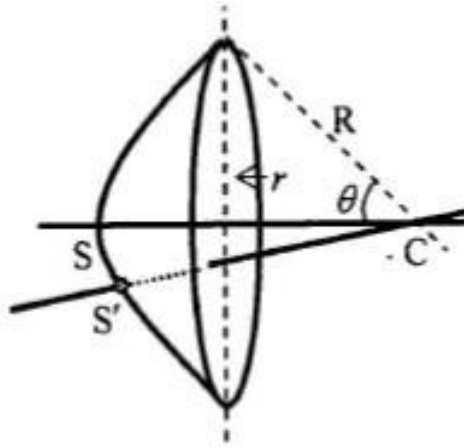


6- المرايا الكروية Curved mirrors

إذا كان السطح العاكس جزءاً من كرة نقول أنه لدينا مرآة كروية (الشكل 9) نسمي المحور الأصلي هنا محور التناظر الدوراني (SC) ونسمي C مركز المرآة و R نصف قطرها. نقول عن كل مستقيم $S'C$ يمر بالمركز C أنه محور ثانوي. ونسمي النقطة S ذروة المرآة، والزاوية θ زاوية فتحة المرآة، والدائرة التي نصف قطرها r قاعدة المرآة الكروية.



الشكل (9): عناصر مرآة كروية.

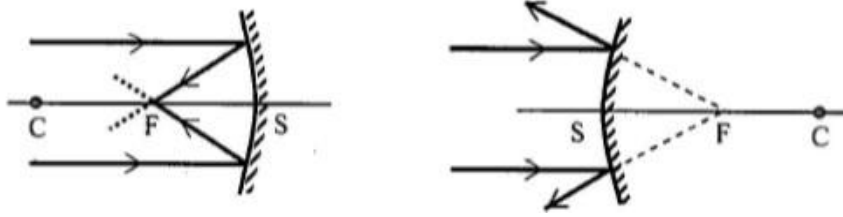
نشير هنا أنه قد يكون السطح العاكس للمرآة هو السطح المقابل للمركز، أو السطح الآخر وفي هذه الحالة نقول عن المرآة أنها مقعرة أو محدبة (الشكل 10).



الشكل (10): يمين: مرآة كروية مقعرة، يسار: مرآة كروية محدبة.

1-6- المحرق focus (focal point) في المرآة الكروية

المحرق الرئيسي لمرآة كروية هو النقطة F التي تتجمع عندها الأشعة المتوازية والموازية للمحور الأصلي. ويكون المحرق حقيقياً في المرآة الكروية المقعرة ووهيمياً في المرآة الكروية المحدبة (الشكل 11).



الشكل (11): المحرق F حقيقي في المرآة المقعرة ووهمي في المحدبة.

يقع المحرق على المحور الأصلي في منتصف المسافة بين مركز المرآة الكروية C والذروة S اي أن:



$$F = \frac{1}{2}SC = \frac{1}{2}R \quad (14)$$

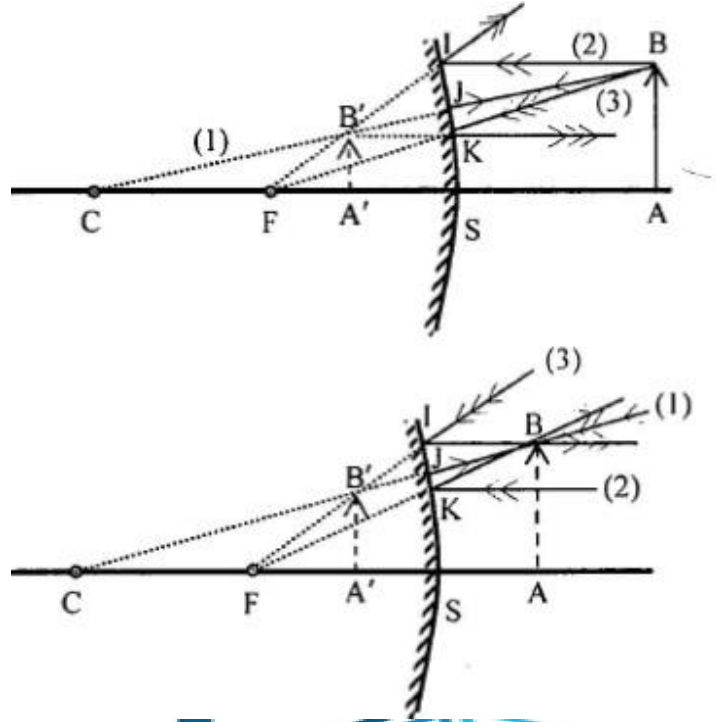
جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

