِ الطاقةِ الموافقةِ لكلِّ طيفٍ، مُبيّنًا الأسسَ التي اعتمدْتُها.

8 الوحدةُ 1 : بنيةُ الذرّةِ وتركيبُها.

محاكاةُ لأسئلةِ الاخت

**السؤالُ الأولُ:**

أجرى طالبٌ تجربةً عنِ التوصيلِ الكهربائيِّ؛ لاستكشافِ ال
بلّوراتُ كلوريدِ الكالسيوم $CaCl_2$، اليودُ $I_2$، بلّوراتُ هيد
البوتاسيوم KI، بلّوراتُ سُكّرِ الفركتوزِ.

أ - أيُّ الموادِّ تُمثّلُ مادةً أيونيةً؟ أيُّها تُمثّلُ مادةً جزيئيةً؟

ب- أقترحُ طريقةً للتحقُّقِ منْ ذلكَ.

**السؤالُ الثاني:**

اكتشفَ أحدُ الطلبةِ عنصرًا جديدًا، ثمَّ دوّنَ بعضَ خصائصِهِ؛
الفلزّاتِ. إحدى الآتيةِ تُمثّلُ خصائصَ هذا العنصرِ:

أ - صُلْبٌ، غيرُ موصلٍ للتيارِ الكهربائيِّ، قابلٌ للطَّرْقِ وال
ب- سائلٌ، غيرُ موصلٍ للتيارِ الكهربائيِّ، غيرُ قابلٍ للطَّرْقِ
ج - صُلْبٌ، موصلٌ للتيارِ الكهربائيِّ، قابلٌ للطَّرْقِ والسَّحْ
د - صُلْبٌ، موصلٌ للتيارِ الكهربائيِّ، غيرُ قابلٍ للطَّرْقِ وال

**السؤالُ الثالثُ:**

يُمثّلُ الرسمُ البيانيُّ الآتي العلاقةَ بينَ الأعدادِ الذرّيةِ والسال
التي بعضُها فلزٌّ، وبعضُها الآخرُ لافلزٌّ:

السالبيةُ الكهربائيةُ

السالبيةُ الكهربائيةُ

22 الوحدةُ 3 : المُركّباتُ والروابطُ الكيميائيةُ.

## أسئلة اختبارات دولية أو على نمطها.

يتضمَّن كتاب الأنشطة والتجارب العملية عددًا من أسئلة الاختبارات الدولية أو على نمطها، لأنها تُركِّز على إتقان العمليات واستيعاب المفاهيم، والقدرة على توظيفها في مواقف حياتية واقعية، ولتشجيع المعلِّم على بناء نماذج اختبارات تحاكي هذه الأسئلة؛ لما لها من أثر في إثارة تفكير الطلبة، ما قد يُسهِم في جعل التفكير العلمي المنطقي نمط تفكير للطلبة في حياتهم اليومية.

# دليل المعلّم

يُقدّم الدليل نظرة عامة عن كل وحدة في كتاب الطالب والدروس المكوّنة لها. ويعرض الدرس وفق نموذج تدريس مكون من ثلاث مراحل، ينفذ كل منها من خلال عناصر محددة. وتبدأ كل وحدة بمصفوفة نتاجات تتضمن نتاجات الوحدة والنتاجات السابقة واللاحقة المرتبطة بها؛ لتعين المعلّم على الترابط الرأسي للمفاهيم والأفكار، ولتساعده في تصميم أنشطة التعلّم والتعليم في الوحدة وتنفيذها.

## مراحل نموذج التدريس

### 1 تقديم الدرس

**تقديم الدرس يشمل ما يأتي:**

- **الفكرة الرئيسة:** التوضيح للمعلّم كيفية عرض الفكرة الرئيسة للدرس.
- **الربط بالمعرفة السابقة:** يُقصَدُ به تنشيط التعلُّم السابق للطالب، الذي يُعدُّ أساسًا ليتعرَّف تنظيم المعلومات، وطرائق ترابطها. ويُقدِّم الدليل مقترحات عدَّةٍ لهذا الربط، وينتهج أساليب متنوعة تختلف باختلاف موضوع الدرس.

### 2 التدريس

**التدريس يشمل ما يأتي:**

- **المناقشة**

يُقدِّم الدليل للمعلِّم مقترحات لمناقشة الطلبة في موضوع الدرس، مثل الأسئلة التي تمهِّد للحوار بين المعلِّم وطلبته، وتُقدِّم إجابات مقترحة لها، تنمح المناقشة الطلبة فرصةً للتعبير عن آرائهم، وتُعلِّمهم تنظيم أفكارهم، وحسن الإصغاء، واحترام الرأي الآخر، وتزيد من ثقتهم بأنفسهم.

- **بناء المفهوم**

تنوعت طرائق بناء المفهوم بالدليل وذلك بحسب طبيعة المفهوم. ويُقدِّم الدليل أفكارًا مقترحة لبناء المفاهيم الواردة في كتاب الطالب.

- **استخدام الصور والأشكال**

تُنمّي الصور والأشكال الثقافة البصرية، وتُوضِّح المفاهيم الواردة في الدرس. يُبيِّن الدليل للمعلِّم كيفية توظيفه الصور والأشكال في عملية التدريس، ويُرشِده إلى كيفية الإفادة منها في تحفيزهم على التفكير.

- **إضاءة للمعلِّم**

معلومة للمعلِّم تُسهِم في إعطائه تفصيلات محددة عن موضوع ما. وقد تُسهِم الإضاءة في تقديم إجابات لأسئلة الطلبة التي تكون غالبًا خارج نطاق المعلومة الواردة في الكتاب.

---

**1 تقديم الدرس**

**الفكرة الرئيسة:**

- وجّه الطلبة إلى فكرة الدرس الرئيسة لاستخلاص المفهوم منها.

* ما التكيُّف؟ * ما الانقراض؟

**الربط بالمعرفة السابقة:**

- اسأل الطلبة عن مجموعات بعض الحيوانات، والنباتات وأوجه التشابة والاختلاف في ما بينها.

**المناقشة:**

نظِّم نقاشًا بين الطلبة عن مفهوم الطفرات، يتضمَّن طرح الأسئلة الآتية عليهم:

- ما المقصود بالطفرات؟ لا تستبعد أيًّا من إجابات الطلبة، ووظِّفها في التوصُّل إلى مفهوم الطفرات.

**بناء المفهوم: التدفق الجيني**

اطلب إلى الطلبة توضيح مفهوم التدفق الجيني، مُعزِّزين إجاباتهم بأمثلة مناسبة، ثم ناقِشهم في ما يتوصَّلون إليه؛ لاستنتاج أنَّ التدفق الجيني هو انتقال الجينات التي يحملها أفراد من مجتمع إلى آخر بسبب الهجرة، مثل: حبوب اللقاح التي تنتشر في مناطق جديدة، والأشخاص الذين ينتقلون إلى مدن أو بلدان جديدة.

**استخدام الصور والأشكال:**

- اطلب إلى الطلبة دراسة الشكل المجاور، ثم اطرح عليهم الأسئلة الآتية:

* ما ألوان الحلازين التي في الشكل؟ احسُبْ نسبة الحلازين ذوات اللون الزاهي.

ألوان الحلازين التي في الشكل، هي: الأزرق، والأحمر، والأخضر، والبُنّي.

**إضاءة للمعلِّم**

**من آليات التطوُّر: الانجراف الجيني.**

تؤدي بعض الكوارث الطبيعية (مثل: الزلازل، والبراكين، والفيضانات) إلى موت عدد كبير من الكائنات الحية عشوائيًّا، فتقلُّ احتمالات ظهور صفة معينة، في حين تزداد فرص ظهور صفات أُخرى بسبب ظهور جاميتات الآباء الذين مُنِحوا فرصة للتكاثر بنجاتهم من هذه الكوارث.

### أخطاء شائعة

قد يكون لدى بعض الطلبة بناء معرفي غير صحيح، يذكر الدليل هذه الأخطاء.

**أخطاء شائعة**

قد يعتقد بعض الطلبة خطأً أنَّ تطوُّر سلالات من كائن حيٍّ يؤدي إلى اختفاء سلالاته الأصلية؛ لذا أخبِرهم أنَّ هذه المعلومة غير صحيحة بدليل ظهور سلالات بكتيريا مُقاوِمة لمضاد حيوي ما، وبقاء بعضها غير مُقاوِم له أحيانًا.

### طريقة أخرى للتدريس

يقدم الدليل مقترحات لتدريس المفهوم بأكثر من طريقة. ويمكن للمعلِّم الاستفادة من تنوع الطرائق المقدمة لتدريس مفهوم ما في خططه العلاجية؛ لمعالجة ضعف بعض الطلبة، إضافةً إلى إمكانية الإفادة منها في تقديم المفهوم بطرائق تنسجم مع خصائص الطلبة وذكاءاتهم المختلفة.

**طريقة أخرى للتدريس**

ربَّما يجد بعض الطلبة صعوبة في فهم التدفق الجيني؛ لذا يمكن توضيح المفهوم باستخدام الرسوم. يمكنك استخدام الشكل الآتي في تدريس المفهوم:

### نشاط سريع

يسهم هذا النشاط في التنسيق بين الموقف التعليمي وأحد المواقف في الحياة العملية، ويستثير قدرات الطلبة، ويُخفِّف جانب الملل لديهم.

**نشاط سريع:**

- أحضر قطعة من الكرتون سوداء اللون، ومجموعة من الخرز الأسود، وأُخرى من الخرز الفضي.

### معلومة إضافية

تُسهِم المعلومات الإضافية في توسيع مدارك الطلبة.

**معلومة إضافية**

من الأدلة التي ساقها العلماء على تطوُّر الكائنات الحية:

٦- علم الأجنَّة المقارن: يشير هذا العلم إلى أنَّ الكائنات الحيَّة قريبة الصلة بعضها من بعض تمرُّ بمراحل متشابهة من التطوُّر الجنيني كما في الشكل الآتي:

### تعزيز

معلومات تُعزِّز فهم موضوع الدرس، فضلًا عن اقتراح طرائق متنوعة لتعزيز المفهوم.

**تعزيز:**

بيِّن للطلبة أنَّ نظرية التوازن المتقطع تعرَّضت للنقد السلبي؛ ذلك أنَّه لا توجد أمثلة تُدلِّل على حدوثها.

### القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمواد الدراسية

يُبيِّن الدليل للمعلِّم القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمواد الدراسية والموضوع المرتبط بها، ويبين له أهمية كل مفهوم في حياة الطلبة، وفي بناء شخصية متكاملة متوازنة لكل منهم.

**القضايا المشتركة والمفاهيم العابرة**

* **قضايا بيئية (ترشيد الاستهلاك):**

الفت انتباه الطلبة إلى أنَّ الأردن بلد لا يوجد فيه مصادر مائية صالحة للشرب، وأنَّه يعتمد على مياه الأمطار في ذلك؛ لذا يجب على كل فرد الاقتصاد في استهلاك الماء عند استعماله، ثم اذكر لهم أمثلة على ذلك.

## 3 التقويم

**التقويم يشمل ما يأتي:**

- إجابات أسئلة مراجعة الدرس.
- إجابات أسئلة الوحدة.

# التقويم في كتاب الطالب

روعي التقويم في كتاب الطالب وكتاب الأنشطة والتجارب العملية ودليل المعلم؛ للتحقق من فهم الطلبة، ويدعم التقويم الإنجازات الفردية، ويتيح للطلبة فرصة التأمل في تعلمهم، ووضع أهداف لأنفسهم. ويوفر التغذية الراجعة والتحفيز والتشجيع لهم. ويُوظَّف في التقويم استراتيجيات تلبي حاجات الطلبة المتنوعة. وفق ما يأتي:

## أتحقق

أسئلة للتحقق من مدى فهم الطلبة أثناء سير التعلم (تقويم تكويني).

✓ **أتحقَّقُ**: أيُّهُما أكبرُ حجمًا: ذرَّةُ الأكسجينِ O أمْ أيونُ الأكسيد $O^{2-}$؟

## مراجعة الدرس

أسئلة متنوعة مرتبطة بالفكرة الرئيسة للدرس والمفاهيم والمصطلحات والمهارات المتنوعة.

### مراجعةُ الدرسِ

1- **الفكرةُ الرئيسةُ**: أُوضِّحُ المقصودَ بكلِّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ، والمغزليِّ.

2- أُحدِّدُ الخاصيةَ التي يشيرُ إليْها كلُّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ: الرئيسِ، والمغناطيسيِّ.

3- أتوقَّعُ عددَ المستوياتِ الفرعيةِ في المستوى الرئيسِ الرابعِ.

4- أُحدِّدُ عددَ أفلاكِ المستوى الفرعيِّ (d).

5- أستنتجُ السعةَ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها المستوى الرئيسُ (n=4).

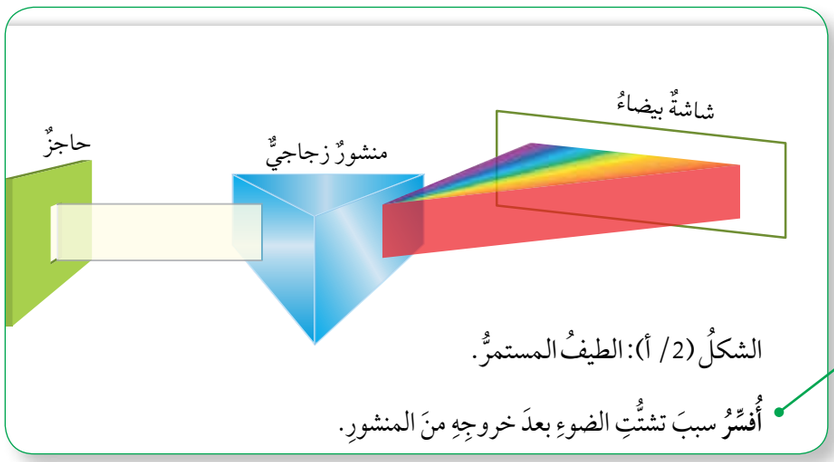
6- **أُفسِّرُ**: لا يُمكِنُ لإلكترونٍ ثالثٍ دخولُ فَلَكٍ يحوي إلكترونيْنِ.

7- **أُفكِّرُ**: هلْ يُمكِنُ لفَلَكٍ ما في الذرَّةِ أنْ يتَّخِذَ أعدادَ الكَمِّ الآتيةَ؟ أُعزِّزُ إجابتي بالدليلِ.

$n = 3 \quad , \quad \ell = 2 \quad , \quad m\ell = -4 \quad , \quad m_s = \frac{-1}{2}$.

## أسئلة الأشكال

أسئلة إجاباتها تكون من الصورة لتدريب الطلبة على التحليل.




الشكلُ (2/ أ): الطيفُ المستمرُّ.

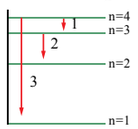
**أُفسِّرُ** سببَ تشتُّتِ الضوءِ بعدَ خروجِهِ منَ المنشورِ.

## مراجعة الوحدة

أسئلة متنوعة مرتبطة بالمفاهيم والمصطلحات والمهارات والأفكار العلمية الواردة في الوحدة.

### مراجعةُ الوحدةِ

1. **أوضّحُ** المقصودَ بالمفاهيمِ والمصطلحاتِ الآتيةِ: الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ، طيفُ الانبعاثِ الخطِّيُّ، الطيفُ المتصلُ، الفوتونُ.
2. **أفسّرُ:** لماذا يحتوي طيفُ الانبعاثِ الخطيُّ على كمياتٍ مُحدَّدةٍ منَ الطاقةِ بحسبِ نموذجِ بور؟
3. *يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ رسمًا تخطيطيًّا لعددٍ منْ خطوطِ الطيفِ الصادرةِ عنْ ذرَّةِ هيدروجينَ مثارةٍ. أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

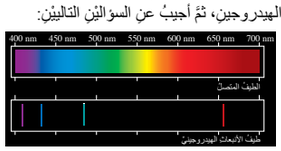



أ . أجِدُ طاقةَ الإشعاعِ التي يُمثِّلُها الرقمُ (2).

ب. أتنبَّأُ إذا كانَ طيفُ الإشعاعِ الذي يُمثِّلُهُ الرقمُ (3) يظهرُ في منطقةِ الضوءِ المرئيِّ أمْ لا.

جـ. أستنتجُ عددَ خطوطِ الطيفِ جميعًا عندَ عودةِ الذرَّةِ إلى حالةِ الاستقرارِ.

4. أجِدُ طاقةَ الإشعاعِ الصادرةِ عنْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في المستوى الرابعِ عندَ عودةِ الإلكترونِ فيها إلى المستوى الثاني.
5. *أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يُبيِّنُ طيفَ الانبعاثِ لذرَّةِ الهيدروجينِ، ثمَّ أجيبُ عنِ السؤالَيْنِ التاليَيْنِ:




أ . أجِدُ رقمَ المستوى الذي ينتقلُ منْهُ الإلكترونُ إذا كانتْ طاقةُ فوتونِ الضوءِ الناجمةُ عنِ انتقالِهِ إلى المستوى الثاني هيَ ($0.21\ R_H$) جول.

ب. أحدِّدُ موقعَ هذا الخطِّ ولونَهُ ضمنَ الطيفِ المرئيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

6. أعبِّرُ بدلالةِ ($R_H$) عنْ مقدارِ الطاقةِ اللازمِ لنقلِ الإلكترونِ منَ المستوى الثاني إلى المستوى الخامسِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ.

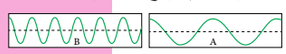
7. *تستخدمُ الإذاعةُ الأردنيةُ موجاتٍ عِدَّةً ذاتَ تردُّداتٍ مُتباينةٍ في بثِّها المُوجَّهِ إلى مناطقَ مختلفةٍ في الأردنِّ، ومناطقَ واسعةٍ في مُختلفِ أنحاءِ العالَمِ. ومنْ هذهِ التردُّداتِ:

| رقمُ الموجةِ | التردُّدُ | الموجةُ | منطقةُ استقبالِ البثِّ |
|---|---|---|---|
| 1 | 90MHz | FM | عمّانُ |
| 2 | 1035 KHz | AM | شمالُ الأردنِّ، ووسطُهُ، وجنوبُهُ انتهاءً بالنقبِ |

أ . أجِدُ الطولَ الموجيَّ لكلِّ تردُّدٍ.

ب. أجِدُ طاقةَ الفوتونِ المحتملةَ لكلِّ تردُّدٍ.

جـ. أيُّهما يُمثِّلُ التردُّدَ لموجةِ FM: نموذجُ شكلِ الموجةِ A أمْ نموذجُ شكلِ الموجةِ B؟




8. *يهتمُّ علمُ الفَلَكِ بتحليلِ طيفِ الضوءِ الصادرِ عنِ النجومِ لتعرُّفِ مُكوِّناتِها؛ إذْ تظهرُ خطوطُ الامتصاصِ الخطيِّ معتمةً نتيجةَ امتصاصِ الأطوالِ الموجيةِ بواسطةِ الذرّاتِ والجسيماتِ المُعلَّقةِ في جوِّ النجمِ. وبتحليلِ هذهِ الخطوطِ يُمكِنُ تعيينُ العناصرِ الباعثةِ والعناصرِ الماصَّةِ المُكوِّنةِ للنجمِ. يُبيِّنُ المُخطَّطُ الآتي الجزءَ المرئيَّ منَ الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ وبعضَ خطوطِ امتصاصِ الهيدروجينِ مُوضَّحةً على الطيفِ.

أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أُحدِّدُ خطَّ الامتصاصِ الذي يُوافِقُ:

أ . الطولَ الموجيَّ الأقصرَ.

ب. الطولَ الموجيَّ الأطولَ.

جـ. التردُّدَ الأعلى.

د . أقلَّ طاقةٍ.

9. ذرَّةُ هيدروجينَ مثارةٌ في مستوًى مجهولٍ، يتطلَّبُ تحويلُها إلى أيونٍ موجبٍ أنْ تُزوَّدَ بكميةٍ منَ الطاقةِ مقدارُها ($0.11\ R_H$) جول. ما رقمُ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ؟

# التقويم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية

يشمل التقويم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية على ما يأتي:

## أسئلة الاختبارات الدولية

### محاكاةٌ لأسئلةِ الاختباراتِ الدوليةِ

**السؤالُ الأولُ:**

ظهرَ كلوريدُ الليثيومِ باللونِ الأحمرِ في تجربةِ اختبارِ اللهبِ. منطقةُ الطيفِ التي يُمكِنُ أنْ يظهرَ فيها الطيفُ الأكثرُ طاقةً هيَ:

1) 600 nm - 650 nm
2) 500 nm - 550 nm
3) 450 nm - 500 nm
4) 400 nm - 450 nm

**السؤالُ الثاني:**

درسَ طالبٌ الطيفَ الذرِّيَّ لعنصرٍ ما، فوجدَ أنَّ لهُ خطَّيْ طيفٍ أحمرَ وأزرقَ. إذا كانَ الطيفُ الذرِّيُّ يتو
معَ فرقِ الطاقةِ بينَ مستويَيْنِ للطاقةِ ينتقلُ بينَهُما الإلكترونُ عندَ عودتِهِ منْ مستوى طاقةٍ أعلى إلى مست
طاقةٍ أقلَّ، فأُجيبُ عنِ السؤالينِ الآتيَيْنِ:

أ- أرسمُ مُخطَّطًا يُوضِّحُ حركةَ الإلكترونِ التي تتوافقُ معَ خطوطِ الطيفِ التي يُحتمَلُ ظهورُها على أس
وجودِ ثلاثةِ مستوياتٍ محتملةٍ للطاقةِ.

ب- أُحدِّدُ مستويَيِ الطاقةِ الموافقةِ لكلِّ طيفٍ، مُبيِّنًا الأسسَ التي اعتمدتُها.



## أسئلة التحليل والاستنتاج

**التحليلُ والاستنتاجُ:**

1. أُقارِنُ بينَ حجمِ الذرَّةِ وأيونِها الموجبِ، وحجمِ الذرَّةِ وأيونِها السالبِ.

2. أَصِفُ تغيُّرَ نصفِ القُطْرِ الأيونيِّ في الدورةِ الواحدةِ عنْ طريقِ الرسمِ البيانيِّ.

3. أَصِفُ تغيُّرَ نصفِ القُطْرِ الأيونيِّ في المجموعةِ الواحدةِ عنْ طريقِ الرسمِ البيانيِّ.

4. أُفسِّرُ سببَ التغيُّرِ في حجومِ الأيوناتِ الموجبةِ والأيوناتِ السالبةِ.

5. أتنبَّأُ بحجمِ أيوناتِ بعضِ العناصرِ غيرِ تلكَ الواردةِ في الشكلِ (10-2) بناءً على الرسمِ البيانيِّ.

# التقويم في دليل المعلِّم

## 1 تقديم الدرس

**الربط بالمعرفة السابقة:**

- ذكِّر الطلبة بالنماذج التي درسوها عن تركيب الذَّرَّة وبِنيتها، ثم اطلب إلى بعضهم رسم نماذج على اللوح لكلٍّ من النماذج الآتية، مُوضِّحين سبب رفضها:

نموذج ثامبسون، نموذج دالتون، نموذج رذرفورد.

- وضِّح للطلبة أنَّ هذه النماذج لم تتمكَّن من تفسير بِنية الذَّرَّة وتركيبها وخصائصها، إلى أنِ اكتُشِفت ظاهرة التأثير الكهروضوئي التي

## الربط مع المعرفة السابقة

## استراتيجيات التقويم:

### التقويم المعتمد على الأداء

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- التقديم: عرض منظم مخطط يقوم به الطالب.
- العرض التوضيحي: عرض شفوي أو عملي يقوم به الطالب.
- الأداء العملي: أداء الطالب مهام محددة بصورة عملية.
- الحديث: تحدث الطالب عن موضوع معين خلال مدة محددة.
- المعرض: عرض الطالب إنتاجه الفكري والعملي.
- المحاكاة/ لعب الأدوار: تنفيذ الطالب حوارًا بكل ما يرافقه من حركات.
- المناقشة/ المناظرة: لقاء بين فريقين من الطلبة يناقشون فيه قضية ما، بحيث يتبنى كل فريق وجهة نظر مختلفة.

### الورقة والقلم

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- الاختبار: طريقة منظمة لتحديد مستوى تحصيل الطالب معلومات ومهارات في مادة دراسية تعلَّمها قبلًا.

### التواصل.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- المؤتمر: لقاء مخطط يعقد بين المعلّم والطالب.
- المقابلة: لقاء بين المعلّم والطالب.
- الأسئلة والأجوبة: أسئلة مباشرة من المعلّم إلى الطالب.

### الملاحظة

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- الملاحظة المنظمة: ملاحظة يخطّط لها من قبل، ويحدّد فيها ظروف مضبوطة، مثل: الزمان، والمكان، والمعايير الخاصة بكل منهما.

### مراجعة الذات

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- يوميات الطالب: كتابة الطالب ما قرأه، أو شاهده، أو سمعه.
- ملف الطالب: ملف يضم أفضل أعمال الطالب.
- تقويم الذات: قدرة الطالب على تقييم أدائه، والحكم عليه.

## أدوات التقويم:

- قائمة الرصد
- سلم التقدير العددي
- سلم التقدير اللفظي
- سجل وصف سير التعلم
- السجل القصصي

# المهارات

يشتمل كتاب الطالب على مهارات متنوعة:

## مهارات القرن الحادي والعشرين

يشهد العالم تحولات وتغيرات هائلة ما يتطلب مستويات متقدمة من الأداء والمهارة، والتحول من ثقافة المستوى الأدنى إلى ثقافة الجودة والإتقان، ومن ثقافة الاستهلاك إلى ثقافة الإنتاج. يعد إكساب الطالب مهاراتِ القرن الحادي والعشرين ركيزة أساسية لتحقيق مفهوم التعلم مدى الحياة.

- التعلم الذاتي.
- التفكير الابتكاري.
- التفكير والعمل التعاوني.
- التفكير الناقد.
- التواصل.
- المعرفة المعلوماتية والتكنولوجية.
- المرونة.
- القيادة.
- المبادرة.
- الإنتاجية.

## مهارات العلم

العمليات التي يقوم بها الطلبة أثناء التوصل إلى النتائج والحكم والتحقق من صدقها، وتسهم ممارسة هذه المهارات في إثارة الاهتمامات العلمية للطلبة؛ ما يدفعهم إلى مزيد من البحث والاكتشاف.

- الأرقام والحسابات.
- استعمال المتغيرات.
- الاستنتاج.
- التجريب.
- تفسير البيانات.
- التواصل.
- التوقع.
- طرح الاسئلة.
- القياس.
- الملاحظة.

## مهارات القراءة

تعد القراءة عملية عقلية يمارس فيها الفرد عِدَّة مهارات. وتهدف مهارات القراءة بوجه عام إلى تنمية البنى المعرفية وحصيلة المفردات العلمية والذكاءات المتعددة، وتعزيز الجوانب الوجدانية والثقة بالنفس والقدرة على التواصل الفاعل، وتنمية التفكير العلمي والإبداعي.

- الاستنتاج.
- التسلسل والتتابع.
- التصنيف.
- التلخيص.
- التوقع.
- الحقيقة والرأي.
- السبب والنتيجة.
- الفكرة الرئيسة والتفاصيل.
- المشكلة والحل.
- المقارنة.

## المهارات العلمية والهندسية

تنمّي هذه المهارات قدرات الطالب على عرض أعماله وأفكاره بدقة وموضوعية، وتبريرها والبرهنة على صدقها، وعرضها بطرائق وأشكال مختلفة، وتبادلها مع الآخرين، واحترام الرأي الآخر. وتؤكد هذه المهارات أهمية إحداث الترابط المرغوب فيه بين المواد الدراسيّة المختلفة، ومع متطلبات التفكير الناقد والإبداعيّ.

- استخدام الرياضيات.
- الاعتماد على الحجة والدليل العلمي.
- بناء التفسيرات العلمية وتصميم الحلول الهندسية.
- تحليل وتفسير البيانات.
- التخطيط وإجراء الاستقصاءات.
- تطوير واستخدام النماذج.
- الحصول على المعلومات وتقيمها وإيصالها.
- طرح الأسئلة وتحديد المشكلات.

# استراتيجيات التدريس وأساليب داعمة في التعلُّم

يعتمد اختيار استراتيجية التدريس أو الأسلوب الداعم على عوامل عدة، منها: النتاجات، وخصائص الطلبة النمائية والمعرفية، والإمكانات المتاحة، والزمن المتاح.

### التعلّم التعاوني Collaborative Learning:

عمل الطلبة ضمن مجموعات لمساعدة بعضهم بعضًا في التعلّم؛ تحقيقًا لهدف مشترك أو واجب ما؛ على أن يبدي كل طالب مسؤولية في التعلُّم، ويتولى العديد من الأدوار داخل المجموعة.

### التفكير الناقد critical thinking:

نشاط ذهني عملي للحكم على صحة رأي أو اعتقاد عن طريق تحليل المعلومات وفرزها واختبارها بهدف التمييز بين الأفكار الإيجابية والأفكار السلبية.

### حل المشكلات Problem Solving:

استراتيجية تقوم على تقديم قضايا ومسائل حقيقية واقعية للطلبة، ثم الطلب إليهم تمحيصها ومعالجتها بأسلوب منظم.

### أكواب إشارة المرور Traffic Light |Cups:

يستخدم هذا الأسلوب للتدريس والمتابعة باستعمال أكواب متعددة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)، بوصف ذلك إشارة للمعلّم في حال احتاج الطلبة إلى المساعدة. يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون طرحه على المعلّم من دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أما اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

### فكّر، انتق زميلًا، شارك Think- Pair- Share:

أسلوب يستخدم لعرض أفكار الطلبة، وفيه يطرح المعلّم سؤالًا على الطلبة، ثم يمنحهم الوقت الكافي للتفكير في الإجابة وكتابة أفكارهم في ورقة، ثم يطلب إلى كل طالبين مشاركة بعضهما بعضًا في الأفكار، ثم عرضها على افراد المجموعات.

### الطاولة المستديرة Round Table:

يمتاز هذا الأسلوب بسرعة تجميع أفكار الطلبة؛ إذ يكتب المعلّم أو أحد أفراد المجموعة سؤالًا في أعلى ورقة فارغة، ثم يُمرّر أفراد المجموعة الورقة على الطاولة، بحيث يضيف كل طالب فقرة جديدة تمثّل إسهامًا في إجابة السؤال، ويستمر ذلك حتى يطلب المعلّم إنهاء ذلك. بعدئذٍ، ينظّم أفراد المجموعة مناقشة للإجابات، ثم تعرض كل مجموعة نتائجها على بقية المجموعات.

### دراسة الحالة:

تعتمد هذه الاستراتيجية على إثارة موضوع أو مفهوم ما للنقاش، ثم يعمل الطلبة في مجموعات على جمع البيانات وتنظيمها، وتحليلها للوصول إلى إيضاحٍ كافٍ للموضوع أو تحديد أبعاد المشكلة واقتراح حلول مناسبة لها.

### بطاقة الخروج Exit Ticket:

يمثّل هذا الأسلوب مهمة قصيرة ينفّذها الطلبة قبل خروج المعلّم من الصف، وفيها يجيبون عن أسئلة قصيرة محددة مكتوبة في بطاقة صغيرة، ثم يجمع المعلّم البطاقات ليقرأ الإجابات، ثم يعلّق في الحصة التالية على إجابات الطلبة التي تمثّل تغذية راجعة يستند إليها في الحصة اللاحقة.

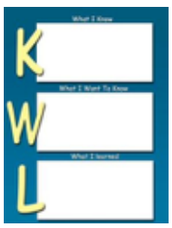
### اثنِ ومرّر Fold and Pass:

أسلوب يجيب فيه الطلبة أو أفراد المجموعات عن سؤال في ورقة، ثمّ تُمرّر الورقة على طلبة الصف بعد ثنيها، وتستمر العملية حتى يّصدر المعلّم للطلبة إشارة بالتوقّف، ثم يقرأ أحد افراد المجموعة ما كُتب في الورقة بصوت عال. وبهذا يتيح للمعلّم جمع معلومات عن إجابات الطلبة، ويتاح للطلبة المشاركة بحرية أكبر، وتقديم التغذية الراجعة، وتقويم الآخرين عندما يقرأون إجابات غيرهم.

### كنت أعتقد، والآن أعرف I Used to Think, But Now I know:

أسلوب يقارن فيه الطلبة (لفظًا، أو كتابةً) أفكارهم في بداية الدرس بما وصلت إليه عند نهايته، ومن الممكن استخدامه تقويمًا ذاتيًّا يتيح للمعلّم الاطلاع على مدى تحسن التعلم لدى الطلبة، وتصحيح المفاهيم البديلة لديهم، وتخطيط الدرس التالي، وتصميم خبرات جديدة تناسب تعلمهم بصورة أفضل.

### جدول التعلُّم (What I already Know/ What I Want to Learn / What I Learned):




يعتمد على محاور أساسية ثلاثة وهي:

- ماذا أعرف؟ وهي خُطوة مهمة لفهم الموضوع الجديد وإنجاز المهمات، فالمتعلِّم يحدِّد إمكاناته حتى يتمكن من استثمارها على أحسن وجه.
- ماذا أريد أن أتعلم؟ وهي مرحلة تحديد المهمة المُتوقَّع إنجازها أو المشكلة التي ينبغي حلها.
- ماذا تعلمت؟ وهي مرحلة تقويم ما تعلَّمهُ الطالب من معارف ومهام وأنشطة.

### طريقة فراير Frayer Method:

يتطلب هذا الأسلوب إكمال الطلبة (فرادى، أو ضمن مجموعات) المنظم التصويري الآتي:

### الطلاقة اللفظية:

يستخدم هذا الاسلوب لتعزيز عمليتي المناقشة والتأمّل، وفيه يتبادل أفراد المجموعة الأدوار بالتحدث عن الموضوع المطروح، والاستماع لبعضهم بعضًا مدَّة محددة من الوقت.

### التعلم بالتعاقد:

تعتمد هذه الاستراتيجية على إشراك الطلبة إشراكًا فعليًّا في تحمّل مسؤولية تعلمهم، تبدأ بتحديد ما سيتعلمونه في فترة زمنية محددة. ويتم من خلال هذه الاستراتيجية عقد اتفاق محدد بين المعلم وطلبته يتضح فيه المصادر التعليمية التي سيلجأ إليها الطلبة خلال عملية بحثهم، وطبيعة الأنشطة التي سيجرونها، وأسلوب التقويم وتوقيته.

### السقالات التعليمية (Instructional Scaffolding):

تجزئة الدرس إلى أجزاء صغيرة؛ ما يساعد الطلبة على الوصول إلى استيعاب الدرس، أو استخدام الوسائط السمعية والبصرية، أو الخرائط الذهنية، أو الخطوط العريضة، أو إيماءات الجسد أو الروابط الإليكترونية وغيرها من الوسائل التي تعد بمثابة "السقالات التعليمية" التي تهدف إلى إعانة الطالب على تحقيق التعلم المقصود .

### التعلُّم المقلوب (Flipped Learning):

استعمال التقنيات الحديثة وشبكة الإنترنت على نحوٍ يسمح للمعلِّم بإعداد الدرس عن طريق مقاطع الفيديو، أو الملفات الصوتية، أو غير ذلك من الوسائط؛ ليطَّلِع عليها الطلبة في منازلهم (تظلُّ متاحة لهم على مدار الوقت)، باستعمال حواسيبهم، أو هواتفهم الذكية، أو أجهزتهم اللوحية قبل الحضور إلى غرفة الصف. في حين يُخصَّص وقت اللقاء الصفي في اليوم التالي لتطبيق المفاهيم والمحتوى العام الذي شاهدوه، وذلك في صورة سلسلة من أنشطة التعلُّم النشط، والأنشطة الاستقصائية، والتجريبية، والعمل بروح الفريق، وتقييم التقدُّم في سير العمل.

# تمايُز التدريس والتعلُّم

## Differentiation of Teaching and Learning

يهدف التمايُز إلى الوفاء بحاجات الطلبة الفردية، ويكون في المحتوى، أو في بيئة التعلُّم، أو في العملية التعليمية التعلُّمية، ويُسهِم التقييم المستمر والتجميع المرن في نجاح هذا النهج من التعليم.

يكون التمايُز في أبسط مستوياته عندما يلجأ المعلِّم إلى تغيير طريقة تدريسه؛ بُغْيَةَ إيجاد فرص تعلُّم لطالب، أو مجموعة صغيرة من الطلبة.

**يُمكِن للمعلِّم تحقيق التمايُز عن طريق أربعة عناصر رئيسة، هي:**

1. **المحتوى Content:** ما يحتاج الطالب إلى تعلُّمه، وكيفية حصوله على المعلومة.
2. **الأنشطة Activities:** الفعاليات التي يشارك فيها الطالب؛ لفهم المحتوى، أو إتقان المهارة.
3. **المُنتَجات Products:** المشاريع التي يتعيَّن على الطالب تنفيذها؛ للتدرُّب على ما تعلَّمه في الوحدة، وتوظيفه في حياته، والتوسُّع فيه.
4. **بيئة التعلُّم Learning environment:** عناصر البيئة الصفية جميعها.

### أمثلة على التمايُز في المحتوى:

- تقديم الأفكار باستعمال الوسائل السمعية والبصرية.
- الاجتماع مع مجموعات صغيرة من الطلبة الذين يعانون صعوبات؛ لإعادة تدريسهم فكرةً، أو تدريبهم على مهارة؛ أو توسيع دائرة التفكير ومستوياته لدى أقرانهم المُتقدِّمين Advanced students.

### أمثلة على التمايُز في الأنشطة:

- الإفادة من الأنشطة المُتدرِّجة التي يمارسها الطلبة كافةً، ولكنَّهم يُظهِرون فيها تقدُّمًا حتى مستويات معينة. وهذا النوع من الأنشطة يُسهِم في تحسُّن أداء الطلبة، ويتيح لهم الاستمرار في التقدُّم، مراعيًا الفروق الفردية بينهم؛ إذ تتباين درجة التعقيد في المستويات التي يصلها الطلبة في هذه الأنشطة.
- تطوير جداول الأعمال الشخصية (قوائم مهام يكتبها المعلِّم، وهي تتضمَّن المهام المشتركة التي يتعيَّن على الطلبة كافةً إنجازها، وتلك التي تفي بحاجات الطلبة الفردية).
- تقديم أشكال من الدعم العملي للطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة.
- منح الطلبة وقتًا إضافيًا لإنجاز المهام؛ بُغْيَةَ دعم الطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة، وإفساح المجال أمام الطلبة المُتقدِّمين Advanced students للخوض في الموضوع على نحوٍ أعمق.

### أمثلة على التمايُز في الأعمال التي يؤديها الطلبة:

- السماح للطلبة بالعمل فرادى أو ضمن مجموعات صغيرة؛ لتنفيذ المهام المنوطة بهم، وتحفيزهم على ذلك.

### أمثلة على التمايُز في بيئة التعلُّم:

- تطوير إجراءات تسمح للطلبة بالحصول على المساعدة عند انشغال المعلِّمين بطلبة آخرين، وعدم تمكُّنهم من تقديم المساعدة المباشرة لهم.
- التحقُّق من وجود أماكن في غرفة الصف، يُمكِن للطلبة العمل فيها بهدوء، ومن دون إلهاء، وكذلك أماكن أُخرى تُسهِّل العمل التعاوني بين الطلبة.

**ملحوظة:** يعتمد التمايُز في التعليم على مدى استعداد الطلبة، ومناحي اهتماماتهم، وسجلّات تعلُّمهم.

- طريقة أخرى للتدريس.

### طريقة أُخرى للتدريس

قد يجد بعض الطلبة صعوبة في تعرُّف فروض نظرية بور. اطلب إلى الطلبة تمثيل مستويات الطاقة في ذَرَّة الهيدروجين باستخدام سُلَّم منزلي؛ وذلك بقياس ارتفاع إحدى درجات السلّم عن الأرض، وتدوين قياساتهم، ثم اختر طالبين متماثلين في الكتلة تقريبًا؛ ليقف أحدهما على الدرجة الأولى والثاني على الدرجة الثانية من السُّلّم.

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– أيُّ الطالبين لديه طاقة وضع أكبر؟ ولماذا؟

الطالب على الدرجة الثانية؛ لأنَّ ارتفاعه عن الأرض ( المركز) أكبر.

- اطلب إلى الطالبين ترك السُّلَّم، واطلب من آخر الصعود إليه، ثم اسأل الطلبة:

–ماذا يحدث لطاقة وضع الطالب عندما ينتقل من أدنى درجة إلى درجة أعلى؟

تزداد طاقة الوضع.

– هل يُمكِن حساب طاقة وضع الطالب عند كل درجة؟

نعم، يُمكِن ذلك باستخدام قانون طاقة الوضع.

– هل يُمكِن حساب الفرق في طاقة الوضع بين الدرجات عندما يصعد عليها الطالب؟

نعم، يُمكِن ذلك بحساب فرق طاقة الوضع بين الدرجة العليا والدرجة الدنيا.

– هل تتغيَّر طاقة وضع الطالب في حال ظلَّ عند الدرجة نفسها؟ لا.

–ماذا يحدث لطاقة الوضع عندما ينتقل الطالب من الدرجة العليا إلى الدرجة الدنيا؟ ولماذا ؟

تقل؛ لأنَّه يصبح عند درجة أقرب إلى الأرض، حيث طاقة الوضع عندها أقل.

- يُمكِن تكرار هذه الإجراءات لأكثر من طالب.

- نشاط سريع.

**نشاط سريع** **مفهوم طول الموجة:**

استخدم نابض الأمواج لتشكيل أمواج مختلفة، بتحريك النابض على سطح الأرض يمينًا ويسارًا؛ بُغْيَةَ توضيح مفهوم طول الموجة للطلبة.

- مشروع الوحدة.

## مشروع الوحدة:

اقترح على الطلبة عمل مشروع عن تاريخ استكشاف بِنية الذَّرَّة، مثل:

- **مشروع مُدوَّنة تاريخ الذَّرَّة:**

اطلب إلى بعض الطلبة من ذوي الميول الحاسوبية عمل مُدوَّنة عن مراحل استكشاف الذَّرَّة، وإبراز جهود أهم العلماء في هذا المجال.

- **تصميم هرم الذَّرَّة وبناؤها:**

وجِّه مجموعة من الطلبة إلى بناء هرم مجسم، توضع فيه نماذج تُمثِّل مراحل استكشاف الذَّرَّة وتعرُّف بِنيتها.

- **فيلم تصويري يعرض لمراحل تطوُّر استكشاف الذَّرَّة:**

اطلب إلى مجموعة من الطلبة جمع صور لنماذج بِنية الذَّرَّة، وترتيبها بحسب تطوُّرها الزمني، واستخدام برمجية مناسبة (مثل دريم ويفر) لعمل مقطع فيديو يتناول هذه المراحل ثم تحميله في موقع المدرسة الإلكتروني.

## توظيف التكنولوجيا:

في ظل التسارع الملحوظ الذي يشهده العالم في مجال التكنولوجيا، والتوجهات العالمية لمواكبة مختلف القطاعات والمجالات، بما في ذلك قطاع التعليم، فقد تضمَّن كتاب الطالب وكتاب الأنشطة والتمارين دروسًا تعتمد على التعلُّم المتمازج (Blended Learning) الذي يربط بين التكنولوجيا وطرائق التعلُّم المختلفة، وأنشطةً وفق المنحى التكاملي (STEAM) تُعدُّ التكنولوجيا المحور الرئيس فيها .

عند توظيف المعلِّم للتكنولوجيا، يتعيَّن عليه مراعاة ما يأتي:

- التحقُّق من موثوقية المواقع الإلكترونية التي يقترحها على الطلبة؛ يوجد العديد من المواقع التي تحتوي على معلومات علمية غير دقيقة.
- زيارة الموقع الإلكتروني قبل وضعه ضمن قائمة المواقع الإلكترونية المقترحة؛ إذ تتعرَّض بعض المواقع الإلكترونية أحيانًا إلى القرصنة الإلكترونية واستبدال الموضوعات المعروضة.
- إرشاد الطلبة إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة التي تنتهي عادة بأحد الاختصارات الآتية: (org .edu .gov.).

