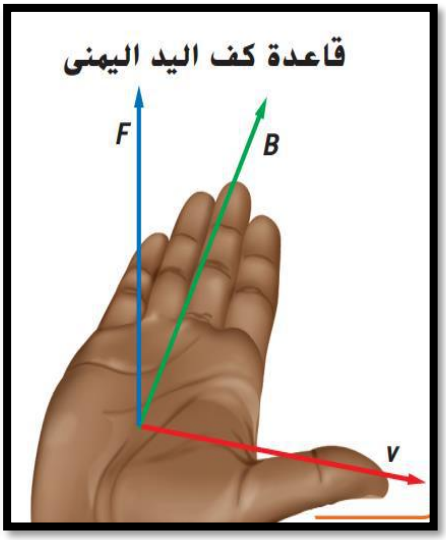
# Electromagnetic Induction

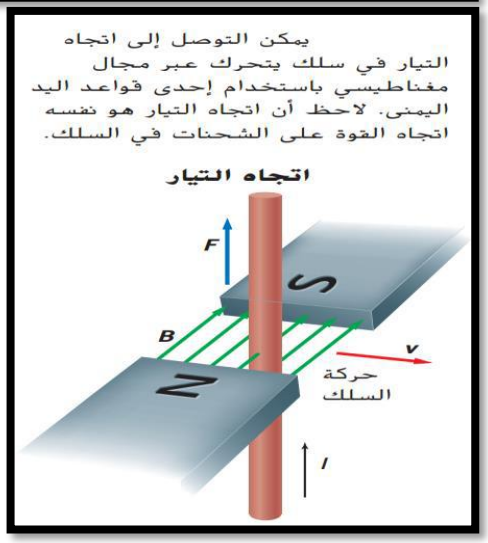
## الأسئلة الموضوعية / MCQ

## السؤال الأول:

1. اشرح كيف تتسبب الحركة النسبية بين موصل مثل السلك والمجال المغناطيسي في إحداث قوة دافعة كهربية مستحثة.
2. طبق قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة الدافعة الكهربية المستحثة وبالتالي اتجاه التيار المستحث في السلك المتحرك في مجال مغناطيسي

1. Explain how the relative motion between a conductor such as a wire and a magnetic field causes an induced emf.
2. Apply the right-hand rule to determine the direction of the induced emf and thus the direction of induced current in a wire moved in a magnetic field.




عندما يتحرك سلك عموديًا على مجال مغناطيسي، هناك قوة مغناطيسية على الشحنات في السلك. تؤدي القوة إلى تحرك الشحنات السالبة إلى أحد طرفي السلك مما يترك الشحنات الموجبة على الطرف الآخر.

| | |
|---|---|
| يتحرك سلك مستقيم طوله (0.75 m) إلى أعلى خلال مجال مغناطيسي أفقي (0.30T)، كما هو موضح في الشكل، بسرعة (16 m/s). إذا كان السلك جزءاً من دائرة ذات مقاومة كلية من (11 Ω). سيكون حجم التيار عبر الدائرة: | Q1 A straight wire that is (75 cm) long moves upward through a horizontal (0.30T) magnetic field, as shown in Figure, at a speed of (16 m/s).If the wire is part of a circuit with a total resistance of (11 Ω). The magnitude of the current through the circuit will be: |

السؤال الثاني:

تعريف القوة الدافعة الكهربية emf وتحديد وحدتها بالفولت (V).

.Define electromotive force emf and specify its unit as volts (V)

$$EMF = BLv(\sin\theta)$$

$$\left(\frac{N}{A\cdot m}\right)(m)\left(\frac{m}{s}\right) = \frac{(N\cdot m)}{(A\cdot s)} = \frac{J}{C} = V$$

1. Which dimensional analysis is correct for the calculation of *EMF*?

**A.** (N·A·m)(J)

**B.** (N/A·m)(m)(m/s)

**C.** J·C

**D.** (N·m·A/s)(1/m)(m/s)

**السؤال الثالث:**

التعرف على الأجهزة والآلات التي تعمل بشكل أساسي على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي

Identify devices and machines that operate primarily on the principle of electromagnetic induction

9. **MAIN**IDEA Use the concept of electromagnetic induction to explain how an electric generator works.

9. **الفكرة** الرئيسة استخدم مفهوم الحث الكهرومغناطيسي لشرح طريقة عمل مولد كهربائي.

10. **المولد** هل يمكنك عمل مولد عن طريق تركيب مغناطيسات دائمة على عمود دوار والحفاظ على ثبات الملف؟ علل إجابتك.

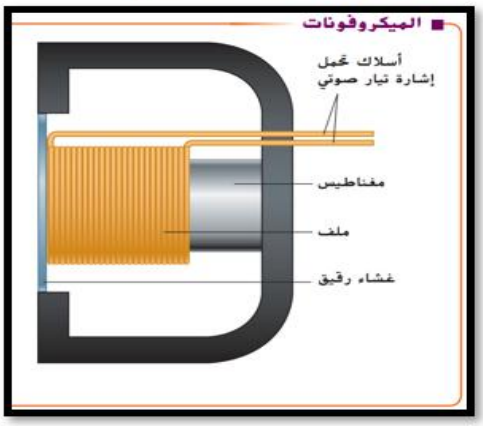
10. **Generator** Could you make a generator by mounting permanent magnets on a rotating shaft and keeping the coil stationary? Explain.

11. **مولد الدراجة** يضيء مولد صغيرة على دراجتك المصباح الأمامي للدراجة. ما مصدر الطاقة للمصباح عندما تقود على طريق مسطح؟

11. **Bike Generator** A small generator on your bike lights the bike's headlight. What is the source of the energy for the bulb when you ride along a flat road?

12. **الميكروفون** فكّر في الميكروفون الظاهر في **الشكل 3**. ماذا يحدث عند ضغط الغشاء الرقيق للداخل؟

12. **Microphone** Consider the microphone shown in **Figure 3.** What happens when the diaphragm is pushed in?



## السؤال الرابع:

**التعرف على الظواهر المرتبطة بالحث الكهرومغناطيسي والتي تحقق قانون لينز وتؤكد عدم وجود مثالية الكمية المادية**

**Identify the phenomena associated with electromagnetic induction, which physical quantity fulfills Lenz's law and confirms that there is no ideal**

**التيار الدوامي** ينشأ في أي موصل يتحرك داخل مجال مغناطيسي؛ ويبذل المجال المغناطيسي قوة على تيارات إدي (دوامية ) الناتجة في الموصل بإتجاه معاكس لإتجاه حركته أي قوة معيقة للحركة وذلك حسب قانون لنز. وعلى الرغم من أن القوة تعاكس حركة قطعة الموصل في الإتجاهين إلا انها لا تؤثر إذا كانت القطعة ساكنة. وبهذا لا تغير قياسات كتلة جسم على السطح.

**Eddy currents** are currents generated in any piece of metal moving through a magnetic field; the magnetic field they produce opposes the motion that caused the currents. The force on the metal opposes the motion of the metal in either direction, but it does not act when the metal is still. Thus, it does not change measurements of the mass of an object on the pan.

عندما يكون للتيارات الدوامية أثر كابح على الموصل، يُسمى أثر التيار الدوامي المتخامد. يستفاد من استخدام أثر التيار الدوامي المتخامد لإبطاء حركة الأجسام الموصلة. تم تصميم مكابح بعض قطارات الركاب والملاهي فلكي توقف قاطرة يؤثر مجال مغناطيسي على عجلات القاطرة المصنوعة من الفولاذ فتعمل القوة المغناطيسية المؤثرة في التيارات الدوامية المتولدة في العجلات على مقاومة الحركة وبالتالي ايقاف القاطرة. من ناحية أخرى فإن التيارات الدوامية تمثل مشكلة تتطلب البحث عن حل للتخلص منها. ففي المحرك الكهربائي يضيع جزء من القدرة الكهربائية للتغلب على هذه التيارت المتولدة في القلب الحديدي للمحرك.ولتقليل أثر التيارات الدوامية يصنع القلب الحديدي الداخلي لملف المحرك عادة على شكل صفائح رقيقة يفصل بينها طبقات عازلة رقيقة حيث تزيد الطبقات العازلة من مقاومة القلب الحديدي وتقلل بذلك من التيارات الدوامية،فتقل الطاقة الضائعة.

When eddy currents have a braking effect on metal, the effect is called eddy-current damping. Eddy-current damping is commonly used to slow the movement of metal parts. The brakes of some trains and roller coasters are designed to take advantage of eddy-current damping. Often, the damping effect is unwelcome. To reduce eddy-current circulation in the metal parts in motors, the motor cores are constructed from thin metal layers that have insulation added between the layers.

**56. Trains** The train in **Figure 20** makes no contact with the rails. There are electromagnets in the train but not in the rails. Explain how this train is able to levitate above the rails as long as it is moving.

**56. القطارات** لا يتلامس القطار في **الشكل 20** مع القضبان. هناك مغناطيسات كهربائية في القطار لكن ليس في القضبان. اشرح كيف يتمكن هذا القطار من التعلق فوق القضبان أثناء حركته.

