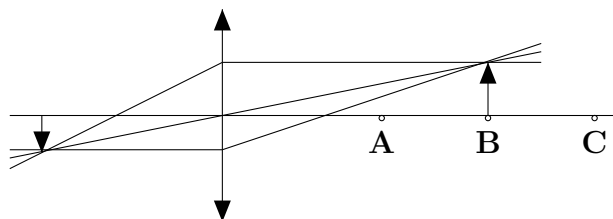


1 Trestné příklady z optiky

1.1 Keplerův dalekohled

[1 bod]

Máme spojku v konfiguraci na obrázku

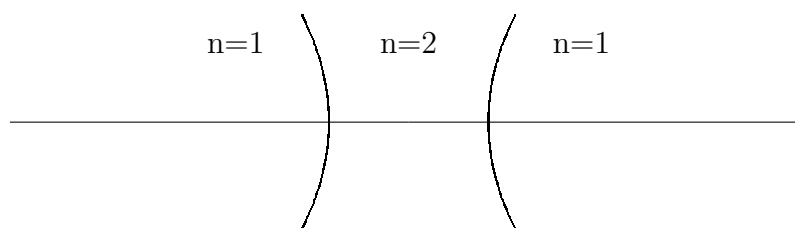


Do bodu **A** vložíme rozptylku a do bodu **C** vložíme stínítko. Jaká musí být ohnisková vzdálenost rozptylky, abychom viděli na stínítku ostrý obraz? Jaká bude velikost obrazu, když velikost obrazu spojky je rovna y ?

1.2 Tlustá rozptylka

[1 bod]

Paprsek se šíří z bodu ležícího na optické ose systému (viz. obrázek) a dopadá zleva na lámavou plochu. Bod je od lámavé plochy vzdálen 4 m, jedna lámavá plocha má poloměr křivosti 2 m, druhá -2 m, prostředí nalevo a napravo má index lomu 1 a prostředí mezi lámavými plochami má index lomu 2. Jaká musí být vzdálenost mezi lámavými plochami, aby paprsek protínal optickou osu stejně daleko napravo i nalevo od lámavé plochy?



1.3 Vlnová rovnice

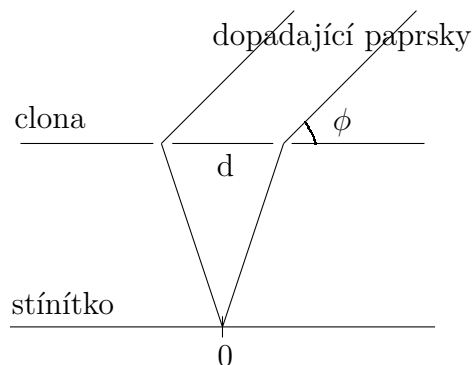
[1 bod]

Napište a okomentujte rovnici rovinné a kulové elektromagnetické vlny a ověřte, že obě dvě splňují vlnovou rovnici, kterou odvodíte z Maxwellových rovnic.

1.4 Nakloněný Youngův pokus

[1 bod]

Máme Youngův pokus v takovéto konfiguraci

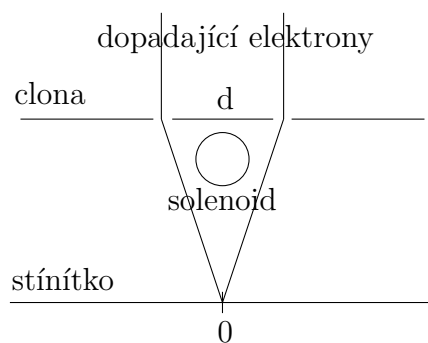


Jaký musí být úhel ϕ dopadu paprsků na clonu se štěrbinami, abychom viděli v bodě 0 třetí interferenční minimum? Vlnová délka světla je λ a vzdálenost mezi štěrbinami je d .

1.5 Aharon-Bohmův experiment

[3 body]

Máme starý dobrý Youngův pokus, jenom teď nedopadají na clonu fotony ale elektrony. Proud elektronů budeme stejně jako dříve u proudu fotonů považovat za koherentní, tedy že při dopadu na clonu mají všechny elektrony stejnou fázi, podstatná změna je, že elektrony jsou nabitě částice. Aby se tato podstatná změna projevila, je navíc mezi štěrbinami umístěn solenoid, tj. dlouhá tenká cívka, která má na své ose magnetickou indukci \mathbf{B} , mimo cívku je ale magnetické pole nulové.



Jaké musí být pole uvnitř cívky, abychom v bodě 0 viděli třetí interferenční minimum, pokud je deBroglieova vlnová délka dopadajících elektronů rovna λ ?