2-6- الإنشاء الهندسي لخيال جسم في المرآة الكروية

نعتبر جسماً AB عمودياً على المحور (المحور الأصلي) في النقطة A. لإيجاد خياله يكفي إيجاد B' خيال B، ثم نرسم من B' عموداً على المحور فيقطع في نقطة A' هي خيال A. إذن يجب أن نوجد هنا B'، ومن أجل ذلك نرسم من B الشعاعين:

1- BC الذي يمر من المركز فينعكس في النقطة J على نفسه

2- BI الموازي للمحور فينعكس ماراً بالمحرق F فتكون B' نقطة تقاطع هذين الشعاعين المنعكسين أو مديهما.



الشكل (12): الإنشاء الهندسي للخيال في مرآة كروية محدبة.

قانون ديكارت (غوص) في المرايا الكروية

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

حيث أن S بعد الجسم عن رأس المرآة، بعد الخيال عن رأس المرآة و f هو البعد المحرق.

7- العدسات lenses

نسمي كل وسط شفاف محدد بسطحين كرويين يمكن لأحدهما أن يكون مستوياً اسم العدسة. ونسمي المستقيم الواصل بين مركزي انحناء الوجهين المحور الأصلي. وتصنف جميع العدسات في نوعين رئيسيين.

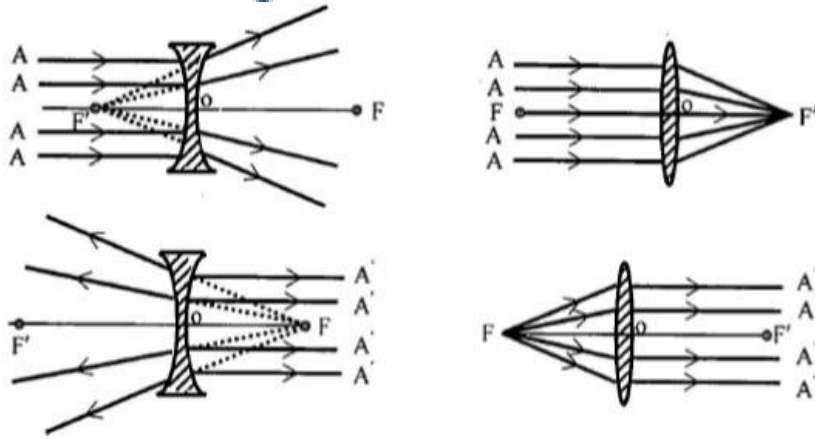
العدسات الرقيقة الحواف (المقربة): تتميز مثل هذه العدسات كونها أسمك في وسطها منها عند حوافها وهي إما محدبة الوجهين أو مستوية محدبة أو محدبة مقعرة (هلال مقرب).

العدسات السميكة الحواف (المبعدة): وتتميز بكونها أسمك عند حوافها منها في الوسط وهي إما مقعرة الوجهين أو مستوية مقعرة أو محدبة مقعرة (هلال مبعده).

ونسمي الوسط الذي يرد منه الضوء على العدسة منطقة الجسم (الجسم الحقيقي يقع في هذه المنطقة). ونسمي المنطقة التي يبرز إليها الضوء من العدسة منطقة الخيال (الخيال الحقيقي يقع في هذه المنطقة).

1-7- المركز البصري optical center والمحرقان

يعرف المركز البصري بأنه النقطة التي إذا ورد شعاع على العدسة ومرّ منها فإنه يبرز من هذه النقطة دون انحراف. نجعل النقطة A نتعد إلى اللانهاية، عندئذٍ ينتهي الخيال A' إلى المحرق (الخيال F') (الشكل 13). ونجعل النقطة A' (الخيال) نتعد إلى اللانهاية، عندئذٍ ينتهي الجسم A إلى المحرق (F).



