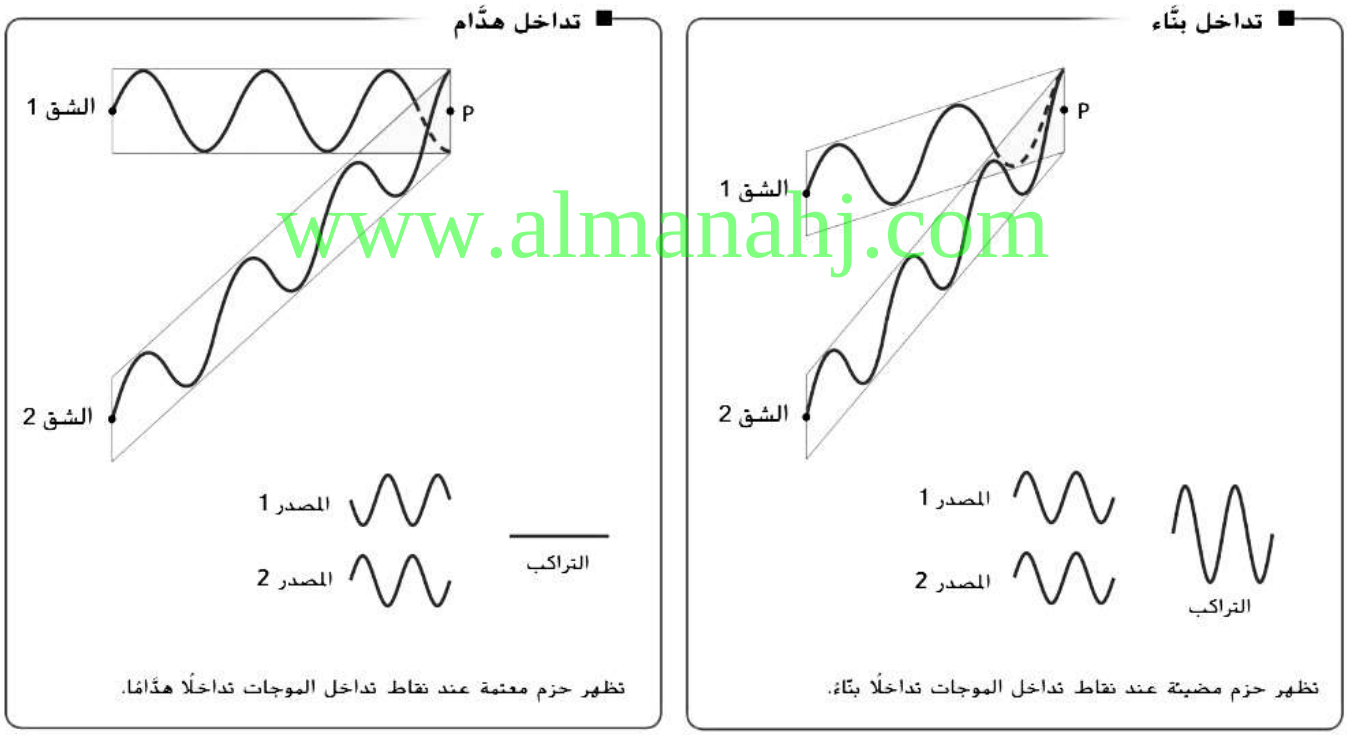
قسم (1) التداخل

الضوء الغير مترابط	هو ضوء موجاته غير متفقة فى الطور، مثل الضوء الساقط من المصباح.
الضوء المترابط	هو ضوء تكون موجاته لها نفس الطور، مثل ضوء الليزر.
الضوء أحادى اللون	هو ضوء موجاته لها نفس الطول الموجى.

