Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 50. ročníku FO kategorie A

1. Kosmická stanice

Kosmická stanice s mezinárodní posádkou se pohybuje kolem Země po trajektorii tvaru kružnice tak, že prochází nad severním a nad jižním zeměpisným pólem. Přelet od pólu k pólu trvá přesně 60,00 minut.

a) Určete, v jaké výšce nad povrchem Země prolétá kosmická loď nad severním pólem.

b) Určete, jakou rychlostí se kosmická loď pohybuje vzhledem ke vztažné soustavě spojené s osou zemské rotace a orientované ke hvězdám.

c) Kosmická loď prolétla nad severním pólem přesně v 24:00:00 h UT (Universal Time, greenwichský čas) směrem nultého poledníku. Určete, kdy loď během následujícího obletu prolétla nad rovníkem a určete zeměpisnou délku míst, kde se tak stalo.

d) Určete, kolik procent povrchu Země může kosmonaut pověřený jeho sledováním naráz pozorovat. Jaká je největší vzdálenost dvou míst na povrchu Země (měřeno po zemském povrchu), která je možno současně pozorovat z kosmické lodě?

Hmotnost Země je $M = 6,00 \cdot 10^{24}$ kg, hmotnost kosmické lodě $m \ll M$, rovníkový poloměr Země je 6 378 km, polární poloměr 6 357 km, gravitační konstanta $\varkappa = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot kg^{-2} \cdot m^2}$. Doba rotace Země kolem osy je 23 h 56 min 04 s. V úloze d) modelujte Zemi jako kouli o poloměru 6 370 km.

2. Elektrický obvod s třemi zdroji

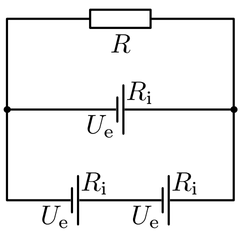
Tři články, každý s elektromotorickým napětím U_e a s vnitřním odporem R_i, a rezistor o odporu R jsou zapojeny podle schématu na obr. 1.

a) Určete napětí U na rezistoru.

b) Určete podmínku pro odpor R rezistoru, aby každým zdrojem procházel proud souhlasně s jeho polaritou.

c) Určete odpor R' rezistoru, při němž je jeho příkon maximální, a tento maximální příkon P_max.

d) Určete odpor R'' rezistoru, při němž je účinnost elektrického obvodu maximální, a tuto maximální účinnost η_max.



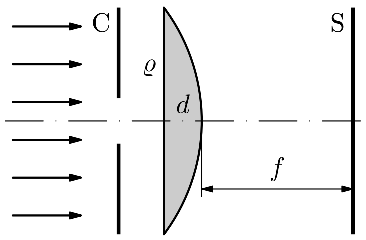
Obr. 1

3. Kondenzorová čočka

Ploskovypuklou čočku, která má uprostřed tloušťku $d = 20{,}0$ mm, poloměr obvodové kružnice $\varrho = 80$ mm a je vyrobena ze skla o indexu lomu $n = 1{,}52$, osvětlíme ze strany rovinné plochy svazkem paprsků rovnoběžných s optickou osou (obr. 2).

a) Pomocí clony C propustíme nejprve úzký svazek paprsků v těsné blízkosti optické osy a za čočku umístíme kolmo k optické ose stínítko. Jaká musí být jeho vzdálenost f od čočky, aby světelná skvrna vytvořená dopadajícími paprsky byla co nejmenší?

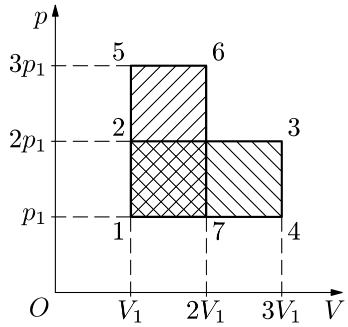
b) Jaký poloměr ϱ_1 bude mít osvětlená plocha na stínítku, jestliže clonu odstraníme, aniž bychom změnili polohu stínítka?



Obr. 2

4. Porovnání účinnosti dvou kruhových dějů

Dva kruhové děje zobrazené v diagramu $p - V$ na obr. 3 obdélníky 12341 a 15671 proběhly v ideálním plynu s dvouatomovými molekulami. Určete poměr η_1/η_2 jejich účinností. Vnitřní energie n molů ideálního plynu s dvouatomovými molekulami je $\frac{5}{2}nRT$.



Obr. 3