# الوحدة الأولى : الأمـــــواج ① الحركة الموجية

## (١) المفاهيم والمصطلحات العلمية

| | |
|---|---|
| الموجة | اضطراب ينتقل ويقوم بنقل الطاقة فى اتجاه انتشاره. |
| الموجات الميكانيكية | موجات تنشأ عن مصدر مهتز ينقل نوع من الاضطراب خلال الوسط المادى . |
| الموجات الكهرومغناطيسية | موجات تنشأ عن مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية متعامدة على بعضها وعلى اتجاه انتشار الموجة وتنتشر في الأوساط المادية والفراغ . |
| موضع السكون | الموضع الذى تكون فيه سرعة الجسم نهاية عظمى والإزاحة صفر . |
| الحركة الاهتزازية | الحركة التى يعملها المصدر المهتز حول موضع سكونه الأصلى فى اتجاهين متضادين وفى فترات زمنية متساوية . |
| الإزاحة | بعد الجسم المهتز فى أى لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلى . |
| سعة الاهتزازة | أقصى إزاحة للجسم المهتز بعيدا عن موضع سكونه .<br>المسافة بين نقطتين متتاليتين فى مسار حركة الجسم تكون سرعته فى إحداهما أقصاها وفى الأخرى منعدمة . |
| الاهتزازة الكاملة | الحركة التى يعملها الجسم المهتز فى الفترة الزمنية التى تمضى بين مروره بنقطة واحدة فى مسار حركته مرتين متتاليتين فى اتجاه واحد . |
| التردد | عدد الاهتزازات الكاملة التى يحدثها الجسم المهتز فى الثانية الواحدة .<br>عدد الأمواج التى تمر بنقطة ما فى مسار الحركة الموجية فى زمن قدره واحد ثانية .<br>المعكوس الضربى للزمن الدورى . |
| الزمن الدورى | الزمن الذى يستغرقه الجسم المهتز فى عمل اهتزازه كاملة .<br>الزمن الذى يستغرقه الجسم المهتز ليمر بنقطة واحدة فى مسار حركته مرتين متتاليتين فى اتجاه واحد .<br>أربعة أمثال زمن سعة الاهتزازة لبندول مهتز . |
| الطور | موضع واتجاه حركة جزئ من جزيئات الوسط فى لحظة معينة . |
| الموجات الطولية | الموجات التى تهتز فيها جزئيات الوسط حول موضع اتزانها على نفس خط انتشار الحركة الموجية . |
| التضاغط | موضع فى الموجة الطولية تتقارب فيه جزيئات الوسط إلى أقصى حد ممكن . |
| التخلخل | موضع فى الموجة الطولية تتباعد فيه جزيئات الوسط إلى أقصى حد ممكن . |
| الطول الموجى للموجة الطولية | المسافة بين مركزى أى تضاغطين متتاليين أو مركزى أى تخلخلين متتاليين . |
| الموجات المستعرضة | الموجات التى تهتز فيها جزئيات الوسط حول موضع اتزانها فى اتجاه عمودى على اتجاه انتشار الحركة الموجية . |
| القمة | النهاية العظمى للإزاحة فى الاتجاه الموجب . |
| القاع | النهاية العظمى للإزاحة فى الاتجاه السالب. |
| الطول الموجى للموجة المستعرضة | المسافة بين أى قمتين متتاليتين أو أى قاعين متتاليين . |
| الطول الموجى | المسافة بين أى نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور ( نفس الإزاحة ونفس الاتجاه ) .<br>المسافة التى تتحركها الموجة خلال زمن دورى واحد . |
| سرعة انتشار الموجة | المسافة التى تقطعها الموجة في الثانية الواحدة في اتجاه معين .<br>النسبة بين طول الموجة وزمنها الدورى . |
| الموجة المرتحلة | موجة تنتشر على شكل نبضة واحدة فقط . |

## (٢) ما معنى قولنا أن ؟

| | |
|---|---|
| سعة الاهتزازة لجسم مهتز 6 Cm ؟ | أى أن أقصى إزاحة يحدثها الجسم المهتز بعيداً عن موضع سكونه تساوى 6Cm . |
| الزمن الدورى لبندول مهتز 0.5 s ؟ | أى أن الزمن الذى يستغرقه هذا البندول لعمل اهتزازة كاملة يساوى 0.5 s . |
| تردد شوكة رنانة 200 Hz ؟ | أى أن عدد الاهتزازات الكاملة التى تحدثها الشوكة الرنانة فى الثانية الواحدة يساوى 200 اهتزازة كاملة . |
| تردد موجة = 8 Hz ؟ | أى أن عدد الموجات الحادثة خلال الثانية الواحدة = 8 موجات . |
| جسم مهتز يصنع 1200 ذبذبة كاملة فى دقيقة واحدة ؟ | أى أن تردد هذا الجسم = 20 Hz |
| الطول الموجى لموجة طولية 15Cm ؟ | أى أن المسافة بين مركزى أى تضاغطين متتاليين أو تخلخلين متتاليين = 15 Cm . |
| المسافة بين مركز تضاغط ومركز التخلخل التالى لموجة طولية 0.2 m ؟ | أى أن الطول الموجى لهذه الموجة = 0.4 m . |
| المسافة بين مركز التضاغط الأول لموجة طولية والتضاغط الرابع لها 6 Cm ؟ | أى أن الطول الموجى لهذه الموجة = 2 Cm . |
| المسافة بين مركز التضاغط الأول لموجة طولية والتخلخل الرابع لها 35 Cm ؟ | أى أن الطول الموجى لهذه الموجة = 10 Cm . |
| الطول الموجى لموجة مستعرضة 15 Cm ؟ | أى أن المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين = 15 Cm . |
| المسافة بين قمة وقاع متتاليين لموجة مستعرضة 0.4 m ؟ | أى أن الطول الموجى لهذه الموجة = 0.8 m . |
| المسافة بين القمة الأولى والقمة الثالثة لموجة مستعرضة 6 Cm ؟ | أى أن الطول الموجى لهذه الموجة = 3Cm . |
| المسافة بين القاع الأول والقمة السابعة لموجة مستعرضة 55 Cm ؟ | أى أن الطول الموجى لهذه الموجة = 10 Cm . |
| سرعة موجة = 50 m/s ؟ | أى أن المسافة التى تقطعها الموجة خلال واحد ثانية = 50m. |

**********

## (٣) أهم التعليلات

| | |
|---|---|
| لابد من وجود وسط مادى لانتشار الموجات الميكانيكية ؟ | لأنها تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط إما عموديا على اتجاه انتشار الموجة أو على نفس خط انتشار الموجة ولذلك لابد من وجود وسط مادى لانتشارها . |
| الموجات الكهرومغناطيسية لا تحتاج لوسط مادى تنتقل خلاله ؟ | لأنها تنشأ من اهتزاز مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية وليس نتيجة اهتزاز جزيئات الوسط المادى . |
| الموجات الميكانيكية قد تكون طولية أو مستعرضة ؟ | لأنه عند اهتزاز جزيئات الوسط فى نفس خط انتشار الموجة تنشأ موجة طولية وعند اهتزاز جزيئات الوسط فى اتجاه عمودى على اتجاه انتشار الموجة تنشأ موجة مستعرضة. |
| جميع الموجات الكهرومغناطيسية مستعرضة فقط ؟ | لأن كلا المجالين الكهربى والمغناطيسى متعامدين على بعضهما وعلى اتجاه انتشار الموجة. |
| لا يستطيع رواد الفضاء التحدث مباشرة على سطح القمر ولكن يستخدمون أجهزة لاسلكية ؟ | لأن الصوت موجات ميكانيكية يلزمها وسط مادى تنتشر فيه كالهواء ، والفضاء لا يحتوى على هواء بينما موجات |

| | |
|---|---|
| | اللاسلكى موجات كهرومغناطيسية يمكن أن تنتشر فى الفضاء . |
| أمواج الراديو من الموجات الكهرومغناطيسية ؟ | لأنها تستطيع الانتشار فى الفراغ دون الحاجة لوسط مادى لانتشارها . |
| لا تنتشر موجات الصوت فى الفراغ ؟ | لأنها موجات ميكانيكية لا تنتقل إلا فى وجود وسط مادى تنتشر فيه |
| عدم سماع صوت الانفجارات الشمسية فى حين يمكن رؤية الضوء الصادر منها ؟ | لأن الضوء من الموجات الكهرومغناطيسية التى تنتشر فى الفراغ بين الشمس والغلاف الجوى للأرض بينما الصوت من الموجات الميكانيكية التى تشترط وجود وسط مادى حتى تنتقل وفى الفراغ الشاسع بين الشمس والأرض لا يوجد هواء . |
| كلما زاد التردد قل الزمن الدورى والعكس ؟ | لأن التردد = مقلوب الزمن الدورى والعكس . |
| إذا قل الزمن الدورى للنصف فإن التردد يزداد للضعف ؟ | لأن الزمن الدورى يتناسب عكسياً مع التردد . |
| التردد × الزمن الدورى = ١ ؟ | لأن أحدهما المعكوس الضربى للآخر . |
| يمكن قياس التردد بوحدة $s^{-1}$ ؟ | لأن التردد هو مقلوب الزمن الدورى ووحدة قياس الزمن الدورى هى s أى يمكن قياس التردد بوحدة $s^{-1}$. |
| ينتشر الصوت فى الهواء على شكل موجات طولية ؟ | بسبب اهتزاز جزئيات الهواء فى نفس اتجاه انتشار الموجة فتحدث تضاغطات وتخلخلات . أو : لأن الموجات الطولية لكى تنتشر لابد من وجود جزيئات فى الوسط تكون قابلة للاهتزاز والإزاحة وهذا الشرط متوفر فى الهواء . |
| ينتشر الصوت فى الهواء على شكل موجات طولية فقط وليست مستعرضة ؟ | لأنه لكى تحدث موجات مستعرضة يلزم وجود قوى تماسك بين جزئيات الوسط وقوى التماسك بين جزيئات الهواء ضعيفة . |
| ينتشر الصوت فى الجوامد والسوائل على شكل موجات طولية ومستعرضة ؟ | لأن شرط انتقال الصوت فى على هيئة موجات طولية هو وجود جزيئات فى الوسط تكون قابلة للاهتزاز والإزاحة وهذا الشرط متوفر فى المادة الجامدة والسائلة كما أن انتقال الصوت على هيئة موجات مستعرضة يلزم وجود قوى تماسك بين جزئيات الوسط وهذا الشرط متوفر فى المادة الجامدة والسائلة . |
| عند تحريك ماء فى حوض بواسطة لوح من الخشب تحدث أمواج مستعرضة عند سطح الماء وأمواج طولية فى قاع الحوض ؟ | لأن عند السطح تتحرك جزيئات الماء لأعلى ولأسفل فى اتجاه عمودى وذلك لكبر قوى التماسك بين جزيئات سطح الماء ، بينما فى القاع تتحرك فى نفس اتجاه انتشار الموجة لانعدام قوى التماسك . |
| اختلاف سرعة الموجة عند انتقالها من وسط لآخر ؟ | للتغير الحادث فى طولها الموجى مع ثبات ترددها . |
| كلما زاد التردد قل الطول الموجى ( بفرض ثبوت سرعة الانتشار ) ؟ | لأن التردد يتناسب عكسياً مع الطول الموجى . |

**********

## (٤) ماذا يحدث عند :

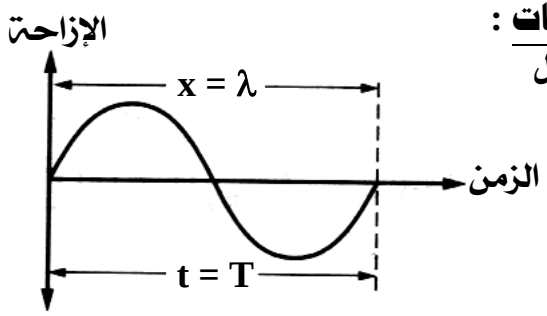
| | |
|---|---|
| زيادة تردد حركة اهتزازية للضعف ( بالنسبة للزمن الدورى لها ) ؟ | يقل الزمن الدورى للنصف . |
| زيادة تردد موجة منتشرة في وسط ما ؟ | يقل الطول الموجى ( عند ثبوت سرعة انتشار الموجة فى الوسط الواحد يتناسب الطول الموجى عكسياً مع التردد ) . |
| زيادة طول موجة تنتشر في وسط ما للضعف ( بالنسبة لسرعة | تظل سرعة انتشار الموجة ثابتة لثبوت |

| | |
|---|---|
| انتشارها ) ؟ | سرعة انتشار الموجة في الوسط الواحد . |
| زيادة سرعة موجة في وسط ما عن سرعتها في وسط آخر ( بالنسبة للطول الموجى لها ) ؟ | يزداد الطول الموجى ( لأن الطول الموجى يتناسب طردياً مع سرعة الموجة ) . |
| زيادة تردد موجة للضعف مع ثبات سرعتها بالنسبة لطولها الموجى ؟ | يقل طولها الموجى للنصف . |
| نقص كل من تردد موجة وسرعة انتشارها إلى الربع بالنسبة لطولها الموجى ؟ | يظل الطول الموجى ثابتا . |
| زيادة طول موجة ميكانيكية ثابتة التردد بالنسبة لسرعة انتشارها ؟ | تزداد سرعة انتشارها |
| انتقال موجة صوتية من الهواء إلى الماء ؟ | تزداد سرعتها . |

**********

## (٥) أهم الاستنتاجات

### استنتاج العلاقة بين التردد والطول الموجى وسرعة انتشار الموجات :




(١) عندما تنتقل موجة بسرعة v من مكان لآخر يبعد مسافة تعادل الطول الموجى λ فإن الموجة تستغرق زمناً يساوى الزمن الدورى T .