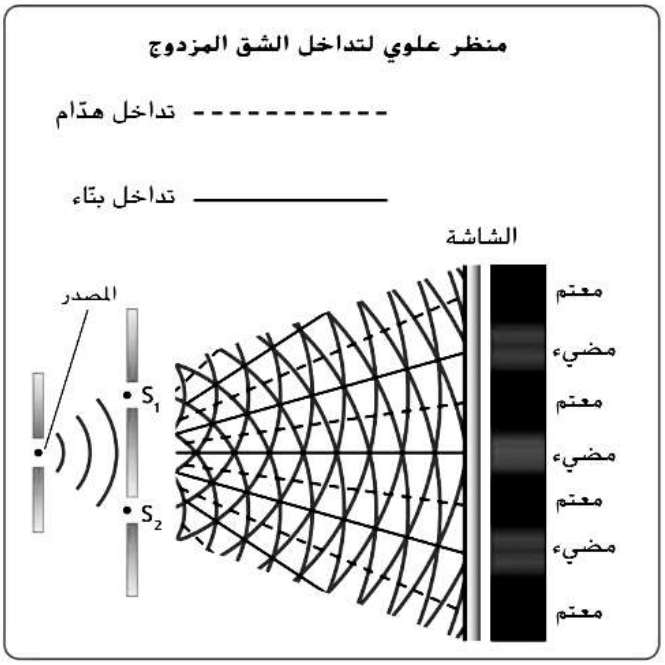
تداخل الضوء المترابط

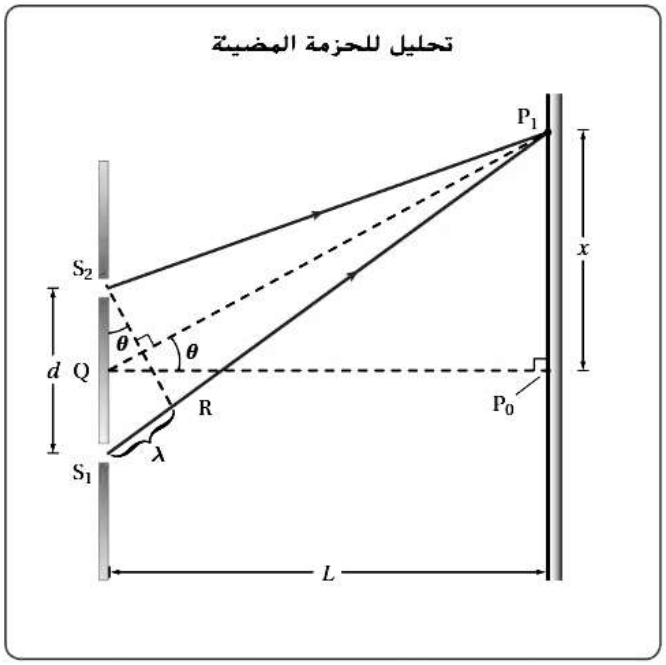
عندما تتداخل مواج الضوء المترابط فإنها تكون هدب مضيئة و أخرى مظلمة، و تعرف منطقة الهدبة المضيئة بالتداخل البناء ، بينما منطقة الهدبة المظلمة بالتداخل الهدام.



www.almanahj.com

تجربة الشق المزدوج





www.almanahj.com

حساب الطول الموجى فى تجربة الشق المزدوج

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

(X) المسافة بين الهدبة المركزية المضيئة و الهدبة الأولى المضيئة.

(d) المسافة بين الشقين.

(L) المسافة بين الشققين و الشاشة.

ملحوظة هامة

يحدث التداخل البناء عند (X_m) حيث m = 0,1,2,..... و يتم تحديد رتبة الهدبة المضيئة من خلال العلاقة

$$m\lambda = \frac{x_m d}{L}$$

حل تطبيق الكتاب ص 188

التداخل فى الأغشية الرقيقة

تكون ألوان الطيف فى الأغشية الرقيقة نتيجة لتداخل الأمواج الضوئية المنعكسة على الغشاء.

أمثلة:

ظهور الفقاعات الصابونية أو بقعة زيت على سطح ماء أو غشاء صابونى بشكل ملون راجع إلى تداخل المواجات الضوئية بعد انعكاسها على الأغشية الرقيقة.

التوضيح:

عندما تسقط الحزمة الضوئى على الغشاء ينعكس جزء منها و يمر الجزء الباقى ، حيث ينعكس على السطح الآخر للغشاء ، و بذلك يمكن أن يتراكب الشعاعان المنعكسان و يحدث تداخل بناء ينتج عنه ألوان متعددة أو يكون التداخل هدام و لاينتج عنه ألوان.

