بسم الله الرحمن الرحيم

مدرسة أفق المستقبل

تقدم

سلسلة الملخص

في



الفيزياء

الباب الأول
والباب الثاني

إسم الطالب : _____

إعداد الأستاذ:

مُهند الأمين

0590368528

ت: ٠٠٩٦٦٥٩٠٣٦٨٥٢٨

أُفق المستقبل

الحركة الدائرية المنتظمة

هي حركة جسم في مسار دائري بحيث يقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية.

أمثلة لها: ١/ حركة المروحة ٢/حركة عقارب الساعة ٣/حركة جسم مربوط بخيط ويدور في مسار دائري

مصطلحات (مفاهيم) الحركة الدائرية:

(١) **الزمن الدوري** (ز) : هو الزمن اللازم لكي يكمل الجسم دورة كاملة ويقاس بالثانية .

الزمن الدوري = $\frac{\text{الزمن الكلي للدورات الكاملة (ن)}}{\text{عدد الدورات الكاملة (عد)}}$ $\quad ز = \frac{ن}{عد}$

(٢) **التردد** (ذ) : هو عدد الدورات الكاملة خلال وحدة الزمن

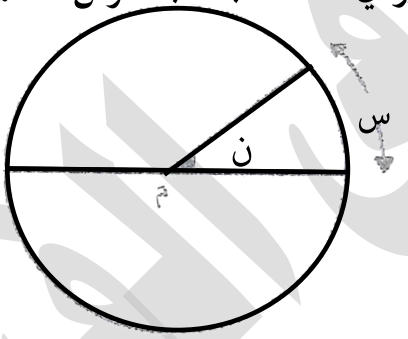
التردد = $\frac{\text{عدد الدورات الكاملة (عد)}}{\text{الزمن الكلي للدورات الكاملة (ن)}}$ $\quad ذ = \frac{عد}{ن}$ ويقاس بوحدة دورة / ثانية تعادل هيرتز

من خلال تعريفي الزمن الدوري والتردد نجد أن التردد هو مقلوب الزمن الدوري ذ = $\frac{١}{ز}$

لذلك يمكن أن تكون ثانية $^{-١}$ أو ($\frac{١}{ث}$) وحدة قياس للتردد . **التردد × الزمن الدوري = ١**

(٢) **السرعة المماسية** (ع) : هي معدل التغير في المسافة بالنسبة للزمن لجسم يتحرك في مسار دائري.

وهي سرعة ثابتة المقدار ومتغيرة الإتجاه .



ع = $\frac{س}{ن}$

عندما يكمل الجسم دورة كاملة يكون قطع مسافة تعادل محيط المسار الدائري في زمن دوري .

ع = $\frac{\text{محيط الدائرة}}{\text{الزمن الدوري}}$ = $\frac{٢\pi نق}{ز}$ وتقاس بالمتر/ الثانية ⇦ ع= $\frac{٢\pi نق}{ز}$ = ٢πنق ذ

تنبيه : تتناسب السرعة المماسية طردياً مع نصف قطر المسار الدائري و التردد، كما تتناسب عكسياً مع الزمن الدوري

مثال(١): جسم يتحرك في مسار دائري نصف قطره ٢متر بحيث يكمل أربعة دورات كل ٨ ثواني أحسب:

(١) الزمن الدوري : .....

(٢) التردد : .....

(٣) السرعة الممسية : .....

.....

مثال (٢) أ/ أحسب الزمن الدوري لعقرب الثواني والتردد لها .

.....

ب/ أحسب الزمن الدوري والتردد لعقرب الدقائق .

.....

.....

ج/ أحسب الزمن الدوري للأرض أثناء دورانها حول محورها[الشمالي–الجنوبي]من الغرب إلى الشرق بسرعة ٤٦٥متر/ث.....

.....

ملحوظة : * تسمى السرعة بالمماسية لأن إتجاهها يكون مماساً لمحيط الدائرة .

مثال (٣) : يدور جسم بمعدل ١٢٠ دورة كل دقيقة في محيط دائرة نصف قطرها ١٠ متر جد :

أ/ الزمن الدوري : .....

ب/ التردد : .....

ج/ السرعة المماسية : .....

.....

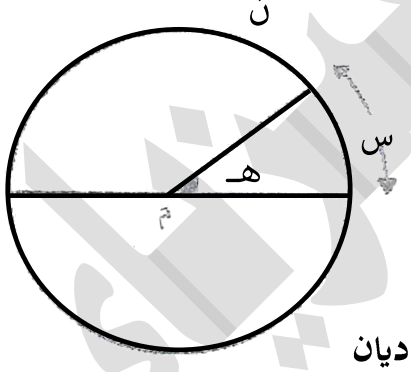
(٤) **السرعة الزاويَّة**: (ω)

هي مقدار الزاوية المزاحة في وحدة الزمن وتقاس بوحدة راديان / ثانية $\omega = \frac{هـ}{ن}$

عندما يكمل الجسم دورة كاملة يزيح زاوية مقدارها ٣٦٠° = ٢π

خلال زمن دوري ∴ $\omega = \frac{هـ}{ن} = \frac{٢\pi}{ز}$

$\omega = \frac{٢\pi}{ز} = ٢\pi ذ$



الزاوية المزاحة (**هـ** = ω ن): هي الزاوية التي تصنعها حركة الجسم مع مركز المسار الدائري اثناء حركته على محيط المسار الدائري. وتقاس بالراديان

الراديان : هو الزاوية المركزية التي طول قوسها يساوي طول نصف قطرها .

دوره واحدة تزيح زاوية = ٣٦٠ درجة = ٢π راديان

١ راديان = $\frac{١٨٠}{\pi}$ درجة ⇦ ١ درجة = $\frac{\pi}{١٨٠}$ راديان

طول القوس = الزاوية المزاحة بالراديان × نصف قطر المسار الدائري

تنبيه : تتناسب السرعة الزاوية طردياً مع التردد ،كما تتناسب عكسياً مع الزمن الدوري

العلاقة بين السرعة المماسية (ع) والسرعة الزاوية (ω)

ع = $\frac{٢\pi نق}{ز}$ ← (١) ω = $\frac{٢\pi}{ز}$ ← (٢)

من (١) و(٢) نجد أن ع = ωنق ⇐ ω = $\frac{ع}{نق}$

مثال٤ : يدور جسم بسرعة ٣١,٤ متر/ثانية في محيط دائرة نصف قطرها ١٠ متر أحسب :

أ/ السرعة الزاويَّة: .....

ب/ التردد : .....

ج/ الزمن الدوري: .....

د/ عدد الدورات التي يصنعها الجسم خلال ٥ دقائق :

.....

مثال ٥: يدور جسم في مسار دائري نصف قطره ١٤متر بسرعة ٧متر/ث ، أحسب السرعة الزاوية :

.....

مثال ٦: يدور جسم حول مركزه بسرعة ٢ راديان/ث . أحسب زمنه الدوري وتردده .....

.....

مثال ٧: أحسب السرعة الزاوية لقمر يدور حول كوكب في ١,٥٧ ساعة:.....

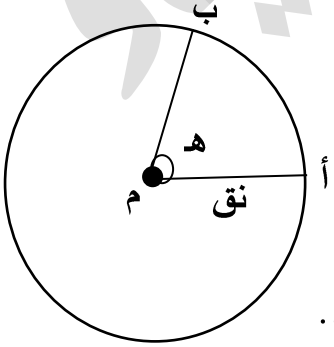
.....

مثال ٨ : جسم يتحرك في مسار دائري نصف قطره ٣٠سم أحسب سرعة دوران الجسم علماً بانه يصنع ٩٠° كل ٣ثواني ؟.....

.....

.....

مثال ٩ : الشكل أدناه يوضح مسار جسم يدور في مسار دائري نصف قطره ٢٠ متر ويصنع زاوية مركزية هـ = ٣٠° أحسب طول القوس أ،ب :



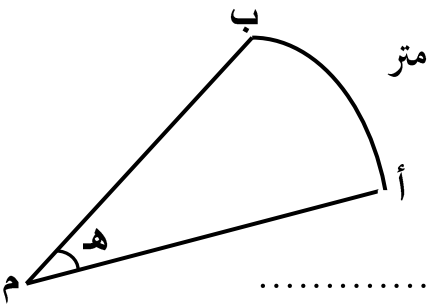
.....

.....

.....

.....

.....



مثال١٠ : الشكل المقابل يوضح حركة جسم مربوط بخيط طوله ٥متر ويرتكز عند النقطة (م). فاذا قطع القوس أ ب في ثانيتين وكان طول القوس ٢٠متر . أحسب :

أ/ السرعة الخطية: .....

.....

.....

ب/ التردد : .....

.....

جـ/ مقدار الزاوية المزاحة (هـ) :.....

.....

.....

(٥) العجلة المركزية (جـ) :

هي العجلة الناتجة من قوة الجذب المركزية ويكون إتجاهها نحو مركز المسار الدائري .

أو هي معدل التغير في السرعة المماسية بالنسبة للزمن لجسم يتحرك في مسار دائري .

حيث جـ = $\frac{ع^{٢}}{نق}$ وتقاس بوحدة متر/ثانية^{٢}

العوامل التي تعتمد عليها العجلة المركزية :

١/ السرعة المماسية ٢/ نصف قطر المسار الدائري .

تنبيهات : * تغير إتجاه السرعة يعني وجود عجلة ويكون إتجاهها نحو المركز وهي العجلة المركزية التي تعمل فقط على تغير إتجاه السرعة ولا تؤثر على مقدارها لان اتجاهها عمودياً على اتجاه السرعة.

(٦) قوة الجذب المركزي :

هي القوة التي تجعل الجسم يدور في مسار دائري وتشده نحو مركز المسار الدائري .

من قانون نيوتن نجد أن ق = ك جـ ∴ق= $\frac{ك\ ع^{٢}}{نق}$ وتقاس بالنيوتن.

قوة الجذب المركزي لجسم يتحرك في مسار دائري تتناسب طردياً مع كتلة الجسم و مربع سرعته المماسية وعكسياً مع نصف قطر المسار الدائري .

العوامل التي تعتمد عليها قوة الجذب المركزي :

١/ كتلة الجسم ٢/ سرعة الجسم المماسية ٣/ نصف قطر المسار الدائري

العلاقة بين قوة الجذب المركزي (ق) والزمن الدوري (ز) والتردد (ذ) والسرعة الزاوية (ω):

نعلم أن :

ق = ك ع^{٢} / نق ـ (١)

ع = ٢π نق / ز ـ (٢)

ع = ٢π نق ذ ـ (٣)

ع = ω نق ـ (٤)

من (١) و (٢)

ق = ك/نق (٢π نق / ز)^{٢} = ٤ك π^{٢} نق / ز^{٢}

من (١) و (٣) نجد أن

ق = ك/نق (٢π نق ذ)^{٢} = ٤ ك نق π^{٢} ذ^{٢}

من (١) و (٤)

ق = ك ω^{٢} نق و لان نق = ع/ω فان ق = ك ع ω

مثال : جسم كتلته ٢ كجم ربط بخيط طوله ٢متر فأكمل ٤ دورات خلال ثانية :

(أ) أحسب السرعة المماسية للجسم . .....

(ب) أحسب العجلة المركزية . .....

(ج) الشد في الخيط . .....

(د) صف حركة الجسم إذا إنقطع الخيط : .....

مثال : كرة كتلتها ٥٠٠جرام تدور بواسطة خيط طوله ٥٠سم بمعدل ٣٥دورة كل ٥ثوان أحسب :

١/ الزمن الدوري .....

٢/ التردد .....

٣/ السرعة الزاوية .....

٤/ الزاوية المزاحة.....

٥/ السرعة المماسية .....

٦/ المسافة المقطوعة .....

٧/ قوة الجذب المركزية .....

مثال : يدور جسم بسرعة ٢٥ متر/ ث في محيط دائرة قطرها ١٠٠ متر جد مقدار العجلة المركزية .

.....

.....

مثال: يدور جسم بسرعة ٨متر/ث في مسار دائري ،أحسب نصف قطر المسار الدائري علماً بأن عجلة الجذب المركزية ٦,٤متر/ث^{٢} .....

.....

مثال : إذا كان التسارع المركزي = ١,٦ متر/ث^{٢} لجسم يدور في محيط دائرة قطرها ٢٠ متر جد :

أ/ السرعة المماسية : .....

.....

.....

ب/ السرعة الزاويَّة : .....

.....

.....

ج/ الزمن الدوري : .....

د/ التردد : .....

مثال : جسم كتلته ٥ كجم ويدور بسرعة ٢٠ متر/ت في محيط دائرة قطرها ٨٠ متر جد قوة الجذب المركزية . .....

.....

مثال : جسم كتلته ٢٠ جرام مربوط في أحد طرفي خيط طوله ٥٠ سم ويتحمل شداً أقصى مقداره ٤ نيوتن فإذا دار الحجر حول الطرف الآخر للخيط فأحسب .

(أ) أقصى سرعة يدور بها الحجر : .....

.....

(ب) السرعة الزاوية للحجر : .....

.....

(ج) الزمن الدوري حينئذ : .....

.....

(٧) قوة الطرد المركزي :

هي قوة غير أصيلة تنتج كرد فعل لقوة الجذب المركزي ومساوية لها في المقدار ومخالفة لها في الإتجاه لأنها تعمل للخارج .

$$ق_{ط} = \frac{ك\ ع^{٢}}{نق}$$

السالب دلالة على الإتجاه وليس المقدار وتعتبر قوة غير أصيلة لأنه لا يظهر أثرها إلا عندما تختفي قوة الجذب المركزي .

بعض تأثيرات قوة الطرد المركزية في حياتنا العامة :

١/ عند إدارة جسم بواسطة حبل طرفه الآخر مربوط في اليد ، تؤثر قوة الطرد المركزية على اليد في صورة جذب للخارج .

٢/ رواد الفضاء داخل سفينة فضائية تدور حول الأرض يظهرون في حالة إنعدام وزن لأن دوران السفينة حول الأرض يولد قوة طرد مركزية تعادل قوة جذب الأرض لرواد الفضاء (أوزانهم).

٣/ عند إدارة سائل في إناء تندفع جزيئات السائل نحو جدران الإناء لأن جزيئات السائل أثناء دورانها لا ترتبط مع المركز بأي قوة فيظهر عليها تأثير قوة الطرد المركزية .

٤ / ركاب العربة المنعطفة في منعطف دائري يميلون تلقائياً للخارج لأنهم أجبروا على الدوران بدون مدهم بقوة جذب مركزية فيظهر عليهم أثر قوة الطرد المركزي.

٥/ يستفاد من ظهور تأثير قوة الطرد المركزية عند عدم وجود قوة الجذب المركزية في فصل المحاليل مختلفة الكثافة بواسطة جهاز النابذة والذي يستخدم في مجالين.

(١) مجال طبي: (i) فصل البلازما عن الدم . (ii) فصل الأملاح عن البول.

(٢) مجال صناعي: (i) فصل المولاص عن السكر. (ii) فصل الزبدة عن اللبن.

تنبيهات : *كل من عجلة الجذب المركزية وقوة الجذب المركزية وقوة الطرد المركزية لا تؤثر على قيمة السرعة المماسية وذلك لان اتجاه كل من عجلة الجذب المركزية وقوة الجذب المركزية وقوة الطرد المركزية عمودي على اتجاه السرعة المماسية .

*تستخدم أجهزة الطرد المركزية السريعة في فصل النظائر كاليورانيوم المخصب عن اليورانيوم الغير مخصب.

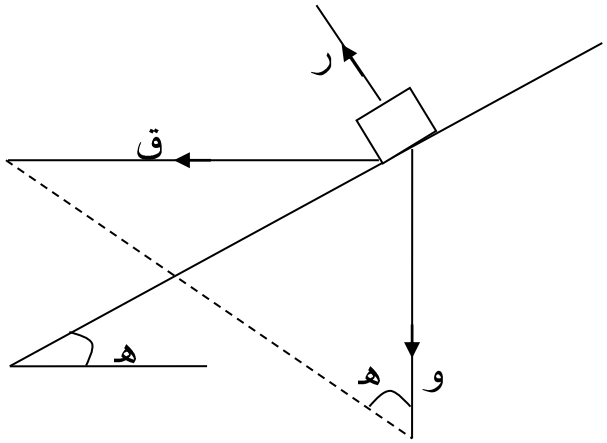
* اذ أجبر جسم على السير في مسار دائري بدون امداده بقوة الجذب المركزية فأنه يتحرك في عكس اتجاه قوة الجذب المركزية وبنفس مقدارها وتسمي هذه القوة بقوة الطرد المركزية.

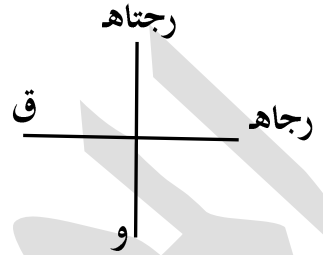
* في حالة الجسم الذي يدور بخيط فانه اذا انقطع الخيط فان قوة الطرد المركزية = قوة الجذب المركزية = صفر

الحركة الدائرية على سطح الأرض

السيارات والدراجات وحتى الطائرات والتي تسير في طريق دائري تحتاج الى الميلان لان الميلان يولد قوة جذب مركزي وفي هذه الحالة تكون

قوة الجذب المركزي=قوة الميلان





من الشكل:

ظاهـ= المقابل / المجاور ⇐ ظاهـ= ق / و :–ق=وظاهـ

لكن و=ك د

∴قوة الجذب المركزي الناتجة عن الميلان **ق=ك د ظاهـ**

من الشكل نجد أن :

ق = رجـاه

و =رجـتاه

حيث : ق ≡ قوة الجذب المركزية الناتجة عن الميلان . ر ≡ قوة رد الفعل

ك ≡كتلة الجسم & د ≡ عجلة السقوط الحر & هـ ≡ زاوية ميلان الطريق

*تعتمد قوة الجذب المركزية الناتجة عن الميلان على كتلة الجسم وعجلة الجاذبية الأرضية وزاوية ميلان الطريق

حساب السرعة المسموح بها في طريق دائري مائل:–

السرعة المسموح بها هي أقصى سرعة يتحرك بها الجسم في مسار منحني دون ان يفقد توازنه.

لكي يحافظ الجسم على مساره الدائري يجب ان تتساوى قوة الجذب المركزي الفعلية مع قوة الجذب المركزي الناتجة عن الميلان

اي ان:

ك ع^{٢} / نق = ك د ظاهـ ⇐ ع^{٢}=نق×د×ظاهـ

ع= √(نق× د × ظاهـ)

حيث ع ≡اقصى سرعة مسموح بها على الطريق

العوامل التي تعتمد عليها السرعة المسموح بها في طريق دائري مائل:–

١/نصف قطر الطريق ٢/عجلة الجاذبية ٣/ زاوية ميلان الطريق

☆**تنبيهات**:

١)لزيادة السرعة المسموح بها على طريق دائري يجب زيادة نصف قطر الطريق او زيادة زاوية الميلان او زيادة الاثنان معا

٢)اذا كانت قوة الجذب المركزي الفعلية≥قوة الجذب المركزي التي يوفرها الميلان فإن الجسم يكون مستقر

٣)اذا كانت قوة الجذب المركزي الفعلية< قوة الجذب المركزي الناتجة عن الميلان فإن الجسم ينحرف عن مركز المسار الدائري .

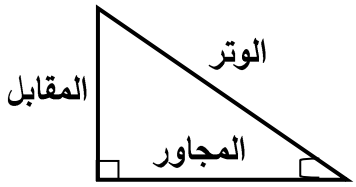
حساب زاوية ميلان الطريق:-

بما ان ع^{٢} =نق د ظاهـ فإن ظاهـ = $\frac{ع^{٢}}{نق.د} = \frac{ق}{ك.د}$

جيب الزاوية = المقابل ÷الوتر

جيب تمام الزاوية = المجاور÷الوتر

ظل الزاوية = المقابل ÷ المجاور



من نظرية فيثاغورس : مربع الوتر = مجموع مربعي الضلعين الأخرين

مثال (١):سيارة كتلتها ١طن تسير بسرعة ٧٢كلم/س على طريق دائري نصف قطر انحنائه١٠٠متر ويميل على الافقي بزاوية ظا$^{-١}$ ٠,٢٨٩ (خذ د = ١٠م/ث^{٢}) جد:

(١)قوة الجذب المركزية التي يوفرها الميلان على السيارة.....

.....

(٢)قوة الجذب المركزي الفعلة.....

.....

(٣)هل السرعة التي تتحرك بها السيارة مناسبة لهذا الطريق ام لا؟.....

.....

مثال(٢) احسب سرعة الدوران على منعطف دائري مائل نصف قطره ٤٠٠متر ويميل على سطح الأرض بزاوية ظلها٠,١ .(خذ د=١٠ م/ث^{٢}).....

.....

مثال(٣) اذا كانت السرعة القصوى التصميمية لطريق دائري نصف قطره ١كلم هي٧٢كلم/س فأحسب زاوية ميلان المنعطف: (خذ د=١٠ م/ث^{٢}).....

.....

.....

مثال(٤) تسير سيارة على طريق دائري مائل على الأفقي بزاوية ٣٠° بقوة جذب مركزية مقدارها ١٢٠٠ نيوتن أحسب رد فعل الطريق .....

.....

.....

مثال(٥) تلميذ يركب دراجة تسير بسرعة ٤م/ث على طريق منحني بقوة جذب ١٦٠ نيوتن فاذا كانت كتلتي الدراجة والتلميذ ٥٠ كجم أحسب نصف قطر المسار الدائري.....

.....

.....

مثال (٦) قطار كتلته ١٠^٦ طن يسير على منحنى يميل على الأفق بزاوية جيبها $\frac{٣}{٥}$ أحسب قوة الجذب المركزية (د = ١٠م/ث^٢).....

.....

.....

مثال(٧) سيارة كتلتها ٥٠٠ كجم تسير بسرعة ٣٦ كلم/ساعة على طريق منحني نصف قطره ٢٠ متر ويميل على الأفقي بزاوية ظلها ٠,٣٢ (خذ د =١٠م/ث^٢) وأحسب :

١/ قوة الجذب المركزية اللازمة .....

.....

.....

٢/ هل السرعة التي تسير بها السيارة مناسبة للطريق أم لا ولماذا؟.....

.....

مثال(٨) تسير سيارة كتلتها واحد طن على طريق دائري منحني يميل على الأفقي بزاوية ٤٥° وبسرعة أمان قصوى ٧٢ كلم/ساعة (خذ د = ١٠م/ث^٢). أحسب :

١/ نصف قطر الطريق .....

.....

٢/ القوة المركزية اللازمة.....

.....

٣/ رد فعل الطريق.....

ملحق مختصر ومبسط

عرف الاتي :

١/ الحركة الدائرية المنتظمة: هي حركة جسم في مسار دائري بسرعة ثابتة المقدار متغيرة الاتجاه

٢/الزمن الدوري : الزمن اللازم لكي يكمل الجسم الذي يدور في دائرة دورة كاملة

٣/ التردد : هو عدد الدورات الكاملة خلال ثانية (وحدة الزمن)

4/الهيرتز: هو تردد جسم يعمل دورة أو ذبذبة كاملة خلال ثانية.

٥/ السرعة المماسية : هي معدل تغير المسافة القوسية بالنسبة للزمن

٦/السرعة الزاوية: هي مقدار الزاوية المزاحة خلال ثانية

٧/ الزاوية المزاحة :هي الزاوية المركزية المقطوعة في اتجاه معين وفي فترة زمنية معينة(هـ= س/ نق)

٨/ الراديان :هي الزاوية المركزية التي يكون طول قوسها على محيط الدائرة يساوي نصف قطر الدائرة

٩/العجلة المركزية : هي العجلة الناشئة عن قوة الجذب المركزية والمتجه نحو مركز المسار الدائري.

١٠/ قوة الجذب المركزي : هي القوة التي تجعل الجسم يتحرك في مسار دائري .

١١/ قوة الطرد المركزي: هي قوة غير أصيلة تنتج كرد فعل لقوة الجذب المركزي .

١٢/ جهاز النابذة: عبارة جهاز يعمل على فصل المحاليل مختلفة الكثافة .

١٣/ السرعة المسموح بها لطريق دائري مائل :هي أقصي سرعة يتحرك بها الجسم في منحني دون ان يفقد توازنه

أكمل النقاط :

١/ يدور الجسم في المسار الدائري بسرعة تسمى .....لأن اتجاهها مماس على المسار الدائري وهذه السرعة تتناسب طردياً مع .....وعكسياً مع ..... وهذه السرعة ثابتة ..... ومتغيرة .....وتقاس بوحدة.....

٢/ تتناسب السرعة الزاوية طردياً مع.....وعكسياً مع .....

٣/ عجلة الجذب المركزية تتناسب طردياً مع..... وعكسياً مع.....

