



الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

## الأمواج الكهرطيسية المستقرة

موجة كهرطيسية تنعكس على حاجز معدني: الحقلان الكهربائي والمغناطيسي، والكشف عنهما، والطيف الكهرطيسي  
الأمواج المُستقرّة . الوحدة 3 . الدرس 1 (3 من 3)

الهوائي الذي نلتقط به البث التلفزيوني يتعامل مع موجة أيضاً، لكنها ليست موجة في وتر: موجة كهرطيسية. وهي تنعكس على المعدن كما ينعكس الاهتزاز على طرف الوتر، فتتكوّن أمواج مستقرة لها عقد وبطنون. نتابع مع الكتاب في الصفحات 172 إلى 174. هذا الدرس قصير، ولم يأت في أوراق الامتحان التي جمعناها من 2016 إلى 2026.

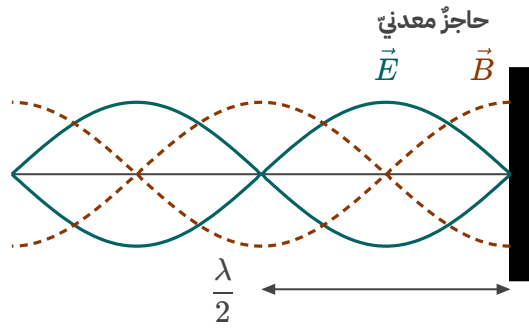
### تجربة الحاجز المعدني

في نشاط الكتاب، الصفحة 172، هوائي مرسل في محرق عاكس بشكل قطع مكافئ دوراني، وأمامه حاجز معدني مستوي ناقل يبعد عنه بعداً مناسباً وعمودي على منحنى الانتشار. تسير الموجة نحو الحاجز وتنعكس عليه.

**تذكر:** «تتألف الموجة الكهرطيسية المُستوية من حقلين مُتعامدين: حقل كهربائي  $\vec{E}$  وحقل مغناطيسي  $\vec{B}$ ». و«عندما تُلاقى الأمواج الكهرطيسية الواردة حاجزاً معدنيّاً ناقلاً مُستويّاً عمودياً على منحنى الانتشار، ويبعد عن الهوائي المرسل بعداً مناسباً، تنعكس عنه وتتداخل الأمواج الكهرطيسية الواردة مع الأمواج الكهرطيسية المُنعكسة لتؤلف أمواجاً كهرطيسية مُستقرّة». الكتاب، الصفحة 173.

### الكشف عن الحقلين

نكشف عن الحقل الكهربائي  $\vec{E}$  بهوائي مستقبل نضعه موازياً للهوائي المرسل، يمكن تغيير طوله، ونصل طرفيه براسم اهتزاز مهبطي. نغيّر طوله حتى يرسم على الشاشة خطّ بيانيّ بسعةٍ عظمى، فيكون أصغر طول له مساوياً  $\frac{\lambda}{2}$ . ونكشف عن الحقل المغناطيسي  $\vec{B}$  بحلقة نحاسية عمودية عليه، فيتولد فيها توتر نتيجة تغيّر التدفق المغناطيسي الذي يجتازها. الكتاب، الصفحة 173.



سعة الحقل الكهربائي، بالخط المتصل، وسعة الحقل المغناطيسي، بالخط المتقطع، أمام الحاجز المعدني. الكتاب، الصفحة 173. الرسم من عندنا.

**تذكر:** حين ننقل الكاشفين بين الهوائي المرسل والحاجز، الكتاب، الصفحة 173: «توالي مستويات العقد  $N$  يدل فيها الكاشف على دلالة صغرى ومستويات للبطن  $A$  يدل فيها الكاشف على دلالة عظمية متساوية الأبعاد عن بعضها، قيمتها  $\frac{\lambda}{2}$  بين كلّ مستويين لهما الحالة الاهتزازية نفسها.» و«مستويات عقد الحقل الكهربائي هي مستويات بطون للحقل المغناطيسي وبالعكس.» و«الحاجز الناقل المستوي عقدة للحقل الكهربائي ووطن للحقل المغناطيسي.»