(٢) بما أن : $v = \frac{x}{T}$ وعندما يكون $x = \lambda \, ، \, t = T$

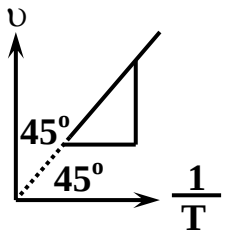
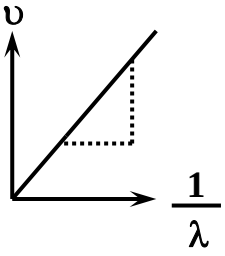
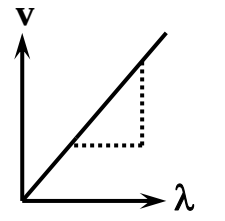
$\therefore v = \frac{\lambda}{T}$

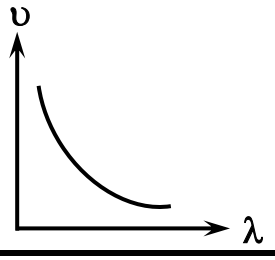
(٣) بما أن : $\upsilon = \frac{1}{T}$

$\therefore \boxed{v = \lambda \upsilon}$

**********

## (٦) أهم العلاقات البيانية :

| العلاقة بين | العلاقات البيانية | القانون | الميل |
|---|---|---|---|
| التردد υ ومقلوب الزمن الدورى $\frac{1}{T}$ |   | $\upsilon = \frac{1}{T}$ | Slope = υ T = 1 |
| التردد υ ومقلوب الطول الموجى $\frac{1}{\lambda}$ ومقلوب عند ثبوت سرعة الموجة |   | $v = \lambda \upsilon$ | Slope = $\upsilon \div \frac{1}{\lambda}$ = υ λ = v |
| سرعة انتشار الموجة v والطول الموجى λ عند ثبوت التردد |   | $v = \lambda \upsilon$ | Slope = v ÷ λ = υ |

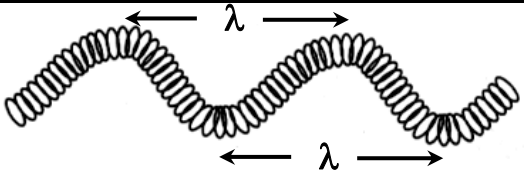
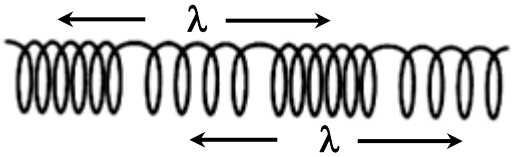
| | | | |
|---|---|---|---|
| التردد υ والطول الموجى λ |   | v = λ υ | ---------- |

**********

## (٧) أهم المقارنات

| وجه المقارنة | الموجات الميكانيكية | الموجات الكهرومغناطيسية |
|---|---|---|
| سبب حدوثها | تنشا عن اهتزاز جزيئات الوسط إما عموديا على اتجاه انتشار الموجة أو على نفس خط انتشار الموجة . | تنشأ عن اهتزاز مجالين متعامدين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى وكليهما عمودى على اتجاه انتشار الموجة . |
| شرط الانتشار | تحتاج الى وسط مادى لكى تنتشر فيه . | تنتشر فى الأوساط المادية والفراغ . |
| أنواعها | موجات مستعرضة وموجات طولية . | موجات مستعرضة فقط . |
| أمثلة | موجات الماء.<br>موجات الصوت.<br>الموجات المنتشرة فى الأوتار. | موجات الراديو.<br>موجات الضوء.<br>الأشعة السينية. |

---

| وجه المقارنة | الموجات المستعرضة | الموجات الطولية |
|---|---|---|
| شكل الموجة |   |   |
| اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط | عمودى على اتجاه انتشار الموجة . | على نفس خط انتشار الموجة . |
| التكوين | تتكون من قمم وقيعان . | تضاغطات وتخلخلات . |
| الطول الموجى | المسافة بين أى قمتين متتاليتين أو أى قاعين متتاليين . | المسافة بين مركزى أى تضاغطين متتاليين أو مركزى أى تخلخلين متتاليين . |
| أماكن حدوثها | غالبا فى السوائل والجوامد . | فى الغازات والسوائل والجوامد . |
| أمثلة | الموجات على سطح الماء.<br>الموجات المنتشرة فى الأوتار. | موجات الصوت فى الغازات.<br>الموجات فى باطن الماء. |

**********

## (٨) أهم الأنشطة

### (١) التعرف على طبيعة الموجات الطولية :

(١) ضع ثقل m فوق سطح أفقى أملس مثبت من أحد طرفيه فى زنبرك طويل والطرف الآخر فى زنبرك مثبت فى حائط .

(٢) اجذب الثقل مسافة x جهة اليمين ثم اتركه يعود لوضع الاستقرار .

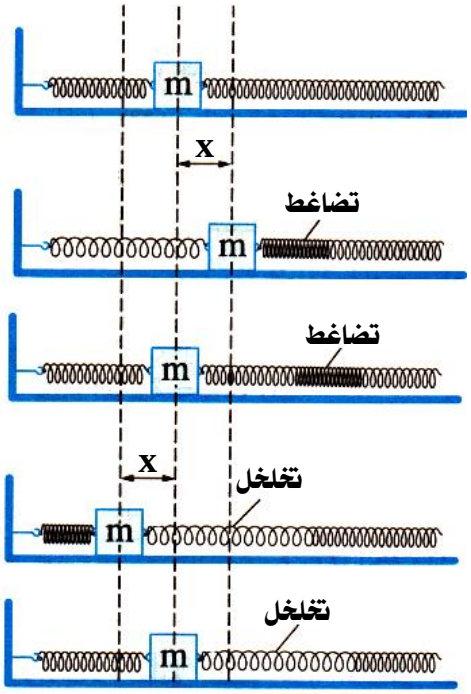
**الملاحظة :**

ينضغط الزنبرك ثم ينتقل هذا التضاغط تباعاً خلال الزنبرك جهة اليمين.

(٣) اجذب الثقل مسافة x جهة اليسار ثم اتركه يعود لوضع الاستقرار .

**الملاحظة :**

تتباعد حلقات الزنبرك محدثة خلخلة ثم ينتقل هذا التخلخل تباعاً خلال الزنبرك جهة اليمين.




**الاستنتاج :**

(١) عند تذبذب (اهتزاز) الزنبرك فإن مجموعة من التضاغطات والتخلخلات تنتقل على طول الزنبرك .

(٢) تمثل مجموعة التضاغطات والتخلخلات موجة تنتشر فى نفس اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط (الزنبرك) تسمى الموجة الطولية .

**********

### (٢) التعرف على طبيعة الموجات المستعرضة :

**الخطوات :**

(١) احضر ثقل m مثبت فى زنبرك رأسى ومثبت به طرف حبل طويل أفقى مشدود والطرف الآخر للحبل مثبت فى حائط

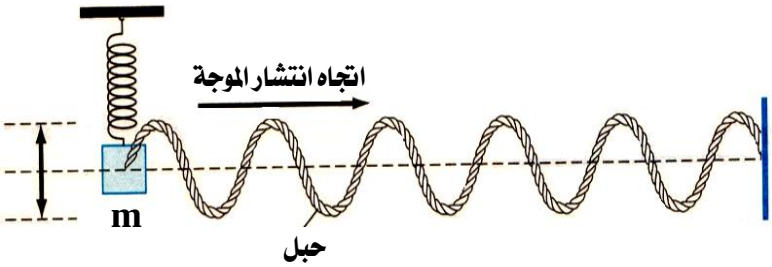
(٢) اجذب الثقل لأسفل ثم اتركه.

**الملاحظات :**

(١) يتحرك الثقل وطرف الحبل حركة توافقية بسيطة لأعلى ولأسفل .

(٢) تنتقل الحركة على طول الحبل على هيئة موجة تتحرك أفقيا بسرعة معينة .

(٣) تتحرك أجزا ء الحبل رأسيا حركة توافقية بسيطة.




**الاستنتاج :**

(١) عند اهتزاز الحبل لأعلى ولأسفل تنتقل موجة فى الحبل تتكون من قمم وقيعان .

(٢) يكون اتجاه اهتزاز جزيئات الحبل (الوسط) عمودى على اتجاه انتشار الموجة .

(٣) هذه الموجة تسمى الموجة المستعرضة.

**********

## (٩) أسئلة متنوعة

### اذكر شروط حدوث الموجات الميكانيكية .

ج : (١) وجود مصدر مهتز ( متذبذب ) .

(٢) حدوث نوع من الاضطراب للمصدر .

(٣) وجود وسط مادى ينتقل خلاله هذا الاضطراب .

**********

## (١٠) حقائق ونبذات علمية

(١) فى الوسط الواحد تكون سرعة الموجة ثابتة ولا تتغير بينما تردد الموجة يمكن أن يتغير .

(٢) عند انتقال الموجة من وسط لآخر تتغير سرعتها وطولها الموجى بينما يظل ترددها ثابت .

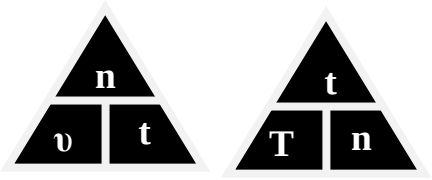
**********

## (١١) القوانين وأفكار المسائل

(١) الاهتزازة الكاملة = 4 × سعة الاهتزازة (4 A) . أو : سعة الاهتزازة = $\frac{1}{4}$ الاهتزازة الكاملة

(٢) التردد = $\frac{\text{عدد الاهتزازات}}{\text{الزمن بالثوانى}}$ = $\frac{1}{T}$ ، الزمن الدورى = $\frac{\text{الزمن بالثواني}}{\text{عدد الاهتزازات}}$ $\upsilon \times T = 1$ ← $\frac{1}{\upsilon}$

(٣) زمن الاهتزازة الكاملة ( الزمن الدورى ) = 4 × زمن سعة الاهتزازة




(٤) الطول الموجى = $\frac{\text{المسافة}}{\text{عدد الأمواج}}$ $\lambda = \frac{x}{n}$

(٥) إذا كانت الموجتان لهما نفس :

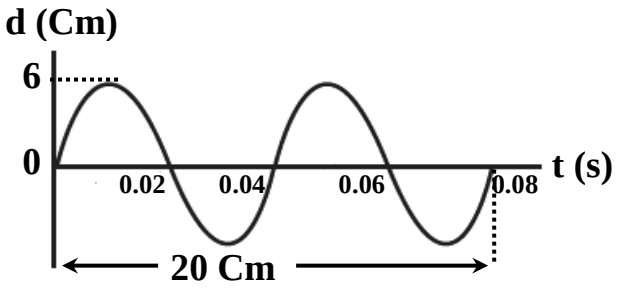
سرعة الانتشار فإن : $\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ ، التردد فإن : $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ، الطول الموجى فإن : $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$

(٦) سرعة انتشار الموجة : $v = \frac{x}{t} = \lambda\upsilon = \frac{\lambda}{T}$

**********

## مسائل محلولة

(١) من الشكل التالى احسب :




♣ الطول الموجى .
♣ التردد .
♣ سعة الاهتزازة .
♣ سرعة الموجة .

الحل : عدد الأمواج = 2

$\lambda = \frac{20 \times 10^{-2}}{2} = 0.1$ m

$\upsilon = \frac{2}{0.08} = 25$ Hz

A = 6 Cm

$v = \lambda\upsilon = 0.1 \times 25 = 2.5$ m/s

**********

(٢) إذا كانت سرعة أمواج الماء التى تمر بنقطة معينة 1.5 m/s ويمر بتلك النقطة 30 موجة فى 1s احسب عدد الموجات فى مسافة قدرها 60 m .

الحل : $x = vt = 1.5 \times 1 = 1.5$ m

| x | n |
|---|---|
| 1.5 | 30 |
| 60 | ? |

n = 1200 موجة

**********

(٣) ملف زنبركى طوله 6 سم علق به ثقل وشد بقوة ما فأصبح طوله 9 سم ثم ترك ليهتز فأحدث 100 اهتزازة كاملة فى ثلث دقيقة ، احسب طول الموجة الحادثة وسرعة انتشارها .

الحل : A = 9 – 6 = 3 Cm مقدار الزيادة ( سعة الاهتزازة )

$\lambda = 3 \times 4 = 12$ Cm $= 0.12$ m

$\upsilon = 100 \div 20 = 5$ Hz

$v = \lambda\upsilon = 0.12 \times 5 = 0.6$ m/s

**********

(٤) نغمتان ترددهما 680 Hz , 425 فإذا كان الطول الموجى للموجة الثانية يزيد عن الطول الموجى للموجة الأولى بمقدار 30 Cm احسب سرعة الصوت فى الهواء .

**الحل :**

$$\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\frac{680}{425} = \frac{\lambda_1 + 0.3}{\lambda_1} \quad , \quad 680\ \lambda_1 = 425\ \lambda_1 + 127.5$$

$$680\ \lambda_1 - 425\ \lambda_1 = 127.5 \quad , \quad 255\ \lambda_1 = 127.5$$

$$\therefore \lambda_1 = 127.5 \div 255 = 0.5\ m$$

$$v = \lambda\ \upsilon = 680 \times 0.5 = 340\ m/s$$

**********

(٥) الجدول التالى يوضح العلاقة بين تردد موجة ومقلوب الطول الموجى المصاحب لها :

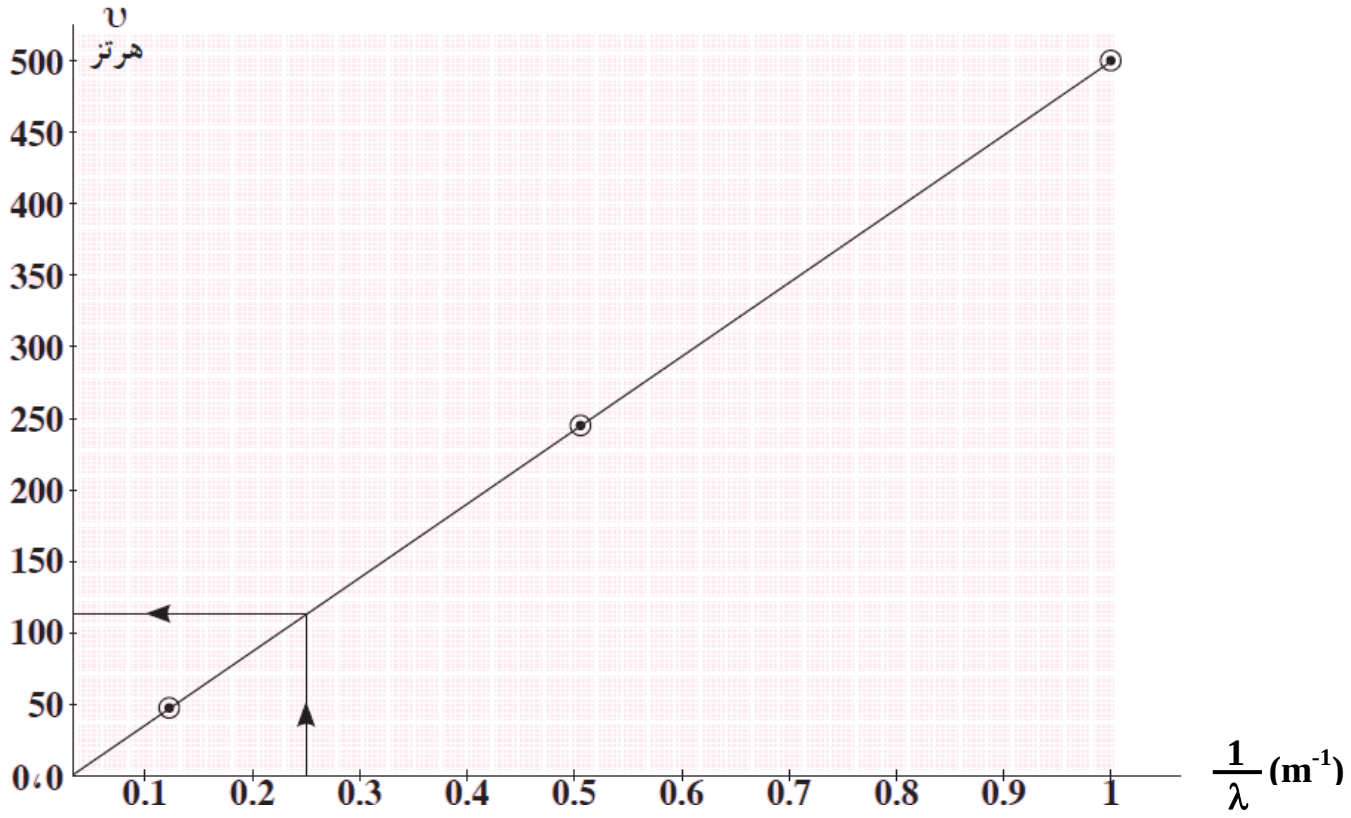
| $\lambda$ (m) | 1 | 2 | 4 | 5 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\upsilon$ (Hz) | 500 | 250 | X | 100 | 62.5 | 50 |

ارسم علاقة بيانية بين ( $\upsilon$ ) التردد على المحور الرأسى ، $\frac{1}{\lambda}$ على المحور الأفقى ومن الرسم أوجد :

♣ قيمة ( X ) . ♣ سرعة انتشار الموجة .