**Figure 20**

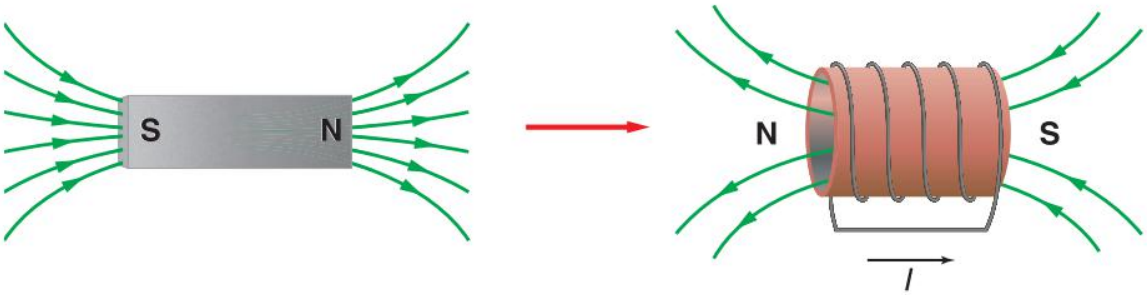
## السؤال الخامس:

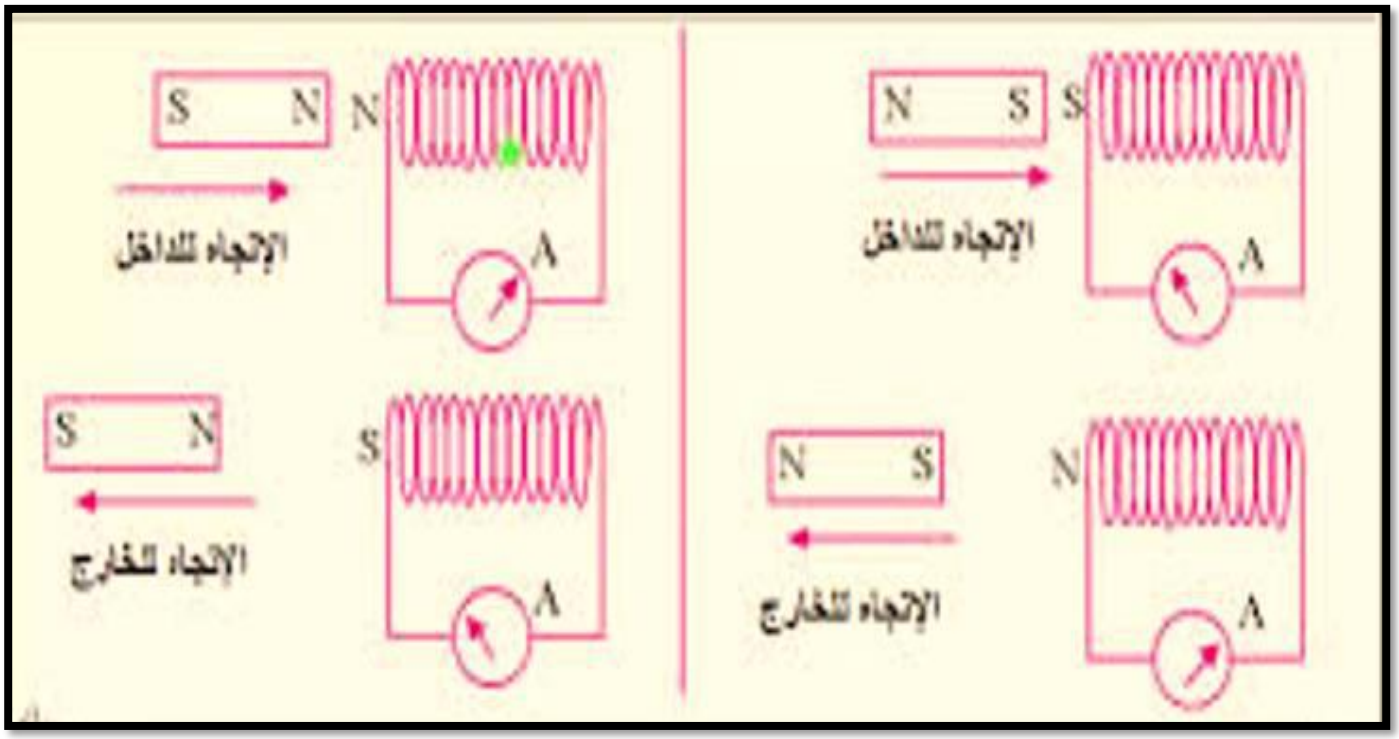
يصف أن قانون لينز هو نتيجة لقانون حفظ الطاقة

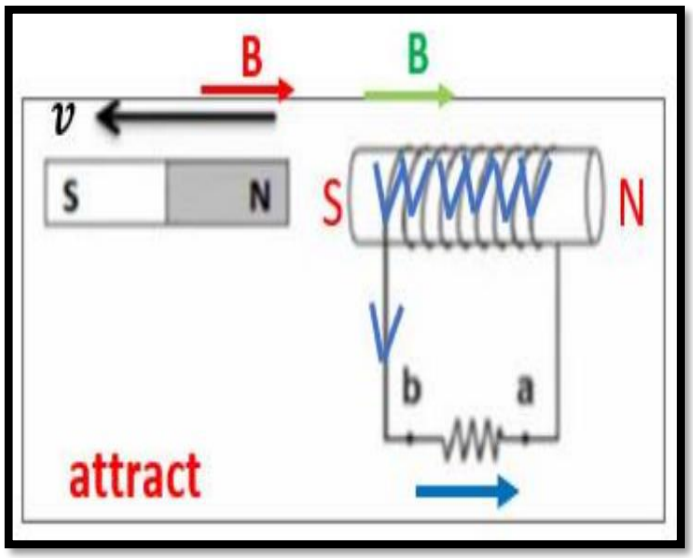
Describe that Lenz's Law is a consequence of the law of conservation of energy

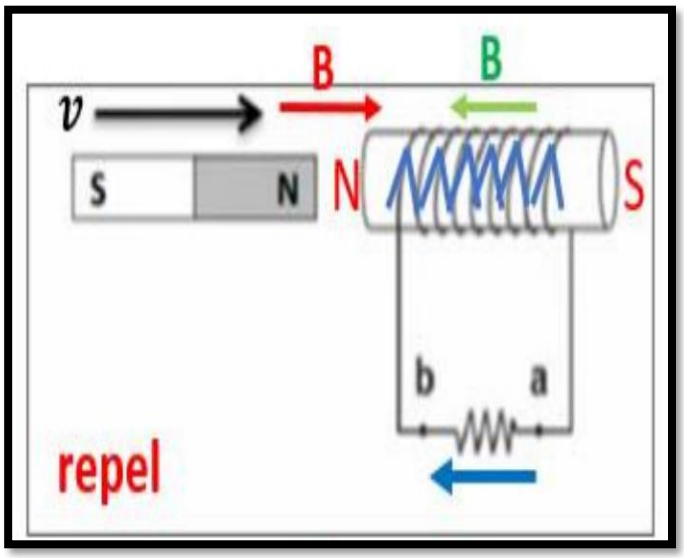
**Lenz's law states that :** the **induced current** in a loop is in a direction that produces a **magnetic field** that **opposes** the change in the magnetic flux through the closed loop

قانون لينز على أن: التيار المستحث في الملف يسير في اتجاه ينتج عنه مجال مغناطيسي يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي خلال الملف المغلق.



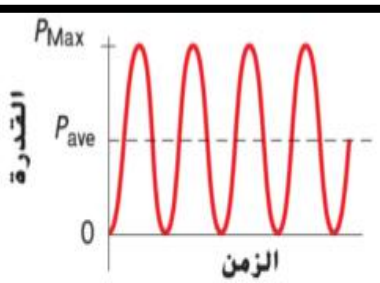

B
B
v
S
N
S
N
b
a
attract

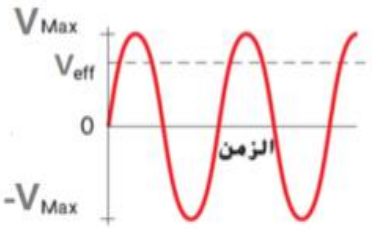

B
B
v
S
N
N
S
b
a
repel

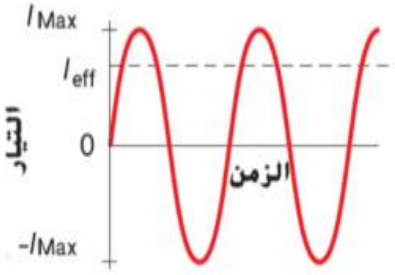
## السؤال السادس:

1. اربط التيار الفعال وفرق الجهد الفعال بقيمهما القصوى في دائرة التيار المتردد.
2. احسب القيم القصوى والفعالة للتيار والجهد والطاقة لمولد التيار المتردد.

1. Relate the effective current and effective potential difference to their maximum values in an AC circuit.
2. Calculate the maximum and effective values of current, voltage, and power for an AC generator.




$$P_{ave} = 0.5P_{max}$$

$$V_{eff} = 0.707V_{max}$$

$$I_{eff} = 0.707I_{max}$$

$P_{ave}$ القدرة المتوسطة
$P_{max}$ أقصى قدرة

$V_{eff}$ القيمة الفعالة للجهد
$V_{max}$ أقصى جهد

$I_{eff}$ القيمة الفعالة للتيار
$I_{max}$ أقصى تيار

$$P_{ave} = I_{eff}V_{eff} = 0.5I_{max}V_{max}$$

$$R = \frac{V_{eff}}{I_{eff}} = \frac{V_{max}}{I_{max}}$$

**5.** A generator develops a maximum potential difference of 170 V.

**a.** What is the effective potential difference?

**b.** A 60 W lamp is placed across the generator with an $I_{max}$ of 0.70. What is the effective current through the lamp?

