دليل تقويم مناهج العلوم

مادّة العلوم العامّة – المستوى الحادي عشر

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة: الموجات في الطبّ

مرحلة العمل: بروفا 3

فهرس المحتويات

أوّلًا: الاختبارات 3
الاختبار التشخيصيّ 4
تطبيق الدرس الأوّل: الطيف الكهرومغناطيسي..... 8
تطبيق الدرس الثاني: الطبّ الإشعاعيّ 11
تطبيق الدرس الثالث: الموجات الميكانيكيّة 14
اختبار المهارات العمليّة..... 17
اختبار مهارات الاستقصاء العلميّ 19
اختبار الوحدة الخامسة 22
ثانيًا: الإجابات..... 28
إجابات الاختبار التشخيصيّ..... 29
إجابات تطبيق الدرس الأوّل: الطيف الكهرومغناطيسيّ..... 33
إجابات تطبيق الدرس الثاني: الطبّ الإشعاعيّ..... 37
إجابات تطبيق الدرس الثالث: الموجات الميكانيكيّة..... 39
إجابات اختبار المهارات العمليّة 41
إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلميّ 44
إجابات اختبار الوحدة الخامسة..... 46

أوّلًا: الاختبارات

الاختبار التشخيصيّ

الاسم: الصفّ: التاريخ:

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–9: الدرجة: \ 10

1. تستطيع أذن الإنسان السليمة أن تسمع تردُّدات تتراوح بين 20 Hz و20 000 Hz. ماذا تُسمّى الموجات الميكانيكيّة التي تتجاوز 20 000 Hz؟

a. صدى الصوت.

b. موجات الراديو.

c. الموجات فوق الصوتيّة.

d. الموجات فوق الميكانيكيّة.

2. ما طبيعة الموجات الصوتيّة؟

a. موجات ميكانيكيّة.

b. موجات مُستعرضة.

c. موجات كهرومغناطيسيّة.

d. موجات تحت الحمراء.

3. كيف تنتقل الموجات الصوتيّة؟

a. بانتقال المادّة التي تحمل هذه الموجات.

b. عبر الفراغ من المصدر إلى المُستقبِل.

c. تحملها جُسَيمات الوسط على خطّ مستقيم إلى المتلقّي.

d. كتضاغطات وتخلخلات لجُسَيمات الوسط الذي تنتشر فيه.

4. يتألّف الطيف الكهرومغناطيسيّ من أنواع متعدّدة من الإشعاعات مثل موجات الراديو، موجات الميكروويف، الأشعّة تحت الحمراء، الضوء المرئيّ، الأشعّة فوق البنفسجيّة. ما الخاصّية المُشترَكة للموجات الكهرومغناطيسيّة؟

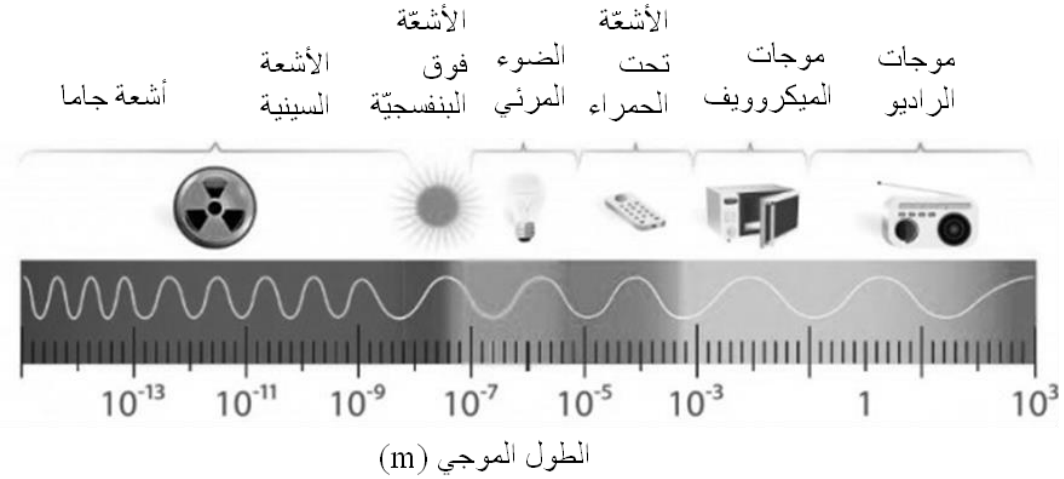
a. لديها نفس التردّد في الفراغ.

b. لديها نفس الطاقة في الفراغ.

c. لديها نفس السرعة في الفراغ.

d. لديها نفس طول الموجة في الفراغ.

5. يوضح الشكل أدناه الطول الموجي لسلسلة الطيف الكهرومغناطيسي.



أيٌّ ممّا يأتي هو الترتيب الصحيح لأجزاء الطيف الكهرومغناطيسيّ من التردّد الأصغر إلى التردّد الأكبر؟

a. الأشعّة السينيّة – الضوء المرئيّ – موجات الراديو.

b. موجات الراديو – الأشعّة السينيّة – الضوء المرئيّ.

c. الضوء المرئيّ – موجات الراديو – الأشعّة السينيّة.

d. موجات الراديو – الضوء المرئيّ – الأشعّة السينيّة.

6. أيٌّ من أنواع الضوء الآتية تسبّب ضررًا للخلايا الحيّة وقد تؤدّي إلى الإصابة بالسرطان؟

a. الضوء المرئيّ.

b. موجات الراديو.

c. الأشعّة تحت الحمراء.

d. الأشعّة فوق البنفسجيّة.

7. كم تبلغ سرعة موجة راديو، طولها الموجي 2.1 m وتردّدها 1.4×10^8 Hz؟

a. 10^8 m/s

b. 0.66×10^8 m/s

c. 1.5×10^8 m/s

d. 2.94×10^8 m/s

8. يبلغ تردّد موجة صوتيّة f_1 وزمنها الدوريّ T_1. إذا تضاعف تردّدها يصبح الزمن الدوريّ T_2. ما العلاقة بين T_1 وT_2؟

a. T_2 تساوي T_1.

b. T_2 تساوي نصف T_1.

c. T_2 تساوي ضعف T_1.

d. T_2 تساوي أربعة أضعاف T_1.

9. تطفو قطعة فلّين على السطح في حوض مليء بالماء حتى ارتفاع 1 cm. نتجت سلسلة من الموجات وأدّت إلى اهتزاز الفلّين حول نقطة ثابتة لتعود وتستقرّ في موقعها الأصليّ بعد مرور الموجات. أيّ العبارات الآتية نستنتج؟

a. تنقل الموجةُ الطاقةَ والمادّةَ معًا.

b. تمرُّ الموجة من دون انتقال المادّة والطاقة.

c. تنقل الموجةُ الطاقةَ من دون أن تنقل المادّة.

d. تنقل الموجةُ المادّةَ من دون أن تنقل الطاقة.

10. لكـلّ نطـاق مـن نطاقـات الطيـف الكهرومغناطيسـيّ مجموعـة مـن الاسـتخدامات والمخـاطر إن وُجدت. املأ الجدول الآتي مقدّمًا مثالًا واحدًا على استخدام كلّ نطاق ومخاطره إن وُجدت.

النطاق	مثال على استخداماته	المخاطر إن وُجدت
موجات الراديو		
الأشعّة تحت الحمراء		
الضوء المرئيّ		
الأشعّة السينيّة		

تطبيق الدرس الأوّل: الطيف الكهرومغناطيسي

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 10

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1-4:

1. أيٌّ من الموجات الآتية لا تنتمي إلى الطيف الكهرومغناطيسيّ؟

a. موجات الراديو.

b. الموجات فوق الصوتية.

c. موجات الميكروويف.

d. موجات الضوء المرئيّ.