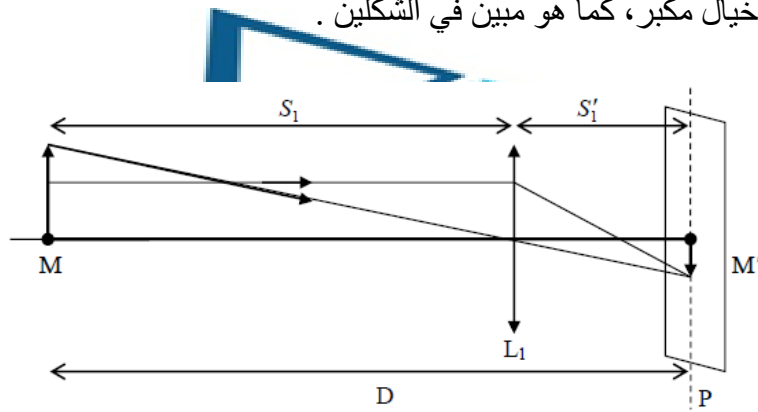
الشكل (13): المركز البصري في العدسات المقربة والمبعدة.

بالنسبة للمركز البصري فإن:

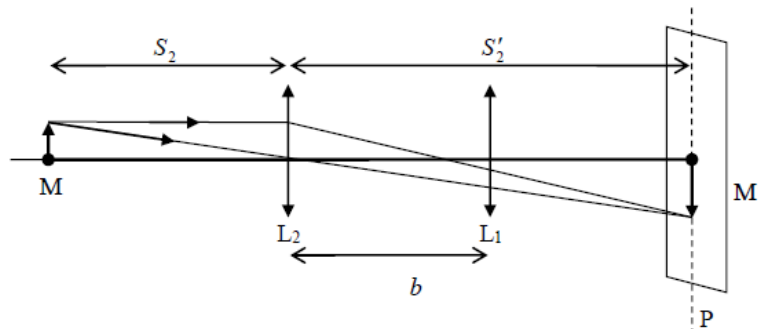
إذن: المحرقان في العدسة الرقيقة متناظران بالنسبة للمركز البصري. المحرقان في العدسات المقربة حقيقيان بينما هما وهميان في العدسات المبعدة.

قانون العدسات :law of lenses

هو علاقة رياضية تربط بين بعد الجسم المضيء وبعد خياله عن العدسة، وبين البعد المحرقي للعدسة. فإذا وضعت عدسة مقربة بين الجسم M والحاجز (P الشاشة) P ، وكان البعد بينهما كافياً، يكون للجسم على الحاجز P من أجل موضع أو وضع معين L_1 ، خيالاً مصغراً تكون له في موضع آخر L_2 خيال مكبر، كما هو مبين في الشكلين .



A خيال مصغر

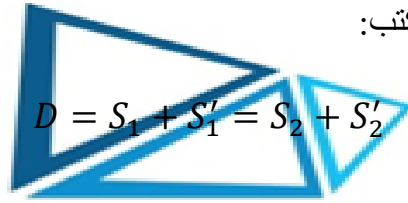


B خيال مكبر

نرمز للمسافة الفاصلة بين الجسم M والحاجز P بالرمز D ، والمسافة بين موضعي العدسة L_1 و L_2 بالرمز b . ليكن S_1 و S'_1 بعدي كل من الجسم والخيال عن العدسة في الوضع الأول (خيال مصغّر)، و S_2 و S'_2 بعديهما عن العدسة في الوضع الثاني (خيال مكبّر). عندما يتشكل للجسم M خيال M' في عدسة مقربة، ونعكس جهة الأشعة الواردة، نجد حسب مبدأ رجوع الضوء، أنه إذا وضعنا في M' جسماً فإن خياله سيتشكل في M . نقول عن النقطتين M و M' إنهما مترافقتان، أي أن إحداهما خيال للأخرى. وبناءً عليه، يكون بعد العدسة عن الحاجز (الشاشة) في الوضع L_1 يساوي بعد الجسم عن العدسة في الوضع L_2 . وبالتالي، يمكننا أن نكتب العلاقتين التاليتين:

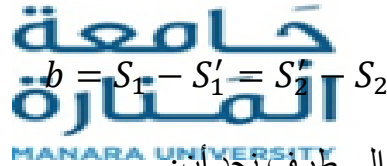
$$S_2 = S'_1 \quad \& \quad S_1 = S'_2$$

ومن الشكل السابق يمكننا أن نكتب:



$$D = S_1 + S'_1 = S_2 + S'_2$$

وكذلك:



$$b = S_1 - S'_1 = S'_2 - S_2$$

وبجمع العلاقتين الأخيرتين طرفاً إلى طرف نجد أن:

$$S_1 = \frac{D + b}{2}$$

وبطرحهما تنتج العلاقة التالية:

$$S'_1 = \frac{D - b}{2}$$

وبتطبيق قانون العدسات الرقيقة (قانون غوص)، نحصل على العلاقة التالية:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S'_1} \quad (16)$$

تُعتبر العلاقة (16) صالحة من أجل العدسات المبعدة أيضاً، إلا أن البعد المحرقي في هذه الحالة، يكون سالِباً لأن محرق العدسة المبعدة وهمي. ولكن إذا كان أحد سطحي العدسة محدباً والآخر مقعراً، فإننا نطبق القانون الآتي بدلاً من العلاقة أو القانون المعطى بالعلاقة (16):

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (17)$$

حيث R_1 نصف قطر انحناء الوجه المحدب، و R_2 نصف قطر انحناء الوجه المقعر، و n قرينة انكسار العدسة بالنسبة للهواء.

ملاحظة:

لا يمكن للعدسة المقربة ذات البعد المحرقي f أن تشكل للجسم خيالاً على الحاجز (الشاشة) P ، إلا إذا كانت المسافة D أكبر من أربعة أمثال البعد المحرقي، أي أن $D \geq 4f$. ويتبين ذلك من خلال التعويض عن المقدار S' بالمقدار $(D - S)$ من قانون العدسات، العلاقة (16)، حيث نجد أن:



$$S^2 - D.S + D.f = 0$$

جَامِعَةُ
الْمَنَارَةِ
MANARA UNIVERSITY

وهي معادلة جبرية من الدرجة الثانية لها حلان من الشكل:

$$S = \frac{1}{2} \pm \sqrt{D^2 - 4D.f}$$

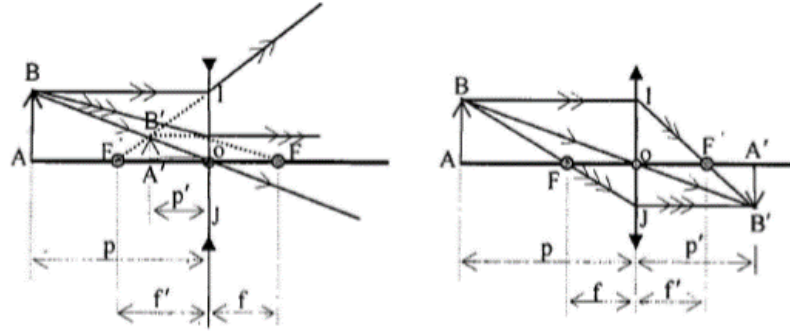
فإذا كان المقدار الواقع تحت إشارة الجذر التربيعي (جذر المميز: $\sqrt{\Delta} = \sqrt{D^2 - 4D.f}$) موجباً، كان للعدسة وضعيتان يكون للجسم عندهما خيال حقيقي. ولكي يكون المميز موجباً لا بد من أن تتحقق المترابحة التالية:

$$D^2 - 4D.f \geq 0$$

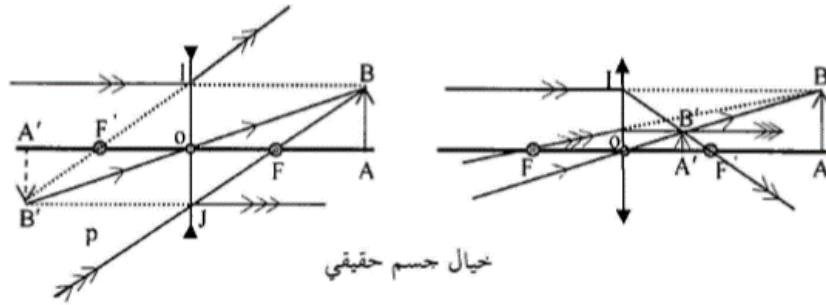
وبالتالي فإن $D \geq 4f$. وفي حالة المساواة، تنطبق إحدى وضعيتي العدسة على الأخرى.