**c.** What is the resistance of the lamp when it is working?

**5.** ينتج المولد حدًا أقصى من فرق الجهد يبلغ 170 V.

**a.** ما فرق الجهد الفعال؟

**b.** إذا وصل مصباح بقدرة 60 W بالمولد وكانت القيمة العظمى للتيار 0.70A. ما مقدار التيار الفعال المار بالمصباح؟

**c.** ما مقاومة المصباح عندما يعمل؟

**8. CHALLENGE** An AC generator delivers a peak potential difference of 425 V.

**a.** What is the $V_{eff}$ in a circuit connected to the generator?

**b.** The resistance is $5.0\times10^{2}\ \Omega$. What is the effective current?

**8. التحدي** يوفر مولد تيار متردد أقصى فرق جهد تبلغ 425 V.

**a.** ما $V_{eff}$ في دائرة متصلة بالمولد؟

**b.** تبلغ المقاومة $5.0\times10^{2}\ \Omega$. ما التيار الفعال؟

14. **Output Potential Difference** Explain why the output potential difference of an electric generator increases when the magnetic field is made stronger. What is another way to increase the output potential difference?

14. **فرق جهد المصدر** اشرح السبب في زيادة فرق جهد المصدر لمولد كهربائي عند زيادة قوة المجال المغناطيسي. اذكر طريقة أخرى لزيادة فرق جهد الخرج؟

15. **Critical Thinking** A student asks, "Why does AC dissipate any power? The energy going into a lamp when the current is positive is removed when the current is negative. The net current is zero." Explain why this reasoning is wrong.

15. **التفكير الناقد** يسأل أحد الطلاب "لماذا يشتت التيار المتردد أي قدرة؟ إن الطاقة الداخلة إلى مصباح عندما يكون التيار موجبًا تزول عندما يكون التيار سالبًا. ويكون الناتج صفر." اشرح سبب خطأ هذا المنطق.

## السؤال السابع:

طبّق المعادلة EMF=BLv(sin θ) لتحديد مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة لسلك يتحرك عبر مجال مغناطيسي.

Apply the equation EMF= BLv(sin θ) to determine the magnitude of induced emf for a wire moving through a magnetic field.

$$EMF = BLv(\sin\theta)$$

1. أنت تحرك سلكًا مستقيمًا يبلغ طوله 0.5 m بسرعة تبلغ 20 m/s يتحرك السلك في اتجاه متعامد عبر مجال مغناطيسي يبلغ مقدارة 0.4 T ويأخذ اتجاهًا أفقيًا.
   a. ما مقدار *EMF* المستحثة في السلك؟
   b. السلك جزء من دائرة بمقاومة إجمالية تبلغ 6.0 Ω. ما مقدار التيار المستحث؟

**1.** You move a straight wire that is 0.5 m long at a speed of 20 m/s vertically through a 0.4 T magnetic field pointed in the horizontal direction.

**a.** What *EMF* is induced in the wire?

**b.** The wire is part of a circuit with a total resistance of 6.0 Ω. What is the current?

4. **التحدي** تم تركيب مغناطيس على شكل حدوة حصان بحيث تكون خطوط المجال المغناطيسي عمودية. تقوم بتمرير سلك بين القطبين وتسحبه نحوك. يمر التيار عبر السلك من اليمين إلى اليسار. أي القطبين هو قطب الشمال للمغناطيس؟ علل إجابتك.

**4. CHALLENGE** A horseshoe magnet is mounted so that the magnetic field lines are vertical. You pass a straight wire between the poles and pull it toward you. The current through the wire is from right to left. Which is the magnet's north pole? Explain.

# Electromagnetic Induction

## الأسئلة المقالية - FRQ

# 1

1. اشرح كيف تتسبب الحركة النسبية بين موصل مثل السلك والمجال المغناطيسي في إحداث قوة دافعة كهربية مستحثة.
2. قم بتطبيق المعادلة EMF=BLv(sin θ) لتحديد مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة لسلك يتحرك عبر مجال مغناطيسي.
3. قم بتطبيق المعادلة I=EMF/R لحساب شدة التيار المستحث في سلك يشكل جزءاً من دائرة مغلقة.

**EMF المستحثة** سلك مستقيم يمثل جزءًا من دائرة بمقاومة ($R$) تبلغ 0.50 Ω. يبلغ طول السلك 0.20 m ويتحرك بسرعة ثابتة تبلغ 7.0 m/s عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره $8.0\times10^{-2}$ T.

**a.** ما مقدار *EMF* المستحثة في السلك؟

**b.** ما مقدار التيار المستحث المار خلال السلك؟

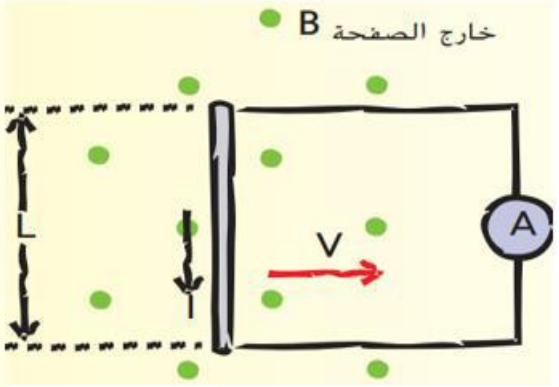
**c.** إذا تم استخدام سلك من معدن مختلف، مما يرفع مقاومة الدائرة إلى 0.78 Ω. فما قيمة التيار المستحث الجديدة؟

**INDUCED *EMF*** A straight wire is part of a circuit that has a resistance ($R$) of 0.50 Ω. The wire is 0.20 m long and moves at a constant speed of 7.0 m/s perpendicular to a magnetic field of strength $8.0\times10^{-2}$ T.

**a.** What *EMF* is induced in the wire?

**b.** What is the current through the wire?

**c.** If a different metal were used for the wire, increasing the circuit's resistance to 0.78 Ω, what would the new current be?



1. أنت تحرك سلكًا مستقيمًا يبلغ طوله 0.5 m بسرعة تبلغ 20 m/s يتحرك السلك في اتجاه متعامد عبر مجال مغناطيسي يبلغ مقدارة 0.4 T ويأخذ اتجاهًا أفقيًا.

a. ما مقدار *EMF* المستحثة في السلك؟

b. السلك جزء من دائرة بمقاومة إجمالية تبلغ 6.0 Ω. ما مقدار التيار المستحث؟

**1.** You move a straight wire that is 0.5 m long at a speed of 20 m/s vertically through a 0.4 T magnetic field pointed in the horizontal direction.

**a.** What *EMF* is induced in the wire?

**b.** The wire is part of a circuit with a total resistance of 6.0 Ω. What is the current?

4. **التحدي** تم تركيب مغناطيس على شكل حدوة حصان بحيث تكون خطوط المجال المغناطيسي عمودية. تقوم بتمرير سلك بين القطبين وتسحبه نحوك. يمر التيار عبر السلك من اليمين إلى اليسار. أي القطبين هو قطب الشمال للمغناطيس؟ علل إجابتك.

**4. CHALLENGE** A horseshoe magnet is mounted so that the magnetic field lines are vertical. You pass a straight wire between the poles and pull it toward you. The current through the wire is from right to left. Which is the magnet's north pole? Explain.

# 2

1. اربط نسبة دورات المحول بنسبة الجهد المقابلة له وقم بتطبيق المعادلة المقابلة في حل المشكلة .
2. تطبيق معادلة المحولات المثالية لحل المسائل العددية.
3. التفريق بين محولات الرفع والخفض.

1. Relate the turn's ratio of a transformer to its corresponding voltage ratio and apply the corresponding equation in problem solving.
2. Apply the ideal transformer equation to solve numerical problem
3. Differentiate between step-up and step-down transformers.

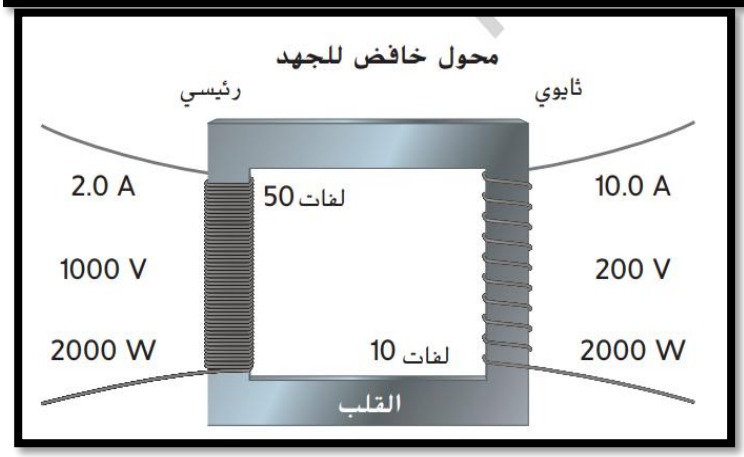
## المحول المثالي

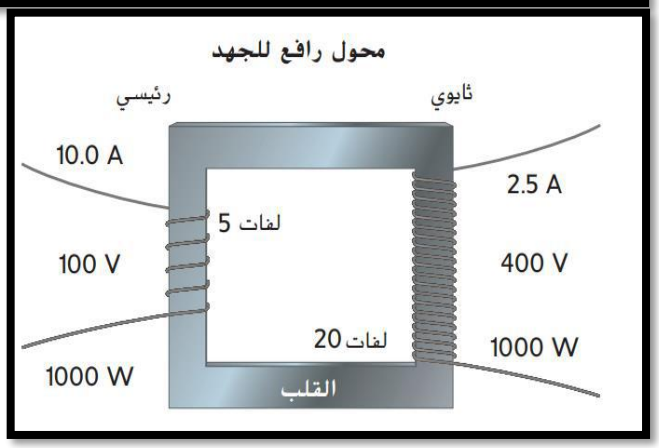
$$P_p = P_s$$
$$V_p I_p = V_s I_s$$

### معادلة المحول

تساوي نسبة التيار في الملف الثانوي إلى التيار في الملف الرئيسي نسبة فرق الجهد في الملف الرئيسي إلى فرق الجهد في الملف الثانوي وهو ما يساوي أيضًا نسبة عدد اللفات في الملف الرئيسي إلى عدد اللفات في الملف الثانوي.