**الحل :**

| $\frac{1}{\lambda}$ ($m^{-1}$) | 1 | 0.5 | 0.25 | 0.2 | 0.125 | 0.1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\upsilon$ (Hz) | 500 | 250 | X | 100 | 62.5 | 50 |




♣ من الرسم : X = 125 Hz

$$Slope = \upsilon \div \frac{1}{\lambda} = \upsilon\ \lambda = v$$

$$v = \frac{500 - 250}{1 - 0.5} = \frac{250}{0.5} = 500\ m/s$$

# الوحدة الأولى : الأمـــواج ٢ الضـــــوء

## (١) المفاهيم والمصطلحات العلمية

| | |
|---|---|
| الطيف الكهرومغناطيسى | توزيع الموجات الكهرومغناطيسية تصاعدياً حسب ترددها أو تنازلياً حسب طولها الموجى . |
| انعكاس الضوء | ارتداد موجات الضوء عندما تقابل سطحاً عاكساً . |
| القانون الأول لانعكاس الضوء | زاوية السقوط = زاوية الانعكاس . |
| القانون الثانى لانعكاس الضوء | الشعاع الضوئى الساقط والشعاع الضوئى المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها فى مستوى واحد عمودى على السطح العاكس . |
| زاوية السقوط | الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئى الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس . |
| زاوية الانعكاس | الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئى المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس . |
| انكسار الضوء | تغير اتجاه الشعاع الضوئى عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية . |
| زاوية الانكسار | الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئى المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل . |
| القانون الأول لانكسار الضوء | النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى كالنسبة بين سرعة الضوء فى الوسط الأول إلى سرعة الضوء فى الوسط الثانى . |
| القانون الثانى لانكسار الضوء | الشعاع الضوئى الساقط والشعاع الضوئى المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعاً فى مستوى واحد عمودى على السطح الفاصل . |
| معامل الانكسار النسبى | النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى .<br>النسبة بين سرعة الضوء فى الوسط الأول إلى سرعة الضوء فى الوسط الثانى .<br>النسبة بين معامل الانكسار المطلق للوسط الثانى ومعامل الانكسار المطلق للوسط الأول . |
| معامل الانكسار المطلق | النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الفراغ أو الهواء إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط .<br>النسبة بين سرعة الضوء فى الفراغ أو الهواء إلى سرعة الضوء فى الوسط . |
| قانون سنل | حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول فى جيب زاوية السقوط يساوى حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثانى فى جيب زاوية الانكسار . |
| المصادر المترابطة | المصادر الضوئية التى تكون أمواجها متساوية فى التردد والسعة ولها نفس الطور . |
| تداخل الضوء | تراكب موجتان لهما نفس التردد والسعة والطور . |
| هدب التداخل | مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب أمواج ضوئية صادرة من مصدرين مترابطين . |
| التداخل البناء | تداخل ينتج عنه تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع (هدب مضيئة) نتيجة تقابل قمة إحدى الموجتين مع قمة الموجة الأخرى أو قاع إحدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى . |
| التداخل الهدام | تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء فى بعض المواضع (هدب مظلمة) نتيجة تقابل |

| | |
|---|---|
| | قمة إحدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى والعكس . |
| صدر الموجة | سطح عمودى على اتجاه انتشار الموجة وتكون جميع نقاطه لها نفس الطور . |
| حيود الضوء | انحراف الضوء عندما يمر بفتحة ضيقة أو حافة جسم .<br>ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدى إلى تراكب الموجات وتكون هدب مضيئة وأخرى مظلمة . |
| هدب الحيود | مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء التى حدث لها حيود . |
| قرص إيرى | بقعة دائرية مضيئة مركزية تتكون عند حيود الضوء عند فتحة دائرية وتكون شدة الضوء فيها أعلى ما يمكن .<br>بقعة دائرية مضيئة محددة تكونت على الحائل لأشعة الضوء التى حدث لها حيود ويمكن به دراسة توزيع الإضاءة . |
| الزاوية الحرجة | زاوية سقوط فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار فى الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوى 90° . |
| الانعكاس الكلى | ارتداد الأشعة الضوئية عند سقوطها فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة لهذا الوسط . |
| السراب | ظاهرة طبيعية تحدث فى الصحراء أو الطرق المرصوفة وقت الظهيرة وترى فيها صور الأجسام كما لو كانت منعكسة على سطح الماء . |
| الألياف الضوئية | قضيب مصمت رفيع من مادة شفافة إذا دخل لضوء من أحد طرفيه فإنه يعانى انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من طرفها الآخر . |
| زاوية الانحراف | الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادى الشعاع الساقط والشعاع الخارج فى المنشور الثلاثى . |
| زاوية النهاية الصغرى للانحراف | أصغر قيمة لزاوية انحراف أشعة الضوء فى المنشور وعندها تكون زاوية السقوط تساوى زاوية الخروج . |
| زاوية رأس المنشور | الزاوية المحصورة بين وجهى المنشور أحدهما يدخل منه الشعاع الضوئى والآخر يخرج من الشعاع الضوئى . |
| المنشور الرقيق | منشور ثلاثى من الزجاج زاوية رأسه صغيرة لا تزيد عن 10 درجات . |
| الانحراف المتوسط | زاوية انحراف الضوء الأصفر الخارج من المنشور الرقيق . |
| الانفراج الزاوى بين اللونين الأزرق والأحمر | الزاوية المحصورة بين امتدادى الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور . |
| معامل الانكسار المتوسط لمنشور ثلاثى | معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأصفر .<br>متوسط معاملى انكسار مادة المنشور للضوئين الأزرق والأحمر . |
| قوة التفريق اللونى | النسبة بين الانفراج الزاوى بين الشعاعين الأزرق والأحمر وزاوية انحراف الضوء الأصفر . |

**********

## (٢) ما معنى قولنا أن ؟

١ – معامل الانكسار النسبى بين الزجاج والماء = 0.86 ؟

ج : أى أن النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الزجاج إلى جيب زاوية الانكسار فى الماء = 0.86 .

أو : النسبة بين سرعة الضوء فى الزجاج إلى سرعة الضوء فى الماء = 0. 86

أو : أى أن النسبة بين معامل الانكسار المطلق للماء إلى معامل الانكسار المطلق للوسط للزجاج = 0.86 .

٢ – معامل الانكسار المطلق للزجاج = 1.8 ؟

ج : أى أن النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الفراغ أو الهواء إلى جيب زاوية الانكسار فى الزجاج = 1.8 .

أو : أى أن النسبة بين سرعة الضوء فى الفراغ أو الهواء إلى سرعة الضوء فى الزجاج = 1.8 .

٣ – ما معنى قولنا أن : الزاوية الحرجة للماء 49° ؟

ج : أى أن زاوية السقوط فى الماء التى يقابلها زاوية انكسار فى الهواء 90° قياسها 49°.
أو : أى أن الشعاع الضوئى الذى ينتقل فى الماء بزاوية سقوط 49° ينكسر فى الهواء بزاوية انكسار 90° .

**٤ – زاوية النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور الثلاثى $25^{o}$ ؟**

ج : أى أن أصغر زاوية بين امتدادى الشعاع الساقط على وجه المنشور والشعاع الخارج من الوجه الآخر تساوى ° 25 .

**٥ – الانفراج الزاوى فى منشور رقيق °0.2 ؟**

ج : أى أن الفرق بين زاويتى انحراف المنشور للشعاعين الأزرق والأحمر = °0.2 .

**٦ – الانفراج الزاوى بين اللونين الأحمر والأزرق = °3 ؟**

ج : أى أن الزاوية المحصورة بين الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور = °3 .

**٧ – قوة التفريق اللونى لمنشور رقيق = 0.08 ؟**

ج : أى أن النسبة بين الانفراج الزاوى بين الشعاعين الأزرق والأحمر للمنشور وزاوية انحراف الضوء الأصفر = 0.08

**********

## (٣) أهم التعليلات

**١ – تختلف الموجات الكهرومغناطيسية عن بعضها فى الخواص الفيزيائية ؟**

ج : لاختلاف ترددتها وأطوالها الموجية .

**٢ – انكسار الضوء عند انتقاله من وسط لآخر ؟**

ج : لأن سرعة الضوء تختلف من وسط لآخر .

**٣ – معامل الانكسار النسبى بين وسطين ليس له وحدة تمييز ؟**

ج : لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين .

**٤ – معامل الانكسار النسبى بين وسطين قد يكون أكبر أو أقل من الواحد ؟**

ج : لأنه يتعين من العلاقة $_1n_2 = \frac{V_1}{V_2}$ فإذا كانت سرعة الضوء فى الوسط الأول أكبر من سرعته فى الوسط الثانى تكون النسبة أكبر من الواحد الصحيح والعكس .

**٥ – معامل الانكسار المطلق لوسط ليس له وحدة تمييز**

ج : لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين .

**٦ – معامل الانكسار المطلق لوسط أكبر دائماً من الواحد الصحيح**

ج : لأنه يتعين من العلاقة $n = \frac{C}{v}$ وسرعة الضوء فى الفراغ أو الهواء C أكبر من سرعة الضوء فى أى وسط مادى v فتكون النسبة دائماً أكبر من الواحد .

**٧ – يسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلاً عندما يكون خارج زجاج الحجرة ظلام شديد فى حين يصعب تحقيق ذلك نهاراً عندما يكون خارج الحجرة مضيئاً ؟**

ج : عندما يكون خارج الغرفة إظلام تام تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل الغرفة منعدمة لذلك يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس من الضوء داخل الغرفة على الزجاج وعندما يكون خارج الغرفة ضوء فإن شدة الضوء النافذ من الخارج إلى الداخل تكون أكبر من شدة الضوء المنعكس من داخل الغرفة لذلك يصعب رؤية الشخص لصورته بالانعكاس .

**٨ – الشعاع الساقط عموديا على السطح الفاصل لا يعانى انكساراً ؟**

ج : لأنه تبعاً لقانون سنل ( $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$ ) عند سقوط شعاع عمودياً على السطح الفاصل ( $\phi = 0$ ) فإن ( $n_2 \sin\theta = 0$ ) وبالتالى زاوية الانكسار ( $\theta = 0$ ) .

**٩ – زاوية السقوط لا تساوى غالباً زاوية الانكسار ؟**

ج : لأن الشعاع الضوئى سينكسر إما مقترباً أو مبتعداً عن العمود ولا ينفذ على استقامته .

**١٠ – فى تجربة الشق المزدوج لينج يزداد وضوح هدب التداخل كلما قلت المسافة بين الشقين ؟**

ج : لأن المسافة بين أى هدبتين متتاليين من نفس النوع $\Delta Y$ تتناسب عكسيا مع المسافة بين الشقين ( d ) .

**١١ – فى تجربة الشق المزدوج لتوماس ينج تتكون هدب مضيئة تتخللها أخرى مظلمة ؟**

ج : نتيجة لتراكب موجات الحركتين الموجيتين القادمتين من الشق المزدوج .

**١٢ – يستعمل ضوء أحادى اللون فى تجربة ينج لدراسة ظاهرة التداخل ؟**

ج : لأن الضوء الأحادى اللون له قيمة واحدة ثابتة للطول الموجى ($\lambda$) .

**١٣ – الهدبة المركزية فى تجربة ينج مضيئة دائماً ؟**

ج : لأنها ناتجة من تداخل بناء حيث يكون فرق المسير بين الموجتين المكونتين لها = $m\ \lambda$ .

**١٤ – لا يوجد فرق جوهرى بين نموذجى التداخل والحيود فى الضوء ؟**

ج : لأن كل منهما ينشأ من تراكب الموجات .

**١٥– عند نفاذ الضوء من ثقب ضيق واستقبال الأشعة النافذة على حائل يمكن ملاحظة وجود هدب الحيود ؟**

ج : لأن كل نقطة من نقاط الفتحة تعمل كمصدر ضوئى مستقل يبعث موجات ضوئية ثانوية فى مختلف الجهات فيحدث تداخل فيما بينها وكلما كان اتساع الفتحة صغيراً بالنسبة لطول موجة الضوء الساقط كانت ظاهرة الحيود أكثر وضوحاً .

**١٦ – معامل الانكسار المطلق للهواء يساوى الواحد الصحيح ؟**

ج : لأن $n = \frac{C}{v}$ وحيث أن $C = v$ فتكون النسبة بينهما تساوى الواحد الصحيح .

**١٧ – الضوء الذى ينبعث من تحت سطح الماء يحتمل عدم رؤيته فى الهواء ؟**

ج : يحدث ذلك عندما يسقط الضوء على سطح الماء بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث له انعكاس كلى .

**١٨ – الماس شديد التألق بالنسبة إلى الزجاج ؟**

ج : لأن معامل انكسار الماس كبير وتكون الزاوية الحرجة داخله صغيرة ( $24^o$ ) لذلك يعانى الشعاع الضوئى الداخل إلى للماس عدة انعكاسات كلية مما يسبب تألق قطعة الماس بينما فى حالة الزجاج الزاوية الحرجة ($42^o$ ) فلا تحدث انعكاسات كلية فلا يتألق .

**١٩ – عند وضع مصدر ضوئى أزرق فى مركز مكعب مصمت من الزجاج تظهر بقعة مضيئة دائرية على حائل أمام المكعب وإذا استبدل مصدر الضوء الأزرق بآخر أحمر ظهرت البقعة المضيئة مربعة الشكل ؟**

ج : حيث أن معامل الانكسار يتناسب عكسياً مع الطول الموجى وكذلك معامل الانكسار يتناسب عكسياً مع الزاوية الحرجة نجد أن الطول الموجى يتناسب طردياً مع الزاوية الحرجة وحيث أن الطول الموجى للضوء الأزرق صغير فتكون الزاوية الحرجة له صغيرة وبالتالى يحدث انعكاس كلى لأشعة اللون الأزرق قبل وصولها إلى الأحرف الجانبية للمكعب فتظهر البقعة المضيئة دائرية الشكل بينما فى حالة الضوء الأحمر الطول الموجى له كبير وكذلك الزاوية الحرجة كبيرة فلا يحدث انعكاس كلى للأشعة فتستطيع الوصول إلى الأحرف الجانبية للمكعب فتظهر البقعة المضيئة مربعة الشكل .

**٢٠ – تستخدم الألياف الضوئية فى نقل الضوء وتوجيهه إلى الأماكن التى يصعب الوصول إليها فى الجهاز الهضمى ؟**

ج : لأن عندما يدخل الضوء من أحد طرفى الليفة تكون زاوية السقوط على أى جزء من الجدار أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس الشعاع انعكاساً كلياً من جدار لآخر حتى يخرج من الطرف الآخر كما أن الليفة يمكن أن تثنى على أى هيئة .

**٢١ – يفضل أن تغطى اللفة الضوئية بطبقة خارجية من نوع من الزجاج معامل انكساره أقل من زجاج قلب الليفة ؟**

ج : حتى تعمل الطبقة الخارجية على عكس الضوء المتسرب من الطبقة الأولى انعكاساً كلياً للداخل مرة أخرى وبذلك نحافظ على شدة الضوء المنقول بواسطة الليفة .

**٢٢ – يفضل المنشور العاكس عن المرآة المستوية أو أى سطح معدنى عاكس ؟**

ج : لأن المنشور العاكس لا يسبب أى فقد فى الطاقة الضوئية الساقطة ولا يحدث ذلك فى أى سطح عاكس لأنه لا يوجد سطح عاكس كفاءته 100% كما تتعرض المرايا والسطح المعدنى العاكس للتلف من كثرة الاستعمال .

