كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الاولى**

المادة : بصريات هندسية

المحاضرة : الرابعة/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

تشكل الأخيلة في المرايا المستوية والكروية

مقدمة:

عند سقوط شعاع ضوئي على سطح فإن أكثر من 90% من شدة الضوء سينعكس عن السطح (كما في المرايا المصنوعة من الفضة أو الفلزات المصقولة) ويقصد بـ انعكاس الضوء عن سطح عاكس (صقيل) كالمرآة بانه ارتداد الأشعة الضوئية لنفس الوسط.

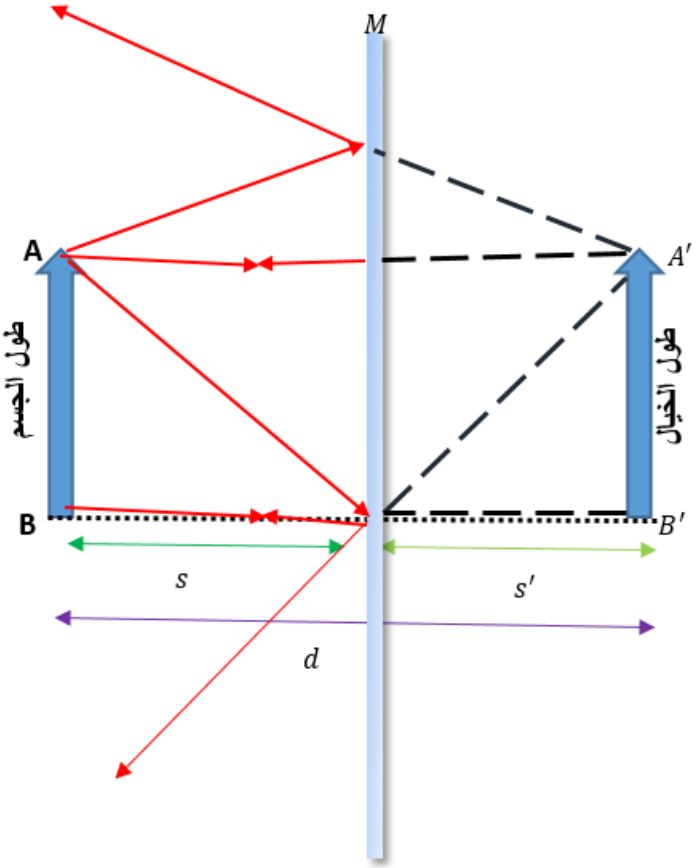
الجزء النظري:

أولاً: **المرايا المستوية:**

بالتعريف: هي عبارة عن لوح زجاجي مستوي أحد سطحيه مغطى بمادة عاكسة للضوء والآخر عاتم، فللمرآة سطح مستوٍ صقيل ينعكس عنها الضوء انعكاساً منتظماً.

تشكل الأخيلة في المرآة المستوية:

إذا وضعنا جسماً حقيقيّا AB أمامَ مِرآة مُستوية M يبعد عنها مسافة S، فتُرسِل كلُّ نقطة منه حزمةً ضوئيّة تسقط على سطح المِرآة، وتنعكسُ عنها فتشكّل مُمدّداتُ الأشعة الضوئيّة المُنعكِسة خيالاً وهميّا لكلّ نقطةٍ من الجسم وبالتالي تشكّل المِرآةُ المُستويّة للجسم الحقيقيّ AB خيالاً وهميّاً صحيحاً $A'B'$ مُناظِراً للجسم الحقيقي بالنّسبة لسطح المِرآة ومُساويا له بالطول يبعد عن المرآة المستوية مسافة S' **<u>كما يوضح الشكل (1)</u>**



الشكل (1)

فيكون $AB = A'B'$ وأن $S = S'$

حيث أن:

S: بعد الجسم عن المرآة المستوية

S': بعد الخيال عن المرآة المستوية

<u>إذاً من صفات الخيال الذي تشكله المرايا المستوية:</u>

وهْميّاً يقع خلف المرآة، معكوسَ الجوانب.، صحيحاً، طولُه يساوي طولَ الجسم وبعدُه عن المرآة يساوي بعدَ الجسم عن المرآة.

ثانياً: المرايا المستوية المتزاوية

إذا وضع جسم بين مرآتين مستويتين بينهما زاوية θ فسيتكون لهذا الجسم عدد من الأخيلة نتيجةً للانعكاسات المتعددة للأشعة عن سطحي المرآتين. ويعتمد عدد الأخيلة المتكونة على الزاوية بين المرآتين ويزداد هذا العدد كلما **قلت** الزاوية بين المرآتين

كما يوضح الشكل (2)

يمكننا حساب عدد الأخيلة المتشكلة في المرايا المتزاوية من خلال العلاقة:

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

حيث أن:

n: عدد الأخيلة المتشكلة.

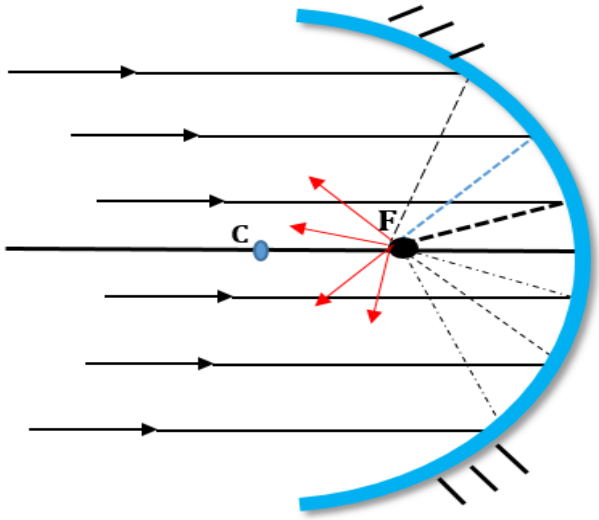
θ: الزاوية الكائنة بين المرآتين المتزاويتان.

الشكل (2)

ثالثاً: المرايا الكروية

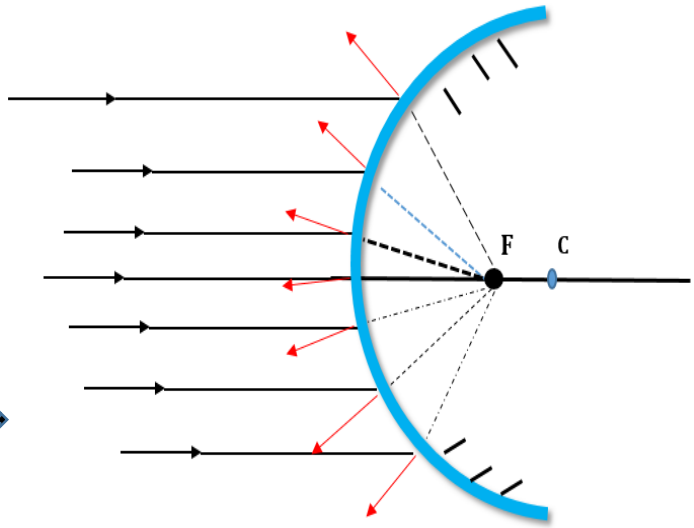
بالتعريف: هي سطحٌ عاكِس على شكل قبَّةٍ كرويةٍ، اقتطِعَ من كرةٍ بمستوٍ **وهي نوعان:**

1. **المِرآةُ مُقعَّرة:** إذا كانَ السطحُ العاكِس هو السّطح الدّاخلي للكرة التي قُطِعَت منها المِرآة وهي تعتبر مرآة مجمعة للأشعة الضوئية الساقة عليها.
2. **المِرآةُ مُحدَّبة:** إذا كانَ السطحُ العاكِس هو السطحُ الخارجيّ للكرة التي قُطِعَت منها المِرآة وهي تعتبر مرآة مفرقة للأشعة الضوئية الساقة عليها. كما توضح الأشكال (3) و (4)