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$




| محول خافض الجهد | محول رافع الجهد |
|---|---|
| $V_p > V_s$ | $V_p < V_s$ |
| $I_p < I_s$ | $I_p > I_s$ |
| $N_p > N_s$ | $N_p < N_s$ |

**محولات رافعة الجهد** يحتوي محول لرفع الجهد على ملف أساسي يتألف من 200 لفة وملف ثانوي يتألف من 3000 لفة. الملف الرئيسي متوفر مع فرق جهد فعلي في تيار AC يبلغ 90.0 V.

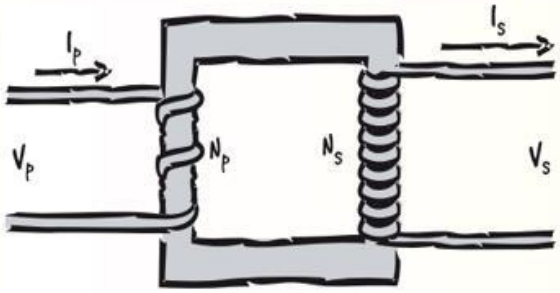
**a.** ما فرق الجهد في الدائرة الثانوية؟

**b.** يبلغ التيار في الدائرة الثانوية 2.0 A. ما التيار في الدائرة الرئيسة؟

**STEP-UP TRANSFORMERS** A step-up transformer has a primary coil consisting of 200 turns and a secondary coil consisting of 3000 turns. The primary coil is supplied with an effective AC potential difference of 90.0 V.

**a.** What is the potential difference in the secondary circuit?

**b.** The current in the secondary circuit is 2.0 A. What is the current in the primary circuit?



16. يحتوي محول لخفض الجهد على 7500 لفة في ملفه الرئيسي و 125 لفة في ملفه الثانوي. يبلغ فرق الجهد عبر الدائرة الرئيسة 7.2 kV. ما فرق الجهد عبر الدائرة الثانوية؟ إذا كان التيار في الدائرة الثانوية يبلغ 36 A. فما التيار في الدائرة الرئيسة؟

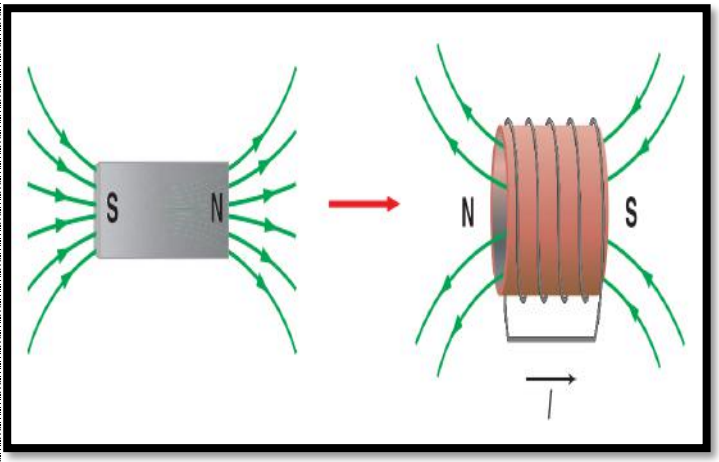
**16.** A step-down transformer has 7500 turns on its primary coil and 125 turns on its secondary coil. The potential difference across the primary circuit is 7.2 kV. What is the potential difference across the secondary circuit? If the current in the secondary circuit is 36 A, what is the current in the primary circuit?

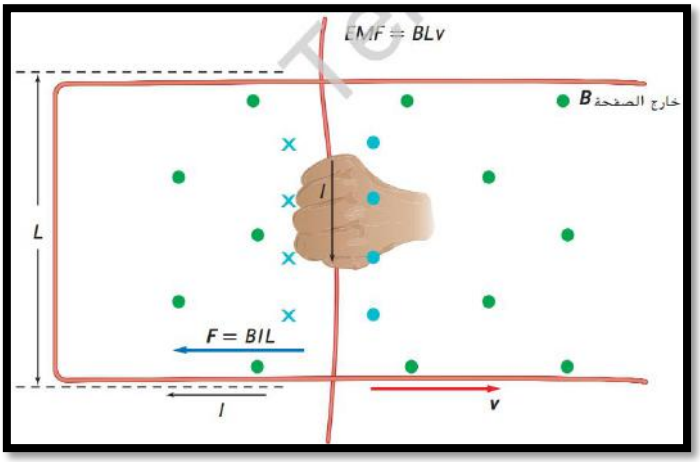
17. **تحدي** يحتوي محول لرفع الجهد على 300 لفة في ملفه الرئيسي و 90,000 لفة في ملفه الثانوي. يبلغ فرق الجهد في المولد المتصلة به الدائرة الرئيسة 60.0 V. وتبلغ كفاءة المحول 95 في المائة. ما فرق الجهد عبر الدائرة الثانوية؟ التيار في الدائرة الثانوية يبلغ 0.50 A. فما التيار في الدائرة الرئيسة؟

**17. CHALLENGE** A step-up transformer has 300 turns on its primary coil and 90,000 turns on its secondary coil. The potential difference of the generator to which the primary circuit is attached is 60.0 V. The transformer is 95 percent efficient. What is the potential difference across the secondary circuit? The current in the secondary circuit is 0.50 A. What current is in the primary circuit?

**1. تحديد نوع القطب المستحث على وجه الملف واتجاه التيار المستحث في الملف عندما يكون الملف و المغناطيس في حركة نسبية.**

**1. Determine the type of pole induced on the face of a coil and the direction of induced current in a coil when a coil and a magnet are in relative motion**




**45.** Refer to Example Problem 1 and **Figure 19** to determine the following.

**a.** induced potential difference in the conductor

**b.** current (*I*)

**c.** polarity of point A relative to point B

**45.** راجع المثال 1 و**الشكل 19** لتحديد ما يلي.

**a.** فرق الجهد المستحث في الموصل

**b.** مقدار التيار (*I*)

**c.** قطبية النقطة A بالنسبة إلى النقطة B

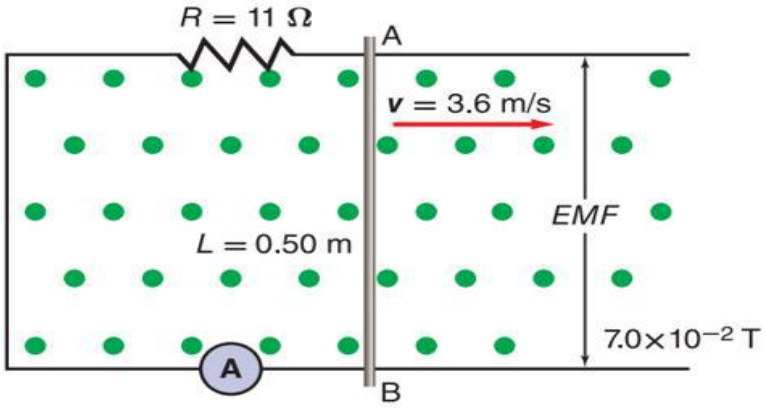



**Figure 19**

# Electromagnetism

## الأسئلة الموضوعية / MCQ

**السؤال الثامن:**

احسب سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في أوساط مختلفة ذات ثوابت عازلة مختلفة

Calculate the speed of electromagnetic waves in different mediums of different dielectric constants

ثابت العزل كهربائي النسبي $(k)$ في الفراغ، فإن $k = 1.00000$, وسرعة الموجة تساوي c $3.00\times10^8$ m/s (c)؛ وفي الهواء، فإن $k = 1.00054$,

$$.\sqrt{k} = n$$

$$v = \frac{c}{\sqrt{k}}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Q11** If the speed of light traveling through water is $2.25\times10^8$ m/s. What is the dielectric constant of water? | | إذا كانت سرعة الضوء المنتقل خلال الماء $2.25\times10^8$ م/ث. ما هو ثابت العزل للماء؟ | |
| A | 1.77 | C | 1.00 |
| B | 0.77 | D | 1.25 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Q12** Electromagnetic waves have specific characteristics. Which among the following characteristics does not correspond to electromagnetic waves. | | الموجات الكهرومغناطيسية لها خصائص محددة. أي من الخصائص التالية لا تتوافق مع الموجات الكهرومغناطيسية. | |
| A | wavelength | C | speed |
| B | mass | D | frequency |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Q13** an electromagnetic wave makes 3000 vibrations in one 0.2 s. The frequency and wavelength ..... | | الموجات الكهرومغناطيسية لها خصائص محددة. أي من الخصائص التالية لا تتوافق مع الموجات الكهرومغناطيسية. | |
| A | 15000 HZ – 20000 m | C | 20000 HZ – 15 m |
| B | 1500 HZ – 20 m | D | 15 HZ – 2 m |

**19.** ما هي سرعة الموجة الكهرومغناطيسية التي تنتقل عبر الهواء؟ استخدم في حساباتك القيمة التالية $c = 299,792,458\ m/s$.