**٢٣ – تغطى أوجه المنشور التى يدخل أو يخرج منها الضوء بغشاء رقيق من مادة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل الكريوليت ( فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم ) ؟**

ج : لتجنب فقد جزء من شدة الضوء عند دخوله أو خروجه من المنشور وذلك نتيجة تداخل الأشعة المنعكسة عند سطحى المنشور تداخلا هداماً .

**٢٤ – حدوث ظاهرة السراب فى المناطق الصحراوية وقت الظهيرة ؟**

ج : لأنه نتيجة مـرور أشعـة الضوء من هواء بارد إلى هـواء ساخن تنكسر الأشعة مبتعدة عن العمود حتى يحدث لها انعكاس كلى فنرى على امتدادات الأشعة المنعكسة كلياً صور مقلوبة للأجسام البعيدة كما لو كانت منعكسة على سطح ماء . أو : لحدوث مجموعة من الانكسارات فى طبقات الهواء المختلفة فى درجة الحرارة بالإضافة إلى انعكاس كلى

**٢٥ – قدرة المنشور الثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف على تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف ؟**

ج : لأن لكل لـون من ألـوان الطيف زاوية انحراف تختلف عن باقى الألوان وتتوقف زاوية الانحراف على معامل انكسار مادة المنشور لكل لون تبعاً لتردد اللون أو الطول الموجى لـــه . أو : لأن الضوء الأبيض مكون من ٧ ألوان تختلف عن بعضها فى الطول الموجى وبالتالى فى معامل الانكسار ( تتناسب عكسيا مع الطول الموجى ) وكل لون له زاوية انحراف تتناسب طرديا مع معامل الانكســـار .

**٢٦ – زاوية انحراف الضوء البنفسجى أكبر من زاوية انحراف الضوء الأحمر ؟**

ج : لأن زاويــة الانحـراف لأى لـون تتناسب طرديـاً مع تردد اللـون وحيث أن تردد اللون البنفسجى أكبر من تردد اللون الأحمر لذلك تكون زاوية انحراف اللون البنفسجى أكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر .

**٢٧ – لا تتوقف زاوية الانحراف فى المنشور الرقيق على زاوية السقوط ؟**

ج : لأن المنشور الرقيق يكون دائما فى وضع النهاية الصغرى للانحراف .

**٢٨ – متوازى المستطيلات لا يفرق الضوء الأبيض ؟**

ج : لأنه يعتبر منشوران متساويان فى زاوية الرأس ومعكوسان ومن مادة واحدة أحدهما يفرق الضوء والآخر يجمعه أى يلغى أحدهما تفريق الألوان الحادث بالمنشور الآخر .

**********

## س ٤ : ماذا يحدث فى الحالات الآتية ؟

**١ – سقوط شعاع ضوئى يميل على سطح فاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية.**

ج : يتغير اتجاه مسار الشعاع الضوئى عند السطح الفاصل ( ينكسر ) .

**٢ – انتقال شعاع ضوئى يميل من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية.**

ج : ينفذ الشعاع وينكسر مبتعداً عن العمود .

**٣ – انتقال شعاع ضوئى يميل من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية.**

ج : ينفذ الشعاع وينكسر مقترباً من العمود .

**٤ – سقوط شعاع ضوئى عموديا على سطح فاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية.**

ج : ينفذ الشعاع الضوئى على استقامته دون أن يعانى أى انكسار .

**٥ – نقص المسافة (d) بين الشقين فى تجربة الشق المزدوج ليونج.**

ج : تزداد المسافة بين الهدبتين المتتاليتين من نفس النوع وبالتالى يزداد وضوح هدب التداخل .

**٦ – استخدام ضوء أحادى اللون ذو طول موجى أكبر فى تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج بالنسبة للمسافة بين الهدبتين المتتاليتين من نفس النوع.**

ج : تزداد المسافة بين الهدبتين المتتاليتين من نفس النوع وبالتالى يزداد وضوح هدب التداخل .

**٧ – مرور الضوء من فتحة ضيقة تقترب أبعادها من قيمة الطول الموجى للضوء.**

ج : يحدث حيود للضوء .

**٨ – تراكب موجتى ضوء صادرتين من مصدرين مترابطين .**

ج : ينتج تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع (هدب مضيئة) وانعدام لشدة الضوء في مواضع أخرى (هدب مظلمة) .

**٩ – تراكب موجتى ضوء صادرتين من مصدرين مترابطين بحيث يكون فرق المسير بينهما $3\ \lambda$ .**

ج : ينتج تقوية فى شدة الضوء وتتكون هدب مضيئة .

**١٠ – تراكب موجتى ضوء صادرتين من مصدرين مترابطين بحيث يكون فرق المسير بينهما $1.5\ \lambda$ .**

ج : ينتج انعدام لشدة الضوء وتتكون هدب مظلمة .

**١١ – سقوط شعاع ضوئى من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية بزاوية سقوط مساوية للزاوية الحرجة .**

**ج : ينكسر الشعاع الضوئى وينفذ مماسا للسطح الفاصل (زاوية الانكسار $90^o$ )**

**١٢ – سقوط شعاع ضوئى من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة .**

**ج : ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً في نفس الوسط بحيث تكون زاوية السقوط = زاوية الانعكاس .**
**لأن زاوية سقوطه على السطح الفاصل**

**١٣– دخول الضوء من أحد طرفى الليفة الضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة.**

**ج : يعانى الضوء انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من طرفها الآخر دون فقد يذكر في الشدة الضوئية .**

**١٤ – تساوى زاوية السقوط لشعاع ضوئى على وجه منشور مع زاوية الخروج .**

**ج : يصبح المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف ويعمل على تفريق الألوان .**

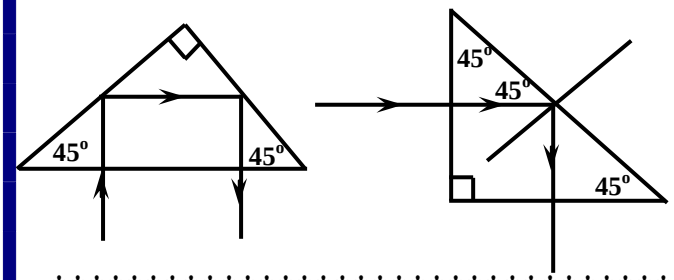
**١٥ – سقوط حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف.**

**ج : يخرج الضوء متفرقاً إلى ألوان الطيف السبعة .**

**١٦ – عدم تغطية أوجه المنشور العاكس بطبقة من الكريوليت .**

**ج : يحدث فقد في الأشعة الضوئية عند دخولها او خروجها من المنشور وبالتالى تقل كفاءة المنشور العاكس .**

**١٧ – سقوط شعاع ضوئى على منشور ثلاثى قائم الزاوية متساوى الساقين ، الزاوية الحرجة لمادته مع الهواء $42°$ فى الحالات التالية :**




**(أ) عندما يسقط بزاوية صفر على أحد ضلعى القائمة.**
**(ب) عندما يسقط بزاوية صفر على الوجه المقابل للقائمة.**

**ج : (أ) يحدث انعكاس كلى عند الوجه المقابل للزاوية القائمة ويتغير مسار الشعاع الضوئى الساقط بزاوية $90°$ .**
**(ب) يحدث انعكاسين كليين عند ضلعى الزاوية القائمة ويتغير مسار الشعاع الضوئى الساقط بزاوية $180°$ .**

**********

## (٥) أهم المقارنات

| المنشور العادى | المنشور الرقيق |
|---|---|
| زاوية رأسه أكبر من $10°$ . | زاوية رأسه أقل من $10°$ . |
| معامل الانكسار يعين من العلاقة : $n = \frac{Sin\phi_1}{Sin\theta_1} = \frac{Sin\phi_2}{Sin\theta_2}$ | معامل الانكسار يعين من العلاقة : $n = \frac{\propto_o + A}{A}$ |
| زاوية الانحراف تعين من العلاقة : $\propto = \phi_1 + \theta_2 - A$ | زاوية الانحراف تعين من العلاقة : $\propto_o = A\,(n-1)$ |
| له وضع واحد للنهاية الصغرى للانحراف وعندها يكون : $n = \frac{Sin\,(\frac{\propto_o + A}{2})}{Sin\,(\frac{A}{2})}$ | فى وضع النهاية الصغرى للانحراف دائماً . |
| يستخدم فى التحليل الطيفى وكمنشور عاكس فى بعض الأجهزة البصرية مثل البيروسكوب الذى يستخدم فى الغواصات ومناظير الميادين . | يستخدم فى تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة . |

**********

| انعكاس الضوء | انكسار الضوء |
|---|---|
| يحدث فى نفس الوسط . | يحدث بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية . |
| يرتد الشعاع الضوئى فى اتجاه مضاد لاتجاه السقوط . | يسير منحرفاً عن مساره فى الوسط الأول . |
| زاوية السقوط = زاوية الانعكاس | زاوية السقوط لا تساوى زاوية الانكسار . |
| سرعة الضوء قبل الانعكاس = سرعة الضوء بعد الانعكاس . | سرعة الضوء مختلفة فى الوسطين . |

**********

| حيود الضوء | تداخل الضوء |
|---|---|
| يحدث من مصدر ضوئى واحد أحادى اللون . | يستخدم لإحداثه مصدران ضوئيان مترابطان . |
| كل منهما ينشأ من تراكب موجات ويظهر فى صورة هدب . | |
| يظهر بوضوح إذا كان الطول الموجى للضوء مقارباً أبعاد الفتحة أو العائق . | يظهر بوضوح كلما زاد البعد بين المصدرين المترابطين والحائل المعد لاستقبال الهدب . |

**********

## (٦) أذكر شروط كل مما يأتى :

١ – انعكاس كلى لشعاع ضوئى .

ج : (١) سقوط الأشعة من وسط أكبر إلى وسط أقل كثافة ضوئية .

(٢) أن تكون زاوية لسقوط اكبر من الزاوية الحرجة .

٢ – النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور الثلاثى .

ج : (١) أن تكون زاوية السقوط الأولى ($\phi_1$) = زاوية الخروج ($\theta_2$) .

(٢) أن تكون زاوية الانكسار الأولى ($\theta_1$) = زاوية السقوط الثانية ($\phi_2$) .

٣ – المنشور العاكس .

ج : أن تكون قاعدة المنشور على شكل مثلث قائم الزاوية ومتساوى الساقين .

٤ – هدبة مضيئة فى تجربة الشق المزدوج / تداخل بناء لموجتين من موجات الضوء .

ج : أن يكون فرق المسار بين موجتين = $m\ \lambda$

٥ – هدبة مضيئة فى تجربة الشق المزدوج .

ج : أن يكون فرق المسار بين موجتين = $\lambda\ (m + {}^1/_2)$

٦ – زاوية سقوط شعاع ضوئى فى منشور ثلاثى تساوى زاوية الخروج .

ج : أن يكون المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف .

٧ – انكسار الضوء .

ج : (١) سقوط شعاع الضوء على سطح فاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية (اختلافهما فى سرعة الضوء)

(٢) أن تكون زاوية السقوط ≠ صفر .

٨ – تداخل الضوء .

ج : (١) أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادى الطول الموجى .

(٢) أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان ( لهما نفس التردد والسعة والطور ) .

٩ – السراب .

ج : مرور الأشعة الضوئية المنعكسة من الأجسام خلال هواء بارد إلى هواء ساخن حتى يحدث انعكاس كلى لها عند أحد طبقات الهواء .

**********

## (٧) ما العوامل التى يتوقف عليها كل من :

| الكمية الفيزيائية | العوامل التى تتوقف عليها |
|---|---|
| معامل الانكسار المطلق لوسط | (١) الطول الموجى للضوء الساقط . (٢) سرعة الضوء فى وسط الانكسار . |
| معامل الانكسار النسبى بين وسطين | (١) الطول الموجى للضوء الساقط . (٢) سرعة الضوء فى وسط السقوط .<br>(٣) سرعة الضوء فى وسط الانكسار . |
| مقدار الإزاحة الحادثة لشعاع ضوئى يسقط مائلا على متوازى مستطيلات | (١) زاوية سقوط الشعاع .<br>(٢) سمك المتوازى .<br>(٣) معامل انكسار مادته. |
| المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع فى تجربة يونج ( الشق المزدوج ) | (١) الطول الموجى للضوء المستخدم ( طردى ) .<br>(٢) المسافة بين الشق المزدوج والحائل ( طردى ) .<br>(٣) المسافة بين فتحتى الشق المزدوج ( عكسى ) . |
| الزاوية الحرجة لوسط مع الهواء | معامل الانكسار المطلق للوسط ( عكسى ) . |
| الزاوية الحرجة بين وسطين | معامل انكسار الضوء لكل من المادتين . |
| زاوية الانحراف فى منشور ثلاثى | (١) زاوية السقوط الأولى . (٢) زاوية رأس المنشور .<br>(٣) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الساقط . |
| زاوية الانحراف الصغرى لمنشور ثلاثى | (١) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الساقط ( طردى ) .<br>(٢) الطول الموجى للضوء الساقط ( عكسى ) . |
| النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور العادى | (١) زاوية رأس المنشور .<br>(٢) معامل انكسار مادته . |
| زاوية الانحراف فى المنشور الرقيق | (١) زاوية رأس المنشور ( طردى ) . (٢) معامل انكسار مادته ( طردى ) .<br>(٣) الطول الموجى للضوء الساقط ( عكسى ) . |
| الانفراج الزاوى | (١) زاوية رأس المنشور .<br>(٢) معامل انكسار مادة المنشور لكل من اللونين الأزرق والأحمر . |
| قوة التفريق اللونى | معامل انكسار مادة المنشور للألوان الأزرق والأحمر والأصفر . |

**********

## (٨) اشرح الأساس العلمى ( الفكرة العلمية ) لكل من :

| التطبيق | الفكرة العلمية | الشرح |
|---|---|---|
| المنشور الثلاثى | انكسار الضوء | عند سقوط حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف فإن الضوء الخارج من المنشور يتفرق إلى ألوان الطيف ، لأن معامل الانكسار يتوقف على الطول الموجى. |
| الألياف الضوئية | الانعكاس الكلى للضوء | عند سقوط الضوء على جدار الليفة الضوئية بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة لمادتها فإنه يعانى عدة انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر. |
| المنشور العاكس | الانعكاس الكلى للضوء | تغيير مسار الشعاع الضوئى بمقدار 90° أو 180° حيث ينعكس الضوء انعكاسا كليا عند مروره داخل المنشور . |
| السراب | الانعكاس الكلى للضوء | عند انتقال الشعاع الضوئى من طبقات الهواء العليا إلى الطبقات التى تحتها ( فى الأيام شديدة الحـــرارة ) فإنه ينكسر مبتعدا عن العمود لأن معاملات انكسار الطبقات العليا أكبر من التى تحتها ، ويزداد انحراف الشعاع أثناء انتقاله خلال |

| | | |
|---|---|---|
| | | طبقات الهواء متخذا مسارا منحنيا ، وعندما تصبح زاوية سقوطه فى إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة بالنسبة للطبقة التى تحتها فإن الشعاع الضوئى ينعكس انعكاسا كليا متخذا مسارا منحنيا إلى أعلى حتى يصل إلى العين فترى العين الصورة مقلوبة. |

