

التداخل والحيود



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

موقع المناهج ⇨ المناهج الإماراتية ⇨ الصف العاشر المتقدم ⇨ علوم ⇨ الفصل الثالث ⇨ ملفات متنوعة ⇨ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 00:32:42 2026-06-28

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة
علوم:

إعداد: عبدالرحمن هاني

التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر المتقدم



صفحة المناهج
الإماراتية على
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر المتقدم والمادة علوم في الفصل الثالث

شرح الانكسار والعدسات - الجزء الثاني

1

شرح الانكسار والعدسات - الجزء الأول

2

الانكسار والعدسات

3

بسم الله الرحمن الرحيم
 الوحدة السادسة (التداخل و الحيود)
 الدرس الثاني (الحيود)

حيود الشق الأحادي

مقدمات الموجات الضوئية يمكن أن تحيد عندما تمر حول حافة ، يمكن تفسير الحيود من خلال مبدأ هيجنز

مبدأ هيجنز ينص على أن النقاط التي على مقدمات الموجات الضوئية أنها **مصدر لموجات أصغر** ، و تنتشر هذه الموجات في **جميع الاتجاهات** ، و تكون مقدمة الموجة المستوية من **عدد غير محدود من المصادر النقطية في خط واحد** .

نمط الحيود : هو نمط ينتج عند تداخل موجات هيجنز تداخلات بناءة و هدامة

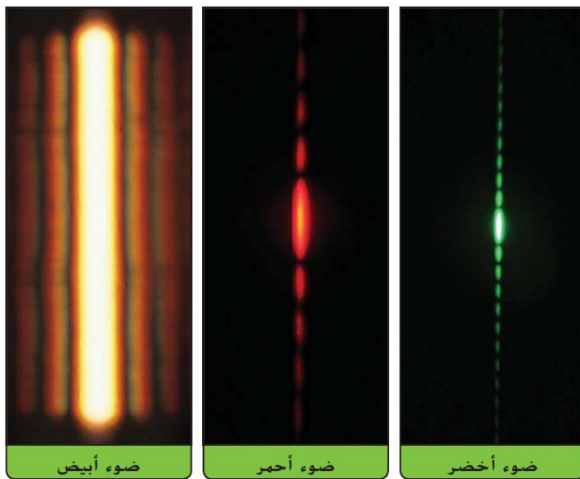
عندما يمر الضوء المترابط (لأي لون " الأخضر ") عبر فتحة واحدة صغيرة عرضها يساوي من 10 أضعاف الطول الموجي إلى 100 ضعف الطول الموجي للضوء $(w = 10\lambda \rightarrow 100\lambda)$ ،

$$10\lambda \leq w \leq 100\lambda$$

فإن الضوء يحيد عند كلتا الحافتين ، و تظهر مجموعة من الحزم المضئية و المعتمة على شاشة بعيدة **تذكر :**

في تجربة الشق المزدوج ، كانت نمط التداخل مكون من حزم مضئية و معتمة تفصلها مسافات متساوية بينهما

و لكن في تجربة حيود الشق الأحادي ، يتكون **نمط الحيود** من **حزمة مركزية مضئية و عريضة مع حزم أقل عرضاً و أقل إضاءة على الجانبين**



" كلما **ابتعدنا** عن الحزمة المركزية المضئية العريضة ، **قل عرض الحزم** ، و **قلت إضاءتها** "

" عند **زيادة الطول الموجي للضوء** المستخدم (تغيير لون الضوء من **الأخضر إلى الأحمر**) ، **يزداد عرض الحزمة المركزية المضئية** "

عند إستخدام لون الضوء الأبيض ، يكون النمط **مزيجاً من أنماط ألوان الطيف كلها**

حيث تكون **الحزمة المركزية باللون الأبيض** ، و محاطة بتداخلات للضوء على حواف الحزمة المركزية البيضاء ،

و تكون **الحزم التي على جانبي الحزمة المركزية بها ألوان الضوء المتداخلة**

هناك مسافات تفصل بين هذه الحزم على عكس نمط التداخل المكون للضوء الأبيض الذي يكون تداخل كامل للأطوال الموجية ، و لا توجد حزم معتمة تفصل بين الحزم المضئية الذي بشقي **يوني**

