الفيزياء

الرابع العلمي

2023

تتميز بتفوقنا

إعداد

الاستاذ : سوران فاروق الزنكنة

07717275021

الفصل الاول : معلومات رئيسية في الفيزياء

النظام الدولي للوحدات : هي كميات فيزيائية تحدد قيمتها العددية وحدة قياسها لبيان مقاديرها ، ان نظام (Si) يعد اكثر ملائمة من اي نظام اخر وهذا النظام عشري بحيث ترتبط الوحدات فيما بينها باسس عشرية بسيطة ، وان لكل كمية في هذا النظام وحدة قياس واحدة فقط ، ويمكن ان نحصل على اجزاء أو مضاعفات هذه الوحدات بوضع بادئة بخطوات كل منها 10^{3} أو اجزاءها بوضع خطوات كل منها10^{-3}

النظام الدولي للوحدات : (Si) هي مختصر للعبارة (system international units) وهو امتداد وتشذيب للنظام المتري التقليدي ويشمل سبع وحدات اساسية كما في الجدول ادناه

جدول رقم (1) وحدات النظام الدولي SI

	الكمية	Quantity	الوحدة	Unit	رمز الوحدة
1	الطول	Length	متر	Meter	M
2	الكتلة	Mass	كيلو غرام	Kilogram	Kg
3	الزمن	Time	ثانية	Second	S
4	التيار الكهربائي	Electrical current	امبير	Ampere	A
5	كمية المادة	Amount of substance	مول	Mole	Mol
6	درجة الحرارة	Temperature	كلفن	Kelvin	K
7	قوة الاضاءة	Luminous intensity	الكانديلا (شمعة)	Candela (candle)	Cd

وهناك وحدات تكميلية للوحدات الاساسية تدعى Supplementary Units كما في الجدول ادناه

	الكمية	Quantity	الوحدة	Unit	رمز الوحدة
1	الزاوية المستوية	Plane angle	زاوية نصف قطرية	Radian	Rad
2	الزاوية المجسمة	Solid angle	زاوية نصف قطرية مجسمة	Steradian	Sr

جدول رقم (2) الوحدات التكميلية للنظام الدولي

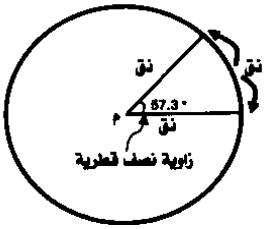
جدول رقم (3) بعض اجزاء ومضاعفات النظام الدولي SI

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	nana	N	10^{-9}	$Ns=10^{-9}S$
بيكو	Pico	P	10^{-12}	$1Pc=1\times10^{-12}C$
فيمتو	femto	F	10^{-13}	$1fm=1\times10^{-15}m$

الزاوية المستوية :- تعتبر من الوحدات الاساسية و تقاس بالزاوية النصف قطرية النصف قطرية .

الزاوية نصف القطرية : هي الزاوية المركزية المقابلة لقوس طوله يساوي نصف قطر الدائرة .



$$\text{زاوية نصف قطرية } 2\pi = \frac{\text{محيط الدائرة}}{\text{نق}}$$

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

$$1rad = \frac{360}{2\pi} = 57.3°$$

اي الزاوية النصف قطرية هي 57,3 درجة

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

$$\text{زاوية مجسمة } 4\pi = \frac{\text{المساحة السطحية للكرة}}{\text{نق}^2}$$

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

س / اثبت ان مساحة الكرة تقابل زاوية مجسمة مقداراها 4π؟

ج/ الزاوية مجسمة = $\frac{\text{المساحة السطحية}}{\text{مربع نصف القطر}}$

$$Sr = \frac{4\pi r^2}{r^2} \quad , \quad Sr = 4\pi$$

اخطاء القياس

س / على ماذا تعتمد دقة القياس الفيزيائية ؟

١ - دقة قياس اجهزة القياس المستعملة

٢ - جهاز وخبرة العامل .

٣ - ظروف عمل التجربة .

س : ما هي أنواع أخطاء القياس ؟

١. أخطاء ناتجة عن الاجهزة و ادوات القياس :

- عدم دقة تدريج الجهاز .
- رداءة الصنع ، المعايرة غير الصحيحة.
- عمر الجهاز .

٢. الاخطاء الشخصية :

- قلة خبرة الشخص بالقراءة او نقل المعلومات
- الاخطاء الخارجة من ارادة الشخص بسبب الظروف المحيطة به

س / كيف يمكن معالجة الاخطاء ؟

١. القياسات المتكررة .

٢. ايجاد المتوسط الحسابي

التغيير الطردي والتغير العكسي للكميات الفيزيائية

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1}$$

$$v = \frac{80 - 40}{1 - 0.5} = \frac{40}{0.5}$$

$$v = 80\ Km/h$$

التغير الطردي : عندما يكون نسبة a الى b تساوي كمية ثابتة يعني ان تغير a يقابله تغير للكمية b . فاذا رمزنا للتغير بالرمز 2 يمكن وضع هذا التغير بصورة رياضية .

$$a \propto b \rightarrow constant \rightarrow a = Kb$$

حيث تمثل K ثابت التناسب

ونقول ان النسبة بين a , b طردي اي عند زيادة a يقابله زيادة في b $\frac{a}{b} = constant \rightarrow \frac{a}{b} = k$

مثال 1 : قطار يتحرك بانطلاق ثابت (υ). 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/

المسافة تتغير مع الزمن $d = Kt \Leftrightarrow d \propto t$. حيث K تمثل ثابت التناسب وهنا يمثل انطلاق القطار الثابت

العلاقة توضح ان المسافة التي يقطعها القطار تساوي حاصل ضرب الزمن ٤ كمية ثابتة (الكمية الثابتة في هذا المثال هو انطلاق القطار)

$$160Km = Kx2h$$

$$K = \frac{160km}{2h} = 80\ Km/h$$

ولايجاد الزمن اللازم لقطع (400 Km) نطبق العلاقة:

$$d = Kt \rightarrow 400 = 80t$$

$$t = \frac{400}{80} = 5h$$

او طريقة اخرى للحل

$$\frac{d_1}{t_1} = \frac{d_2}{t_2} \Rightarrow \frac{160}{2} = \frac{400}{t_2} \quad \Rightarrow \quad t_2 = \frac{2 \times 400}{160} \rightarrow t_2 = 5h$$

مثال ٢ : يتغير حجم اسطوانة قائمة (v) تبعاً لمربع نصف قطر قاعدتها (r^2) بثبوت الارتفاع (h) ويتغير حجمها تبعا للارتفاع بثبوت نصف القطر. فاذا كان نصف قطر القاعدة (14) والارتفاع (10 cm) يصير حجم الاسطوانة ($6160\ cm^3$) . جد ارتفاع الاسطوانة عندما يكون حجم الاسطوانة ($6160cm^3$) ونصف قطر قاعدتها (7 cm) .

الحل /

(h بثبوت الارتفاع)$V\alpha\ r^2$

(r بثبوت نصف القطر)$V\alpha h$

$V\alpha r^2 h \Leftrightarrow V = kr^2\ h$ حيث K تمثل ثابت التناسب

$6160cm^3 = Kx14\ cm\ x\ 14\ cm\ x\ 10\ cm$ نجد قيمة K بالتعويض

$\therefore K = \frac{6160}{14\times14\times10} = \frac{22}{7} = \pi$

فثابت التناسب K هو النسبة الثابتة وهذا معناه ان

حجم الاسطوانة = مساحة القاعدة × الارتفاع

$V = \pi\ r^2\ h$

$3080\ cm^3 = \frac{22}{7} = (7cm)^2 \times h$

$h = 20\ cm$(ارتفاع الاسطوانة)

التغير العكسي : عندما يكون الكمية a مضروبة في الكمية b تساوي كمية ثابتة فان تناسبهما عكسي . اي زيادة الكمية a يقابله نقصان الكمية b .

$$ab = constant$$

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

حيث K كمية ثابتة تسمي ثابت التناسب مثل تناسب حجم كمية من الغاز عكسيا مع الضغط اذ كلما زاد الضغط قل الحجم بثبوت درجة الحرارة .

مثال: لقد وجد علمياً ان حجم كتلة معينة من غاز (V) يتغير طردياً مع درجة الحرارة المطلقة (absoloute temperature (T عند ثبوت الضغط (P) وهذا هو قانون شارل Charle's law

$V\alpha T$ (بثبوت الضغط P) وان حجم كتلة معينة من غاز (V) تتغير عكسيا مع الضغط المسلط عليها (P) عند بقاء درجة الحرارة ثابتة (T) وهذا هو قانون بويل Boyl ' s law (بثبوت درجة الحرارة $V\alpha 1/P(T$

وعند تغيير كلا من درجة الحرارة والضغط فان الحجم يتغير وفق العلاقة الاتية

$$V\alpha T/\ P \Leftrightarrow V = KT/P$$

$$PV = KT = nRT \Leftrightarrow pV = nRT$$

حيث K ثابت التناسب وهو يساوي الى nR

حيث R هو الثابت العام للغازات $R = 8.314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ وn عدد مولات الغاز.

سؤال :- تتناسب سرعة سيارة عكسيا مع الزمن . فأذا كانت سرعة السيارة 20 h/km عندما كان الزمن المستغرق ساعتين احسب سرعة السيارة بعد ساعة واحدة .

ج|

$$\frac{u_2}{u1} = \frac{t1}{t2} \quad \rightarrow \quad \frac{v2}{20} = \frac{2}{1} \quad \rightarrow \quad v2 = 40\ km/h$$

تذكر :

١. العلاقة الاتية y = 2x فان لا تتغير مع X تغيراً خطياً طردياً والخط البياني المسن يمر من نقطة الأصل.
٢. العلاقة الآتية y = 2x a فان y تتغير مع X تغيراً خطياً طردياً والخط البياني المستقيم لا يمر من نقطة الأصل . $a \neq 0$

اسئلة الفصل الاول

س ١ / اختر العبارة الصحيحة :

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- πمن الزاوية نصف القطرية b- 2πمن الزاوية نصف القطرية

c- 3π من الزاوية نصف القطرية d- زاوية نصف قطرية واحدة

٣- مساحة الكرة السطحية تقابل :

a- $\pi\ Sr$ b- $2\pi\ Sr$ c- $3\pi sr$ d- $4\pi sr$ زاوية مجسمة

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 فان مقدار X عندما y=10 هو :

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

$$sol: \frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2} \rightarrow \frac{8}{15} = \frac{x_2}{10} \rightarrow x_2 = \frac{8 \times 10}{15} = \frac{80}{15} = \frac{16}{3}$$

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

$$sol: x_1y_1 = x_2y_2 \rightarrow 7 \times 3 = x_2 \times \frac{7}{3} \rightarrow x_2 = \frac{\frac{21}{7}}{3} = \frac{21}{1} \times \frac{3}{7} = 9$$

٨- الزاوية نصف القطرية التي مقدارها 1rad ، تقابل زاوية قياسها يساوي :

a- 57.3° b- $\frac{360°}{\pi}$ c- $\frac{90°}{\pi}$ d- 1°

التوضيح / $1rad = \frac{360}{2\pi} = \frac{360}{2\times3.14} = \frac{360}{6.28} = 57.3°$

٩- ان مقدار العدد (5) المرفوع للاس صفر (°5) يساوي :

a- 5 b- صفر 1-c d- ما لا نهاية

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 y

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 يمر بنقطة الاصل

الفصل الثاني : الخصائص الميكانيكية للمادة

س:- ما هي حالات المادة ؟

١. الحالة الصلبة :- تكون قوة التماسك بين الجزيئات كبيرة . لها شكل ثابت و حجم ثابت .
٢. الحالة السائلة :- تكون قوة التماسك بين الجزيئات ضعيفة . لها حجو ثابت و شكل متغُير .
٣. الحالة الغازية :- تكون قوة التماسك بين الجزيئات ضعيفة جدا . لها شكل متغير و حجم متغير .
٤. حالة البلازما :- مثل الشمس .

التشوه :- هو التغُر فً شكل او حجم المادة نتُجة قوى خارجُة تؤثر على المادة .

س/ ماهي العوامل التي تعتمد عليها مقدار التشوه ؟

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

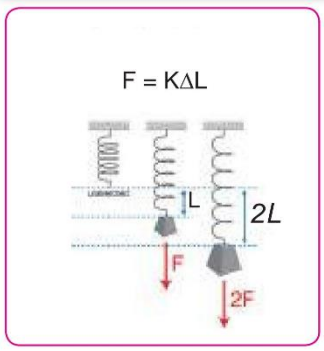
س:- هل لدراسة الخواص الميكانيكية للمواد أهمية ؟

ج/ نعم . لها أهمية كبيرة في التطور التكنلوجي . حيث امكن صناعة مواد غير موجودة في الطبيعة مثل صناعة الأطارات و علب الغاز المضغوط و والألياف البصرية .

س/ ما أهمية دراسة الخواص الميكانيكية للمواد .

١. التطبيقات الصناعية: وذلك في صناعة اشياء تتحمل الاجهاد او صناعة علب الغاز المضغوطة أو هياكل اجنحة الطائرات والمواد الانشائية.
٢. التطبيقات الفضائية : كصناعة الصواريخ وخزانات الوقود

المرونة وقانون هوك



علل / زيادة طول سلك علق به ثقل وعودته الى طوله الاصلي اذا زال الثقل المعلق به ؟

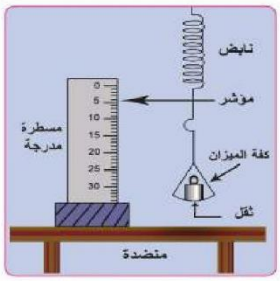
ج / ان السلك يقاوم هذه القوة (الثقل) بقوة منشؤها واساسها قوة التجاذب بين جزيئات المادة. وهذه القوى تحاول اعادة الجسم الى حالته الاصلية بعد زوال القوة المؤثرة وهذا يحصل في الغاز الذي يضغط فيقل حجمه فاذا زال الضغط يرجع الى حجمه الاصلي.

قانون هوك : الزيادة الحاصلة في طول النابض تتناسب طرديا مع القوة المؤثرة فيه ضمن حدود المرونة .

نشاط / مفهوم المرونة

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

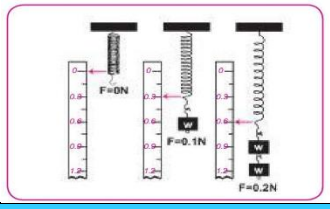
الخطوات :



شكل (2-2)

١. نرتب الادوات كما في الشكل (نعلق النابض الحلزوني شاقوليا بحامل الحديد ونؤشر على الحلقة الاخيرة السفلى منه على ورقة خلف النابض)
٢. نعلق ثقل مقداره 0.1N ونسجل الزيادة الحاصلة في طول النابض
٣. نعلق ثقل اخر ليصير المقدار الكلي للثقل المعلق 0.2N

٤. نلاحظ ان الزيادة في طول النابض تصبح ضعف الزيادة السابقة
٥. نكرر العملية باستعمال اثقال عدة وبالتتابع



٦. ندرج القراءات التي حصلنا عليها :

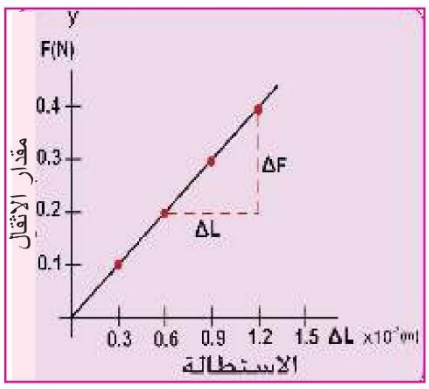
الزيادة الحاصلة في الطول $(\Delta L \times 10^{-2}\ m)$	القوة F (N)
0	0
0.3	0.1
0.6	0.2
0.9	0.3
1.2	0.4

وعند رسم العلاقة بين الاثقال المعلقة والاستطالة الحاصلة في كل مرة نحصل على خط بياني يمثل العلاقة البيانية بين الاثقال المعلقة (القوة) والاستطالة

العلاقة طردية بين ΔLF حيث $F = K\Delta L$

قوة الشد (F) = ثابت (K) × الاستطالة(ΔL)

حيث ان :



F : هي قوة الشد (Tensile force) التي سببت استطالة النابض

AL : مقدار الاستطالة : ثابت مرونة النابض ، وقيمته تمثل ميل الخط المستقيم ويقاس بوحدة N / m وتكون قيمته ثابتة لاتتغير الا بتغير شكل النابض او المادة المصنوع منها .

ونلاحظ من هذا النشاط ان النابض يعود الى وضعه السابق فور زوال القوة .

س/ ما المقصود بثابت مرونة النابض؟ وما وحدة قياسه ؟
ج/ ثابت مرونة النابض. مقدار القوة اللازمة لكي يستطيل أو ينكبس وحدة الطول. وقيمته تمثل ميل الخط المستقيم للرسم البياني بين الاثقال المعلقة والاستطالة الحاصلة . وقيمته ثابتة لا تتغير الا اذا تغيرشكل النابض او المادة المصنوعة منه . فلكل نابض ثابت خاص به ووحدات قياسه وحدات القوة مقسوم على وحدات الطول N / M.

س/ علام يتوقف مقدار ثابت مرونة النابض ؟
ج/ يتوقف مقداره على شكل النابض والمادة المصنوعة منه.

المرونة : هي الاعاقة التي يبديها الجسم للقوة المغيرة لشكله او حجمه او طوله معرجوعه الى وضعه السابق الاصلي بعد زوال القوة .

حد المرونة: هو الحد الذي اذا اجتازته القوة المؤثرة لا يعود الجسم الى ما كان عليه بعد زوال تلك القوة لذا نقول ان الجسم حدث فيه تشوه دائمي .

س ما هي الصفات التي يتصف بها الجسم المرن ؟
١. يعود الى شكله او حجمه أو طوله بعد زوال تاثير القوة عليه
٢. يتناسب التشوه الحاصل طرديا مع القوة المؤثرة ضمن حدود المرونة
   - ✓ مرونة حجمية تغير من حجم الجسم.
   - ✓ مرونة شكلية تغير من شكل الجسم .

الاجهاد والمطاوعة

الاجهاد: هو مقدار القوة العمودية المؤثرة في وحدة المساحة من الجسم ووحدته نيوتن / متر^{2} N / m^2

وهو على نوعين :

$$\text{الاجهاد} = \frac{\text{الاجهاد}}{\text{المساحة}} \qquad \text{الاجهاد} = \frac{F}{A}$$

١. الاجهاد الطولي : هو الاجهاد الذي يسبب تشوها ي طول الجسم كما الحال للنابض الذي مر ذكره في النشاط السابق وهو على نوعين :

أ. اجهاد الشد هو الاجهاد الذي يسبب تشوها في طول الجسم عندما تؤثر قوتا شد عموديا ي سطحين متقابلين يؤدي الى زيادة في الطول (استطالة)

ب. اجهاد الكبس وهو الاجهاد حين تؤثر قوتان بصورة عمودية في الجسم باتجاه الداخل فتسبب له انضغاط اي نقصان في الطول .

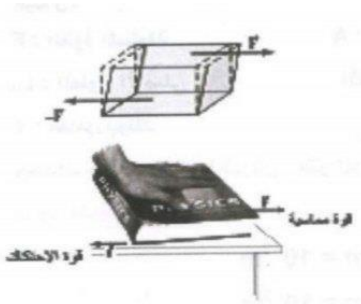
ويمكن تعريف الاجهاد الطولي من خلال العلاقة الرياضية الاتية

$$\text{الاجهاد الطولي} = \frac{\text{المركبة العمودية للقوة المؤثرة في السطح}}{\text{مساحة السطح الذي تؤثر فيه القوة}}$$

٢. الاجهاد القص: وهو النسبة بين القوة المماسية العمودية الى مساحة السطح الذي تؤثر فيه القوة ويحصل تشوه وحسب العلاقة.

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

مثال ذلك اذا وضعت يدك على كتاب موضوع على سطح منضدة خشنة ودفعته بقوة مماسية لسطحه نلاحظ حدوث تشوه في شكل الكتاب كما في الشكل المجاور



مثال : احسب الأجهاد المؤثر على جسم اذا اثرت فيه قوة مقدارها $(80N)$ اذا كانت مساحة المقطع العرضي للجسم $(5 \times 10^{-6}\ m^2)$ ؟

الحل /

$$\text{الاجهاد} = \frac{F}{A} = \frac{80}{5 \times 10^{-6}} = 16 \times 10^{6}\ N/m^2$$

المطاوعة : هي مقياس لمقدار تشوه المادة نتيجة الاجهاد الذي تعرضت له وهذا التشوه في الشكل أوالحجم.

س/ ماهي انواع المطاوعة ؟ وعلى ماذا تتوقف ؟

ان نوع المطاوعة يتوقف على نوع الاجهاد الذي يتعرض له .

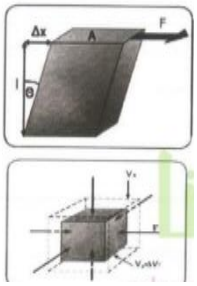
وان انواع المطاوعة هي :

١. المطاوعة الطولية : وهي النسبة بين التغيري الطول والطول الأصلي عند تسليط الاجهاد عليه .

المطاوعة الطولية $\frac{\Delta L}{L°}$

التغير في الطول : ΔL

الطول الاصلي : $L°$



٢. مطاوعة القص: وهو ان يحصل للجسم ازاحة جانبية بزاوية معينة .

فيتشوه شكل الجسم دون تغير حجمه وتقاس مطاوعة القص بمقدار الزاوية التي ينحرف بها الجسم.

٣. مطاوعة الحجم: وهي تعرض الجسم بأكمله الى انضغاط فان حجمه سيقل مع ثبوت شكله

المطاوعة الحجمية النسبية $= \frac{\Delta V}{V}$

معامل المرونة (معامل يونك): هو النسبة بين الاجهاد والمطاوعة النسبية

معامل يونك = $\frac{\text{الاجهاد}}{\text{المطاوعة النسبية}}$ $\qquad y = \frac{F/A}{\Delta L/L_\circ}$

حيث ان :

F : القوة المسلطة $\qquad$ A: مساحة المقطع $\qquad$ $Y=\frac{F/A}{\Delta L/L_\circ}$

L : الطول الاصلي $\qquad$ ΔL : التغيري الطول

y: معامل يونك $\qquad$ $Y=\frac{F}{A}\times\frac{L_\circ}{\Delta L}$

وحدات معامل يونك (نيوتن / متر المربع) (N/m^2)

جدول الوحدات :

اسم الكمية الفيزيائية	رمز الكمية الفيزيائية	وحدة القياس	
معامل يونك (المرونة).	Y	نيوتن/ متر مربع	N/m^2
القوة المسلطة على الجسم.	F	نيوتن	N
الطول الاصلي.	$L_\circ$	متر	m
مقدار الزيادة الحاصلة في الطول.	ΔL	متر	m
مساحة المقطع العرضي.	A	متر مربع	m^2

مثال : سلك فولاذي طوله 4 m ومساحة مقطعه $0.05cm^2$ ما مقدار الزيادة الحاصلة طوله اذا سحب بقوة 500 N؟
معامل يونك للفولاذ $200 \times 10^9\ N/m^2$

الحل /

معامل يونك = $\frac{\text{الاجهاد}}{\text{المطاوعة النسبية}}$ $Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_\circ}$

$$Y = \frac{F}{A} \times \frac{L_\circ}{\Delta L} \rightarrow \Delta L = \frac{FL_\circ}{Y.A} = \frac{500 \times 4}{200 \times 10^9 \times 0.05 \times 10^{-4}}$$

مقدار الزيادة الحاصلة في طوله $\mathrm{AL} = 2 \times 10^{-3}\mathrm{m} = 2\mathrm{mm}$

مثال : سلك نصف قطر مقطعه العرضي (0.5mm) وطوله (120cm) معلق شاقوليا . علق بأسفله جسم كتلته (11kg) فأستطال بمقدار (1.2cm) احسب معامل يونك للمادة ؟

الحل /

$$Y = \frac{F}{A} \times \frac{L_\circ}{\Delta L} = \frac{110 \times 120 \times 10^{-2}}{78.57 \times 10^{-8} \times 1.2 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{11}\ N/m^2$$

الخصائص الميكانيكية للمواد الصلبة

١. الليونه : خاصية المادة التي تمتاز بقابليتها على المط والكبس واللي والسحب والطرق مثل النحاس
٢. الهشاشة : صفة المادة التي تظهر عجزها عن تحمل الاجهاد المفاجيء فتنكسر وتصل الى حالة التشوه الدائمي اذ تنكسر بعد اجتيازها حد المرونة مثل الزجاج والحديد والصلب .
٣. القساوة : وهي خاصية المادة لمقاومة التشوه الذي يحصل في شكلها او حجمها بتأثير القوى الخارجية فيها اذ تحتاج الى اجهاد عالي لتوليد المطاوعة لها . وتمتلك معامل يونك عالي .
٤. المتانة : خاصية المادة لمقاومة القوة القاطعة لها.
٥. الصلادة : هي خاصية المادة على خدش مواد اخرى او مقاومتها للخدش .
٦. العجز (الفشل) : خاصية المادة الصلبة على فقدان قوة تحملها تحت تأثير اجهاد خارجي .

س/ ما الخصائص الميكانيكية لكل من المطاط والماس
ج/ تمتاز بان الماس له صفة الصلادة اما المطاط فله صفة الليونة .

التشوه المرن والبلاستيكي :

التشوه المرن : هو الزيادة المؤقتة الحاصلة في طول الجسم أو شكله ضمن حدود المرونة بحيث يعود الجسم الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة فهو يخضع لقانون هوك
التشوه البلاستيكي : هو الزيادة الدائمة ٤ طول الجسم أو شكله خارج حدود المرونة بحيث لا يعود الجسم الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة فهو لا يخضع لقانون هوك .

س/ قارن بين التشوه المرن والتشوه البلاستيكي ؟

التشوه المرن	التشوه البلاستيكي
١. زيادة مؤقتة حاصلة في طول الجسم أو شكله ضمن حدود المرونة.	١. زيادة دائمة في طول الجسم او شكله خارج حدود المرونة.
٢. يعود الجسم الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة.	٢. لا يعود الجسم الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة
٣. يخضع لقانون هوك .	٣. لا يخضع لقانون هوك

اسئلة الفصل الثاني

س ١ / اختر الجواب الصحيح لكل مما يلي:

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 قوه شد او كبس كبيرة b - المطاط يحتاج قوه 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 باجهاد عالي وضمن حدود مرونتها تسمى مواد:

a-هشة b- عالية المرونة c- غير المرنة d- قابلة لطرق

٥ - عندما تؤثر قوة في جسم فان الاجهاد الطولي فيه 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 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

$$y = \frac{F/A}{\Delta L/L} \rightarrow \quad y = \frac{F}{A} \times \frac{L}{\Delta L} = \frac{FL}{A\Delta L}$$

$$y = \frac{yA\Delta L}{L} \quad \rightarrow \therefore \frac{F_X}{F_Y} = \frac{y_x \quad A_x \quad \Delta L_x}{L_x} \times \frac{L_Y}{L_Y \quad A_Y \quad \Delta L_y}$$

$$\frac{F_x}{F_y} = \frac{2(2r_x)^2\pi}{r_y^2\pi} = \frac{4\ r_y^2 \quad \pi}{r_y^2 \quad \pi}$$

$$F_x = 8F_y$$

علما ان اذا تضاعف L فان ΔL ايضا تتضاعف.

لذا فان $\frac{L}{\Delta L}$ مقدار ثابت لا يتوقف على طول السلك .

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

a- تشوه مؤقت
b- تشوه دائمي
c- تتناسب طرديا مع القوة المؤثرة
d- تتناسب مع القوة المؤثرة

١٠ - عندما تؤثر على جسم قوتا سحب متساويتان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه وعلى خط فعل واحد يقال ان الجسم واقع تحت تأثير:

a- شد
b- كبس
c- اجهاد طولي
d- قص

س ٢ / اذا كانت القوة اللازمة لقطع سلك معين هي F فما مقدار القوة اللازمة لقطع:

١. سلكين منطبقين من النوع نفسه

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{2A_1}$$

$$\boxed{F_2 = 4F_1}$$

نحتاج الى ضعف القوة F اي نحتاج 2 F

٢. سلكين من النوع نفسه . قطر السلك الثاني ضعف قطر السلك الأول . وأيهما اكثر متانة

$$\frac{F_1}{\pi r_1^2} = \frac{F_2}{\pi(2r_1)^2} \rightarrow \frac{F_1}{\pi r_1^2} = \frac{F_2}{\pi 4r^2}$$

نحتاج الى اربع امثال القوة F = 4 F

$$F_2 = 4F_1$$

٣. سلكين من النوع نفسه . قطر السلك الثاني ضعف طول السلك الأول .

نحتاج نفس القوة F لانه لا يتوقف على طول السلك

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

١. التشوه المؤقت / وفيه الجسم يعود الى وضعه الاصلي بعد زوال القوة المؤثرة (زوال التشوه) فالقوة المسببة لهذا التشوه (طولي ، حجمي ، شكلي) يخضع لقانون هوك ضمن حد المرونة .
٢. التشوه الدائمي / وفيه الجسم لا يعود الى وضعه الاصلي بعد زوال القوه المسببة لهذا التشوه فالقوة المسببة لا تخضع لقانون هوك (التشوه خارج حد المرونة) .

اما العوامل التي تحدد مقدار التشوه :

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

س ٤ / ما المقصود بثابت مرونة النابض ؟ وما وحدة قياسه ؟ وعلام يتوقف مقداره ؟

ج/ ثابت مرونة النابض : مقدار القوة اللازمة لكي يستطيل او ينكبس وحدة الطول. وقيمته تمثل ميل الخط المستقيم للرسم البياني بين الاثقال المعلقة والاستطالة الحاصلة . وقيمته ثابتة لا تتغير الا اذا تغيرشكل النابض او المادة المصنوعة منه . فلكل نابض ثابت خاص به

ووحدات قياسه وحدات القوة مقسوم على وحدات الطول N / M نيوتن/ متر

ويتوقف مقداره على شكل النابض ، والمادة المصنوعة منه.

س ٥ / ما نوع المطاوعة النسبية والتي يعبر عنها بـ :

١. نسبة التغيري الطول الى الطول الاصلي

المطاوعة الطولية النسبية = $\frac{\Delta L}{L}$

٢. نسبة التغيرفي الحجم الى الحجم الاصلي

المطاوعة الحجمية النسبية = $\frac{\Delta V}{V_{\circ}}$

٣. مقدار الزاوية التي ينحرف بها سطحا الجسم المتقابلان المؤثرة فيهما قوتان بموازاتهما

مطاوعة القص وتقاس بمقدار الزاوية θ التي ينحرف بها سطحها الجسم الشاقولي المتقابلان والمؤثرة فيهما القوة F

المسائل

س ١ / اثر اجهاد توتري مقداره 2×10^6 N/m^2 في سلك معدني مساحة مقطعه العرضي 1.5mm^2 ما القوة المؤثرة فيه؟

ج/

الاجهاد = $\frac{F}{A}$ ← $20 \times 10^6 = \frac{F}{1.5\times10^{-6}}$

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

س٢ / ما الزيادة الحاصلة في طول سلك من الفولاذ طوله (2 m) وقطره (1 mm) . اذا علقت نهايته كتلة 8Kg معتبرا $g = 10m/s^2$.

ج/

$A = \pi r^2 = 3.14\,(0.5 \times 10^{-3})^2 = 0.785 \times 10^{-6} m^2$

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

$F = \frac{F.L^\circ}{A.\Delta L} \rightarrow \Delta L = \frac{F.L^\circ}{y.A} = \frac{80 \times 2}{200 \times 10^9 \times 0.785 \times 10^{-6}} = 1.01 \times 10^{-3} m$

س ٣ / 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 (1.4×10^{10}N/m^2)

ج/

$\Delta L = L_2 - L_\circ = 121.2 - 120$

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

$A = \pi r^2 = 3.14\,(0.5 \times 10^{-3})^2 = 0.785 \times 10^{-6}\,m$

$F = \frac{F.L^\circ}{A.\Delta L} \rightarrow \Delta L = \frac{F.L^\circ}{y.A} = \frac{1.4 \times 10^{10} \times 0.785 \times 10^{-6} \times 1.2 \times 10^{-2}}{120 \times 10^{-2}} = 110N$

س ٤ / سلكان متماثلان طول احدهما (125 cm) والآخر (375cm) فاذا قطع السلك الاول بتأثير قوة مقدارها (489N) ما القوة اللازمة لقطع السلك الثاني؟

ج/

نفس القوة لانهما متماثلان لهما نفس معامل يونك وان الطول لا يؤثر . لان معامل يونك لا يتوقف على الطول

س ٥ /ساق طوله (0.4 m) ضغط فقصر طوله (0.05m) ما المطاوعة النسبية له؟

ج/

المطاوعة النسبية= $\frac{\Delta L}{L_\circ}$

$$\frac{0.05}{4} = 0.125$$

س ٦ / سلك من البرونز طوله(2.8 m)ومساحة مقطعه العرضي ($1\times 10^{-3}\ cm^2$) سحب فاستطال ملمتر واحد بتعليق جسم (0.4 Kg) أحسب معامل يونك للمعدن اعتبر التعجيل الارضي $10N/Kg$

ج/

F=mg

F = 0.4 × 10 =4N

$A = 1\times 10^{-3}\times 10^{-4} = 1\times 10^{-7}m$

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

$Y = \frac{F.L_\circ}{A.\Delta L} = \frac{4\times 2.5}{1\times 10^{-7}\times 1\times 10^{-3}}$

الفصل الثالث : الموائع الساكنة

المائع : هي المواد التي تكون قوى التماسك بين جزيئاتها ضعيفة . غير للمادة بل تاخذ شكل الوعاء . مثل الهواء والماء والزئبق . قادرة على حفظ شكل معين

ضغط المائع : هو القوة المؤثر عمودياً على وحدة المساحة

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

P : الضغط (N/m^2)

F : القوة المسلطة عموديا (N)

A : المساحة (m^2)

س : عرف الباسكال ؟ وما هي الوحدة المكافئه له ؟

هي وحدة قياس الضغط ، اذا اثرت قوة مقدارها 1N في جسم مساحته $1m^2$ فأن الضغط الناتج يساوي 1Pa

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow Pa = N/m^2$$

س / علام يعتمد الضغط ؟ ؟

١. القوة المؤثرة (F) ويتناسب معها طرديا (بثبوت المساحة)
٢. المساحة (A) ويتناسب معها عكسيا (بثبوت القوة)

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

س / اشتق قانون حساب الضغط في أي نقطة داخل السائل ؟

ج /

$$P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A}$$

$$P = \frac{mg}{A} = \frac{\rho v \delta}{A}$$

$$P = \frac{\rho A H g}{A}$$

$$P = \rho g h$$

ضغط السائل = كثافة السائل × التعجيل الارضي × عمق السائل

لذا يكون الضغط المسلط على اناء مفتوح هو مجموع الضغط الجوي مضاف اليه ضغط السائل

الضغط الكلي = الضغط الجوي + الضغط السائل

$$P = P_0 + P_1 \rightarrow P = P_o + pgh$$

س/ علل / يسلط السائل ضغط على الجوانب كما يسلط على قاعدة الاناء.
ج / بسبب انزلاق جزيئاته على بعضها تمكنه من تسليط قوة على جدران الوعاء الذي يحويه . وكذلك يولد قوة صعودية نحو الاعلى . اضافة الى ضغطه على القاعدة مقدارها

القوة = الضغط × مساحة الجانب $F = P \times A$

س / على ماذا يعتمد ضغط السائل ؟
ج/ ١ - كثافة السائل ٠
٢ - على الارتفاع الشاقولي (h)

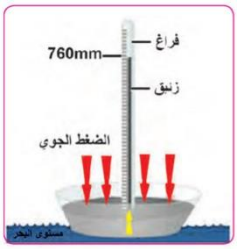
مثال / احسب الضغط المتولد من قبل الماء على غواص على عمق تحت سطح الماء , كثافة الماء (Kg / m^3) (1000)؟

ج/

$P = pgh = 1000 \times 9.8 \times 20 \rightarrow P = 196000\ N/m^2$

قياس الضغط الجوي

قياس الضغط الجوي : هو وزن عمود الهواء المسلط عموديا على وحدة المساحة من السطح. ويقاس بجهاز البارومیتر (المرواز)



س / عرف المرواز (البارومیتر)؟ وما فائدته ؟
ج/ هو جهاز صممه العالم تورشيلي . وهو انبوبة زجاجية مدرجة طولها متر واحد مفتوحة من احد طرفيها تملئ بالزئبق ثم تنكس فوهتها في حوض فيه زئبق . تستخدم لقياس الضغط الجوي

س / اذكر تجربة لقياس الضغط الجوي (تجربة تورشيلي) ؟
ج/ نأخذ انبوبة زجاجية مدرجة طولها (1m) مفتوحة من احد طرفيها تملأ تماما بالزئبق وتنكس فوهتها * حوض فيه زئبق نلاحظ استقرار الزئبق في الانبوبة على ارتفاع معين اعلى من مستواه في الحوض تاركا فراغا اعلى الانبوبة

س / ما هي النتائج التي توصل اليها تورشيلي ؟
ان الضغط الجوي يتزن مع ضغط عمود الزئبق في النقاط التي تقع في مستوى افقي واحد.
١. هو مستوى سطح البحر ويعادل ارتفاع عمود الزئبق (76cm) عند سطح البحر وبدرجة (0C°)
٢. طول عمود الزئبق يتغير بتغير ارتفاع منطقة اجراء التجربة عن مستوى سطح البحر او انخفاضها

مثال / ما طول عمود الماء اللازم لمعادلة الضغط الجوي حيث ارتفاع عمود الزئبق يساوي (76cm) علما ان كثافة الماء ($1000Kg / m^3$) وكثافة الزئبق ($136000Kg / m^3$) ؟

ج/ ضغط عمود الماء = ضغط عمود الزئبق

$$P_m = P_W$$
$$\rho_m\, g h_m = P_w g h_w$$
$$h_w = \frac{136000 \times 9.8 \times 0.76}{1000 \times 9.8} \rightarrow h_w = 10.33m$$

مبدأ باسكال

س / ما هو مبدأ باسكال ؟

ج / الضغط الجوي المسلط على سائل محصور ينتقل بالتساوي لكل اجزاء السائل وجدران الاناء الذي يحتويه.