ملحوظة:

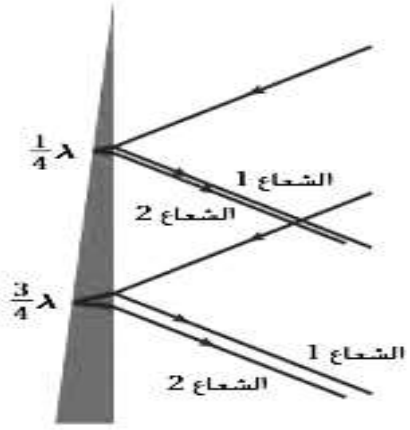
فى حالة انعكاس الشعاع من وسط معامل إنكساره أقل إلى وسط معامل إنكساره أكبر يحدث انقلاب للموجة، و فى حالة العكس لا يحدث انقلاب للموجة المنعكسة.

www.almanahj.com

وضعية الموجتين	تداخل هدام	تداخل بناء	دلالة الرموز
أحدى الموجتين مقلوبة	$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_{غشاء}}{n}$	$2d = m\frac{\lambda_{غشاء}}{n}$	(d) سمك الغشاء (λ) الطول الموجى للضوء فى الوسط. (n) معامل انكسار الوسط (m) معامل يساوى 0,1,2,3
الموجتين مقلوبتين	$2d = m\frac{\lambda_{غشاء}}{n}$	$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_{غشاء}}{n}$	

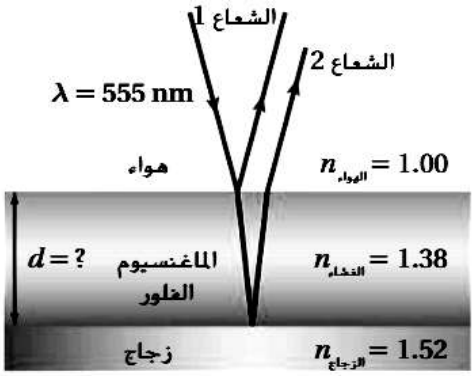
ملحوظة :

$$\lambda_{الغشاء} = \frac{\lambda_{الفراغ}}{n}$$



تطبيق (الكتاب المدرسى)

1- وضع غشاء من فوريد المغنسيوم على عدسة زجاجية مطلية بطبقة من غير عاكسة. ما السمك اللازم للغشاء غير العاكس لمنع انعكاس الضوء الأخضر المصفر ذى الطول الموجى 555nm؟ أنظر إلى الرسم.



www.almanahj.com

2- يمكن ملاحظة التداخل فى الأغشية الرقيقة عند غمس عصا فقاعة فى محلول فقاعات ثم رفع العصا فى الهواء. ما أقل سمك لغشاء الصابون يمكن أن ترى عليه خيطا أسود إذا كان الطول الموجى للضوء الساقط على الغشاء 521 nm، و معامل انكسار محلول الفقاعات n = 1.33.

القسم (2) الحيود

حيود الضوء

هو تغير اتجاه الموجة الضوئية عند مرورها بحافة حادة أو شق ضيق.

الشرح و التوضيح

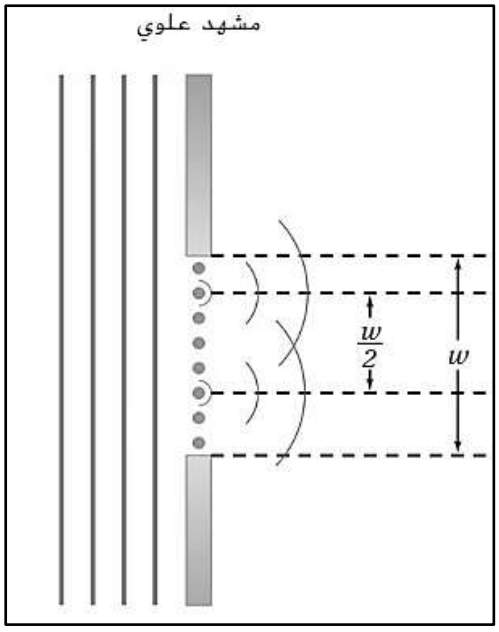
عند مرور ضوء أحادى عبر فتحة ضيقةجدا يحيد الضوء على حواف الفتحة و يتكون نمط على الشاشة عبارة عن هدبة مركزية متسعة و مضيئة مع حزم على الجانبين يقل اتساعها و اضاءتها بالبعد عن الحزمة المركزية. و هذا ما لا يحدث فى حالة تداخل موجات الضوء فى تجربة الشق المزدوج حيث تكون جميع الهدب متساوية فى الاتساع.