1.6 Difrakce na čtvercovém otvoru

[2 body]

Ve cloně je jeden čtvercový otvor o hraně a (u Youngova pokusu byly otvory bodové). Vypočítejte závislost intenzity $I = E \cdot E^*$ světla dopadajícího na stínítko na poloze X, Y na stínítku. Malá nápověda: je třeba se podívat na příklad ze cvičení s difrakcí a spočítat jeden integrál.

2 Trestné příklady z kvantovky

2.1 Comptonův rozptyl

[1 bod]

Odvoďte vzorec pro vlnovou délku rozptýlených fotonů.

2.2 Dvourozměrný hamiltonián

[1 bod]

Je dán Hamiltonián

$$H = A \cdot \nabla_x + B \cdot \nabla_y \quad (1)$$

kde A a B jsou známé konstanty a $\nabla_x = \frac{\partial}{\partial x}$. Jsou také dány okrajové podmínky

$$\psi(x=0, y=0) = 1 \quad (2)$$

$$\nabla_x \psi(x=0, y=0) = n^2 \quad (3)$$

$$\nabla_y \psi(x=0, y=0) = n \quad (4)$$

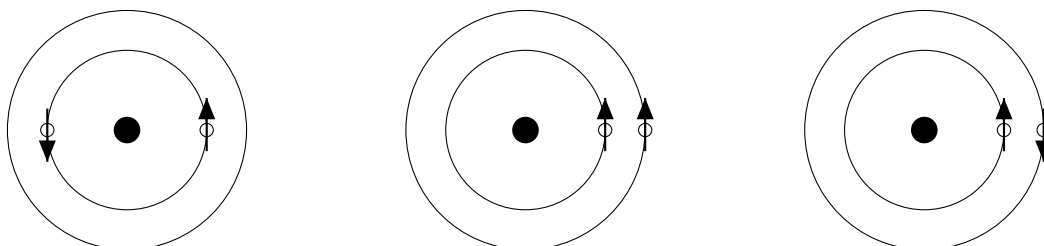
Pokud je n kvantové číslo pro energiové hladiny, najděte energiový přechod při němž se vyzáří světlo s největší frekvencí.

2.3 Helium v magnetickém poli

[1 bod]

Vlevo na obrázku je nakreslen atom He v základním stavu, kdy jsou oba elektrony na první energiové hladině a mají opačný spin, tj. průmět spinového magnetického momentu do směru zvolené souřadnicové osy je opačný. Uprostřed a vpravo na obrázku jsou nakresleny atomy Helia v prvním excitovaném stavu, tj. kdy jeden elektron je stále na první energiové hladině,

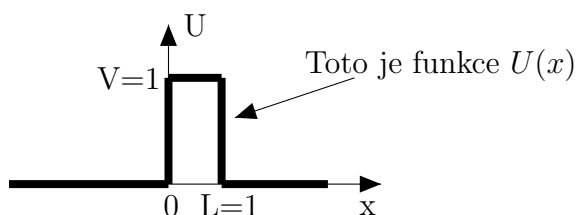
zatímco druhý je na druhé energiové hladině. Otázka je, zda je v magnetickém poli výhodnější, aby měl excitovaný elektron spin ve směru magnetického pole nebo proti směru magnetického pole. Jinak řečeno, který z těchto stavů má menší energii?



2.4 Průchod potenciálovým valem

[3 body]

Vypočítejte ze stacionární Schrödingerovy rovnice odrazivost a propustnost potenciálového valu (viz. obr.). Odrazivost je poměr intenzity odražené a původní vlny a propustnost je poměr intenzity prošlé a původní vlny. Intenzita je dána kvadrátem vlnové funkce. Hamiltonán je tentokrát fyzikální,



tj. má kinetickou a potenciálovou složku.

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla_x^2 + U(x) \quad (5)$$

2.5 Rozlišení fotoelektrického jevu

[2 body]

Fotoelektrický jev se často využívá pro pozorování nízkých energiových hladin, tj. těch, které jsou hluboko pod Fermiho mezí. Z takové hladiny se fotonem vyrazí elektron jehož energie je dána vztahem

$$E = h\nu - \phi - E_B \quad (6)$$

kde ν je frekvence dopadajícího fotonu, ϕ je výstupní práce a E_B (Binding Energy) je energie náležející zkoumané energiové hladině. Jaká musí být hybnost dopadajícího fotonu, aby mohl vyrazit elektron na energiové hladině, a zároveň, aby byla výsledná energie E vyraženého elektronu co nejpřesněji změřena, tj. aby bylo ΔE co nejmenší?