**********

## (٩) اذكر استخداما واحدا لكل من :

| التطبيق | الاستخدام |
|---|---|
| المنشور الثلاثى متساوى الأضلاع | تحليل الضوء إلى ألوان الطيف السبعة |
| المنشور العاكس | بعض الأجهزة البصرية مثل مناظير الميادين والبيروسكوب الذى يستخدم فى الغواصات. |
| الألياف الضوئية | نقل الضوء فى مسارات منحنية دون فقد يذكر فى الشدة الضوئية .<br>**المجـــالات الطبيـــة** : فى الفحص والعمليات الجراحية.<br>**الاتصـــالات** : يمكن تحميل الضوء ملايين الإشارات الكهربية. |
| الشق المزدوج فى تجربة يونج | يعمل عمل المصادر المترابطة التى تصدر موجات متساوية في التردد والسعة ولها نفس الطور . |
| تجربة الشق المزدوج ليونج | دراسة التداخل فى الضوء .<br>قياس الطول الموجى لضوء أحادى اللون . |
| طبقة الكريوليت على أوجه المنشور العاكس | تجنب فقد جزء من شدة الضوء عند دخوله أو خروجه من المنشور وذلك نتيجة تداخل الأشعة المنعكسة عند سطحى المنشور تداخلا هداماً . |

**********

## (١٠) أهم الاستنتاجات

**١ – العلاقة بين معامل الانكسار النسبى لوسطين والمطلق لكل منهما :**

إذا انتقل شعاع ضوئى بين وسطين وكان معاملا انكسارهما المطلقين هما $n_1$ ، $n_2$ على الترتيب فإن :

$$_1n_2 = \frac{V_1}{V_2} \longrightarrow (1)$$

$$n_1 = \frac{C}{V_1} \longrightarrow (2)$$

$$n_2 = \frac{C}{V_2} \longrightarrow (3)$$

من العلاقتين (2) , (3) نجد أن :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{C}{V_2} \times \frac{V_1}{C} = \frac{V_1}{V_2} \longrightarrow (4)$$

من العلاقتين (1) , (4) نجد أن : $_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$

**********

**٢ – قانون سنل :**

$$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \longrightarrow (1)$$

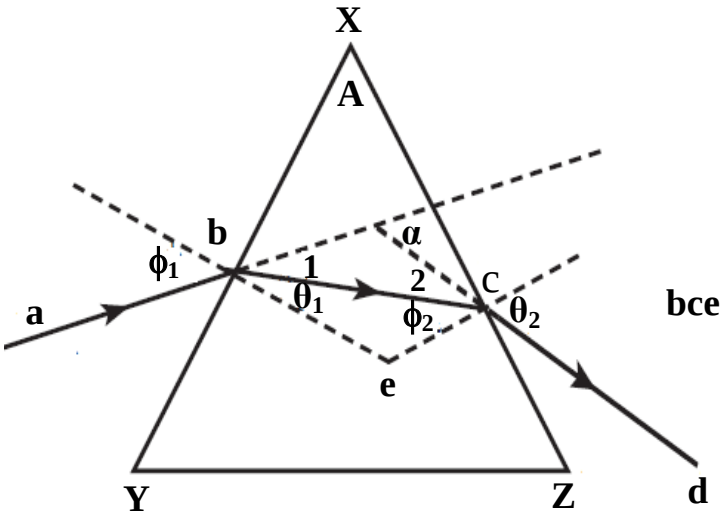
$$_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} \longrightarrow (2)$$

من العلاقتين (1) , (2) نجد أن : $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$

$\therefore$ $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

**********

## ٣ – قوانين المنشور الثلاثي :




**القانون الأول** : الشكل (bXce) رباعى دائرى :

$A + e = 180^\circ$

$\theta_1 + \phi_2 + e = 180^\circ$

$A + e = \theta_1 + \phi_2 + e$

$A = \theta_1 + \phi_2$

**القانون الثانى** : بما أن ( $\propto$ ) زاوية خارجة بالنسبة للمثلث bce

$\propto = 1 + 2$

$1 = \phi_1 - \theta_1$ , $2 = \theta_2 - \phi_2$

$\therefore \propto = (\phi_1 - \theta_1) + (\theta_2 - \phi_2)$

$= \phi_1 + \theta_2 - (\theta_1 + \phi_2)$

$\therefore \propto = \phi_1 + \theta_2 - A$

## ٤ – معامل انكسار مادة المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف :

فى وضع النهاية الصغرى للانحراف يكون : $\phi_1 = \theta_2 = \phi_o$ , $\theta_1 = \phi_2 = \theta_o$

$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 \longrightarrow A = 2\theta_o \quad \therefore \quad \theta_o = \frac{A}{2} \longrightarrow$ (1)

$\propto_o = \phi_1 + \theta_2 - A \longrightarrow \propto = 2\phi_o - A$

$\therefore \phi_o = \frac{\propto_o + A}{2} \longrightarrow$ (2)

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

من (1 , 2 ) يكون :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

**********

## ٥ – الانحراف في المنشور الرقيق :

يكون المنشور الرقيق دائما فى وضع النهاية الصغرى للانحراف .

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

نظراً لأن زاوية رأس المنشور (A) صغير ة فإن الزاوية ( $\frac{A}{2}$ ) تعتبر صغيرة أيضاً .

$\sin\left(\frac{A}{2}\right) = \frac{A}{2}$

بفرض أن زاوية السقوط صغيرة أيضاً يكون :

$\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right) = \left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\propto_o + A}{A}$$

$\therefore \alpha_o + A = nA \longrightarrow \alpha_o = nA - A \quad \therefore \alpha_o = A(n-1)$

**********

**٦ – قوة التفريق اللونى .**

$$(\alpha_o)_r = A(n_r - 1)$$
$$(\alpha_o)_b = A(n_b - 1)$$
$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$$
$$(\alpha_o)_y = A(n_y - 1)$$
$$\therefore \omega_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{n_b - n_r}{n_{y-1}}$$

**********

## (١١) أهم التجارب

**(١) تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج .**

**الغرض منها :**

(١) توضيح ظاهرة التداخل فى الضوء .

(٢) تعيين الطول الموجى لأى ضوء أحادى اللون .

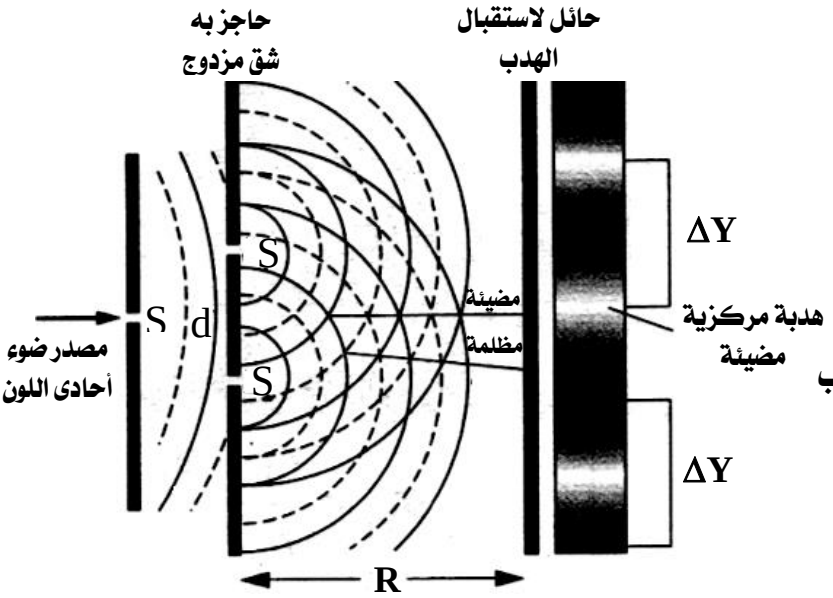
**الجهاز المستخدم :**

(١) مصدر ضوء أحادى اللون.

(٢) حاجز به فتحة ضيقة مستطيلة S على بعد مناسب من المصدر الضوئى .

(٣) حاجز به فتحتان ضيقتان مستطيلتان $S_1$ , $S_2$ تعملان كشق مزدوج .

(٤) حائل لاستقبال الموجات .




**الخطوات :**

(١) عند تشغيل المصدر الضوئى تمر موجات الضوء من الفتحة S على شكل موجات أسطوانية بحيث يمثل القوس المتصل قمة الموجة والقوس المتقطع قاع الموجة .

(٢) عندما تصل موجات الضوء إلى الشق المزدوج ( الفتحتان $S_1$ , $S_2$ ) تكون الفتحتان على نفس صدر الموجة الأسطوانية فتعملان كمصدرين مترابطين ( تصدر موجات لها نفس التردد والسعة والطور ) .

(٣) تنتشر الحركتان الموجيتان الصادرتان من $S_2$ ، $S_1$ خلف الحاجز وعندما تتراكب الموجات على الحائل تعطى هدب التداخل وهى تنقسم إلى :

| هدب مضيئة | هدب مظلمة |
|---|---|
| مناطق مضيئة نتيجة تقابل قمة من $S_1$ مع قمة من $S_2$ أو قاع من $S_1$ مع قاع من $S_2$ . | مناطق مظلمة نتيجة تقابل قمة من $S_1$ مع قاع من $S_2$ أو قاع من $S_1$ مع قمة من $S_2$ . |
| فرق المسير بين الموجتين المتداخلتين $m\lambda$ . | فرق المسير بين الموجتين المتداخلتين $\lambda$ ( m+ ½ ) . |
| يسمى تداخل بناء . | يسمى تداخل هدام . |

(٤) يمكن تعيين المسافة بين أى هدبتين متتاليين من نفس النوع $\Delta Y$ ( مضيئتين أو مظلمتين ) من العلاقة :

حيث : $\lambda$ = طول موجة الضوء الأحادى اللون .

R = المسافة بين الشق المزدوج والحائل المعد لاستقبال الهدب .

d = المسافة بين الفتحتين ( $S_1$ ، $S_2$ ) .

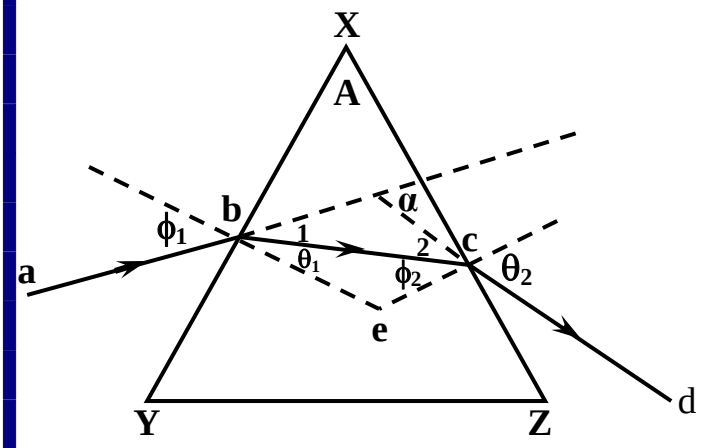
$$\Delta Y = \frac{\lambda R}{d}$$

**الاستنتاج :**

(١) شروط حدوث تداخل الضوء :

– أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادى الطول الموجى .
– أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان ( لهما نفس التردد والسعة والطور ) .
(٢) يوجد نوعان من التداخل ( بناء وهدام ) .
(٣) الموجتان المتساويتان في المسار ينتج عنهما ما يعرف بالهدبة المركزية وهى دائما هدبة مضيئة .
**********

## (٢) تعيين مسار ضوئى خلال منشور ثلاثى المنشور .




### الأدوات المطلوبة :

(١) منشور من الزجاج زاوية رأسه 60° .
(٢) دبابيس .
(٣) منقلة .
(٤) مسطرة .

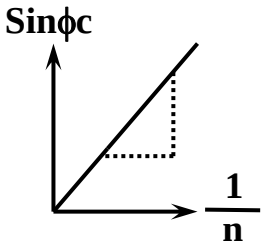
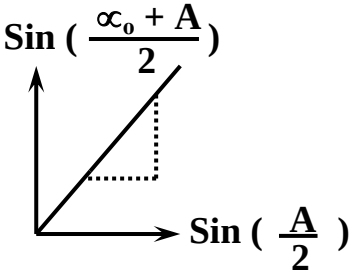
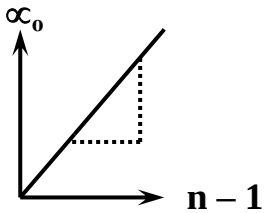
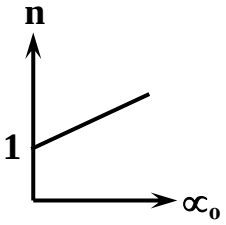
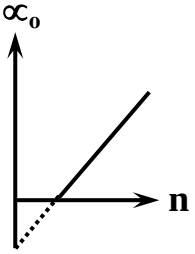
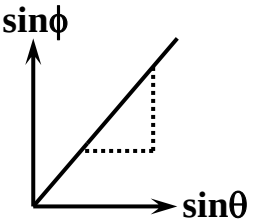
### خطوات العمل :

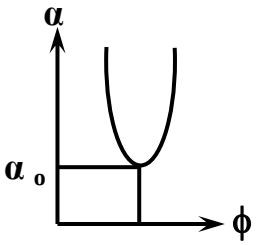
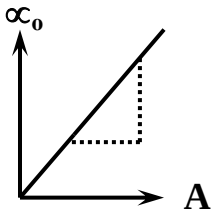
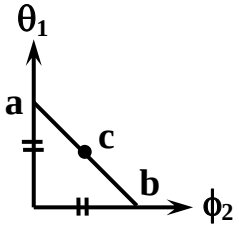
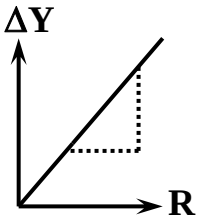
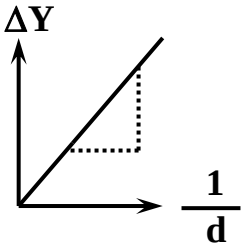
(١) ضع المنشور على ورقة بيضاء وحدد قاعدته بالقلم الرصاص .
(٢) ارسم خطاً (ab) مائلا على أحد وجهى المنشور يمثل شعاعاً ساقطاً بزاوية سقوط معينة .
(٣) ثبت دبوسين (2 , 1) على الخط (ab) .
(٤) انظر من الوجه المقابل للشعاع الساقط وثبت دبوسين (4 , 3) بحيث يكونا على استقامة واحدة مع صورة الدبوسين (2 , 1) .
(٥) ارسم خط مستقيم (cd) يصل بين الدبوسين (4 , 3) وسطح المنشور يمثل الشعاع الخارج .
(٦) ارفع المنشور وصل (bc) ليمثل المسار (abcd) مسار الشعاع الضوئى من الهواء إلى الزجاج إلى الهواء مرة أخرى .
(٧) مد (ab) ، (cd) على استقامتهما ليتقابلا فتكون الزاوية الحادة المحصورة بينهما هى زاوية الانحراف ($\alpha$) .
(٨) قس كل من $\phi_1$ ، $\theta_1$ ، $\phi_2$ ، $\theta_2$ ، $\alpha$ باستخدام المنقلة.
(٩) كرر ما سبق عدة مرات مع تغيير زاوية السقوط $\phi 1$ وضع النتائج فى جدول .

| زاوية رأس المنشور A | زاوية السقوط $\phi_1$ | زاوية الانكسار $\theta_1$ | زاوية السقوط الداخلية $\phi_2$ | زاوية الخروج $\theta_2$ | زاوية الانحراف $\alpha$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

(١٠) استخدم المعادلتين $A = \theta_1 + \phi_2$ ، $\propto = \phi_1 + \theta_2 - A$ وطابق النتائج بالقيم المقاسة عملياً .
**********