مويجات هيجنز

يفترض هيجنز أن مقدمة كل موجة يتكون من مويجات صغيرة.

www.almanahj.com

شرح التداخل نتيجة للحيود عن طريق مبدأ هيجنز:



عندما تمر مقدمة الموجة بالشق نفرض ان هناك مويجتين على مسافة ($\frac{w}{2}$) من بعضهما (w اتساع الشق) ، حيث تنحنى الموجيتسن و تتقابل اجزاءهما حيث يحدث تداخل بناء يظهر على شكل حزم مضيئة و تداخل هدام يظهر على شكل حزم معتمة.

حساب عرض الحزمة المركزية المضيئة فى نمط الحيود للشق الأحادى

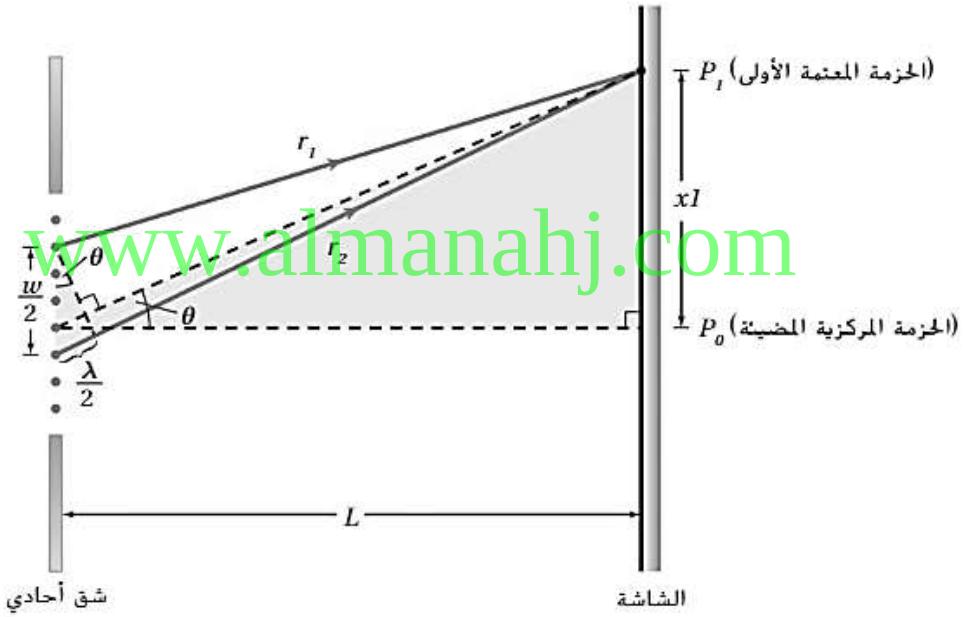
$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

(x_1) المسافة بين مركز الحزمة المركزية المضيئة و مركز الحزمة المعتمة الأولى (نصف عرض الحزمة المركزية).

(w) عرض الشق.

(λ) الطول الموجى للضوء المستخدم

(L) المسافة بين الشق الأحادى و الشاشة.



www.almanahj.com

تطبيق الكتاب المدرسى ص .....

1- يسقط ضوء أخضر احادى اللون طوله الموجى 546 nm على شق أحادى عرضه 0.095 mm. و يبعد الشق مسافة 75 cm عن الشاشة. فكم يبلغ عرض الحزمة المركزية المضيئة.

2- مر ضوء اصفر طولة الموجى 589 nm عبر شق عرضه 0.11 mm، فنتج نمط تداخل على الشاشة عرض الحزمة المركزية المضيئة $2.6 \times 10^{-2} m$. فما بعد الشق عن الشاشة.

محزوز الحيود

هو آداة مكونة من شقوق كثيرة و صغيرة قد تصل المسافة بينها إلى (10^{-6} m) و تسبب حيود الضوء مكونة نمط يشبه التداخل الناتج عن الشق المزدوج.

الإستخدام:

أخذ قياسات دقيقة للطول الموجى للضوء الساقط.

