

## 33. Mezinárodní fyzikální olympiáda – Bali (Indonésie)

Ivo Volf\*, Bohumil Vybíral\*\*, ÚV FO, Univerzita Hradec Králové

Zatímco většina středoškolských studentů byla ponořena do prázdninových radovánek, věnovali budoucí účastníci svůj volný čas přípravě na mezinárodní fyzikální soutěž. Od druhé poloviny dubna to byl korespondenční seminář (pět dopisů, v každém pět úloh teoretických a jedna praktická – nacházejí se nyní na webovské stránce fyzikální olympiády), řešení 150 obtížnějších problémů ze Sbírky úloh pro přípravu na MFO. Nato následovalo 12 dní přípravného soustředění – každý den dopoledne řešení teoretických úloh a připomenutí fyzikálního učiva a odpoledne dvě laboratorní práce; večer pak zpracování protokolů. Teorie byla letos zaměřena na zopakování učiva fyziky ze 4. ročníku gymnázia (důvod zveřejníme za chvíli). Každý účastník si pak odnášel domů po soustředění 15 brožur z Knihovničky fyzikální olympiády, jež představují studijní texty FO za několik posledních let. A k tomu balíček xeroxů úloh z mezinárodních fyzikálních olympiád s jejich podrobnějším (a oficiálním) řešením. Práce bylo tedy dost a vedoucí i vybraní účastníci se těšili na odjezd.

Výběr účastníků 33. MFO nebyl lehký. Mezi vítězi celostátního kola FO, tedy v první desítce, byli 3 žáci maturujících ročníků, 6 žáků třetích ročníků a 1 žák druhého ročníku gymnázia. Spektrum účastníků zaplnilo prostor od Plzně po Frýdek-Místek. Jeden z maturantů byl vybrán do družstva na MMO, dva další se více věnovali přípravě na maturitní zkoušky. A tak v přípravě na 33. MFO zůstali zbývající, letos ještě nematurující soutěžící. Proto jsme se museli zaměřit nejen na problematiku experimentální přípravy, ale doplnit chybějící učivo z posledního ročníku středoškolské výuky fyziky. Výhodu to však má velikou – budou-li letošní účastníci 33. MFO na sobě dále pracovat, může družstvo České republiky, obsahující již „zkušené mezinárodní olympioniky“ dosáhnout na další MFO výraznějšího úspěchu.

Na základě různorodých složek přípravné činnosti pak bylo vybráno družstvo České republiky v následujícím složení:

1. **Miroslav Hejna**, žák gymnázia v Rychnově n.K.,
2. **Václav Cviček**, žák gymnázia ve Frýdku-Místku,
3. **Jan Prachař**, žák gymnázia v Rychnově n.K.,
4. **Alexandr Kazda**, žák gymnázia v Praze,
5. **David Mareček**, žák gymnázia v Plzni,
6. **Michal Bareš**, žák gymnázia v Plzni (náhradník, pro něhož byly vyřízeny formality, ale který neodjel).

Vedoucím delegace České republiky byl Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy jmenován Prof. RNDr. Ivo Volf, CSc., předseda ÚVFO, člen Mezinárodní Jury fyzikální olympiády a člen Advisory Committee of the President of International Physics Olympiad, vedoucím katedry fyziky Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové. Pedagogickým vedoucím byl jmenován Prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc., člen Mezinárodní Jury fyzikální olympiády, prorektor Univerzity Hradec Králové.

**33. mezinárodní fyzikální olympiádu uspořádalo Ministerstvo národního vzdělávání Indonéské republiky, Indonéská fyzikální společnost a soukromá Uni-**

\* ivo.volf@uhk.cz

\*\* bohumil.vybiral@uhk.cz











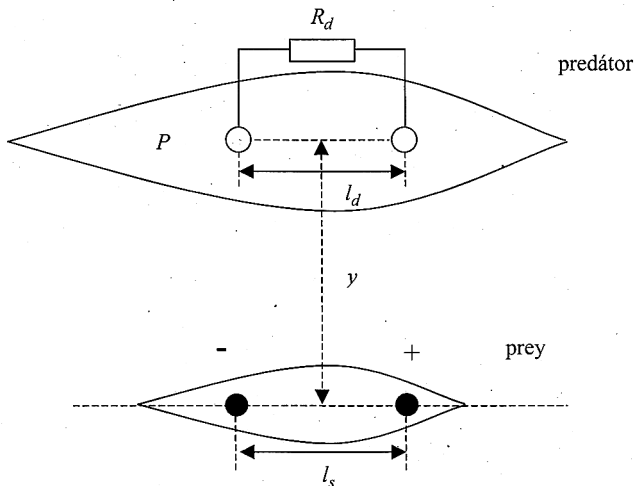
Výzva: Pokuste se vyřešit 2. teoretickou úlohu, obsahující problém z biofyziky.