2-7- الإنشاء الهندسي للخيال في العدسات

يمكن الاستفادة من خواص المحرقين والمركز البصري في إيجاد طريقة سهلة لإنشاء الخيال B' لنقطة B واقعة على المحور الأصلي. من أجل ذلك نعتبر شعاعين من الأشعة الثلاثة الآتية (الشكل 14): الشعاع BO المار بالمركز البصري والذي يبرز دون انحراف، والشعاع BJ الموازي للمحور البصري والذي يبرز ماراً بالمحرق الخيال، والشعاع BF المار بالمحرق الجسم F' الذي يبرز موازياً للمحور الأصلي. تلتقي هذه الأشعة البارزة أو محدداتها في النقطة المطلوبة B' . وإذا كانت B نقطة من جسم AB صغير وعمودي على المحور الأصلي، فإن خياله $A'B'$ عمودي عليه أيضاً.



خيال جسم وهمي



خيال جسم حقيقي

الشكل (14): إنشاء الخيال في العدسات.

8- الأجهزة الضوئية Optical devices

الأجهزة الضوئية هي جمل ضوئية تتألف من كواسر ومرايا (مستوية أو كروية) تستعمل لتصوير أو لفحص الأجسام الصغيرة أو الكواكب والنجوم البعيدة. وتصنف الأجهزة الضوئية في مجموعتين رئيسيتين هما الآلات البصرية وآلات الإسقاط.

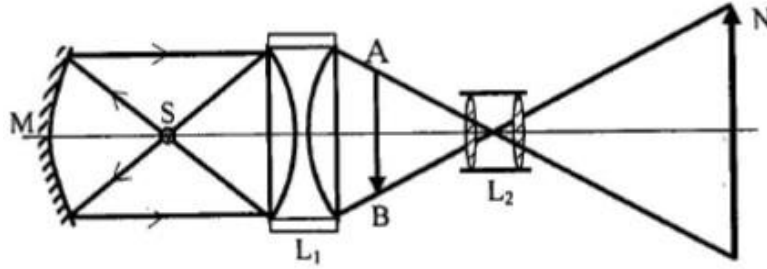
الآلات البصرية: تقوم بمساعدة العين البشرية في فحص الأجسام فتعطي للجسم المدروس خيلاً وهمياً تشكل له العين خيلاً حقيقياً على شبكتها، مثل المجهر.

آلات الإسقاط: تقوم آلات الإسقاط بتشكيل خيلاً حقيقياً للجسم المدروس على لوحة أو فلم تصوير، مثل جهاز الإسقاط.



لمحة عن جهاز الإسقاط Projector

يستخدم جهاز الإسقاط لعرض الصور المكبرة للرسوم والأشكال على الشاشة. تسمى العدسة التي تكوّن صورة للجسم الواقع أمامها عدسة الجسم وتكون عادةً من مجموعة عدسات محورية.



الشكل (15): مخطط يبين تركيب جهاز الإسقاط.

يوضح الشكل (15) مخططاً لجهاز الإسقاط، حيث يوضع المنبع الضوئي S في محرق مرآة كروية مقعرة M ويسقط الضوء القادم من المنبع S مباشرةً والمنعكس عن المرآة على جملة عدسات محورية L_1 بتجميع الأشعة الضوئية على عدسة الجسم L_2 التي توجهها إلى الشاشة حيث تتكون صورة الجسم AB. ويوضع الجسم عادةً بين المحرق الجسم للعدسة الجسمية



والنقطة الواقعة على بعد $2f$ من العدسة الجسيمية. ويمكن إدراك وضوح الصورة على الشاشة بضبط البؤرة.