أنواع محزود الحيود:

المحزوز النفاذ	المحزوز الهولوغرافي الطيف	محزوز الانعكاس
يتم عمل خدوش على زجاج منفذ للضوء فى صورة خطوط رفيعة جدا باستخدام رأس الماس، حيث تعمل الفراغات بين الخدوش كالشقوق.	يصنع باستخدام ليزر و مرايا حيث يعرض قطعة فلزية مطلية بمادة حساسة للضوء إلى نمط حيود مكون من خطوط مضيئة و معتمة متوازية، فيتفاعل الضوء الناتج من الليزر مع المادة الصلبة و يتكون نتيجة لذلك مجموعة من النتوءات و البروزات مماثلة لنمط الحيود الأصلى.	يصنع بحفر خطوط رفيعة على سطح طبقة فلزية أو زجاجا عاكس، و تعتبر الأقراص المدمجة مثالا على على محزوز الانعكاس.

www.almanahj.com

الأقراص المدمجة و أقراص (DVD)

تعتبر الأقراص المدمجة و DVD محزوز حيود، حيث تغطى اسطحها بخطوط من الفجوات المجهرية تسمى ثقوب و تفصلها مناطق مسطحة تسمى أرضيات.

كيف يتم تخزين المعلومات و قراءتها؟

يستخدم الليزر لقراءة نمط الثقوب و الأرضيات على القرص المدمج أو DVD. حيث ينعكس الضوء الصادر من الليزر على سطح القرص إلى كشاف الضوء. يتم تسليط ضوء الليزر بحيث تسقط بقعته الساطعة على الكشاف عندما ينعكس على الأرضيات، بينما ينتشر و يخفت ضوءه عندما ينعكس على الثقوب.

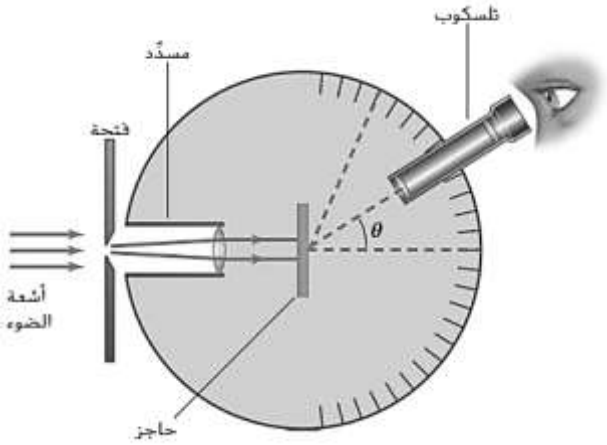
كيف نزيد السعة التخزينية للقرص المدمج أو DVD؟

عن طريق استخدام ليزر ذو طول موجى قصير، حيث يقل حجم البقعة و تكون الثقوب أقرب.

قياس الطول الموجى باستخدام محزوز الحيود

المنظار الطيفى:

آداة تستخدم محزوز الحيود فى قياس الطول الموجى لضوء ساقط.



طرقة العمل:

1- يبعث المصدر المراد تحليله ضوءا يوجه نحو شق ثم إلى مجمع أشعة ثم غلى محزوز الحيود.
2- ينتج المحزوز نمط حيود يمكن مشاهدته بالمنظار.
3- إذا كان الضوء الساقط احادى اللون فسيتكون نمط حيود عبارة عن خطوط مضيئة تفصلها مسافات متساوية.
4- كلما زاد عدد الشقوق لكل وحدة طول من المحزوز، كانت الخطوط أضيق فتزداد دقة القياس.

www.almanahj.com

قانون حساب الطول الموجى

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

(λ) الطول الموجى للضوء الساقط. (θ) الزاوية التى يحدث عندها الخط المضىء.
(d) المسافة الفاصلة بين الشقوق. (m) تاخذ القيم 0,1,2,3,.....

تطبيق الكتاب المدرسى ص .....

1- إذا سقط ضوء أزرق طوله الموجى 434 nm على محزوز حيود. و كانت المسافة الفاصلة بين الخطوط الناتجة هى 0.55 m حيث تبع الشاشة مسافة 1.05 m. فما المسافة الفاصلة بين شقوق المحزوز.