٤/ قوة الجذب المركزية المطلوبة ليحتفظ الجسم بمسارة الدائري أو المنحنى الدائري تتناسب طردياً مع .....و.....وعكسياً مع .....وتتجه نحو .....

٥/ قوة الجذب المركزية التي تحتاجها الطائرات التي تطير في مسار منحني يتم توفيرها عن طريق.....

٦/ إذا تحرك جسم بالسرعة المسموح بها فإن .....تساوي قوة الجذب المركزية التي يوفرها الميلان

٧/ السرعة المسموح بها لسيارة تسير على طريق دائري يميل بزاوية تتناسب طردياً مع .....
و .....وتعتمد على .....و.....
٨/ تكون زاوية الميلان أكبر من اللازم إذا كانت قوة الجذب المركزي الفعلية .....من قوة الجذب المركزي التي يوفرها الميلان .
٩/ تكون زاوية الميلان أقلَّ من اللازم إذا كانت قوة الجذب المركزي الفعلية .....من قوة الجذب المركزي التي يوفرها الميلان .
١٠/ يعتبر جهاز النابذة أحد تطبيقات.....ويستخدم في .....
.و.....و.....و.....

علل لما يلي :

١/انعدام قوة جذب الشمس لأي جسم على سطح الارض ؟ بسب وجود قوة جذب مركزية تعادلها قوة طرد مركزيه في المقدار وتعاكسها في الاتجاه بين الاجسام والأرض.(لان أثر الشمس ينحصر فقط في المحافظة على دوران الأرض والاجسام الموجودة عليها حول الشمس في مسار اهليجي.

٢/ يعتبر الجسم في حالة انعدام وزن اثناء حركته في مسار دائري ؟ لأن قوة الجذب المركزية تعادلها قوة الطرد المركزية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

٣/ انعدام الوزن لرجال الفضاء وهم على متن سفينة فضائية تدور حول الارض بموجب ان قوة الجذب المركزية عليها تساوي القوة التثاقلية بينها وبين الأرض؟ لأن قوة الجذب المركزية تعادلها قوة الطرد المركزية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

٤/ يعتبر القمر الاصطناعي المتحرك حول الارض في حالة انعدام وزن ؟ لان قوة الجذب المركزية تعادلها قوة الطرد المركزية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

٥/ رغم وجود القمر داخل مجال الجاذبية الا انه لا يسقط؟ لوجود قوة الجذب المركزية بين الارض والقمر والتي تعادلها قوة طرد مركزية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

٦/ لا يهرب القمر الى الشمس عندما يكون بين الشمس والارض رغم ان قوة جذب الشمس له تساوي مرتين تقريباً قوة جذب الأرض له (لا تنسى ان القمر يدور مع الارض حول الشمس)؟

لوجود قوة الجذب المركزية بين الارض والقمر والتي تعادلها قوة طرد مركزية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

٧/وجود عجلة في الحركة الدائرية المنتظمة رغم ان مقدار السرعة ثابت ؟ هذه العجلة ناتجة عن قوة الجذب المركزي وتعمل فقط على تغير اتجاه السرعة .

٨/ عجلة الجذب المركزية لا تؤثر على قيمة السرعة المماسية ؟

لأن اتجاه عجلة الجذب المركزية عمودي على اتجاه السرعة المماسية

٩/قوة الجذب المركزية لا تؤثر على قيمة السرعة المماسية ؟

لأن اتجاه قوة الجذب المركزية عمودي على اتجاه السرعة المماسية

١٠/ يزداد الشد في الخيط كلما زادت سرعة الجسم المربوط بالخيط ؟

لأن الشد في الخيط يتناسب طردياً مع مربع سرعة الجسم.

١١/ حركة جسم في مسار دائري بخيط طويل أسهل من تحريكه بخيط قصير ؟

لأن قوة الجذب المركزية تتناسب عكسياً مع نصف قطر المسار الدائري (طول الخيط)

١٢ / أثناء الحركة الدائرية يظل الجسم دائماً على نفس البعد من مركز الدوران ؟

لأن قوة الجذب المركزية تعادلها قوة الطرد المركزية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه .

١٣ /ترصف الطرق في المنحنيات بحيث يكون سطحها مائلاً نحو مركز المنحنى؟

لأمداد السيارات بقوة الجذب المركزية اللازمة والتي تعادلها قوة الطرد المركزية فتتزن السيارة .

١٤/ في سباق الدراجات يميل المتسابق مع الدراجة عند المنعطفات ؟ حتى يكتسبا قوة جذب مركزي تعادلها قوة طرد مركزي مساوية لها مقداراً و مخالفة لها اتجاهاً

١٥/ بعض السيارات تفقد توازنها اثناء انعطافها رغم وجود ميلان في الطريق؟

لأنها تتحرك بسرعة أكبر من السرعة المسموح بها.

١٦/ السيارات المتحركة بسرعة قليلة لا تحتاج الى ميلان في الطريق عند انعطافها ؟

لان الميلان يزيد بزيادة السرعة المسموح بها فكلما قلّت السرعة قلّ الميلان.

١٧/ يختل توازن السيارة اذا سارت بسرعة كبيرة في المسار الدائري؟

لأنه لا توجد قوة جذب مركزية ماعدا القوة التي يوفرها احتكاك عجلات السيارة مع سطح الارض.

١٨/ لا يختل توازن الدراجة اذا سارت بسرعة كبيرة في المسار الدائري ؟

لان الدراجة يزيد ميلانها تلقائياً كلما زادت سرعتها فتكتسب قوة جذب مركزية تعادلها قوة طرد مركزية مساوية لها مقداراً ومخالفة لها اتجاهاً

١٩/تعبر قوة الطرد المركزية قوة غير أصيلة ؟ لأنها لا تظهر الا في حالة انعدام قوة الجذب المركزي.

٢٠/إذا حركنا ماء في كوب بواسطة ملعقة حركة دائرية سريعة فإنه يرتفع حول جدار الكوب وينخفض في المركز؟ لعدم وجود قوة الجذب المركزي الكافية بين جزئيات الماء وبالتالي تتحرك جزيئاته للخارج بفعل قوة الطرد المركزية

٢١/ في جهاز النابذة تنفصل المحاليل المختلفة الكثافة أثناء دورانه؟ لعدم وجود قوة الجذب الكافية بين جزئيات المحلول وبالتالي تتحرك جزيئاته للخارج بفعل قوة الطرد المركزية.

القواعد الرياضية والوحدات :

الكمية الفيزيائية	القانون المستخدم	الوحدة الاساسية وما يعادلها
الزمن الدوري (ز)	الزمن الكلي / عدد الدورات	الثانية
التردد (ذ)	عدد الدورات / الزمن الكلي	دورة/ثانية أو هيرتز أو ثانية$^{-1}$
السرعة المماسية (ع)	٢πنق/ز = ٢πنق ذ = ω نق	متر/ثانية
السرعة الزاوية (ω)	٢π/ز = ٢πذ = ع/نق	راديان /ثانية
الزاوية المزاحة بالراديان (زاوية مركزية) (هـ)	ω ن = طول القوس / نصف قطر الدائرة	راديان
العجلة المركزية (جـ)	ع^{٢}/نق ⟸ ω^{٢} نق = ω ع = د ظاهـ	متر/ثانية^{٢}
قوة الجذب المركزية (ق)	ك جـ = ك ع^{٢}/نق = ٤ك π^{٢}نق/ز^{٢} = ٤ك π^{٢}نق ذ= ك ω ^{٢}نق = ك ع ω	نيوتن أو كجم .متر/ثانية^{٢}
قوة الطرد المركزية (ق)	=قوة الجذب المركزية مقداراً وعكسها في الاتجاه	نيوتن أو كجم .متر/ثانية^{٢}
قوة الجذب الناتجة عن الميلان	ق = و ظاهـ = ك د ظاهـ	نيوتن أو كجم .متر/ثانية^{٢}
السرعة المسموح بها	ع^{٢} = نق × د × ظاهـ	متر/ثانية
زاوية ميلان الطريق	ظاهـ = ق / ك×د ظاهـ = ع^{٢} / نق×د	درجة

تنبيه : للتحويل من كلم / ساعة الي متر / ثانية : نضرب في $\frac{٥}{١٨}$

للتحويل من راديان الي درجة: الزاوية بالراديان = الزاوية بالدرجة × $\frac{١}{١٨٠}$ ⟸ (درجة = $\frac{\pi}{١٨٠}$راديان)

(ساعة =٣٦٠٠ثانية)(يوم=٨٦٤٠٠ثانية) (شهر = ٢٥٩٢٠٠٠ثانية)(سنة = ٣١٥٥٧٦٠٠ثانية)

* السرعة المماسية ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه وتأخذ اتجاه المماس عند أي نقطة على محيط الدائرة وعندما يكمل الجسم دورة كاملة يتغير اتجاه السرعة المماسية بـ٣٦٠ درجة وهي تتناسب طردياً مع نصف قطر الدائرة وعكسياً مع الزمن الدوري وتقاس بوحدة متر / ثانية.

شروط الحركة الدائرية المنتظمة : ١/ ان يكون نصف قطر المسار الدائري ثابت

٢/ ان يتحرك الجسم بسرعة ثابتة المقدار متغيرة الاتجاه.

أرسم دائرة حول الحرف الذي يشير الي أفضل إجابة :

١/ في الحركة الدائرية المنتظمة تكون السرعة المماسية للجسم :

أ/ ثابتة الاتجاه ومتغيرة المقدار ب/ ثابتة الاتجاه والمقدار جـ/ متغيرة الاتجاه وثابة المقدار

٢/راديان .ث$^{-1}$ هي وحدة قياس :

أ/السرعة المماسية ب/ السرعة الزاوية جـ/ التردد الزاوي د/ (ب) و(جـ) صحيحتان

٣/ ثانية$^{-1}$ هي وحدة قياس :

أ/ التردد الزاوي ب/ التردد جـ/ الزمن الدوري د/العجلة المركزية

٤/ وحدة قياس ωن هي :

أ/ درجة. ثانية ب/ راديان. ثانية جـ/ راديان/ثانية د/ راديان

٥/السرعة المسموح بها لسيارة تسير على طريق منحني تعتمد على كل مما يلي عدا :

أ/ نصف قطر الطريق ب/ كتلة السيارة جـ/ عجلة السقوط الحر د/ ظل زاوية ميلان الطريق

٦/ السرعة المسموح بها لسيارة تسير على طريق منحني هي:

أ/ أقصى سرعة يمكن ان تسير بها السيارة باستقرار ب/ سرعة ٥٠ كلم / ساعة

جـ/ أقلَّ سرعة يمكن ان تسير بها السيارة باستقرار د/ سرعة ٩٠ كلم / ساعة

٧/ جهاز النابذة من ضمن تطبيقات :

أ/ قوة الجذب المركزي ب/ قوة الطرد المركزي جـ/ قوة الجذب الكوني د/كل ما ذكر صحيح

٨/ لا تسقط السفينة الفضائية اثناء دورانها حول الأرض لأنها :

أ/ تقع تحت تأثير قوة الجذب المركزية ب/تقع تحت تأثير قوة الطرد المركزية

جـ/ خارج نطاق الجاذبية د/ تتساوي فيها قوة الطرد المركزي مع قوة التثاقل

أذكر العوامل التي يعتمد عليها كل مما يلي:

١/ عجلة الجذب المركزي أ/.....ب/.....

٢/ قوة الجذب المركزية أ/.....ب/.....جـ/.....

٣/ قوة الجذب المركزي الناتجة عن الميلان :أ/ .....ب/.....

٤/السرعة المسموح بها في طريق دائري مائل: أ/.....ب/.....

المسائل :

٢/جسم كتلته ٢٠٠جم يدور بسرعة خطية ٣متر/الثانية بقوة جذب مركزية ١،٨نيوتن أحسب

أ/ التردد الزاوي . ب/ عدد الدورات الكاملة خلال ٣ ثواني.

٣/ أحسب السرعة الزاوية لحركة الارض حول محورها.....

٤/أحسب سرعة دوران الارض حول محورها(نق = ٦٤٠٠كلم).....

٥/ أحسب السرعة الزاوية لقمر يدور حول كوكب في ١,٥٧ساعة.....

٦/ سيارة كتلتها ٢طن تسير بسرعة ٧٢كلم / ساعة في طريق منحني نصف قطره ١٠ متر ويميل على الأفقي بزاوية ٤٥° فاذا كانت عجلة الجاذبية ١٠م/ث^{٢} أوجد:

أ/ قوة الجذب المركزي الفعلية ب/ قوة الجذب المركزي الناتجة عن الميلان .....

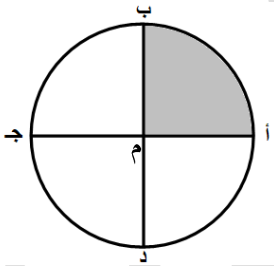
ج/ هل السرعة مناسبة للطريق أم لا ؟ ولماذا؟ .....

٧/تلميذ يركب دراجة يسير بسرعة ٥متر/ ثانية في طريق منحني نصف قطره ١٠متر فاذا كانت كتلة التلميذ والدراجة ٦٠كجم أوجد:

أ/ قوة الجذب المركزي المطلوبة . ب/ الميلان اللازم لمده بهذه القوة.

٨/ في الشكل المقابل :القوس أب قطع في ١١ ثانية ، أحسب الزمن اللازم لإكمال الجسم دورة كاملة

حيث : أب = ب جـ = جـ د = أد



.....

.....

.....

الباب الثاني
الاجتهاد عنوان الفلاح

اولا الحركة التوافقية البسيطة

(الحركة التذبذبية – الاهتزازية – النواسية)

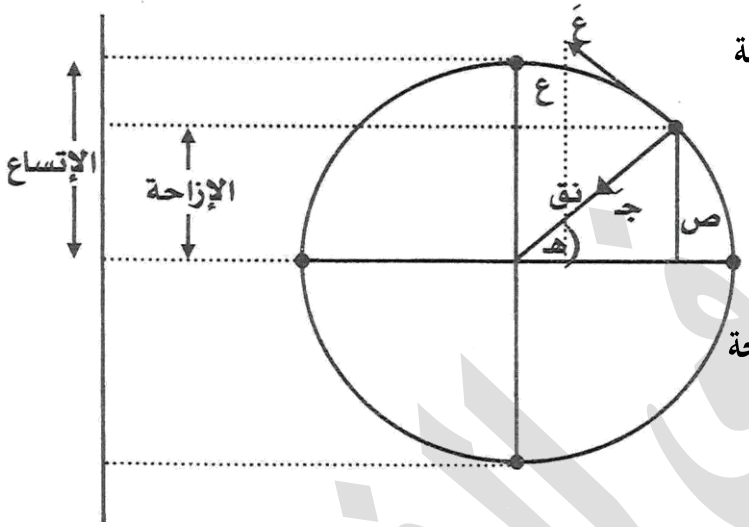
هي حركة تتكرر دورياً بانتظام خلال كل فترة زمنية محددة. من امثلتها :

أ/ حركة جسم معلق في زنبرك .ب/ حركة قطعة فلين على سطح الماء (راسية)

ج/ حركة الارجوحة د/ حركة رقاص الساعة .(أفقية)

العلاقة بين الحركة التوافقية البسيطة والحركة الدائرية المنتظمة :

تعتبر الحركة التوافقية البسيطة مسقط (ظل) للحركة الدائرية . أي ان أي جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة ستتحرك ظلالة حركة توافقية بسيطة .



وهنا تكون الازاحة في الحركة التوافقية البسيطة ظل لنصف القطر في الحركة الدائرية المنتظمة والعجلة في الحركة التوافقية البسيطة ظل لنصف القطر في الحركة الدائرية المنتظمة ولكن اتجاهها في عكس اتجاه الزيادة في الازاحة بينما السرعة في الحركة التوافقية البسيطة ظل للسرعة في الحركة الدائرية المنتظمة.

مصطلحات (مفاهيم) الحركة التوافقية البسيطة :

١/ **مستوي الاتزان**: هو الوضع الطبيعي للمنظومة وهي ساكنة.

*يكون مستوي الاتزان عمودياً على اتجاه الحركة ودائماً يقسم الحركة التوافقية الي قسمين متساويين.

٢/ **الازاحة**: هي بعد الجسم عند أي لحظة عن موضع اتزانه .

* الازاحة (أعلى / يمين) مستوي الاتزان تكون موجبة الاشارة ، بينما(أسفل/يسار)مستوي الاتزان فان الازاحة تكون سالبة الاشارة .

٣/ **الاتساع** (أ): هو اقصي ازاحة عن موضع الاتزان. سعة الاهتزازة = مسافة الذبذبة الكاملة / ٤

سعة اهتزازة جسم = ٢سم تعني ان اقصى ازاحة للجسم المهتز عن موضع اتزانه = ٢سم

٤/ **الذبذبة الكاملة** : هي رحلة الذهاب والاياب التي يستغرقها الجسم ليتحرك من نقطة ما ويعود الى نفس النقطة في نفس اتجاه حركته الابتدائية.

* تمثل الذبذبة الكاملة ظل للدورة الكاملة في الحركة الدائرية المنتظمة.

٥/ **الزمن الدوري** : (ز) هو الزمن اللازم لعمل ذبذبة كاملة. = الزمن الكلي / عدد الذبذبات ويقاس بـ(الثانية)

الزمن الدوري لجسم مهتز=٣ث يعني ان الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز لعمل ذبذبة كاملة=٣ثواني

٦/ **التردد**(ذ): هو عدد الذبذبات الكاملة التي تحدث في ثانية واحدة. عدد الذبذبات / الزمن الكلي ويقاس بـ (هيرتز)

تردد جسم مهتز=٢هيرتز تعني ان عدد الذبذبات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في ثانية=٢ذبذبه

٧/ **التردد الزاوي** (ω) هو مقدار الزاوية المزاحة خلال وحدة الزمن .ويقاس بـ(راديان/ثانية).

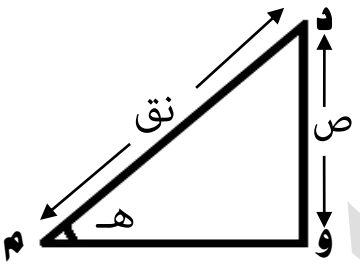
$\omega = \frac{\text{هـ}}{\text{ن}}$ وعندما يكمل الجسم ذبذبة كاملة فانه يزيح زاوية مقدارها ٣٦٠° (π٢) خلال زمن دوري عليه فان $\boxed{\omega = \frac{\pi ٢}{\text{ز}}}$ أو $\boxed{\omega = \pi ٢ \text{ ذ}}$ ويمكن ايجاد الزمن الدوري ز = $\frac{\pi ٢}{\omega}$

وكذلك التردد ذ = $\frac{\omega}{\pi ٢}$

معادلات الحركة التوافقية البسيطة

1/ **معادلة الازاحة**:

من الشكل السابق يمكن نقل الشكل المقابل ؛



من $\triangle$ د، و ، م $\Longleftarrow$ جاهـ = ص / نق

$\therefore$ ص = نق جاهـ لكن نق $\equiv$ أ ، هـ $\equiv \omega$ ن

عليه فان معادلة الازاحة في الحركة التوافقية البسيطة تصبح :

$\boxed{\text{ص} = \text{أ جا } \omega \text{ ن}}$

٢/ **معادلة السرعة**: بما ان السرعة هي معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن فإن :

ع = $\frac{\text{دص}}{\text{دن}} = \frac{\text{د}}{\text{د ن}}$ [أ جاω ن] عليه فان معادلة السرعة في الحركة التوافقية البسيطة هي:

$\boxed{\text{ع} = \omega \text{ أ جتا } \omega \text{ن}}$

٣/ **معادلة العجلة** : بما ان العجلة هي معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن فإن :

جـ = $\frac{\text{دع}}{\text{دن}} = \frac{\text{د}}{\text{د ن}}$ [ω أ جتاω ن]عليه فان معادلة العجلة في الحركة التوافقية البسيطة هي :

$\boxed{\text{جـ} = -\omega^{٢} \text{ أ جا } \omega \text{ ن}}$

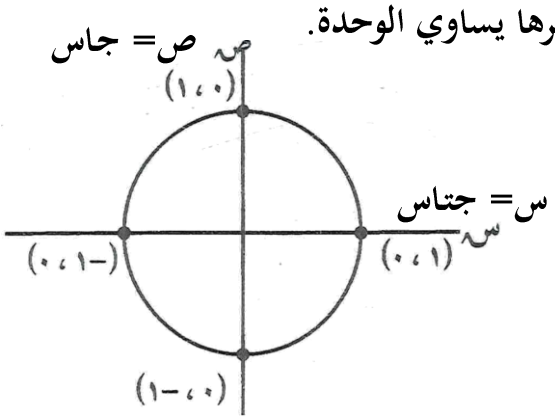
لكن أ جاωن = ص

$\boxed{\text{جـ} = -\omega^{٢} \text{ص}}$ وهي معادلة العجلة في الحركة التوافقية البسيطة.

عليه يمكن تعريف الحركة التوافقية البسيطة بانها الحركة التي تتناسب فيها العجلة تناسباً طردياً مع سالب الازاحة.

نتيجة: العجلة في الحركة التوافقية تتناسب طردياً مع الازاحة واتجاهها مضاد لاتجاه الازاحة. وتأخذ الاشارة السالبة لان اتجاهها معاكس لاتجاه الزيادة في الازاحة.

دائرة الوحدة : هي دائرة مركزها نقطة الاصل ونصف قطرها يساوي الوحدة.



قاعدة

جتاπن = { ١ ، اذا كان ن ≡ عدد صحيح زوجي ؛ -١، اذا كان ن ≡ عدد صحيح فردي }

جاπن = صفر حيث ن ≡ عدد صحيح فردي أو زوجي

نتيجة:

أ/ **عند موضع الاتزان حيث** (ωن = صفر) **يتحقق الأتي** :

١/الازاحة = صفر ٢ / العجلة = صفر ٣/ السرعة قيمة قصوي

٤/ القوة = صفر ٥ / الطاقة الحركية = قيمة قصوي ٦/ طاقة الوضع = صفر

ب/ **عند اقصي إزاحة حيث** (ωن = $\frac{\pi}{٢}$) **يتحقق الاتي** :

١/ الازاحة = قيمة قصوي = الاتساع ٢/ العجلة قيمة قصوي ٣/ السرعة = صفر

٤/ القوة = قيمة قصوي ٥/ الطاقة الحركية = صفر ٦/ طاقة الوضع = قيمة قصوي

ملاحظة : جاصفر = جتا $\frac{\pi}{٢}$ =صفر جتا صفر = جا$\frac{\pi}{٢}$=١

مثال : يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة باتساع قدرة ٣متر وتردد زاوي ٢ راديان /ث

أكتب معادلة الازاحة ، السرعة ، العجلة .

.....

.....

.....

.....

مثال: يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة باتساع قدره ٠,٥ متر وتردد ٥ هيرتز أوجد :

١/ معادلة الحركة التوافقية البسيطة.....

.....

٢/ سرعة الجسم بعد ٤ثواني.....

.....

٣/ عجلة الجسم بعد ٤ ثواني.....

.....

مثال : يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة حسب المعادلة :

ص = ١٠ جا ١٥,٥ن جد :

أ/ الاتساع .....

ب/ السرعة الزَّاوية .....

جـ/ التردد..... د/ الزمن الدوري.....

هـ/ اكتب معادلة السرعة والعجلة .....

.....

مثال: يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة: ٣جـ = −٩٦$\pi^{٢}$جا٤πن جد:

١/ الاتساع .....

.....

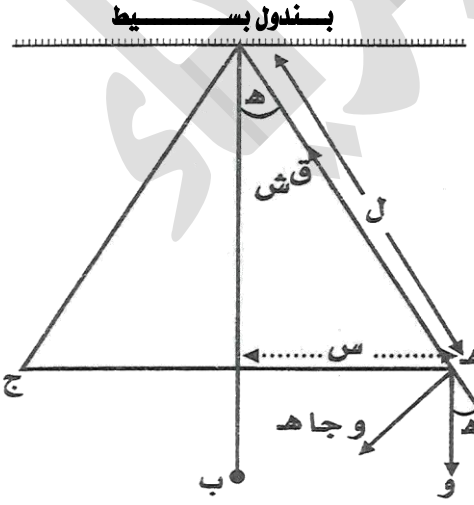
٢/التردد الزاوي .....

٣/التردد .....

٤/ الزمن الدوري .....

البـندول البسـيط

هو عبارة عن جسم كتلته (ك) معلّق بخيط خفيف مثبت في احد اطرافه ويتأرجح في مستوي عمودي. مثل : أ/ الأرجوحة ب/ رقاص الساعة.