الكهرباء Electricity

1- مصادر الشحنات الكهربائية electric charge

تتكون المادة بشكل عام من عدد كبير من الذرات. تحتوي كل ذرة على نواة موجبة الشحنة يتركز فيها القسم الأعظم من كتلة الذرة. وتحتوي النواة على نيكليونات (بروتونات + نوترونات). البروتون موجب الشحنة والنترون معتدل الشحنة الكهربائية. يدور حول النواة جسيمات سالبة الشحنة ومتناهية في الصغر تسمى الإلكترونات. الذرة ككل تكون معتدلة كهربائياً، أي أن مجموع الشحنات الموجبة في الذرة (البروتونات) يساوي عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات). يختلف العدد الكلي للإلكترونات في الذرة من ذرة إلى أخرى وذلك بحسب طبيعة الذرة نفسها.

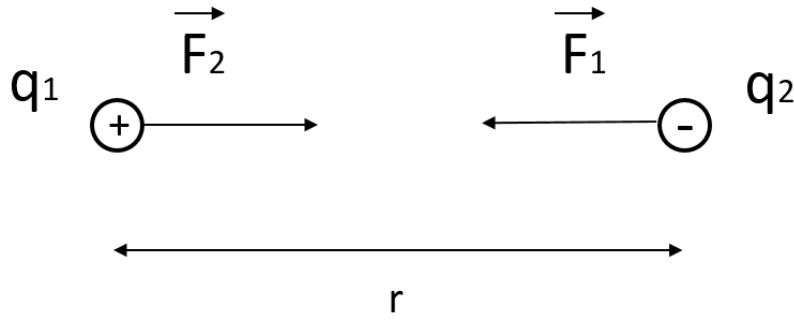
كيف نحصل على الشحنات الكهربائية

عند انتزاع إلكترون من إلكترونات الذرة نحصل على شحنة سالبة التي هي شحنة الإلكترون، والذرة في مثل هذه الحالة تصبح مشحونة بشحنة موجبة مساوية بالمقدار لشحنة الإلكترون ومعاكسة لها بالإشارة. تدعى هذه العملية التي تفقد بها الذرة أو تكتسب إلكترونات بعملية التأين. وتسمى الذرة في مثل هذه الحالة بالذرة الشاردية.

وحدة الشحنة الكهربائية في الجملة الدولية هي الكولوم Coul. شحنة الإلكترون تساوي شحنة البروتون وتعاكسها بالإشارة: $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ coul}$. يعرف الكولوم كالتالي: الشحنة الكهربائية التي تعبر مقطعاً عرضياً من الناقل خلال ثانية واحدة من أجل شدة للتيار تساوي أمبيراً واحداً. يكون المجموع الجبري للشحنات الموجبة والسالبة الموجودة في جملة معزولة ثابتاً، وهذا ما يدعى بمبدأ انحفاظ الشحنة الكهربائية.

2- قانون كولوم Coulomb's law

إن الشحنات الكهربائية تتدافع أو تتجاذب بقوى معينة. بفرض لدينا شحنتين نقطيتين q_1 , q_2 على مسافة r إحداهما عن الأخرى (الشكل 1).



الشكل (1): تجاذب شحنتين كهربائيتين متعاكستين بالإشارة.

يحصل تدافع بين الشحنتين إذا كانتا من إشارة واحدة، ويحصل تجاذب بينهما إذا كانتا من إشارتين مختلفتين. استنتج العالم كولوم أن القوة F تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين وعكساً مع مربع المسافة بينهما وأن هذه القوة محمولة على المستقيم الواصل بين هاتين الشحنتين وتوجه نحو الخارج عندما تكون إشارتا الشحنتين متماثلتين وتوجه نحو الداخل عندما تكون إشارتا الشحنتين متعاكستين.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1)$$

حيث k ثابت التناسب وقيمه 9×10^9 فيصبح قانون كولوم بالشكل:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2)$$

تمارين Exercises

مسألة 1: في ذرة الهيدروجين يبعد الإلكترون وسطياً عن البروتون مسافة قدرها $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$ والمطلوب حساب مقدار القوة الكهربائية الساكنة التجاذبية بين البروتون والإلكترون.

مسألة 2: أوجد القوة المؤثرة على الشحنة $q_3 = 20 \mu\text{C}$ والمرسومة بالشكل:

