الأسئلة

جامعة بنها
كلية الفنون التطبيقية
أقسام (ملابس جاهزة، غزل ونسيج، تصميم داخلي وأساس، نحت)

امتحان دور يناير 2016
مادة: طبيعة
الزمن: ساعتان
الفرقة الأولي (لائحة قديمة)

أجب عن الأسئلة الآتية:

1. قارن في جدول بين الضوء الطبيعي والضوء المستقطب من حيث مستوي اهتزاز المجال الكهربي، شكل حزمة الضوء. (15 درجة)

---

2. تتميز بعض المواد (مثل بلورة التورمالين) ذات التركيب الجزيئي الطويل بخاصية امتصاص احدي مركبتي الضوء العادي أكبر من امتصاصها للأخرى. اشرح هذه العبارة مع الاستعانة بالرسم. (15 درجة)

---

3. اشرح بالتفصيل مع الاستعانة بالرسم احدي الطرق المستخدمة في عملية استقطاب الضوء (10 درجة)

---

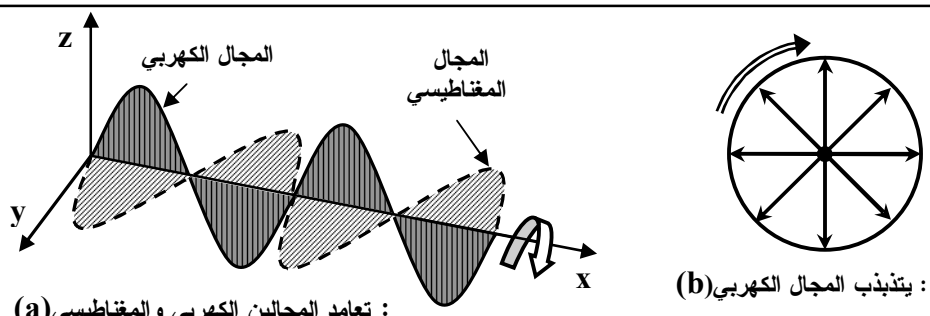
4. أكتب فكرة مبسطة عن استقطاب الضوء بالانعكاس مع ذكر قانون بروستر (5 درجة)

د. ضياء حمزة

1. قارن بين الضوء الطبيعي والضوء المستقطب من حيث مستوي اهتزاز المجال الكهربي، شكل حزمة الضوء.

---------- **Solution** ----------

من دراستنا السابقة في الباب الأول تبين لنا أن الضوء عبارة عن موجات. وتبين النظرية الكهرومغناطيسية أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية يتذبذب فيها المجالين الكهربي والمغناطيسي في اتجاهين متعامدين على بعضهما وهما في نفس الوقت عموديان على اتجاه انتشار الموجة كما في شكل (1a)، بالإضافة إلي ذلك فإن المجالين الكهربي والمغناطيسي يتذبذبان في جميع الاتجاهات العمودية على اتجاه انتشار الموجة، شكل (1b). ومن المعلوم أن المجال الفعال في الموجة الضوئية هو المجال الكهربي ويسمى بالمجال الضوئي ولذلك سيقتصر كلامنا دائماً على المجال الكهربي لتجنب أي لبس. فإذا أمكننا الحصول على ضوء يهتز فيه المجال الكهربي في مستوى واحد فقط فإنه يسمى ضوء مستقطب استقطاباً استوائياً.