الشكل المقابل يمثل بندول بسيط النقطة (ب) تمثل موضع الاتزان والنقطتين (هـ , جـ) كل منهما تمثل اقصي ازاحة (اتساع)

ق ش تمثل قوة الشد في خيط البندول ومن الشكل نجد

ق ش = وجتاهـ = ك د جتاهـ

يمكن استنتاج عجلة البندول (جـ) من قانون نيوتن الثاني

حيث ق = ك جـ = −ك د جاهـ ⟸ جـ = $\frac{ق}{ك}$

جـ = − د جاهـ ⟵ (١)

من الشكل جاهـ = $\frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{\text{س}}{\text{ل}}$ ⟸ جاهـ = $\frac{\text{س}}{\text{ل}}$

بالتعويض في (١) نجد ان

جـ = − د $\frac{\text{س}}{\text{ل}}$ ⟵ (٢). (وتمثل معادلة العجلة في البندول البسيط)

التردد الزاوي للبندول البسيط:

من معادلة العجلة في الحركة التوافقية البسيطة جـ = $-\omega^{٢}$س ⟵ (٣)

ومقارنتها بالمعادلة (٢) يمكن استنتاج معادلة التردد الزاوي للبندول البسيط

من (٢) و(٣) ⟸ $-\omega^{٢}$س = − د $\frac{\text{س}}{\text{ل}}$

نجد ان $\omega^{٢}$ = $\frac{\text{د}}{\text{ل}}$ ⟸ $\omega = \sqrt{\frac{\text{د}}{\text{ل}}}$

ونلاحظ ان التردد الزاوي للبندول البسيط يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي للبندول البسيط وعكسياً مع الجذر التربيعي لطول خيط البندول .

الزمن الدوري للبندول البسيط :

$\omega = \frac{\pi ٢}{\text{ز}}$ ⟸ ز = $\frac{\pi ٢}{\omega}$ ⟸ $\text{ز} = \pi ٢ \sqrt{\frac{\text{ل}}{\text{د}}}$

نلاحظ ان الزمن الدوري للبندول البسيط يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لطول خيط البندول وعكسياً مع الجذر التربيعي لعجلة الجاذبية.

التردد في البندول البسيط :

٢ = ذ$\pi\omega$ ⟸ ذ = $\frac{\omega}{\pi ٢}$ ⟸ $\text{ذ} = \frac{١}{\pi ٢}\sqrt{\frac{\text{د}}{\text{ل}}}$

نلاحظ ان التردد في البندول البسيط يتناسب تناسباً طردياً مع الجذر التربيعي لعجلة الجاذبية وعكسياً مع الجذر التربيعي لطول خيط البندول.

العوامل التي يعتمد عليها كل من (التردد الزاوي) و(الزمن الدوري) و(التردد) للبندول البسيط: ١ / عجلة الجاذبية (عجلة السقوط الحر (د)) ٢ / طول خيط البندول (ل)

يستخدم البندول البسيط في تعيين قيمة عجلة السقوط الحر وفي تعيين طول خيط (حبل)مجهول

استخدام البندول البسيط في تعيين عجلة الجاذبية الارضية:

نثبت أحد طرفي خيط طوله (ل) في سقف حجرة مثلاً ثم نربط كرة صغيرة في الطرف الاخر ونزيحها قليلاً عن موضع الاتزان ثم نتركها تتحرك حركة توافقية بسيطة وبواسطة الساعة نعين الزمن الدوري ومنه نوجد عجلة الجاذبية حيث ز^{٢} = $\pi ٤^{٢}$ $\frac{\text{ل}}{\text{د}}$ ⟸ د = $\frac{\pi ٤^{٢}\text{ل}}{\text{ز}^{٢}}$

استخدام البندول البسيط في تعيين طول خيط (حبل):

تجربة: مستعيناً بساعتك بيّن كيف يمكنك معرفة طول خيط (حبل) أحد طرفيه مثبت في سقف حجرة مثلاً والطرف الاخر في يدك (د = ١٠م/ث^{٢})

نربط كتلة صغيرة في طرف الخيط (الحبل) الذي في يدنا ونزيحها قليلاً عن موضع اتزانها ثم نتركها تتحرك حركة توافقية بسيطة وبواسطة الساعة نعين الزمن الدوري ومنه نحسب طول الخيط (الحبل)

حيث ز^{٢} = ٤$\pi^{٢}$ $\frac{ل}{د}$ $\Longleftarrow$ ل = $\frac{١٠ \times ز^{٢}}{٤\pi^{٢}}$

تنبيه تتأثر ساعة البندول بالتغير في درجة الحرارة:

ففي الشتاء ينكمش الخيط فيقل طوله فيقل بذلك الزمن الدوري وبالتالي تقدم الساعة لذلك عندما تقدم ساعة البندول تضبط بزيادة طول خيط البندول

أما في الصيف يتمدد الخيط فيزيد طوله فيزيد بذلك الزمن الدوري وبالتالي تؤخر ساعة البندول لذلك عندما تؤخر ساعة البندول تضبط بتقصير طول خيط البندول.

تنبيهات: في موضع الاتزان رغم ان القوة المؤثرة على البندول تساوي صفر إلا ان البندول لن يسكن وذلك لان سرعة البندول في موضع الاتزان تكون قيمة عظمى. وعند أقصى ازاحة فان القوة المؤثرة على البندول تكون قيمة عظمى الا ان البندول يسكن لحظياً وذلك لان سرعة البندول عند أقصى ازاحة تساوي صفر. مع علمنا ان القوة المؤثرة على البندول هي وزن البندول والشد في خيط البندول ومع ذلك فإن الشد في خيط البندول لا يؤثر على حركة البندول وذلك لان اتجاه الشد عمودي على اتجاه حركة البندول.

مثال : بندول طوله = ٠،٤متر باعتبار عجلة الجاذبية = ١٠م/ث^{٢} اوجد :

١/ السرعة الزاوية .....

٢/ التردد .....

٣/الزمن الدوري .....

مثال : بندول طوله ١,٨ متر وعجلة الجاذبية ٩,٨ م/ث^{٢} أوجد :

١/ السرعة الزاوية .....

.....

٢/ الزمن الدوري .....

٣/ التردد .....

مثال : بندول بسيط سرعته الزاوية ٢ راديان/ث وعجلة الجاذبية ١٠متر/ث^{٢} أوجد:

١/ طول خيط البندول .....

.....

٢/اذا كانت عجلة حركة البندول ٠,١٢متر/ث^{٢} فجد :

أ/ طول ازاحة البندول .....

.....

ب/ طول مسافة الذبذبة الكاملة .....

.....

تمـــرين

١/ يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة ٦ص= ١٢جا٣ πن. جد:

أ/ الاتساع ب/ السرعة الزاوية ج/ الزمن الدوري د/ تسارع الجسم

٢/ يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة باتساع قدرة ١٠متر وتردد قدره ٥هيرتز أوجد:

أ/ معادلة الحركة التوافقية البسيطة ب/ سرعة الجسم بعد ٤ثواني ج/ عجلة الجسم بعد ٤ ثواني

٣/بندول بسيط طوله ٤٠سم يتحرك في مجال تثاقلي عجلته ١٠ متر/ث^{٢} أوجد:

أ/السرعة الزاوية ب/ الزمن الدوري ج/ التردد

٤/ أزيحت كرة بندول عن موضع اتزانها مسافة ٢٠سم افقياً ثم تركت حرة فاذا علمت أن طول البندول يساوي واحد متر فجد :

أ/ مسافة الذبذبة الكاملة ب/ عجلة البندول باعتبار(د)= ١٠ متر/ث^{٢}

٥/أحسب عدد الذبذبات الكاملة التي يصنعها بندول ساعة طوله ١,٨π$^{-٢}$ متر لتتحرك عقرب الساعات مقدار ساعة واحدة, إذا كانت عجلة الجاذبية تساوي ٩,٨م/ث^{٢} ..

٦/بندول طوله ١ متر وزمنه الدوري ٢ ثانية أحسب عجلة الجاذبية الارضية.

ثانيا الموجـــات

تعـــريف: هي عبارة عن اهتزازات أو ذبذبات تسري في الأوساط المادية أو الفراغ .

أنـواع الحـــركات الموجـــــــية :

أ] ميكانيكية : هي نوع الحركات الموجية التي تحتاج إلى وسط مادي للإنتقال خلاله مثل : موجات الصوت وموجات الماء وموجات الزنبرك.

ب] كهرومغنطيسية : هي نوع الحركات الموجية التي يمكنها الإنتقال في الأوساط المادية والفراغية مثل موجات الضوء وموجات الراديو.

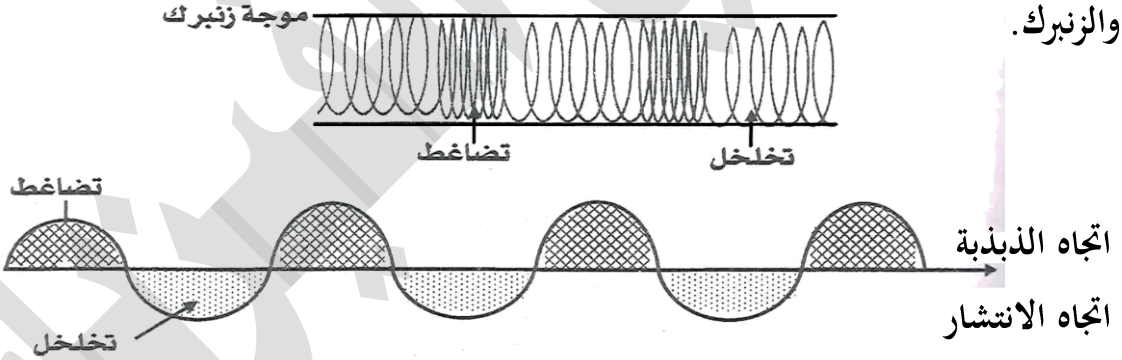
أنـــواع المـــوجـــــات :

أ] موجة مستعرضة : هي الموجات التي يكون اهتزازها أو تذبذبها في الاتجاه العمودي على اتجاه انتشارها. مثل موجات الماء والموجات الكهرومغناطيسية(موجات الضوء وموجات الراديو)



* تنتشر الموجة المستعرضة على شكل قمم وقيعان في الاوساط المادية او الفراغ.

ب] موجه طولية : هي الموجات التي يكون اهتزازها أو تذبذبها في نفس اتجاه انتشارها . مثل موجات الصوت والزنبرك.



* تنتشر الموجة الطولية على شكل تضاغطات وتخلخلات وتحتاج لوسط مادي .

مصطلحـــــات الموجـــــات :

١ / الطول الموجي (λ) : هو المسافة التي تكمل خلالها الموجه اهتزازه كاملة أو ذبذبة كاملة .

٢ / الطول الموجي لموجة مستعرضة (λ) : هو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين .

٣ / الطول الموجي لموجة طولية (λ) : هو المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين أو مركزي تخلخلين متتاليين .

*الطول الموجي لموجة مستعرضة = ٢سم يعني أن المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين للموجه المستعرضة = ٢سم,اما الطول الموجي لموجة طولية = ٢سم يعني أن المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين أو مركزي تخلخلين متتاليين = ٢سم.

٤/ **سرعة الموجة** : هي معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن لموجة تتحرك في الاوساط المادية او الفراغ

٥/**التضاغط**: المنطقة التي تتقارب فيها جزئيات الوسط. **التخلخل**: المنطقة التي تتباعد فيها جزئيات الوسط.

القمة: أقصي ارتفاع للموجة المستعرضة. **القاع**: أدني ارتفاع للموجة المستعرضة.

٦/ **الزمن الدوري** (ز): هو الزمن اللازم لعمل ذبذبة كاملة أو اهتزازة كاملة . ويقاس بالثانية .

$$\text{الزمن الدوري} = \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد الذبذبات}}$$

٧/ **التردد** (ذ) : هو عدد الذبذبات الكاملة أو الاهتزازات الكاملة في الثانية . ويقاس بـ : ذبذبة/ث ، اهتزازه/ث = هيرتز .

$$\text{التردد} = \frac{\text{عدد الذبذبات الكاملة أو الاهتزازات الكاملة}}{\text{الزمن الكلي}}$$

من خلال تعريفي الزمن الدوري والتردد نجد ان التردد مقلوب الزمن الدوري وكذلك الزمن الدوري مقلوب التردد أي ان

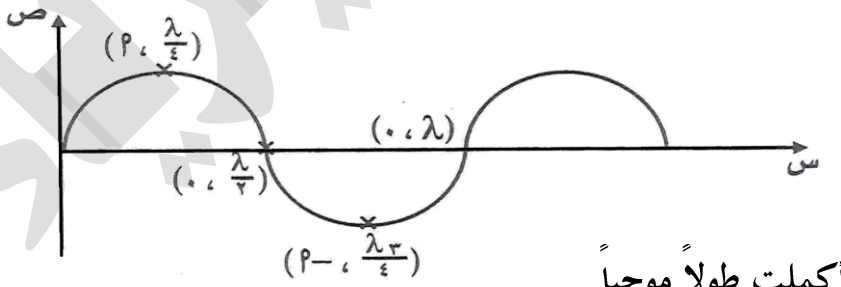
$$\text{ذ} = \frac{١}{\text{ز}} \quad ، \quad \text{ز} = \frac{١}{\text{ذ}}$$

٨/ **التردد الزاوي** (**السرعة الزاوية**) (ω) هو مقدار الزاوية المزاحة خلال وحدة الزمن . ويقاس بـ : راديان/ث

$$\omega = \frac{٢\pi}{\text{ز}} = ٢\ \pi\ \text{ذ}$$

ω ≡ التردد الزاوي (السرعة الزاوية) . ز ≡ الزمن الدوري . ذ ≡التردد .

معادلة الموجة الساكنة :



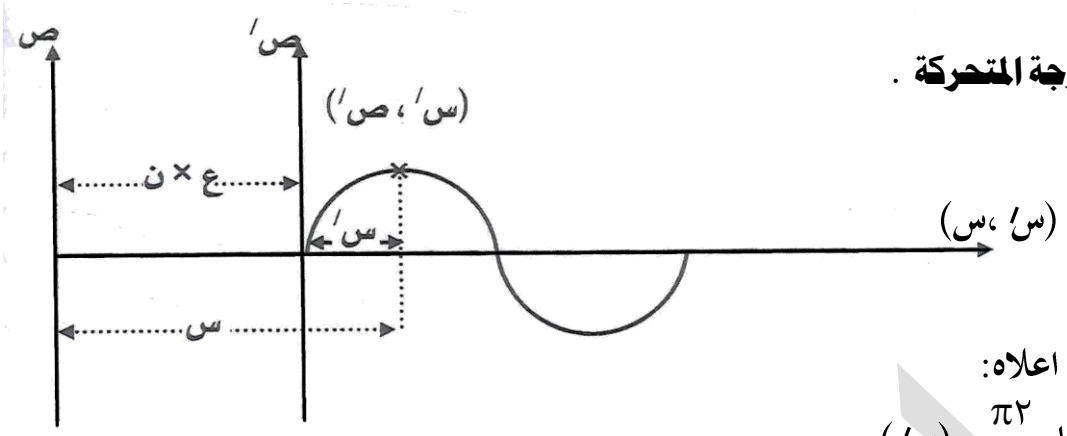
* تكرر الموجة نفسها كلما أكملت طولاً موجياً .

$$\text{ص} = \text{أ جا} \frac{٢\pi}{\lambda}\ \text{س}$$

حيث : أ ≡ الاتساع . λ ≡ الطول الموجي .

س ≡ البعد من نقطة البداية "الإزاحة الأفقية" ص ≡ الازاحة الراسية

معادلة الموجة المتحركة .



من الشكل اعلاه:

ص/ = أ جا $\frac{\pi ٢}{\lambda}$ (س/)

لكن ص/ = ص , س/ = س – ع ن

وبعد التعويض نجد أن

$$ص = أ جا \frac{\pi ٢}{\lambda} (س - ع ن)$$

حيث : ص ≡ الإزاحة الراسية.

س ≡ الإزاحة الافقية. أ ≡ الاتساع. λ ≡الطول الموجي . ع ≡ سرعة الموجة. ن ≡الزمن .

العلاقة بين سرعة الموجة (ع) وطولها الموجي (λ) وترددها (ذ)

ع = λ × ذ : وهذه العلاقة تنطبق على جميع انواع الموجات

مثال : موجة متحركة حسب المعادلة ص = ٥ جا $\frac{\pi}{٧٥}$ (س – ٦٠٠ ن) متر .جد الآتي :

أ] الاتساع (أ).....

ب] الطول الموجي .....

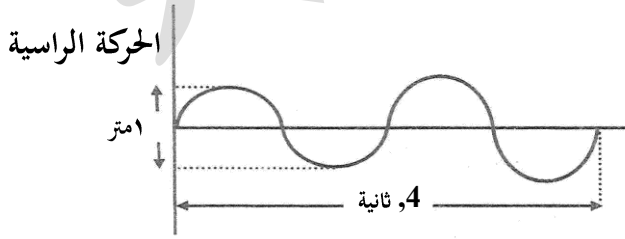
ج] سرعة الموجة .....

د] تردد الموجة . .....

مثال : موجة متحركة باتساع ٧ متر وطول موجي ٢٠ متر وتردد ٥٠ هيرتز . كوِن معادلة حركتها.....

.....

مثال الشكل ادناه يمثل حركة موجية أوجد الاتي



١/ سعة الموجة.....

.....

٢/ تردد الموجة.....

.....

.....

٣/ الزمن الدوري.....

.....

٤/ طول الموجة اذا كانت سرعتها ١٠٠متر/ث.....

.....

.....

بالجدول ادناه مقارنة بين الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية:

الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
تحتاج لوسط مادي للانتقال	تنتقل في الفراغ والاوساط المادية
انواعها موجات مستعرضة وموجات طولية	أنواعها موجات مستعرضة
تهتز فيها جزيئات الوسط اما عمودياً أو في نفس اتجاه انتشار الموجة	تهتز فيها مجالات كهربية ومجالات مغنطيسية في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة

بالجدول ادناه مقارنة بين الموجات المستعرضة والموجات الطولية:

الموجات المستعرضة	الموجات الطولية
فيها تهتز جزيئات الوسط على جانبي موضع سكونها لمسافات قصيرة	فيها تهتز جزيئات الوسط على جانبي موضع سكونها لمسافات قصيرة
تهتز فيها جزيئات الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة	تهتز فيها جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الموجة
طول موجتها هو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين	طول موجتها هو المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين أو مركزي تخلخلين متتاليين
تتكون من قمم وقيعان	تتكون من تضاغطات وتخلخلات

تنبيهات: ١/لا يمكن ان تنتقل جزيئات الوسط في اتجاه انتشار الموجة المستعرضة ولقد تأكد العلماء من ذلك بأن وضعوا قطعة فلين في حوض به ماء وبعد القاء حجر وجد ان قطعة الفلين تتذبذب في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة.

٢/ لا يمكن ان تتحرك جزئيات الوسط في اتجاه انتشار الموجة الطولية مسافة أكبر من اتساع الموجة وذلك لان الاتساع هو أكبر مسافة يصلها الجسم واذا حدث ذلك فان الحركة لا تظل حركة موجية.

تمـــريـــــــــن

١/ موجة متحركة حسب المعادلة ص = ٨جا $\frac{\pi}{٥٠}$ (س – ٤٠٠ ن) متر أحسب :

أ] الاتساع ب] الطول الموجي ج] سرعة الموجة د] تردد الموجة

٢/ موجة متحركة طولها الموجي ٢٠ متر وترددها ١٠٠ هيرتز واتساعها ٣ أمتار أكتب معادلتها .

٣/ موجة ترددها ١٠٠٠ هيرتز وطولها الموجي ٢ متر واتساعها ١ متر . جد معادلة هذه الموجة .

٤/ موجة سرعتها ١٠٠٠٠ م/ث وطولها الموجي ٥ متر . جد تردد هذه الموجة .

٥/ موجه متحركة معادلتها في الصورة : ص = ٧جا $\frac{\pi}{١٠٠}$ (س – ٣٠٠ ن) جد اتساعها وطولها الموجي وسرعتها وترددها.....

٦/اذا مرت ٦موجات (طول موجي) بنقطة معينة في زمن قدره ٦٠ ثانية وكانت المسافة بين بداية الموجة الاولي ونهاية الموجة الخامسة ٧٥متر. أوجد:

أ/ الزمن الدوري لهذه الموجة ب/ الطول الوجي جـ/ التردد د/سرعة انتشار الموجة

٧/ موجة مستعرضة تنتشر بسرعة ٤٠ متر/ث بتردد يساوي ٥هيرتز أكتب معادلة الموجة علماً بان اتساعها ١٠سم

٨/تنتشر أمواج على سطح الماء بسرعة ٣م/ث أحسب عدد الموجات (عدد الطول الموجي) التي توجد في مسافة قدرها ١٢٠متر علماً بان ترددها $\frac{١}{٢}$ هيرتز.

ثالثا الطاقة الضوئية

الطاقة الضوئية : هي شكل من اشكال الطاقة التي تؤثر على العين فتسبب إحساساً بالرؤية.

المصادر الضوئية : أ/ مصادر ذاتية الاضاءة (مضيئة) : تمتاز بالحرارة كالشمس والمصابيح الكهربائية.

ب/ مصادر غير ذاتية الاضاءة (مضاءة) : وتمتاز بانها غير حرارية كالقمر والدرج والقلم وغيرها.

*يمكن تحويل بعض المصادر غير ذاتية الإضاءة إلى مصادر ذاتية الإضاءة وذلك بتسخينها إلى درجات حرارة عالية .

أهم طرق الحصول على طاقة ضوئية : أ/ الإندماج النووي كما في الشمس

ب/ التسخين كما في المصابيح العادية حيث يسخن سلك التنجستين في غلاف زجاجي مفرغ من الهواء (حتى لا يتفاعل السلك الساخن مع الاوكسجين فيتأكسد وينقطع)

جـ/ التفريغ الكهربي كما في مصابيح النيون حيث يصدر الضوء بفعل تأثير التفريغ الكهربي في غاز النيون فيثير الذرات.

*تستخدم ظاهرة اشعاع الفوتونات في توليد الضوء في مصابيح الانارة وكما في مصابيح الفلورسنت.

طبـــــيعة الضـــــوء: ١/ **قدماء الاغريق**:(تتم رؤية الاجسام عندما تسقط عليها أشعة من العين)

٢/ **الحسن بن الهيثم** : (تتم رؤية الأجسام عندما تنعكس الاشعة الساقطة من مصدر ما الي العين)

٣/ **النظرية الجسيمية لنيوتن** : (الضوء عبارة عن فيض من الجسيمات الدقيقة المتناهية في الصغر) نجحت في تفسير ظاهرتي الانكسار و الانعكاس ولكنها فشلت في تفسير ظاهرة التداخل و الحيود .

الحيود : هو انحراف الضوء عن مسارة المستقيم عند سقوطه على حواف الاجسام.

التداخل: هو عبارة عن أتحاد موجتين لهما نفس الطول الموجي ونابعتين من نفس المصدر ليكونا مناطق مضيئة أو مظلمة.

٤/ **النظرية الموجية لهايجنز** : (الضوء عبارة عن سلسلة من الموجات مثل موجات البحر)

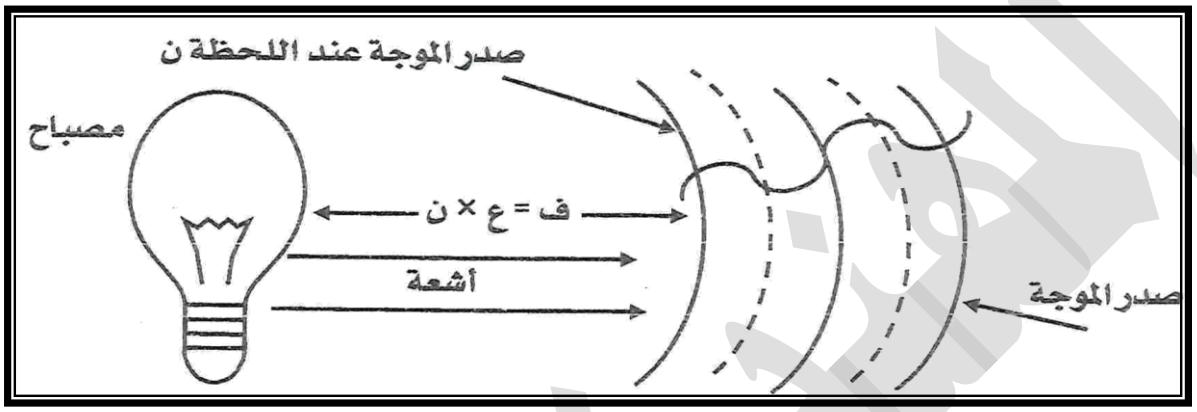
*افترض هايجنز وجود بحر ضوئي سماه بحر الاثير. نجحت في تفسير التداخل والحيود وفشلت في تفسير ظاهرة اشعاع الجسم الاسود وظاهرة التأثير الكهروضوئي.