2. يمتدّ الطيف الكهرومغناطيسيّ من أشعّة جاما ذات الطول الموجي القصير إلى موجات الراديو ذات الطول الموجي الطويل.

أين يقع الضوء المرئيّ في الطيف الكهرومغناطيسيّ (حسب التقسيم في الصورة أعلاه)؟

a. A.

b. B.

c. C.

d. D.

3. موجات الميكروويف ذات التردّد 2.45GHz تُستخدم في طهو الطعام وتسخينه. فإذا علمت أنّ سرعة الضوء في الهواء هي $v = 3 \times 10^8\ \mathrm{m/s}$، فأيٌّ من القيم الآتية تمثّل طولها الموجيّ؟

a. 0.12 m

b. 8.1 m

c. 21.5 m

d. 73.5 m

4. أحد نطاقات الطيف الكهرومغناطيسيّ هو الضوء المرئيّ. الشكل المجاور يُبيّن أصغر وأكبر طول موجيّ لهذا الضوء. أيٌّ ممّا يلي يحدّد نطاق التردّد f؟

$700 \times 10^{-9}\text{m}$ $400 \times 10^{-9}\text{m}$

سرعة الضوء في الفراغ تساوي $3 \times 10^8\ \text{m/s}$

a. $7.5 \times 10^2\ \text{Hz} \geq f \geq 4.2 \times 10^2\ \text{Hz}$

b. $7.5 \times 10^8\ \text{Hz} \geq f \geq 4.2 \times 10^8\ \text{Hz}$

c. $7.5 \times 10^{14}\ \text{Hz} \geq f \geq 4.2 \times 10^{14}\text{Hz}$

d. $7.5 \times 10^{16}\ \text{Hz} \geq f \geq 4.2 \times 10^{16}\ \text{Hz}$

5. إذا علمت أنّ ثابت بلانك $h = 6.626 \times 10^{-34}\ \text{Js}$، أحسب التردّد لموجة راديو ذات طاقة تساوي $6.626 \times 10^{-25}\ \text{J}$.

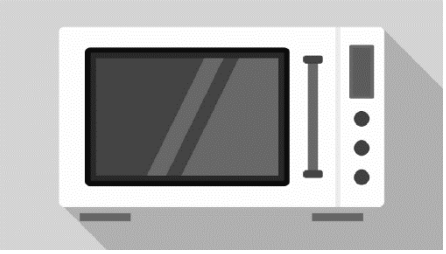
.....

.....

6. قارن طاقة كلّ من المصباحين الكهربائيّين LED، الأول أحمر تردّده $4.7 \times 10^{14}\ \text{Hz}$، والثاني أزرق تردّده $6.1 \times 10^{14}\ \text{Hz}$.

.....

.....



7. يُمكــن لفــرن الميكروويــف تســخين الطعــام بســرعة فائقــة، علمًــا بـأنّ التـردّد الطبيعـي لإهتـزاز جزيئـات الماء هو $2.45\ \mathrm{GHz}$.

a. ما اسم الحالة التي يجب أن تتوفّر لتسخين الطعام، المسؤولة عن تحوّل الطاقة إلى درجة حرارة مرتفعة جدًّا؟

.....

b. أحسب التردّد لموجات الميكروويف.

.....

c. أحسب طاقة موجات الميكروويف إذا علمت أنّ ثابت بلانك $\mathrm{h = 6.626 \times 10^{-34}\ Js}$؟

.....

.....

8. تُستخدم موجات الميكروويف في حياتنا اليومية في العديد من المجالات أهمّها الهواتف الجوّالة وطهو الطعام. لماذا قد تُسبّب الموجات المستخدمة في مجال طهو الطعام خطرًا ولا تكون خطِرةً في مجال الهواتف الجوّالة؟ اذكر سببًا واحدًا.

.....

تطبيق الدرس الثاني: الطبّ الإشعاعيّ

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة:	\ 10

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–4:

1. أيٌّ من الاستخدامات الآتية لا يسبّب خطرًا في أثناء التصوير؟

a. التصوير الفلوروسكوبيّ.

b. التصوير بالأشعّة السينيّة.

c. التصوير المقطعي المُحوسَب.

d. التصوير بالرنين المغناطيسيّ.

2. جهاز التصوير بالرنين المغناطيسيّ يُمثّل استخدامًا ذكيًّا لمغانط قويّة جدًّا ومغانط تُرسل موجة معيّنة من موجات الطيف الكهرومغناطيسيّ. إلى أيّ نوع من أنواع الطيف الكهرومغناطيسيّ الآتية تنتمي هذه الموجة؟

a. موجات الراديو.

b. موجات الميكروويف.

c. الأشعّة تحت الحمراء.

d. الأشعّة فوق البنفسجيّة.

3. أحد أهمّ استخدامات الموجات الكهرومغناطيسيّة للعلاج الطبّي هو استهداف الورم من خلال عمليّة غير جراحيّة لإزالته. ما اسم هذه التقنيّة؟

a. الراديو.

b. الليزك.

c. سكّين جاما.

d. العلاج الإشعاعيّ الموضعيّ.

4. يقع الضوء المرئيّ في منتصف الطيف الكهرومغناطيسيّ ويُستخدم في العلاج الطبّي. أيٌّ ممّا يلي هو أحد مجالات استخدامات الضوء المرئيّ؟

a. علاج الجلد.

b. إزالة الورم داخل الجسم.

c. وقف النَّزْفُ داخل شبكة العين.

d. تصوير العظام داخل الجسم.

5. من تطبيقات الموجات في الطب إستخدام تقنيّة علاجيّة حديثة تُعرف بتردّد الموجات الكهرومغناطيسية المبرّدة غير المؤيَّنة لعلاج الآلام الشديدة والمزمنة في المفاصل. تتمثّل هذه التقنيّة في استخدام مولّد الترددات الكهرومغناطيسي وتطبيق المجال الكهرومغناطيسيّ.

a. ما اسم الجهاز المُستخدم في التصوير الإشعاعيّ؟

.....

b. ما أبرز فوائد هذه التقنيّة العلاجيّة الحديثة؟

.....

.....

c. اذكر اسم تقنيّة التشخيص المُبكر للآلام الشديدة والمزمنة في المفاصل وكيفيّة استعمالها.

.....

.....

6. عمّمت منظّمة الصحّة العالميّة – المكتب الإقليمي لشرق المتوسّط الإعلان الآتي:

a. ما السبب الرئيس الذي يجعل الأشعّة فوق البنفسجيّة تسبّب حساسيّة للجلد؟

.....

b. اذكر أهمّ استخدامات الأشعّة فوق البنفسجيّة.

.....

c. ما نوع السرطان الذي يمكن أن تسبّبه الأشعّة فوق البنفسجيّة؟

.....

تطبيق الدرس الثالث: الموجات الميكانيكيّة

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 10

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1-4:

1. أيّ الأجزاء التالية في جسم الإنسان لا يمكن إجراء تشخيص لها باستخدام الموجات فوق الصوتيّة؟

a. الأورام.

b. الأوتار.

c. العضلات.

d. قرنيّة العين.