**19.** What is the speed of an electromagnetic wave traveling through air? Use c = 299,792,458 m/s in your calculation.

**20.** يبلغ ثابت العزل الكهربائي للماء 1.77. فما هي سرعة الضوء في الماء؟

**20.** Water has a dielectric constant of 1.77. What is the speed of light in water?

## السؤال التاسع:

طبّق المعادلة الموجية لحساب الطول الموجي أو التردد أو السرعة للموجات الكهرومغناطيسية

**Apply the wave equation to calculate the wavelength, frequency, or speed of electromagnetic waves**

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \lambda = \frac{c}{f}$$

**15.** ما الطول الموجي للضوء الأخضر إذا علمت أن تردده يساوي $5.70\times10^{14}$ Hz؟

**15.** What is the wavelength of green light that has a frequency of $5.70\times10^{14}$ Hz?

**16.** إذا كان تردد موجة كهرومغناطيسية $8.2\times10^{14}$ Hz. فما هو الطول الموجي لهذه الموجة؟

**16.** An electromagnetic wave has a frequency of $8.2\times10^{14}$ Hz. What is the wavelength of the wave?

**السؤال العاشر:**

تحديد الطول أو الاتجاه الأمثل للهوائي للحصول على أفضل استقبال لموجة معينة.

Determine the optimal length or orientation of an antenna for the best reception of a given wave.

26. **إشارات الراديو** في الغالب تحتوي هوائيات الراديو على عمود معدني يوجَّه أفقيًا. من هذه المعلومة، ما الذي يمكنك أن تستنتجه بشأن اتجاهات المجالات الكهربائية في إشارات الراديو.

26. **Radio Signals** Radio antennas normally have metal rod elements that are oriented horizontally. From this information, what can you deduce about the directions of the electric fields in radio signals?

28. **تصميم الهوائي** هل الهوائي المعدل التردد والمصمم ليكون أكثر حساسية للمحطات التي يقترب ترددها من 88 MHz سيكون أقصر أم أطول من الهوائي المصمم لاستقبال المحطات القريبة من 108 MHz؟ اشرح استدلالك.

28. **Antenna Design** Would an FM antenna designed to be most sensitive to stations near 88 MHz be shorter or longer than one designed to receive stations near 108 MHz? Explain your reasoning.

**موجات التلفاز** إذا كان تردد الموجات التي تبث على إحد القنوات في التلفاز 58 MHz، بينما تردد الموجات على قناة أخرى 180 MHz فأي القناتين تحتاج إلى هوائي أطول؟

## السؤال الحادي عشر:

شرح كيفية استخدام المحولات في نظام الشبكة الوطنية لنقل الطاقة لمسافات طويلة بأقل قدر من الطاقة الخسائر.

Explain how transformers are used in the National Grid System to transmit power through long distances with minimal power losses

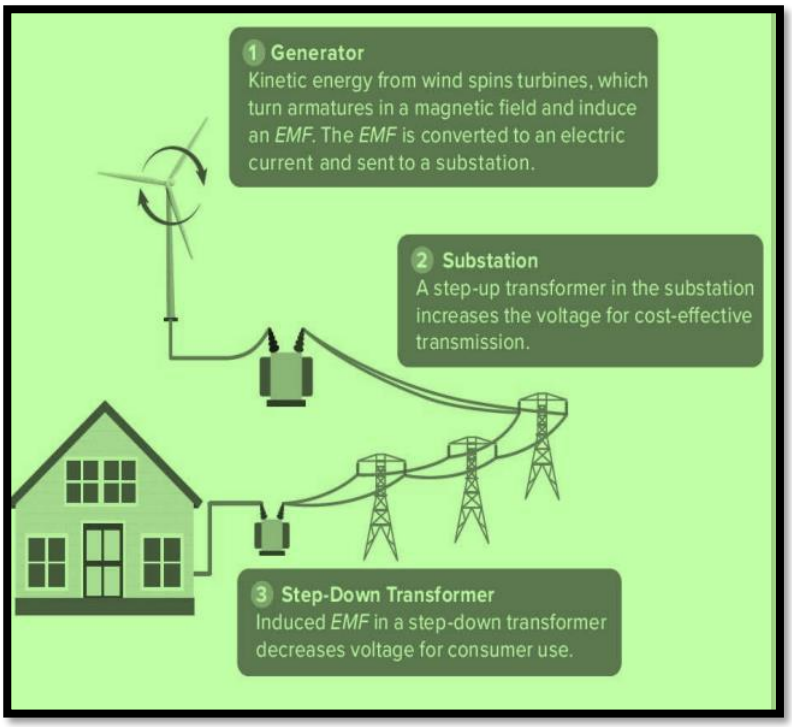
عند محطات توليد الكهرباء يتم استخدام محولات رافعة للجهد لخفض التيار وتقليل الطاقة الضائعة في الأسلاك

خطوط النقل (الأسلاك) يجب أن تكون ذات مقاومة أقل لقليل الطاقة الضائعة في الأسلاك

عند أماكن الاستهلاك (المنازل) تستخدم محولات لخفض الجهد

رافع للجهد

خافض للجهد



# Interference and Diffraction

## الأسئلة الموضوعية / MCQ

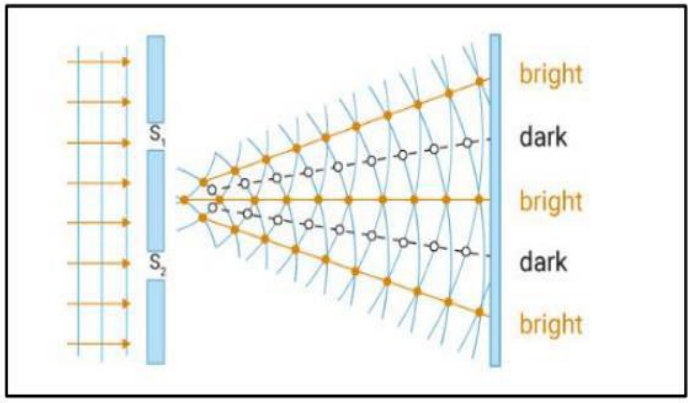
## السؤال الثاني عشر:

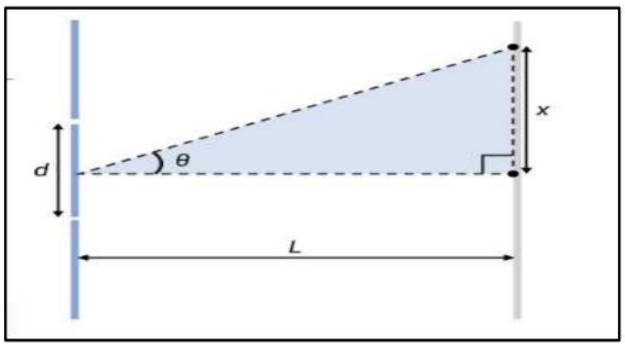
اشتق العلاقة بين الطول الموجي من فحص الشق المزدوج $\lambda=xd/L$ حيث أن 'x' هي المسافة على الشاشة من

الحافة المضيئة المركزية إلى الشريط الساطع الأول، و"d" هي المسافة بين الشقين، و"L" هي المسافة من الشقين إلى شاشة

Derive the relation of the wavelength from double-slit investigation ($\lambda=xd/L$) where 'x' is the distance on the screen from the

central bright fringe to the first bright band, 'd' is the distance between the slits, and 'L' is the distance from the slits to the screen




$$(\theta) = \tan^{-1} \frac{x}{L}$$

| Constructive التداخل البناء Interference | Destructive التداخل الهدام Interference |
|---|---|
| $\frac{m\lambda}{d} = \frac{x}{L}$ | $\frac{(m-\frac{1}{2})\lambda}{d} = \frac{x}{L}$ |

$\lambda$ : الطول الموجي للضوء $(m)$

$x$ : بعد الحزمة المضيئة الأولى عن المركز $(m)$

$d$ : المسافة بين الشقين $(m)$

$L$ : المسافة بين الشقين والشاشة $(m)$

ينبعث ضوء برتقالي مُصفر من مصباح غاز الصوديوم بطول موجي 596 nm، ويسقط على شقّين البعد بينهما $1.90\times10^{-5}$ m. ما المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب الأصفر ذي الرتبة الأولى إذا كانت الشاشة تبعد مسافة 0.600 m

Yellow-orange light from a sodium lamp of wavelength 596 nm is aimed at two slits that are separated by $1.90 \times 10^{-5}$ m. What is the distance from the central band to the first-order yellow band if the screen is 0.600 m from the slits?

$$\lambda = \frac{xa}{L}$$

في تجربة يونج، استخدم الطلاب أشعة ليزر طولها الموجي 632.8 nm. فإذا وضع الطلاب الشاشة على بُعد 1.00 m من الشقّين، ووجدوا أن الهدب الضوئي ذا الرتبة الأولى يبعد 65.5 mm من الخط المركزي، فما المسافة الفاصلة بين الشقّين؟

1. سقط ضوء بنفسجي على شقين، المسافة الفاصلة بينهما $1.90\times10^{-5}$ m. فظهرت الحزمة المضيئة ذات الرتبة الأولى على بُعد 13.2 mm من الحزمة المركزية المضيئة على شاشة تبعُد 0.600 m عن الشقّين. ما مقدار الطول الموجي λ؟

Violet light falls on two slits separated by $1.90 \times 10^{-5}$ m. A first-order bright band appears 13.2 mm from the central bright band on a screen 0.600 m from the slits. What is λ?

