

سلسلة  
الأوائل

في



أ/ للصف الثاني الثانوي  
عبدالمعطي حجازي

## الفصل الأول

# الحركة الموجية

### أهم المفاهيم

اضطراب ينتقل ويقوم بنقل الطاقة في اتجاه انتشاره	الموجة
هي الحركة المنتظمة التي يعملها الجسم المهتز حول موضع سكونه أو اتزانه الأصلي .	الحركة الاهتزازية
هي بعد الجسم المهتز في أي لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي .	الإزاحة ( d )
أقصى إزاحة يصنعها الجسم المهتز بعيدا عن موضع سكونه.	سعة الاهتزازة ( A )
حركة يصنعها الجسم المهتز في الفترة الزمنية التي تمضي بين مروره بنقطة ما في مسار حركته مرتين متتاليتين بنفس السرعة مقدارا واتجاهاً.	الاهتزازة الكاملة
الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز لعمل اهتزازة كاملة.	الزمن الدوري ( T )
عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة. ويقاس بوحدة [ اهتزازة / ثانية ] أو [ الهرتز ] [ HZ ]	التردد ( v )
الموجة التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها على نفس خط انتشار الحركة الموجية .	الموجة الطولية
الموجة التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الحركة الموجية .	الموجة المستعرضة
المسافة بين أي نقطتين متتاليتين على الموجة لهما نفس الطور أو هو المسافة التي تتحركها الموجة خلال زمن دوري واحد .	الطول الموجي ( λ )
هو موضع واتجاه حركة جزيء من جزيئات الوسط في لحظة من اللحظات .	الطور
هو المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين على الموجة.	الطول الموجي ( λ ) للموجة المستعرضة
هو المسافة بين مركزي تضاعطين متتالين أو مركزي تخلخلين متتالين	الطول الموجي ( λ ) للموجة الطولية
المسافة التي تقطعها الموجة في الثانية الواحدة.	سرعة انتشار الموجة ( v )

ما معنى ما يأتي

بعد الجسم المهتز في هذه اللحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي يساوي 7سم .	جسم مهتز يصنع إزاحة مقدارها (7سم) في لحظة ما أثناء اهتزازه
النهاية العظمى للإزاحة لجزيئات الوسط الذي تنتشر فيه الموجة سواء في الاتجاه الموجب أو الاتجاه السالب = 15سم .	سعة الاهتزازة لموجة = 15سم
أي أن الزمن الذي يستغرقه هذا الجسم لعمل اهتزازة واحدة كاملة يساوي 0.05 ثانية.	الزمن الدوري لجسم مهتز 0.05 ثانية
عدد الأمواج التي تمر بنقطة معينة في مسار الحركة الموجية في الثانية الواحدة يساوي 200 موجة .	تردد موجة تنتشر في وسط ما يساوي (200Hz)
المسافة بين أي نقطتين متتاليتين على الموجة لهما نفس الطور = 1.2 متر .	الطول الموجي لموجة = 1.2 متر
المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين على الموجة يساوي 80سم	الطول الموجي لموجة مستعرضة = 80سم
المسافة بين مركزي تضاعطين متتالين أو مركزي تخلخلين متتالين يساوي 65سم	الطول الموجي لموجة طولية = 65سم
عند (20°C) المسافة التي تقطعها موجات الصوت في الهواء في الثانية الواحدة 340متر	سرعة انتشار موجات الصوت في الهواء = 340m/s (عند 20°C)

### العلاقات والقوانين الهامة

$v = \frac{1}{T}$	العلاقة بين التردد والزمن الدوري
$n = \frac{X}{\lambda}$	عدد الأمواج = عدد الذبذبات = المسافة الكلية ÷ طول الموجة
$v = \lambda \times \nu$	العلاقة بين التردد والطول الموجي وسرعة انتشار الموجة
$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$	العلاقة بين التردد والطول الموجي
* عند القاء حجر في ماء تتكون موجات على شكل دوائر فان نصف قطر الدائرة الخارجية هو المسافة التي قطعتها امواج الماء	

### مقارنة بين أنواع الموجات

وجه المقارنة	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
--------------	---------------------	-------------------------

التعريف	اضطراب يحتاج وسط مادي حتى ينتشر	اضطراب ينتشر في الأوساط المادية والفراغ
كيف تنشأ	اهتزاز جزيئات الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة وفي نفس اتجاه انتشار الموجة	تنشأ من اهتزاز مجالات كهربية ومغناطيسية في اتجاه عمودي على خط الانتشار
أنواعها	طولية ومستعرضة	جميعها مستعرضة
الرؤية	يمكن أن نرى بعضها كاهتزاز الماء والأوتار	لا ترى ولكن ندركها بآثارها
السرعة	تختلف سرعتها باختلاف الوسط	سرعتها ثابتة = $3 \times 10^8$ م/ث
أمثلتها	الماء , الصوت , اهتزاز الأوتار	الراديو , الضوء , أشعة جاما

### التعليقات الهامة

(1) عند تحريك ماء في حوض بواسطة لوح من الخشب يحدث عند سطح الماء أمواج مستعرضة بينما يحدث في قاع الحوض أمواج طولية .	لأن جزيئات الماء عند السطح تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة لكبر قوى التماسك بين جزيئات سطح الماء . بينما جزيئات الماء في القاع تتحرك حول مواضع سكونها في نفس اتجاه انتشار الموجة لانعدام قوى التماسك بين الجزيئات .
(2) كلما زاد تردد الموجة قل الطول الموجي ( بفرض ثبوت سعة انتشارها )	لأن التردد يتناسب عكسياً مع طول الموجة $v \propto \frac{1}{\lambda}$
(3) الموجات الكهرومغناطيسية لا تحتاج لوسط مادي تنتقل فيه .	لأنها تتولد نتيجة اهتزاز مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية وليس نتيجة اهتزاز جزيئات الوسط كما في الموجات الميكانيكية .
(4) ينتشر الصوت في الغازات على هيئة موجات طولية فقط .	لأن قوى التماسك بين جزيئات الغاز صغيرة جداً . فإذا اهتز مصدر الصوت يضغط على الجزيئات ثم يبتعد فيحدث تخلخل على هيئة موجات طولية .
(5) ينتشر الصوت في المواد الجامدة والسوائل على هيئة موجات طولية ومستعرضة .	لأن قوى التماسك بين جزيئاتها كبيرة لأنها قريبة من بعضها أكثر من جزيئات الغاز .

### أهم الاستنتاجات

إذا انتقلت موجة بسرعة (  $v$  ) من مكان لآخر مسافة تعادل الطول الموجي (  $\lambda$  ) في زمن مقداره

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \therefore v = \frac{1}{T} \Rightarrow \therefore v = \lambda \nu \quad \text{فإن } (T) \text{ الزمن الدوري}$$

### أمثلة محلولة

(1) جسم مهتز يحدث  $\frac{1}{4}$  اهتزازة كاملة في  $\frac{1}{80}$  من الثانية احسب: **1** الزمن الدوري **2** التردد

الزمن الدوري =  $4 \times$  زمن سعة الاهتزازة **1**

$$T = 4 \times \frac{1}{80} = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ s}$$

$$\text{2) } \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.05} = 20 \text{ Hz}$$

(2) موجة مستعرضة المسافة بين القمة الأولى والسادسة عشرة =  $105 \text{ m}$  والزمن الذي يمضي بين مرور

القمة الأولى والسادسة عشرة  $0.375 \text{ s}$  استنتج :-

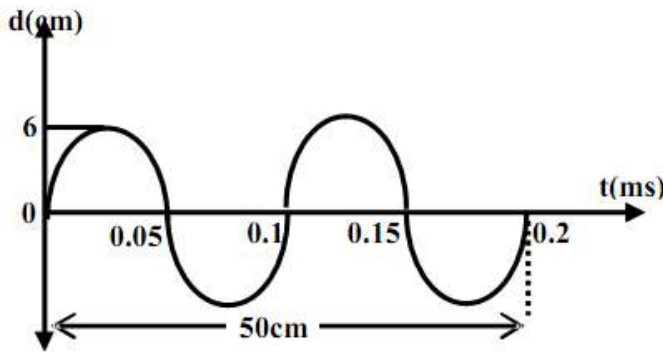
**1** الطول الموجي **2** التردد **3** الزمن الدوري

الحل :- عدد الموجات =  $16 - 1 = 15$  موجة

$$\text{1) } \lambda = \frac{X}{n} = \frac{105}{15} = 7 \text{ m}$$

$$\text{2) } \nu = \frac{n}{t} = \frac{15}{0.375} = 40 \text{ Hz}$$

$$\text{3) } T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{40} = 0.025 \text{ s}$$



(3) من الشكل المقابل احسب :-

**1** الطول الموجي **2** التردد **3** سعة الاهتزازة

$$\lambda = \frac{X}{n} = \frac{5 \times 10^{-2}}{2} = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{2) } \nu = \frac{n}{t} = \frac{2}{0.2 \times 10^{-3}} = 10^4 \text{ Hz}$$

**3** سعة الاهتزازة = أقصى إزاحة =  $6 \times 10^{-2} = 0.06$  متر

(4) ألقى طالب حجراً في بحيرة ساكنة فتكونت موجات على شكل دوائر متحدة المركز مركزها نقطة سقوط

الحجر فإذا علمت أن  $30$  موجة تكونت خلال  $3 \text{ s}$  وذلك في دائرة نصف قطرها الخارجي  $2.1 \text{ m}$  احسب

(أ) طول الموجة الحادثة (ب) ترددها (ج) سرعة انتقال الموجة (د) الزمن الدوري

$$\text{الحل : (أ) } \lambda = \frac{X}{n} = \frac{2.1}{30} = 0.07 \text{ m} \quad \text{(ب) } \nu = \frac{n}{t} = \frac{30}{3} = 10 \text{ Hz}$$

$$\text{(ج) } V = \nu \times \lambda = 10 \times 0.07 = 0.7 \text{ m/s} \quad \text{(د) } T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ s}$$

(5) نغمتان ترددهما 425Hz , 680Hz فإذا كان الطول الموجي للموجة الثانية يزيد عن الطول الموجي للموجة الأولى بمقدار 30cm احسب سرعة الصوت في الهواء .

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \therefore \frac{680}{425} = \frac{\lambda_1 + 0.3}{\lambda_1}$$

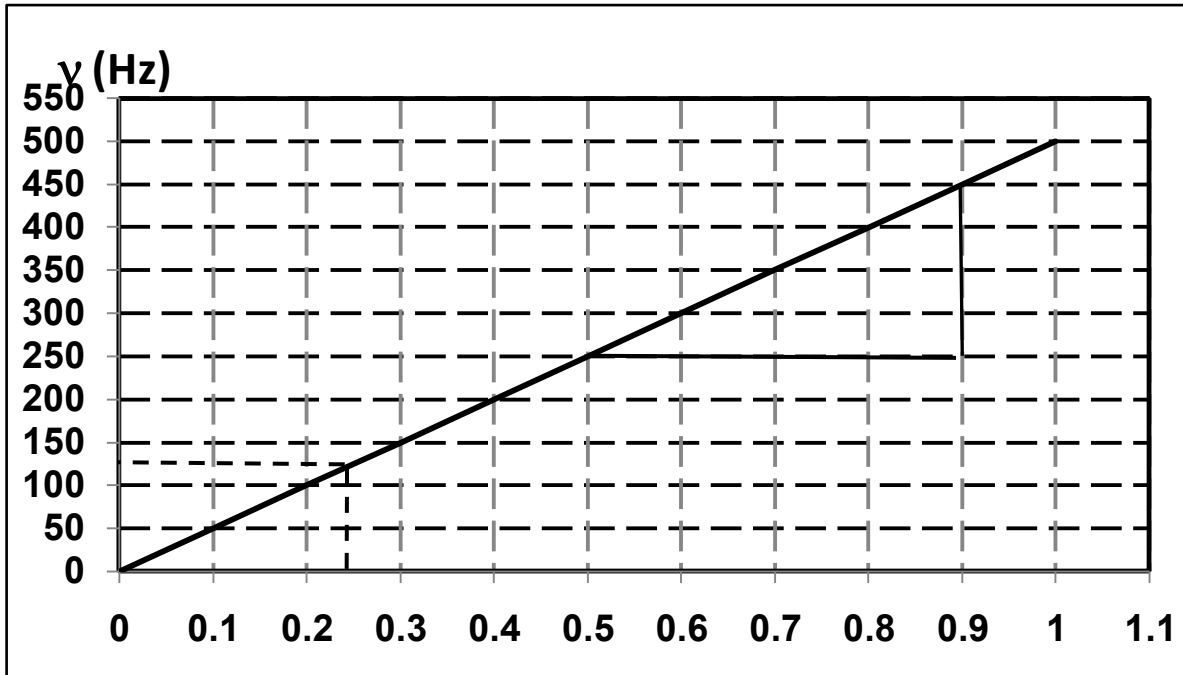
$$\therefore 680\lambda_1 = 425\lambda_1 + 127.5 \Rightarrow \therefore \lambda_1 = 0.5m$$

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

(6) الجدول التالي يوضح العلاقة بين الطول الموجي والتردد لموجة تتحرك في وسط ما :

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

(أ) ارسم العلاقة البيانية لكل من ( $v$ ) على المحور الرأسى  $\frac{1}{\lambda}$  على المحور الأفقى .  
(ب) من الرسم اوجد : ❶ قيمة X ❷ سرعة انتشار الموجة خلال الوسط



❶ X= 125 Hz

❷  $V = \text{Slope} = \frac{\Delta v}{\Delta(\frac{1}{\lambda})} = \frac{450 - 250}{0.9 - 0.5} = 500m / s$

أسئلة ومسائل

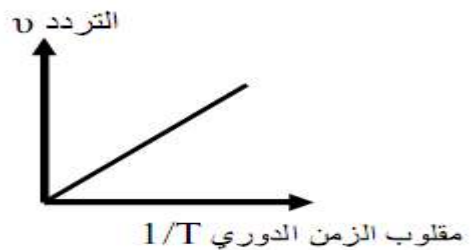
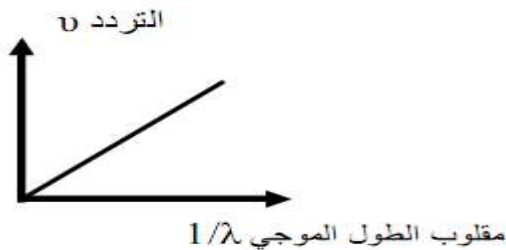
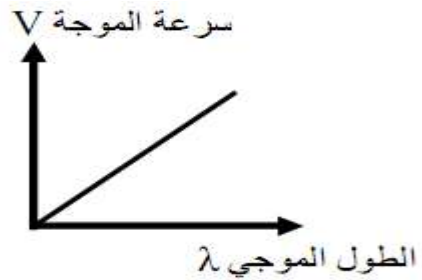
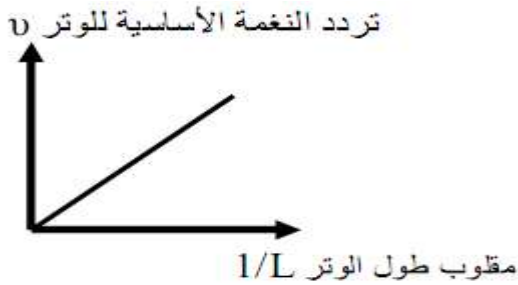
**اختر الإجابة الصحيحة :**