2. تصدر أداة تسمّى محوِّل الموجات فوق الصوتيّة صوتًا عالي التّردد – لا يمكن للمريض سماعه – ثمّ تُحلّل أصداء الموجات فوق الصوتيّة المرتدّة لتحديد حجم، وشكل، واتّساق الأنسجة والأعضاء الرخوة. أيًّا ممّا يلي يُسجّل الجهاز لتحليل الأصداء؟

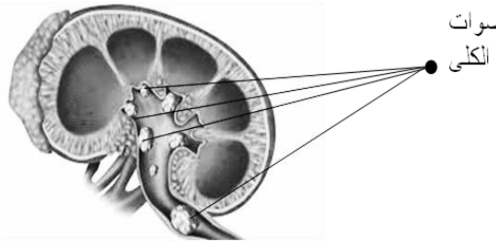
a. الزمن.

b. السرعة.

c. تردّد الموجة.

d. طول الموجة.

3. حصوات الكلى هي ترسّبات صلبة مكوّنة من المعادن والأملاح التي تتكوّن داخل الكُلى. ومن أسباب تكوُّن حصوات الكُلى النظام الغذائي وزيادة وزن الجسم. تُزال بعملية جراحيّة أو بإجراء غير جراحي من خلال استهدافها بموجات معيّنة. ما نوع هذه الموجات؟



a. الميكروويف.

b. فوق الصوتيّة.

c. تحت الحمراء.

d. فوق البنفسجيّة.

4. **ما الخيار الصحيح لعدد الموجات الصادمة الذي تُستهدف فيه حصوات الكلى لتفتيتها من خارج الجسم وبالتالي يَمكن مرورها مع البول؟**

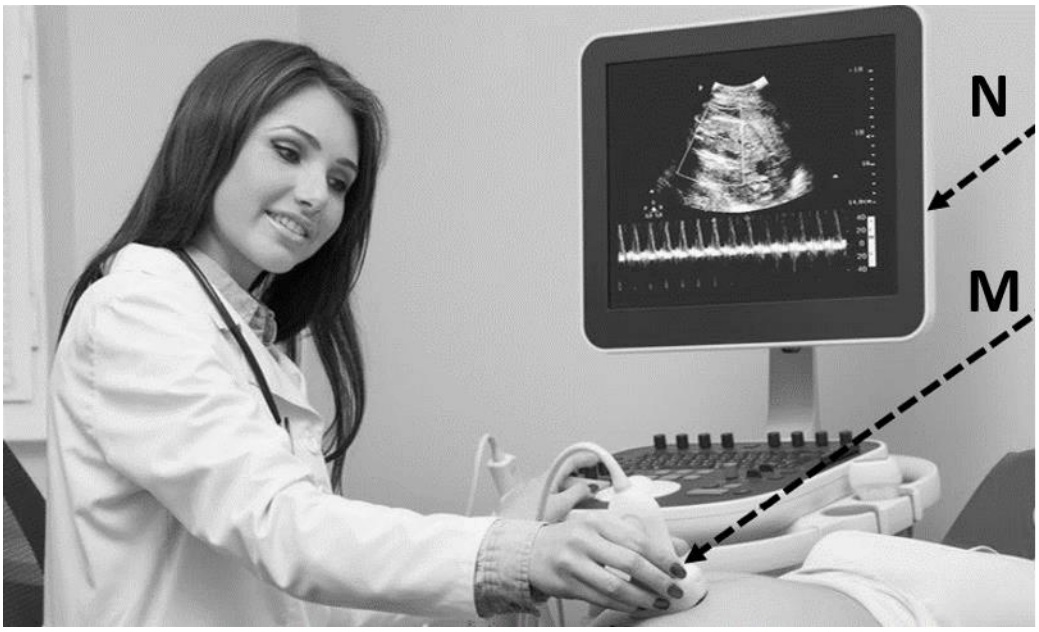
a. بموجة واحدة.

b. بآلاف الموجات.

c. بموجتين متتاليتين.

d. بعدد قليل من الموجات.

5. **انظر إلى الشكل ثمّ أجب عن الأسئلة a وb وc.**



a. ما نوع التشخيص الذي يقوم به الطبيب؟

.....

b. ما اسم الجهاز المشار إليه بالحرف M؟

.....

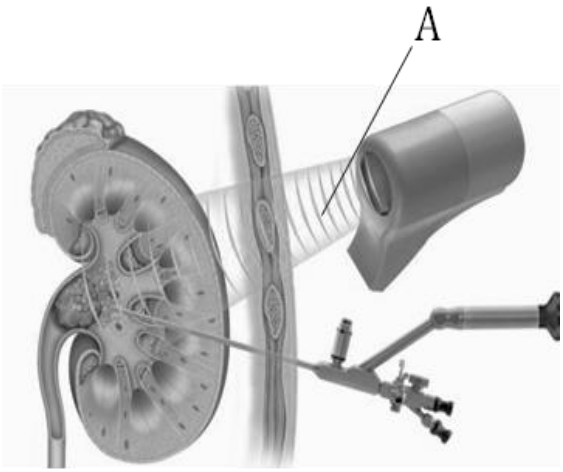
.....

c. كيف تتشكّل الصورة المُشار إليها بالحرف N؟

.....

.....

6. تُستخدم طريقة الموجات للتخلّص من حصوات الكلى التي يقلّ طولها عن 2 cm، ويقوم مبدأ عملها على تفتيت هذه الحصوات من خلال توجيه الموجات إليها، ممّا يؤدّي إلى تفتيتها إلى أجزاء صغيرة (مليمترات مكعّبة حجمًا).



a. ماذا يُمثّل الحرف A في الشكل؟

.....

b. كيف تتمّ مراقبة تفتيت حصوات الكلى الكبيرة إلى صغيرة؟

.....

c. برأيك، ما قياس الحصوات بعد تفتيتها إلى أجزاء صغيرة: 1.8 cm، 1 cm أو 0.5 cm؟

.....

اختبار المهارات العمليّة

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 5

الدرس الأوّل	الطيف الكهرومغناطيسيّ
النشاط	استخدام مصابيح LED لحساب ثابت بلانك
سؤال الاستقصاء	أحسب ثابت بلانك عمليًا

اسم التجربة: طاقة الكمّ

الهدف: حساب ثابت بلانك باستخدام مصابيح LED

أدوات التجربة: ورقة تتوهّج في الظلام، مصابيح كهربائية LED أحمر وأخضر وأزرق وفوق البنفسجيّ، غرفة مظلمة، آلة حاسبة وورقة رسمٍ بيانيّ.

خطوات التجربة:

- خذ ورقة التوهّج واقلبها، وغطِّها حتى لا تمتصّ ضوء الغرفة. أطفئ مصادر الإضاءة في الغرفة.
- اقلب ورقة التوهّج في الغرفة المظلمة، وتأكّد من عدم توهّجها كثيرًا.
- استخدم ضوء المصباح LED أحمر لمحاولة إضاءة الورقة، وسجّل نتائج ملاحظاتك.
- كرّر الخطوة أعلاه باستخدام المصابيح LED أخضر وأزرق وفوق البنفسجيّ، وسجل نتائج ملاحظاتك.