*الاثير هو عبارة عن وسط افترضه هايجنز لتفسير انتقال الضوء فيه.

☆ **قاعدة هايجنز** (**مبدأ هايجنز**) :_(أي نقطة في صدر (جبهة) الموجة القديمة يمكن اعتبارها مصدراً ضوئياً جديداً تقوم بإشعاع موجات ثانوية).

جبهة (**صدر**) **الموجة** :_عبارة عن الخط الدائري الذي تقع عليه جميع القمم والتي لها نفس البعد من مركز التذبذب عند لحظة زمنية معينة.

تنبيه : من النظرية الجسيمية والنظرية الموجية نستنتج ان الضوء ذو طبيعة مزدوجة(علل) لان الضوء له صفه جسيمية وصفة موجية . الضوء ذو طبيعة موجية أي ان للضوء سرعه (ع) وتردد(ذ) وطول موجي(λ) ترتبط بالعلاقة ع = λ ×ذ. أكبر قيمة لسرعة الضوء هي في الفراغ وعندما ينتقل الضوء من الهواء الي أي وسط آخر فان سرعته تقل وطوله الموجي يقل (علل) وذلك بسبب عمليتي الامتصاص والاشعاع المتوالية التي تقوم بها الذرات الواقعة على طول مسار الشعاع الضوئي ولكن تردد الضوء يظل ثابت



سرعة الضوء = الطول الموجي × التردد ⟸ ع =λ × ذ

الموجات الكهرومغناطيسية : هي عبارة عن مجال كهربي في شكل موجات يتعامد عليه مجال مغناطيسي في شكل موجات ايضاً تنتشر هذه الموجات في الاتجاه العمودي على المجالين .

ملاحظة : تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في الاتجاه العمودي على المجالين لأنها موجات مستعرضة ، وتنتشر هذه الموجات في شكل سلسلة من المجالات الكهربائية والمغناطيسية.

تولد الموجات الكهرومغناطيسية :عندما يمر تيار متذبذب في سلك يتولد حوله مجال مغنطيسي متذبذب حسب ملاحظة أورستد عام ١٨١٩م،هذاالمجال المغنطيسي المتذبذب يولد بدوره مجال كهربي حسب ملاحظة فراداي١٨٣١م و هكذا يستمر تولد سلسلة من المجالات الكهربية والمغنطيسية المتعامدة.



* العالم الاسكتلندي ماكسويل وضع معادلات ربطت بين المجالين المغنطيسي والكهربي وتنبأ بأن الضوء هو عبارة عن موجة كهرومغناطيسية وهو ما اثبت لاحقاً.

خصائص الموجات الكهرومغناطيسية :

١/تنتشر في خطوط مستقيمة ولا تنحني مع انحناءات سطح الارض.

٢/ تضاريس الارض من جبال ومباني عالية تعترض سيرها .

٣/ تخضع لقوانين الموجات وتحكمها معادلة الموجات ع = ذ × λ

٤/ تسير في الفراغ بسرعة الضوء ٣×١٠^٨م/ث .

٥/ لا تتأثر بالمجالات الكهربائية والمغنطيسية.

٦/ تقل سرعتها وطولها الموجي عند دخولها للأوساط الشفافة المادية ولكن ترددها يظل ثابت

أقسام الموجات الكهرومغناطيسية : تنقسم الموجات الكهرومغناطيسية الي أقسام حسب أطوالها الموجية وترددااتها: ويمكن ترتيبها كالاتي :

مبتدياً بأعلاها تردد (تنازلياً حسب التردد) . مبتدياً باقلها طول موجي (تصاعدياً حسب الطول الموجي)

١/**اشعة قاما** : هي عبارة عن فوتونات عالية التردد تنبعث من أنوية الذرات المثارة (التي بها طاقة زائدة). تصدر بكثافة من المواد المشعة .

خواصها :أ/ ترددها عالي أكثر من ١٠^١٩هيرتز وطولها الموجي قصير ١٠^-١١ متر (أقلَّ من قطر الذرة)

ب/ لها مقدرة عالية على النفاذ عبر المواد المختلفة .

ج/ لا تتأثر بالمجالات الكهربية والمغنطيسية.

أضرارها :أ/ تسبب السرطان للإنسان .

ب/ تسبب التشوهات الجينية والخلقية لكل المخلوقات .

٢/ **الأشعة السينية** :هي فوتونات تنتج عندما تصطدم الالكترونات السريعة بهدف معدني.

خواصها :أ/ ترددها عالي ينحصر بين (١٠^١٧ – ١٠^١٩) هيرتز طولها الموجي يعادل ١٠^-١٠متر تقريباً.

ب/ لها مقدرة عالية على النفاذ عبر المواد المختلفة ولا تتأثر بالمجالات الكهربائية والمغنطيسية.

أضرارها : ضارة بالإنسان عند التعرض لها لفترات طويلة.

استخداماتها : أ/ تصوير الكسور في العظام . ب/ التشخيص الطبي الدقيق

٣/ **الاشعة فوق البنفسجية** : سميت بهذا الاسم لأنها تجاور الضوء البنفسجي لكنها أعلى تردداً منه وينحصر ترددها بين (١٠^١٥– ١٠^١٧)هيرتز .

وهي عبارة عن اشعة غير مرئية تصدر من خارج الغلاف الجوي ولقد سمح ثقب الأوزون بنفاذها.

وتوجد بكثافة في الضوء الساطع الذي يصدر من اللحام بالكهرباء

خواصها: أ/ لها مقدرة عالية على النفاذ عبر المواد المختلفة ولا تتأثر بالمجالات الكهربية والمغنطيسية

ب/ معامل انكسارها أكبر من معامل انكسار الأشعة البنفسجية .

ج/ تؤثر على المواد المتألقة مثل بلاتينو سيانو الباريوم وعلى ألواح التصوير الحساسة (مركبات الفضة)

أضرارها : أ/ ضارة بالجلد حيث أنها تسبب السحائي في المناطق الحارة .

ب/ ضارة بالعيون حيث أنها تسبب العمي الثلجي في المناطق الباردة .

استخداماتها: أ/ الكشف عن الجرائم ب/ تصوير الأجسام الدقيقة التي لا تري بالعين المجردة.

ج/ الكشف عن الماس د/ تعقيم مياه الشرب وغرف العمليات والجراحة .

* في فصل الخريف تقل نسبة الإصابة بميكروب السحائي لان بخار الماء العالق في الهواء يمتص الاشعة فوق البنفسجية .

٤/ **الضوء الأبيض** : هو الجزء الذي يسبب الرؤية ، ينحصر تردده بين ($١٠^{١٤}$ – $١٠^{١٥}$)هيرتز ويتكون من سبعة ألوان وينحصر طوله الموجي بين ($١٠^{-٧}$متر و $١٠^{-٦}$)متر .

٥/ **الأشعة دون (تحت) الحمراء** : سميت بهذا الاسم لأنها تجاور الضوء الأحمر لكنها أقل تردداً منه ، ينحصر ترددها بين ($١٠^{١٢}$ – $١٠^{١٤}$)هيرتز. ويتراوح طولها الموجي بين ($١٠^{-٦}$ – $١٠^{-٤}$) متر .

خواصها : لها اثر حراري ولها نفس خواص الموجات الكهرومغناطيسية .

استخداماتها: أ / التصوير في الظلام ب/ اجهزة التحكم عن بعد

ج/ نقل الحرارة د/ علاج الروماتيزم (لتأثيرها الحراري)

٦/ **موجات الراديو** : وهي تنقسم الي :

أ/ **موجات الرادار والموجات متناهية القصر (المايكروويف)** :وهي بداية موجات الراديو ويتراوح ترددها بين ($١٠^{٨}$ – $١٠^{١٢}$) هيرتز وطولها الموجي بين ($١٠^{-٤}$ – $١٠^{-١}$) متر.

استخداماتها : تستخدم في الاتصالات والرادار الذي يرسلها في شكل موجة تصطدم ثم ترتد اليه من الاجسام البعيدة كالطائرات مثلاً وبها يحدد الرادار موقعها وسرعتها وارتفاعها بدقة عالية وفي الجزء الأدنى من مداها تستخدم في محطات التلفزيون والاذاعة (FM) .

ب/ **موجات الراديو القصيرة والمتوسطة والطويلة** : تستخدم بأنواعها الثلاثة في الارسال الاذاعي .

☆ **نظرية الكم (ماكس بلانك) :**

(الضوء عبارة عن دفعات صغيرة من الطاقة المنفصلة عن بعضها البعض حيث تسمى الدفعة بالكمة وتسمى الكمة بالفوتون حيث تتناسب طاقة الفوتون طردياً مع ترددة) . نجحت في تفسير ظاهرة الجسم الاسود والظاهرة الكهروضوئية .

ط ∝ ذ ⇦ ط = ثابت × ذ ⇦ $\boxed{ط = هـ \times ذ}$ حيث: ط ≡طاقة الفوتون ,ذ ≡تردد الفوتون

هـ ≡ ثابت بلانك و=٦,٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ وحدة قياس ثابت بلانك جول .ث (نيوتن .متر . ث)

لكن ذ = $\frac{ع}{\lambda}$ عليه فان $\boxed{ط = \frac{هـ \times ع}{\lambda}}$

حيث ع ≡سرعة الضوء . λ ≡الطول الموجي .

☆ **قـــدرة الاشـــــعاع (قد) :**

هي طاقة عدد من الفوتونات في الثانية . وتقاس بـ الواط أو جول / ثانية

قدرة الإشعاع = طاقة الفوتون × عدد الفوتونات ⇦ قد = ط × عد

$\boxed{قد = هـ \times ذ \times عد}$ $\boxed{قد = \frac{هـ \times ع \times عد}{\lambda}}$

حيث : قد ≡شدة الإشعاع . هـ ≡ثابت بلانك . ع ≡سرعة الضوء .

عد ≡عدد الفوتونات . λ ≡الطول الموجي . ذ ≡تردد الفوتون .

مثال (١) : أحسب طاقة فوتون ضوء طوله الموجي ٣ × ١٠^{٧} أنجستروم علماً بأن ثابت بلانك يساوي ٦,٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول.ث وسرعة الضوء في الهواء ٣ × ١٠^{٨} متر/ث .

.....

.....

.....

.....

مثال (٢) : شعاع ضوئي طوله الموجي ٣,٣ × ١٠^{٤} متر قدرته ٢ واط . أحسب عدد فوتوناته في الثانية علماً بأن ثابت بلانك ٦,٦ × ١٠$^{-٣٤}$ وحدة .

.....

.....

.....

تمرين

١/ أوجد طاقة فوتون ضوء طوله الموجي ٣ × ١٠^٩ نانومتر .

٢/ شعاع ضوئي طوله الموجي ٩,٦ × ١٠^٦ متر قدرته ٦٠ واط . أحسب عدد فوتوناته في الثانية .

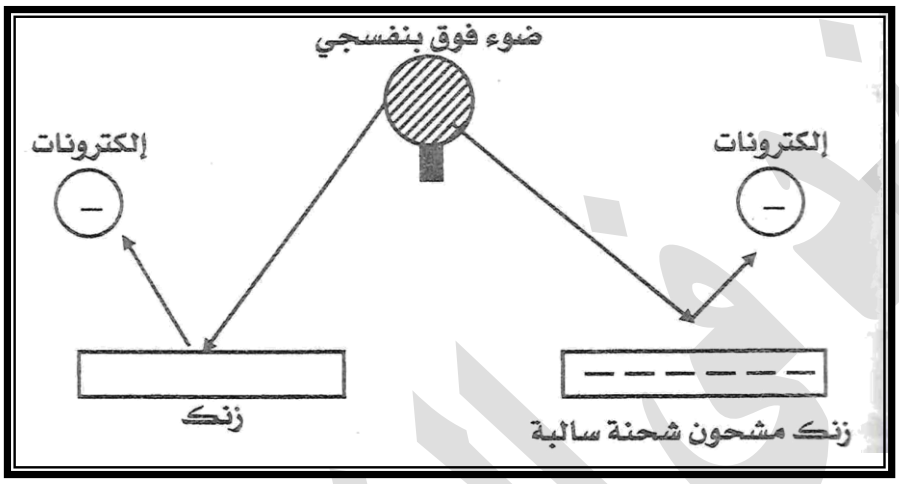
هـ = ٦,٦ × ١٠^-٣٤ جول . ث . (هـ = ٦,٦٢٦ × ١٠^-٣٤ جول.ث)(ء = ٣ × ١٠^٨ م/ث)

الظاهرة الكهروضوئية

هي ظاهرة إنبعاث الإلكترونات من سطح المعادن عند سقوط الضوء عليها .

*** اكتشفها العالمان هيرتز وهولواش ,وفسرها العالم ألبرت أنشتاين مستفيداً من نظرية الكم لبلانك**

*** لاحظ هيرتز في عام ١٨٨٧م انه عندما تسقط أشعة فوق بنفسجية على سطح معدن ما فان الكتروناً أو أكثر يتحرر من سطح المعدن.**

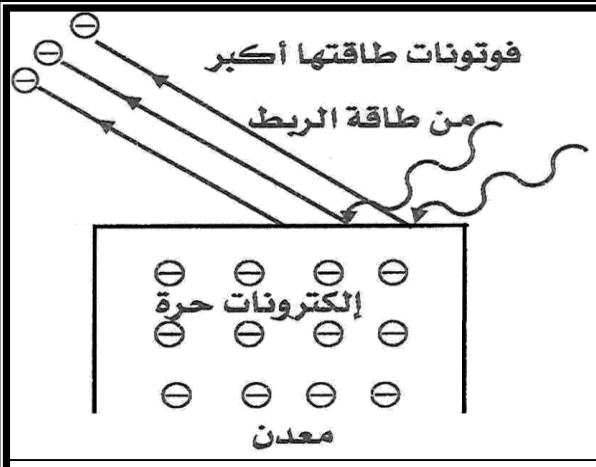


*** لاحظ هولواش في عام ١٨٨٨م ان لوح الزنك المعزول والمشحون بشحنة سالبة سيفقد شحنته عندما يتعرض لضوء فوق بنفسجي.**

*** أفترض أنشتائن أن الشعاع الضوئي يتكون من عدد من الفوتونات ولكل إلكترون من الكترونات سطح المعدن طاقة إرتباط محددة ولكل معدن تردد مناسب لتحرير الكتروناته فاذا كانت طاقة الفوتون الساقط على المعدن أقلَّ من دالة شغل المعدن فانه لا يحدث شيء أما إذا كانت طاقة الفوتون الساقط على المعدن أكبر من أو تساوي دالة شغل المعدن فستتحرر الالكترونات وعلى ضوء هذه الفروض فسر انشتائن الظاهرة الكهروضوئية**

*** من نظرية الكم لبلانك : عند سقوط الضوء على سطح المعدن يقوم الإلكترون بإمتصاص طاقة فوتون الضوء الساقط حيث يستنفذ جزء منها في التحرر من سطح المعدن والجزء المتبقي من الطاقة الممتصة يستخدم في إكسابه طاقة حركة .**

ويمكن ملاحظة ذلك من الشكل الاتي والذي يفسر الظاهرة الكهروضوئية :



طاقة الفوتون الساقط على المعدن أقلّ من طاقة ارتباط الالكترون بالمعدن لذلك ظلت الالكترونات بالمعدن	طاقة الفوتون الساقط على المعدن أكبر من طاقة ارتباط الالكترون بالمعدن لذلك تحررت الالكترونات

طاقة الفوتون المفقودة = طاقة الإلكترون المكتسبة ⟸ ط = φ + ط$_{ح}$ حيث :

ط ≡ طاقة الفوتون . φ ≡ دالة الشغل (طاقة الربط) ط$_{ح}$ ≡ طاقة حركة الإلكترون .

لكن : ط = هـ × ذ = $\frac{\text{هـ} \times \text{ع}}{\lambda}$ = φ + $\frac{١}{٢}$ × ك × ع^{٢}

هـ ≡ثابت بلانك ع ≡ سرعة الضوء . λ ≡ الطول الموجي

φ ≡ دالة الشغل (طاقة الربط) ك ≡كتلة الإلكترون ع ≡سرعة الإلكترون .

ع^{٢} ≡ مربع سرعة الإلكترون .

طاقة الربط (دالة شغل المعدن) (φ) : هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير الالكترون من سطح المعدن دون اكسابه طاقة حركة. وتقاس بالجول. هـ ×ذ = φ + ط$_{ح}$ ⟸ **φ = هـ × ذ − ط$_{ح}$**

جهد الإيقاف : هو فرق الجهد العكسي اللازم لإيقاف أسرع إلكترون .ويقاس بـ فولت(جول/كولوم) .

جهد الإيقاف = $\frac{\text{طاقة الحركة}}{\text{الشحنة}}$ جهد الإيقاف = $\frac{\text{ط}_{ح}}{\text{ش}}$

الإلكترون . فولت (إ.ف) :هو الشغل المبذول أو الطاقة اللازمة لنقل إلكترون واحد بين نقطتين فرق الجهد بينهما واحد فولت. إ.ف = ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول

التردد الحرج (تردد العتبة) (ذ$_{ح}$):

هو التردد الذي يكفي فقط لإخراج الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركة ويقاس بالهيرتز

هـ × ذ$_{ح}$ = φ ⟸ **ذ$_{ح}$ = $\frac{\varphi}{\text{هـ}}$** ⟸ **φ = هـ × ذ$_{ح}$**

ذ$_{ح}$ ≡ التردد الحرج (تردد العتبة) φ ≡ دالة الشغل (طاقة الربط) هـ ≡ ثابت بلانك

الالكترونات الضوئية : هي الالكترونات التي تتحرر من سطح المعدن عند سقوط الضوء عليه.

يمكن حساب سرعة الالكترون المتحرر كالاتي: طح = $\frac{1}{2}$ ك ع^2 ⇦ $\boxed{ع^2 = \frac{2 \times طح}{ك}}$

مثال : سقط شعاع ضوئي طوله الموجي ٣ × ١٠$^{-7}$ متر على سطح معدن فكانت طاقة حركة الإلكترون المتحرر ٤ × ١٠$^{-19}$ جول أحسب الآتي :

١/ طاقة الربط (دالة الشغل) . .....

.....

.....

٢/ التردد الحرج .....

.....

مثال : حول ٦ إلكترون فولت إلى جول . .....

.....

مثال :سقط شعاع ضوئي طوله الموجي ٥×١٠$^{-7}$ متر على معدن فتحركت الكتروناته بطاقة قدرها ١٩,٨×١٠$^{-20}$جول أوجد:

أ/ طاقة الربط : .....

.....

.....

ب/ التردد الحرج.....

.....

الخلية الكهروضوئية

هي جهاز لتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية

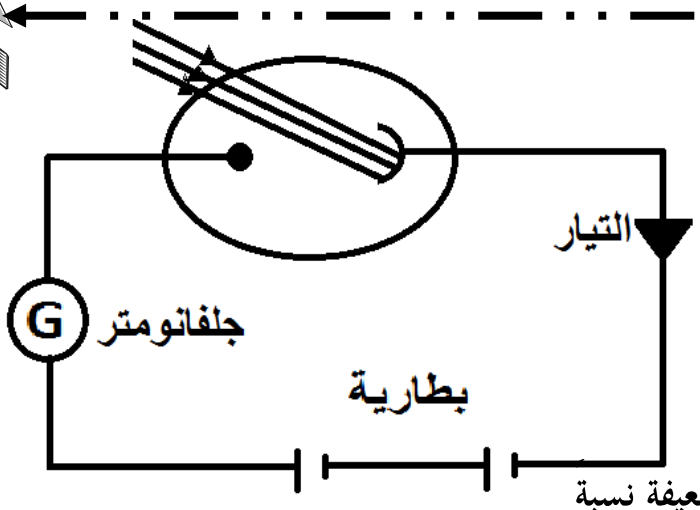
تركيب الخلية الكهروضوئية :



١/ **مهبط** :ووظيفته مصدراً لانبعاث الالكترونات عندما يسقط عليه الضوء.

٢/ **مصعد** : ووظيفته جذب الالكترونات التي يبعثها المهبط.

٣/ **غلاف زجاجي مفرغ من الهواء**: ويفرغ من الهواء لكي تتحرك الالكترونات بداخله بحريه.



دائرة الخلية الكهروضوئية :

العوامل التي يتوقف عليها تيار الخلية الكهروضوئية:

١/ قدرة الضوء الساقط .

٢/ تردد الضوء الساقط .

٣/ فرق جهد البطارية .

* الجلفانومتر هو جهاز يستخدم لقياس التيارات الضعيفة نسبة (لحساسيته الشديدة)ويستخدم في الخلية الكهروضوئية ليدل على مرور التيار في الخلية.

* يطلى السطح الداخلي لمهبط الخلية بالسيزيوم لصغر دالة شغله.

أهم استخدامات الخلية الكهروضوئية :

١/ في أجهزة التحكم "ريموت ، أبواب". ٢/ في أجهزة التصوير التلفزيوني . ٣/ في الاتصالات .

تمرين

١/ معدن طاقة ارتباط الكتروناته ٢٠الكترون فولت سقط عليه ضوء فتحررت الكتروناته وانطلقت بطاقة قدرها ١٠٠الكترون فولت أحسب طاقة الشعاع الساقط.....

٢/ أذا كانت طاقة الربط في البوتاسيوم ٣×١٠$^{-١٩}$جول أحسب طاقة حركة الالكترون المتحرر عندما يضاء اللوح بأشعة طولها ٤×١٠$^{-٧}$متر.و أحسب سرعة الالكترون علماً بأن كتلته = ٩×١٠$^{-٣١}$كجم

٣/ معدن دالة شغله ٣,٣×١٠$^{-١٩}$جول سقط عليه ضوء فتحررت الكتروناته وانطلقت بطاقة قدرها ٦,٦×١٠$^{-١٩}$جول أوجد ..أ/ طاقة الفوتون الساقط ب/ تردد الفوتون جـ/ التردد الحرج

د / طول موجة الفوتون هـ/ سرعة الالكترون المتحرر علما بان كتلته = ٩×١٠$^{-٣١}$كجم

رابعا انكسار الضوء

هو انحراف الضوء عن مساره عند انتقاله من وسط شفاف الى وسط اخر شفاف يختلف عنه في الكثافة الضوئية.

الكثافة الضوئية : هي مقدرة الوسط على كسر الاشعة الضوئية .

شروط حدوث الانكسار : ١/ ان ينتقل الضوء بين وسطين يختلفان في الكثافة الضوئية

٢/ ان يسقط الضوء بميلان .

* يحدث انكسار للضوء عند انتقاله من وسط لآخر لان الضوء يغير من سرعته .

مصطلحات الانكسار؛



١/ **زاوية السقوط** (س١): هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود الناظم .

٢/ **زاوية الانكسار** (س٢) : هي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود الناظم .

٣/ **زاوية الانحراف** (ح) : هي الزاوية المحصورة بين امتداد الشعاع الساقط والشعاع المنكسر.

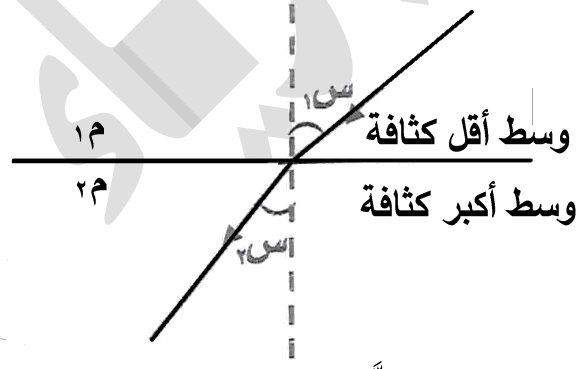
من الشكل نلاحظ ان ح + س٢ = س١ (تقابل بالراس) ⟸ ح = |س١ − س٢|

٤/ **العمود الناظم** : هو المستقيم المقام عمودياً عند نقطة السقوط .

٥/ **السطح الفاصل** : هو السطح الذي يفصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية .

حالات رسم الشعاع الضوئي المنكسر:

١/ اذا انتقل شعاع ضوئي من وسط أقلّ كثافة ضوئية الى وسط أكبر كثافة ضوئية فانه ينكسر مقترباً من العمود الناظم ومبتعداً عن السطح الفاصل



وهنا تكون : أ/ زاوية الانكسار < زاوية السقوط

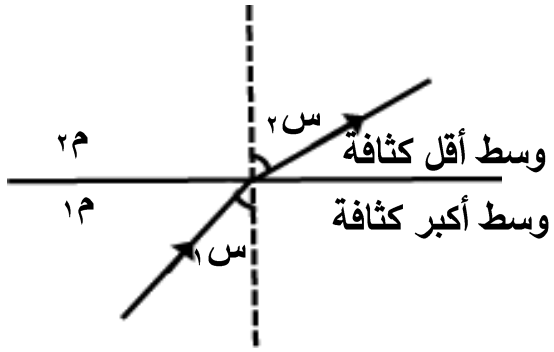
م١ < م٢ ⟸ س١ > س٢

ب/ سرعته تقل وطوله الموجي يقل وتردده يظل ثابت.

جـ/ يتغير اتجاهه .

٢/ أذا انتقل الشعاع الضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط اقلّ كثافة ضوئية فانه ينكسر مبتعداً من العمود الناظم ومقترباً من السطح الفاصل .

وهنا تكون : أ/ زاوية الانكسار > زاوية السقوط.

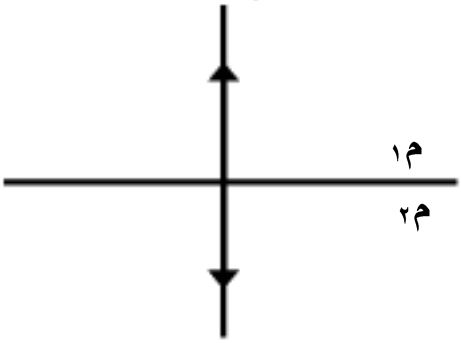


م١ > م٢ ⟸ س١ > س٢.

ب/ سرعته تزداد وطوله الموجي يزداد وتردده يظل ثابت.

جـ/ يتغير اتجاهه .

٣ / اذا سقط الشعاع الضوئي عمودياً على السطح الفاصل بين وسطين فانه ينفذ على استقامته دون ان ينكسر.



وهنا تكون : أ/ زاوية السقوط = زاوية الانكسار = صفر.

ب/ تتغير سرعته وطوله الموجي والتردد يظل ثابت.

جـ/ اتجاهه لا يتغير (لا يحدث انكسار) .

الظواهر التي يسببها الانكسار:

١/ رؤية مسطرة وكأنها مكسورة عند السطح عندما توضع داخل الماء

٢/ رؤية جسم داخل الماء في وضع اقرب الى السطح (موضع ظاهري)

٣/ رؤية النجوم والمجرات في غير مواضعها الطبيعية . ٤/ ظاهرة الوان الطيف (قوس قزح)

٥/ ظاهرة كسوف الشمس وخسوف القمر. ٦/ ظاهرة شروق الشمس وغروبها . ٧/ ظاهرة السراب

أنواع معامل الانكسار :

١/ معامل الانكسار المطلق ٢/ معامل الانكسار النسبي

اولا معامل الانكسار المطلق : وهو معامل الانكسار عندما يكون أحد الوسطين هواء وله ثلاثة صيغ :

١/ معامل الانكسار المطلق : هو نسبة سرعة الضوء في الهواء الى سرعة الضوء في الوسط .

من التعريف نجد أن : $$م = \frac{\text{سرعة الضوء في الهواء}}{\text{سرعة الضوء في الوسط}}$$

تنبيهات : سرعة الضوء في الهواء = ٣×١٠^٨م/ث . معامل انكسار الهواء =١

معامل الانكسار المطلق لأي وسط دائماً أكبر من الواحد الصحيح لان سرعة الضوء في الهواء أكبر من سرعة الضوء في أي وسط آخر .

تكون سرعة الضوء في الاوساط الكثيفة أقلَّ من سرعته في الهواء بسبب عمليتي الامتصاص والاشعاع المتوالية التي تقوم بها الذرات على طول المسار الضوئي .

*معامل الانكسار المطلق للزجاج $\frac{٣}{٢}$ تعني ان نسبة سرعة الضوء في الهواء الى سرعة الضوء في الزجاج $\frac{٣}{٢}$

*الوسط الذي تكون كثافته الضوئية أكبر يكون معامل انكساره أكبر

نتيجة : ع = λ × ذ ⟸ م = $\frac{\text{سرعة الضوء في الهواء}}{\text{سرعة الضوء في الوسط}} = \frac{\lambda_{\text{هواء}} \times \text{ذ}}{\lambda_{\text{وسط}} \times \text{ذ}} = \frac{\lambda_{\text{هواء}}}{\lambda_{\text{وسط}}}$

حيث ع ≡ سرعة الضوء λ ≡ الطول الموجي و ذ ≡ التردد

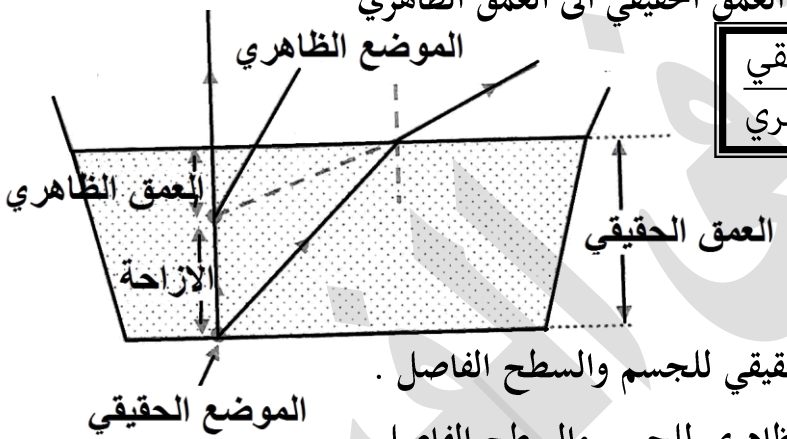
٢/ معامل الانكسار المطلق : هو النسبة بين جيب الزاوية الموجودة في الهواء الى جيب الزاوية الموجودة في الوسط.

من التعريف نجد أن : م = $\frac{\text{جيب الزاوية الموجودة في الهواء}}{\text{جيب الزاوية الموجودة في الوسط}} = \frac{\text{جاس}_{١}}{\text{جاس}_{٢}}$

* الزاوية الموجودة في الهواء دائماً أكبر من الزاوية الموجودة في الوسط لان الزاوية الاكبر توجد في الوسط الاقلّ كثافة ضوئية .

٣/ معامل الانكسار المطلق : هو النسبة بين العمق الحقيقي الى العمق الظاهري

من التعريف نجد ان : م = $\frac{\text{العمق الحقيقي}}{\text{العمق الظاهري}}$



العمق الحقيقي : هو المسافة بين الموضع الحقيقي للجسم والسطح الفاصل .

العمق الظاهري : هو المسافة بين الموضع الظاهري للجسم والسطح الفاصل .

الازاحة : هي المسافة بين الموضع الحقيقي للجسم والموضع الظاهري . (عندما نجد عبارة على بعد كذا من قاع أو قاعدة الاناء فالمقصود هنا الإزاحة).

العمق الحقيقي = العمق الظاهري + الإزاحة ⟸ الإزاحة = العمق الحقيقي – العمق الظاهري

معامل الانكسار = $\frac{\text{العمق الحقيقي}}{\text{العمق الظاهري}}$ ⟸ العمق الظاهري = $\frac{\text{العمق الحقيقي}}{\text{معامل الانكسار}}$

وبما ان الازاحة = العمق الحقيقي – العمق الظاهري فإن :

الازاحة = العمق الحقيقي – $\frac{\text{العمق الحقيقي}}{\text{معامل الانكسار}}$ = العمق الحقيقي (١ – $\frac{١}{\text{معامل الانكسار}}$).

على ضوء المفاهيم أعلاه فان :

الاجسام بالنسبة للغواص تظهر في موضع أعلى من موضعها الحقيقي لان الاشعة المنبعثة من الاجسام لاتصل لعين الغواص مباشرة انما تنكسر مقتربة من العمود الناظم لتتجمع امتداداتها في الموضع الظاهري

عندما يكون الجسم ملامساً لحائل أو سائل فإن بعده من السطح الثاني للحائل والذي ينظر من خلاله الشخص يكون مساوياً لسمك الحائل(سمك الحائل = العمق الحقيقي)ولذلك تكون

الازاحة = السمك (١ − $\frac{١}{م}$) وهذه الازاحة تكون ثابته مهما كان موضع الجسم بالنسبة للحائل طالما أن الحائل بين عين الشخص والجسم.

ثانيا معامل الانكسار النسبي : هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول الى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني .

$$م_{٢,١} = \frac{جاس_{١}}{جاس_{٢}} = \frac{م_{٢}}{م_{١}}$$

حيث ان : س١ ≡ زاوية السقوط في الوسط الاول

س٢ ≡ زاوية الانكسار في الوسط الثاني م١ ≡ معامل الانكسار المطلق للوسط الأول

م٢ ≡ معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني. م٢,١ ≡ معامل الانكسار النسبي من الوسط ١الى الوسط٢

$$م_{٢,١} = \frac{ع_{١}}{ع_{٢}} = \frac{\lambda_{١}}{\lambda_{٢}}$$ (لان التردد لا يتغير بين الوسطين)

حيث ان : ع١ ≡ سرعة الضوء في الوسط الاول ع٢ ≡ سرعة الضوء في الوسط الثاني

$\lambda_{١}$ ≡ الطول الموجي للضوء في الوسط الأول. $\lambda_{٢}$≡ الطول الموجي للضوء في الوسط الثاني.

* يكون معامل الانكسار النسبي بين وسطين أقلَّ من الواحد الصحيح عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط اقلَّ كثافة ضوئية .

قانونا الانكسار

قانون الانكسار الاول : الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود الناظم تقع جميعاً في مستوي واحد.

قانون الانكسار الثاني (قانون سنل) : (إذا سقط شعاع في وسط معامل انكساره المطلق (م١) بزاوية(س١) وانكسر في وسط معامل انكساره المطلق (م٢) بزاوية (س٢) فان م١ جاس١ = م٢ جاس٢)

$$م = \frac{جاس_{١}}{جاس_{٢}} = \frac{م_{٢}}{م_{١}} \Longleftarrow \frac{م_{١}}{م_{٢}} = \frac{جاس_{٢}}{جاس_{١}}$$

تنبيه : هذا القانون يتحقق فقط اذا تحقق قانون الانكسار الاول

هذا القانون يوضح ان العلاقة بين معاملات الانكسار وجيوب الزوايا علاقة عكسية .

مثال ١ : اذا كانت سرعة الضوء في الهواء = ٣× ١٠^{٨} م/ث وسرعة الضوء في الزجاج = ٢×١٠^{٨} م/ث فأحسب معامل الانكسار المطلق للزجاج.

.....

.....

مثال ٢ : أذا كانت سرعة الضوء في الماء تساوي $\frac{٣}{٤}$ سرعته في الهواء أحسب

(١)معامل انكسار الماء .....

.....

.....

(٢) طول موجه ضوئية بالأمتار علماً بان طولها الموجي في الهواء يساوي ٥٠٠٠ أنجستروم.

.....

.....

.....

مثال ٣ : إذا كانت زاويتي سقوط وانكسار شعاع يمر من الهواء الى سائل هما ٦٠° , ٣٠° فأحسب معامل انكسار الوسط.....

.....

.....

.....

مثال ٤ : سقط شعاع ضوئي بزاوية ٣٠° على لوح زجاجي معامل انكساره ١,٥فأحسب زاوية الانكسار.....

.....

.....

مثال ٥ : وضع جسم في قاع حوض به سائل شفاف عمقه ٦سم فاذا كان معامل انكسار السائل $\frac{٣}{٢}$ جد البعد الذي يظهر فيه الجسم .

.....

.....

مثال ٦ :وضع جسم داخل حوض به سائل شفاف عمقه ١٥سم فظهر على بعد ٥سم من قاع الحوض أحسب معامل انكسار السائل .

.....

.....

مثال ٧ : وضع جسم في قاع اناء به سائل معامل انكساره $\frac{٣}{٢}$ فظهر الجسم على بعد ٤سم من قاع الاناء جد ارتفاع السائل في الاناء

.....

.....

.....

مثال ٨ :فقاعة هواء داخل مكعب زجاجي طول ضلعه ١٠سم .عند النظر اليها من أحد اوجه المكعب تظهر على بعد ٤سم من ذلك الوجه وعند النظر اليها من الوجه الموازي للوجه الاول تظهر على بعد ٢سم .أحسب معامل انكسار زجاج المكعب .

.....

.....

.....

.....

مثال ٩ : مصباح مضيء موضوع داخل حوض به سائل معامل انكساره $\sqrt{٣}$ تسقط اشعة المصباح بزاوية ٣٠° أحسب زاوية الانكسار في الهواء.

.....

.....

مثال ١٠ : أوجد زاوية السقوط التي يكون عندها الشعاع المنعكس من سطح الماء عمودياً على الشعاع المنكسر علماً بان معامل الانكسار المطلق للماء $\frac{٤}{٣}$

.....

.....

.....

مثال ١١ : سقط شعاع ضوئي بزاوية ٦٠°على لوح زجاجي فانعكس جزء منه وانكسر الجزء الآخر أوجد الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والشعاع المنكسر علماً بان معامل انكسار الزجاج $\sqrt{٣}$

.....

.....

.....

الزاوية الحرجة والانعكاس الكلي الداخلي

الزاوية الحرجة : هي زاوية سقوط في وسط أكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار مقدارها ٩٠° في وسط أقلّ كثافة ضوئية .

الزاوية الحرجة للزجاج: هي زاوية السقوط في الزجاج التي تقابلها زاوية انكسار في الهواء مقدارها ٩٠°

*عندما نقول ان الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء ٦٠°يعني ان زاوية السقوط في الزجاج والتي تقابلها زاوية انكسار مقدارها ٩٠°في الماء =٦٠°.

لحساب الزاوية الحرجة :اذا كان احد الوسطين هواء فان $م = \frac{جاس_1}{جاس_2} = \frac{جا٩٠}{جاح} = \frac{١}{جاح} \Leftarrow$ $\boxed{جاح = \frac{١}{م}}$

اذا لم يكن أحد الوسطين هواء فإن

$م_1 جاس_1 = م_2 جاس_2 \Leftarrow م_1 جاح = م_2 جا٩٠ \Leftarrow$ $\boxed{جاح = \frac{م_2}{م_1} = \frac{م\ أقل}{م\ أكبر}}$

حيث م ≡ معامل الانكسار المطلق للوسط.

ح ≡ الزاوية الحرجة للوسط .

س١ ≡ زاوية السقوط في الوسط الاول . س٢ ≡ زاوية الانكسار في الوسط الثاني.

*دائما تكون الزاوية الحرجة في الوسط الاكبر كثافة ضوئية.

مثال١: اذا كانت الزاوية الحرجة لوسط ما بالنسبة للهواء هي ٤٥° أحسب معامل انكسار مادة الوسط

.....

.....

مثال ٢ : اذا كان معامل الانكسار المطلق للماء = $\frac{٤}{٣}$ وللزجاج = $\frac{٣}{٢}$ أوجد الاتي :

١/ الزاوية الحرجة للماء .....

.....

٢/ الزاوية الحرجة للزجاج .....

.....

٣/ الزاوية الحرجة بين الماء والزجاج .....

.....

٤/ معامل انكسار الزجاج بالنسبة للماء .....

.....

٥/ معامل انكسار الماء بالنسبة للزجاج .....

٦/ أذا كانت زاوية سقوط الشعاع الضوئي في الماء ٣٠° أحسب زاوية انكساره في الزجاج

.....

.....

٧/في أي الوسطين تقع الزاوية الحرجة (الماء أم الزجاج) ولماذا ؟.....

.....

مثال ٣ : وضع جسم في قاع وعاء اسطواني مملوء بمحلول كيميائي زاويته الحرجة٤٥° عندما نظر اليه من أعلى ظهرت صورته على بعد ٢√٤ سم وعندما ملئ ذات الوعاء بماء كتلته ٢٠٠جم ظهرت صورته على بعد ٦سم أحسب:

١/ معامل انكسار المحلول الكيميائي .....

.....

٢/العمق الحقيقي للمحلول الكيميائي .....

.....

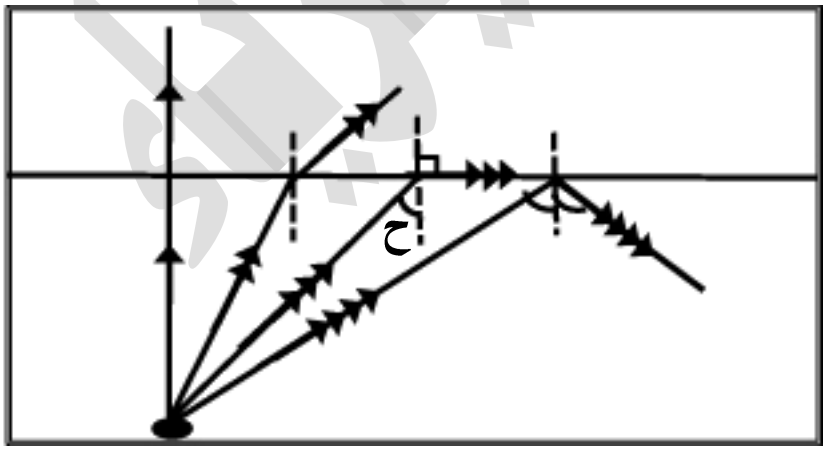
٣/ معامل انكسار الماء .....

.....

٤/ اذا كانت مساحة قاع الوعاء هي ٢٥سم^{٢} فأحسب كثافة الماء (الكثافة = الكتلة/ الحجم) و (الحجم =مساحة القاعدة × الارتفاع) .....

.....

.....



في الرسم المقابل نلاحظ:

١ / الاشعة التي تسقط عمودياً تنفذ على استقامتها دون ان تعاني انحرافاً.

٢ / الاشعة التي تسقط بزاوية أقلَّ من الزاوية الحرجة تنكسر مبتعدة عن العمود الناظم .

٣/ الاشعة التي تسقط بزاوية مساوية للزاوية الحرجة تنكسر مماسة(منطبقة) على السطح الفاصل.

٤/الاشعة التي تسقط بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة تنعكس انعكاس كلي داخلي .

الانعكاس الكلي الداخلي : هو انعكاس الضوء داخل الوسط الاكبر كثافة ضوئية عندما تكون زاوية سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة .

شروط الانعكاس الكلي الداخلي :

١/ ان ينتقل الشعاع الضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط أقل كثافة ضوئية .

٢/ ان تكون زاوية سقوط الشعاع الضوئي أكبر من الزاوية الحرجة للوسط .

فوائد الانعكاس الكلي الداخلي :

١/ نقل المكالمات الهاتفية ٢/ التشخيص الطبي باستخدام الألياف الضوئية.

الليف الضوئي : هو عبارة عن اسطوانة مرنة رقيقة جداً مصنوعة من مادة زجاجية ويكون معامل الانكسار في قلب الاسطوانة أكبر من معامل الانكسار في الطبقة الخارجية للأسطوانة المحيطة بقلب الأسطوانة والتي تعرف بالكسوة أو اللحاء لذلك عند سقوط الضوء على قلب الاسطوانة ينعكس كلياً عند سقوطه بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة.

استخدام الليف الضوئي : ١/ في المناظير الطبية حيث يسلط الضوء ليسقط على العضو المراد رؤيته فينعكس منه الضوء ماراً عبر الليف الضوئي بالانعكاس الكلي الداخلي المتعدد حتي يصل لعين الطبيب فيتمكن الطبيب من رؤية هذا العضو المراد.

٢/ نقل المكالمات الهاتفية حيث يحول الاشارات الكهربية الى ضوء فيحمل الضوء المكالمات من جهاز الارسال الذي يسقط منه الضوء على الليف الضوئي فينتقل الضوء عبر الليف بالانعكاس الكلي الداخلي المتعدد حتي يصل جهاز الاستقبال الذي يقوم باستخلاص المكالمة وتحويلها الى اشارات كهربية ثم ينتقل الى هاتف الاستقبال .

تنبيه : ينتقل الضوء في الليف البصري المنحني رغم انه يسير في خطوط مستقيمة بالانعكاس الكلي الداخلي عدة مرات.



الشكل أعلاه يوضح الليف الضوئي ومكوناته

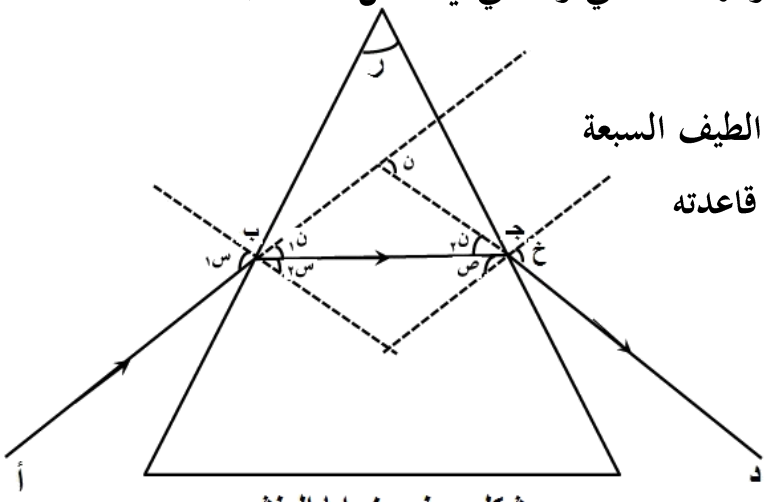
الانكسار خلال المنشور الثلاثي

المنشور الثلاثي : هو عبارة عن جسم زجاجي وجهاه الامامي والخلفي في شكل مثلث بينما قاعدته ووجهاه الجانبيان في شكل مستطيلات.

استخدامات المنشور الثلاثي : ١/ فصل الوان الطيف السبعة

٢/ في مصابيح السيارات لأنه يحرف الاشعة نحو قاعدته

من الشكل المقابل :



شكل يوضح زوايا المنشور

س١≡ زاوية السقوط على الوجه الأول للمنشور

س٢≡ زاوية الانكسار من الوجه الاول للمنشور

ص≡ زاوية السقوط على الوجه الثاني للمنشور

خ ≡ زاوية الانكسار من الوجه الثاني (زاوية الخروج). ر ≡ زاوية راس المنشور

ن ≡ زاوية الانحراف الكلي للمنشور $\boxed{ن = ن_{١} + ن_{٢}}$

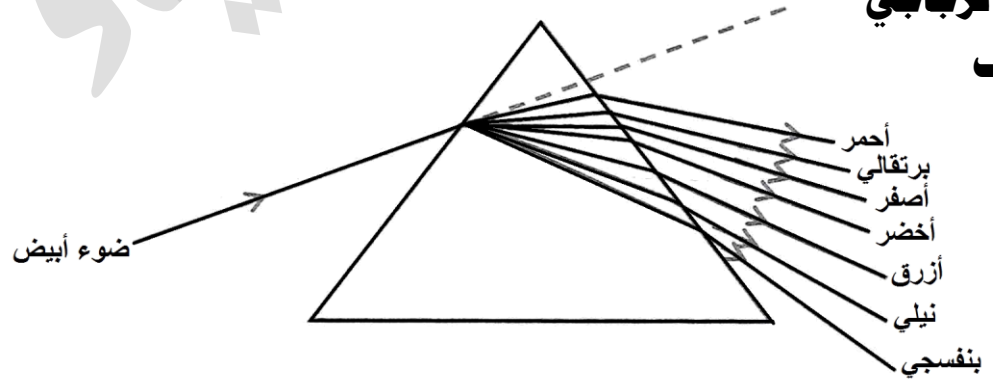
ن١≡ زاوية الانحراف الصغرى الاولي. ن٢ ≡ زاوية الانحراف الصغرى الثانية.

الشعاع (أب) يسقط على الوجه الاول فينكسر في اتجاه (ب جـ) مقترباً عن العمود الناظم لأنه انتقل من وسط اقلّ كثافة ضوئية (هواء) الى وسط أكبر كثافة ضوئية (زجاج) حيث (س1) زاوية سقوطه و(س٢) زاوية انكساره. بينما الشعاع (ب جـ) يسقط على الوجه الثاني فينكسر في اتجاه (جـ د) مبتعداً عن العمود الناظم لأنه انتقل من وسط أكبر كثافة ضوئية (زجاج) الى وسط أقلّ كثافة ضوئية (هواء) حيث (ص) زاوية سقوطه و(خ) زاوية انكساره (زاوية الخروج).