- 1- إذا كان طول الموجة الصوتية التي يصدرها مصدر صوتي هو 0.5m وتردد النغمة 666Hz تكون سرعة انتشار الصوت في الهواء ..... ( 338 m/s – 333 m/s – 330 m/s – 346 m/s )
- 2 ضوء طوله الموجي  $6000\text{Å}$  ينتشر في الفضاء بسرعة  $300 \times 10^3 \text{ km/s}$  يكون تردده .....  
(  $5 \times 10^{12} \text{ Hz} / 5 \times 10^{14} \text{ Hz} / 4 \times 10^{14} \text{ Hz} / 4 \times 10^{10} \text{ Hz}$  )
- 3 موجتان صوتيتان ترددهما 256 Hz, 512 Hz تنتشران في الهواء تكون النسبة بين سرعتيهما .....  
( 1:1 / 3:1 / 2:1 / 1:2 )
- 4- إذا كان الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل اهتزازة كاملة هو 0.1 ثانية فإن عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في 100 ثانية هو .... اهتزازة ( 1000 / 500 / 100 / 10 )
- 5 -عند انتقال الموجة من وسط إلى آخر فإن الكمية الوحيدة التي لا تتغير هي .....  
( الطول الموجي / التردد / سعة الاهتزازة / سرعة الموجة )
- 6 موجتان تنتشران في وسط ما بحيث يكون النسبة بين ترددهما في الوسط الأول إلى الثاني 1 : 2 فيكون النسبة بين الطول الموجي لهما في الوسطين ..... ( 2 : 1 / 1 : 2 / لا توجد علاقة بينهما )
- 7 جسم مهتز زمنه الدوري =  $\frac{1}{4}$  التردد فإن تردده = ..... هيرتز.

$$\left( \frac{1}{2} / \frac{1}{4} / 2 / 4 \right)$$

- 8 حاصل ضرب التردد في الطول الموجي يساوي ..... ( الزمن الدوري / سرعة الموجة / واحد )
- 9 كل الأمواج الآتية لا تحتاج إلى وسط مادي لانتشارها عدا .....  
( الضوء / الصوت / الراديو / الأشعة السينية )

اكتب ما يساويه ميل الخط المستقيم فيما يلي

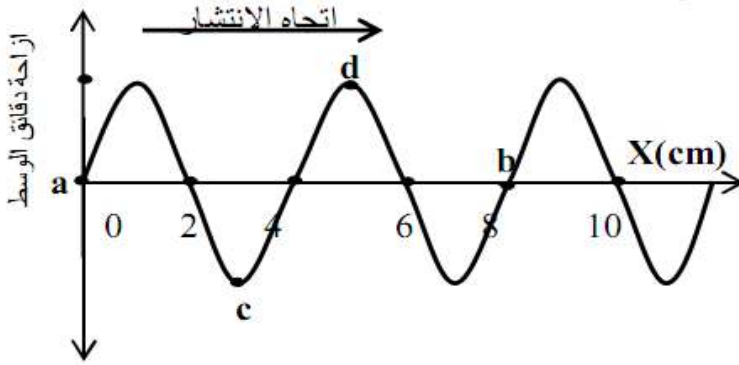


اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل مما يلي

- (1) تردد جسم مهتز .
- (2) الطول الموجي لموجة .
- (3) سرعة الموجة .

مسائل

1) مصدر صوتي يصدر صوتاً تردده  $2000 \text{ Hz}$  فيسمعه شخص على بعد  $0.5 \text{ Km}$  بعد زمن  $1.56 \text{ s}$  احسب طول الموجة الصوتية ، ثم احسب عدد الموجات التي يصدرها المصدر حتى يصل الصوت لشخص على بعد  $641 \text{ m}$  من مصدر الصوت .



2) الشكل المقابل يمثل اهتزازات أحدثها مصدر يهتز عند النقطة ( a ) فتكونت أمواج في الوسط استغرقت ثانيتين حتى وصلت من النقطة ( b ) : أجب عما يلي :-

- 1) احسب تردد الأمواج .
- 2) احسب الطول الموجي .
- 3) احسب سرعة انتشار الموجة .
- 49 ما فرق الطور بين النقطة ( c ) والنقطة ( d )

3) مصدر مهتز يصدر (  $3330$  ) اهتزازة في (  $10 \text{ s}$  ) بسرعة  $333 \text{ m/s}$  احسب عدد الموجات خلال مسافة قدرها (  $20 \text{ m}$  ) .

4) إذا علمت أن عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في مسار حركة موجية هي  $32$  موجة خلال  $40 \text{ s}$  ، وكانت المسافة بين بداية الموجة الأولى ونهاية الموجة السابعة احسب :-

- 1) الطول الموجي
- 2) الزمن الدوري
- 3) التردد
- 4) سرعة انتشار الموجة .

الفصل الثاني

الضوء

أهم

انعكاس الضوء	ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطح عاكس
قانون الانعكاس الأول في الضوء	زاوية السقوط $\phi$ = زاوية الانعكاس $\theta$
القانون الانعكاس الثاني في الضوء	الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوي واحد عمودي على السطح العاكس.
زاوية السقوط $(\phi)$	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس أو السطح الفاصل .
زاوية الانعكاس $(\theta)$	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط
انكسار الضوء	انحراف مسار الضوء عند اجتاز السطح الفاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية.
الكثافة الضوئية لوسط	قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية عند نفاذها فيه .
زاوية الانكسار $(\theta)$	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل .
معامل الانكسار النسبي بين وسطين $(n_2)$	هو النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني أو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني
معامل الانكسار المطلق لوسط مادي $(n)$	هو النسبة بين سرعة الضوء في الفضاء أو الفراغ إلى سرعته في الوسط أو هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفضاء أ و الفراغ إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط أو هو مقلوب جيب الزاوية الحرجة للوسط
المصادر الضوئية المترابطة	هي تلك المصادر الضوئية التي تكون موجاتها متساوية في التردد والسعة ولها نفس الطور .
تداخل الضوء	هو ظاهرة موجية تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنه مناطق مضيئة تتخللها مناطق أخرى مظلمة تعرف باسم " هذب التداخل " .
هذب التداخل	مناطق مضيئة تتخللها مناطق أخرى مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين .
حيود الضوء	ظاهرة انحراف موجات الضوء عن مسارها في خط مستقيم عندما تمر خلال فتحة ضيقة أو عند ملامستها لحافة صلبة فيؤدي ذلك إلى تراكب الموجات وتكوين هذب مضيئة وأخرى مظلمة .
هذب الحيود	مناطق مضيئة تتخللها مناطق أخرى مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء التي حدث لها الحيود .
الزاوية الحرجة $(\phi_c)$	هي زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوي $90^\circ$
الانعكاس الكلي	انعكاس الشعاع الضوئي داخل الوسط الأكبر كثافة ضوئية إذا كانت زاوية سقوطه فيه أكبر من الزاوية الحرجة للوسط .
السراب	هو ظاهرة طبيعية تحدث وقت الظهيرة في فصل الصيف في الأيام شديدة الحرارة في الصحارى حيث ترى الأجسام البعيدة كما لو

كانت منعكسة على سطح ماء أو تبدو الطرق كما لو كانت مغطاة بالماء .	
هي الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي كل من الشعاعين الساقط والخارج في المنشور الثلاثي .	<u>زاوية الانحراف (<math>\alpha</math>) في المنشور الثلاثي</u>
هي أصغر زاوية محصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج من المنشور الثلاثي وعندها تكون زاوية السقوط $\phi_1$ = زاوية الخروج $\theta_2$	<u>زاوية النهاية الصغرى للانحراف</u>
هو منشور ثلاثي من الزجاج زاوية رأسه لا تتعدى $10^\circ$ درجات ويكون دائما في وضع النهاية الصغرى للانحراف	<u>المنشور الرقيق</u>
الزاوية المحصورة بين الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور .	<u>الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأحمر والأزرق</u>
هي النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر إلى زاوية انحراف الضوء الأصفر (الانحراف المتوسط) .	<u>قوة التفريق اللوني (<math>\omega_\alpha</math>)</u>
هو معامل انكسار مادة المنشور للون الأصفر ويساوي متوسط معاملي انكسار مادة المنشور للضوئين الأحمر والأزرق .	<u>معامل الانكسار المتوسط لمنشور رقيق</u>

### ما معنى ما رأة

أن النسبة بين سرعة الضوء في الزجاج إلى سرعته في الماء هي 0.8 أو أن النسبة بين جيب زاوية السقوط في الزجاج إلى جيب زاوية الانكسار في الماء هي 0.8 أو أن النسبة بين معامل الانكسار المطلق للماء إلى جيب زاوية الانكسار في الزجاج هي 0.8	معامل الانكسار النسبي بين الزجاج والماء 0.8=
أن النسبة بين سرعة الضوء في الهواء وسرعة الضوء في الزجاج 1.5	معامل الانكسار المطلق للزجاج = 1.5
أن زاوية سقوط مقدارها $42^\circ$ في الزجاج تقابلها زاوية انكسار في الهواء مقدارها $90^\circ$	الزاوية الحرجة للزجاج مع الهواء $42^\circ$
أن الزاوية المحصورة بين وجهي المنشور الذي ينفذ خلالها الضوء = $60^\circ$	زاوية رأس منشور $60^\circ$
- أن الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج في المنشور $50^\circ$	زاوية الانحراف في منشور ثلاثي $50^\circ$
- أن أصغر زاوية تكون محصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج من المنشور تساوي $30^\circ$ وعندها تكون زاوية السقوط = زاوية الخروج ويقال أن المنشور في هذه الحالة في وضع النهاية الصغرى	زاوية النهاية الصغرى لانحراف الضوء في منشور ثلاثي = $30^\circ$

لانحراف	
أن الزاوية المحصورة بين الشعاعين الأزرق والأحمر عند خروجهما من المنشور تساوي $2^\circ$	الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر = $2$
أن النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر والانحراف المتوسط تساوي $0.06$	قوة التفريق اللوني لمنشور رقيق = $0.06$
- أن معامل انكسار المنشور للضوء الأصفر = $1.6$	معامل الانكسار المتوسط لمنشور رقيق = $1.6$
أي أن زاوية انحراف اللون الأصفر = $9^\circ$	الانحراف المتوسط لمنشور $9^\circ$

### العلاقات والقوانين الهامة

$n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{v_1}{v_2}$ معامل الانكسار النسبي بين وسطين	قانون الانكسار
$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{c}{v}$	معامل الانكسار المطلق لوسط
${}_1n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{n_2}{n_1}$	العلاقة بين معامل الانكسار النسبي بين وسطين ومعامل الانكسار المطلق للوسطين
$n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$	قانون سنل
$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$	الطول الموجي ( $\lambda$ ) لضوء أحادي اللون في تجربة الشق المزدوج
$\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$	الزاوية الحرجة ( $\phi_c$ ) بين وسطين
$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$	حساب زاوية الانحراف في المنشور الثلاثي

ملاحظات هامة عند حل مسائل المنشور الثلاثي

(1) إذا سقط شعاع عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي :-

$\theta_1 = 0$  = صفر، زاوية السقوط الثانية  $A = \phi_2$  (زاوية رأس المنشور)

(2) إذا خرج الشعاع عمودياً على الوجه الثاني للمنشور الثلاثي :-

$\phi_2 = 0$  = صفر، زاوية السقوط الثانية، وزاوية الخروج  $\theta_2 = 0$  = صفر  $A = \theta_1$  (زاوية رأس المنشور)

(3) إذا خرج الشعاع مماساً لوجه المنشور الثلاثي :-

$$\varphi_2 = \varphi_c \text{ (الزاوية الحرجة)}, \theta_2 = 90^\circ, A = \theta_1 + \varphi_c, \sin \varphi_2 = \sin \varphi_c = \frac{1}{n}$$

(4) في وضع النهاية الصغرى للانحراف في المنشور الثلاثي :-

$$\varphi_1 = \theta_2 = \varphi_o, \theta_1 = \varphi_2 = \theta_o, \alpha_o = \varphi_1 + \theta_2 - A = 2\varphi_o - A$$

(1) في الوضع المعتاد

$$n = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \varphi_2}$$

(2) في وضع النهاية الصغرى للانحراف

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

ملحوظة : عند وضع منشور في سائل فإن :-

$$\frac{n}{n_{\text{سائل}}} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \varphi_2}$$

حساب معامل انكسار مادة المنشور

$$\varphi_o = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

إذا كانت هناك زاويتي سقوط لهما نفس زاوية الانحراف فإن زاوية السقوط التي تجعل المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف

$$\alpha_o = A(n-1)$$

حساب معامل الانكسار في المنشور الرقيق

$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$$

الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق و الأحمر

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

حساب قوة التفريق اللوني ( $\omega$ )

$$\alpha_o = A(n_y - 1) \text{ للضوء الأصفر}$$

حساب الانحراف المتوسط ومعامل الانكسار المتوسط

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2} \quad \text{و: للضوء الأصفر}$$

## أهم المقارنات

### (1) مقارنة بين هذب التداخل و الحيود في الضوء

الحيود	التداخل	وجه المقارنة
اتساع الهدبة المركزية مختلف ( ضعف اتساع أي هدبة أخرى )	جميع الهدب لها نفس الاتساع ( اتساعها ثابت )	اتساع الهدب
الهدبة المضيئة المركزة أكثر شدة	واحدة	شدة الهدب المضيئة
ينتج عن تداخل أجزاء مختلفة من صدر موجة واحدة ( موجات ثانوية صادرة من نقاط مختلفة في الفتحة )	تنتج عن تراكب حركتين موجيتين مترابطتين ومتفقين في الاتجاه	منشأها
عدد صغير [ من 4 إلى 6 هدب ]	عدد كبير [ من 20 إلى 30 هدبة ]	عدد الهدب التي يمكن رؤيتها

### (2) التداخل البناء والتداخل الهدام

التداخل الهدمي	التداخل البنائي	وجه المقارنة
يحدث عندما يكون فرق المسير = $(m + 1/2) \lambda$ أو أي عدد فردي من أنصاف الأطوال الموجية	يحدث عندما يكون فرق المسير = $m \lambda$ أو أي عدد صحيح من الأطوال الموجية	شرط الحدوث أو فرق المسير
ينتج عنه هدبة ضوئية مظلمة	ينتج عنه هدبة ضوئية مضيئة	القوة أو الشدة

### (3) مقارنة بين المنشور العادي والمنشور الرقيق

المنشور الرقيق	المنشور العادي	وجه المقارنة
أصغر من $10^\circ$	أكبر من $10^\circ$	زاوية الرأس (A)

$\alpha_0 = A(n-1)$	$n = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \varphi_2}$	معامل الانكسار
$\alpha_0 = A(n-1)$	$\alpha = \varphi_1 + \theta_2 - A$	زاوية الانحراف
المنشور الرقيق دائماً في وضع النهاية الصغرى للانحراف	يحدث عندما تكون $\varphi_1 = \theta_2 = \varphi_0$ , $\theta_1 = \varphi_2 = \theta_0$	وضع النهاية الصغرى للانحراف
عمل مجموعات ضوئية	• كمنشور عاكس في الأجهزة البصرية • في التحليل الطيفي	أهم الاستخدامات

ما هي العوامل التي يتوقف عليها كل من :

العوامل	الخاصية
نوع مادة المنشور - طول موجة الضوء (لونه).	<u>معامل الانكسار المطلق لمادة.</u>
نوع كل من المادتين .	<u>معامل الانكسار النسبي لمادتين.</u>
1 - زاوية سقوط الشعاع 2 - سمك المتوازي 3 - معامل انكسار مادته.	<u>مقدار الإزاحة الحادثة لشعاع ضوئي يسقط مائلاً على أحد أوجه متوازي مستطيلات.</u>
1 - طول موجة الضوء أحادي اللون المستخدم $\lambda$ (طردى). 2 - البعد بين الشق المزدوج والحائل R (طردى). 3 - المسافة بين فتحتي الشق المزدوج d (عكسى).	<u>المسافة بين هديتين متتاليتين من نفس النوع في تجربة الشق المزدوج ليونج.</u>
1- معامل الانكسار لكل من الوسطين . 2- نوع المادة . 3- طول موجة الضوء الساقط .	<u>الزاوية الحرجة بين وسطين.</u>
1- زاوية رأس المنشور A : ( تناسب طردي ) 2- <u>معامل انكسار مادة المنشور n</u> : ( تناسب طردي )	<u>زاوية انحراف الضوء في المنشور الرقيق .</u>
زاوية السقوط من الهواء إلى الزجاج $\varphi_1$	<u>زاوية انحراف الضوء في المنشور الثلاثي</u>