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

3. في تجربة شق مزدوج، استخدم طلاب الفيزياء أشعة ليزر طولها الموجي $\lambda = 632.8$ nm. ووضع أحد الطلاب الشاشةَ على بُعد 1.000 m من الشقين، فوجد أنّ المسافة بين الحزمة المضيئة ذات الرتبة الأولى والحزمة المركزية المضيئة هي 65.5 mm. ما المسافة الفاصلة بين الشقين؟

4. **تحفيز** مرّ ضوء برتقالي مُصفر طوله الموجي 596 nm عبر شقَّين المسافة الفاصلة بينهما $2.25 \times 10^{-5}$ m فنتج نمط تداخل على الشاشة. إذا كانت المسافة بين الحزمة المركزية والحزمة المضيئة باللون الأصفر ذات الرتبة الأولى $2.00 \times 10^{-2}$ m، فما بُعد الشاشة عن الشقين؟

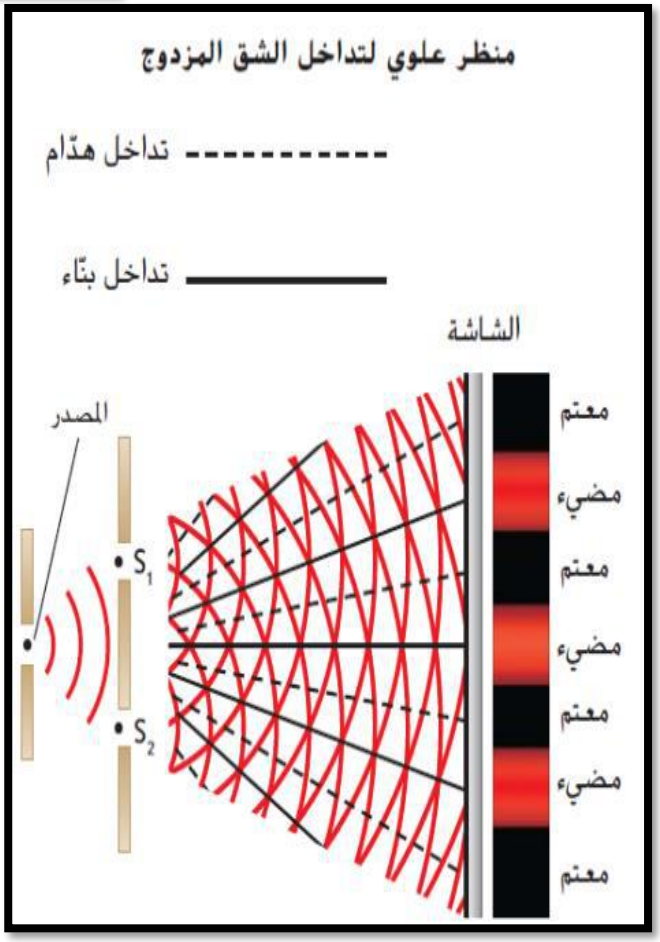
يضيء شعاع ليزر طول موجته 638 nm شقين ضيقين. تبعد الحزمة ذات الرتبة الثالثة للنمط الناتج عن الحزمة المركزية المضيئة بمقدار 7.5 cm. تبعد الشاشة عن الشقوق بمقدار 2.475 m. ما المسافة الفاصلة بين الشقين؟

A. $5.8 \times 10^{-8}$ m
B. $6.3 \times 10^{-7}$ m
C. $2.1 \times 10^{-5}$ m
D. $6.3 \times 10^{-5}$ m

## السؤال الثالث عشر:

اشرح كيف يتم إنشاء أهداب (نطاقات) التداخل الساطعة والمظلمة في تحقيق التداخل ذي الشق المزدوج ضوء أحادي اللون.

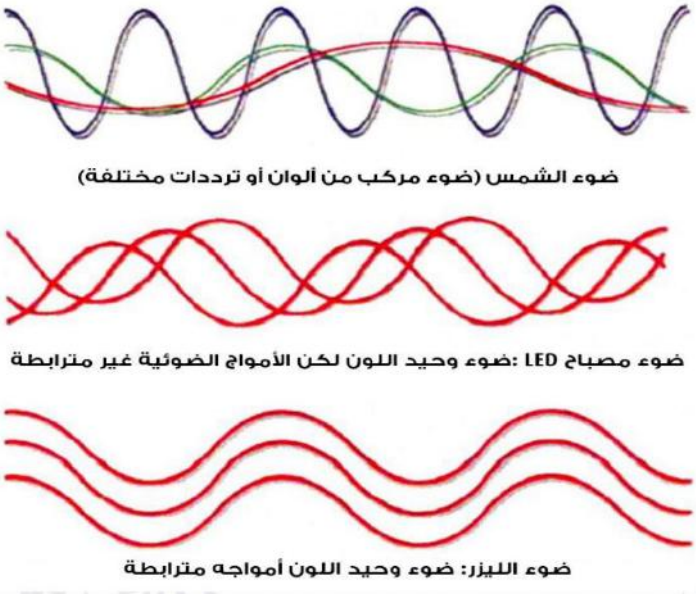
Explain how bright and dark interference fringes (bands) are created in a double-slit interference investigation with monochromatic light.

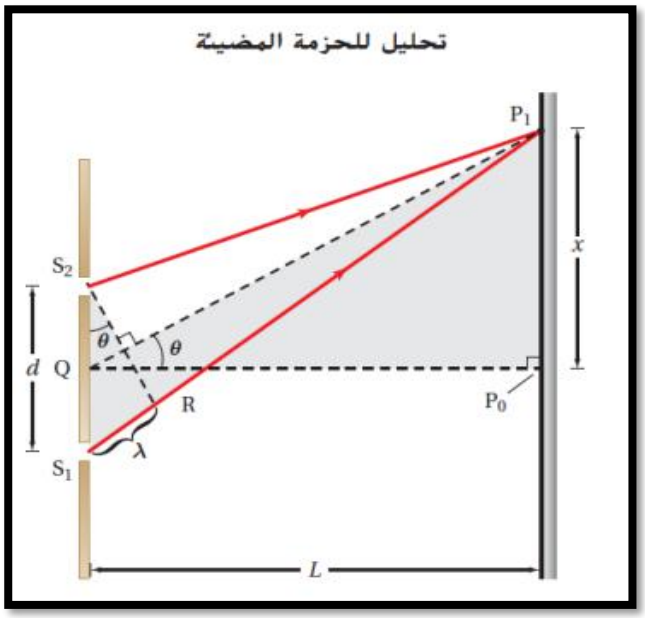



**في تجربة التداخل :**

**يكون المصدرين مترابطين**

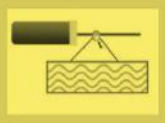
**يكون الضوء أحادي اللون ( له طول موجي محدد**




**يعتمد البعد بين الحزمة المضيئة والحزمة المركزية على :**

- الطول الموجي للضوء المستخدم ( علاقة طردية )
- البعد بين الشقين ( علاقة عكسية )
- بعد الشاشة عن الشقين ( علاقة طردية )

| الضوء غير المترابط | الضوء المترابط |
| --- | --- |
| الضوء الذي تختلف موجاته في الطور | الضوء الذي تكون موجاته لها نفس الطول الموج (اللون ) وتكون متفقة في الطور |
| الضوء الأبيض الصادر من مصباح قريب | ضوء الليزر |
| |  |

أهداب التداخل : الحزم المضيئة والمظلمة على الشاشة

الحزمة المركزية : تقع عند منتصف الشاشة وتكون دائماً مضيئة

على جانبي الحزمة المركزية يوجد حزم مضيئة تفصلها فراغات متساوية

التداخل البناء : ينتج عنه حزم مضيئة

التداخل الهدام : ينتج عنه حزم مظلمة

يعتمد موقع الحزم المضيئة والمظلمة على : الطول الموجي للضوء

السؤال الرابع عشر:

شرح ظاهرة تداخل الأغشية الرقيقة

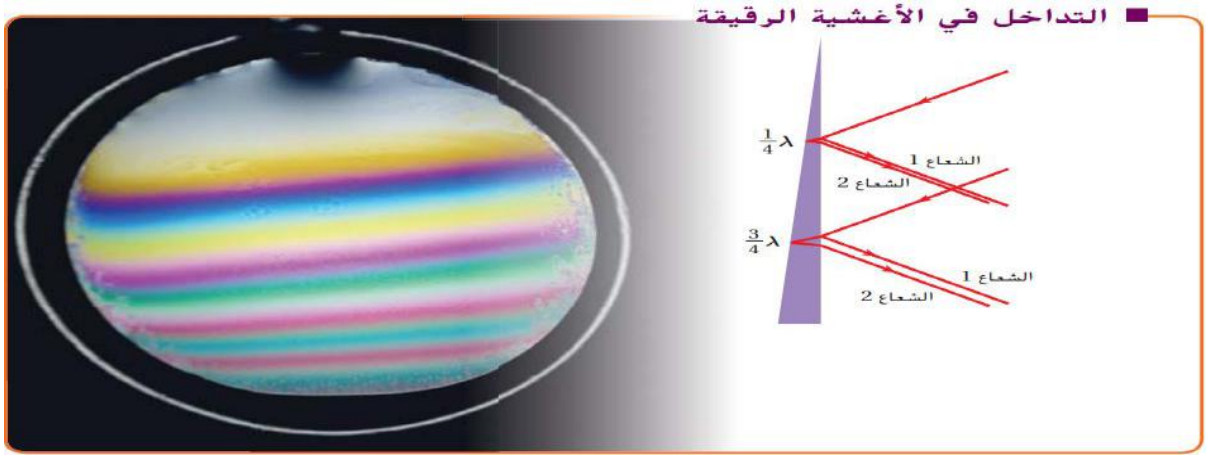
Explain the phenomenon of thin-film interference

