

# Aplikovaná optika I: příklady k procvičení celku Polarizace

Jana Jurmanová

# Polarizace

1. Charakterizujte lineárně polarizovanou vlnu. Má přirozené světlo vlastnosti polarizovaného vlnění? Zdůvodněte!
2. Popište alespoň tři způsoby, jak získat lineárně polarizované světlo. Jak se přesvědčíme, že získané světlo je lineárně polarizované?
3. Pozorujte zdroj bílého světla přes dvojici polarizačních filtrů, filtry vzájemně otáčejte, popište a vysvětlete výsledky pozorování. Oba filtry dejte do takové polohy, že jejich směry propustnosti jsou vzájemně kolmé. Vložte mezi tyto dva filtry třetí filtr. Popište a vysvětlete výsledek experimentu.
4. Definujte mezní úhel a Brewsterův úhel.

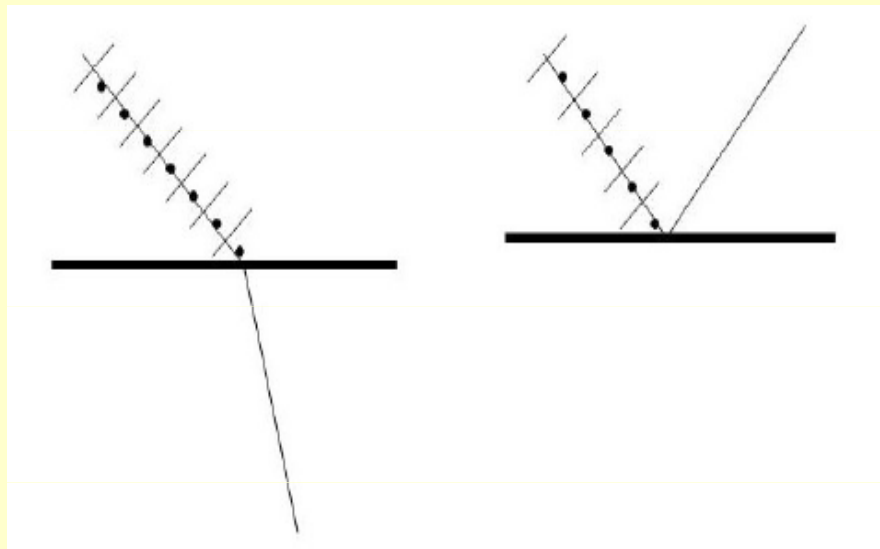
5. Polarizační úhel pro vodu je  $53^\circ$ . Určete index lomu vody vzhledem ke vzduchu.

[1.32]

6. Úhel úplné polarizace pro nepruhledný email je  $58^\circ$ . Jaký je index lomu emailu?

[1.61]

- Doplňte obrázek tak, abyste v jeho levé části znázornili jev polarizace lomem a v pravé části jev polarizace odrazem.



8. Určete Brewsterův úhel pro rozhraní vzduch a a) voda o indexu lomu  $n=1,33$  b) sklo s indexem lomu  $n=1,6$  c) diamant s indexem lomu  $n=2,4$ . Určete pro tato rozhraní i úhel lomeného paprsku. Spočítejte pro tato rozhraní i mezní úhly. Nakreslete obrázky, které znázorňují chod paprsku při dopadu pod mezním a pod Brewsterovým úhlem.

*[Brewsterův úhel  $\text{tg } \alpha_B = n$ ,  
paprsek lomený je kolmý na paprsek  
odražený; mezní úhel  $\sin \alpha_m = 1/n$ ,*

*paprsek lomený se šíří rovnoběžně s rozhraním;*

- a)  $\alpha_B = 53^\circ 40'$ ,  $\beta = 90^\circ - \alpha_B = 36^\circ 56'$ ,  $\alpha_m = 48^\circ 45'$ , b)  $\alpha_B = 58^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ - \alpha_B = 32^\circ$ ,  $\alpha_m = 38^\circ 41'$ , c)  $\alpha_B = 67^\circ 23'$ ,  $\beta = 90^\circ - \alpha_B = 22^\circ 37'$ ,  $\alpha_m = 24^\circ 37'$ ]

9. Na stěnu islandského vápence dopadá kolmo světelný paprsek a) dokonale polarizovaného světla b) částečně polarizovaného světla c) nepolarizovaného světla. Kolik paprsků vyjde z krystalu a jakých? Co se stane, budeme-li krystalem otáčet?