المرآة المقعرة

الشكل (3)

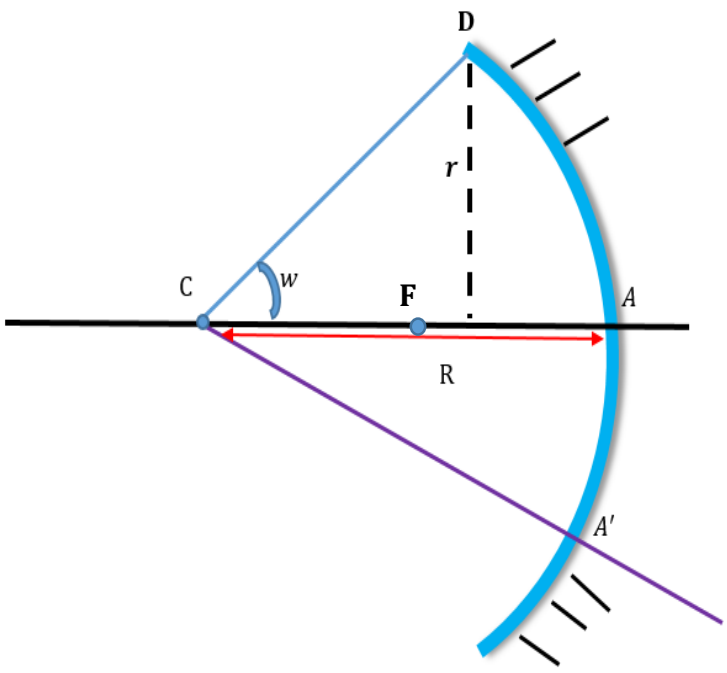


المرآة المحدبة

الشكل (4)

تعاريف واصطلاحات:

نلاحظ في الشكل المجاور مرآة مقعرة نوضح عليها المصطلحات التالية:



الشكل (5)

A: ذروة المرآة الكروية

C: مركز المرآة الكروية

w: زاوية فتحة المرآة

r: نصف قطر فتحة المرآة (قاعدة المرآة)

R: نصف قطر المرآة

F: البعد المحرقي (المحرق أو البؤرة)

CA: المحور الأصلي للمرآة

CA': المحور الثانوي للمرآة

نلاحظ أنه في المرايا الكروية الأشعة الواردة والمنعكسة تنتشر في وسط واحد قرينة انكساره n

- **صفات الأخيلة المتشكلة في المرايا الكروية المقعرة:**

موقع الجسم	صفات الخيال
الجسم S يقع على بعد أكبر من البعد المحرقي F أي بين رأس المرآة والمحرق	يكون الخيال حقيقي ، مقلوب، يقع بين المركز C والمحرق F ، طولُه أصغرُ من طول الجسم
الجسم S في مركز المرآة الكروية C	يكون الخيال حقيقيّ، مقلوب، يقعُ في المركز ،طوله يساوي طول الجسم
الجسم S يقع بين البعد المحرقي F ومركز المرآة الكروية C	يكون الخيال حقيقي، مقلوب، يقع أبعد من المركز، طوله أكبر من طول الجسم
الجسم S يقع في نقطة المحرق F	يكون الخيال واقعاً في اللانهاية
الجسم S يقع على بعد أقل من البعد المحرقي F	يكون الخيال وهميّ ، صحيح، يقع خلف المرآة، طولُه أكبرُ من طول الجسم.

