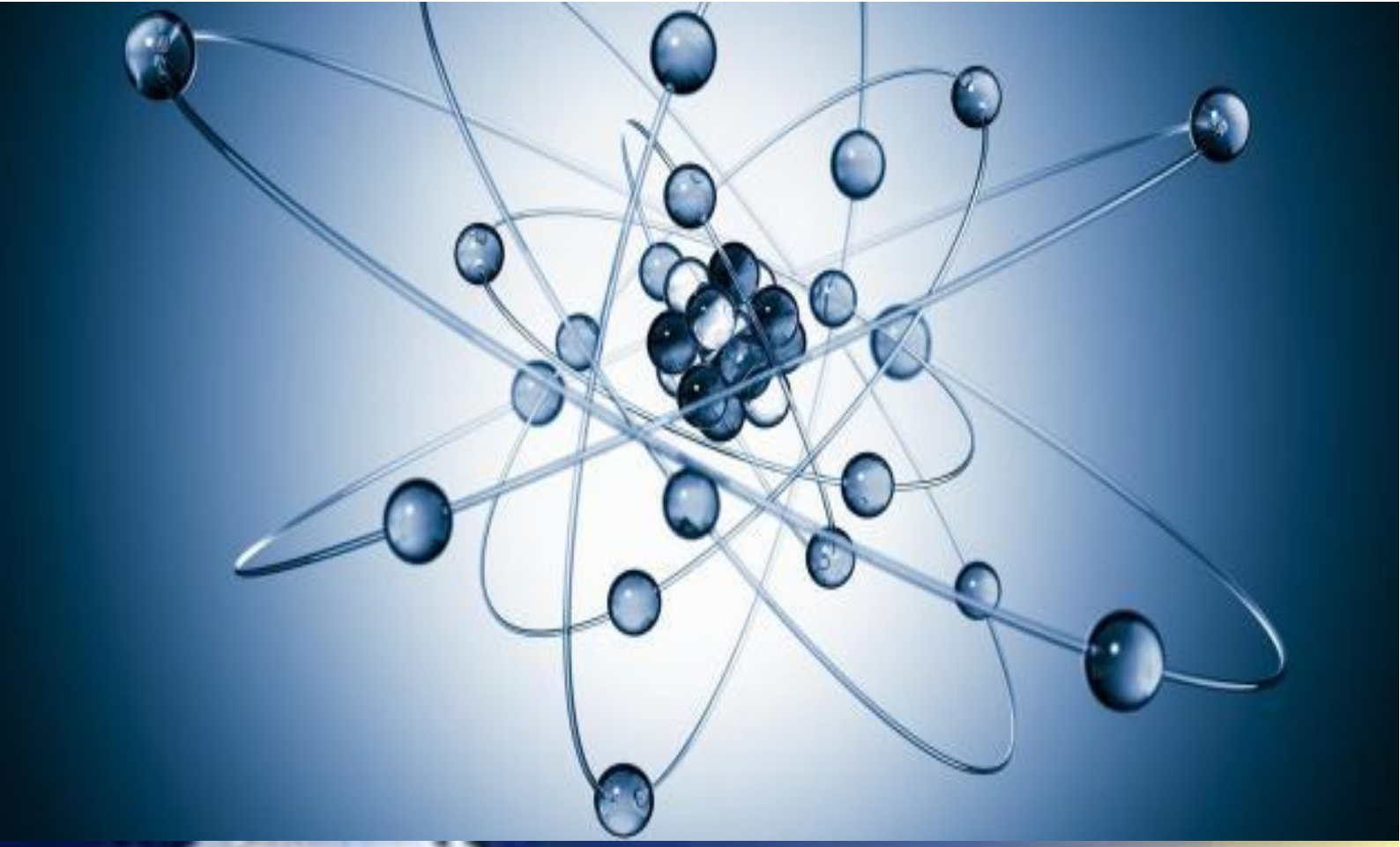


التفوق في الفيزياء للرابع العلمي

الاستاذ : هاني محمد صالح

الفصل الاول (ملعمات رئيسية في الفيزياء)

القياس : هو طريقة لوصف الكميات والتعبير عنها بأرقام .

س/ ما هو النظام الدولي للوحدات (SI) ؟

ج / هو نظام موحد لوحدات القياس ويشمل الوحدات الاتية :

الكمية	وحدة القياس	الرمز
الطول او البعد	متر	M
الكتلة	كيلو غرام	Kg
الزمن	ثانية	S
درجة الحرارة	كلفن (الدرجة المطلقة)	K
التيار الكهربائي	امبير	A
قوة الاضاءة	شمعة قياسية	Cd
كمية المادة	مول	Mol

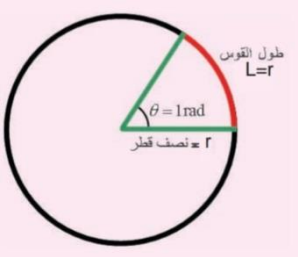
جدول (3) بعض اجزاء ومضاعفات النظام الدولي SI بادئات (Prefixes) النظام الدولي

البادئة	prefix	الرمز		
تيرا	tera	T	10^{12}	
كيكا	giga	G	10^{9}	
ميكا	mega	M	10^{6}	$1Mm=10^{6}m$
كيلو	kilo	k	10^{3}	$1km=10^{3}m$
سنتي	centi *	c	10^{-2}	
ملي	milli	m	10^{-3}	$1mA=1\times10^{-3}A$
مايكرو	micro	μ	10^{-6}	$1\mu C=1\times10^{-6}C$
نانو	nano	n	10^{-9}	$ns=10^{-9}\ s$
بيكو	pico	P	10^{-12}	$1PC=1\times10^{-12}C$
فيمتو	femto	f	10^{-15}	$1fm=1\times10^{-15}m$

س/ ما هي الزاوية نصف قطرية (rad) ؟

ج/ هي الزاوية المركزية المقابلة لقوس طوله يساوي نصف قطر الدائرة .

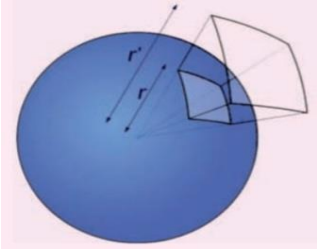
محيط الدائرة يقابل زاوية نصف قطرها ($2\pi\, rad$)



$$\frac{2\pi r}{r} = 2\pi$$

$$1rad = \frac{360}{2\pi} = 57.3^{\circ}$$

الزاوية المجسمة : هي الزاوية المركزية التي تقابل جزء من سطح كروي مساحته بقدر مربع نصف قطر تلك الكرة وتقدر بوحدات sr .



$$\frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi = sr$$

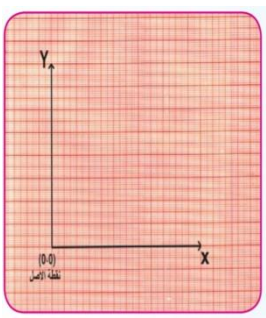
س/ ما هي اخطاء القياس ؟

الحل/

١. اخطاء الاجهزة وادوات القياس : هي اخطاء ناتجة من عدم دقة تدريجة الجهاز او لمعايرته الغير صحيحة .
٢. اخطاء شخصية : هي اخطاء يرتكبها الشخص بسبب قلة خبرته بالقراءة او عند نقله المعلومات وتعتمد على معرفته بالأجهزة والاستعمال الصحيح لها .

س/ كيف يمكن رسم المخطط البياني ؟

١. تحديد نقطة الاصل في موقع ملائم على الورقة البيانية .
٢. رسم المحورين المتعامدين من نقطة الاصل فالمحور الافقي يمثل محور (X) والعمودي محور (y) .
٣. يتم اختيار مقياس رسم مناسب لكل احداثي على حدة او للإحداثيين معا .
٤. يفضل استعمال الارقام الزوجية لتدريجات مقياس الرسم



التغير الطردي :

يقال لكمية بانها تتغير تغيرا طرديا (مباشرا) مع كمية اخرى اذا اعتمدت الكميتان احداهما على الاخرى .

اي ان : $\frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2}$

فاذا رمز للتغير بالرمز (α) يمكن وضع هذا التغير بصورة رياضية

$$a \ \alpha \ b \quad \rightarrow a = kb$$

(k) ثابت التناسب .

مثال / قطار يتحرك بانطلاق ثابت وان المسافة التي يقطعها القطار (d) تتغير طرديا مع الزمن (t) الذي يستغرقه القطار لقطع تلك المسافة فاذا كانت المسافة المقطوعة في ساعتين 160Km ما الزمن اللازم للقطار لقطع مسافة 400Km ؟

الحل/

$$\frac{d_1}{t_1} = \frac{d_2}{t_2} \quad \rightarrow \frac{160}{2} = \frac{400}{t_2} \quad \rightarrow 160\, t_2 = 2 \times 400$$

$$t_2 = \frac{2 \times 400}{160} = 5h$$

مثال / يتغير حجم اسطوانة قائمة (v) تبعا لمربع نصف قطر قاعدتها (r^2) بثبوت الارتفاع (h) وبتغير حجمها تبعا للارتفاع بقبوت نصف القطر فاذا كان نصف قطر القاعدة (14cm) والارتفاع (10cm) يصير حجم الاسطوانة (6160 cm^3) جد ارتفاع الاسطوانة عندما يكون حجم الاسطوانة (3080 cm^3) ونصف قطر قاعدتها (7cm)

الحل/

$$V \alpha\, r^2 h$$

$$V = kr^2h \quad \rightarrow 6160 = k \times 14 \times 14 \times 10$$

$$k = \frac{6160}{14 \times 14 \times 10} = \frac{22}{7} = \pi$$

$$V = kr^2h \quad \rightarrow V = \pi r^2h \rightarrow 3080 = \frac{22}{7} \times 7 \times 7 \times h$$

$$h = \frac{3080}{22 \times 7} = 20cm$$

التغير العكسي

يقال لكمية (a) انها تتغير عكسيا تبعا لكمية اخرى (b) عندما تتغير طرديا بصورة مباشرة مع مقلوب الكمية b .

$$a \; \alpha \; \frac{1}{b} \quad \rightarrow a = k\frac{1}{b}$$

(k) ثابت التناسب .

مثال / لقد وجد عمليا ان حجم كتلة معينة من غاز يتغير طرديا مع درجة الحرارة المطلقة عند ثبوت الضغط وهذا هو قانون شارل :

P بثبوت الضغط $V \; \alpha \; T$

وان حجم كتلة معينة من غاز (V) تتغير عكسيا مع الضغط المسلط عليها عند (P) عند بقاء درجة الحرارة ثابتة Tوهذا هو قانون بويل

T بثبوت درجة الحرارة $V \; \alpha \; \frac{1}{P}$

وعند تغير كلا من درجة الحرارة والضغط فأن الحجم يتغير وفق العلاقة الاتية

$$V \; \alpha \; \frac{T}{P} \quad \rightarrow \; V = K \; \frac{T}{P}$$

$$PV = KT \quad \rightarrow PV = nRT$$

(K) ثابت التناسب و هو يساوي (nR) حيث (R) الثابت العام للغازات :

$$R = 8.314\ mol^{-1}.k^{-1}$$

(n) عدد مولات الغاز .

تذكر

- العلاقة الآتية $y=2x$: فان y تتغير مع x تغيراً خطياً طردياً والخط البياني المستقيم يمر من نقطة الاصل .
- العلاقة الآتية $y=2x+a$ فان y تتغير مع x تغيراً خطياً طردياً والخط البياني المستقيم لا يمر من نقطة الاصل عندما $a \neq 0$

اسئلة الفصل الاول

اختر العبارة الصحية لكل مما يأتي :

١) الزاوية نصف القطرية (*radian*) هي الزاوية المركزية المقابلة لقوس طوله

a. نصف قطر الدائرة .
b. قطر الدائرة .
c. نصف محيط الدائرة
d. محيط الدائرة

٢) محيط الدائرة يقابل :

a. π من الزوايا نصف قطرية .
b. 2π من الزوايا نصف قطرية
c. 3π من الزوايا نصف قطرية
d. زاوية نصف قطرية واحد

٣) مساحة الكرة السطحية تقابل :

a. π^{sr}
b. $2\pi^{sr}$
c. $3\pi^{sr}$
d. $4\pi^{sr}$

٤) احدى الكميات الفيزيائية الاتية تقاس بوحدة الامبير

a. فرق الجهد الكهربائي .
b. المقاومة
c. التيار الكهربائي
d. القدرة الكهربائية

٥) الملمتر المربع يساوي :

a. $10^{-2}m^2$
b. $10^{-6}m^2$
c. $10^{-4}m^2$
d. $10^{-3}m^2$

٦) اذا تغيرت X طرديا تبعا ل y وكانت $X=8$ عندما $y=15$ فأن مقدار X عندما $y=10$ هو :

a. $\frac{7}{3}$
b. 2
c. $\frac{16}{3}$
d. 3

٧) اذا تغيرت X عكسيا مع y فاذا كانت $X=7$ عندما $y=3$ فان مقدار x عندما $y = \frac{7}{3}$ تساوي :

a. 7
b. 9
c. $\frac{10}{3}$

d. 6

٨) الزاوية نصف القطرية التي مقدارها (1 rad) تقابل زاوية قياسها :

a. 57.3°

b. $\frac{360^{\circ}}{\pi}$

c. $\frac{90^{\circ}}{\pi}$

d. 1°

٩) ان مقدار العدد (5) المرفوع للاس صفر (5^0) يساوي :

a. 5

b. صفر

c. 1

d. ما لانهاية

١٠) اذا كانت العلاقة الرياضية التي تربط المتغيرين x.y هي y =2x+5 فان y تتغير تغيرا :

a. خطيا طرديا مع x ويمر بنقطة الاصل .

b. عكسيا مع x

c. خطيا طرديا مع x ولا يمر بنقطة الاصل .

d. غير خطي مع x .

١١) اذا كانت العلاقة الرياضية التي تربط المتغيرين x.y هي y=mx فان y تتغير تغيرا :

a. خطيا طرديا مع x ولا يمر بنقطة الاصل .

b. عكسيا مع x

c. غير خطي مع x

d. خطيا طرديا مع x ويمر بنقطة الاصل

الفصل الثاني (الخصائص الميكانيكية للمادة)

ان القوى الجزيئية و الطاقة الحركية للجزيئات و المسافات البينية هي التي تحدد حالة المادة فيما اذا كانت صلبة او سائلة او غازية كما توجد حالة اخرى للمادة تسمى البلازما .

ملاحظات/

١) المادة الصلبة لها شكل ثابت و حجم ثابت .
٢) المادة السائلة لها شكل متغير و حجم ثابت .
٣) المادة الغازية لها شكل متغير و حجم متغير .

س/ على ماذا يعتمد التشوه (التغير) الذي يحصل للمادة ؟

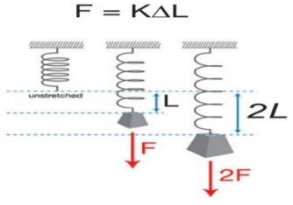
١. مقدار القوة الخارجية .
٢. ابعاد الجسم .
٣. المادة المصنوعة منها .

س/ ما هي اهمية دراسة الخواص الميكانيكية للمواد ؟

١. التطبيقات الصناعية : كصناعة علب الغاز المضغوط و الاطارات وهياكل وسائط النقل الخارجية خاصة هياكل الطائرات .
٢. التطبيقات الفضائية : كتصنيع اجزاء كثيرة من الصواريخ والمركبات الفضائية وخزانات الوقود .

مفهوم المرونة وقانون هوك

اذا علق سلك من الفولاذ من احد طرفيه وعلق ثقل في طرفه سائب فانه يستطيل قليلا بعد فترة من الزمن فاذا ازال الثقل عاد السلك الى طوله الاصلي وتفسير ذلك ان السلك الذي علق به ثقل ما يقاوم هذه القوة الخارجية المؤثرة بقوة منشؤها قوى التجاذب الجزيئي بين جزيئات المادة نفسها التي تظهر نتيجة حدوث التغير في شكل الجسم او طوله وهذه القوى الجزيئية تحاول اعادة الجسم الى حالته الاصلية بعد زوال القوة المؤثرة .



نشـــاط: مفهوم المرونة

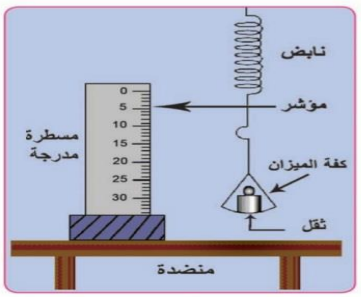
ادوات النشاط : نابض حلزوني، اثقال متساوية مقدار كل منها $0.1N$، حامل حديد ، مسطرة مدرجة، ورقة.

الخطوات :

- رتب الادوات كما في الشكل (2-2)

نعلق النابض الحلزوني شاقوليا بحامل الحديد ونؤشر على الحلقة الاخيرة السفلى منه على ورقة خلف النابض

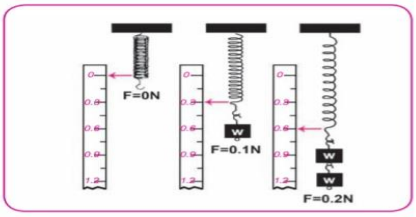
- نعلق ثقل مقداره $0.1N$ ونسجل الزيادة الحاصلة في طول النابض



شكل (2-2)

- نعلق ثقل اخر ليصير المقدار الكلي للثقل المعلق $0.2N$. نلاحظ ان الزيادة في طول النابض تصبح ضعف الزيادة السابقة لاحظ الشكل (2-3) .

- نكرر العملية باستعمال اثقال عدة وبالتتابع .



شكل (2-3)

- ندرج القراءات التي حصلنا عليها كما موضحة في الجدول (1) .

الجدول (1)

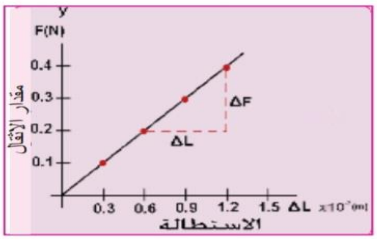
القوة $F\ (N)$	الزيادة الحاصلة في الطول $\Delta L \times 10^{-2}m$
0	0
0.1	0.3
0.2	0.6
0.3	0.9
0.4	1.2

- نرسم العلاقة البيانية بين مقدارالاثقال والزيادة الحاصلة في طول النابض (الاستطالة) على ورقة رسم بياني (على فرض اهمال كتلة النابض).نحصل على علاقة خطية بيانية بين الاثقال والاستطالة كما في الشكل (2-4). نستنتج من هذا الشكل . ان الزيادة الحاصلة في طول النابض تتناسب طرديا مع قوة الشد ضمن حدود المرونة.

أي ان :

قوة الشد = ثابت مرونة النابض × الاستطالة

$$F = k\,\Delta L$$



شكل (2-4)

ملاحظة/

اذا كبس غاز او سائل فانهما يقاومان تغير حجمهما (السائل يقاوم اكثر) فاذا زال الضغط عنهما رجعا الى حجمهما الاصلي .

قانون هوك : الزيادة الحاصلة في طول النابض تتناسب طرديا مع قوة الشد ضمن حدود المرونة .

قوة الشد = ثابت المرونة × الاستطالة

$$F = K\Delta L$$

(F) قوة الشد (K) ثابت مرونة النابض (ΔL) مقدار الاستطالة

س/ على ماذا يعتمد ثابت مرونة النابض ؟

١. شكل النابض .
٢. المادة المصنوع منها .

المرونة : هي الاعاقة التي يبديها الجسم للقوة المغيرة لشكله او حجمه او طوله مع رجوعه الى وضعه السابق بعد زوال ذلك المؤثر .

س / ما هي صفات الجسم المرن ؟

١. يعود الى شكله او حجمه او طوله السابق بعد زوال تاثير القوة عنه .
٢. يتناسب التشوه الحاصل فيه تناسبا خطيا مع القوة المسببة له ضمن حدود المرونة .

س/ ما هو حد المرونة ؟

ج / هو الحد الذي اذا اجتازته القوة المؤثرة لا يعود الجسم الى ما كان عليه بعد زوال تلك القوة لذا يقال عن هذا الجسم انه حدث فيه تشوه دائمي .

الاجهاد والمطاوعة

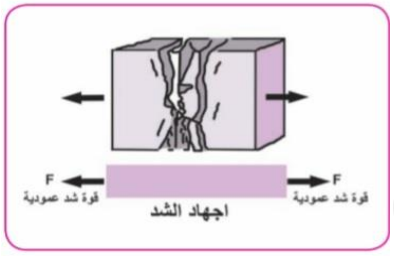
الاجهاد : هو مقدار القوة العمودية المؤثرة في وحدة المساحة من الجسم .

انوع الاجهاد :

١. الاجهاد الطولي : وهو الاجهاد الذي يسبب تشوها في طول الجسم كما هو الحال للنابض الحلزوني .

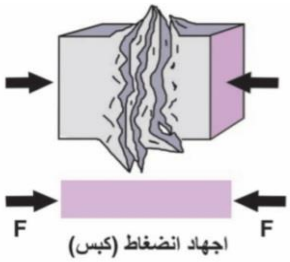
ويكون الاجهاد الطولي على نوعين :

a) اجهاد الشد : وهو الاجهاد الذي يسبب تشوها في طول الجسم عندما تؤثر قوتا شد عموديا في سطحين متقابلين يؤدي بالنتيجة الى زيادة في الطول (استطالة) .



b) اجهاد الكبس : عندما تؤثر قوتان بصورة عمودية في الجسم باتجاه الداخل فتسبب له انضاغطا (نقصان في الطول) .

$$\text{الاجهاد الطولي} = \frac{\text{القوة العمودية}}{\text{مساحة السطح}}$$



٢. اجهاد القص : اذا وضعت يدك على كتاب موضوع على سطح منضدة خشنة ودفعته بقوة مماسية لسطحه نلاحظ حدوث تشوه في شكل الكتاب .

$$\text{اجهاد القص} = \frac{\text{القوة المماسية}}{\text{مساحة السطح}}$$

المطاوعة : هي مقياس لمقادر تشوه المادة (تغيرا في الشكل او الحجم) نتيجة الاجهاد الذي تعرضت له .

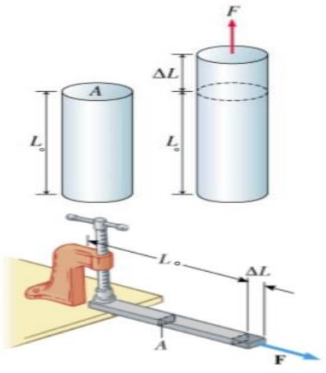
س/ على ماذا تعتمد نوع المطاوعة ؟

ج/ تعتمد على نوع الاجهاد .

تقسم المطاوعة الى :

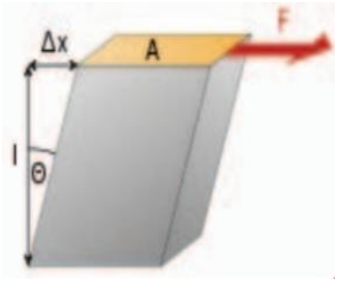
١. المطاوعة الطولية : عند استطالة الجسم او انضاغطه يتغير شكله من غير تغير في حجمه.

$$\text{المطاوعة الطولية} = \frac{\text{التغير في الطول}}{\text{الطول الاصلي}} = \frac{\Delta L}{L_\circ}$$



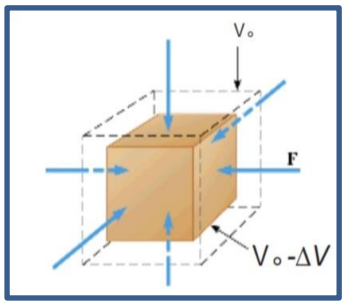
٢. مطاوعة القص : تكون استجابة الجسم عند تعرضه لاجهاد قص على شكل ازاحة جانبية فيتشوه شكل الجسم ولا يتغير حجمه وتقاس مطاوعة القص

بمقدار الزاوية التي ينحرف عنها سطحا الجسم الشاقوليان المتقابلان المؤثرة فيها القوة .



٣. مطاوعة الحجم : تنتج من تعرض الجسم باكمله الى انضغاط فان حجمه سيقل مع ثبوت شكله .

$$\text{المطاوعة الحجمية النسبية} = \frac{\text{التغير في الحجم}}{\text{الحجم الاصلي}} = \frac{\Delta V}{V_\circ}$$



معامل المرونة (معامل يونك)

هو النسبة بين الاجهاد والمطاعة النسبية ويعطى بالعلاقة الاتية :

$$\text{معامل يونك} = \frac{\text{الاجهاد}}{\text{المطاوعة النسبية}}$$

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L_\circ}} = \frac{F.L_\circ}{A.\Delta L}$$

(F) القوة المسلطة تقاس بوحدات نيوتن N (A) المساحة تقاس بوحدات m^2

$(L_\circ)$ الطول الاصلي وحدة قياس متر m (ΔL) التغير في الطول بوحدات متر m

(Y) معامل يونك بوحدات N/m^2

الجدول(2) قيم معامل يونك لمواد مختلفة

المادة	معامل يونك (N/m^2)
المنيوم	70×10^9
رصاص	16×10^9
نحاس	120×10^9
الماس	1200×10^9
الذهب	79×10^9
تنكستن	360×10^9
فولاذ	200×10^9
الخرسانة	$(25\text{-}30)\times10^9$
الزجاج	65×10^9

مثال / سلك فولاذي طوله $4m$ ومساحة مقطعه العرضي $0.05cm^2$ ما مقدار الزيادة الحاصلة في طوله اذا سحب بقوة $500N$ ؟
معامل يونك للفولاذ $200\times10^9\ n/m^2$

الحل/

$$Y=\frac{F.L_\circ}{A.\Delta L}$$

$$\Delta L=\frac{F.L_\circ}{A.Y}$$

$$\Delta L=\frac{500\times4}{200\times10^9\times0.05\times10^{-4}}=2\times10^{-3}\ \text{m}=2\text{mm}$$

بعض الخصائص الميكانيكية للمائع

١. الليونة : خاصية المادة التي تمتاز بقابليتها على المط والكبس واللي وكذلك السحب والطرق مثل النحاس .
٢. الهشاشة : صفة للمادة التي تظهر عجزها عن تحمل الاجهاد المفاجئ فتنكسر و لاتصل الى حالة التشوه الدائمي .
لذا تعرف المواد الهشة : بانها المواد التي تنكسر مباشرة لعد اجتيازها حد المرونة مثل الزجاج والحديد .

٣. القساوة : خاصية المادة لمقاومة التشوه الذي يحصل في شكلها او حجمها بتاثير القوة الخارجية فيها وتحتاج الى اجهاد عالي لتوليد المطاوعة نفسها كما تمتلك معامل يونك عالي المقدار مثل الفولاذ .
٤. المتانة : خاصية المادة لمقاومة القوة القاطعة اي ان :

$$\text{المتانة} = \frac{\text{القوة القاطعة}}{\text{المساحة}}$$

٥. الصلادة : هي خاصية المادة على خدش مواد اخرى او مقاومتها للخدش .
٦. العجز : خاصية المادة الصلبة على فقدان قوة تحملها تحت تاثير اجهاد خارجي .

س/ قارن بين التشوه المرن والتشوه البلاستيكي (اللدن) ؟

التشوه المرن	التشوه البلاستيكي (اللدن)
الزيادة المؤقتة الحاصلة في طول الجسم او شكله ضمن حدود المرونة فهو يخضع لقانون هوك بحيث يعود الجسم الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة.	الزيادة الدائمة الحاصلة في طول الجسم او شكله خارج حدود المرونة فهو بحيث لا يعود الجسم الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة فهو لا يخضع لقانون هوك .

اسئلة الفصل الثاني

س١/ اختر الجواب الصحيح لكل مما يأتي :

١. خاصية المادة التي تجعل النابض يستعيد طوله الاصلي بعد سحبه قليلا وتركه تسمى :
a) الهشاشة .
b) الليونة .
c) القساوة .
d) المرونة .

٢. مرونة الفولاذ اكبر من مرونة المطاط بسبب :
a) الفولاذ يحتاج قوة شد او كبس كبيرة .
b) المطاط يحتاج قوة شد او كبس كبيرة .
c) معامل مرونة الفولاذ صغيرة .
d) معامل مرونة الفولاذ كبيرة .

٣. ينطبق قانون هوك على المواد الصلبة في حدود :
a) المتانة .
b) العجز الهندسي .
c) المرونة .
d) اجهاد القص .

٤. المواد التي لا يمكن زيادة طولها الا بإجهاد عالي وضمن حدود مرونتها تسمى :
a) هشة .
b) عالية المرونة .
c) غير مرنة .
d) حد المرونة .

٥. عندما تؤثر قوة في جسم فان الاجهاد الطولي يساوي :
a) التغير النسبي في ابعاده .
b) القوة العمودية المؤثرة لوحدة المساحة .
c) معامل يونك .

d) حد المرونة .

٦. اجهاد القص العامل على جسم يؤثر في :

a) طوله .

b) عرضه .

c) حجمه .

d) شكله .

٧. الاجهاد المؤثر في سلك شاقولي معلق به ثقل لا يعتمد على :

a) طول السلك .

b) قطر السلك .

c) كتلة الثقل .

d) تعجيل الجاذبية .

٨. X y سلكان مصنوعان من مادة واحدة ولكن طول السلك X نصف طول السلك Y بينما قطره ضعف قطر السلك Y فاذا استطالا بالمقدار نفسه لذا فالقوة المؤثرة على السلك X تساوي :

a) نصف القوة على Y .

b) ضعف مما على Y .

c) اربع امثال مما على Y .

d) ثمانية امثال مما على Y.

٩. الزيادة الحاصلة في طول الجسم او شكله خارج حدود المرونة تسمى :

a) تشوه مؤقت .

b) تشوه دائمي .

c) تتناسب طرديا مع القوة المؤثرة .

١٠. عندما تؤثر على جسم قوتا سحب متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه وعلى خط فعل واحد يقال ان الجسم واقع تحت تاثير :

a) شد .

b) كبس

c) اجهاد طولي .

d) قص .

س٢/ اذا كانت القوة اللازمة لقطع سلك معين هي F فما مقدار القوة اللازمة لقطع :

a) سلكين متطابقين من النوع نفسه ؟

ج/ ضعف القوة المؤثرة $2F$.

b) سلكين من النوع نفسه فطر السلك الثاني ضعف قطر السلك الاول وايهما اكثر متانة ؟

ج/ اربع امثال القوة المؤثرة $4F$

المتانة نفسها لان السلكين من المادة نفسها .

c) سلكين من النوع نفسه طول السلك الثاني ضعف طول السلك الاول ؟

ج/ القوة نفسها لان المتانة نفسها فهي لا تعتمد على طول السلك .

س٣/ ما العوامل التي تحدد مقدار و نوع التشوه الذي يحصل في المادة الصلبة ؟

ج/ التشوه نوعان

١. التشوه المؤقت : و فيه يعود الجسم الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة ويخضع لقانون هوك .
٢. التشوه الدائمي : و فيه لا يعود الجسم الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة ولا يخضع لقانون هوك .

اما العوامل التي تحدد مقدار التشوه فهي

١. مقدار القوة الخارجية .
٢. ابعاد الجسم .
٣. المادة المصنوعة منها .

س٤/ ما المقصود بثابت مرونة النابض ؟ وما وحدة قياسه ؟وعلام يتوقف ؟

ج/ هو ميل الخيط المستقيم ويقاس بوحدات N/m ويتوقف على شكل النابض والمادة المصنوع منها النابض .

