

Zadania 1. kola zimnej časti

Termín odoslania 11. 01. 2021

1.1 Odporná kocka

9 bodov

Majme n -rozmernú kocku takú, že každá hrana je tvorená rezistorom s odporom R . Aký je odpor medzi jej protilahlými vrcholmi?

1.2 Naozajstný magnetický monopol?

9 bodov

Táto úloha sa skladá z dvoch nezávislých častí o magnetických monopóloch. Magnetické monopóly sú hypotetické náboje magnetického pola, ktoré vytvárajú radiálne magnetické pole popísané rovnicou:

$$B = \frac{\mu}{4\pi} \frac{q_m}{r^2},$$

kde q_m je tzv. magnetický náboj. Toto pole vyzerá podobne ako elektrické pole bodového elektrického náboja. V súčasnosti prebieha veľa experimentov, ktoré hľadajú magnetické monopóly vo vesmíre. Aj keď zatiaľ neboli úspešné, stále môžeme skúmať exotickú fyziku, ktorú magnetické monopóly vytvárajú.

Prvá časť Maťo sa dal na experimentálnu fyziku a pokúsil sa o zdanlivo nemožné – umelo vytvoriť pole magnetického monopólu z pomôcok v laboratóriu. Konkrétne mal k dispozícii zdroje prúdu a kusy drôtu, ktoré vedel stáčať do cievok. Aj keď Maxwellove rovnice (konkrétne Gaussov zákon pre magnetizmus) mu takýto výtvar zakazujú, Maťovi stačí, aby pole tak vyzeralo aspoň vo veľkej časti priestoru. Navrhnite, ako ho Maťo vytvorí. Na experimentálne nedokonalosti nemusíte brať ohľad, ale pridajte diskusiu o tom, ako by v realite zmenili výsledné pole.

Poznámka: Ak by sme vo vesmíre našli skutočný magnetický monopol, Gaussov zákon pre magnetizmus by musel byť prepísaný. Túto časť úlohy však riešte tak, akoby magnetické monopóly neexistovali.

Druhá časť Peťo do vloží do pola zafixovaného magnetického monopólu mobilný elektrický náboj q . Ukážte, že jeho orbitálny moment hybnosti \vec{L} sa nezachováva.

Dá sa však zdefinovať nová kvantita $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$, ktorá sa zachováva. Zistite aké musí byť \vec{S} . Potom, iba na základe zachovania \vec{J} nájdite množinu bodov, po ktorých sa môže pohybovať mobilný elektrický náboj.

Hint: Pomocť môže rozpísanie nasledujúceho výrazu: $\frac{d}{dt} \left(\frac{\vec{r}}{|\vec{r}|} \right)$.

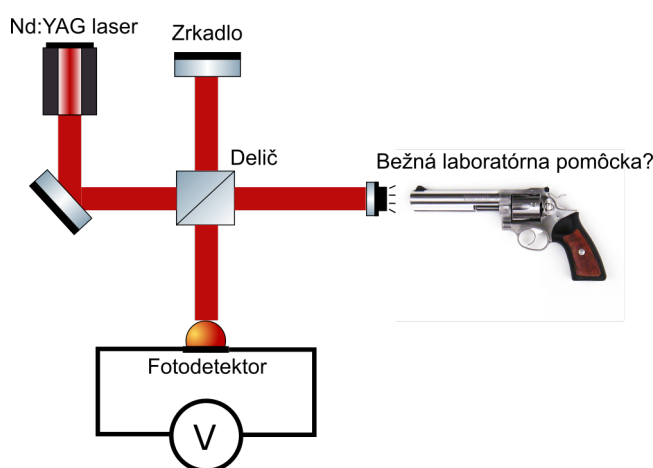
1.3 Rýchla strela

9 bodov

Jerguš si počas práce v laboratóriu všimol experimentálnu zostavu ako na obrázku 1.

Keďže sa fyzikom nestáva často že nájdú v laboratóriu strelnú zbraň, zostava ho veľmi zaujala. Všimol si hlavné komponenty ako napríklad frekvenčne násobený Nd:YAG laser ($\lambda = 532 \text{ nm}$), fotodetektor, ktorý má na výstupe napätie lineárne proporcionálne intenzite svetla, ktoré naň dopadá, alebo delič svetla. Pri riadnom prezrení zbrane si tiež všimol, že jej guľky majú vpredu ploché strieborné zrkadlo.

1. Vysvetlite, ako by sa dala použiť takáto experimentálna zostava. Použitie taktiež podložte výpočtami a teóriou, aby ste vedeli merané dáta kvantitatívne interpretovať.
2. Na [tejto stránke](#)¹ môžete nájsť skutočné namerané dáta z experimentu. V súbore nájdete sériu napätí meraných na fotodetektore v rôznych časoch. Analyzujte tieto dáta a popíšte, čo ste z nich zistili, čo vám nesedí a ako by ste celú situáciu vylepšili. (*Hint*: Numerická Fourierova transformácia vám dokáže analýzu spresniť a zrýchliť.)



Obrázok 1: Experimentálna zostava

¹https://fks.page.link/fx_rychla_strela_data