س / ما هي الاجهزة التي تعمل على مبدأ باسكال ؟ او ما التطبيقات العملية ؟

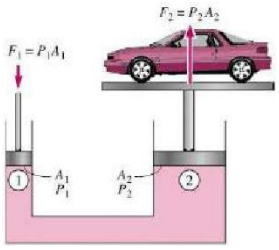
١. فرامل توقف عجلات السيارة
٢. المكابس والمطارق والرافعات الزيتية .

س / لماذا يستعمل الزيت في الرافعات الزيتية ؟

ج/ لان قابلية انضغاطه قليلة جدا .

س / ما صفات السائل الذي يستعمل في المكابس والمطارق والرافعة الزيتية ؟ او علام يتوقف خواص الزيت؟

١. ان لا ينجمد ولا يصبح لزجا جدا في درجات الحرارة الواطئة .
٢. غير سام
٣. لا يتبخر منه شيء
٤. لا يكون سريع الاشتعال



س / ما تركيب وعمل الرافعة الزيتية ؟

ج/ تتألف من مكبسين واسطوانتين مختلفتين في مساحة المقطع متصلتين بأنبوب ومملؤتين بالزيت عندما تؤثر قوة (F_1) في المكبس الصغير الذي مسافة مقطعه (A_1) فالضغط المسلط على المكبس الصغير ($P_1 = F_1/A_1$) وهذا الضغط ينتقل بالتساوي الى جميع اجزاء السائل المحصور .

اي ان ($P_1 = P_2$) ومنها :

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}, P_2 = F_2/A_2$$
$$P_1 = P_2$$
$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

س/ على ماذا تعتمد القوة الرافعة في المكبس الكبير في الرافعة الزيتية ؟

ج/ النسبة بين مساحتي المكبسين $(\frac{A_2}{A_1})$ فكلما زادت النسبة ازدادت القوة الرافعة.

مثال/ احسب القوة اللازمة لرفع سيارة كتلتها (300Kg) باستعمال الرافعة الزيتية المستعملة في محطات الغسل والتشحيم علما ان مساحة مقطع الاسطوانة الصغير ($15cm^2$) ومساحة مقطع الاسطوانة الكبيرة ($2000cm^2$)

ج/

$$F_2 = mg = 3000 \times 10 \rightarrow F_2 = 30000N$$
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A} \rightarrow \frac{F_1}{15} = \frac{30000}{2000} \rightarrow F_1 = \frac{30000 \times 15}{2000}$$

القوة المسلطة على المكبس الصغير $F_1 = 225N$

مبدأ ارخميدس

س / ما هو مبدأ ارخميدس ؟

ج/ كل جسم يغمر كليا او جزئيا يي مانع يفقد من وزنه بقدر وزن المانع المزاح .

القوة الصعودية : وهي القوة التي يسلطها المانع على الاجسام المغمورة فيه وتتجه نحو الاعلى .

س/ كيف تتولد القوة الصعودية على جسم ؟

ج/ نفرض جسم صلب مكعب الشكل غمر كليا في مانع كثافته (ρ) ومعلق بميزان حلزوني .

بما ان الجسم مغمور كليا في المائع فان :

وزن السائل المزاح (قوة الطفو) = حجم الجسم المغمور (hA) × كثافة السائل الوزنية (ρg)

وعليه :

القوة الصعودية (F_B) = حجم الجسم المغمور × كثافة السائل الوزنية

$$F_B = \rho ghA$$

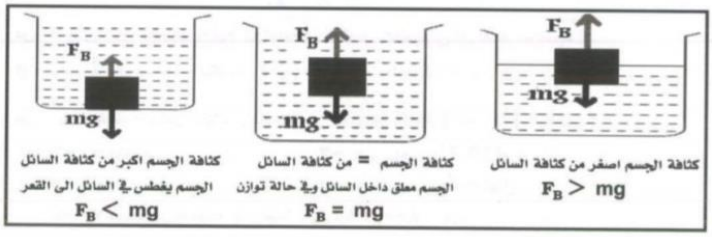
قانون قاعدة ارخميدس $F_B = \rho\, ghA$			
اسم الكمية الفيزيائية	رمز الكمية الفيزيائية	وحدة القياس	
قوة الطفو	F_B	نيوتن	N
كثافة المائع	ρ	كغم/ $م^3$	kg/m^3
التعجيل الارضي	g	نيوتن/ كغم	N/kg
ارتفاع الجسم	h	متر	m
مساحة القاعدة للجسم	A	متر مربع	m^2
كثافة وزنية	ρg	نيوتن / $م^3$	N/m^3
حجم السائل	hA	متر مكعب	m^3

س / ما نوع القوة المؤثرة في جسم مغمور ؟ او ماذا يحدث عند غمر جسم في مائع ؟

تؤثر به قوتان :

١. وزن الجسم (mg) ويكون متجها عموديا نحو الاسفل.
٢. قوة الطفو (F_B) (وزن السائل المزاح) تكون عمودية ومتجهة نحو الاعلى .

ملاحظة : الشكل الاتي جسم وضع في سوائل مختلفة نلاحظ .



وعليه : يمكن صياغة قاعدة ارخميدس للأجسام المغمورة في سائل كليا أو جزئيا :

١. بالنسبة للاجسام المغمورة كليا في سائل :

القوة الصعودية = وزن السائل المزاح

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

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

$$F_B = \rho g v$$

$$w_{\text{هواء}} - w_{\text{سائل}} = \rho g v$$

٢ - بالنسبة للاجسام المغمورة جزئيا في سائل : (الاجسام الطافية)

وزن الجسم الطافي = حجم الجزء المغمور (υ) × كثافة السائل الوزنية (ρg)

$$\rho g \upsilon_{\text{للجسم}} = \rho g v_{\text{الجزء الغاطس في الماء}}$$

مثال ١ / جسم يزن في الهواء (5N) ويزن 4.55N عن غمره تماماً في الماء. أحسب حجم الجسم؟ علماً ان كثافة الماء تساوي 1000Kg/ m^3 وان التعجيل الارضي يساوي $g = 10\ N/Kg$

الحل /

$w_{\text{هواء}} - w_{\text{سائل}} = F_B$

$5 - 4.55 = \rho g v$

$0.45 = 1000 \times 10 \times v 0.45 = 10000v$

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

مثال ٢ / مكعب من الخشب طول حرفه 10cm وكثافته الوزنية 7840N / m^3 يطفو في الماء . ما طول الجزء الفاطس داخل الماء؟

الحل /

$\omega_{\text{للجسم}} = p g v_{\text{للماء}}$

$\rho g \upsilon = \rho g \upsilon$

$7840 \times (0.1)^3 = 9.8 \times 1000 \times (0.1)^2 h$

$$h = \frac{7840 \times (0.1)^3}{9.8 \times 1000 \times (0.1)^2} = 0.08$$

الشد السطحي و الخاصية الشعرية

الشد السطحي : تتأثر الجزيئات الداخلية المكونة لسائل بقوى تجاذب متساوية + جميع الاتجاهات اما الجزيئات الواقعة على سطح السائل تتأثر بقوة يجذبها نحو الاسفل تجعل سطح السائل يتصرف وكانه غشاء رقيق ومرن وي حالة توتر دائم فيجعل السائل يأخذ اصغر مساحة سطحية ممكنة.

س / على ماذا تتوقف قيمة الشد السطحي ؟
١) نوع السائل . ٢) درجة الحرارة .

س/ ما هي الظواهر الفيزيائية التي يعد الشد السطحي سبب حدوثها ؟
١. طفو الابرة فوق سطح السائل
٢. سير الحشرات على سطح السائل
٣. اتخاذ قطرات الماء الساقطة شكلا كرويا

س / تحدب سطح الماء في دورق مملوء أكثر من سعته بقليل ؟
وذلك بسبب الشد السطحي الذي يجعل سطح الماء يتخذ شكلا " كرويا " .

س / يستخدم الماء الحار والصابون لإزالة البقع الدهنية ؟
لأنه كلما ارتفعت درجة حرارة السائل قلت قيمة الشد السطحي .

علل : يمكن وضع شفرة حلاقة على سطح الماء من غير ان تغطس ؟
علل : يمكن سير الحشرات على سطح الماء دون ان تغطس ؟
علل : اتخاذ قطرات الماء شكلا كرويا ؟
بسبب ظاهرة الشد السطحي التي تجعل سطح الماء يتصرف و كانه غشاء مرن .

الخاصية الشعرية: هي ظاهرة ارتفاع وانخفاض السائل في الانابيب الشعرية عن مستواه خارج الانبوب.

س : ان للخاصية الشعرية اهمية علمية كبيرة ، عددها ؟
١. ارتفاع المياه الجوفية خلال مسامات التربة ودلالتها ظهور الاملاح على سطح التربة .
٢. ارتفاع الماء خلال جذور النباتات وسيقانها .
٣. ترشيح الدم في كلية الانسان .
٤. ارتفاع النفط المستعمل في فتائل المدافئ النفطية .

قوة التماسك : هي قوة التجاذب بين جزيئات المادة نفسها. أي جزيئات من نفس النوع .
قوى التلاصق : هي قوة التجاذب بين جزيئات مادتين مختلفتين وتختلف باختلاف المواد المتلاصقة

س / لماذا يرتفع الماء داخل الانابيب الشعرية ؟
ج/ لان قوة التلاصق بين جزيئات الماء و الزجاج اكبر من قوة التماسك بين جزيئات الماء مع بعضها ، فيتخذ سطح الزئبق شكلا مقعرا.

س/ لماذا ينخفض الزنبق في انبوب الشعري ؟
ج /لان قوة التلاصق بين الزئبق والزجاج من قوة تماسك جزيئات الزئبق مع بعضها .

الخواص الميكانيكية للموائع المتحركة

س : ما مميزات المائع المثالي ؟

١. غير قابل للانكباس : اي يبقى ثابت الكثافة اثناء جريانه .
٢. جريانه منتظم: اي سرعة جريانه لنقطة معينة ثابتة مع الزمن مقدارا واتجاها .
٣. عديم اللزوجة : وهو انعدام الاحتكاك بين جزيئاته .
٤. غير دوامي وغير دوراني : اي جريانه غير اضطرابي وليس فيه دوامات .

معادلة الاستمرارية في الموائع

تتناسب جريان كتلة معينة من مائع بين سرعته ومساحة المقطع العرضي للانبوبة تناسبا عكسيا . فكلما ضاقت الانبوبة زادت سرعة المائع وكلما كبر مساحة المقطع العرضي للانبوبة قلت سرعة المائع . اي ان حاصل ضرب سرعة المائع في مساحة المقطع العرضي يساوي مقدار ثابت .

$$A_1V_1 = A_2V_2$$

A مساحة المقطع ، V سرعة جريان المائع .

مثال / يجري الماء في انبوبة افقية ذات مقطعين نصف قطر المقطع الكبير 2 . 5 cm بسرعة 2m/s الى مقطعه الصغير الذي نصف قطره 1 . 5 cm ما مقدار سرعة جريان الماء في الانبوبة الضيقة.

الحل /

$$A_1\upsilon_1 = A_2\upsilon_2$$

$$\pi\, r_1^2\upsilon_1 = \pi r_2^2\upsilon_2$$

$$\pi \times (1.5)^2 \times \upsilon_1 = \pi \times (2.5)^2 \times 2$$

$$\upsilon_1 = \frac{\pi \times 6.25 \times 2}{\pi \times 2.25}$$

$$\upsilon_1 = 5.5\ \mathrm{m/s}$$

معادلة برنولي

مجموع الضغط والطاقة الحركية لوحدة الحجوم والطاقة الكامنة الوضعية لوحدة الحجوم تساوي مقداراً ثابتاً في النقاط جميعها على طول مجرى المائع المثالي.

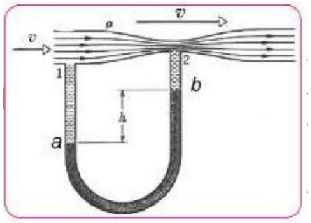
$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g h_2$$

Pكثافة المائع وهي ثابتة : p الضغط ، v سرعة المائع ، gالتعجيل الارضي ، h الارتفاع

اي ان مجموع الضغط والطاقة الحركية والطاقة الكامنة كمية ثابتة

$$P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h = constant$$

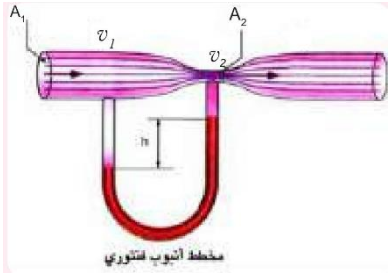
تطبيقات معادلة برنولي :



١. مقياس فنتوري : ويمكن قياس سرعة المائع في انبوبة مساحة مقطعها العرضي مختلفة. كذلك يمكن قياس فرق الضغط بين مقطعي الانبوبة المبينة في الشكل المجاور
ويقاس فرق الضغطين $P_1 - P_2$ $P_1 - P_2 = \rho g h$

$P_1 - P_2 = \rho g h$			
وحدة القياس		رمز الكمية الفيزيائية	اسم الكمية الفيزيائية
Pa	باسكال	$P_1 - P_2$	فرق الضغط بين مقطعي الانبوب
kg/m^3	كغم/متر مكعب	ρ	كثافة الزئبق
m/s^2	متر/ثانية مربع	g	التعجيل الارضي
m	المتر	h	ارتفاع المائع

مثال / في الشكل المجاور مقياس فنتوري فاذا كان فرق الارتفاع في فرعي المانوميتر يساوي 0.075mأحسب فرق الضغط بين مقطعي لا مقياس فنتوري علما ان ρ للزئبق يساوي 13600 Kg/m^3



الحل /

$P_1 - P_2 = \rho g h = (13600\ kg/m^3) \times (9.8\ N/kg) \times (0.075m)$

$P_1 - P_2 = 9.996 \times 10^3 N/m^2$ فرق الضغط بين مقطعي مقياس فنتوري

٢. المرذاذ : ويعمل على وفق قاعدة برنولي حيث نفخ الانبوبة الافقية الموضحة في الشكل يخرج الهواء منها بسرعة يؤدي إلى انخفاض الضغط بالانبوبة الرفيعة الموجودة في نهاية الانبوبة الافقية .

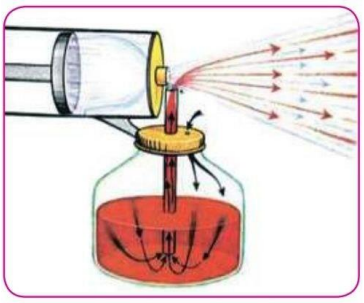
مما يؤدي الى اندفاع السائل من اسفلها بتاثير الضغط الجوي . عندما يصعد السائل سيندفع بشكل رذاذ بفعل الهوا الخارج بسرعة .

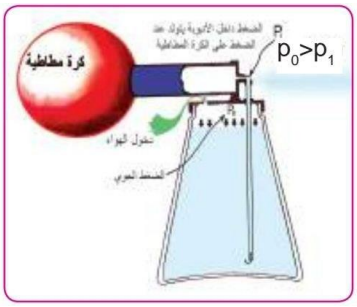
حيث: $P_{\circ} > P_1$

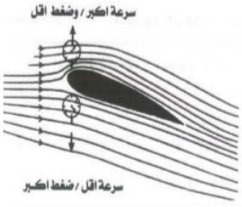
$P_{\circ}$ الضغط الجوي P_1 الضغط في الانبوبة الرفيعة

س : ما التطبيقات العملية للمرذاذ ؟

المبيدات وصبغ السيارات وقناتي العطر والمازح (كاريوريتر) في السيارة







٣. قوة رفع الطائرة : اذا انساب الهواء من الاعلى فان الهواء يكون ذات سرعة أكبر في السطح العلوي مما يؤدي الى قلة الضغط . والعكس يحصل من اسفل الجناح حيث يكون الضغط اقل بسبب السرعة الاقل.

وذلك لكون الجناح ذات شكل انسيابي يكون فيه السطح العلوي مقوس والسطح السفلي افقي غير مقوس . فيعمل الضغط السفلي الى رفع الطائرة .

حيث يكون الضغط المحصلة ناتج من حاصل طرح الضغطيين. بسبب توليد قوة رفع للاعلى تسمى قوة الرفع أو الطفو

اللزوجة : وهي قوة الاحتكاك بين طبقات المانع الواحد وبين طبقات المائع وجدران الانبوب الذي يحتويها.

وتظهر اللزوجة عند جريان الموانع فالماء جريانه سهل فهو صغير اللزوجة . اما التي لاتنساب بسهولة مثل العسل او الدبس فهي ذات لزوجة كبيرة .

س / علام تعتمد لزوجة المانع؟

ج/ تعتمد لزوجة المانع على ١ - نوع المائع 2- درجة حرارته

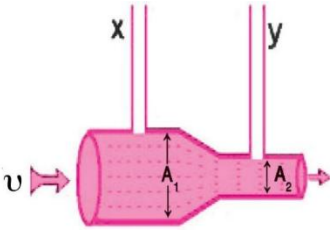
فكلما ارتفعت درجة الحرارة. قلت اللزوجة لزيادة الطاقة الحركية لها. كذلك تعمل الحرارة على اضعاف قوى التماسك بين جزيناتها. وتقل مقاومتها لحركة جزيئات السائل فتقل اللزوجة .

اما في الغاز فزيادة درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تصادم الجزيئات مع بعضها . فتزداد المقاومة لحركة الجزيئات. فتزداد لزوجة الغاز. لذلك نستعمل زيت محركات السيارة في الصيف ذو لزوجة عالية لان الحرارة تقلل من اللزوجة على خلاف الزيت في الشتاء وبالعكس

حل اسئلة الفصل الثالث

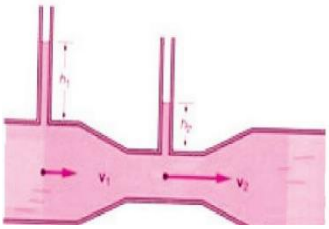
س ١ /اختر العبارة الصحيحة لكل مما ياتي:

١. يبين الشكل المجاور/ سائل مهمل اللزوجة يجري جريانا منتظما في انبوب مساحة مقطعه متغيرة فان:



a- ضغط السائل في المقطع A_1 أصغر من ضغط السائل في المقطع A_2
b- ارتفاع السائل في الانبوب 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 فاي العبارات التالية صحيحة:



a- تزداد سرعة المانع وضغطه
b- تقل سرعة المائع وضغطه
c- تزداد سرعة المانع ويقل ضغطه
d- تقل سرعة المائع ويزداد ضغطه

٣. الضغط المسلط على مانع محصور ينتقل في جميع الاتجاهات ومن غير نقصان حسب:

a- مبدأ أرخميدس 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 علي:

a- قانون حفظ الطاقة b- مبدأ ارخميدس c- مبدأ باسكال d- الأنابيب 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:

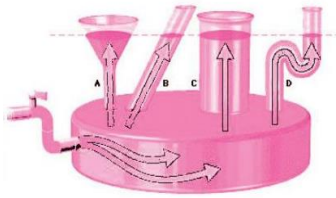
a- الزورق الشراعي b- الطائرة c-المكبس الهايدروليكي d - المرذاذ

٩. حوض سباحة طوله 100m وعرضه 20m وارتفاع الماء فيه 5m فان الضغط على قاعدة الحوض تساوي:

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

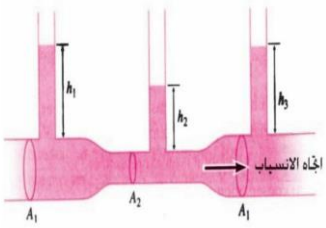
$$P = \rho g h = 1000 \times 9.8 \times 5 = 49 \times 10^3\ N/m^2$$

١٠. عند تدفق السائل في وعاء مغلق كما في الشكل المجاور. من خلال صنبور جانبي نلاحظ ارتفاع السائل في الاواني المختلفة بالمقدار نفه، يمكن تفسير ذلك تبعا لـ :



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

١١. من الشكل المجاور أية العلاقات التالية صحيحة:



$(a)\ h_3 = h_1$

$(b)\ h_3 > h_1$ وذلك لتساوي A لهما فتتساوى V

$(c)\ h_3 < h_1$ فيكون لهما نفس الارتفاع

$(d)\ h_2 > h_1$

١٢. اذا غمر جسم وزنه mg في سائل وبقى معلقا داخل السائل في حالة توازن فان القوة الصعودية F_8 هي

a- $F_B > mg$ b- $F_B = mg$ c- $F_B < mg$ d- $F_B = 2\,mg$

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

a-كثافته ووزنه وضغطه b- كثافته وسرعة جريانه فقط

c- كثافته وحجمه وضغطه d-ضغطه وكثافته وسرعة جريانه

١٤. لو غمر جسم في سال وكانت كثافة هذا الجسم أكبر من كثافة السائل، فالجسم:

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

c- يبقى معلقا داخل السائل وي حالة توازن d- يبقى مغمورا جزئيا داخل السائل

س ٢ / علل ما يأتي :

١ - يمكن وضع شفرة حلاقة على سطح ماء ساكن من غير أن تغطه

ج/ وذلك بسبب الشد السطحي لسطح السائل والذي يمثل كغشاء مرن .

٢ - يلتصق قميص السباحة بجسم السابح عند خروجه من الماء ولا يلتصق اذا كان مغمورا .

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

٣ -عند الضغط بالاصبع على السطح الداخلي لخيمة اثناء هطول المطر ينساب الماء من ذلك الموضع ؟

ج/ ذلك ان الضغط على القطرات يؤدي الى تمزق الغشاء المرن الذي يحيط بالقطرة فيدخل الماء من مسامات الخيمة . او ان حرارة جسم الانسان يؤدي الى نقصان الشد السطحي للقطرة فيتمزق الغشاء المرن فينتشر الماء خلال الخيمة.

٤ - تمتص المنشفة الرطبة الماء من الجلد أسرع من المنشفة الجافة.

ج/ لان شعيرات المنشفة الرطبة تكون اقل قطر من الجافة بسبب الشد السطحي للماء التي يجعلها اقل قطر. فيكون سريان الماء فيها اسرع عند استعمالها في مص الماء من جلد الانسان. أو ان المنشفة المبللة تزداد فيها قوة التلاصق للماء فتمتص الماء بسرعة .

٥ - تقعر سطوح السوائل التي تلامس جدران الاوعية الشعرية. .

ج/ وذلك يرجع الى قوى التماسك والتلاصق حيث في الماء يتقعر لان قوى التلاصق بين الماء والزجاج أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء . وفي الزئبق يحصل العكس أي قوى التماسك بين جزيئاته أكبر فيتحدب سطحه في الأوعية الشعرية .

٦ - تطاير سقوف الابنية المصنوعة من صفائح الالمنيوم في الاعاصير ؟

ج/ لان سرعة الهواء اعلى السقوف يجعل الضغط يقل حسب قاعدة برنولي اذ التناسب بين الضغط والسرعة عكسي . اما اسفل السقف يبقى الضغط الجوي فيتغلب الضغط اسفل السقف على الضغط الخارجي فيؤدي الى اقتلاعها تم تتطاير بفعل الرياح .

٧ - يتألم السابح الحافي من الشاطئ الخشن ويقل الله كلما تغلغل في الماء.

ج / وذلك لان وزنه يقل كلما تغلغل في الماء بسبب (قوة الطفو) القوة الصعودية للماء التي تقلل من وزنه . فيكون ضغطه على السطح الخشن قليل .

المسائل

س ١ / حوض لتربية الاسماك على شكل متوازي مستطيلات طوله 20m وعرضه 12m وارتفاع الماء فيه. 15m
أحسب : ١. الضغط على قاعدة الحوض ؟ ٢. القوة المؤثرة على القاعدة

ج/

١.

$P = p.g.h = 1000 \times 10 \times 5 = 5 \times 10^{-4} N/m^2$

٢.

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

$F = P \times A = 5 \times 10^{-4} \times 20 \times 12 = 12 \times 10^{6}\ N$

س ٢ / اذا كانت قراءة المرواز الزنبقي 75cm فما مقدار الضغط الجوي بوحدة الباسكال.

ج/

$m\ P = p_m g h_m$

$P = 13600 \times 10 \times 0.75 = 102{,}000\ N/m^2$

س ٣ / مكبس & جهاز هيدرولكي مساحة مكبسة الكبير تبلغ ٥٠ مرة بقدر مساحة مكبسة الصغير، فاذا كانت القوة المسلطة على المكبس الكبير ٦٠٠٠ نيوتن . احسب القوة المسلطة على المكبس الصغير ؟

ج / حسب مبدأ باسكال F_1 القوة على المكبس الصغير

$\boxed{\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}}$ F_2 القوة على المكبس الكبير

A_1 مساحة المكبس الصغر

A_2 مساحة المكبس الكبير

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

القوة المسلطة على المكبس الصغير .

س ٤ / شخص يكاد ان يطفو مغمورا باكمله للماء . فاذا كان وزن الجسم 600 N احسب حجمه على فرض ان g = $10m/s^2$

ج / وزن الجسم الطافي في الماء = الكثافة الوزنية للماء × حجم الجسم

$$P = pgv$$
$$v = \frac{w}{\rho * g} = \frac{600}{1000 \times 10}$$
$$v = 6 \times 10^{-2} m^3$$ حجم الجسم

س ٥ / جسم صلب وزنه بالهواء 20N وي الماء 15N احسب حجم الجسم .

ج) وزن الجسم في الهواء – وزنه في الماء = وزن السائل المزاح × الكثافة الوزنية

$$w_{هواء} - w_{ماء} = \rho g v$$
$$20 - 15 = 1000 \times 9.8 \times v$$
$$v = \frac{5}{9800} = 0.0005\ m^3$$
$$v = 5 \times 10^{-4} m^3$$ حجم الجسم

س ٦ / يتدفق الماء عبر المقطع الكبير لانبوبة بسرعة 1.2m / s وعندما يصل المقطع الصغير تصبح سرعته 6m / s.احسب النسبة بين قطري المقطعين .ج/ $(\sqrt{5})$

ج/ حسب معادلة استمرارية الجريان $A_1 v_1 = A_2 v_2$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{v_2}{v_1}$$
$$\frac{r_1^2 \pi}{r_2^2 \pi} = \frac{6}{1.2}$$
$$\frac{r_1^2}{r_2^2} = 5$$ بجذر الطرفين
$$\therefore \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{5}$$

الفصل الرابع : الخصائص الحرارية للمادة

المواد مكونة من جزيئات وهذه الجزيئات تمتلك طبقة حركية و كذلك طبقة كامنة . مجموع الطبقة الحركية والطبقة الكامنة تسمى الطبقة الداخلية .

س / ما المقصود بالطاقة الداخلية ؟
الطاقة الداخلية : هي مجموع ما تمتلكه المادة من الطاقة الحركية والطاقة الكامنة .

كمية الحرارة والحرارة النوعية للمادة
الحرارة / هي كمية الطاقة التي تزيد من معدل طاقتها الحركية لذلك تزداد كمية الحرارة.

س/ علام يتوقف كمية الحرارة اللازمة لتسخين جسم ؟
١. كتلة الجسم
٢. نوع المادة (السعة الحرارية النوعية)
٣. الفرق بدرجات الحرارة .

اما كتلة المادة فانه كلما زادت عدد جزيئات المادة احتاجت كمية حرارة اكبر .
اما نوع المادة فان لكل مادة سعه حرارية تختلف عن الأخرى . فان لكل مادة تحتاج كمية حرارة تختلف لرفع حرارتها درجة مئوية واحدة.
اما الاختلاف بدرجات الحرارة فانه كلما زادت درجة الحرارة ازدادت الطاقة الداخلية للمادة .

وبالتالي يمكن حساب كمية الحرارة (Q) اللازمة لرفع درجة جسم كتلته (m) من درجة حرارة معينة (T1) الى درجة حرارة (T2)
من خلال العلاقة التالية :

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

$$Q = mc_p\Delta T$$

الحرارة النوعية = C_p
الكتلة = m
الفرق بدرجات الحرارة : $\Delta T = (T_1 - T_2)$

وحدة القياس		رمز الكمية الفيزيائية	اسم الكمية الفيزيائية
J	الجول	Q	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة الجسم
kg	كيلو غرام	m	كتلة الجسم
$J/kg.C^\circ$	جول/كغم × سليزية	C_P	الحرارة النوعية للمادة
C°	سيلزين	ΔT	التغير في درجة الحرارة
C°	سيلزين	T_1	درجة الحرارة الابتدائية (قبل التسخين)
C°	سيلزين	T_2	درجة الحرارة النهائية (بعد التسخين)

الحرارة النوعية: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة كيلو غرام واحد من المادة درجة سليزية واحدة وتقاس بوحدات J/kg . C°

ملاحظة:

- ✓ تقاس كمية الحرارة Q بالجول او السعرة حيث السعرة = 4.2Joul
- ✓ اشاره $Q,\Delta T$ موجبة عندما تكتسب المادة طاقة حرارية من المحيط فترتفع درجة حرارتها
- ✓ اشاره $Q,\Delta T$ ، سالبة عندما تفقد المادة طاقة حرارية من المحيط فتنخفض درجة حرارتها

السعه الحرارية : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الكتلة جميعها من المادة درجة سيليزية واحدة . وتقاس بوحدات J/°C
وهي صفة مميزة للجسم لأنها تختلف باختلاف نوع المادة :

السعه الحرارية = كتلة الجسم × الحرارة النوعية

$$Q = mc_p$$

س/ علام تتوقف السعه الحرارية للمادة .

١. على كتلة الجسم .
٢. الحرارة النوعية للمادة .

س/ ما الفائدة كون الحرارة النوعية للماء كبيرة؟

يعني ان الكيلو غرام الواحد من الماء يحتاج الى كمية حرارة كبيرة ليرتفع درجة سليزية واحدة . ولان الحرارة النوعية للماء كبيرة ولان الماء رديء التوصيل لذلك يستفاد من ذلك في :

١. استعماله في عملية تبريد محرك السيارة والمكائن الاخرى والآلات .
٢. تأثيره على المناخ في عملية نسيم البر والبحر

س/ ما الفرق بين السعة الحرارية والسعة الحرارية النوعية

- ✓ السعة الحرارية : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة سيليزية واحدة ، وهي ليست صفة مميزة للمادة لانها تزداد بزيادة كتلة الجسم ،
- ✓ السعة الحرارية النوعية : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١Kg من المادة درجة سيليزية واحدة وهي صفة مميزة للجسم لانها تختلف باختلاف نوع المادة

س/ متى تتساوى بالمقدار السعة الحرارية لجسم مع السعة الحرارية النوعية لمادته ؟

ج / عندما تكون كتلة الجسم مساوية 1Kg

مثال ١ / ما مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة 3Kg من الالمنيوم من (15C°) الى (25 C°) علما بان الحرارة النوعية للالمنيوم (900J . C)

الحل / كتلة الالمنيوم m = 3Kg
درجة الحرارة الابتدائية (قبل التسخين) للالمنيوم T_1 = 15 °C
درجة الحرارة النهائية (بعد التسخين) للالمنيوم T_2 = 25 °C
الحرارة النوعية للالمنيوم C_P = 900 J/ Kg .
وطبقا للمعادلة : $Q = 3Kg \times 900\ J/Kg°C \times (25 - 15)°C$
مقدار الطاقة الحرارية Q = 27000 Joul

مثال ٢ / ما السعة الحرارية لقطعة من الحديد كتلتها 4Kg وحرارتها النوعية 448J/Kg.°C .

الحل / السعة الحرارية = الكتلة × الحرارة النوعية

$C = mC_p = 4Kg \times 448\ J/Kg\ °c$
C = 1792 Joul/°C

س/ اذا كان لديك ثلاث قطع معدنية مختلفة زودت بكمية الحرارة نفسها فارتفعت درجة حرارتها كما يلي :
الاول $\Delta T = 3°\ C$ الثاني $\Delta T = 9C°$ الثالث $\Delta T = 5°C$ ايهما له سعة حرارية اكبر.