موجبات هيجنز

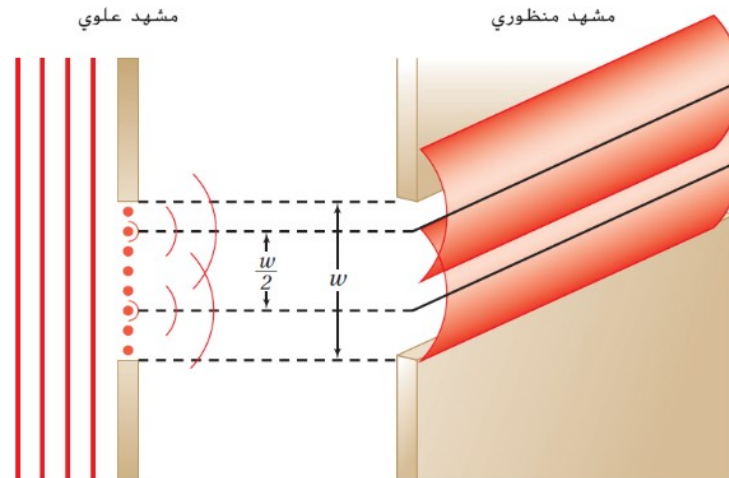
لكي يحدث حيود للضوء ، لا بد من وجود شق واحد على الأقل (عرضه w) ، و يكون مجزأ إلى عدد زوجي من نقاط / موجبات هيجنز ، حيث تعمل كل نقطة / موجبة كمصدر ضوء

جزئ الشق إلى جزئين متساويين (قسم النقاط إلى جزئين) ، و اختر مصدراً واحداً من كل جزء ، بشرط أن يكون مقابل للجزء الثاني و يفصل بين هاتين النقطتين مسافة تساوي نصف عرض الشق ($\frac{w}{2}$) حيث سينج هذا الزوج من المصادر النقطية موجات إسطوانية مترابطة ستتداخل

بما أن المسافة بين النقطتين (المصدرين) هي نصف عرض الشق $\frac{w}{2}$ ، فإن فرق الطور بينهما هو $\frac{\lambda}{2}$ أو 180°

و بالتالي ، فإن الموجة التي بالنصف العلوي ستتداخل مع الموجة التي بالنصف السفلي ، و فرق الطور بينهما 180° ، فسيتداخلان تداخلاً هداماً و تكوين حزمة معتمة على الشاشة

الموجبات المتقابلة ستتداخل تداخلاً هداماً نظراً لأن فرق الطور بينهما يكون 180°
الموجبات الغير متقابلة ستتداخل تداخلاً بناءً نظراً لأن فرق الطور بينهما 360°
في المناطق ذات الإضاءة الخافتة بين الحزم المضيئة و المعتمة ، يحدث تداخل هدام غير تام (بشكل جزئي)



نمط الحيود

عندما يضاء الشق الأحادي ، تظهر حزمة مركزية مضيئة عند النقطة P_0 على الشاشة ، و تظهر الحزمة المعتمة الأولى عند الموقع P_1 و هذا لأن عند هذا الموقع يختلف طولاً مسار r_1 (المسافة من الموجة العلوية إلى الحزمة المعتمة الأولى) و مسار r_2 (المسافة من الموجة السفلية إلى الحزمة المعتمة الأولى) بمقدار $\frac{\lambda}{2}$ أي 180° ، مما ينتج تداخلاً هداماً لأنهما مختلفين في الطور

افترض أن بعد الشق الأحادي عن الشاشة (L) أكبر بكثير من عرضه (w) ، و المسافة الفاصلة بين المصدرين (نصف عرض الشق $\frac{w}{2}$) ، و سنجد أن هناك مثلثين