### التعليقات الهامة

لأن معامل الانكسار المطلق للماس كبير ( 2.4 ) فتكون الزاوية الحرجة بينه وبين الهواء صغيرة  $24^\circ$  لذا فإن الأشعة التي تسقط عليه تعاني عدة انعكاسات كلية متتالية على الأسطح الداخلية له مما يسبب تألقه .  
بينما معامل الانكسار المطلق للزجاج 1.5 فتكون الزاوية الحرجة بينه وبين الهواء كبيرة  $42^\circ$  فلا يحدث داخله

1) يتألق الماس بشدة أكبر جداً عن الزجاج

<p>انعكاسات كلية كثيرة فلا يتألق . ( <math>\sin \Phi_c = \frac{1}{n}</math> )</p>	
<p>عندما يسقط الضوء على زجاج النافذة فإن جزء منه ينعكس وجزء آخر ينكسر وعندما يكون خارج الحجرة ظلام فإن شدة الضوء الذي ينفذ من الخارج إلى الداخل تكون صغيرة جدا أو منعدمة تقريبا ولذا يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس على الزجاج. أما عندما يكون خارج الحجرة مضيئا فإن ما ينفذ من الضوء خلال الزجاج يكون اكبر من الجزء المنعكس فيصعب رؤية الصورة .</p>	<p>(2) من السهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلاً (عندما يكون خارج الحجرة ظلام) ، بينما يصعب ذلك نهارا عندما يكون خارج الحجرة مضاءً</p>
<p>- لأن معامل الانكسار المطلق لوسط هو النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ إلى سرعته في هذا الوسط وسرعة الضوء في الهواء أو الفراغ أكبر من سرعة الضوء في أي وسط آخر <math>n=c/v</math></p>	<p>(3) معامل الانكسار المطلق لأي وسط أكبر دائما من الواحد الصحيح</p>
<p>- إذا كان معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني أقل من معامل الانكسار المطلق للوسط الأول فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول للثاني يكون أقل من الواحد الصحيح ويحدث ذلك عند انتقال الشعاع الضوئي من وسط اكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة ضوئية</p>	<p>(4) معامل الانكسار النسبي بين وسطين يمكن أن يكون أقل من الواحد الصحيح</p>
<p>- لكي يعمل الشقان كمصادر ضوئية مترابطة فيكون لموجاتها نفس التردد والسعة حيث يقع الشقين على صدر موجة واحدة</p>	<p>(5) في تجربة ينج يستخدم شقين ضيقين وبينهما مسافة صغيرة</p>
<p>- بسبب تراكب حركتين موجيتين متساويتين في التردد والسعة فإذا حدث تداخل بناء تكونت الهدب المضيئة وإذا حدث التداخل الهدمي تظهر مناطق مظلمة</p>	<p>(6) حدوث هدب مضيئة ومظلمة في تجربة الشق المزدوج</p>
<p>- لأنها تنتج من تداخل بناء وفرق المسير بين الموجتين = صفر</p>	<p>(7) تكون الهدبة المركزية في تجربة ينج هدبة مضيئة</p>
<p>- لأن المسافة بين هدبتين متتاليتين مضيئتين أو مظلمتين <math>y</math> تتناسب عكسيا مع المسافة بين الشقين <math>d</math></p>	<p>(8) كلما قلت المسافة بين الشقين في تجربة الشق المزدوج زاد وضوح هدب التداخل</p>
<p>- لأن الضوء الأبيض مركب من عدة ألوان وكل لون له زاوية انحراف تختلف عن زوايا انحراف باقي الألوان حيث تتوقف على معامل انكسار كل لون تبعا لتردد اللون أو الطول الموجي له</p>	<p>(9) يحلل المنشور الثلاثي الضوء الأبيض إلى ألوانه السبعة المكونة له</p>
<p>- لأن الانحراف في المنشور يعتمد على معامل الانكسار وزاوية الرأس ومعامل انكسار اللون البنفسجي أكبر لأن طوله الموجي أقل من الأحمر</p>	<p>(01) زاوية انحراف اللون البنفسجي أكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر</p>

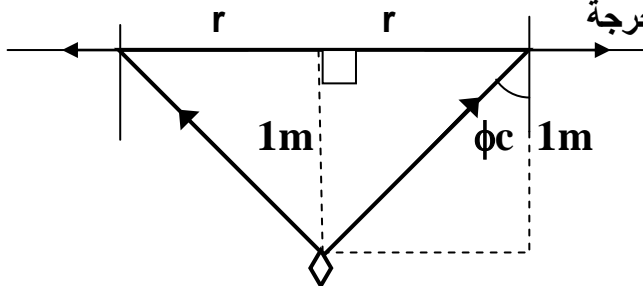
<p>- لأنها مصممة بحيث عندما يدخل الضوء من أحد طرفي الليفة تكون زاوية السقوط على أي جزء من الجدار أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس كلياً من جدار لآخر حتى يخرج من الطرف الآخر</p>	<p>11) تستخدم الليفة الضوئية في نقل الضوء</p>
<p>- لأن المنشور العاكس لا يسبب فقد جزء من الضوء الساقط عليه لأنه يحدث انعكاساً كلياً للأشعة بينما المرآة تمتص جزء من الضوء كما أن المنشور العاكس لا يتلف بكثرة الاستخدام</p>	<p>21) يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس أو المرآة المستوية</p>
<p>- لأن الكريوليت معامل انكساره أقل من معامل انكسار الزجاج وبذلك يتجنب فقد جزء أو نسبة من شدة الضوء عند دخوله أو خروجه من المنشور وذلك نتيجة تداخل الأشعة المنعكسة عند سطحي هذا الغشاء تداخلاً هداماً</p>	<p>31) يغطي أوجه المنشور العاكس التي يدخل ويخرج منها الضوء بغشاء من الكريوليت</p>
<p>لان الطول الموجي للون الأحمر كبير فيكون معامل انكساره صغير وبالتالي تكون الزاوية الحرجة له كبيرة وبالتالي تسقط الأشعة الضوئية بزاوية أقل من الزاوية الحرجة وتستطيع أن تصل إلى الأحرف وتخرج على شكل وجه المكعب وهو مربع</p>	<p>41) عند وضع مصدر ضوئي لونه احمر عند مركز مكعب زجاجي فان الضوء الذي ينفذ من المكعب يكون على شكل مربع</p>
<p>لان الطول الموجي للون الأزرق صغير فيكون معامل انكساره كبير وبالتالي تكون الزاوية الحرجة له صغيرة وبالتالي تسقط الأشعة الضوئية بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث لها انعكاس كلي ولا تستطيع أن تصل إلى الأحرف وتخرج على شكل بقعة دائرية</p>	<p>51) عند وضع مصدر ضوئي لونها أزرق عند مركز مكعب زجاجي فان الضوء الذي ينفذ من المكعب يكون على شكل بقعة دائرية</p>

### مسائل محلولة

(1) وضعت قطعة من الماس في قاع حوض به ماء على عمق 1m احسب أصغر قطر لقرص الفلين يطفو على سطح الماء فوق قطعة الماس بحيث يكفي لحجب الضوء النافذ من سطح الماء والمنبعث من قطعة الماس .

يلاحظ من الرسم أن الشعاع لا ينفذ خارج الماء عند سقوطه بزاوية تساوي الزاوية الحرجة

الحل



$$\therefore \sin \varphi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore \varphi_c = 45^\circ$$

$$\therefore \tan 45 = \frac{r}{1} \therefore r = 1m$$

ماس r

∴ القطر = 2m

(2) إذا كانت الزاوية الحرجة بين البنزين والهواء  $41.8^\circ$  وبين الزجاج والهواء  $37.3^\circ$  فأوجد :-  
 (أ) معامل الانكسار المطلق للبنزين ( $n_1$ ) (ب) معامل الانكسار النسبي بين البنزين والهواء ( $2n_1$ )  
 (ج) الزاوية الحرجة بين الزجاج والبنزين ( $\varphi_{c2 \rightarrow 1}$ )

$$\therefore \sin \varphi_c = \frac{1}{n_1} \therefore n_1 = \frac{1}{\sin \varphi_c} = \frac{1}{\sin 41.8} = 1.5 \quad (أ)$$

$$\therefore \sin \varphi_{c2} = \frac{1}{n_2} \therefore n_2 = \frac{1}{\sin \varphi_{c2}} = \frac{1}{\sin 37.3} = 1.65 \quad (ب)$$

$$2n_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1.5}{1.65} = 0.91$$

$$\therefore \sin \varphi_{c2 \rightarrow 1} = 2n_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1.5}{1.65} = 0.91 \quad (ج)$$

$$\therefore \varphi_{c2 \rightarrow 1} = 65.38^\circ$$

(3) إذا كانت المسافة بين الفتحتين في تجربة ينج  $0.026$  سم تكونت هدب التداخل على ستار يبعد  $100$  سم من الفتحتين . أوجد المسافة بين هدبتين متتاليتين على الستار علماً بأن الطول الموجي للضوء المستخدم  $7800$  أنجستروم .

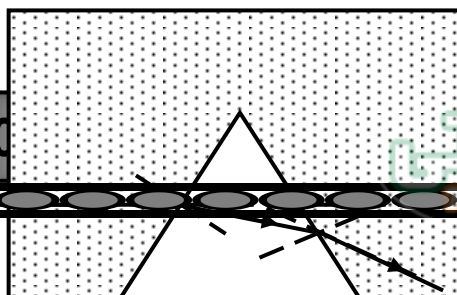
$$d = 0.026 \text{ cm} = 26 \times 10^{-5} \text{ m} , \lambda = 7800 \text{ \AA} = 7800 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$, R = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d} = \frac{7800 \times 10^{-10} \times 1}{26 \times 10^{-5}} = 3 \times 10^{-3} \text{ m} = 3 \text{ mm}$$

الحل

(4) منشور ثلاثي زاوية رأسه  $60^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $1.6$  وقاعدته على شكل مثلث متساوي الأضلاع وضع في حوض من الزجاج السميك من نفس مادة المنشور ومملوء بسائل معامل انكساره  $1.3$  . سقط شعاع ضوئي عمودي على زجاج الحوض وموازيًا لأحد أضلاع قاعدة المنشور أوجد:-  
 (1) زاوية سقوط الشعاع الضوئي على وجه المنشور .  
 (2) زاوية خروج الشعاع الضوئي من المنشور .  
 (3) زاوية الانحراف داخل المنشور .



$$n_1 = 1.3$$

$$\varphi_1 = 30^\circ \quad (1)$$

$$\sin 30 \times 1.3 = \sin \theta_1 \times 1.6 \quad (2)$$

$$\therefore \theta_1 = 24^\circ$$

$$A = \theta_1 + \varphi_2 \quad \therefore \varphi_2 = 60 - 24 = 36^\circ$$

$$\sin 36 \times 1.6 = \sin \theta_2 \times 1.3$$

$$\therefore \theta_2 = 46.33^\circ$$

$$\alpha = \theta_1 + \varphi_2 - A \quad (3)$$

$$\alpha = 30 + 46.33 - 60$$

$$= 16.33^\circ$$

(5) منشور ثلاثي زاوية رأسه  $60^\circ$  ومعامل انكسار مادته 1.533 أوجد زاوية النهاية الصغرى للانحراف .

الحل

$$\therefore n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \quad \therefore 1.533 = \frac{\sin\left(\frac{\alpha + 60}{2}\right)}{\sin(30)}$$

$$\therefore \sin\left(\frac{\alpha + 60}{2}\right) = 1.533 \times 0.5 = 0.7665$$

$$\frac{\alpha + 60}{2} = 50 \quad \therefore \alpha = 100 - 60 = 40^\circ$$

(6) منشور رقيق زاوية رأسه  $8^\circ$  معامل انكسار مادته للون الأحمر 1.52 وللون الأزرق 1.54

احسب :-  
(أ) زاوية انحراف كل لون  
(ب) الانفراج الزاوي بين اللونين .  
(ج) قوة التفريق اللوني للمنشور .

الحل

$$(i) (\alpha_o)_b = A (n_b - 1) = 8 \times (1.54 - 1) = 4.32^\circ$$

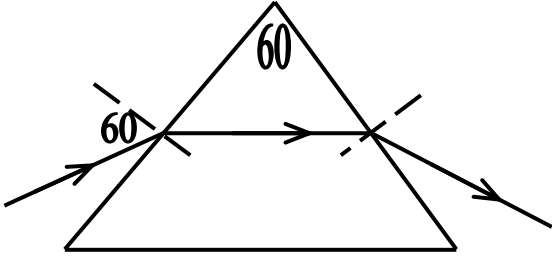
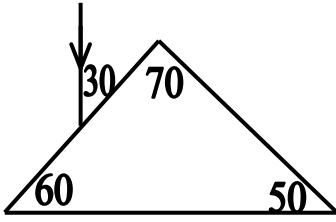
$$(\alpha_o)_r = A (n_r - 1) = 8 \times (1.52 - 1) = 4.16^\circ$$

$$(ii) (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = 4.32^\circ - 4.16^\circ = 0.16^\circ$$

$$(iii) n_y = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.54 + 1.52}{2} = 1.53$$

$$\omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.54 - 1.52}{1.53 - 1} = 0.0377$$

(7) سقط شعاع ضوئي على أحد وجهي منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 كما بالشكل المقابل. تتبع بالرسم مسار الشعاع ثم احسب :-  
 1- زاوية خروج الشعاع . 2- زاوية الانكسار .



$$n = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \theta_1}$$

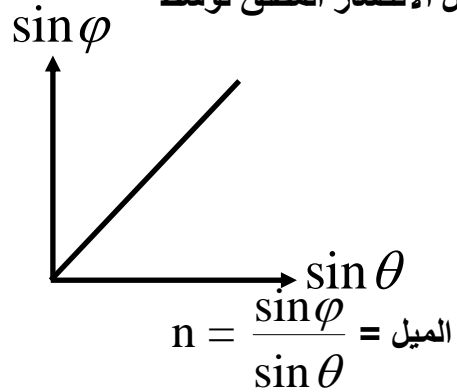
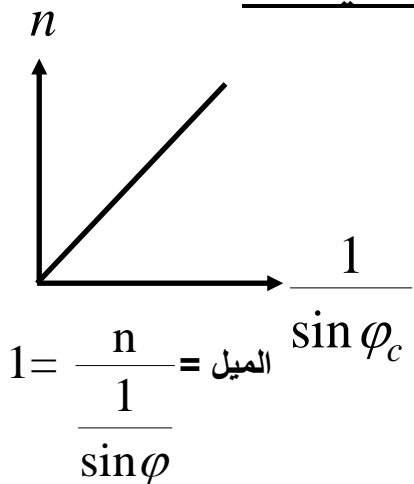
$$\sin \theta_1 = \frac{\sin 60}{1.5} = 0.577735$$

$$\therefore \theta_1 = 35.26^\circ \rightarrow (1)$$

$$A = \theta_1 + \varphi_2 \therefore 60 = 35.26 + \varphi_2 \therefore \varphi_2 = 24.73$$

$$1.5 = \frac{\sin \theta_2}{\sin 24.73} \therefore \theta_2 = 38.87^\circ \rightarrow (2)$$

العلاقات البيانية : اكتب مايساويه الميل :-  
 (1) معامل الانكسار المطلق لوسط



(2) تجربة الشق المزدوج

$\Delta y$

01066303458

(19)

$\Delta y$

Mr.A.HEGAZY

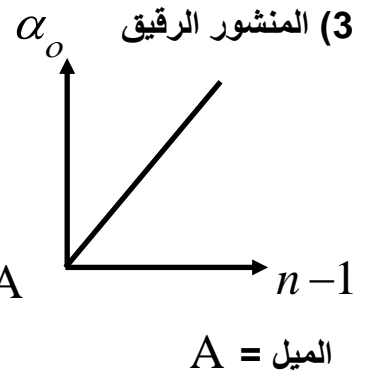
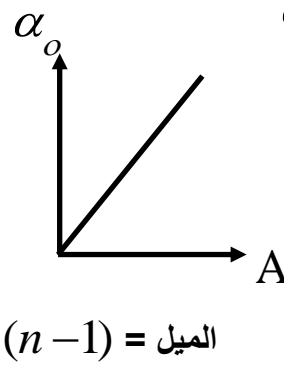
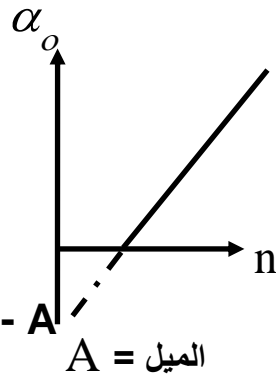
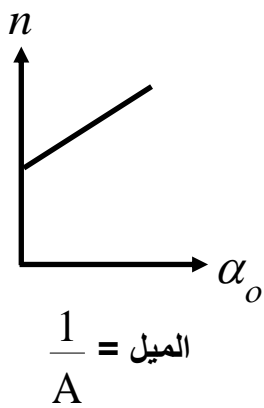
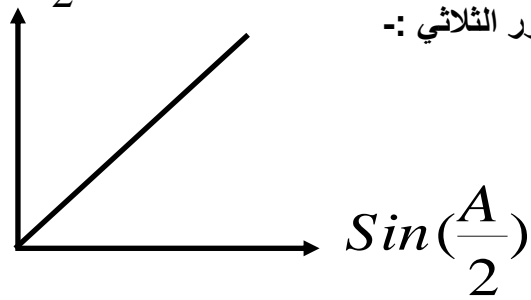
$$\frac{\lambda}{d} = \frac{\Delta y}{R} = \text{الميل}$$

$$\lambda R = \Delta y d = \frac{\Delta y}{\frac{1}{d}} = \text{الميل}$$

$$\text{Sin}\left(\frac{\alpha_o + A}{2}\right)$$

(3) المنشور الثلاثي :-

$$n = \frac{\text{Sin}\left(\frac{\alpha_o + A}{2}\right)}{\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)} = \text{الميل}$$



مسائل

(1) سقط شعاع ضوئي على سطح لوح زجاجي فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر . ووجد أن الزوايه بين الشعاعين المنعكس و المنكسر متعامدين فإذا كانت زاوية السقوط =  $60^\circ$  أوجد معامل انكسار الزجاج.

