Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 48. ročníku FO kategorie A

1. Fotony

Vysokotlaká sodíková výbojka o příkonu 400 W vyzařuje žluté monofrekvenční světlo o vlnové délce 590 nm a celkovém světelném toku 52 000 lm. Při světelné účinnosti 520 lm/W je tedy zářivý tok žlutého světla výbojky $\Phi_e = 100$ W. Budeme předpokládat, že výbojka je vyrobena jako všesměrový zdroj, jehož zářivost je ve všech směrech stejná.

a) Určete počet N_1 fotonů žlutého světla vyzářených výbojkou za jednu sekundu.

b) Určete počet N_2 fotonů žlutého světla z výbojky, které dopadnou do zornice oka pozorovatele, který se dívá v noci na výbojku ze vzdálenosti $d = 1$ km. Průměr zornice při nočním vidění je $D = 7{,}0$ mm. Pohlcování a rozptyl světla atmosférou zanedbejte.

c) Určete, v jaké vzdálenosti d' od Země by se musel nacházet pozorovatel, aby za jasné noci dopadl do jeho zornice za jednu sekundu průměrně jeden foton žlutého světla z výbojky.

Planckova konstanta $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ J · s.

2. Tlak plynu

Do nádoby o objemu 1,00 l byl vložen 1,00 g hydridu uranu UH_3. Nádoba byla uzavřena a po vyčerpání vzduchu zahřáta na teplotu 400 °C. Při této teplotě se hydrid uranu zcela rozložil na uran a vodík.

a) Napište rovnici reakce, která v nádobě proběhla, a určete látkové množství vyloučeného vodíku.

b) Určete tlak vodíku v nádobě při teplotě nádoby 400 °C a po ochlazení na teplotu laboratoře 20 °C.

Relativní atomová hmotnost uranu je 238,03, vodíku 1,008. Teplotní roztažnost nádoby zanedbejte.

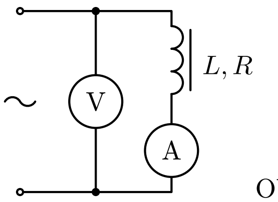
3. Cívka

Po připojení cívky ke zdroji harmonického střídavého napětí o frekvenci f a efektivní hodnotě svorkového napětí U procházel obvodem proud o efektivní hodnotě I_1 (obr. 1a). Zapojením kondenzátoru o kapacitě C sériově s cívkou se při stejném svorkovém napětí efektivní hodnota proudu změnila na I_2 (obr. 1b).

a) Určete indukčnost L ideální cívky a rezistanci R ideálního rezistoru, jejichž sériovým spojením bychom mohli danou skutečnou cívku nahradit.

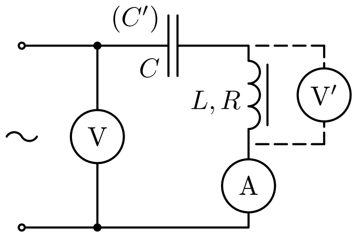
b) Jakou kapacitu C' by musel mit kondenzátor, aby obvodem při daném svorkovém napětí procházel maximální proud? Určete jeho efektivní hodnotu I' a efektivní hodnotu U' napětí, které bychom v tomto případě naměřili na samotné cívce.

Řešte pro hodnoty $f = 50$ Hz, $U = 20$ V, $I_1 = 250$ mA, $C = 16$ μF a $I_2 = 165$ mA. Měřicí přístroje považujte za ideální.



Obr. 1a

Obr. 1b



4. Setrvačník

Setrvačník s momentem setrvačnosti J poháněný motorem se rozbíhá tak, že až do dosažení maximální frekvence otáčení je závislost úhlu otočení na čase dána rovnicí

$$\varphi(t) = At^2 - Bt^3 \,,$$

kde A, B jsou kladné konstanty. Po dosažení maximální frekvence je pohon odpojen.

a) Určete počet N otáček vykonaných setrvačníkem během rozbíhání.

b) Určete maximální okamžitý výkon P_{max} motoru a čas t_{m}, v němž motor tohoto výkonu dosáhl.

Tření v ložiskách a odpor okolního vzduchu zanedbáváme.