زاوية راس المنشور (ر) :هي الزاوية المحصورة بين وجهي السقوط والخروج. $\boxed{ر = س_{٢} + ص}$

زاوية الانحراف في المنشور الثلاثي(ن): هي الزاوية المحصورة بين امتداد الشعاع الساقط من الهواء الى المنشور وإمتداد الشعاع الخارج من المنشور الى الهواء $\boxed{ن = س_{١} + خ - ر}$

إستخدام المنشور الزجاجي في فرز ألوان الطيف



تنبيهات : ١/ ينقسم الطيف الى (أ) **طيف مرئي** : وهو طيف تؤثر موجاته على العين ولذلك تراه العين مثل الوان الطيف السبعة .(ب) **طيف غير مرئي** : وهو طيف تؤثر موجاته على العين ولكن لا تراه العين مثل الاشعة دون الحمراء والاشعة فوق البنفسجية.

٢/ أقرب ألوان الطيف لرأس المنشور هو اللون الأحمر وأبعدها عن راس المنشور اللون البنفسجي أي ان الضوء البنفسجي درجة انحرافه أكبر من اللون الاحمر أي معامل انكساره أكبر .

٣/ يتوقف الانكسار في المنشور الزجاجي على معامل انكسار الاشعة ولان معامل انكسار الزجاج يختلف باختلاف اللون فكل لون يخرج في مسار مختلف.

٤/اللون الذي طولة الموجي قصير معامل انكساره أكبر من اللون الذي طوله الموجي كبير .

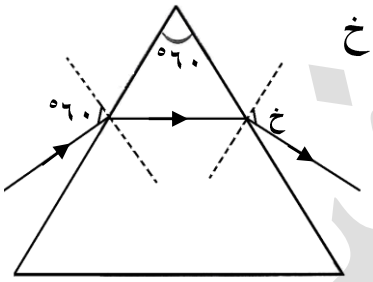
أي كلما قلَّ الطول الموجي زاد معامل الانكسار والتردد والانحراف والطاقة والسرعة

الجدول أدناه يوضح ترتيب الوان الطيف مبتدئاً بأقلها طولاً موجياً واعلاها معامل انكسار وتردد وانحراف وطاقة وسرعة .(هنا اتجاه الترتيب من قاعدة المنشور الى راس المنشور)

البنفسجي	النيلي	الازرق	الاخضر	الأصفر	البرتقالى	الأحمر

الأشعة التي تتوسط الطيف المرئي هي الضوء الأخضر.

مثال : من الشكل ألمقابل اذا كان معامل انكسار الزجاج $\sqrt{٣}$ أوجد الزاوية خ



.....

.....

.....

مثال : سقط شعاع ضوئي بزاوية صفر° على أحد وجهي منشور زاوية رأسه ٣٠°وخرج بزاوية ٦٠° أحسب معامل الانكسار: .....

.....

.....

مثال : منشور زاوية رأسه ٦٠° سقط عليه شعاع ضوئي فانكسر بزاوية ٣٠° ونفذ بزاوية٦٠° أحسب معامل انكساره.....

.....

.....

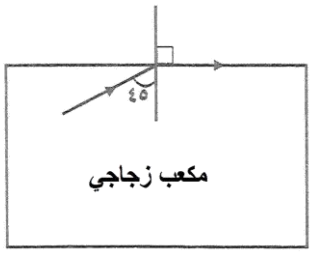
تمـــريـــــن

١/ أذا كانت سرعة الضوء في الهواء = ٣×١٠^٨م/ث أوجد سرعته في وسط معامل انكساره ١,٨.

٢/ سقط شعاع من وسط بزاوية ٤٥° وأنكسر في الهواء بزاوية ٦٠°جد معامل انكسار الوسط.

٣/جد الزاوية الحرجة لوسط معامل انكساره $\sqrt{2}$ وبين ماذا يحدث لأشعة تسقط بزاوية سقوط ٥٠°.

٤/ في الشكل التالي مكعب زجاجي :



تمعن الشكل جيداً ثم أوجد :

أ/ معامل انكسار الزجاج

ب/ ماذا يحدث للشعاع المنكسر في الحالات الاتية:

١ /إذا كانت زاوية السقوط أقلَّ من ٤٥° ٢/ إذا كانت زاوية السقوط أكبر من ٤٥° .

٣/ إذا كانت زاوية السقوط ٣٠° فكم تكون زاوية الانكسار.

٥/وضعت قطعة نقود في قاع حوض عمقه ١٦سم فظهرت على بعد ١٢سم جد معامل انكسار الماء.

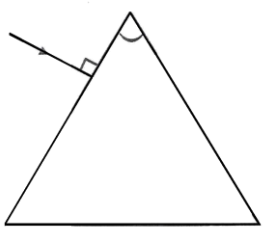
٦/ وضع مصباح مضيء داخل حوض سباحة عمقه ٤ أقدام ومملوء بالماء تماماً وكان المصباح على بعد ٣ أقدام من أحد جدران الحوض فتكون ظل لذلك الجدار على حائط يبعد ٨ أقدام من الجدار فاذا كان ارتفاع الظل ٦ أقدام أحسب معامل انكسار الماء .

٧/ وضع قائم عمودياً داخل حمام سباحة بحيث غمر الماء ١,٥ متر من طوله البالغ مترين، تسقط أشعة الشمس على حمام السباحة بزاوية ٤٥°أحسب طول ظل القائم في قاع الحمام(معامل انكسار الماء $\frac{٤}{٣}$)

٨/إذا كان طول موجة الشعاع البنفسجي ٣٩٦٩انجستروم وطول موجة الشعاع الأصفر ٥٨٩٣ انجستروم ، فأي الشعاعين يكون معامل انكساره أكبر ولماذا ؟

٩/ وسط (أ) معامل إنكساره $\frac{٥}{٢}$ جد معامل انكسار وسط آخر (ب) إذا كانت الزاوية الحرجة بين الوسطين (أ)و(ب) = ٣٠° علماً بان الوسط الأكبر كثافة ضوئية هو الوسط (أ)

١٠/ منشور زجاجي معامل انكساره ٢ سقط عليه شعاع ضوئي عمودي على أحد أوجهه فخرج مماساً للوجه الآخر مستعيناً بالرسم أوجد



أ/ الزاوية الحرجة .....

ب/ زاوية الانحراف .....

جـ/ زاوية رأس المنشور .....

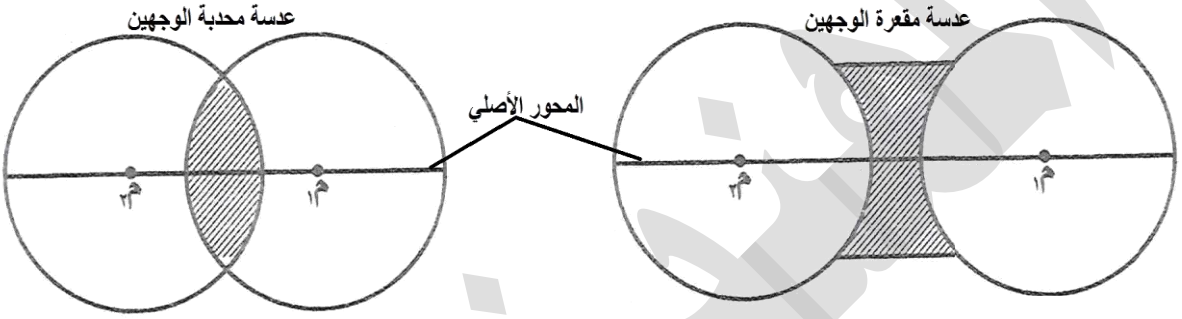
خامسا العدســـــات

العدســـــة : هي جسم زجاجي شفاف محد بسطحين كُريين أو سطح كري وآخر مستوي.

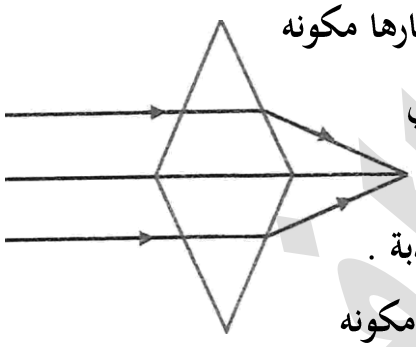
أنواع العدســـــات :

١/ عدسة محدبة (لامة): هي جسم زجاجي شفاف محد بسطحين كريين محدبين وتكون سميكة في الوسط ورقيقة عند الطرفين .

٢/ عدسة مقعرة(مفرقة) : هي جسم زجاجي شفاف محد بسطحين كريين مقعرين وتكون رقيقة في الوسط وسميكة عند الطرفين.

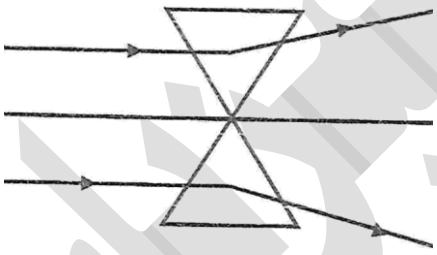


تنبيه : العدسة المحدبة تعمل على تجميع الاشعة وذلك لأنه يمكن اعتبارها مكونه من منشورين رقيقين متعاكسين ومتقابلين بقاعدتيهما على المحور الاصلي



فعند سقوط اشعة متوازية على المنشورين فإنها تنكسر نحو قاعدتهما وتتجمع على المحور الاصلي وبهذا تتجمع الاشعة بواسطة العدسة المحدبة .

أما العدسة المقعرة تعمل على تفريق الاشعة وذلك لأنه يمكن اعتبارها مكونه من منشورين رقيقين متعاكسين ومتقابلين برأسيهما على المحور الاصلي فعند سقوط اشعة متوازية على المنشورين فإنها تنكسر نحو قاعدتهما وتتفرق مبتعدة عن المحور الاصلي وبهذا تتفرق الاشعة بواسطة العدسة المقعرة .



استخدامات العدسات :

١/ الآت التصوير ٢/ النظارات الطبية

٣/ المجاهر ٤/ المناظير الفلكية

٥/ تستخدم العدسة المحدبة في علاج طول النظر .

٦ / تستخدم العدسة المقعرة في علاج قصر النظر.

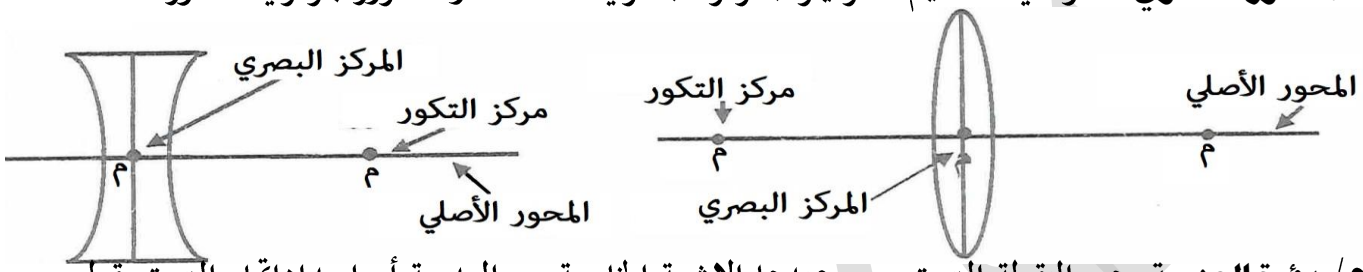
مصطلحات (مفاهيم) العدسات :

١/ **المركز البصري** (م) هو نقطة تتوسط العدسة تماماً

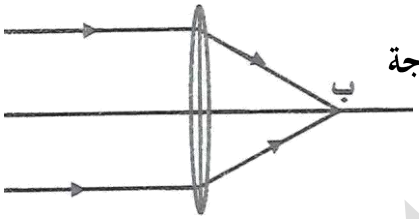
٢/ **مركز التكور** (م١ ، م٢) هما مركزي الكرة التي كان سطح العدسة جزء منها .

٣/ **المحور الاصلي للعدسة**: هو المستقيم المار بمركزي التكور والمركز البصري للعدسة .

٤/ **المحور الثانوي** : هو أي مستقيم آخر يمر بالمركز البصري للعدسة دون المرور بمركزي التكور.

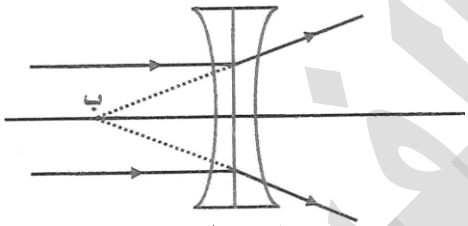


٥/ **بؤرة العدسة** :هي النقطة التي تتجمع عندها الاشعة الخارجة من العدسة أو امتداداتها والتي تسقط موازية للمحور الاصلي للعدسة .



٦/ **بؤرة العدسة المحدبة** : هي النقطة التي تتجمع عندها الاشعة الخارجة من العدسة والتي تسقط موازية للمحور الاصلي للعدسة .

(تعتبر بؤرة العدسة المحدبة بؤرة حقيقية)



٧/ **بؤرة العدسة المقعرة** : هي النقطة التي تتجمع عندها امتدادات الاشعة الخارجة من العدسة والتي تسقط موازية للمحور الاصلي للعدسة.(تعتبر بؤرة العدسة المقعرة بؤرة تقديرية)

٨/ **البؤرة الحقيقية** : هي النقطة التي تتكون بالتقاء اشعة منكسرة حقيقية وتقع خلف العدسة.

٩/ **البؤرة التقديرية** : هي النقطة التي تتكون بالتقاء امتدادات الاشعة المنكسرة وتقع أمام العدسة.

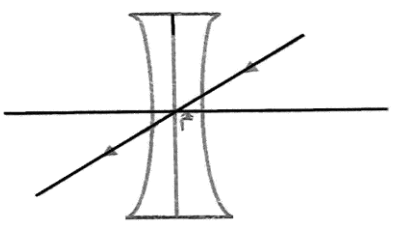
١٠ **البعد البؤري** :.هو المسافة بين البؤرة والمركز البصري للعدسة .

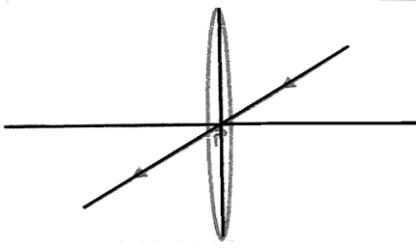
١١/ **نصف قطر التكور(نق)** : هو المسافة بين مركز التكور والمركز البصري للعدسة.

١٢/ **الجسم الخيالي** : هو الجسم الذي يتكون بتلاقي امتدادات الاشعة الساقطة .

خواص الاشعة بالعدسات :

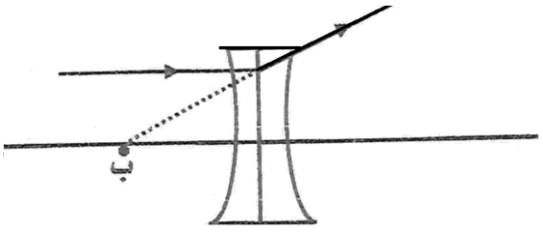
١/ إذا سقط شعاع ضوئي ماراً بالمركز البصري للعدسة فانه ينفذ على استقامته دون ان يعاني انكسار وسبب ذلك هو :

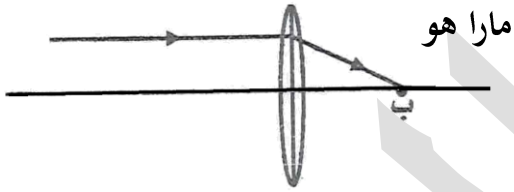




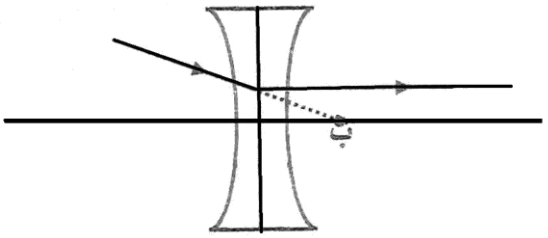
أن الجزء الأوسط من العدسة يعمل كمتوازي مستطيلات لذا فان الشعاع الخارج يكون موازياً للشعاع الساقط ولان العدسة رقيقة جداً فان ازاحة الشعاع الخارج تكون صغيرة جداً لذا يري الشعاع الخارج على امتداد الشعاع الساقط .

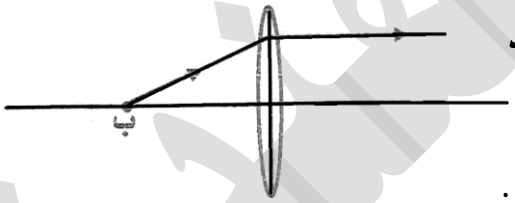
٢ / اذا سقط شعاع ضوئي موازياً للمحور الاصلي للعدسة وقريباً منه فانه ينفذ ماراً هو او امتداداته بالبؤرة.





٣/ اذا سقط شعاع ضوئي وكان مصدره البؤرة أو امتداداته تمر بالبؤرة فانه ينفذ موازياً للمحور الاصلي وقريباً منه .



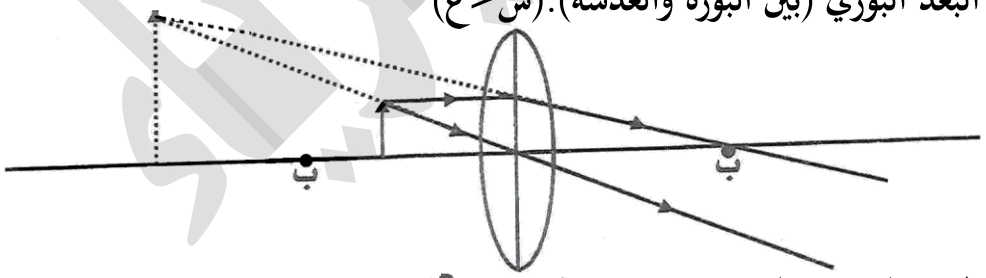


حالات تكون الصورة بواسطة العدسات

حتي تتكون الصورة بواسطة العدسة لجسم امامها نتتبع مسار شعاعان ساقطان من رأس الجسم الاول يمر بالمركز البصري وهذا لا يعاني انكسار(ينفذ على استقامته) والثاني يسقط موازي للمحور الاصلي وقريباً منه وهذا ينكسر ماراً بالبؤرة ونقطة التقاء الشعاعين تمثل صورة راس الجسم وبإسقاط عمودي من المحور الاصلي نحو صورة رأس الجسم تتكون صورة الجسم.

حالات تكون الصورة بواسطة العدسة المحدبة : تختلف صورة الجسم باختلاف بعد الجسم من العدسة المحدبة وهنالك ٦ احتمالات لوجود الجسم امام العدسة :

أولا : اذا كان الجسم داخل البعد البؤري (بين البؤرة والعدسة).(س<ع)

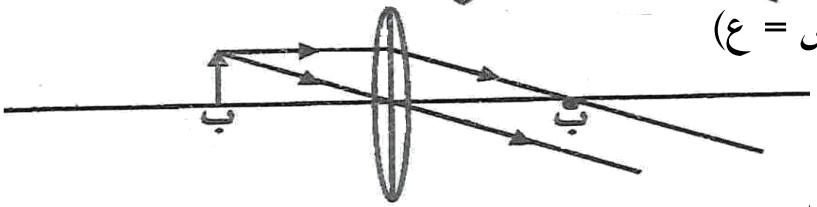


مواصفات الصورة :

خيالية – مكبرة – معتدلة

تقع أمام العدسة وأمام الجسم

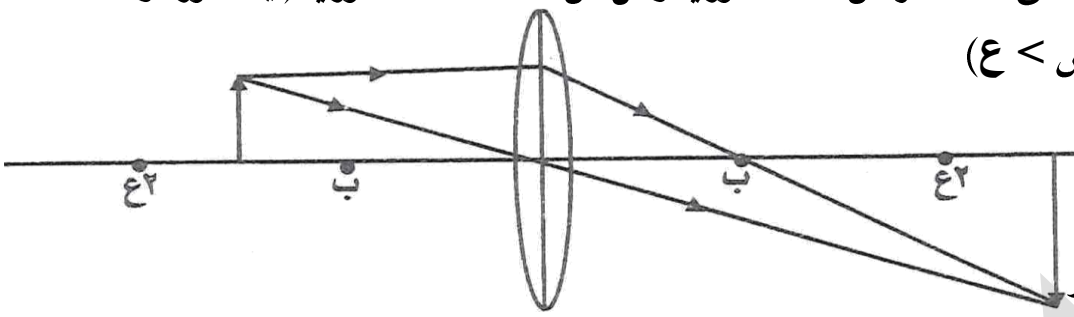
ثانيا : اذا كان الجسم على البؤرة (س = ع)



مواصفات الصورة :

غير واضحة المعالم تقع في ما لانهاية

ثالثا ○ اذا كان الجسم على بعد أكبر من البعد البؤري وأقلَّ من ضعف البعد البؤري (بين البؤرة وضعف البعد البؤري)(٢ ع> س > ع)

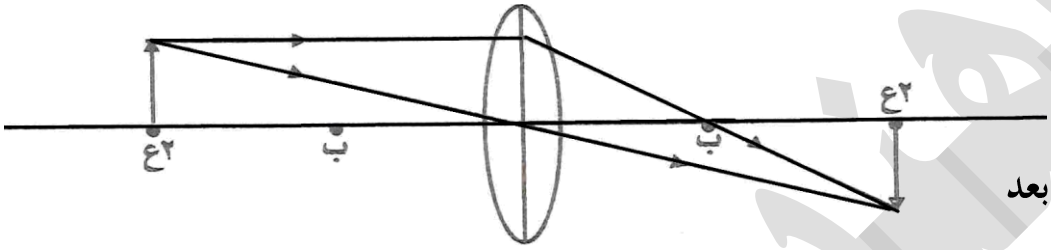


مواصفات الصورة:

حقيقية – مقلوبة

مكبرة – على بعد أكبر من ضعف البعد البؤري.

رابعا ○ اذا كان الجسم على بعد يساوي ضعف البعد البؤري (س = ٢ ع)

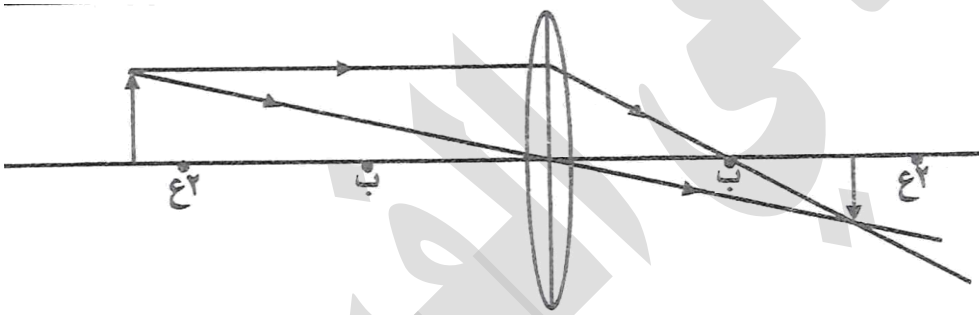


مواصفات الصورة :

حقيقية – مقلوبة

مساوية للجسم – على بعد يساوي ضعف البعد البؤري.

خامسا ○ :إذا كان الجسم على بعد أكبر من ضعف البعد البؤري (س > ٢ ع)

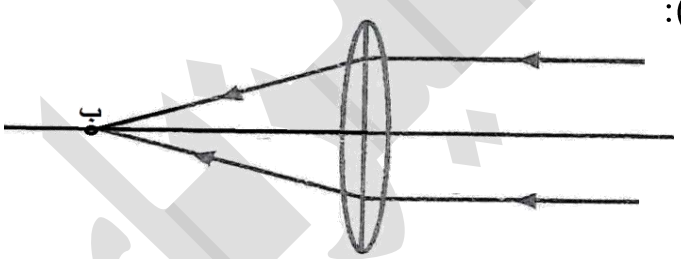


مواصفات الصورة :

حقيقية – مقلوبه – مصغرة

تقع بين البورة وضعف البعد البؤري

سادسا ○ : إذا كان الجسم في ما لا نهاية (س = ∞):



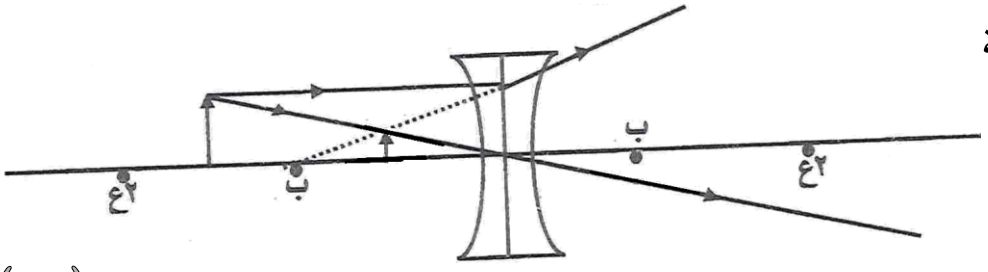
مواصفات الصورة :

حقيقية – مقلوبة – مصغرة جداً – تقع على البؤرة

حالات تكون الصورة بواسطة العدسة المقعرة :

تكون العدسة المقعرة للجسم الحقيقي صورة دائماً خيالية ومعتدلة ومصغرة وداخل البعد البؤري مهما اختلف موقع الجسم من العدسة الا في حالة وجود الجسم في ما لانهاية فعندها تتكون صورته في البؤرة

الشكل المقابل يوضح كيفية تكون الصورة بواسطة العدسة المقعرة



القـــانون العـــــام للعدســـــات

$$\frac{١}{ع} = \frac{١}{س} + \frac{١}{ص}$$

ص ≡ بعد الصورة عن العدسة . س ≡ بعد الجسم عن العدسة . ع ≡ البعد البؤري

التكبير (ت): هو النسبة بين طول الصورة وطول الجسم

$$\text{التكبير ت} = \frac{\text{طول الصورة}}{\text{طول الجسم}} = \frac{\text{ل}_{-}}{\text{ل}} = \frac{\text{بعد الصورة عن العدسة}}{\text{بعد الجسم عن العدسة}} = \frac{\text{ص}}{\text{س}}$$

حيث ل ≡طول الجسم / ل‾ ≡ طول الصورة .