المصباح	الأحمر	الأخضر	الأزرق	فوق البنفسجيّ
التوهّج				

- فيما يأتي جدول التردّد f لكلّ موجة. أحسب قيمة طاقة الكمّ المقابلة لها بوحدة (J) علماً بأنّ ثابت بلانك $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js

الموجة	**التردّد f $(\times 10^{14}\text{Hz})$**	**طاقة الكمّ E $(\times 10^{-19}\text{ J})$**
الأحمر	4.3	
الأخضر	5.5	
الأزرق	7.5	
فوق البنفسجيّ	30	

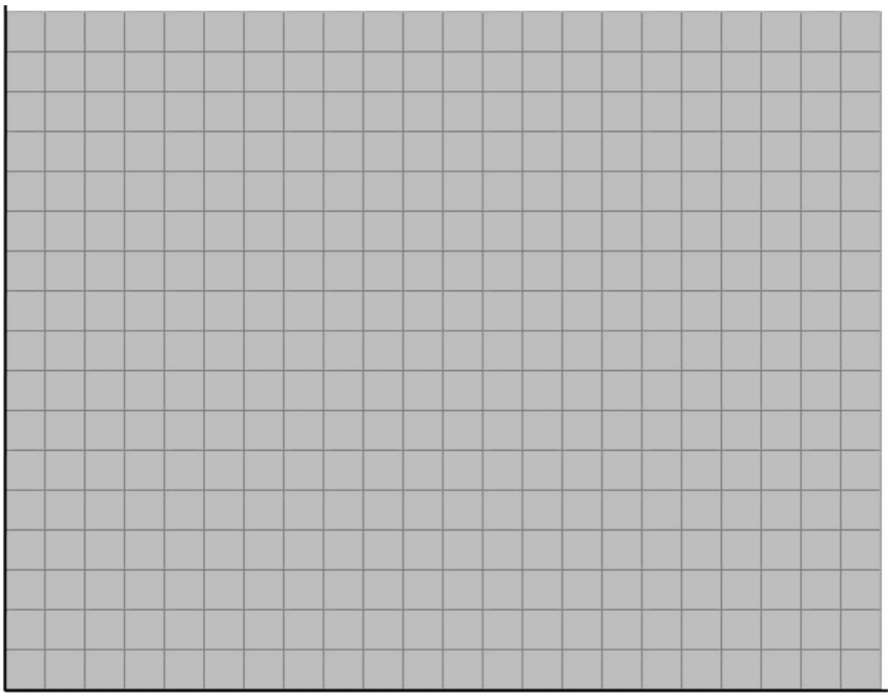
الأسئلة:

1. سوف تتوهّج ورقة التوهّج لتفاعلها مع الطاقة الصادرة من كلّ موجة. ما العلاقة بين نوع الموجة وشدّة الإضاءة لورقة التوهّج؟

.....

.....

2. باستخدام مقياس رسم مناسب، أرسم على ورقة الرسم البيانيّ، المنحنى الذي يربط طاقة الكمّ $(\times 10^{-19}\ \mathrm{J})$ E كدالّة بالتردّد $(\times 10^{14}\mathrm{Hz})$ f.



3. برأيك، هل شكل المنحنى في الرسم البيانيّ متوافق مع النتائج في السؤال 1؟

.....

4. ما العلاقة البيانيّة بين طاقة الكمّ E والتردّد f؟

.....

5. أحسب ميل العلاقة البيانية واستنتج ما تمثله.

.....

اختبار مهارات الاستقصاء العلميّ

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 5

الدرس الثالث	الموجات الميكانيكيّة
النشاط	مقارنة التشخيص بالموجات فوق الصوتيّة بتقنيّة التصوير بالرنين المغناطيسيّ وتقنيّة التصوير بالأشعّة السينيّة
سؤال الاستقصاء	ما أفضل تقنيّة لتصوير الجنين في أثناء الحمل؟

فيما يأتي جدول للمقارنة بين ثلاث تقنيّات تُستخدم للتشخيص الطبّي:

	الموجات فوق الصوتيّة	**الأشعّة السينيّة**	**الرنين المغناطيسيّ**
كُلفة جهاز التصوير	معتدل الثمن	الأقلّ ثمنًا	الأغلى ثمنًا
تنقل جهاز التصوير	آلة محمولة شائعة الاستخدام	تتوافر آلات صغيرة محمولة	عدد قليل جدًّا من الأجهزة المحمولة
القدرة على رؤية التفاصيل الدقيقة	1–5 mm	0.1 mm	0.3–1 mm
زمن الفحص	معتدل	قصير جدًّا	طويل نسبيًّا
الراحة والأمان	لا توجد مخاطر معروفة	جرعة صغيرة من الإشعاع المؤيّن	لا يمكن فحص المرضى الذين لديهم غرسات معدنيّة

تصوير الأنسجة الرخوة للبطن	ممتاز، خاصّة بالنسبة لحالات فحص الجنين، حيث إنّه آمن ويمكن التصوير في أيّ وقت خلال الحمل	الصورة رديئة	عالية الجودة وخاصّةً لأعضاء معيّنة مثل الكلى
تصوير الأنسجة الرخوة للمفاصل	مقبول، خاصّةً إن كان تجاوز العظام ممكنًا	الصورة رديئة	ممتاز لدراسة العضلات والأوتار والغضاريف

1. صحيحٌ أنّ جهاز الأشعّة السينيّة هو الأقلّ ثمنًا، ولكنّه لا يُستخدم لتصوير الجنين. اذكر سببين يمنعان ذلك.

.....

.....

2. تقنيّة التصوير بالرنين المغناطيسيّ تعطي صورة عالية الجودة للجنين. ما الذي يمنع استخدامها دوريًّا خلال فترة الحمل؟

.....

.....

3. يمكن أن تحدث عيوب خلقيّة في أصابع اليدين والقدمين في أثناء نموِّ الجنين في الرَّحِم. ضع فرضيّة عن أفضل تقنيّة لتشخيص العيوب في الأنسجة الرخوة للمفاصل للجنين.

.....

.....

4. إلى أيّ نوع من الموجات تنتمي الموجات فوق الصوتيّة؟

.....

.....

5. من خلال مقارنة التشخيص بالموجات فوق الصوتيّة بتقنيّة التصوير بالرنين المغناطيسيّ وتقنيّة التصوير بالأشعّة السينيّة، استنتج أسباب اعتبار تقنيّة تصوير الجنين بالموجات فوق الصوتيّة أثناء الحمل الأفضل بينها.

.....

.....

اختبار الوحدة الخامسة

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 20

استخدم حيث الحاجة:

سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ $v = 3 \times 10^8\ \mathrm{m/s}$	**الطول الموجيّ للضوء المرئيّ يراوح بين $400 \times 10^{-9}\mathrm{m}$**
ثابت بلانك $h = 6.626 \times 10^{-34}\ \mathrm{Js}$	**للبنفسجيّ و $700 \times 10^{-9}\mathrm{m}$ للأحمر.**
$1\ \mathrm{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$	

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1−8

1. أي الألوان الآتية يملك أكبر تردّد في الضوء المرئيّ؟

a. الأحمر.

b. الأزرق.

c. الأخضر.

d. البنفسجيّ.

2. أيّ من الخصائص الآتية تُشير إلى نوع الطيف الكهرومغناطيسيّ؟

a. الطول الموجيّ.

b. السرعة في الفراغ.

c. المجال الكهربائيّ.

d. المجال المغناطيسيّ.

3. حدّدت منظّمة الصحّة العالميّة الموادّ المشعّة التي تُعرّض الإنسان للإصابة بأمراض السرطان. كلّما ازداد التعرّض للإشعاع المؤيّن ازداد خطر المرض. ما المقصود بالإشعاع المؤيّن؟

a. الإشعاع الّذي يجعل الجزيئات في حالة دوران.

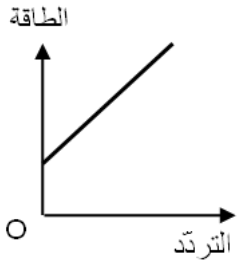
b. الإشعاع الّذي يجعل الجزيئات في حالة اهتزاز.

c. الإشعاع الّذي يملك طاقة كافية لفصل الإلكترون عن ذرّته.

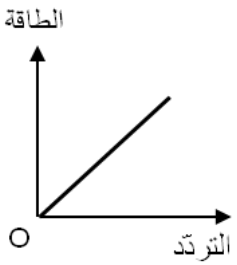
d. الإشعاع الّذي يملك طاقة كافية لتغيير مستوى طاقة الإلكترون في الذرّة.

4. أيّ الرسوم البيانيّة الآتية يُشير إلى العلاقة بين تردّد الموجة الكهرومغناطيسيّة وطاقتها؟

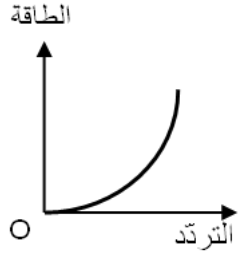
a.



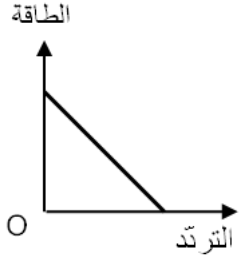
b.



c.



d.



5. تُستخدم الأشعّة السينيّة في الطبّ في التصوير الإشعاعي للكشف عن الأسنان والعظام وكسورها، وتحديد مواقع الأجسام الصلبة، وكذلك الكشف عن الأورام في الجسم.

أيُّ العبارات تصف سبب رؤية الكسور العظميّة بدقّة عالية؟

a. تجعل الأشعّة السينية جزيئات العظام في حالة اهتزاز.

b. تخترق الأشعّة السينيّة الأجسام الليّنة مثل الجلد ولكنّها لا تستطيع المرور عبر العظام.

c. تخترق الأشعّة السينيّة العظام ولكنّها لا تستطيع المرور عبر الأجسام الليّنة مثل الجلد.

d. لأنّ موجات الأشعّة السينيّة في حالة الرنين تتوافق مع تردّد الاهتزاز الطبيعي لجزيئات العظام.

6. الطبّ النوويّ هو استخدام بعض الموادّ الطبيعيّة في تشخيص وعلاج الأمراض من خلال الموجات الكهرومغناطيسيّة. أيٌّ الآتي لا يُعدّ علاجًا في الطبّ النوويّ؟

a. العلاج الإشعاعيّ.

b. العلاج الكيميائيّ.

c. العلاج الإشعاعيّ الموضعيّ.

d. العلاج باليود المشعّ.

7. تُستخدم أشعّة جاما في الطبّ لقتل الخلايا السرطانيّة ومنعها من النموّ، حيث تنفذ أشعّة جاما في الجلد وتعمل على قتل تلك الخلايا. أيّ من الأسباب الآتية يُعدّ صحيحًا لقتل الخلايا السرطانيّة؟

a. لأنّ أشعّة جاما مؤيّنة.

b. لأنّ أشعّة جاما تحتوي نيوترونات.

c. لأنّ أشعّة جاما تنتمي للموجات الكهرومغناطيسيّة.

d. لأنّ أشعّة جاما تخترق الخلايا السرطانيّة وتشطرها.

8. يرسل جهاز الموجات فوق الصوتيّة مجموعة من الموجات فوق الصوتيّة ذات تردّد أعلى من 20kHz، إلى العضو المراد تشخيصه كالعظام، ثمّ يستقبل الجهاز الموجات المنعكسة ويرسلها إلى حاسوب يحوّلها إلى صورة يمكن رؤيتها ومعاينتها بسهولة. أيٌّ من العبارات التالية صحيحة لشرح السبب؟

a. تردّد جزيئات الموادّ الصلبة مناسب.

b. الموادّ الصلبة أكثر كثافة من المواد السائلة دائمًا.

c. تكون الإشارات المرتدّة من الأجسام الصلبة أقوى من الإشارات المرتدّة من السوائل.

d. الموادّ السائلة لا تمتصّ طاقة الموجات فوق الصوتيّة وبالتالي لا إمكانيّة لتشخيصها.

9. في أيّ مجال تُستخدم موجات الراديو؟ أعطِ مثالًا.

.....

.....

10. يساوِر بعضَ الأشخاص القلقُ من أنّ الأشعّة السينيّة غير آمنة نظرًا إلى أنّ التعرُّض للإشعاع يمكن أن يسبِّب طفرات في الخليّة وهو ما قد يؤدّي إلى الإصابة بالسرطان.

a. امرأة حامل أو تظنّ أنّها قد تكون حاملًا، هل يجب عليها أن تُخبر الطبيب قبل التعرُّض للأشعّة السينيّة؟ فسّر إجابتك.

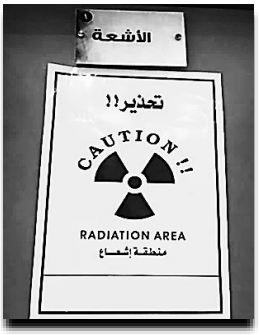
.....

.....

b. قد يلجأ الطبيب إلى اختبار تصوير آخر. ما هو؟

.....

11. غالبًا يُشاهَد هذا الرمز على أبواب الغرف في مختبر التصوير الإشعاعيّ حيث يُحذّر الناس من الاقتراب من هذه الأماكن للخطورة التي تسبّبها الإشعاعات على خلايا الجسم.



a. ما المقصود بمنطقة إشعاع؟

.....

.....

b. لاعب يعاني من إصابة في العضلات نتيجة مباراة في كرة القدم ويحتاج إلى صورة موجات فوق الصوتيّة. هل بإمكان اللاعب المُصاب الذهاب لهذه الغرفة وإجراء الفحوصات اللازمة؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

12. فيما يلي جدول لعلاج بعض العوارض باستخدام الموجات الكهرومغناطيسيّة. العلاج الطبّي لكّل عارض رُمِز له بحرف. ما اسم العلاج الذي يُمثّله كلّ حرف.

العلاج الطبّي	العوارض
A	قِصَر النّظر
B	حصوات الكلى

a. يُمثّل الحرف A:

.....

b. يُمثّل الحرف B:

.....

13. تسبّب الأشعّة تحت الحمراء ارتفاع الحرارة العميقة، ويمكن أن تعالج مجموعة متنوّعة من الأمراض، وتنشّط الدورة الدمويّة، وتساعد على تخفيف بعض الآلام. لنفترض أنّ طولها الموجي خلال الاستخدام $8 \times 10^{-6}\ \mathrm{m}$.

a. أحسب تردّد الموجة.

.....

.....

b. أحسب طاقة الموجة.

.....

.....

c. هل يُشكّل استخدام كاميرا الأشعّة تحت الحمراء الحراريّة خطرًا على الإنسان، إذا علمت أنّ تأثير الإشعاعات في الذرّات يُصبح خطرًا عندما يكون مستوى الطاقة أكبر من $4.96 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

14. ثلاثة مرضى لديهم عوارض مختلفة يحتاجون لأخذ العلاج المناسب بناءً على ما يُشخّصه الطبيب المُختصّ.

مريض A: يشكو من التهابات محتملة في الغضاريف.

مريض B: يشكو من أمراض غير معروفة في الجلد.

مريض C: لديه نزف واضح في الأوعية الدمويّة في مؤخّرة العين.

a. اثنان من المرضى الثلاثة بحاجة إلى التصوير. قم بدور الطبيب لبرهة. حدِّد نوع التصوير المناسب لكلّ مريض؟

.....

.....

b. المريض الثالث يحتاج إلى علاج فوريّ. اذكر اسم العلاج الذي قد يستخدمه الطبيب المختصّ.

.....