س٥/ ما نوع المطاوعة النسبية والتي يعبر عنها ب :

a) نسبة التغير في الطول الى الطول الاصلي ؟ ج/ المطاوعة الطولية .
b) نسبة التغير في الحجم الى الحجم الاصلي ؟ ج/ المطاوعة الحجمية .
c) مقدار الزاوية التي ينحرف بها سطحا الجسم المتقابلان المؤثرة فيهما قوتان بموازاتهما ؟ ج / مطاوعة القص

مسائل الفصل الثاني

س١/ اثر اجهاد توتري مقداره $20 \times 10^6\ N/m^2$ في سلك معني مساحة مقطعه العرضي $1.5mm^2$ ما القوة المؤثرة فيه ؟

الحل /

$$stress = \frac{F}{A}$$

$$F = 20 \times 10^6 \times 1.5 \times 10^{-6} = 30\ N$$

س٢/ ما الزيادة الحاصلة في طول سلك من الفولاذ طوله $2m$ وقطره $1mm$ اذا علقت في نهايته كتلة مقدارها $8kg$ ؟

الحل /

$$r = \frac{\text{القطر}}{2} = \frac{1}{2} = 0.5mm \times 10^{-3} = 0.5 \times 10^{-3}m$$

$$A = r^2\pi = 3.14 \times (0.5 \times 10^{-3})^2$$

$$A = 0.078 \times 10^{-6}m^2$$

$$F = mg = 8 \times 10 = 80\ N$$

$$Y = \frac{F.L_\circ}{A.\Delta L}$$

$$\Delta L = \frac{F.L_\circ}{A.Y} = \frac{80 \times 2}{0.078 \times 10^{-6} \times 200 \times 10^9} = 0.01\text{m}$$

س٣/ سلك نصف قطر مقطعه العرضي $(0.5mm)$ وطوله $(120cm)$ معلق شاقوليا ما القوة العمودية اللازمة لتسليطها على طرفه السفلي كي يصبح طوله $(121.2cm)$ علما ان معامل يونك لمادة السلك $1.4 \times 10^{10}\ N/m^2$ ؟

الحل /

$$A = r^2\pi = 3.14 \times (0.5 \times 10^{-3})^2$$

$$A = 0.078 \times 10^{-6}m^2$$

$$\Delta L = L - L_\circ = 121.2 - 120 = 1.2cm$$

$$\Delta L = 1.2 \times 10^{-2} m$$

$$Y = \frac{F.L_\circ}{A.\Delta L}$$

$$F = \frac{YA\Delta L}{L_\circ} = \frac{1.4 \times 10^{10} \times 0.078 \times 10^{-6} \times 1.2 \times 10^{-2}}{120 \times 10^{-2}}$$

$$F = 11\ N$$

س٤/ سلكان متماثلان طول احدهما $125cm$ والاخر $375cm$ فاذا قطع السلك الاول بتاثير قوة مقدارها $489\ N$ ما القوة اللازمة لقطع السلك الثاني ؟

الحل/ القوة هي $489N$ اي القوة نفسها لان السلكين متماثلان لان المتانة نفسها للمادة الواحدة .

س٥/ ساق طوله $0.4m$ ضغط فقصر طوله $0.05m$ ما المطاوعة النسبية له ؟

الحل/

$$\text{المطاوعة النسبية} = \frac{\Delta L}{L_\circ} = \frac{0.05}{0.4} = 0.125$$

س٦/ سلك من البرونز طوله $2,5cm$ ومساحة مقطعه العرضي $10^{-3}cm^{-2}$ سحب فاستطال ملمتر واحد بتعليق جسم $0.4kg$ احسب معامل يونك للمعدن اعتبر التعجيل الارضي $10\ N/kg$

الحل/

$$\Delta L = 1 \times 10^{-3} m$$

$$A = 10^{-3} \times 10^{-4} = 10^{-7} m^2$$

$$F = mg = 0.4 \times 10 = 4\ N$$

$$Y = \frac{F.L_\circ}{A.\Delta L} = \frac{4 \times 2.5}{10^{-7} \times 10^{-3}} = 10^{11}\ {}^{N}/_{m^2}$$

الفصل الثالث (الموائع)

المائع : هي المواد التي تكون فيها قوى التماسك ضعيفة لذا تكون المادة غير قابلة على حفظ شكلها مثل السوائل والغازات .

ضغط المائع

الضغط : هو القوة المسلطة عموديا على وحدة المساحة .

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} \qquad P = \frac{F}{A}$$

(P) الضغط بوحدات باسكال (pa) .

(F) القوة بوحدات نيوتن N .

(A) المساحة بوحدات m^2 .

س / ما هو الباسكال ؟

ج / هو قوة عمودية مقدارها $(1N)$ تؤثر في مساحة مقدارها $(1m^2)$ وينتج عنها ضغط مقداره $(1Pa)$.

- لحساب مقدار الضغط في اي نقطة داخل السائل نتصور المساحة الافقية A على عمق h من سطح السائل كما في الشكل ادناه ان القوة العمودية المؤثرة المساحة هي وزن عمود السائل الذي ارتفاعه h ومساحة مقطعه العرضي A واذا اعتبرنا السائل غير قابل للانكباس فان كثافته (ρ) تبقى ثابتة

وعليه فان وزن عمود السائل يمثل القوة العمودية المؤثرة في المساحة اي ان :

$$F = \rho g h A$$

حيث g هو التعجيل الارضي وان ضغط السائل على عمق h هو :

$$P_h = \frac{F}{A} = \frac{\rho g h A}{A}$$

$$P_h = \rho g h$$

واذا كان هناك ضغط على السائل كالضغط الجوي $(P_\circ)$ مثلا يتعرض له اي سائل موجود في وعاء مفتوح فعندئذ يضاف الضغط الجوي الى ضغط السائل للحصول على الضغط الكلي اي ان :

$$P = P_\circ + P_h$$

$$P = P_\circ + \rho g h$$

- ان للسائل صفتين هما عدم قابليته للانكباس وسهولة انزلاق جزيئاته على بعضها تمكنه من تسليط قوة على جدران الاناء قوة على جدران الاناء الذي يحويه وكذلك قوة نحو الاعلى لذلك فان ضغط السائل لا يؤثر الى الاسفل فقط بل يؤثر في جميع الاتجاهات .

س/ بماذا تمتاز السوائل ؟

١. غير قابلة للانكباس .
٢. انزلاق جزيئاته على بعضها البعض .
٣. يسلط ضغطا في جميع الاتجاهات .

مثال / احسب الضغط المتولد من قبل الماء على غواص على عمق $(2m)$ تحت سطح الماء علما ان كثافة الماء $\rho = 1000\, kg/m^3$ بوحدات N/m^2 .

الحل/

$$P = \rho g h$$

$$P = 1000 \times 9.8 \times 2 = 196000\, N/m^2$$

الضغط الجوي

هو وزن عمود الهواء المسلط عموديا على وحدة المساحة من السطح .

س/ ما هو جهاز قياس الضغط الجوي ؟

ج / جهاز المرواز (البارومتر) .

س/ ما هو جهاز المرواز (البارومتر) ؟

ج / هو انبوبة زجاجية مدرجة طولها متر واحد مفتوحة من احد طرفيها تملأ تماما بالزئبق ثم تنكس فوهتها في حوض فيه زئبق .

س/ من هو العالم الذي اخترع المرواز (البارومتر) ؟

ج / العالم الايطالي تورشلي .

ملاحظة/ من النتائج التي توصل تورشلي لها ان الضغط الجوي يتزن مع ضغط عمود الزئبق ويعادل ارتفاع عمود من الزئبق $76cm$.

مثال/ ما طول عمود الماء اللازم لمعادلة الضغط الجوي حيث ارتفاع عمود الزئبق يساوي $(76cm)$ علما ان كثافة الماء $1000\,kg/m^3$ وكثافة الزئبق تساوي $13600\,kg/m^3$.

الحل/

$$P_{\text{زئبق}} = P_{\text{ماء}}$$

$$\rho_m g h_m = \rho_w g h_w$$

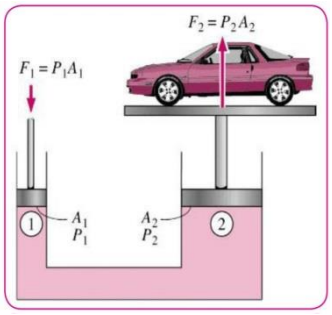
$$13600 \times 9.8 \times 0.76 = 1000 \times 9.8 \times \mathrm{h}$$

$$\mathrm{h} = \frac{13600 \times 9.8 \times 0.76}{1000 \times 9.8} = 10.33\ \mathrm{m}$$

مبدأ باسكال

السائل المحصور عندما يسلط عليه ضغط خارجي فأن هذا الضغط ينتقل بالتساوي لكل اجزاء السائل وجدران الاناء الذي يحويه .

ملاحظة/ ان الرافعات الزيتية اساس عملها مبدأ باسكال (يستعمل الزيت لان قابلية انضغاطه قليلة جدا) حيث تتألف من مكبسين و اسطوانتين مختلفتين في مساحة المقطع متصلتين بأنبوب ومملؤتين بالزيت عندما تؤثر قوة مقدارها (F_1) في المكبس الصغير الذي مساحته (A_1) فالضغط المسلط على المكبس الصغير ($P_1 = \frac{F_1}{A_1}$) ينتقل بالتساوي على جميع اجزاء السائل بالتساوي اي ان



$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1$$

وهذا يعني ان مقدار القوة تتحكم بها النسبة بين مساحتي المكبسين $\frac{A_2}{A_1}$ فكلما زادت هذه النسبة ازادت القوة الرافعة في المكبس الصغير .

مثال / احسب القوة اللازمة لرفع سيارة كتلتها $3000kg$ باستعمال الرافعة الزيتية المستعملة في محطات الغسل والتشحيم علما ان مساحة مقطع الاسطوانة الصغيرة $15\ cm^2$ ومساحة مقطع الاسطوانة الكبيرة ($2000\ cm^2$) على فرض ان $g = 10\,m/s^2$ ؟:

الحل /

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \rightarrow F_2 = \text{mg} = 3000 \times 10 = 30000\ \text{N}$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1$$

$$30000 = \frac{F_{1\times}2000}{15} \rightarrow F_1 = 225\ N$$

مبدأ ارخميدس

اذا غمر جسم جزئيا او كليا في مانع فانه يفقد من وزنه بقدر وزن المائع المزاح.

ملاحظة / ان الاجسام المغمورة في مائع تتعرض الى قوة تتجه نحو الاعلى تسمى قوة الطفو .

س/ ما هي قوة الطفو ؟

ج/ هي وزن السائل المزاح (الذي يمثل قوة الطفو) يساوي حجم الجسم المغمور Ha مضروبا في كثافة السائل الوزنية (ρg) .

$$F_B = \rho g h A$$

(h) ارتفاع السائل ، (A) مساحة القاعدة للجسم ، (g) التعجيل الارضي (ρ) كثافة المائع ، (F_B) قوة الطفو .

المعادلة اعلاه تمثل قاعدة ارخميدس اذ يمثل الطرف الايسر قوة الطفو والطرف الايمن يمثل وزن المائع المزاح اي ان :

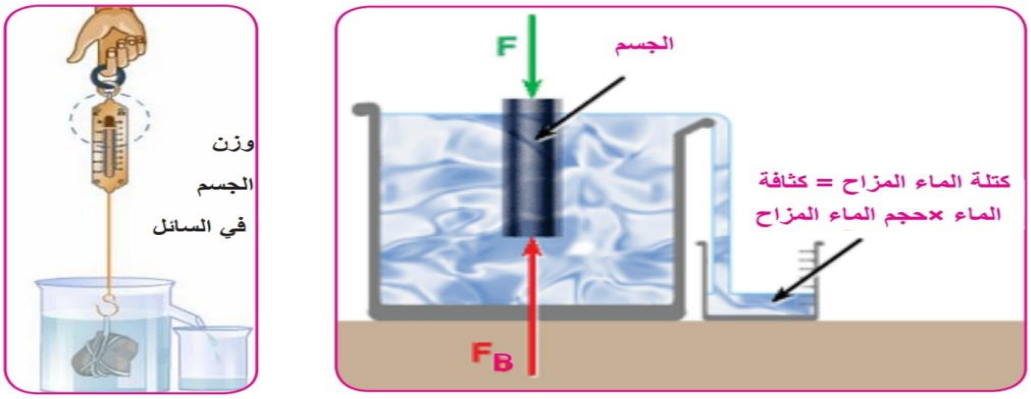
قوة الطفو على جسم مغمور في مائع = وزن السائل المزاح

س/ ما هي القوى التي يتعرض لها الجسم المغمور كليا او جزئيا في مائع ؟

١. وزن الجسم (mg) ويتجه عموديا نحو الاسفل .
٢. قوة الطفو (وزن المائع المزاح) وتتجه عموديا نحو الاعلى .

حالات قاعدة ارخميدس :

من الاشكال ادناه يمكن صياغة قاعدة ارخميدس كما يأتي :



(a) (b)

الشكل(3-10)

a) بالنسبة للاجسام المغمورة كليا في سائل من ملاحظة الشكل (*3—10*)

قوة الطفو للسائل = وزن السائل المزاح

وزن الجسم في الهواء – وزن الجسم في السائل = وزن السائل المزاح

وزن الجسم في الهواء – وزن الجسم في السائل = حجم السائل المزاح × كثافة السائل الوزنية

$$weight_{in\ air} - weight_{in\ liquid} = V\rho g$$

b) بالنسبة للاجسام المغمورة جزئيا في سائل (الاجسام الطافية) :

وزن الجسم الطافي في السائل = صفر

وزن الجسم الطافي في الهواء – صفر = وزن السائل المزاح

وزن الجسم الطافي في الهواء – صفر = حجم الجزء المغمور(V)× كثافة السائل الوزنية (ρ_W)

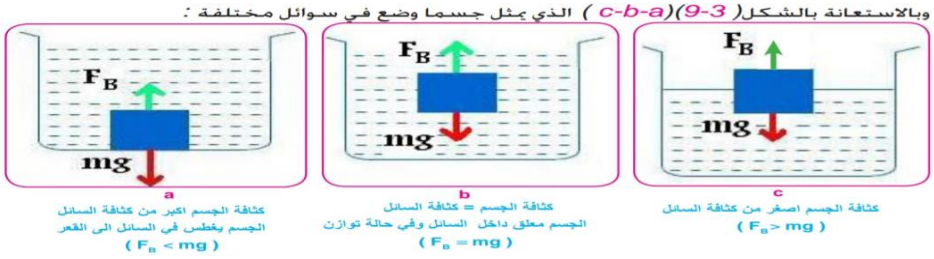
$$\rho_W = \frac{W}{V}$$

$$W_{body} = V \times \rho_m \times g$$

علما ان :

الكثافة الوزنية للجسم× حجم الجسم = الكثافة الوزنية للماء× حجم الجزء الغاطس

وبالاستعانة بالشكل(3-9)(c-b-a) الذي يمثل جسما وضع في سوائل مختلفة :



ملاحظة/

١. اذا كانت كثافة المائع اكبر من كثافة الجسم فان الجسم يطفو على سطح المائع .
٢. اذا كانت كثافة الجسم اكبر من كثافة المائع فان الجسم يغطس كليا في المائع.
٣. اذا كانت كثافة المائع تساوي كثافة الجسم فانه سيبقى معلقا في حالة توازن داخل المائع .

مثال/ جسم يزن في الهواء (5N) ويزن 4.55N عند غمره تماما في الماء احسب حجم الجسم ؟ علما ان كثافة الماء تساوي $1000\,kg/m^3$ وان التعجيل الارضي يساوي $g = 10\,m/s^2$

الحل/

وزن الجسم في الهواء – وزن الجسم في السائل = حجم السائل المزاح × كثافة السائل الوزنية

$$w_{in\ air} - w_{in\ liquid} = V\rho g$$

$$5 - 4.55 = V \times 1000 \times 10$$

$$0.45 = V \times 1000 \times 10$$

$$V = \frac{0.45}{10000} = 0.45 \times 10^{-4} m^3$$

مثال / مكعب من الخشب طول حرفه 10cm وكثافته الوزنية $7840\,kg/m^3$ يطفو في الماء ما طول الجزء الغاطس داخل الماء ؟

الحل/ نفرض ان طول الجزء الغاطس من المكعب في الماء = h

وزن الجسم الطافي = وزن السائل المزاح

وزن الجسم الطافي = حجم الجزء المغمور × كثافة السائل الوزنية

$$W_{body} = V \times \rho_m \times g$$

الكثافة الوزنية للجسم × حجم الجسم = الكثافة الوزنية للماء × حجم الجزء الغاطس

$$(\rho V)_{body} = (\rho V)_{water}$$

الكثافة الوزنية للماء = الكثافة الكتلية × التعجيل الارضي

$$1000 \times 9.8 = 9800 \ N/m^3$$

$$7840 \times (0.1)^3 = h \times (0.1)^2 \times 9800$$

$$h = \frac{784}{9800} = 0.08 \ m$$

الشد السطحي

هو محصلة القوى التي تؤثر على جزيئات السائل الموجودة على سطح السائل وتجذبها نحو الاسفل حيث تجعل سطح السائل يتصرف وكانه غشاء رقيق ومرن وفي حالة توتر دائم ويعمل على تقليص مساحة السطح الى اقل ما يمكن .

ملاحظة / من الظواهر الفيزيائية للشد السطحي طفو الابرة فوق سطح الماء وسير الحشرات على سطح السائل واتخاذ قطرات الماء شكلا كرويا .

الخاصية الشعرية

هو ظاهرة ارتفاع او انخفاض السائل في الانابيب الزجاجية الضيقة (الشعرية) .

ملاحظات/

١. عندما يغمر احد نهايتي انبوبة زجاجية شعرية مفتوحة الطرفين بصورة عمودية في الماء فان الماء يرتفع داخل الانبوبة الى مستوى اعلى من مستواه خارج الانبوبة .
٢. في حالة استخدام الزئبق فيحدث العكس اي ينخفض مستواه داخل الانبوبة عن مستواه خارج الانبوبة .

علل/ ارتفاع مستوى الماء داخل الانبوبة الشعرية .

ج/ بسبب تغلب قوة تلاصق الماء مع الزجاج على قوة تماسك جزيئات الماء مع بعضها البعض .

علل / انخفاض مستوى الزئبق في الانبوب الشعري .

ج / لان قوة التماسك بين جزيئات الزئبق اكبر من قوة تلاصقها مع الزجاج .

س/ ما هي قوة التماسك ؟

ج / هي قوة التجاذب بين جزيئات المادة نفسها اي جزيئات من النوع نفسه (الزنبق)

س / ما هي قوة التلاصق ؟

ج/ هي قوة التجاذب بين جزيئات مختلفة ويختلف مقدارها باختلاف المواد مثل التصاق الماء بالزجاج .

س/ ما اهمية الخاصية الشعرية ؟

١. ارتفاع المياه الجوفية خلال مسامات التربة و دلالتها ظهور الاملاح على سطح التربة .
٢. ارتفاع ماء خلال جذور النبات وسيقانها .
٣. ترشيح الدم في كلية الانسان .
٤. ارتفاع النفط المستعمل في فتائل المدافئ النفطية .

الخواص الميكانيكية للموائع المتحركة

س/ ما اهمية الموائع المتحركة في حياتنا اليومية ؟

ج / تبرز اهمية الموائع في حركة الطائرات او الغواصة وجريان الدم في الشرايين والاوردة وجريان الماء في الانابيب وتتميز الموائع بقدرتها على الجريان عندما تؤثر فيها القوى حتى لو كانت صغيرة .

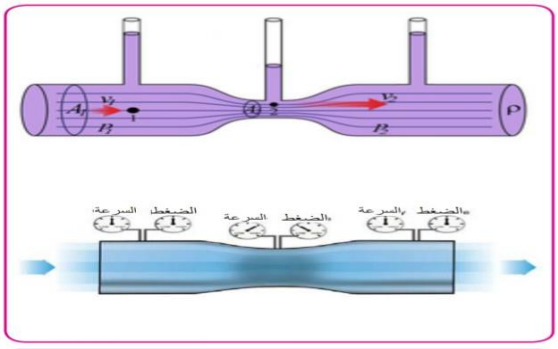
ملاحظة / لوصف جريان مائع ما عند لحظة معينة فانه يجب معرفة كثافته وضغطه وسرعة جريانه .

س/ ما هي مميزات المائع المثالي ؟

١. غير قابل للانكباس : اي لا يمكن ضغطه .
٢. جريانه منتظم : سرعة جريان دقائق المائع عند نقطة معينة تبقى ثابتة مع الزمن في المقدار والاتجاه .
٣. عديم اللزوجة : تعد اللزوجة مقياس للاحتكاك الداخلي في المائع عند جريانه لذلك نفترض لزوجة المائع صفرا .
٤. غير دوراني او دوامي : جريانه غير اضطرابي اي لا تتداخل خطوط جريانه فلا تتكون دوامات .

معادلة الاستمرارية في الموائع

عند جريان الماء في الخرطوم نلاحظ انه كلما ضاق خروج مجرى الماء نحصل على سرعة تدفق كبيرة وهذا يعني ان سرعة جريان الماء تزداد كلما ضاقت فوهة خروجه .



في حالة الجريان الانسيابي تتحقق معادلة الاستمرارية التي تنص على :

معدل تدفق كمية المائع من اي مقطع داخل الانبوب يبقى ثابتا

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

(A_1) مساحة المقطع الكبير . (v_1) سرعة المائع عند المقطع (A_1)

(A_2) مساحة المقطع الصغير . (v_2) سرعة المائع عند المقطع (A_2)

العلاقة اعلاه صحيحة على طول الانبوبة الافقية وهي تشير الى سرعة الانسياب في اي نقطة تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع في تلك النقطة اي ان السرعة تزداد كلما ضاقت انبوبة الجريان .

مثال / يجري الماء في انبوبة افقية ذات مقطعين نصف قطر المقطع الكبير 2.5cm بسرعة 2 m/s الى مقطعه الصغير الذي نصف قطره 1.5cm ما مقدار سرعة جريان الماء في الانبوبة الضيقة ؟

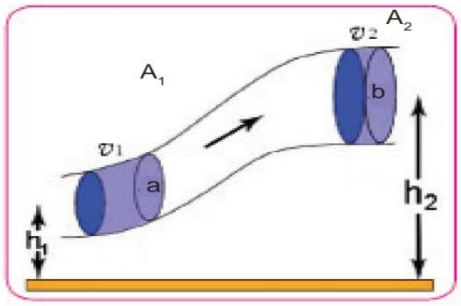
الحل /

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi \times (2.5)^2$$

$$A_2 = \pi r_2^2 = \pi \times (1.5)^2$$

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = 2 \times 100 \times \frac{\pi \times (2.5)^2}{\pi \times (1.5)^2} = 5.55 \frac{m}{s}$$



معادلة برنولي

لقد وجد العالم برنولي ان ضغط المائع يتغير بتغير سرعته وعندما اشتق معادلته افترض ان المائع عديم اللزوجة وغير قابل للانضغاط ويجري جريانا انسيابيا

معادلة برنولي هي :

مجموع الضغط والطاقة الحركية لوحدة الحجوم والطاقة الكامنة الوضعية لوحدة الحجوم تساوي مقدارا ثابتا في النقاط جميعها على طول مجرى المائع المثالي

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

علما ان (ρ) هي كثافة المائع وهي ثابتة لان المائع غير قابل للانكباس

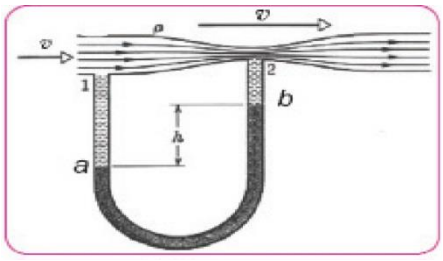
$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = constant$$

تطبيقات معادلة برنولي

a) مقياس فنتوري : هو احد ابرز التطبيقات العملية لمعادلة برنولي التي يمكن بوساطته قياس سرعة مائع كثافته (ρ) ينساب خلال انبوب افقي مساحة مقطعه متغيرة ويقاس فرق الضغط بين نقطتين بوساطة المانوميتر الزئبقي حسب العلاقة الاتية :

$$P_1 - P_2 = \rho g h$$

$(P_1 - P_2)$ فرق الضغط ، (ρ) كثافة السائل (g) تعجيل ارضي (h) فرق الارتفاع



مثال / في مقياس فنتوري اذا فرق الارتفاع في فرعي المانوميتر يساوي 0.075m احسب فرق الضغط بين مقطعي مقياس فنتوري علما ان كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$.

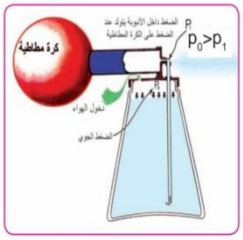
الحل /

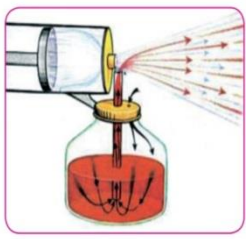
$$P_1 - P_2 = \rho g h$$

$$P_1 - P_2 = 13600 \times 9.8 \times 0.075 = 9.996 \times 10^3\ N/m^2$$

b) المرذاذ : -

ان المرذاذ بأنواعه المختلفة يعمل على وفق قاعدة برنولي فعند نفخ الانبوبة الافقية الموضحة في الشكل ادناه يؤدي الى خروج تيار هواء امام فتحة الانبوبة العمودية المغمور طرفها السفلي في السائل مما الى هبوط الضغط (P_1) داخل الانبوبة ولكن الضغط الجوي $(P_\circ)$ المسلط على سطح السائل اكبر $(P_\circ > P_1)$ فيرتفع السائل في الانبوبة العمودية الى الاعلى، يستعمل المرذاذ في صبغ السيارات و قناني العطر.





c) قوة رفع الطائرة : -

ان الشكل الانسيابي لجناح الطائرة عند تحركها الى الامام يؤدي الى جريان تيار الهواء بنمطين مختلفين على سطحي الطائرة مما يجعله يسير بسرعة اكبر على السطح العلوي للجناح منه على السطح السفلي لهذا السبب يكون الضغط على السطح الاسفل اكبر مما عليه في السطح الاعلى مما يؤدي الى تولد فرق ضغط بين سطحي جناح الطائرة ونشوء قوة في الاتجاه العمودي تسمى قوة الرفع حيث تساعد هذه القوة على رفع الطائرة .

اللزوجة

هي قوة الاحتكاك بين طبقات المائع الواحد وبين طبقات المائع وجدران الانبوب الذي يحتويه .

س/ على ماذا تعتمد اللزوجة ؟

١. نوع المائع .
٢. درجة حرارة المائع .

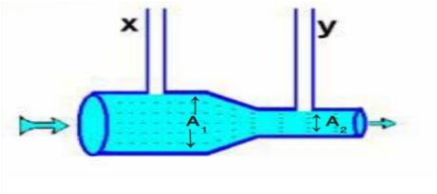
ملاحظات/

١. لزوجة السوائل تقل بارتفاع درجة حرارتها اذ بارتفاع درجة حرارة السائل تزداد الطاقة الحركية لجزيئاته .
٢. في الغاز فان ارتفاع درجة الحرارة يزيد من احتمالية تصادم جزيئاته معا مما يعني زيادة مقاومة الجزيئات لحركة بعضها وهذا يعني زيادة لزوجة الغاز .

اسئلة ومسائل الفصل الثالث

س١/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي :

١- يبين الشكل المجاور سائل مهمل اللزوجة يجري جريانا منتظما في انبوب مساحة مقطعه متغيرة فأن :



a. ضغط السائل في المقطع (A_1) اصغر من ضغط السائل في المقطع (A_2) .
b. ارتفاع السائل في الانبوب y يساوي ارتفاع السائل في الانبوب X .
c. معدل جريان السائل في المقطع (A_1) اكبر من معدل جريانه في المقطع (A_2) .
d. ارتفاع السائل في الانبوب X اكبر من ارتفاع السائل في الانبوب y .

٢- انبوب افقي يجري فيه مائع تناقص قطره من 10cm الى 5cm فأي العبارات التالية صحيحة :
a. تزداد سرعة المائع وضغطه .
b. تقل سرعة المائع وضغطه .
c. تزداد سرعة المائع ويقل ضغطه .
d. تقل سرعة المائع ويزداد ضغطه

٣- الضغط المسلط على مائع محصور ينتقل في جميع الاتجاهات ومن غير نقصان حسب :
a. مبدأ ارخميدس b. مبدأ باسكال
c . تأثير برنولي d . معادلة استمرارية الجريان

٤- يتوقف مقدار الفقدان من وزن الجسم الغاطس في سائل على :
a.كتلة الجسم b.وزن الجسم c. شكل الجسم d. حجم الجسم

٥- يستند مبدأ برنولي على :
a.قانون حفظ الطاقة b. مبدأ ارخميدس c. مبدأ باسكال d. الانابيب الشعرية

٦- يطلق اسم الموائع على السوائل والغازات لامتلاكها خاصية الجريان بسبب :

a. كبر الاحتكاك الداخلي بين جزيئاتها . b. كبر المسافات البينية .
c. كبر القوة الجزيئية . d. قلة الاحتكاك الداخلي بين جزيئاتها .

٧- للموائع قوة ترفع الاجسام المغمورة فيها الى الاعلى تسمى :

a. قوة الطفو b. قوة الجاذبية c. قوة الاحتكاك d. القوة الضاغطة

٨- احدى التطبيقات التالية لا تعتمد على تاثير برنولي :

a.الزورق الشراعي b. الطائرة c. المكبس الهايدروليكي d. المرذاذ

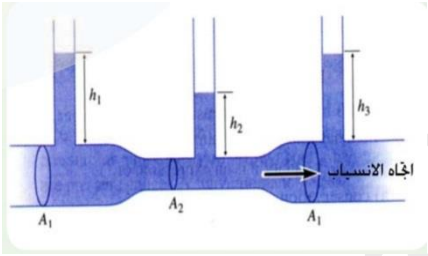
٩- حوض سباحة طوله $100m$ وعرضه $20m$ وارتفاع الماء فيه $5m$ فأن الضغط على قاعدة الحوض تساوي :

a. $98 \times 10^2\ N/m^2$ b. $95 \times 10^6\ N/m^2$
c. $49 \times 10^6\ N/m^2$ d. $49 \times 10^3\ N/m^2$

١٠-عند تدفق السائل في وعاء مغلق من خلال صنبور جانبي نلاحظ ارتفاع السائل في الاواني المختلفة بالمقدار نفسه يمكن تفسير ذلك تبعا ل :

a.مبدأ ارخميدس b. مبدأ باسكال c. الضغط الجوي d . ضغط السائل

١١-من الشكل المجاور اي العلاقات التالية صحيحة :



a. $h_3 = h_1$ b. $h_3 > h_1$ c. $h_3 < h_1$ d. $h_2 > h_1$

١٢- اذا غمر جسم وزنه mg في سائل وبقي معلقا داخل السائل في حالة توازن فان قوة الطفو F_B هي :

a. $F_B > mg$ b. $F_B = mg$ c. $F_B < mg$ d. $F_B = 2mg$

١٣-عند وصف الجريان المنتظم لمائع في لحظة ما ، يتطلب معرفة :

a.كثافته ووزنه وضغطه b. كثافته وسرعة جريانه
c. كثافته وحجمه وضغطه d. ضغطه وكثافته وسرعة جريانه

١٤-لو غمر جسم في سائل وكانت كثافة هذا الجسم اكبر من كثافة السائل فالجسم :

a.يطفو على سطح السائل b . يغطس كليا في السائل

c. يبقى معلقا داخل السائل وفي حالة توازن d. يبقى مغمورا جزئيا داخل السائل

س٢/ علل ما يأتي :

١) يمكن وضع شفرة حلاقة على سطح ماء من غير ان تغطس .

ج/ بسبب الشد السطحي المتولد في سطح الماء اذ يكون بشكل غشاء رقيق ومرن وفي حالة توتر دائم يمنع سقوط شفرة الحلاقة في الماء فهو يولد قوة للأعلى تعادل وزنها .

٢) يلتصق قميص السباحة بجسم السباح عند خروجه من الماء ولا يلتصق اذا كان مغمورا فيه .

ج/ اذا كان مغمورا فان هناك فوة تلاصق بين الماء والقميص وكذلك هناك قوة تلاصق بين جسم السابح وقميص السباحة هاتان القوتان متساويتان اما اذا خرج من الماء فستبقى قوة التلاصق بين جسيم السابح وقميص السباحة التي تجعل قميص السباحة يلتصق عند خروجه من الماء .

٣) عند الضغط بالأصبع على السطح الداخلي لخيمة اثناء هطول المطر بنساب الماء من ذلك الموضع .

ج/ لان عملية الضغط على السطح الداخلي للخيمة يعمل على نقصان الشد السطحي للماء وتلاشيه في تلك النقطة فينفذ الماء من ذلك الموقع .

٤) تمتص المنشفة الرطبة الماء من الجلد اسرع من المنشفة الجافة .

ج/ لان المنشفة المبللة تزداد فيها قوى التلاصق للماء وحسب الخاصية الشعرية فتمتص الماء .

٥) تقعر سطوح السوائل التي تلامس جدران الاوعية الشعرية .

ج/ لان قوة تلاصق السائل لجدران الانبوب اكبر من قوة تماسك جزيئاته .

٦) تطاير سقوف الابنية المصنوعة من صفائح الالمنيوم في الاعاصير .

ج/ وذلك نتيجة اختلاف الضغط حيث يحدث في اعلى السقوف سرعة عالية للريح وضغط واطئ وفي اسفل السقف سرعة واطئة وضغط عال فتتطاير السقوف .

٧) يتألم السباح الحافي من الشاطئ الخشن ويقل المه كلما تغلغل في الماء .

ج/ لنشوء قوة دفع الماء الصعودية التي ترفع الجسم نحو الاعلى فتزداد كلما تغلغل في الماء والتي تقلل من وزنه في الماء فيكون ضغطه على السطح الخشن قليلا .