(2) سقط شعاع من الضوء ذي لون واحد على احدى وجهي منشور ثلاثي بزوايه سقوط =  $60^\circ$  فإذا علم ان الشعاع المنكسر ينعكس على الوجه الثاني للمنشور المفضل بحيث ينطبق على مساره تماما ، فأوجد معامل انكسار مادة المنشور إذا علم أن زاوية رأسه =  $30^\circ$

(3) سقط شعاع ضوئي على أحد وجهي متوازي مستطيلات فخرج من الوجه المقابل ، وكانت زاوية خروجه  $45^\circ$  ، احسب كلا من زاوية الانكسار وزاوية السقوط إذا علمت أن معامل انكسار مادة الزجاج =  $\sqrt{2}$  ( $45^\circ - 30^\circ$ )

(4) وسطان مختلفان في الكثافة الضوئية سقط شعاع في الوسط الأول على السطح الفاصل بزوايه سقوط  $60^\circ$  فانكسر في الوسط الثاني ، وكانت زاوية انكساره  $45^\circ$  ، احسب معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الثاني وأيضا معامل الانكسار من الوسط الثاني للأول .  
(1.2247 – 0.816)

(5) متوازي مستطيلات من الزجاج معامل انكساره المطلق  $\sqrt{3}$  وضع فوق مرآة مستوية ، ثم أسقط شعاع ضوئي يميل على السطح العلوي للمتوازي بمقدار  $30^\circ$  فنفذ الشعاع منكسرا داخل المتوازي ليحدث له انعكاس على سطح المرآة ويعود ثانية إلى الهواء ، وضح برسم مسار الشعاع الضوئي ، وإذا علمت أن البعد بين نقطتي السقوط والخروج في المتوازي =  $4 \text{ cm}$  ، فما قيمة سُمك المتوازي؟ ( $\sqrt{12} \text{ cm}$ )

(6) سقط ضوء أحادي اللون على الشق المزدوج في تجربة يونج ، وكانت المسافة بين هديتين مضيئتين متاليتين  $0.27 \text{ mm}$  ، وكان الحائل يبعد عن الشق المزدوج مسافة  $90 \text{ cm}$  ، وكانت المسافة بين منتصف فتحتي الشق المزدوج  $0.002 \text{ m}$  ، احسب الطول الموجي للضوء المستخدم بالإنجستروم والنانومتر وأيضا تردد هذا الضوء علما بأن سرعة الضوء في الهواء

(7) مصباح ضوئي مغمور في سائل معامل انكساره المطلق 1.39 سقطت منه على سطح السائل أربعة أشعة سقط الأول منها عمودياً ، وسقط الثاني بزاوية  $30^\circ$  والثالث بزاوية  $46^\circ$  والرابع بزاوية  $60^\circ$  على الترتيب ، وضح حسابياً ما يحدث لكل شعاع .

( الأول ينفذ على استقامته - الثاني ينفذ بزاوية  $44^\circ 02'$  - الثالث ينفذ مماساً للسطح الفاصل -

الرابع يتعكس انعكاساً كلياً )

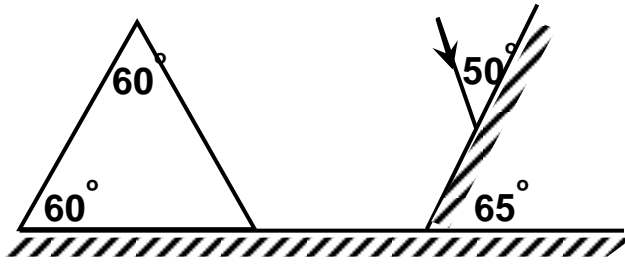
(8) غواص يغوص تحت سطح الماء على عمق 15 m من سطح الماء ، احسب نصف قطر القرص المضيء من سطح الماء والذي يراه على هذا العمق علماً بأن معامل انكسار الماء =  $\frac{4}{3}$

(17 m)

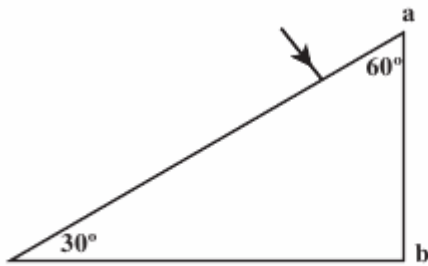
(9) حوض سباحة عمقه 6 m في جزء منه وضع مصباح كهربى يضيء قاع الحوض ارتفاعه 9 m عن سطح الحوض وبحيث يبعد عن حافة قاع الحوض بمسافة 12m ، فإذا علمت أن قاع الحوض مكون من بلاط مربع الشكل طول ضلع كل بلاطة 15 cm ، أوجد عدد

البلاط الذى يصله ضوء المصباح ، علماً بأن معامل انكسار الماء  $\frac{4}{3}$  (30 بلاطة)

(10) منشور ثلاثى أجوف متساوى الأضلاع ملئ بسائل معين فلوحظ عند سقوط شعاع ضوئى على أحد أوجهه أن زاوية الخروج = زاوية السقوط =  $45^\circ$  ، أوجد زاوية انحراف الشعاع الضوئى ، وقيمة معامل انكسار السائل .  
(  $30^\circ - \sqrt{2}$  )



11) تتبع مسار الشعاع في الشكل المقابل , وإذا كان معامل انكسار مادته  $= \sqrt{2}$  فما هي زاوية خروجه من المنشور .



12) سقط شعاع ضوئي عمودياً على وجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 ، كما هو موضح بالشكل . تتبع مسار الشعاع الضوئي داخل المنشور في كراسة إجابتك ، ثم أوجد زاوية خروجه من المنشور .

( ينعكس انعكاساً كلياً وتكون زاوية الخروج =  $48.6^\circ$  )

13) افرض أن معامل انكسار الضوء في منشور رقيق لكل من اللونين الأحمر والأزرق هما 1.48 ، 1.56 على الترتيب ، بينما معامل الانكسار لنفس الضوءين للمنشور الثاني 1.62 ، 1.69 على الترتيب ، احسب قوة التفريق اللوني لكل من المنشورين . (0.1538)

14) يوضح الجدول التالي العلاقة بين جيب زاوية السقوط في الهواء ( $\sin \phi$ ) وجيب زاوية الانكسار في الزجاج ( $\sin \theta$ ) للأشعة الضوئية .

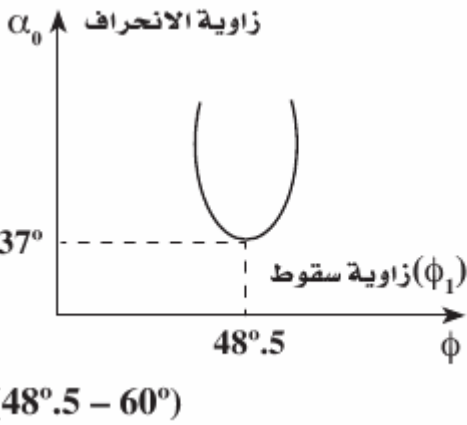
$\sin \phi$	0	0.15	0.3	a	0.6	0.75	0.9
$\sin \theta$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	b

ارسم علاقة بيانية بين ( $\sin \phi$ ) على محور الصادات (y) ، ( $\sin \theta$ ) على محور السينات (x) ، ومن الرسم . أوجد قيم كل من : ١ - a ، ٢ - معامل انكسار الزجاج .

(0.45 - 0.6 - 1.5)

15) الجدول التالي يوضح العلاقة بين زوايا انكسار شعاع ضوئي سقط على أحد وجهي منشور ثلاثي ( $\theta_1$ ) وزوايا السقوط الثانية لهذا الشعاع على الوجه الآخر للمنشور ( $\phi_2$ ) .

$\theta_1$	0	15	20	a	35	40	55
$\phi_2$	b	45	40	30	25	20	5



- 16) الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئي  $(\phi_1)$  على أحد وجهي منشور ثلاثي وزوايا الانحراف  $(\alpha_0)$  لهذا الشعاع. من القيم الموضحة بالرسم. احسب:
- 1- زاوية خروج الشعاع. 2- زاوية رأس المنشور.
  - 3- معامل انكسار مادة المنشور.

### الفصل الثالث

### خواص الموائع الساكنة

أهم المفاهيم

المائع	كل مادة قابلة للانسياب و لا تتخذ شكلا محددًا مثل السوائل والغازات
الكثافة ( $\rho$ )	هي كتلة وحدة الحجم من المادة $\leftarrow$ وحدة القياس : كجم / $m^3$ ( $kg/m^3$ )
الكثافة النسبية للمادة	هي النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة
الضغط عند نقطة (P)	هو القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة
الضغط عند نقطة في باطن سائل	وزن عمود السائل الذي قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد الرأسي بين تلك النقطة و سطح الماء
الضغط الجوي (Pa)	وزن عمود من الهواء الجوي مساحة مقطعة الوحدة وارتفاعه من سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوي . <b>ويكافئ</b> الضغط الناشئ عن عمود من الزئبق مساحة مقطعة الوحدة وارتفاعه 76 سم
المانومتر	أنبوبة ذات شعبتين على شكل حرف U تحتوي على كمية مناسبة من سائل كثافته معروفة , تتصل إحدى شعبتيها بمستودع الغاز المراد قياس ضغطه .
الضغط الانقباضي	هو أقصى ضغط للدم في الشريان عند انقباض عضلة القلب ويساوي 120 تور
الضغط الانبساطي	هو أقل ضغط للدم في الشريان عند انقباض عضلة القلب ويساوي 80 تور
قاعة ( مبدأ ) باسكال	إذا أثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل وإلى جدران الإناء الحاوي له .
الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكي ( $\eta$ )	هي النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير

ما معنى ما يأتي

كثافة الألمونيوم = 2700 كجم / $m^3$	أن كتلة وحدة الحجم من الألمونيوم = 2700 kg
الكثافة النسبية للزئبق = 13.6	ان النسبة بين كثافة الزئبق الى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة = 13.6
الضغط عند نقطة = 80 N/ $m^2$	ان القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة تساوي 80 N
ضغط السائل عند نقطة في باطنه = $1.3 \times 10^5$ N/ $m^2$	وزن عمود السائل الذي قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد الرأسي بين تلك النقطة و سطح الماء $1.3 \times 10^5$ نيوتن
الضغط الجوي = $1.013 \times 10^5$ باسكال	وزن عمود من الهواء الجوي قاعدته وحدة المساحات وارتفاعه من سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوي = $1.013 \times 10^5$ نيوتن.
فرق الضغط في إطار سيارة = 4 atm	ضغط الهواء داخل الإطار = 5 atm
ضغط الدم للإنسان العادي = $\frac{120}{80}$	الضغط الانقباضي = 120 تور و الضغط الانبساطي لهذا الشخص = 80 تور

إلى النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الكبير  
القوة المؤثرة على المكبس الصغير = 500

الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكي مترن  
500 =

### التعليقات الهامة

- 1) الكثافة صفة مميزة للمادة  
\* لأنها تعتمد على كتلة وحدة الحجم ، ولا يوجد مادتان لهما نفس الكثافة.
- 2) الكثافة تعتمد على درجة الحرارة  
\* لأن درجة الحرارة تغير من حجم الجسم والكثافة تعتمد على الحجم.
- 3) الكثافة النسبية ليس لها وحدات \* لأنها نسبة بين كميتين متماثلتين.
- 4) لا يشعر الإنسان بالضغط الجوى.  
\* يتلشى الإحساس بالضغط الخارجى لحدوث اتزان بين ضغط السوائل والغازات الموجودة داخل جسم الإنسان مع الضغط الجوى.
- 5) ضغط شخص وهو متحرك على سطح ما يكون أكبر من ضغطه وهو ثابت  
\* لأن الإنسان وهو متحرك يشغل مساحة أقل والضغط يتناسب عكسياً مع المساحة.
- 6) تنترك الأغنام أثراً على الرمال بينما يقل هذا الأثر فى حالة الجمال.  
\* لأن القوة «الوزن» عندما تؤثر على مساحة أكبر يقل الضغط فيقل التأثير وعندما تؤثر على مساحة صغيرة يزداد الضغط ويظهر التأثير.
- 7) ينصح الغواص بعدم الخروج فجأة من الماء بعد رحلة غوص.  
\* حتى لا يتعرض الغواص لاختلاف الضغط، حيث داخل الماء يتعرض لضغط كبير وعند الخروج فجأة يقل الضغط فجأة، مما يؤدي إلى انفجار للشعيرات الدموية أو الشرايين وحدوث نزيف للدم.
- 8) يزداد العمر الافتراضى لإطار السيارة عندما يكون ضغط الهواء داخله مناسباً.  
\* عندما يمتلى إطار السيارة بالهواء تحت ضغط مناسب يجعل مساحة التماس بين إطار السيارة والطريق أقل ما يمكن لذلك يقل الاحتكاك فيؤدى إلى عدم سخونة الإطار، فيؤدى ذلك إلى زيادة العمر الافتراضى للإطار.
- 9) تكون جدران السدود التى تحبس المياه سميكة عند القاعدة  
\* لأن ضغط الماء يزيد بزيادة العمق فيكون الضغط الواقع على قاعدة السد كبير.
- 10) استخدام الزئبق بدلاً من الماء فى بارومتر تورشيللى  
\* لأن كثافة الزئبق عالية ، وضغط بخاره = صفر.
- 11) فى بعض الأحيان يفضل استخدام الماء بدلاً من الزئبق فى المانومتر  
\* وذلك عند قياس فروق ضغوط صغيرة حتى يكون ارتفاع الماء ملحوظ.
- 12) النقط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى سائل متجانس تكون متساوية فى الضغط  
\* لأن جميع هذه النقط على عمق واحد من سطح السائل (h) متساوية وكثافة السائل المتجانس متساوية وبالتالي يكون الضغط متساو عند جميع النقط التى تقع فى مستوى أفقى واحد
- 13) لا يتوقف ارتفاع الزئبق داخل الأنبوبة على مساحة مقطعها  
\* لأن الضغط يكون عمودى على وحدة المساحات وليس أفقى.
- 14) إذا ارتفعت حرارة الجو لا يقل ارتفاع الزئبق داخل البارومتر  
\* لأن ارتفاع درجة حرارة الجو لا يؤثر فى الضغط الجوى .