ثانيًا: الإجابات

إجابات الاختبار التشخيصيّ

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	P0902.2	1	1
2	P0901.1	1	1
3	P0902.1	1	1
4	P0903.2	1	1
5	P0903.1	1	2
6	P0903.3	1	1
7	P0901.4	1	1
8	P0901.4	1	2
9	P0901.2	1	1
10	P0903.3	1	1
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	c. الموجات فوق الصوتيّة.
2	a. موجات ميكانيكيّة. لأنّها تنتقل على شكل اهتزاز خلال الوسط.
3	d. كتضاغطات وتخلخلات لجُسَيمات الوسط الذي تنتشر فيه. خلال انتقال الموجات الصوتيّة تهتزّ جُسَيمات الوسط في الموجة الطوليّة بحيث تهتزّ حول نقاط ثابتة مكوّنة تضاغطات وتخلخلات تنتشر على طول الموجة.
4	c. لديها نفس السرعة في الفراغ. تنتقل جميع الموجات الكهرومغناطيسيّة بالسرعة نفسها في الفراغ، وتكون مساوية تقريبًا لسرعة انتقالها في الهواء، وهي أعلى سرعة ممكنة وتساوي 3×10^8 m/s.
5	d. موجات الراديو – الضوء المرئيّ – الأشعّة السينيّة. يتناسب الطول الموجيّ λ تناسبًا عكسيًّا مع تردّد الموجة f مع العلم بأنّ الموجات الكهرومغناطيسيّة لديها نفس السرعة في الفراغ، وبالتالي إذا قلّ الطول الموجيّ ازداد التردُّد. $\lambda_{\text{موجات الراديو}} > \lambda_{\text{الضوء المرئيّ}} > \lambda_{\text{الأشعّة السينيّة}}$ $f_{\text{موجات الراديو}} < f_{\text{الضوء المرئيّ}} < f_{\text{الأشعة السينيّة}}$
6	d. الأشعّة فوق البنفسجيّة. تُشكّل كلّ من الأشعّة فوق البنفسجيّة، والأشعّة السينيّة، وأشعّة جاما، إشعاعات تأيين لأنّها تُفقد الذرّات إلكتروناتها وبالتالي تُلحق ضررًا بالخلايا الحيّة، وقد تؤدّي إلى الإصابة بالسرطان.
7	d. 2.94×10^8 m/s $v = f\lambda$ $= 1.4 \times 10^8 \times 2.1$ $= 2.94 \times 10^8$ m/s

8	b. T_2 تساوي نصف T_1 $f = \frac{1}{T}$ $T = \frac{1}{f}$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{1}{f_2}}{\frac{1}{f_1}} = \frac{f_1}{f_2}$ في حال تضاعف تردّد موجة صوتيّة f_1 يُصبح $f_2 = 2f_1$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{f_1}{2f_1} = \frac{1}{2}$ $T_2 = \frac{T_1}{2}$
9	c. تنقل الموجة الطاقة من دون أن تنقل المادّة. عندما تمرّ الموجة في وسط ما، تُسبّب اهتزاز جُسَيمات الوسط حول نقاط ثابتة. تعود الجُسَيمات إلى موقعها الأصليّ بعد مرور الموجة، وبالتالي لا يحدث انتقال للمادّة بواسطة الموجة.

10	**النطاق**	**مثال على استخداماتها**	**المخاطر إن وُجدت**
	موجات الراديو	البثّ الإذاعيّ والتلفزيونيّ	لا مخاطر
	الأشعّة تحت الحمراء	أجهزة التحكّم عن بُعد	يُمكن أن تُسبّب حروقًا للجلد
	الضوء المرئيّ	صور مرئيّة	يُمكن أن يُسبّب الضوء البرّاق ضررًا للعينين
	الأشعّة السينيّة	فحص العظام	تقتل الخلايا الحيّة في الجسم، وقد تسبّب السرطان

إجابات تطبيق الدرس الأوّل: الطيف الكهرومغناطيسيّ

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	GP1101.1	1	1
2	GP1101.1	1	1
3	GP1101.1	1	1
4	GP1101.1	1	2
5	GP1101.1	1	1
6	GP1101.1	1	1
7a	GP1101.2	1	1
7b	GP1101.2	1	1
7c	GP1101.1	1	1
8	GP1101.2	1	1
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	b. الموجات فوق الصوتيّة. تتكوّن الموجات الكهرومغناطيسيّة من اهتزازات مترابطة ومتعامدة ما بين المجال المغناطيسيّ والمجال الكهربائيّ وتنتقل في الفراغ، بينما تنتقل الموجات الميكانيكيّة، كالموجات الصوتيّة، على شكل اهتزازات خلال وسط مادّيّ.
2	C .c يقع الضوء المرئيّ في منتصف الطيف الكهرومغناطيسيّ بين أشعّة فوق البنفسجيّة (D) وأشعّة تحت الحمراء (B).
3	0.12 m .a $v = f \times \lambda$ حيث إنّ $f = 2.45 \times 10^9 \text{Hz}$ $\lambda = \frac{v}{f}$ $= \frac{3 \times 10^8}{2.45 \times 10^9}$ $= 0.12 \text{ m}$
4	.c $7.5 \times 10^{14} \text{ Hz} \geq f \geq 4.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$ $v = f \times \lambda$ $f = \frac{v}{\lambda}$ $\lambda_1 = 400 \times 10^{-9} \text{ m}: f = \frac{3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ $\lambda_2 = 700 \times 10^{-9} \text{ m}: f = \frac{3 \times 10^8}{700 \times 10^{-9}} = 4.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$ يتناسب الطول الموجيّ λ تناسبًا عكسيًّا مع تردّد الموجة f، مع العلم بأنّ الموجات الكهرومغناطيسيّة لديها نفس السرعة في الفراغ، وبالتالي إذا قلّ الطول الموجي ازداد التردُّد. $400 \times 10^{-9} \text{m} \leq \lambda \leq 700 \times 10^{-9} \text{m}$ $7.5 \times 10^{14} \text{Hz} \geq f \geq 4.2 \times 10^{14} \text{Hz}$

5	1 GHz $E = hf$ E: الطاقة h: ثابت بلانك f: التردّد $f = \frac{E}{h}$ $= \frac{6.626\times10^{-25}}{6.626\times10^{-34}}$ $= 10^9$ Hz
6	طاقة الأزرق أكبر من طاقة الأحمر. الضـــوء الأزرق أعلى تردّدًا من الضـــوء الأحمر، وبالتالي أعلى طاقة لأنّه كلّما ازداد تردّد الموجة الكهرومغناطيسيّة ازدادت طاقتها حسب المعادلة التالية: $E = hf$ E: الطاقة h: ثابت بلانك f: التردّد

7a	حالـة الـرنين: عنـدما تكـون جزيئـات المـاء الموجـودة فـي الطعـام فـي حالـة رنـين مـع موجــات الميكروويــف تهتــزّ بتــردّد كبيــر، فتســخن الميــاه، ويمكــن أن يُطهــى الطعــام بسهولة.
7b	التردّد لموجات الميكروويف هو 2.45 GHz. في حالة الرنين يتوافق تردّد جزيئات الماء مع تردّد موجات الميكروويف.
7c	16.2337×10^{-25} J $E = hf$ E: الطاقة h: ثابت بلانك f: التردّد $f = 2.45 \text{ GHz} = 2.45 \times 10^{9} \text{ Hz}$ $E = 6.626 \times 10^{-34} \times 2.45 \times 10^{9}$ $= 16.2337 \times 10^{-25}$ J
8	لأنّ استخدامها في مجال الهواتف الجوّالة يكون ضمن مستويات الطاقة المنخفضة لموجات الميكروويف، بينما يكون في طهو الطعام ضمن المستويات العالية، وكذلك في حالة الرنين.