2- يضاء محزوز حيود تفصل بين شقوقه مسافة $8.60 \times 10^{-7} m$ بضوء بنفسجى طوله الموجى 421 nm. إذا كانت الشاشة على بعد 80 cm من المحزوز. فما مقدار المسافات الفاصلة بين الخطوط الناتجة فى نمط الحيود.

قدرة التحليل للعدسات:

تعمل العدسة المستديرة فى التلسكوب و المجهر و حتى العين عمل الشق الأحادى و تنطبق عليها نفس المعادلة غير أن نستبدل عرض الشق بقطر الفتحة الدائرية (D) التى يمر خلالها الضوء، و يضاف معامل هندسى قيمته 1.22

$$x_1 = \frac{1.22\,\lambda L}{D}$$

(X_1) المسافة بين مركزى هدبتين مضيئتين (D) قطر الفتحة أمام العدسة.

الربط بعلم الفلك

عند النظر إلى نجمين من خلال فتحة التلسكوب فإن صورة النجمين تتداخل نتيجة لحيود الضوء خلال فتحة التلسكوب.

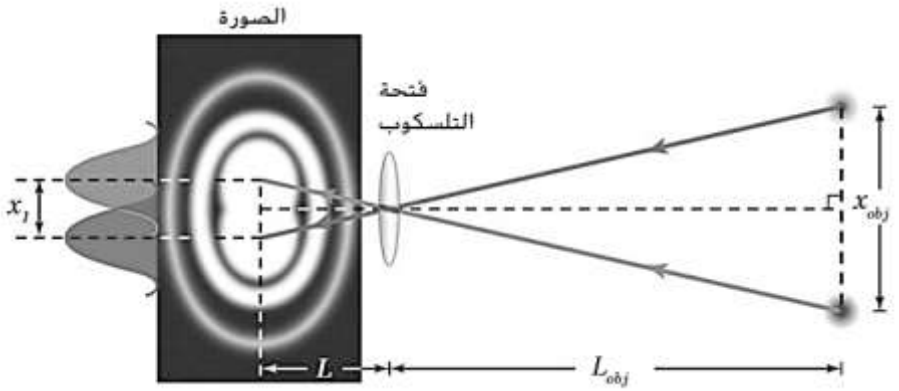
إيجاد المسافة بين نجمين باستخدام التلسكوب

معيار ريليه:

إذا سقط مركز البقعة المضيئة لصورة أحد النجمين على الحلقة المعتمة الأولى للنجم الثانى، فإن الصورتين توكنا عند حد التمييز، و عندها نستطيع رؤية النجمين معا، و كذلك حساب المسافة بينهما من خلال المعادلة

من الرسم الموضح نجد أن

$$\frac{x_{obj}}{L_{obj}} = \frac{x_1}{L} \quad ==> \quad \frac{x_1}{L} = \frac{1.22\,\lambda}{D} \quad ==> \quad \frac{x_{obj}}{L_{obj}} = \frac{1.22\,\lambda}{D}$$

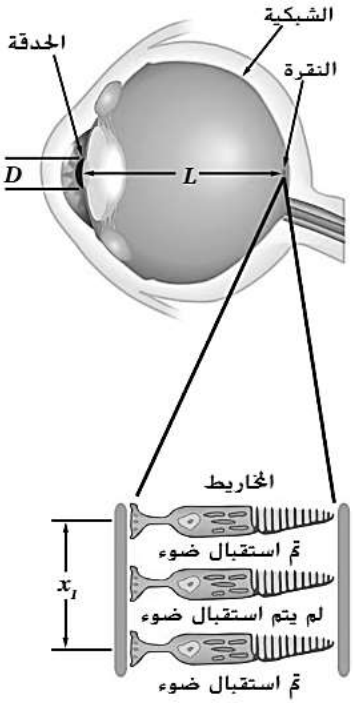


$$x_{obj} = \frac{1.22\,\lambda}{D}$$

www.almanahj.com

الحيود فى العين:

يدل تطبيق معيار ريليه لإيجاد قدرة العين على التميز بين مصدرين متباعدين على أن العين يمكنها التمييز بين المصباحين الاماميين لسيارة المسافة بينهما 1.5 m على بعد 7km، و عمليا لا يقلل الحيود من قدرة العين على العمل.



مراجعة الكتاب المدرسى ص 275

www.almanahj.com