ج / بما إن كمية الحرارة هي نفسها في القطع الثلاث إذن (Q1 = Q2 = Q3 = Q)

وبما إن قانون كمية الحرارة ينص على : Q = C AT

إذن يمكن إيجاد السعة الحرارية من خلال القانون أعلاه لكل شكل على حدة فيكون :

$C_1 = Q / 5$, C2 = Q / 9 , C3 = Q / 3

إذن (٣) التي تمثل الشكل رقم (٣) لها سعة حرارية أكبر لأن درجة حرارتها هي أقل ارتفاعا " من القطع الأخرى .

س / ثلاث قطع متساوية الكتلة من النحاس والحديد والالمنيوم ، الحرارة النوعية لهما بالترتيب (390 J/Kg.C) (500 J/Kg.C) (900 J/Kg.C) ، سخنت جميعها الى درجة حرارة (80C) ، ثم القيت هذه القطع في ثلاثة اوعية متماثلة تماماً في كل منها (0.5Kg) ماء نقي بدرجة حرارة (10C) ، أي من هذه الاوعية ترتفع درجة حرارته بما فيه اكثر ؟ ولماذا

ج / الوعاء الذي يلقى فيه الالمنيوم ترتفع درجة حرارته اكثر لان قطعة الالمنيوم لها اكبر حرارة نوعية ، لذا فانه عند انخفاض درجة الحرارة للقطع فأن الالمنيوم يخسر اكثر من غيره .

الاتزان الحراري

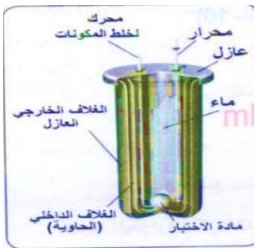
اي جسمين متماسين او سائلين مخلوطين تختلف درجة حرارتهما وكانا معزولين عن المحيط الخارجي فانه تنتقل الحرارة من الجسم الساخن الى الجسم البارد حتى تتساوى درجة حرارة السائلين ويحدث الاتزان الحراري ويكون :

كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة .

لان الحرارة طاقة والطاقة لا تفنى ولا تستحدث بل تنتقل من جسم الى آخر.

س/ ما شرط انتقال الحرارة بين جسمين متماسين ؟
ج/ اختلاف درجة الحرارة للجسمين فالحرارة تنتقل من الجسم الاعلى في درجة الحرارة الى الجسم الاقل في درجة الحرارة .

س/ كيف يتم قياس الحرارة النوعية للجسم ؟
ج/ وذلك باستعمال المسعر



س/ ما فائدة المسعر ؟ ومم يتركب ؟
ج / فائدته لقياس الحرارة النوعية للجسم ويتركب من ماء حاوية للماء معزول حراريا ويتركب المسعر من وعاء مصنوع من فلز جيد التوصيل للحرارة مثل النحاس ويحيط به وعاء آخر من نفس المادة بينهما مادة عازلة وله غطاءه فيه فتحتان واحدة لادخال المحرار والآخر محرك لتحريك المواد الممزوجة.

مثال ١ / مكعب من الالمنيوم كتلته (0.5Kg) عند درجة حرارة (100C°) وضع داخل وعاء يحتوي على (1Kg) من الماء عند درجة حرارة (20C°) . (اقترض عدم حصول ضياع للطاقة الحرارية الى المحيط) أحسب درجة الحرارة النهائية (الالمنيوم والماء) عند حصول التوازن الحراري (اي تتساوى درجة حرارة الالمنيوم والماء). علما بان درجة الحرارة النوعية للماء (4200J/ Kg°C) والحرارة النوعية للألمنيوم (900J /Kg °C)

الحل / نفرض ان درجة الحرارة النهائية للمجموعة T_f °C فان درجة حرارة الالمنيوم تنخفض بمقدار (100-T_f) C وان درجة حرارة الماء ترتفع بمقدار (T_F - 20) °C
نطبق المعادلة الاتية :

كمية الطاقة الحرارية التي يفقدها الالمنيوم = كمية الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء

Water = w, Aliminum = A

$$m_w . C_{pw} \left(T_f - 20\right)_w = m_A \times C_{pA} (100 - T_F)A$$

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

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

T = 129000/4650

T_f =27.7C° درجة الحرارة النهائية للمجموعة

مثال ٢ / أحسب السعة الحرارية لمسعر من النحاس فيه ماء كتلته 100 بدرجة حرارة 10C° أضيف اليه كمية ماء اخرى كتلتها 100g بدرجة حرارة 80C° فأصبحت درجة حرارة الخليط النهائية 38C° ؟

الحل / نفرض ان السعة الحرارية للمسعر هي C

كمية الحرارة التي يكتسبها الماء البارد= الكتلة X التغيرفي درجات الحرارة

$Q = mc_p\,(T_2 - T_1) \rightarrow = 0.1 \times 4200 \times (38 - 10)$

$Q_1 = 11760J$ كمية الحرارة التي اكتسبها الماء لـ

كمية الحرارة التي اكتسبها المسعر = السعة الحرارية × التغيري درجات الحرارة

$Q_2 = C(T_2 - T_1)$

$= C(38 - 10)$

Q_2 = 28C كمية الحرارة المفقودة

كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن= الكتلة × التغيرفي درجات الحرارة

$Q = mc_p\,(T_F - T_1)$

$= 0.1 \times 4200 \times (38 - 80)$

$Q_3 = -17640J$ عند الاتزان الحراري

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

$Q_3=Q_1+Q_2$

17640=11760+28C

C = 210 J/°C السعة الحرارية للمسعر

تأثير الحرارة على المواد

تمدد المواد بالحرارة : ان زيادة درجة حرارة المادة يؤدي الى زيادة معدل الطاقة الحركية للجزيئات . فتتباعد فيؤدي الى التمدد . وهذا التمدد يختلف باختلاف حالة المادة فتمدد الغازات اكبر من تمدد السوائل وتمدد السوائل اكبر مما هو علية في الصلب . اذا كانت الحرارة المكتسبة متساوية .

س : عدد أنواع التمدد ؟

١. تمدد المواد الصلبة
٢. تمدد المواد السائلة
٣. تمدد المواد الغازية

١. تمدد المواد الصلبة :

أ. التمدد الطولي : هو مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة الاطوال من المادة عند تسخين درجة سيليزية واحدة ، وهو يختلف باختلاف الاطوال

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

$$\alpha = \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{L}} \times \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

حيث = معامل التمدد الطولي

AL = الطول الجديد الطول الاصلي – الطول الاصلي .

معامل التمدد الطولي : مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة الاطوال من المادة عند تسخينها درجة سليزية واحدة ويقاس بوحدة($\frac{1}{^\circ C}$) وهو يختلف باختلاف المواد .

ب. التمدد السطحي : وهو تمدد الجسم الحاصل في سطحه (في بعدين) فتزداد المساحة السطحية للجسم بزيادة درجة الحرارة.

التغير في المساحة = معامل التمدد السطحي × المساحة الاصلية × التغير بدرجات الحرارة

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

حيث : Δ A= التغير بالمساحة ($A_2 - A_1$)

γ= معامل التمدد السطحي (يقرأ كاما)

ΔT= التغير بدرجات الحرارة . وان $\gamma = \frac{1}{\mathrm{A}} \times \frac{\Delta A}{\Delta T}$

معامل التمدد السطحي : مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة المساحة من الجسم عندما ترتفع درجة الحرارة درجة سليزية واحدة ويقاس بوحدة($\frac{1}{^\circ C}$)

وان معامل التمدد السطحي = ضعف معامل التمدد الطولي

$$\gamma = 2\alpha$$

ت. التمدد الحجمي : وهو التمدد الحاصل في حجم الجسم (في ثلاث ابعاد) عند زيادة درجة الحرارة

التغير في الحجم = معامل التمدد الحجمي × الحجم الاصلي × التغير بدرجات الحرارة

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

ΔV= التغير بالحجم ($V_2 - V_1$) .
β = معامل التمدد الحجمي ، ΔT= التغير بدرجات الحرارة . .

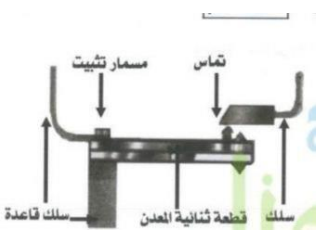
معامل التمدد الحجمي: مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة الحجم من المادة عند ارتفاع درجة الحرارة درجة سيليزية واحدة . ويقاس بوحدة($\frac{1}{^\circ C}$)

$$\beta = \frac{1}{V} \times \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

معامل التمدد الحجمي = ثلاثة أضعاف معامل التمدد الطولي

س : ما العوامل التي يعتمد عليها معامل التمدد الحجمي ؟
١. الحجم الاصلي ٢. التغير بدرجات الحرارة ٣. نوع المادة

س : ما هي تطبيقات على تمدد الاجسام الصلبة ؟



١. الضابط الاوتوماتيكي الحراري : الذي يستعمل في الثلاجة والسخان والمكواة حيث يصنع من شريط ثنائي المعدن فعند الحرارة تنحني الى جهه وعند البرودة تنحني الى جهه معاكسة فمثلا المنظم الحراري في الثلاجة يستعمل من مادة النحاس والحديد مثلا فان المعدن ذو معامل التمدد الاكبر عند البرودة سلك قطعة ثنائية المعدن العالية ينحني مبتعدا ليقطع الدائرة كما في الشكل. اما في السخان فيكون بالعكس فيكون النحاس هو المواجه للمسمار فعند الحرارة العالية ينحني النحاس حول الحديد مبتعدا ليقطع الدائرة ليعمل كمنظم للحرارة .

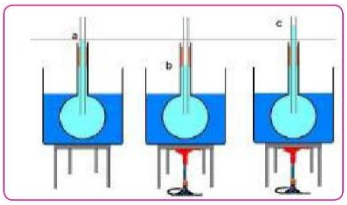
٢. ومن التطبيقات كذلك الاستفادة من تساوي معامل التمدد الحراري لمادتين مختلفتين مثل السلك المستعمل في المصباح والزجاج يتمددان بنفس المقدار لعدم كسر الزجاج عند تمدد السلك الذي بداخله.
٣. كذلك في وضع فواصل مناسبة بين سكك الحديد أو الجسور او الطرق .

س / يستعمل زجاج البايركس بدلا من الزجاج الاعتيادي ؟
ج / لانه يتحمل التغيرات السريعة في درجات الحرارة لان معامل التمدد الطولي له صغير . قياسا لما هو في الزجاج الاعتيادي.

٢. تمدد المواد السائلة :

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

الخطوات :



١. نملأ ثلاثة ارباع الوعاء تقريبا بالماء ثم نقوم بتسخينه بوساطة المصدر الحراري .
٢. نملأ الدورق بالماء الملون ثم نغلقه بوساطة السدادة ونثبت علامة عند سطح الماء في الانبوب .
٣. نضع الدورق في الوعاء ونراقب ما يحدث لارتفاع الماء في الأنبوب .

عند بدء التسخين ينخفض سطح الماء قليلا في الانبوب بسبب تمدد زجاج الدورق اولا فيزداد حجمه لذلك ينخفض مستوى الماء ليحل محله الفراغ الناتج عن الزيادة في حجم الدورق . وعندما تصل الحرارة عبر زجاج الدورق الى الماء يتمدد ويرتفع في الانبوب بسبب زيادة حجمه 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 .

معامل التمدد الحجمي الظاهري β_v للسائل : هو نسبة الزيادة الظاهرية في الحجم لكل درجة سيليزية واحدة
معامل التمدد الحجمي الحقيقي β_r للسائل : هو نسبة الزيادة الحقيقية في الحجم لكل درجة سليزية واحد

وحسب الاشكال أعلاه فان التمدد الحقيقي للسائل β_r هو اكبر من التمدد الظاهري β_v .

حيث يكون التمدد الحقيقي للسائل هو التمدد الظاهري مضاف اليه التمدد الحجمي للاناء . بينما التمدد الظاهري هو تمدد السائل فقط

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

β_r معامل التمدد الحقيقي للسائل
β_v معامل التمدد الظاهري للسائل
$\beta = 3\alpha$ معامل التمدد الحجمي للاناء ويساوي ثلاث اضعاف معامل التمدد الطولي

س/ فسر / عند وضع محرار زنبقي في سائل ساخن فانه ينخفض قليلا في البداية ثم يرتفع ؟
ج / عندما يوضع في السائل الساخن اول مايسخن الزجاج فيتمدد ويكبر حجمه فينزل الزئبق . ثم تصل الحرارة الى الزئبق فيتمدد أكثر من الزجاج فيرتفع .

مثال / ملى خزان بنزين السيارة حجمه 60litter بالبنزين تماما حينما كانت درجة الحرارة 25C° ثم تركت السيارة تحت اشعة الشمس ساعات عدة الى ان اصبحت درجة حرارة الخزان 45C° أحسب حجم البنزين المتوقع ان ينسكب من الخزان (أهمل تمدد الخزان)

الحل / ان معامل التمدد الحجمي للبنزين هو

$$\beta = 9.6 \times 10^{-4} \frac{1}{°C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$AT = 5 - 25 = 20°C$$

معامل التمدد الحجمي للبنزين $\beta = \frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta T}$

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

$$\Delta V = 60 \times 9.6 \times 10 + \times 20$$

حجم البنزين المنسكب $\Delta V = 1.152$ Litter

٣. تمدد المواد الغازات :

يتمدد الغاز اكثر من السائل واكثر من الصلب بسبب ضعف القوى بين جزيئاته وتتساوي الغازات في معامل تمددها الحجمي . علما ان التمدد الحجمي للاناء الحاوي للغاز قليل جدا له نسبة الى الغاز الذي يحويه لذا نهمل تمدد الاناء فيكون تمدده الظاهري يساوي التمدد الحقيقي للغازات .

علل التمدد الظاهري في الغازات يساوي تمدده الحقيقي؟

ج / ان التمدد الحجمي للاناء الحاوي للغاز قليل جدا له نسبة الى الغاز الذي يحويه لذا نهمل تمدد الاناء فيكون تمدده الظاهري يساوي التمدد الحقيقي للغازات.

تغير حالة المادة

تغير حالة المادة : هو تحويل المادة من حالة الى اخرى بتاثير الضغط ودرجة الحرارة

الحرارة الكامنه للانصهار : كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من حالة الصلابة الى حالة السيولة في نفس درجة الحرارة (بثبوت الضغط) . فالماء ينصهر في الصفر السليزي ووحداتها J / Kg(جول / كغم)

كمية الحرارة للانصهار = الكتلة × الحرارة الكامنه للانصهار

$$Q = m \times L_f$$

Q= كمية الحرارة اللازمة لانصهار المادة .
M= الكتلة
L= الحرارة الكامنة للانصهار

مثال١/ أحسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل قطعة من الجليد كتلتها 25g بدرجة حرارة 0C°٠ الى ماء عند درجة الحرارة نفسها.

الحل / كمية الحرارة = الكتلة × الحرارة الكامنة للانصهار

$Q=mL_1$

$Q = \frac{25}{1000} \times 335$ كمية الحرارة اللازمة Q = 8 . 375 KJ

مثال٢/ أحسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل 2Kg من الجليد بدرجة 15C°- إلى ماء بدرجة حرارة 25C° علما ان

الحرارة النوعية للماء 4200J والحرارة الكامنة لانصهار الجليد عند 0C° هي 335KJ / Kg والحرارة النوعية للجليد تساوي 2093J

الحل / لرفع درجة حرارة الجليد 15C°- يلزم تزويده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي كمية الحرارة = الحرارة النوعية للجليد × فرق درجات الحرارة

$Q_1 = mc_p\Delta T$

$= 2 \times 2093 \times [0 - (-15)]$

$= 2 \times 2039 \times 15$

$= 30 \times 2093$

Q_1 = 62790 Joule

لتحويل الجليد الى ماء عند درجة حرارة C°٠ يلزمنا تزويده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي .

كمية الحرارة = الكتلة × الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

ملاحظة: عند الحرارة الكامنة للانصهار يجب ان تحول Kj الى j ونضرب في 1000

$Q_2 = mL_f$

$= 2 \times 335$ KJ/Kg

$Q_2 = 670000$ Joule

ولرفع درجة حرارة الماء من 0C° الى 25C° نزوده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي:

كمية الحرارة = الكتلة × الحرارة النوعية للماء × فرق درجات الحرارة

$Q3 = m \times C_{water} \times \Delta T$

$= 2 \times 4200\ (25 - 0)$

$= 50 \times 4200$

$Q_3 = 210000\ Joule$

ولحساب كمية الحرارة التي تم تزويدها الجليد بها حتى اصبح ماء بدرجة حرارة 25C° يساوي .

$Q_{total} = Q_1\ Q_2 + Q_3$

$= 62790 + 670000 + 210000 = 942790\ Joule$ كمية الحرارة الكلية

التبخر : هو تصاعد جزيئات السائل التي في السطح بعد ان تكتسب طاقة كافية من المحيط لتفك ارتباطها بالسائل وتصبح بخار . لذا يبرد الجسم المحيط به .

الغليان : هو تحول السائل الى بخار سريع تحدث + جميع اجزاء السائل + درجة حرارة معينة تسمى درجة الغليان . ولكل مادة درجة غليان خاصة بها عند ضغط جوي معين .

الحرار الكامنه للتبخر : كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من حالة السيولة الى الحالة الغازية عند درجة الغليان.

كمية الحرارة اللازمة لتحويل السائل الى بخار في نفس الدرجة = الكتلة × الحرارة الكامنة للتصعيد

$$Q = m L_V$$

Q= كمية الحرارة M= الكتلة

L_V الحرارة الكامنة للتبخر وحداتها KJ / Kg

س / ترتفع درجة حرارة الجو تدريجيا وببطيء مع استمرار البرد (الوفر) ؟

ج/ لانه عند انجماد الماء فانه يمنح حرارة الى الجو

س / يرى الانسان زفيره في ايام الشتاء الباردة ؟

ج/ لتكاثف بخار الماء الدافئ الموجود في هواء الزفير بسبب برودة الجو

مثال/ أحسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل 3Kg من الماء درجة حرارته 20C° الى بخار درجة حرارته 110C° علما ان الحرارة النوعية للماء تساوي 4200J / Kg والحرارة الكامنة لتبخر الماء 2260KJ / Kg والحرارة النوعية لبخار الماء 2010J /Kg°C

الحل /

كمية الحرارة الكلية = كمية الحرارة اللازمة لتسخين الماء 20C° الى 100C° + كمية الحرارة اللازمة لتحويل الماء الى بخار عند درجة حرارة 1000C + كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة بخار الماء من100C الى

$$Qtotal = Q_1 + Q_2 + Q_3 = mc(T_2 - T_1) + mL_V + mc(T_3 - T_2)$$

$$= 3 \times 4200 \times (100 - 20) + 3 \times 2260 \times 10^3 + 3 \times 2010\,(110 - 100)$$

$$= 1008000 + 6780000 + 60300$$

Q_{total} كمية الحرارة الكلية = (7848300) Joule

طرائق انتقال الحرارة

١. التوصيل :

تنقل المواد الصلبة الحرارة بالتوصيل وتختلف المواد في نقلها للحرارة حسب التركيب الداخلي للمادة . فالفلزات مواد جيدة للتوصيل الحراري لاحتواءها على الكترونات حرة وتقارب ذراتها بينما في الخشب والمطاط يكون التوصيل الحراري ضعيف او رديئة التوصيل

التوصيلية الحرارية : ان مقدار الطاقة الحرارية المنتقلة خلال جسم ما بطريقة التوصيل يعتمد على خاصية تدعى التوصيلية الحرارية للمادة فلو اخذنا حالة انسياب الطاقة الحرارية خلال ساق معدنية طولها L (m) ومساحة مقطعها العرضي A (m^2) عزولة عزلا حراريا عن المحيط (محاطة بمادة عازلة حرارياً عن المحيط ويوضع احد طرفي الساق المعدني على لهب) والطرف الاخر يوضع في اناء فيه جريش من الثلج بدرجة ٠ ° C ويتطلب خلال عملية التسخين المحافظة على بقاء الفرق في درجات الحرارة ثابتا ومستمرا .

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

$$\text{الانحدار الحراري} = \frac{\text{فرق درجات الحرارة}}{\text{طول الجسم}} = \frac{\Delta T}{L}$$

س/ ما العلاقة بين انسياب الطاقة والانحدار الحراري

ج/ كلما زاد الانحدار الحراري يزداد مقدار انسياب الطاقة الحرارية

المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية = معامل التوصيل الحراري × مساحة المقطع العرضي × الانحدار الحراري

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

H : المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية بالتوصيل ووحداتها (واط)

A : مساحة المقطع ووحداتها m^2

ΔT : الفرق بدرجات الحرارة طول الساق (او سمكه)

K : معامل التوصيل الحراري ووحداته Watt / m . °C، واط / م . °س

ملاحظة / المواد الصلبة المختلفة لها معاملات توصيل (K) حرارية مختلفة.

علل / يستعمل رجال الاطفاء خوذة على الرأس مصنوعة من النحاس الاصفر بدلا من خوذة مصنوعة من النحاس الاحمر .

ج / وذلك لان معامل التوصيل للنحاس الاصفر اقل بكثير من معامل التوصيل الحراري للنحاس الاحمر فيكون نقل الحرارة للنحاس الاصفر اقل بكثير من توصيل النحاس الاحمر وهذا ماينفعهم في اثناء عملهم.

مثال١/ ساق من الحديد طوله 50cm ومساحة مقطعه $1cm^2$ وضع أحد طرفيه على لهب درجة حرارته 200C° ووضع طرفه الآخر ي جليد مجروش 0C° إذا كان الساق مغلفا بمادة عازلة علما ان معامل التوصيل الحراري للحديد يساوي 79watt / m . °C فأحسب. ١- الانحدار الحراري ٢- المعدل الزمني لانسياب الطاقة الحرارية

الحل /

1- الانحدار الحراري = $\frac{\Delta T}{L}$

الانحدار الحراري= $\frac{200-0}{50} \times 10^{-2} = 4 \times 10^{2} °C/m$

٢- المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية = معامل التوصيل الحراري × مساحة المقطع × الانحدار الحراري

$$H = KA\frac{\Delta T}{L} = 79 \times (1 \times 10^{-4}) \times (200 - 0) / 50 \times 10^{-2} = 3.16\, watt$$

مثال٢/ غرفة لها نافذة زجاجية ذات طبقة واحدة فاذا كان طول النافذة 2.2m وعرضها 2.1m وسمكها 5mm وعلى افتراض ان درجة حرارة سطح النافذة الزجاجية داخل الغرفة 22C° ودرجة حرارتها من الخارج 3C° أحسب المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية من الغرفة علما ان معامل التوصيل الحراري للزجاج 0.8W / m . °C ؟

الحل /

المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية =معامل التوصيل الحراري × مساحة المقطع العرضي × الانحدارالحراري

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

$$H = KA\,(T_2 - T_1) / L = 0.8 \times (2.2 \times 1.2) \times (22 - 3) / 0.005 \rightarrow H = 8026\, watt$$

س : ما هي تطبيقات على التوصيل الحراري ؟

١. استعمال المعادن لصناعة اواني الطبخ .
٢. استعمال مواد عازلة للمقابض في أواني الطبخ
٣. العزل الحراري عند بناء البيوت وذلك باستعمال مواد عازلة مثل الهواء والزجاج وغيرها من المواد . او قد يستعمل جدار مكون من طبقتين لهما سمكان مختلفان L1 L2 ولهما معامل توصيل مختلف . يعمل على العزل الحراري .

وبنفس الفكرة يصنع قنينة الترموس اذ يصنع من طبقة داخلية من البلاستك وخارجية من البوليسترين . لتقليل تسرب الحرارة .

س/ اذا وضع قالب من الثلج في صندوق من الالمنيوم ووضع قالب آخر مماثل للاول في صندوق من الخشب . فاي القالبين ينصهر اولا في درجة حرارة الغرفة.

ج / القالب الثلج الموضوع في صندوق الالمنيوم لان معامل التوصيل الحراري للالمنيوم اكبر من معامل التوصيل الحراري للخشب فيكون الالمنيوم نو نقل وتسريب للحرارة الى الثلج اكبر . فينصهر أولا.

٢. الحمل :

ان جزيئات المادة نفسها تتحرك وتنتقل من مكان لآخر وهو يحصل فقط بالموانع (لا يحصل للمواد الصلبة) . مثال ذلك مدفأة موضوعة - احد جوانب الغرفة فنرى بعد مدة من الزمن ان الغرفة كلها تصبح دافئة وهذا دليل على انتقال الحرارة وكذلك يحصل انتقال الحرارة بطريقة الحمل في المواد السائلة

س :عدد أنواع الحمل الحراري ؟

أ. الحمل الحراري الطبيعي الحر: وهو الحمل الذي يحصل في بيوتنا عند وضع المدافئ . بتاثير الجاذبية الارضية حيث يكون الهواء البارد اكبر كثافة فيهبط للاسفل لان القوة الصعودية له اقل من وزنه . بينما كثافة الهواء الساخن قليلة فيرتفع للاعلى حاملا معه الطاقة لان القوة الصعودية له أكبر من وزنه

ب. الحمل الحراري الاضطراري القسري : في هذا النوع يحرض المائع على الدوران من خلال تركيب مضخة او مروحة ي مجرى المائع ينشأ عنه فرق في الضغط يجبر الجزينات على الحركة . كما يحصل ٢ تبريد محرك السيارة حيث يعمل المحرك بتدوير مروحة ترفع الماء وتدوره . او كما يحصل عند وضع مشعات في الارض تسخن الهواء ليصعد للاعلى .

س / اي من طرائق انتقال الحرارة تستعمل في تبريد محرك السيارة وضح ، ذلك .

ج / يستعمل في تبريد السيارة الحمل الحراري الاضطراري القسري.

٣. الاشعاع:

هذا النوع من انتقال الحرارة يحصل في حالة عدم وجود وسط ناقل كما يحصل في التوصيل والحمل لذلك تنتقل حرارة الشمس الى الارض عن طريق الاشعاع اذ لايوجد وسط بين الشمس والغلاف الجوي للارض .

لذلك تنتقل الطاقة بواسطة الاشعة الكهرومغناطيسية وبسرعة الضوء والشمس تبعث الامواج من تحت الحمراء الى الاشعة البنفسجية

س : علام يعتمد مقدار الطاقة الاشعاعية المنبعثة من الاجسام ؟

١. طبيعة السطح الباعث للطاقة مثل :
   - ✓ مساحة سطحه فعند زيادة مساحة السطح تزداد الطاقة المنبعثة.
   - ✓ لون السطح مثلا السطح الاسود يشع طاقة تفوق كثيرا معدل اشعاع السطح ذو اللون الفاتح
٢. درجة الحرارة الاجسام تشع طاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية يمكن رؤيتها من الاحمر الى الابيض اذا كانت درجة حرارتها مرتفعة بينما تكون هذه الاشعاعات غير مرئية اذا كانت درجة حرارتها منخفضة فانها تشع الموجات تحت الحمراء .

وان الاجسام جيدة الاشعاع هي في نفس الوقت جيدة الامتصاص.

س : بماذا يختلف مقدار الطاقة الحرارية الممتصة ؟
ان مقدار الطاقة الحرارية الممتصة تختلف باختلاف ما يلي :
١. نوع المادة .
٢. لون المادة .
٣. مدى صقلها .

س : ما هي تطبيقات انتقال الحرارة بطريقتي الحمل والاشعاع :
١- البيوت البلاستيكية (بطريقة الاشعاع)
٢- السخان الشمسي (بطريقة الاشعاع)
٣- التدفئة المركزية (بطريقتي الحمل والاشعاع)
٤- التصوير الليلي بالاشعاع تحت الحمراء (طريقة الاشعاع)

طرائق انتقال الحرارة

التلوث الحراري : وهو مايقوم به الانسان من رفع درجة حرارة البر والجو والماء فيؤدي الى خلل في التركيبه البينية.
او تلوث المياه أو الجو بالمداخن او الفضلات التي تطرحها المحطات النووية .

س : ما اهم مصادر التلوث الحراري ؟
١. مصادر توليد الطاقة الكهربائية التي تسبب زيادة الحرارة في المياه والجو
٢. محطات الطاقة النووية

حل اسئلة الفصل الرابع

س١/ اختر العبارة الصحيحة من العبارات الاتية:

١- حينما يبدأ الماء بالتحول من حالة إلى أخرى فان درجة حرارته

a- ترتفع بمقدار درجة سيليزية واحدة b- تتغير باستمرار

c- تنخفض بمقدار درجة سيليزية واحدة ثم تثبت حتى تتحول كمية الماء جميعها

٢-عند اتصال الجسم الاول الذي درجة حرارته T_1 مع الجسم الثاني الذي درجة حرارته T_2 والمعزولين حراريا عن الوسط المحيط بهما فاذا كان $T_1 > T_2$ 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 المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية من زجاج شباك الغرفة إلى خارجها هو H فاذا قلت مساحة وسمك الزجاج الى النصف فان المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية يساوي

a- 4H b- 2H C- H d- H/2

$$SOL: \frac{H_1}{H_2} = \frac{K_1 A_1}{K_2 A_2} \times \frac{\frac{\Delta T}{L_1}}{\frac{\Delta T_2}{L_2}} \rightarrow \frac{H_1}{H_2} = \frac{A_1}{\frac{1}{2}A_2} \times \frac{\frac{1}{L_1}}{\frac{1}{2}L_1}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \qquad \therefore H_1 = H_2$$

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 فأن:

a- درجة حرارته ترتفع b-درجة حرارته تنخفض c-يمتص حرارة d-يبعث حرارة

٦- انتقال الحرارة في الفراغ يتم بواسطة :

a- الاشعاع فقط b- الحمل فقط c- والاشعاع والحمل فقط d - الاشعاع والحمل والتوصيل

٧- عند ثبوت كل من الكتلة ودرجة الحرارة فان كمية الحرارة لجسم يتوقف على:

a- حجم الجسم b- شكل الجسم c- نوعية مادة الجسم d- كل الاحتمالات السابقة كل الاحا

٨- عند تحول المادة من حالة السيولة إلى 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 صفر درجة سليزي . اي منها سيكون اطول عند درجة حرارة 250C°

ج / خلال جدول معامل التمدد الطولي نجد ان اكبر معامل تمدد طولي للالمنيوم ثم النحاس ثم الفولاذ . أي ان الالمنيوم سيكون هو الاطول والنحاس اقصر والفولاذ الاكثر قصرا .

٢. تضاف قضبان الفولاذ للاسمنت المسلح في الابنية لتقوية البناء فلماذا يعد الفولاذ مناسباً لتقوية الاسمنت

ج / لان معامل التمدد للاسمنت والفولاذ متساوي . مقداره $2 \times 10^{-6}(\frac{1}{c})$

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

ج / ان الماء الملامس للمحرك يسخن وقد تكون درجة حرارته أكبر من 100° سليزي فيتحول جزء منه الى بخار مما يؤدي الى توليد ضغط داخل المشع فاذا فتح الغطاء فسوف يخرج البخار والماء الحار بوجه الشخص لذلك يجب ان تنتظر لكي يتكثف البخار ويبرد الماء حيث ان حرارة الماء داخل المشع الحراري حار جدا .

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

ج / وذلك لان الجسم الاسود ممتص جيد للحرارة . مما يساعد في تسخين الماء بسبب زيادة الطاقة الشمسية الممتصة من قبل الجسم الاسود.

٥. الماء الذي في كاس الالمنيوم يتجمد قبل الماء في كاس الزجاج عند وضعهما في مجمد الثلاجة.

ج / ان الحرارة النوعية للالمنيوم اكبر من الحرارة النوعية للزجاج لانه موصل جيد فهو يفقد الحرارة بسرعة ويمتصها بسرعة .

٦. حينما نلمس قطعتان احدهما من حديد والأخرى 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 الغطاء يتمدد اكثر من تمدد الزجاج لان معامل التمدد الحراري للغطاء اكبر من الزجاج فيتمدد فيسهل فتحها.

المسائل

س١/ قطعة من الذهب كتلتها 100g ودرجة حرارتها 25C° وحرارتها النوعية 129J . °C أحسب :
a-السعة الحرارية للقطعة b- درجة حرارة قطعة الذهب اذا زودت بكمية من الحرارة مقدارها 516Joule

ج/
-a
السعه الحرارية = الكتلة × الحرارة النوعية
M كتلة $c = mc_P$
C الحرارة النوعية $c = 0.1 \times 129$
السعه الحرارية $c = 12.9\, J/°C$

-b
كمية الحرارة = الكتلة × الحرارة النوعية × الفرق بدرجات الحرارة .

$$C = m\, C_p (T_2 - T_1)$$
$$516 = 0.1 \times 129$$
$$\Delta T = \frac{516}{12.9} = 40°C \rightarrow \Delta T = T_2 - T_1$$
$$40 = T2 - T1 \rightarrow T2 = 40 + 25°$$
T_2 = 65 °C درجة حرارة القطعة

س٢/ ماهي كمية الحرارة التي فقدتها كتلة 160g من بخار ماء بدرجة 100C° حين أصبح الماء بدرجة 20C°.

ج / عندما يتكثف البخار يعطي الحرارة الكامنه للتبخير ومقدارها الحرارة الكامنه للتبخر
L_V الحرارة الكامنة للتبخر $Q=mL_V$
كمية الحرارة = الكتلة × الحرارة الكامنه للتبخير (للتصعيد)
نضرب الحرارة الكامنة للتبخر × 1000
لكي نحولها الى جول 1000 × 2260 وليس كيلو جول

$$Q = 0.160 \times 2260 \times 1000$$
$Q_1 = -3616100J$ وهو فقدان لانه تكثيف لذلك نضع علامة سالب

<u>عندما يبرد الى 20° يعطي</u>

$$Q_2 = m\, C_p\, \Delta T$$

كمية الحرارة = ك × الحرارة النوعية × التغير بدرجة الحرارة

$$Q_2 = 0.60 \times 4200 \times (100 - 20)$$
$$Q_2 = 672 \times 80 = -53760\, J$$
(Q_2+Q_1) كمية الحرارة الكلية المفقودة = مجموع
Q_{total} = - 3616100 + (-53760) = - 415360

س٣/ اناء سعته الحرارية 50C °/Joule يحتوي 0.5Kg ماء بدرجة حرارة 10C° أضيف الى الماء الموجود في الاناء كمية من الماء الساخن كتلتها 1Kg، في درجة الحرارة 80C° كم تصبح درجة الخليط النهائية .

ج / كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة
المكتسب هو المسعر والماء = الفاقد هو الماء الحار

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

Q_1 كمية الحرارة التي يكتسبها المسعر
Q_2 كمية الحرارة التي يكتسبها الماء
Q_3 كمية الحرارة التي يفقدها الماء الحار (1Kg)

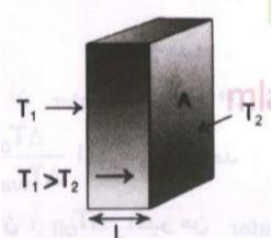
$$C\Delta T + mP_C\Delta T = m\,C_P\,\Delta T$$

للسعر للماء البارد للماء الحار

$$50\,(T_2 - 10) + 0.5 \times 4200\,(T_2 - 10) = 1 \times 4200 \times (80 - T_2)$$
$$50\,T_2 - 500 + 2100\,T_2 - 21000 = 336000 - 4200\,T_2$$
$$50\,T_2 + 2100\,T_2 + 4200\,T_2 = 336000 + 500 + 21000$$
$$6350\,T^2 = 35750$$
$$T_2 = \frac{357500}{6350} = 56.3°C$$ الدرجة النهائية للخليط

س٤/ حائط من الطابوق مساحته الجانبية $10m^2$ سمكه 15Cm احسب المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية اذا كانت درجتا الحرارة الجانبية لهما $T_1 = 20\ °C, T_2 = 10°C$. لاحظ الشكل المجاور علما ان معامل التوصيل الحراري للطابوق 0.63w /m.°C

ج/ المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية =معامل التوصيل الحراري × مساحة المقطع العرضي × الانحدار الحراري .