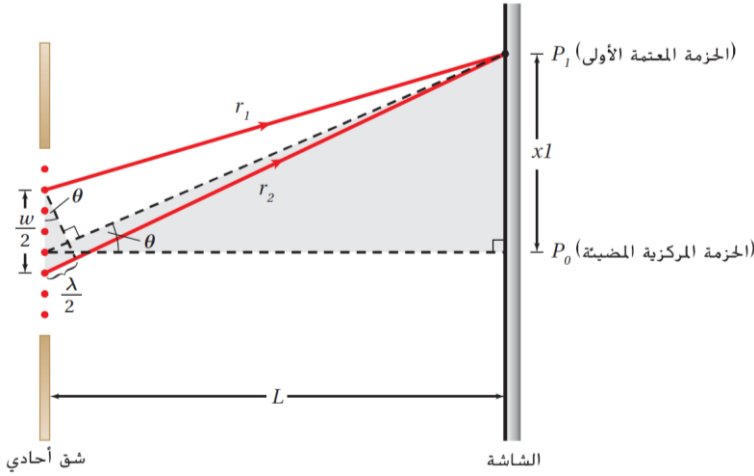
الأول به نصف الطول الموجي ($\frac{\lambda}{2}$) كضلع مقابل للزاوية ، و نصف عرض الشق ($\frac{w}{2}$) كوتر للمثلث و بالتالي فإن :

$$\sin \theta = \frac{\frac{\lambda}{2}}{\frac{w}{2}} = \frac{\lambda}{w}$$

و المثلث الثاني به المسافة من الحزمة المركزية المضيئة إلى الحزمة المعتمة الأولى (x_1) كضلع مقابل للزاوية ، و بعد الشق الأحادي عن الشاشة (L) كضلع مجاور للزاوية ،

و بالتالي فإن :

$$\tan \theta = \frac{x_1}{L}$$



في حالة الزوايا الصغيرة ، تكون $\tan \theta = \sin \theta$

$$\frac{x_1}{L} = \frac{\lambda}{w}$$

بدلاً من من قياس المسافة من الحزمة المركزية المضيئة إلى الحزمة المظلمة الأولى ، يفضل قياس عرض الحزمة المركزية المضيئة ($2x_1$) ، حيث أنها تكون ضعف المسافة من الحزمة المركزية المضيئة إلى الحزمة المظلمة الأولى ، و بالتالي يصبح التناسب :

$$\frac{2x_1}{L} = \frac{2\lambda}{w}$$

و لحساب عرض الحزمة المركزية ، يمكننا استخدام القانون التالي :

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

يقدم حيود الشق الأحادي تصوراً واضحاً للطبيعة الموجية للضوء بشرط أن يتراوح عرض الشق بين 10 أضعاف الطول الموجي و 100 ضعف الطول الموجي ، ولكن إن لم يتحقق هذا الشرط ، ستكون ظلالاً حادة عندما تكون قيمة الشق أكبر من ذلك

رغم أن نمط الشق الأحادي يعتمد على الطول الموجي للضوء ، إلا أنه لا يكون فعالاً في قياس الطول الموجي

يوفر استخدام عدد كبير من الشقوق بعضها بجانب بعض أداة أكثر فعالية لقياس الطول الموجي لضبط القيم و القياسات و جعلها أكثر دقة (مثل محزوزات الحيود)

محزوزات الحيود

محزوز الحيود : أداة مكونة من شقوق كثيرة صغيرة تسبب حيود الضوء و تكون نمطاً ناتجاً عن تداخل أنماط ناتجة عن حيود الشق الأحادي (مثل تجربة شقي يونج " حيث يتكون من أكثر من شق أحادي (الشقين) ") و لكن تكون حزمة أكثر إضاءة و أقل عرضاً

تتكون محزوزات الحيود من 10,000 شق لكل سنتيمتر ، و هذا يعني أن المسافة بين الشقوق صغيرة جداً و يمكن أن تصل إلى $1\mu m = 10^{-6}m$

لمعرفة المسافة بين الشقوق بمحزوز الحيود ، يمكننا استخدام القانون :