مثال من عندنا: هوائي يرسل أمواجاً تواترها  $10 \text{ GHz}$  نحو حاجز معدني، وسرعة الأمواج الكهرومغناطيسية  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

$$\lambda, d = ?$$

$$1. \text{ طول الموجة } \lambda = \frac{c}{f} \text{ مع } f = 10^{10} \text{ Hz} :$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{10^{10}} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

2. بين مستويين بين مستويي عقدتين متتاليتين للحقل الكهربائي:

$$d = \frac{\lambda}{2} = 1.5 \text{ cm}$$

وأقرب مستوى بطن للحقل الكهربائي إلى الحاجز على ربع طول الموجة منه، لأنّ الحاجز عقدة لهذا الحقل:

$$\frac{\lambda}{4} = 0.75 \text{ cm}$$

الحاجز المعدني الناقل في الأمواج الكهرومغناطيسية المستقرة:

**| كيف أبدأ؟ الحاجز ناقل، فلا حقل كهربائي على سطحه.**

- (أ) بطنٌ للحقل الكهربائي وعقدةٌ للحقل المغناطيسي  
(ب) عقدةٌ للحقل الكهربائي وبطنٌ للحقل المغناطيسي  
(ج) عقدةٌ للحقلين معاً

ب. نعم: كما في الكتاب، الصفحة 173.

المسافة بين مستويي عقدتين متتاليتين للحقل الكهربائي:

**| كيف أبدأ؟ مثل الوتر.**

(أ)  $\lambda$

(ب)  $\frac{\lambda}{4}$

(ج)  $\frac{\lambda}{2}$

ج. نعم: كما في الكتاب، الصفحة 173.

كيف نكشف عن الحقل المغناطيسي في الأمواج الكهرومغناطيسية المستقرة، الكتاب، الصفحة 187؟

**| كيف أبدأ؟ حقلٌ مغناطيسي متغير يجتاز حلقة.**

- (أ) بحلقة نحاسية عمودية عليه يتولد فيها توتر  
(ب) بهوائي مستقيم مواز للهوائي المرسل  
(ج) ببوصلة توضع أمام الحاجز  
أ. نعم: التدفق الذي يجتازها يتغير فيتولد توتر متحرض.

أصغر طولٍ للهوائي المستقبل يعطي دلالةً عظمى هو 15 cm . طول موجة الأمواج الكهرومغناطيسية:

**| كيف أبدأ؟ أصغر طولٍ للهوائي المستقبل  $\frac{\lambda}{2}$  .**

(أ)  $\lambda = 30 \text{ cm}$

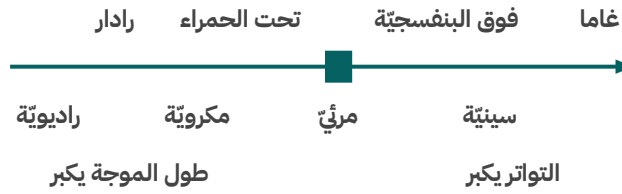
(ب)  $\lambda = 7.5 \text{ cm}$

(ج)  $\lambda = 15 \text{ cm}$

أ. نعم:  $\frac{\lambda}{2} = 15 \text{ cm}$  .

الطيف الكهرومغناطيسي

«تتمتّع هذه الأمواج بطيفٍ واسعٍ من التّواترات يشملُ الأمواج الطويلةً مثلَ الأمواج الرّاديويّة والزّاداريّة والمكروية إلى الأمواج القصيرة مثلَ الضوء المرئيّ والأشعّة السينيّة وأشعّة غاما والأشعّة الكونيّة.» الكتاب، الصفحة 173. ويجمعها الكتاب في مخطّط يُعرف بالطيف الكهرومغناطيسيّ، الصفحة 174، والضوء المرئيّ جزءٌ صغيرٌ منه بين 400 nm و 700 nm .



مخطّط الطيف الكهرومغناطيسيّ: طول الموجة يكبر نحو اليسار والتواتر نحو اليمين، الكتاب، الصفحة 174. الرسم من عندنا.

أيّ هذه الأمواج أطول موجة؟

أ | كيف أبدأ؟ انظر إلى مخطّط الطيف.

أ) الأشعّة السينيّة

ب) الضوء المرئيّ

ج) الأمواج الراديويّة

ج. نعم: هي في الطرف الطويل من الطيف.

كلّما قصر طول موجة الأمواج الكهرومغناطيسيّة في الطيف:

أ | كيف أبدأ؟  $f = \frac{c}{\lambda}$  وسرعتها واحدة في الخلاء.

أ) صغر تواترها

ب) كبر تواترها

ج) صغرت سرعتها في الخلاء

ب. نعم: الطول والتواتر متعاكسان بسرعة واحدة.

المصدر: الفيزياء، الصفحات 172 إلى 174 من الطبعة الرسمية 2025 / 2026.