ملاحظة: سنأخذ بعين الاعتبار في دراستنا هذه المرايا المقعرة فقط من حيث التطبيق العملي

معادلة المرايا الكروية:

يمكننا من خلال معادلة المرايا الكروية إيجاد بعد خيال جسم ما أو نقطة ما على المحور الأصلي للمرآة الكروية من خلال المعادلة التالية:

$$\frac{1}{S}+\frac{1}{S'}=\frac{2}{R}$$

أو من العلاقة:

$$\frac{1}{S}+\frac{1}{S'}=\frac{1}{F}$$

هذا يعني أن البعد المحرقي يمكن إيجاده

من خلال العلاقة التالية أيضاً

$$F=\frac{R}{2}$$

R: نصف قطر المرآة الكروية

تسمى المسافة d بالمسافة بين الجسم وخياله وتحسب من خلال $d=S+S'$

التكبير الخطي العرضاني:

يتعلق بتكبير أو تصغير الخيال في الاتجاه العرضاني (عمودي على محور المرآة) بالتالي:

- إذا كان التكبير الخطي العرضاني أكبر من واحد، فإن الخيال يبدو أكبر في الاتجاه العرضاني من الجسم الأصلي.
- إذا كان التكبير الخطي العرضاني أقل من واحد، فإن الخيال يبدو أصغر في الاتجاه العرضاني من الجسم الأصلي.
- إذا كان التكبير الخطي العرضاني يساوي واحد، فإن الخيال مطابق للجسم الأصلي في العرض.

تعطى عبارة حساب التكبير الخطي العرضاني بالعلاقة:

$$m=-\frac{S'}{S}$$

التكبير الخطي الطولاني:

يتعلق بتكبير أو تصغير الخيال في الاتجاه الطولاني (الموازي لمحور المرآة) بالتالي:

- إذا كان التكبير الخطي الطولاني أكبر من واحد، فإن الخيال أكبر من الجسم الأصلي.
- إذا كان التكبير الخطي الطولاني أقل من واحد، فإن الخيال أصغر من الجسم الأصلي.
- إذا كان التكبير الخطي الطولاني يساوي واحد، فإن الخيال مطابق للجسم الأصلي في الطول.

تعطى عبارة حساب التكبير الخطي الطولاني بالعلاقة:

$$\gamma=(-\frac{S'}{S})^2$$

ويمكن كتابة هذا القانون بدلالة التكبير الخطي العرضاني كما يلي: $\gamma=-m^2$

أي أن التكبير الخطي الطولاني يتعلق بتغيير طول الخيال في الاتجاه الموازي لمحور المرآة، بينما التكبير الخطي العرضاني يتعلق بتغيير عرض الخيال في الاتجاه العمودي على محور المرآة.

الجزء العملي:

أولاً: لنأخذ مرآتين مستويتين متزاويتين، نضع جسم امام المرآتين ولنغير الزاوية بين المرآتين احسب عدد الأخيلة المتكونة في هذه المرآتين المستويتين المتزاويتين كما هو موضح في الجدول التالي:

θ	n
0	
20	
45	
60	
90	
120	
140	
150	
180	

1. أكمل الجدول بما يناسب مبيناً الخطوات العملية.
2. ارسم $n = f(\theta)$

ثانياً: عند محاكاة تجربة المرآة الكروية المقعرة الموضحة بالشكل (5) أو الشكل (3) وجدنا أن تغير موضع الجسم الوهمي S' يتغير بتغير موضع الجسم S ومنه يوضح الجدول التالي قيم مواضع الجسم من المرآة الكروية المقعرة التي تم إيجادها وفق المحاكاة التي أُجريت:

$S\ (cm)$	$S\ (m)$	R	F	$S'(m)$	m	γ	$d(m)$
10		$0.5m$					
15							
20							
21.6							
30							
35							
40							
45							
50							
55							

والمطلوب:

1. أكمل الجدول بما يناسب مبيناً الخطوات العملية.
2. ارسم الخط البياني الذي يبين تغيرات $S' = f(S)$
3. برأيك هل لقرينة انكسار مادة المرآة الكروية المقعرة دور في تغيير أي من المتغيرات الموجودة بالجدول أعلاه؟ ولماذا.....

انتهت المحاضرة

اعداد أ. أنس مغامس