إجابات تطبيق الدرس الثاني: الطبّ الإشعاعيّ

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	GP1101.3	1	1
2	GP1101.3	1	1
3	GP1101.4	1	1
4	GP1101.4	1	1
5a	GP1101.3	1	1
5b	GP1101.3	1	1
5c	GP1101.4	1	1
6a	GP1101.4	1	1
6b	GP1101.4	1	1
6c	GP1101.4	1	1
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	d. التصوير بالرنين المغناطيسيّ. في هذه التقنيّة، لا يُستخدم الإشعاع المؤيّن الذي يُعدّ خطِرًا، لأنّ الطاقة تُحدث تغييرًا في الجزيئات، بينما التقنيّات الأُخرى المذكورة في الاحتمالات تعتمد كلّها على الأشعّة السينيّة المؤيَّنة.
2	a. موجات الراديو.
3	c. سكّين جاما. يُمكن أن يستهدف سكّين جاما الورم من دون جراحة من خلال جرعات أشعّة جاما المنخفضة الجرعة، المحيطة بالمنطقة المُستهدفة.
4	c. وقف النَّزْفُ داخل شبكة العين. لأنّ الضوء ينفذ من خلال الأجزاء الشفّافة داخل العين من دون أن يفقد كثيرًا من طاقته.
5a	التصوير بالرنين المغناطيسيّ MRI.
5b	أبرز فوائد هذه التقنيّة العلاجيّة الحديثة أنّها تستخدم أشعّة غير مؤيّنة وبالتالي لا تُحدث تغييرًا في الجزيئات.
5c	اسم التقنيّة التصوير الحراريّ. تُستخدم كاميرا الأشعّة تحت الحمراء الحراريّة لتقدير شدّة الإصابة.
6a	لأنّ الأشعّة فوق البنفسجيّة أشعّة مؤيّنة.
6b	تُستخدم في علاج حبّ الشباب.
6c	سرطان الجلد.

إجابات تطبيق الدرس الثالث: الموجات الميكانيكيّة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	GP1102.1	1	1
2	GP1102.1	1	1
3	GP1102.2	1	1
4	GP1102.2	1	1
5a	GP1102.1	1	1
5b	GP1102.1	1	1
5c	GP1102.1	1	2
6a	GP1102.2	1	1
6b	GP1102.2	1	2
6c	GP1102.2	1	2
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

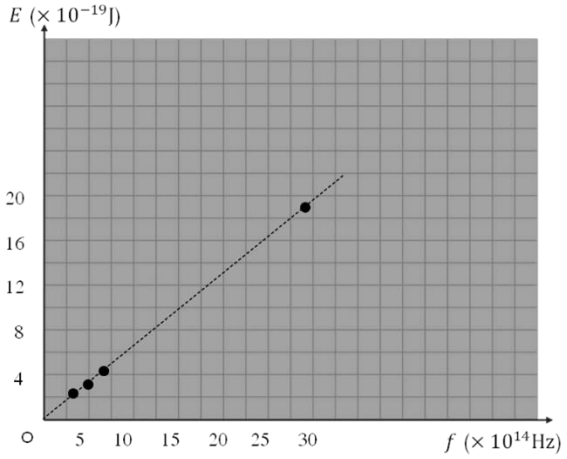
1	d. قرنيّة العين. ترتدّ الموجات فوق الصوتيّة عند اصطدام الموجات بالحدود الفاصلة بين أنواع الأنسجة المختلفة، وتكون الإشارات المرتدّة من العظام والأجسام الصلبة الأخرى (العضلات، الأوتار، الأورام) أقوى من الإشارات المرتدّة من الدم والسوائل الأخرى (تتكوّن قرنيّة العين من سوائل لزجة).
2	a. الزمن. يقيس الجهاز الزمن الفاصل بين إرسال النبضة الصوتيّة واستقبال صداها المُرتدّ، مع العلم بأنّ السرعة والتردّد وطول الموجة تكون ثابتة خلال عمليّة التصوير، إذ يقوم المُرسل بإرسال موجة ذات تردّد محدّد.
3	b. فوق الصوتيّة. يُمكن للموجات الصادمة من الموجات فوق الصوتيّة القويّة جدًّا أن تفتّت حصوات الكلى.
4	b. بآلاف الموجات. يجب أن تكون الموجات قوية بما فيه الكفاية لتفتيت حصوات الكلى وبالتالي يكون عددها يتخطّى الألف موجة.
5a	تتمّ مراقبة تطوّر الجنين باستخدام الموجات فوق الصوتيّة.
5b	اسم الجهاز محوِّل الموجات فوق الصوتيّة Transducer.
5c	يرسل المحوّل موجة فوق صوتيّة، فتخترق الجسم، لتنعكس عن الحدود الفاصلة بين الأنسجة المختلفة، ثمّ يستقبل المحوّل الصدى المُنعكس فتتكوّن صورة واضحة للجنين.
6a	يُمثّل الحرف A الموجات فوق الصوتيّة.
6b	تتمّ مراقبة تفتيت حصوات الكلى باستخدام الأشعّة السينيّة.
6c	تكون أقلّ من 0.5 cm.

إجابات اختبار المهارات العمليّة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	GP1101.1	1	1
2	GP1101.1	1	1
3	GP1101.1	1	2
4	GP1101.1	1	1
5	GP1101.1	1	2
المجموع		**5**	

- **الإجابات**

1	المصباح	الأحمر	الأخضر	الأزرق	فوق البنفسجيّ
	التوهّج	إضاءة ضعيفة	إضاءة أقوى	إضاءة أقوى	إضاءة عالية
	شدّة الإضاءة لورقة التوهّج للضوء الأحمر أقلّ من شدّة الإضاءة لفوق البنفسجيّ.				
2	$E = h.f$ $E_{\text{الأحمر}} = 2.8 \times 10^{-19}\ \text{J}$ $E_{\text{الأخضر}} = 3.6 \times 10^{-19}\ \text{J}$ $E_{\text{الأزرق}} = 4.9 \times 10^{-19}\ \text{J}$ $E_{\text{فوق البنفسجي}} = 19.8 \times 10^{-19}\ \text{J}$  مصدر مساند: الموقع **https://www.omnicalculator.com/physics/photon-energy**				
3	نعم، فطاقة مصباح فوق البنفسجيّ أكبر من طاقة مصباح الأحمر.				
4	شكل المنحنى هو خطّ مستقيم يمرّ بنقطة الأصل، وبالتّالي كلّما ازداد تردّد الموجة الكهرومغناطيسيّة ازدادت طاقتها فالعلاقة تكون طرديّة بين طاقة الكم والتردّد.				