**توظيف التكنولوجيا**

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن نظرية بور لذرة الهيدروجين، علمًا بأنَّه يُمكِنك إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

شارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams) ، أو استعمِل أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

# الوحدة الأولى

# الوحدة الأولى: بِنية الذَّرَّة وتركيبها
# The structure and composition of the atom

| تجربة استهلالية: الطيف الذَّرِّي. | | | |
|---|---|---|---|
| الدرس | نتاجات التعلُّم | التجارب والأنشطة | عدد الحصص |
| **الأول: نظرية بور لذّرَّة الهيدروجين.** | • أستكشف الذَّرَّة ومراحل تطوُّرها.<br>• أُوضِّح المقصود بالطيف الذَّرِّي، والطيف الكهرو مغنا طيسي .<br>• أستخدم نتائج نظرية بور لحساب كمية الطاقة المنبعثة أو الممتصة عند انتقال الإلكترون بين مستويين في ذرة الهيدروجين. | ◦ تجربة1 : اختلاف طيف الانبعاث للفلزات المختلفة. | 3 |
| **الثاني: النموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة.** | • أصف النموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة.<br>• أستدل على الصفات المميزة للعناصر عن طريق أعداد الكم الأربعة.<br>• أكتب توزيعًا إلكترونيًّا لمجموعة من العناصر في الجدول الدوري (ممثلة، وانتقالية)، مُوظِّفًا مبدأ باولي للاستبعاد، وقاعدة هوند، ومبدأ أوفباو للبناء التصاعدي.<br>• أتنبأ بدورية خصائص العناصر (مثل: نصف القُطْر الذَّرِّي، وطاقة التأين، والسالبية الكهربية) في الدورة والمجموعة في الجدول الدوري. | | 3 |

**النتاجات السابقة واللاحقة المُتعلِّقة بالوحدة الأولى: بنية الذَّرَّة وتركيبها.**

| النتاجات السابقة | الصف | النتاجات اللاحقة | الصف |
|---|---|---|---|
| • يدرس مُكوِّنات الذَّرَّة.<br>• يستخدم الجدول الدوري ومواقع العناصر فيه للتنبؤ بنشاط العناصر وميلها إلى فقد الإلكترونات، أو اكتسابها، أو امكانية التشارك فيها. | الثامن | • يستكشف خصائص الذَّرَّة، ومُكوِّناتها.<br>• يُوضِّح مفهوم تهجين الأفلاك، ومبررات حدوثه.<br>• يستقصي العلاقة بين شكل الجزيء ونوع تهجين أفلاك الذَّرَّة المركزية. | الحادي عشر |
| • يستكشف الذَّرَّة، ومُكوِّناتها، ومراحل اكتشافها.<br>• يُقدِّر أهمية التجريب في علم الكيمياء.<br>• يكتب التوزيع الإلكتروني لذرات بعض العناصر في المجموعات المختلفة.<br>• يستنتج ترتيب العناصر وخصائصها في الجدول الدوري.<br>• يستخدم الجدول الدوري للتنبؤ ببعض خصائص العناصر (الحجم، والنشاط الكيميائي). | التاسع | | |

## أتأمَّلُ الصورةَ

- وجِّه انتباه الطلبة إلى تأمُّل صورة الوحدة، ثم إجابة أسئلة «أتأمل الصورة».
- استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها، مُوضِّحًا لهم ما يأتي:
- تتوزَّع الإلكترونات في الذَّرَّة على مستويات من الطاقة، وكل إلكترون يمتلك مقدارًا من الطاقة مساويًا لمقدار طاقة المستوى الموجود فيه.
- يُعَدُّ طيف الانبعاث أو طيف الامتصاص أحد أهم الدلائل على انتقال الإلكترونات بين مستويات الطاقة.

## الفكرة العامة:

- اقرأ الفكرة العامة للوحدة أو اكتبها على السبورة، ثم مَهِّد للوحدة بالحديث عن الذَّرَّة ومُكوِّناتها، ثم اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– مِمَّ تتكوَّن الذَّرَّة؟

تتكوَّن الذَّرَّة من مُكوِّنات صغيرة، هي: البروتونات، والنيترونات والالكترونات.

– أين يوجد كلٌّ من هذه المُكوِّنات؟

توجد البروتونات، والنيترونات في مركز الذَّرَّة، الذي يُسمّى النواة، أما الإلكترونات فتتوزَّع حولها.

- أخبِر الطلبة أنَّه يوجد العديد من النماذج التي قدَّمها العلماء لتوضيح بِنية الذَّرَّة وتركيبها، غير أنَّ هذه النماذج لم تُقدِّم تصوُّرًا واضحًا لبِنية الذَّرَّة وتركيبها، وعلاقة ذلك بخصائص الذَّرّات وسلوكها. أخبِرهم أيضًا أنَّ هذه الوحدة تعرض أهم هذه النظريات والنماذج.

## مشروع الوحدة:

اقترح على الطلبة عمل مشروع عن تاريخ استكشاف بِنية الذَّرَّة، مثل:

- **مشروع مُدوَّنة تاريخ الذَّرَّة:**

اطلب إلى بعض الطلبة من ذوي الميول الحاسوبية عمل مُدوَّنة عن مراحل استكشاف الذَّرَّة، وإبراز جهود أهم العلماء في هذا المجال.

- **تصميم هرم الذَّرَّة وبناؤها:**

وجِّه مجموعة من الطلبة إلى بناء هرم مجسم، توضع فيه نماذج تُمثِّل مراحل استكشاف الذَّرَّة وتعرُّف بِنيتها.

- **فيلم تصويري يعرض لمراحل تطوُّر استكشاف الذَّرَّة:**

اطلب إلى مجموعة من الطلبة جمع صور لنماذج بِنية الذَّرَّة، وترتيبها بحسب تطوُّرها الزمني، واستخدام برمجية مناسبة (مثل دريم ويفر) لعمل مقطع فيديو يتناول هذه المراحل ثم تحميله في موقع المدرسة الإلكتروني.

## الفكرةُ العامةُ:

يُعَدُّ تطوُّرُ العلومِ وأدواتُ البحثِ العلميِّ الأساسَ الذي أسهمَ في تطويرِ النظرياتِ التي فسَّرَتْ بِنيةَ الذرَّةِ، وساعدَ على تعرُّفِ تركيبِها وخصائصِها.

**الدرسُ الأولُ:** نظريةُ بور لذرَّةِ الهيدروجينِ.

**الفكرةُ الرئيسةُ:** ينبعثُ الضوءُ منْ ذرّاتِ العناصرِ بتردُّداتٍ مُعيَّنةٍ اعتمادًا على تركيبِها وبِنيتِها.

**الدرسُ الثاني:** النموذجُ الميكانيكيُّ الموجيُّ للذرَّةِ.

**الفكرةُ الرئيسةُ:** يُمكِنُ وصفُ وجودِ الإلكترونِ حولَ النواةِ، وطاقتِهِ، وشكلِ الفَلَكِ فيهِ باستخدامِ أعدادِ الكَمِّ.

8

### القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** القضايا ذات العلاقة بالعمل: إدارة المشاريع.**

أخبِر الطلبة أنَّ النجاح في إدارة المشروع يتطلَّب التخطيط الجيد للمشروع، والمشاركة الفاعلة لأفراد الفريق، وأداء المهام المنوطة بهم بإتقان، والتقييم المستمر لمراحل العمل وتطويرها ضمن خطة زمنية واضحة المعالم؛ ما يساعد على نجاح المشروع وديمومته.

## تجربةٌ استهلاليةٌ

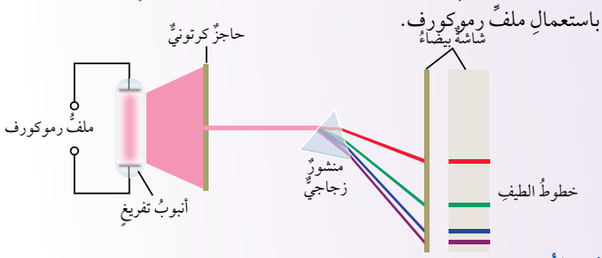
### الطيفُ الذرِّيُّ

**الموادُّ والأدواتُ:** شاشةٌ أوْ ورقةُ كرتونٍ بيضاءُ، منشورٌ زجاجيٌّ، حاجزُ كرتونٍ مُقوًّى، أنبوبُ تفريغٍ (الصوديومُ، الهيدروجينُ، النيونُ)، مصباحٌ ضوئيٌّ، ملفُّ رموكورف، مصدرٌ كهربائيٌّ.

إرشاداتُ السلامةِ: الحذرُ عندَ استعمالِ ملفِّ رموكورف؛ فهوَ ذو فولتيةٍ عاليةٍ جدًّا.

خطواتُ العملِ:

1. أعملُ شَقًّا مستطيلًا رفيعًا في حاجزِ الكرتونِ، طولُهُ 2 سم.
2. أضعُ الشاشةَ البيضاءَ على مسافةٍ مناسبةٍ منْ شَقِّ حاجزِ الكرتونِ بحيثُ تكونُ مُقابِلةً لهُ، ثمَّ أضعُ المنشورَ الزجاجيَّ في منتصفِ المسافةِ بينَهُما.
3. أُضيءُ المصباحَ، ثمَّ أضعُهُ خلفَ حاجزِ الكرتونِ على نحوٍ يسمحُ لحزمةٍ ضوئيةٍ ضيِّقةٍ بالمرورِ خلالَ الشَّقِّ.
4. أُلاحِظُ: أُحرِّكُ المنشورَ الزجاجيَّ لتعديلِ زاويةِ سقوطِ الضوءِ عليْهِ حتّى يتجمَّعَ الضوءُ الصادرُ منَ المنشورِ على الشاشةِ البيضاءِ.
5. أُلاحِظُ: أضعُ أنبوبَ التفريغِ الذي يحوي غازَ الهيدروجينِ محلَّ المصباحِ الضوئيِّ، ثمَّ أُكرِّرُ الخطواتِ السابقةَ باستعمالِ ملفِّ رموكورف.




التحليلُ والاستنتاجُ:

1- كيفَ يظهرُ الضوءُ الصادرُ عنِ المصباحِ على الشاشةِ البيضاءِ؟ أَصِفُ ذلكَ.

2- أَصِفُ الضوءَ الصادرَ عنْ أنبوبِ التفريغِ.

3- ما الفرقُ بينَ ألوانِ الضوءِ الصادرةِ في كلتا الحالتيْنِ؟



## القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

***القضايا ذات العلاقة بالعمل: الأمان والسلامة.**

ورد في التجربة الاستهلالية إرشاد يُؤكِّد أهمية الحفاظ على سلامة الطلبة في أثناء العمل؛ لذا نبِّه الطلبة إلى الالتزام بإجراءات الأمان وإرشادات السلامة عند استخدام ملف رموكورف ذو الفولتية العالية، وعدم العبث بالجهاز أو بالتوصيلات الكهربائية في أثناء تنفيذ التجربة.

التحليل والاستنتاج:

1. يظهر ضوء المصباح العادي على الشاشة البيضاء في صورة مجموعة من الألوان المتتابعة المتداخلة على شكل قوس المطر، ويُسمّى الطيف المتصل.
2. يظهر الضوء الصادر عن أنبوب التفريغ في صورة مجموعة من الخطوط الملونة المتباعدة، ويُسمّى الطيف المنفصل.
3. الضوء العادي: سلسلة من الألوان المتتابعة المتداخلة، من دون وجود حدٍّ فاصل بين اللون واللون الذي يليه.

الضوء الصادر عن أنبوب التفريغ: مجموعة من الخطوط، لكلٍّ منها لون خاص به يُمكِن تمييزه من غيره.

## تجربة استهلالية

**الهدف:**

تمييز أنوع الموجات الضوئية، وبيان أوجه الاختلاف بينها.

**إرشادات السلامة:**

- التحقُّق من سلامة التوصيلات الكهربائية قبل بدء تنفيذ التجربة.
- عدم العبث بملف رموكورف في أثناء تشغيله؛ فهو ذو فولتية عالية (4000 فولت)، وقد يُسبِّب صعقة كهربائية.
- الالتزام بإجراءات الأمان وإرشادات السلامة في المختبر.
- التخلُّص من النفايات بصورة صحيحة بعد الانتهاء من تنفيذ التجربة.

**المهارات العلمية:**

القياس، الملاحظة، التصميم، الاستنتاج.

**الإجراءات والتوجيهات:**

- جهِّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضَّل أنْ تُنفِّذ التجربة وحدك في يوم سابق.
- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم اطلب إليهم الالتزام بالخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- تجوَّل بين أفراد المجموعات مُوجِّهًا ومُرشِدًا ومُساعِدًا.
- وضِّح لهم هدف كل خطوة في أثناء التنفيذ، وتأكَّد أنَّهم تمكَّنوا من جمع الضوء الصادر بعد اختراقه المنشور على اللوحة البيضاء، وأنَّهم دوَّنوا ملاحظاتهم ومشاهداتهم.

**تنبيه:**

الفت انتباه الطلبة إلى احتمال عدم ظهور الطيف في بداية التجربة؛ ما يُحتِّم عليهم تعديل موقع الموشور بالنسبة إلى مصدر الأشعة حتى يظهر الطيف بصورة واضحة.

**توجيه:**

وظِّف نتائج هذه التجربة في تعريف الطلبة بالطيف المتصل والطيف المنفصل. اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى ورقة العمل الخاصة بالتجربة الاستهلالية في كتاب الانشطة والتجارب العملية.

استراتيجية التقويم: المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سُلَّم تقدير.

| الرقم | المعيار | التقدير | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | يعمل شقا طوليا منتظما ومناسبا. | | | | |
| 2 | يقدر المسافة بين المنشور واللوحة البيضاء ومصدر الضوء بشكل جيد. | | | | |
| 3 | يضبط زاوية سقوط الأشعة على المنشوربشكل يسمح بتجميعها. | | | | |
| 4 | يسجل ملاحظته بشكل منظم. | | | | |
| 5 | يصف النتائج التي يتوصل اليها بالاستناد إلى أسس علمية. | | | | |

# الدرسُ 1

## نظرية بور لذّرَّة الهيدروجين
## The Bohr Theory of the Hydrogen Atom

### 1 تقديم الدرس

**◄ الفكرة الرئيسة:**

اكتب على اللوح الفكرة الرئيسة، ثم وضِّح للطلبة أنَّ اكتشاف بِنية الذَّرَّة وتركيبها تطوَّر عبر سلسلة طويلة من الدراسات والأبحاث، تضافرت خلالها جهود العديد من علماء الفيزياء والكيمياء، ومن أبرز هؤلاء العلماء الفيزيائي نيلز بور الذي درس ذَرَّة الهيدروجين وطيفها الذَّرِّي. وهذا يشير إلى وجود عديدٍ من الفرضيات والنماذج حاولت تفسير بِنية الذَّرَّة وتركيبها.

**◄ الربط بالمعرفة السابقة:**

- ذكِّر الطلبة بالنماذج التي درسوها عن تركيب الذَّرَّة وبِنيتها، ثم اطلب إلى بعضهم رسم نماذج على اللوح لكلٍّ من النماذج الآتية، مُوضِّحين سبب رفضها:

نموذج ثامبسون، نموذج دالتون، نموذج رذرفورد.

- وضِّح للطلبة أنَّ هذه النماذج لم تتمكَّن من تفسير بِنية الذَّرَّة وتركيبها وخصائصها، إلى أنِ اكتُشِفت ظاهرة التأثير الكهروضوئي التي فتحت الباب على مصراعيه لدراسة الضوء، وتعرُّف طبيعته، ودوره في تعرُّف تركيب الذَّرَّة وتوزيع الإلكترونات فيها؛ ما أدّى إلى ظهور نماذج ونظريات جديدة حاولت تفسير بِنية الذَّرَّة، مثل: نظرية بور، والنموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة.

### 2 التدريس

**◄ المناقشة:**

أخبِر الطلبة أنَّ الضوء هو المصدر الرئيس للمعلومات الحديثة عن بِنية الذَّرَّة وتركيبها، وأنَّهم سيتعرَّفون في هذا الدرس الضوءَ، وأهم خصائصه (التردُّد، وطول الموجة)، ودوره في اكتشاف مُكوِّنات الذَّرَّة.

**◄ بناء المفهوم**

**الطيف الكهرومغناطيسي**

هو مدى واسع من الأمواج أو الأشعة التي تسير في الفضاء بسرعة ثابتة تساوي ($3 \times 10^8$ m/s)، مثل: ضوء الشمس، والأشعة السينية، وأمواج الراديو والميكروويف؛ وهو يضم الأمواج الضوئية بجميع أطوالها الموجية.





**الفكرةُ الرئيسةُ:**

ينبعثُ الضوءُ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في صورةِ وحداتٍ منَ الطاقةِ (وحداتُ الكَمِّ) تُسمّى الفوتوناتِ.

**نتاجاتُ التعلُّمِ:**

أستكشفُ الذرَّةَ، ومراحلَ تطوُّرِها.

**المفاهيمُ والمصطلحاتُ:**

الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ Electromagnetic Spectrum.

الطيفُ المتصلُ Continuous Spectrum.

الطيفُ المرئيُّ Visible Spectrum.

الطيفُ غيرُ المرئيِّ Invisible Spectrum.

طولُ الموجةِ Wavelength.

التردُّدُ Frequency.

الذرَّةُ المثارةُ Exited Atom.

الكَمُّ Quantum.

الفوتونُ Photon.

الطيفُ الخطِّيُّ Line Spectrum.

طيفُ الانبعاثِ الخطِّيُّ Line Emission Spectrum.

الطيفُ الذرِّيُّ Atomic Spectrum.

مستوى الطاقةِ Energy Level.

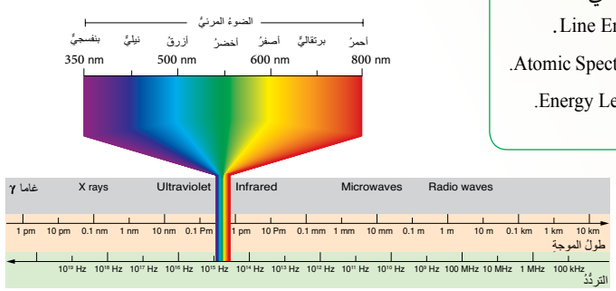
### الضوءُ مصدرُ معلوماتٍ عنِ الذرَّةِ
### Light Provides Information About The Atom

يُعَدُّ الضوءُ المصدرَ الرئيسَ للمعلوماتِ التي استندَتْ إليْها النظرياتُ الحديثةُ في تفسيرِ بِنيةِ الذرَّةِ وتركيبِها. فقدْ لاحظَ العلماءُ في أواخرِ القرنِ التاسعَ عشرَ انبعاثَ الضوءِ منْ بعضِ العناصرِ عندَ تسخينِها؛ ما دفعَهُمْ إلى دراسةِ الضوءِ وتحليلِهِ، وتوصَّلوا إلى ارتباطِ سلوكِ العنصرِ بالتوزيعِ الإلكترونيِّ. وقدِ استندَ نيلز بور إلى نتائجِ هذهِ الدراساتِ في بناءِ نموذجِهِ الكَمِّيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

لتعرُّفِ نموذجِ بور، يجبُ أولًا تعرُّفُ الضوءِ وخصائصِهِ، أوْ ما يُسمّى الطيفَ الكهرومغناطيسيَّ.

### الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ Electromagnetic Spectrum

ينتشرُ الضوءُ في الفراغِ بسرعةٍ ثابتةٍ على شكلِ أمواجٍ يُمكِنُ وصفُها عنْ طريقِ أطوالِها الموجيةِ وتردُّدِها؛ إذْ تتفاوتُ هذهِ الأطوالُ الموجيةُ تفاوُتًا كبيرًا، فبعضُها يتناهى في الصغرِ مثلُ أشعةِ غاما، ويقاسُ بالأجزاءِ منَ المترِ (النانومترُ)، وبعضٌ آخرُ أطوالُهُ كبيرةٌ، وهوَ يقاسُ بالأمتارِ أوِ مئاتِ الأمتارِ مثلُ أمواجِ الراديو والتلفازِ. يُطلَقُ على الضوءِ- في جميعِ أطوالِهِ الموجيةِ وتردُّداتِهِ- اسمُ الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ Electromagnetic Spectrum. والشكلُ (1) يُبيِّنُ الأطوالَ الموجيةَ والتردُّداتِ المُختلفةَ للطيفِ الكهرومغناطيسيِّ.




الشكلُ (1): الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ.



**◄ استخدام الصور والأشكال:**

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1)، وتحديد مُكوِّنات الطيف الكهرومغناطيسي، ثم اسألهم:

– هل يوجد للأمواج الضوئية جميعها ألوان يُمكِن تمييزها؟

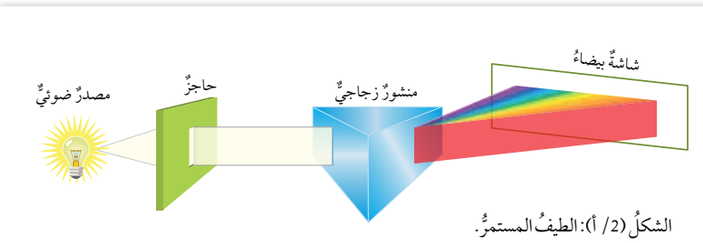
لا؛ إذ توجد حزمة ضيقة من الأمواج لها ألوان يُمكِن تمييزها، في ما يُعرَف بالطيف المرئي. ويتراوح الطول الموجي لمنطقة الطيف المرئي بين 350 نانومتر و800 نانومتر. أمّا الكثير منها فلا يُمكِن تمييزه بالعين، في ما يُعرَف بالطيف غير المرئي.

ينقسمُ الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ إلى قسمَيْنِ، هما:

أ- **الطيفُ المرئيُّ Visible Spectrum**: يُمثِّلُ هذا الطيفُ الضوءَ العاديَّ (ضوءُ الشمسِ) الذي نشاهدُهُ في الفضاءِ، ويُمكِنُ للعينِ تمييزُهُ، وهوَ مدًى ضيِّقٌ منَ الأطوالِ الموجيةِ في الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ، يتراوحُ بينَ 350 نانومترًا وَ 800 نانومترٍ، ويظهرُ عندَ تحليلِ الضوءِ العاديِّ أوْ ضوءِ الشمسِ خلالَ منشورٍ زجاجيٍّ على شكلِ حزمةٍ منَ الأشعةِ الملونةِ المتتابعةِ (الأطوالُ الموجيةُ، والتردُّداتُ) منْ دونِ ظهورِ حدودٍ فاصلةٍ واضحةٍ بيْنَها، وقدْ أُطلِقَ على هذهِ الحزمةِ اسمُ الطيفِ المتصلِ، أوِ الطيفِ المستمرِّ Continuous Spectrum كما في الشكلِ (2/ أ). منَ الأمثلةِ على الطيفِ المرئيِّ قوسُ المطرِ الذي يظهرُ في السماءِ نتيجةَ تشتتِ حبّاتِ المطرِ لضوءِ الشمسِ كما في الشكلِ (2/ ب).

الشكلُ (2/ ب): قوسُ المطرِ.

ب- **الطيفُ غيرُ المرئيِّ Invisible Spectrum**: يشملُ هذا الطيفُ جميعَ الأطوالِ الموجيةِ التي يزيدُ طولُها على 800 نانومترٍ، وتقعُ تحتَ الضوءِ الأحمرِ، مثلَ: أمواجِ الراديو والتلفازِ، وأمواجِ الميكروويفِ التي تُستخدَمُ في تسخينِ الطعامِ وطهيِهِ، وتلكَ التي يقلُّ طولُها عنْ 350 نانومترًا، وتقعُ فوقَ الضوءِ البنفسجيِّ، مثلَ الأشعةِ السينيةِ التي يستخدمُها الأطباءُ في تصويرِ أجزاءِ الجسمِ، مثلِ: العظامِ، وبعضِ أجزائِهِ الداخليةِ (التصويرُ الملونُ).




الشكلُ (2/ أ): الطيفُ المستمرُّ.

أُفسِّرُ سببَ تشتُّتِ الضوءِ بعدَ خروجِهِ منَ المنشورِ.

11

## إجابة سؤال الشكل (2/أ):

عندما ينتقل الضوء بين وسطين مختلفين في الكثافة (مثل: الماء، والهواء)، فإنَّ الأطوال الموجية المختلفة تنكسر (تنحرف) عن مسارها بزوايا مختلفة، بناءً على تردُّد الإشعاع الضوئي وطوله؛ لذا يتشتَّت الضوء بعد خروجه من المنشور.

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2/ أ)، ثم مقارنة شكل الطيف بنتائج تجربة الطيف الذَّرِّي.
- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– هل تختلف نتائج التجربة عن نتائج تحليل الضوء العادي الظاهرة في الشكل؟

لا، لا تختلف؛ إذ تتوافق نتائج هذه التجربة مع صورة الطيف الظاهر في الشكل.

- أخبِر الطلبة أنَّ الطيف المتصل (أو المستمر) الذي يقع في منطقة الضوء المرئي هو جزء من الطيف الكهرومغناطيسي.
- اطلب إلى الطلبة إجابة السؤال الوارد أسفل الشكل (2/ أ).
- استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها للتوصُّل إلى وجود علاقة بين تحلل الضوء وانكساره عند انتقاله بين وسطين مختلفين في الكثافة ( تشتت الضوء) وألوان قوس المطر الظاهر في الشكل (2/ ب)، الذي يتكوَّن نتيجة انكسار الضوء عندما يمر بقطرات الماء المنتشرة في الهواء.

### ◄ مناقشة:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– هل يُمكِنك رؤية الأمواج التي تصل إلى هاتفك الخلوي أو إلى التلفاز، وتنقل إليك الصور والمعلومات؟

ناقش اجابات الطلبة ، ثم بين لهم انه لا يُمكِن رؤية هذه الأمواج؛ لأنَّها غير مرئية.

- أخبِر الطلبة أنَّه توجد أنواع عِدَّة من الأمواج الضوئية غير المرئية التي تستخدم في الجهاز الخلوي والتلفاز والراديو والميكروويف، وأنَّها جزء من الأمواج الضوئية التي تُمثِّل الضوء غير المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي، الذي يقع تحت الأشعة الحمراء وفوق الأشعة البنفسجية للمنطقة المرئية من الطيف، حيث يزيد طولها على 800 نانومتر، ويقل عن 350 نانومتر في الشكل (1).

- وضِّح للطلبة أهمية دراسات بلانك وآينشتاين التي تناولت الضوء وطبيعته المزدوجة (موجية – مادية). وكذلك مفهوم الكم أو الفوتون وعلاقته بالذَّرَّة، مُبيِّنًا لهم علاقة طاقة الفوتون بتردُّده ورمزه (نيو $\nu$).
- اكتب على اللوح تلك العلاقة، مُبيِّنًا للطلبة رموزها.
- وضِّح للطلبة العلاقة العكسية بين تردُّد الفوتون وطول موجته ورمزه (ليمدا $\lambda$).
- اكتب على السبورة تلك العلاقة، مُبيِّنًا للطلبة رموزها.

**◄ استخدام الصور والأشكال:**

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3)، ثم اسألهم:
  - أين تبدأ الموجة التي في الشكل؟
  - أين تنتهي هذه الموجة؟
- استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها، مُبيِّنًا لهم نقطة بداية الموجة ونهايتها على الشكل.
- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:
  - مِمَّ تتكوَّن الموجة؟

  تتكوَّن الموجة من قمَّة وقاع متتاليين.
- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:
  - ما المقصود بطول الموجة؟

  طول الموجة: المسافة بين قمَّتين متتاليتين أو قاعين متتاليين.
- وضِّح للطلبة أنَّ طول الموجة يقاس بالمتر، أو بأجزاء من المتر، مثل النانومتر الذي يساوي ($10^{-9}$) متر.

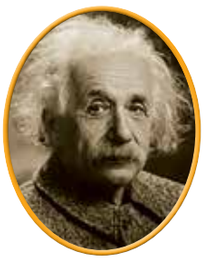
**◄ استخدام الصور والأشكال:**

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (4) لتعرُّف تردُّد الموجة، ثم اسألهم:
  - ما عدد الأمواج في الجزء العلوي والجزء السفلي من الشكل؟
  - ما عدد الموجات التي تمر بنقطة مُحدَّدة في الزمن نفسه؟
- استمِع لإجابات الطلبة كلها، مُؤكِّدًا الإجابة الصحيحة عن طريق عَدِّ الأمواج في كل جزء من الرسم.
- أخبر الطلبة أنَّ التردُّد هو عدد الموجات التي تَعْبر نقطة مُحدَّدة خلال وحدة الزمن، وأنَّ وحدة قياسه هي الهيرتز (Hz)، وأنَّه يُمكِن قياسه بالكيلوهيرتز (KHz) الذي يساوي ($10^3$) هيرتز، أو بالميغاهيرتز (MHz) الذي يساوي ($10^6$) هيرتز.



أجرى العالِمانِ ماكس بلانك وألبرت آينشتاين تجاربَ عديدةً لدراسةِ الضوءِ وتعرُّفِ طبيعتِهِ، أسفرَتْ عنْ معرفةِ الطبيعةِ المزدوجةِ (موجيةٌ–ماديةٌ) للضوءِ، وانبعاثِهِ منَ الذرّاتِ بتردُّداتٍ مُحدَّدةٍ تُسمّى الكَمَّ Quantum، أوِ الفوتوناتِ Photons التي يحملُ كلٌّ منْها مقدارًا مُحدَّدًا منَ الطاقةِ يتناسبُ طرديًّا معَ تردُّدِهِ، وهيَ تُمثِّلُ الوحداتِ الأساسيةَ المُكوِّنةَ للضوءِ. وقدْ عبَّرَ عنْها بلانك بالعلاقةِ الآتيةِ:

العالِمُ ماكس بلانك.



العالِمُ ألبرت آينشتاين.

$$E = h\nu$$

**حيثُ:**

**E:** طاقةُ الفوتونِ.

**h:** ثابتُ بلانك، ويساوي ($6.63\times10^{-34}$ J.s).

**$\nu$:** تردُّدُ الضوءِ.

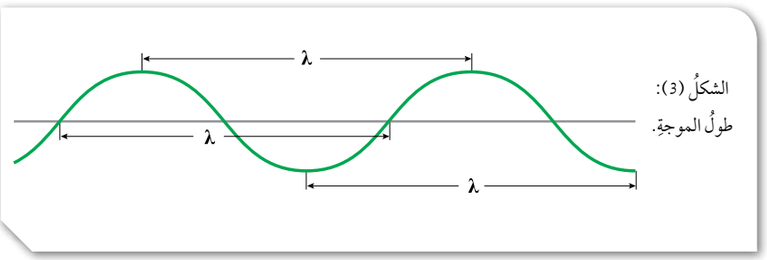
أثبتَتِ الدراساتُ الفيزيائيةُ أنَّ تردُّدَ الضوءِ يتناسبُ عكسيًّا معَ طولِ موجتِهِ، وأنَّهُ يُمكِنُ التعبيرُ عنْ ذلكَ بالعلاقةِ الآتيةِ:

$$c = \lambda\nu$$

**حيثُ:**

**C**: سرعةُ الضوءِ، وتساوي ($3\times10^8$ m\s).

**طولُ الموجةِ ($\lambda$) Wavelength**: المسافةُ الفاصلةُ بينَ قِمَّتَيْنِ متتاليتَيْنِ، أوْ قاعيْنِ متتاليَيْنِ. وهيَ تُقاسُ بالمترِ، أوِ النانومترِ. والشكلُ (3) يُبيِّنُ طولَ الموجةِ.




الشكلُ (3): طولُ الموجةِ.



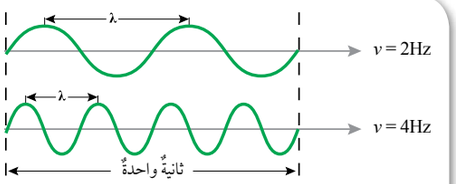
## القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** التفكير: التحليل**

وضّح للطلبة عند استكشاف العلاقة بين طول الموجة وترددها في الشكل (4) أهمية التحليل؛ إذ يُعدّ التحليل مهارة مهمة يمكن توظيفها في الكثير من الأمور الحياتية. تُستخدم هذه المهارة في تحليل الرسوم والأشكال والمسائل والنتائج والبيانات المتعلقة في موضوع ما للوصول إلى المعرفة واستكشاف العلاقات بين المفاهيم المختلفة. للمفهوم أو القضية المراد دراستها.

**نشاط سريع** **مفهوم طول الموجة:**

استخدم نابض الأمواج لتشكيل أمواج مختلفة، بتحريك النابض على سطح الأرض يمينًا ويسارًا؛ بُغْيَةَ توضيح مفهوم طول الموجة للطلبة.



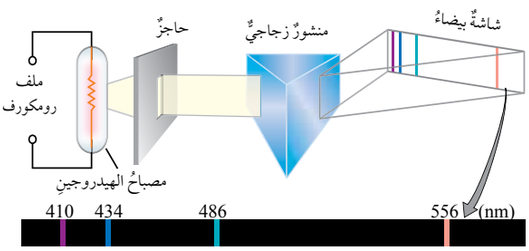

الشكلُ (4): التردُّدُ، وعلاقتُهُ بطولِ الموجةِ.

أُقارِنُ: أيُّهُما أكبرُ: طولُ الموجةِ الأولى أمْ طولُ الموجةِ الثانيةِ؟

**التردُّدُ (ν) Frequency**: عددُ الموجاتِ التي تمرُّ بنقطةٍ في ثانيةٍ، وهوَ يقاسُ بالهيرتز (Hz)، ويتناسبُ عكسيًّا معَ طولِ الموجةِ. والشكلُ (4) يُبيِّنُ التردُّدَ، وعلاقتَهُ بطولِ الموجةِ.

### الطيفُ الذرِّيُّ Atomic Spectrum

لاحظَ العلماءُ أنَّ ذرّاتِ العنصرِ تكتسبُ طاقةً عندَ تسخينِها، فتصبحُ في حالةِ عدمِ استقرارٍ، في ما يُعرَفُ باسمِ الذرّاتِ المثارةِ Exited Atoms، وأنَّ الذرَّةَ لا تعودُ إلى حالةِ الاستقرارِ إلّا بعدَ فقدِها الطاقةَ على شكلِ أمواجٍ ضوئيةٍ. وقدْ توقَّعَ العلماءُ أنْ يكونَ الضوءُ الصادرُ عنْ هذهِ الذرّاتِ مُتَّصِلًا. ولكنْ عندَ تحليلِ الضوءِ الصادرِ عنِ الذرّاتِ المثارةِ، مثلِ ضوءِ مصباحِ الصوديومِ، أوْ ضوءِ مصباحِ الهيدروجينِ، تَبيَّنَ أنَّهُ يظهرُ على شكلِ عددٍ منَ الخطوطِ الملونةِ المتباعدةِ، التي يمتازُ كلٌّ منْها بطولِ موجةٍ وتردُّدٍ خاصَّيْنِ بِهِ، في ما يُعرَفُ باسمِ الطيفِ المنفصلِ، أوِ **الطيفِ الخطِّيِّ Line Spectrum**، ويُعرَفُ أيضًا باسمِ **طيفِ الانبعاثِ الخطِّيِّ Line Emission Spectrum**. والشكلُ (5) يُبيِّنُ الطيفَ الخطِّيَّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.




الشكلُ (5): الطيفُ الخطِّيُّ (المنفصلُ) الناتجُ منْ تحليلِ ضوءِ مصباحِ الهيدروجينِ.



## إجابة سؤال الشكل (4):

الموجة الأولى هي الأطول.

## القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ **الأدلة والبراهين:**

نبِّه الطلبة إلى ضرورة الاستفادة من نتائج التجارب في تأكيد معرفتهم، أو استكشاف معرفة جديدة، وتعزيز استنتاجاتهم بالأدلة والبراهين.

- اطلب إلى الطلبة إجابة السؤال الوارد أسفل الشكل (4).
- استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها للتوصُّل إلى أنَّ الموجة العلوية تتضمَّن موجتين، وأنَّ الموجة السفلية تحوي أربع موجات في الزمن نفسه؛ ما يعني أنَّ تردُّد الموجة العلوية (2Hz)، وتردُّد الموجة السفلية (4Hz)؛ ذلك أنَّ طول الموجة في الجزء العلوي أكبر منه في الجزء السفلي، وهذا يعني أنَّها ذات تردُّد أقل.

### ◄ بناء المفهوم:

**الذَّرَّة المثارة.**

- اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– ما الذي قد يحدث للذَّرَّة في حال اكتسبت كمية الطاقة؟

عند تعرُّض الذَّرَّة للطاقة، فإنَّ إلكتروناتها تكتسب هذه الطاقة، ثم تنتقل من المستوى الموجودة فيه إلى مستويات أعلى من الطاقة أبعد عن النواة.

– هل تكون الذَّرَّة أكثر استقرارًا في حالة الطاقة العليا أم الطاقة الدنيا؟

تكون الذَّرَّة أكثر استقرارًا في حالة الطاقة الدنيا. وعند تعرُّض ذرّات العنصر للحرارة، فإنَّها تمتص الطاقة عن طريق إلكتروناتها؛ ما يؤدي إلى انتقالها (أو بعضها) إلى مستويات أعلى من الطاقة، ويجعل الذَّرَّة في حالة عدم استقرار، فتوصف الذَّرَّة بأنَّها مثارة.

- وضِّح للطلبة أنَّ هذه الإلكترونات لا تستقر في المستويات التي انتقلت إليها في الذَّرَّة المثارة، وأنَّها تبدأ العودة إلى حالة الاستقرار في مستوياتها الأصلية فاقدةً كميات الطاقة التي امتصتها على شكل أمواج ضوئية، بعضها مرئي، وبعضها الآخر غير مرئي، في ما يُعرَف بالطيف الذَّرِّي.

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة طيف الانبعاث الخطي لذَرَّة الهيدروجين في الشكل (5).
- وضِّح لهم أنَّ هذا الطيف يُسمّى طيف الابنعاث الخطي لذَرَّة الهيدروجين، وأنَّ لكل ذَرَّة طيف انبعاث خاصًّا بها يُميِّزها عن غيرها من الذَّرّات، ويختلف باختلاف تركيب الذَّرَّة ومستويات الطاقة فيها.
- اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– للذَّرَّة طيف انبعاث، فهل لها أيضًا طيف امتصاص؟

نعم، لكل ذَرَّة طيف امتصاص.

–كيف يظهر طيف امتصاص الذرة؟

يظهر هذا الطيف على شكل خطوط معتمة في الطيف المرئي بمواقع الطول الموجي الذي امتصته الذَّرَّة.

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6)، ثم المقارنة بين طيف الامتصاص وطيف الانبعاث لذَرَّة الليثيوم، ثم مقارنة ذلك بالطيف المرئي.
- وضِّح للطلبة أنَّ الخطوط السوداء أو المعتمة الظاهرة في مطابقة طيف الامتصاص لذَرَّة الليثيوم بالطيف المرئي تُمثِّل الأطوال الموجية (الألوان) التي امتصتها ذَرّات الليثيوم، وأنَّه عند مقارنة ذلك بطيف الانبعاث لذَرَّة الليثيوم يتبيَّن أنَّ الأطوال الموجية المتصة تطابق تلك التي في طيف الانبعاث للذَّرَّة. وهذا يعني أنَّ الأطوال الموجية التي تمتصها الذَّرَّة هي الأطوال الموجية المنبعثة نفسها.

### المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

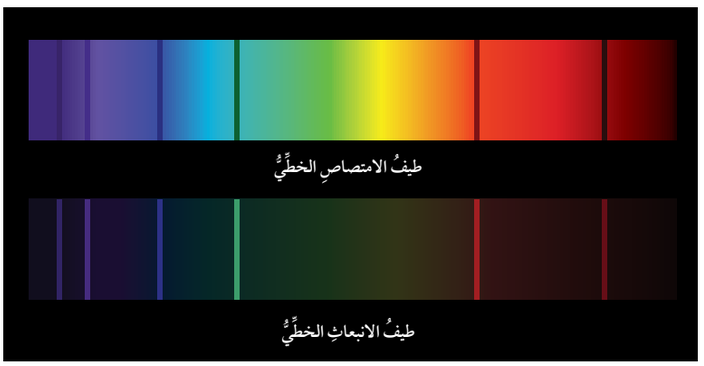
يعتقد بعض الطلبة خطأً أنَّ الطيف الذَّرِّي يتكوَّن فقط من الأطوال الموجية التي تظهر من تحليل الضوء الصادر عن الذَّرّات المثارة في منطقة الضوء المرئي. والحقيقة أنَّ الطيف الذَّرِّي يتكوَّن من عِدَّة أطوال موجية صادرة عن الذَّرَّة التي تقع في منطقة الضوء المرئي وغير المرئي، غير أنَّ ما يُمكِن تمييزه بالعين هو جزء من الأمواج يظهر في منطقة الضوء المرئي. أمّا الأطوال الموجية الأُخرى فيُمكِن تعرُّفها عن طريق تأثيرها في الألواح الفوتوغرافية مثل ألواح صورالأشعة.

**أفكّرُ**

بسبب اختلاف تركيب الذَّرَّة وبِنيتها من عنصر إلى آخر، واختلاف عدد البروتونات، ومستويات الطاقة، وكيفية توزيع الإلكترونات فيها.

عندَ تحوُّلِ ذرّاتِ العنصرِ إلى ذرّاتٍ مثارةٍ، فإنَّها تكتسبُ طاقةً على شكلِ إشعاعاتٍ ذاتِ ترددّاتٍ وأطوالٍ موجيةٍ مُحدَّدةٍ، تُسمّى طيفَ الامتصاصِ الخطِّيَّ، الذي يُمكِنُ تعرُّفُهُ بإمرارِ طيفٍ مستمرٍّ (طيفُ الشمسِ مثلًا) خلالَ بخارِ أحدِ العناصرِ، فتمتصُّ ذرّاتُ العنصرِ الخطوطَ الطيفيةَ الخاصةَ بها؛ ما يُظهِرُ طيفَ الامتصاصِ في المطيافِ على شكلِ خطوطٍ معتمةٍ سوداءَ (مناطقُ الامتصاصِ)، وعندَ مقارنتِها بطيفِ الانبعاثِ للعنصرِ نفسِهِ يُمكِنُ التنبُّؤُ بها؛ فهيَ تُشْبِهُ طيفَ الانبعاثِ للعنصرِ نفسِهِ منْ حيثُ الترددُّاتُ، والأطوالُ الموجيةُ، ولكنَّها تكونُ على شكلِ خطوطٍ معتمةٍ، في حينِ تكونُ خطوطُ طيفِ الانبعاثِ على شكلِ خطوطٍ مضيئةٍ ملونةٍ. ويُمثِّلُ الشكلُ (6) مقارنةً بينَ طيفِ الامتصاصِ الخطِّيِّ وطيفِ الانبعاثِ الخطِّيِّ لذرّاتِ عنصرِ الليثيومِ.

يُعَدُّ طيفُ الانبعاثِ الخطِّيُّ مُميِّزًا للعنصرِ (مثلُ بصمةِ الإصبعِ للإنسانِ)؛ إذْ أثبتَتْ دراساتُ التحليلِ الكيميائيِّ (اختبارُ اللهبِ) أنَّ لكلِّ عنصرٍ طيفًا خطِّيًّا خاصًّا بهِ يُميِّزُهُ منَ الطيفِ الخطِّيِّ لأيِّ عنصرٍ آخرَ. فللصوديومِ – مثلًا– طيفٌ أصفرُ اللونِ، وللبوتاسيومِ لونٌ بنفسجيٌّ، وللباريومِ لونٌ أخضرُ مُصفَرٌّ.




الشكلُ (6): مقارنةُ طيفِ الامتصاصِ بطيفِ الانبعاثِ الخطِّيِّ لذرّاتِ عنصرِ الليثيومِ.



### القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التأمُّل والتساؤل.**

وجِّه الطلبة إلى تأمُّل الأشكال والرسوم والصور؛ لاستنتاج المعرفة، واستكشاف العلاقات بين المفاهيم المختلفة، مُبيِّنًا لهم أنَّ التساؤلات هي أساس استكشاف المعرفة.

✓ **أتحقَّقُ:** الطيف المتصل ينتج من تحليل الضوء العادي أو ضوء الشمس خلال منشور زجاجي على شكل حزمة من الأشعة الملونة المتتابعة من دون ظهور حدود فاصلة واضحة بينها. أمّا الطيف المنفصل فينتج من تحليل الضوء الصادر عن الذَّرّات المثارة، مثل ضوء مصباح الصوديوم، أو ضوء مصباح الهيدروجين، ويظهر على شكل عدد من الخطوط الملونة المتباعدة، التي يمتاز كلٌّ منها بطول موجة، وتردُّد خاص به.

يُـذكَرُ أنَّ الطيفَ الـذرِّيَّ يُستخدَمُ على نـطاقٍ واسـعٍ فـي التحاليلِ الكيميائيـةِ لتـعرُّفِ العناصرِ المُكوِّنـةِ للمُركَّبـاتِ والمـوادِّ المختلفـةِ، وكذلكَ في مجـالِ التحاليلِ الطبيةِ، والصناعيـةِ، والزراعيـةِ، وغيـرِها، وهوَ يُعَدُّ الأساسَ الذي قامَتْ عليْهِ نظريةُ بور لذرَّةِ الهيدروجينِ.