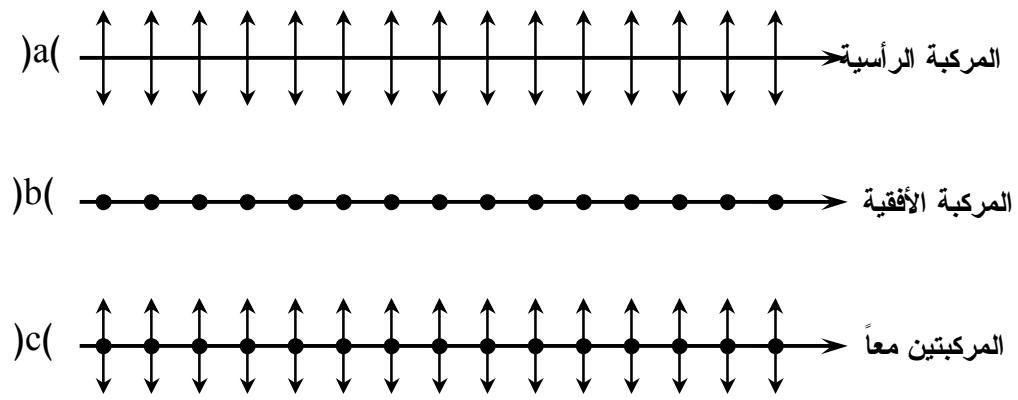
(a): تعامد المجالين الكهربي والمغناطيسي

(b): يتذبذب المجال الكهربي في جميع الاتجاهات

شكل (1): موجة كهرومغناطيسية تنتشر في اتجاه x

1. الضوء الطبيعي والضوء المستقطب Natural and polarized light

مما سبق يمكننا تعريف **الضوء الطبيعي** بأنه ضوء يهتز فيه المجال الكهربي اهتزازات عشوائية في جميع الاتجاهات العمودية على خط انتشار الموجه. أما إذا كانت الاهتزازات في مستوى واحد فإنه يسمى **ضوء مستقطب** استقطاب استوائي. ويوجد تمثيل آخر أكثر فائدة للضوء غير المستقطب، فإذا حللنا جميع اهتزازات المجال الكهربي إلي مركبتين A_x, A_y تكون النتيجة كما لو كان لدينا اهتزازتان متعامدتان متساويتان في السعة وغير متفقتين في الطور. يوضح شكل (2) طريقة مألوفة لتصور هذه الاهتزازات، حيث يمثل الجزءان (a)، (b) المركبتين المستقطبتين استقطاباً استوائياً، ويمثل الجزء (c) المركبتين معاً في حزمة غير مستقطبة. تمثل النقط الاهتزازات في المستوى العمودي على الورقة، وتمثل الأسهم المزدوجة الرأس الاهتزازات الواقعة في مستوى الورقة.

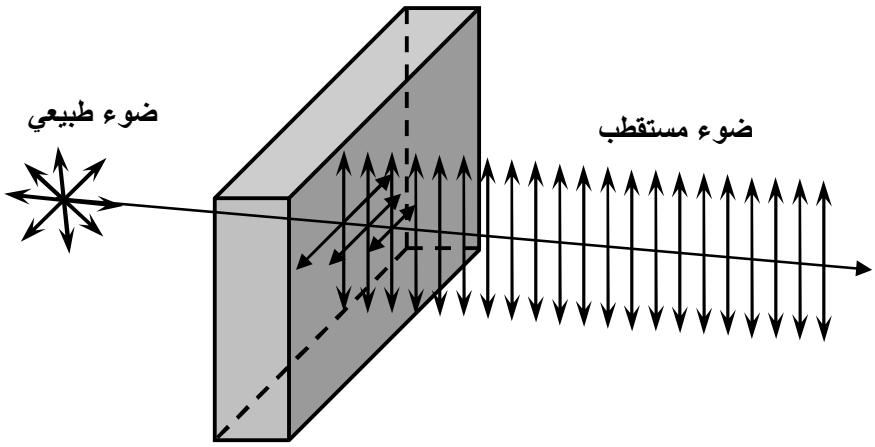


شكل (2): التمثيل التصويري لحزمتين ضوئيتين إحداهما مستقطبة والأخرى غير مستقطبة.

2. تتميز بعض المواد (مثل بلورة التورمالين) ذات التركيب الجزيئي الطويل بخاصية امتصاص احدي مركبتي الضوء العادي أكبر من امتصاصها للأخرى. اشرح هذه العبارة مع الاستعانة بالرسم.