# التداخل في الأغشية الرقيقة

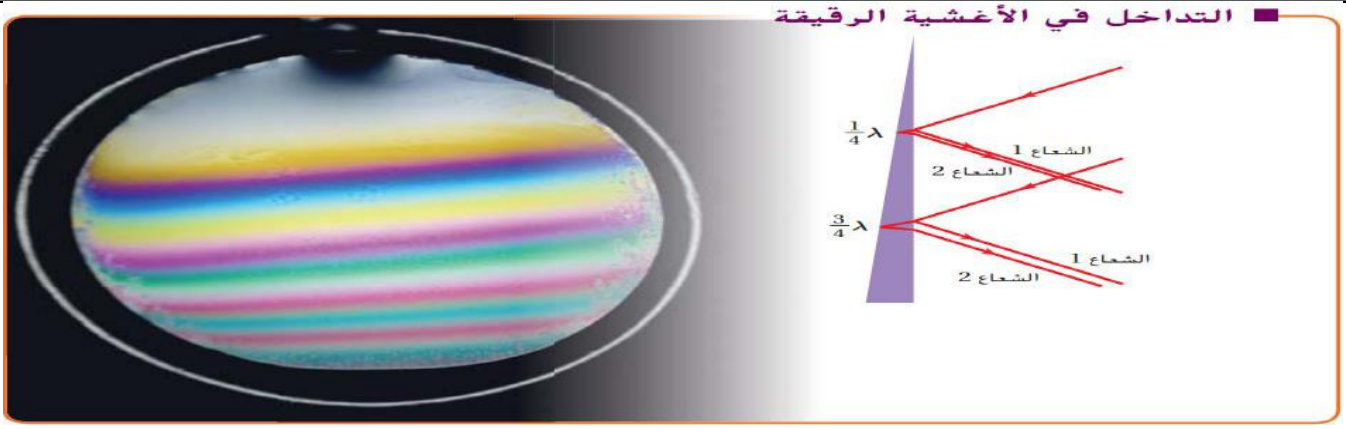
**نتيجة للتداخل البناء والهدام للموجات الضوئية**

**بسبب انعكاسها عن الغشاء الرقيقة**
**(التداخل فى الأغشية الرقيقة)**

**تظهر في (فقاعة الصابون – غشاء زيتي – جناحي فراشة المورفو)**




عندما تكون درجات سُمك غشاء الصابون $\lambda/4$ و $3\lambda/4$ و $5\lambda/4$ وما إلى ذلك. يكون الضوء الذي طوله الموجي $\lambda$ متفقًا في الطور. وتكون حزم هذا الضوء الملوَّن مرئية عند درجات السُمك هذه.




عند حمل غشاء الصابون رأسيا ، فإن وزنه يجعله عند القاع أكبر سمكا من قمته ويتغير السمك تدريجيا من القمة إلى القاع.

عند سقوط الموجة ينعكس جزء منها (شعاع 1) وينفذ جزء آخر ، ويكون للموجتين المنعكسة والنافذة تردد الموجة الأصلية نفسه.

الموجة النافذة تنتقل خلال الغشاء إلى السطح الخلفي، حيث ينعكس منها مرة أخرى (شعاع2) .

إن عملية تجزئة كل موجة ضوئية من المصدر غير المترابط إلى زوج متماثل من الموجات تعني أن الضوء المنعكس عن الغشاء الرقيق ضوء مترابط.

## تعزيز اللون

ويعني زيادة شدة إضاءة انعكاس ضوء أحادي اللون

يجعل الانعكاس لضوء أحادي اللون معززا (شدة إضاءته أكبر) ويحدث عندما يكون للموجتين المنعكستين الطور نفسه بالنسبة لطول موجي محدد .

يحدث تداخل هدام للضوء عند الأطوال الموجية الأخرى .

عند سقوط الموجة بين وسطين : جزءًا منها ينعكس وجزء ينفذ.

الموجة المنعكسة :

تنعكس وتنقلب : عندما تنتقل إلى وسط أكبر في معامل الإنكسار ( سرعة الضوء أقل )

تنعكس ولا تنقلب : عندما تنتقل إلى وسط أقل في معامل الإنكسار ( سرعة الضوء أقل )

الموجة النافذة :

تنفذ كما هي بدون انقلاب

**السؤال الخامس عشر:**

تعريف ظاهرة تداخل الأغشية الرقيقة.

.Define the phenomenon of thin-film interference

# التداخل في الأغشية الرقيقة .

## نتيجة للتداخل البناء والهدام للموجات الضوئية

## بسبب انعكاسها عن الغشاء الرقيقة
## (التداخل فى الأغشية الرقيقة)

إذا انعكس عن وسط له معامل انكسار أكبر تنقلب
إذا انعكس عن وسط له معامل انكسار اقل لا تنقلب

نوع التداخل :
بناء : ظهور اللون - تعزيز اللون - زيادة سطوع اللون
هدام : اختفاء اللون - منع انعكاس اللون - خط أسود

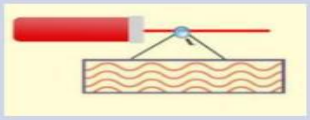
# Interference and Diffraction

## الأسئلة المقالية - FRQ

3

2. تعريف الضوء المترابط وغير المترابط.
3. اشرح كيف يتم إنشاء هدب التداخل الساطعة والمظلمة في تحقيق التداخل ذي الشق المزدوج مع أحادي اللون ضوء.
4. يستذكر مفهومي التداخل البناء والهدام ويحدد حدود التداخل للضوء

2. Define coherent and incoherent light.
3. Explain how bright and dark interference fringes are created in a double-slit interference investigation with monochromatic light.
4. Recall the concepts of constructive and destructive interference and define interference fringes of light

| الضوء غير المترابط | الضوء المترابط |
|---|---|
| الضوء الذي تختلف موجاته في الطور | الضوء الذي تكون موجاته لها نفس الطول الموج (اللون ) وتكون متفقة في الطور |
| الضوء الأبيض الصادر من مصباح قريب | ضوء الليزر |
| |  |

للحصول على ضوء مترابط : أسقط الضوء أحادي اللون ( له طول موجي واحد ) على شقين ضيقين ومتقاربين

أهداب التداخل : الحزم المضيئة والمظلمة على الشاشة

الحزمة المركزية : تقع عند منتصف الشاشة وتكون دائماً مضيئة

على جانبي الحزمة المركزية يوجد حزم مضيئة تفصلها فراغات متساوية

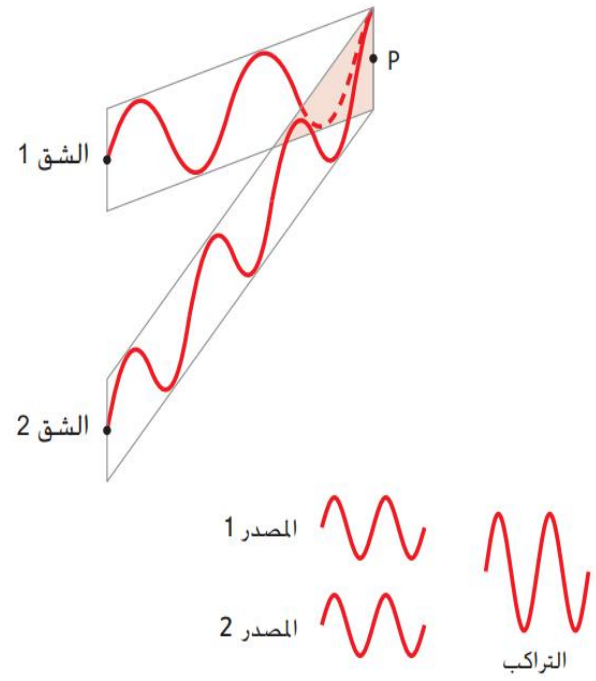
التداخل البناء : ينتج عنه حزم مضيئة

التداخل الهدام : ينتج عنه حزم مظلمة

يعتمد موقع الحزم المضيئة والمظلمة على : الطول الموجي للضوء

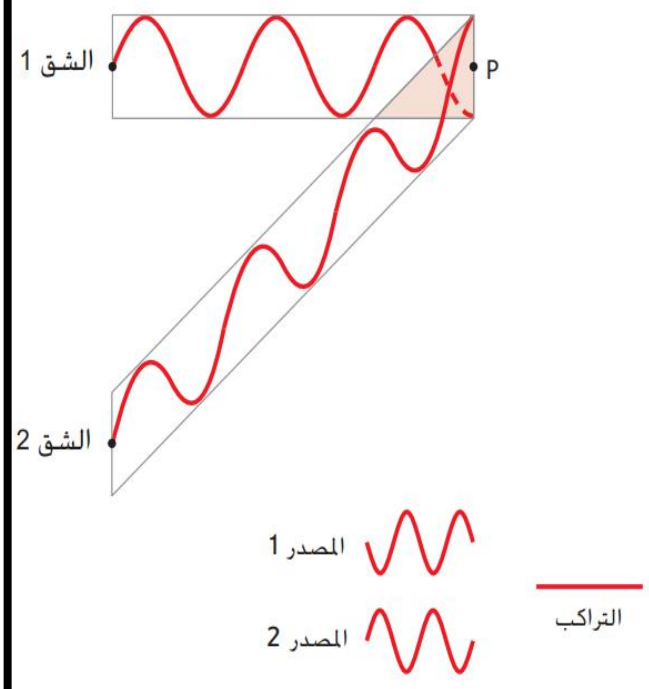
عند استخدام ضوء أبيض (خليط من عدة ألوان ): تظهر أطياف ملونة لأن كل حزمة لون تظهر عند موقع مختلف

■ تداخل بنّاء




تظهر حزم مضيئة عند نقاط تداخل الموجات تداخلًا بنّاءً.

■ تداخل هدّام




تظهر حزم معتمة عند نقاط تداخل الموجات تداخلًا هدّامًا.