15) أنبوبة بارومترية مملوءة بالزئبق وطولها متر نكست في حوض به زئبق ولم ظهر فراغ تورشيللي \* تكون في هذه الحالة مائلة بشرط أن لا يتجاوز ارتفاعها الرئيسي 76 سم.

16) في المانومتر قد تكون h سالبة وقد تكون موجبة

\* تكون h سالبة عندما يكون ارتفاع الزئبق في الفرع القصير أكبر من ارتفاعه في الفرع الطويل يحدث ذلك عندما يكون ضغط الغاز أقل من الضغط الجوي وتكون موجبة عندما يكون ضغط الغاز أكبر من الضغط الجوي .

17) لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات ولكنها تطبق على السوائل \* لأن الغازات قابلة للانضغاط والسوائل غير قابلة للانضغاط .

18) يمكن لرجل متوسط القوة رفع كتلة كبيرة باستخدام المكبس الهيدروليكي \* لأن المكبس الهيدروليكي يضاعف القوة .

19) زيادة الضغط على مكبس في إناء مملوء تمامًا بالسائل لا يؤدي إلى تحريك المكبس .

\* لأن السوائل غير قابلة للانضغاط وبالتالي أي زيادة في الضغط على السائل تجعل الجزيئات تدفع بعضها البعض بقوة فينتقل الضغط إلى جميع أجزاء السائل دون أن يتحرك المكبس .

20) من شروط كفاءة المكبس عدم وجود فقاعات هوائية في السائل المستخدم .

\* لأن خلو السائل من الفقاعات الهوائية يؤدي إلى انتقال الضغط كاملاً إلى السائل وجدران الإناء الحاوي له .

\* أما في حالة وجود فقاعات هوائية يحدث نقص في كفاءة التشغيل ، حيث يستهلك جزء من الضغط المؤثر في تقليل حجم الغاز في الفقاعات ، لأن الغازات قابلة للانضغاط .

21) لا تصل كفاءة المكبس إلى 100% \* يرجع ذلك لعدة احتمالات، وهي:

- (أ) وجود فقاعات غازية في السائل المستخدم. (ب) المكبس غير ممتلئ تمامًا بالسائل. (ج) وجود قوى احتكاك كبيرة بين المكبس وجدار الإناء.

### العوامل التي يتوقف

■ العوامل التي تتوقف عليها الكثافة :

- ① نوع المادة . ② درجة حرارتها .

■ العوامل التي يتوقف الضغط:

$$① \text{ القوة المؤثرة } P \propto F \quad ② \text{ المساحة المتأثرة } P \propto \frac{1}{A}$$

■ العوامل التي يتوقف عليها الضغط عند نقطة في باطن سائل :

- ① كثافة السائل  $\rho$  ② وارتفاعه h ③ عجلة الجاذبية g تختلف باختلاف المكان

■ العوامل التي يتوقف عليها الضغط الجوي:

- ① سمك الطبقة الهوائية. ② عجلة الجاذبية الأرضية. ③ موقع المكان على خط العرض.

### العلاقات البيانية

m (Kg)

01066303458

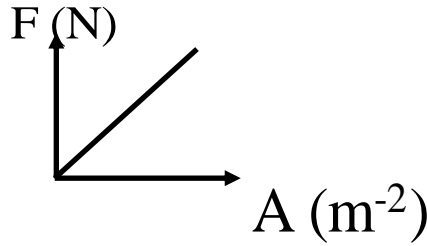
(27)

Mr.A.HEGAZY

(1) الكثافة

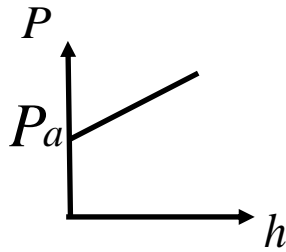
$$\rho = \frac{m}{V_{ol}} = \text{الميل}$$

(2) الضغط عند نقطة

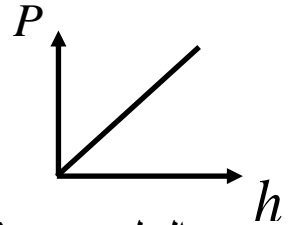


$$P = \frac{F}{A} = \text{الميل}$$

(3) الضغط عند نقطة في باطن سائل



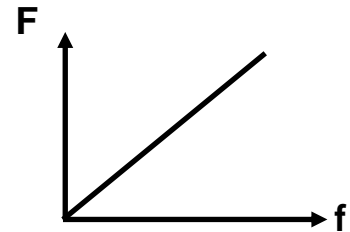
الميل =  $\rho g$  (السائل معرض للهواء الجوي)



الميل =  $\rho g$  (السائل غير معرض للجو)

(4) المكبس الهيدروليكي :-

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{y_1}{y_2} = \text{الميل}$$



القوانين وأفكار حل  
المسائل

الكثافة والضغط

1- في حالة خلط مادتين أو أكثر ولم يحدث بينهما تفاعل { لا يحدث تغير في الحجم } فإن

$$M = m_1 + m_2$$

خليط

$$V = v_1 + v_2$$

خليط

2- في حالة خلط أو مزج ويحدث بينهما تفاعل { يحدث تغير في الحجم } فإن

$$\therefore \rho_{\text{خليط}} V = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 \quad V = v_1 + v_2$$

$$M = m_1 + m_2$$

3- القوة المؤثرة على سطح ما مساحته A ويؤثر عليه ضغط P تساوي  $F = PA$

4- إذا كان لدينا جسم في باطن سائل (غواصة مثلاً) فإن الضغط عليها  $P = P_a + \rho g h$

ولكن لا نكتب  $P_a$  في الحالات الآتية :- (أ) إذا ذكر في المسألة (حفظ الضغط داخلها عند  $P_a$ )

(ب) إذا ذكر في المسألة (أقصى ضغط تتحمله الغواصة)

5- إذا كان لدينا أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع وبها سائل فعند انخفاض السائل في أحد فرعيها بمقدار h فإنه يرتفع في الآخر بمقدار 2h .

6- إذا كانت الأنبوبة غير منتظمة المقطع ينتقل نفس الحجم من الفرع إلى الفرع الآخر وبمعلومية النسبة بين مساحتي مقطع الأنبوبة يمكن تعيين ارتفاع السائل في الفرع الآخر.

7- يمكن استخدام البارومتر الزئبقي في تعيين طول جبل أو مبنى كالآتي:-

$$\rho g (h_1 - h_2) = \rho g h \quad \text{هواء (مبنى) زئبق (بارومتر)}$$

حيث  $h_1$  القراءة أسفل المبنى ،  $h_2$  القراءة أعلى المبنى ، h ارتفاع المبنى

8- إذا قال شمس شخص بمانومتر والمطلوب حساب الضغط في الرئة وكذلك احسب الضغط عند سطح البحر:-

$$P = P_a - \rho g h$$

9- إذا قال نفخ شخص في مانومتر والمطلوب حساب ضغط الرئتين وكذلك احسب الضغط أسفل سطح البحر:-

$$P = P_a + \rho g h$$

10- إذا كان المانومتر مائي فلا يصح اعتبار h للماء كقيمة للضغط بل يجب أن يحول فرق ارتفاع الماء إلى ما يناظره زئبق كالآتي:

$$h = \rho_{\text{ماء}} h = \rho_{\text{زئبق}} h$$

### أمثلة على الكثافة والضغط

\* مثال:- احسب قطر كرة من الحديد كتلتها 33.4096 جرام وكثافة مادتها 7980 كجم/م<sup>3</sup>

الحل: حجم الكرة (القطرة أو الفقاعة أو الوعاء الكروي) =

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times r^3 \therefore V = \frac{m}{\rho} = \frac{33.4096 \times 10^{-3}}{7980}$$

$$\therefore r = \sqrt[3]{\frac{21 \times 33.4096 \times 10^{-3}}{88 \times 7980}} = 9.996968 \times 10^{-3} m$$

$$\therefore r = 0.01m = 1cm \Leftrightarrow 2r = 2cm$$

قطر كرة الحديد = 2 سم

**مثال:** خليط مكون من سائلين نسبة أحدهم فيه 30% وكثافته النسبية 0.6 والآخر كثافته النسبية 0.8 ، أوجد كثافة الخليط ؟

**الحل:**  $M = m_1 + m_2$  كتلة الخليط  $\rho V = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2$

$$\rho \times \frac{100}{100} = 0.6 \times 10^3 \times \frac{30}{100} + 0.8 \times 10^3 \times \frac{70}{100} \therefore \rho_{\max} = 740 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

**\* مثال:** مكعب طول ضلعه 10 سم ومتوازي مستطيلات أبعاده 10, 20, 30 سم من نفس المادة - فأوجد مساحة وجه المتوازي الذي يوضع عليه ليحث نفس الضغط الذي يحدثه المكعب

**\* الحل:** الضغط للمكعب (P) = الضغط للمتوازي (P)

$$\frac{F}{A} = \frac{F}{A} \therefore \frac{mg}{A} = \frac{mg}{A} \therefore \frac{\rho g V}{A} = \frac{\rho g V}{A}$$

$$\therefore \frac{10 \times 20 \times 30}{A} = \frac{1000}{100} \therefore A = 600 \text{ cm}^2$$

**\* مثال:** سيارة كتلتها 1.2 طن والضغط الواقع على كل عجلة من عجلاتها الأربعة  $1.5 \times 10^5$  نيوتن / م<sup>2</sup> وبفرض أن الضغط متساوي على العجلات فأوجد المساحة من كل إطار التي تماس سطح الأرض (g = 10 م/ث<sup>2</sup>)

**\* الحل:** نيوتن  $mg = 1200 \times 10 = 12 \times 10^3$  = وزن السيارة  
الوزن الذي تحمله كل عجلة

$$W = \frac{12 \times 10^3}{4} = 3 \times 10^3 \therefore A = \frac{F}{P} = \frac{3000}{1.5 \times 10^5} = 0.02 \text{ m}^2 = 2 \text{ cm}^2$$

المساحة السطحية = 2 سم<sup>2</sup>

**مثال:** طبقة من الماء سمكها 55 سم تستقر فوق طبقة من الزئبق سمكها 30 سم ما الفرق في الضغط عند نقطتين إحداهما عند السطح الفاصل بين الماء والزئبق الأخرى عند قاع طبقة الزئبق (p الماء = 1000 كجم/م<sup>3</sup>، ρ الزئبق = 13600 كجم/م<sup>3</sup>، g = 10 م/ث<sup>2</sup>)

**الحل:** فرق الضغط بين أ، ب = الماء عند (أ)  $P_A$  -  $P_B$  الزئبق عند (ب)

55 سم ماء أ  
زئبق 30 سم ب

$$\rho g h = \rho g h + \rho g h - \rho g h = \Delta P$$

$$\text{وزن عمود الزئبق لوحدة المساحات} = 30 \times 10^{-2} \times 10 \times 13600$$

$$\text{فرق الضغط بين أ، ب} = 408 \times 10^2 \text{ نيوتن / م}^2$$

**مثال:** غواصة حفظ الضغط داخلها عند الضغط الجوي أوجد القوة المؤثرة على قمرة الغواصة إذا كان قطرها 42 سم ومركزها على عمق 80 متر من سطح البحر علما بأن كثافة ماء البحر = 1030 كجم / م<sup>3</sup>  
**الحل:** الضغط داخل الغواصة P يعادل الضغط الجوي Pa على سطح البحر

$$P = Pa + \rho \cdot g \cdot h - Pa \therefore P = \rho \cdot g \cdot h \therefore P = 1030 \times 80 \times 9.8 = 8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$A = \pi \cdot r^2 = \frac{22}{7} \times 0.21 \times 0.21 = 0.1386 \text{ m}^2 \text{ (A) والمساحة}$$

$$F = P \cdot A = 0.1386 \times 8 \times 10^5 = 1.1088 \times 10^5 \text{ N}$$

**مثال:**  
أنبوبة ذات فرعين ملئت لنصفها ماء، ثم صب زيت بأحد فرعيها فارتفع الماء بالفرع الأخر عن موضعه الأصلي 8 سم أحسب ارتفاع الزيت إذا كانت كثافة الزيت 880 كجم / م<sup>3</sup>  
**الحل:** الماء ارتفع 8 سم عن موضعه الأصلي يصبح ارتفاع الماء 16 سم عن السطح الفاصل  
 $\rho_w h_w = \rho_o h_o \quad 880 \times h_1 = 1000 \times 0.16 \quad h_1 = 18.18 \text{ cm}$

**مثال:**  
أنبوبة ذات شعبتين رأسييتين مساحة مقطع أحد فرعيها ضعف الأخر وارتفاعها 70 سم ملئت إلى منتصفها بالماء ثم صب في الطرف المتسع زيت إلى أن امتلأ لفوهته فكم يكون ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل إذا علمت أن الكثافة النسبية للزيت 0.8 ، للماء 1  
**الحل:**

$$\therefore P_B = P_A \therefore \rho_1 \times h_1 = \rho_2 \times h_2 \therefore 800 \times (35 + x) = 1000 \times 3x$$

$$28000 + 800X = 3000 \therefore X \cdot 28000 = 2200X$$

$$\therefore X = \frac{28000}{2200} = 12.7 \text{ cm} \therefore H_{oil} = 12.7 + 35 = 47.7 \text{ cm}$$

**مثال:**  
عمود من الزئبق ارتفاعه 70 سم في أنبوبة بارومترية، أوجد مقدار الضغط الذي يمثله هذا العمود بوحدات الضغط الجوي علما بأن  $g = 9.8 \text{ م/ث}^2$  كثافة الزئبق 13600 كجم / م<sup>3</sup>  
**الحل:**

$$1- \text{بوحدّة التور (مم ز)} \quad P = 70 \times 10 = 700 \text{ torr}$$

$$2- \text{بوحدّة باسكال} \quad P = \rho g h = 13600 \times 9.8 \times 0.7 = 0.93296 \times 10^5$$

$$P = \frac{0.93296 \times 10^5}{10^5} = 0.93296 \quad \text{بار} \quad 3-$$

$$4- \text{ جو} \quad \frac{70}{76} = 0.921 \quad \text{أو} \quad \frac{0.93296 \times 10^5}{1.013 \times 10^5} = 0.92098 \quad \text{جو}$$

مثال: عند سفح جبل بارومتر يقرأ  $1.013 \times 10^5$  باسكال بينما يقرأ  $10^5$  باسكال عند قمة هذا الجبل فإذا علمت أن الكثافة النسبية للهواء بهذا المكان  $0.0013 \text{ g/cm}^3$  أوجد ارتفاع الجبل؟

الحل: فرق الضغط لعمود الهواء = فرق الضغط الناتج عن فرق قراءتي البارومتر

$$\Delta P = \rho_{\text{Hg}} g H = (P_1 - P_2) \quad 1.3 \times 10^3 \times H = (1.013 \times 10^5 - 10^5)$$

$$H = \frac{0.013 \times 10^5}{1.3} \quad \text{ارتفاع الجبل} = 100 \text{ متر}$$

13

مثال: بارومتر زئبقي ارتفاع الزئبق فيه 76 سم عند الطابق الأرضي والطابق العلوي 74.6 سم، احسب ارتفاع المبنى إذا كان متوسط كثافة هواء المبنى 1.27، للزئبق 13600 كجم/م<sup>3</sup>

$$\Delta P = \rho_{\text{Hg}} g (h_1 - h_2) = \rho_{\text{air}} g H \quad \therefore H = \frac{(h_1 - h_2) \rho_{\text{Hg}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$\therefore H = \frac{(76 - 74.6) \times 10^{-2} \times 13600}{1.27} = 150 \text{ m}$$

مثال: في إحدى الاختبارات لكفاءة الرنتين يطلب من المريض أن ينفخ بكل قوته عمود من زئبق في أحد فرعي مانومتر فيرتفع الزئبق 6 سم بالأخر فما قيمة الضغط داخل رئة المريض؟

الحل: الضغط داخل رئتي المريض

$$P = P_a + \rho g h \quad P = 0.82 \times 13600 \times 9.8 = 1.09 \times 10^5 \text{ n.m}^{-2}$$

$$\therefore P = 76 + 6 = 82 \text{ cmHg}$$

مثال: إذا كان ارتفاع الزئبق بالفرع المفتوح الخالص للمانومتر أعلى من الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 4 سم أحسب ضغط الغاز المحبوس بوحدة:-

جـ بالباسكال  $\text{N/m}^2$

ب- الضغط الجوي

ا- السمم زئبق  $\text{cm.Hg}$

هـ بالتور  $\text{Torr}$

د- بالبار  $\text{bar}$

$$P = P_a + h = 76 + 4 = 80 \text{ cm.Hg} \quad \text{أ-}$$

الحل:

$$P_{\text{atm}} = \frac{P_{\text{gass}}}{P_a} = \frac{80 \text{ cmHg}}{76 \text{ cmHg}} = 1.0526 \text{ atm} \quad \text{ب-}$$

$$\text{ج-} \quad P_{\text{atm}} \times P_a = 1.0526 \times 1.013 \times 10^5 = 1.06628 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = \text{للغاز بالباسكال}$$

د-  $P = 1.06628 \text{ bar}$  بالبار هـ  $P = 800 \text{ Torrs}$  بالتور (مم ز)

### المكبس الهيدروليكي

1- تبعاً لقانون بقاء الطاقة يكون الشغل المبذول واحد أسفل المكبسين ( لا يوجد فقد في الطاقة )  
و تكون كفاءة المكبس = 100% نعوض في القانون :-

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{S_1}{S_2}, \quad f S_1 = F S_2$$

$$\eta = \frac{FS}{fs} \quad \text{2- إذا كانت كفاءة المكبس = 100\%}$$

3- إذا كان أحد المكبسين أعلى من الآخر فإن  $\frac{F}{A} \neq \frac{f}{a}$  فمثلاً إذا كان المكبس الصغير

$$\frac{f}{a} + \rho g h = \frac{F}{A} \quad \text{أعلى من المكبس الكبير فإن معادلة الاتزان :}$$

### مسائل على المكبس الهيدروليكي

- 1) مكبس هيدروليكي النسبة بين قطري مكبسيه 2 : 5 أثر على مكبسه الصغير قوة قدرها 400 N أوجد :  
(أ) أكبر كتلة توضع على المكبس ليحدث الاتزان .  
(ب) الفائدة الآلية .  
(ج) مقدار الضغط على كل من المكبسين .  
(د) المسافة التي يتحركها المكبس الصغير إذا تحرك الكبير 2 cm  
الحل: (أ)

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} \therefore \frac{F}{400} = \frac{25}{4} \therefore F = 2500N \Rightarrow m = \frac{F}{g} = \frac{2500}{10} = 250kg$$

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} = \frac{25}{4} \quad \text{(ب)}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi R^2} = \frac{2500}{3.14 \times (2.5 \times 10^{-2})^2} = 1.27 \times 10^6 N / m^2 \quad \text{(ج)}$$

$$fy_1 = Fy_2 \Rightarrow 400 \times y_1 = 2500 \times 2 \therefore y_1 = 12.5cm \quad \text{(د)}$$

مسائل على الفصل  
الثالث

(1) وعاء كتلته فارغاً 40 g وكتلته مملوءاً بالماء 80g وكتلته مملوءاً بسائل 70g عند نفس درجة الحرارة . احسب قيمة كل من كثافة السائل وكثافته النسبية .

(2) إناء أسطوانى الشكل نصف قطر قاعدته 3.5 m يحتوى على سائل ارتفاعه 2 m وكانت

كثافة السائل  $950 \text{ kg/m}^3$  بفرض أن الضغط الجوى يعادل 76 cm Hg وكثافة

الزئبق  $13600 \text{ Kg/m}^3$  وعجلة الجاذبية  $10 \text{ m/s}^2$  احسب :

١ - ضغط السائل على قاع الإناء . ٢ - الضغط الكلى المطلق على قاع الإناء .

٣ - القوة الكلية المؤثرة على القاع .

(3) إطار سيارة يلزمه فرق ضغط قدره  $4.5585 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  احسب القيمة المطلقة

لضغط الهواء داخل الإطار وما يعادلها بوحدة الضغط الجوى .

( $\text{Pa} = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  الضغط الجوى)

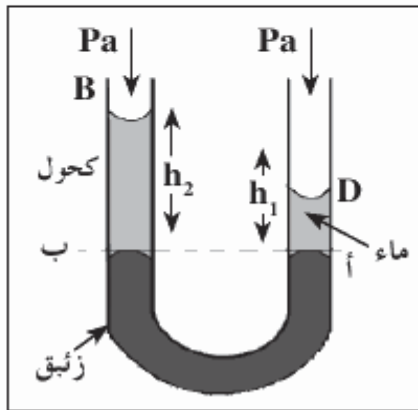
(4) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع صب بها كمية زئبق فأصبح ارتفاعه فى الفرعين

متساوياً . صب فى أحد الفرعين ماء حتى أصبح ارتفاعه 25 cm احسب ارتفاع عمود

الكحول اللازم صبه فى الفرع الآخر حتى يعود مستوى سطحى الزئبق فى الفرعين إلى

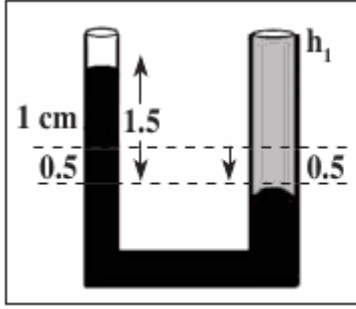
مستواه الأسمى ، علماً بأن الكثافة النسبية لكل من الماء والكحول 1 , 0.78 على

الترتيب .

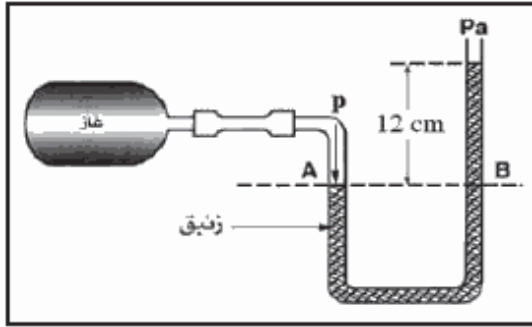


(5)

أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعيها  $1 \text{ cm}^2$  ،  $2 \text{ cm}^2$  على الترتيب صب فيها كمية من الزئبق . ثم صب في الفرع المتسع ماء فانخفض سطح الزئبق فيه بمقدار  $\frac{1}{2} \text{ cm}$  ما مقدار ارتفاع الماء ، علماً بأن كثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$  وكثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$  ؟



(6)



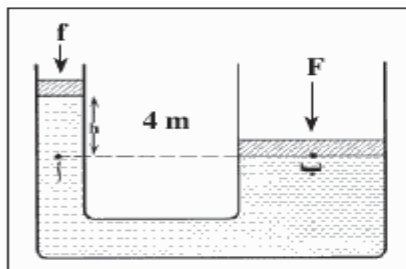
في الشكل الموضح عين ضغط الغاز المحبوس بكل من وحدات :  
 ( أ ) سم نرى ( ب ) نيوتن / م<sup>2</sup> .  
 ( ح ) الضغط الجوي . ( د ) البار .  
 ( هـ ) التور .

( الضغط الجوي =  $76 \text{ cm Hg}$  ،  $\rho$  للزئبق =  $13600 \text{ kg/m}^3$  ،  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  )

(7)

عند طبيب الأمراض الصدرية قام مريض بالنفخ بأقصى قوته في الفرع القصير لبارومتر زئبقى فارتفع الزئبق في الفرع الخالص عنه في الفرع المتصل بفمه بمقدار  $6.5 \text{ cm}$  ما قيمة الضغط داخل رئتي المريض بالبار علماً بأن الضغط الجوي  $76 \text{ cm Hg}$  وكثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$  وعجلة الجاذبية  $9.8 \text{ m/s}^2$  ؟

(8)



مكبس هيدروليكي كالمبين بالرسم ، كتلة مكبسه الكبير  $250 \text{ kg}$  ومكبسه الصغير مهمل الكتلة ومساحة مقطع المكبس الكبير  $500 \text{ cm}^2$  والصغير  $25 \text{ cm}^2$  .  
 ما مقدار القوة اللازم التأثير بها على المكبس الصغير الجاذبية  $9.8 \text{ m/s}^2$  ؟

8- الجدول التالي يوضح العلاقة بين الضغط  $P$  عند نقطة في باطن بحيرة وعمق هذه النقطة  $h$  عن سطح البحيرة والمطلوب رسم علاقة بيانية بين الضغط  $P$  ممثلاً على المحور الرأسى وعمق النقطة  $h$  ممثلاً على المحور الأفقى؟ ومن الرسم البيانى أوجد :

h متر	4	8	12	16	20
P بار	1.4	1.8	X	2.6	3

- [ أ ] قيمة الضغط (X) المقابل للعمق 12 متر.  
 [ ب ] قيمة الضغط الجوى فوق سطح البحيرة وقت إجراء التجربة بوحدات نيوتن/م<sup>2</sup>.

## الفصل الرابع

### خواص الموائع

#### أهم المفاهيم

عندما يتحرك المائع (سائل أو غاز) بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة في نعومة ويسر	السريان الهادئ (الانسيابى - المستقر)
إذا زادت سرعة المائع عن حد معين يتحول السريان إلى سريان مضطرب يتميز بوجود دوامات دائرية .	السريان المضطرب
هو المسار الذى يتخذه عنصر (جزء) من السائل أثناء انتقاله داخل الأنبوبة من طرف إلى الطرف الآخر.	خط الانسياب
يقدر بعدد خطوط الانسياب التى تمر عمودياً بوحدة المساحات التى تمر بتلك النقطة.	معدل سريان سائل عند نقطة
حجم السائل الذى ينساب فى وحدة الزمن عند أى مقطع فى أنبوبة سريان مستقر.	معدل الانسياب الحجمى
كتلة السائل الذى ينساب فى وحدة الزمن عند أى مقطع فى أنبوبة	معدل الانسياب الكتلنى

سريان مستقر.	معادلة الاستمرارية
تناسب سرعة سريان المائع عند أى نقطة فى الأنبوبة تناسباً عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة.	اللزوجة
هى الخاصية التى تتسبب فى وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل تعوق انزلاقها فوق بعضها.	معامل اللزوجة
هو القوة المماسية المؤثرة فى وحدة المساحات وتنتج عنها فرق فى السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة.	

### أهم التعليقات

- (1) عندما تضيق فوهة أنبوبة يندفع فيها الماء بسرعة .  
\* لأن سرعة الاندفاع تتناسب عكسياً مع المساحة.
- (2) سرعة سريان الدم فى الشعيرات المتفرعة من الشرايين بطيئة جداً .  
\* وذلك لإتاحة الفرصة لتبادل الغازات والمواد الغذائية.
- (3) يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب (مدبب) فى إطفاء الحريق .  
\* لوجود علاقة عكسية بين سرعة الانسياب ومساحة المقطع فى السريان المستقر الهادئ لذلك تزداد سرعة اندفاع الماء وبالتالي تصل لمسافات بعيدة فىمكن إطفاء الحرائق .
- (4) يصعب السباحة فى وسط النهر ضد التيار .  
\* لأن سرعة حركة طبقات الماء تزداد كلما ابتعدنا عن الطبقة الساكنة الملاصقة لجدار النهر لذلك تكون سرعة الماء فى الوسط أكبر ما يمكن.
- (5) يستخدم الباراشوت للقفز من الطائرة .  
\* للعمل على انتظام سرعة الهبوط للأرض وذلك لأنه عندما يهبط يكون وزنه أكبر من قوة دفع الهواء عليه فتزداد سرعته وعندما تزداد سرعته تزداد قوة مقاومة الهواء لحركته (اللزوجة) فتقل سرعة هبوطه وفى هذه الحالة يتساوى وزنه مع مجموع قوتى دفع الهواء واللزوجة.
- (6) عندما يشتد الهواء يلجأ السائق الذكى لإبطال موتور السيارة .  
\* لأن زيادة سرعة السيارة عن حد معين تزيد من مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته والتى تتناسب مع مربع سرعة السيارة وهنا يستخدم الوقود لمقاومة الهواء.
- (7) بعض السوائل لزوجتها كبيرة .  
\* لأنه يتولد بين طبقات السائل قوة شبيهة بقوة الاحتكاك تعوق انزلاق طبقاته فوق بعضها البعض.
- (8) لا يستخدم الماء فى تزييت الآلات ويفضل استخدام الزيت .  
\* لأن الماء لزوجته أقل فلا يلتصق بأجزاء الآلة بينما الزيت لزوجته أكبر فيلتصق بأجزاء الآلة.
- (9) سرعة الترسيد تساعد الطبيب على معرفة الحجم الطبيعى لكرات الدم الحمراء .  
\* لأن السرعة النهائية لسقوط كرات الدم خلال البلازما تتناسب مع مربع نصف قطر كرة الدم.

10) في مرض فقر الدم ( الأنيميا ) تقل سرعة الترسيب وفي الحمى الروماتيزية تزداد .

✱ لأن كرات الدم الحمراء تتكسر فيقل حجمها وبالتالي تقل سرعة الترسيب أما في الحمى الروماتيزية تتلاصق كرات الدم فيزداد حجمها وتقل سرعة الترسيب .

11) نشاهد تراكم نبات ورد النيل على جانبي النهر ، بينما يكون متحركاً في منتصف النهر .

✱ لأنه طبقاً لقانون اللزوجة تكون سرعة ماء النهر أكبر ما يمكن عند المنتصف، وتقل تدريجياً إلى أن تصل إلى نهايتها الصغرى عند جانبي النهر لكبر قوى التلاصق بين الماء والشاطئ لذلك يتراكم نبات ورد النيل على الجانبين .

### وحدات قياس بعض الكميات

الوحدة المكافئة	الوحدة	الكمية الفيزيائية التي تقاس بها
نيوتن.ث/م <sup>2</sup> = جول. ث / م <sup>3</sup> = كجم.م <sup>1</sup> .ث <sup>-1</sup>	باسكال . ثانية	معامل اللزوجة
	m <sup>3</sup> / s	معدل السريان الحجمي
	kg / s	معدل السريان الكتلي

### العوامل التي تتوقف

■ العوامل التي تتوقف عليها معدل الانسياب الحجمي :

① مساحة مقطع الأنبوبة ② سرعة الانسياب

■ العوامل التي تتوقف عليها معدل الانسياب الكتلي :

① مساحة مقطع الأنبوبة ② سرعة الانسياب ③ كثافة السائل

■ العوامل التي تتوقف عليها قوة اللزوجة:

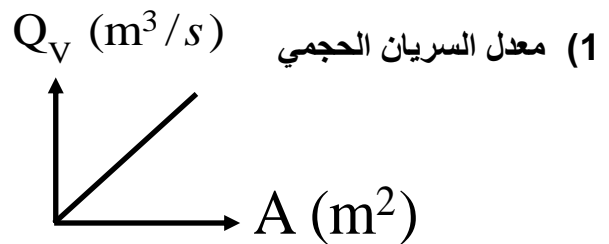
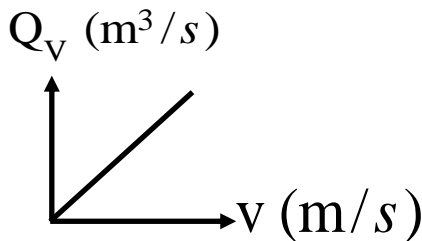
① مساحة اللوح المتحرك ( A ) طردى ② فرق السرعة بين طبقتين من السائل ( V ) طردى

③ المسافة الفاصلة بين اللوحين ( S ) عكسى

■ معامل لزوجة سائل :

① نوع السائل ② درجة الحرارة .