## (١١) أهم العلاقات البيانية

| العلاقة بين | العلاقات البيانية | القانون | الميل |
|---|---|---|---|
| معامل الانكسار المطلق ومقلوب جيب الزاوية الحرجة له |   | $\sin\phi_c = \frac{1}{n}$ | 1= الميل |
| $\text{Sin}\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)$ / $\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)$ في المنشور الثلاثى |   | $n = \frac{\text{Sin}\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)}$ | n = الميل |
| زاوية انحراف المنشور الرقيق $\propto_o$ ، $(n-1)$ لمادته |   | $\propto_o = A\,(n-1)$ | A = الميل |
| معامل انكسار مادة منشور رقيق وزاوية الانحراف فيه |   | $n = \frac{\propto_o}{A} + 1$ | $\text{الميل} = \frac{1}{A}$ والجزء المقطوع من محور الصادات يساوى واحد |
| زاوية الانحراف لمنشور رقيق ومعامل انكساره |   | $\propto_o = A\,(n-1)$ | A = الميل |
| جيب زاوية السقوط sinϕ وجيب زاوية الانكسار sinθ |   | $n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$ | الميل = معامل الانكسار من الوسط الأول للثانى وإذا كان وسط السقوط هواء فإن الميل = معامل الانكسار المطلق |

| | | | |
|---|---|---|---|
| زاويـــة الانحـــراف $\propto$ الحادثة فى منشور ثلاثى وزاوية السقوط $\phi$ |  | $n = \frac{\text{Sin}\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)}$ | عند النهاية الصغرى للانحراف يكون :<br>$\phi_1 = \theta_2$<br>$\theta_1 = \phi_2$ |
| زاويـــة الانحـــراف $\propto_o$ ، زاوية الرأس A لأكثر من مشـور رقيـق مـن نفـس المادة |  | $\propto_o = A\,(n-1)$ | الميل = $n - 1$ |
| زاوية الانكسار الأولى $\theta_1$ وزاويـة السـقوط الثانيـة $\phi_2$ لمنشـور ثلاثـى زاويـة رأسه A |  | $A = \theta_1 + \phi_2$ | $A = b = A$ c وضـــع النهايـــة الصغرى للانحراف<br>$\theta_1 = \phi_2$ |
| المســـافة بـــين هـــدبتين متتاليتين من نفس النـوع $\Delta Y$ وبعـد الحائـل عـن الشقين R |  | $\Delta Y = \frac{\lambda R}{d}$ | الميل = $\frac{\lambda}{d}$ |
| المســـافة بـــين هـــدبتين متتاليتين من نفس النـوع $\Delta Y$ ومقلوب المسافة بين الشقين $\frac{1}{d}$ |  | $\Delta Y = \frac{\lambda R}{d}$ | الميل = $\lambda R$ |

**********

## (١٢) حقائق ونبذات علمية

(١) <u>الضوء من الموجات الكهرومغناطيسية وله نفس خصائصها وهى :</u>

- تنتشر فى الأوساط المادية والفراغ .
- تنتشر فى الفراغ بسرعة ثابتة قدرها $3 \times 10^8$ m/s .
- تتكون من مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد معين ومتفقة فى الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه انتشار الموجة .
- جميعها موجات مستعرضة .
- جميعها موجات مستعرضة .
- لها مدى واسع من الموجات التى تختلف فى التردد والطول الموجى ويسمى هذا المدى الطيف الكهرومغناطيسى.

(٢) جميع أنواع الموجات الكهرومغناطيسية هى ( طيف غير منظور ) ما عد الضوء المرئى فهو (طيف منظور) .

(٣) <u>الضوء حركة موجية لأن له الخصائص الموجية الآتية :</u>

- ينتشر فى خطوط مستقيمة في الوسط المتجانس .

- ينعكس عند سقوطه على سطح عاكس وفقاً لقانونى الانعكاس .
- ينكسر عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية وفقاً لقانونى الانكسار .
- تتداخل موجات الضوء المتساوية في التردد والسعة والطور وينشأ عن التداخل تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع (هدب مضيئة) وانعدام فى شدة الضوء فى بعض المواضع الأخرى (هدب مظلمة) .
- يحيد الضوء عن مساره إذا مر بحافة حادة أو من فتحة أبعادها مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء .

**********

## (١٣) القوانين وأفكار المسائل

(١) عند انعكاس الضوء تكون زاوية السقوط ($\phi$) = زاوية الانعكاس ($\theta$) .

(٢) معامل الانكسار المطلق لوسط : $n = \frac{C}{V} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$

(٣) معامل الانكسار النسبى بين وسطين : $_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{_2n_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{\sin\phi_{c1}}{\sin\phi_{c2}}$

(٤) الزاوية الحرجة بين وسطين : $\sin\phi_c = {}_{\text{أقل}}n_{\text{أكبر}} = \frac{\text{الأقل } n_2}{\text{الأكبر } n_1}$

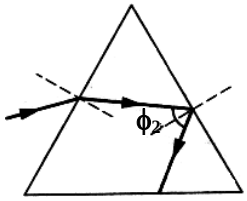
وإذا كان أحد الوسطين هواء فإن : $\sin\phi_c = \frac{1}{n}$

(٥) قانون سنل : $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

(٦) فى تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع : $\Delta Y = \frac{\lambda R}{d}$

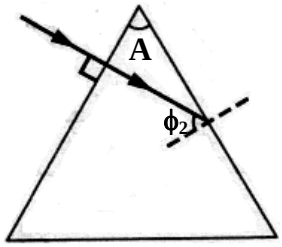
(٧) زاوية رأس المنشور : $A = \theta_1 + \phi_2$

(٨) زاوية الانحراف : $\propto = \phi_1 + \theta_2 - A$




(٩) $n = \frac{\text{Sin}\phi_1}{\text{Sin}\theta_1} = \frac{\text{Sin}\theta_2}{\text{Sin}\phi_2}$

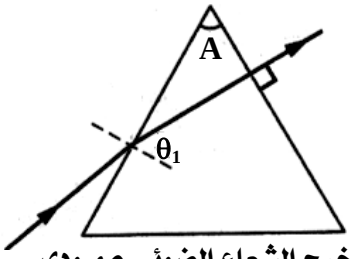
(١٠) إذا كانت $\phi_2$ أكبر من الزاوية الحرجة $\phi_c$ فإن الشعاع لا ينفذ ولكن ينعكس انعكاساً كلياً .




إذا سقط شعاع ضوئى عمودى على أحد أوجه منشور فإنه ينفذ دون أن يعانى أى انكسار ويكون :

$\phi_1 = \theta_1 = 0$

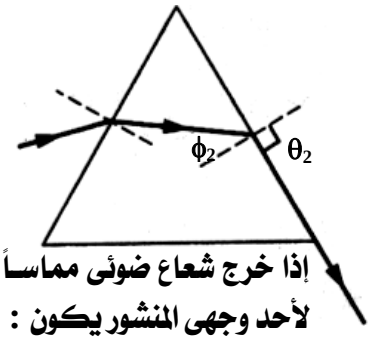
$A = \phi_2$




إذا خرج الشعاع الضوئى عمودى على أحد وجهى منشور يكون :

$\theta_2 = \phi_2 = 0$

$A = \theta_1$




إذا خرج شعاع ضوئى مماساً لأحد وجهى المنشور يكون :

$\phi_2 = \phi_c$

$\theta_2 = 90°$

(١١) المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف :

زاوية السقوط الأولى $\phi_1 = \theta_2 = \frac{\propto + A}{2}$ زاوية الانكسار الأولى $\theta_1 = \phi_2 = \frac{A}{2}$

النهاية الصغرى للانحراف $\propto = 2\phi_1 - A = 2\theta_2 - A$ معامل انكسار مادة المنشور $n = \frac{\text{Sin}\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)}$

**(١٢) المنشور الرقيق :**

**زاوية الانحراف** $\propto_o = A\,(n-1)$ **الانحراف المتوسط** $(\propto_o)_y = A\,(n_y - 1)$

**معامل الانكسار المتوسط للمنشور** $n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$ **الانفراج الزاوى** $(\propto_o)_b - (\propto_o)_r = A\,(n_b - n_r)$

**قوة التفريق اللونى** $\omega_\propto = \frac{(\propto_o)_b - (\propto_o)_r}{(\propto_o)_y} = \frac{n_b - n_r}{n_{y-1}}$

**********

## مسائل محلولة

**(١) فى تجربة الشق المزدوج لينج كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين هى 0. 2 mm وكانت المسافة بين الشق والحائل المعد لاستقبال الهدب 120 cm والمسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 3 mm احسب الطول الموجى للضوء المستخدم بالأنجستروم ($1A^o = 10^{-10}$ m) .**

**الحل :**

$$\Delta Y = \frac{\lambda R}{d} \quad \therefore 3 \times 10^{-3} = \frac{\lambda \times 1.2}{0.2 \times 10^{-3}} \quad \therefore \lambda = \frac{3 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 10^{-3}}{1.2} = 5 \times 10^{-7}\ m$$

$$= 5 \times 10^{-7} \times 10^{10} = 5000\ A^o$$

**********

**(٢) شعاع ضوئى تردده $4 \times 10^{14}$ Hz يسقط من الهواء على السطح المستوى لقطعة من الزجاج معامل انكسار مادته 1.5 ، احسب الطول الموجى للشعاع الضوئى خلال الزجاج ( علماً بأن سرعة الضوء فى الهواء $3 \times 10^8$ m/s )**

**الحل :**

$$n = \frac{C}{V} \quad \therefore 1.5 = \frac{3 \times 10^8}{V} \quad \therefore V = 1.5 \times 3 \times 10^8 = 2 \times 10^8\ m/s$$

$$\lambda = \frac{v}{\upsilon} = \frac{2 \times 10^8}{4 \times 10^{14}} = 5 \times 10^{-7}\ m$$

**********

**(٣) إذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء 42° والزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء 48° أوجد الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء .**

**الحل :**

$$\sin\phi_c \text{ للزجاج} = \frac{1}{n_1} \longrightarrow n_1 = \frac{1}{\sin\phi_c}$$

$$\sin\phi_c \text{ للماء} = \frac{1}{n_2} \longrightarrow n_2 = \frac{1}{\sin\phi_c}$$

$$\sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sin 48^o} \times \frac{\sin 42}{1} = 0.9$$

$$\phi_c = 64.2^o$$

**********

**(٤) سقط شعاع ضوئى فى الهواء على أحد جانبى منشور ثلاثى زاوية رأسه 72° فانكسر الشعاع بزاوية 30° وخرج مماساً للوجه الآخر احسب الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء ومعامل انكسار مادة المنشور وجيب زاوية السقوط الأولى .**

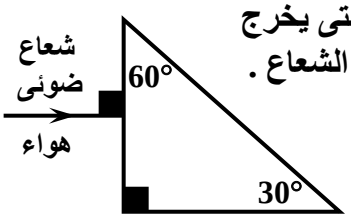
**الحل :** $A = \theta_1 + \phi_2 \quad \therefore 72 = 30 + \phi_2 \quad \therefore \phi_2 = 72 - 30 = 42^o \quad \therefore \phi_2 = \phi_c = 42^o$

$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\text{Sin } 42} = 1.49$$

$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \quad \therefore 1.49 = \frac{\sin\phi_1}{\text{Sin}30} \quad \therefore \sin\phi_1 = 0.745$$

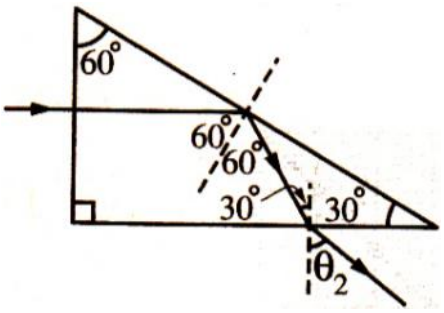
**********

(٥) فى الشكل المقابل : تتبع مسار الشعاع الضوئى الساقط على وجه المنشور الزجاجى حتى يخرج علماً بأن الزاوية الحرجة لزجاج المنشور تساوى 42° ثم احسب قيمة زاوية الخروج لهذا الشعاع .




الحل : زاوية السقوط داخل المنشور = 60° أى أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس الشعاع انعكاسا كليا داخل المنشور ويسقط على الوجه الآخر للمنشور بزاوية 30° أقل من الزاوية الحرجة فيخرج بزاوية خروج $\theta_2$

$$n_{\text{زجاج}} = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\text{Sin}42} = 1.49$$

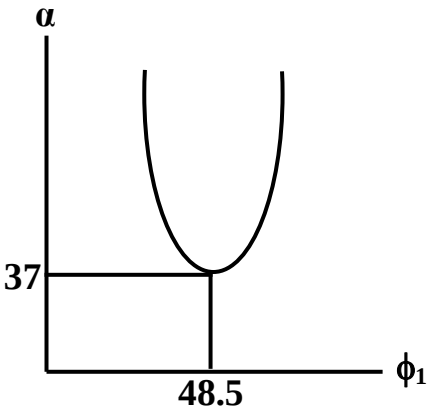



بتطبيق قانون سنل :

$$n_1 \sin 30\ (\text{زجاج}) = n_2 \sin\theta_2\ (\text{هواء})$$
$$1.49 \times 0.5 = 1 \times \sin\theta_2$$
$$\sin\theta_2 = 0.745$$
$$\theta_2 = 48.16°$$

**********

(٦) الرسم البيانى المقابل يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئى $\phi_1$ على أحد أوجه منشور ثلاثى وزوايا الانحراف $\propto$ لهذا الشعاع ، من القيم الموضحة على الرسم احسب زاوية خروج الشعاع وزاوية رأس المنشور ومعامل انكسار مادة المنشور .




الحل : عند وضع النهاية الصغرى للانحراف يكون : $\phi_1 = \theta_2 = 48.5°$

$$\propto_o = \phi_1 + \theta_2 - A = 2\phi_1 - A$$
$$A = 2\phi_1 - \propto_o = (2 \times 48.5) - 37 = 60°$$
$$n = \frac{\text{Sin}\left(\frac{\propto_o + A}{2}\right)}{\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\text{Sin } 48.5}{\text{Sin } 30} = 1.5$$

**********

(٧) منشور رقيق زاوية رأسه 8° معامل انكسار مادته للون الأحمر 1.52 وللون الأزرق 1.54 احسب زاوية انحراف كل لون والانفراج الزاوى بين اللونين وقوة التفريق اللونى للمنشور .