$$d = \frac{1}{N}$$

عدد الشقوق بالمحزوز N

يعد محزوز الحيود أداة فعالة لدراسة الضوء و الأجسام التي تبعث الضوء أو تمتصه

أنواع محزوزات الحيود

محزوز النفاذ	محزوز الحيود الموهلوغرافي	محزوز الانعكاس
يُصنع بعمل خدوش على زجاج منفذ للضوء في صورة خطوط رفيعة جداً باستخدام رأس من الألماس	تنتج الطيف الأكثر إضاءة و تُصنع باستخدام ليزر و مرايا لإنتاج نمط حيود يتكون من خطوط مضبوطة و معتمدة متوازية	يُصنع بحفر خطوط رفيعة على أسطح طبقة فلزية أو زجاج عاكس
تعمل الفراغات بين خطوط الخدوش كالشقوق	1 - حيث يُعرض النمط على قطعة فلزية مطلية بمادة حساسة للضوء ، فينتج الضوء الصادر من الليزر تفاعلاً كيميائياً يجعل المادة صلبة 2 - ثم يوزع الفلز في حمض يتفاعل معه في الأماكن الغير محمية بالمادة الصلبة 3 - تكون النتيجة مجموعة من البروزات و التتواءات في الفلز مماثلة لنمط الحيود الأصلي	إذا سلط ضوء أحادي اللون على قرص DVD ، فسيكون الضوء المنعكس نمط إنعكاس على شاشة تنتج محزوزات النفاذ و محزوزات الانعكاس أنماطاً متشابهة يمكن تحليلها بالطريقة نفسها
يمكن استخدام محزوز النفاذ مع الألماس لتجميل مظهره ، حيث تُحفز المحزوزات على أسطح معينة للألماس لزيادة تشتت الضوء لتبدو الجواهر براقة أكثر	يمكن استخدام القطعة الفلزية نفسها كمحزوز إنعكاس ، ففي بعض الحالات ، توضع طبقة بلاستيكية على الفلز بعد تسخينه ، فتنتج بروزات و نتوءات في الطبقة البلاستيكية تكون أنماط الحيود مضبوطة للغاية بسبب الشكل الجيبي للبروزات و التتواءات	تعتبر الأقراص المدمجة و أقراص الـ DVD من أمثلة محزوز الانعكاس ، حيث تنتج طيف ألوان نراه عندما ينعكس الضوء الأبيض عن أسطحها

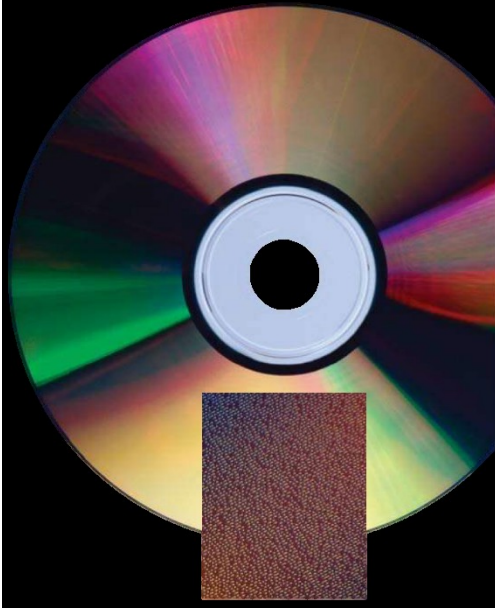
الأقراص المدمجة و أقراص الـ DVD و أقراص الأشعة الزرقاء

تعتبر الأقراص المدمجة و أقراص الـ DVD محزوزات خطية تقليدية ، و تغطي أسطحها بثقوب (خطوط من الفجوات المجهرية) تفصل بينهما مناطق مسطحة (أرضيات) ، و تأخذ شكلاً حلزونياً ، تعمل منحنيات الشكل الحلزوني كمحزوزات حيود ، و تفصل اللون من خلال الحيود ، و لكن لا تعد وظيفة منحنيات الشكل الحلزوني بالأقراص هو جعلها تعمل كمحزوزات حيود ، بل لتخزين المعلومات

تخزين المعلومات و قراءتها

يستخدم الليزر " لقراءة " نمط الثقوب و الأرضيات على القرص المدمج أو قرص ال DVD

- 1 - **ينعكس الضوء الصادر من الليزر عن سطح القرص إلى كاشف الضوء**
- 2 - **يتم تسليط ضوء الليزر بحيث تسقط بقعته الساقطة على الكاشف عندما ينعكس عن الأرضيات**
- 3 - **عندما ينعكس الضوء عن الثقوب ، ينتشر الليزر و يخفت ضوءه**



يحدد **حجم البقعة بالحيود** ، إذا استخدم **طول موجي قصير لليزر** ، فيقل **حجم البقعة** و تكون الثقوب أقرب إلى بعضها ، مما **يسمح بتخزين المزيد من المعلومات على القرص**

