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:

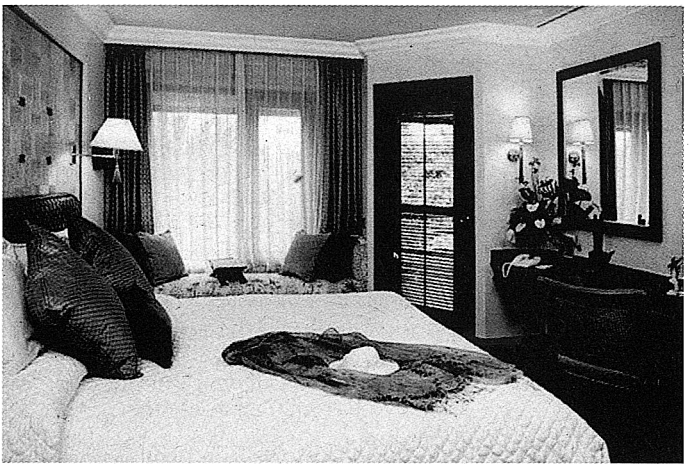
1. **Miroslav Hejna**, žák gymnázia v Rychnově n.K.,
2. **Václav Cvíček**, žák gymnázia ve Frýdku-Místku,
3. **Jan Prachař**, žák gymnázia v Rychnově n.K.,
4. **Alexandr Kazda**, žák gymnázia v Praze,
5. **David Mareček**, žák gymnázia v Plzni,
6. **Michal Bareš**, žák gymnázia v Plzni (náhradník, pro 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, vedoucí 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

verzita Pelida Harapan. Jako klidné místo v rozbouřeném světě bylo zvoleno půvabné Nusa Dua, jižně od města Denpasar na ostrově Bali. Tropické podnebí, zmírňované obklopujícím Indickým oceánem, a pobyt v pětihvězdičkovém hotelu kompenzovaly pracovní i nervové vypětí, které na mezinárodní soutěži vždy je.



Obr.: Pokoj v hotelu Sheraton

Pro vedoucí delegace to však představovalo zajistit mimořádné očkování proti žloutence a tyfu (malárie se vyskytuje na Bali velmi zřídka), pojištění všech členů delegace, projednání víz pro účastníky (do Indonésie existuje pro občany ČR vízová povinnost) na Konzulátě Indonéské republiky. Pracovnice Domu zahraničních styků MŠMT v Praze zajistily letenky a potřebnou finanční výbavu. Vedoucí však měli ještě řadu dalších povinností, plynoucích z instrukcí pořadatelů 33. MFO.

Delegace odlétala v odpoledních hodinách v pátek 19. července 2002 trasou Praha–Paříž–Singapur–Djakarta–Denpasar. Do cíle jsme přiletěli v sobotu ve 21.40, absolvovali jsme trasu 14 500 km, časový rozdíl 6 hodin (doba letu s hodinovými přestávkami při mezipřistáními představovala asi 23 h, doba čistého letu 20 h). Nejdelší byla trasa Paříž–Singapur délky takřka 11 000 km ve výšce 10 až 11 km bez mezipřistání rychlostí 850 až 900 kilometrů za hodinu. Protože oficiální začátek soutěže byl stanoven až na neděli 12.00 (začátek hotelového ubytování), očekávala nás v Denpasaru cestovní kancelář Vayatour, která převzala veškerou starost o mimosoutěžní program 33. MFO a ubytovala nás v menším hotelu Bualu Village (pro 7 osob za celkovou cenu 150 $ na jednu noc). Po odpočinku po náročné cestě jsme se v neděli dopoledne rozdělili – soutěžící byli ubytováni v Grand Bali Beach Hotel, kde se také stravovali, vedoucí v Sheraton Nusa Indah Hotel, kde probíhala zasedání Mezinárodní Jury, zahájení a zakončení soutěže. Hotely byly situovány na břehu moře, měly vlastní pláž i bazén a jejich zázemí poskytlo vhodné podmínky pro odpočinek po náročné práci.