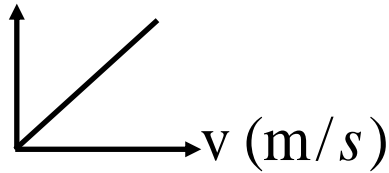
### العلاقات البيانية



$$A = \frac{Q_v}{v} = \text{الميل}$$

$$v = \frac{Q_v}{A} = \text{الميل}$$

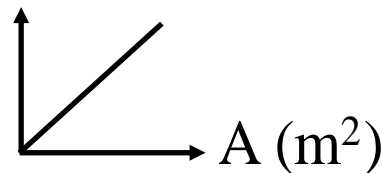
$Q_m$  (kg/s)



$$\rho A = \frac{Q_m}{v} = \text{الميل}$$

$Q_m$  (Kg/s)

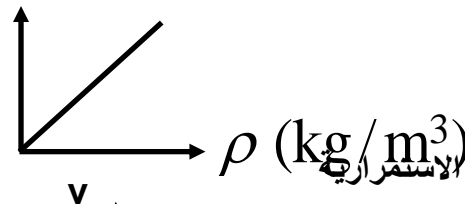
(2) معدل السريان الكتلي



$$\rho v = \frac{Q_m}{A} = \text{الميل}$$

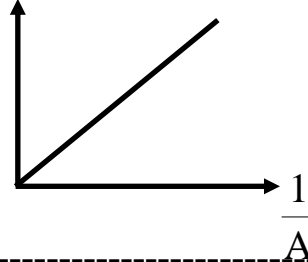
$$Q_v = Av = \frac{Q_m}{\rho} = \text{الميل}$$

$Q_m$  (Kg/s)

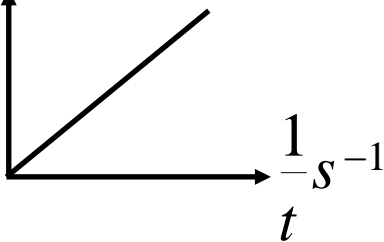


(3) معادلة الاستمرارية

$$Q_v = \frac{v}{\frac{1}{A}} = Av = \text{الميل}$$

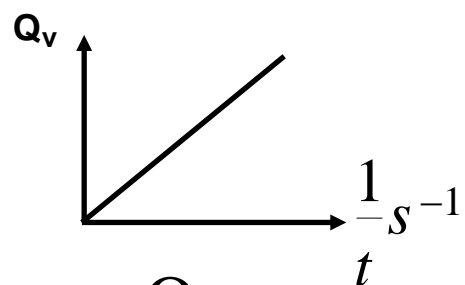


$Q_m$



$$m = \frac{Q_m}{\frac{1}{t}} = At = \text{الميل}$$

(4) العلاقة بين معدل السريان والزمن



$$V_{ol} = \frac{Q_v}{\frac{1}{t}} = At = \text{الميل}$$

F (N)

01066303458

(39)

F (N)

Mr. A. HEGAZY

(5) قوة اللزوجة

$\frac{1}{d}$  (m<sup>-1</sup>)

$$\frac{\eta_{vs} \cdot v}{d} = \frac{F}{A} = \text{الميل} \quad \eta_{vs} \cdot A \cdot v = \frac{F}{d} = \text{الميل}$$

$$\frac{\eta_{vs} \cdot A}{d} = \frac{F}{v} = \text{الميل}$$

### أهم القوانين

$Q_v = Av$	معدل السريان الحجمي :
$Q_m = \rho Q_v = \rho Av$	معدل السريان الكتلي
$\frac{\text{حجم الخزان}}{\text{معدل السريان الحجمي}} = \text{الزمن اللازم بالثواني}$	حساب الزمن اللازم لملئ خزان
$A_1 \times v_1 = n A_2 \times v_2$	معادلة الاستمرارية (معادلة السريان)
$F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$	- قوة اللزوجة
$\eta_{vs} = \frac{Fd}{Av}$	- معامل اللزوجة

### أمثلة

#### محاولة

1) شريان رئيسي تدفق فيه الدم بسرعة  $0.08\text{m/s}$  يتفرع إلى 150 شعيرة دموية قطر كل منها  $\frac{1}{8}$  قطر

الشريان أحسب سرعة الدم في كل شعيرة

$$A_1 V_1 = n \times A_2 V_2 \quad \longrightarrow \quad \pi r_1^2 v_1 = n \times \pi r_2^2 v_2$$

$$v_2 = \frac{r_1^2 v_1}{n r_2^2} = \frac{(8)^2 \times 0.08}{150 \times (1)^2} = 0.034 \text{ m/s}$$

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

$$F = \eta_{vs} \frac{A v}{d}$$

$$F = \frac{4 \times 0.01 \times 12.5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 2.5 \text{ N}$$

### مسائل

- (1) أنبوبة يسرى بها سائل مساحة مقطعها عند نقطة ( أ )  $8 \text{ cm}^2$  ، وعند نقطة أخرى ( ب )  $1.6 \text{ cm}^2$  ، فإذا كانت سرعة الماء عند ( أ )  $15 \text{ m/s}$  ، احسب :
- ١ - سرعة السائل عند ( ب ) .
  - ٢ - حجم السائل المنساب خلال دقيقة .
  - ٣ - كتلة السائل المنساب خلال  $\frac{1}{4}$  ساعة علمًا بأن كثافة السائل  $800 \text{ kg/m}^3$
  - ٤ - الزمن اللازم لملء إناء سعته  $500 \text{ liter}$  بهذا السائل .

- (2) أنبوبة تدخل منزلاً قطرها  $4 \text{ cm}$  ، وسرعة سريان الماء بها  $0.2 \text{ m/s}$  تضيق حتى يصبح قطرها في نهايتها  $2 \text{ cm}$  . احسب :
- ( أ ) سرعة سريان الماء في نهاية الأنبوبة الضيق .
  - ( ب ) معدل حجم الماء المنساب خلال أى مقطع من مقاطع الأنبوبة .
  - ( ح ) كتلة الماء المنساب خلال  $5 \text{ min}$  ، علمًا بأن  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$  ،  $\pi = 3.14$

(  $0.8 \text{ m/s} - 2.512 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} - 75.36 \text{ kg}$  )

(3) صفيحة معدنية على شكل مستطيل أبعاده  $(5\text{cm}) \times (4\text{cm})$  ، وضعت فوق صفيحة معدنية مساحتها كبيرة ، وكان بينهما طبقة من السائل سمكها  $2\text{mm}$  ، فإذا علمت أنه لزم التأثير على الصفيحة العليا بقوة مقدارها  $0.4\text{N}$  لتتحرك بسرعة  $20\text{ cm/s}$  . احسب معامل اللزوجة للسائل .  
( $2\text{ kg m}^{-1}\text{ s}^{-1}$ )

(4) الجدول التالي يوضح العلاقة بين سرعة سريان سائل  $(V)\text{ m/s}$  ، ومقلوب مساحة مقطع الفوهة  $(\frac{1}{A})\text{ m}^{-2}$

سرعة السريان $V(\text{m/s})$	2	3	5	6	y
مقلوب المساحة $\frac{1}{A} (\text{m}^{-2})$	0.02	x	0.05	0.06	0.08

ارسم العلاقة البيانية بحيث تكون سرعة السريان على المحور الرأسي ، ومقلوب مساحة المقطع للفوهة على المحور الأفقى .  
ومن الرسم أوجد قيمة x ، y  
ومن الرسم أوجد حجم السائل الذى ينساب خلال الثانية الواحدة .  
( $0.03\text{ m}^{-2} - 8\text{ m/s}$ )  
( $100\text{ m}^3/\text{s}$ )

## قوانين الغازات

### أهم المفاهيم

يتناسب حجم كمية معينه من غاز تناسباً عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة . أو عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل ضرب حجم كمية معينه من غاز فى ضغطها مقدارا ثابتا .	<u>قانون بويل</u>
هو مقدار الزيادة فى وحدة الحجم من الغاز وهى فى درجة الصفر سليزيوس إذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة عند ثبوت الضغط أو هو النسبة بين الزيادة فى حجم الغاز الى حجمه الاصلى عند صفر سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره درجة واحدة عند ثبوت الضغط	<u>معامل التمدد الحجمى <math>\alpha_v</math></u>
يتناسب حجم كمية معينه من غاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته الكلفينية عند ثبوت الضغط . أو ند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية من غاز بمقدار $1/273$ من حجمها الاصلى عند صفر سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة ( سيليزية أو كلفينية )	<u>قانون شارل</u>

هو درجة الحرارة التي ينعدم عندها حجم الغاز نظريا عند ثبوت الضغط . أو درجة الحرارة التي ينعدم عندها ضغط الغاز نظريا عند ثبوت الحجم .	<u>الصفء المطلق</u> (الصفء كلفن )
هو مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز وهى فى درجة الصفء سليزيوس اذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة عند ثبوت الحجم . أو هو النسبة بين الزيادة فى ضغط الغاز الى ضغطه الاصلى عند صفء سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره درجة واحدة عند ثبوت الحجم .	<u>معامل زيادة ضغط</u> الغاز $\beta_p$
يتاسب ضغط كمية معينه من غاز تناسبيا طرديا مع درجة حرارته الكلفنية عند ثبوت الحجم . أو عند ثبوت الحجم يزداد ضغط كمية من غاز بمقدار $1/273$ من ضغطها الاصلى عند صفء سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة ( سيليزية او كلفنية )	<u>قانون جولى</u> (الضغط)
حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز فى ضغطها مقسوما على درجة حرارتها على تدرىج كلفن يساوى مقدار ثابت .	القانون العام للغازات

### ما معنى ما يأتى

1- الثابت العام للغازات =  $8.31 \text{ J/mol.}^\circ\text{k}$

◀ أى ان كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة مول واحد من الغاز درجة واحدة كلفنية ويساوى **8.31 جول**

2- معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت يساوى  $1/273$  كلفن<sup>1-</sup>

◀ أى ان مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز وهى فى درجة الصفء سليزيوس اذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة مئوية عند ثبوت الحجم تساوى  $1/273$  من حجمه الاصلى .

◀ أو أن النسبة بين الزيادة فى ضغط الغاز الى ضغطه الاصلى عند صفء سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره درجة واحدة عند ثبوت الحجم تساوى  $1/273$  .

3- معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت يساوى  $1/273$

كلفن<sup>1-</sup>

◀ أى ان مقدار الزيادة فى وحدة الحجم من الغاز وهى فى درجة الصفء سليزيوس اذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة مئوية عند ثبوت الضغط تساوى  $1/273$  من حجمه الاصلى .

◀ أو أن النسبة بين الزيادة فى حجم الغاز الى حجمه الاصلى عند صفء سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره درجة واحدة عند ثبوت الضغط تساوى  $1/273$  .

### التعليقات الهامة

لوجود المسافات الجزيئية الكبيرة نسبيا فتسمح بتقارب جزيئات الغاز عند تعرضه للضغط فيقل الحجم الذى يشغله الغاز .

(1) الغازات قابلة للانضغاط

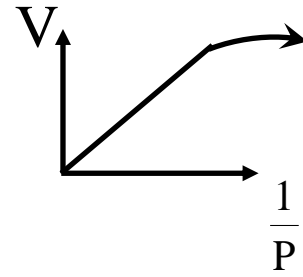
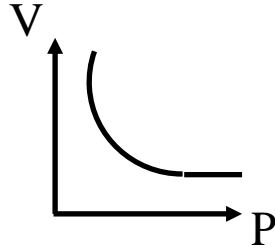
(2) لا تظهر صعوبة في تجارب قياس التمدد الحرارى فى حالة الجوامد والسوائل	لأن قابليتها للانضغاط صغيرة جدا لذا يمكن اهمالها .
(3) تجارب قياس التمدد الحرارى لغاز معقدة	لأن حجم الغاز يمكن ان يتغير بتغير كل من الضغط او درجة الحرارة او كليهما .
(4) معامل التمدد الحجمى تحت ضغط ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات ويساوى $1/273$ كلفن-1	لأن الحجم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الضغط
(5) الحجم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الضغط	لأن معامل التمدد الحجمى تحت ضغط ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات $1/273$ كلفن-1
(6) في جهاز شارل لا بد أن تكون الانبوبة منتظمة المقطع	حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسا لحجمه.
(7) في جهاز شارل لا بد أن يكون الهواء المحبوس جافا وذلك بوضع قطرة من حمض الكبريتيك المركز فى الانبوبة	حتى تمتص بخار الماء لان ضغط بخار الماء يختلف عن ضغط الهواء الجاف مما يعطى نواتج غير دقيقة.
(8) في جهاز شارل لا بد أن نسجل قراءات الحجم عند عدم تحرك قطرة الزئبق	للتأكد من درجة حرارة الغاز المحبوس تساوى درجة حرارة المراد القياس عندها .
(9) في جهاز شارل لا بد من دخول بخار الماء الذى يغلى من الفتحة العليا	ليسخن الهواء المحبوس بسرعة ولا يتكثف حيث يخرج من الفتحة السفلى .
(10) معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات ويساوى $1/273$ كلفن-1	لأن الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الحجم.
(11) الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الحجم	لأن معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات ويساوى $1/273$ كلفن-1
(12) في تجربة جولي يتم تسخين الهواء فى المستودع باستخدام حمام مائى دافىء	حتى تنتقل الحرارة مباشرة من اللهب مباشرة .
(13) في تجربة جولي يكون الجزء الغير مغمور من الانبوبة المتصلة بالمستودع صغير	حتى يمكن إهمال التغير فى حجم الهواء بها
(14) في تجربة جولي يكون الهواء داخل المستودع جافا	لأن وجود اى قطرة ماء تتحول الى بخار ماء له ضغط مختلف عن ضغط الهواء الجاف مما يعطى نتائج غير دقيقة .

حتى لا يندفع الزئبق داخل المستودع بسبب انكماش الهواء المحبوس نتيجة لتبريده.

(15) في تجربة جولي يتم خفض الانبوبة القابلة للحركة لأسفل قبل تبريد المستودع

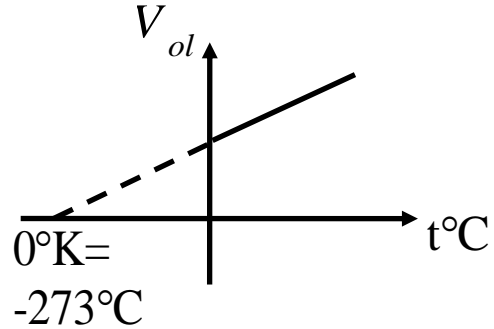
### العلاقات البيانية

#### (1) قانون بويل

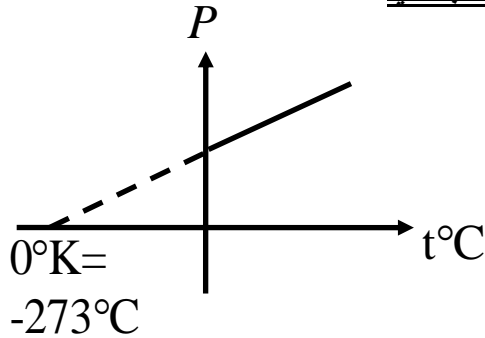


الميل = const ( ملحوظة ) قانون بويل لا ينطبق على الغازات عند الضغوط العالية .