الحل :

$$(\propto_o)_b = A\,(n_b - 1) = 8\,(1.54 - 1) = 4.32°$$
$$(\propto_o)_r = A\,(n_r - 1) = 8\,(1.52 - 1) = 4.16°$$
$$(\propto_o)_b - (\propto_o)_r = 4.32 - 4.16 = 0.16°$$
$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.54 + 1.52}{2} = 1.53$$
$$\omega_{\propto} = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.54 - 1.52}{1.53 - 1} = 0.0377$$

**********

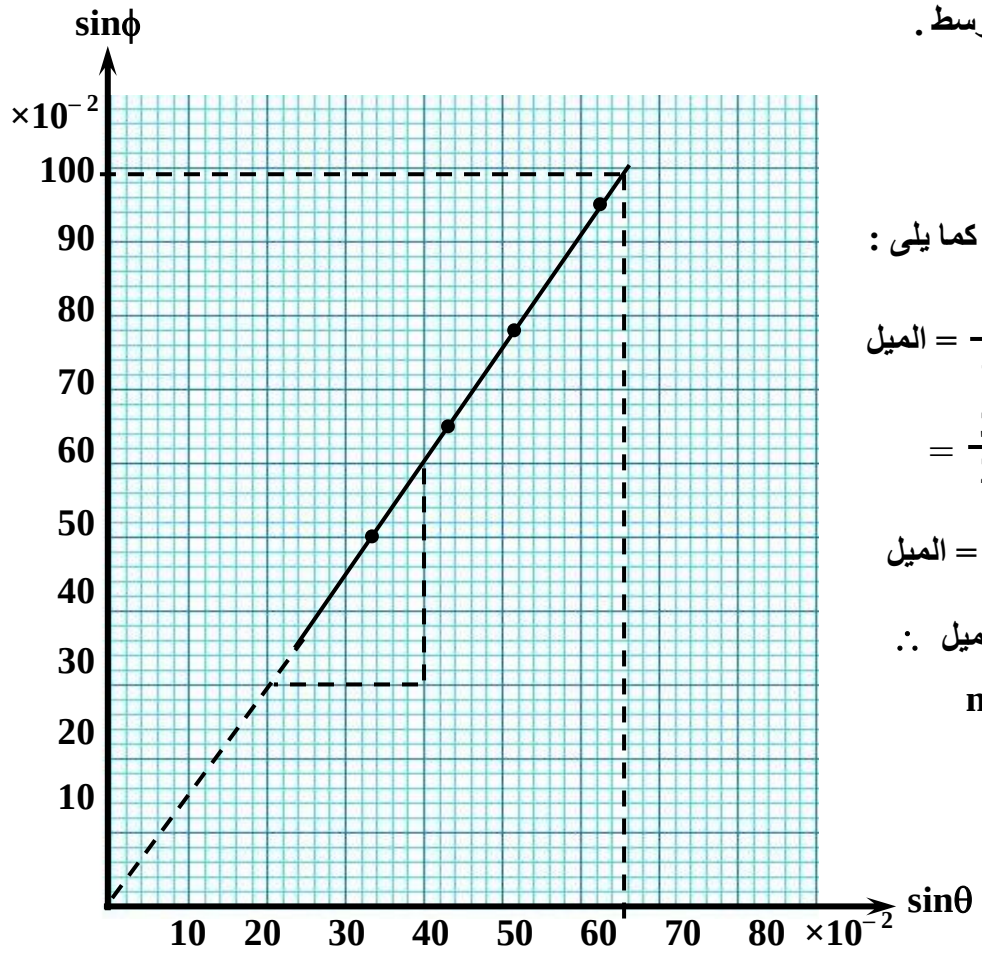
(٥) الجدول التالى يعطى قيمة $\sin\theta$ , $\sin\phi$ المقابلة لها حيث $\phi$ تمثل زاوية سقوط الضوء فى الهواء ، $\theta$ تمثل زاوية انكسار الضوء فى الوسط المادى .

| $\sin\phi$ | 0.35 | 0.5 | 0.65 | 0.77 | 0.87 | 0.95 | 0.99 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\sin\theta$ | X | 0.23 | 0.33 | 0.43 | 0.51 | 0.63 | Y |

ارسم علاقة بيانية بين $\sin\phi$ على المحور الرأسى ، $\sin\theta$ على المحور الأفقى ومن الرسم أوجد :

(١) قيمة كل من X , Y .

(٢) قيمة معامل انكسار مادة الوسط .




**الحل :**

(١) من الرسم :

– قيمة X = 0 .

– قيمة Y = $66 \times 10^{-2}$ .

(٢) يمكن حساب معامل الانكسار كما يلى :

$$\text{الميل} = \frac{60 \times 10^{-2} - 30 \times 10^{-2}}{40 \times 10^{-2} - 20 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{30 \times 10^{-2}}{20 \times 10^{-2}} = 1.5$$

$$\text{الميل} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

$\therefore$ الميل = n

n = 1.5

**********

# الوحدة الثانية : المـــوائع ٣ خواص الموائع المتحركة

## (١) المفاهيم والمصطلحات العلمية

| | |
|---|---|
| السريان الهادئ | سريان المائع ( سائل أو غاز ) بسرعات صغيرة بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة فى نعومة ويسر ويسمى السريان الطبقى أو المستقر أو الانسيابى . |
| خط الانسياب | خط وهمى يبين المسار الذى يتخذه أى جزء من السائل أثناء انتقاله داخل أنبوبة من طرف إلى آخر . |
| كثافة خطوط الانسياب | عدد خطوط الانسياب التى تمر عموديا بوحدة المساحات عند تلك النقطة . |
| السريان المضطرب | السريان الناتج عن زيادة سرعة انسياب السائل عن حد معين ويتميز بوجود دوامات دائرية . |
| معدل الانسياب الحجمى | حجم السائل الذى ينساب خلال مساحة معينة فى وحدة الزمن . |
| معدل الانسياب الكتلى | كتلة السائل التى تنساب خلال مساحة معينة فى وحدة الزمن . |
| معادلة الاستمرارية | سرعة المائع عند أى نقطة فى الأنبوبة تتناسب عكسيا مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة . |
| اللزوجة | خاصية تتسبب فى وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل تعوق انزلاقها بعضها فوق بعض . |
| معامل اللزوجة | القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات ينتج عنها فرق فى السرعة مقداره وحدة السرعة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما وحدة المسافة . |

**********

## (٢) ما معنى قولنا أن ؟

**١ – معدل السريان الحجمى $0.03\ m^3/s$ ؟**

ج : أى أن حجم السائل المنساب خلال مساحة معينة من أنبوبة السريان فى الثانية الواحدة = $0.03\ m^3$ .

**٢ – معدل السريان الكتلى 3 Kg/s ؟**

ج : أى أن كتلة السائل المنساب خلال مساحة معينة فى الثانية الواحدة من أنبوبة السريان = 3 kg .

**٣ – معامل لزوجة سائل 0.005 Kg/m.s ؟**

ج : أى أن القوة المماسية المؤثرة علي طبقة من السائل مساحتها $1m^2$ وينتج عنها فرق فى السرعة مقداره 1m/s بينها وبين طبقة أخرى تبعد عنها مسافة عمودية مقدارها 1m = 0.005 N .

**٤ – سرعة ترسيب الدم في الإنسان الطبيعى 15 mm/hr ؟**

ج : أى أن السرعة النهائية لسقوط كرات الدم الحمراء خلال بلازما الدم = 15 mm/hr .

**********

## (٣) أهم التعليلات

**١ – فى السريان الهادىء يكون معدل انسياب السائل ثابت عند أى مقطع ؟**

ج : لأن السائل غير قابل للانضغاط لذلك فإن كمية السائل التى تدخل الأنبوبة من أحد طرفيها تساوى كمية السائل التى تخرج من الطرف الآخر فى نفس الزمن .

**٢ – فتحات الغاز فى مواقد الغاز تكون صغيرة جداً ؟**

ج : حتى يندفع منها الغاز بسرعة عالية لأن $V \alpha \frac{1}{A}$ .

**٣ – فى السريان المستقر ينساب السائل ببطء فى الأنبوبة عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة وينساب بسرعة أكبر عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة ؟**

ج : لأنه تبعاً لمعادلة الاستمرارية تتناسب سرعة السائل عكسياً مع مساحة المقطع .

**٤ – تقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من الخرطوم عندما توجه فوهته رأسياً لأسفل بينما تزداد مساحة مقطعه عندما توجه فوهته رأسياً لأعلى ؟**

ج : لأنه عندما توجه فوهة الخرطوم لأسفل تزداد سرعة سريان الماء فى اتجاه الجاذبية فتقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب تبعاً لمعادلة الاستمرارية $V \alpha \frac{1}{A}$ وعندما توجه فوهته لأعلى يحدث العكس .

**٥ – يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب ؟**

ج : لكى يندفع الماء بسرعة أكبر لأنه كلما كانت مساحة المقطع أصغر كلما كانت السرعة أكبر لوجود علاقة عكسية بينهما من معادلة الاستمرارية .

**٦ – يسرى الدم ببطء فى الشعيرات الدموية عنه فى الشريان الرئيسى رغم أن مساحة مقطع الشعيرات الدموية أقل من مساحة مقطع الشريان الرئيسى ؟**

ج : لأنه طبقا لمعادلة الاتصال $V \alpha \frac{1}{A}$ وحيث أن مجموع مساحات مقطع الشعيرات أكبر من مساحة مقطع الشريان الرئيسى لذلك تكون سرعة الدم فى الشعيرات أبطأ من سرعته فى الشريان الرئيسى مما يؤدى إلى إتاحة الفرصة لعملية تبادل الغازات بين الدم فى الشعيرات والأنسجة وإتاحة الفرصة لتزويد الأنسجة بالغذاء والتخلص من الفضلات .

**٧ – تتزاحم خطوط الانسياب فى السريان الهادىء للسائل عند السرعات الكبيرة ؟**

ج : لأن كثافة خطوط الانسياب تحدد سرعة سريان السائل فكلما زادت سرعة السريان زادت كثافة خطوط الانسياب مما يؤدى إلى تزاحم خطوط الانسياب .

**٨ – تقل كمية حركة جسم صلب عند تحريكه فى مائع ؟**

ج : بسبب لزوجة المائع التى تعمل على مقاومة حركة الجسم فتقل سرعته وبالتالى تقل كمية حركته .

**٩ – تتواجد النباتات المائية غالباً قرب الشواطىء ؟**

ج : لأنه قرب الشاطىء تزداد قوى الاحتكاك التى تعوق الانسياب حيث ( $F \alpha \frac{1}{d}$ ) وبالتالى تقل فرصة اقتلاع هذه النباتات بواسطة تيارات الماء المنسابة .

**١٠ – تقل سرعة أمواج البحر كلما اقتربنا من الشاطىء ؟**

ج : لأنه كلما اقتربت الطبقة المتحركة من الطبقة الساكنة تقل سرعتها بسبب قوى الاحتكاك الناتجة عن اللزوجة .

**١١ – يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة الرياح أكثر من سكان الأدوار السفلى ؟**

ج : لأن الأدوار العليا بعيدة عن الأرض ( الطبقة الساكنة ) فتزداد سرعة الهواء كلما ابتعدنا عن الأرض .

**١٢ – تزيد سرعة مياه الترع فى الوسط ؟**

ج : لأن طبقة الماء فى الوسط تكون أبعد الطبقات عن السطح الساكن وهو جدران الترع وقاعها فتكون بعيدة عن قوى الاحتكاك .

**١٣ – محلول الصابون أكبر قدرة من الماء على تكوين فقاعات فى الهواء ؟**

ج : لأن لزوجة محلول الصابون أكبر من لزوجة الماء .

**١٤ – بعض السوائل لزوجتها كبيرة ؟**

ج : لكبر قوى الاحتكاك بين طبقات هذه السوائل والتى تعوق قابليتها للانسياب و الحركة .

**١٥ – يجب أن تكون الزيوت المستخدمة فى تزييت الآلات المعدنية ذات لزوجة كبيرة ؟**

ج : حتى تظل ملتصقة بأجزاء الآلة ولا تنساب بسرعة أثناء الحركة المستمرة للآلات .

**١٦ – لا يستخدم الماء فى عمليات التزييت والتشحيم ؟**

ج : لأن لزوجته صغيرة وقوة التصاقه أيضا صغيرة فسرعان ما ينساب بعيدا عن الآلة أثناء الحركة .

**١٧ – يزداد معدل استهلاك الوقود فى السيارات عند زيادة السرعة ؟**

ج : لأن مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته تتناسب مع مربع سرعة السيارة فكلما زادت سرعة السيارة زاد الشغل الكلى المبذول ويزداد تبعا لذلك استهلاك الوقود .

**١٨ – اختبار سرعة الترسيب يساعد الطبيب على معرفة ما إذا كان حجم كرات الدم طبيعى أو غير طبيعى ؟**

ج : لأن السرعة النهائية لسقوط كرات الدم الحمراء خلال البلازما تتناسب طرديا مع مربع نصف قطر كرة الدم .

**١٩ – يجب تشحيم وتزييت الآلات المعدنية من حين لآخر ؟**

ج : لأن ذلك يؤدى إلى حماية أجزاء الآلة من التآكل ونقص كمية الحرارة المتولدة أثناء الاحتكاك .

٢٠ – تزداد سرعة الترسيب فى الدم عند الأشخاص المصابين بمرض الحمى الروماتيزمية ؟

ج : لتلاصق كرات الدم الحمراء فيزداد حجمها ونصف قطرها وتزداد تبعا لذلك سرعة الترسيب .

٢١ – تقل سرعة الترسيب فى الدم عن المعدل الطبيعى فى حالة الإصابة بالأنيميا ؟

ج : لأن الأنيميا تكسر كرات الدم الحمراء فيقل حجمها ونصف قطرها وبذلك تقل سرعة الترسيب .

**********

## س ٤ : ماذا يحدث فى الحالات الآتية ؟

١ – زيادة سرعة سريان سائل هادىء فى أنبوبة منتظمة المقطع عن حد معين .

ج : تتكون دوامات صغيرة دائرية لتحول السريان الهادىء إلى سريان مضطرب .

٢ – زيادة مساحة لوح يتحرك فى سائل لزج إلى الضعف وثبات سرعة الحركة بالنسبة للقوة اللازمة لتحريك اللوح .

ج : تزداد القوة للضعف .

٣ – انتهاء الشريان الرئيسى بعدد كبير من الشعيرات الدموية مجموع مساحات مقطعها أكبر من مساحة مقطع الشريان.

ج : تقل سرعة سريان الدم في الشعيرات الدموية .

٤ – زيادة لزوجة مائع بالنسبة لسرعة جسم صلب يتحرك داخله .

ج : تقل سرعة الجسم داخل السائل .

٥ – انخفاض درجة حرارة سائل بالنسبة للزوجة السائل .

ج : تزداد لزوجة السائل .

٦ – عدم وضع زيوت ذات لزوجة عالية لأجزاء الآلة أثناء حركتها .

ج : تتولد حرارة كبيرة وذلك لانسياب هذه الزيوت من أجزاء الآلة فتتآكل أجزاء الآلة بسبب الاحتكاك .

٧ – زيادة سرعة السيارة عن حد معين .

ج : يزداد معدل استهلاك السيارة للوقود وذلك لأن مقاومة الهواء لحركة السيارة تتناسب طردياً مع مربع السرعة في السرعات العالية .

٨ – زيادة حجم كرات الدم الحمراء بالنسبة لسرعة ترسيب الدم .

ج : تزداد سرعة ترسيب الدم بسبب زيادة نصف قطر كرات الدم الحمراء .

٩ – ضيق نهاية أنبوبة السريان بالنسبة لسرعة سريان السائل .

ج : تزداد سرعة سريان السائل .

١٠ – نقص حجم كرات الدم الحمراء.

ج : تقل سرعة ترسيب الدم بسبب صغر نصف قطر كرات الدم الحمراء .

**********

## (٤) أذكر شروط كل مما يأتى :

١ – السريان الهادىء لسائل .

ج : (١) أن يكون معدل سريان السائل ثابتاً على طول مساره .
(٢) سرعة السائل عند كل نقطة ثابتة على طول مساره ( لا تتغير بمرور الزمن ) .
(٣) غير دوار ( لا توجد دوامات ) .
(٤) لا توجد قوى احتكاك مؤثرة بين طبقات السائل .

٢ – السريان الهادىء لسائل داخل انبوبة .

ج : (١) يملأ السائل الأنبوبة تماماً .
(٢) تكون كمية السائل التى تدخل الأنبوبة من أحد طرفيها مساوية لكمية السائل التى تخرج من طرفها الآخر في نفس الزمن ( معدل سريان السائل ثابت ) .
(٣) تكون سرعة سريان السائل عند نقطة ما ثابتة ولا تتغير مع الزمن .

٣ – السريان المضطرب :

ج : (١) زيادة سرعة انسياب المائع عن حد معين .

(٢) انتشار غاز من حيز صغير إلى حيز كبير ، أو من ضغط عالى إلى ضغط أقل .