# Interference and Diffraction

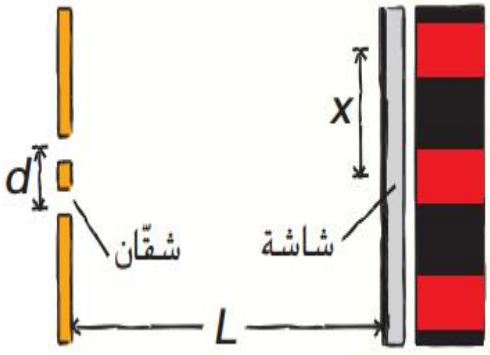
الأسئلة المقالية - FRQ

4

1. قم بتطبيق العلاقة (x=xd/L) لحساب الطول الموجي أو للعثور على مسافة غير معروفة في بحث الشق المزدوج المعطى القيم الأخرى.
2. أظهر أن شدة الأشرطة المضيئة تتناقص كلما ابتعدت عن النطاق المركزي (تداخل الشق المزدوج مع ضوء أحادي اللون).
3. اشرح تكوين الأطياف الملونة عند استخدام الضوء الأبيض في دراسة الشق المزدوج.
4. حل مشاكل تداخل الضوء

**الطول الموجي للضوء** أُجريت تجربة شق مزدوج لقياس الطول الموجي للضوء الأحمر. وكان البُعد بين الشقين 0.0190 mm. إذا كانت المسافة بين الشقين والشاشة 0.600 m. والمسافة بين الحزمة المضيئة ذات الرتبة الأولى والحزمة المركزية المضيئة 21.1 mm. فما الطول الموجي للضوء الأحمر؟

**WAVELENGTH OF LIGHT** A double-slit investigation is performed to measure the wavelength of red light. The slits are 0.0190 mm apart. A screen is placed 0.600 m away, and the first-order bright band is 21.1 mm from the central bright band. What is the wavelength of the red light?



1. سقط ضوء بنفسجي على شقين، المسافة الفاصلة بينهما $1.90\times10^{-5}$ m. فظهرت الحزمة المضيئة ذات الرتبة الأولى على بُعد 13.2 mm من الحزمة المركزية المضيئة على شاشة تبعُد 0.600 m عن الشقَّين. ما مقدار الطول الموجي λ؟

**1.** Violet light falls on two slits separated by $1.90 \times 10^{-5}$ m. A first-order bright band appears 13.2 mm from the central bright band on a screen 0.600 m from the slits. What is λ?

2. سُلِّط ضوء برتقالي مُصفر من مصباح غاز الصوديوم بطول موجي 596 nm على شقين البُعد بينهما $1.90\times10^{-5}$ m. ما المسافة بين الحزمة المركزية المضيئة والحزمة المضيئة باللون الأصفر ذات الرتبة الأولى إذا كانت الشاشة تبعُد مسافة 0.600 m عن الشقَّين؟

**2.** Yellow-orange light from a sodium lamp of wavelength 596 nm is aimed at two slits that are separated by $1.90 \times 10^{-5}$ m. What is the distance from the central band to the first-order yellow band if the screen is 0.600 m from the slits?

3. في تجربة شق مزدوج، استخدم طلاب الفيزياء أشعة ليزر طولها الموجي $\lambda = 632.8\ nm$. ووضع أحد الطلاب الشاشةَ على بُعد 1.000 m من الشقين، فوجد أنّ المسافة بين الحزمة المضيئة ذات الرتبة الأولى والحزمة المركزية المضيئة هي 65.5 mm. ما المسافة الفاصلة بين الشقين؟

**3.** In a double-slit investigation, physics students use a laser with $\lambda = 632.8\ nm$. A student places the screen 1.000 m from the slits and finds the first-order bright band 65.5 mm from the central line. What is the slit separation?

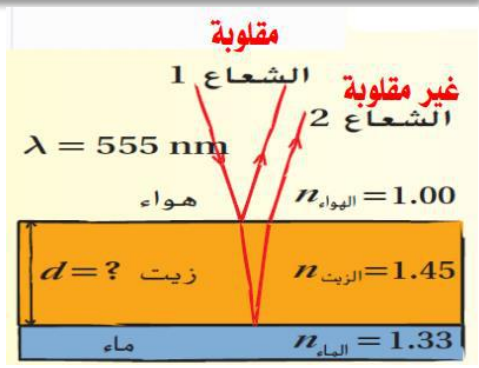
4. **تحفيز** مرّ ضوء برتقالي مُصفر طوله الموجي 596 nm عبر شقَّين المسافة الفاصلة بينهما $2.25 \times 10^{-5}$ m فنتج نمط تداخل على الشاشة. إذا كانت المسافة بين الحزمة المركزية والحزمة المضيئة باللون الأصفر ذات الرتبة الأولى $2.00 \times 10^{-2}$ m، فما بُعد الشاشة عن الشقين؟

**4. CHALLENGE** Yellow-orange light with a wavelength of 596 nm passes through two slits that are separated by $2.25 \times 10^{-5}$ m and makes an interference pattern on a screen. If the distance from the central line to the first-order yellow band is $2.00 \times 10^{-2}$ m , how far is the screen from the slits?

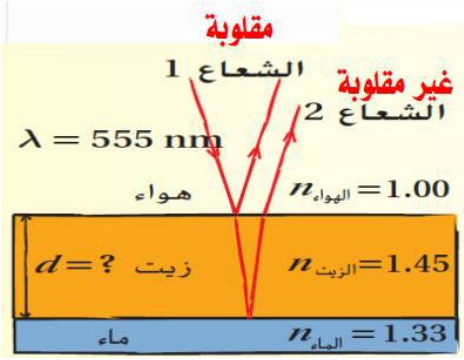
## مثال 2

**الزيت والماء** لاحظتَ وجود حلقات ملونة على سطح بركة ماء واستنتجت أنه لا بدّ من وجود طبقة رقيقة من الزيت على سطح الماء. ونظرتَ مباشرة إلى الأسفل نحو البركة فرأيتَ منطقة صفراء مُخضرة ($\lambda$ = 555 nm). إذا كان معامل انكسار الزيت 1.45، ومعامل انكسار الماء 1.33، فما أقل سُمك لطبقة الزيت يُسبب ظهور هذا اللون؟

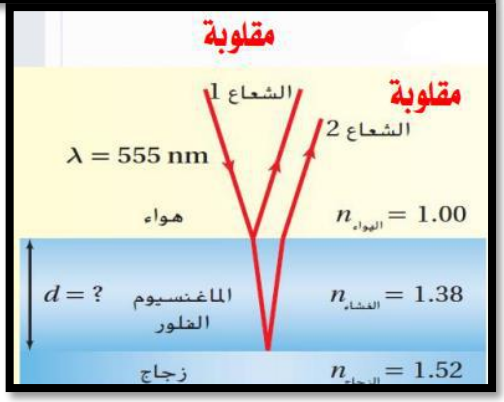
**OIL AND WATER** You observe colored rings on a puddle and conclude that there must be an oil slick on the water. You look directly down at the puddle and see a yellow-green ($\lambda$ = 555 nm) region. If the refractive index of oil is 1.45 and that of water is 1.33, what is the minimum thickness of oil that could cause this color?



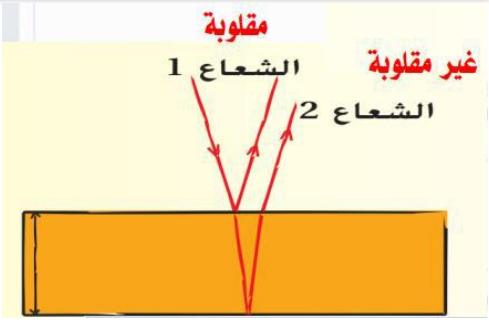
**5.** في مثال المسألة 2، ما أقل سُمك للغشاء لتكوين حزمة ضوء منعكسة لونها أحمر ($\lambda = 635\ nm$)؟



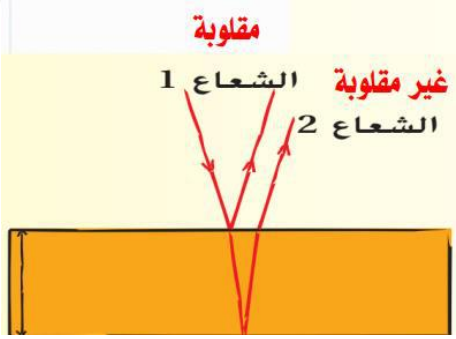

**6.** وُضع غشاء من فلوريد المغنيسيوم على عدسة زجاجية مطلية بطبقة غير عاكسة. ما السُمك اللازم للغشاء غير العاكس لمنع انعكاس الضوء الأخضر المُصفر ذي الطول الموجي 555 nm؟ انظر إلى الرسم الموجود في **الشكل 9**.



7. يمكنك ملاحظة التداخل في الأغشية الرقيقة عند غمس عصا فقاعة في محلول فقاعات ثم رفع العصا في الهواء. ما أقل سُمك لغشاء الصابون يمكن أن ترى عليه خيطًا أسود إذا كان الطول الموجي للضوء الساقط على الغشاء 521 nm؟
استخدم $n = 1.33$ لمحلول الفقاعات.




8. ما أقل سُمك لغشاء الصابون الذي معامل انكساره $(n = 1.33)$ ليتداخل عنده ضوء طوله الموجي 521 nm تداخلًا بنّاءً مع نفسه؟



9. **مسألة تحفيزية** خلية شمسية من السليكون مطلية بطبقة غير عاكسة. إذا وُضع غشاء من أول أكسيد السليكون معامل انكساره $n = 1.45$ على السليكون الذي معامل انكساره $n = 5.3$. فما السُمك اللازم لهذه الطبقة لمنع انعكاس ضوء أخضر مُصفر طوله الموجي $(\lambda = 555\ nm)$؟