H المعدل الزمني لانتقال الطاقة الحرارية
K معامل التوصيل الحراري . $H = KA\,\frac{\Delta T}{L}$
A مساحة المقطع العرضي .
$(\frac{\Delta T}{L})$الانحدار الحراري (ΔT درجتا الحرارة الجانبية ، L سمك الحائط)

$$A = 10\,m^2 \qquad L = 15Cm = 0.15m$$
$$H = 0.63 \times 10 \times \frac{20 - 10}{0.15}$$
$$H = 6.3 \times \frac{10}{0.15} = \frac{63}{0.15}$$
$$\therefore H = 420\ watt$$

س٥/ عند تسخين ثلاث كميات من الماء كتلتها $m_1 = 0.5\ kg$, $m_2 = 0.1\ kg$, $m_3 = 1\ kg$ على مواقد متماثلة لمدة ثلاث دقائق ما كمية الماء التي تسخن اكثر ؟ ولماذا ؟

ج/ كتلة الماء الاقل (0.1كيلو غرام) هو الذي يسخن اكثر وتكون درجة حرارته اعلى لانه بثبوت كمية الحرارة المعطاه . كلما قلت الكتلة زادت درجة حرارتها . لان $Q = m\,C_P\,\Delta T$ اي ان العلاقة بين m الكتلة ودرجة الحرارة التناسب عكسي بثبوت كمية الحرارة.

س٦/ تم تسخين ولنفس المدة كمية من الماء كتلتها 0 .5 Kg وكمية من الزيت لها نفس الكتلة.أي الجسمين يسخن اكثر ؟ ولماذا ؟

ج / يسخن أكثر الذي له حرارة نوعية اقل . اذ بثبوت كمية الحرارة المعطاه . كلما قلت الحرارة النوعية للمادة Cp زادت درجة حرارة الجسم فيسخن الزيت اكثر لان Cp له اقل.

$m_w = m_{oil}$

$Q_{water} = Q_{oil}$

$m_w \times C_{pw} \times \Delta T_w = m_{oil} \times Cp_{oil} \times \Delta T_{oil}$

$\frac{Cp_{water}}{cp_{oil}} = \frac{\Delta T_{OIL}}{\Delta T_{WATER}}$

وبما أن CP_{water} أكبر من Cp_{oil} فيكون:

$\frac{\Delta T_{oil}}{\Delta T_{WATER}}$ أكبر من الواحد

اي ان : ΔT_{oil} أكبر من ΔT_{water}
اي يسخن الزيت اكثر

س٧/ ما كمية الحرارة التي تكتسبها كمية من الماء كتلتها 200g عندما ترتفع درجة حرارتها من 20C الى 80C°

ج/

$Q = m\,Cp\,(T_2 - T_1)$
$Q = 0.200 \times 4200\,(80 - 20)$
$Q = 0.200 \times 4200 \times 60$
$Q = 50400J$ كمية الحرارة المكتسبة (جول)

س٨/ ما كمية الحرارة التي يفقدها جسم من النحاس كتلته 500g عندما تنخفض درجة الحرارة من 75C° الى 25C°

ج/

$Q = m\,cp\,(T_2 - T_1)$
$Q = 0.500 \times 387 \times (25 - 75)$
$Q = 0.5 \times 387\,x - 50$

$Q = -9675J$ (جول) كمية الحرارة المفقودة

س٩/ ما درجة الحرارة النهائية لكمية من الماء كتلتها 300g ودرجة حرارتها الابتدائية 20C° عندما تكتسب كمية من الطاقة مقدارها 37800 جول .

ج/

$Q = m\,cp(T_2 - T_1)$
$37800 = 1260T_2 - 25200$
$37800 + 25200 = 1260\ T_2$
$T_2 = \frac{63000}{1260} = 50\ C°$

س١٠/ وضعت كمية من الماء كتلتها 0.5Kg ودرجة حرارته 20C° 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°

ج/ لتحويل الماء من درجة حرارة 20سليزي الى صفر.

$$Q = mcp\,(T_2 - T_1)$$
$$Q = 0.5 \times 4200 \times (0 - 20)$$
$$Q_1 = 2100 \times -20 = -42000J$$

* ولتحويله من ماء بدرجة الصفر الى جليد كذلك في الصفر

$$Q_2 = m\,C_f$$

C_f الحرارة النوعية للجليد

$Q_2 = 0.5 \times 335 \times 1000$
$Q_2 = -167500JOUl$ الاشارة سالبة لانها فقدت حرارة

* ولتحويله من جليد في الصفر الى جليد في -5

$$Q = m\,Cp\,(T_2 - T_1)$$
$$Q_3 = 0.5 \times 2093 \times (-5 - 0)$$
$$Q = 1046.5\,x - 5$$
$Q3 = -5232.5\ J$ (جول)
$Q_3 + Q_2 + Q1$ وكمية الحرارة الكلية هي المجموع
$Q_{Total} = -42000-167500-5232.5$
$Q_{Total} = -214732.5\ Joul$

الفصل الخامس : الضوء

الضوء : هو الطاقة التي تؤثر في العين وتحدث الابصار وتمكننا من رؤية الاجسام من حولنا .
أول من فسر الابصار (الرؤية) هو العالم الحسن ابن الهيثم من خلال انعكاس الضوء الساقط على الاجسام.

س/ ما هي النظريات التي فسرت الضوء؟

١. النظرية الدقائقية لنيوتن : وقد افترض نيوتن ان الضوء عبارة عن سيل من الجسيمات الصغيرة جدا (الدقائق) المنتشرة في وسط ما. وقد فسر بموجبها ظواهر الانعكاس والانكسار وانتشار الضوء بخطوط مستقيمة في الوسط المتجانس. (تفسيره لظاهرة الانكسار كانت خاطئة)

٢. النظرية الموجية لهايجنز : وقد افترض ان الضوء موجات، وقد فسر بموجبها ظواهر الانعكاس والانكسار والتداخل و الحيود، وقد وافقه ماكسويل بنظريته التي افترض ان الضوء موجات كهرومغناطيسية الذي لم يستطع تفسير اشعاع الجسم الاسود والظاهرة الكهروضوئية.

ملاحظة : ترددات الطيف الكهرومغناطيسي تتضمن ترددات موجات الضوء المرئي التي اطوالها الموجية تمتد من 400nm وهو اللون البنفسجي الى 700nm وهو اللون الاحمر

٣. النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل : اعتبر العالم ماكسويل أن كل شعاع ضوئي عبارة عن موجة كهرومغناطيسية وبذلك عزز النظرية الموجية الا أن النظرية الكهرومغناطيسية عجزت عن تفسير اشعاع الجسم الاسود والظاهرة الكهروضوئية.

٤. نظرية الكم لماكس بلانك: الذي افترض ان الضوء هو عبارة عن رزم محددة من الطاقة غير قابلة للتجزئة تدعى كمات او (فوتونات)، وان طاقة الفوتون تتناسب طردياً مع تردد الاشعاع.

طاقة الفوتون: ثابت بانك ×تردد الاشعاع $E = h.f$

E=طاقة الفوتون بوحدة الجول

h ثابت بلانك = 6.63×10^{-34} J. s

f= تردد الاشعاع بوحدة Hz

التردد = سرعة الضوء / الموجي الطول $f = \frac{c}{\lambda}$

F = التردد

c= سرعة الضوء

λ= طول الموجة

س / ما هي الامور التي اخفقت النظرية الكهرومغناطيسية في تفسيرها ؟
ج / ① اشعاع الجسم الاسود ② الظاهرة الكهروضوئية

س / ما هي النظرية التي استطاعت تفسير الظاهرة الكهروضوئية واشعاع الجسم الاسود ؟
ج / نظرية الكم لماكس بلانك

السنة الضوئية : هي المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ بسرعة $3 \times 10^8\ m/s$ في مدة 365 يوم والتي تقدر بحوالي $10^{13}\ km$

المصدر النقطي للضوء : عندما يجتاز الضوء حاجزا يحتوي على فتحة قطرها اصغر بكثير من الطول الموجي $d << \lambda$ عندها تعد هذه الفتحة مصدرا نقطيا للضوء.

ملاحظة : ينبذ الضوء من المصدر النقطي منتشرا بجميع الاتجاهات.

مثال١/ أحسب تردد الضوء البنفسجي الذي طوله الموجي (400nm) . علماً أن سرعة الضوء في الفراغ = C = 3 × 10^8 m/s

الحل / التردد = $\frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{الطول الموجي}}$

$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{400\times10^{-9}} = 7.5 \times 10^{14}$ Hz تردد الضوء البنفسجي

مثال٢/ ما طاقة فوتون الاشعاع للضوء الاخضر الذي طوله الموجي 500nm ؟

الحل / طاقة الفوتون = ثابت بلانك × التردد

$$E = h.f \rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$$

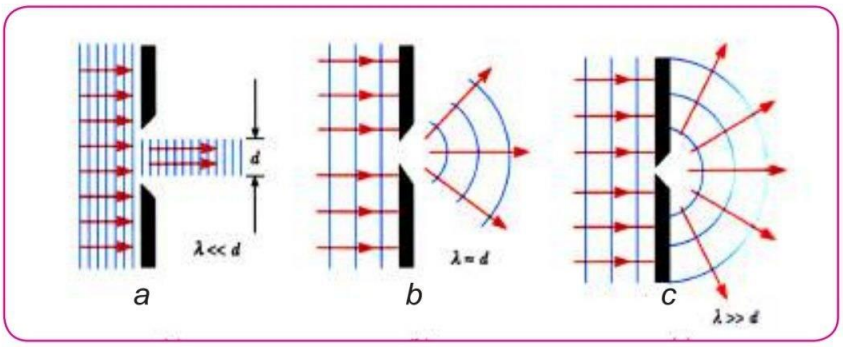
$$E = \frac{h.c}{\lambda} \rightarrow \lambda = 555nm = 555 \times 10^{-9}m$$

$E = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{555\times10^{-9}} = 3.58 \times 10^{-19}J$ طاقة فوتون الاشعاع للضوء الاخضر

المصدر النقطي للضوء

ان موجات الضوء تسي بخط مستقيم في الاوساط المتجانسة فاذا صادف ان موجات الضوء هذه سقطت على فتحة دائرية قطرها d اكبر بكثير من طول موجة الضوء فأن الضوء سيخرج بخطوط مستقيمة.

اما اذا كانت الفتحة d تساوي الطول الموجي λفأن الضوء سيخرج في جميع الاتجاهات، اما اذا كانت الفتحة صغيرة جدا نسبة للطول الموجي d <<λ عندئذ تعد هذه الفتحة مصدرا نقطيا للضوء .



مبدأ هايكنز :

مبدأ هايكنز : ينص على ان
(كل نقطة من نقاط جبهة الموجة المفترضة تعد مصدرا نقطياً لتوليد موجات ثانوية كروية تسمى المويجات)

ملاحظة : ممكن مشاهدة مبدأ هايكنز في موجات البحر التي تصدم بالحواجز الموضوعة قرب الساحل كما في الشكل

قوة الاضاءة

قوة الاضاءة (I)

قوة الاضاءة المنبعثة من مصدر ضوئي بأنها (كمية الطاقة الضوئية المرئية المنبعثة من مصدر ضوئي، ووحداته الشمعة القياسية cd (كانديلا)

السيل الضوئي (Φ)

ذلك الجزئ من سيل الاشعاع الذي يولد احساساً ضونياً في العين، فهو مقياس لقوة اضاءة المصدر، والسيل الضوئي هو لتقييم تأثير الاشعة الضوئية ← العين. تقاس بوحدة اللومن Lm

السيل الضوئي = 4π قوة اضاءة المصدر

$$\phi = 4\pi I$$

حيث ان :

I = قوة اضاءة المصدر (بوحدات الشمعة القياسية)

ϕ= السيل الضوئي بوحدة اللومن

اللومن: هو السيل الضوئي الساقط على وحدة المساحة ($1m^2$) من سطح كروي نصف قطره متر واحد ويقع في مركزه مصدر ضوئي نقطي قوة إضاءته شمعة قياسية واحدة (cd).

شدة الاستضاءة

شدة الاستضاءة: E

السيل الضوئي الساقط عمودياً على وحدة المساحة من هذا السطح. وحدته اللوكس Lux

شدة الاستضاءة = $\frac{\text{السيل الضوئي}}{\text{المساحة}}$ $E = \frac{\phi}{A}$

حيث ان :

E= شدة الاستضاءة (وحداتها لومن / م ^{2}) ويساوي Lux = Lm/m ^{2}

A= المساحة m^2

ϕ= السيل الضوئي (لومن Lm)

وهناك جهاز الفوتوميتر تقاس به شدة الاستضاءة E

قانون التربيع العكسي

قانون التربيع العكسي:

شدة الاستضاءة E تتناسب طردياً مع السيل الضوئي للمصدر وعكسياً مع مربع المسافة بين المصدر الضوئي النقطي والسطح المستضيء المواجه للمصدر الضوئي

وفق العلاقة :

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

حيث ان :

ϕ= السيل الضوئي الساقط عموديا على المساحة

r = البعد للمصدر عن السطح المستضيء

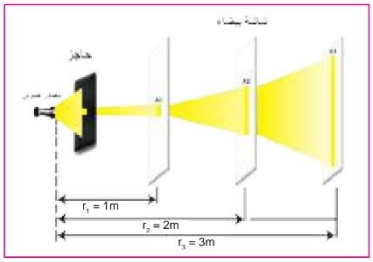
وهذه المعادلة تتحقق في حالة سقوط الاشعة عموديا على السطح من مصدر نقطي.

إذا كان لدينا سطحين مضاءين بنفس السيل الضوئي ولكن بعدهما مختلف، فيمكن تطبيق هذا القانون:

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

س / كيف يمكن زيادة شدة الاستضاءة على سطح مضاء ؟

١. بزيادة السيل الضوئي الساقط على السطح المضاء
٢. نقصان المسافة بين المصدر الضوئي النقطي والسطحي المضاء .



نشاط : شدة الاستضاءة لمصدر ضوئي تتناسب عكسيا مع مربع بعد المصدر عن السطح المشاء

ادوات النشاط :

مصدر ضوئي ، حاجز فيه فتحة مربعة الشكل ، شاشة بيضاء

الخطوات :

١. نثبت الحاجز امام المصدر الضوئي ونجعل الشاشة على بعد متر واحد ($r_1 = 1\ m$) من المصدر فسوف يظهر على الشاشة سطحا مضاء والذي مساحته A_1
٢. نجعل الشاشة على بعد مترين ($A_2 = 2\ m$) فسوف يظهر سطح مضاء مربع الشكل مساحته A_2 تساوي أربع مرات بقدر A_1
٣. نجعل الشاشة على بعد ثلاث أمتار ($A_3 = 3\ m$) فسوف نستلم على الشاشة سطح مضاء مربع الشكل مساحته A_3 تساوي تسع مرات بقدر A_1

الاستنتاج :

وبهذا نستنتج أن شدة الاستضاءة على السطح تتناسب تناسبا عكسيا مع مربع بعده عن المصدر الضوئي النقطي.

أي أن $E\ \alpha\ \frac{1}{r^2}$

مثال ١ :وضعت شاشة بيضاء بمستوي عمودي على اتجاه سقوط اشعة ضوئية من مصدر نقطي قوة اضاءته (5 cd) . احسب مقدار شدة الاستضاءة على الشاشة اذا كان بعده عن المصدر (5 m)

ج / شدة الاستضاءة = $\frac{\text{قوة الاضاءة}}{\text{مربع البعد عن المصدر}}$

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

مثال ٢ : مصباح قوة اضاءته (32 cd) يبعد (0.6 m) عن شاشة وهناك مصباح اخر من الجهة الثانية من الشاشة يبعد عنها (1.2 m) فاذا تساوت شدة الاستضاءة على وجهي الشاشة ، ما مقدار قوة اضاءة المصباح الثاني ؟

ج / معطيات السؤال $I_1 = 32\ cd \quad , \quad r_1 = 0.6\ m \quad , \quad r_2 = 1.2\ m$

المطلوب حسابة قوة اضاءة المصباح الثاني I_2

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2} \rightarrow \frac{32}{(0.6)^2} = \frac{I_2}{(1.2)^2} \rightarrow \frac{32}{0.36} = \frac{I_2}{1.44} \rightarrow I_2 \times 0.36 = 32 \times 1.44$$

$$I_2 = \frac{32 \times 1.44}{0.36} = \frac{32 \times 144}{36} = 32 \times 4$$

I_2= 128cd قوة اضاءة المصباح الثاني

س / علام تعتمد شدة الاستضاءة في حالة السقوط العمودي

ج/ تعتمد شدة الاستضاءة على العوامل الاتية :

١. قوة اضاءة المصدر الضوئي I حيث $E \propto I$

٢. البعد بين السطح والمصدر (r) حيث $E \propto I$

س / لماذا ينصح باستعمال تظليل زجاج السيارات في المناطق الحارة

ج/ يمتص زجاج السيارة جزء من اشعة الشمس وجزء منها ينفذ وجزء ينعكس واغلب الاشعة الضوئية تنفذ داخل السيارة فيؤدي الى سخونة ما بداخلها لذا ينصح باستعمال تظليل زجاج السيارات لتشتيت الطاقة الحرارية وعدم نفاذها من الزجاج المضبضب .

اسئلة الفصل الخامس

س١ / اختر العبارة الصحيحة:

١- ينتشر الضوء الصادر عن مصدر نقطي في الفراغ.

a- باتجاه واحد b- باتجاهين c- بجميع الاتجاهات d- جميع الاحتمالات السابقة

٢- عند انتقال حزمة من الضوء بصورة مائلة من وسط لآخر فالكمية التي لا تتغير هي:

a- اتجاهها b- انطلاقها c- طولها الموجي d - ترددها

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

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

توضيح/ $\frac{E_1}{E_2}=\frac{r_1^2}{r_2^2}\rightarrow\frac{E_1}{2E_1}=\frac{r_1^2}{r_2^2}\rightarrow r_2^2=\frac{1}{2}\rightarrow r_2=0.707$

٤- تقاس قوة الاضاءة بوحدة

a- شمعة قياسية (candle) b- Lux c- Watt d- Lumen

٥- تقاس شده الاستضاءة بوحدة

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

حيث $Lux=\frac{Lumen}{m^2}$

6- كلما إزداد بعد السطح المضاء بوساطة مصدر نقطي فأن شدة الاستضاءة للسطح:

a- تقل b- تزداد C- لا تتاثر d- كل الاحتمالات السابقة

تقل حسب قانون التربيع العكسي. $E=\frac{\phi}{4\pi r^2}$ $E\alpha\frac{1}{r^2}$

٧- 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

لا يتغير لان السيل الضوئي الساقط لا يعتمد على نصف قطر التكور

س٢/ مصباحان قوة اضاءة الاول تسعة امثال قول اضاء الثاني وكانت المسافة بينهما $1m$. اين يجب وضع فوتومتر بين المصدرين لكي تصبح شدة الاستضاءة متساوية على جانبي الفوتومتر.

ج/

$$E_1 = \frac{I_1}{r_1^2}, \quad E_2 = \frac{I_2}{r_2^2}, \quad E_1 = E_2$$

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

وبجذر الطرفين نحصل على $\frac{3}{X} = \frac{1}{1-X}$

$X = 3 - 3x \rightarrow x = \frac{3}{4} = 0.75\ m$ بعد المصدر عن الفوتومتر

س٣/ وضع مصباح قوة اضاءته $(12cd)$ على بعد $(1.2m)$ من فوتومتر ووضع في الجهة الثانية منه مصباح آخر على بعد $(1.32m)$ فتساوت شدة الاستضاءة على جانبي الفوتومتر. احسب قوة اضاءة المصباح الثاني .

ج/ شدة الاستضاءة = $\frac{\text{قوة اضاءة المصدر}}{\text{مربع المسافة}}$

$$E_1 = \frac{I_1}{r_1^2} \rightarrow E_1 = \frac{12}{(1.2)^2}$$

$$E_2 = \frac{I_2}{r_2^2} \rightarrow E_2 = \frac{I_2}{(1.32)^2}$$

$$E_1 = E_2$$

$$\therefore \frac{12}{(1.2)^2} = \frac{I_2}{(1.32)^2} \rightarrow I_2 = \frac{12 \times 1.74}{1.44} = 14.5cd$$

$r = 2.5m$

س٤/ مصباح مضيء يسلط عموديا على صفحة كتاب سيلا ضوئيا مقداره $(100Lm)$ ما بعد المصباح عن الكتاب؟إذا كانت شده اضاءته $(4Lux)$.

ج/ شد الاستضاءة = $\frac{\text{السيل الضوئي}}{\text{المساحة السطحية}}$ $E = \frac{\phi}{4\pi r^2}$

$$4 = \frac{100\pi}{4\pi r^2} \rightarrow 4 = \frac{25}{r^2} \rightarrow r^2 = \frac{25}{4} = 6.25$$

$$r = 2.5$$

س٥/ في ليلة مقمرة كان القمر فيها بدرا، شدة الاستضاءة $(0.6Lux)$. جد قوط اضاءة القمر في تلك الليلة علما ان المسافة بين الارض والقمر $(3.84\times 10^8 m)$

ج/ شدة الاستضاءة = $\frac{\text{قوة الاضاءة}}{\text{مربع البعد}}$ $E = \frac{I}{r^2}$

$$0.6 = \frac{I}{(3.84 \times 10^8)^2}$$

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

س٦ / فوتون ضوئى طول موجة اشعاعه (600nm) . ما مقدار طاقة هذا الكم علماً ان ثابت بلانك يساوي 6.63×10^{-34} ؟

ج/ طاقة الفوتون = ثابت بلانك× التردد.

$$E = h.f \rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$$

$$E = h.\frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^{8}}{600 \times 10^{-9}}$$

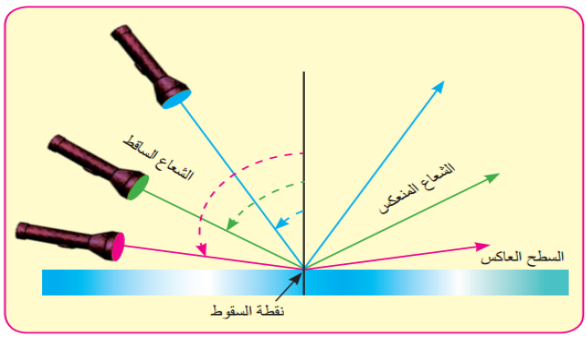
$$E = \frac{19.89}{600} \times 10^{-17}$$

$$E = 3.315 \times 10^{-19}\ J$$

الفصل السادس : انعكاس وانكسار الضوء

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

س/ ماذا يحصل للضوء الساقط على جسم شفاف؟
ج/ اذا سقط الضوء على سطح ما انعكس جزء منه ونفذ جزء آخر من خلال الجسم الشفاف وامتص الباقي من لدن ذلك السطح.



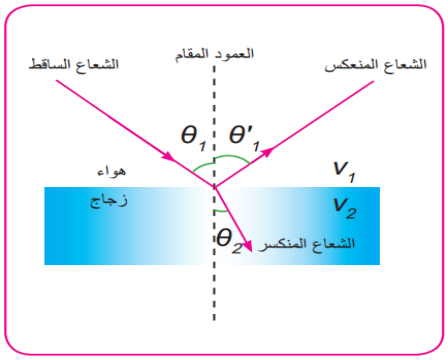
س : لماذا يبدو القلم مكسورا عند وضعه بصورة مائلة في كأس يحتوي على ماء ؟
س : لماذا تبدو السمكة في حوض فيه ماء على عمق اقل من عمقها الحقيقي ؟
ج / بسبب ظاهرة انكسار الضوء.

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

س/ في اي وسط ينكسر الضوء ؟
ج/ في الوسط الثاني سواء كان قادم من وسط اقل كثافة أو أكثر كثافة

س/ ما المقصود بالكثافة الضوئية؟
ج/ الكثافة الضوئية للوسط اشفاف هي صفة للوسط الشفاف تعتمد عليها سرعة الضوء المار فيه. فكلما كبرت الكثافة الضوئية قلت سرعة الضوء فيه والعكس صحيح.

س / ارسم شكلا يوضح مسار الاشعة الضوئية الساقطة والمنعكسة والمنكسرة



ج /

θ_1 : زاوية السقوط ،

θ'_1 : فتحة زاوية الانعكاس

θ_2 : زاوية الانكسار

الرمز v_1 : سرعة الضوء في الوسط (المادة)الشفاف الاول.

والرمز v_2 : سرعة الضوء في الوسط الشفاف الثاني .

انعكاس الضوء وقانون الانعكاس

نشاط : انعكاس الضوء

ادوات النشاط : مصدر ضوئي ذو حزمة ضوئية متوازية (مثل ضوء الليزر) ، مرآة مستوية ، مادة لاصقة لتثبيت المرآة ، ورقة أو لوح شفاف رسمت عليه منقلة مدرجة.

الخطوات :

١. نثبت المرآة على المنقلة بواسطة المادة اللاصقة.
٢. نسقط وبصورة مائلة اشعة الليزر باتجاه المرآة المستوية فأننا سنلاحظ انعكاس الضوء من سطح المرآة من نقطة تدعى نقطة السقوط.
٣. نرسم عمودا على الورقة من نقطة سقوط الشعاع الضوئي ويسمى هذا العمود (العمود المقام على السطح العاكس)
٤. نسجل زاوية السقوط (الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام) ولتكن θ_1 ونسجل زاوية الانعكاس (الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام) ولتكن θ'_1
٥. نغير قياس زاوية السقوط لعدة قيم ونسجل زاوية الانعكاس في كل مرة ونثبت ذلك في جدول مثل الجدول التالي:

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

الاستنتاج :

① زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

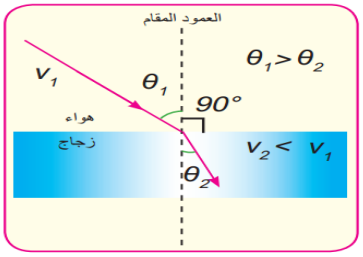
② الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والغمود المقام على السطح العاكس من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوي واحد.

س / ما هو انعكاس الضوء ؟ وما هما قانونا الانعكاس ؟
ج / انعكاس الضوء : هو ظاهرة ارتداد الضوء الساقط على سطح فاصل بين وسطين الى الوسط الذي قدم منه.

قانونا الانعكاس:
القانون الاول : الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والغمود المقام على السطح العاكس من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوي واحد.
القانون الثاني : زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.

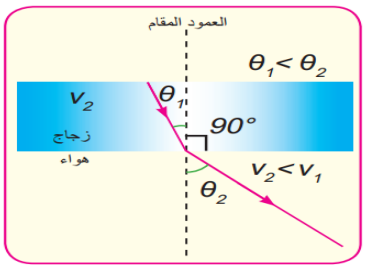
انكسار الضوء وقانون الانكسار

س/ هل تتغير سرعة الضوء عند انتقاله من وسط الى آخر؟
ج / نعم تقل سرعة الضوء في الوسط نو الكثافة الضوئية العالية، ففي الزجاج تقل سرعة الضوء عما هي في الهواء.



اذا انتقل الشعاع الضوئي بصورة مائلة من وسط قليل الكثافة الضوئية الى وسط اخر أكبر كثافة من الوسط الشفاف الاول فان الضوء ينكسر مقتربا من العمود المقام . أي أن زاوية الانكسار تكون أصغر من زاوية السقوط. مثل انكسار الضوء عند انتقاله مائل من الهواء الى الزجاج.لاحظ الشكل لمجاور.

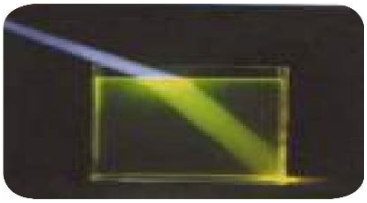
أما اذا انتقل الضوء من وسط شفاف كبير الكثافة الضوئية الى وسط اخر اقل كثافة ضوئية من الوسط الاول فانه ينكسر مبتعدا عن العمود المقام أي أن زاوية الانكسار تكون أكبر من زاوية السقوط. مثل انكسار الضوء عند انتقاله مائلا من الزجاج او الماء الى الهواء.لاحظ الشكل المجاور.



زاوية الانكسار θ_2، زاوية السقوط θ_1
سرعة الضوء في الوسط الاول v_1
سرعة الضوء في الوسط الثاني v_2

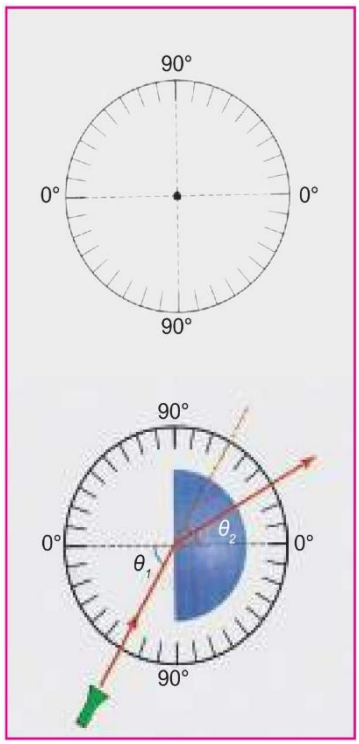
نشاط : انعكاس الضوء

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



الخطوات :

١. نرتب أدوات النشاط كما في الشكل. مع ملاحظة بانه يفضل ان يكون مكان العمل ذو خلفية مظلمة .
٢. نسقط الشعاع الضوئي بحيث يكون عمودياً على السطح الفاصل بين الوسطين الشفافين (الهواء والماء) نلاحظ بان الضوء ينفذ على استقامته وبصورة عمودية على السطح الفاصل بين الوسطين من غير ان ينحرف (او ينكسر) . اي ان الشعاع الضوئي لا ينكسر
٣. 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.
٤. على الورقة حدد السطح الفاصل بين الوسطين والشعاع الساقط والشعاع المنكسر وكذلك العمود المقام على السطح الفاصل من نقطة السقوط . نلاحظ بان الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام كلها تقع في مستو واحد عمودي على السطح الفاصل .
٥. باستعمال المنقلة جد قيمة الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام ، أي زاوية السقوط (θ_1) . كذلك جد قيمة الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام ، اي زاوية الانكسار (θ_2) نلاحظ بانهما غير متساويتين .
٦. غير عدة مرات قيمة زاوية السقوط . نلاحظ تغير قيمة زاوية الانكسار المناظرة لها في كل حالة ،
٧. 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 ($\sin \theta_1$) 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 :

س/ اذكر قانونا الانكسار ؟

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

القانون الثاني : النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار يساوي مقدار ثابت.

معامل الانكسار وقانون سنيل

معامل الانكسار من الوسط الشفاف الاول الى الوسط الشفاف الثاني ، أو ما يسمى بمعامل الانكسار النسبي بين وسطين شفافين هو النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الشفاف الاول وجيب زاوية الانكساري الوسط الشفاف الثاني.

$$1\ n_2 = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \dots\dots (1)$$

$\sin\theta_1$ جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الاول.
$sin\theta_2$ جيب زاوية الانكسار للشعاع المنكسر في الوسط الشفاف الثاني.
$_1 n_2$=معامل الانكسار النسبي بين الوسطين الشفافين (من الوسط الاول الى الوسط الثاني)

وكذلك :

$$1\ n_2 = \frac{v_1}{v_2} \dots . (2)$$

V_1 *سرعة الضوء في الوسط الاول.*
V_2 *سرعة الضوء في الوسط الثاني.*

بعد مساواة (1) و (2) نحصل على :

$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{sin\theta_1}{sin\theta_2} \text{ -- } (3)$$

ومن مبدأ هايجنز

$$\therefore \frac{sin\theta_1}{sin\theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \dots . . (4)$$

وبمساواة معادل (٣) و (٤) نحصل على

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \text{ ------(5)}$$

حيث λ_1 اطول موجة الضوء في الوسط الشفاف الاول
λ_2وطول موجة الضوء في الوسط الشفاف الثاني
اذا كان الوسط الشفاف الأول هو الفراغ فان $V_1 = C$

حيث C سرعة الضوء وتساوي 3×10^8
لهذا فان n يسمى معامل الانكسار المطلق معامل الانكسار المطلق

معامل الاكسار المطلق = $\frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة الضوء في الوسط}}$ $n = \frac{c}{v}$ --(6)

سرعة الضوء في الوسط = v ،
سرعة الضوء في الفراغ = c ،
معامل الانكسار المطلق =n

مثال١/ وجد ان سرعة الضوء في وسط شفاف تساوي $1.56\times 10^8 m/s$ جد معامل الانكسار المطلق لهذا الوسط اذا علمت ان سرعة الضوء ـ الفراغ تساوي $(3\times 10^8 m\ s)$

الحل / معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف = $\frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة الضوء في الوسط الشفاف}}$

$$n=\frac{C}{V}=\frac{3\times10^8}{1.56\times10^8}=\frac{3}{1.56}$$

معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف n : هو نسبة سرعة الضوء في الفراغ الى سرعته في الوسط الشفاف $n=\frac{c}{v}$
حيث n معامل الانكسار المطلق ، c سرعة الضوء في الفراغ ، v سرعة الضوء في الوسط الشفاف

ملاحظة ١ : معامل انكسار المطلق للفراغ هو n = 1 ، أي أن سرعة الضوء في الفراغ = سرعة الضوء في الهواء.
ملاحظة ٢ : معامل الانكسار مقدار بدون وحدات

معامل الانكسار النسبي بين وسطين شفافين $_1n_2$: هو النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الشفاف الاول v_1 وسرعة الضوء في الوسط الشفاف الثاني v_2

$$_1n_2=\frac{v_1}{v_2}$$

قانون سنيل : معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الاول × جيب زاوية السقوط = معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الثاني × جيب زاوية الانكسار فيه

الصيغة الرياضية لقانون سنيل :

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

n_1 : معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الاول
n_2 : معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الثاني
$\sin\theta_1$: جيب زاوية السقوط في الوسط الشفاف الاول
$\sin\theta_2$: جيب زاوية الانكسار في الوسط الشفاف الثاني

س / اشتق علاقة (صيغة) رياضية لقانون سنيل

معامل الانكسار بين وسطين شفافين يعطى بالعلاقة :

$$_1n_2 = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \quad \ldots..(1)$$

وكذلك معامل الانكسار بين وسطين شفافين :

$$_1n_2 = \frac{v_1}{v_2} \quad \ldots..(2)$$

نلاحظ الطرف الايسر من معادلة ① ومعادلة ② هو نفسه ، اذن معادلة ① = معادلة ② ويكون :

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \quad \ldots..(3)$$

معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الاول يعطى بالعلاقة :

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \quad \ldots..(4)$$

ومعامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الثاني :

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \quad \ldots..(5)$$

وبقسمة معادلة ⑤ ÷ معادلة ④ نحصل على :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad \ldots..(6)$$

ومن تساوي الطرف الايسر لمعادلة ③ مع الطرف الايمن لمعادلة ⑥ نحصل على قانون سنيل :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \rightarrow n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$$

ملاحظة مهمة : نستنتج من كل القوانين السابقة :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \lambda_1/\lambda_2$$

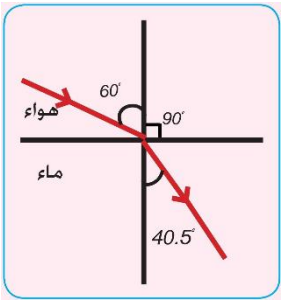
مثال٢/ سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح الماء بزاوية سقوط قياسها (60°) وكانت زاوية انكساره في الماء تساوي (40.5°) . جد معامل الانكسار المطلق للماء ؟ (مع العلم بان sin60° = 0.866 , ° = ٦٤٩. ٠ sin40.5)

الحل / من قانون سنيل :

$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2 \rightarrow n_1 \times sin60° = n_2 \times sin40.5°$$

$$1 \times 0.866 = n_2 \times 0.649$$

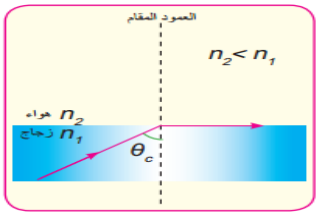
$$n_2 = \frac{0.866}{0.649} = 1.33$$



الزاوية الحرجة والانعكاس الكلي الداخلي

اذا انتقل الضوء من وسط شفاف كبير الكثافة الضوئية الى وسط شفاف اخر اقل منه كثافة ، فأن الشعاع النافذ للوسط الشفاف الثاني (الشعاع المنكسر) ينكسر مبتعدا عن العمود المقام (زاوية الانكسار اكبر من زاوية السقوط) وكلما كبرت زاوية السقوط كبرت زاوية الانكسار ولكن تبقى دائما زاوية الانكسار اكبر من زاوية السقوط .
في حالة معينة تكون زاوية الانكسار قائمة (90°) عندها تسمى زاوية السقوط في الوسط الشفاف الاكبر كثافة ضوئية بالزاوية الحرجة .
عندما نستمر بزيادة زاوية السقوط في الوسط الاكبر كثافة ضوئية بحيث تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة يرتد الضوء الى الوسط الشفاف الاول ويسلك الحد الفاصل بين الوسطين سلوك عمل مراه مستوية .