**أفكِّرُ:** لماذا يختـلفُ الطيـفُ الذرِّيُّ منْ عنصرٍ إلى آخرَ؟

✓ **أتحقَّقُ:** أُقارِنُ بينَ الضوءِ الذي يظهرُ في الطيفِ المتصلِ والضوءِ الذي يظهرُ في الطيفِ المنفصلِ.

## التجربةُ 1

### اختلافُ طيفِ الانبعاثِ للفلزّاتِ المُختلفةِ

**الموادُّ والأدواتُ:** كلوريدُ الصوديوم، كلوريدُ الليثيوم، كلوريدُ البوتاسيوم، كلوريدُ الكالسيوم، كلوريدُ النحاسِ (I)، سلكُ بلاتين، محلولُ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، موقدُ بنسن، ماءٌ مُقطَّرٌ، زجاجاتُ ساعةٍ عددُها (5)، كأسٌ زجاجيةٌ.

**إرشاداتُ السلامةِ:**

- اتباعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- إشعالُ عودِ الثِّقابِ أو الولّاعةِ قبلَ فتحِ غازِ بنسن.
- عدمُ لمسِ حمضِ الهيدروكلوريكِ، أو استنشاقِ بخارِهِ.

**خطواتُ العملِ:**

1- أضعُ في كلِّ زجاجةِ ساعةٍ كميَّةً قليلةً منْ أحدِ الأملاحِ.

2- أُشعِلُ موقدَ بنسن، ثمَّ أتركُهُ قريبًا منْ مكانِ تنفيذِ الإجراءاتِ.

3- **أُجرِّبُ، أُطبِّقُ:** أغمسُ سلكَ البلاتينِ في محلولِ حمضِ الهيدروكلوريكِ لتنظيفِهِ منْ أيِّ عوالقَ، ثمَّ أضعُهُ على اللهبِ بضعَ ثوانٍ.

4- **أُجرِّبُ، أُطبِّقُ:** أغمسُ سلكَ البلاتينِ في الماءِ المُقطَّرِ، ثمَّ أغمسُهُ في كلوريدِ الصوديومِ ليلتقطَ بعضَ الملحِ.

5- **ألاحِظُ:** أضعُ سلكَ البلاتينِ على اللهبِ لحرقِ الملحِ. ما لونُ الطيفِ الذي أُشاهِدُهُ؟ أُدوِّنُ إجابتي في جدولٍ.

6- **أُطبِّقُ** الخطواتِ السابقةَ على جميعِ الأملاحِ الأُخرى التي وردَ ذكرُها آنفًا، مُدوِّنًا في الجدولِ لونَ الطيفِ في كلِّ مَرَّةٍ.

**التحليلُ والاستنتاجُ:**

1- هلْ يختلفُ لونُ الطيفِ منْ فلزٍّ إلى آخرَ في المُركَّباتِ السابقةِ؟

2- اعتمادًا على ألوانِ الطيفِ المرئيِّ، ما العلاقةُ بينَ لونِ طيفِ الفلزِّ وطاقتِهِ؟

3- ما سببُ اختلافِ طاقةِ طيفِ الانبعاثِ الصادرِ عنْ ذرّاتِ الفلزّاتِ المُختلفةِ؟



### التحليلُ والاستنتاجُ:

1. نعم، يختلف.
2. كلَّما أصبح لون الطيف مائلًا إلى اللون الأزرق كانت طاقته أعلى.
3. ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد، ويُمكِن قبول إجاباتهم الآتية:
اختلاف تركيب الذَّرّات، اختلاف أعدادها الذَّرِّية، اختلاف عدد إلكتروناتها، اختلاف طاقة المستويات، أو مستويات الطاقة فيها.

## التجربة 1

**الهدف:**

تمييز الأطياف الذَّرِّية لبعض العناصر.

**إرشادات السلامة:**

- اتباع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- إشعال عود الثِّقاب أو الولّاعة قبل فتح غاز بنسن.
- عدم لمس حمض الهيدروكلوريك، أو استنشاق بخاره.

**المهارات العلمية:**

التمييز، الملاحظة، الاستنتاج.

**المواد البديلة:**

أعواد التنظيف القطنية للأذن إذا لم يتوافر سلك بلاتين.

**الإجراءات والتوجيهات:**

- جهِّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضَّل أنْ تُنفِّذ التجربة وحدك في يوم سابق.
- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم اطلب إليهم الالتزام بالخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- تجوَّل بين أفراد المجموعات مُوجِّهًا ومُرشِدًا ومُساعِدًا.
- وضِّح لهم هدف كل خطوة في أثناء التنفيذ، مُبيِّنًا أنَّه يجب تحديد اللون عند بداية الاحتراق، وتأكَّد أنَّهم لاحظوا لون اللهب بدقة، ودوَّنوه. اطلب إلى الطلبة الرجوع إى ورقة عمل التجربة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

| صيغة الملح | NaCl | LiCl | KCl | $CaCl_2$ | CuCl |
|---|---|---|---|---|---|
| الفلز | Na | Li | K | Ca | Cu (l) |
| لون طيف الفلز | أصفر | أحمر وردي | بنفسجي باهت | برتقالي | ازرق |

**استراتيجية التقويم:** الملاحظة

**أداة التقويم:** قائمة الرصد

| الرقم | معايير الأداء | نعم | لا |
|---|---|---|---|
| 1 | يأخذ كميات مناسبة من الاملاح. | | |
| 2 | ينظف سلك البلاتين بالحمض والماء بعد كل استخدام. | | |
| 3 | يميز لون الاحتراق لكل عنصر. | | |
| 4 | ينظم النتائج التي يتوصل اليها. | | |
| 5 | يفسر النتائج بالاستناد الى اسس علمية. | | |

### ◄ مناقشة:

- وضح للطلبة أهم النماذج التي حاولت تفسير بِنية الذَّرَّة وتركيبها، ثم اسألهم:

– ما أهم فروض نظرية رذرفورد؟

- لا تستبعد أيًّا من إجابات الطلبة، وذكِّرهم بفروض نظرية رذرفورد، ثم اسألهم:

–ما سبب فشل نظرية رذرفورد؟

– ناقِش الطلبة في سبب فشل نظرية رذرفورد، بحسب قوانين الفيزياء، مُبيِّنًا لهم تعارضها مع ثبات الذَّرَّة وبقائها.

- وضِّح للطلبة أنَّ ما توصَّل إليه العالِمان بلانك وآينشتاين عن الطبيعة المزدوجة للضوء، وانبعاث الطاقة من الذَّرَّة في صورة فوتونات؛ يُمثِّل الأساس الذي بنى عليه العالِم نيلز بور فرضيته؛ إذ تمكَّن من تفسير طيف الانبعاث لذَرَّة الهيدروجين، وحساب طاقة الإشعاع المنبعث منها، وحساب طاقة المستويات فيها.

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7)، ثم اطلب إليهم تحديد طاقة كل مستوى في ذَرَّة الهيدروجين.
- ناقِش الطلبة في إجاباتهم لاستنتاج الافتراض الأول لنظرية بور لذَرَّة الهيدروجين، مُبيِّنًا لهم العلاقة التي يُمكِن بها حساب طاقة المستوى في هذه الذَّرَّة.
- اطلب إلى الطلبة إجابة السؤال الوارد أسفل الشكل (7).
- استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها.

### ◄ مناقشة:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– كيف يُمكِن نقل الإلكترون من المستوى الأول إلى مستوى آخر في ذَرَّة الهيدروجين؟

– استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها لاستنتاج أنَّه يُمكِن نقل الإلكترون من المستوى الموجود فيه إلى مستوى طاقة أعلى إذا أكسبناه طاقة لتصبح طاقته مساوية لطاقة المستوى الذي سينتقل إليه. وفي المقابل، فإنَّه سيفقد طاقة إذا انتقل من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل، مُبيِّنًا لهم أنَّ هذا هو مضمون الفرض الثاني في ذَرَّة نظرية بور.



## فرضيات نظرية بور Bohr's Postulates Theory

تَمكَّنَ العالِمُ رذرفورد منْ وضعِ نموذجٍ لتفسيرِ بِنيةِ الذرَّةِ، أشارَ فيهِ إلى أنَّ الذرَّةَ تتكوَّنُ منْ نواةٍ موجبةِ الشحنةِ، تتركَّزُ فيها معظمُ كتلةِ الذرَّةِ، وتدورُ حولَها الإلكتروناتُ السالبةُ في مساراتٍ دائريةٍ؛ ما يجعلُ الذرَّةَ مُتعادِلةَ الشحنةِ الكهربائيةِ.

أسهمَتِ القوانينُ والنظرياتُ الفيزيائيةُ في دحضِ هذا النموذجِ؛ إذْ أفادَتْ بوجوبِ فقْدِ الإلكترونِ الطاقةَ باستمرارٍ في أثناءِ دورانِهِ حولَ مركزٍ مشحونٍ؛ ما يعني أنَّهُ يدورُ في مسارٍ يقلُّ نصفُ قُطْرِهِ تدريجيًّا إلى أنْ يسقطَ في المركزِ. وبناءً على ما سبقَ، يُفترَضُ أنْ تسقطَ الإلكتروناتُ في النواةِ، وتتهدَّمَ الذرَّةُ، لكنَّ ذلكَ لا يحدثُ حقيقةً؛ فالذرَّاتُ باقيةٌ لا تتهدَّمُ.

اعتمدَ العالِمُ نيلز بور على النتائجِ التي توصَّلَ إليْها العالِمانِ بلانك وآينشتاين، ودرسَ ذرَّةَ الهيدروجينِ، وتوصَّلَ إلى نظريةٍ تُفسِّرُ حركةَ الإلكتروناتِ حولَ النواةِ منْ دونِ سقوطِها في المركزِ. وقدْ تضمَّنَتْ نظريتُهُ افتراضيْنِ، هما:

1. امتلاكُ الإلكترونِ مقدارًا مُحدَّدًا منَ الطاقةِ يساوي طاقةَ المستوى الموجودِ فيهِ؛ ما يشيرُ إلى وجودِ **مستوياتٍ عِدَّةٍ للطاقةِ Energy Levels** توجدُ فيها الإلكتروناتُ، وتُعرَفُ باسمِ المستوياتِ الرئيسةِ للطاقةِ، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ (n)، وتُستخدَمُ فيها الأعدادُ (∞.....1,2,3,4). ويُبيِّنُ الشكلُ (7) مستوياتِ الطاقةِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ.

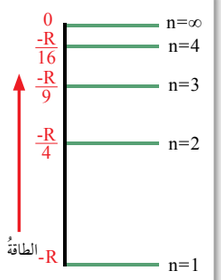
يُمكِنُ إيجادُ طاقةِ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ باستخدامِ العلاقةِ الآتيةِ:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

**حيثُ:**

**$R_H$:** ثابتُ ريد بيرغ ($R_H = 2.18\times10^{-18}J$).

**n:** رقمُ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ.




الشكلُ (7): مستوياتُ الطاقةِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ.

أستنتجُ العلاقةَ بينَ رقمِ المستوى الرئيسِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ وفرقِ الطاقةِ بينَ المستوياتِ.



### إجابة سؤال الشكل (7):

كلَّما زاد رقم المستوى الرئيس (n) زادت طاقته، وأصبحت المستويات أكثر قربًا من بعضها، وقلَّ فرق الطاقة بينها.

### توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن نظرية بور لذرة الهيدروجين، علمًا بأنَّه يُمكِنك إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

شارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams) ، أو استعمِل أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

**2** تغيُّرُ طاقةِ الإلكترونِ في الذرَّةِ عندَ انتقالِهِ منْ مستوى طاقةٍ إلى آخرَ، على النحوِ الآتي:

a – اكتسابُ إلكترونِ ذرَّةِ الهيدروجينِ الموجودِ في المستوى الأولِ مقدارًا مُحدَّدًا منَ الطاقةِ؛ ما يسمحُ لهُ بالانتقالِ منَ المستوى الذي يوجدُ فيهِ إلى مستوى طاقةٍ أعلى.

b – انبعاثُ الضوءِ منَ الذرَّةِ في صورةِ وحداتٍ منَ الطاقةِ (الكَمُّ) تُسمّى الفوتوناتِ، وذلكَ عندَ انتقالِ الإلكترونِ منْ مستوى طاقةٍ أعلى إلى مستوى طاقةٍ أقلَّ؛ ما يؤدي إلى نشوءِ طيفِ الانبعاثِ الخطِّيِّ.

العالِمُ نيلز بور.

وبهذا تَمكَّنَ بور منْ تفسيرِ الطيفِ الخطِّيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ؛ إذْ يكونُ فيها الإلكترونُ –في حالةِ الاستقرارِ– في مستوى الطاقةِ الأدنى (n=1)، ثمَّ يقفزُ إلى مستوى طاقةٍ أعلى عندَ اكتسابِهِ مقدارًا مُحدَّدًا منَ الطاقةِ، فتصبحُ الذرَّةُ في حالةِ عدمِ استقرارٍ، وتوصَفُ بأنَّها ذرَّةٌ مثارةٌ، ولكنْ سرعانَ ما يعودُ الإلكترونُ إلى حالةِ الاستقرارِ منْ جديدٍ؛ بفقْدِهِ مقاديرَ مُحدَّدةً منَ الطاقةِ (الفوتوناتُ) على شكلِ إشعاعاتٍ ضوئيةٍ، لكلٍّ منْها طولُ موجةٍ خاصٌّ بهِ.

يُمكِنُ حسابُ فرقِ الطاقةِ بينَ المستويَيْنِ اللذَيْنِ انتقلَ بينَهُما الإلكترونُ باستخدامِ المعادلةِ الآتيةِ:

$$\Delta E = E_{n_2} - E_{n_1}$$

**حيثُ:**

$n_2$: المستوى الذي انتقلَ إليْهِ الإلكترونُ.

$n_1$: المستوى الذي انتقلَ منْهُ الإلكترونُ.

وبتعويضِ طاقةِ المستوى في العلاقةِ السابقةِ، فإنَّ:

$$\Delta E = \left(\frac{-R_H}{n_2^2}\right) - \left(\frac{-R_H}{n_1^2}\right)$$

يُمكِنُ إعادةُ ترتيبِ هذهِ العلاقةِ للحصولِ على قيمةٍ موجبةٍ لفرقِ الطاقةِ، بحيثُ تصبحُ على النحوِ الآتي:

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

**حيثُ:**

$n_1$: مستوى الطاقةِ الأقلُّ.

$n_2$: مستوى الطاقةِ الأعلى.



## طريقة أُخرى للتدريس

قد يجد بعض الطلبة صعوبة في تعرُّف فروض نظرية بور. اطلب إلى الطلبة تمثيل مستويات الطاقة في ذَرَّة الهيدروجين باستخدام سُلَّم منزلي؛ وذلك بقياس ارتفاع إحدى درجات السلّم عن الأرض، وتدوين قياساتهم، ثم اختر طالبين متماثلين في الكتلة تقريبًا؛ ليقف أحدهما على الدرجة الأولى والثاني على الدرجة الثانية من السُّلّم.

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– أيُّ الطالبين لديه طاقة وضع أكبر؟ ولماذا؟

الطالب على الدرجة الثانية؛ لأنَّ ارتفاعه عن الأرض ( المركز) أكبر.

- اطلب إلى الطالبين ترك السُّلَّم، واطلب من آخر الصعود إليه، ثم اسأل الطلبة:

–ماذا يحدث لطاقة وضع الطالب عندما ينتقل من أدنى درجة إلى درجة أعلى؟

تزداد طاقة الوضع.

– هل يُمكِن حساب طاقة وضع الطالب عند كل درجة؟

نعم، يُمكِن ذلك باستخدام قانون طاقة الوضع.

– هل يُمكِن حساب الفرق في طاقة الوضع بين الدرجات عندما يصعد عليها الطالب؟

نعم، يُمكِن ذلك بحساب فرق طاقة الوضع بين الدرجة العليا والدرجة الدنيا.

– هل تتغيَّر طاقة وضع الطالب في حال ظلَّ عند الدرجة نفسها؟ لا.

–ماذا يحدث لطاقة الوضع عندما ينتقل الطالب من الدرجة العليا إلى الدرجة الدنيا؟ ولماذا ؟

تقل؛ لأنَّه يصبح عند درجة أقرب إلى الأرض، حيث طاقة الوضع عندها أقل.

- يُمكِن تكرار هذه الإجراءات لأكثر من طالب.

- وضِّح للطلبة أنَّ فرق الطاقة الناتج من عودة الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل في ذَرَّة الهيدروجين المثارة؛ ينبعث على شكل فوتونات، لكلٍّ منها طاقة وتردُّد خاصان به، وأنَّه يُمكِن حساب طاقة الفوتون (فرق الطاقة) باستخدام العلاقة الرياضية الآتية:

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

## إضاءة للمُعلِّم

يُمكِن حساب طاقة الفوتون باستخدام العلاقة الرياضية الآتية:

$$\Delta E = E_f - E_i$$

$$E_i = \frac{R_H}{n_i^2} \quad ، \quad E_f = \frac{-R_H}{n_f^2}$$

$$\Delta E = \left(-\frac{R_H}{n_f^2}\right) - \left(-\frac{R_H}{n_i^2}\right) = -R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{R_i^2}\right)$$

يُمكِن إعادة ترتيب هذه العلاقة لتصبح على النحو الآتي:

$$\Delta E = -R_H\left(-\frac{1}{n_i^2} + \frac{1}{n_f^2}\right)$$

لتسهيل عملية الحساب، يُمكِن إعادة ترتيب العلاقة لتصبح على النحو الآتي:

$$\Delta E = -R_H\left(-\frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2}\right)$$

باعتبار أنَّ:

$n_1$ : تُمثِّل مستوى الطاقة الأقرب إلى النواة.

$n_2$ : تُمثِّل مستوى الطاقة الأبعد عن النواة.

بضرب العلاقة في إشارة سالب، تنتج قيم موجبة لمقدار فرق الطاقة، وتصبح العلاقة على النحو الآتي:

$$\Delta E = -R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

- وضِّح للطلبة أنَّه يُمكِن حساب طاقة الإشعاع الذي تمتصه ذَرَّة الهيدروجين، أو الإشعاع الصادر عنها عند انتقال الإلكترون بين مستوياتها، باستخدام العلاقة الآتية:

$$\Delta E = -R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (8)، ثم اسألهم:
  -أيُّ الإشعاعات الصادرة عن ذَرَّة الهيدروجين يعطي طيفًا مرئيًّا؟
- استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها لاستنتاج أنَّ عودة الإلكترون من المستوى السادس إلى المستوى الأول يحدث في نقلات عِدَّة، يُرافِق كلًّا منها انبعاثات إشعاعية، بعضها يكون في منطقة الضوء المرئي الذي يتراوح طول موجته بين (350) نانومترًا و (800) نانومتر.
- أخبر الطلبة أنَّه يُمكِن معرفة عدد خطوط الطيف المحتملة أو عدد النقلات بحساب مفكوك الفرق بين رقم المستويين اللذين انتقل بينهما الإلكترون. فمثلًا، إذا انتقل الإلكترون من المستوى الرابع إلى المستوى الأول، فإنَّ عدد خطوط الطيف المحتملة يساوي مفكوك الرقم (3)، وهو: 3+2+1=6

- ناقِش الطلبة في المثال (1)، ثم حُلَّ المثال الآتي:

**مثال إضافي:** أحسُبُ طاقة المستوى الثالث في ذَرَّة الهيدروجين.

**تحليل المسألة:** المستوى الثالث أي: n=3،
المطلوب: طاقة حساب المستوى.

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2} = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{3^2} = -0.242 \times 10^{-18}\ J$$

### ✓ أتحقَّقُ:

**السؤال (1):**

طاقة المستوى الأول (n=1):

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

$$E_1 = \left(-\frac{2.18 \times 10^{-18}}{1^2}\right) = -2.18 \times 10^{-18}\ J$$

طاقة المستوى الثاني (n=2):

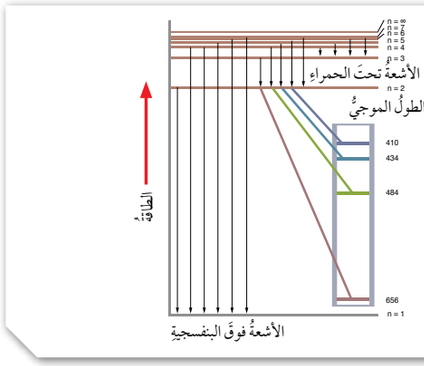
$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

$$E_2 = \left(-\frac{2.18 \times 10^{-18}}{2^2}\right) = -0.545 \times 10^{-18}\ J$$

طاقة مستوى اللانهاية (n = ∞):

$$E_\infty = \left(-\frac{2.18 \times 10^{-18}}{\infty^2}\right) = \text{صفرًا}$$






الشكلُ (8):
خطوطُ الطيفِ المُنبعِثةُ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ.

يُبيِّنُ الشكلُ (8) خطوطَ الطيفِ الناتجةَ عندَ عودةِ الإلكترونِ منَ المستوى السادسِ إلى المستوى الأولِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ، ويُلاحَظُ أنَّ بعضَ هذهِ الخطوطِ تقعُ ضمنَ الطيفِ المرئيِّ، وأنَّ بعضَها الآخرَ يقعُ في منطقةِ الطيفِ غيرِ المرئيِّ، تبعًا لطاقتِهِ، وطولِ موجتِهِ.

### ✓ أتحقَّقُ:

1- أحسُبُ طاقةَ كلٍّ منَ المستوى الأولِ، والثاني، واللانهائيِّ (∞) في ذرَّةِ الهيدروجينِ.

2- تحفيزٌ: ما تردُّدُ الضوءِ المُنبعِثِ منْ ذرَّةِ هيدروجينَ مثارةٍ في المستوى الرابعِ عندَ عودتِها إلى حالةِ الاستقرارِ؟

### المثالُ 1

أحسُبُ طاقةَ المستوى الرابعِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ.

**الحلُّ:**

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

$$E_4 = \left(-\frac{2.18 \times 10^{-18}}{4^2}\right)$$

$$E_4 = -0.136 \times 10^{-18}\ J$$



**السؤال (2):**

**التحليل:** حالة الاستقرار تعني المستوى الأول. ولحساب تردُّد فوتون الضوء المُنبعِث من ذَرَّة في هذه الحالة، يجب إيجاد فرق الطاقة بين المستويين الرابع والأول، ثم حساب التردُّد باستخدام علاقة بلانك: **(E = h. ν)**

**الحلُّ:**

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{16} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{15}{16}\right) = 2.04 \times 10^{-18}\ J$$

حساب التردُّد:

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{2.04 \times 10^{-18}\ J}{6.63 \times 10^{-34}\ j.s} = 0.307 \times 10^{16}\ s^{-1}$$

# مراجعة الدرس

1 استند بور إلى نتائج دراسات بلانك وآينشتاين عن الضوء التي تمثَّلت في ما يأتي:

أ – للضوء طبيعة مزدوجة (موجية–مادية).

ب– انبعاث الضوء من الذَّرّات في صورة فوتونات ذات طاقة وتردُّد مُحدَّدين.

وقد تضمَّنت فرضيته بندين أساسيين، هما:

- امتلاك الإلكترون مقدارًا مُحدَّدًا من الطاقة، يتحدَّد بالمستوى الموجود فيه.
- تغيُّر طاقة الإلكترون في الذَّرَّة عند انتقاله من مستوى طاقة إلى آخر، على النحو الآتي:

أ– اكتساب الإلكترون مقدارًا مُحدَّدًا من الطاقة، يسمح له بالانتقال إلى مستوى طاقة أعلى.

ب– انبعاث الضوء من الذَّرَّة في صورة وحدات من الطاقة (الكَمّ) عند انتقال الإلكترون الى مستوى طاقة اقل.

2 الطيف المرئي: الضوء الأصفر، الأشعة الزرقاء.

**الطيف غير المرئي:** الأشعة تحت الحمراء، أمواج الراديو، الأشعة فوق البنفسجية.

3 مجموعة الأمواج الضوئية التي تصدر عن ذَرّات العناصر، ويقع بعضها في منطقة الضوء المرئي، ويقع بعضها الآخر في منطقة الضوء غير المرئي.

4

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{25}{9} - \frac{9}{25}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{225}\right) = 0.155 \times 10^{-18}\ J$$

5 للوصول إلى استنتاج صحيح، نُطبِّق العلاقات الرياضية المُتعلِّقة بطاقة الإشعاع، ونحسب رقم المستوى المجهول، حيث:

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$1.93 \times 10^{-18} = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\frac{1.93 \times 10^{-18}}{2.18 \times 10^{-18}} = \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$0.89 - 1 = -\frac{1}{n^2}$$

$$n^2 = \frac{1}{0.11} = 9 \rightarrow n = 3$$



## المثال 2

أحسُبُ طاقةَ الإشعاعِ المُنبعِثةَ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ عندَ عودةِ الإلكترونِ منَ المستوى الرابعِ إلى المستوى الأولِ.

الحلُّ:

$n_1=1$ , $n_2=4$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{16} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{15}{16}\right) = 2.04 \times 10^{-18}\ J$$

## مراجعةُ الدرسِ

1 – **الفكرةُ الرئيسةُ:** ما الأسسُ التي اعتمدَ عليْها بور في بناءِ نظريتِهِ لتفسيرِ طيفِ الهيدروجينِ؟ ما فروضُ هذهِ النظريةِ؟

2 – أُصنِّفُ الأمواجَ الضوئيةَ الآتيةَ إلى طيفٍ مرئيٍّ، وآخرَ غيرِ مرئيٍّ:

- الأشعةُ تحتَ الحمراءِ.
- أمواجُ الراديو.
- الضوءُ الأصفرُ.
- الأشعةُ فوقَ البنفسجيةِ.
- الأشعةُ الزرقاءُ.

3 – أُوضِّحُ: ما المقصودُ بالطيفِ الذرِّيِّ؟

4 – أُجيبُ عمّا يأتي:

أ – أحسُبُ طاقةَ موجةِ الضوءِ المُنبعِثةَ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ عندَ عودةِ الإلكترونِ منَ المستوى الخامسِ إلى المستوى الثالثِ.

ب– أُحدِّدُ موقعَ هذا الخطِّ ضمنَ طيفِ ذرَّةِ الهيدروجينِ.

5 – أستنتجُ: إذا كانَتْ طاقةُ الإشعاعِ المُنبعِثةُ منْ ذرَّةِ هيدروجينَ مثارةٍ عندَ عودتِها إلى حالةِ الاستقرارِ ($1.93 \times 10^{-18}$ J)، فما رقمُ مستوى الطاقةِ الأعلى؟



– ناقِش الطلبة في حلِّ المثال (2) الوارد في كتاب الطالب، ثم شارِكهم حلَّ مثال آخر:

## مثالٌ

أحسُبُ طاقة الإشعاع المُنبعِثة من ذرَّة الهيدروجين المثارة عند عودة الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني.

**التحليل:**

$n_2=3$ , $n_1=2$

**المطلوب:**

حساب فرق الطاقة بين المستويين الذي يُمثِّل طاقة الإشعاع الصادر.

الحلُّ:

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{5}{36}\right) = 0.04 \times 10^{-18}\ J$$

# الدرسُ 2

## النموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة
The Wave mechanical model of the atom

### 1 تقديم الدرس

**◄ الفكرة الرئيسة:**

اقرأ فكرة الدرس الرئيسة، أو اكتبها على اللوح، مُبيِّنًا للطلبة أنَّه يُمكِن وصف الإلكترون وحركته في الذَّرَّة باستخدام أعداد الكمِّ.

**◄ الربط بالمعرفة السابقة:**

- مَهِّد للدرس بمراجعة الطلبة في فروض نظرية بور، والطبيعة المزدوجة للضوء.

### 2 التدريس

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما جوانب الشكِّ في نظرية بور؟

استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها، مُبيِّنًا أنَّها لم تتمكَّن من تفسير الطيف الذَّرِّي لذَرّات العناصر عديدة الإلكترونات؛ لذا استمر البحث في تركيب الذَّرَّة وسلوكها الكيميائي، وأدّى ذلك إلى اكتشاف العالِم دي برولي طبيعة الإلكترون المزدوجة، فضلًا عمّا توصَّل إليه آيروين شرودنجر عن النموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة، والمعادلة الميكانيكية الموجية ( معادلة شرودنجر) التي من خلال حلها نتجت أعداد الكم وأصبح من الممكن وصف موقع الإلكترون في الذرة.

## إضاءة للمُعلِّم

بالرغم ممّا توصَّل إليه بور من افتراضات، فإنَّ سلوك الذَّرّات وإلكتروناتها ظلَّ لغزًا مُحيِّرًا للعلماء؛ فلم يكن مفهومًا تمامًا ثبات مستويات الطاقة في نظرية بور وحركة الإلكترونات حول النواة فيها، إلى أنْ تمكَّن العالِم الفيزيائي دي برولي من اكتشاف الطبيعة الموجية المادية للإلكترون؛ ما ساعد على تفسير ثبات طاقة المستويات في الذَّرَّة.

لقد توصَّل هذا العالِم إلى أنَّ للجسيمات المتحركة (مثل الإلكترونات) خصائص موجية؛ فالإلكترون الذي يدور في مسار مُقيَّد دائري له نصف قُطْر ثابت يستطيع أنْ يُصدِر إشعاعات ذوات أطوال موجية وتردُّدات وطاقة معينة؛ ما يشير إلى طبيعة الإكترون المزدوجة كما في فوتونات الضوء. واعتمادًا على الطبيعة الموجية المادية للإكترون في ذَرَّة الهيدروجين، تمكَّن هازنبرج من وضع مبدأ يُسمّى مبدأ الشك، الذي ينص على أنَّه لا يُمكِن تحديد موقع الجسيم المتحرك بدقة في الوقت نفسه. وبناء على ذلك، فإنَّه يستحيل تحديد مسارات ثابتة للإكترون مثل المسارات الدائرية، وإنَّما يُمكِن فقط تحديد المكان الذي يُحتمَل وجود الإلكترون فيه حول النواة، وهو ما أطلق عليه اسم الفَلَك. وتأسيسًا على هذه الاستنتاجات، تمكَّن شرودنجر من اشتقاق معادلة استند فيها إلى طبيعة الإلكترون الموجية، ووضع ما يُسمّى النموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة.





**الفكرةُ الرئيسةُ:**
يُمكِنُ وصفُ وجودِ الإلكترونِ حولَ النواةِ، وطاقتِهِ، وشكلِ الفَلَكِ فيهِ باستخدامِ أعدادِ الكَمِّ.

**نتاجاتُ التعلُّمِ:**
- أستكشفُ الذرَّةَ، ومراحلَ تطوُّرِها.
- أستدلُّ على الصفاتِ المُميِّزةِ للعناصرِ عنْ طريقِ أعدادِ الكَمِّ الأربعةِ.

**المفاهيمُ والمصطلحاتُ:**
الفَلَكُ Orbital.
المعادلةُ الموجيةُ Wave Equation.
أعدادُ الكَمِّ Quantum Numbers.
مبدأُ الاستبعادِ لباولي Pauli Exclusion Principle.

### النظريةُ الميكانيكيةُ الموجيةُ Wave Mechanical Theory

تَمكَّنَ بورمنْ تفسيرِ الطيفِ الذرِّيِّ للهيدروجينِ، لكنَّهُ لمْ يتمكَّنْ منْ تفسيرِ أطيافِ ذرّاتِ العناصرِ الأُخرى؛ لذا توالَتْ تجاربُ العلماءِ لمعرفةِ طبيعةِ الإلكترونِ. وقدْ توصَّلَ العالِمُ الفرنسيُّ دي برولي De Broglie إلى وجودِ خصائصَ مزدوجةٍ للإلكترونِ (موجيةٌ–ماديةٌ)، ثمَّ وضعَ العالِمُ النمساويُّ شرودنغر Schrodinger تصوُّرًا جديدًا عنْ حركةِ الإلكترونِ الموجيةِ حولَ النواةِ، سمّاهُ النموذجَ الميكانيكيَّ الموجيَّ للذرَّةِ، وأشارَ إلى أنَّ أكبرَ احتمالٍ لوجودِ الإلكترونِ هوَ في منطقةٍ حولَ النواةِ تُشْبِهُ السحابةَ، أطلقَ عليْها اسمَ الفَلَكِ Orbital كما في الشكلِ (9).

وبذلكَ وضعَ شرودنغر معادلةً رياضيةً سُمِّيَتِ المعادلةَ الموجيةَ Wave Equation، ونتجَ منْ حلِّها ثلاثةُ أعدادٍ عُرِفَتْ باسمِ أعدادِ الكَمِّ Quantum Numbers.

الشكلُ (9): نموذجٌ للسحابةِ الإلكترونيةِ.

### أعدادُ الكَمِّ Quantum Numbers

**عددُ الكَمِّ الرئيسُ Principal Quantum Number (n)**

يُمثِّلُ عددُ الكَمِّ الرئيسُ مستوى الطاقةِ الرئيسَ، ومُعدَّلَ بُعْدِهِ عنِ النواةِ، وتكونُ قيمُهُ صحيحةً موجبةً (n=1,2,3,4....∞). فالمستوى الرئيسُ الأولُ (n=1) -مثلًا- هوَ الأقربُ إلى النواةِ، وأقلُّ المستوياتِ طاقةً، وكلَّما ازدادَتْ قيمةُ (n) ازدادَ بُعْدُ المستوى عنِ النواةِ، وازدادَ حجمُهُ وطاقتُهُ. وبذلكَ، فإنَّ عددَ الكَمِّ الرئيسَ (n) يرتبطُ بحجمِ المستوى، ومُعدَّلِ بُعْدِهِ عنِ النواةِ.

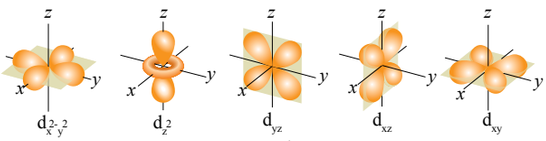
✓ **أتحقَّقُ:** أيُّهُما أكبرُ حجمًا: المستوى (n=3) أمِ المستوى (n=4)؟

**عددُ الكَمِّ الفرعيُّ Lateral Quantum Number (ℓ)**

يتكوَّنُ مستوى الطاقةِ الرئيسُ (n) منْ مستوياتِ طاقةٍ فرعيةٍ، عددُها يساوي رقمَ المستوى (n). فالمستوى الرئيسُ الأولُ (n=1) يتكوَّنُ منْ مستوًى فرعيٍّ واحدٍ يُرمَزُ إليْهِ بالحرفِ (s)، والمستوى الرئيسُ الثاني (n=2) يتكوَّنُ منْ مستويَيْنِ فرعيَيْنِ يُرمَزُ إليْهِما بالحرفيْنِ: (p وَ s)، والمستوى الرئيسُ الثالثُ (n=3) يتكوَّنُ منْ ثلاثةِ مستوياتٍ فرعيةٍ يُرمَزُ إليْها بالأحرفِ: (d وَ p وَ s)، والمستوى الرئيسُ الرابعُ (n=4) يتكوَّنُ منْ أربعةِ مستوياتٍ فرعيةٍ يُرمَزُ إليْها بالأحرفِ: (f وَ d وَ p وَ s).

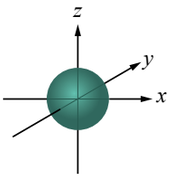
يُذكَرُ أنَّ لمستوياتِ الطاقةِ الفرعيةِ (ℓ) قيمًا تتراوحُ بينَ 0 وَ (n-1)؛ فقيمةُ المستوياتِ الفرعيةِ الآتيةِ هيَ: (s=0)، (p=1)، (d=2)، (f=3).

لعددِ الكَمِّ الفرعيِّ (ℓ) خاصيةُ تحديدِ الشكلِ العامِّ للفَلَكِ. فالمستوى الفرعيُّ (s) كرويُّ الشكلِ، وأفلاكُ المستوى الفرعيِّ (p) شكلُها (∞)، أمّا أشكالُ المستويَيْنِ: (d وَ f) فهيَ أكثرُ تعقيدًا. ويُبيِّنُ الشكلُ (10/ أ، ب، جـ) أشكالَ أفلاكِ المستوياتِ الفرعيةِ: (s وَ p وَ d).

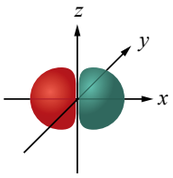



جـ - شكلُ الفَلَكِ (d).

الشكلُ (10): أشكالُ أفلاكِ المستوياتِ الفرعيةِ.




أ - شكلُ الفَلَكِ (s).




ب - شكلُ الفَلَكِ (p).



### ◄ تعزيز:

**علاقة حجم المستوى بخصائص الذرة:**

يتحدَّد حجم الذَّرَّة بناءً على حجم المستوى الأبعد عن النواة، ويقاس عن طريق نصف قُطْر الذَّرَّة الذي سنتعرَّفه في الوحدة الثانية.

ويعتمد نصف القُطْر على قوة التجاذب الناشئة بين الإلكترونات السالبة المُوزَّعة على مستويات الطاقة المختلفة، والبروتونات الموجبة المُتركِّزة في النواة؛ فكلَّما قلَّ الحجم الذَّرِّي زادت قوة التجاذب مع النواة؛ ما يعني أنَّ قدرة الذَّرَّة على فقْد الإلكترونات أو اكتسابها تتحدَّد بناءً على حجمها الذَّرِّي. فالذَّرّات كبيرة الحجم تفقد الإلكترونات خلال التفاعل، أمّا الذَّرّات صغيرة الحجم فتنجذب إلكتروناتها بقوة أكبر إلى النواة؛ ما يجعل فقْد الإلكترونات صعبًا في أثناء التفاعل، وهذا ما نُلاحِظه من اكتسابها للإلكترونات، وبذلك تتحدَّد الخصائص الفلزية واللافلزية للذَّرّات.

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (9)، واطرح عليهم السؤال التالي: أين تتركز الكثافة النقطية؟ وماذا يعني ذلك؟

– بين لهم ان الكثافة النقطية تتركز حول المركز، وأنَّ أكثر المناطق كثافة تُمثِّل أكثرها احتمالاً لوجود الإلكترون، في ما يُعرَف بالفَلَك.

### ◄ مناقشة:

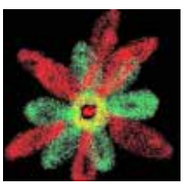
- وجه الى الطلبة السؤال الآتي: ما المقصود بالفلك؟

–ناقش اجابات الطلبة معهم ووضح لهم مفهوم الفَلَك، مُبيِّنًا لهم أنَّ شرودنجر وضع – بحسب هذا المفهوم– معادلة رياضية، يُمكِن باستخدام القيم الناتجة من حلِّها وصف الإلكترون وحركته في الذَّرَّة، وأنَّ هذه القيم تُسمّى أعداد الكم.

– وضِّح للطلبة عدد الكم الرئيس، مُذكِّرًا إيّاهم بمستويات الطاقة في ذَرَّة الهيدروجين، وربطها بعدد الكم الرئيس (n) وخصائصه.

✓ **أتحقَّق:** الأكبر حجمًا هو المستوى الرئيس (n = 4).

### إضاءة للمُعلِّم



استطاع شرودنجر بعد سلسلة من الدراسات والأبحاث أنْ يضع معادلة تفاضلية تصف تغيُّر الحالة الموجية المادية للذَّرَّة، وتمكَّن من وصف احتمالية وجود الإلكترون في موقع معين حول النواة ، في ما يُعرَف بمفهوم السحابة الإلكترونية، أو النموذج الميكانيكي الموجي، الذي ينص على أنَّ لكل المواد خصائص مرتبطة بدالَّة موجية. وبناءً على ذلك، يُمكِن تصوُّر الموقع الذي يُحتمَل وجود الإلكترون فيه على شكل سحابة تحيط بالنواة، وكلَّما زادت كثافة هذه السحابة زاد احتمال وجود الإلكترون، وكلَّما قلَّ احتمال وجود الإلكترون قلَّت كثافة السحابة.

يُطلَق على المناطق ذوات الكثافة العليا اسم الأفلاك؛ إذ إنَّها تُعَدُّ أكثر الأماكن احتمالًا لوجود الإلكترون. عند النظر إلى مجموعة الأفلاك في الذَّرَّة (في بُعْد مجسم ثلاثي)، فإنَّ الذَّرَّة تظهر على شكل زهرة، تُمثِّل التفرُّعات الناتجة منها الأفلاك الذَّرِّية.

### ◄ مناقشة:

قدِّم للطلبة عدد الكم الفرعي، مُبيِّنًا لهم أنَّ كل مستوى رئيس يتألَّف من مستويات فرعية، عددها يساوي عدد الكم الرئيس، ثم اذكر أمثلة على ذلك، مُبيِّنًا الأحرف التي ترمز إلى كل مستوى فرعي منها. بعد ذلك أخبِرهم أنَّ قيم الكم لهذه المستويات تتراوح بين صفر و(n−1)، ثم اسألهم:

- ما عدد المستويات الفرعية في المستوى الأول، والثاني،...؟

عدد المستويات الفرعية في المستوى الأول واحد، وفي المستوى الثاني اثنان، وهكذا.

- هل تتكرَّر هذه المستويات الفرعية في كل مستوى؟

لا تتكرر، فالمستوى s يتكرَّر في المستويات جميعها، والمستوى(p) يتكرَّر بدأً من المستوى الثاني، والمستوى (d) يتكرَّر بدأً من المستوى الثالث، فكل مستوى يتكرَّر في جميع المستويات التي تلي مستوى ظهوره.

- هل تتغيَّر قيمة عدد الكم الفرعي من مستوى رئيس إلى آخر؟

لا، لا تتغيَّر قيمة عدد الكم الفرعي من مستوى رئيس إلى آخر؛ إذ تظلُّ ثابتة للمستوى الفرعي نفسه في المستويات جميعها.

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10/أ)، والشكل (10/ب)، ثم اطلب إليهم تحديد أشكال أفلاك (s)، و(p).
- وضِّح للطلبة أنَّ للفَلَك (s) شكلًا كرويًّا، وأنَّ لكل فَلَك من أفلاك (p) شكل اللانهاية، وبين لهم أنَّ شكل افلاك (d) أكثر تعقيداً من ذلك كما تظهر في الشكل (10/ج).وأنَّ هذه الخاصية للأفلاك مرتبطة بعدد الكم الفرعي.
- ناقِش الطلبة في عدد الكم المعناطيسي ودلالته بالنسبة إلى عدد الأفلاك في كل مستوى فرعي.

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

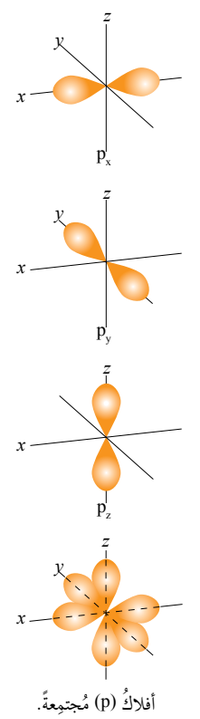
- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11)، ثم اسألهم:

– كيف تتوزَّع أفلاك (p) الثلاثة في الفراغ نسبةً إلى بعضها؟

– بيِّن للطلبة أنَّ كل فَلَك يقع في مستوى، أو اتجاه فراغي مختلف عن الآخر، اعتمادًا على الشكل.



الشكلُ (11): الاتجاهُ الفراغيُّ لأفلاكِ المستوى الفرعيِّ (p).




أفلاكُ (p) مُجتمِعةً.

**عددُ الكَمِّ المغناطيسيُّ Magnetic Quantum Number ($m_\ell$)**

يشيرُ عددُ الكَمِّ المغناطيسيُّ إلى أنَّ المستوى الفرعيَّ يتكوَّنُ منْ أفـلاكٍ. فالمستوى الفرعـيُّ (s) يتكـوَّنُ منْ فَـلكٍ واحـدٍ، والمستوى الفرعيُّ (p) يتكـوَّنُ منْ ثـلاثةِ أفلاكٍ مُتعامِدةٍ ($p_x$ ,$p_y$,$p_z$)، والمستوى الفرعيُّ (d) يتكوَّنُ منْ خمسةِ أفلاكٍ، في حينِ يتكوَّنُ المستوى الفرعيُّ (f) منْ سبعةِ أفلاكٍ.

لعددِ الكَمِّ المغناطيسيِّ خاصيةُ تحديدِ الاتجاهِ الفراغيِّ للفَلَكِ؛ فالمستوى الفرعيُّ (p) يتكوَّنُ منْ ثلاثةِ أفلاكٍ مُتماثِلةٍ منْ حيثُ الشكلُ والحجمُ والطاقةُ في المستوى الرئيسِ الواحدِ، ومُختلِفةٍ في اتجاهِ محاورِها (نسبةً إلى بعضِها) حولَ النواةِ. ويُبيِّنُ الشكلُ (11) الاتجاهَ الفراغيَّ لأفلاكِ المستوى الفرعيِّ (p) الثلاثةِ ($p_x$ ,$p_y$,$p_z$) المُتعامِدةِ.

يأخذُ عددُ الكَمِّ المغناطيسيُّ ($m_\ell$) قيمًا منْ (-ℓ ← 0 ← +ℓ)؛ فالمستوى الفرعيُّ (s) يتكوَّنُ منْ فَلكٍ واحدٍ لهُ قيمةٌ كَمِّيَّةٌ واحدةٌ (0)، والمستوى الفرعيُّ (p) يتكوَّنُ منْ ثلاثةِ أفلاكٍ ($p_x$ ,$p_y$,$p_z$) قيمُها الكَمِّيَّةُ: (-1,0,+1)، والمستوى الفرعيُّ (d) يتكوَّنُ منْ خمسةِ أفلاكٍ قيمُها الكَمِّيَّةُ: (-2, -1,0,+1,+2)، والمستوى الفرعيُّ (f) يتكوَّنُ منْ سبعةِ أفلاكٍ قيمُها الكَمِّيَّةُ: (-3, -2, -1,0,+1,+2,+3).

يُمكِنُ اشتقاقُ العلاقةِ بينَ رقمِ المستوى الرئيسِ (n) وعددِ الأفلاكِ فيهِ، حيثُ:

**عددُ الأفلاكِ في المستوى الرئيسِ= $n^2$.**

✓ **أتحقَّقُ:** ما عـددُ الأفـلاكِ في المستوى الرئيسِ المُكوَّنِ منْ ثلاثـةِ مستوياتٍ فرعيةٍ؟



- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– مستعينًا بالشكل (11)، ما وجه الاختلاف والتشابه بين أفلاك المستوى الفرعي p؟

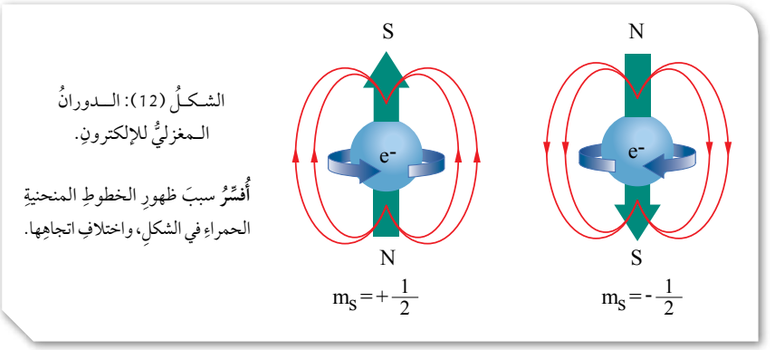
– استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها لاستنتاج أنَّ هذه الأفلاك تتشابه في شكلها، وسعتها، وطاقتها في المستوى الرئيس نفسه، ولكنَّها تختلف في اتجاهها الفراغي؛ فكل فَلَك منها يقع على أحد المحاور الفراغية ( x, y ,z).

- وضِّح للطلبة أنَّ حلَّ المعادلة الموجية أظهر أنَّ لعدد الكم المغناطيسي عددًا من القيم يساوي (2ℓ + 1) ، وأنَّ هذه القيم تشير إلى عدد الأفلاك في المستوى الفرعي؛ فالقيمة الكمية للمستوى الفرعي s هي صفر. وبتطبيق قاعدة (2ℓ + 1) ، يتبيَّن أنَّ عدد قيم mℓ هو 1؛ ما يشير إلى أنَّ الفَلَك (s) يتكوَّن من فَلَك واحد، وأنَّ قيم mℓ تتراوح بين القيمتين (ℓ - إلى ℓ+)، وأنَّ عدد هذه القيم يُمثِّل عدد الأفلاك لكل مستوى فرعي.

– ناقِش الطلبة في عدد الأفلاك لكل مستوى رئيس لاستنتاج العلاقة بين عدد الأفلاك في المستوى الرئيس ورقمه.

✓ **أتحقَّق:** المستوى الذي يتكوَّن من ثلاث مستويات فرعية هو المستوى الرئيس الثالث؛ لذا، فإنَّ:

عدد الأفلاك = $n^2 = 3^2 = 9$ أفلاك.




الشكلُ (12): الدورانُ المغزليُّ للإلكترونِ.

أُفسِّرُ سببَ ظهورِ الخطوطِ المنحنيةِ الحمراءِ في الشكلِ، واختلافِ اتجاهِها.

### عددُ الكَمِّ المغزليُّ Spin Quantum Number ($m_s$)

يوجدُ عددُ كَمٍّ رابعٌ، إضافةً إلى أعدادِ الكَمِّ الثلاثةِ الناتجةِ منْ حلِّ معادلةِ شرودنغر، هوَ عددُ الكَمِّ المغزليُّ ($m_s$)، الذي يشيرُ إلى اتجاهِ دورانِ (أوْ غزلِ) الإلكترونِ؛ إذْ يدورُ الإلكترونُ حولَ نفسِهِ، فضلًا عنْ دورانِهِ حولَ النواةِ. فعندَ وجودِ إلكترونيْنِ في الفَلَكِ نفسِهِ، فإنَّ كلًّا منْهُما سيدورُ حولَ نفسِهِ باتجاهٍ معاكسٍ لدورانِ الإلكترونِ الآخرِ، وينشأُ عنْ ذلكَ تولُّدُ مجاليْنِ مغناطيسييْنِ متعاكسيْنِ في الاتجاهِ، ومتجاذبيْنِ مغناطيسيًّا؛ ما يُقلِّلُ التنافرَ الكهربائيَّ بينَ الإلكترونيْنِ، وهذا يُفسِّرُ سببَ استقرارِ الإلكترونيْنِ في الفَلَكِ نفسِهِ بالرغمِ منْ أنَّهُما يحملانِ الشحنةَ نفسَها. ويُبيِّنُ الشكلُ (12) الدورانَ المغزليَّ للإلكترونِ حولَ نفسِهِ.

يأخذُ عددُ الكَمِّ المغزليُّ ($m_s$) القيمَ الكَمِّيَّةَ ($+\frac{1}{2}$ ، $-\frac{1}{2}$).

العالِمُ باولي.

الجدولُ (1): أعدادُ الكَمِّ الأربعةُ لإلكترونيْنِ في الفَلَكِ S.

| عدد الكَمّ / رقم الإلكترون | n | ℓ | $m_\ell$ | $m_s$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | +1\2 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | -1\2 |



### توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع ميكانيكا الكم، علمًا بأنَّه يُمكِنك إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

شارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams) ، أو استعمِل أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

### ◄ مناقشة:

أخبِر الطلبة أنَّه يوجد عدد رابع إضافي، هو عدد الكم المغزلي، الذي لم ينتج من حلِّ معادلة شرودنجر، وإنَّما اكتُشِف لاحقًا، وأُضيف إلى أعداد الكم، مُبيِّنًا أنَّه يشير إلى اتجاه دوران الإلكترون حول نفسه في الفَلَك.

### ◄ استخدام الصور والأشكال:

وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (12)، ثم إجابة السؤال المُتعلِّق به.

يرتبط هذا العدد باتجاه دوران الإلكترون حول نفسه في الفَلَك؛ ما يُولِّد مجالًا مغناطيسيًّا مختلفًا لكل إلكترون، وهو ما يُقلِّل من تنافرها، ويزيد التجاذب بينها. وهذا يُفسِّر سبب استقرار إلكترونين متشابهي الشحنة في الفَلَك نفسه؛ لذا، فإنَّ كل إلكترون يأخذ إحدى القيمتين الآتيتين:
( 1\2+) ، ( 1\2+).

### إضاءة للمُعلِّم

درس العالِم بيتر زيمان الأطياف الخطية بالتأثير عليها في مجال مغناطيسي، وتوصَّل إلى أنَّ كل خط طيف ينشطر إلى عدد فردي من الخطوط الطيفية الدقيقة، وأنَّ هذه الخطوط تُمثِّل الأفلاك في كل مستوى فرعي. وهذا يشير إلى أنَّ كل مستوى فرعي يتكوَّن من عدد من الأفلاك، وأنَّ ظاهرة انشطار خطوط الطيف تُسمّى تأثير زيمان.

تُعْزى تسمية عدد الكم المغناطيسي إلى أنَّ لكل جسيم مشحون (مثل الإلكترون) عزمًا مغناطيسيًّا إذا كان يدور في دائرة حول نقطة معينة. وقد تبيَّن أنَّ عدد الكم المغناطيسي (m) لقيمة معينة في المستوى الفرعي (ℓ) يُمكِن أنْ يأخذ عددًا من القيم $(2\ell + 1)$ .

### إجابة سؤال الشكل (12):

يشير ظهور هذه الخطوط المنحنية إلى تولُّد مجال مغناطيسي نتيجة دوران الإلكترون حول نفسه في الفَلَك، علمًا بأنَّ اتجاه خطوط المجال المغناطيسي يرتبط باتجاه حركة دوران الإلكترون، وأنَّ كل إلكترون يدور عكس الآخر؛ ما يُفسِّر سبب اختلاف خطوط المجال في اتجاهاتها أيضًا.

### ◀ قراءة الجدول(1):

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (1)، ثم مقارنة أعداد الكم لكل إلكترون، وتحديد أوجه التشابه والاختلاف بينها.
- استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها للتوصُّل إلى مبدأ الاستبعاد لباولي، ثم وضِّح لهم هذا المبدأ.

### ◀ قراءة الجدول(2):

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (2)، ثم اسألهم:
  - ما عدد الأفلاك لكلٍّ من المستويات الفرعية: S, P, D, F؟
  - ما السعة القصوى من الإلكترونات في كل مستوى من هذه المستويات؟
  - استمِع لإجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها لاستنتاج كيفية حساب سعة المستوى الفرعي.

  سعة المستوى الفرعي = عدد قيم $(\ell) \times 2$
- وجِّه الطلبة إلى دراسة الجدولين (1)، و(2)، ثم اطلب إليهم تحديد عدد الإلكترونات التي قد يتسع لها كلٌّ من المستويين الرئيسين الثاني والثالث.

  المستوى الثاني يتسع لـ (8) إلكترونات.

  المستوى الثالث يتسع لـ (18) إلكترونًا.
- ناقِش الطلبة في استنتاجاتهم للتوصُّل إلى العلاقة بين عدد الأفلاك في المستوى الرئيس.

  عدد الأفلاك في المستوى الرئيس = $n^2$
- استنادًا إلى سعة الفَلَك، وهي إلكترونان، توصَّل إلى القاعدة:

  سعة المستوى الرئيس القصوى = $2n^2$

**أفكّر**

لأنَّ لكل إلكترون اتجاه غزل معاكسًا لاتجاه الإلكترون الآخر؛ ما يُولِّد مجالين مغناطيسيين متعاكسين، فيزداد تجاذب الإلكترونين، ويقلُّ التنافر بينهما؛ ما يسمح بوجودهما في الفَلَك نفسه بالرغم من تشابه شحنتيهما.



**الجدولُ (2):** السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي تستوعبُها أفلاكُ المستوى الفرعيِّ.

| المستوى الفرعيُّ | عددُ الأفلاك | السعةُ القصوى منَ الإلكترونات |
|---|---|---|
| s | 1 | 2 |
| p | 3 | 6 |
| d | 5 | 10 |
| f | 7 | 14 |

بعدَ تعرُّفِ أعدادِ الكَمِّ الأربعةِ، أصبحَ ممكنًا تحديدُ موقعِ الإلكترونِ وفقًا لهذهِ الأرقامِ، واتجاهِها المغزليِّ. ويُبيِّنُ الجدولُ (1) أعدادَ الكَمِّ الأربعةَ لإلكترونيْنِ في الفَلَكِ s.

يُلاحَظُ منَ الجدولِ (1) اختلافُ أعدادِ الكَمِّ الأربعةِ للإلكتروناتِ جميعِها؛ إذْ لا يوجدُ في الذرَّةِ نفسِها إلكترونانِ لهُما أعدادُ الكَمِّ الأربعةُ نفسُها، وهذا يُعرَفُ باسمِ **مبدأ الاستبعادِ لباولي Pauli Exclusion Principle**، الذي ينصُّ على "عدمِ وجودِ إلكترونيْنِ في الذرَّةِ نفسِها، لهُما نفسُ قيمِ أعدادِ الكَمِّ الأربعةِ"؛ إذْ لا بُدَّ أنْ يختلفا في عددِ كَمٍّ واحدٍ على الأقلِّ. بناءً على ذلكَ، يُمكِنُ استنتاجُ أنَّ الفَلَكَ الواحدَ لا يستوعبُ أكثرَ منْ إلكترونيْنِ، أنظرُ الجدولَ (2) الذي يُبيِّنُ السعةَ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي تستوعبُها أفلاكُ المستوى الفرعيِّ.

**أفكّر** لماذا يوجدُ الإلكترونانِ في الفَلَكِ نفسِهِ بالرغمِ منْ أنَّهُما يحملانِ الشحنةَ نفسَها؟

اعتمادًا على الجدوليْنِ: (1)، وَ(2)، يُمكِنُ استنتاجُ السعةِ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها المستوى الرئيسُ (n)، ويُعبَّرُ عنها بالعلاقةِ الآتيةِ:

**السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها المستوى الرئيسُ (n) = $2n^2$.**

فمثلًا، السعةُ القصوى للمستوى الرئيسِ الثالثِ (n=3) هيَ ($2 \times 3^2$)، وتساوي (18) إلكترونًا.

✓ **أتحقَّقُ:** ما دلالةُ كلِّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ، والمغزليِّ؟



### معلومة إضافية

عدد الكم المغزلي لم يكن نتيجةً لمعادلة شرودنجر؛ ذلك أنَّ العزم المغزلي للإلكترون لم يكن معروفًا وقتئذٍ؛ إذ اكتُشِف لاحقًا عندما لاحظ العلماء أنَّ خطوط أطياف الذَّرّات (مثل ذَرَّة الهيليوم التي يحتوي فَلَكها على إلكترونين) تتكوَّن من خطين متجاورين، وفسَّروا ذلك بأنَّ لكل إلكترون منها اتجاهًا أو عزم دوران معاكسًا للآخر. وبناءً على ذلك، أُدخِلت بعض التعديلات على معادلة شرودنجر، وتفسير هذه الظاهرة، فضلًا عن إضافة هذا العدد وتطبيقه على ذَرّات أكثر تعقيدًا من ذَرَّة الهيدروجين أو ذَرَّة الهيليوم.

✓ **أتحقَّق:**

- يدل عدد الكم الرئيس على مستوى الطاقة الرئيس.
- يدل عدد الكم الفرعي على عدد المستويات الفرعية في المستوى الرئيس.
- يدل عدد الكم المغناطيسي على عدد الأفلاك في المستوى الفرعي.
- يدل عدد الكم المغزلي على اتجاه دوران الإلكترون حول نفسه في الفَلَك.

# مراجعة الدرس

1 **الفكرة الرئيسة:**

**عدد الكم الرئيس:** عدد ينتج من حلِّ معادلة شرودنجر، ويدل على مستوى الطاقة الرئيس للإلكترون، ويرتبط بحجم الفَلك، ومعدل بُعْده عن النواة (نصف قُطْره).

**عدد الكم الفرعي:** عدد ينتج من حلِّ معادلة شرودنجر، ويدل على عدد المستويات الفرعية الموجودة في مستوى الطاقة الريئس، ويرتبط بشكل الفَلك.

عدد الكم المغناطيسي: عدد ينتج من حلِّ معادلة شرودنجر، ويدل على عدد الأفلاك في المستوى الفرعي، ويرتبط بالاتجاه الفراغي لها.

**عدد الكم المغزلي:** عدد اكتُشِف لاحقًا، وأُضيف إلى أعداد الكم. وهو يدل على وجود مجال مغناطيسي للإلكترون نتيجة دورانه حول نفسه في الفَلك، ويرتبط باتجاه غزل الإلكترون في الفَلك.

2 **عدد الكم الرئيس:** حجم الفَلك، ومعدل نصف قُطْره.

**عدد الكم المغناطيسي:** الاتجاه الفراغي للفَلك.

3 عدد المستويات الفرعية للمستوى ( n = 4 )

= قيمة n = 4

4 عدد الأفلاك في المستوى الفرعي (d)= 2 ℓ + 1

وبما أنَّ ℓ =2 للمستوى d ، فإنَّ عدد الأفلاك هو:

2 × 2 + 1 =5

5 السعة القصوى للمستوى الرئيس (n) = $2n^2$

$32 = 2 \times 4^2$

6 لأنَّ الإلكترون الثالث سيأخذ أعداد الكم نفسها لأحد الإلكترونين في الفَلك؛ أيْ سيكون له اتجاه غزل مشابه لأحد الإلكترونين في الفَلك؛ ما سيُولِّد مجالًا مغناطيسيًّا مشابهًا لأحد المجالين، فيزداد تنافر هذا الإلكترون مع أحد الإلكترونات في الفَلك، ويبتعد مغادرًا الفَلك.



## مراجعةُ الدرسِ

1 – **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ، والمغزليِّ.

2 – أُحدِّدُ الخاصيةَ التي يشيرُ إليْها كلُّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ: الرئيسِ، والمغناطيسيِّ.

3 – أتوقَّعُ عددَ المستوياتِ الفرعيةِ في المستوى الرئيسِ الرابعِ.

4 – أُحدِّدُ عددَ أفلاكِ المستوى الفرعيِّ (d).

5 – أستنتجُ السعةَ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها المستوى الرئيسُ (n=4).

6 – **أُفسِّرُ:** لا يُمكِنُ لإلكترونٍ ثالثٍ دخولُ فَلكٍ يحوي إلكترونيْنِ.

7 – **أُفكِّرُ:** هلْ يُمكِنُ لفَلكٍ ما في الذرَّةِ أنْ يتَّخِذَ أعدادَ الكَمِّ الآتيةَ؟ أُعزِّزُ إجابتي بالدليلِ.

$n = 3 \quad , \quad \ell = 2 \quad , \quad m\ell = -4 \quad , \quad m_s = \frac{-1}{2}$.



7 لا، لا يُمكِنه ذلك؛ لأنَّ المستوى الرئيس الثالث يحوي ثلاثة مستويات فرعية ( ℓ )، فتأخذ القيمة الكمية (2)، حيث تكـــون قيم عدد الكـــم المغناطيسي ( $m\ell$ ) لها: (+2, +1, 0, -1, -2)؛ فلا يجوز أنْ تكون إحدى قيم عدد الكم المغناطيسي ( $m\ell$ ) = 4

# الخلايا الكهروضوئيةُ
# Photoelectric Cells

**الهدف**

يوضح عمل الخلايا الكهروضوئية ودورها في توليد الطاقة الكهربائية من اشعة الشمس.

## ارشادات وإجراءات:

- قسم الطلبة إلى مجموعات واطلب إلى كل مجموعة قراءة ومناقشة الإثراء والتوسع فيما بينهم.
- اطرح الأسئلة الآتية على الطلبة، واطلب منهم مناقشتها فيما بينهم والاجابة عليها:

– ما المقصود بالطاقة المتجددة؟

الطاقة التي يتم انتاجها من مصادر طبيعية لا تنضب بل متجددة، مثل الشمس، الماء، الرياح.

– هل يوجد مشاريع لإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة في الأردن؟ وما سبب لجوء الاردن لمثل هذه المشاريع؟

نعم هناك عدة مشاريع في أنحاء مختلفة من الأردن مثل مشاريع الطاقة المُتجدِّدة، التي تعتمد على الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وسبب اللجوء الى هذه المشاريع نقص موارد الأردن من الطاقة، وكُلفِها المتزايدة على المُواطن والدولة، وضرورة إيجاد بدائل لمصادر الطاقة غير المُتجدِّدة في الأردن.

– مما تصنع الالواح الشمسية؟

مواد شبه موصلة مثل السيليكون والجيرمانيوم.

– ما المبدأ التي تقوم عليه الية عمل الخلية الشمسية؟

يعتمد مبدأ عمل الخلية الشمسية على ظاهرة التأثير الكهروضوئي.

- اطلب من الطلبة عمل رسوم توضح آلية عمل الألواح الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية، ثم تبادل الرسوم، وتدوين ملاحظاتهم عليها.
- ناقش الطلبة في ملاحظاتهم حول الرسوم وتوصل معهم الى الية عمل الالواح الشمسية.





## الخلايا الكهروضوئيةُ Photoelectric Cells

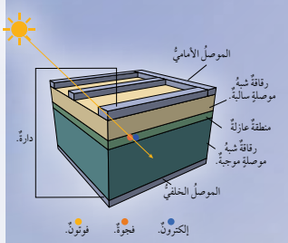
يتزايدُ الطلبُ العالميُّ على الطاقةِ بوتيرةٍ متسارعةٍ نتيجةَ الانفجارِ السكانيِّ والتقدُّمِ التكنولوجيِّ؛ ما يُحتِّمُ على الدولِ أنْ تبحثَ عنْ مصادرَ جديدةٍ للطاقةِ أقلَّ تكلفةٍ. وقدْ تركَّزَ الاهتمامُ على مصادرِ الطاقةِ المُتجدِّدةِ بوصفِها بديلًا مناسبًا لتلكِ الآخِذَةِ بالنفادِ، مثلِ: النفطِ، والغازِ، والوَقودِ الأحفوريِّ.

تُعَدُّ الطاقةُ الشمسيةُ أحدَ مصادرِ الطاقةِ المُتجدِّدةِ الواعدةِ التي يُمكِنُها معالجةُ أزمةِ الطاقةِ مستقبلًا. وقدْ تطوَّرَتْ صناعةُ الطاقةِ الشمسيةِ على نحوٍ مُضطرِدٍ في مُختلِفِ أنحاءِ العالَمِ؛ نظرًا إلى ارتفاعِ الطلبِ على الطاقةِ. وفي هذا السياقِ، سعى الأردنُّ إلى استغلالِ هذا المصدرِ منَ الطاقةِ تلبيةً لحاجاتِهِ المتزايدةِ منْها، فأطلقَ أكبرَ مشروعِ طاقةٍ على مستوى المنطقةِ، أنظرُ الشكلَ المجاورَ.