10. Kolmo na optickou osu krystalu islandského vápence dopadá paprsek o vlnové délce  $\lambda = 0.55\mu\text{m}$ . Vypočtete délku vlny řádného a mimořádného paprsku, je-li index lomu  $n_o = 1,66$  pro řádný paprsek a  $n_e = 1,49$  pro mimořádný paprsek. Jakou rychlostí se šíří v krystalu paprsek řádný a jakou mimořádný?

$$[v_o = 1,81 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}, \lambda_o = 0,33\mu\text{m}, v_e = 2,01 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}, \lambda_e = 0,37\mu\text{m}]$$

11. Jaký úhel má svírat optická osa polyethylenové folie s analyzátozem a polarizátorem, aby interference v bílém světle byla nejlépe viditelná? Necht' je analyzátor rovnoběžný s polarizátorem a folie s nimi svírá onen optimální úhel. Jaká je tloušťka folie, jeví-li se nám modrá ( $\lambda = 400\text{nm}$ ) a je-li rozdíl indexu lomu řádného a mimořádného paprsku v polyethylenové folii 0,001? Jakou barvu bude mít tato folie, je-li analyzátor kolmý na polarizátor a směr optické osy fólie vůči polarizátoru se nezmění?

$$[\alpha_{opt-p} = 45^\circ, \alpha_{opt-a} = \pm 45^\circ \text{ (polarizátory rovnoběžné či zkřížené)}; \\ d = m\lambda / (n_o - n_e), m \in \mathbb{N}, d = m \cdot 400\mu\text{m}, \text{ čili díky omezení} \\ \text{koherenční délkou } d = 400, 800, 1200, 1600\mu\text{m}; \text{ při zkřížení} \\ \text{bude barva doplňková}]$$

12. Za jakých podmínek dochází k dvojlomu látek? Vyjmenujte (kromě přirozené krystalické struktury) alespoň jednu další příčinu, proč se materiály stávají dvojlomnými.

## 12. Rozhodněte o pravdivosti následujících tvrzení:

- (a) Světlo je příčné elektromagnetické vlnění.
- (b) Podstatu polarizace odrazem a lomem dokážeme vysvětlit i za předpokladu, že světlo je vlnění podélné.
- (c) Dopadá-li světlo na rozhraní pod mezním úhlem, totálně se odráží jako lineárně polarizované.
- (d) Dopadá-li světlo na dielektrické rozhraní pod Brewsterovým úhlem, je odražené světlo lineárně polarizované.
- (e) Při polarizaci odrazem jsou odražený a lomený paprsek vždy vzájemně kolmé. (f) Při polarizaci odrazem jsou odražený a lomený paprsek vzájemně kolmé pouze tehdy, je-li úhel dopadu roven Brewsterovu úhlu.
- (g) Při dopadu pod Brewsterovým úhlem na jediné rozhraní je odražený paprsek úplně polarizován a lomený paprsek je také úplně polarizován, ale ve směru kolmém na odražený.
- (h) Při dopadu pod Brewsterovým úhlem na radu rozhraní je každý odražený paprsek úplně polarizován a lomený paprsek je částečně polarizován ve směru kolmém na odražený, přičemž stupeň jeho polarizace závisí na tom, kolika rozhraními prošel.
- (i) Světlo vzniklé fluorescencí je stejně jako světlo vzniklé rozptylem lineárně polarizované.
- (j) Světlo vzniklé rozptylem je lineárně polarizované, a lze tedy s jeho pomocí určit směr propustnosti polaroidu.
- (k) Světlo laseru je vždy lineárně polarizované.