أقراص الموسيقى تستخدم ضوء الأشعة تحت الحمراء بطول موجي قدره 780nm

يمكن أن يستوعب القرص المدمج معلومات بسعة 700MB تستخدم أقراص ال DVD الليزر الأحمر (650nm) ، مما يسمح بتسجيل أكثر من 4GB

أقراص الأشعة الزرقاء تستخدم الليزر البنفسجي 405nm ، و يظهر الليزر باللون الأزرق ، و لذا سمي القرص بهذا الاسم ، و يمكن أن تستوعب الطبقة الواحدة معلومات بسعة تصل إلى 25GB

قياس الطول الموجي

يمكن قياس الطول الموجي لمحزوز الحيود من خلال **المنظار الطيفي ذا المحزوز** ، حيث **يبعث المصدر المراد تحليله ضوءاً يُوجه نحو شق** و منه إلى **مُجمع أشعة** ثم إلى **محزوز الحيود** ، فينتج **المحزوز نمط حيود** يمكن مشاهدته بالتلسكوب

إذا كان مصدر الضوء أحادي اللون ، فسيكون نمط الحيود الناتج عن المحزوز عبارة عن خطوط مضيئة ضيقة تفصلها مسافات متساوية

" كلما زاد عدد الشقوق لكل وحدة طول من المحزوز (N) ، كانت الخطوط أضيق في نمط الحيود (d) " و كلما كانت الخطوط أضيق ، زادت دقة قياس المسافة بين الخطوط المضيئة " كلما قلت عدد الشقوق لكل وحدة طول من المحزوز (N) ، كانت الخطوط أوسع في نمط الحيود (d) " و كلما كانت الخطوط أوسع ، قلت دقة قياس المسافة بين الخطوط المضيئة

في المنظار الطيفي ، تكون الزاوية كبيرة جداً ، لذلك لا يمكننا استخدام التناسب الذي نفرض به أن $\tan \theta = \sin \theta$ تكون في حالة الزوايا الصغيرة ،

يمكننا حساب الزاوية التي يحدث عندها الحزم المضئية (الخطوط المضئية) من خلال القانون :

$$\tan \theta = \frac{x_1}{L}$$

يمكننا حساب الطول الموجي للضوء من خلال القانون :

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{d} \rightarrow \lambda = d \sin \theta$$

يحدث التداخل البناء عند زوايا على جانبي الخط المركزي المضئي الذي يعبر عنه بالمعادلة