إنَّ تقنيةَ الألواحِ الشمسيةِ المعروفةَ باسمِ الفوتوفولتيك Photovoltaic (ذاتُ الصلةِ باللوحاتِ الكهروضوئيةِ) تُمثِّلُ حدثًا علميًّا مُهمًّا في مجالِ توليدِ الطاقةِ النظيفةِ غيرِ المُكلِفَةِ؛ إذْ تُستعمَلُ هذهِ الألواحُ لتحويلِ ضوءِ الشمسِ إلى طاقةٍ كهربائيةٍ مباشرةً باستخدامِ موادَّ شبهِ موصلةٍ للتيارِ الكهربائيِّ، مثلِ: السليكون، والجيرمانيوم الذي تُصنَعُ منْهُ الرقائقُ والألواحُ المُكوِّنةُ للخليةِ الكهروضوئيةِ. ويُبيِّنُ الشكلُ المجاورُ تركيبَ الخليةِ الكهروضوئيةِ.

تمتصُّ الألواحُ المُكوِّنةُ للخليةِ فوتوناتِ الضوءِ الساقطةَ عليْها؛ ما يُحفِّزُها إلى إطلاقِ الإلكتروناتِ، في ما يُعرَفُ بظاهرةِ التأثيرِ الكهروضوئيِّ، فتتجهُ هذهِ الإلكتروناتُ نحوَ قطبِ الخليةِ السالبِ، في حينِ تتحرَّكُ الأيوناتُ الموجبةُ الناتجةُ إلى طبقةٍ داخليةٍ تُسمّى الفجواتِ الموجبةَ، ثمَّ تتحرَّكُ الإلكتروناتُ منَ القطبِ السالبِ خلالَ موصلٍ إلى الطبقةِ الموجبةِ؛ ما يُولِّدُ تيارًا كهربائيًّا. ويُمكِنُ التحكُّمُ في فولتيةِ الخليةِ والتيارِ المارِّ بها عنْ طريقِ توصيلِ الخلايا التي يتراوحُ عددُها بينَ (60) وَ (72) على التوالي، أوْ على التوازي.

مشروعُ الطاقةِ في الأردنِّ الأكبرُ إقليميًّا.




تركيبُ الخليةِ الكهروضوئيةِ.

ابحث في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ تركيبِ الخلايا الكهروضوئيةِ وكيفيةِ عملِها، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أُناقِشُهُ معَ زملائي.

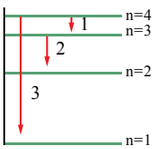
**أبحث:**

وجِّه الطلبة إلى دراسة قضية البحث باستخدام الكلمات المفتاحية (الطاقة المُتجدِّدة، الخلايا الكهروضوئية، عمل الخلايا الكهروضوئية)، ثم كتابة تقرير (أو إعداد عرض تقديمي) عن الموضوع، ثم مناقشتهم فيه.

1. **أُوضِّحُ** المقصودَ بالمفاهيمِ والمصطلحاتِ الآتيةِ:
الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ، طيفُ الانبعاثِ الخطِّيُّ، الطيفُ المتصلُ، الفوتونُ.

2. **أُفسِّرُ:** لماذا يحتوي طيفُ الانبعاثِ الخطيُّ على كمياتٍ مُحدَّدةٍ منَ الطاقةِ بحسبِ نموذجِ بور؟

*3. يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ رسمًا تخطيطيًّا لعددٍ منْ خطوطِ الطيفِ الصادرةِ عنْ ذرَّةِ هيدروجينَ مثارةٍ. أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



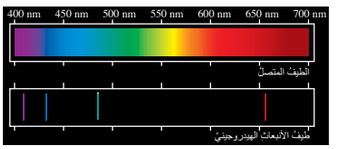

أ . أجِدُ طاقةَ الإشعاعِ التي يُمثِّلُها الرقمُ (2).

ب. أتنبَّأُ إذا كانَ طيفُ الإشعاعِ الذي يُمثِّلُهُ الرقمُ (3) يظهرُ في منطقةِ الضوءِ المرئيِّ أمْ لا.

جـ. أستنتجُ عددَ خطوطِ الطيفِ جميعًا عندَ عودةِ الذرَّةِ إلى حالةِ الاستقرارِ.

4. أجِدُ طاقةَ الإشعاعِ الصادرةَ عنْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في المستوى الرابعِ عندَ عودةِ الإلكترونِ فيها إلى المستوى الثاني.

*5. أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يُبيِّنُ طيفَ الانبعاثِ لذرَّةِ الهيدروجين، ثمَّ أجيبُ عنِ السؤالَيْنِ التاليَيْنِ:




أ . أجِدُ رقمَ المستوى الذي ينتقلُ منْهُ الإلكترونُ إذا كانَتْ طاقةُ فوتونِ الضوءِ الناجمةُ عنِ انتقالِهِ إلى المستوى الثاني هيَ ($0.21\ R_H$) جول.

ب. أُحدِّدُ موقعَ هذا الخطِّ ولونَهُ ضمنَ الطيفِ المرئيِّ لذرَّةِ الهيدروجين.

6. أُعبِّرُ بدلالةِ ($R_H$) عنْ مقدارِ الطاقةِ اللازمِ لنقلِ الإلكترونِ منَ المستوى الثاني إلى المستوى الخامسِ في ذرَّةِ الهيدروجين.

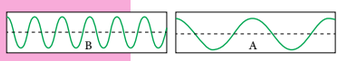
*7. تستخدمُ الإذاعةُ الأردنيةُ موجاتٍ عِدَّةً ذاتَ تردُّداتٍ مُتباينةٍ في بثِّها المُوجَّهِ إلى مناطقَ مختلفةٍ في الأردنِّ، ومناطقَ واسعةٍ في مُختلفِ أنحاءِ العالَمِ. ومنْ هذهِ التردُّداتِ:

| رقمُ الموجةِ | التردُّدُ | الموجةُ | منطقةُ استقبالِ البثِّ |
|---|---|---|---|
| 1 | 90MHz | FM | عمّانُ. |
| 2 | 1035 KHz | AM | شمالُ الأردنِّ، ووسطُهُ، وجنوبُهُ انتهاءً بالنقبِ. |

أ . أجِدُ الطولَ الموجيَّ لكلِّ تردُّدٍ.

ب. أجِدُ طاقةَ الفوتونِ المحتملةَ لكلِّ تردُّدٍ.

جـ. أيُّهما يُمثِّلُ التردُّدَ لموجةِ FM: نموذجُ شكلِ الموجةِ A أمْ نموذجُ شكلِ الموجةِ B؟




*8. يهتمُّ علمُ الفَلَكِ بتحليلِ طيفِ الضوءِ الصادرِ عنِ النجومِ لتعرُّفِ مُكوِّناتِها؛ إذْ تظهرُ خطوطُ الامتصاصِ الخطيِّ معتمةً نتيجةَ امتصاصِ الأطوالِ الموجيةِ بواسطةِ الذرّاتِ والجسيماتِ المُعلَّقةِ في جوِّ النجمِ. وبتحليلِ هذهِ الخطوطِ يُمكِنُ تعيينُ العناصرِ الباعثةِ والعناصرِ الماصَّةِ المُكوِّنةِ للنجمِ. يُبيِّنُ المُخطَّطُ الآتي الجزءَ المرئيَّ منَ الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ وبعضَ خطوطِ امتصاصِ الهيدروجينِ مُوضَّحةً على الطيفِ.

أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أُحدِّدُ خطَّ الامتصاصِ الذي يُوافِقُ:

أ . الطولَ الموجيَّ الأقصرَ.

ب. الطولَ الموجيَّ الأطولَ.

جـ. التردُّدَ الأعلى.

د . أقلَّ طاقةٍ.

9. ذرَّةُ هيدروجينَ مثارةٌ في مستوًى مجهولٍ، يتطلَّبُ تحويلُها إلى أيونٍ موجبٍ أنْ تُزوَّدَ بكميةٍ منَ الطاقةِ مقدارُها ($0.11\ R_H$) جول. ما رقمُ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ؟





1. الطيفُ الكهرومغناطيسي: جميعُ الأطوالِ الموجيةِ التي يتكوَّنُ منها الضوءُ.

طيفُ الانبعاثِ الخطي: مجموعةٌ من الأطوالِ الموجيةِ للضوءِ الصادرِ عن ذرّاتِ العنصرِ المثارةِ عند عودةِ الإلكترونِ فيها إلى حالةِ الاستقرارِ.

الطيفُ المتصلُ: مجموعةُ الأطوالِ الموجيةِ التي تظهرُ في صورةِ مجموعةٍ من الألوانِ المتتابعةِ المتداخلةِ (قوسِ المطرِ) التي يتكوَّنُ منها الضوءُ العاديُّ.

الفوتونُ: جسيماتٌ ماديةٌ متناهيةٌ في الصغرِ، تُمثِّلُ الوحداتِ الأساسيةَ المُكوِّنةَ للضوءِ، ويحملُ كلٌّ منها مقدارًا مُحدَّدًا من الطاقةِ. وهي تُعبِّرُ عنِ الطبيعةِ المُزدوَجةِ (موجيةٍ–ماديةٍ) للضوءِ.

2. لأنَّه عندَ إثارةِ ذرَّةِ الهيدروجينِ، فإنَّها سرعانَ ما تعودُ إلى حالةِ الاستقرارِ، وتفقدُ الطاقةَ بكمياتٍ مُحدَّدةٍ، بناءً على فرقِ الطاقةِ بينَ المستويينِ الذي انتقلَ الإلكترونُ بينهما.

3. أ) طاقةُ الإشعاعِ (2) تُمثِّلُ فرقَ الطاقةِ بينَ المستويينِ الثالثِ والثاني.

$n_1 = 1$ ، $n_2 = 3$

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{9}{36} - \frac{4}{36} \right)$$

$$= 3 \times 10^{-18}\ J$$

ب) يُمكِنُ حسابُ طولِ الموجةِ لهذا الإشعاعِ ومقارنتُه بالطولِ الموجيِّ لمنطقةِ الضوءِ المرئيِّ؛ لذا تُحسَبُ أولًا طاقةُ الإشعاعِ، ثمَّ يُحسَبُ تردُّدُه، وطولُ موجتِه، حيثُ:

$n_2 = 4$ ، $n_1 = 1$

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{16}{16} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{15}{16} - \frac{4}{36} \right)$$

$$= 2.04 \times 10^{-18}\ J$$

$$\Delta E = h.\ \nu$$

$$2.04 \times 10^{-18} = 6.63 \times 10^{-34} \times \nu$$

$$V = \left( - \frac{2.18 \times 10^{-18}}{6.63 \times 10^{-34}} \right)$$

$$= 0.3 \times 10^{16}\ Hz$$

$$C = \lambda . V$$

$$\lambda = \left( - \frac{3 \times 10^{8}\ m/s}{0.3 \times 10^{16}\ s^{-1}} \right)$$

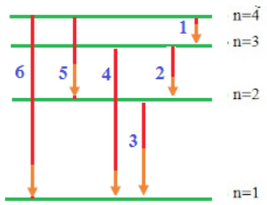
$$= 0.3 \times 10^{-8}\ m$$

وبتحويلِ طولِ الموجةِ إلى وحدةِ نانومتر (بالضربِ في (109، يتبيَّنُ أنَّ طولَ الموجةِ هو 3nm، وأنَّه يقعُ خارجَ منطقةِ الضوءِ المرئيِّ.

جـ) يمكن حساب عدد خطوط الطيف لذَرَّة مثارة بحساب مفكول العدد الذي يُمثِّل الفرق بين الرقم الأعلى مستوى للطاقة والرقم الأدنى مستوى للطاقة، وينتقل بينهما الإلكترون، وهما:

1-4= 3 =1+2+3 = 6 خطوط.

يُمكِن أيضًا إيجاد ذلك بالرسم.




4. لاحِظ أنَّ: $n_1 = 2$ ، $n_2 = 4$

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{3}{16} \right)$$

$$= 0.41 \times 10^{-18} \text{ J}$$

5. أ)

$n_2 = ??$ ، $n_1 = 2$

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$0.21\ R_H = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$0.21 = \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$0.21 - 0.25 = - \frac{1}{n^2}$$

$$-0.04 = - \frac{1}{n^2}$$

$$n^2 = \frac{1}{0.04} = 25$$

$$\sqrt{n^2} = \sqrt{25}$$

$n = 25$

ب) بناءً على الشكل(8-1) الذي يُمثِّل خطوط طيف ذَرَّة الهيدروجين، يتبيَّن أنَّه يقع في منطقة الضوء المرئي، وأنَّ لون الخط أزرق.





10. إذا كانَ طولُ موجةِ الإشعاعِ المُرافِقِ لعودةِ الإلكترونِ مِنْ مستوًى بعيدٍ إلى المستوى الأولِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ هوَ (121) نانومترًا، فأَجِدُ:
أ . طاقةَ هذا الإشعاعِ.
ب . رقمَ المستوى الأعلى الذي عادَ منْهُ الإلكترونُ.

11. عددُ الكمِّ الرئيسُ لإلكترونٍ (n= 3):
أ . ما عددُ المستوياتِ الفرعيةِ المحتملةِ؟
ب . ما عددُ الأفلاكِ في هذا المستوى؟
جـ . ما السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يُمكِنُ أنْ يستوعبَها هذا المستوى؟
د . ما قيمُ أعدادِ الكمِّ الفرعيةِ (ℓ)؟

12. أستنتجُ رمزَ المستوى الفرعيِّ ذي القيمِ الكَمِّيَّةِ المُبيَّنةِ في كلٍّ منَ الحالتيْنِ الآتيتيْنِ:
أ . n= 2 ، ℓ= 0؟
ب . n= 4 ، ℓ= 1؟

13. **أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممّا يأتي:**

1. النموذجُ أوِ الافتراضُ الذي يشيرُ إلى وجودِ خصائصَ موجيةٍ للإلكترونِ هوَ:
أ . آراءُ بلانك وآينشتاين. ب . نموذجُ رذرفورد.
جـ . النموذجُ الميكانيكيُّ الموجيُّ. د . نموذجُ بور.

2. الفكرةُ التي قدَّمها بور عنِ الذرَّةِ هيَ:
أ . لكلِّ فَلَكٍ حجمٌ، وشكلٌ، واتجاهٌ خاصٌّ بهِ.
ب . طاقةُ الإلكترونِ لا تتغيَّرُ ما لمْ يُغادِرْ مستواهُ.
جـ . للضوءِ طبيعةٌ مزدوجةٌ (ماديةٌ- موجيةٌ).
د . لكلِّ مستوًى سعةٌ مُحدَّدةٌ منَ الإلكتروناتِ.

3. الخاصيةُ الفيزيائيةُ المُرتبطةُ بعددِ الكمِّ الفرعيِّ هيَ:
أ . مُعدَّلُ البُعْدِ عنِ النواةِ. ب . الشكلُ العامُّ للفَلَكِ.
جـ . الاتجاهُ الفراغيُّ للفَلَكِ. د . اتجاهُ الغزلِ.

4. لا تتماثلُ أفلاكُ (p) الثلاثةُ ضمنَ المستوى الرئيسِ الواحدِ نفسِهِ في إحدى الخصائصِ الآتيةِ:
أ . الاتجاهُ الفراغيُّ. ب . الشكلُ.
جـ . الطاقةُ. د . السعةُ منَ الإلكتروناتِ.

5. عددُ الأفلاكِ الكليُّ في المستوى الرئيسِ الثالثِ (n= 3) هوَ:
أ . (3) أفلاكٍ. ب . (6) أفلاكٍ.
جـ . (9) أفلاكٍ. د . (18) فَلَكًا.

6. أكبرُ عددٍ منَ الإلكتروناتِ التي قدْ توجدُ في المستوى الرئيسِ الخامسِ (n= 5) هوَ:
أ . (5) إلكتروناتٍ. ب . (10) إلكتروناتٍ.
جـ . (25) إلكترونًا. د . (50) إلكترونًا.

7. يتحدَّدُ الاتجاهُ الفراغيُّ للفَلَكِ بعددِ الكمِّ:
أ . الرئيسِ. ب . الفرعيِّ.
جـ . المغناطيسيِّ. د . المغزليِّ.

8. عندَ امتصاصِ الذرَّةِ للطاقةِ تنتقلُ الإلكتروناتُ إلى مستوياتِ طاقةٍ أبعدَ عنِ النواةِ، فينشأُ ما يُسمّى:
أ . التفريغَ الكهربائيَّ. ب . الذرَّةَ المثارةَ.
جـ . عمليةَ التأيُّنِ. د . الطيفَ الذرِّيَّ.

9. أقصى عددٍ منَ الإلكتروناتِ يستوعبُهُ المستوى الفرعيُّ (4f) هوَ:
أ . إلكترونانِ. ب . (10) إلكتروناتٍ.
جـ . (6) إلكتروناتٍ. د . (14) إلكترونًا.

10. الرمزُ الذي يتعارضُ معَ مبدأ باولي هوَ:
أ . $(4d^{12})$. ب . $(3s^1)$.
جـ . $(2p^6)$. د . $(4f^{12})$.

11. عددُ المستوياتِ الفرعيةِ المحتملةِ لوجودِ إلكترونٍ في المستوى الثالثِ هوَ:
أ . (3) مستوياتٍ. ب . (9) مستوياتٍ.
جـ . (12) مستوًى. د . (16) مستوًى.



6. لاحِظ أنَّ:
$n_1 = 2$ ، $n_2 = 5$

تُطبَّق العلاقات من دون التعويض بقيمة RH كما يأتي:

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)$$

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{25} \right)$$

$$\Delta E = R_H \left( \frac{21}{100} \right) = 0.21\ R_H \text{ J}$$

7. أ) حساب طول الموجة الأولى (FM ): تردُّد الموجة مقيس بالميغاهيرتز (MHz)؛ لذا يجب تحويل الميغاهيرتز إلى هيرتز، بالضرب في $10^6$،

حيث: $1MHz = 10^6\ Hz$

$V=90 \times 10^6 = 9 \times 10^7\ Hz$

$C = \lambda.V$

$$\lambda = \left( \frac{3 \times 10^8\ m/s}{9 \times 10^7\ s^{-1}} \right)$$

$$= 3.3 \times 10^{-2}\ m$$

حساب طول الموجة الثانية (AM):

تردُّد الموجة مقيس بالكيلوهيرتز( KHz)؛ لذا يجب تحويل الكيلوهيرتز إلى هيرتز، بالضرب في :$10^3$

حيث: $1KHz = 10^3\ Hz$

$V=1035 \times 10^3 = 1.035 \times 10^6\ Hz$

$C = \lambda.V$

$$\lambda = \left( \frac{3 \times 10^8\ m/s}{1.035 \times 10^7\ s^{-1}} \right)$$

$$= 2.9 \times 10^2\ m$$

ب) طاقة الفوتون الأول (موجة FM):

$E=h.V$

$E=6.63\times10^{-34}\ j.s \times 9 \times 10^7\ s^{-1} = 5.967 \times 10^{-26}\ j$

طاقة الفوتون الثاني (موجة AM):

$E = 6.63\times10^{-34}\ j.s \times 1.035 \times 10^6\ s^{-1}$

$=6.86 \times 10^{-28}\ j$

جـ) الموجة (FM) هي أقصر الموجات، ويُمثِّلها النموذج (B).

8. أ ) الطول الموجي الأقصر: A.

ب) الطول الموجي الأطول:D .

جـ) التردُّد الأعلى:A .

د ) أقل طاقة: D.

9. لتحويل الذَّرَّة إلى أيون موجب، يجب نقل الإلكترون إلى مستوى اللانهاية، حيث لا يخضع لجذب الذَّرَّة؛ أيْ إنَّ الذَّرَّة تفقد هذا الإلكترون؛ ما يعني أنَّ:

$n_1$= ؟؟؟ ، $n_2$= لا نهاية

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$0.11\ R_H = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)$$

$$0.11 = \left( \frac{1}{n^2} \right)$$

$$n^2 = \frac{1}{0.11} = 9$$

$$n = 3$$

10. طول موجة الإشعاع: 121nm ، وهو مقيس بالنانومتر؛ لذا يُحسَب طول الموجة بالمتر، حيث:

$1m = 10^{9} nm$

ولذلك يُضرَب طول الموجة في $10^{-9}$:

$\lambda = 121 \times 10^{-9} = 1.21 \times 10^{-7} m$

أ) لحساب طاقة الإشعاع، يُحسَب تردُّد الموجة، ثم طاقة الإشعاع كما يأتي:

$$C = \lambda . V$$

$$\lambda = \left( \frac{3 \times 10^{8} m/s}{1.21 \times 10^{-7} m} \right)$$

$$= 0.247 \times 10^{16} \ s^{-1}$$

$$E = h.V$$

$$E = 6.63 \times 10^{-34} j.s \times 0.247 \times 10^{16} s^{-1} = 1.64 \times 10^{-18} j$$

11. لاحِظ أنَّ:

$n_2 = ??$ ، $n_1 = 1$

$$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$1.64 \times 10^{-18} = 2.18 \times 10^{-18} \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$0.75 = 1 - \frac{1}{n^2}$$

$$0.75 = -1 = - \frac{1}{n^2}$$

$$0.25 = \frac{1}{n^2}$$

$$n^2 = \frac{1}{0.25} = 4$$

$$\sqrt{n^2} = \sqrt{4}$$

$$n = 2$$

12. أ ) عدد المستويات الفرعية المحتملة: 3

ب) عدد الأفلاك في هذا المستوى: $^{2}n = 3^2 = 9$

جـ) السعة القصوى من الإلكترونات ($^{2}n2$): $3^2 \times 2 = 18$ إلكترونًا.

د ) قيم أعداد الكم الفرعية ($\ell$) : 0 , 1 , 2

هـ) 2S

و ) 4P

| رقم الفقرة: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة الصحيحة: | C | b | b | a | c | d | C | b | d | a | a |

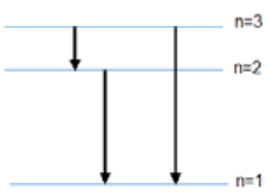
# محاكاة لأسئلة الاختبارات الدولية: الإجابات

**إجابة السؤال الأول:**

4) 400nm - 450nm

**إجابة السؤال الثاني:**

أ)




ب) أُحدِّد مستويي الطاقة الموافقة لكل طيف، مُبيِّنًا الأسس التي اعتمدْتُها.

يظهر الطيف الأحمر عند انتقال الإلكترون بين المستوى (n=3) والمستوى (n=2)؛ ذلك أنَّ فرق الطاقة بينهما أقل ما يمكن؛ لذا يكون طول الموجة أكبر ما يمكن، وهو أقرب إلى اللون الأحمر.

أمّا الطيف الأزرق فهو أكبر طاقة من الطيف الأحمر؛ لذا يكون انتقال الإلكترون بين المستوى (n=3) والمستوى (n=1)؛ إذ إنَّ فرق الطاقة بينهما أكبر ما يمكن، وطول الموجة أقل ما يمكن، وهو أقرب إلى اللون الأزرق.