### CITLIVOST NA ELEKTRICKÉ SIGNÁLY

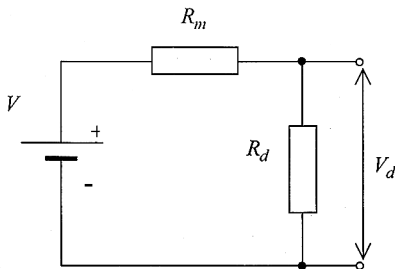
Někteří mořští živočichové mají schopnost objevovat jiné organismy na určitou vzdálenost díky elektrickým proudům, jež jsou vytvářeny těmito organismy při jejich dýchání nebo při procesech doprovázejících stahování svalů. Mořští lovci (*predátor*) využívají tohoto elektrického signálu k lokalizaci svých obětí (*prey*), dokonce i když jsou schováni pod pískem.

Fyzikální mechanismus vytvářející proud obětí a jeho detekce lovcem může být modelován tak, jak je popsáno na obr. 2-1. Proud vytvořený obětí protéká mezi dvěma body (respektive kuličkami) s kladným a záporným potenciálem v těle oběti. Vzdálenost mezi středy těchto dvou kuliček je  $l_s$ , jejich poloměr je  $r_s$ , který je mnohem menší než  $l_s$ . Měrný elektrický odpor mořské vody je  $\rho$ . Předpokládejte, že měrný elektrický odpor těla oběti je stejný jako obklopující ji mořské vody, z čehož vyplývá, že hranici mezi vodou a obětí na obrázku nemusíme uvažovat.

Abychom popsali detekci elektrického zdroje v oběti jejím lovcem, je detektor modelován podobně pomocí dvou kuliček v těle lovce. Lovec je v kontaktu s obklopující ho mořskou vodou a leží rovnoběžně s tělem oběti. Jsou ve vzdálenosti  $l_d$ . Každá kulička má poloměr  $r_d$ , který je mnohem menší než vzdálenost  $l_d$ . V tomto případě střed detektoru je místem ve vzdálenosti  $y$  nad zdrojem elektrického pole a spojnice obou koulí je rovnoběžná s elektrickým polem, jak je vidět na obr. 2-1. Obě vzdálenosti  $l_s$  a  $l_d$  jsou také mnohem menší než  $y$ . Intenzitu elektrického pole podél spojnice obou koulí považujeme za konstantní. Protože detektor tvoří uzavřený elektrický obvod, spojující oběť, obklopující vodu a lovce podle obr. 2-2.



Obr. 2-1: Model popisující detekci elektrického zdroje pocházejícího z oběti lovcem



Obr. 2-2

Na obrázku je  $V$  je potenciální rozdíl mezi kuličkami detektoru, vyvolaný elektrickým polem vytvořeným obětí,  $R_m$  je vnitřní odpor způsobený obklopující mořskou vodou. Dále  $V_d$  a  $R_d$  odpovídají potenciálnímu rozdílu a odporu mezi detekujícími kuličkami v těle lovce.

### Úlohy:

1. Určete vektor proudové hustoty  $\vec{j}$  (tj. proud dělený obsahem plochy) vyvolaný bodovým zdrojem proudu  $I_s$  ve vzdálenosti  $r$  v neomezeném prostředí. [1,5 bodu]
2. Pro daný proud  $I_s$ , který prochází mezi dvěma kuličkami v těle oběti, určete intenzitu elektrického pole  $\vec{E}_p$  ve středu  $P$  vzdálenosti detekujících kuliček v těle lovce. Užijte vztah  $\vec{E} = \rho \cdot \vec{j}$ . [2,0 bodu]
3. Určete pro stejný proud  $I_s$  potenciálový rozdíl mezi kuličkami zdroje ( $V_s$ ) v těle oběti. [1,5 bodu] Určete odpor mezi dvěma kuličkami zdroje ( $R_s$ ) [0,5 bodu] a výkon vytvořený zdrojem ( $P_s$ ) [0,5 bodu].
4. Určete odpor ( $R_m$ ) [0,5 bodu], napětí ( $V_d$ ) [1,0 bodu] podle obr. 2-2 a vypočítejte také výkon, přenášený ze zdroje na detektor ( $P_d$ ) [0,5 bodu].
5. Určete optimální hodnotu  $R_d$  vedoucí k maximálnímu detekovanému výkonu [1,5 bodu] a také maximální výkon [0,5 bodu].