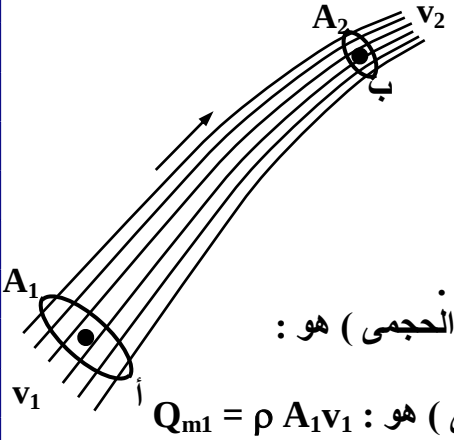
**********

## (٥) ما العوامل التى يتوقف عليها كل من :

| الكمية الفيزيائية | العوامل التى تتوقف عليها |
|---|---|
| معدل الانسياب الحجمى | (١) مساحة مقطع الأنبوبة ( طردى ) . (٢) سرعة انسياب السائل ( طردى ) . |
| معدل الانسياب الكتلى | (١) كثافة السائل ( طردى ) . (٢) مساحة مقطع الأنبوبة ( طردى ) .<br>(٣) سرعة انسياب السائل ( طردى ) . |
| قوة اللزوجة | (١) معامل اللزوجة لعدة سوائل مختلفة (علاقة طردية) .<br>(٢) مساحة الطبقة المتحركة (علاقة طردية) .<br>(٣) فرق السرعة بين طبقتين من السائل (علاقة طردية) .<br>(٤) المسافة العمودية بين الطبقتين (علاقة عكسية) . |
| معامل اللزوجة | (١) نوع المائع . (٢) درجة الحرارة . |

**********

## (٦) استنتج أن :




**١ – معادلة الاستمرارية .**

(١) نختار مستويين عموديين على خطوط الانسياب عند مقطعين كما بالشكل .

(٢) نفرض أن :

– مساحة مقطع المستوى الأول ($A_1$) ومساحة مقطع المستوى الثانى ($A_2$) .

– سرعة السائل عند المستوى الأول ($v_1$) وسرعته عند المستوى الثانى ($v_2$) .

(٣) حجم المائع الذى ينساب فى وحدة الزمن خلال المساحة $A_1$ ( معدل الانسياب الحجمى ) هو :

$$Q_{V1} = A_1 v_1$$

وكتلة السائل المنساب فى وحدة الزمن والذى كثافته ρ ( معدل الانسياب الكتلى ) هو : $Q_{m1} = \rho A_1 v_1$

(٤) وبالمثل حجم المائع الذى ينساب فى وحدة الزمن خلال المساحة $A_2$ ( معدل الانسياب الحجمى ) هو: $Q_{V2} = A_2 v_2$

وكتلة السائل المنساب فى وحدة الزمن والذى كثافته ρ ( معدل الانسياب الكتلى ) هو : $Q_{m2} = \rho A_2 v_2$

(٥) نظراً لأن السريان هادئ ∴ يكون معدل الانسياب الكتلى ثابت ويكون : $Q_{m1} = Q_{m2}$

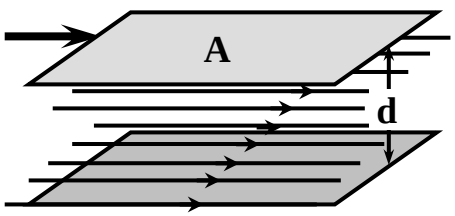
$$\rho A_1 V_1 = \rho A_2 v_2$$

$$\therefore A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

**********

**٢ – معامل اللزوجة .**




من الشكل المقابل نلاحظ أنه لكى يحتفظ اللوح المتحرك بسرعة ثابتة فلا بد من وجود قوة F تتناسب :

(١) طردياً مع كل من السرعة v ومساحة اللوح المتحرك A :

$$F \propto v \quad , \quad F \propto A$$

(٢) عكسياً مع المسافة الفاصلة بين اللوحين : $F \propto \frac{1}{d}$

$$\therefore F \propto \frac{Av}{d}$$

$$\therefore F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$$

$$\therefore \eta_{vs} = \frac{F.d}{Av} = \frac{F}{Av/d}$$

## (٧) اشرح الأساس العلمى ( الفكرة العلمية ) لكل من :

| التطبيق | الفكرة العلمية | الشرح |
|---|---|---|
| سريان الدم في الشريان الرئيسى أسرع من الشعيرات الدموية | معادلة الاستمرارية | مجموع مساحات مقاطع الشعيرات أكبر من مساحة مقطع الشريان الرئيسى وبما أن سرعة المائع تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع لذا تقل سرعة الدم في الشعيرات الدموية ويتيح ذلك حدوث عملية تبادل غازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون في الأنسجة وتزويدها بالمواد الغذائية . |
| تصميم فتحات الغاز في مواقد الغاز | | تكون مساحة الفتحات صغيرة حتى يندفع منها الغاز بسرعة عالية حيث تتناسب سرعة المائع عكسيا مع مساحة المقطع . |
| تزييت وتشحيم الآلات المعدنية | اللزوجة | يراعى فى الزيوت المستخدمة أن تكون ذات لزوجة كبيرة لكى يكون لها القدرة على الالتصاق بأجزاء الآلة مع استمرار الحركة الدائبة ولا تنساب بعيدا عنها . |
| توفير استهلاك الوقود في السيارة | | في السرعات الصغيرة نسبيا والمتوسطة والمنتظمة تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته طرديا مع سرعة السيارة بينما إذا زادت سرعة السيارة عن حد معين تتناسب مقاومة الهواء طردياً مع مربع سرعة السيارة مما يسبب زيادة استهلاك الوقود . |
| اختبار سرعة ترسيب الدم | | تتناسب السرعة النهائية التى تسقط بها كرات الدم خلال سائل البلازما مع نصف قطرها وبذلك يمكن التعرف على حجم كرات الدم إذا كانت طبيعية أم لا من خلال معدل الترسيب . |

**********

## (٨) أسئلة متنوعة

**(١) اذكر خصائص خطوط الانسياب :**

**ج : (١) خطوط وهمية لا تتقاطع .**

**(٢) المماس لأى نقطة على خط الانسياب يحدد اتجاه السرعة اللحظية لأى جزء من السائل عند تلك النقطة .**

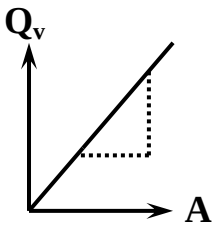
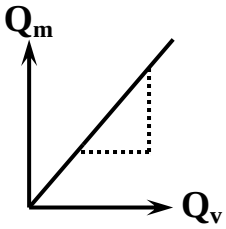
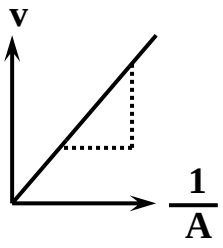
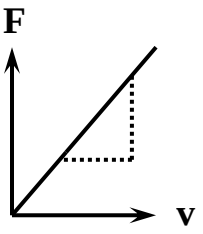
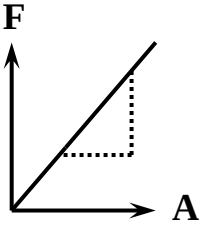
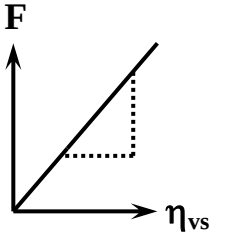
**(٣) تتزاحم فى السرعات الكبيرة وتتباعد فى السرعات المنخفضة .**

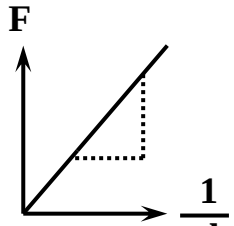
**(٢) ما أهمية تزييت وتشحيم الآلات المعدنية ؟**

**ج : (١) إنقاص كمية الحرارة المتولدة نتيجة الاحتكاك .**

**(٢) حماية أجزاء الآلة من التآكل وزيادة كفاءتها .**

## (٩) أهم العلاقات البيانية

| العلاقة بين | العلاقات البيانية | القانون | الميل |
|---|---|---|---|
| معدل السريان الحجمى $Q_v$ ومساحة مقطع الأنبوبة A |   | $Q_v = Av$ | الميل = v |
| معدل السريان الحجمى $Q_v$ ومعدل السريان الكتلى $Q_m$ |   | $Q_m = Q_v \rho$ | الميل = ρ |
| سرعة سريان السائل v ومقلوب مساحة المقطع $\frac{1}{A}$ |   | $Q_v = Av$ | الميل = $Q_v$ |
| قوة اللزوجة F وفرق السرعة بين طبقتين من السائل v |   | $F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$ | الميل = $\eta_{vs} \frac{A}{d}$ |
| قوة اللزوجة F ومساحة الطبقة المتحركة A |   | $F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$ | الميل = $\eta_{vs} \frac{v}{d}$ |
| قوة اللزوجة F ومعامل اللزوجة لعدة سوائل مختلفة أو سائل واحد عند درجات حرارة مختلفة $\eta_{vs}$ |   | $F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$ | الميل = $\frac{Av}{d}$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| قوة اللزوجة F ومقلوب المسافة العمودية بين الطبقتين $\frac{1}{d}$ |   | $F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$ | الميل = $\eta_{vs}$ Av |

**********

## (١٠) القوانين وأفكار المسائل

(١) المسافة التى يتحركها السائل = سرعة السائل ( v ) × الزمن ( t )

(٢) حجم السائل الذى ينساب خلال مساحة معينة : ( $m^3/s$ ) $Q_v = Av = \pi r^2 v$

(٣) حجم السائل الذى ينساب فى زمن معين بالثوانى : $V_{ol} = Q_v t = Avt$

(٤) معدل انسياب المائع ( معدل الانسياب الكتلى ) : $Q_m = Q_v \rho = Av\rho$

(٥) كتلة السائل الذى ينساب فى زمن معين بالثوانى : $M = Q_m t = Q_v \rho t = V_{ol} \rho = Av \rho t$

(٧) إذا طلب كمية الماء خلال مقطع من مقاطع الأنبوبة فى زمن معين نحسب الحجم والكتلة .

(٨) لحساب زمن ملء خزان أو مستودع بسائل :

$$T = \frac{\text{سعة الخزان } V}{\text{معدل السريان } Q}$$

(٩) إذا كان لدينا خزان يملا من صنبور فى زمن $t_1$ فى حين يملأ من صنبور آخر فى زمن $t_2$ ويملا من صنبور ثالث فى زمن $t_3$ وطلب منك حساب الزمن اللازم لملء الخزان إذا فتحت الصنابير معا فإن : $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$$\therefore \frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3} \qquad \frac{V}{t} = \frac{V}{t_1} + \frac{V}{t_2} + \frac{V}{t_3}$$

(١٠) فى مسائل الأوعية الدموية :

$A_1 = \pi r_1^2$ ، ( الشرايين الفرعية ) $A_2 = n\, \pi r_2^2$

ونطبق معادلة الاتصال : $A_1 v_1 = n A_2 v_2$

n = عدد الشرايين الفرعية ( الشعيرات الدموية )

(١١) إذا وجدت أنبوبة تتفرع إلى عدة فروع غير متساوية : $A\,v = A_1\,v_1 + A_2\,v_2 + \ldots\ldots$

(١٢) مضخة ترفع الماء بمعدل 400 لتر/ دقيقة $\therefore Q = \frac{400 \times 10^{-3}}{60}$

مضخة ترفع الماء بمعدل 100 دقيقة / م$^3$ $Q = \frac{100}{60}$

(١٣) قوة اللزوجة : $F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$

(١٤) معامل اللزوجة : $\therefore \eta_{vs} = \frac{F.d}{Av}$

**********

## مسائل محلولة

(١) أنبوبة مياه تدخل منزلا نصف قطرها 1.5 cm وسرعة جريان الماء فيها 0.2 m/s فإذا أصبح نصف قطر الأنبوبة عند نهايتها 0.5 cm فاحسب كلا من سرعة الماء عند الطرف الضيق وحجم الماء المنساب فى الدقيقة عند أى مقطع منها .

الحل : $\therefore v_2 = 1.8$ m/s $\quad \therefore (1.5)^2 \times 0.2 = (0.5)^2 \times v_2 \quad \therefore \pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2 \quad A_1 v_1 = A_2 v_2$

$$V_{ol} = Q_v t = Avt = \pi \times (1.5 \times 10^{-2})^2 \times 0.2 \times 60 = 8.5 \times 10^{-3}\ m^3$$

**********

**(٢) أنبوبة قطرها 10 cm تنتهى باختناق قطره 2.5 cm فإذا كانت سرعة الماء داخل الأنبوبة 1 m/s احسب سرعة الماء عند الاختناق ثم اوجد كتلة الماء المنساب فى كل دقيقة خلال أى مقطع من مقاطع الأنبوبة علماً بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ ، $\pi = 3.14$ .**

**الحل :** $A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad \therefore \pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2 \quad \therefore (5)^2 \times 1 = (1.25)^2 \times v_2 \quad \therefore v_2 = 16\ m/s$

$$M = Av\rho t = 1000 \times 3.14 \times (5 \times 10^{-2})^2 \times 1 \times 60 = 471\ Kg$$

**********

**(٣) شريان رئيسى قطره 0.5 cm وسرعة سريان الدم فيه 0. 4 m/s تشعب إلى عدة شعيرات قطر كل منها 0.2 cm وسرعة سريان الدم فيها 0. 25 m/s اوجد عدد هذه الشعيرات**

**الحل :** $A_1 v_1 = nA_2 v_2 \quad \therefore \pi r_1^2 v_1 = n\pi r_2^2 v_2$

$$\therefore (0.5 \times 10^{-2})^2 \times 0.4 = n \times (0.2 \times 10^{-2})^2 \times 0.25 \quad \therefore n = 10$$

**********

**(٤) ثلاثة صنابير الأول يملأ حوض فى ساعة والثانى يملأ نفس الحوض فى ½ ساعة والثالث فى ¼ ساعة . احسب الزمن اللازم ليمتلئ الحوض إذا فتحت الثلاث صنابير معاً .**

**الحل :** $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$$\frac{V}{t} = \frac{V}{t_1} + \frac{V}{t_2} + \frac{V}{t_3} \quad \therefore \frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3}$$

$$\frac{1}{t} = 1 + 2 + 4 = 7 \longrightarrow t = \frac{1}{7}\ hour$$

**********

**(٥) صفيحة مستوية مساحتها $0.01m^2$ تتحرك بسرعة 12.5 m/s معزولة عن صفيحة أخرى ساكنة كبيرة بطبقة من سائل سمكها 2 mm فإذا كان معامل لزوجة السائل 4 Kg/m.s احسب القوة اللازمة لحفظ الصفيحة متحركة .**

**الحل :**

$$F = \eta_{vs} \frac{Av}{d} = \frac{4 \times 0.01 \times 12.5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 2.5\ N$$

**********

**(٦) صفيحة مستوية مربعة الشكل طول ضلعها 0.2 m معزولة عن صفيحة أخرى بطبقة من سائل سمكها 0.4 cm فإذا أثرت قوة مقدارها 20 N على الصفيحة الأولى فتحركت بسرعة 1 m/s فما هى قيمة معامل اللزوجة ؟**

**الحل :**

$$\eta_{vs} = \frac{F.d}{Av} = \frac{20 \times 4 \times 10^{-2}}{(0.2)^2 \times 1} = 20\ kg.\ m^{-1}.s^{-1}$$

**********

لمتابعة المراجعات والامتحانات

منتدى مصطفى شاهين التعليمى

/https://www.mostafashahen.com

**********

هذا العمل حصرى

لا يجوز نقله

لمنتدى آخر