

**20. ročník, úloha V. 2 ... kapitán Kork opět zasahuje** (4 body; průměr 2,53; řešilo 19 studentů)

Deník kapitána Korka: „Hvězdný čas 51824,2. Budoucnost hvězdné flotily je znovu ohrožena. Romulani se nás pokoušejí zničit. Zaútočila na nás jejich nová bitevní loď typu Karusel s laserovým otáčivým dělem. Doktor Spok rozhodl, že není možno se s nimi utkat a musíme zaujmout výhodnější postavení co nejdále od nepřítele. Náš palubní vědecký pracovník bohužel ale zrovna spí a my ho nechceme budit. Jsme zřejmě odsouzeni k záhubě...“

Poradte kapitánovi, jaký manévr má provést, aby unikl jisté zkáze. Hvězdná loď Enterprise má tvar koule o poloměru  $R$ , na začátku je ve vzdálenosti  $r_0$ . Dělo Karuselu se otáčí úhlovou rychlostí  $\omega$  a střílí vždy do míst, kde jeho laserový senzor zjistí přítomnost Enterprise. Jakou nejmenší rychlostí se může Enterprise pohybovat, aby Karuselu ještě unikla?

*Úloha z hlavy Jardy Trnky. Volné pokračování úlohy III.4 ze 17. ročníku.*

Kapitán zrovna dokončil záznam v deníku, když vtom vešel doktor Spok.

*Kapitáne, naše situace je kritická.*

*Spoku! Přemýšlel jsem nad tím. Nemůžeme jen tak čekat, až nás Romulani odstřelí. Musíme něco vymyslet! Někjaký mazaný manévr.*

*To je logické. Jenže jaký? To nám počítač nepoví.*

*Hm... Vzpomínáš si na léta v akademii? To jsme těch akrobatických manévrů propočítali. Ještě teď mám hrůzu z těch integrálů. Pojď, zkusíme to vypočítat.*

*Fascinující nápad.*

\*\*\*

Jak to vyřešili Spok s Korkem? Že se jim to podařilo, není pochyb, ale zkusme se na to podívat také sami, abychom se pocvičili v nelehké kinematice, i když si o matematických a fyzikálních dovednostech absolventů Hvězdné akademie můžeme samozřejmě nechat jen zdát.

Senzory Enterprise našťastí zachytily Karusel v nemalé vzdálenosti, takže  $r_0$  je mnohem větší než velikost lodi  $R$ . Senzory také zjistily, že dělo Karuselu se rychle otáčí a má zároveň laserový senzor otáčející se s dělem. Kdykoliv laserový paprsek dopadne na plochu k němu kolmou, odrazí se a šíří se zpět k detektoru Karuselu. Detektor se neotáčí, ale sbírá signály ze všech směrů a pak poví dělu, kam má střílet. Signál se zpět na Karusel dostane za dobu

$$t_1 = \frac{r_0}{c}.$$

Rozebereme nejdříve poněkud defenzivní taktiku, kdy se Enterprise bude pohybovat po kružnici ve vzdálenosti  $r_0$  od Karuselu. Jakmile Karusel dostane signál, počká, až se dělo natočí do směru, ze kterého signál přišel, a vypálí. Toto natočení trvá dobu

$$t_2 = \frac{2\pi - \{\omega \cdot 2t_1\}}{\omega},$$

kde složené závorky znamenají podstatnou část z úhlu natočení, tedy úhel z intervalu  $[0, 2\pi)$ . V dalším okamžiku Karusel střílí laserovým dělem a míří na místo, kde byla Enterprise pozorována. Laserové torpédo dosáhne onoho místa za dobu

$$t_3 = \frac{r_0}{c}.$$

Jak se nejjednodušeji vyhnout zásahu? Stačí, když se Enterprise posune o vzdálenost  $R$ . Bude to těžký manévr, ale nic jiného jí nezbývá. K tomu má k dispozici čas  $t_1 + t_2 + t_3$ ; pokud se má Enterprise vyhnout této strašlivé zbrani, musí se pohybovat po kružnici kolem Karuselu nejmenší rychlostí

$$v_{\min} = \frac{R}{t_1 + t_2 + t_3} = c \cdot \left[ \frac{2r_0}{R} + \frac{c}{\omega R} \cdot \left( 2\pi - \left\{ \frac{2\omega r_0}{c} \right\} \right) \right]^{-1}.$$

Enterprise se tedy dostane o malý kousek dál a za chvíli se celá akce opakuje. Pokud ale Enterprise zabere i ve směru od Karuselu (libovolně malou rychlostí), začne se po spirále vzdalovat, čímž se bude zmenšovat i rychlost  $v_{\min}$ , jak jistě vidíte. Postupně se tak Enterprise dostane do bezpečné vzdálenosti od Karuselu.

\*\*\*

*Připravte se na manévr! Všichni na svá bojová stanoviště! Spoku, zadal jste manévr do počítače?*

*Manévr zadán a propočten.*

*Tak tedy vpřed!*

A tak byla hvězdná loď Enterprise i s posádkou zase jednou zachráněna. Aby se opět odvážně a neohroženě mohla vydat tam, kam se dosud nikdo nevydal...

**Ján Lalinský**

jano@fykos.mff.cuni.cz