س/ ما هي الزاوية الحرجة ؟ وما شروط حدوثها ؟
الزاوية الحرجة: هي زاوية السقوط في الوسط الاكثف ضوئيا ، والتي زاوية انكسارها قائمة (90°) في الوسط الآخر الاقل منه كثافة ضوئية.



شروط حدوث الزاوية الحرجة :
١. ان ينتقل الضوء من وسط ذو كثافة عالية الى وسط شفاف آخر أقل منه كثافة.
٢. عندما تكون زاوية الانكسار في الوسط الاقل كثافة ضوئيا تساوي زاوية قائمة (90°).

وإذا زادت زاوية السقوط في الوسط الاكثف ضوئيا ، عن الزاوية الحرجة فأن الاشعة الضوئية سوف لا ينفذ منها أي جزء الى الوسط الثاني الاقل كثافة. أي لا ينكسر بل تنعكس بأكملها كليا، داخليا من السطح الفاصل بين الوسطين. حسب قانونا الانعكاس وتسمى هذه الظاهرة بالانعكاس الكلي.

س / ما هو الانعكاس الكلي ؟ وما شروط حدوثه ؟
الانعكاس الكلي : هو ارتداد الضوء المنتقل من وسط شفاف كبير الكثافة ضوئية الى وسط شفاف اخر اقل منه كثافة ضوئية عندما تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

شروط حدوث الانعكاس الكلي :
١. ينتقل الضوء من وسط شفاف كبير الكثافة الضوئية الى وسط شفاف اخر اقل كثافة ضوئية .
٢. يجب أن تكون زاوية السقوط في الوسط الأكثف ضوئيا أكبر من الزاوية الحرجة .

معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف = $\frac{1}{\text{جيب الزاوية الحرجة}}$ $\qquad n = \frac{1}{\sin\theta_c}$

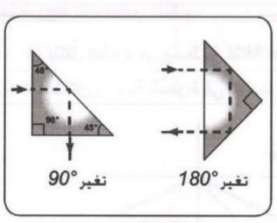
س/ علل، بتألق الماس بسقوط الضوء عليه ؟
ج/ لأن الزاوية الحرجة صغيرة جدا حيث تساوي 24.4 وإن معامل انكساره المطلق كبير حوالي 2.42، فالضوء الداخل في الماس يعاني عدة انعكاسات كلية ثم يخرج بعدها الى عين الناظر مكسبا الماس ذلك البريق المتألق.

مثال٣/ اذا علمت ان الزاوية الحرجة (41.1°) للضوء المنتقل من مادة شفافة الى الهواء. فما هو معامل الانكسار المطلق لهذه المادة ؟ مع العلم بان (sin41 .1 = 0.657)

الحل / لدينا العلاقة :

$$n = \frac{1}{sin\theta_c} = \frac{1}{sin41.1^\circ} = \frac{1}{0.657} = 1.52$$

س/ ما هي تطبيقات الانعكاس الكلي ؟



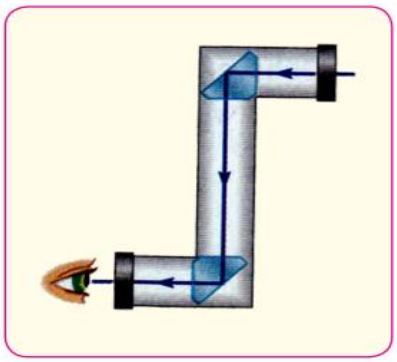
١. الموشور العاكس : وهو موشور زجاجي قائم ذو زوايا (45° ، 90° ، 45°) فيغير مسار الاشعة الضوئية بزاوية (90°) أو بزاوية (180°)
٢. جهاز البيروسكوب : والذي يستعمل في الغواصات لرؤية الاجسام فوق سطح الماء

س / ما هو سبب حدوث ظاهرة السراب ؟
ج / الانعكاس الكلي الداخلي للضوء.

س / ايهما افضل في عكس الاشعة الضوئية الموشور العاكس أم المراة المستوية ؟ وضح ذلك؟
ج / الموشور العاكس افضل من المرآة المستوية لان الضوء ينعكس انعكاسا كليا داخليا بنسبة مقاربة الى 100% بينما المرآة النموذجة عادة تعكس الضوء بسنبة تصل الى 90% .

س / علل عند استعمال الموشور بدل من المرآة في الناظور والبيروسكوب فان الصورة تكون واضحة وحادة المعالم؟
ج / لان الموشور يعكس الضوء بنسبة مقاربة الى 100% بينما المرآة في افضل حالاتها تصل الى 90% .

شكل يمثل الناظور ذي الموشورين


شكل يمثل البيروسكوب

الالياف البصرية (بصريات الالياف)

س / ما هي الالياف البصرية (الضوئية) ؟ وما هو مبدأ عملها ؟

الالياف البصرية: هي الياف زجاجية او بلاستيكية رقيقة تستعمل لنقل الضوء من مكان الى آخر حسب ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي، حيث يدخل الضوء داخل الليف ويحصل له انعكاسات كلية حتى يخرج من الجهة الثانية وينقل الصورة. اذ يكون معامل انكسار السطح الداخل لليف ذو معامل انكسار اقل بقليل من قلب الليف البصري .

عندما تسقط اشعة ضوئية على احد طرفي الليف البصري بزاوية اكبر من الزاوية الحرجة يحدث انعكاس كلي للضوء داخل الليف البصري وقد يستمر الاف الكيلومترات بفقدان جزء بسيط جدا من الضوء وبكفاءة عالية جدا ، ويبقى الشعاع الضوئي يتعكس داخل الليف البصري الى أن يخرج من الطرف الاخر ولا يخرج من الجدران.

س / ما هي تطبيقات الالياف البصرية ؟

١. تستعمل في الطب : في عملية التنظير أي النظر الى داخل الجزء المراد فحصه في جسم الانسان. مثل ناظور الاندوسكوب وناظور الارثوسكوب .
٢. تستعمل في فحص الاجزاء الداخلية في المكائن والاجهزة الالكترونية وكذلك في فحص المفاعلات النووية .
٣. تستخدم لنقل المعلومات الضوئية والسمعية عبر المحيطات والقارات وهي محملة على اشعة الليزر وكذلك تستخدم لنقل الانترنت عبر البحار.

اسئلة الفصل السادس

س١/ اختر العبارة الصحيحة.

١- اي من العبارات الاتية تعبر عن قانوني الانعكاس ؟

a-زاوية السقوط تساوي ضعف زاوية الانعكاس
b- زاوي السقوط تساوي نصف زاوية الانعكاس
c-زاوي السقوط تساوي زاوية الانعكاس
d-زاوية السقوط تساوي الجذرالتربيعي لزاوية الانعكاس

٢- سرعة الضوء في الزجاج؟

a-اقل من سرعة الضوء في الفراغ
b- أكبر من سرعة الضوء ٤ الفراغ
c- تساوي سرعة الضوء في الفراغ
d -جميع الاحتمالات السابقة

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

a- طاقة الاشعاع الضوئي
b-زخم الاشعاع الضوئي
c-معامل الانكسار النسبي بين الوسطين الشفافين
d-تردد الاشعاع الضوئي

٤ - وحدة معامل الانكسار المطلق لمادة شفافة هي .

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

س ٢ : ما سبب تالق الماس؟

وذلك بسبب صغر زاويته الحرجة حيث حوالي 24.40 . وان معامل انكساره كبير 2.42 الساقط والنافذ الى داخله يعاني عدة انعكاسات كلية ثم يخرج فيكسب ذلك البريق واللمعان.

س ٣ : أيهما اكثر عكسا للضوء الموشور ام المرأة المستوية ؟ ولماذا؟

الموشور اكثر عكسا للضوء ، لان الضوء في الموشور العاكس ينعكس انعكاسا كليا داخليا بنسبة 100%، اما في المرأة فيحصل امتصاص للضوء الساقط عليها فهي تعكس نسبة حوالي 90%.

س ٤ : ما قانونا الانعكاس ؟ وما قانونا الانكسار ؟

قانونا الانعكاس:

١- الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد.
٢- زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.

قانونا الانكسار:

١- الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستو واحد عمودي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين
٢- النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار يساوي مقدار ثابت.

س ٥ : أذكر الصيغة الرياضية لقانون ستيل موضحا المعنى الفيزياوي لكل رمز؟

قانون سنيل :

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

n_1 = معامل الانكسار المطلق للوسط الشفاف الاول.
$sin\theta_1$ جيب زاوية السقوط فيه.
n_2 معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني.
$sin\theta_2$ جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني.

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

الزاوية الحرجة هي زاوية السقوط في الوسط الاكثف ضوئيا والتي زاوية انكسارها قائمة 90° في الوسط الآخر الاقل نسبة كثافة ضوئية. والزاوية الحرجة لها علاقة بمعامل الانكسار المطلق لمادة شفافة هي :

$$n = \frac{1}{sin\theta_c}$$

θ_c : الزاوية الحرجة.

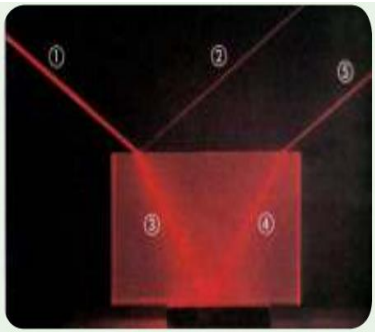
n : معامل الانكسار المطلق لمادة شفافة.

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

يعني ان النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وسرعة الضوء في الوسط الشفاف والذي هو الهواء، أو الماء تساوي ١.٣٣

معامل الانكسار المطلق للماء : $\frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة الضوء في الوسط}}$

$$n = \frac{c}{V}$$



س ٧ : في حالة ان يكون الشعاع (1) هو الشعاع الساقط في الشكل المجاور فما هي الاشعة المنعكسة والاشعة المنكسرة من الاشعة الحمراء الأربعة الأخرى؟

الشعاع رقم ② والشعاع رقم ④ اشعة منعكسة

الشعاع رقم ③ والشعاع رقم ⑤ اشعة منكسرة

المسائل

س ١ : إذا 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 ؟

ج/

$$2.42 = \frac{3\times10^8}{V} \leftarrow \quad n = \frac{c}{V}$$

$$V = \frac{3\times10^8}{2.42} = 1.24\times10^8 m/s$$

س ٢ : إذا علمت ان سرعة الضوء في أحد المواد الشفافة تساوي $(\frac{c}{1.52})$ حيث سرعة الضوء في الفراغ، فما معامل انكساره المطلق.

ج/ سرعة الضوء في المادة الشفافة $V = \frac{C}{1.52} \rightarrow V = \frac{3\times10^8}{1.52} = 1.97\times10^8 m/sec$

معامل الانكسار المطلق للمادة الشفافة $n = \frac{c}{v} \rightarrow n = \frac{3\times10^8}{1.97\times10^8} = 1.52$

طريقة أخرى للحل /

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

س ٣ : اذا كان معامل الانكسار المطلق للماء $(\frac{4}{3})$ ومعامل الانكسار المطلق لأحد أنواع الزجاج يساوي $(\frac{3}{2})$ . . جد مقدار الزاوية الحرجة بين هذين الوسطين؟ . (مع العلم بان sin62 .75 = 0.889)

ج/

$$sin\theta_c = \frac{4/3}{3/2} = \frac{4}{3}\times\frac{2}{3} = \frac{8}{9}$$

sin 0 = 0.889

$$sin\theta_c = 0.889$$

حيث n_1 معامل الانكسار للوسط الشفاف الاكثف ضوئيا (الزجاج) ويساوي $\frac{3}{2}$

n_2 معامل الانكسار المطلق للوسط الاقل كثافة (ماء) ويساوي $\frac{4}{3}$

$\therefore$ الزاوية الحرجة $\theta = 62.75°$

الضوء انتقل من الزجاج الى الماء فالزاوية الحرجة θ_c حدثت في الزجاج .

س ٤ : سقط ضوء من الهواء على سطح الماء بزاوية سقوط قياسها (30°) فانعكس جزء منه وأنكسر جزء آخر، فإذا علمت ان معامل الانكسار المطلق للماء $(\frac{4}{3})$ جد : a- زاوية الانعكاس. b- زاوية الانكسار.
(مع العلم بان sin22.02° =0.375، sin30° = 0.5°)

a) زاوية الانعكاس تساوية زاوية السقوط30° .
b) من قانون سنيل :

$$1 \times sin30 = (4/3)sin\theta_2$$
$$sin\theta_2 = 0.375 \qquad \therefore \theta_2 = 22.02° \text{ زاوية الانكسار}$$

طريقة أخرى للحل / $n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$

$$1 \times 0.5 = \frac{4}{3} sin\theta_2$$
$$sin\theta_2 = \frac{3 \times 0.5}{4} = \frac{1.5}{4} = 0.37$$
$$\therefore \theta_2 = 22.02° \quad \text{زاوية الانكسار}$$

س ٥ : إذا كانت سرعة الضوء في الجليد $(\frac{c}{1.31})$ حيث (C) سرعة الضوء في الفراغ. جد الزاوية الحرجة للضوء المنتقل من الجليد الى الهواء ؟ sin49.73° = 0.76

ج/

$$n_1 = \frac{c}{v} = \frac{c}{\frac{c}{1.31}} = \frac{c}{1} \times \frac{1.31}{c} = 1.31$$
$$sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \ , \qquad n_2 = 1$$
$$sin\theta_c = \frac{1}{1.3} = 0.76 \rightarrow \theta_c = 49.73$$

س ٦ : يسقط ضوء من الهواء على مادة شفافة معامل انكسارها المطلق يساوي (1.5) وبزاوية سقوط قياسها (30°) . جد:
a- زاوية الانكسار.
b- طول موجة الضوء في الماء الشفافة إذا كانت طول موجته في الهواء تساوى (600nm)
(مع العلم بان$\sin 19.45 = 0.333$ ، $\sin 30° = 0.5$)

ج/ a-

$$[n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2]$$
$$1 \times \sin 30 = 1.5 \times \sin\theta_2$$
$$1 \times 0.5 = 1.5 \times \sin\theta_2$$
$$\sin\theta_2 = \frac{0.5}{1.5} = 0.333$$

$\theta_2 = 19.45°$ زاوية الانكسار

b-

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{\sin 30}{\sin 19.45} = \frac{600 \times 10^{-9}}{\lambda_2}$$

$$\frac{0.5}{0.333} = \frac{600 \times 10^{-9}}{\lambda_2}$$

$$\lambda_2 = \frac{0.33 \times 600 \times 10^{-9}}{0.5} = 400 \times 10^{-9} m$$

الفصل السابع : المرايا

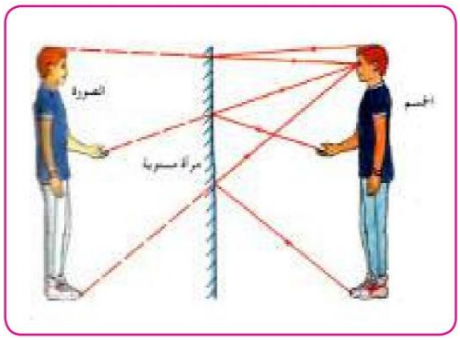
المرايا : هي اجسام صقيلة عاكسة للضوء انعكاسا منتظما وهي على نوعين (المرايا المستوية و المرايا الكروية).

المرايا المستوية

المرايا المستوية: هي سطح مستو صقيل ينعكس عنه الضوء انعكاساً منتظماً ويجب ان يكون سطحه ناعماً جداً وامتصاص الضوء قليل، وهذا يتوفر في المعادن.

تصنع المراة المستوية المستعملة في حياتنا من الزجاج يطلى احد وجهيه بأحد مركبات الفضة أو الالمنيوم ويعتبر هو السطح العاكس.

س : علام تعتمد جودة المراة المستوية ؟
تعتمد على نوعية الزجاج و درجة صقله.



س : عدد صفات الصورة المتكونة في المرايا المستوية ؟
١. الصورة معتدلة وليست مقلوبة.
٢. كبر الصورة نفس كبر الجسم.
٣. بعد الجسم عن المرأة يساوي بعد الصورة عن المرأة.
٤. صورة وهمية (خيالية تقديرية غير حقيقية) أي لا يمكن تسليمها على حاجز.
٥. معكوسة الجوانب.

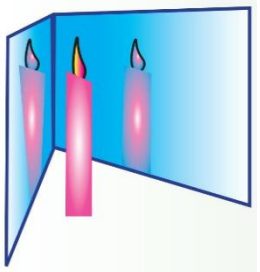
علل : كلمة إسعاف التي تكتب على مقدمة سيارات الإسعاف تكتب معكوسة ؟
وذلك لان عند وضع كتابة أمام المرآة المستوية فإن الكتابة في الصورة معكوسة لذا تكتب بشكل معكوس ليراها سائق السيارة التي أمامها في مرآة سيارته معتدلة ويفسح له الطريق

س : كيف يمكن تحديد موقع الصورة في المرآة المستوية ؟ و ما القانون الذي يحدد كيفية تشكيل الصور في المرأة ؟
يمكن تحديد موقع الصورة في المرآة المستوية بأستعمال مخطط الاشعة ray diagram والقانون الذي يحدد كيفية تشكيل الصور في المرأة هو قانونا الانعكاس .

تعدد الصور في المرايا المتزاوية

تجد في صالونات الحلاقة لقص الشعر مرآتين مستويتين متقابلتين أحداهما أمامك والأخرى خلفك وعندما تجلس على كرسي الحلاق تشاهد صورا لا متناهية لجسمك حيث ترى صورا أمامية تتبعها صوراً خلفية وهكذا أي ترى الجزء الخلفي من رأسك.

نشاط ١ : عدد الصور المتكونة لجسم في مرآتين بينهما زاوية .
ادوات النشاط : مرآتين مستويتين.شمعة متقدة ، منقلة



الخطوات :
١. ثبت المرأتين على سطح أفقي بحيث يكون سطحاهما العاكسين متزاويين
٢. ضع شمعة متقدة بينهما ثم انظر إلى المرآتين كم صورة ترى للشمعة ؟
٣. نقيس الزاوية بين المرأتين لقياسات مختلفة . (90° . 60° . 30°) " لاحظ عدد الصور المتكونة وسجل ملاحظاتك .

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

عدد الصور المتكونة = $\frac{360°}{\text{الزاوية بين المراتين}}$ -1

$$n = \frac{360°}{\theta} - 1$$

n عدد الصور المتكونة.
θ الزاوية بين المرأتين.

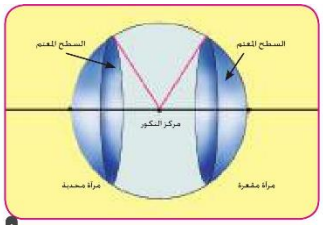
ملاحظات عن المراة المستوية/
١. تكون الصورة حسب قوانين الانعكاس
٢. اذا كانت المراتين متوازيتين ووضع بينهما جسم فان عدد الصور المتكونة مالا نهاية
٣. تكون المراة المستوية صورة واحدة هي بقدر كبر الجسم أينما وضع الجسم

مثال / وضع جسم بين مراتين مستويين الزاوية بينهما (24) كم يكون عدد الصور المتكونة للجسم ؟

الحل/ عدد الصور المتكونة = $(\frac{360°}{\text{الزاوية بين المراتين}}) - 1$

$n = \left(\frac{360°}{\theta}\right) - 1 \rightarrow n = \left(\frac{360°}{24°}\right) - 1 \rightarrow n = 15 - 1 = 14$ عدد الصور

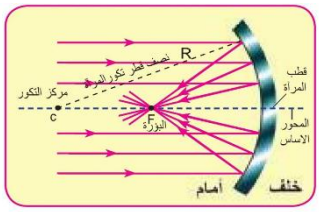
المرايا الكروية



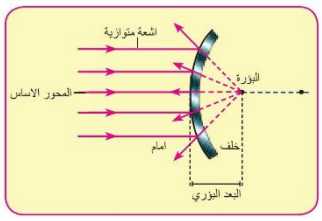
المرايا الكروية : وهي المرايا التي يكون فيه السطح العاكس جزءاً من سطح كرة مجوفة، فإذا كان السطح العاكس هو السطح الداخلي سميت مراة مقعرة وإذا كان السطح العاكس هو السطح الخارجي سميت مرآة محدبة.

مفاهيم

- مركز تكور المراة : هو مركز الكرة الذي اقتطع منها سطح المراة . (c)
- قطب المرأة (v) : هو النقطة التي تتوسط سطح المرأة الكروية.
- المحور الأساسي للمرأة : هو الخط الواصل بين مركز تكور المرأة وقطبها.
- نصف قطر تكور المرأة (R) : وهو نصف قطر الكرة التي اقتطع منه سطح المرأة.
- بؤرة الكرة (F): هي نقطة واقعة على المحور الأساسي للمرآة والناتجة عن التقاء الأشعة المنعكسة عن سطح المرأة أو امتداداتها والساقطة اصلا بصورة موازية للمحور الأساس.
- البعد البؤري (f) : هو البعد بين قطب المرأة وبؤرتها، والبعد البؤري لتكور المرأة = f $= \frac{1}{2} R$



شكل (7-9)



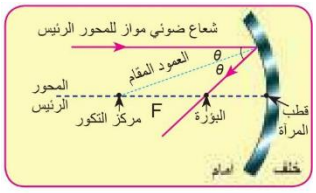
س : كيف يمكن تحديد رسم الصورة المتكونة في المرآة الكروية :

١. الشعاع الضوئي الموازي للمحور الأساسي للمرأة المقعرة ينعكس مارا ببؤرتها الحقيقية . إما الشعاع الموازي للمحور الأساسي للمرأة المحدبة فينعكس بحيث امتداده يمر ببؤرتها التقديرية .

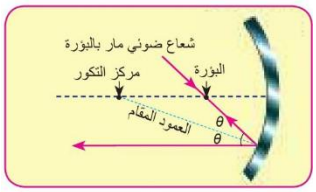
٢. الشعاع الضوئي (او امتداده) المار في بؤرة المرأة ينعكس موازيا لمحورها الاساسي.

٣. الشعاع المار بمركز تكور المرآة المقعرة يرتد على نفسه بعد الانعكاس والشعاع الذي يتجه نحو مركز تكور المرآة المحدبة ينعكس على نفسه أيضا. .

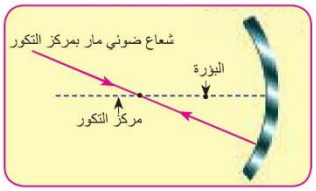
كل هذه الأشعة خاضعة لقانوني الانعكاس



شكل (7-11)



شكل (7-12)

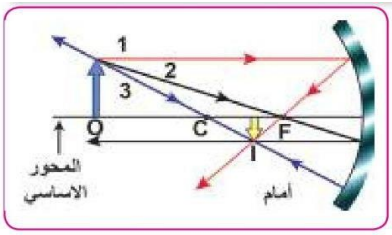


نشاط ٢ : تكون الصور في المرايا المقعرة
ادوات النشاط : مراة مقعرة ، حامل مراة ، شمعة ، قطعة كارتون بيضاء (شاشة)

الخطوات :

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

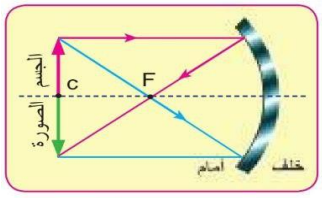
نستنتج :
يمكن تجميع الاشعة الصادرة من لهب الشمعة على الحاجز ، كما لاحظنا ان الجسم والصورة يقعان في جهة واحدة بالنسبة للمرأة المقعرة مثل هذا النوع من الصور التي تنتج عن تجميع الاشعة المنعكسة على حاجز تسمى صورة حقيقية اما الصورة التي تنتج من امتدادات الاشعة المنعكسة تدعى الصورة الخيالية .



شكل (7-15)

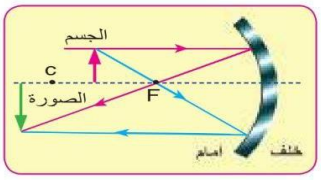
خصائص الصور المتكونة في المرأة المقعرة:

١- إذا كان الجسم يبعد عن المرأة اكبر من ضعف بعدها البؤري. (2f)
صفات الصورة
- (حقيقية - مقلوبة - مصغرة)
- تقع بين البؤرة ومركز التكور.



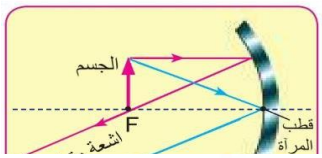
شكل (7-16)

٢- إذا كان بعد الجسم في مركز التكور (c) (على بعد ضعف البعد البؤري)
صفات الصورة:
- (حقيقية - مقلوبة - بكبر الجسم)
- واقعة في مركز التكور (في الموقع نفسه) .



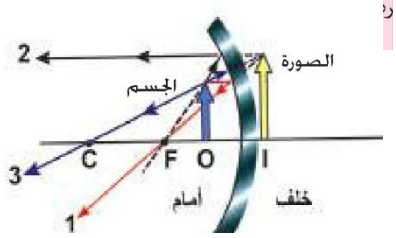
شكل (7-17)

٣- اذا كان الجسم بين البؤرة ومركز التكور.
صفات الصورة:
- (حقيقية - مقلوبة – أكبر من الجسم (مكبرة))
- واقعة ابعد من مركز التكور.

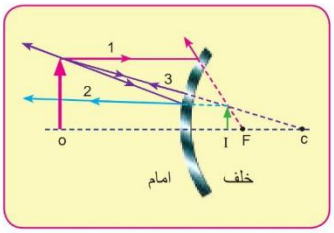


٤- إذا كان الجسم يقع على بعد يساوي البعد البؤري أي واقع في البؤرة F . فان الاشعة تنعكس متوازية

٥- اذا كان الجسم بين المرأة (قطب المرأة) والبؤرة (اقل من البعد البؤري).
صفات الصورة
- (خيالية -معتدلة-مكبرة)
- تقع خلف المرأة .



خصائص الصور المتكونة في المرأة المحدبة



صفات الصورة :

- (خيالية - مصغرة - معتدلة)
- لا يمكن تسلمها على حاجز لانها خيالية (وهمية)

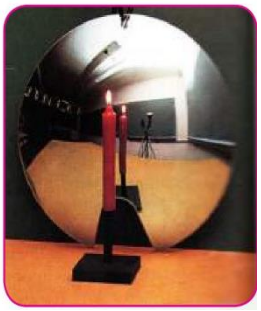
إذا أسقطنا شعاعا ضوئيا من جسم مضئ بشكل موازٍ للمحور الاساس فأنه سينعكس بحيث أن امتداده سيمر بالبؤرة وإذا أسقطنا شعاعا آخر من رأس الجسم متجها نحو البؤرة فسينعكس موازيا للمحور الأساس.

أن المرأة المحدبة تفرق الأشعة الضوئية الساقطة عليها ولذلك يطلق عليها اسم المرأة المفرقة .

نشاط ٣ : الصورة المتكونة في المرأة المحدبة

ادوات النشاط : مرأة محدبة ، حامل المرأة ، شمعة حاجز

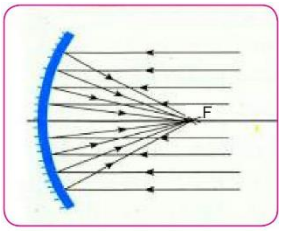
الخطوات :



١. امسك المرأة بيدك وانظر الى سطحها العاكس ماذا ترى ؟ ماصفات الصورة التي تراها ؟ هل هي معتدلة أم مقلوبة أم مكبرة أم مصغرة ؟
٢. قرب المرأة منك حينا وابعدها حينا آخر
٣. سجل ملاحظاتك ضع المرأة على الحامل ثم أوقد الشمعة وضعها أمام المرأة ومقابل سطحها العاكس .
٤. 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 ؟

نستنتج :

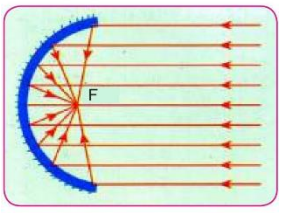
مهما كان بعد الجسم عن المرأة فان صفات الصورة هي خيالية . معتدلة مصغرة



شكل (7-22)

الزيغ الكروي: هو عدم تجمع الأشعة المنعكسة من سطح مرأة كروية في نقطة واحدة، مما يسبب تكون صورة مشوهة وغيرواضحة.

ذلك ان الأشعة الساقطة على المرأة المقعرة والموازية للمحور الأساسي، والقريبة منه بعد انعكاسها تمر بالبؤرة. أما الأشعة الساقطة والبعيدة عن المحور الأساسي والمنعكسة عن اطراف المرأة، فأنها تنعكس قريب من البؤرة أي مبتعدة عن البؤرة بأتجاه القطب، وليس في البؤرة ، كما في الشكل:



شكل (7-23)

س : كيف يمكن التخلص من الزيغ الكروي

تضع المرأة بشكل قطع مكافئ ذات بؤرة نقطية ، ويفضل استعمال مرآة صغيرة الوجه كما في الشكل

المعادلة العامة للمرايا الكروية

$$\frac{1}{\text{بعد الصورة}} + \frac{1}{\text{بعد الجسم}} = \frac{1}{\text{البعد البؤري}}$$

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

f : البعد البؤري.
u : بعد الجسم عن قطب المرأة.
v : بعد الصورة عقطب المرأة.

ملاحظات :

- يكون بعد الجسم (u) موجبا اذا كان الجسم حقيقيا امام المرآة وساليا اذا كان الجسم خيالياً (تقديرياً) خلف المرآة . (في نظام مكون من عدسة ومرآة كروية)
- يكون بعد الصورة (V) موجباً اذا كانت الصورة حقيقية وسالياً اذا كانت الصورة خيالية تقديرية
- يكون البعد البؤري (f) موجباً اذا كانت المرأة مقعرة ، وسالباً اذا كانت المرأة محدبة .

قانون التكبير في المرايا

تسمى النسبة بين طول الصورة المتكونة في المرايا الكروبة الى طول الجسم بالتكبير (magnification) ويرمز له M كما انها تساوي نسبة بعد الصورة الى بعد الجسم عن المراة

$$\text{التكبير} = \frac{\text{طول الصورة } h'}{\text{طول الجسم } h} = \frac{-\text{بعد الصورة } v}{\text{بعد الجسم } u}$$

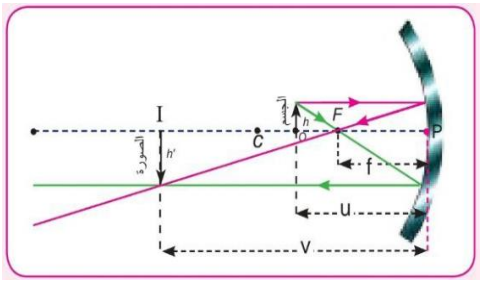
$$M = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u}$$

M : التكبير.
h : طول الجسم.
h' : طول الصورة.

ملاحظات :

- طول الصورة تكون اشارته موجبة بالصورة المعتدلة (نحو الاعلى) وتكون اشارته سالبة للصورة المقلوبة (نحو الاسفل)
- طول الجسم تكون اشارته موجبة للجسم المعتدل (نحو الاعلى) وتكون اشارته سالبة للجسم المقلوب (نحو الاسفل) .
- تكون اشارة التكبير سالبة عندما تكون الصورة حقيقية مقلوبة بالنسبة للجسم .
- تكون اشارة التكبير موجبة عندما تكون الصو رة خيالية معتدلة بالنسبة للجسم .

كما أن مقدار التكبير يعكس لنا مدى تكبير الصورة أو تصغيرها : .
١. أذا كان التكبير M > ١ فأن الصورة تكون مكبرة بالنسبة للجسم .
٢. فأذا كان التكبير M < ١ فأن الصورة تكون مصغرة بالنسبة للجسم .
٣. أذا كان التكبير M = ١ فأن الصورة تكون مساوية للجسم .
٤. يكون التكبير اشارته موجبة للصورة المعتدلة (نحو الاعلى)
٥. وتكون اشارته سالبة للصورة المقلوبة الحقيقية (نحو الاسفل) .



مثال١/ مرآة مقعرة بعدها البؤري (20cm) جد موضع الصورة المتكونة وصفاتها ومقدار التكبير لجسم موضوع على بعد (30cm) امام المرأة

الحل / لدينا العلاقة : $\frac{1}{\text{البعد البؤري}} = \frac{1}{\text{بعد الجسم}} + \frac{1}{\text{بعد الصورة}}$

بما ان المراة مقعرة فان f تعوض باشارة موجبة :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{30} = \frac{3-2}{60} + \frac{1}{6} \rightarrow v = 60cm$$

الصورة حقيقية مقلوبة وعلى بعد ابعد من مركز التكور

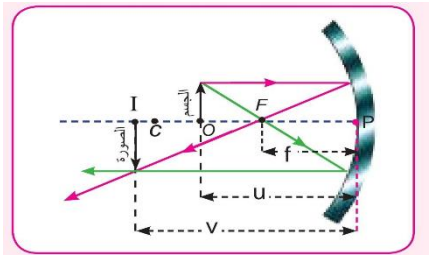
$$-2\ M = -\frac{V}{u} \rightarrow M = \frac{60}{30} = -2$$ بما ان M=2 فهذا يعني ان الصورة مكبرة مرتين

مثال٢/ مراه مقعرة بعدها البؤري (15cm) أين يجب أن يوضع جسم أمامها حتى تتكون له صورة ،
١- حقيقية مكبرة ثلاث مرات ٢- تقديرية مكبرة ثلاث مرات.

الحل / $M = -\frac{V}{U} = \frac{h'}{h}$

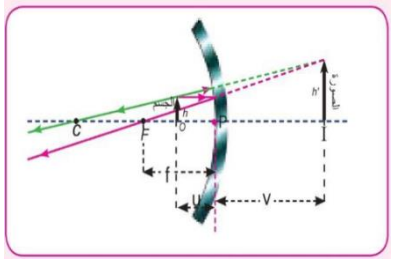
١- بما ان الصورة مكبرة ثلاث مرات فان : $-\frac{v}{u} = \frac{3}{1}$

$$v = -3u$$
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{15} = \frac{1}{u} + \frac{1}{3u} \rightarrow \frac{1}{15} = \frac{3+1}{3u}$$
$u = 20cm$ بعد الجسم عن المرآة
$v = 20 \times 3 = 60cm$ بعد الصورة عن المرآة



٢-

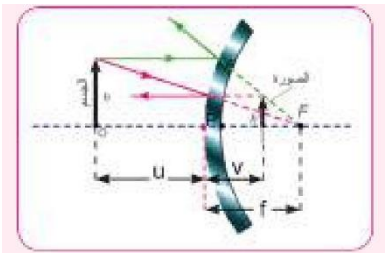
$$-\frac{v}{u} = \frac{3}{1} \rightarrow v = -3u$$
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{15} = \frac{1}{u} + \frac{1}{-3u} \rightarrow \frac{1}{15} = \frac{+3-1}{3u} \rightarrow \frac{1}{5} = \frac{2}{u}$$
$u = 10cm$ بعد الجسم عن المرآة
$v = -3 \times 10 = -30cm$ الصورة تقديرية معتدلة ومكبرة



مثال٣/ مرآة محدبة نصف قطر تكورها (8cm) وضع أمامها جسم على بعد (6cm) من قطبها جد بعد الصورة المتكونة ؟ وكذلك قوة التكبير؟

الحل /

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



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

$$-\frac{1}{4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{v}$$ بما ان المرآة محدبة فان البعد البؤري يكون سالبا

$$\frac{1}{v} = -\frac{1}{4} - \frac{1}{6}$$

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

$$v = -2.4cm$$

$$M = -\frac{V}{U} = -\frac{-2.4}{6} = \ +0.4$$ الموجبةالاشارة تعني ان الصورة خيالية(تقديرية) التكبير

تطبيقات المرايا

س : عدد تطبيقات المرايا المستوية ؟

١. لها استعمالات عديدة حيث توجد في جميع أرجاء المنزل لتزيين البيوت والصالات وكذلك للاستعمالات الشخصية في غرف النوم وفي الحمام وغيرها
٢. تستعمل المرأتان المتزاويتان للحصول على صور متعددة و تستثمر هذه الظاهرة في الزخرفة والمحال التجارية
٣. وفي المرآة الأمامية لسائق السيارة الموجودة أمام السائق لرؤية خلف السائق عند قيادة السيارة. مراة القيادة المستوية أمام السائق وفي بعض الاحيان تسمى العين الثالثة للسائق .

س : عدد تطبيقات المرايا المقعرة ؟

١. لتكبير الصورة حيث يستعملها اطباء الاسنان لتعطي صورة مكبرة لاسنان المريض .
٢. تستعمل في مصابيح السيارة الامامية حيث يوضع مصدر الضوء في بؤرة القطع المكافىء وتسقط الأشعة الضوئية على سطحها فتنعكس عنها متوازية فتضى إلى مسافات بعيدة أمام السيارة.
٣. تجميع الطاقة الشمسية وتركيز اشعة الشمس في بؤرتها لاغراض التدفئة والطبخ (ويسمى بالطباخ الشمسي) .

س : عدد تطبيقات المرأة المحدبة ؟

١. تستعمل في السيارة كمراة جانبية لتعطي صورة مصغرة ومعتدلة ومجال رؤيا أوسع واشمل على الجانبين .
٢. تستعمل في المحلات التجارية لمراقبة حركة المتسوقين عند التسوق.

اسئلة الفصل السابع

س ١/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما ياتي

١. الصورة الخيالية:

a-تكون معتدلة بالنسبة للجسم
b- تكون مقلوبة للجسم
c- يمكن اسقاطها على حاجز
d- تقع امام المراة

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

a- اقل من البعد البؤري (f) لها
b مساويا للبعد البؤري لها
c-ضعف البعد البؤري
c-بعيدة جدا عن المراة

٣- عدد الصور المتكونة في المرايا المستوية المتقابلة المتوازية:

a- 30°
b- 180°
c- لا نهائية
d- 0°

٤- المحور الأساسي لمرأة كروية هو المستقيم المار:

a بمركز تكور المراة واية نقطة اخرى
b- بمركز تكور المراة وقطبها
c- ببؤرة المراة وأي نقطة على سطحها
d- مماسا لسطح المراة

٥- اذا نظرت في مرأة وكانت صورتك مكبرة تكون المرأة:

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

٦- نصف قطر تكور المرأة الكروية يساوي :

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

٧- المراة المقعرة تظهر صورة معتدلة للجسم عندما يكون بعده عنها:

a-اقل من البعد البؤري لها
b-مساوية للبعد البؤري لها
c- بين البؤرة ومركز التكور
d-اكبر من ضعف البعد البؤري

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

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

التوضيح : $R = 2f \rightarrow 2 \times 15 = 30$

٩- مسطره طولها 10cm وضعت بصورة عمودية امام مرآة مقعرة بعدها البؤري 5ocm+ وعلى بعد 100cm من قطب المرأة فيكون طول الصورة المتكونة:

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

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}\rightarrow\frac{1}{50}=\frac{1}{100}+\frac{1}{v}$$
$$\frac{1}{v}=\frac{1}{50}-\frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{2-1}{100}=\frac{1}{100}$$

$\therefore v=100cm$ واقعة في المركز كبرها بكبر الجسم مقلوبة حقيقية

$$\frac{h'}{h}=\frac{-v}{u}=m$$
$$\frac{h'}{10}=\frac{-100}{100}$$

$h'=\frac{-100\times10}{100}=-10cm$ ملاحظة : الاشارة السالبة تعني ان الصورة مقلوبة نحو الاسفل

بعد الصورة = بعد الجسم

طول الصورة = طول الجسم

س ٢ : يقترح احدهم ان نضع مرآة مقعرة على جانبي السيارة بدلاً من المرأة المحدبة. هل ترى اقتراحه صحيحا؟ ولماذا؟

ج/ وضع مرأة مقعرة على جانبي السيارة يعطي صورة مختلفة الكبر ومقلوبة، لا يستطيع السائق تمييز الاجسام، لكن وضع المرأة المحدبة تعطي صورة معتدلة مصغرة لمجال واسع.لذا من الخطأ وضع مراة مقعرة.

س٣/ وقف احمد امام مرآة مستوية مرتديا قميصاً رياضياً كتب عليه رقم 81، ماذا تقرأ صورة الرقم (81)

ج/ الرقم 81 يقرأ بالمرآة المستوية معكوس الجوانب ومعتدلة فيقرا 18.

س٤/ الشكل التالي يمثل صورة ساعة وضعت امام مرأة مستوية - فما الوقت الذي تشير اليه الساعة؟

ج/ الوقت الذي نشير اليه الساعة من المرأة المستوية، الساعة السابعة وعشر دقائق لان الصورة تبدو معكوسة الجوانب كما في الشكل أدناه.

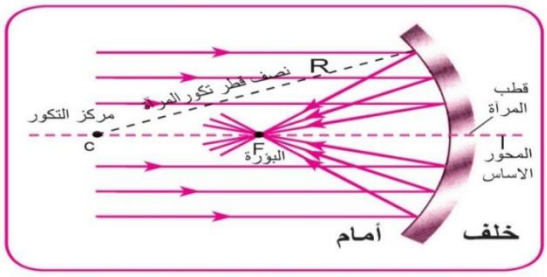
س٥/ لماذا لا تتكون صورة لجسم موضوع ي بؤرة مرآة مقعرة؟

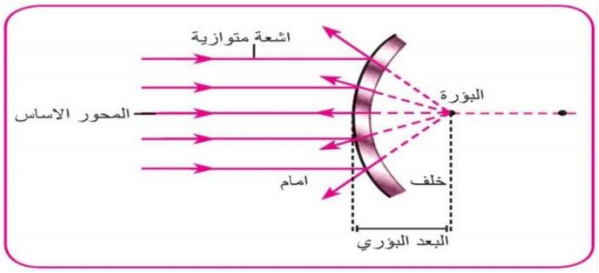
ج/ كل شعاع يخرج من البؤرة ساقطا على المرآة المقعرة ينعكس بموازات المحور الأساسي، فإذا وضعنا مصدر في البؤرة ، سوف تنعكس الأشعة بموازات المحور الأساسي ممتدة الى اللانهاية ، فلا تتكون صورة اذ لا تتقاطع الأشعة لانها متوازية.

س٦/ ما هي البؤرة الحقيقية ، وما هي البؤرة التقديرية؟

ج/ البؤرة الحقيقية: هي نقطة تقع على المحور الاساسي للمرأة والناتجة من التقاء الاشعة المنعكسة عن سطح المراة والساقطة اصلا بصورة موازية للمحور الاساسي وتقع امام المرأة.

البؤرة التقديرية: هي نقطة تقع على المحور الاساسي للمرأة والناتجة عن التقاء امتدادات الاشعة المنعكسة عن سطح المرأة المحدبة والساقطة اصلاً بصورة متوازية للمحور الاساسي وتقع خلف المرأة





س٦/ ميز بين المرأة المحدبة والمرأة المقعرة من حيث السطح المعاكس وصفات الصورة المتكونة في كل منهما.

المرأة المحدبة	المرأة المقعرة
السطح العاكس فيها هو السطح الخارجي (المحدب)	السطح العاكس فيها هو السطح الداخلي (المقعر)
وصفات الصورة فيها ، معتدلة – خيالية – مصغرة تقع في الجهة الأخرى من الجسم بين البؤرة وقطب المرآة .	وصفات الصورة فيها تكون حسب موقع الجسم فتكون الصورة حقيقية مصغرة مقلوبة عندما يكون الجسم ابعد من مركز التكور وكلما اقترب الجسم تصغر الصورة، وتبقى مقلوبة وحقيقية إلا الحالة الاخيرة | التي يكون الجسم فيها بين القطب والبؤرة، فتكون الصورة خيالية معتدلة مكبرة.

س٧/ بين بالرسم موقع صورة الجسم الذي يقع على بعد اكبر من نصف قطر تكور: (a) مرأة مقعرة (b) مرأة محدبة

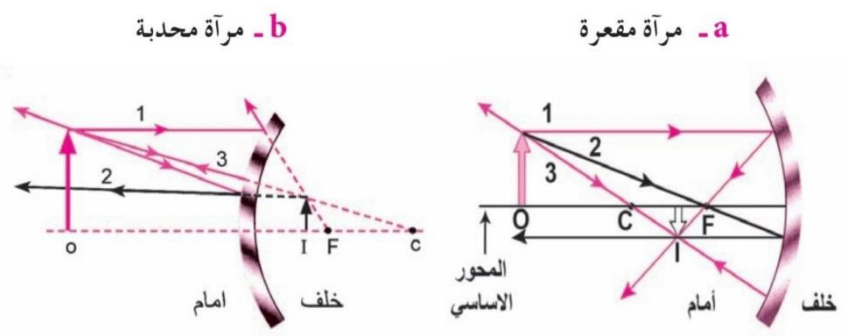
ج/

(a) مرآة مقعرة

- مقلوبة - حقيقية - مصغرة
- واقعة بين البؤرة ونصف قطر التكور. امام المراة

(b) مرأة محدبة

- خيالية لانها متكونة من امتدادات الاشعة
- مصغرة - معتدلة - خلف المرأة .



المسائل

س١/ تكونت صورة معتدلة باستعمال مرآة مقعرة نصف قطر تقعرها 36cm. فإذا كانت قول التكبير = 3، احسب موضع الجسم بالنسبة للمرأة؟

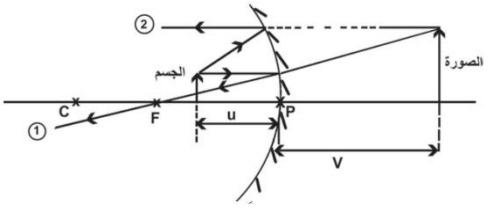
ج/

$$f = \frac{36}{2} = 18\ cm$$

f البعد البؤري ويساوي نصف البعد بين القطب ومركز التكور ويكون موجب لان المرأة مقعرة .

التكبير = $\frac{\text{بعد الصورة } v}{\text{بعد الجسم } U}$ ← $M = \frac{-V}{u}$

الصورة خيالية نضعها سالب لانها معتدلة :



$$3 = \frac{-v}{u} \rightarrow v = -3u$$

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

$$\frac{1}{18} = \frac{1}{u} + \frac{1}{-3u}$$

$$\frac{1}{18} = \frac{3-1}{3u} = \frac{2}{3u}$$

$\frac{1}{18} = \frac{2}{3u} \rightarrow 36 = 3u \rightarrow u = \frac{36}{3} = 12cm$ بعد الجسم عن المرآة

س٢/ مرأتان مستويتان الزاوية بينهما 120°. أحسب عدد الصور المتكونة في المرأتين؟ ج/ 2

ج/ $n = \frac{360}{\theta} - 1 \rightarrow n = \frac{360}{120} - 1 \rightarrow n = 3 - 1 = 2$ عدد الصور

س٣/ وضع جسم على بعد 4cm من مرأة فتكونت له صورة تقديرية ومكبرة 3 مرات. ما نوع المرأة وما بعدها البؤري؟

ج/ $M = \frac{-V}{U} \rightarrow 3 = \frac{-V}{4} \rightarrow V = -12cm$ بعد الصورة

الصورة خيالية قيمتها سالبة.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-v} + \frac{1}{u} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{-12} + \frac{1}{4}$$

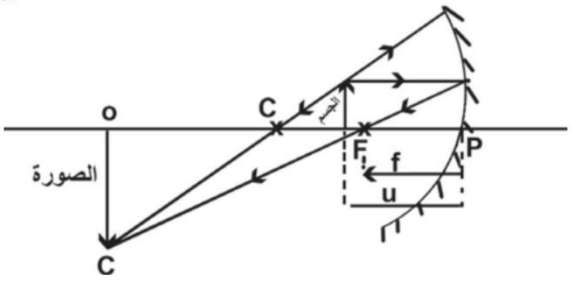
$\frac{1}{f} = \frac{-1+3}{12} = \frac{2}{12} \rightarrow 2f = 12 \rightarrow f = \frac{12}{2}$ = 6cm . البعد البؤري

نوع المرآة مقعرة لان f موجب

س٤/ وضع جسم امام مرأة مقعرة بعدها البؤري 12cm، فتكونت له صورة حقيقية مكبرة اربع مرات. جد بعد الجسم عن المرأة وكذلك بعد صورته عنها (اعتبر أن الجسم عمودي على المحور الرئيس للمرأة). ج/ 15cm , 60cm

ج/ عوضنا عن قيمة m بالاشارة السالبة لان الصورة حقيقية $M = -\frac{V}{U} \rightarrow -4 = \frac{-V}{U}$

V = 4u



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

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{4u} + \frac{1}{u} = \frac{1+4}{4u}$$

$$\frac{1}{12} = \frac{5}{4u}$$

$$4u = 60$$

$u = \frac{60}{4} = 15\ cm$ بعد الجسم

$v = 4u \rightarrow v = 4 \times 15 = 60cm$ بعد الصورة عن المرآة

س٥/ وضع جسم طوله 4cm امام مرآة محدبة نصف قطر تكورها 20cm. فإذا كان بعد الجسم عن المراة 40cm. جد نوع الصورة المتكونة وطولها ووضح اجابتك بالرسم؟

ج/ صورة القديرية معتدلة ومصغرة طولها 0.8cm

$f = \frac{20}{2} = 10\ \text{cm}$

نضع f سالبة لان المرأة محدبة.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{-10} = \frac{1}{40} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{-10} - \frac{1}{40} = \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-4-1}{40} \rightarrow -5v = 40$$

$v = \frac{40}{-5} = -\ 8\text{cm}$ بعد الصورة

سالبة لانها خيالية

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

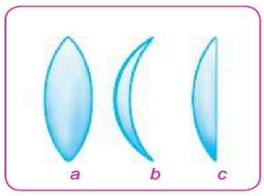
$\frac{h'}{4} = \frac{-(-8)}{40} \rightarrow 32 = h' \times \frac{32}{40}$ =0.8cm طول الصورة

صفات الصورة (خيالية - مصغرة - معتدلة).

الفصل الثامن : العدسات الرقيقة

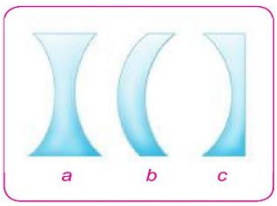
العدسة : هو جسم شفاف محددة بسطحين كرويين او سطح كروي واخر مستوي ٨٠ي مصنوعة من الزجاج او من مادة لدنة شفافة (من البلاستك) وتصنع ايضا من ال لاستعمال الاشعة فوق البنفسجية ومن الجرمانيوم لاستعمالات الاشعة تحت الحمراء.

العدسات نوعان :



شكل (8-1)

١- العدسة المحدبة (اللامة) : جسم شفاف ذو سطحين كرويين وسطها اكثر سمكاً من حافتها مصنوعة من الزجاج وتعمل على جمع الاشعة الساقطة عليها. وهي على انواع (محدبة الوجهين ، مقعرة - محدبة او مستوية - محدبة)

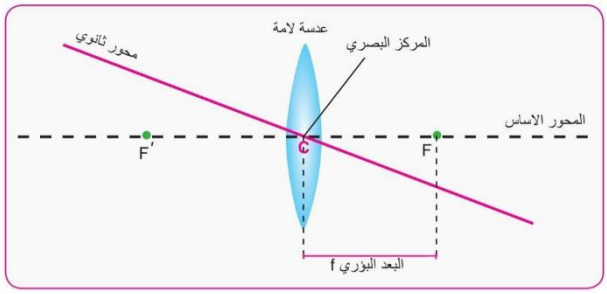


٢- العدسة المقعرة (المفرقة): وهي جسم شفاف ذو سطحين كرويين وسطها اقل سمكا من حافتيها من الزجاج، تعمل على تفريق الاشعة الساقطة عليها (بعد انكسارها منها) وهي على انواع (مقعرة الوجهين ، أو محدبة مقعرة ، او مستوية - مقعرة)

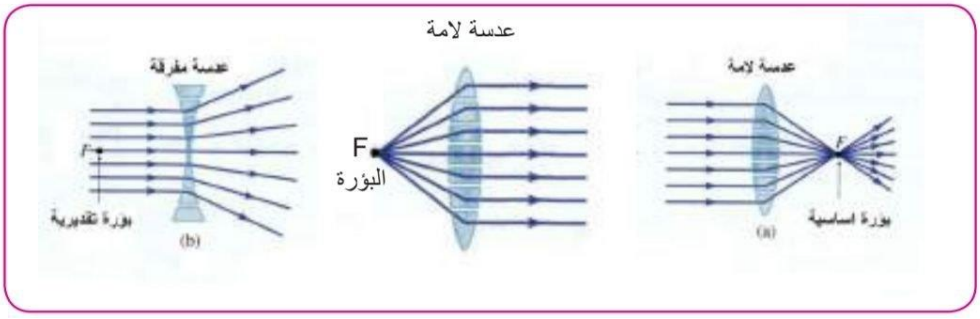
ملاحظة (١)/ العدسة اللامة تعمل كموشورين بقاعدة واحدة مشتركة تقع عند المركز البصري،
ملاحظة (٢)/ تعمل العدسة المفرقة عمل موشورين يلتقي راسيهما عندالمركز البصري.

مفاهيم اساسية في العدسات

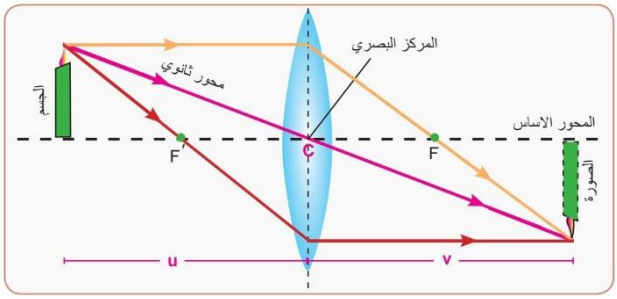
١. المركز البصري (C) : هي نقطة عند مركز العدسة إذا مرالشعاع منها ينفذ من غير انحراف وذلك لأن جانبي العدسة عند المركز البصري متوازيان تقريبا، فهو ينزاح قليلا جداً يمكن اهماله، لأن العدسة رقيقة.



٢. المحور الاساسي: هو المستقيم المار في المركز البصري للعدسة وبؤرتها .
٣. البؤرة F : هي نقطة تقع على المحور الاساسي للعدسة تتصف بأن أي اشعاع سادر منها او يمر بها فأنه بعد ان ينكسر من خلال العدسة يسير موازيا للمحور الاساسي.



٤. البعد البؤري للعدسة f : هو البعد بين موقع البؤرة والمركز البصري للعدسة.
٥. المحور الثانوي : المستقيم المار في المركز البصري للعدسة.

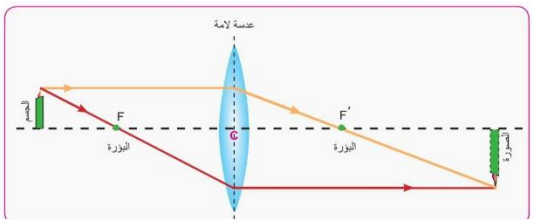


س : ما مسارات الاشعة التي تحدد الصورة في العدسات ؟
١. الشعاع الساقط موازي للمحور الاساسي بعد نفوذه من العدسة ينكسر ويمر بالبؤرة (التي من الجهة الثانية).
٢. الشعاع المار بالبؤرة بعد انكساره من العدسة ينفذ ليسير موازياً للمحور الاساسي.
٣. الشعاع المار بالمركز البصري للعدسة ينفذ على استقامته من غير الحراف.
٤. الشعاع المار من الجسم خلال المركز البصري لا ينحرف فاذا تقاطع الشعاعين ٤ نقطة واحدة تكونت صورة حقيقية اما عند تقاطع امتدادها تكونت صورة خيالية.

الحالات المتكونة في العدسة اللامة

١) إذا كان الجسم ابعد من ضعف البعد البؤري.
- مصغرة مقلوبة – حقيقية
- واقع بين f و 2f)

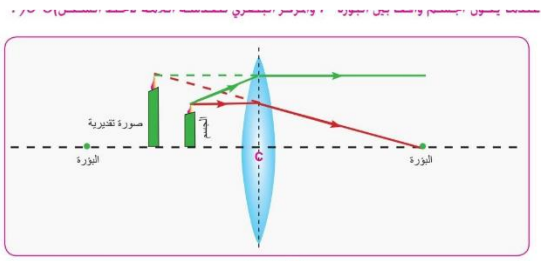
٢) اذا كان الجسم في ضعف البعد البؤري.
- مقلوبة - حقيقية - بكبر الجسم
- واقعة في 2f كذلك.



٣) اذا كان الجسم بين البؤرة وضعف البعد البؤري
- حقيقية - مقلوبة – مكبرة
- تقع على الجهة الأخرى من العدسة).

٤) اذا كان الجسم في البؤرة فلا تتكون صورة وتكون الاشعة الناقدة من العدسة متوازية.

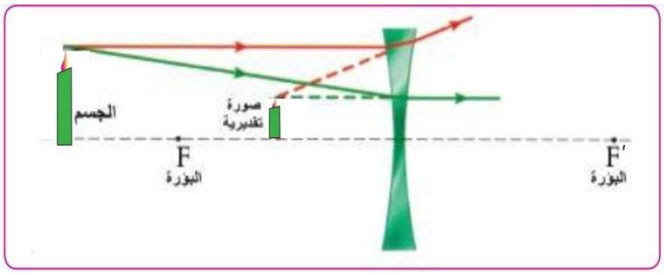
٥) إذا كان الجسم بين البؤرة والمركز البصري.
- الصورة (خيالية - مكبرة – معتدلة)
- واقعة في نفس جهة الجسم وخلفه.



الصورة المتكونة في العدسة المفرقة (المقعرة).

صفات الصورة المتكونة في العدسة المفرقة (المقعرة) ومهما كان موقع الجسم لهذا النوع من العدسات هي :

- خيالية (تقديرية) - معتدلة - اصغر من الجسم
- نفس جهة الجسم وأمامه.



نشاط : تعيين البعد البؤري لعدسة لامة بصورة تقريبية وسريعة :

أدوات النشاط : عدسة لامة ، حاجز

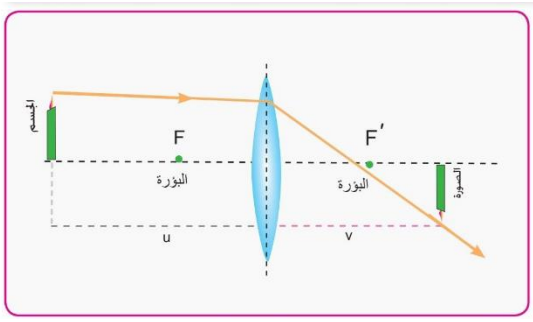
١. خارج المختبر : وذلك بتوجيه العدسة إلى قرص الشمس وإستلام صورته على حاجز) جدار أو ورقة ، مع تغيير موقع العدسة حتى نحصل على اوضح صورة على الحاجز لنقطة شديدة الاضاءة وهي تمثل موقع البؤرة للعدسة بإعتبار ان الأشعة القادمة من الشمس موازية لمحورها الأساسي ، فالمسافة بين العدسة والبؤرة ، تمثل البعد البؤري للعدسة بصورة تقريبية .

٢. داخل المختبر : وذلك بتوجيه العدسة اللامة نحو جسم بعيد كشجرة أو عمود كهرباء من خلال شباك المختبر وإستلام صورته على حاجز أو ورقة ، غير من بعد 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 أمام عدسة لامة بصورة عمودية على محورها الأساسي وعلى بعد من مركزها البصري ستظهر صورة حقيقية مصغرة مقلوبة واقعة على بعد (V) من مركزها البصري وفي الجهة الاخرى من العدسة . والعلاقة التي تربط بين بعد الجسم (u) عن العدسة وبعد الصورة (V) عن العدسة والبعد البؤري للعدسة (f)

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



f البعد البؤري
u بعد الجسم
v بعد الصورة.

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

M : التكبير ,
h طول الجسم ،
h` طول الصورة ،
u بعد الجسم ,
V بعد الصورة

يطبق القانون العام للعدسات سواء كانت العدسة محدبة أم مقعرة مع مراعاة اشارة كل كمية عندما ينتقل الضوء الساقط على العدسة من اليسار الى اليمين وكما يلي :

١. يكون بعد الجسم (u) موجب اذا كان الجسم حقيقيا واقعا على يسار العدسة ويكون باشارة سالبة اذا كان الجسم واقع على يمينها. اذا كانت الصورة خيالية واقعة على يسارها. المقلوب (نحو الاسفل) .
٢. يكون بعد الصورة (v) موجب اذا كانت الصورة حقيقية واقعة على يمين العدسة وباشارة سالبة اذا كانت الصورة خيالية واقعة على يسارها .
٣. يكون البعد البؤري (f) موجبا للعدسة اللامة (المحدبة) وباشارة سالبة للعدسة المفرقة (المقعرة)
٤. طول الجسم يكون باشارة موجبة للجسم المعتدل (نحو الاعلى) وباشارة سالبة للجسم المقلوبة (نحو الاسفل) .
٥. طول الصورة يكون باشارة موجبة للصورة المعتدلة (نحو الاعلى) وباشارة سالبة للصورة المقلوبة (نحو الاسفل) .

اما بالنسبة لاشارة التكبير (M) فعندما تكون :

- ✓ موجبة ، تكون الصورة تقديرية (خيالية) معتدلة بالنسبة للجسم .
- ✓ سالبة ، تكون الصورة حقيقية مقلوبة بالنسبة للجسم .

ونستطيع معرفة نوع الصورة من خلال قيمة التكبير (M) :

(a) اذا كان التكبير $M > 1$ فان الصورة مكبرة بالنسبة للجسم.
(b) اذا كان التكبير $M < 1$ فان الصورة تكون مصغرة بالنسبة للجسم.
(c) اذا كان التكبير $= 1$ فان الصورة تكون مساوية للجسم.

النسبة بين مساحتي الصورة الى مساحة الجسم تساوي النسبة بين مربع بعديهما عن المركز البصري

$$\frac{\text{مساحة الصورة}(A')}{\text{مساحة الجسم}(A)}=\frac{\text{مربع بعد الصورة عن العدسة}}{\text{مربع بعد الجسم عن العدسة}}$$

$$\frac{A'}{A}=v^2/u^2$$

مثال١/ عدسة لامة بعدها البؤري 10cm كونت صوراً لاجسام تبعد عن العدسة بالابعاد u = 30cm, u = 10cm, u = 5cm من احدى جهتي العدسة . جد بعد الصورة وصفاتها في كل حالة وكذلك التكبير.

الحل / بتطبيق معادلة العدسات الرقيقة :

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{U}+\frac{1}{V}$$

a - عندما يكون الجسم على بعد 30cm من العدسة : $\frac{1}{10}=\frac{1}{30}+\frac{1}{V}$

$$\frac{1}{V}=\frac{1}{10}-\frac{1}{30}=\frac{3-1}{30}=\frac{2}{30}=\frac{1}{15}$$

الاشارة الموجبة لبعد الصورة تعني ان الصورة واقعة في الجهة الثانية على يمين العدسة وتكون حقيقية

$$M=-\frac{V}{U}=-\frac{15}{30}=-0.5$$

الاشارة السالبة للتكبير تعني ان الصورة مقلوبة ، وتكون مصغرة لان التكبير اقل من واحد

b- عندما يكون بعد الجسم u بقدر البعد البؤري للعدسة (10cm) يعني ان الجسم واقع في بؤرة العدسة فالصورة تقع في اللانهاية

C- عندما يكون بعد الجسم على بعد 5cm وبتطبيق معادلة العدسات الرقيقة

$$\frac{1}{10}=\frac{1}{5}+\frac{1}{v}\rightarrow\frac{1}{v}=\frac{1}{10}-\frac{1}{5}=\frac{1-2}{10}=-\frac{1}{10}$$

الاشارة السالبة لبعد الصورة تعني ان الصورة تقديرية $v=-10cm$

$$M=-\frac{V}{U}=\frac{-10}{5}=+2$$

الاشارة الموجبة للتكبير تعني ان الصورة معتدلة ورقم (2) يعني ان الصورة مكبرة

مثال٢/ وضع جسم على بعد 12cm أمام عدسة مفرقة بعدها البؤري 6cm ما صفات الصورة المتكونة

الحل / البعد البؤري للعدسة المفرقة f = - 6cm وبتطبيق قانون العدسات الرقيقة

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{U}+\frac{1}{V}$$

بما ان العدسة مفرقة فان f يكون باشارة سالبة

$$\frac{1}{-6}=\frac{1}{12}+\frac{1}{V}$$

$$\frac{1}{V}=-\frac{1}{6}+\frac{1}{12}=\frac{1}{4}$$

الاشارة السالبة لـ V تعنى ان الصورة تقديرية (واقعة بجهة الجسم) وامامه

$$M=-\frac{V}{u}=\frac{-4}{12}=\frac{1}{3}$$

الاشارة الموجبة للتكبير تعني ان الصورة معتدلة ورقم (2) يعني ان الصورة مكبرة

نظام من مجموعة عدسات رقيقة:

يوجد كثير من الاجهزة البصرية تحتوي على عدستين او اكثر، فعند وضع جسم امام العدسة الأولى، تتكون له صورة، هذه الصورة تكون جسم للعدسة الثانية، فتتكون لها صورة أخرى فتكون لنا منظومة التكبير الكلي لهذه المنظومة.

التكبير الكلي M = تكبير العدسة M_1 ×تكبير العدسة M_2

$$M_{Total} = M_1 M_2$$

ولإيجاد البعد البؤري للنظام حسب العلاقة

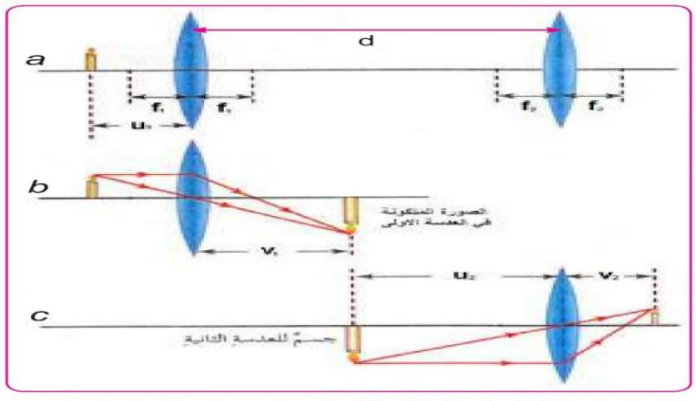
$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}-\frac{d}{f_1 f_2}$$

d تمثل المسافة بين المركز البصري للعدستين.

f1, f2 البعد البؤري للاولى وللثانية.

وفي حالة العدستين متلاصقتين فأن d=0 يكون القانون اعلاه.

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$$



قدرة العدسات

تقاس قدرة العدسات بوحدات الدايوبتر (Daiobtar) وهي مقلوب البعد البؤري . مقاساً بالامتار.