مسائل الفصل

س١/ حوض لتربية الاسماك على شكل متوازي مستطيلات طوله 20m وعرضه 12m وارتفاع الماء فيه 5m احسب :

١)الضغط على قاعدة الحوض ؟ ٢) القوة المؤثرة على القاعدة

الحل/

$$1)\ P = \rho gh = 1000 \times 9.8 \times 5 = 49000\ N/m^2$$

$$2)\ F = PA = 49000 \times (20 \times 12) = 1176 \times 10^4 m^2$$

س٢/ اذا كانت قراءة المرواز الزنبقي 75cm فما مقدار الضغط الجوي بوحدة الباسكال ؟

الحل/

$$P = \rho gh = 13600 \times 9.8 \times 0.75 = 99960\ pa$$

س٣/ مكبس في جهاز هيدروليكي مساحة مكبسه الكبير تبلغ 50 مرة بقدر مساحة مكبسه الصغير فاذا كانت القوة المسلطة على المكبس الكبير 6000N احسب القوة المسلطة على المكبس الصغير ؟

الحل/

$$A_2 = 50A_1$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{6000} = \frac{A_1}{50A_1} \rightarrow F_1 = \frac{6000}{50} = 120\ N$$

س٤/ شخص يكاد ان يطفو مغمورا بأكمله في الماء فاذا كان وزن الجسم 600N احسب حجمه ؟ اعتبر التعجيل الارضي $10\ m/s^2$

الحل /

وزن الجسم الطافي = وزن السائل المزاح

$$W_{body} = \rho g V$$

$$600 = 1000 \times 10 \times V$$

$$\mathrm{V} = \frac{600}{10000} = 0.06m^3$$

س٥/ جسم صلب وزنه بالهواء 20N وفي الماء 15N احسب حجم الجسم ؟ اعتبر التعجيل الارضي $10\ m/s^2$

الحل/

$$W_{body} - W_{in\ air} = \rho g V$$

$$20 - 15 = 1000 \times 10 \times V$$

$$5 = 1000 \times 10 \times V$$

$$V = \frac{5}{10000} = 5 \times 10^{-4} m^3$$

س٦/ يتدفق الماء عبر المقطع الكبير لأنبوبة بسرعة 1.2 m/s وعندما يصل المقطع الصغير تصبح سرعته 6m/s احسب النسبة بين قطري المقطعين ؟

الحل/

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$A_1 = \pi R_1^2 \ \ , A_2 = \pi R_2^2$$

$$\pi R_1^2 \times 1.2 = \pi R_2^2 \times 6$$

$$\frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{6}{1.2} = \frac{60}{12} = \sqrt{5}$$

الأستاذ هاني محمد صالح

الفصل الرابع (الخصائص الحرارية للمادة)

كمية الحرارة والحرارة النوعية للمادة :

ان المادة المكونة من جزيئات وهذه الجزيئات تمتلك طاقة حركية وطاقة كامنة وان مجموع هذه الطاقة تسمى الطاقة الداخلية فعندما نسخن الاجسام فان معدل طاقتها الداخلية تزداد بزيادة درجة حرارتها وعليه فان مقدار كمية الحرارة التي لتسخينها ورفع درجة حرارتها مقدارا معينا يعتمد على هذا التغير فتزداد بزيادته وتقل بنقصانه اي ان كمية الحرارة تتناسب مع التغير في درجة حرارته .

س/ على ماذا تعتمد كمية الحرارة اللازمة لتسخين جسم ؟

ج/ تعتمد على :

١. كتلة الجسم .
٢. نوع المادة المصنوع منها .
٣. التغير في درجة حرارته .

يمكن حساب كمية الحرارة (Q) اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كتلته (m) من درجة حرارة معينة T_1 الى درجة حرارة T_2 من خلال العلاقة الاتية :

كمية الحرارة = كتلة الجسم × الحرارة النوعية للمادة × التغير في درجة الحرارة

$$Q = mC_P\Delta T = mC_P(T_2 - T_1)$$

س/ ما هي الحرارة النوعية ؟

ج / هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة كيلو غرام واحد من المادة درجة سيليزية واحدة وتقاس بوحدات $J/kg.C^\circ$.

ملاحظة/

١. اشارة كل من (ΔT) و (Q) موجبة عندما تكتسب المادة طاقة حرارية .
٢. اشارة كل من (ΔT) و (Q) موجبة عندما تفقد المادة طاقة حرارية .

السعة الحرارية

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم بأكمله درجة سيليزية واحدة وتقاس بوحدات J/C° .

السعة الحرارية = كتلة الجسم × الحرارة النوعية .

$$C = mC_P$$

ملاحظة/ تعتمد الحرارة النوعية على نوع المادة فقط وتختلف السعة الحرارية باختلاف كتلة الجسم والحرارة النوعية لمادته .

الجدول (1) يوضح الحرارة النوعية لمواد مختلفة

المادة	الحرارة النوعية $\frac{J}{kg.\,^oC}$	المادة	الحرارة النوعية $\frac{J}{kg.\,^oC}$
ماء نقي عند $15\,^oC$	4186	زجاج	837
جليد $0\,^oC$	2093	الفولاذ	500
بخار الماء عند 100^oC	2010	الحديد	448
خشب	1750	النحاس	387
الالمنيوم	900	الفضة	234

مثال / ما مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة 3 kg من الالمنيوم $(15C^\circ)$ الى $(25C^\circ)$ علما ان الحرارة النوعية للألمنيوم $900\,J/kg.C^\circ$.

الحل/

$$Q = mC_P(T_2 - T_1)$$

$$Q = 3 \times 900(25 - 15)$$

$$Q = 27000\,J$$

ملاحظة/ ان الحرارة النوعية للماء اكبر منها لجميع المواد المستعملة في حياتنا اليومية

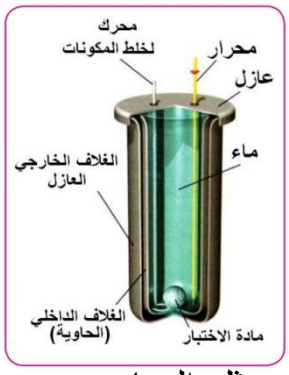
مثال / ما السعة الحرارية لقطعة من الحديد كتلتها $4kg$ وحرارتها النوعية $448 J/kg.C^\circ$ ؟

الحل/

$$C = mC_P = 4 \times 448 = 1792 J/C^\circ$$

الاتزان الحراري

عند افتراض وجود جسمين معزولين حراريا عن الوسط الذي حولهما (اي لا يوجد تبادل مع الوسط المحيط) حينئذ نقول ان الجسمين في حالة اتزان حراري كذلك عند مزج سائلين معا تنتقل الحرارة من الجسم الساخن الى الحسم البارد ويستمر التدفق الحراري حتى تتساوى درجة حرارة السائلين ويحدث اتزان حراري في النظام المعزول اي ان :



كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة

س/ ما هو جهاز قياس الحرارة النوعية لمادة معينة ؟

ج / جهاز المسعر .

س/ ما هي مكونات جهاز المسعر ؟

ج/ يتكون من وعاء رقيق مصنوع من فلز جيد التوصيل الحراري مثل النحاس ويحيط به وعاء اخر من الفلز نفسه وتفصل بينهما مادة عازلة للحرارة مثل اللباد او نشارة الخشب من اجل عزل الاناء الداخلي ومحتوياته عن الوسط المحيط به حراريا وله غطاء به فتحتان الاولى لإدخال المحرار والثانية لإدخال المحرك لتحريك المواد الممزوجة .

مثال / مكعب من الالمنيوم كتلته $(0.5\ kg)$ عند درجة حرارة $100C^\circ$ وضع داخل وعاء يحتوي على $1kg$ من الماء عند درجة حرارة $20C^\circ$ (افترض عدم حصول ضياع للطاقة الحرارية الى المحيط) احسب درجة الحرارة النهائية (الالمنيوم والماء) عند حصول الاتزان الحراري (اي تتساوى درجة حرارة الماء والالمنيوم) علما ان الحرارة النوعية للماء $4200 J/kg.C^\circ$ والحرارة النوعية للألمنيوم $900 J/kg.C^\circ$.

الحل /

نفرض ان درجة الحرارة النهائية للمجموعة T_f .

فان درجة حرارة الالمنيوم تنخفض بمقدار $(100 - T_f)$.

وان درجة حرارة الماء ترتفع بمقدار $(T_f - 20)$

نطبق المعادلة الاتية :

كمية الحرارة التي يفقدها الالمنيوم = كمية الحرارة التي يكتسبها الماء .

$$m_w . C_{pw}(T_f - 20) = m_A . C_{PA}(100 - T_f)$$

$$1 \times 4200(T_f - 20) = 0.5 \times 900(100 - T_f)$$

$$4200T_f - 84000 = 45000 - 450T_f$$

$$T_f = \frac{129000}{4650} = 27.7C^\circ$$

مثال / احسب السعة الحرارية لمسعر من النحاس فيه ماء كتلته $100g$ بدرجة حرارة $10C^\circ$ اضيف اليه كمية ماء اخرى كتلتها $100g$ بدرجة حرارة $80C^\circ$ فأصبحت درجة حرارة الخليط النهائية $38C^\circ$ ؟

الحل/ نفرض ان السعة الحرارية للمسعر هي C

كمية الحرارة المكتسبة

كمية الحرارة التي اكتسبها الماء البارد = كتلة × الحرارة النوعية للماء × التغير في درجة الحرارة

$$Q_1 = mC_p(T_2 - T_1) = 0.1 \times 4200 \times (38 - 10)$$

$$Q_1 = 11760\ \text{J}$$

كمية الحرارة التي اكتسبها الماء المسعر = السعة الحرارية للمسعر × التغير في درجة الحرارة

$$Q_2 = C(T_2 - T_1) \ \rightarrow Q_2 = C(38 - 10)$$

$$Q_2 = 28\ C$$

كمية الحرارة المفقودة :

كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن = كتلة × الحرارة النوعية للماء × التغير في درجة الحرارة

$$Q_3 = mC_p(T_2 - T_1) = 0.1 \times 4200 \times (38 - 80)$$

$$Q_3 = -17640\ \text{J}$$

عند الاتزان الحراري :

كمية الحرارة المكتسبة $(Q_1 + Q_2)$ = كمية الحرارة المفقودة Q_3

$$Q_3 = Q_1 + Q_2$$

$$17640 = 11760 + 28\text{C}$$

$$\text{C} = \frac{5880}{28} = 210\ J/C^{\circ}$$

تأثير الحرارة على المواد

تمدد المواد بالحرارة :

عند رفع درجة حرارة المادة الصلبة او السائلة او الغازية يزداد معدل الطاقة الحركية للجزيئات فيزداد التباعد بينهما فيحصل التمدد.

a) تمدد المواد الصلبة : التمدد يعني زيادة في ابعاد المادة وعليه فهناك :

- تمدد طولي اي زيادة في طول الساق (التمدد في بعد واحد) .
- تمدد سطحي اي زيادة في مساحة السطح (التمدد في بعدين) .
- تمدد حجمي اي زيادة في حجم الجسم (التمدد في ثلاثة ابعاد) .

التمدد الطولي :

عند زيادة درجة الحرارة بمقدار (ΔT) يحدث زيادة في الطول مقدارها (ΔL) وقد اثبتت التجارب ان التغير في الطول يتناسب طرديا مع التغير في درجات الحرارة والطول الاصلي ونوع المادة وفق العلاقة الاتية :

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

ΔL = الطول الجديد – الطول الاصلي

A معامل التمدد الطولي ويعطى بالعلاقة الاتية :

$$\alpha = \frac{1}{L} \times \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

س/ ما هو معامل التمدد الطولي ؟

ج/ هو مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة الاطوال من المادة عند تسخينها درجة سيليزية ويقاس بوحدات $(\frac{1}{C^\circ})$.

التمدد السطحي :

تزداد مساحة اي سطح عندما ترتفع درجة حرارته وعلى هذا الاساس تزداد المساحة السطحية A بمقدار ΔA نتيجة لارتفاع درجة الحرارة بمقدار ΔT

$$\Delta A = \gamma A \Delta T$$

(γ) معامل التمدد السطحي ويعطى بالعلاقة الاتية :

$$\gamma = \frac{1}{A} \times \frac{\Delta A}{\Delta T}$$

س/ ما هو معامل التمدد السطحي ؟

ج/ هو مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة المساحة من الجسم عندما ترتفع درجة الحرارة درجة سيليزية واحدة ويقاس بوحدات $(\frac{1}{C^\circ})$.

معامل التمدد السطحي = ضعف معامل التمدد الطولي

$$\gamma = 2\alpha$$

التمدد الحجمي :

تغير حجم المادة مع تغير درجة الحرارة يوصف بوساطة معامل التمدد الحجمي للمادة (β) وهكذا يزداد حجم المادة (V) بمقدار (ΔV) نتيجة لارتفاع درجة الحرارة بمقدار ΔT .

$$\Delta V = \beta V \Delta T$$

س/ ما هو معامل التمدد الحجمي ؟

ج/ هو مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة الحجم من الجسم عندما ترتفع درجة الحرارة درجة سيليزية واحدة ويقاس بوحدات $(\frac{1}{C^\circ})$

معامل التمدد الحجمي = ثلاثة امثال معامل التمدد الطولي

$$\beta = 3\alpha$$

تطبيقات على تمدد المواد الصلبة بالحرارة :

١) الضابط الاوتوماتيكي الحراري : يستعمل شريط ثنائي المعدن للسيطرة على فتح وغلق الدائرة الكهربائية .

٢) المصابيح الكهربائية : يمتلك المصباح (الزجاج) معامل تمدد حراري مساو لمعامل التمدد الحراري للسلك المستعمل فأن السلك الحامل لخويط المصباح والمغمور طرفه الاخر في زجاج المصباح عند تمدده يتمدد الزجاج بالمقدار نفسه لمنعها من كسر قاعدة المصباح .

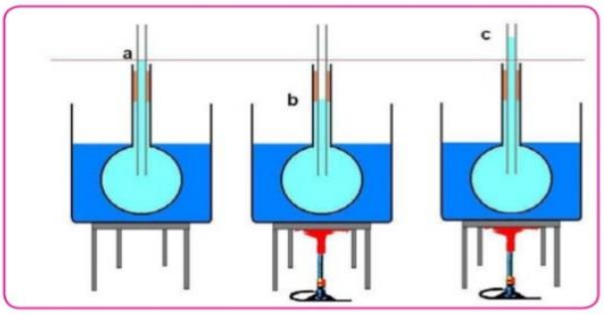
٣) وضع فراغات او فواصل مناسبة في الجسور وترك مسافات بين خطوط سكك الحديد .

b) تمدد السوائل بالحرارة : ان السوائل تتمدد بالحرارة ايضا وللتعرف على تمدد السوائل نجري النشاط الاتي :

نشاط: تمدد السوائل بالحرارة

الادوات : دورق زجاج ، وعاء كبير ، انبوب زجاج رفيع مفتوح الطرفين، سدادة مطاط ينفذ منها الانبوب، ماء ملون، مصدر حراري .

63



شكل(4-13)

الخطوات :

1- نملأ ثلاثة ارباع الوعاء تقريبا بالماء ثم نقوم بتسخينه بوساطة المصدر الحراري.

2- نملأ الدورق بالماء الملون ثم نغلقه بوساطة السدادة كما في الشكل(4-13 -a),ونثبت علامة عند سطح الماء في الانبوب.

3- نضع الدورق في الوعاء ونراقب مايحدث لارتفاع الماء في الأنبوب.

عند بدء التسخين ينخفض سطح الماء قليلاً في الانبوب بسبب تمدد زجاج الدورق اولا فيزداد حجمه لذلك ينخفض مستوى الماء شكل(4-13-b)ليحل محله الفراغ الناتج عن الزيادة في حجم الدورق.وعندما تصل الحرارة عبر زجاج الدورق الى الماء يتمدد ويرتفع في الانبوب بسبب زيادة حجمه شكل (4-13-c) ولكن التمدد الحجمي للسوائل اكبر من التمدد الحجمي للمواد الصلبة للتغير نفسه في درجات الحرارة وبسبب تمدد الوعاء الذي يحوي السائل فان التمدد الذي نشاهده ونقيسه يكون اقل من التمدد الحقيقي ويسمى التمدد الظاهري.

س/ ما هو معامل التمدد الحجمي الظاهري للسائل ؟

ج / هو نسبة الزيادة الظاهرية في الحجم لكل درجة سيليزية واحدة .

س/ ما هو معامل التمدد الحجمي الحقيقي للسائل ؟

ج/ هو نسبة الزيادة الحقيقة في الحجم لكل درجة سيليزية واحدة .

يكون من الضروري معرفة ما يلي :

ان معامل التمدد الحقيقي للسائل > معامل التمدد الظاهري

كما ان :

معامل التمدد الحقيقي = معامل التمدد الظاهري + معامل التمدد الحجمي للأناء

$$\beta_r = \beta_v + 3\alpha$$

(α) هو معامل التمدد الطولي للأناء

مثال / مليء خزان بنزين السيارة حجمه $60\ L$ بالبنزين تماما حينما كانت درجة الحرارة $25C$ ثم تركت السيارة تحت اشعة الشمس ساعات عدة الى ان اصبحت درجة حرارة الخزان $45C$ احسب حجم البنزين المتوقع ان ينسكب من الخزان (اهمل التمدد الخزان) ؟ علما ان معامل تمدد الحجمي للبنزين $\beta = 9.6 \times 10^{-4}\ \frac{1}{C^\circ}$

الحل/

$$\Delta T = T_2 - T_2$$

$$\Delta T = 45 - 25 = 20C^\circ$$

$$\Delta V = V\beta\Delta T$$

$$\Delta V = 60 \times 9.6 \times 10^{-4} \times 20 = 1.152\ L$$

c) تمدد الغازات : ان تمدد الغازات اكثر من تمدد السوائل واكثر من تمدد المواد الصلبة بسبب قلة القوى الجزيئية بين جزيئاتها وتمتاز الغازات بتساوي معامل التمدد الحجمي لجميعها عند ثبوت الضغط

ان معامل التمدد الحجمي لاي غاز يساوي $\frac{1}{273}\frac{1}{C^\circ}$ عند ثبوت الضغط .

تغير حالة المادة

الحرارة الكامنة للانصهار : هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من حالة الصلابة الى حالة السيولة وبدرجة الحرارة نفسها وبثبوت الضغط .

يمكن حساب كمية الحرارة اللازمة لصهر كتلة معينة من مادة وعند درجة انصهارها على وفق العلاقة الاتية :

$$Q = m \times L_f$$

(Q) كمية الحرارة (m) الكتلة (L_f) الحرارة الكامنة للانصهار

الجدول (4)

المادة	درجة الانصهار °C	الحرارة الكامنة للانصهار kJoule/kg
جليد	0	335
المنيوم	658.7	321
نحاس	1083	175
حديد	1535	96

مثال/ احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل قطعة من الجليد كتلتها $25g$ بدرجة حرارة $0C^\circ$ الى ماء عند درجة الحرارة نفسها علما ان $L_f = 335\ KJ/Kg$ للجليد .

الحل/

$$Q = m \times L_f$$

$$Q = 0.025 \times 335 = 8.375\ KJ$$

مثال/ احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل $2Kg$ من الجليد بدرجة $-15C^\circ$ الى ماء بدرجة حرارة $25C^\circ$ علما ان الحرارة النوعية للماء $4200\ kg/C^\circ$ والحرارة الكامنة لانصهار الجليد عند درجة $0C^\circ$ هي $335\ KJ/Kg$ والحرارة النوعية للجليد تساوي $2093\ kg/C^\circ$.

الحل/

لرفع درجة حرارة الجليد من $-15C^\circ$ الى $0C^\circ$ يلزم تزويده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي :

$$Q_1 = mC_{ice}\Delta T$$

$$Q_1 = 2 \times 2093 \times (0 - (-15))$$

$$= 2 \times 2093 \times 15$$

$$= 62790\ J$$

لتحويل الجليد الى ماء عند درجة حرارة $0C^\circ$ يلزمنا تزويده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي :

$$Q_2 = m \times L_f$$

$$Q_2 = 2 \times 335 = 670000\ J$$

ولرفع درجة حرارة الماء من $0C^\circ$ الى $25C^\circ$ نزوده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي :

$$Q_3 = mC_{water}\Delta T$$
$$Q_3 = 2 \times 4200 \times (25 - 0)$$
$$= 2 \times 4200 \times 25$$
$$= 210000\ J$$

لحساب كمية الحرارة التي تم تزويد الجليد بها حتى اصبح ماء بدرجة حرارة $25C^\circ$ يساوي :

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$
$$Q_{total} = 62790 + 670000 + 210000$$
$$Q_{total} = 942790\ J$$

درجة الغليان : هي درجة الحرارة التي تبدأ عندها المادة بالتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية .

الحرارة الكامنة للتبخر : هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من حالة السيولة الى الحالة الغازية عند درجة الغيان .

$$Q = m \times L_V$$

(Q) كمية الحرارة (m) الكتلة (L_f) الحرارة الكامنة للتبخر

والجدول (5) يبين درجة غليان بعض المواد والحرارة الكامنة للتبخر.

الجدول (5)

المادة	درجة الغليان °C	الحرارة الكامنة للتبخر kJ / kg
الماء النقي	100	2260
الزئبق	357	284
النحاس	2300	4820
الحديد	3000	6290
الفضة	2100	2360

مثال/ احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل $3kg$ درجة حرارته $20C^{\circ}$ الى بخار درجة حرارته $110C^{\circ}$ علما ان الحرارة النوعية للماء تساوي $4200\ J/kg$ والحرارة الكامنة لتبخر الماء $2260\ kJ/Kg$ والحرارة النوعية لبخار الماء $2010\ J/Kg.C^{\circ}$

الحل/

كمية الحرارة الكلية = كمية الحرارة اللازمة لتسخين الماء من $20C^{\circ}$ الى $100C^{\circ}$ + كمية الحرارة اللازمة لتحويل الماء الى بخار عند درجة $100C^{\circ}$ +كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة بخار الماء من $100C^{\circ}$ الى $110C^{\circ}$

$$Q_T = Q_1 + Q_1 + Q_3$$

$$Q_T = \mathrm{mC}(T_2 - T_1) + m \times L_V + \mathrm{mC}(T_3 - T_2)$$

$$\boldsymbol{Q_T = 3 \times 4200 \times (100 - 20) + 3 \times 2260 \times 10^3 + 3 \times 2010 \times (110 - 100)}$$

$$Q_T = 1008000 + 6780000 + 60300$$

$$Q_T = 7848300\ \mathrm{J}$$

طرائق انتقال الحرارة

تنتقل الحرارة بثلاث طرق هي :

١. التوصيل .
٢. الحمل .
٣. الاشعاع .

اولا : انتقال الحرارة بالتوصيل :

بتفاوت المعدل الزمني للطاقة الحرارية المنقولة من مادة الى اخرى حسب التركيب الداخلي للمادة وتعد الفلزات مواد جيدة التوصيل الحراري وبعود ذلك لاحتوائها على الالكترونات الحرة وتقارب ذراتها .

التوصيلية الحرارية : ان مقدار الطاقة الحرارية المنتقلة خلال جسم ما بطريقة التوصيل يعتمد على خاصية تدعى التوصيلية الحرارية للمادة .

الانحدار الحراري : هو مقدار التغير في درجة حرارة الموصل في كل متر من طوله حينما تنتقل الحرارة عموديا على مساحة المقطع العرضي .

$$\text{الانحدار الحراري} = \frac{\Delta T}{L}$$

ومن هذا نجد ان انه كلما زاد الانحدار الحراري يزداد مقدار انسياب الطاقة الحرارية ويمكن التعبير عن المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية وفق العلاقة الاتية :

$$H = KA\frac{\Delta T}{L}$$

(H) المعدل لانتقال الطاقة الحرارية بوحدات $watt$

(k) معامل التوصيل الحراري بوحدات $w/m.c$

(A) مساحة المقطع العرضي m^2 .

(ΔT) فرق درجات الحرارة C (L) طول الساق m

ملاحظة/ المواد الصلبة تختلف في معامل التوصيل الحراري .

جدول (6)

المادة	معامل التوصيل الحراري (k) $\frac{Watt}{m.^oC}$
الالمنيوم	210
الزجاج	0.8
الحديد	79
الفضة	406
النحاس الاحمر	385
النحاس الاصفر	109
الفولاذ	46
الذهب	293
الزئبق	8.7
الطابوق	0.63
الخشب	0.15
الهواء	0.025
السمنت	0.3
الماء	0.61

مثال / ساق من الحديد طوله $50cm$ ومساحة مقطعه $1cm^2$ وضع احد طرفيه على لهب درجة حرارته $200C^\circ$ ووضع طرفه الاخر في جليد مجروش $0C^\circ$ اذا كان الساق مغلفا بمادة عازلة علما ان معامل التوصيل الحراري يساوي $79\ W/m.C$ فاحسب :

١. الانحدار الحراري .
٢. المعدل الزمني لانسياب الطاقة الحرارية .

الحل/

$$\text{الانحدار الحراري} = \frac{\Delta T}{L}$$

$$\text{الانحدار الحراري} = \frac{200-0}{0.5}$$

$$\text{الانحدار الحراري} = 4 \times 10^2\ C^\circ/m$$

$$H = KA\frac{\Delta T}{L}$$

$$H = 79 \times 1 \times 10^{-4} \times 4 \times 10^2 = 3.16\ \text{W}$$

مثال / غرفة لها نافذة زجاجية ذات طبقة واحدة فاذا كان طول النافذة 2.2m وعرضها 1.2m وسمكها 5mm وعلى افتراض ان درجة حرارة سطح النافذة الزجاجية داخل الغرفة $22C^\circ$ ودرجة حرارتها من الخارج $3C^\circ$ احسب المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية من الغرفة علما ان معامل التوصيل الحراري للزجاج $0.8\ W/m.C^\circ$ ؟

الحل /

$$H = KA\frac{\Delta T}{L}$$

$$H = 0.8 \times (2.2 \times 1.2) \times \frac{22-3}{0.005} = 8026\ \text{W}$$

س/ ما هي التطبيقات على التوصيل الحراري ؟

١. صناعة اواني الطبخ .
٢. صناعة مواد عازلة للمقابض في اواني الطبخ .

٣. العزل الحراري عند بناء البيوت باستعمال مواد عازلة مثل الهواء والزجاج
٤. صناعة قنينة الترموس .

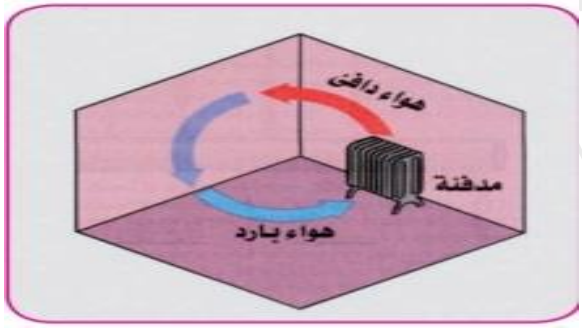
ثانيا : انتقال الحرارة بطريقة (الحمل الحراري) :

هو انتقال الطاقة الحرارية عن طريق حركة جزيئات المائع نفسها ولا تحدث هذه الطريقة في المواد الصلبة .

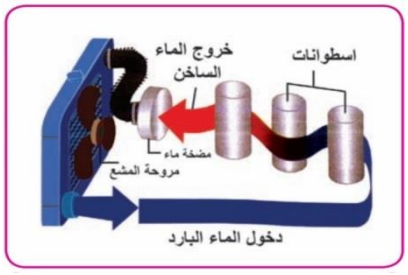
ملاحظة/ تنتقل الحرارة في الموائع على هيئة تيارات تدعى تيارات الحمل

س/ ما هي انواع الحمل الحراري ؟

١. الحمل الحراري الطبيعي الحر : تتولد تيارت الحمل في هذا النوع بتأثير الجاذبية الارضية فالهواء البارد يكون اكبر كثافة فيهبط الى الاسفل لان القوة الصعودية تكون اقل من وزنه بينما كثافة الهواء الساخن تكون قليلة فيرتفع الى الاعلى حاملا معه الطاقة الحرارية لان القوة الصعودية تكون في هذه الحالة اكبر من وزنه .



٢. الحمل الحراري الاضطراري (القسري) : في هذا النوع يحرض المائع على الدوران من خلال تركيب مضخة او مروحة في مجرى المائع ينشأ عنها فرق بالضغط يجبر الجزيئات على الحركة .



ثالثا : انتقال الحرارة بالإشعاع :

هو انتقال الطاقة الحرارية على شكل موجات كهرومغناطيسية بسرعة الضوء وتختلف اطوالها الموجية حسب درجة الحرارة الجسم المشع فهي تتراوح بين الاشعة البنفسجية والاشعة تحت الحمراء .

س/ على ماذا تعتمد الطاقة الاشعاعية من الاجسام ؟

١. طبيعة السطح الباعث للطاقة مثل مساحة سطحه فكلما زادت مساحة السطح ازداد مقدار الطاقة المنبعثة وكذلك لونه فالسطح الاسود يشع طاقة بمعدل يفوق كثيرا معدل اشعاع السطح ذي اللون الفاتح .
٢. درجة الحرارة حيث ان الاجسام تشع طاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية يمكن رؤيتها اذا كانت درجة حرارة الاجسام مرتفعة بينما تكون الاشعاعات غير مرئية اذا كانت درجة حرارة الاجسام منخفضة .

س/ على ماذا يعتمد مقدار الطاقة الحرارية الممتصة ؟

١. نوع المادة
٢. لون المادة
٣. مدى صقلها

التلوث الحراري

بقوم الانسان في عصرنا الحالي بنشاطات عدة تعمل على رفع درجة حرارة البر والجو والماء مما يؤدي الى خلل في التركيبة البيئية وتسمى هذه الظاهرة التلوث البيئي الحراري .

س/ ما هي مصادر التلوث الحراري ؟

١. مصادر توليد الطاقة الكهربائية .
٢. الصناعات النفطية والمصافي .

حل اسئلة ومسائل الفصل الرابع

س١/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي :

١. حينما يبدأ الماء بالتحول من حالة الى حالة اخرى فأن درجة حرارته :
a. ترتفع بمقدار درجة سيليزية واحدة .
b. تتغير باستمرار .
c. تنخفض بمقدار درجة سيليزية واحد ثم تثبت حتى تتحول كمية الماء جميعها
d. تبقى ثابتة حتى تتحول كمية الماء جميعها .

٢. عند اتصال الجسم الاول الذي درجة حرارته T_1 مع الجسم الثاني الذي درجة حرارته T_2 المعزولين حراريا عن الوسط المحيط بهما فاذا كانت $T_1>T_2$ فان انتقال الطاقة الحرارية بينهما يستمر الى ان تصبح :

a. درجة حرارة الجسم الثاني اقل من درجة حرارة الجسم الاول .

b. درجة حرارة الجسم الاول اقل من درجة حرارة الجسم الثاني .

c. عندما يصبح كلاهما عند درجة الحرارة نفسها (T) حيث $T_2<T<T_1$

d. درجة حرارة الجسم الاول تصبح صفرا .

٣. اذا كان معدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية من زجاج شباك الغرفة الى خارجها هو H فاذا قلت مساحة وسمك الزجاج الى النصف فان المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية يساوي :

$4H.a$ $2H.b$ H .C $\frac{H}{2}$ .d

٤. انتقال الحرارة في الغازات يتم بواسطة :

a.الاشعاع فقط b. الحمل فقط

C. الاشعاع والحمل فقط d. الاشعاع والحمل والتوصيل

٥. عندما يتكثف البخار ويتحول الى سائل فان :

a.درجة حرارته ترتفع b . درجة حرارته تنخفض

c. يمتص حرارة d . يبعث حرارة

٦. انتقال الحرارة في الفراغ يتم بوساطة :

a.الاشعاع فقط b . الحمل فقط

c. الاشعاع والحمل فقط d.الاشعاع والحمل والتوصيل

٧. عند ثبوت كل من الكتلة ودرجة الحرارة فان كمية الحرارة لجسم تتوقف على :

a.حجم الجسم b. شكل الجسم

c. نوع مادة الجسم d. كل الاحتمالات السابقة

٨. عند تحول المادة من حالة السيولة الى الحالة الغازية عند درجة حرارة الغليان يلزم تزويدها بكمية من الحرارة تساوي :

a. **حاصل ضرب كتلة المادة × الحرارة الكامنة للتبخر × درجة الحرارة .**
b. **حاصل ضرب كتلة المادة × فرق درجات الحرارة .**
c. **كمية الحرارة الكامنة للتبخر .**
d. **حاصل ضرب كتلة المادة × الحرارة الكامنة للتبخر**

س٢/ اجب عن الاسئلة التالية :

١- ثلاث قضبان من النحاس والفولاذ والالمنيوم متساوية في الطول عند درجة حرارة $0C^{\circ}$ اي منهما سكون اطول عند درجة حرارة $250C^{\circ}$ ؟

ج/ سيكون الالمنيوم هو الاطول لان معامل تمدده الطولي اكبر .

٢- تضاف قضبان الفولاذ للإسمنت المسلح في الابنية لتقويته فلماذا يعد الفولاذ مناسبا لتقوية الاسمنت ؟

ج/ لتساوي معامل التمدد الطولي لكل من الاسمنت والفولاذ .

٣- لماذا ينصح بعدم فتح غطاء المشع الحراري الا بعد ان يبرد محرك السيارة ؟ فسر ذلك ؟

ج/ لكون نظام التبريد في محركات السيارات مغلقا يكتسب الحرارة الزائدة من المحرك وعند فتح الغطاء مباشرة فان حرارة الماء الزائدة تحرق اليد .

٤- تدهن الانابيب في السخان الشمسي بطلاء اسود ؟ لماذا ؟

ج/ لان الطاقة الاشعاعية الشمسية من قبل الانابيب المطلية بالطلاء الاسود تزداد .

٥- الماء الذي في كأس الالمنيوم يتجمد قبل الماء في كأس الزجاج عند وضعهما في مجمد الثلاجة ؟

ج/ لان الحرارة النوعية للألمنيوم اكبر من الحرارة النوعية للزجاج .

٦- حينما تلمس قطعتان احدهما حديد والاخرى من خشب عند درجة الصفر السيليزي نشعر بان الحديد ابرد من الخشب ، ما سبب ذلك ؟

ج/ لان الحديد اجود توصيلا للحرارة من الخشب فيكتسب الحديد حرارة اليد فتشعر ببرودته .

٧- يصب الماء الساخن على غطاء علبة الزجاج التي تحتوي اطعمة معينة لكي نتمكن من فتحها بسهولة ؟

ج/ لان معامل التمدد الحراري للغطاء اكبر منه للزجاج فعند الماء الحار فان الغطاء يتمدد بشكل اكبر من تمدد الزجاج .

المسائل

س١/ قطعة من الذهب كتلتها $100g$ ودرجة حرارتها $25C^\circ$ وحرارتها النوعية $129\ J/Kg.C^\circ$ احسب :

a. السعة الحرارية للقطعة .

b. درجة حرارة قطعة الذهب اذا زودت بكمية من الحرارة مقدارها $516J$

الحل/

$$C = m \times C_P = 0.1 \times 129 = 12.9\,J/C^\circ$$

$$Q = m \times C_P \times \Delta T$$

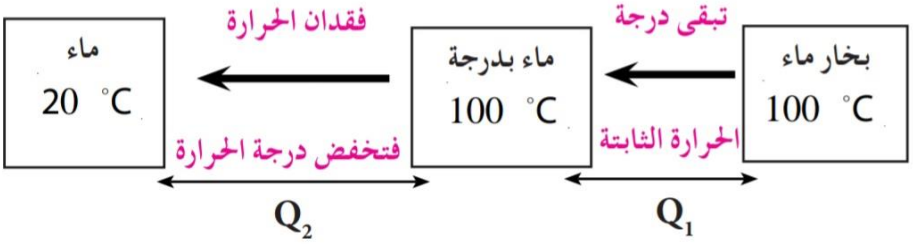
$$516 = 0.1 \times 129 \times (T_2 - 25)$$

$$516 = 12.9(T_2 - 25)$$

$$\frac{516}{12.9} = (T_2 - 25) \rightarrow T_2 = \frac{516}{12.9} + 25$$

$$T_2 = 40 + 25 = 65\ C^\circ$$

س٢/ ما هي كمية الحرارة التي فقدتها كتلة $160g$ من بخار الماء بدرجة $100\ C^\circ$ حين اصبح الماء بدرجة حرارة $20\ C^\circ$ ؟



الحل/

$$Q_1 = m \times L_V = 0.16 \times 2260 \times 1000 = -361600\ J$$

الاشارة السالبة لانها عملية تكثيف (فقدان الحرارة) .

$$Q_2 = m \times C_P \times (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 0.16 \times 4200 \times (20 - 100)$$

$$Q_2 = -53760\ J$$

$$Q_{Total} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{Total} = -361600 + (-53760) = -415360J$$

الاشارة السالبة تدل على ان هناك فقدان في كمية الحرارة

س٣/ اناء سعته الحرارية $50\ J/C^\circ$ يحتوي $0.5Kg$ ماء درجة حرارته $10\ C^\circ$ اضيف الى الماء الموجود في الاناء كمية من الماء الساخن كتلته $1kg$ في درجة الحرارة $80\ C^\circ$ كم تصبح درجة حرارة الخليط النهائية ؟

الحل/ عند الاتزان الحراري :كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة

كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن Q_3 = كمية الحرارة التي اكتسبها الاناء Q_1+ كمية الحرارة التي اكتسبها الماء البارد Q_2

$$Q_3 = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = C_P \times (T_2 - T_1) = 50 \times (T_f - 10)$$

$$Q_2 = m \times C_P \times (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 0.5 \times 4200 \times (T_f - 10)$$

$$Q_3 = m \times C \times (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 1 \times 4200 \times (80 - T_f)$$

$$4200 \times (80 - T_f) = 50 \times (T_f - 10) + 0.5 \times 4200 \times (T_f - 10)$$

$$336000 - 4200T_f = 50T_f - 500 + 2100T_f - 21000$$

$$336000 + 500 + 21000 = 4200T_f + 50T_f + 2100T_f$$

$$357500 = 6350T_f \rightarrow T_f = \frac{357500}{6350} = 56.3C^\circ$$

س٤/ حائط من الطابوق مساحته الجانبية $10cm^2$ وسمكه $15cm$ احسب المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية اذا كانت درجتا الحرارة الجانبية لهما $T_1 = 10C^\circ$ و $T_2 = 20C^\circ$ علما ان معامل التوصيل الحراري للطابوق $0.36\ W/m.C$

الحل/

$$H = KA\frac{\Delta T}{L}$$

$$\mathrm{H} = 0.36 \times 10 \times 10^{-4} \times \frac{20 - 10}{15 \times 10^{-2}} = 420\mathrm{W}$$

س٥/ عند تسخين ثلاث كميات من الماء كتلتها $m_1 = 0.5kg$, $m_2 = 0.1kg$, $m_3 = 1kg$ على مواقد حرارية متماثلة لمدة ثلاث دقائق اي الكتل ترتفع درجة حرارتها اكثر ؟ ولماذا ؟

الحل/ الاصغر كتلة تسخن اكثر لانه كلما قلت الكتلة زادت درجة الحرارة حسب العلاقة :

$$Q = m \times C_P \times \Delta T$$

س٦/ تم تسخين ولنفس المدة كمية من الماء كتلتها $0.5kg$ وكمية من الزيت لها نفس الكتلة اي الجسمين يسخن اكثر ؟ ولماذا ؟ علما ان السعة الحرارية للزيت $1890\ J/\ Kg.C$

الحل/ على افتراض ان الزيت والماء اكتسبا الكمية نفسها من الطاقة والتي يمكن التعبير عنها بالعلاقة الاتية :

كمية الحرارة التي اكتسبها الزيت = كمية الحرارة التي اكتسبها الماء

كتلة الزيت × السعة الحرارية النوعية× فرق درجات الحرارة = كتلة الماء × السعة الحرارية النوعية× فرق درجات الحرارة

$$Q_W = Q_{oil}$$

$$m \times C_{p(w)} \times \Delta T_w = m \times C_{p(o)} \times \Delta T_o$$

$$0.5 \times C_{p(w)} \times \Delta T_w = 0.5 \times C_{p(o)} \times \Delta T_o$$

$$C_{p(o)} = C_{p(w)} \times \frac{\Delta T_w}{\Delta T_o}$$

$$C_{p(o)} > C_{p(w)} \rightarrow \frac{\Delta T_w}{\Delta T_o} < 1 \rightarrow \Delta T_w < \Delta T_o$$

س٧/ ما كمية الحرارة التي تكتسبها كمية من الماء كتلتها $200\ g$ عندما ترتفع درجة حرارتها $20C^\circ$ الى $80C^\circ$ ؟

الحل/

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

$$Q = 0.02 \times 4200 \times (80 - 20)$$

$$Q = 840 \times 60 = 50400\ J$$

س٨/ ما كمية الحرارة التي يفقدها جسم من النحاس كتلته 500g عندما تنخفض درجة حرارته من $75C^\circ$ الى $25C^\circ$ ؟

الحل/

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

$$Q = 0.05 \times 387 \times (25 - 75)$$

$$Q = -9675\ J$$

س٩/ ما درجة الحرارة النهائية لكمية من الماء كتلتها $300g$ ودرجة حرارتها الابتدائية $20C^\circ$ عندما تكتسب كمية من الطاقة الحرارية مقدارها $37800\ J$ ؟

الحل/

$$Q = m \times C_p \times (T_2 - T_1)$$

$$37800 = 0.03 \times 4200(T_2 - 20)$$

$$37800 = 1260(T_2 - 20)$$

$$\frac{37800}{1260} = (T_2 - 20)$$

$$T_2 = 30 + 20 = 50^{\circ}C$$

س١٠/ وضعت كمية من الماء كتلتها $0.5kg$ ودرجة حرارته $20C^{\circ}$ في لوحة قوالب الثلج ثم ادخلت في قسم التجميد العلوي في الثلاجة ما مقدار الطاقة الواجب ازالتها من الماء لتحويله الى مكعبات ثلجية بدرجة حرارة $-5C^{\circ}$ ؟

الحل/ الماء من درجة حرارة $20C^{\circ}$ الى $0C^{\circ}$

$$Q_1 = m \times C_p \times (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 0.5 \times 4200(0 - 20) = -42000\,J$$

الماء بدرجة $0C^{\circ}$ الى جليد بدرجة $0C^{\circ}$

$$Q_2 = mL_f = 0.5 \times 335 = -167500\,J$$

الاشارة السالبة لانها فقدت حرارة .

لخفض درجة حرارة الجليد من $0C^{\circ}$ الى $-5C^{\circ}$

$$Q_3 = m \times C_p \times (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 0.5 \times 2093 \times (-5 - 0) = -5232.5\text{J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_T = -42000 + (-167500) + (-5232.5)$$

$$Q_T = -214732.5\text{J}$$

الفصل الخامس (الضوء)

س / ما هي مصادر الضوء ؟

ج/ ١) مصادر مضيئة ٢) مصادر مستضيئة

س/ ما هي المصار المضيئة للضوء ؟

ج / هي الاجسام التي تبعث الضوء كالشمعة المتقدة والشمس .

س/ ما هي المصادر المستضيئة للضوء ؟

ج / هي الاجسام التي تعكس الضوء الساقط عليها كالقمر .

ملاحظة / ان الضوء ينقل الطاقة معه مثل الطاقة الحرارية الناتجة عن الشمس .

س/ من وضع النظرية الدقائقية (الجسيمية) ؟

ج/ العالم نيوتن .

س/ ما هو تفسير الضوء حسب النظرية الدقائقية (الجسيمية) ؟

ج / هو سيل من الجسيمات الصغيرة جدا التي دعاها نيوتن بالدقائق المنتشرة في وسط ما .

س/ ما هي الظواهر التي فسرتها النظرية الدقائقية (الجسيمية) ؟

ج / فسرت ظواهر الانعكاس والانكسار وانتشار الضوء بخطوط مستقيمة .

ملاحظة / ان تفسير النظرية الدقائقية لظاهرة الانكسار كان خاطئا .

س/ من وضع النظرية الموجية ؟

ج/ العالم هايجنز

س/ ما هو تفسير الضوء حسب النظرية الموجية ؟

ج/ افترضت ان الضوء عبارة عن موجات .

س/ ما هي الظواهر التي فسرتها النظرية الموجية ؟

ج / فسرت ظواهر الانعكاس والانكسار و التداخل والحيود في الضوء .

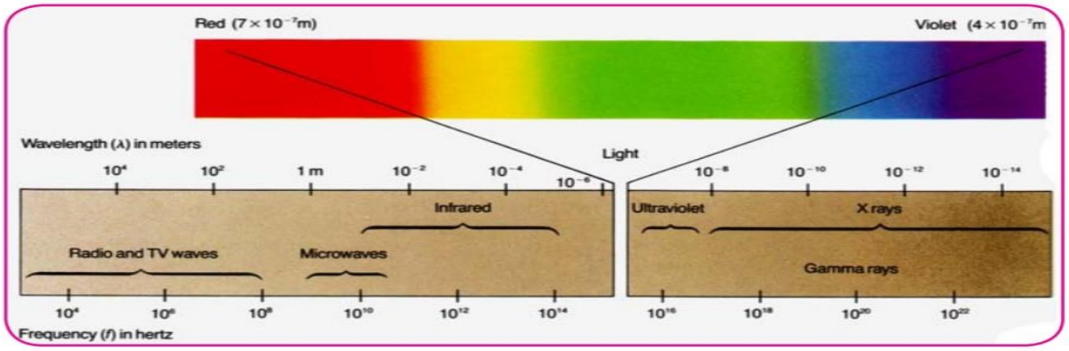
س/ من وضع النظرية الكهرومغناطيسية ؟

ج/ العالم كلارك ماكسويل .

س/ ما هي النظرية الكهرومغناطيسية ؟

ج / كل شعاع ضوئي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية .

ملاحظة / ان الشكل ادناه نجد ان ترددات الطيف الكهرومغناطيسي يتضمن ترددات الضوء المرئي التي اطوالها الموجية تمتد من 400nm الى تقريبا وهو اللون البنفسجي الى 700nm تقريبا وهو اللون الاحمر .



يمكن ايجاد تردد الضوء (f) المرئي بدلالة طوله الموجي (λ) وسرعة الضوء في الفراغ (C) وفق العلاقة الاتية :

$$f = \frac{C}{\lambda} \quad , \quad C = 3 \times 10^8\, m/s$$

س/ ما هي الظواهر التي اخفقت النظرية الكهرومغناطيسية في تفسيرها ؟

ج/ ظاهرة اشعاع الجسم الاسود والظاهرة الكهروضوئية .

س/ ما هي نظرية العالم ماكس بلانك لتفسير الضوء ؟

ج/ افترض ان الضوء لا يشع من مصدره على هيئة موجات بل على هيئة رزم محددة من الطاقة غير قابلة للتجزئة تدعى كمات (فوتونات) وان طاقة الكم (الفوتون) تتناسب طرديا مع تردد اشعاعه وفق العلاقة الاتية :

$$E = hf \quad , f = \frac{C}{\lambda} \quad \rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$

(E) طاقة الفوتون بوحدات J ، (h) ثابت بلانك ، (f) تردد بوحدات هيرتز Hz

قيمة ثابت بلانك تساوي $(h = 6.63 \times 10^{-34} J.s)$

مثال/ احسب تردد الضوء البنفسجي الذي طوله الموجي (400nm) علما ان سرعة الضوء في الفراغ تساوي $(3 \times 10^8 \, m/s)$ ؟

الحل/

$$f = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 7.5 \times 10^{14} Hz$$

مثال/ ما طاقة فوتون الاشعاع للضوء الاخضر الذي طوله الموجي يساوي 555nm ؟

الحل/

$$E = hf \quad , f = \frac{C}{\lambda} \rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$

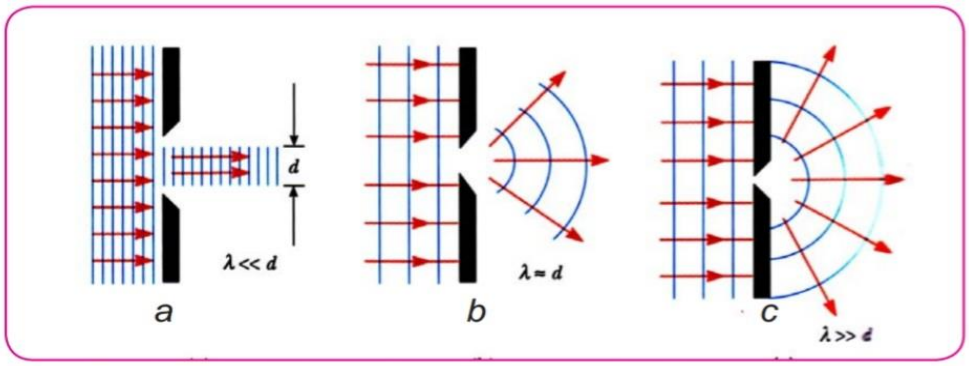
$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{555 \times 10^{-9}} = 3.58 \times 10^{-19} J$$

المصدر النقطي للضوء

ان موجات الضوء تنتقل في الوسط المتجانس في خطوط مستقيمة وباتجاه انتشار الاشعة الضوئية فاذا صادفت هذه الموجات حاجزا فيه فتحة دائرية قطرها (d) يكون لدينا الحالات الاتية :

- عندما قطر الحاجز (d) اكبر كثيرا من طول موجة الضوء $(d >> \lambda)$ فان الموجة تجتاز هذه الفتحة مستمرة على الحركة بخط مستقيم .
- عندما قطر فتحة الحاجز بقدر الطول الموجي لهذا الضوء $(d = \lambda)$ عندها سينفذ الضوء منتشر من الفتحة في جميع الاتجاهات .

❖ عندما قطر الحاجز (d) اصغر كثيرا من طول موجة الضوء $(\lambda >> d)$ عندئذ تعد هذه الفتحة مصدرا نقطيا للضوء .

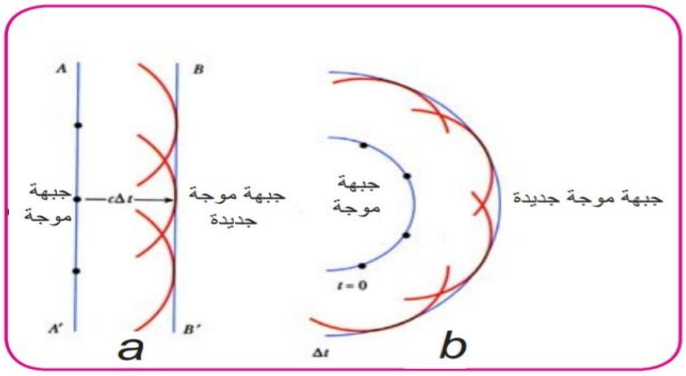


مبدأ هايجنز

ينص على ان ((كل نقطة من نقاط جبهة الموجة المفترضة تعد مصدرا نقطيا لتوليد موجات ثانوية كروية تسمى المويجات)) .

ملاحظات /

١. تنتشر المويجات بعيدا عن المصدر خلال الوسط بسرعة معينة للموجات في ذلك الوسط.
٢. بعد انقضاء بعض الوقت يكون الموضع الجديد لجبهة الموجة هو السطح المماس للمويجات .
٣. على وفق مبدأ هايجنز الافتراضي كل نقطة على جبهة الموجة تعد مصدرا نقطيا .



قوة الاضاءة

هي كمية الطاقة الضوئية (المرئية) المنبعثة من مصدر ضوئي خلال وحدة الزمن.

ملاحظة/ لاحظنا سابقا اختلاف المصادر الضوئية في اصدارها للضوء فالشمس تضيء اكثر مما يضيء مصباح على سطح معين والمصباح يضيء اكثر مما تضيء الشمعة للظروف نفسها .

س/ ما هو السيل الضوئي ؟

ج/ هو ذلك الجزيء من سيل الاشعاع الذي يولد احساسا ضوئيا في العين فهو مقياس لقوة اضاءة المصدر (I) .

يعبر عن السيل الضوئي ($\emptyset$) بالعلاقة الاتية :

$$\emptyset = 4\pi I$$

(I) قوة اضاءة المصدر النقطي مقدرة بالشمعة القياسية (cd) .

وحدات قياس السيل الضوئي هي اللومن (Lm)

س/ ما هو اللومن ؟

ج/ هو السيل الساقط على وحدة المساحة من سطح كروي نصف قطره متر واحد ويقع في مركزه مصدر ضوئي نقطي قوة اضاءته شمعة قياسية واحدة

شدة الاستضاءة

يصعب رؤية الاجسام من حولنا في غرفة مظلمة ولكن وجود الشمعة المتقدة يمكننا ضوئها من رؤية الاجسام من حولنا ويفسر ذلك بانتشار سيل ضوئي من مصدره الضوء (الشمعة) حيث ينعكس قسما من السيل الساقط على تلك الاجسام الى العين فيمكننا عندئذ من رؤية هذه الاجسام .

س/ ما هي شدة الاستضاءة ؟

ج/ هو السيل الضوئي الساقط عموديا على وحدة المساحة .

$$E = \frac{\emptyset}{A}$$

(E) هي شدة الاستضاءة وتقاس بوحدة $Lumen/m^2$ وتسمى اللوكس (Lux)

(A) المساحة مقدرة بوحدات m^2

($\emptyset$)السيل الضوئي بوحدة (Lm)

س/ ما هو جهاز قياس شدة الاستضاءة ؟

ج/ جهاز الفوتومتر وجهاز اللوكسميتر

قانون التربيع العكسي

هناك طريقتان لزيادة شدة الاستضاءة على سطح ما باستعمال مصدر نقطي قوة اضاءته معلومة وهما :

١) زيادة السيل الضوئي الساقط على سطح المضاء .
٢) نقصان المسافة بين المصدر الضوئي النقطي والسطح المضاء .

وعلى هذا الاساس فان شدة الاستضاءة تتناسب طرديا مع السيل الضوئي للمصدر وعكسيا مع مربع المسافة بين المصدر الضوئي والسطح المستضيء المواجه للمصدر الضوئي وفق العلاقة الاتية :

$$E = \frac{\emptyset}{A} = \frac{\emptyset}{4\pi r^2}$$

($\emptyset$)السيل الضوئي الساقط ويكون عموديا على المساحة .

(r) بعد المصدر الضوئي النقطي عن السطح المستضيء .

ان المعادلة اعلاه تتحقق فقط في حالة السقوط العمودي للضوء الصادر من مصدر ضوئي نقطي .

نشـاط:

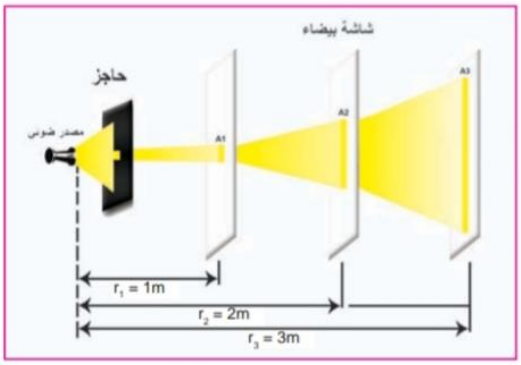
شدة الاستضاءة لمصدر ضوئي نقطي تتناسب عكسياً مع مربع بعد المصدر عن السطح المضاء .

أدوات النشاط ..

مصدر ضوئي . حاجز فيه فتحة مربعة الشكل . شاشة بيضاء

الخطوات ..

- نثبت الحاجز أمام المصدر الضوئي ونجعل الشاشة على بعد $r_1=1m$ من المصدر. فسوف يظهر على الشاشة سطحاً مضاء والذي مساحته A_1 مربع الشكل .



- نجعل الشاشة على بعد $r_2=2m$ من المصدر فسوف يظهر سطحٌ مضاء مربع الشكل مساحته A_2 تساوي اربع مرات بقدر A_1 اي ان شدة الاستضاءة على الشاشة قلّت الى $\frac{1}{4}$ ما كانت عليه اولاً .
- نجعل الشاشة على بعد $r_3=3m$ من المصدر فسوف نستلم على الشاشة سطحٌ مضاء مربع الشكل مساحته A_3 تساوي تسع مرات بقدر A_1 اي ان شدة الاستضاءة على الشاشة قلت الى $\frac{1}{9}$ ما كانت عليه اولاً .

الاستنتاج : بما ان السيل الضوئي Φ الساقط على السطح يبقى ثابتاً $constant$ في الحالات الثلاث

وان

$$\Phi = constant$$

$$E = \frac{\Phi}{4\pi r^2}$$

$$E \alpha \frac{1}{r^2}$$

ان شدة الاستضاءة على السطح المضاء تتناسب عكسياً مع مربع بعده عن المصدر الضوئي النقطي

اي ان :

$$E_1 = \frac{\Phi}{4\pi r_1^2} \text{ و } E_2 = \frac{\Phi}{4\pi r_2^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

مثال/ وضعت شاشة بيضاء بمستوي عموديا على اتجاه سقوط اشعة ضوئية من مصدر نقطي قوة اضاءته $(5cd)$ احسب مقدار شدة الاستضاءة على الشاشة اذا كان بعدها عن المصدر $(5m)$ ؟

الحل/

في حالة السقوط العمودي :

$$E = \frac{I}{r^2} = \frac{5}{(5)^2} = \frac{5}{25} = 0.2Lux$$

مثال/ مصباح قوة اضاءته $(32cd)$ يبعد $(0.6m)$ عن شاشة وهناك مصباح اخر من الجهة الثانية من الشاشة يبعد عنها $(1.2m)$ فاذا تساوت شدة الاستضاءة على وجهي الشاشة ، ما مقدار قوة اضاءة المصباح الثاني ؟

الحل/

بما ان $(E_1 = E_2)$

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2}$$

$$\frac{32}{(0.6)^2} = \frac{I_2}{(1.2)^2}$$

$$I_2 = \frac{32 \times 1.44}{0.36} = 128\ cd$$

اسئلة الفصل السادس

س١/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يلي :

١- ينتشر الضوء الصادر من مصدر نقطي في الفراغ :

a)باتجاه واحد b) باتجاهين

c) بجميع الاتجاهات d) جميع الاحتمالات السابقة

٢- لمضاعفة شدة الاستضاءة مباشرة فوق سطح منضدة افقية فوقها تماما مصباح مضيء على ارتفاع 1m من مركزها وذلك بجعل المصباح على ارتفاع :

a)0.75m b) 0.707m c) 0.5m d) 0.25m

٣- تقاس قوة الاضاءة بوحدة

a) شمعة قياسية b) Lux c) watt d) Lumen

٤- تقاس شدة الاستضاءة بوحدة :

a) Joule b) Lumen c) Lux d) watt

٥- كلما ازداد بعد السطح المضاء بوساطة مصدر نقطي فان شدة الاستضاءة للسطح :

a) تقل b) تزداد c) لا تتاثر d) جميع الاحتمالات السابقة

٦- مصدر ضوئي نقطي موضوع عند مركز سطح كروي فلو ازداد نصف قطر تكور هذا السطح فان السيل الضوئي الساقط عليه من المصدر :

a) يتناقص b) يتزايد c) لا يتغير d) كل الاحتمالات السابقة

المسائل

س١/ مصباحان قوة اضاءة الاول تسعة امثال قوة اضاءة الثاني وكانت المسافة بينهما $1m$ اين يجب وضع فوتومتر بين المصدرين لكي تصبح شدة الاستضاءة متساوية على جانبي الفوتومتر ؟

الحل/

نفرض بعد المصدر الاول عن الفوتومتر $= x$

نفرض بعد المصدر الثاني عن الفوتومتر $= 1 - x$.

$$(E_1 = E_2)$$

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2} \rightarrow \frac{9I_2}{x^2} = \frac{I_2}{(1-x)^2}$$ بجذر الطرفين

$$\frac{9}{x} = \frac{1}{1-x} \rightarrow x = 3 - 3x$$

$$4x = 3 \rightarrow x = \frac{3}{4} = 0.75\ m$$

س٢/ وضع مصباح قوة اضاءته $(12cd)$ على بعد $(1.2m)$ من فوتومتر ووضع في الجهة الثانية منه مصباح اخر على بعد $(1.32m)$ فتساوت شدة الاستضاءة على جانبي الفوتومتر احسب قوة اضاءة المصباح الثاني .

الحل /

$$(E_1 = E_2)$$

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2} \rightarrow \frac{12}{(1.2)^2} = \frac{I_2}{(1.32)^2}$$

$$I_2 = \frac{12 \times 1.74}{14.4} = 14.5\ cd$$

س٣/ مصباح مضيء يسلط عموديا على صفحة كتاب سيلا ضوئيا مقداره $(100\pi lm)$ ما بعد المصباح عن الكتاب ؟ اذا كانت شدة اضاءته $(4lux)$.

الحل/

$$E = \frac{\emptyset}{4\pi r^2} \rightarrow 4 = \frac{100\pi}{4\pi r^2}$$

$$r^2 = \frac{100}{16} \rightarrow \mathrm{r} = 2.5\mathrm{m}$$

س٤/ في ليلة مقمرة كان القمر فيها بدرا شدة الاستضاءة $(0.6\ Lux)$ جد قوة اضاءة القمر في تلك الليلة علما ان المسافة بين الارض والقمر $(3.84 \times 10^8 m)$ ؟

الحل/

$$E = \frac{I}{r^2} \rightarrow I = E \times r^2$$

$$I = 0.6 \times (3.84 \times 10^8)^2 = 8.84 \times 10^{16} cd$$

س٥/ فوتون ضوئي طول موجة اشعاعه $(600nm)$ ما مقدار طاقة هذا الكم علما ان ثابت بلانك $(6.63 \times 10^{-34} J.s)$ ؟

الحل/

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} = 3.315 \times 10^{-19} J$$

الفصل السادس (انعكاس وانكسار الضوء)

انعكاس الضوء :- هو ظاهرة ارتداد الضوء الساقط على سطح فاصل بين وسطين الى الوسط الذي قدم منه .

انكسار الضوء :- هو تغير في اتجاه الشعاع الضوئي عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية اذا سقط بصورة مائلة على السطح الفاصل بين الوسطين .

الكثافة الضوئية : - هي صفة للوسط الشفاف تعتمد عليها سرعة الضوء المار فيه .

ملاحظة / كلما كبرت الكثافة الضوئية للوسط الشفاف قلت سرعة الضوء فيه وبالعكس .

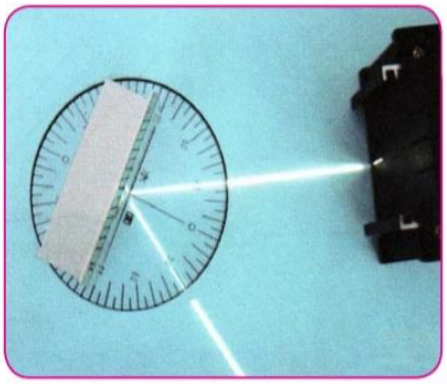
س/ ما قانونا الانعكاس ؟

١) القانون الاول للانعكاس : الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعها في مستو واحد .
٢) القانون الثاني للانعكاس : زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس .

س/ ما هو سبب انكسار الضوء ؟

ج / بسبب تغير سرعة الضوء في الوسط الشفاف الاول عنه في الوسط الشفاف الثاني .

نشـاط 1: مفاهيم خاصة بانعكاس الضوء



شكل (6-6)

ادوات النشاط: مصدر ضوئي ذو حزمة ضوئية متوازية (أومصدر ليزري). مرآة مستوية . قطعة من مادة البوليستيرين لنثبت المرآة عليها . ورقة(أو لوح شفاف) وضعت (أو رسمت) عليها منقلة مدرجة.

الخطوات:

- نرتب ادوات النشاط كما في الشكل(6-6).
- نسقط وبصورة مائلة حزمة رفيعة من اشعة ضـــــوئية صادرة من مصدر ضوئي (او مصدر ليزري) باتجاه المرآة المستوية العمودية على الورقة فأننا سوف نلاحظ انعكاس الضوء من سطح المرآة من نقطة تسمى نقطة السقوط.
- نرسم على الورقة عموداً من نقطة سقوط الشعاع الساقط على السطح العاكس .

هل تستطيع الان ان تستنتج العلاقة بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام بالنسبة للسطح العاكس؟

- نحدد على الرسم زاوية السقوط (θ_1) (وهي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام). وزاوية الانعكاس (θ'_1) (وهي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام). ثم نقيس قيمتي زاوية السقوط وزاوية الانعكاس لهذه الحالة .

جدول(1)

زاوية السقوط(θ_1)	25°	30°	35°	40°
زاوية الانعكاس (θ'_1)	25°	30°	35°	40°

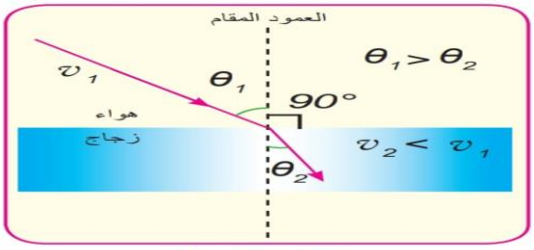
- نقوم بتغير زاوية السقوط عدة مرات ونعين قيمة زاوية الانعكاس المناظرة لها في كل حالة وندون النتائج في الجدول(1) .

الاستنتاج : من خلال نتائجك التي حصلت عليها من هذا النشاط لابد انك قد توصلت الى ان انعكاس الضوء هو ظاهرة ارتداد الضوء الساقط على سطح فاصل بين وسطين الى الوسط الذي قدم منه . كما انك بالتأكيد قد توصلت الى قانوني الانعكاس :

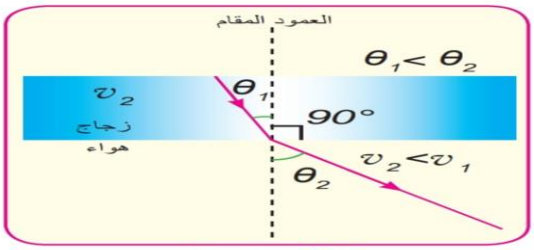
القانون الاول للانعكاس	القانون الثاني للانعكاس
الشعاع الساقط و الشعاع المنعكس و العمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعها في مســـــتو واحد	زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس

ملاحظات /

- عندما ينتقل شعاع ضوئي ساقط بصورة مائلة من وسط شفاف اقل كثافة ضوئية كالهواء الى وسط شفاف اخر اكبر كثافة ضوئية كالزجاج فانه ينفذ الى الوسط الاخر وينكسر مقتربا من العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين ، اي ان زاوية السقوط (θ_1) اكبر من زاوية الانكسار (θ_2) .
- عندما ينتقل شعاع ضوئي ساقط بصورة مائلة من وسط شفاف اكبر كثافة ضوئية الى وسط شفاف اخر اقل كثافة ضوئية فانه ينفذ الى الوسط الاخر وينكسر مبتعدا عن العمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين ، اي ان زاوية السقوط (θ_1) اصغر من زاوية الانكسار (θ_2).



شكل (6-8)



شكل (6-9)

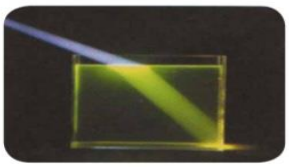
س/ ما قانونا الانكسار ؟

١. القانون الاول للانكسار : الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستو واحد عمودي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين .

٢. القانون الثاني للانكسار : النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار يساوي مقدارا ثابتا .

شكل (6-9)

نشـــاط 2: مفاهيم خاصة بانكسار الضوء

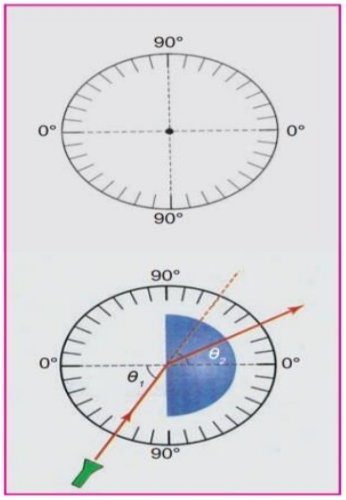


شكل (6-10)

ادوات النشاط : حوض شفاف (زجاجي او بلاستيكي فيه ماء). مصدر ضوئي (ذو طول موجي معين) . مسحوق طباشير . منقلة . ورقة.

الخطوات:

- نرتب بعض ادوات النشاط كما في الشكل (6-10). مع ملاحظة بانه يفضل ان يكون مكان العمل ذو خلفية مظلمة.



شكل (6-11)

- نسقط الشعاع الضوئي بحيث يكون عمودياً على السطح الفاصل بين الوسطين الشفافين (الهواء والماء في هذا النشاط). ماذا تلاحظ؟ انك سوف تلاحظ بان الضوء ينفذ على استقامته وبصورة عمودية على السطح الفاصل بين الوسطين من غير ان ينحرف (او ينكسر). اي ان الشعاع الضوئي لا ينكسر.
- نسقط الضوء ولكن هذه المرة بصورة مائلة على السطح الفاصل فعندما تنظر اليه بصورة عمودية من احد الجوانب فانك ستلاحظ ان الضوء النافذ (اي الشعاع المنكسر) هو ليس على استقامة الضوء الساقط كما في حالة السقوط العمودي بل انه قد انحرف عن مساره (اي انكسر) لاحظ الشكلين (6-10) (6-11).
- على الورقة حدد السطح الفاصل بين الوسطين . والشعاع الساقط والشعاع المنكسر وكذلك العمود المقام على السطح الفاصل من نقطة السقوط . والان لابد انك قد لاحظت بان الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام كلها تقع في مستو واحد عمودي على السطح الفاصل .
- باستعمال المنقلة جد قيمة الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام . اي زاوية السقوط (θ_1) . كذلك جد قيمة الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام . اي زاوية الانكسار (θ_2) فهل وجدتهما متساويتين ؟ والحقيقة انك ستلاحظ بانهما غير متساويتين .
- غير عدة مرات قيمة زاوية السقوط فانك ستلاحظ تغير قيمة زاوية الانكسار المناظرة لها في كل حالة . ثم جد جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار المناظرة لها لكل حالة (يمكنك ان ترتب هذه القيم في جدول). فانك ستجد ان النسبة بين جيب زاوية السقوط $(\sin \theta_1)$ وجيب زاوية الانكسار $(\sin \theta_2)$. مقدار ثابت في جميع الحالات . من خلال النشاط السابق فانك قد تعرفت الى بعض المفاهيم المتعلقة بظاهرة انكسار الضوء والتي سبق لك ان درستها والتي تنص على:

القانون الاول للانكسار

الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوٍ واحد عمودي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين .

القانون الثاني للانكسار

النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار يساوي مقداراً ثابتاً.

معامل الانكسار وقانون سنل

لاحظنا سابقا ان النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الشفاف الاول وجيب زاوية الانكسار في الوسط الشفاف الثاني هي نسبة ثابتة لهذين الوسطين ، ان هذه النسبة تسمى معامل الانكسار من الوسط الشفاف الاول الى الوسط الشفاف الثاني او معامل الانكسار النسبي بين الوسطين الشفافين ويعطى حسب العلاقة الاتية :

$$_1n_2=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \quad \dots\dots\dots (1-7)$$

$(\sin\theta_1)$ جيب زاوية السقوط ، $(\sin\theta_2)$ جيب زاوية الانكسار

$(_1n_2)$ معامل الانكسار النسبي بين الوسطين الشفافين .

ان معامل الانكسار النسبي بين الوسطين الشفافين يساوي ايضا النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الشفاف الاول (v_1) وسرعة الضوء في الوسط الشفاف الثاني (v_2) اي ان :

$$_1n_2=\frac{v_1}{v_2} \quad \dots\dots\dots (2-7)$$

ومن المعادلتين $(1-7)$ و $(2-7)$ فانه يمكن كتابة :

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \quad \dots\dots\dots (3-7)$$

وباستعمال مبدأ هايجنز نحصل على :

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \dots\dots\dots (4-7)$$

(λ_1) طول موجة الضوء في الوسط الشفاف الاول .

(λ_2) طول موجة الضوء في الوسط الشفاف الثاني .

ومن المعادلتين $(3-7)$ و $(4-7)$ فانه يمكن كتابة :

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \dots\dots\dots\dots (5-7)$$

و في حالة كون الوسط الشفاف الاول هو الفراغ فعند ذلك تصبح $(v_1 = c)$ في معادلة $(7-2)$ حيث c تمثل سرعة الضوء في الفراغ وتساوي $(3 \times 10^8\, m/s)$ وفي هذه الحالة فان معامل الانكسار يسمى معامل الانكسار المطلق n ويعطى حسب العلاقة :

$$n = \frac{c}{v} \quad \dots\dots\dots\dots (6-7)$$

(v) سرعة الضوء في الوسط المادي الشفاف .

معامل الانكسار المطلق للمادة الشفافة : هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وسرعة الضوء في المادة الشفافة .

مثال/ وجد ان سرعة الضوء في وسط شفاف تساوي $1.56 \times 10^8\, m/s$ جد معامل الانكسار المطلق لهذا الوسط علما ان سرعة الضوء في الفراغ تساوي $3 \times 10^8\, m/s$ ؟

الحل/

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8}{1.56 \times 10^8} = 1.92$$

ملاحظة / معامل الانكسار المطلق للفراغ يساوي (n=1) .

توجد علاقة تربط بين معامل الانكسار النسبي بين وسطين شفافين ومعاملي الانكسار المطلقين لهما .

من معادلة $(7-6)$ فانه يمكن كتابة معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الاول

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \quad \dots\dots\dots\dots (7-7)$$

وكذلك فان معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الثاني يساوي :

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \quad \dots\dots\dots\dots (8-7)$$

وبقسمة معادلة $(7-8)$ على معادلة $(7-7)$ نحصل على :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad \dots\dots\dots\dots\dots (9-7)$$

ومن معادلة $(7-5)$ نحصل على :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \dots\dots\dots\dots\dots (10-7)$$

وكذلك من معادلة $(7-2)$ و $(7-9)$ نحصل على :

$$_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} \quad \dots\dots\dots (11-7)$$

وباستعمال المعادلتين $(7-1)$ و $(7-11)$ نحصل على قانون سنل الاتي :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \quad \dots\dots\dots (12-7)$$

يمكن كتابة المعادلة اعلاه بالصيغة الاتية :

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \quad \dots\dots (13-7) \qquad \text{قانون سنل}$$

مثال / سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح الماء بزاوية قياسها (60°) وكانت زاوية انكسارها في الماء تساوي (40.5°) جد معامل الانكسار المطلق للماء مع العلم $(\sin 60 = 0.866,\ \sin 40.5 = 0.649)$.

الحل /

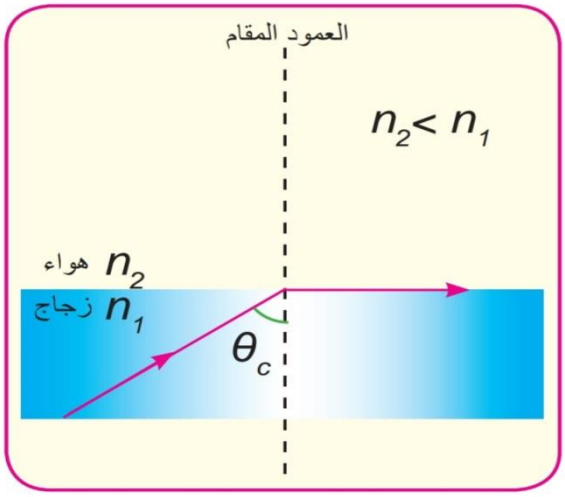
$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$1 \times \sin 60 = n_2 \sin 40.5$$

$$0.866 = n_2 0.649 \ \rightarrow n_2 = \frac{0.866}{0.649} = 1.33$$

الزاوية الحرجة والانعكاس الكلي

اذا سقط شعاع ضوئي من وسط شفاف معامل انكساره المطلق كبير (n_1) (اكثف ضوئيا) كالزجاج مثلا الى وسط شفاف اخر معامل انكساره المطلق اصغر (n_2) (اقل كثافة ضوئية) كالهواء مثلا فان الشعاع ينكسر مبتعدا عن العمود المقام على السطح الفاصل عند نقطة السقوط ،وكلما ازدادت زاوية السقوط في الوسط الشفاف الاول ازدادت زاوية الانكسار في الوسط الشفاف الثاني وعندما تصبح زاوية الانكسار مساوية الى (90°) في الوسط الشفاف الثاني فان زاوية السقوط في الوسط الشفاف الاول تسمى الزاوية الحرجة .



س/ ما هي الزاوية الحرجة ؟

ج/ هي زاوية السقوط في الوسط الاكثف ضوئيا والتي زاوية انكسارها قائمة (90°) في الوسط الاخر الاقل منه كثافة ضوئية .

س/ ماذا يحصل لو ازدادت زاوية السقوط بحيث اصبح قياسها اكبر من قيمة الزاوية الحرجة ؟

ج/ اذا سقط الشعاع الضوئي بزاوية سقوط اكبر من الزاوية الحرجة داخل الوسط الشفاف الاكثف ضوئيا فان الاشعة الضوئية سوف لا ينفذ منها اي جزء الى الهواء (لا تنكسر) بل تنعكس بأكملها انعكاسا كليا داخليا عن السطح الفاصل بين الوسطين مرتدة الى الوسط الذي قدمت منه .

س/ ما هي شروط حدوث ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي ؟

١. ينتقل الضوء من وسط شفاف الى وسط شفاف اخر اقل منه كثافة ضوئية .
٢. تكون زاوية السقوط في الوسط في الوسط الشفاف الاكثف ضوئيا اكبر من الزاوية الحرجة الخاصة به .

ملاحظة / عند تطبيق قانون سنل بين الوسط الشفاف الاكثف ضوئيا والذي حدثت به الزاوية الحرجة (θ_c) والوسط الشفاف الاخر الاقل كثافة ضوئية وعندما $\theta_1 = \theta_c$ و $\theta_2 = 90$ فاننا $\sin 90 = 1$:

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots (14-7) \quad n_2 > n_1$$

وفي حالة كون الهواء هو الوسط الشفاف الاقل كثافة ضوئية اي ان $n_2 = 1$ وباستعمال المعادلة $(14-7)$ نحصل على :

$$n = \frac{1}{\sin\theta_c} \dots\dots\dots (15-7)$$

س/ ما هو سبب تألق وبريق الماس ؟

ج/ سبب ذلك ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي حيث ان الزاوية للحرجة للماس $\theta_c = 24.4^\circ$ التي تعد من اصغر الزوايا الحرجة فالضوء الساقط على الماس والنافذ الى داخله سيعاني عدة انعكاسات كلية ليخرج بعدها الى عين الناظر مكتسبا البريق المتألق .

مثال/ اذا علمت ان الزاوية الحرجة (41.1°) للضوء المنتقل من مادة شفافة الى الهواء فما هو معامل الانكسار المطلق لهذه المادة ؟ مع العلم ان $\sin 41.1^\circ = 0.657$

الحل/

$$n = \frac{1}{\sin\theta_c} = \frac{1}{\sin 41.1^\circ} = \frac{1}{0.657} = 1.52$$

س/ ما هي الظواهر التي يمكن تفسيرها على حسب ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي؟

١. ظاهرة السراب .
٢. الموشور العاكس .

٣. الالياف البصرية

س/ ما هو الموشور العاكس ؟

ج/ هو موشور زجاجي قائم ذو زوايا $(45^\circ - 90^\circ - 45^\circ)$.

س/ ما هي استعمالات الموشور العاكس ؟

١. تغير مسار الاشعة الضوئية بزاوية (90°) او زاوية (180°) .
٢. يستعمل في الناظور ذو الموشورين .
٣. جهاز البيرسكوب الذي يستعمل في الغواصات .

س/ لماذا يفضل استعمال الموشور العاكس في الاجهزة البصرية بدلا من المرآة المستوية ؟

ج/ لانه اكثر عكسا للضوء حيث ان الضوء ينعكس انعكاسا كليا داخليا بنسبة مقاربة الى (100%) بينما في المرآة المستوية يحدث امتصاص بنسبة معينة للضوء الساقط عليها (المرآة النموذجية تعكس حوالي نسبة 90% من الضوء) .

الالياف البصرية

هي الياف زجاجية او بلاستيكية دقيقة تستعمل لنقل الضوء من مكان الى اخر حسب ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي .

ملاحظات /

١. عند سقوط اشعة ضوئية على احد نهاية ليف بصري بحيث تكون زاوية سقوطه على غلاف الليف اكبر من الزاوية الحرجة لمادته فانه سينعكس انعكاسا كليا داخليا .
٢. يكون غلاف الليف البصري ذو معامل انكسار اقل قليلا من قلب الليف البصري وهذا يمنع هروب الضوء من الليف البصري .

س/ ما هي استعمالات الالياف البصرية ؟

١. تستعمل في الطب في عمليات التنظير مثل (ناظور المعدة والكليتين) وذلك باستعمال جهاز ناظور الجوف (الاندوسكوب) .

٢. تستعمل في فحص الاجزاء الداخلية في المكائن والاجهزة الالكترونية وكذلك فحص المفاعلات النووية .

٣. تستعمل في نقل المعلومات الضوئية والسمعية عبر المحيطات والقارات وهي محملة على اشعة الليزر .

س/ ما هي فائدة جهاز الارثروسكوب ؟

ج/ تشخيص وعلاج امراض المفاصل ويستعمل في جراحة الركبة .

اسئلة ومسائل الفصل السادس

س١/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي ؟

١. اي من العبارات الاتية تعبر عن احد قانوني الانعكاس .

a) زاوية السقوط تساوي ضعف زاوية الانعكاس .

b) زاوية السقوط تساوي نصف زاوية الانعكاس.

c) زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس .

d) زاوية السقوط تساوي الجذر التربيعي لزاوية الانعكاس

٢. سرعة الضوء في الزجاج هي .

a) اقل من سرعة الضوء في الفراغ .

b) اكبر من سرعة الضوء في الفراغ .

c) تساوي سرعة الضوء في الفراغ.

d) جميع الاحتمالات السابقة

٣. النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الشفاف الشفاف الاول وجيب زاوية الانكسار في الوسط الشفاف الثاني هي نسبة ثابتة لهذين الوسطين تسمى :

a) طاقة الاشعاع الضوئي .

b) زخم الشعاع .

c) معامل الانكسار النسبي بين الوسطين الشفافين .

d) تردد الاشعاع الضوئي .

٤. وحدة معامل الانكسار المطلق لمادة شفافة هي :

a) m b) $\frac{1}{m}$ c) m^2 d) ليس له وحدات

س٢/ اجب عن الاسئلة الاتية :

١- ما سبب تألق الماس ؟

ج/ سبب ذلك ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي حيث ان الزاوية للحرجة للماس $\theta_c = 24.4^\circ$ التي تعد من اصغر الزوايا الحرجة فالضوء الساقط على الماس والنافذ الى داخله سيعاني عدة انعكاسات كلية ليخرج بعدها الى عين الناظر مكتسبا البريق المتألق .

٢- ايهما اكثر جودة في عكس الضوء ، الموشور الزجاجي ام المرآة المستوية ولماذا ؟

ج / الموشور الزجاجي لأنه اكثر عكسا للضوء حيث ان الضوء ينعكس انعكاسا كليا داخليا بنسبة مقاربة الى (100%) بينما في المرآة المستوية يحدث امتصاص بنسبة معينة للضوء الساقط عليها (المرآة النموذجية تعكس حوالي نسبة 90% من الضوء)

٣- ما قانونا الانعكاس ؟ وما قانونا الانكسار ؟

ج/ قانونا الانعكاس :

a. القانون الاول للانعكاس : الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعها في مستو واحد .
b. القانون الثاني للانعكاس : زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس .

قانونا الانكسار :

أ- القانون الاول للانكسار : الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستو واحد عمودي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين .

ب- القانون الثاني للانكسار : النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار يساوي مقدارا ثابتا .

٤- اذكر الصيغة الرياضية لقانون سنل موضحا المعنى الفيزياوي لكل رمز

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

٥- ماذا نقصد بالزاوية الحرجة ؟ وما علاقتها بمعامل الانكسار المطلق لمادة شفافة ؟

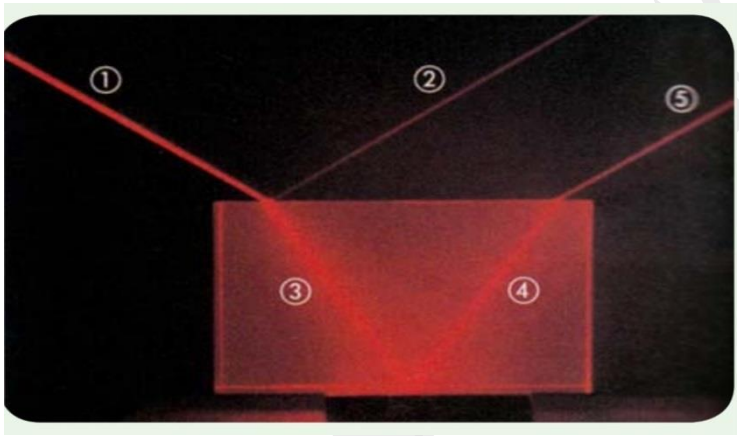
ج/ هي زاوية السقوط في الوسط الاكثف ضوئيا والتي زاوية انكسارها قائمة (90°) في الوسط الاخر الاقل منه كثافة ضوئية .

ان معامل الانكسار المطلق لمادة شفافة يساوي مقلوب جيب الزاوية الحرجة .

٦- ما المقصود بالقول ان معامل الانكسار المطلق للماء هو (1.33) ؟

ج/ يعني ان النسبة بين سرعة الضوء بالفراغ وسرعة الضوء في الماء تساوي (1.33) .

٧- في حالة كون الشعاع (1) هو الشعاع الساقط في الشكل المجاور فما هي الاشعة المنعكسة من الاشعة الحمراء الاربعة الاخرى ؟



ج/ الشعاعان (2) و (4) ينعكسان ، الشعاعان (3) و (5) ينكسران

المسائل

س١/ اذا علمت ان معامل الانكسار المطلق للماس يساوي (2.42) وسرعة الضوء في الفراغ تساوي $(3 \times 10^8\ m/s)$ جد سرعة الضوء في الماس ؟

الحل/

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow 2.42 = \frac{3 \times 10^8}{v}$$

$$v = 1.24 \times 10^8\ m/s$$

س٢/ اذا علمت ان سرعة الضوء في احد المواد الشفافة تساوي $(\frac{c}{1.52})$ حيث c سرعة الضوء في الفراغ فما هو معامل انكساره المطلق؟

الحل/

$$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\frac{c}{1.52}} = 1.52$$

س٣/ اذا كان معامل الانكسار المطلق للماء يساوي $(\frac{4}{3})$ ومعامل الانكسار المطلق لاحد انواع الزجاج يساوي $(\frac{3}{2})$ جد مقدار الزاوية الحرجة بين هذين الوسطين ؟ مع العلم ان $(\sin 62.75^\circ = 0.889)$

الحل/

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{3}{2}} = \frac{4}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{8}{9} = 0.889 \quad \rightarrow$$

$$\theta_c = 62.75^\circ$$

س٤/ سقط ضوء من الهواء على سطح الماء بزاوية سقوط قياسها (30°) فانعكس جزء منه وانكسر جزء اخر فاذا علمت ان معامل انكسار الماء يساوي $\frac{4}{3}$ جد :

a. زاوية الانعكاس .

b. زاوية الانكسار .

مع العلم ان ($\sin 30^\circ = 0.5$, $\sin 22.02^\circ = 0.375$)

الحل/

a) من القانون الاول للانعكاس (زاوية السقوط = زاوية الانعكاس)

اذن زاوية الانعكاس = 30°

(b

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$1 \times \sin 30^\circ = \frac{4}{3} \times \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{\sin 30^\circ}{1.33} = \frac{0.5}{1.33} = 0.375 \rightarrow \theta_2 = 22.02^\circ$$

س٥/ اذا كانت سرعة الضوء في الجليد تساوي $(\frac{c}{1.31})$ حيث c سرعة الضوء في الفراغ جد الزاوية الحرجة للضوء المنتقل من الجليد الى الهواء

مع العلم $(\sin 49.73^\circ = 0.763)$

$$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\frac{c}{1.31}} = 1.31$$

$$\sin \theta_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.31} = 0.763 \rightarrow \theta_c = 49.73^\circ$$

س٦/ يسقط ضوء من الهواء على مادة شفافة معامل انكسارها المطلق يساوي (1.5) وبزاوية سقوط قياسها (30°) جد :

a. زاوية انكسارها .
b. طول موجة الضوء في المادة الشفافة اذا كان طول موجته في الهواء تساوي (600nm) .

مع العلم ان ($\sin 30^\circ = 0.5$, $\sin 19.45^\circ = 0.333$)

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$1 \times \sin 30^\circ = 1.5 \times \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{\sin 30^\circ}{1.5} = \frac{0.5}{1.5} = 0.333 \rightarrow \theta_2 = 19.45^\circ$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \rightarrow \frac{1.5}{1} = \frac{600 \times 10^{-9}}{\lambda_2}$$

$$\lambda_2 = \frac{600 \times 10^{-9}}{1.5} = 400 \text{ nm}$$

الفصل السابع (المرايا)

المرآة المستوية : هي سطح مستو صقيل ينعكس عنه الضوء انعكاسا منتظما .

س/ ما صفات المرآة الجيدة ؟

ج/ يجب ان يكون سطحها على درجة عالية من النعومة وامتصاصه للضوء يكون قليلا جدا وهذا يتوفر في المعادن .

س/ كيف تصنع المرآة المستوية ؟

ج/ تصنع من لوح زجاجي مصقول جيدا يطلى احد وجهيه بأحد مركبات الفضة او الالمنيوم ويعتبر هو السطح العاكس وتعتمد جودة المرآة على نوعية الزجاج المستعمل وعلى درجة صقله

س/ ما هي صفات الصورة المتكونة في المرآة المستوية ؟

١) معتدلة وليست مقلوبة .
٢) كبرها بكبر الجسم .
٣) بعد الصورة عن الم المرآة = بعد الجسم عن المرآة .
٤) الصورة خيالية (لا يمكن تسلمها على حاجز) موجودة خلف المرآة .

س/ لماذا تكتب كلمة اسعاف معكوسة على مقدمة السيارة ؟

ج/ ليراها سائق السيارة التي امامها في مرآة سيارته الامامية معتدلة ويفسح له الطريق .

س/ على ماذا يعتمد عدد الصور المتكونة في المرايا المتزاوية ؟

ج/ يعتمد على الزاوية بين ال المرآتين حسب العلاقة :

$$n = \frac{360^{\circ}}{\theta} - 1$$

(n) عدد الصور (θ) الزاوية بين المرآتين

نشـاط 1: عدد الصور المتكونة لجسم في مرآتين بينهما زاوية.

ادوات النشاط : مرآتين مستويتين،شمعة متقدة ، منقلة

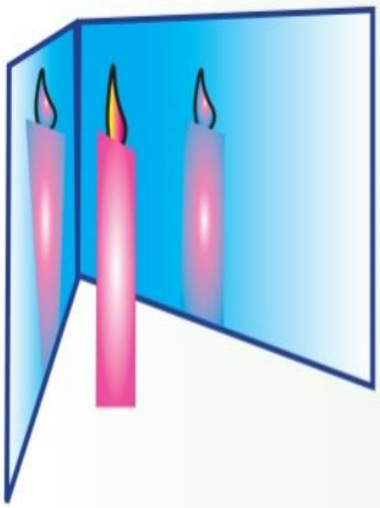
الخطوات:

- ثبت المرآتين على سطح أفقي بحيث يكون سطحاهما العاكسين متزاوين لاحظ الشكل (6-7).
- ضع شمعة متقدة بينهما
- انظر إلى المرآتين كم صورة ترى للشمعة ؟
- نقيس الزاوية بين المرآتين لقياسات مختلفة .

$(90^o\ ,\ 60^o\ ,\ 30^o)$

- لاحظ عدد الصور المتكونة وسجل ملاحظاتك .

نستنتج من هذا النشاط ان عدد الصور المتكونة للشمعة المتقدة يتغير بتغيير قياس الزاوية بين المراتين حسب المعادلة الاتية:



شكل (6-7)

مثال/ وضع جسم بين مرآتين مستويتين الزاوية بينهما (24°) كم يكون عدد الصور المتكونة للجسم ؟

الحل/

$$n = \frac{360^\circ}{\theta} - 1 \rightarrow n = \frac{360}{24} - 1$$

$$n = 15 - 1 = 14 \text{ صورة}$$

المرايا الكروية

هي المرايا التي يكون فيها السطح العاكس جزءا من سطح كرة مجوفة .

س/ ما هي المرآة المقعرة ؟

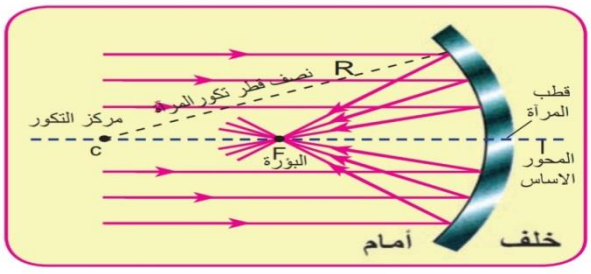
ج/ هي المرآة التي يكون سطحها الداخلي هو السطح العاكس للضوء .

س/ ما هي المرآة المحدبة ؟

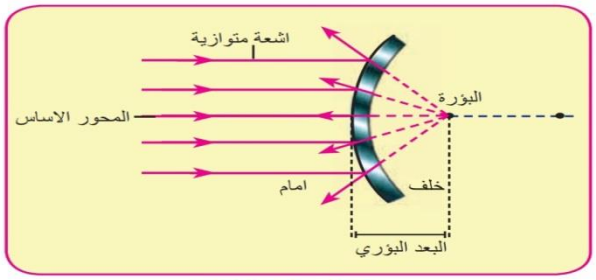
ج/ هي المرآة التي يكون سطحها الخارجي هو السطح العاكس للضوء .

مفاهيم خاصة بالمرايا الكروية :

١) مركز تكور المرآة (c) : هو مركز الكرة التي اقتطع منها سطح المرآة .
٢) قطب المرآة (v) : هو النقطة التي تتوسط سطح المرآة الكروية .
٣) المحور الاساس للمرآة : هو الخط الواصل بين مركز تكور المرآة وقطبها .
٤) نصف قطر المرآة (R) : هو نصف قطر الكرة التي اقتطع منه سطح المرآة
٥) بؤرة المرآة (F) : هي نقطة واقعة على المحور الاساس للمرآة والناتجة عن التقاء الاشعة المنعكسة عن سطح المرآة (او امتداداتها) والساقطة اصلا بصورة موازية للمحور الاساس .
٦) البعد البؤري (f) : هو البعد بين قطب المرآة وبؤرتها والبعد البؤري لتكور المرآة يساوي ($f = \frac{1}{2}R$)



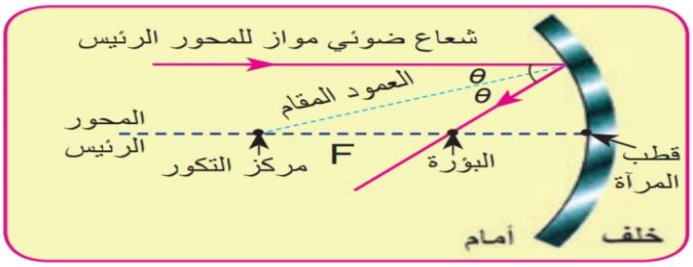
شكل (7-9)



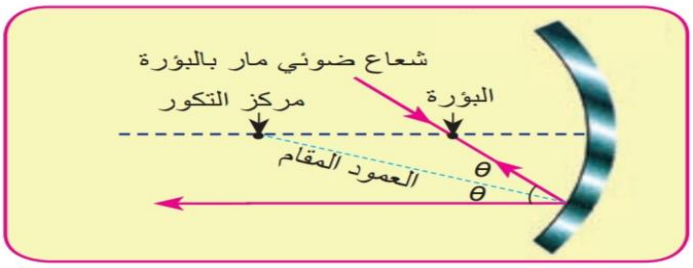
شكل (7-10)

لغرض تحديد رسم الصورة المتكونة من المرآة الكروية نأخذ بنظر الاعتبار الاتي :

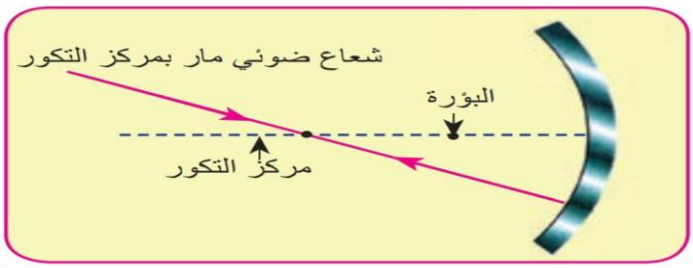
١) الشعاع الضوئي الموازي للمحور الاساسي للمرآة المقعرة ينعكس مارا ببؤرتها الحقيقة ، اما الشعاع الموازي للمحور الاساسي للمرآة المحدبة فينعكس بحيث امتداده يمر ببؤرتها التقديرية .
٢) الشعاع الضوئي (او امتداده) المار في بؤرة المرآة ينعكس موازيا للمحور الاساسي .
٣) الشعاع المار بمركز تكور المرآة المقعرة يرتد على نفسه بعد الانعكاس والشعاع الذي يتجه نحو مركز تكور المرآة المحدبة ينعكس على نفسه ايضا .



شكل (7-11)



شكل (7-12)



شكل (7-13)

نشـاط 2: تكون الصور في المرايا المقعرة

ادوا ت النشاط : مراة مقعرة . حامل مراة . شمعة . قطعة كارتون بيضاء (شاشة)

الخطوات :

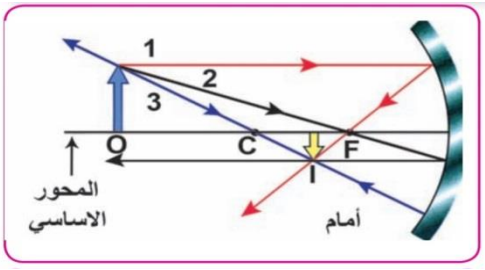
- ضع المراة على الحامل الخاص بها ثم اوقد الشمعة وضعها على بعد معين امام المرآة
- حرك الحاجز امام المرآة حتى تتكون صورة واضحة للهب خلف الشمعة. ما صفات الصورة الناتجة؟ هل هي اكبر من لهب الشمعة ام اصغر منها ؟ هل هي معتدلة ام مقلوبة ؟ هل بعدها عن المرآة اكبر من بعد الشمعة عنها ام اصغر؟
- كرر الخطوات السابقة مرات عدة وفي كل مرة غير بعد الشمعة عن المراة .

شكل (14-7)

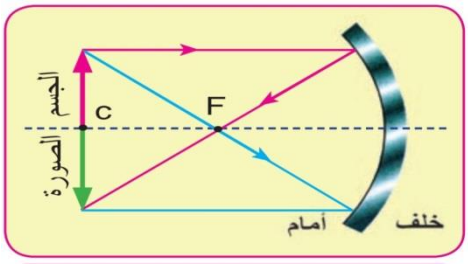
نستنتج من هذا النشاط انه يمكن تجميع الاشعة الصادرة من لهب الشمعة على الحاجز . كما لاحظنا ان الجسم والصورة يقعان في جهة واحدة بالنسبة للمرآة المقعرة مثل هذا النوع من الصور التي تنتج عن تجميع الاشعة المنعكسة على حاجز تسمى صورة حقيقية اما الصورة التي تنتج من امتدادات الاشعة المنعكسة تدعى الصورة الخيالية.

خصائص الصورة المتكونة في المرآة المقعرة

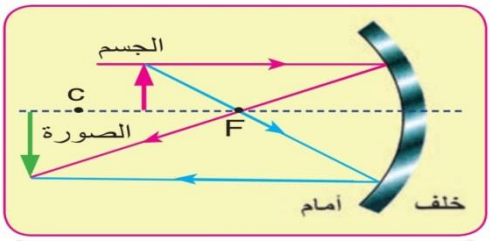
١) اذا كان بعد الجسم عن المرآة يزيد عن ضعف بعدها البؤري (2f) فان صورة الجسم تقع بين البؤرة ومركز التكور وتكون حقيقية ومقلوبة ومصغرة .



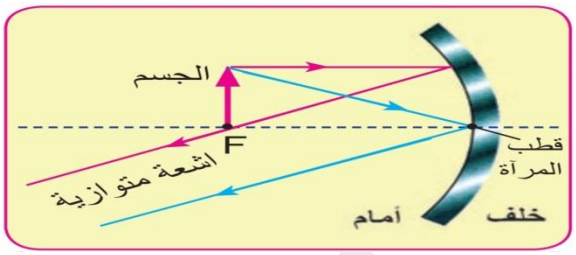
٢) اذا كان الجسم في مركز التكور (اي على بعد ضعف البعد البؤري) فصورة الجسم تكون حقيقية ومقلوبة تقع في مركز التكور ولها طول الجسم نفسه وفي الموقع نفسه .



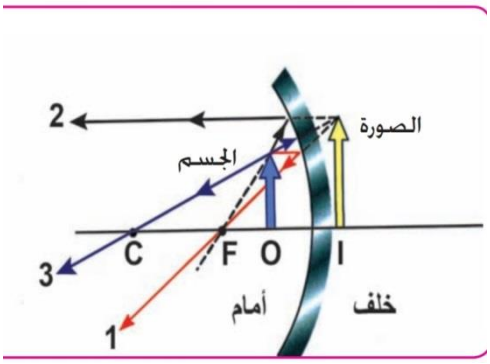
٣) اذا كان الجسم بين البؤرة ومركز التكور فان الصورة المتكونة تقع خلف مركز التكور وتكون حقيقية مقلوبة ومكبرة .



٤) اذا كان الجسم يقع على بعد يساوي البعد البؤري للمرآة فان الاشعة تنعكس متوازية .



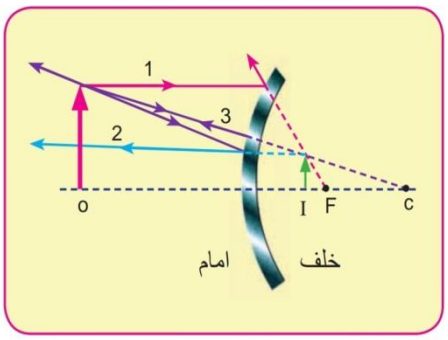
٥) اذا كان الجسم يقع على بعد اقل من البعد البؤري للمرآة فان صورة الجسم تكون خيالية ومعتدلة ومكبرة وتقع خلف المرآة .



خصائص الصورة المتكونة في المرآة المحدبة

مهما كان بعد الجسم عن المرآة فان صفات الصورة هي :

١)خيالية ٢) معتدلة ٣) مصغرة



علل/ تسمى المرآة المحدبة بالمرآة المفرقة .

ج/ لانها تقوم بتفريق الاشعة الضوئية الساقطة عليها .

نشاط 3: الصورة المتكونة في المرآة المحدبة

ادوات النشاط : مرآة محدبة ، حامل المرآة، شمعة، حاجز

الخطوات:

- امسك المرآة بيدك وانظر الى سطحها العاكس ماذا ترى؟ ماصفات الصورة التي تراها ؟ هل هي معتدلة أم مقلوبة أم مكبرة ام مصغرة ؟
- قرب المرآة منك حينا وابعدها حينا آخر لاحظ الصورة ؟ لاحظ الشكل (7-21) سجل ملاحظاتك
- ضع المرآة على الحامل ثم أوقد الشمعة وضعها أمام المرآة ومقابل سطحها العاكس

شكل (7-21)

121

- حاول أن تكون صورة للشمعة على الحاجز هل تنجح في ذلك؟
- انظر في المرآة ماذا تلاحظ؟هل صورة الشمعة التي تراها حقيقية أم خيالية (تقديرية)؟ وأين تقع ؟ وما صفاتها؟

لذلك نستطيع القول انه مهما كان بعد الجسم عن المرآة فان صفات الصورة هي خيالية . معتدلة مصغرة.

س/ ما هو الزيغ الكروي ؟

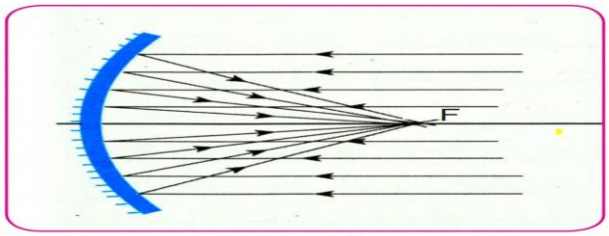
ج/ هو عدم تجمع الاشعة المنعكسة عن سطح مرآة كروية في نقطة واحدة .

س/ كيف يمكن الحصول على صورة واضحة في المرآة الكروية ؟

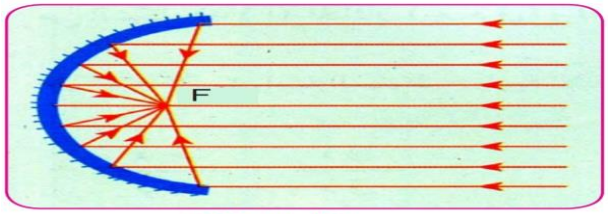
ج/ كل حزمة ضوئية صادرة من نقاط الجسم يجب ان تنعكس عن سطح المرآة مجتمعة في نقطة واحدة مكونة صورة مناظرة للنقطة التي صدرت عنها

س/ كيف يتم تقليل الزيغ الكروي ؟

ج / تصنع المرآة المقعرة بشكل قطع مكافئ ذات بؤرة نقطية ويفضل استعمال مرايا كروية صغيرة الوجه كما في عاكسات الضوء في التلسكوبات الفلكية العاكسة .



شكل (22-7)



شكل (23-7)

المعادلة العامة للمرايا الكروية

ان موقع الصورة يتغير بتغير موقع الجسم ومن هنا نستنتج علاقة رياضية تربط بعد الجسم ببعد الصورة عن المرآة وهذا يمكننا من استنتاج صفات صورته المتكونة من العلاقة الرياضية الاتية :

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$$

(f) البعد البؤري ، (u) بعد الجسم عن قطب المرآة ،

(v) بعد الصورة عن قطب المرآة

عند تطبيق القانون العام للمرايا يجب مراعاه الاشارات في الحالات الاتية :

١) يكون بعد الجسم (u) موجبا اذا الجسم حقيقيا امام المرآة وسالبا اذا كان الجسم خياليا (تقديريا) خلف المرآة (في نظام مكون من عدسة و مرآة كروية) .
٢) يكون بعد الصورة (v) موجبا اذا كانت الصورة حقيقة وسالبا اذا كانت الصورة خيالية (تقديرية) .
٣) يكون البعد البؤري (f) موجبا اذا كانت المرآة مقعرة وسالبا اذا كانت المرآة محدبة .

قانون التكبير في المرايا

تسمى النسبة بين طول الصورة المتكونة في المرايا الكروية الى طول الجسم بالتكبير .
ويرمز له M كما انها تساوي نسبة بعد الصورة الى بعد الجسم عن المرآة .

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$$

(h') طول الصورة (h) طول الجسم .

عند تطبيق قانون التكبير يجب ملاحظة ما يلي :

١) طول الصورة تكون اشارته موجبة بالصورة المعتدلة (نحو الاعلى) وتكون اشارته سالبة للصورة المقلوبة (نحو الاسفل) .
٢) طول الحسم تكون اشارته موجبة للجسم المعتدل (نحو الاعلى) وتكون اشارته سالبة للجسم المقلوب (نحو الاسفل) .
٣) تكون اشارة التكبير سالبة عندما تكون الصورة حقيقية مقلوبة بالنسبة للجسم
٤) تكون اشارة التكبير موجبة عندما تكون الصورة خيالية معتدلة بالنسبة للجسم

كما ان مقدار التكبير يعكس لنا مدى تكبير الصورة او تصغيرها وكما يأتي :

١) اذا كان مقدار التكبير اكبر من واحد $M > 1$ فان الصورة تكون مكبرة بالنسبة للجسم .
٢) اذا كان مقدار التكبير اصغر من واحد $M < 1$ فان الصورة تكون مصغرة بالنسبة للجسم .
٣) اذا كان مقدار يساوي واحد $M = 1$ فان الصورة تكون مساوية للجسم .

٤) يكون التكبير اشارته موجبة للصورة المعتدلة (نحو الاعلى) وتكون اشارته سالبة للصورة المقلوبة الحقيقية (نحو الاسفل) .

مثال/ مرآة مقعرة بعدها البؤري (20cm) جد موضع الصورة المتكونة وصفاتها ومقدار التكبير لجسم موضوع على بعد (30cm) امام المرآة .

الحل/

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v} \quad \rightarrow \frac{1}{20}=\frac{1}{30}+\frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{1}{20}-\frac{1}{30}=\frac{3-2}{60}=\frac{1}{60}=60cm$$

الصورة حقيقية مقلوبة وعلى بعد ابعد من مركز التكور .

$$M=-\frac{v}{u}=-\frac{60}{30}=-2$$

الصورة مكبرة مرتين .

مثال/ مرآة مقعرة بعدها البؤري (15cm) اين يجب ان يوضع جسم امامها حتى

١. تتكون صورة حقيقية مكبرة ثلاث مرات.

٢. تتكون صورة تقديرية مكبرة ثلاث مرات.

الحل/

$$1)\ M=-\frac{v}{u} \rightarrow -3=\frac{-v}{u} \rightarrow v=3u$$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v} \quad \rightarrow \frac{1}{15}=\frac{1}{u}+\frac{1}{3u}$$

$$\frac{1}{15}=\frac{3+1}{3u} \rightarrow \frac{1}{15}=\frac{4}{3u} \rightarrow 3u=60$$

$$u=\frac{60}{3}=20\ cm\ ,v=3u=3\times 20=60cm$$

$$2)\ M=-\frac{v}{u} \rightarrow 3=\frac{-v}{u} \rightarrow v=-3u$$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{15}=\frac{1}{u}+\frac{1}{-3u}$$

$$\frac{1}{15}=\frac{3-1}{3u} \rightarrow \frac{1}{15}=\frac{2}{3u} \rightarrow 3u=30$$

$$u=\frac{30}{3}=10\ cm\ ,v=-3u=-3\times 10=-30cm$$

مثال/ مرآة محدبة نصف قطر تكورها $(8cm)$ وضع امامها جسم على بعد $(6cm)$ من قطبها جد بعد الصورة المتكونة ؟ وكذلك قوة التكبير ؟

الحل/

$$f=\frac{1}{2}R=\frac{1}{2}\times 8=4cm$$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v} \rightarrow -\frac{1}{4}=\frac{1}{6}+\frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{v}=-\frac{1}{4}-\frac{1}{6}=\frac{-3-2}{12}=\frac{-5}{12}$$

$$v=-\frac{12}{5}=-2.4cm$$

$$M=-\frac{v}{u}=-\frac{(-2.4)}{6}=0.4$$

الاشارة الموجبة تعني ان الصورة خيالية (تقديرية) .

تطبيقات على المرايا

للمرايا على اختلاف انواعها (المستوية والكروية) فوائد عدة في حياتنا :

اولا : تطبيقات المرايا المستوية :

- تستعمل في البيوت والصالات .
- تستعمل المرآتان المتزاويتان للحصول على صورة متعددة وتستثمر هذه الظاهرة في الزخرفة والمحال التجارية .
- في المرآة الامامية لسائق السيارة

ثانيا : تطبيقات المرآة المقعرة :

- لتكبير الصور حيث يستعمل اطباء الاسنان المرآة المقعرة التي تعطي صورة مكبرة لأسنان المريض .
- تستعمل في مصابيح السيارة الامامية حيث يوضع مصدر الضوء في بؤرة القطع المكافئ وتسقط الاشعة الضوئية على سطحها فتنعكس عنها متوازية فتضيء الى مسافات بعيدة امام السيارة .
- تجميع الطاقة الشمسية لأغراض التدفئة والطبخ .

ثالثا : تطبيقات المرآة المحدبة :

- تستعمل في مرآة السيارة الجانبية حيث تعطي صورة مصغرة ومعتدلة ومجال رؤيا اوسع واشمل على الجانبين .
- تستعمل في السوق التجارية لمراقبة حركة المتسوقين .

اسئلة ومسائل الفصل السابع

س١/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يلي :

١- الصورة الخيالية :

a)تكون معتدلة الجوانب بالنسبة للجسم *b*) تكون مقلوبة

c) يمكن اسقاطها على حاجز *d*) تقع امام المرآة

٢- المرآة المقعرة تظهر صورة معتدلة للجسم عندما يكون بعده عنها :

a) اقل من البعد البؤري b) مساويا للبعد البؤري لها
c) ضعف البعد البؤري d) بعيدة جدا عن المرآة

٣- عدد الصور المتكونة في المرايا المستوية المتقابلة والمتوازية :

a) 30 b) 180 c) لا نهائية d) 0

٤- المحور الاساس لمرآة كروية هو المستقيم المار :

a) بمركز تكور المرآة واية نقطة اخرى b) بمركز تكور المرآة وقطبها
c) ببؤرة المرآة واي نقطة على سطحها d) مماسا لسطح المرآة

٥- اذا نظرت في مرآة وكانت صورتك مكبرة تكون المرآة :

a) مقعرة b) محدبة c) مستوية d) جميع الاحتمالات السابقة

٦- نصف قطر تكور المرآة الكروية يساوي :

a) نصف البعد البؤري c) ثلاثة اضعاف البعد البؤري
b) ضعف البعد البؤري d) ثلث البعد البؤري

٧- صفات الصورة المتكونة في المرآة المحدبة هي :

a) حقيقية ومعتدلة ومصغرة c) حقيقية ومكبرة ومقلوبة
b) خيالية ومعتدلة ومصغرة d) خيالية ومقلوبة ومكبرة

٨- مرآة كروية بعدها البؤري 15cm فيكون نصف قطر تكورها يساوي :

a) 15cm b) 7.5cm c) 60cm d) 30cm

٩- مسطرة طولها 10cm وضعت بصورة عمودية امامها مرآة مقعرة بعدها البؤري (+50cm) وعلى بعد 100cm من قطب المرآة فيكون طول الصورة المتكونة :

a) 3cm معتدلة b) 10cm معتدلة
c) 3cm مقلوبة d) 10cm مقلوبة

س٢/ يقترح احدهم ان نضع مرآة مقعرة على جانبي السيارة بدلا من المراة المحدبة ؟ هل ترى اقتراحه صحيحا ؟ ولماذا ؟

ج / كلا غير صحيح لان مرآة السائق الجانبية هي مرآة محدبة تعطي صورة مصغرة ومعتدلة وتعطي مجال رؤيا اوسع واشمل اما المرآة المقعرة تكون صورا مقلوبة وموقعها حسب موقع الجسم على المرآة .

س٣/ وقف احمد امام مرآة مستوية مرتديا قميصا رياضيا مكتوب عليه رقم *81* ماذا تقرأ صورة الرقم *81* ؟

ج/ صورة الرقم *81* هي *18* لان الصورة المتكونة في المرآة المستوية تظهر معكوسة الجوانب ومعتدلة .

س٤/ الشكل التالي يمثل صورة ساعة وضعت امام مرآة مستوية قما الوقت الذي تشير اليه الساعة ؟

ج/ الساعة تشير الى السابعة وعشر دقائق .

س٥/ لماذا لا تتكون صورة لجسم موضوع في بؤرة مرآة مقعرة ؟

ج/ لان الاشعة الساقطة من الجسم سوف تنعكس بصورة موازية ولا تلتقي في نقطة واحدة .

س٦/ ما هي البؤرة الحقيقية وما هي البؤرة التقديرية ؟

ج/ البؤرة الحقيقية : هي نقطة تقع على امحور الاساس للمرآة والناتجة من التقاء الاشعة المنعكسة عن سطح المرآة والساقطة اصلا بصورة موازية للمحور الاساس وتقع امام المرآة .

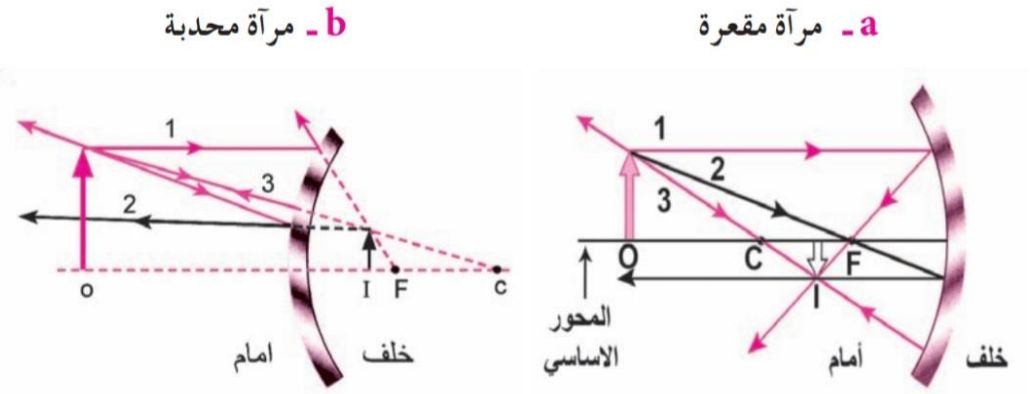
البؤرة الخيالية : هي نقطة تقع على امحور الاساس للمرآة والناتجة من التقاء امتدادات الاشعة المنعكسة عن سطح المرآة والساقطة اصلا بصورة موازية للمحور الاساس وتقع خلف المرآة .

س٧/ ميز بين المرآة المحدبة و المرآة المقعرة من حيث السطح العاكس وصفات الصورة المتكونة في كل منهما .

المرآة المحدبة	المرآة المقعرة
السطح العاكس محدب	السطح العاكس مقعر
صورة مصغرة خيالية معتدلة واقعة خلف المرآة	صفات الصورة تختلف حسب موقع الجسم بالنسبة للمرآة

س٧/ بين بالرسم موقع صورة جسم يقع على بعد اكبر من نصف قطر تكور

a) مرآة مقعرة *b*) مرآة محدبة



المسائل

س١/ تكونت صورة معتدلة باستعمال مرآة مقعرة نصف قطر تكورها *36cm* فاذا كانت قوة التكبير = *3* احسب موضع الجسم بالنسبة للمرآة ؟

الحل/

$$f = \frac{1}{2}R = \frac{1}{2} \times 36 = 18cm$$

$$M = -\frac{v}{u} \rightarrow 3 = -\frac{v}{u} \rightarrow v = -3u$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{18} = \frac{1}{u} + \frac{1}{-3u}$$

$$\frac{1}{18}=\frac{3-1}{3u}=\frac{2}{3u}\ \rightarrow 3u=36\ \rightarrow u=\frac{36}{3}=12\ cm$$

س٢/ مرآتان متزاويتان الزاوية بينهما 120° احسب عدد الصور المتكونة في المرأتين .

الحل/

$$n=\frac{360^{\circ}}{\theta}-1\ \rightarrow n=\frac{360}{120}-1=2$$

س٣/ وضع جسم على بعد $4cm$ من مرآة فتكونت له صورة تقديرية ومكبرة 3 مرات ما نوع المرآة ؟ وما بعدها البؤري ؟

ج / بما ان الصورة المتكونة خيالية ومكبرة فان المرآة هي مرآة مقعرة .

$$M=-\frac{v}{u}\ \rightarrow 3=-\frac{v}{4}\rightarrow v=-12\ cm$$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}+\frac{1}{u}\ \rightarrow\frac{1}{f}=\frac{1}{-12}+\frac{1}{4}\rightarrow\frac{1}{f}=\frac{-1+3}{12}$$

$$\frac{1}{f}=\frac{2}{12}=\frac{1}{6}=6\ \text{cm}$$

س٤/ وضع جسم امام مرآة مقعرة بعدها البؤري (12cm) فتكونت له صورة حقيقية مكبرة اربع مرات جد بعد الجسم عن المرآة وكذلك بعد صورته عنها (اعتبر ان الجسم عمودي على المحور الرئيس للمرآة) .

الحل/

$$M=-\frac{v}{u}\ \rightarrow -4=-\frac{v}{u}\ \rightarrow v=4u$$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}+\frac{1}{u}\ \rightarrow\frac{1}{12}=\frac{1}{4u}+\frac{1}{u}\ \rightarrow\frac{1}{12}=\frac{1+4}{4u}=\frac{5}{4u}$$

$$4u=5\times 12=60\ \rightarrow 4u=60\rightarrow\ u=\frac{60}{4}=15cm$$

$$v=4u=4\times 15=60\ cm$$

س٥/ وضع جسم طوله 4cm امام مرآة محدبة نصف قطر تكورها 20cm فاذا كان بعد الجسم عن المرآة *40cm* جد نوع الصورة المتكونة وطولها ووضح اجابتك بالرسم .

الحل/

$$f = \frac{1}{2}R = \frac{1}{2} \times -20 = -10cm$$

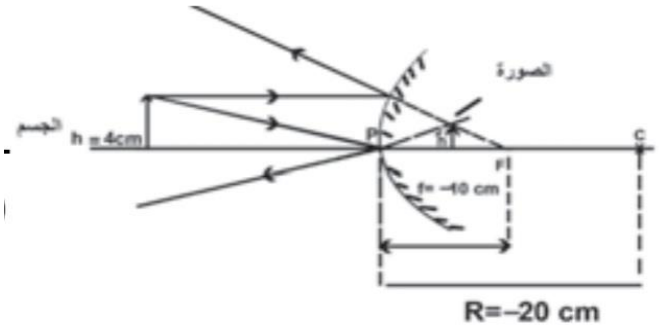
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u} \rightarrow \frac{1}{-10} = \frac{1}{v} + \frac{1}{40} \rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{-10} - \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-1-4}{40} = \frac{-5}{40} = \frac{-1}{8} = -8cm$$

الاشارة السالبة تعني ان الصورة خيالية (تقديرية) .

$$\frac{h'}{h} = \frac{-v}{u} \rightarrow \frac{-h'}{4} = \frac{-8}{40} \rightarrow h' = 0.8cm$$

الصورة مصغرة معتدلة



الفصل الثامن (العدسات الرقيقة)

العدسات : هي اجسام شفافة محددة بسطحين كرويين او سطح كروي واخر مستوي وهي مصنوعة من الزجاج (او مواد لدنة شفافة) .

ملاحظات /

- تصنع العدسات من المواد اللدنة الشفافة لاستعمالات الضوء المرئي .
- تصنع العدسات من الكوارتز لاستعمالات الاشعة فوق البنفسجية .
- تصنع العدسات من الجرمانيوم لاستعمالات الاشعة تحت الحمراء .

انواع العدسات :

اولا : عدسة محدبة (عدسة لامة) :

١) يكون وسطها اكثر سمكا من حافتها .
٢) تعمل على تجميع الاشعة الساقطة عليها بعد نفوذها من العدسة عندما يكون معامل انكسار مادة العدسة اكبر من معامل انكسار الوسط المتواجدة فيه .
٣) توجد على عدة انواع هي (محدبة الوجهين)،(مقعرة— محدبة)،(مستوية – محدبة)

س/ لماذا تسمى العدسة المحدبة عدسة لامة ؟

ج / لأنها تعمل على تجميع الاشعة الساقطة عليها بعد نفوذها من العدسة .

ثانيا : عدسة مقعرة (عدسة مفرقة) :

١) يكون وسطها اقل سمكا من حافتها .
٢) تعمل على تفريق الاشعة الضوئية الساقطة عليها بعد نفوذها من العدسة .
٣) توجد على عدة انواع هي (مقعرة الوجهين) ، (محدبة – مقعرة) ،(مستوية – مقعرة) .

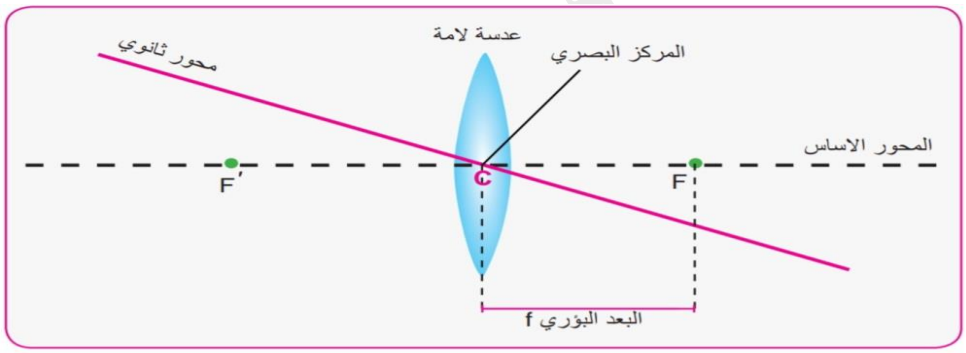
س/ لماذا تسمى العدسة مقعرة (عدسة مفرقة) ؟

ج/ لأنها تعمل على تفريق الاشعة الضوئية الساقطة عليها بعد نفوذها من العدسة .

ملاحظة/ تعمل العدسة اللامة عمل موشورين بقاعدة واحدة مشتركة تقع عند المركز البصري ، تعمل العدسة المفرقة عمل موشورين يلتقي رأسيهما عند المركز البصري .

بعض المفاهيم الاساسية في العدسات

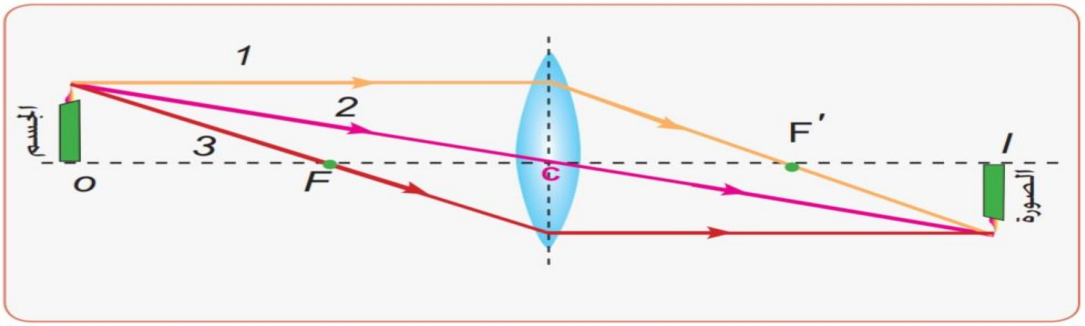
١) المركز البصري : هي نقطة عند مركز العدسة اذا مر خلالها شعاعا ضوئيا ينفذ على استقامته من غير انحراف والسبب هو ان جانبي العدسة عند المركز البصري متوازيان تقريبا .
٢) المحور الاساس : هو المستقيم المار في المركز البصري للعدسة وبؤرتيها .
٣) البؤرة (F) : هي نقطة تقع على المحور الاساس للعدسة تتصف بان اي شعاع صادر منها او متجه نحورها يسير بعد الانكسار موازيا للمحور الاساس .
٤) البعد البؤري (f) : البعد بين موقع البؤرة والمركز البصري للعدسة .
٥) المحور الثانوي : المستقيم المار في المركز البصري للعدسة .



يمكن الاستفادة من مسارات الاشعة الضوئية الصادرة من الجسم لتحديد موقع الصورة وهي :

١) الشعاع (1) المنبعث من رأس السهم (الجسم) موازيا للمحور الاساس للعدسة بعد انكساره خلال العدسة ينفذ منها مارا بالبؤرة F' (في الجهة الثانية من العدسة) .
٢) الشعاع (2) الموجه نحو المركز البصري للعدسة ينفذ على استقامته دون انحراف.
٣) الشعاع (3) المار خلال بؤرة العدسة F ينفذ موازيا لمحورها الاساس .

حيث ان (F) البؤرة الابتدائية ، (F') البورة الثانوية .

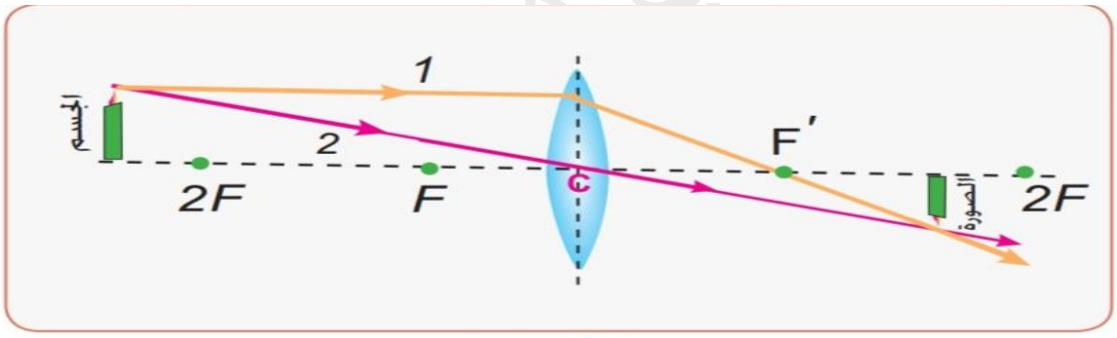


ملاحظة/ لرسم صورة جسم يقع على بعد اكبر من ضعف بعدها البؤري نرسم شعاعين صادرين (1) و (2) من رأس الجسم كما في الشكل ادناه فالشعاع الضوئي (1) موازيا للمحور الاساس للعدسة ينفذ منها منكسرا مار بالبؤرة F' والشعاع (2) مارا في المركز البصري فأنه ينفذ على استقامته

من نقطة التقاء الشعاعين (1) و (2) النافذين من العدسة تمثل صورة رأس الجسم ومن الممكن بسهولة تحديد صفاتها :

١)مقلوبة ٢) مصغرة ٣) حقيقة لأنها تكونت في الجهة الاخرى للعدسة .

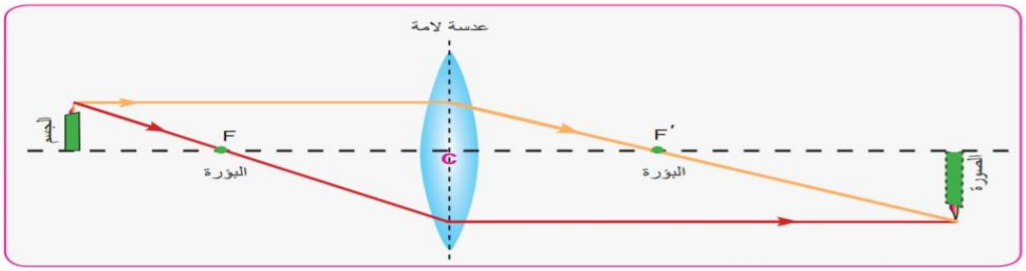
٤) واقعة بين البؤرة وضعف البعد البؤري .



الصور المتكونة لجسم خلال عدسة لامة

a. عندما يكون الجسم واقعا بين بؤرة العدسة وضعف بعدها البؤري فأن صفات الصورة المتكونة هي :

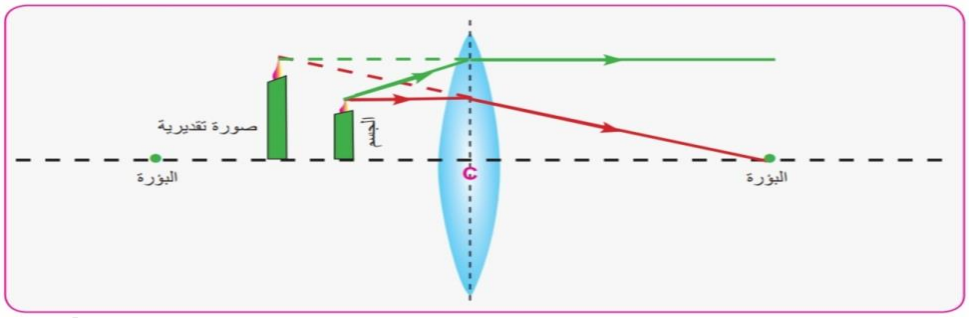
١) حقيقية ٢) مقلوبة ٣) تقع على الجهة الاخرى من العدسة ٤) مكبرة



b. عندما يكون الجسم واقعا بين البؤرة F والمركز البصري للعدسة اللامة فان صفات الصورة المتكونة هي :

١) تقديرية ٢) معتدلة

٣) اكبر من الجسم وعلى الجهة نفسها من الجسم وخلفه .

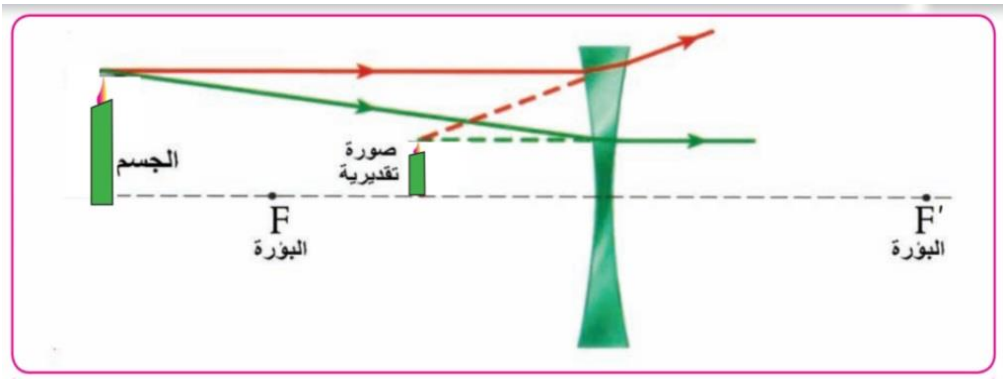


الصور المتكونة لجسم خلال عدسة مفرقة

ان صفات الصورة المتكونة في حالة العدسة المفرقة (المقعرة) ومهما كان موقع الجسم لهذا النوع من العدسات هي :

١) تقديرية ٢) معتدلة ٣) اصغر من الجسم

٤) على الجهة نفسها من الجسم وامامه .



نشـاط 3: تعيين البعد البؤري لعدسة لامة بصورة تقريبية وسريعة

أدوات النشاط : عدسة لامة ، حاجز

1- خارج المختبر :

وذلك بتوجيه العدسة إلى قرص الشمس وإستلام صورته على حاجز (جدار أو ورقة)، مع تغيير موقع العدسة حتى نحصل على اوضح صورة على الحاجز لنقطة شديدة الاضاءة وهي تمثل موقع البؤرة للعدسة بإعتبار ان الأشعة القادمة من الشمس موازية لمحورها الأساسي . فالمسافة بين العدسة والبؤرة ، تمثل البعد البؤري للعدسة بصورة تقريبية.

138

2- داخل المختبر :

وذلك بتوجيه العدسة اللامة نحو جسم بعيد كشجرة أو عمود كهرباء من خلال شباك المختبر وإستلام صورته على حاجز أو ورقة ، غيِّر من بُعد العدسة عن الحاجز حتى تحصل على أوضح صورة للجسم البعيد. فالمسافة بين العدسة والحاجز تمثل البعد البؤري التقريبي للعدسة ، على إعتبار ان الشجرة ، أو عمود الكهرباء جسم بعيد ، فالأشعة القادمة منه تكون موازية لمحور العدسة الأساسي فتتجمع بعد نفاذها خلال العدسة في بؤرة العدسة.

قانون العدسات والتكبير

عند وضع جسم امام عدسة لامة بصورة عمودية على محورها الاساسي وعلى بعد (u) من مركزها البصري ستظهر صورة حقيقية مصغرة مقلوبة واقعة على بعد (v) من مركزها البصرية و في الجهة الاخرى من العدسة والعلاقة بين بعد الجسم (u) عن العدسة وبعد الصورة (v) عن العدسة والبعد البؤري (f) هي :

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$$

ومن الجدير بالذكر ان هذا القانون العام للمرايا والعدسات .

اما قانون التكبير (M) في العدسات فيعطى بالعلاقة الاتية :

$$M=\frac{h'}{h}=-\frac{v}{u}$$

(h') طول الصورة (h) طول الجسم .

و بتطبيق القانون العام للعدسات سواء كانت عدسة محدبة ام مقعرة مع مراعاة اشارة كل كمية عندما ينتقل الضوء الساقط على العدسة من اليسار الى اليمين وكما يلي :

١) يكون بعد الجسم (u) موجبا اذا كان الجسم حقيقيا واقعا على يسار العدسة وبإشارة سالبة اذا كان الجسم واقعا على يمينها .
٢) يكون بعد الصورة (v) موجبا اذا كانت الصورة حقيقية واقعة على يمين العدسة وبإشارة سالبة اذا كانت الصورة خيالية وقعة على يسارها .
٣) يكون البعد البؤري موجبا للعدسة المحدبة ، و بإشارة سالبة للعدسة المقعرة .
٤) طول الجسم يكون بإشارة موجبة للجسم المعتدل (نحو الاعلى) ، وبإشارة سالبة للجسم المقلوب (نحو الاسفل) .
٥) طول الصورة يكون بإشارة موجبة للجسم المعتدل (نحو الاعلى) ، وبإشارة سالبة للجسم المقلوب (نحو الاسفل) .

اما بالنسبة لإشارة التكبير M فعندما تكون :

١) موجبة : تكون الصورة تقديرية (خيالية) معتدلة بالنسبة للجسم.

٢) سالبة : تكون الصورة حقيقية مقلوبة بالنسبة للجسم

وتدلنا قيمة التكبير على ما يأتي :

١) اذا كان $M > 1$ فان الصورة مكبرة بالنسبة للجسم .
٢) اذا كان $M < 1$ فان الصورة مصغرة بالنسبة للجسم .
٣) اذا كان $M = 1$ فان الصورة تكون مساوية للجسم .

ان النسبة بين مساحتي الصورة والجسم تساوي النسبة بين مربع بعديهما عن المركز البصري للعدسة اي ان :

$$\frac{A'}{A} = \frac{(v)^2}{(u)^2}$$

(A') مساحة الصورة ، (A) مساحة الجسم .

مثال/ عدسة لامة (محدبة) بعدها البؤري 10cm كونت صورا لاحد الاجسام تبعد عن العدسة بالابعاد :

١) $u=30cm$ ٢) $u=10cm$ ٣) $u=5cm$

من احدى جهتي العدسة جد بعد الصورة وصفاتها في كل حالة وكذلك التكبير .

الحل/

$$1)\ \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{3-1}{30} = \frac{2}{30} = \frac{1}{15} = 15\ cm$$

$$M = -\frac{v}{u} = -\frac{15}{30} = -0.5$$

صورة حقيقية مصغرة مقلوبة .

٢) عندما بعد يكون الجسم بقدر البعد البؤري للعدسة (10cm) يعني الجسم واقع في بؤرة العدسة فالصورة تقع في اللانهاية .

$$3)\ \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{5} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{1-2}{10}=\frac{-1}{10}=\frac{-1}{10}=-10\ cm$$

$$M=-\frac{v}{u}=-\frac{(-10)}{5}=+2$$

صورة خيالية مكبرة معتدلة

مثال / وضع جسم على بعد 12cm امام عدسة مفرقة (مقعرة) بعدها البؤري 6cm ما صفات الصورة المتكونة ؟

الحل/

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}\rightarrow\frac{1}{-6}=\frac{1}{12}+\frac{1}{v}\rightarrow\frac{1}{v}=-\frac{1}{6}-\frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{-2-1}{12}=\frac{-3}{12}=\frac{-1}{4}=-4\ cm$$

$$M=-\frac{v}{u}=-\frac{(-4)}{12}=\frac{1}{3}$$

الصورة خيالية مصغرة معتدلة .

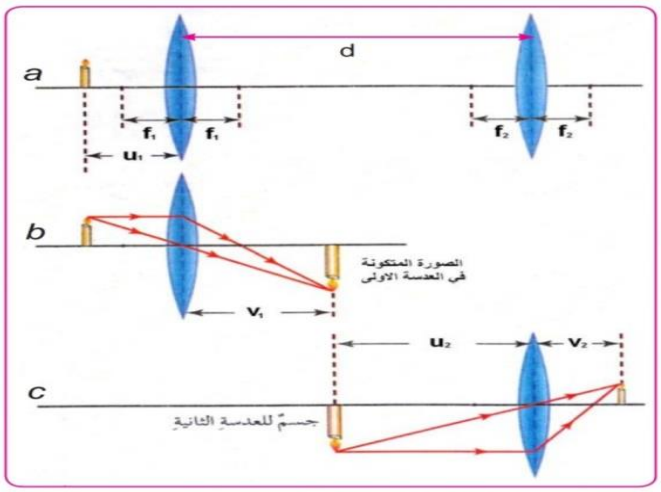
نظام مكون من مجموعة عدسات رقيقة

ان الكثير من الاجهزة البصرية تحتوي على عدستين رقيقتين او اكثر بين الشكل ادناه نظاما مكون من عدستين محدبتين وضع جسم امام العدسة الاولى وعلى بعد u_1 ابتداء نتعامل مع العدسة الاولى كأنها مفردة والعدسة الثانية غير موجودة وبعد تحديد موقع الصورة التي كونتها العدسة الاولى نعتبره جسما للعدسة الثانية ثم نجد موقع الصورة النهائية .

يمكن معاملة المنظومة بالعلاقة الاتية :

التكبير الكلي M = تكبير العدسة الاولى M_1 × تكبير العدسة الثانية M_2

$$M_T=M_1\times M_2$$



شكل (12-8) نظام مكون من عدستين

لقد وجد ان البعد البؤري للنظام f في هذه الحالة يرتبط مع البعدين البؤريين لعدستيه $f1$ ، f_2 بالعلاقة الاتية :

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}-\frac{d}{f_1 f_2}$$

حيث (d) تمثل البعد بين المركز البصري للعدستين .

اما الحالة الخاصة التي تكون فيها العدستين متلامستين (متلاصقتين) مع بعضهما $(d=0)$ فالعلاقة التي تربط البعد البؤري للنظام المتكون من عدستين متلامستين مع البعدين البؤريين لعدستيه f_1 , f_2 تعطى بالعلاقة الاتية :

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$$

قدرة العدسة

ان قدرة العدسة هي مقلوب البعد البؤري للعدسة وتقاس بوحدات دايوبتر (D) حسب العلاقة الاتية :

$$P=\frac{1}{f}$$

بتطبيق المعادلة العامة للعدسات ومعرفة نصفي قطري العدسة R_1 ، R_2 ومعامل انكسار مادتها n يمكننا ايجاد قدرة العدسة من خلال المعادلة التي يستعملها صانعي العدسات :

$$P = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

(R_1) نصف قطر العدسة الاولى ، (R_2) نصف قطر العدسة الثانية

مثال/ نظام مكون من عدستين محدبتين البعد البؤري للاولى $10cm$ والثانية $5cm$ والبعد بينهما $40cm$ وضع جسم على بعد $15cm$ يسار العدسة الاولى جد موقع الصورة النهائية المتكونة وتكبيرها .

الحل/

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1} \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{15} + \frac{1}{v_1}$$

$$\frac{1}{v_1} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} = \frac{3-2}{30} = \frac{1}{30} = 30\ \text{cm}$$

تكبير العدسة الاولى

$$M_1 = -\frac{v_1}{u_1} = -\frac{30}{15} = -2$$

بما ان الصورة المتكونة في العدسة الاولى حقيقية وتكونت امام (يسارا) العدسة الثانية لذلك يعد جسما حقيقيا للعدسة الثانية ويقع على بعد u_2

$$u_2 = 40 - 30 = 10cm$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{u_2} + \frac{1}{v_2} \rightarrow \frac{1}{5} = \frac{1}{10} + \frac{1}{v_2}$$

$$\frac{1}{v_2} = \frac{1}{5} - \frac{1}{10} = \frac{2-1}{10} = \frac{1}{10} = 10\ \text{cm}$$

$$M_2 = -\frac{v_2}{u_2} = -\frac{10}{10} = -1$$

$$M_T = M_1 \times M_2 \rightarrow M_T = -2 \times -1 = +2$$

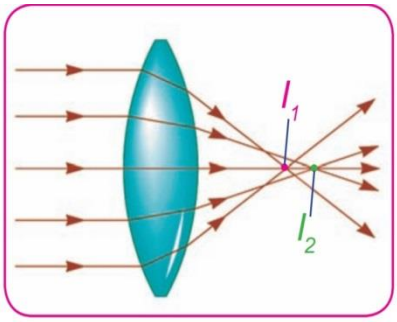
الصورة معتدلة .

الزيغ الكروي

هو عدم تجمع الاشعة الضوئية الساقطة على العدسة بصورة موازية للمحور الاساس والمنكسرة عن العدسة في بؤرة واحدة .

س/ كيف يمكن تقليل الزيغ الكروي ؟

ج/ يمكن ذلك باستعمال حاجز يوضع امام حافة العدسة لمنع الاشعة البعيدة عن المحور الاساس من النفوذ خلال العدسة ، كما يمكن استعمال عدسة محدبة – مستوية للغرض نفسه لذلك استعملت العدسات المحدبة – المستوية كعدسة شيئية في التلسكوب وفي النظارات الطبية .

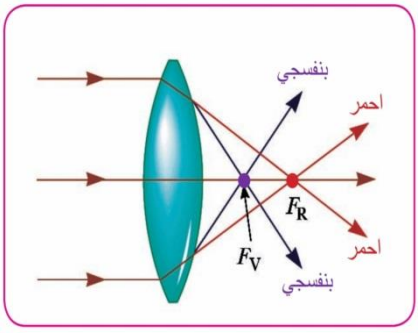


الزيغ اللوني

عند سقوط الضوء الابيض على وجه موشور زجاجي يتحلل الى مجموعة من الالوان بسبب اختلاف معامل انكسار مادة الموشور مع الاطوال الموجية المختلفة لمكونات الضوء الابيض ، حيث سينفذ اللون البنفسجي معانيا الانحراف الاكبر نحو قاعدة الموشور لقصر طول موجته بينما يكون اللون الاحمر اقل انحرافا لكبر طول موجته اما بقية الالوان فتقع اطوالها الموجية بين هذين اللونين من الضوء المرئي .

بما ان العدسة اللامة يمكن اعتبارها يمكن اعتبارها مكونة من عدد من المواشير قواعدها متجهة مركز العدسة فالأشعة الضوئية المارة خلال العدسة بزوايا مختلفة تبعا للأطوال الموجية وعند نفوذها خلال العدسة تلاحظ ان اللون البنفسجي يلاقي المحور الاساس للعدسة في نقطة اقرب الى العدسة من بقية الالوان اما اللون

الاحمر فانه يلاقي المحور الاساس في نقطة ابعد عن العدسة من بقية الالوان يطلق على هذا الاختلاف في مواقع الالوان على المحور الاساس بالزيغ اللوني .



س/ كيف يمكن ازالة الزيغ اللوني ؟

ج / بمكن ذلك بتركيب عدسة لا لونية لامة مصنوعة من زجاج الكروان (ذات قدرة موجبة) وتلصق على عدسة مفرقة مقعرة الوجهين او مقعرة -- مستوية مصنوعة من زجاج الفلنت (ذات قدرة سالبة) .

تطبيقات على العدسات

اولا : معالجة عيوب البصر :

a) قصر البصر : عدم استطاعة العين رؤية الاجسام البعيدة بوضوح(تتكون صورها امام الشبكية) وتعالج باستعمال العدسات المفرقة .

b) طول البصر : عدم استطاعة العين رؤية الاجسام القريبة بوضوح (تتكون صورها خلف الشبكية) و تعالج باستعمال العدسات اللامة .

c) الاستكماتزم : ان الصور المتكونة للأجسام النقطية في العين المصابة بهذا العيب لا تكون نقطا بل خطوط على الشبكية وسبب ذلك هو عدم انتظام تحدب قرنية العين او عدسة العين او كليهما باتجاهات مختلفة ويصحح هذا العيب باستعمال عدسات اسطوانية وهي مقطع من اسطوانة يكون وجهها الاخر مسطح .

ثانيا : اجهزة التصوير (الآلات التصوير) :

١. الة التصوير عبارة عن صندوق صغير في مقدمته عدسة لامة لو مجموعة عدسات وفي جدارها الخلفي من الداخل يوضع الفلم الحساس (الذي بمثابة شبكية العين) .

٢. لالة التصوير فتحة امام العدسة يمكن التحكم في سعتها والسماح لكميات مختلفة من الضوء بالدخول الى الالة .

٣. يمكن التحكم ببعد العدسة عن الفلم لتكوين صورة حقيقية مقلوبة واضحة على الفلم ما دام الجسم على مسافة اكبر من ضعف البعد البؤري لعدسة الالة والصورة دائما مصغرة .

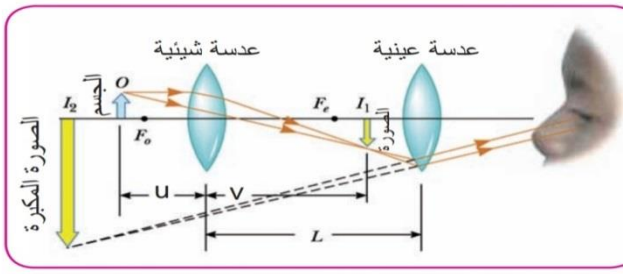
ثالثا : الآلات البصرية :

a) الآلات البصرية المكبرة للأجسام :

تستعمل لتكوين صورة مكبرة للجسم ومنها :

١. المجهر البسيط (العدسة المكبرة) : عدسة لامة قصيرة البعد البؤري تستعمل لتكوين صورة تقديرية معتدلة مكبرة للأجسام الصغيرة ويتم ذلك بوضعها ضمن البعد البؤري .

٢. المجهر المركب : يتكون من عدستين عدسة شيئية ذات بعد بؤري صغير يوضع الجسم المراد فحصه (تكبيره) على مسافة اكبر قليلا من بعدها البؤري للحصول على صورة حقيقية مكبرة مقلوبة ، ومن عدسة اخرى يتم النظر من خلالها يطلق عليها بالعدسة العينية ذات بعد بؤري مناسب اطول من البعد البؤري اطول من البعد البؤري للشيئية بحيث يكون موقع الصورة المتكونة بالعدسة الشيئية ضمن بعدها البؤري للحصول على صورة مكبرة تقديرية معتدلة للصورة الاولى التي تكونت بالعدسة الشيئية .



ملاحظة / هناك اجهزة عرض مختلفة (يتم خلالها عرض الصور على شاشة بعيدة) هي :

١. عارضة الصور الشفافة .
٢. عارضة الصور المعتمة .
٣. عارض فوق الرأس .
٤. اجهزة عرض الصور المتحركة (ماكنة السينما) .

الصورة تكون مقلوبة مكبرة حقيقية دائما لمثل هذه الاجهزة وان الجسم يقع بين البؤرة وضعف البعد البؤري .

b) اجهزة الرصد للأجسام البعيدة :

١) التلسكوب (المرقاب) الكاسر : يتكون من مجموعتين من العدسات اللامة شيئية واسعة السطح ذات بعد بؤري طويل والعدسة العينية تكون صغيرة المساحة وقصيرة البعد البؤري ،الصورة النهائية المتكونة مكبرة تقديرية معتدلة نسبة الى الصورة المتكونة نسبة الى الصورة المتكونة خلال الشيئية . واستعمل لرصد الكواكب ويسمى المنظار الملكي .

٢) منظار غاليلو : الصورة تكون معتدلة بالنسبة للجسم الاصلي وبقصر طولها .

٣) التلسكوب العاكس : وهو من اكبر المناظير في العالم حيث يستعمل مرآة مقعرة عوضا عن العدسات الشيئية لتجميع الضوء فشدة الضوء المنعكس عن سطح مرآة اكبر من شدة الضوء المار خلال العدسة .

اسئلة الفصل الثامن

س١/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي :

١. البعد البؤري لعدسة رقيقة لا يعتمد على :

a) معامل انكسار مادة العدسة *b*) معامل انكسار الوسط المحيط بالعدسة

c) نصفي قطر تكور العدسة *d*) قطر العدسة

٢. للحصول على صورة حقيقية مقلوبة اكبر من الجسم بعدسة لامة يجب وضع الجسم على مسافة من العدسة :

a) اكبر من ضعف بعدها البؤري *b*) بين البؤرة و ضعف بعدها البؤري

c) اقل من بعدها البؤري *d*) بقدر ضعف بعدها البؤري

٣. للحصول على صورة معتدلة تقديرية اكبر من الجسم بعدسة لامة يجب وضع الجسم على مسافة من العدسة :

a) بقدر بعدها البؤري *b*) بقدر ضعف بعدها البؤري

c) اقل من بعدها البؤري *d*) اكثر من ضعف بعدها البؤري

٤. للحصول على صورة معتدلة تقديرية مكبرة يجب استعمال :

a) عدسة مفرقة (مقعرة الوجهين) *b*) عدسة مفرقة (مقعرة مستوية)

c) عدسة لامة يوضع الجسم ضمن بعدها البؤري .

d) عدسة لامة يوضع الجسم على مسافة اكبر من بعدها البؤري .

٥. للحصول على صورة مصغرة تقديرية يجب استعمال عدسة مفرقة يوضع الجسم على بعد :

a) اقل من بعدها البؤري b) على اي بعد كان من العدسة

c) اكثر من بعدها البؤري d) بقدر ضعف بعدها البؤري

٦. جسم يقع على مسافة لا نهائية من عدسة لامة فتكونت له صورة :

a) حقيقية b) تقديرية

c) معتدلة d) اكبر من الجسم

٧. عدسة لامة ذات بعد بؤري $f= 15\ cm$ بعد الصورة المتكونة لجسم في هذه العدسة يعتمد على :

a) بعد الجسم عن هذه العدسة b) ارتفاع الجسم

c) كون الجسم معتدلا ام مقلوبا d) كل الاحتمالات السابقة

٨. عدسة مفرقة بعدها البؤري $10cm$ وضع جسم على بعد $40cm$ منها فان موقع الجسم سيكون على بعد :

a) $+16cm$ b) $-10cm$

c) $+20cm$ d) $-8cm$

٩. وضع جسم على بعد $40cm$ من عدسة لامة بعدها البؤري $20cm$ فتكونت له صورة على بعد :

a) $30cm$ b) $20cm$

c) $15cm$ d) $40cm$

١٠) اذا كان تكبير عدسة لامة هو (-3) فهذا يعني ان صفات الصورة تكون :

a) تقديرية . معتدلة طولها ثلاث امثال طول الجسم .

b) تقديرية . مقلوبة طولها ثلاث امثال طول الجسم.

c) حقيقية . معتدلة طولها ثلاث امثال طول الجسم .

d) حقيقية مقلوبة طولها ثلث الجسم .

١١) عدسة مفرقة وضع امامها جسم عند جانبها الايسر على بعد $80cm$ فتكونت له صورة تقديرية مصغرة معتدلة وعلى بعد $16cm$ من العدسة وعند الجانب الايسر للعدسة ايضا فان قدرة العدسة تساوي :

a) $-5D$ b) $-4D$

c) $-2D$ d) $-1.25\ D$

س ٢/ علل ما يأتي :

١) البعد البؤري لعدسة يختلف باختلاف لون الضوء الساقط عليها .

ج/ للعدسة بعض الشبه بالموشور عند سقوط الضوء الابيض عليها فأنه يتشتت ويختلف انكسار الضوء داخل العدسة حسب الطول الموجي للضوء .

٢) تغير البعد البؤري للعدسة اللامة عند نقلها من الهواء الى الماء .

ج/ لاختلاف معامل الانكسار النسبي بين وسطين هما مادة العدسة والوسط الذي هي فيه فعند نقل العدسة من الهواء الى الماء بقل معامل الانكسار النسبي بين الوسطين مما يسبب تغير البعد البوري للعدسة .

٣) الاشعة الضوئية التي تمر بالمركز البصري للعدسات الرقيقة تنفذ من العدسة بالاتجاه نفسه .

ج/ لان جانبي العدسة عند المركز البصري متوازيان تقريبا اي ان الشعاع النافذ ينزاح قليلا عن مساره الاصلي بمقدار يمكن اهماله بسبب كون العدسة رقيقة .

س٣/ ما سبب الزيغ اللوني في العدسات ؟ وكيف يعالج ؟

ج / سببه عدم تجمع الالوان الخارجة من العدسة في نقطة واحدة بسبب تغير معامل انكسار لمادة العدسة مع الطول الموجي .

يمكن معالجته باستخدام عدسة لا لونية لامة مصنوعة من الزجاج التاجي .

س٤/ ما سبب الزيغ الكروي في العدسات ؟ وكيف يعالج ؟

هو عدم تجمع الاشعة الضوئية الساقطة على العدسة بصورة موازية للمحور الاساس والمنكسرة عن العدسة في بؤرة واحدة .

ج/ يمكن ذلك باستعمال حاجز يوضع امام حافة العدسة لمنع الاشعة البعيدة عن المحور الاساس من النفوذ خلال العدسة ، كما يمكن استعمال عدسة محدبة –

المسائل

س١/ وضع جسم امام عدسة مفرقة بعدها البؤري $12cm$ فتكونت له صورة طولها ثلث طول الجسم ما بعد الجسم عن العدسة؟ وما بعد صورته ؟

الحل /

$$M = -\frac{v}{u} = \frac{h'}{h} \rightarrow -\frac{v}{u} = \frac{\frac{1}{3}h}{h} \rightarrow v = -\frac{1}{3}u$$

بما ان العدسة مفرقة فان بعدها البؤري يعوض سالب

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{-12} = \frac{1}{u} + \frac{1}{-\frac{1}{3}u}$$

$$\frac{1}{-12} = \frac{1}{u} - \frac{3}{u} \rightarrow \frac{1}{-12} = -\frac{2}{u} \rightarrow u = 24cm$$

$$v = -\frac{1}{3}u \rightarrow v = -\frac{1}{3} \times 24 = -8\ \text{cm}$$

س٢/ عدسة مكبرة (عدسة لامة) بعدها البؤري 15cm على اي بعد يوضع جسم عنها للحصول على صورة معتدلة ومكبرة ثلاث مرات ؟

الحل/

$$M = -\frac{v}{u} \rightarrow 3 = -\frac{v}{u} \rightarrow v = -3u$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{15} = \frac{1}{u} + \frac{1}{-3u} \rightarrow \frac{1}{15} = \frac{3-1}{3u} = \frac{2}{u}$$

$$u = 2 \times 15 = 30\ cm$$

س٣/ استعملت عارضة سلايدات للحصول على صورة على حاجز يبعد 6m فاذا كان ارتفاع الصورة 1.5m وكان ارتفاع السلايد 5cm ما البعد البؤري لعدسة العارض ؟

الحل/

$$M = -\frac{v}{u} = \frac{h'}{h} \rightarrow -\frac{v}{u} = \frac{1.5}{0.05} \rightarrow \frac{v}{u} = \frac{150}{5} = 30u$$

$$v = 30u \rightarrow 6 = 30u \rightarrow u = \frac{6}{30} = \frac{1}{5} = 0.2m$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{1}{5}} + \frac{1}{6} = \frac{5}{1} + \frac{1}{6} \rightarrow$$

$$\frac{1}{f} = \frac{30+1}{6} = \frac{31}{6} = 0.194\ m = 19.4cm$$

س٤/ قلم رصاص طوله 10cm وضع على بعد 70cm الى يسار عدسة بعدها البؤري 50cm+ جد صفات الصورة المتكونة ؟

الحل /

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{50} = \frac{1}{70} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{50} - \frac{1}{70} = \frac{7-5}{350} = \frac{2}{350} \rightarrow v = \frac{350}{2} = 175cm$$

$$-\frac{v}{u}=\frac{h'}{h}\rightarrow\frac{\mathbf{-175}}{\mathbf{70}}=\frac{h'}{\mathbf{10}}\rightarrow$$

$$h'=\frac{-175\times10}{70}=-25\ cm$$

صورة حقيقية مكبرة مقلوبة بالنسبة للجسم .

الأستاذ هاني محمد صالح

الفصل التاسع (الكهربائية الساكنة) المستقرة

الشحنة الكهربائية

يوجد نوعين من الشحنات الكهربائية (شحنات موجبة وشحنات سالبة) فعند تقريب جسم مشحون ومعزول من جسم اخر مشحون بالكهربائية ومعزول تظهر قوة كهربائية متبادلة بين الجسمين اذ تكون هذه القوة تنافر في حالة تشابه نوعا الشحنة وتجاذبا في حالة اختلافهما في نوع الشحنة .

س/ ما هي مميزات الشحنات الكهربائية ؟

١. الشحنات المختلفة بالنوع تجذب كل منها الاخرى والشحنات المتشابهة تتنافر بعضها مع البعض الاخر .
٢. الشحنات الكهربائية محفوظة .
٣. ان اصغر قيمة للشحنة الكهربائية هي شحنة الالكترون، وان اي جسم مشحون تكون شحنته مضاعفات لشحنة الالكترون اي ان الشحنة الكهربائية مكممة اي انها تساوي اعداد صحيحة من شحنة الالكترون وتعطى بالعلاقة الاتية :

$$Q = ne$$

(Q) شحنة كهربائية كلية ، (n) عدد صحيح موجب ، (e) شحنة الالكترون

شحنة الالكترون تساوي $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

قانون كولوم

تتناسب القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين تناسبا طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسيا مع مربع البعد بينهما .

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2}$$

(F) القوة الكهربائية بوحدات نيوتن N .

$(q_1 q_2)$ الشحنة الكهربائية الاولى والشحنة الكهربائية الثانية بوحدات كولوم C .

(r) البعد بين الشحنتين ويقاس بالمتر m .

(K) ثابت التناسب وتعتمد قيمته على نوع الوسط ويساوي $(9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

يمكن كتابة (K) بالعلاقة الاتية :

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ}$$

$(\epsilon_\circ)$ ثابت سماحية الفراغ (الهواء) ويساوي $\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$

ملاحظة/ اذا كان الوسط مادة عازلة غير الهواء سماحيته ϵ فان القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين ستكون اقل مقدار.

ملاحظة/ ان قانون كولوم يعد تطبيقا لقانون نيوتن الثالث حيث ان القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنات تكون متساوية .

ملاحظة/ تحويلات وحدات القياس

$$\mu C \rightarrow \times 10^{-6} C$$

$$\text{cm} \rightarrow \div 100 \text{ m}$$

ملاحظة / استعمل العالم تشارلز كولوم جهاز ميزان الالتواء لوصف قوة التجاذب والتنافر اذ يحتوي الجهاز على كرتين مشحونتين وان التجاذب او التنافر يسبب لي في خيط التعليق ومقدار الزاوية التي يدور بها الخيط يبين مقدار القوة الكهربائية سواء كانت تجاذب ام تنافر .

مثال/ وضعت شحنة نقطية كهربائية مقدارها $(+2\ \mu C)$ على بعد $90cm$ من شحنة نقطية موجبة اخرى مقدارها $(+5\ \mu C)$ احسب القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين النقطتين مبينا نوع القوة مع ذكر السبب .

الحل/

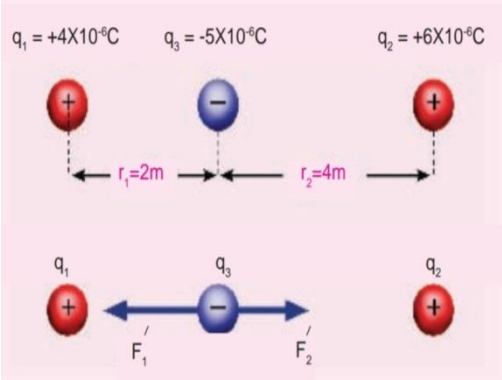
$$q_1 = 2 \times 10^{-6} c\ , q_2 = 5 \times 10^{-6} c\ , r = \frac{90}{100} = 0.9m$$

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(0.9)^2}$$

$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{81 \times 10^{-2}} = \frac{1}{9} N$$

ان القوة هي قوة تنافر لان الشحنات موجبة .

مثال/ في الشكل ادناه ثلاث شحنات نقطية كهربائية موضوعة على استقامة واحدة احسب مقدار محصلة القوى المؤثرة في الشحنة السالبة .



الحل/

من ملاحظتنا للشكل نجد ان الشحنة السالبة تنجذب نحو q_1 بقوة F_1 والشحنة السالبة تنجذب نحو q_2 بقوة F_2 ونحسب هاتين القوتين بتطبيق قانون كولوم على النحو الاتي :

$$\mathrm{F}_1 = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times -5 \times 10^{-6}}{(2)^2}$$

$$\mathrm{F}_1 = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times -5 \times 10^{-6}}{4}$$

$$\mathrm{F}_1 = -0.045\ N$$

قوة تجاذب نحو اليسار .

$$\mathrm{F}_2 = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6} \times -5 \times 10^{-6}}{(4)^2}$$

$$F_2 = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6} \times -5 \times 10^{-6}}{16}$$

$$F_2 = -0.0169\ N$$

بما ان هاتين القوتين في اتجاهين متعاكسين فان القوة المحصلة هي F_R

$$F_R = F_1 - F_2 == -0.045 - (= -0.0169\ ) = -0.281N$$

القوة المحصلة باتجاه اليسار (القوة الاكبر) F_1 .

التوصيل الكهربائي

تقسم المواد حسب قابليتها على التوصيل الكهربائي الى :

١) الموصلات : هي المواد التي تسمح بمرور الشحنات الكهربائية خلالها (الالكترونات) واجود انواع الموصلات هي المعادن مثل النحاس والفضة .
٢) العوازل : هي المواد التي تكون فيها الالكترونات على ارتباط وثيق بنوى ذراتها ولا تستطيع الحركة بحرية داخل المادة مثل المطاط والزجاج .
٣) اشباه الموصلات : هي المواد التي لها خواص وسطية بين الموصلات والعوازل من حيث قابليتها على التوصيل الكهربائي مثل السيلكون والجرمانيوم .

توزيع الشحنات الكهربائية على سطوح الموصلات

لمعرفة كيفية توزيع الشحنات الكهربائية على السطوح الخارجية للموصلات نجري النشاط الاتي :

نشـاط: توزيع الشحنات الكهربائية على السطوح الخارجية للموصلات.

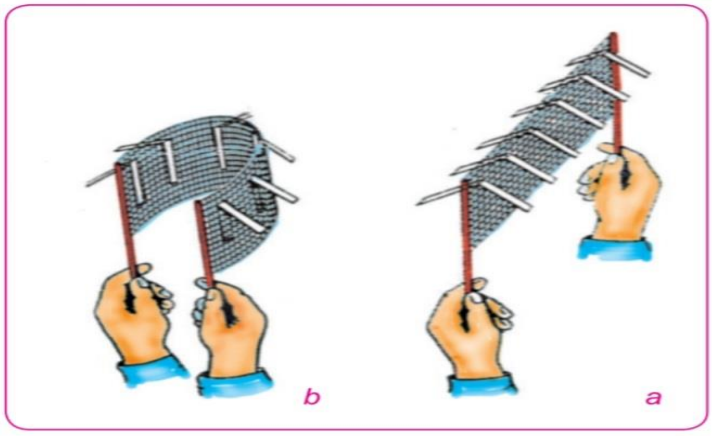
ادوات النشاط :

شبكه معدنية على حاملين عازلين . قطع ورقية صغيرة . مصدرللشحنات الكهربائية المستقرة .

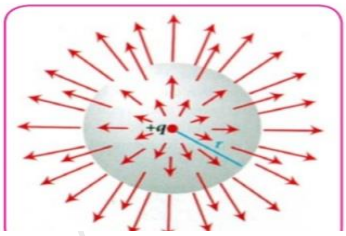
160

الخطوات :

- نلصق احد طرفي كل وريقة بالشبكة و يبقى طرفها الاخر سائبا و يتم ذلك من الجهتين .
- نشحن الشبكة بشحنة معينة فتبتعد النهايات السائبة للوريقات عن الشبكة بالتنافر من كلا الجهتي (لاحظ الشكل 9-3- a).
- نثني الشبكة المعدنية بحيث يكون سطحها مقوسا (كما في الشكل9-3-b) نلاحظ تنافر الوريقا التي على السطح الخارجي للشبكة وبقاء الوريقات على السطح الداخلي بدون تنافر .



شكل (9-3)



نستنتج من هذا النشاط ان الشحنات الكهربائية تستقر على السطوح الخارجية للموصلات المشحونة والمعزولة بسبب تنافر هذه الشحنات عند وضعها في داخل الجسم الموصل لأنها من النوع نفسه لاحظ الشكل(9-4).

كثافة الشحنة الكهربائية : هي مقدار الشحنة الكهربائية لوحدة المساحة من سطح الموصل المشحون والمعزول.

تحسب كثافة الشحنة على السطح المعدني الكروي كالاتي :

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

(σ) كثافة الشحنة (سكما) بوحدات $\frac{C}{m^2}$ ، (q) الشحنة بوحدات بوحدات C

(A) المساحة بوحدات m^2

ملاحظة/ الشحنات الكهربائية تتركز على الرؤوس المدببة من سطح الموصلات المشحونة والمعزولة بكثافة شحنة اكبر .

المجال الكهربائي

هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية والذي يظهر فيه تأثير القوة الكهربائية على شحنة اختبارية موجبة موضوعة في اي نقطة من المجال .

ملاحظات /

١) المجال الكهربائي كمية متجهة.
٢) يكون المجال موجبا عندما يصدر من شحنة موجبة ويكون سالبا عندما يصدر من شحنة سالبة .
٣) يمثل المجال الكهربائي بخطوط تسمى خطوط القوة الكهربائية (خطوط المجال الكهربائي) .

س/ ما هي خطوط المجال الكهربائي ؟

ج/ هو المسار الذي تسلكه شحنة اختبارية موجبة حرة الحركة عند وضعها في المجال .

س/ ما هي مميزات خطوط المجال الكهربائي ؟

١) تنبع من الشحنة الكهربائية الموجبة وبصورة عمودية على السطح المشحون وتتجه نحو الشحنة السالبة عموديا على السطح المشحون بالشحنة السالبة .
٢) المماس لخط القوة في اي نقطة يمثل اتجاه المجال الكهربائي في تلك النقطة
٣) خطوط القوة الكهربائية لا تتقاطع مع بعضها البعض بل تتنافر وتتوتر لتأخذ اقصر طول ممكن لها .

يمكن حساب المجال الكهربائي من العلاقة الاتية :

$$E = \frac{F}{q/}$$

يقاس المجال الكهربائي بوحدات N/C

عندما يكون المجال ناشئا من شحنة نقطية q فان القوة F المؤثرة في شحنة الاختبار $q/$ تعطى بالعلاقة الاتية :

$$F = \frac{Kqq/}{r^2}$$

وبما ان المجال الكهربائي :

$$E = \frac{F}{q/}$$

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

(r) بعد النقطة عن الشحنة النقطية

س/ ما هو المجال الكهربائي المنتظم؟

ج/ هو المجال الثابت المقدار و الاتجاه عند كل نقطة من نقاطه وخطوط القوة الكهربائية فيه تكون متوازية ومنتظمة الكثافة .

س / كيف يمكن الحصول على المجال الكهربائي المنتظم؟

ج/ يمكن الحصول على المجال الكهربائي المنتظم عند شحن لوحين متوازيين واسعين بشحنتين متساويتين ومختلفتين بالنوع .

ملاحظة/ ان خطوط المجال الكهربائي بين اللوحين متوازية والابعاد بينها متساوية

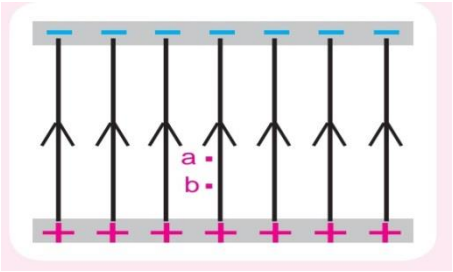
س/ ما هو المجال الكهربائي الغير المنتظم؟

ج/ هو ذلك المجال الذي يتغير مقداره بين نقطة واخرى مثل المجال المتولد حول شحنة نقطية او حول كرة موصلة مشحونة .

ملاحظة/ يقل مقدار المجال كلما ابتعدنا عن الكرة الموصلة المشحونة .

مثال/ صفيحتان متوازيتان مشحونتان بشحنتين متساويتين في المقدار و مختلفتين في النوع وضعت شحنة كهربائية مقدارها $2 \times 10^{-6} C$ عند النقطة a بين اللوحين فتأثرت بقوة كهربائية مقدارها $6 \times 10^{-4} N$ في اتجاه خطوط :

١) ما نوع الشحنة النقطية .
٢) احسب مقدار المجال الكهربائي عند نقطة a .
٣) اذا انتقلت الشحنة الى النقطة b . ما مقدار القوة المؤثرة فيها ؟



الحل/

١)بما ان القوة الكهربائية باتجاه المجال فان الشحنة النقطية موجبة .

$$2)\ E = \frac{F}{q'} = \frac{6 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^{2}\ N/C$$

٣) عندما تنتقل الشحنة الى النقطة b تتأثر بالقوة نفسها مقدارا لان المجال الكهربائي بين الصفيحتين منتظم .

مثال/ كرة موصلة مشحونة مقدار شحنتها (100Pc) ونصف قطرها (1cm) احسب :

١) المجال الكهربائي في نقطة تبعد (50cm) عن مركزها .
٢) المجال الكهربائي على سطحها .
٣) المجال الكهربائي في نقطة داخل الكرة .

الحل/

$$100pC = 100 \times 10^{-12} = 10^{-10} C$$

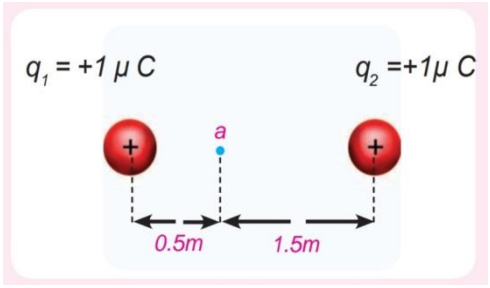
$$1)\ E = \frac{Kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^{9} \times 10^{-10}}{(0.5)^2} = 3.6\ N/C$$

٢) عند سطح الكرة فان $r = 1\ cm = 0.01\ m$

$$2)\ E = \frac{Kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-10}}{(0.01)^2} = 9000\ N/C$$

٣) ان المجال الكهربائي داخل الكرة الموصلة يساوي صفرا لانه خالي من الشحنات اذ تظهر الشحنات على سطح الكرة الخارجي اي ان : E= 0

مثال/ في الشكل المجاور شحنتان نقطيتان مقدار كل منهما $(+1\mu C)$ والبعد بينهما 2m احسب مقدار المجال الكهربائي في نقطة من نقاط الخط الواصل بين الشحنتين بحيث تبعد 0.5m عن الشحنة الاولى وتبعد 1.5m عن الشحنة الثانية .



الحل/ بما ان المطلوب ايجاد المجال الكهربائي عند نقطة a فأننا نفترض وجود شحنة اختبارية موجبة عند النقطة a وبعدها نحسب مقدار المجالات الكهربائية الناشئة عن هذه الشحنات النقطية ان شحنة الاختبار ستتأثر بقوة تنافر مع q_1 وكذلك بقوة تتنافر مع q_2 لذلك فان :

$$E_1 = \frac{Kq_1}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{(0.5)^2} = 36 \times 10^3\ N/C$$

المجال الناشئ عن q_1

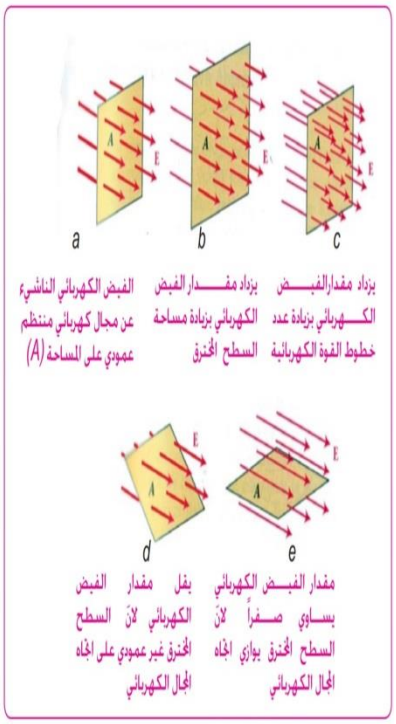
$$E_2 = \frac{Kq_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{(1.5)^2} = 4 \times 10^3\ N/C$$

المجال الناشئ عن q_2

بما ان اتجاه E_1 يعاكس اتجاه E_2 فان محصلة المجال الكهربائي E_R تكون باتجاه المجال الكهربائي الاكبر :

$$E_R = E_1 - E_2 \rightarrow E_R = 36 \times 10^3 - 4 \times 10^3$$

$$E_R = 32 \times 10^3\ N/C$$



الفيض الكهربائي

هو عدد خطوط القوة الكهربائية التي تقطع السطح عموديا .

س/ على ماذا يعتمد الفيض الكهربائي ؟

١) كثافة خطوط القوة الكهربائية .
٢) مساحة السطح المخترق .

ملاحظات/

١) الفيض الكهربائي الناشئ عن مجال كهربائي منتظم يكون عمودي على المساحة .
٢) مقدار الفيض الكهربائي يساوي صفرا عندما المجال الكهربائي يوازي السطح المخترق .
٣) يقل مقار الفيض الكهربائي عندما المجال الكهربائي يصنع زاوية معينة (ليست عمودية) مع السطح المخترق .

يمكن ايجاد الفيض الكهربائي من العلاقة الاتية :

$$\Phi = E_{\perp} A$$

(Φ) الفيض الكهربائي بوحدات $\frac{N.m^2}{C^2}$

$(E_{\perp})$ المجال الكهربائي العمودي N/C

(A) المساحة m^2

مثال/ احسب مقدار الفيض الكهربائي خلال كرة موصلة مشحونة ومعزولة نصف قطرها متر واحد وعلى سطحها شحنة مقدارها $(+1\mu C)$.

الحل/

$$E = \frac{Kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{(1)^2} = 9 \times 10^3\ N/C$$

$$\Phi = E_{\perp} A \ \ , A = 4\pi r^2$$

$$\Phi = 9 \times 10^3 \times 4 \times 3.14 \times 1 = 1.13 \times 10^5 \frac{N.m^2}{C^2}$$

مثال/ شحنة كهربائية مقدارها $+2 \times 10^{-6} C$ وضعت في مجال كهربائي منتظم يبدي قوة مقدارها $8 \times 10^{-2} N$ فما هو مقدار المجال الكهربائي ؟

الحل/

$$E = \frac{F}{q} = \frac{8 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^4\ N/C$$

الجهد الكهربائي

هو الطاقة الكامنة الكهربائية لوحدة الشحنة في نقطة داخل المجال الكهربائي وهو كمية غير اتجاهية اي ان :

$$V = \frac{W}{q}$$

(V) الجهد الكهربائي بوحدات (V) فولط

(W) الطاقة الكامنة الكهربائية بوحدات J .

(q) الشحنة الكهربائية بوحدات C .

ولحساب الجهد الكهربائي على بعد r من مركز كرة معزولة ومشحونة بشحنة q نطبق العلاقة الاتية :

$$V = K \frac{q}{r}$$

يكون الجهد موجبا اذا تولد من شحنة موجبة وسالبا اذا تولد من شحنة سالبة .

فرق الجهد الكهربائي

هو مقدار الشغل اللازم لنقل الشحنة الموجبة بين نقطتين مقسوما على مقدار تلك الشحنة او (هو الفرق في الطاقة الكامنة الكهربائية لوحدة الشحنة بين نقطتين) :

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$

من العلاقة اعلاه :

الشغل = فرق الجهد × الشحنة المنقولة

$$W_{AB} = qV_{AB}$$

وعند التعويض عن الشغل W_{AB} بما يساويها وفي مجال كهربائي منتظم

الشغل (W_{AB}) = القوة × الازاحة

$$W_{AB} = \mathrm{F.x}$$

ومنها نحصل على

$$V_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \frac{F.x}{q}$$

$$\frac{V_{AB}}{x} = \frac{F}{q}$$

المجال الكهربائي يساوي المقدار $(\frac{F}{q})$

$(\frac{V_{AB}}{x})$ يسمى انحدار الجهد الكهربائي ويقاس بوحدات m/v

المجال الكهربائي = انحدار الجهد

$$E = \frac{V_{AB}}{x}$$

سطح تساوي الجهد

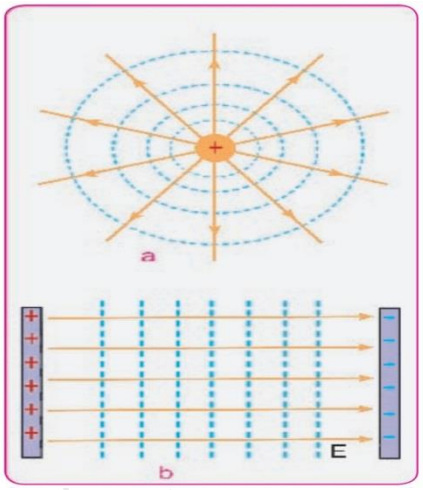
هو ذلك السطح الذي تكون نقاط سطحه جميعا بنفس قيمة الجهد الكهربائي اي ان فرق الجهد بين اي نقطتين من نقاطه يساوي صفرا .

س/ ما هي اهم خواص سطوح تساوي الجهد ؟

١. لا تتقاطع بعضها مع البعض الاخر .
٢. خطوط القوة الكهربائية تكون عمودية على سطوح تساوي الجهد .
٣. تتقارب سطوح تساوي الجهد فيما بينها في المناطق التي يكون المجال الكهربائي فيها كبيرا .

ملاحظات /

١. عندما يكون المجال الكهربائي ناشئا عن شحنة نقطية تكون سطوح تساوي الجهد كروية متحدة المركز .
٢. في حالة الكهربائي المنتظم (كالذي ينشأ بين لوحيين متوازيين) تكون سطوح الجهد مستوية ومتوازية .



مثال/ كرة معدنية معزولة نصف قطرها $5cm$ عليها شحنة مقدارها $20\mu C$ جد الجهد الكهربائي في نقطة :

١. على سطحها .
٢. على بعد $15cm$ من سطحها .

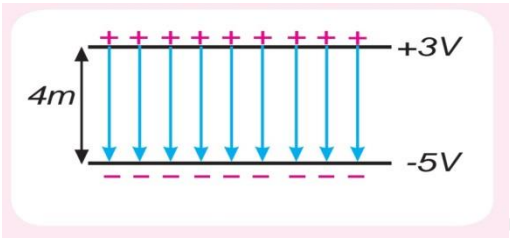
الحل /

$$q = 20 \times 10^{-6} C$$

$$1)\ V = K\frac{q}{r} = \frac{9 \times 10^{9} \times 20 \times 10^{-6}}{0.05} = 36 \times 10^{5}\ V$$

$$2)\ V = K\frac{q}{r} = \frac{9 \times 10^{9} \times 20 \times 10^{-6}}{0.05 + 0.15} = 9 \times 10^{5}\ V$$

مثال/ الشكل المجاور يبين سطحان متوازيان من سطوح تساوي الجهد جهد احدهما $-5V$ وجهد الاخر $+3V$ والبعد بينهما $3m$ احسب المجال الكهربائي بينهما .



الحل/ بما ان المجال الكهربائي منتظم بين السطحين فان خطوط المجال ستكون متوازية وعمودية على كلا السطحين لذلك فان :

المجال الكهربائي = انحدار الجهد

$$E = \frac{\Delta V}{X} = \frac{V_2 - V_1}{X} = \frac{3 - (-5)}{3} = 2\frac{V}{m}$$

مثال/ النقطة A تبعد $30cm$ عن مركز كرة نصف قطرها $1cm$ مشحونة بشحنة $2 \times 10^{-9} C$ ونقطة B تبعد $90cm$ عن مركز الكرة نفسها احسب الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها $1\mu C$ من نقطة B الى نقطة A .

الحل/ ان q تمثل الشحنة المولدة للمجال

الجهد عند نقطة A يساوي :

$$1)\ V_A = K\frac{q}{r} = \frac{9 \times 10^{9} \times 2 \times 10^{-6}}{0.3} = 60\ V$$

الجهد عند نقطة B يساوي :

$$1)\ V_B = K\frac{q}{r} = \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}}{0.9} = 20\ V$$

$$V_{AB} = V_A - V_B \rightarrow V_{AB} = 60 - 20 = 40\ \text{V}$$

$$W_{AB} = \text{q}V_{AB} \rightarrow W_{AB} = 1\times10^{-6}\times40$$

$$W_{AB} = 40\times10^{-6}\ \text{J}$$

الجهد الكهربائي للأرض :

يعد الجهد الكهربائي للأرض صفرا، هذا لا يعني ان الارض خالية من الشحنات وانما سطحها كبير جدا الى حد لا يسمح لأية شحنة تعطى لها او تؤخذ منها ان تغير من جهدها اذ تعد خزانا كبيرا للشحنات الموجبة والسالبة .

عمل الرؤوس المسننة في تفريغ الشحنات الكهربائية :

ان كثافة الشحنة تتناسب عكسيا مع نصف قطر الموصل لذا ستكون كثافة الشحنة على الرؤوس المدببة كبيرة جدا فتتفرغ الكهرباء منها الى الجو عن طريق الايونات الحرة الموجودة دائما في الهواء بسبب المجال الكهربائي الذي يسبب تأين الهواء المحيط بهذا الطرف المدبب .

الكهرباء الجوية :

هناك العديد من الظواهر الكهربائية المرئية التي تظهر في مناطق الكرة الارضية منها الزوابع الرعدية والبرق والصواعق .

تصبح السحب محملة بالكهرباء وتكون شحنتها موجبة في الطبقات العليا وسالبة في الطبقات السفلى من الغيمة فاذا حصل تفريغ (على شكل ضربات متقاربة) بين الاجزاء المختلفة من السحابة الواحدة او بين سحابتين مختلفتين فتسمى برقا وهو يستمر لاكثر من *1/1000* من الثانية ويحصل بمعدل *100* ومضة في الثانية الواحدة تقريبا وبقدرة $4\times10^{9}kw$ وقد يصل طول الشرارة الى عدة كيلومترات فيؤدي الى تاين الهواء وتسخينه بشكل مفاجئ الى $(30000^{\circ}C)$ مما يعطي ضوءا وهاجا .

الصاعقة : هو حصول تفريغ كهربائي بين السحابة المشحونة واي جسم يحمل شحنة مخالفة لها على سطح الارض ويكون ومن حدوثها *1/4 S* .

مانعة الصواعق : موصل احد طرفيه ضارب في ارض رطبة وفرعه يعلو فوق سطح البناية ويكون هذا الرأس مدببا تستعمل لحماية الدور والمنشأت من التفريغ الكهربائي الجوي فهي تعمل على تفريغ الشحنات الكهربائية نحو الارض ببطء .

س/ ما هي تطبيقات الكهربائية الساكنة ؟

١. المرشحات الكهروستاتيكية : هي اجهزة على تعمل تنقية البيئة من الغازات التي تطلقها المصانع .

٢. جهاز الاستنساخ الضوئي

اسئلة ومسائل الفصل

س١/ اختر الجواب الصحيح فيما يلي :

١- كثافة الشحنة الكهربائية لموصل معزول مشحون فيه نتوءات تكون :

a)اكبر ما يمكن عند رؤوسه المدببة b) اقل ما يمكن عند رؤوسه المدببة

c) متساوية في كل نقاطه d) جميع الاحتمالات السابقة

٢- في حالة المجال الكهربائي المنظم يكون :

a) المجال فيه متغير المقدار في جميع نقاطه

b) المجال فيه ثابت المقدار و الاتجاه في جميع نقاطه

c) المجال فيه ثابت الاتجاه في جميع نقاطه

d) المجال فيه متغير المقدار و الاتجاه في جميع نقاطه

٣- الجهد الكهربائي لنقاط بين لوحين متوازيين مشحونين بشحنتين مختلفتين ومتساويين :

a)موجبا دائما b) سالبا دائما

c) موجبا او سالبا d) ربما موجبا وربما سالبا وربما صفرا

٤- اذا وضعت شحنة كهربائية طليقة في مجال كهربائي فأنها تتحرك :

a)باتجاه المجال b) بعكس اتجاه المجال دائما

c) باتجاه المجال اذا كانت موجبة وبعكسه اذا كانت سالبة

d) عمودية على المجال

٥- كرة موصلة مشحونة ومعزولة جهد احدى نقاطها فولطا واحدا فان الجهد في مركزها:

a) فولطا واحدا b) صفرا

c) اقل من فولطا واحدا واكبر من الصفر d) اكبر من فولط واحد

س٢/ ضع علامة (√) على العبارة الصحيحة وعلامة (X) على العبارة الخاطئة مع تصحيح الخطأ ان وجد دون تغير ما تحته خط :

١- قوة التجاذب او التنافر الكهربائي بين جسمين مشحونين اكبر من قوة الجذب التثاقلي بين كتلتيهما . √

٢- يجذب الالكترون بروتون النواة في الذرة بقوة اقل من القوة التي يجذب بها البروتون للالكترون . X مساوية

٣- جميع نقاط الكرة الموصلة المشحونة تكون بالجهد نفسه . √

٤- اشباه الموصلات تكون دائما موصلة جيدة للكهرباء . X احيانا .

٥- قانون كولوم ينطبق على الشحنات الكهربائية المتساوية فقط . X المتساوية والمختلفة

٦- قانون كولوم ينطبق على الشحنات الكهربائية كبيرة الحجم .X الشحنات النقطية

٧- تتوزع الشحنة الكهربائية على سطح موصل منتظم بصورة متجانسة . X بصورة غير متجانسة

٨- سطح الكرة الموصلة المشحونة المعزولة هو سطح تساوي جهد . √

٩- تكون خطوط القوة الكهربائية متوازية في المجال الكهربائي المنتظم . √

١٠) يمكن شحن الكرة الاضية بشحنة كهربائية موجبة . X لا يمكن .

١١) لا يمكن لخطوط القوة الكهربائية ان تتقاطع . √

١٢) اذا وضعت شحنة كهربائية معينة في مجال كهربائي منتظم فان القوة الكهربائية التي تؤثر عليها تكون ثابتة المقدار والاتجاه . √

س٣/ هل يمكن تقاطع خطان من خطوط القوى الكهربائية ؟ ولماذا ؟

ج/ كلا ، لو صح ذلك سيكون هناك اتجاهان للمجال الكهربائي عند نقطة التقاطع .

س٤/ كيف تفسر تساوي الجهد لجميع نقاط الموصل المشحون والمعزول ؟

ج / لان المجال الكهربائي عمودي على سطح الموصل المشحون والمعزول فلا توجد للمجال الكهربائي مركبة بموازاة السطح عند اي نقطة من نقاطه اي ان المجال بموازاة السطح يساوي صفر.

س٥/ علل / عدم وجود مجال كهربائي داخل كرة معدنية مشحونة ومعزولة ؟

ج/ لان الشحنات المتشابهة ستتنافر مبتعدة عن بعضها فتظهر على السطح الخارجي للكرة الموصلة .

س٦/ اذا كان جهد نقطة معينة يساوي صفرا فهل من الضروري ان يكون المجال الكهربائي صفرا ؟

ج/ كلا

$$V = K\frac{q}{r} \quad , E = K\frac{q}{r^2}$$
$$V = 0 \quad \rightarrow r \rightarrow \infty$$
$$E \neq 0$$

س٧/ ايهما اكبر جهد نقطة داخل كرة معدنية مشحونة ام جهد نقطة على سطحها ؟ ولماذا ؟

ج/ جهد نقطة داخل كرة معدنية مشحونة يساوي جهد نقطة على سطحها (سطوح تساوي الجهد) .

س٨/ ما الصاعقة ؟ وما مانعة الصواعق ؟ وكيف تعمل لحماية الابنية و المنشأت؟

ج/ الصاعقة : هو حصول تفريغ كهربائي بين السحابة المشحونة واي جسم يحمل شحنة مخالفة لها على سطح الارض ويكون ومن حدوثها *1/4 S* .

مانعة الصواعق : موصل احد طرفيه ضارب في ارض رطبة وفرعه يعلو فوق سطح البناية ويكون هذا الرأس مدببا تستعمل لحماية الدور والمنشأت من التفريغ الكهربائي الجوي فهي تعمل على تفريغ الشحنات الكهربائية نحو الارض ببطء .

س٩/ ما البرق وكيف يحدث ؟

ج/ تصبح السحب محملة بالكهرباء وتكون شحنتها موجبة في الطبقات العليا وسالبة في الطبقات السفلى من الغيمة فاذا حصل تفريغ (على شكل ضربات متقاربة) بين الاجزاء المختلفة من السحابة الواحدة او بين سحابتين مختلفتين

س١٠/ لماذا نرى البرق قبل سماع صوت الرعد الناتج عنه ؟

ج/ لات سرعة الضوء كبيرة جدا اذا ما قورنت مع سرعة الصوت في الهواء

س١١/ المجال الكهربائي داخل كرة معدنية مجوفة مشحونة ومعزولة يساوي صفرا ، فهل هذا يعني ان الجهد داخل الكرة يساوي صفرا ؟

ج/ كلا ان جهد النقاط داخل الكرة هذه هو نفسه جهد نقاط سطحها .

المسائل

س١/ ما مقدار قوة التنافر بين شحنتين نقطتين متساويتين مقدار كل منهما $1\mu C$ وعلى بعد *10cm* عن بعضهما ؟

الحل

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{9\times10^9\times1\times10^{-6}1\times10^{-6}}{(0.1)^2}$$

$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6} 1 \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 0.9N$$

س٢/ وضعت الشحنتان النقطيتان $(+3\mu C)$ و $(+27\mu C)$ على خط مستقيم تفصلهما مسافة متر واحد اين يجب وضع الشحنة النقطية الثالثة حتى تصبح محصلة القوى المؤثرة عليها من قب الشحنتين صفرا ؟

الحل/

نفرض بعد الشحنة الثالثة عن الشحنة الاولى X

نفرض بعد الشحنة الثالثة عن الشحنة الثانية $1-X$

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2} \qquad F_1 = F_2$$

$$\frac{Kq_1q_3}{x^2} = \frac{Kq_1q_3}{(1-x)^2} \rightarrow \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_1}{(1-x)^2}$$

$$\frac{3}{x^2} = \frac{27}{(1-x)^2} \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{9}{(1-x)^2}$$ بالجذر

$$\frac{1}{x} = \frac{3}{1-x} \rightarrow 3x = 1 - x \rightarrow 4x = 1 \rightarrow x = \frac{1}{4}m = 25cm$$

س٣/ اذا كان فرق الجهد بين النقطتين $60V$ A,B فما الشغل اللازم لنقل

١. بروتون $(q=+e)$ من A الى B .

٢. الكترون $(q = -e)$ من A الى B .

الحل /

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{-W_{AB}}{q} \rightarrow -W_{AB} = q.\Delta V$$

$$1)\ -W_{AB} = +1.6 \times 10^{-19} \times 60 = -9.6 \times 10^{-18}\ \text{J}$$

$$2)\ -W_{AB} = -1.6 \times 10^{-19} \times 60 = +9.6 \times 10^{-18}\ \text{J}$$

س٤/ سطحان من سطوح تساوي الجهد جهد النقطة a فيه يساوي 10V وجهد النقطة b فيه يساوي -2V والبعد بينهما 4mm احسب المجال الكهربائي بين النقطتين .

الحل/

بما ان سطحا تساوي الجهد متوازيان فالمجال الكهربائي بينهما منتظما حيث ان المجال الكهربائي = انحدار الجهد

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{10-(-2)}{4\times10^{-3}} = 3000\frac{N}{C}$$

س٥/ نقطة A تبعد 0.5m عن مركو كرة مشحونة بشحنة مقدارها $10^{-3}\mu C$ ونقطة B تبعد 0.9m عن مركز هذه الكرة احسب الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها $2\mu C$ من نقطة B الى نقطة A .

الحل/

$$V_A = K\frac{q}{r} = \frac{9\times10^{9}\times10^{-3}\times10^{-6}}{0.5} = 18V$$

$$V_B = K\frac{q}{r} = \frac{9\times10^{9}\times10^{-3}\times10^{-6}}{0.9} = 10V$$

$$V_{AB} = 18-10 = 8V \rightarrow V_{AB} = -V_{BA} = -8V$$

$$\Delta V = -\frac{W}{q} \rightarrow -8 = -\frac{W}{+2\times10^{-6}}$$

$$W = 16\times10^{-6}J$$

س٦/ وضعت شحنة مقدارها $6\mu C$ على بعد 1.2m من شحنة اخرى مقدارها $5\mu C$ في الفراغ احسب الشغل المبذول لتحريك الشحنة الثانية لتصبح على بعد 0.9m عن الشحنة الاولى .

الحل/

$$V_1 = K\frac{q}{r} = \frac{9\times10^{9}\times6\times10^{-6}}{1.2} = 45000V$$

$$V_2 = K\frac{q}{r} = \frac{9\times10^{9}\times6\times10^{-6}}{0.9} = 60000V$$

$$\Delta V = V_1 - V_2 = 45000-60000 = -15000$$

$$\Delta V = -15000V$$

$$\Delta V = -\frac{W}{q} \rightarrow -15000 = -\frac{W}{+5 \times 10^{-6}}$$

$$W = 75 \times 10^{-3} J = +0.075 J$$

الأستاذ هاني محمد صالح