$$m\lambda = d \sin \theta$$

حيث أن $m = 0, 1, 2, 3, \dots$

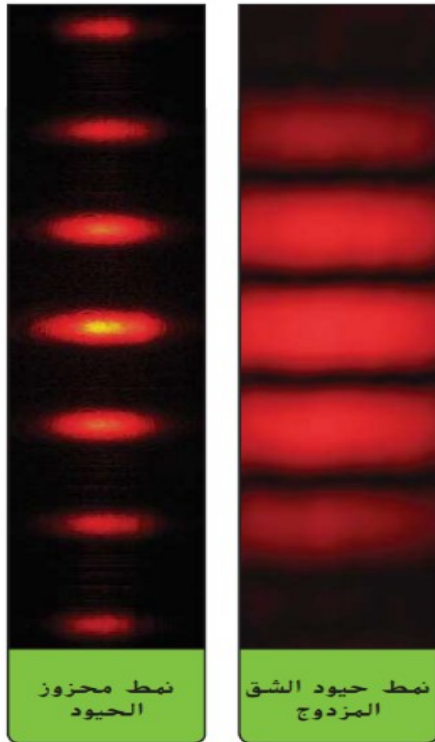
يحدث الخط المركزي المضئي عند $m = 0$

يستخدم علماء التحليل الطيفي أحياناً الخطوط التي تحدث عند $m = 2$ أو $m = 3$ لأنه

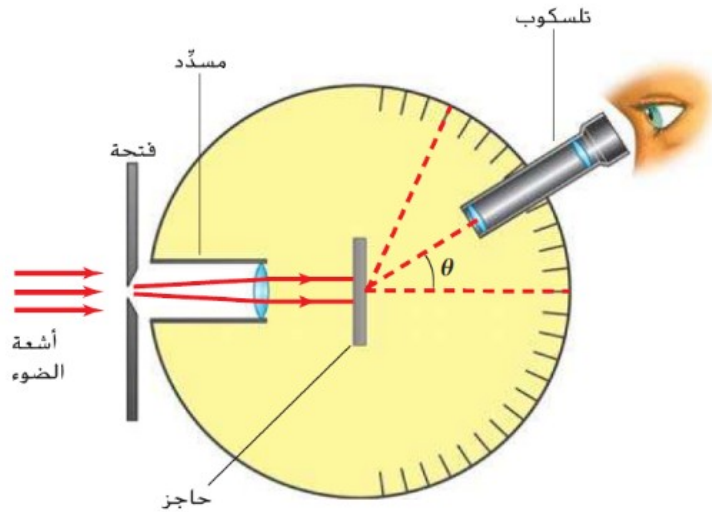
يمكن قياس المسافات بين الخطوط المضئية بشكل أكثر دقة

يكون الفراغ المعتم بمحزوز الحيود أكبر من الذي بالشق المزدوج

و ذلك لأن التداخل الهدام الناتج في محزوز الحيود أكبر من الناتج في تجربة الشق المزدوج
ينتج هذا خطوطاً أكثر ضيقاً ، مما يزيد من دقة القياسات أيضاً



الشكل 18 يوضح الشكل مقارنة بين نمطي الحيود للضوء الأحمر. يوقّر نمط محزوز الحيود قياساً أكثر دقة.



الشكل 17 يُستخدم المنظار الطيفي ذو المحزوز في قياس الطول الموجي للضوء بشكل دقيق.

اذكر التبسيط المستخدم لحسابات الطول الموجي الناتج عن الشق المزدوج الذي لا ينطبق على محزوزات الحيود.

تدخل محزوزات الحيود في تركيب المناظير الطيفية المستخدمة في تحليل الأحجار الكريمة. يدرك علماء الأحجار الكريمة ذوو الخبرة أنماط الحزم الناتجة عن مرور الضوء الأبيض عبر الأحجار المختلفة.

على سبيل المثال، تُعد الحزم الثلاث المضيئة بالألوان الأخضر والأصفر والبرتقالي مؤشراً قوياً على وجود الكوبالت وهذا يعني أن حجراً أزرق من المحتمل ألا يكون جوهرة نفيسة كالياقوت الأزرق أو التوباز، بل قطعة زجاجية زهيدة الثمن مشوبة باللون الأزرق.

كيف يحلل العلماء الأحجار الكريمة؟

لكل عنصر كيميائي في الطبيعة "بصمة ضوئية" خاصة به. عندما يسقط العلماء الضوء الأبيض على الحجر الكريم ويمر هذا الضوء عبر المنظار الطيفي، فإن العناصر الموجودة داخل الحجر تمتص بعض الألوان وتسمح بمرور ألوان أخرى، مما ينتج عنه نمط من الحزم المضيئة الملونة. علماء الأحجار الكريمة الخبراء يحفظون هذه الأنماط ويعرفون شكلها جيداً.

مثال الكوبالت والياقوت المزيف (تطبيق عملي):

المشكلة: هناك زجاج أزرق رخيص الثمن يشبه تماماً حجر "الياقوت الأزرق" الثمين أو "التوباز"، ويصعب التمييز بينهما بالعين المجردة.

السبب في اللون الأزرق للزجاج: هذا الزجاج تم تلوينه باللون الأزرق عن طريق إضافة عنصر كيميائي يسمى الكوبالت.

طريقة كشف الخدعة: عندما يضع العالم هذا الحجر المزيف تحت المنظار الطيفي، يقوم محزوز الحيود بتحليل الضوء المار عبره. إذا ظهرت ثلاث حزم مضيئة محددة بألوان (الأخضر، والأصفر، والبرتقالي)، فهذه "البصمة" تعني فوراً: هنا يوجد كوبالت!

النتيجة: بما أن الياقوت الأزرق الطبيعي الثمين لا يحتوي على الكوبالت لتلوينه، فإن ظهور هذه الألوان الثلاثة يثبت أن هذا الحجر ليس ياقوتاً نفيساً، بل هو مجرد قطعة زجاجية رخيصة مصبوغة بالكوبالت الأزرق.