قدرة العدسة = $\frac{1}{\text{البعد البؤري للعدسة بالمتر}}$ قدرة العدسة = P $P = \frac{1}{F_{METER}}$

العدسة اللامة ذات البعد البؤري (20cm) فان قدرة العدسة لهذه الحالة تحسب كالاتي :

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.2} = +5D$$

بينما العدسة المفرقة ذات البعد البؤري (25cm) فان قدرة العدسة لهذه الحالة تحسب كالاتي :

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0.25} = -4D$$

ويمكن إيجاد قدرة العدسة من معرفة نصف قطر العدسة الاولى والثانية R_1 , R_2 ومعامل انكسار مادتها n

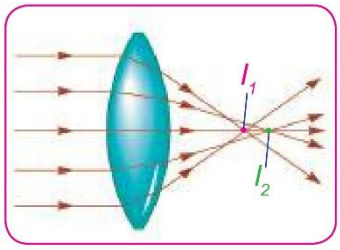
$$P = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

قدرة العدسة P= (معامل الانكسار -1) $\left(\frac{1}{\text{نصف قطر العدسة الاولى}} - \frac{1}{\text{نصف قطر العدسة الثانية}}\right)$

الزيغ الكروي و الزيغ اللوني

من العيوب الشائعة في العدسات هو ان الحزمة الضوئية الساقطة على احد وجهي موازية لمحورها الاساسي لا تتجمع في نقطة واحدة .

فالاشعة الساقطة بصورة موازية للمحور الاساس وبعيدة عنه تنكسر متجمعة في نقطة اقرب الى العدسة (البؤرة) من مثيلتها الاشعة القريبة من محورها الاساس



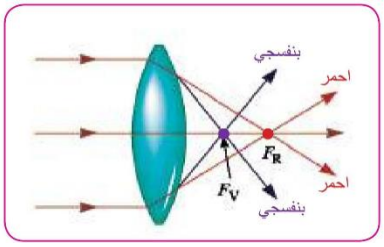
فالاشعة المارة خلال النقاط القريبة من مركز العدسة تكون صورها ابعد عن العدسة (I_2) من صور الاشعة المارة خلال النقاط القريبة من حافة العدسة (I_1) وبذلك تكون الصور المتكونة في مثل هذه العدسات غير محددة المعالم والتفاصيل . وهذا العيب في العدسات يسمى الزيغ كروي.

س : عرف الزيغ الكروي ؟ وكيف يمكن تقليله ؟

هو احد عيوب العدسات الناتج من عدم تجمع الاشعة الضوئية الساقطة صورة موازية للمحور الاساس والمنكسرة عن العدسة في بؤرة واحدة .

ويمكن تقليل الزيغ الكروي استعمال حاجز يوضع امام حافة العدسة لمنع الاشعة البعيدة عن المحور الاساس من النفوذ خلال عدسة ، كما يمكن استعمال عدسة محدبة- مستوية للغرض نفسه لذلك استعملت العدسات لمحدبة – المستوية كعدسة شيئية في التلسكوب وفي النظارات الطبية

الزيغ اللوني: هو عدم تجمع الوان الضوء الابيض المتحلل والنافذ من العدسة في نقطة واحدة. مما يؤدي الى تشوه الصورة المتكونة.



ان الضوء الابيض يتحلل بالموشور الى الالوان السبعة، ويكون اقلها انكسارا اللون الاحمر وأكبرها انكساراً اللون البنفسجي ، وان العدسة اللامة تعمل كموشورين متحدي القواعد فيتحلل اللون الابيض ليسقط اللون الاحمر في بؤرة ابعد من العدسة واللون البنفسجي في بؤرة اقرب الى العدسة وبينهما اللالوان الأخرى فيحصل التشوه في الصورة وعلاج ذلك نستعمل عدسة لا لونية تتكون من عدسة لامة من زجاج الكراون وعدسة مقعرة الوجهين (عدسة مفرقة). من زجاج الفلنت ذات قدرة سالبة كما في الشكل .

لحساب البعد البؤري للعدسة اللالونية : $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$

س / ميز بين الزيغ الكروي في المرايا والزيغ اللوني في العدسات ؟
ج/ الزيغ الكروي : في المرايا هو عدم تجمع الاشعة المنعكسة هي او امتداداتها عن سطح مراة كروية والصادرة من نقطة مضيئة في نقطة واحدة وان البعد بين اقرب وابعد نقطتين تتجمع فيها الاشعة المتوازية والموازية للمحور الأساس هي أو امتداتها بعد انعكاسها عن سطح مراة يكون مقياسا لمقدار الزيغ الكروي وبسبب الزيغ الكروي تتشوه الصورة الحاصلة بالمرايا الكروية
الزيغ اللوني : في العدسات فهو عدم تجمع الوان الضوء الابيض او أي لون مركب النافذ من العدسة في نقطة واحدة عند سقوط الضوء الابيض او لون مركب عليها

س / لماذا يفضل استعمال التلكسوب العاكس ذي المرأة المقعرة على التلسكوب الكاسر ذي العدسات اللامة ؟
ج/ للتخلص من الزيغ الكروي.

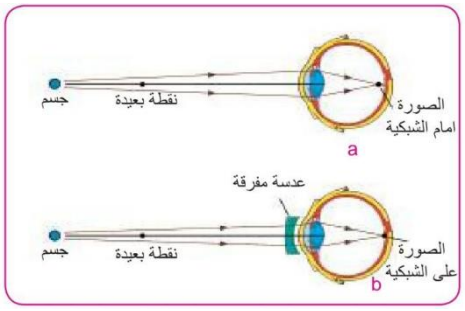
التطبيقات العملية للعدسات

١) العدسات الطبية لمعالجة العيون :

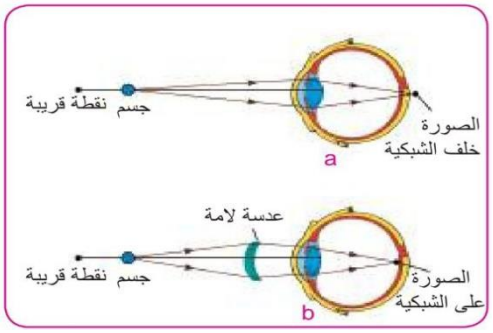
ان العين جهاز بصري مهم لاستقبال الضوء الصادر من الاجسام المضاءة المحيطة بنا وبذلك يمكننا رؤية هذه الاجسام . فالعين السليمة ترى الاجسام المضيئة والمضاءة بصورة واضحة اذا كانت على مسافة ابعد من ضعف البعد البؤري لعدسة العين ونتيجة لذلك تتكون على الشبكية صورة حقيقية مقلوبة واصغر من الجسم .

واذا ما عجزت العين عن رؤية الاجسام القريبة او البعيدة فانها مصابة باحد عيوب البصر الرؤيا والتي امكن معالجتها باستعمال النظارات الطبية

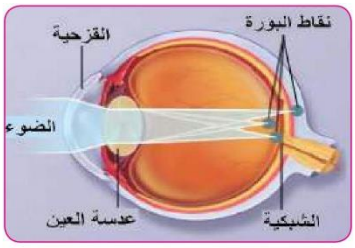
١. قصر البصر: وهو عدم استطاعة العين رؤية الأجسام البعيدة بوضوح، إذ تتكون الصورة امام الشبكية، لذا يجب تفريق الاشعة لكي تتجمع على الشبكية فتعالج هذه الحالة بأستعمال العدسة المفرقة.



٢. طول البصر: هو عدم قدرة العين على رؤية الاجسام القريبة بوضوح. إذ تتكون الصورة خلف الشبكية، لذا يجب تجميع الاشعة لكي تسقط على الشبكية بالضبط فتعالج في هذه الحالة باستعمال عدسة لامة.

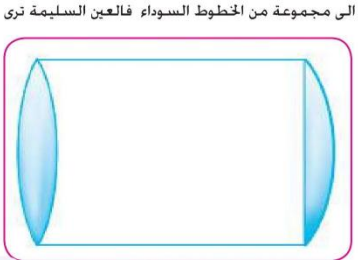


٣. الاستكماتزم : وهو ان الصور المتكونة للاجسام النقطية في العين المصابة بهذا العيب لا تكون نقطا كما في العين السليمة بل تراها خطوطا على الشبكية. وان سبب هو عدم انتظام تحدب قرنية العين او عدسة العين او كليهما باتجاهات مختلفة، فقد يكون التحدب أكبر بالمقطع الافقي أو الشاقولي.



شكل (8-19)

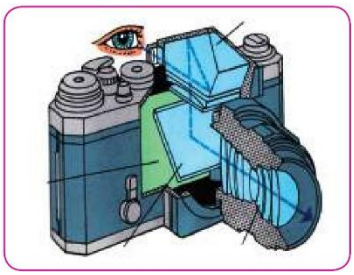
يمكن الكشف عن هذا العيب من خلال النظر الى مجموعة من الخطوط السوداء فالعين السليمة ترى الخطوط جميعها بالوضوح نفسه (متساوية السواد) ، بينما العين المصابة بالاستكماتزم سترى تغيرا في وضوح هذه الخطوط .



ويصحح هذا العيب باستعمال عدسات اسطوانية وهي مقطع من اسطوانة يكون وجهها الآخر مسطح

٢) في أجهزة التصوير:

الة التصوير (الكاميرا) : عبارة عن صندوق صغير في مقدمته عدسة لامة او مجموعة عدسات تعمل عمل عدسة لامة وفي جدارها الخلفي من الداخل يوضع الفلم الحساس للضوء (الذي يماثل شبكية العين).



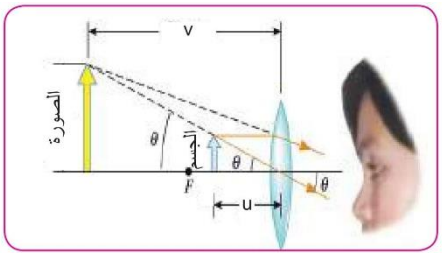
ولألة التصـــــــوير فتحة امام العدسة (diaphragm) يمكن التحكم بسعتها والسماح لكميات مختلفة من الضوء بالدخول الى الآلة كما يمكن التحكم ببعد العدسة عن الفلم لتكوين صورة حقيقية مقلوبة واضحة على الفلم ما دام الجسم على مسافة اكبر من ضعف البعد البؤري لعدسة الآلة والصورة دائما مصغرة ،

وللحصول على صورة مكبرة للحشرات الصغيرة مثلاً ، نقوم بتقريب عدسة لامة بحيث يكون موقع الحشرة بين بؤرة العدسة وضعف بعدها البؤري .

٣) الآلات البصرية:

وهي على نوعين :

أ) الالات البصرية المكبرة للأجسام :

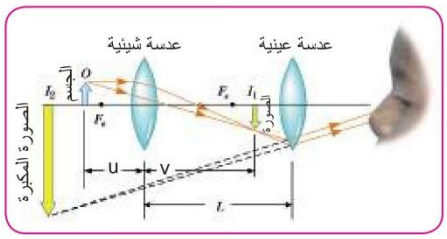


أ) المجهر البسيط: (العدسة المكبرة)

وهو عدسة لامة بعدها البؤري قصير، تستعمل لتكوين صورة تقديرية معتدلة مكبرة للاجسام الصغيرة عندما يوضع الجسم ضمن البعد البؤري للعدسة.

ب) المجهر المركب:

يستعمل المجهر المركب لرؤية الاجسام الدقيقة التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة كالجراثيم والبكتيريا او شرائح صغيرة من انسجة الاوراق والسيقان النباتية والانسجة ،



يتكون عدستين عدسة شيئية ذات بعد بؤري قصير ، يوضع الجسم الصغير المراد فحصه (تكبيره) على مسافة اكبر قليلا من بعدها البؤري للحصول على صورة حقيقية مكبرة مقلوبة .

ومن عدسة أخرى يتم النظر من خلالها يطلق عليها بالعدسة العينية ذات بعد بؤري مناسب اطول من البعد البؤري للشيئية بحيث يكون موقع الصورة المتكونة بالعدسة الشيئية ضمن بعدها البؤري للحصول على صورة مكبرة تقديرية عدسة عينية معتدلة للصورة الأولى التي تكونت بالعدسة الشيئية.

يمكن تحريك كل من هاتين العدستين على انفراد الى الاعلى والاسفل بوساطة مسمار محوري نستعمل مرأة مقعرة لتركيز الضوء على الجسم المراد تكبيره لاحظ الشكل.

وقد تم تطوير هذه الاجهزة بزيادة تكبيرها باضافة عدسات شيئية عدة للجهاز يمكن اختيار أي منها . كما يمكن ربطها بكاميرا رقمية لغرض عرض صورها على الشاشة .

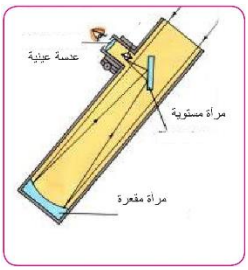
وهناك اجهزة عرض مختلفة يتم عرض صورتها على شاشة بعيدة، مثل:

١. عارضة الصور الشفافة.
٢. عارضة الصور المعتمة التي تعرض الصورة المرسومة على أي ورقة.
٣. عارض فوق الراس.
٤. اجهزة عرض الصورة المتحركة (ماكنة السينما) والتي تكون الصورة فيها حقيقية مكبرة ، لان الفلم يقع بين البؤرة وضعف البعد البؤري
٥. هنالك اجهزة عرض حديثة تربط مع المحاسبات لعرض ما موجود على شاشاتها على الجمهور ويطلق عليها datta show وهي مبنية على الفكرة نفسها .

ب) اجهزة الرصد للاجسام البعيدة (تلسكوب)

تستعمل لرؤية الاجسام البعيدة مثل حلقات السباق او رصد حركة الاجرام السماوية.

١. التلسكوب الكاسر: لهذا المنظار مجموعتين من العدسات اللامة . شيئية واسعة السطح ذات بعد بؤري طويل تسمح لاكبر كمية من الضوء الصادر عن الجسم المرصود بالدخول الى المنظار والعينية صغيرة المساحة وقصيرة البعد البؤري . الصورة النهائية المتكونة لهذه الاجسام بالجهاز مكبرة تقديرية معتدلة نسبة الى الصورة المتكونة خلال الشيئية . واستعمل لرصد الكواكب ويسمى بالمنظار الفلكي



٢. منظار غاليلو: يمتاز عن المنظار الفلكي بأن الصورة التي يكونها معتدلة بالنسبة للجسم الأصلي وكذلك قصير.

٣. التلسكوب العاكس: هو أكبر المناظير في العالم وتستعمل فيه المرأة المقعرة بدل العدسة الشيئية لتجميع الضوء فشدة الضوء المنعكس عن المرأة اكبر من شدة الضوء المار خلال العدسة.

اسئلة الفصل الثامن

س ١/ أختر العبارة الصحيحة لكل مما ياتي

١- البعد البؤري لعدسة رقيقة لا يعتمد على :

a-معامل انكسار مادة العدسة b- معامل انكسار الوسط المحيط بالعدسة

c- نصفي قطري 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 وضعف البعد البؤري

c-اقل من بعدها البؤري d- بقدر ضعف بعدها البؤري

٣- للحصول على صورة معتدلة تقديرية اكبر من الجسم باستعمال عدسة لامة يجب وضع الجسم على مسافة من العدسة

a بقدر يعدها 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 أي بعد كان من العدسة

c- اكثر من بعدها البؤري d- بقدر ضعف بعدها البؤري

٦- جسم يقع على مسافة لانهائية من عدسة لامة فتكونت له صورة :

a- حقيقية b تقديرية c- معتدلة d- اكبر من الجسم

٧- عدسة لامة ذات بعد بؤري f =15cm 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

٨- عدسة مفرقة بعدها البؤري 10cm وضع جسم على بعد 40cm منها فأن موقع صورة الجسم ستكون على بعد

a -+16cm b- -10cm c- +20cm d- -8cm

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{-10}-\frac{1}{40}=\frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{v}=\frac{-4-1}{40}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{-5}{40} \rightarrow v=\frac{-40}{5}=-8\ cm$$

٩- وضع جسم على بعد 40cm من عدسة لامة بعدها البؤري 20cm فتكونت له صورة على بعد.

30cm –a 20cm-b 15cm-c 40cm-d

موضع الجسم في ضعف البعد البؤري، فتكون الصورة كذلك في ضعف البعد البؤري، حيث:

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

$$\frac{1}{20}=\frac{1}{40}+\frac{1}{v}\rightarrow\frac{1}{20}-\frac{1}{40}=\frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{\mathrm{v}}=\frac{2-1}{40}\rightarrow\frac{1}{v}=\frac{1}{40}$$

١٠- إذا كان تكبير عدسة لامة هو 3- فهذا يعني ان صفات الصورة تكون:

a- تقديرية معتدلة طولها ثلاثة امثال طول الجسم
b- تقديرية . مقلوبة طولها ثلاثة امثال طول الجسم
c -حقيقية مقلوبة طولها ثلاثة امثال طول الجسم
d- حقيقية . مقلوبة طولها ثلث طول الجسم

١١- عدسة مفرقة وضع جسم امامها عند جانبها الايسر على بعد 80cmفتكون له صورة تقديرية مصغرة معتدلة وعلى بعد 16cm من العدسة وعند الجانب الايسر للعدسة ايضاً، فأن قدرة العدسة تساوي:

-5D –a -4D—b -2D -c 1.25D -d

$$\frac{1}{\mathrm{f}}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}\rightarrow\frac{1}{F}=\frac{1}{80}+\frac{1}{-16}\rightarrow\frac{1}{f}=\frac{1-5}{80}=\frac{-4}{80}\qquad F=-20$$

$$\therefore P=\frac{1}{F}\rightarrow P=\frac{1}{-0.2m}\qquad \text{نطبق قانون العدسات الرقيقة}\qquad P=-5D$$

س ٢ : علل ما يأتي:

a - البعد البؤري لعدسة يختلف باختلاف لون الضوء الساقط عليها.

ج/ للعدسة بعض الشبه بالموشور، فعند سقوط الضوء الابيض عيها فانه يتشتت فالضوء البنفسجي ينكسر فيها اكثر من بقية الألوان ويتجمع في بؤرة أقصر من ابعاد بقية البؤر التي تتجمع فيها بقية الالوان. وهذا يعني ان الضوء الاحمر الذي انكساره - العدسة أقل من بقية الالوان سيتجمع * بؤره بعدها عن العدسة أكبر من ابعاد بؤرة الألوان الأخرى . كما في الشكل

b- تغير البعد البؤري للعدسة اللامة عند نقلها من الهواء إلى الماء.

ج/ العدسة اللامة الرقيقة تكسر الاشعة المتوازية لتجعلها تلتقي ي لبؤرة الاساسية الا ان البؤرة الواقعة على المحور الأساسي يعتمد موضعها على معامل الانكسار النسبي بين الوسطين (للعدسة والهواء) فعند نقلها للماء يقل معامل الانكسار النسبي $1n_2=\frac{n_2}{n_1}$ هذا النقصان في معامل الانكسار النسبي يجعل البعد البؤري أبعد مما لو كان ي الهواء حيث n_2 معامل انكسار العدسة n_1 معامل انكسار الماء $1n_2$ معامل الانكسار النسبي n2

c- الموشور ذو زاوية الراس الاكبر يحرف الاشعة الضوئية النافذة فيه نحو قاعدته اكثر من الموشور ذي زاوية الرأس الاصغر

ج/ كلما زادت زاوية الراس زاد ميل الموشور وبالتالي زادت زاوية الانحراف (انحراف الاشعة) كذلك زيادة ميل الموشور يجعل زاوية السقوط تكبر كذلك زاوية النفوذ تكبر فيكون زاوية الانحراف كبيرة

زاوية الانحراف زاوية السقوط + زاوية النفوذ - زاوية الرأس.

d- الاشعة الضوئية التي تمر بالمركز البصري للعدسات الرقيقة تنفذ من العدسة بنفس الاتجاه .

ج/ والسبب ان جانبي العدسة عند المركز البصري متوازيان تقريباً، مع كون العدسة رقيقة، فيكون الشعاع النافذ بنفس الاتجاه او مزاح قليلاً جداً يمكن اهماله بسبب كون العدسة رقيقة .

س٣/ ما سبب الزيغ اللوني في العدسات وكيف يعالج :

هو عدم تجمع الاشعة النافذة في العدسة والمتحللة الى الالوان السبعة في نقطة واحدة مما يتسبب في تشوه الصورة المتكونة فيها اذ يتجمع اللون الاحمر في نقطة ابعد من العدسة والبنفسجي في نقطة اقرب الى العدسة، لان انكسار اللون البنفسجي اكبر. ولعلاج الزيغ اللوني نستعمل العدسة اللالونية والمتكونة من عدسة لامة من زجاج الكراون وعدسة مفرقة مقعرة او مقعرة – مستوية من زجاج الفلنت ذات قدرة سالبة اما العدسة اللامة ذات قدرة موجبة.

س ٤/ ما سبب الزيغ الكروي في العدسات ؟ وكيف يعالج ؟

هو عدم تجمع الاشعة الضوئية الساقطة بصورة موازية للمحور الاساس والمنكسرة عن العدسة في بؤرة واحدة .

ويعالج باستعمال حاجز يوضع امام حافة العدسة لمنع الاشعة البعيدة عن المحور الاساسي والموازية له من النفوذ خلال العدسة، أو استعمال عدسة محدبة – مستوية للتقليل من الزيغ الكروي.

المسائل

س ١ : وضع جسم امام عدسة مفرقة بعدها البؤري (12cm) فتكونت لـه صـورة طولهـا ثلث طول الجسم ما بعد الجسم عن العدسة وما بعد الصورة.

ج)

$$M=\frac{-v}{u}=\frac{h'}{h}\ \rightarrow\ M=\frac{-V}{u}=\frac{\frac{1}{3}h}{h}\ \rightarrow\ \frac{v}{u}=\frac{1}{3}\ \rightarrow\ u=-3v$$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}\rightarrow\frac{1}{-12}=\frac{1}{3v}-\frac{1}{v}$$

الصورة الخيالية اشارتها سالبة ، والعدسة المفرقة بؤرتها سالب وبعد الجسم موجب.

$$\frac{1}{-12}=\frac{1-3}{3V}\rightarrow\frac{1}{-12}=\frac{-2}{3\mathrm{v}}\rightarrow 24=3v$$

$$\mathrm{v}=\frac{24}{3}=8\mathrm{cm}\quad\therefore\mathrm{v}=-8\mathrm{cm}$$ سالبة لان الصورة خيالية ومصغرة

$$u=3v\rightarrow u=3\times 8\rightarrow\ u=24cm$$

س ٢ : عدسة مكبرة (عدسة لامة) بعدها البؤري 15cm على اي بعد يوضع جسم عنها البؤري على أي للحصول على صورة ، معتدلة ومكبرة ثلاث مرات.

ج)

$$m=\frac{-v}{u}\rightarrow 3=\frac{-v}{u}\rightarrow v=-3u$$

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

عندما تكون الصورة معتدلة بالنسبة للجسم فهي تقديرية ويكون التكبير موجب عندما تكون العدسة لامة فبعدها البؤري موجب

$$\frac{1}{15}=\frac{1}{u}-\frac{1}{3u}$$

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

$$30=3\mathrm{u}\rightarrow\mathrm{u}=\frac{30}{3}=10cm$$ بعد الجسم

س ٣ : استعملت عارضة سلايدات للحصول على صورة على حاجز يبعد 6m فإذا كان ارتفاع الصورة 1.5m وكان ارتفاع السلايد 5cm، ما البعد البؤري لعدسة العارض؟

ج)

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

$$\frac{6}{u} = \frac{1.5}{0.05} \quad v \text{ موجب}$$

$$1.5u = 6 \times 0.05$$

$$u = \frac{0.3}{1.5} = 0.2\ m$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \quad , \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{30+1}{6} = \frac{31}{6}$$

الصورة حقيقية مكبرة بمكن اسقاطها على حاجز والسلايد المراد عرضه يمثل الجسم

$$\frac{1}{f} = \frac{31}{6} \rightarrow f = 0.194m = 19.4\ cm$$ البعد البؤري

س ٤ : قلم رصاص طوله 10cm وضع على بعد 70cm الى يسار عدسة بعدها البؤري 50cm + جد صفات الصورة المتكونة. بما ان البعد البؤري موجب فالعدسة لامة

ج)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{50} = \frac{1}{70} + \frac{1}{v} \quad \rightarrow \quad \frac{7-5}{350} = \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{v} = \frac{2}{350}$$

$$v = \frac{350}{2} = 175cm$$

$$-\frac{v}{u} = \frac{h'}{h} \rightarrow \frac{h'}{10} = \frac{-175}{70}$$

$$h' = \frac{10 \times -175}{70} = -25cm$$ الاشارة السالبة تعني ان الصورة مقلوبة

صفات الصورة :

مكبرة - حقيقية - مقلوبة واقعة في الجهة الأخرى من العدسة.

والجسم واقع بين البؤرة وضعف البعد البؤري .

الفصل التاسع : الكهربائية الساكنة (المستقرة)

س : ما مميزات الشحنات الكهربائية وخصائصها ؟

١. الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب.
٢. الشحنة الكهربائية محفوظة.
٣. ان اصغر قيمة للشحنة الكهربائية هي شحنة الالكترون. وان أي جسم مشحون تكون شحنته مضاعفات لشحنة الالكترون، أي ان الشحنة الكهربائية مكممة، أي انها تساوي اعداد صحيحة من شحنة الالكترون.

الشحنة الكهربائية = عدد صحيح موجب × شحنة الالكترون

$$Q = n \times e$$

e شحنة الالكترون 1.6×10^{-19} كولوم

n يمثل عدد صحيح موجب (..... n = 1,2,3,4)

قانون كولولم

قانون كولولم : تتناسب القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين تناسباً طردياً مع مقدار كل من الشحنتين وعكسيا مع مربع البعد بينهما.

القوة الكهربائية = ثابت × $\frac{\text{الشحنة } q_1 \times \text{الشحنة } q_2}{\text{مربع البعد بينهما } r^2}$

$$F = \frac{K q_1 q_2}{r^2}$$

F : القوة الكهربائية بين الشحنتين. q_1 الشحنة الاولى، q_2 الشحنة الثانية

r_2 : مربع البعد بينهما

K : ثابت التناسب $k = 9\times10^9 Nm^2/e^2$

والثابت k هو للهواء ،

وإذا كان الوسط غير الهواء ، فأن القوة الكهربائية المتبادلة تكون اقل

س / على ماذا تعتمد مقدار القوة بين الشحنتين النقطيتين ؟

ج ١- مقدار الشحنتين

٢- نوع العازل

٣- مربع البعد بينهما

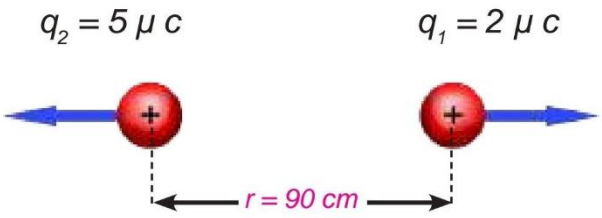
ملاحظة / يمكن كتابة الثابت (K) بالعلاقة التالية : $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_\circ}$

حيث ان : $\varepsilon_\circ$ ←يمثل سماحية الفراغ أو الهواء

وقيمته $(8.85\times 10^{-12} c^2/N.m^2)$

اما اذا كان الوسط مادة عازلة غير الهواء سماحيته (ε) فان القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين ستكون اقل مقدارا

مثال١/ وضعت شحنة نقطية كهربائية مقدارها $(+2\mu C)$ على بعد 90cm شحنة نقطية موجبة أخرى مقدارها $(+5\mu C)$. أحسب القوة المتبادلة بين الشحنتين النقطيتين مبينا نوع القوة مع ذكر السبب ؟



الحل / بتطبيق قانون كولوم ،

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{\left\{9\times10^9 N.\frac{m^2}{C^2} \times (+2\times10^{-6}{}^{\circ}C)\right\}}{(0.9m)^2} = 1/9\ N$$

بما ان القوى بين الشحنات الكهربائية متبالة وحسب قانون نيوتن الثالث فأن:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

وعليه فان $\vec{F}_{12}$ في اتجاه يعاكس $\vec{F}_{12}$ ان القوة بين الشحنتين النقطيتين هي قوة تنافر لانهما مشحونتين بنفس الشحنة وهي الشحنة الموجبة.

مثال٢/ الشكل المجاور ثلاث شحنات نقطية كهربائية موضوعة على استقامة واحدة. أحسب مقدار محصلة القوى المؤثرة في الشحنة السالبة

الحل / من ملاحظتنا للشكل أعلاه نجد أن الشحنة السالبة تنجذب نحو q_1 و بقوة ، $\vec{F_1}$ والشحنة السالبة تنجذب نحو ، q_2 بقوة ، $\vec{F_2}$. ونحسب هاتين القوتين بتطبيق قانون كولوم على النحو الآتي؛

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2}$$

$$F1 = \frac{\left\{9\times10^9 \times (+4\times10^{-6})\times(-5\times10^{-6})\right\}}{(2)^2} = -0.0450\ N$$ قوة تجاذب نحو اليسار

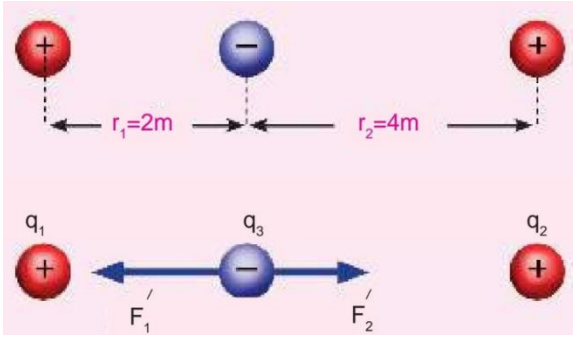
$$F_2 = \frac{\left\{9\times10^9 \times (+6\times10^{-6})\times(-5\times10^{-6})\right\}}{(4)^2} = -0.0169\ N$$ قوة تجاذب نحو اليمين

وبما ان هاتي القوتين في اتجاهين متعاكسين فان القوة المحصلة هي F_R

$F_R = F_1 - F_2 = -0.0450 - (-0.0169) = -0.0450 + 0.0169$

$F_R = -0.0281\ N$

القوة المحصلة تكون نحو اليسار وباتجاه القوة الاكبر F_1 وحدات الشحنة (q) هي كولوم (C).



التوصيل الكهربائي

س : تقسم المواد من حيث التوصيل الى ثلاثة انواع :

١. العوازل: وهي المواد التي لا توصل التيار الكهربائي إذا قربنا منها جسم مشحون فلا تتولد عليها شحنة محتثة، والسبب ان الالكترونات فيها مرتبطة ارتباط وثيق بنوى ذراتها ولا تستطيع الحركة بحرية داخل المادة. مثل زجاج – المطاط – المايكا – الماء المقطر - خشب - هواء جاف

٢. المواد الموصلة: وهي التي تكون الكتروناتها ضعيفة الارتباط بنوى ذراتها، لذا فأنها تتأثر اذا قرب منها جسم مشحون اذ تتحرك فيها الالكترونات داخل المادة، ناقلة الكهربائية فهي تقوم بتوصيل التيار الكهربائي، واحسن المواد توصيل للكهربائية هي المعادن مثل الفضة والنحاس والالمنيوم.

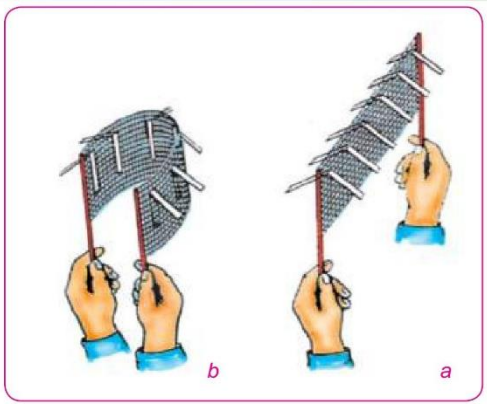
٣. اشباه الموصلات: ولها خواص وسطية بين الموصلة والعازلة ، فهي موصلة بالحرارة والتشويب وعازلة بالبرودة والنقاوة مثل السيليكون والجرمانيوم، ولها أهمية في صناعة الترانزستور والنائيات البلورية والخلايا الشمسية.

توزيع الشحنات الكهربائية على سطوح الموصلات

نشاط : توزيع الشحنات الكهربائية على السطوح الخارجية الموصلات

ادوات النشاط :

شبكه معدنية على حاملين عازلين . قطع ورقية صغيرة ، مصدر للشحنات الكهربائية المستقرة .



الخطوات :

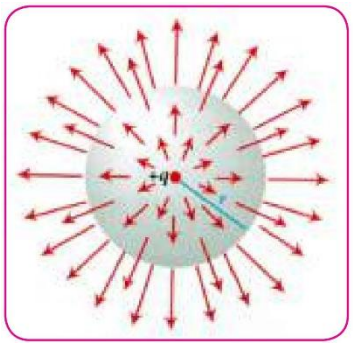
١. نلصق احد طرفي كل وريقة بالشبكة و يبقي طرفها الآخر سائبا و يتم ذلك من الجهتين .

٢. نشحن الشبكة بشحنة معينة فتبتعد النهايات السائبة للوريقات عن الشبكة بالتنافر من كلا الجهتين

٣. نثني الشبكة المعدنية بحيث يكون سطحها مقوسا

٤. نلاحظ تنافر الوريقات التي على السطح الخارجي للشبكة وبقاء الوريقات على السطح الداخلي بدون تنافر .

نستنتج :



ان الشحنات الكهربائية تستقر على السطوح الخارجية للموصلات المشحونة والمعزولة بسبب تنافر هذه الشحنات عند وضعها في داخل الجسم الموصل لأنها من النوع نفسه .

التجربه اعلاه في الشكل a شبكة معزولة ومشحونة، ترى الاوراق الصغيرة الموضوعة تتنافر من الجهتين. الشكل b الذي تكون فيها الشبكة مقوسة نلاحظ تنافر الوريقات التي على السطح الخارجي للشبكة، وبقاء الوريقات على السطح الداخلي بدون تنافر، نستنتج ان الشحنات تستقر على السطوح الخارجية للموصلات المشحونة والمعزولة بسبب تنافر هذه الشحنات عند وضعها داخل الجسم الموصل لانها من النوع نفسه.

كثافة الشحنة الكهربائية // هي مقدار الشحنة الكهربائية لوحدة المساحة من سطح الموصل المشحون والمعزول، وتحسب كثافة الشحنة بالعلاقة :

$$\text{كثافة الشحنة} = \frac{\text{مقدار الشحنة الموجودة على الموصل}}{\text{المساحة السطحية للموصل}}$$

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

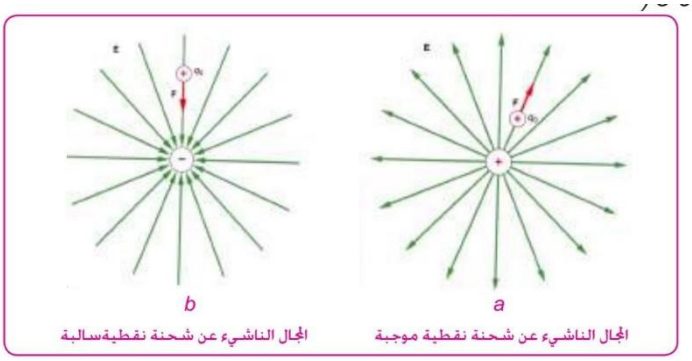
σ : كثافة الشحنة ووحداتها كولوم/ م ($2c / m^2$)
q : مقدار الشحنة بالكولوم
A : المساحة السطحية للموصل المشحون بالمتر المربع.

س/ أين تتركز الشحنة الكهربائية في الموصل المعزول.
ج/ ان الشحنات الكهربائية تتركز على الرؤوس المدببة من سطح الموصلات المشحونة والمعزولة بكثافة شحنه اكبر.