تنبيهات : اذا كان |ت| > ١ فان الصورة تكون مكبرة .

اذا كان |ت| < ١ فان الصورة تكون مصغرة.

اذا كان |ت| = ١ فان الصورة تكون مساوية للجسم .

المسافة بين الجسم وصورته :اذا كانت الصورة حقيقية فان بعد الصورة عن الجسم ف = س+ ص

اذا كانت الصورة خيالية (تقديرية) فان بعد الصورة عن الجسم ف = ||ص| − س|

قاعدة الاشارات :

اولا اشارة البعد البؤري (ع): تعتمد على نوع العدسة :

تكون (ع) موجبة (+) اذا كانت العدسة محدبة. و تكون (ع) سالبه (−) اذا كانت العدسة مقعرة.

اذا كان ع> ص فالعدسة مقعرة عليه فان (ع−)أما اذا كان ع<ص فالعدسة محدبة عليه فان (ع+)

ثانيا اشارة الصورة (ص) : تعتمد على نوع الصورة :

تكون (ص) موجبة (+) اذا كانت الصورة حقيقية. و تكون (ص) سالبة (−) اذا كانت الصورة خيالية.

تنبيه : اذا كانت الصورة مقلوبة أو تقع في الجانب الآخر من العدسة أو يمكن استقبالها على حائل فهذه الصور حقيقية. أما اذا كانت الصورة معتدلة أو في نفس جهة الجسم أو أمام العدسة أو تقديرية أو لا يمكن استقبالها على حائل أو مكونة بعدسة مقعرة فهذه الصورة خيالية .

ثالثا اشارة التكبير (ت) : تعتمد على نوع الصورة

تكون (ت) موجبة (+) اذا كانت الصورة حقيقية. و تكون (ت) سالبة (−) اذا كانت الصورة خيالية.

مثال : وضع جسم امام عدسة بعدها البؤري ٤سم فتكونت صورته على بعد ٢سم من العدسة أوجد :

أ/ بعد الجسم عن العدسة .....

.....

.....

ب/ بعد الجسم عن صورته .....

مثال: عدسة بعدها البؤري ٣سم كوَّنت صورة خيالية على بعد ٦سم منها أوجد :

أ/ بعد الجسم عن العدسة .....

.....

.....

ب/ بعد الجسم عن صورته .....

مثال: كونت عدسة صورة مقلوبة مكبرة ثلاثة مرات فاذا كان بعدها البؤري ٦سم أوجد :

أ/ بعد الجسم عن العدسة .....

.....

.....

ب/ بعد الجسم عن صورته .....

مثال: عدسة كونت صورة حقيقية مكبرة ٤ مرات فإذا كان بعد الجسم عن العدسة ٥سم فأحسب البعد البؤري للعدسة .....

.....

.....

مثال: وضع جسم طوله١ سم على بعد١٢سم عن عدسة مقعرة بعدها البؤري ٦سم فتكونت له صورة أوجد

أ / بعد الصورة عن العدسة .....

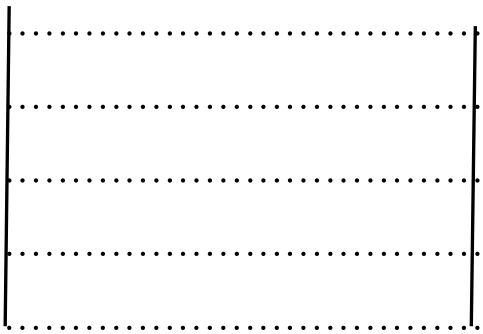
.....

ب/ بعد الصورة عن الجسم .....

ج/ طول الصورة .....

.....

مثال: وضع جسم أمام عدسة محدبة فتكونت له صورة حقيقية مكبرة مرتين وعندما قرب الجسم مسافة ١٠سم نحو العدسة تكونت له صورة خياليه مكبرة مرتين أيضاً فأحسب البعد البؤري للعدسة....



.....

.....

.....

.....

.....

مثال: وضع جسم أمام عدسة فتكونت له صورة معتدلة مكبرة مرتين وعلى بعد ٥سم منه فأوجد البعد البؤري للعدسة.....

.....

.....

.....

مثال: أذا اردنا لعدسة مقعرة ان تكوِن صورة طولها نصف طول الجسم وضح أين يجب أن نضع الجسم

.....

.....

.....

.....

مثال: سقطت أشعة من جسم على عدسة مقعرة بعدها البؤري ٣سم فتجمعت امتداداتها على بعد ٢سم من العدسة .صف الصورة المتكوِنه.....

.....

.....

.....

.....

.....

سادسا المـــرايا الكـــرية

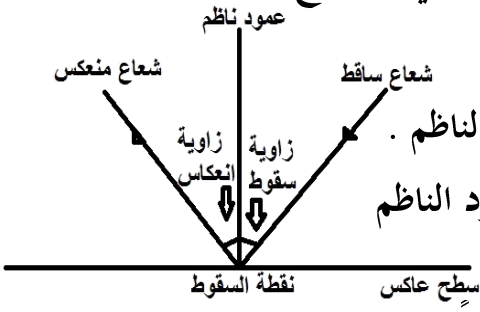
الانعكاس : هو ارتداد الضوء عن مساره عند اصطدامه بجسم عاكس.

أنواع الانعكاس :

١/ **انعكاس منتظم** : هو انعكاس الضوء بنفس الكيفية التي سقط بها ويحدث في الاسطح الملساء .

٢/ **انعكاس غير منتظم** : هو انعكاس الضوء بغير كيفية سقوطه ويحدث في الاسطح الخشنة .

مصطلحات الانعكاس :



١/ **زاوية السقوط** : هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود الناظم .

٢/ **زاوية الانعكاس** : هي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود الناظم

٣/ **العمود الناظم** :

هو المستقيم المقام عمودياً عند نقطة السقوط, واذا سقط شعاع منطبقاً عليه فانه ينعكس على نفسه.

قانونا انعكاس الضوء :

القانون الاول : الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود الناظم جميعها تقع في مستوي واحد .

القانون الثاني : زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.

* اذا سقط شعاع ضوئي عمودياً على سطح عاكس فانه ينعكس على نفسه.

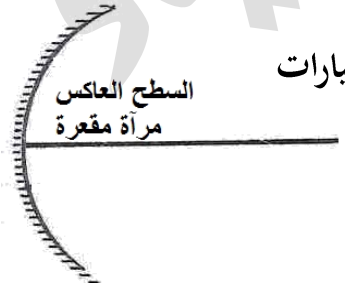
أنواع الحزم الضوئية: متوازية –متجمعة – متفرقة

الانعـــــكاس بالمـــــرايا الكـــــرية

المرايا الكرية : هي جزء من كرة زجاجية مجوفة طلي أحد سطحيها بالفضة فأصبح سطحها الآخر عاكساً للضوء.

أنواع المرايا : ١/ مرآة مقعرة ٢/ مرآة محدبة

المرآة المقعرة (الامة) : هي جزء من سطح كرة زجاجية مجوفة طُليَّ سطحها الخارجي بالفضة وأصبح سطحها الداخلي عاكساً للضوء.



استخدامات المرآة المقعرة : ١/ تستخدم في تركيز الأشعة في مصابيح السيارات

٢/ تستخدم في طب الأسنان

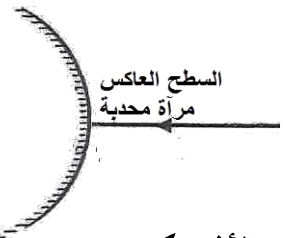
(لأنها تكون للجسم القريب منها صورة خيالية معتدلة مكبرة).

٣/ تستخدم في المحلات التجارية كوسيلة للعرض

٤/ تستخدم في صالون الحلاقة والكوافير .

صورة المرآة المقعرة : تكوِن للجسم الحقيقي صورة حقيقية أو خيالية مكبرة أو مصغرة على حسب بعد الجسم عنها .

المرآة المحدبة (**المفرقة**) : هي جزء من سطح كرة زجاجية مجوفة طُليَّ سطحها الداخلي بالفضة وأصبح سطحها الخارجي عاكساً للضوء .

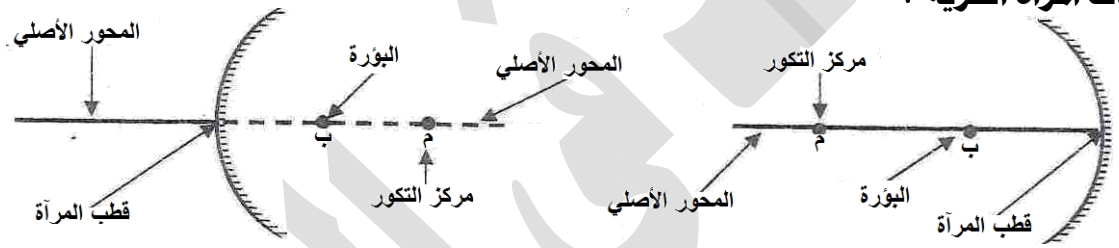


استخدامات المرآة المحدبة : ١/ تستخدم كمرآة جانبية للسيارة (لأنها تكون صورة دائماً معتدلة ومصغرة لذلك تغطي مساحة واسعه خلف السيارة) .(مداها واسع)

٢/ في ميادين كرة القدم ، (لأنها توسع مجال الرؤية لدي المشاهد).

صورة المرآة المحدبة : تكون دائماً للجسم الحقيقي صورة خيالية معتدلة مصغرة مهما كان موضع الجسم بالنسبة لها الا في حالة وجود الجسم في ما لانهاية .

مصطلحات المرآة الكرية :



١ / **قطب المرآة** (**ق**) : هو نقطة تتوسط المرآة تماماً .

٢/ **مركز تكور المرآة** (**م**) : هو مركز الكرة الزجاجية التي صنعت منها المرآة .

٣/ **نصف قطر التكور** (**نق**) : هو المسافة بين قطب المرآة ومركز التكور. أو هو نصف قطر الكرة التي صنعت منها المرآة .(نصف قطر التكور = ضعف البعد البؤري (نق = ٢ ع ⟸ ع = نق/٢)).

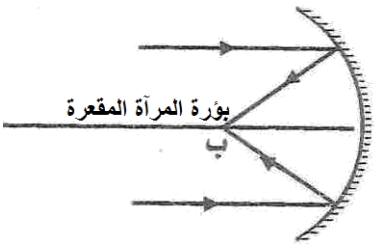
٤/ **المحور الأصلي** : هو المستقيم المار بقطب المرآة ومركز التكور .

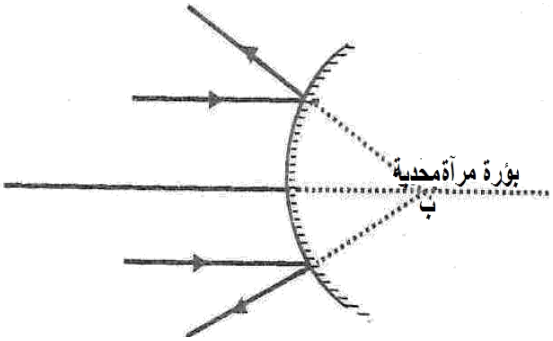
٦/ **المحور الثانوي** : هو المستقيم المار بمركز التكور وأي نقطة على سطح المرآة عدا قطبها .

٧/ **البؤرة** (**ب**) : هي النقطة التي تتجمع عندها الأشعة المنعكسة من المرآة أو إمتداداتها والتي تسقط موازية للمحور الأصلي وقريبة منه .

٨/ **بؤرة المرآة المقعرة** : (**بؤرة حقيقية**)

هي النقطة التي تتجمع عندها الأشعة المنعكسة من المرآة والتي تسقط موازية للمحور الأصلي وقريبة منه (تقع أمام المرآة)



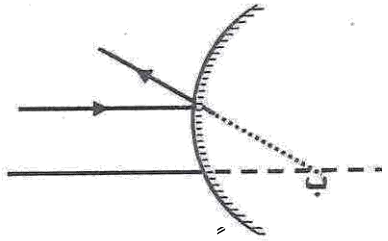


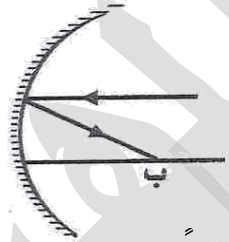
٧/ **بؤرة المرآة المحدبة** : (**بؤرة تقديرية**) :هي النقطة التي تتجمع عندها امتدادات الأشعة من المرآة والتي تسقط موازية للمحور الأصلي وقريبة منه (تقع خلف المرآة)

٨/ **البعد البؤري** (ع) : هو المسافة بين قطب المرآة وبؤرتها .

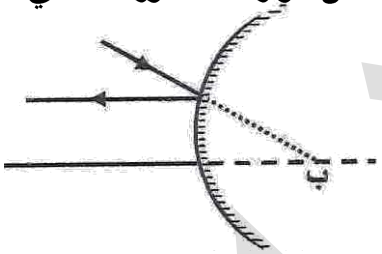
خواص الأشعة الساقطة على المرآة الكرية :

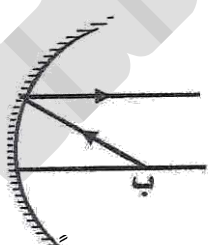
١ / اذا سقط شعاع موازياً للمحور الأصلي للمرآة وقريباً منه فإنه ينعكس ماراً هو أو امتداداته بالبؤرة.



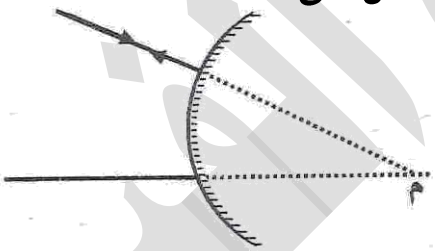


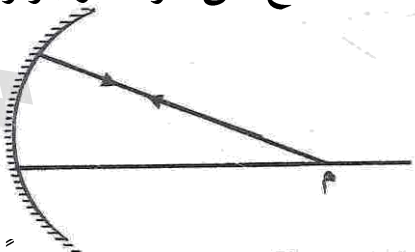
٢ / اذا سقط شعاع ماراً هو أو امتداداته ببؤرة المرآة فانه ينعكس موازياً للمحور الأصلي





٣ / اذا سقط شعاع على المرآة ماراً بمركز التكور فانه ينعكس على نفسه .

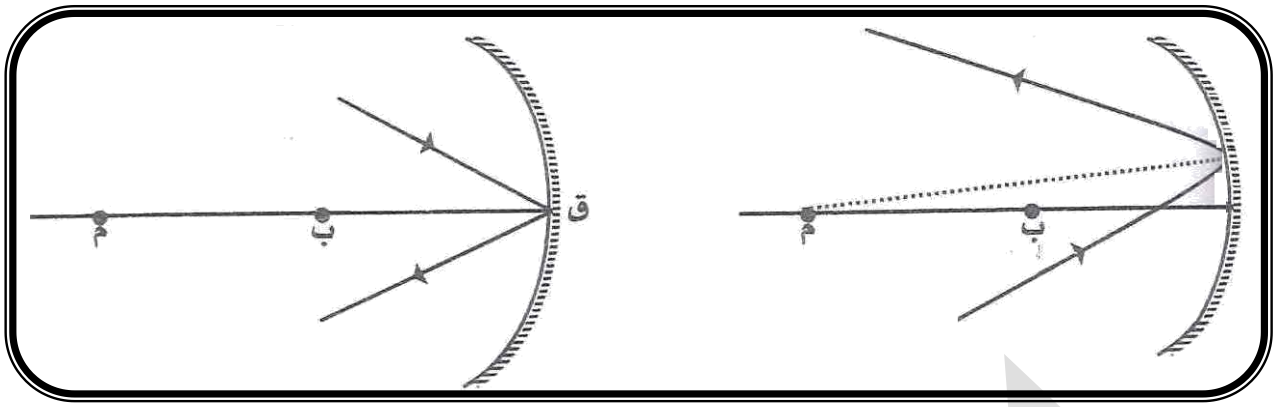


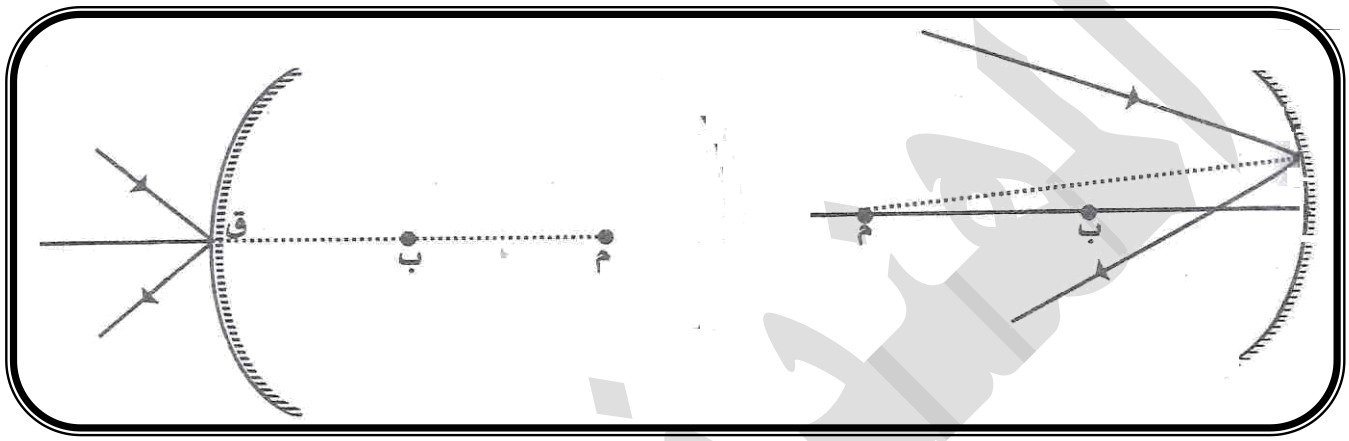


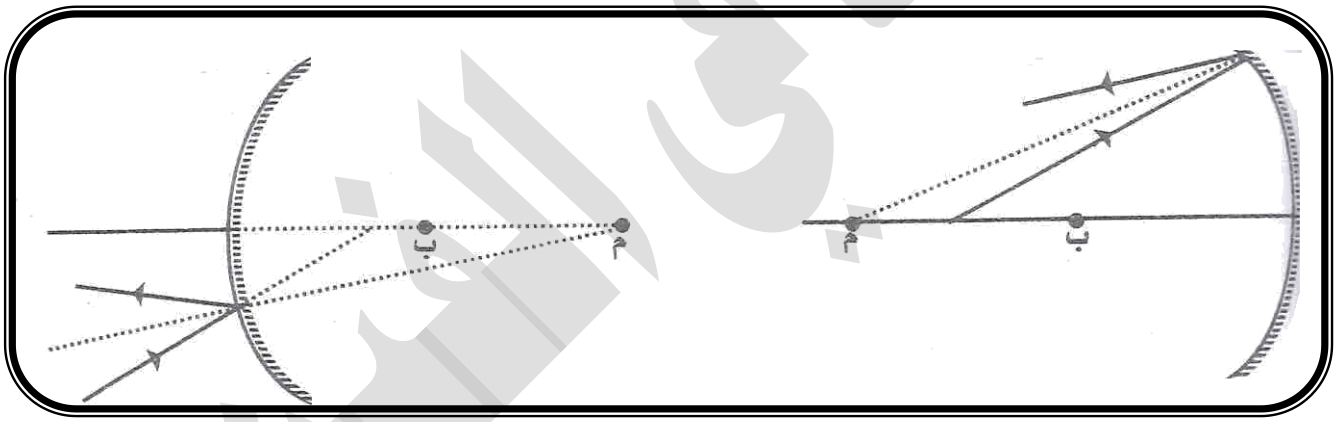
* **علل** : اذا سقط شعاع على المرآة ماراً بمركز التكور فانه ينعكس على نفسه. (لأن الشعاع الساقط أنطبق على العمود الناظم وبالتالي ستكون زاوية السقوط تساوي زاوية الإنعكاس = صفر

تنبيه : في حالة سقوط الشعاع بغير الحالات السابقة الذكر يجب أن نرسم عمود ناظم أي نصل بين نقطة السقوط ومركز التكور بخط مستقيم متقطع ثم نضع مسطرة بصورة عمودية على العمود الناظم ونحسب المسافة بين العمود الناظم والشعاع الساقط ثم نحسب نفس المسافة من الجهة الأخرى ونضع نقطة ثم نصل بخط مستقيم بين هذه النقطة ونقطة السقوط فيكون هذا الخط بمثابة الشعاع المنعكس (يمكن استخدام منقلة لحساب زاوية السقوط والانعكاس).

ويمكن تطبيق ذلك على الأشكال التالية :

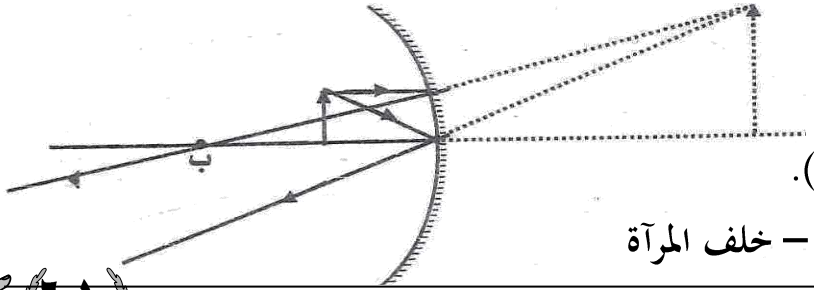






الصورة بالمرآة الكرية :حتي تتكون صورة لجسم أمام مرآة كرية يجب ان نتتبع مسار شعاعين من رأس الجسم أحدهما قريب للمحور الأصلي وموازي له وهذا ينعكس حيث يمر هو أو امتداداته بالبؤرة والشعاع الآخر يسقط على قطب المرآة وهذا ينعكس بزاوية انعكاس تساوي زاوية سقوط فتكون نقطة تقاطعهما أو تقاطع امتداداتهم تمثل صورة راس الجسم ثم نصله بالمحور الأصلي فتتكون صورة الجسم

حالات تكون الصورة بالمرآة المقعرة :

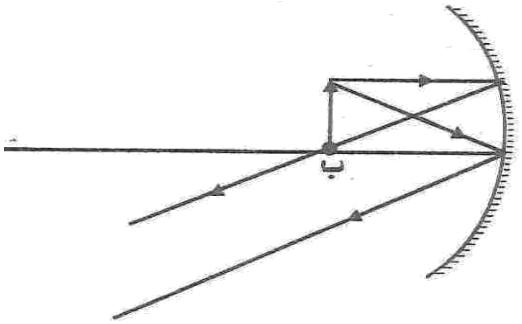


١/ اذا كان الجسم داخل البعد البؤري

(الجسم بين البؤرة وقطب المرآة (س <ع)).

صفات الصورة : خيالية – معتدلة – مكبرة – خلف المرآة

٢/ اذا كان الجسم في البؤرة (س = ع).