#### (2) قانون شارل



#### (3) قانون جولي



العلاقات والقوانين

$V_{ol} \propto \frac{1}{P} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$	قانون بويل ( عند ثبوت درجة الحرارة )
$V_{ol} \propto T \Rightarrow V_1 T_2 = V_2 T_1 \therefore \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	قانون شارل ( عند ثبوت الضغط )
$\alpha_v = \frac{\Delta V_{ol}}{(V_{ol})_0 \cdot \Delta T} = \frac{V_{100} - V_0}{V_0 \cdot 100} = \frac{1}{273} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$	معامل التمدد الحجمي لغاز
$P \propto T \Rightarrow P_1 T_2 = P_2 T_1 \therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	قانون الضغط ( عند ثبوت الحجم )
$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_0 \cdot \Delta T} = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \cdot 100} = \frac{1}{273} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$	معامل زيادة ضغط الغاز
$PV \propto T \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$	القانون العام للغازات
$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$	القانون العام للغازات بدلالة كثافة الغاز
$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} + \dots$	قانون الضغوط الجزئية
$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2}$ قبل الاتصال	في حالة انتفاخين ببعضهما وعند تغير الظروف مثل درجة

$= \frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2}$	الحرارة والحجم والضغط
بعد الاتصال	

### ملاحظات عند حل المسائل

1) مسائل قانون بويل :

1- غاز في **S . T . P** تعنى غاز في معدل الضغط ودرجة الحرارة وتعنى ان :-  
درجة حرارة الغاز = 273 كلفن او صفر سلتزيوس وضغط الغاز = 76 سم زئبق  
وحجم المول من الغاز = 22.4 لتر

2- في حالة خلط عدة غازات في اناء واحد فان :-

حجم كل غاز على حدة = حجم الاناء الذى يتم فيه الخلط

الضغط الكلى للخليط = مجموع الضغوط الجزئية لكل غاز اى

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P (V_{ol}) = P_1 (V_{ol})_1 + P_2 (V_{ol})_2 + P_3 (V_{ol})_3$$

$$\text{بعد الخلط } P_1 (V_{ol})_1 + P_2 (V_{ol})_2 = P_1 (V_{ol})_1 + P_2 (V_{ol})_2$$

3- عند وضع بالون به هواء حجمه  $(V_{ol})_1$  داخل صندوق حجمه  $(V_{ol})$  ثم اغلاق الصندوق

وعند انفجار البالون فانه :-

يحدث خلط بين الغاز داخل البالون والغاز خارج البالون والذى يوجد داخل الصندوق ويصبح :-

حجم الصندوق =  $(V_{ol})$  للخليط

$$(V_{ol})_2 = (V_{ol}) - (V_{ol})_1$$

$$P_2 = P_a$$

4- في مسائل الفقاعة :-

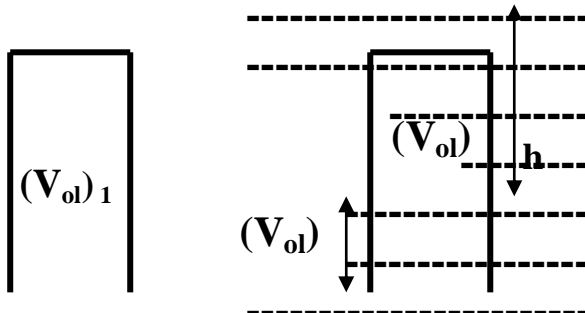
عندما ترتفع الفقاعة من اسفل الماء الى اعلى حتى تصبح تحت سطح الماء مباشرة فان حجم الفقاعة

يزداد لان الضغط الواقع على الفقاعة يقل طبقا لقانون بويل ويصبح :-

$$P_1 = P_a \quad \text{عند سطح الماء} \quad P_2 = P_a + hpg \quad \text{داخل الماء}$$

$$\text{مع ملاحظة ان } \text{حجم الفقاعة} = \text{حجم الكرة} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

5- عند حساب ارتفاع الماء الذى يدخل اسطوانه مساحة مقطوعها **A** عند تنكسيها وغمرها في الماء :-



قبل غمر الاسطوانه في الماء  $P_1 = P_a$

قبل غمر الاسطوانه في الماء  $(V_{ol})_1$

قبل غمر الاسطوانه في الماء  $P_2 = P_a + hpg$

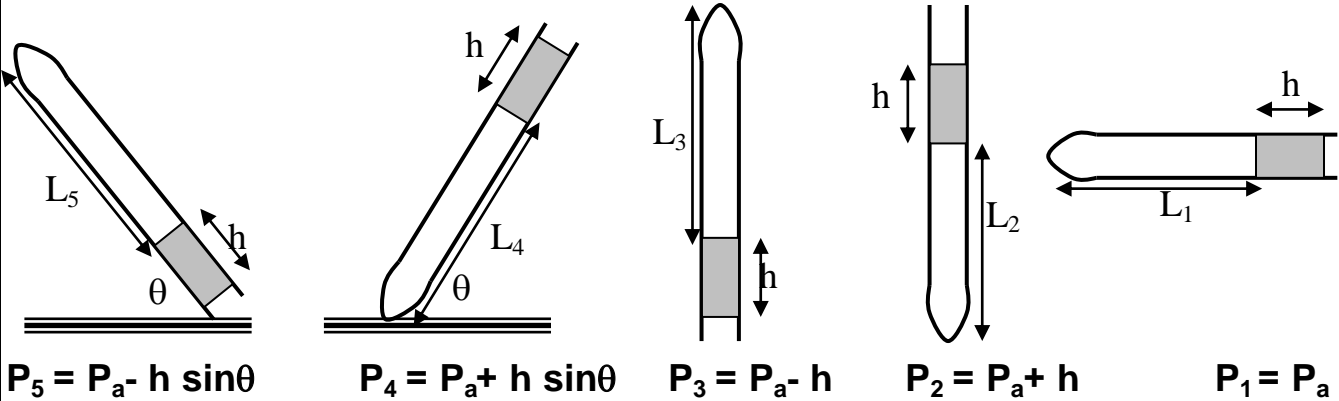
بعد غمر الاسطوانه في الماء  $(V_{ol})_2$

$$\Delta (V_{ol}) = (V_{ol})_1 - (V_{ol})_2$$

و يحسب ارتفاع الماء من العلاقة :-

$$h_1 = \frac{\Delta (V_{ol})}{A}$$

6- في مسائل الانبوبة الشعرية :-



7- لحساب ضغط الغاز المحبوس في اسطوانه

مساحة مقطعها A عند تعليق ثقل كتلته m في المكبس

ضغط الغاز المحبوس = الضغط الجوي - ضغط الثقل

$$P = P_a - (m g \div A)$$

(2) مسائل قانون شارل :

1- درجة الحرارة الكلفينية (T) = درجة الحرارة السيليزية (t) + 273

2- يمكن تعيين معامل التمدد الحجمي من العلاقات الاتية :-

$$\alpha_v = \frac{\Delta V_{ol}}{(V_{ol})_o \times \Delta t} \quad \alpha_v = \frac{(V_{ol})_{100} - (V_{ol})_o}{(V_{ol})_o \times 100}$$

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1 + (\alpha_v) t_1}{1 + (\alpha_v) t_2}$$

3- عند تسخين غاز حجمه  $(V_{ol})_1$  في اناء اسطوانى مساحة مقطعه A يحتوى على مكبس قابل

للحركة ويراد حساب المسافة التى تحركها المكبس فاننا نحسب :-

اولاً:- حجم الهواء بعد التسخين  $(V_{ol})_2$

$$\Delta V_{ol} = (V_{ol})_2 - (V_{ol})_1$$

ثانياً :- الزيادة فى حجم الهواء

$$h = \frac{\Delta V_{ol}}{A}$$

ثالثاً:- المسافة التى تحركها المكبس

4- عند تسخين غاز في اناء حجمه  $(V_{ol})_1$  ويراد حساب نسبة ما خرج الى ما كان موجودا :-

$$\text{نسبة ما خرج} = \frac{\Delta V_{ol}}{(V_{ol})_1} = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{(V_{ol})_1} \times 100$$

5- عند تسخين غاز في اناء حجمه  $(V_{ol})_1$  وخرج 25% من حجمه فان :-  
حجم الغاز بعد التسخين  $(V_{ol})_2$  يتعين كما يلي :-

$$(V_{ol})_2 = (V_{ol})_1 + 0.25 (V_{ol})_1 = 1.25 (V_{ol})_1$$

6- عند استخدام الانبوبة الشعرية التي تحتوى على قطرة من الزئبق كترمو متر فان :-

اقصى درجة حرارة يمكن تعيينها هي التي يصبح عندها.....  
طول عمود الهواء المحبوس = طول الانبوبة - طول قطرة الزئبق وهي داخل الانبوبة

### أمثلة محلولة

1) فقاعة من الهواء حجمها  $0.2 \text{ cm}^3$  على عمق 20m في الماء أوجد حجمها عند السطح إذا كان الضغط الجوي  $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  وكثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$  ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

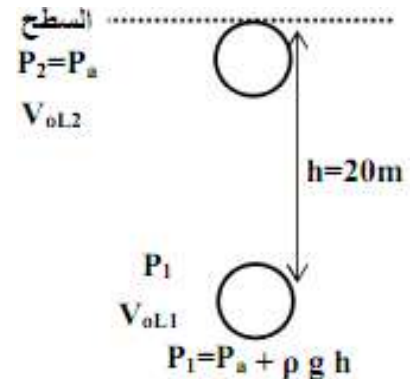
الحل :

$$P_1 = P_a + \rho gh = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 20$$

$$= 2.798 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_1 V_{ol1} = P_2 V_{ol2}$$

$$\therefore V_{ol2} = \frac{P_1 V_{ol1}}{P_2} = \frac{2.798 \times 10^5 \times 0.2}{1.013 \times 10^5} = 0.587 \text{ cm}^3$$



2) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع ومفتوحة عند احد طرفيها بها خيط من الزئبق طوله 10cm وضعت أفقياً فكان طول عمود الهواء المحبوس بها 15cm احسب طول عمود الهواء في الحالتين الآتيتين :-  
أولاً: إذا وضعت الأنبوبة رأسياً وفوهتها إلى أعلى .  
ثانياً : إذا وضعت الأنبوبة رأسياً وفوهتها إلى أسفل . ( اعتبر الضغط الجوي 76 سم زئبق ) .

الحل :-

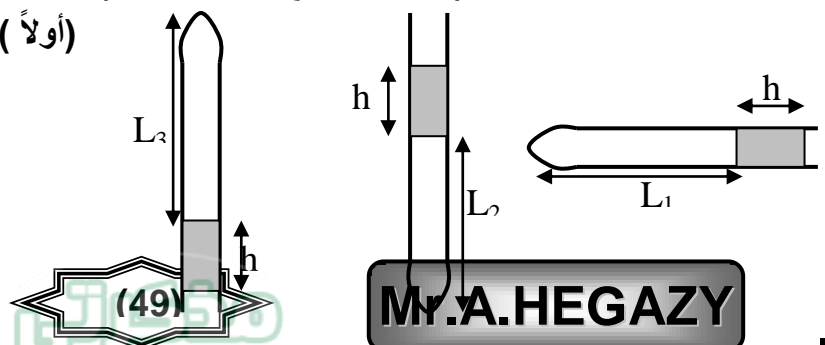
( مساحة مقطع الأنبوبة ثابتة )

$$P_1 V_{ol1} = P_2 V_{ol2} \quad (\text{أولاً})$$

$$\therefore P_a h_1 = P_2 h_2$$

$$76 \times 15 = (76 + 10) h_2$$

$$\therefore h_2 = 13.5 \text{ cm}$$



$$P_1 V_{ol1} = P_3 V_{ol3} \quad (\text{ثانياً})$$

$$\therefore P_a h_1 = P_3 h_3$$

$$76 \times 15 = (76 - 10) h_2 \quad \therefore h_3 = 17.27 \text{ cm}$$

(3) كمية من غاز في  $17^\circ\text{C}$  رفعت درجة حرارتها بمقدار  $100^\circ\text{C}$  مع بقاء ضغطها ثابت فزاد حجمها بمقدار  $2.5 \text{ cm}^3$  أوجد الحجم قبل التسخين .

$$\text{الحل: } T_1 = 17 + 273 = 290^\circ\text{K} \quad , \quad T_2 = 117 + 273 = 390^\circ\text{K}$$

$$(V_{ol})_2 = (V_{ol})_1 + 2.5$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + 2.5} = \frac{290}{390}$$

$$\therefore (V_{ol})_1 = 7.25 \text{ cm}^3$$

(4) دورق به هواء سخن من  $15^\circ\text{C}$  إلى  $87^\circ\text{C}$  فكم تكون نسبة ما خرج منه من الهواء إلى ما كان موجوداً به بفرض ثبوت الضغط .

$$\text{الحل: } T_1 = 15 + 273 = 288^\circ\text{K} \quad , \quad T_2 = 87 + 273 = 360^\circ\text{K}$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + V_{ol}' } = \frac{288}{360}$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + V_{ol}' } = \frac{4}{5} \Rightarrow \therefore \frac{V_{ol}' }{(V_{ol})_1} = \frac{1}{4} \times 100 = 25\%$$

(5) وصل مستودع للغاز عند اسفل جبل حيث درجة الحرارة  $27^\circ\text{C}$  والضغط  $75 \text{ cmHg}$  فان سطحاً الزئبق في فرعي المانومتر في مستوى أفقي واحد وعندما صعد به شخص على قمة الجبل حيث درجة الحرارة  $3^\circ\text{C}$  لم يحدث تغير لسطحي الزئبق في فرعي المانومتر احسب ارتفاع الجبل علماً بان كثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$  وكثافة الهواء  $1.02 \text{ kg/m}^3$  .

الحل :

$$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{75}{P_2} = \frac{300}{276} \therefore P_2 = 69 \text{ cmHg}$$

$$\therefore \Delta P = P_1 - P_2 \therefore \Delta P = 75 - 69 = 6 \text{ cmHg}$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \therefore 13600 \times 6 \times 10^{-2} = 1.02 h_2 \therefore h_2 = \frac{136 \times 6}{1.02} = 800 \text{ m}$$

(6) فقاعة من الهواء حجمها  $28 \text{ cm}^3$  على عمق  $10.13 \text{ m}$  تحت سطح ماء عذب احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار إليه  $7^\circ \text{C}$  ودرجة الحرارة عند السطح  $27^\circ \text{C}$  إذا كان الضغط الجوي  $1.013 \times 10^5 \text{ Pascal}$  وكثافة الماء  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $1000 \text{ kg/m}^3$

الحل :

$$\therefore \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{(1.013 \times 10^5 + 10.13 \times 1000 \times 10) \times 28}{280} = \frac{(1.013 \times 10^5) \times (V_{ol})_2}{300}$$

$$\therefore (V_{ol})_2 = 60 \text{ cm}^3$$

(7) إذا كانت كثافة غاز النتروجين عند S.T.P هي  $1.25 \text{ kg/m}^3$  احسب كثافة غاز النتروجين عند درجة حرارة  $24^\circ \text{C}$  وضغط  $0.97 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ .

الحل :

$$\therefore \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \therefore \frac{1.013 \times 10^5}{1.25 \times 273} = \frac{0.97 \times 10^5}{\rho_2 \times 300}$$

$$\therefore \rho_2 = 1.1 \text{ kg/m}^3$$

### مسائل

(1) كمية من غاز الهيدروجين حجمها  $12 \text{ liter}$  وضغطها  $15 \text{ cm Hg}$  خلطت مع كمية أخرى من نفس الغاز حجمها  $8 \text{ liter}$  وضغطها  $45 \text{ cm Hg}$  وذلك في إناء واحد مغلق سعته  $6 \text{ liter}$ . احسب الضغط الكلي للكميتين عند ثبوت درجة الحرارة.

ZY

(2) في تجربة شارل لتعيين معامل زيادة حجم الغاز عند ثبوت الضغط كان طول عمود الهواء عند غمر الأنبوبة في الجليد المجروش 12 Cm ، ويصبح طوله 16.4 Cm عند إمرار بخار الماء في الغلاف الخارجى . احسب قيمة معامل زيادة حجم الغاز عند ثبوت الضغط .

(3) كمية من غاز تشغل  $400 \text{ cm}^3$  عند درجة حرارة  $35^\circ$  سيلزيوس و ضغط  $75 \text{ cm Hg}$  ، ما حجمهما عند معدلى الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P) ؟

(4) كمية من غاز تشغل  $100 \text{ cm}^3$  عند درجة حرارة  $25^\circ$  سيلزيوس وتشغل  $118.5 \text{ cm}^3$  عند درجة  $80^\circ$  سيلزيوس مع ثبوت الضغط فى الحالتين . احسب قيمة معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط .

(5) أجريت تجربة عملية باستخدام جهاز جولى لدراسة تغير ضغط كتلة معينة من غاز جاف مع درجة حرارته على تدرج سيلزيوس عند ثبوت الحجم فكانت النتائج كالتى :

100	80	a	30	10	0	درجة الحرارة (t) (سيلزيوس)
93.5	88.5	78.5	76	71	b	الضغط (p) (cm Hg)

( أ ) ارسم الخط البيانى بحيث تكون درجة الحرارة على المحور الأفقى والضغط على المحور الرأسى .

(ب) من الرسم البيانى أوجد : ١ - قيمة كل من (a) ، (b) .

٢ - معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم .

منتدى الامتحان التعليمي

الامتحان التعليمي  
www.exam-eg.com

تمت بحمد الله  
مع أطيب التمنيات بالنجاح والتفوق  
الأستاذ / عبدالمعطي محمود حجازي