المجال الكهربائي

المجال الكهربائي : هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية والذي يظهر فيه تأثير القوة الكهربائية على شحنة اختبارية موجبة موضوعة في أي نقطة من المجال.

والمجال الكهربائي كمية متجهة واتجاهه باتجاه محصلة القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة الاختبارية، ويكون موجب صدر من شحنة موجبة وسالب اذا صدر من شحنة سالبة، ويمثل المجال بخطوط ويعرف خط المجال الكهربائي : المسار الذي اذا تسلكه الشحنة الاختبارية الموجبة الحرة الحركة عند وضعها في المجال .



س : عدد مميزات خطوط المجال الكهربائي ؟
١. تنبع من الشحنة الموجبة وبصورة عمودية على السطح. المشحون وتتجه نحو الشحنة السالبة عموديا على السطح السالب.
٢. المماس لخط القوة يمثل اتجاه المجال في تلك النقطة.
٣. خطوط القوة الكهربائية لا تتقاطع مع بعضها البعض بل تتنافر وتأخذ اقصر طول ويمكن القول ان المجال الكهربائي هو مقدار القوة الكهربائية مقسوما على مقدار الشحنة.

س / اشتق علاقة رياضية لحساب المجال الكهربائي على بعد (r) من شحنة كهربائية نقطية ؟

ج) المجال الكهربائي = $\frac{\text{القوة الكهربائية}}{\text{الشحنة المتأثرة بالمجال}}$

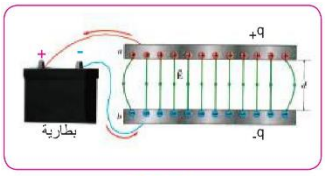
$$E = \frac{F}{q'} \ldots\ldots (1)$$

$$\because F = K = \frac{q_1 q_2}{r^2} \ldots\ldots (2)$$

$$E = \frac{K\frac{q_1 q_2}{r^2}}{q'}$$ نعوض معادلة(2) في معادلة(1)

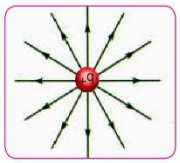
$$E = K\frac{q_1 q_2}{r^2} \times \frac{1}{q} \rightarrow \therefore E = \frac{Kq}{r^2}$$

E : المجال الكهربائي الناشئ من شحنة نقطية عند نقطة تبعد مسافة r عنها
q : الشحنة النقطية المسببة للمجال الكهربائي بعد النقطة عن الشحنة النقطية
r : بعد النقطة عن الشحنة النقطية
q' : الشحنة الاختبارية المتأثرة بالمجال
F : القوة المؤثرة في الشحنة الاختبارية
K : ثابت = $9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{c^2}$



شكل (9-9)

المجال الكهربائي المنتظم : هو المجال الثابت المقدار والاتجاه عند كل نقطة من نقاطه وخطوط القوة الكهربائية فيه تكون متوازية ومنتظمة الكثافة،كما في لوحين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين بالمقدار ومختلفتين بالنوع.



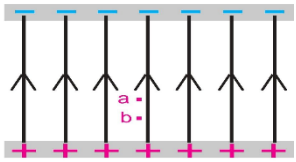
ة واخرى . مثل المجال المتولد
مشحونة لاحظ الشكل
دنا عنها . بسبب نقصان

المجال الكهربائي غير المنتظم : هو المجال الذي يتغير مقداره بين نقطة واخرى مثل المجال المتولد عن شحنة نقطية او حول كرة موصلة مشحونة، إذ يقل مقدار المجال كلما ابتعدنا عنها، لنقصان كثافة خطوط القوة الكهربائية.

س/ قارن بين المجال الكهربائي المنتظم والمجال الكهربائي الغير المنتظم ؟

المجال الكهربائي المنتظم	المجال الكهربائي الغير المنتظم
١- خطوط المجال متوازية	١- خطوط المجال غير متوازية
٢- مقدار المجال ثابت	٢- مقدار المجال متغيري كل نقطة
٣- يتكون من لوحين متوازيين	٣- يتكون من كرتين مشحونتين او شحنتين نقطيتين

مثال١/ صفيحتان متوازيتان مشحونتان بشحنتين متساويتين في المقدار مختلفتين في النوع ،وضعت شحنة مقدارها 2×10^{-6} C عند النقطة (a) بين اللوحين فتأثرت بقوة كهربائية مقدارها خطوط المجال



١ - ما نوع الشحنة النقطية ؟
٢ - أحسب مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (a) ؟.
٣ - اذا انتقلت الشحنة الى النقطة (b) . ما مقدار القوة المؤثرة فيها ؟

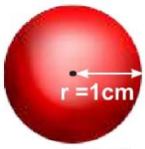
الحل / ١ - بما ان القوة الكهربائية باتجاه المجال فان الشحنة النقطية موجبة

٢- المجال الكهربائي : $\frac{\text{القوة الكهربائية}}{\text{الشحنة المتأثرة بالمجال}} \rightarrow E = \frac{F}{q}$

$$E = \frac{6\times10^{-4}}{2\times10^{-6}} = 3\times10^{2}\,\frac{Newten}{coloumb}$$

٣ - عندما تنتقل الشحنة الى النقطة (b) تتأثر بالقوة نفسها مقداراً ($F = 6\times10^{-4}$) اي في اتجاه المجال (E) لان المجال الكهربائي بين الصفيحتين منتظم.

مثال٢/ كرة موصولة مشحونة مقدار شحنتها (100pc) ونصف قطرها (1cm) . أحسب:



١ - المجال الكهربائي ٤ نقطة تبعد (50cm) عن مركزها
٢ - المجال الكهربائي على سطحها .
٣ - المجال الكهربائي في نقطة داخل الكرة

الحل /

r=1cm
$Pc = 1\times10^{-12}c$

$100PC = 100\times10^{-12}c = 10^{-10}c$

بما ان المجال الكهربائي غير منتظم نستعمل العلاقة الاتية:

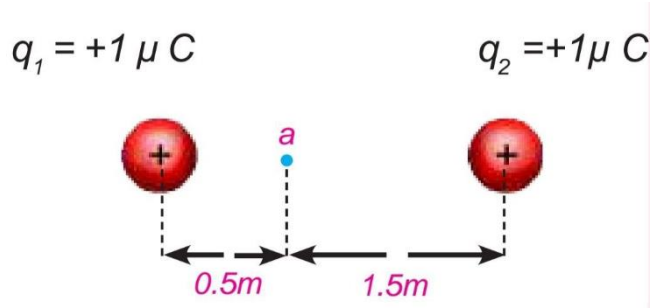
$$E = \frac{Kq}{r^2} = 9\times10^{9}\,N.\frac{m^2}{c^2}\times(10^{-10})/(50\times10^{-2}m)^2 = 3.6N/C$$

٢- عند سطح الكرة فان $r = 1cm = 0.01\ m$

$$E = \frac{Kq}{r^2} = 9\times10^{9}\,N.m^2/c^2\times(10^{-10})C\ /\ (1\times10^{-2}m)^2 = 9000\,N/C$$

٣- ان المجال الكهربائي داخل الكرة الموصلة يساوي صفرا لانه خالي من الشحنات اذ تظهر الشحنات على سطح الكرة الخارجي اي ان: $E = 0$

مثال٣/ في الشكل المجاور شحنتان نقطيتان مقدار كل منهما (+1μC) والبعد بينهما (2m) أحسب مقدار المجال الكهربائي في نقطة من نقاط الخط الواصل بين الشحنتين بحيث تبعد (0.5) عن الشحنة الأولى وتبعد (1.5m) عن الشحنة الثانية



الحل / بما ان المطلوب هو ايجاد المجال الكهربائي عند لنقطة (a) فاننا نفترض وجود شحنة اختيارية موجبة عند النقطة (a) . وبعدها نحسب مقدار المجالات الكهربائية الناشئة من هذه الشحنات النقطية ان شحنة الاختبار ستتأثر بقوة تنافر مع q_2 وكذلك بقوة تنافر مع q_2 لذلك فان:

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

$$E_1 = 9 \times 109 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{(0.5)^2}$$

المجال الكهربائي الناشيء عن الشحنة q_1

$$E_1 = 36 \times 10^3\ N/C$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \times (1 \times 10^{-6}) / (1.5)^2$$

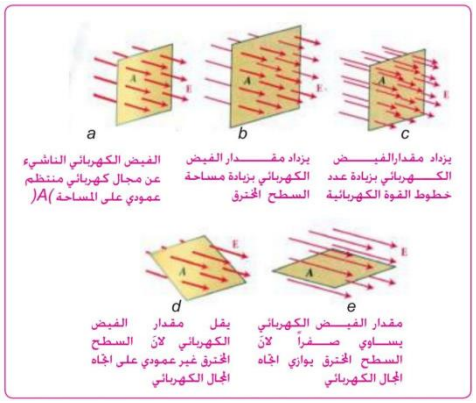
المجال الكهربائي الناشيء عن الشحنة q_2 $E_2 = 4 \times 10^3\ \boldsymbol{N/C}$

بما ان اتجاه E_1، يعاكس اتجاه E_2، فأن محصلة المجال الكهربائي E_R تكون بأتجاه المجال الكهربائي الاكبر

$$\boldsymbol{E_R}(\text{محصلة المجال الكهربائي}) = \boldsymbol{E_1 - E_2 = 36 \times 10^3 - 4 \times 10^3}$$

$$E_R = 32 \times 10^3\ \boldsymbol{N/C}$$

الفيض الكهربائي



س : علام يتوقف المجال الكهربائي في منطقة معينة ؟

يتوقف على كثافة خطوط القوة الكهربائية المارة من تلك المنطقة فتزداد بزيادتها ولذلك تعد كثافة خطوط القوة الكهربائية مقياساً للمجال الكهربائي .

إن عدد خطوط القوة الكهربائية التي تقطع السطح عمودياً يدعى بالفيض الكهربائي ويرمز له بالرمز الاغريقي (Φ) . ان مقدار الفيض الكهربائي يزداد بزيادة عدد خطوط القوة الكهربائية التي تخترق السطح (A) عمودياً ، وكذلك يزيادة مقدار مساحة السطح المخترق .

الفيض الكهربائي = المجال الكهربائي العمودي × مساحة السطح المخترق

$$\phi = E\,A$$

Φ : الفيض الكهربائي،
E : المجال الكهربائي العمودي على السطح ،
A : مساحة السطح المخترق

مثال١/ أحسب مقدار الفيض الكهربائي خلال كرة موصلة مشحونة ومعزولة نصف قطرها متر واحد وعلى سطحها شحنة مقدارها ($+\mu C$)

الحل /

$$E = \frac{Kq}{r^2} = 9x10^9 \times \frac{1-10^{-6}}{(1)^2}$$

$E = 9 \times 10^3\ N/C$ مقدار المجال الكهربائي في نقطة من سطح الكرة

الفيض الكهربائي (ϕ) = المجال الكهربائي العمودي ($\perp E$) × مساحة السطح المخترق (A)

$$\phi = E \perp A$$

$$\phi = E \perp \times 4\pi r^2 = 9 \times 10^3 \times 4 \times 3.14 \times 1^2$$

$Q = 1.13 \times 10^5\ N.\frac{m^2}{C}$ مقدار الفيض الكهربائي

مثال٢/ شحنة كهربائية مقدارها $2 \times 10^{-6}+$ وضعت ٤ مجال كهربائي منتظم يبدي قوة مقدارها $8 \times 10^{-2}N$. ما هو مقدار المجال الكهربائي ؟

الحل /

$$E = \frac{F}{q} = \frac{8 \times 10^{-2}N}{2 \times 10^{-6}C} = 4 \times 10^4 N/C$$

الجهد الكهربائي

ان وجود شحنة اختبارية موجبة في مجال كهربائي لشحنة q ، يعني ذلك ان الشحنة الاختبارية 'q متاثرة بذلك المجال وتملك طاقة كهربائية كامنة، فإذا أردنا تحريك الشحنة الاختبارية الموجبة داخل المجال ومعاكس له باتجاه الشحنة q، فأن ذلك يتطلب انجاز شغل ضد قوى التنافر بين الشحنتين، هذا الشغل المبذول سيتحول الى طاقة كامنة كهربائية فيزداد طاقة الشحنة الاختبارية عما كانت عليه قبل انجاز الشغل،

الجهد الكهربائي : (الطاقة الكامنة الكهربائية لوحدة الشحنة في نقطة داخل المجال الكهربائي وهو كمية غير اتجاهية).

$$\text{الجهد الكهربائي } V = \frac{\text{الطاقة الكهربائية الكامنة الشغل}}{\text{الشحنة المتاثرة } q}$$

$$V = \frac{W\ joule}{q\ coloumb}$$

V :الجهد الكهربائي بالفولت
W :الشغل المبذول بالجول
q : الشحنة المتأثرة بالكولوم

ولحساب الجهد الكهربائي على بعد r من مركز كرة معزولة ومشحونة بشحنة q نطبق :

$$V = K\frac{q}{r}$$

k ثابت التناسب في الهواء : $9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{c^2}$

والجهد موجب اذا تولد من شحنة موجبة وسالب اذا تولد من شحنة سالبة

فرق الجهد الكهربائي

ان فرق الجهد بين نقطتين A, B داخل المجال الكهربائي هو الفرق بين الطاقة الكامنة لوحدة الشحنة بين هاتين النقطتين ، وهو مقدار الشغل اللازم لنقل الشحنة الموجبة من حدى النقطتين الى الاخرى مقسوما على الشحنة.

فرق الجهد الكهربائي = الجهد عند A - الجهد عن B

$$V_{AB} = V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q}$$

$$\text{فرق الجهد} = \frac{\text{القوة} \times \text{الازاحة}}{\text{الشحنة}}$$

كذلك $W_{AB} = q\, V_{AB}$

العلاقة بين المجال الكهربائي وانحدار الجهد

$$\text{فرق الجهد} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الشحنة}}$$

الشغل = القوة × الازاحة

$$\text{فرق الجهد} = \frac{\text{القوة} \times \text{الازاحة}}{\text{الشحنة}} \leftarrow \frac{\text{فرق الجهد}}{\text{الازاحة}} = \frac{\text{القوة}}{\text{الشحنة}}$$

انحدار الجهد =المجال الكهربائي

$$V = \frac{W}{q} \rightarrow w = Fd \rightarrow \therefore V = \frac{Fd}{q}$$

$$\frac{V}{d} = \frac{F}{q}$$

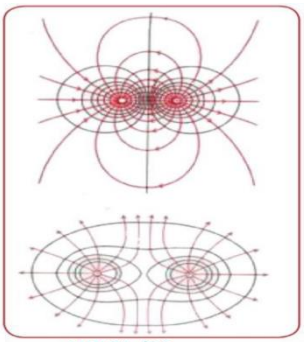
المجال الكهربائي $= \frac{F}{q}$ ،

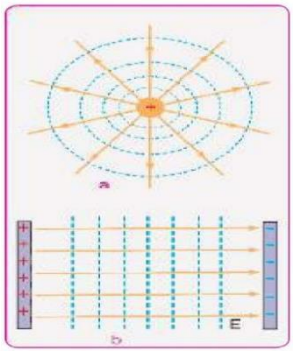
انحدار الجهد $= \frac{V}{d}$

$$E = \frac{V_{AB}}{d}$$

القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة كهربائية تشير الى الاتجاه التي يكون عنده الطاقة الكامنة الواطئة .

سطح تساوى الجهد


شكل (15-9)



سطح تساوى الجهد / هو ذلك السطح الذي تكون نقاط سطحه جميعا بنفس الجهد الكهربائي أي أن فرق الجهد بين أي نقطتين من نقاطه تساوي صفر.

س : عدد خواص سطوح تساوي الجهد ؟

١- لا تتقاطع بعضها مع البعض الآخر.
٢- خطوط القوة الكهربائية تكون عمودية على سطوح تساوي الجهد.
٣- تتقارب سطوح تساوي الجهد فيما بينها في المناطق التي يكون فيها المجال الكهربائي E فيها كبير، فتزداد خطوط القوة الكهربائية ايضا، لذا تتقارب سطوح تساوي الجهد قرب النهايات المدببة للاجسام المشحونة والمعزولة.

ملاحظة / الشكل يبين سطوح تساوي الجهد وقد رسمت بشكل خطوط متقطعة وخطوط القوة الكهربائية المرسومة بشكل خطوط مستمرة لشكلين مختلفين في المجالات الكهربائية فعندما يكون المجال ناشئا عن شحنة نقطية كما في الرسم a تكون سطوح تساوي الجهد كروية الشكل ومتحدة المركز اما في حالة المجال المنتظم كالذي ينشأ بين لوحين متوازيين كما في الشكل b فتكون سطوح تساوي الجهد مستوية ومتوازية

مثال١/ كرة معدنية معزولة نصف قطرها (5cm) عليها شحنة مقدارها (20C) . جد الجهد الكهربائي في نقطة،
١ - على سطحها ٢ - على بعد (15cm) من سطحها
$q = 20\,\mu C = 20 \times 10^{-6}\,c$

الحل /

1. $V = \frac{Kq}{r}$

$v_1 = \frac{\{9\times10^9 \times (20\times10^{-6})\}}{0.05} = 36 \times 10^5\, Volt$ وهو جهد جميع نقاطها

2. $V_2 = \{9 \times 10^9 \frac{20\times10^{-6}}{0.05 + 0.15} = 9 \times 10^5\, volt$ (من سطحها.15cmالجهد على بعد)

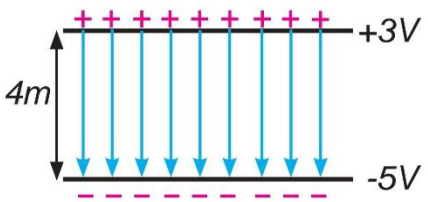
مثال٢/ الشكل المجاور يبين سطحان متوازيان من سطوح تساوي الجهد جهد احدهما (5V -) وجهد الآخر (+3V) والبعد بينهما (4m) أحسب المجال الكهربائي بينهما -

الحل / بما ان المجال الكهربائي منتظم بين السطحين فان خطوط المجال ستكون متوازية وعمودية على كلا السطحين لذلك:

المجال الكهربائي = $\frac{\text{فرق الجهد}}{\text{البعد}}$ اي ان المجال الكهربائي = انحدار الجهد

$E = \frac{\Delta V}{X} = \frac{V_2 - V_1}{X}$

$E = \frac{3-(-5)}{4} = \frac{8}{4} = 2\,\frac{V}{m}$ مقدار المجال الكهربائي



مثال٣/ 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. أحسب الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها $(1\mu C)$ من نقطة B الى نقطة A .. A

الحل /

الجهد الكهربائي = $\frac{\text{ثابت كولوم} \times \text{الشحنة}}{\text{البعد}}$

حيث q تمثل الشحنة المولدة للمجال

$$V = \frac{Kq}{r}$$

$$V_A = 9 \times 10^9 \times \frac{2\times10^{-9}}{0.3} = 60Voult$$ الجهد عند النقطة A

$$Vb = 9 \times 10^9 \times \frac{(2 \times 10^{-9})}{0.9} = 20\ volt$$ الجهد عند النقطة B

الجهد عند النقطة B - الجهد عند النقطة A = فرق الجهد بين النقطة (B ,A)

$$V_{AB} = V_A - V_B = 60 - 20 = 40\ volt$$

الشغل = فرق الجهد × الشحنة

$$W = qv_{AB}$$
$$W_{AB} = 1 \times 10^{-6} \times 40 = 40 \times 10^{-6}\ Joule$$

الجهد الكهربائي للارض

الجهد الكهربائي للأرض صفر، لان سطحها كبير جدا لا يمكن ان تؤثر بها أي شحنة تعطى لها، او تغير من جهدها فهي خزان كبير للشحنات السالبة والموجبة. لذا أي جسم موصل موصول بالارض فأن جهده يكون صفرا.

عمل الرؤوس المسننة في تفريغ الشحنات الكهربائية؟

ان كثافة الشحنة تتناسب عكسياً مع نصف قطر الموصل، فكلما كان رأس الموصل مدبب كانت كثافة الشحنة عليه كبيرة وهذا يؤدي الى تفريغ الكهرباء من الراس المدبب وذلك ان دقائق الهواء المتعادلة والمشحونة بشحنة مخالفة تنجذب الى الرأس المدبب، لتكتسب من الراس المدبب شحنته، ثم تتنافرمعه وتبتعد لتنجذب اليه دقائق أخرى ثم تنشحن بنفس الشحنة، وتبتعد وهكذا تتفرغ الشحنة من الرأس المدبب الى الجو.

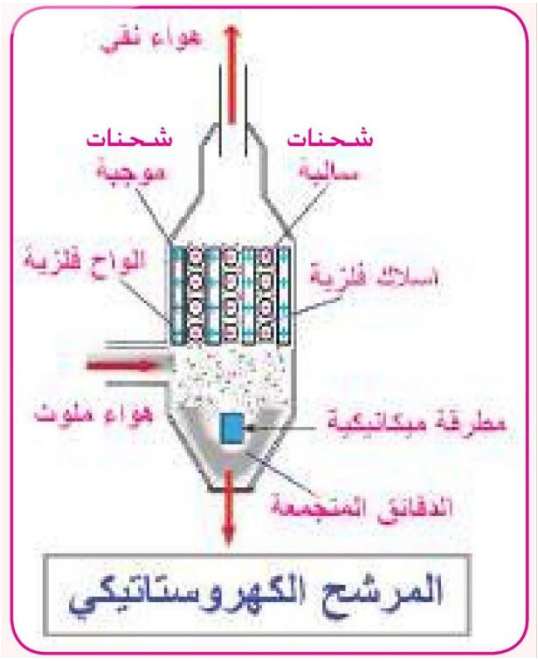
الكهرباء الجوية / عند تكون الغيوم وخلال حركتها تحمل الكهرباء فتكون شحنتها موجبة من الطبقات العليا وسالبة من الطبقات السفلي من الغيمة ويحصل تفريغ بين الاجزاء المختلفة الشحنة من السحابة الواحدة او بين السحابتين المختلفتين بالشحنة، فيحصل البرق ،لان كل تفريغ يكون مصحوب بشرارة ، والذي هو البرق ، ولكن هذا التفريغ يتسبب في تأين الهواء وتسخينه بشكل مفاجئ الى ٣٠٠٠ درجة سيليزية فيعطي ضوء وهاج، ويتمدد الهواء بشكل مفاجئ مولد صوتا يتكرر صداه بين الغيوم مولدا الرعد.

الصاعقة / عندما يحصل تفريغ كهربائي بين السحابة المشحونة واي جسم مشحون بشحنة مخالفة للسحابة على سطح الأرض، فهذا ما يسمى بالصاعقة، والتي تحدثت بوقت ١ /٤ ثانية.

مانعة الصواعق/ ساق معدني ذو راس مدبب يعمل الراس المدبب على تفريغ الشحنة الكهربائية ببطيء ويكون طرف من مانعة الصواعق موصول بالارض والراس المدبب فوق البناية، فإذا كان الجو مشحونا بالشحنة السالبة تتولد على سطح الارض شحنات موجبة تنتقل بواسطة السلك الموصل بالارض الى الاعلى (الراس المدبب) ثم تندفع مبتعدة عنه لتحدث تفريغ تدريجيا بفعل فرق الجهد بين الارض والجو المحيط بالرأس المدبب وبذلك نقلل من خطر التفريغ الكهربائي.

تطبيقات على الكهربائية الساكنة:

١. المرشحات الكهروستاتيكية: تقوم الكثير من المعامل والمصانع باطلاق غازات محملة بدقائق صغيرة على شكل سحابة من الدخان مما يؤدي الى تلوث الهواء . وقد استعملت اجهزة المرشحات الكهروستاتيكية في تنقية البيئة من ذلك يبين الشكل عمل المرشح الكهروستاتيكي . حيث يحتوي المرشح على اسلاك فلزية رفيعة مشحونة بشحنة سالبة وتعمل على شحن دقائق الدخان بشحنة سالبة عند مرور الغازات الملوثة عبر المرشح ، فتنجذب دقائق الدخان بالواح فلزية موجبة الشحنة وبأستعمال مطرقة ميكانيكية سيتم هز هذه الالواح لتجميع الدقائق في الاسفل.



٢. جهاز الاستنساخ الضوئي: يعد جهاز تصوير الوثائق من التطبيقات المهمة على الكهربائية الساكنة . الشكل يبين الخطوات الرئيسية التي تتم داخل جهاز تصوير الوثائق .

اسئلة الفصل التاسع

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-كل الاحتمالات السابقة

٢-في حالة المجال الكهربائي المنتظم يكون :

a - المجال فيه متغير المقدار في جميع نقاطه
b- المجال فيه ثابت المقدار ي جميع نقاطه
c- المجال فيه ثابت الاتجاه في جميع نقاطه
d- المجال فيه متغير المقدار والاتجاه في جميع نقاطه

٣- الجهد الكهربائي لنقاط بين لوحين متوازيين مشحونين بشحنتين مختلفتين ومتساويتين:

a- موجبا دائما
b- سالبا دائما
C- موجبا او سالبا
d- ربما موجباً وربما سالباً أو صفراً

٤- اذا وضعت شحنة كهربائية طليقة في مجال كهربائي فأنها تتحرك.

a- باتجاه المجال دائما
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 نقاط سطحها فولطا واحد، فأن الجهد في مركزها:

a- فولطا واحدا
b- صفرا
c-اقل من فولط واحد واكبر من الصفر
d- اكبر من فولط واحد

س٢/ ضع علامة 7 على العبارة الصحيحة وعلامة X على العبارة الخاطئة مع تصحيح ا الخطأ إن وجد دون أن تغير ما تحته خط.

١) قوة التنافر او التجاذب الكهربائي بين جسمين مشحونين اكبر من قوة الجذب التثاقلي بين كتلتيهما. (صح)

٢) يجذب الكترون بروتون النواة في الذرة بقوة اقل من القوة التي يجذب بها البروتون للالكترون .(خطأ)

ج/ الصحيح يجذب احدهما الآخر بنفس القوة لان شحنتهما متساويتان بالمقدار

٣) جميع نقاط الكرة الموصلة المشحونة تكون بالجهد نفسه

ج/ صح (لانها سطح تساوي جهد)

٤) اشباه الموصلات تكون دائما موصلة جيدة للكهربائية.

ج/ خطأ- تكون موصلة في درجات الحرارة العالية وعازل في درجات الحرارة الواطئة.

٥) قانون كولوم ينطبق على الشحنات الكهربائية متماثلة فقط.

ج/ خطأ- ينطبق على الشحنات الكهربائية المتماثلة والمختلفة.

٦) قانون كولوم ينطبق على الشحنات الكهربائية كبيرة الحجم.

ج/ خطأ- ينطبق على الشحنات الكهربائية صغيرة الحجم. (نقطية)

٧) تتوزع الشحنة الكهربائية على سطح موصل بصورة متجانسة

ج/ خطأ / الصحيح غير متجانسة

٨) سطح الكره الموصلة المشحونة المعزولة هو سطح تساوي جهد
ج/(صح)

٩) تكون خطوط القوة الكهربائية متوازية في المجال الكهربائي المنتظم
ج/ صح (كما في لوحين متقابلين مختلفين في نوع الشحنة).

١٠) يمكن شحن الكره الارضية بشحنة كهربائية موجبة.
ج/ خطأ ، لا يمكن لكبر حجمها.

١١) لا يمكن لخطوط القوة الكهربائية ان تتقاطع. / صح
١٢) اذا وضعت شحنة كهربائية معينة في مجال كهربائي منتظم فأن القوة الكهربائية التي تؤثر عليها تكون ثابتة المقدار والاتجاه.
ج/ صح. لأن المجال منتظم فكلما ابتعدت عن الطرف الموجب قل التنافر لكن زادت قوة التجاذب مع الجهة السالبة فتبقى ثابتة في المقدار والاتجاه.

س٣/ هل يمكن تقاطع خطان من خطوط القوى الكهربائية ؟ ولماذا ؟
ج/ كلا فلو صح ذلك سيكون هناك اتجاهان للمجال الكهربائي عند نقطة التقاطع وهذا يتناقض مع مفهوم الكمية المتجهة لان لكل كمية متجهة مقدار واحد واتجاه واحد .

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 السطح عند أي نقطة من نقاطه أي ان المجال بموازاة السطح يساوي صفر $= \frac{V_{AB}}{D}$
نقطتين A ,B على السطح وهذا يعني $V_A - V_B = O$ ، اذن $V_A = V_B$

س٥/ علل عدم وجود مجال كهربائي داخل كرة معدنية مشحونة ومعزولة ؟
ج/ لان الشحنات المتشابهة ستتنافر مبتعدة عن بعضها فتظهر على السطح الخارجي للكرة الموصولة.

س٦/ اذا كان جهد نقطة معينة صفرا فهل من الضروري ان يكون المجال الكهربائي صفر؟
ج/ كلا. مثال ذلك ان الجهد الكهربائي للارض = صفر ولكن لا يعني هذا ان الأرض خالية من الشحنات الكهربائية .

س٧/ أيهما أكبر، جهد نقطة داخل كرة معدنية مشحونة أم جهد نقطة على سطحها ؟ولماذا؟
ج/ جهد نقطة داخل كرة معدنية مشحونة يساوي جهد نقطة على سطحها (يعد سطح الموصل المشحون والمعزول هو اول سطح من سطوح تساوي الجهد)

س٨/ ما الصاعقة؟ وما مانعة الصواعق؟ وكيف تعمل لحماية الابنية والمنشآت؟
ج هو التفريغ الكهربائي الحاصل بين السحابة المشحونة واي جسم يحمل شحنة مخالفة لها على الارض. ومانعة الصواعق: هي موصل احد طرفيه موصول بالارض والطرف الآخر ذو رأس مدبب فوق سطح البناية ، تعمل على تفريغ الشحنة الكهربائية نحو الارض ببطأ وذلك لحماية الدور والمنشأة من التفريغ الكهربائي الجوي، بواسطة عمل الرؤوس المدببة في تفريغ الشحنات الكهربائية بفعل الجهد بين الارض والجو المحيط بالراس المدبب تدريجيا

س٩/ ما البرق وكيف يحصل ؟
ج/ تفريغ كهربائي يحصل بين الاجزاء المختلفة من السحابة الواحدة او بين سحابتين مختلفتين
ويحصل هذا في الجو الممطر خاصة عندما تصبح السحب محملة بشحنات كهربائية وتكون شحنتها موجبة - الطبقات العليا وسالبة في الطبقات السفلى من الغيمة يحصل تفريغ على شكل ضربات متقاربة داخل السحابة الواحدة او بين سحابتين مختلفتين.

س١٠/ لماذا نرى البرق قبل سماع صوت الرعد الناتج عنه ؟
ج/ لأن سرعة الضوء أكبر بكثير من سرعة الصوت. (سرعة الصوت(340م/ثا) ، (سرعة الضوء (3×10°م/ثا)

س ١١/ المجال الكهربائي داخل كرة معدنية مجوفة مشحونة ومعزولة يساوي صفر، فهل هذا يعني ان الجهد داخل الكرة يساوي صفرا ؟
ج/ كلا . لان جهد النقاط داخل الكرة هذه هو نفسه جهد نقاط سطحها .

المسائل

س١/ ما مقدار قوه التنافر بين شحنتين نقطيتين متساويتين. مقدار كل منهما ($1\mu C$) وعلى بعد (10cm) عن بعضهما؟

الحل /

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{9\times10^9\times1\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(0.1)^2} = \frac{9\times10^{-3}}{1\times10^{-2}} = 0.9N$$

س٢/ وضعت الشحنتان النقطيتان ($+3\mu C$) ($+27\ \mu C$) على خط مستقيم تفصلهما مسافة متر واحد. فأين يجب وضع الشحنة النقطية حتى تصبح محصلة القوى المؤثرة عليها من قبل الشحنتين صفراً ؟

الحل / نفرض أن الشحنة النقطية تبعد عن الشحنة الاولى = x نفرض ان الشحنة النقطية تبعد عن الشحنة الثانية = 1- x

$F_1 = F_2$.

$$K\frac{qq_1}{r_1^2} = K\frac{qq_2}{r_2^2}$$

$$\frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2}$$

بالقسمة على (3) $\frac{3}{x^2} = \frac{27}{(1-x)^2}$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{9}{(1-x)^2}$$

بجذر الطرفين $9x^2 = (1-x)^2$

$$3x = 1 - x$$
$$4x = 1 \rightarrow x = \frac{1}{4} = 0.25m$$

س٣/ اذا كان فرق الجهد بين نقطتين B,A فما الشغل اللازم لنقل :

a- بروتون (q = +e) من A الى B b- الكترون (q = - e) من A الى B

الحل /

(a) بروتون من A الى B من تعريف فرق الجهد ΔV

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{-W_{AB}}{q}$$
$$\Delta V = \frac{-W_{AB}}{q} \rightarrow 60 = \frac{-W_{AB}}{+1.6\times10^{-19}} \rightarrow W_{AB} = -9.6\times10^{-18}J$$

b)الكترون من A الى B

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{-WAB}{q}$$
$$\Delta V = \frac{-WAB}{q} \rightarrow 60 = \frac{-W_{AB}}{-1.6\times10^{-19}} \rightarrow W_{AB} = +9.6\times10^{-18}J$$

س٤/ سطحان متوازيان من سطوح تساوي الجهد . جهد النقطة (a) فيه يساوي 10V وجهد النقطة (b) فيه يساوي (-27) والبعد بينهما (4mm) أحسب المجال الكهربائي بين النقطتين ؟

الحل /

$$E = \frac{V_b - V_a}{d} \leftarrow E = \frac{V_{ab}}{d}$$

$$E = \frac{10 - (-2)}{4 \times 10^{-3}} = \frac{12}{4 \times 10^{-3}} \rightarrow E = 300N/c$$

س٥/ نقطة (A) تبعد (0.5m) عن مركز كرة مشحونة بشحنة مقدارها $(1 \times 10^{-3}\mu c)$ 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 / نستخرج جهد A وجهد B

$$v_A = K\frac{q}{r^1}$$

$$v_A = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-3} \times 10^{-6}}{0.5} V_B = 18v$$

$$v_B = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-3} \times 10^{-6}}{0.9} = 10\ v$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = 18 - 10 = 8v$$

$$w = v.q = 8 \times 2 \times 10^{-6}$$

$$w = 16 \times 10^{-6}J$$

س٦/ وضعت شحنة مقدارها $(6\mu C)$ على بعد (1.2m) من شحنة أخرى مقدارها $(5\mu C)$ ي الفراغ. احسب الشغل المبذول لتحريك الشحنة الثانية لتصبح على بعد(0.9m) عن الشحنة الاولى .

الحل /

$$v_1 = k\frac{q_1}{r_1} \rightarrow v_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{1.2} \rightarrow v_1 = 4.5 \times 10^4 v$$

$$v_2 = k\frac{q_2}{r_2} \rightarrow v_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{0.6} \rightarrow v_2 = 6 \times 10^4 v$$

$$v = v_2 - v_1 \rightarrow v = 6 \times 10^4 = -4.5 \times 10^4 = 1.5 \times 10^4 v$$

$$w = v.q = 1.5 \times 10^4 \times 5 \times 10^{-6} = 7.5 \times 10^{-2} = 0.075\ J$$