الميل $= \frac{E}{f}$ الميل $= \frac{2.8 \times 10^{-19}}{4.3 \times 10^{14}} = \frac{3.6 \times 10^{-19}}{5.5 \times 10^{14}} = \frac{4.9 \times 10^{-19}}{7.5 \times 10^{14}} = \frac{19.8 \times 10^{-19}}{30 \times 10^{14}}$ $\approx 6.6 \times 10^{-34}$ Js الميل = ثابت بلانك	**5**

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلميّ

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	GP1101.3	1	1
2	GP1101.3	1	2
3	GP1101.3	1	1
4	GP1102.1	1	2
5	GP1102.1	1	3
المجموع		**5**	

- **الإجابات**

1	السبب الأوّل: الأشعّة السينيّة إشعاع مؤيّن ويمكن أن يتلف الأنسجة التي تمرّ من خلالها، وهذا يؤدّي إلى إمكانيّة تشوّه الجنين. السبب الثاني: الصورة رديئة وبالتالي لا تشخّص حالة الجنين خاصّة في الأشهر الأولى من الحمل.
2	احتمالات صحيحة للإجابة: - غالية الثمن، ممّا يجعل تكلفة التصوير عالية. - غير متوفّرة في العيادات لأنّ عدداً قليلًا جدًّا من الأجهزة المحمولة متوفّر. - مدّة التصوير طويلة. - إن كانت لدى المرأة الحامل غرسة معدنيّة لا يمكن فحصها.
3	تقنيّة التصوير بالرنين المغناطيسيّ لأنّها ممتازة لدراسة العضلات والأوتار والغضاريف ولها القدرة على رؤية التفاصيل الدقيقة.
4	تنتمي الموجات فوق الصوتيّة إلى الموجات الميكانيكيّة.
5	من خلال مقارنة الثمن وتوفّرها في عيادات الأطبّاء وعدم وجود مخاطر لها والأهمّ أنّها ممتازة خاصّة في تصوير الأنسجة الرخوة للبطن، يتبيّن أنّها الأفضل رغم أنّ وقت التصوير ليس الأقصر وليس لها القدرة على رؤية التفاصيل الدقيقة.

إجابات اختبار الوحدة الخامسة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	GP1101.1	1	1
2	GP1101.1	1	1
3	GP1101.1	1	1
4	GP1101.1	1	1
5	GP1101.3	1	1
6	GP1101.4	1	1
7	GP1101.4	1	1
8	GP1102.2	1	1
9	GP1101.1	1	1
10a	GP1101.3	1	2
10b	GP1102.1	1	2
11a	GP1101.2	1	1
11b	GP1102.1	1	2
12a	GP1101.4	1	1
12b	GP1102.2	1	1
13a	GP1101.1	1	1
13b	GP1101.1	1	2
13c	GP1101.2	1	2
14a	GP1101.3	1	2
14b	GP1101.4	1	1
المجموع		**20**	

- **الإجابات**

1	d. البنفسجي. $v = f\lambda$ $f = \frac{v}{\lambda}$ $f_{\text{الأحمر}} = \frac{3 \times 10^8}{700 \times 10^{-9}} = 4.285 \times 10^{14}\ \text{Hz}$ $f_{\text{البنفسجيّ}} = \frac{3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 7.500 \times 10^{14}\ \text{Hz}$ بما أنّ اللون البنفسجيّ له أصغر طول موجيّ إذن له أكبر تردّد من كلّ ألوان الضوء المرئيّ.
2	a. الطول الموجيّ. باستبعاد الخيارات الأخرى يُمكننا أن نعرف الجواب الصحيح. سرعة موجات الطيف الكهرومغناطيسيّ ثابتة في الفراغ أو الهواء. المجالان الكهربائيّ والمغناطيسيّ يكوّنان معًا المجال الكهرومغناطيسيّ، وبناءً على ذلك لا يمكن تجزئة الطيف الكهرومغناطيسيّ حسب مجال واحد.
3	c. الإشعاع الذي يملك طاقة كافية لفصل الإلكترون عن ذرّته. الإشعاع المؤيَّن هو إشعاع يحمل طاقة كافية لإزالة الإلكترونات الملتصقة بإحكام بالذرّات، مُكوّنة بذلك الأيونات. من أمثلة الإشعاع المؤيَّن الأشعّة السينيّة وأشعّة جاما. الإشعاع غير المؤيّن هو إشعاع يحمل طاقة كافية لتحريك الذرّات في الجزيء أو يسبّب اهتزازها، ولكن ليس بقدر كافٍ لإزالة الإلكترونات، وبالتالي لا يُكوّن الأيونات. من أمثلة هذا النوع من الإشعاع: الضوء المرئيّ والموجات الكهرومغنطيسيّة الصغيرة.
4	b. كلمّا ازداد تردّد الموجة الكهرومغناطيسيّة ازدادت طاقتها، وبما أنّ: الطاقة = ثابت بلانك × التردّد إذن شكل المنحنى هو خطّ مستقيم يمرّ بنقطة O.

5	b. تخترق الأشعّة السينيّة الأجسام الليّنة مثل الجلد ولكنّها لا تستطيع المرور عبر العظام. لأنّ العظام والعضلات تمتصّ طاقة الأشعّة السينيّة بمستويات مختلفة.
6	b. العلاج الكيميائيّ. العلاج الكيميائيّ هو علاج الأمراض باستخدام الموادّ الكيميائيّة لا من خلال الإشعاعات.
7	a. لأنّ أشعّة جاما مؤيّنة. تعمل على تأيّن الخلايا وهذا يسبّب قتل تلك الخلايا.
8	c. تكون الإشارات المرتدّة من الأجسام الصلبة أقوى من الإشارات المرتدّة من السوائل. يعتمد استخدام الموجات فوق الصوتيّة على جهاز يُرسل موجات ثمّ يستقبل ما ينعكس منها، وبالتالي الإشارات المرتدة تشخّص حالة العظام والأجسام الصلبة الأخرى.
9	في مجال الاتّصالات. من الأمثلة: الاتّصالات اللاسلكيّة من هواتف جوالة وأقمار إصطناعيّة إلى شبكات الواي فاي والبلوتوث والاتّصالات الفضائيّة والبثّ التلفزيونيّ العاديّ واتّصالات الأقمار الإصطناعيّة المصوَّرة.
10a	يجب عليها أن تُخبر الطبيب قبل التعرُّض للأشعّة السينيّة، لأنّ الأشعّة السينيّة هي إشعاعات مؤيّنة يُمكن أن تتلف الأنسجة، كالجنين، التي تمرّ من خلالها.
10b	لأنّ الأشعّة السينيّة غير آمنة، قد يلجأ الطبيب إلى اختبار تصوير باستخدام جهاز الموجات فوق الصوتيّة بلا خوف من إيذاء نموّ الجنين أو تطوّره.
11a	منطقة إشعاع تعني وجود مستويات خطيرة من الإشعاع المؤيّن.
11b	لا يذهب لهذه الغرفة لأنّ الموجات فوق الصوتيّة من أنواع الموجات الميكانيكيّة وليست من الطيف الكهرومغناطيسيّ الذي يشمل الإشعاعات.
12a	جراحة الليزك LASIK
12b	تفتيت الحصوات بالصدمات خارج الجسم ESWL

13a	1.2×10^{14} Hz $v = \lambda f$ $f = \frac{v}{\lambda}$ $= \frac{3 \times 10^{8}}{8 \times 10^{-6}} = 3.75 \times 10^{13}$ Hz
13b	2.48×10^{-20} J $E = hf$ $= 6.626 \times 10^{-34} \times 3.75 \times 10^{13}$ $= 2.48475 \times 10^{-20}$ J
13c	لا يُسبّب استخدام الأشعّة تحت الحمراء الحراريّة خطرًا على الإنسان لأنّ الطاقة أقلّ من 4.96×10^{-19} J حيث تأثير الإشعاعات في الذرّات لا يؤدّي إلى تأيّن الذرّة، وهذا ما يُسمّى "طاقة التأيّن"، وبالتالي الأشعّة تحت الحمراء إشعاع غير مؤيّن.
14a	المريضان A وB بحاجة إلى التصوير لأنّ الأوّل يشكو من التهابات مُحتملة والثاني لديه عوارض غير واضحة. المريض A قد يحتاج إلى التصوير بالرنين المغناطيسيّ. المريض B قد يحتاج إلى التصوير الحراريّ.
14b	العلاج الذي قد يستخدمه الطبيب المختصّ للمريض C هو الليزر، ويُستخدم لكيّ الأوعية الدمويّة التي تنزف.