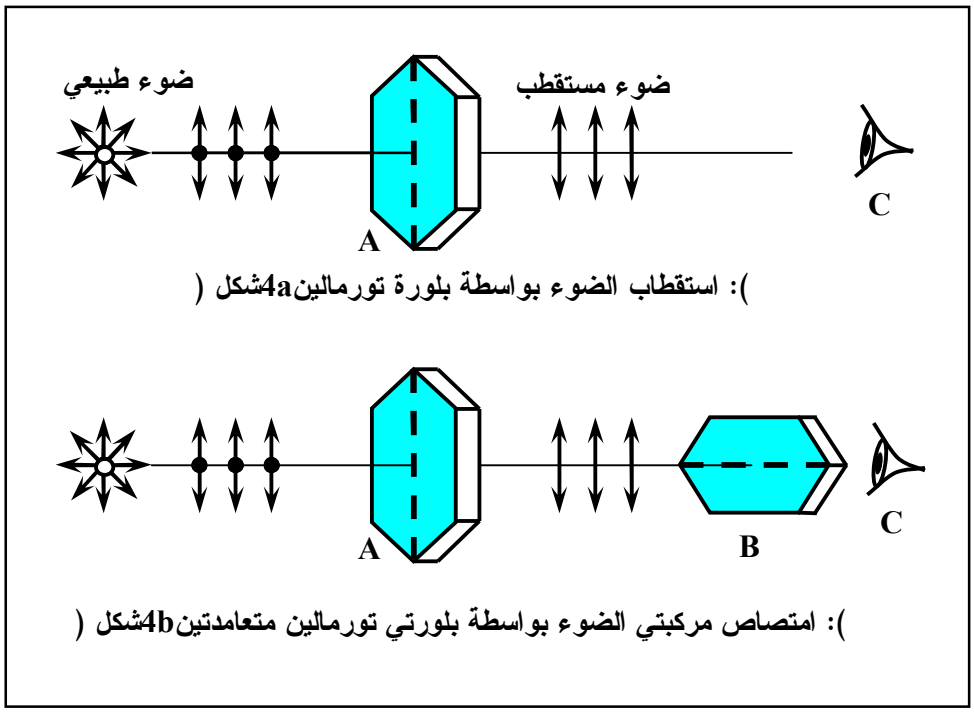
---------- **Solution** ----------

تتميز بعض المواد ذات التركيب الجزيئي الطويل بخاصية امتصاص إحدى مركبتي الضوء العادي أكبر من امتصاصها للأخرى. ومن هذه الأنواع بلورة التورمالين. ولهذه المواد محوراً ضوئياً يسمح بنفاذ المركبة الموازية له بأقل امتصاص بينما المتعامدة عليه تمتص امتصاصاً كلياً كما في شكل (3).



شكل (3): تسمح بلورة التورمالين للمركبة الرأسية فقط بالنفاذ بينما تمتص المركبة الأفقية

فعند وضع مصدر ضوئي أمام البلورة المثبتة عند النقطة A ونظرنا عند نقطة مثل C كما في شكل (4a) فإننا نلاحظ تكون الضوء بلون البلورة. وعند دوران البلورة حول محورها فإن شدة الاستضاءة الواصلة إلي النقطة C لا تتغير. أما إذا وضعنا بلورة تورمالين أخرى عند النقطة B وثبتنا وضع البلورة A وأدرنا البلورة B حول محورها فإننا نلاحظ تناقص شدة الاستضاءة إلى أن تنعدم تماماً عندما يتعامد محور البلورتان كما في الشكل (4b).



)): استقطاب الضوء بواسطة بلورة تورمالين4aشكل (

)): امتصاص مركبتي الضوء بواسطة بلورتي تورمالين متعامدتين4bشكل (

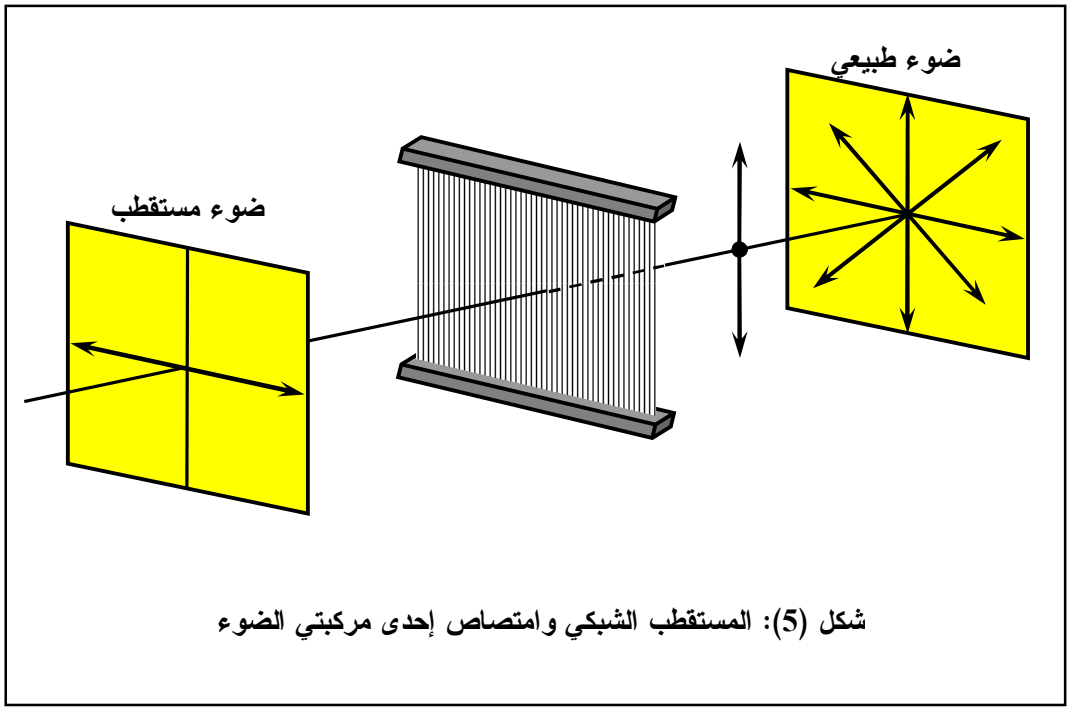
ويسمى اللوح (A) الذي أمكن بواسطته الحصول على ضوء مستقطب بالمستقطب Polarizer ويسمى اللوح (B) الذي أمكن بواسطته الكشف عن الضوء المستقطب بالمحلل Analyzer.

3. اشرح بالتفصيل مع الاستعانة بالرسم احدي الطرق المستخدمة في عمليـــة استقطاب الضوء.

---------- Solution ----------

من أكثر الاهتمامات العملية في هذه الأيام هي أجهزة المستقطب ذو الشبكة السلكية المبين في شكل (5). فعند سقوط شعاع غير مستقطب على مجموعة متقاربة من الأسلاك الرفيعة جداً وجيدة التوصيل الكهربي فإن مركبة الضوء

الموازية للأسلاك تولد الكترونات في هذه الأسلاك عندما تسقط عليها. وحيث أن مركبتي الضوء عبارة عن موجة كهرومغناطيسية فإن حركة الالكترونات التي تنشأ في السلك تأخذ شكل حركة الكترونات التيار المتردد. وتشع هذه الكترونات أثناء حركتها موجة عكسية (تبعاً لقاعدة لنز) تعمل على أضعاف المركبة الرأسية للضوء العادي. وبناءاً على ذلك فإن الشعاع النافذ يكون ذا إستقطاب خطى عمودي على الأسلاك.

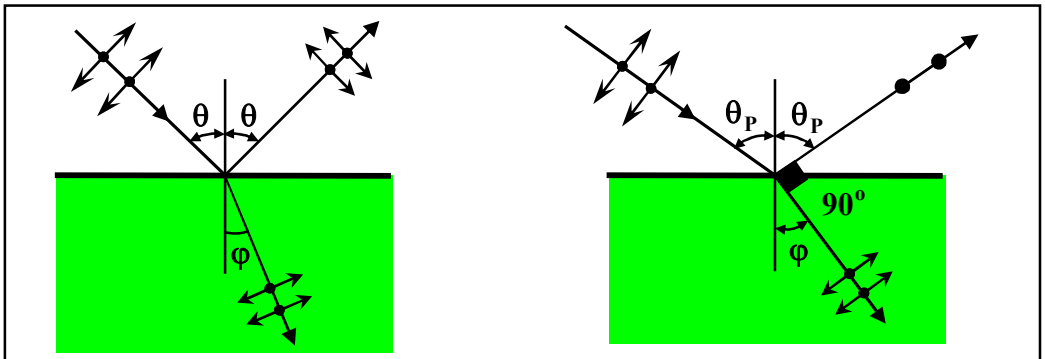


شكل (5): المستقطب الشبكي وامتصاص إحدى مركبتي الضوء

4. أكتب فكرة مبسطة عن استقطاب الضوء بالانعكاس مع ذكر قانون بروستر

---------- Solution ----------

عندما يسقط شعاع ضوئي على سطح عاكس بزاوية سقوط معينة، فإن الضوء المنعكس يكون مستقطباً استقطاباً استوائياً تاماً. وتعرف زاوية السقوط هذه بزاوية الاستقطاب θ_P. وقد لاحظ بروستر أنه عندما يكون استقطاب الشعاع المنعكس تاماً يكون الشعاع المنكسر داخل الزجاج عمودياً على الشعاع المنعكس كما في شكل (6). وعند الزاوية $\theta = \theta_P$ فإن معامل الانكسار



شكل (6): الشعاع المنعكس يكون مستقطباً استقطاباً تاماً عند $\theta = \theta_P$

$$\mu = \frac{\sin\theta_P}{\sin\varphi} \qquad (1)$$

من الشكل نجد أن $\theta_P + 90^o + \varphi = 180^o$ أي أن $\varphi = 90^o - \theta_P$ وبالتالي فإن $\sin\varphi = \sin(90^o - \theta_P) = \cos\theta_P$ بالتعويض في المعادلة (1) نجد أن

$$\boxed{\mu = \tan\theta_P} \qquad (2)$$

وتعرف هذه المعادلة **بقانون بروستر**. ويتبين منها أنه بمعرفة زاوية الاستقطاب يمكننا تعيين معامل الانكسار μ بتطبيق قانون بروستر.