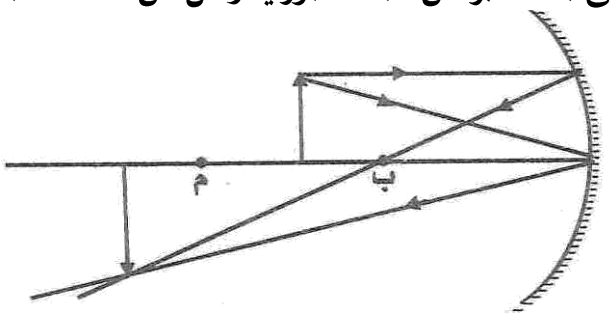


صفات الصورة :

غير واضحة المعالم تكون في ما لانهاية

مكبرة جداً

٣/ الجسم بين البؤرة ومركز التكور (الجسم على بعد اكبر من البعد البؤري وأقلَّ من ضعف البعد البؤري (٢ع > س > ع)

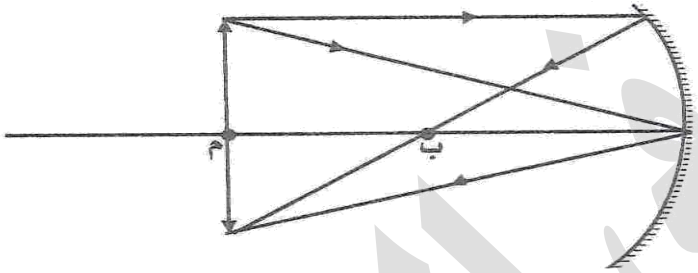


صفات الصورة :

حقيقية – مقلوبة – مكبرة –على بعد

أكبر من ضعف البعد البؤري

٤/ الجسم في مركز التكور على بعد يساوي ضعف البعد البؤري (س = ٢ ع)



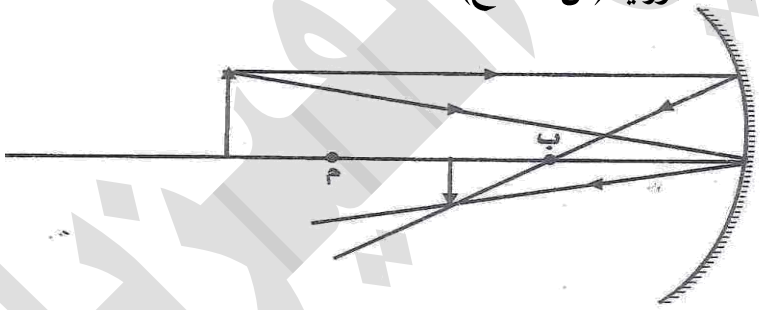
صفات الصورة :

حقيقية – مقلوبة – مساوية للجسم

على بعد يساوي ضعف البعد البؤري (على

مركز التكور)

٥/ الجسم على بعد أكبر من ضعف البعد البؤري (س> ٢ ع)

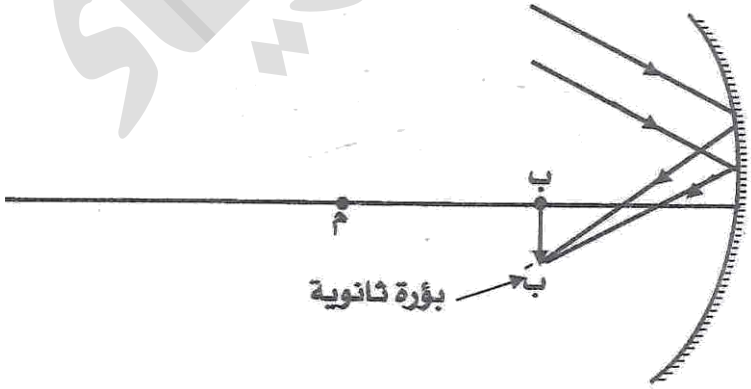


صفات الصورة :

حقيقية – مقلوبة – مصغرة

على بعد أقل من ضعف البعد البؤري

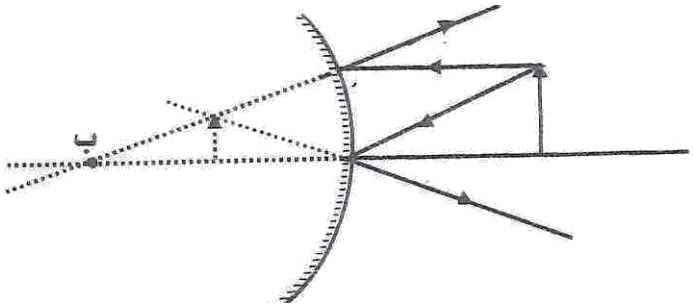
٦/ الجسم في ما لا نهاية (س =∞)



صفات الصورة :

حقيقية – مقلوبة – مصغرة جداً

تقع في البؤرة



حالات تكون الصورة بالمرآة المحدبة :

المرآة المحدبة دائماً تكون للجسم الحقيقي صورة خيالية ومعتدلة ومصغرة وداخل البعد البؤري مهما أختلف موضع الجسم بالنسبة لها الا في حالة وجود الجسم في ما لانهاية فعندها تتكون صورته في البؤرة.

القانون العام للمرايا الكرية: $\frac{١}{ع} = \frac{١}{س} + \frac{١}{ص}$

حيث ع ≡ البعد البؤري للمرآة , س ≡ بعد الجسم عن المرآة , ص≡ بعد الصورة عن المرآة

قانون التكبير ت : $ت = \frac{ص}{س} = \frac{ل`}{ل}$ . حيث ل ≡ طول الجسم ., ل`≡ طول الصورة

اذا كانت |ت| > ١ فالصورة مكبرة

اذا كانت |ت|<١ فالصورة مصغرة

اذا كانت |ت| = ١ فالصورة مساوية للجسم

المسافة بين الجسم وصورته :

اذا كانت الصورة حقيقية : ف = |ص − س|

اذا كانت الصورة خيالية : ف = |ص| + س

قاعدة الاشارات : ١/ اشارة البعد البؤري : تعتمد على نوع المرآة

اذا كانت المرآة مقعرة فان (ع+) أما اذا كانت المرآة محدبة فان (ع−)

اذا لم يذكر نوع المرآة فيمكن الرجوع للعلاقة بين (ص و ع) اذا كانت|ص|≥ع)فالمرآة مقعرة

أما اذا كانت (|ص| <ع) فان المرآة محدبة

٢/ اشارة الصورة : تعتمد على نوع الصورة

اذا كانت الصورة حقيقية فان (ص+) اذا كانت الصورة خيالية فان (ص−)

* اذا كانت الصورة (مقلوبة أو يمكن استقبالها على حائل أو أمام المرآة أو في نفس جهة الجسم من المرآة) فهذه الصورة حقيقية

*اذا كانت الصورة (معتدلة أو لا يمكن استقبالها على حائل أو خلف المرآة أو في الجهة الأخرى من المرآة أو تقديرية أو متكونة بواسطة مرآة محدبة) فهذه الصورة خيالية .

٣/ إشارة التكبير : تعتمد على نوع الصورة :

اذا كانت الصورة حقيقية فان (ت +) أما اذا كانت الصورة خيالية فان (ت −)

مثال ١ : مرآة محدبة نصف قطر تكورها ٢٤سم كوَّنت صورة على بعد ٤سم عنها أحسب :

أ/ موضع الجسم : .....

.....

ب/ التكبير .....

جـ/ صفات الصورة .....

د/ بعد الصورة عن الجسم .....

مثال ٢:

مرآة كرية نصف قطر تكورها ١٢سم كونت صورة خيالية مكبرة على بعد ١٢سم منها أحسب :

أ/ موضع الجسم :.....

.....

ب/التكبير.....

جـ/ بعد الصورة عن الجسم :.....

د/ ما نوع المرآة ؟.....

مثال ٣ :

وضع جسم أمام مرآة كرية نصف قطر تكورها ٢٤سم فتكونت صورته على بعد ٤سم منها :احسب :

أ/ بعد الجسم عن المرآة .....

.....

ب/ التكبير وصفات الصورة .....

جـ/ بعد الجسم عن صورته.....

د/ ما نوع المرآة .....

مثال ٤: مرآة كرية نصف قطر تكورها ١٢سم كونت لجسم أمامها صورة مقلوبة مكبرة ٣مرات جد:

أ/ بعد الجسم عن المرآة .....

.....

.....

ب/ بعد الجسم عن صورته.....

جـ/ نوع المرآة.....

مثال ٥: مرآة كرية وضع أمامها جسم على بعد ٥سم منها فتكونت له صورة حقيقية مكبرة ٤مرات جد البعد البؤري للمرآة .....

.....

.....

مثال ٦: مرآة كرية وضع امامها جسم على بعد ١٠سم عنها فتكونت له صورة تساوي نصف حجمه خلف المرآة جد:

أ/ بعد الصورة عن المرآة .....

.....

ب/ البعد البؤري للمرآة.....

ج/ بعد الجسم عن الصورة .....

مثال ٧: وضع جسم أمام مرآة كرية فتكونت له صورة مقلوبة مكبرة ٣مرات ثم أبعد الجسم مسافة ٤سم من المرآة فتكونت له صورة مقلوبة مساوية للجسم جد البعد البؤري للمرآة.....

.....

.....

.....

مثال ٨: وضع جسم طوله ١سم على بعد ١٢سم عن مرآة محدبة نصف قطر تكورها ١٢سم جد :

أ/ بعد الصورة المتكونة عن المرآة .....

.....

.....

ب/ بعد الصورة عن الجسم .....

ج/ طول الصورة .....

مثال ٩ : مرآة كرية وضع أمامها جسم فتكونت له صورة مقلوبه ومكبرة ٣مرات وعلى بعد ٤٠ سم منه جد : أ/ بعد الجسم عن المرآة.....

.....

.....

ب/ نصف قطر تكور المرآة .....

سابعا المجموعات البصرية

هي مجموعة من العدسات تشترك جميعها في المحور الأصلي وتتكون أبسط مجموعة بصرية من عدستين أو عدسة ومرآة .

تنبيه: العدسة الأولي في المجموعات البصرية لابد ان تكون عدسة محدبة وان يوضع الجسم على بعد أكبر من البعد البؤري(س > ع) أما العدسة الثانية قد تكون محدبة أو مقعرة أو تكون مرآة (محدبة أو مقعرة)

*الفكرة في المجموعات البصرية هي ان يوجد جسم أمام العدسة الأولي على بعد س، فتتكون صورته خلف العدسة على بعد ص، فهذه الصورة المتكونة تكون بمثابة جسم للعدسة الثانية أو المرآة.

مثال ١ : عدستان الأولي مجمعة وتكبيرها ٥ والأخرى مفرقة وتكبيرها ٣ جد تكبير المجموعة :

.....

.....

مثال ٢ :عدسات مجمعتان تكبير العدسة الأولي ٣ أحسب تكبير الثانية اذا كان التكبير الكلي١٢

.....

.....

مثال ٣ : عدستان مجمعتان متطابقتان البعد البؤري لكل منهما ٣٠سم وضعتا على بعد ٩٠ سم من بعضهما أحسب : أ/ بعد الصورة النهائية لجسم موضوع على بعد ١٢٠سم من العدسة الأولي

ب/ تكبير الصورة . ج/ صفات الصورة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الأجهزة البصرية :

مقدمة :

نقطة كثب العين (مدي القراءة أو المدي الأصغر للرؤية الواضحة) :هي أقرب مسافة يوضع عندها الجسم وتراه العين بوضوح, وتساوي٢٥سم .(ص = -٢٥سم اذا كانت الصورة في كثب العين)

المدي الأكبر للرؤية الواضحة : هو أكبر مسافة يوضع عندها الجسم وتراه العين بوضوح ويساوي ٦متر

قصر النظر : هو ان يري الشخص الأشياء القريبة ولايري الأشياء البعيدة ولعلاج قصر النظر نستخدم عدسة مقعرة كنظارة طبية.

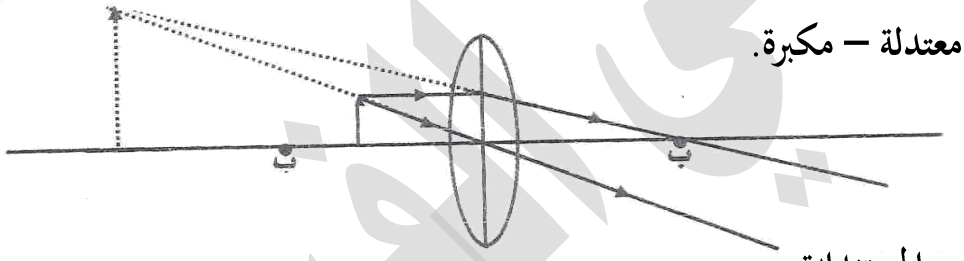
طول النظر : هو ان يري الشخص الأشياء البعيدة ولا يري الأشياء القريبة ولعلاج طول النظر نستخدم عدسة محدبة كنظارة طبية.

الأجهزة البصرية : ١/المجهر البسيط (المكبرة) ٢/ المجهر المركب (الميكروسكوب)

٣/ المنظار الفلكي أو التلسكوب الفلكي (المنظار الانكساري)

٤/ منظار نيوتن الفلكي (المنظار الانعكاسي) ٥/ الكاميرا (آلة التصوير).

١/ **المجهر البسيط** : هو عبارة عدسة محدبة ذات بعد بؤري صغير يوضع الجسم داخل بعدها البؤري فتتكون له صورة خيالية – معتدلة – مكبرة.



استخداماته : فحص وتكبير المستندات

خواص صورة المجهر البسيط : تكون صورته خياليه – معتدلة – مكبرة .

تكبير المجهر البسيط :يعطي بالعلاقة ت = $\frac{\text{ص}}{\text{س}}$.

مثال : أستخدم مجهر بسيط لرؤية جسم على بعد ٤سم منه فتكونت له صورة على بعد ٢٠سم منه جد البعد البؤري له وتكبيره ومواصفات صورته وبعد الصورة عن الجسم.

.....

.....

.....

.....

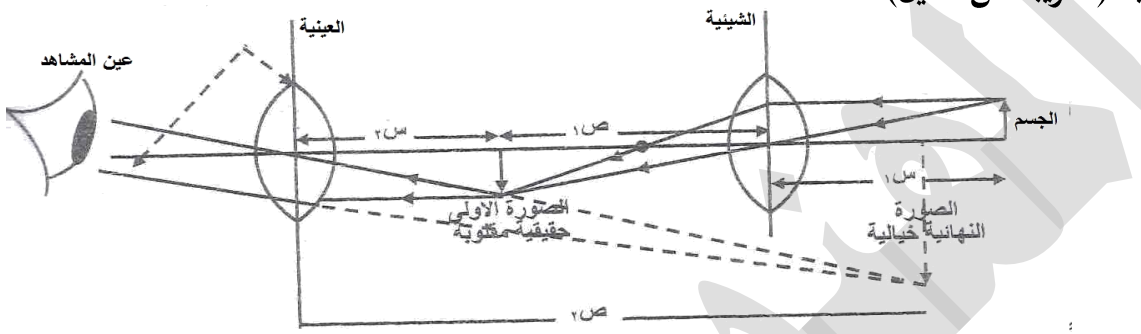
.....

٢/ **المجهر المركب** (**الميكروسكوب**): هو جهاز يتركب من عدستين محدبتين احدهما قريبة من الشي تعرف بالشيئية واحدهما قريبة من العين تعرف بالعينية .

استخداماته : ١/ تكبير الأجسام القريبة التي لا تري بالعين المجردة

٢/ رؤية الطفيليات والأنسجة الدموية.

تركيب المجهر المركب: ١/ يتركب من عدستين محدبتين الأولي تعرف بالشيئية (القريبة من الشي) والأخرى تعرف بالعينية (القريبة من العين).



الشيئية : هي عدسة محدبة ذات بعد بؤري صغير يوضع الجسم خارج بعدها البؤري وبالقرب منه **وظيفتها** تكون صورة حقيقية – مقلوبة – مكبرة

العينية : هي عدسة محدبة ذات بعد بؤري كبير **وظيفتها** تكون صورة خيالية– معتدلة بالنسبة للصورة الأولي ومقلوبة بالنسبة للجسم الأصلي– مكبرة أي أنها تعمل مجهر بسيط .

تنبيه :في المجهر المركب دائماً البعد البؤري للعينية أكبر من البعد البؤري للشيئية .

طول انبوب المجهر المركب(طول القصبة)(الطول الضوئي)وهي المسافة بين العدستين: ل = ص$_{١}$ + س$_{٢}$

تكبير المجهر المركب: ت = تكبير الشيئية × تكبير العينية (ت = ت$_{١}$ × ت$_{٢}$)

مثال : مجهر مركب البعد البؤري لشيئيته ٣سم ولعينيته ٥سم وضع جسم على بعد ٤سم فوقعت صورته النهائية على بعد ٢٠سم , جد تكبير المجهر وطول انبوبته وصفات الصورة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مثال : مجهر مركب البعد البؤري لشيئيته ٢سم وطول انبوبته ١١سم وضع جسم على بعد ٣سم منه فتكونت صورته على بعد ٣٠سم جد البعد البؤري لعينيته وتكبير المجهر .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٣/ المنظار الفلكي أو التلسكوب الفلكي (المنظار الانكساري)

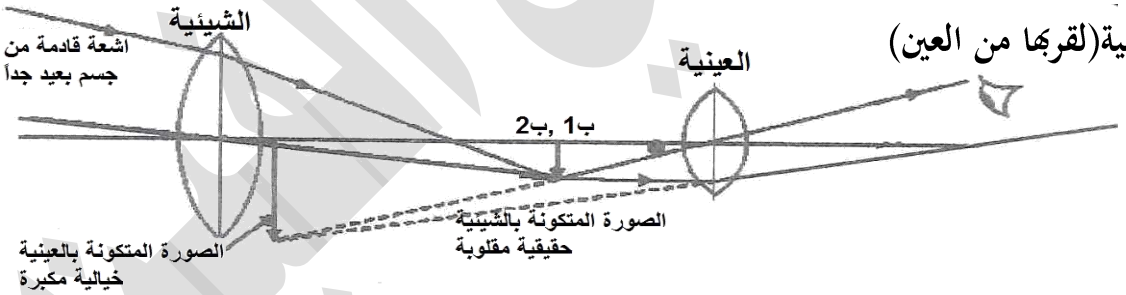
هو آلة راصدة مكونه من عدستين محدبتين تستخدم لرصد الأجسام البعيدة كالأجرام السماوية .

(سمي بالمنظار الانكساري لأنه يتركب من عدسات والعدسات تعمل بمبدأ انكسار الضوء)

استخداماته : ١/ رصد الأجسام البعيدة كالنجوم والكواكب

٢/رصد المواقع العسكرية.

تركيبه :يتركب من عدستين محدبتين الأولي تسمي الشيئية(لقربها من الشي المراد رؤيته) والأخرى تسمي العينية(لقربها من العين)



الشيئية : عبارة عن عدسة محدبة ذات بعد بؤري كبير **وظيفتها** تكوِن صورة حقيقية – مقلوبة – مصغرة جداً تقع في بؤرتها للجسم الواقع في ما لانهاية (ص١ = ع١)

العينية : عبارة عن عدسة محدبة ذات بعد بؤري صغير **وظيفتها** تكوِن صورة خيالية – مكبرة –معتدلة بالنسبة للصورة الأولي ومقلوبة بالنسبة للجسم الأصلي.

تنبيه :في المنظار الفلكي الانكساري دائماً البعد البؤري للشيئية أكبر من البعد البؤري للعينية.

التكبير في المنظار الفلكي الانكساري : ت = $\frac{\text{بعد الصورة الأولي من الشيئية}}{\text{بعد نفس الصورة من العينية}} = \frac{ص_1}{س_2}$

طول المنظار (طول قصبته) :ل =ص١+س٢

مثال : منظار فلكي البعد البؤري لعينيته ٦سم ولشيئيته ١٠٠سم أستخدم لرصد جسم بعيد جداً فتكونت صورته على بعد ٣٠سم جد تكبير المنظار وطول قصبته وصفات الصورة المتكونة .

.....

.....

.....

.....

مثال : منظار فلكي البعد البؤري لشيئيته ٢٠٠سم ولعينيته ١٠سم استخدم لرصد جسم بعيد فوقعت صورته النهائية في ما لا نهاية. جد تكبير المنظار وطول قصبته.

.....

.....

.....

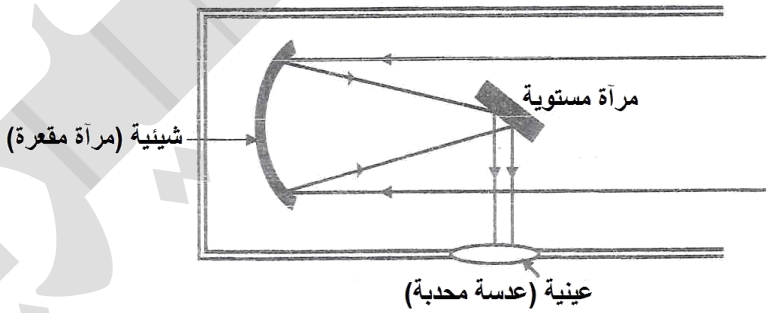
.....

٤/ منظار نيوتن الفلكي (المنظار الإنعكاسي): هو آلة راصدة تستخدم لرصد الأجرام السماوية.

(سميَّ بالمنظار الانعكاسي لأنه يعتمد في عمله على المرايا والتي تعمل بانعكاس الضوء)

استخداماته : رصد الاجرام السماوية البعيدة كالنجوم والمذنبات

تركيبه: ١/ مرآة مقعرة ٢/ عدسه محدبة ٣/ مرآة مستوية



وظيفة المرآة المقعرة تعمل كشيئية للمنظار – **وظيفة العدسة المحدبة** : تعمل كعينية للمنظار

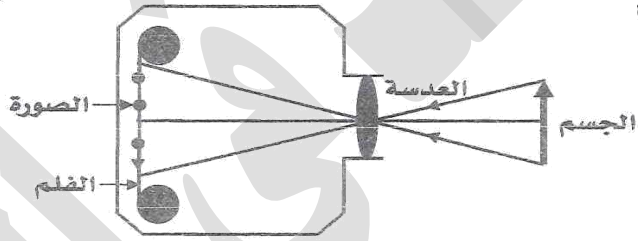
وظيفة المرآة المستوية :اعتراض الاشعة المنعكسة من المرآة المقعرة قبل ان تتكون الصورة فتعكسها على العدسة المحدبة (العينية) فتراها العين بوضوح.

طريقة عمله : توجه المرآة المقعرة نحو الأجرام السماوية فتكون لها صورة حقيقية ومقلوبة ومصغرة تقع في البؤرة ولرؤية هذه الصورة يتم ادخال مرآة مستوية قبل ان تتكون الصورة فتعكس هذه الاشعة نحو العدسة المحدبة (العينية) فتكبر الصورة لتراها العين بوضوح .

مقارنة بين المجهر المركب والمنظار الفلكي :

وجه المقارنة	المجهر المركب	المنظار الفلكي
تركيبه	شيئيته عبارة عن عدسة محدبة بعدها البؤري صغير .عينيته عبارة عن عدسة محدبة بعدها البؤري كبير	شيئيته عبارة عن عدسة محدبة بعدها البؤري كبير .عينيته عبارة عن عدسة محدبة بعدها البؤري صغير
استخدامه	رؤية الاجسام الدقيقة التي لا تري بالعين	رؤية الاجسام البعيدة كالأجرام السماوية

٥/ **الكاميرا** (**آلة التصوير**): عبارة عن صندوق مغلق جدرانه الداخلية سوداء(لمنع انعكاسات الضوء الداخلية) في مقدمته عدسة محدبة وفي مؤخرته شريحة حساسة للضوء(فلم) . تتصل العدسة بأسطوانة تعمل على تغيير المسافة بين الفلم والعدسة ويحتوي الفلم على مركبات الفضة التي تتفاعل مع الضوء كيميائياً ويتم اظهار الصورة فيما بعد حيث تطبع في ورق حساس وتكون هذه الصورة حقيقية مصغرة ومقلوبة حيث ان الجسم دائماً يكون على بعد أكبر من ضعف البعد البؤري.(يمكن للكاميرا أن تصور الجسم الخيالي)



تنبيه : تعديل حركة العدسة (المسافة التي تتحركها العدسة = |ص١ – ص٢|

مثال : كاميرا وجهت نحو الشمس فكان بعد الفيلم عن العدسة ٢٠سم أوجد التعديل المطلوب في الفلم أذا اريد تصوير جسم يبعد مسافة ٦٠سم بذات الكاميرا .

.....

.....

.....

.....

.....

والله ولي التوفيق
AL MUHANNAD
في مادة الفيزياء

مدارس أفق المستقبل

حيث يبدأ التميّز وتُصنع الأحلام ✨

في قلب الرياض، حي السويدي – مخرج ٢٦، نوفّر لأبنائنا أفضل بيئة تعليمية تجمع بين الرعاية، الإبداع، والتميز الأكاديمي.

نخبة من أميز المعلمين والمعلمات، ومناهج متكاملة لكل المراحل:

رياض الأطفال • الابتدائي • المتوسط • الثانوي

انضمامكم إلينا ليس مجرد تسجيل... بل خطوة واثقة نحو مستقبل مشرق وتميّز لا يُنسى .

بقيادة المهند في الفيزياء



للتواصل ٠٥٤٣٦٦٠١٨٦

أُفق المستقبل