Den 21. 7. 2002 byl dnem příjezdu delegací. V pondělí 22. 7. proběhlo zahájení soutěže v hale Nusantara v konferenčním centru hotelu Sheraton – v sále se shromáždilo asi 700 účastníků zahajovacího ceremoniálu: soutěžící, vedoucí, pořadatelé, po-

zvaní hosté, představitelé úřadů a institucí. **Garantem zahájení byl ministr národního vzdělávání prof. Malik Fadjar a shromáždění poctila svou účastí prezidentka Indonéské republiky Megawati Soekarnoputri, která pronesla dobrou angličtinou uvítací a zahajovací projev.** Dále vystoupil prof. dr. Triyanta, předseda organizačního výboru, a dr. W. Gorzkowski, prezident IPhO. Na zahájení byly představeny balijské lidové tance. Vystoupili studenti z vysokých škol s tradičními tanci a zpěvy, hrou na lidové nástroje. Zahájení každé MFO spojuje přínos fyziky pro rozvoj moderního života v technicky vybavené společnosti a tradičně lidový charakter kultury pořádající země.

Během zahajovacího dne byla vydána mimořádná série poštovních známek při příležitosti 33. MFO v Indonésii. Po zahájení měli soutěžící volno, vedoucí delegací se odpoledne ve 14.00 sešli na prvním zasedání Mezinárodní Jury, na němž byly předloženy **tři teoretické úlohy** a návrh jejich řešení. Texty úloh se předkládají v několika jazycích: anglicky, rusky, francouzsky, španělsky a německy. Diskuse o úlohách trvala skoro osm hodin, pak vedoucí obdrželi anglickou tzv. „final version", z níž se provádí překlad do národních jazyků soutěžících. První úloha se nazývala „Ground-Penetrating Radar" a zabývala se průzkumem podloží užitím elektromagnetického záření. Druhá úloha dostala název „Sensing Electrical Signal" a popisovala situaci z biofyziky – někteří mořští živočichové vyhledávají své oběti díky vyhodnocení elektrických signálů. Třetí úloha s názvem „A Heavy Vehicle Moving on An Inclined Road" se zabývala pohybem těžkého silničního válce po nakloněné rovině. Texty úloh se tentokrát vešly na 6 stránek; jejich řešení zahrnulo 4 stránky + 4 stránky + 9 stránek = 17 stránek. Zejména třetí úloha obsahovala hodně obecných úprav, v nichž se dalo snadno poplést indexování i v případě správných fyzikálních úvah, a na to navazujících výpočtů s danými hodnotami. Ve všech úlohách měli soutěžící vytvářet vhodné zjednodušené modely popisovaných situací, provádět úvahy, jež se týkají výpočtů s různými proměnnými parametry. Pokusil jsem se představit si, jak dlouho bych pouze opisoval již hotové řešení třetí úlohy, které bylo zpracováno autory na 9 stran – a myslím, že by mi dvě hodiny nestačily a určitě bych v řešení udělal několik chyb v matematických úpravách, i kdybych nebyl v soutěžním stresu. Na řešení teoretických úloh byla vymezena doba 5 hodin. Základním krédem bylo: *please use as little text as possible; express yourself primarily in equations; numbers, figures, and plots, and use the symbols that are given in the text to express physical quantities.*

Jasně – pro opravujícího fyzika je řada na sebe navazujících rovnic, doprovázených obrázky a grafy, jasnější než souvislý text, popisující fyzikální úvahy v národním jazyce soutěžících. A právě tento úspěšný způsob komunikace, užívající fyzikálního esperanta fyzikálních značek a rovnic, v určité logické struktuře nalézáme ve vědeckých pracích teoretických fyziků. Proto bude nutno se i na něj zaměřit při zápisu řešení úloh v přípravě na další mezinárodní soutěže.

Naše delegace ukončila překlady ve 3 hodiny v noci a předala soutěžní materiály organizátorům. Po krátkém spánku všichni vedoucí nastoupili do zájezdových autobusů a byli vyvezeni z místa soutěže do oblasti vyhaslé sopky Batur, abychom shlédli původní krásy ostrova Bali, a potom do oblasti známé lidovou rukodělnou výrobou různých památečních předmětů – kolem vesnice Ubud. Navštívili jsme tři buddhistické kláštery, patřící k architektonickým památkám. Zatím se soutěžící potili nad teoretickými úlohami. Tak uplynul den teoretických úloh – 23. 7. 2002. Čtvrtý den 33. MFO

byl věnován diskusi o **dvou experimentálních úlohách**; zasedání Mezinárodní Jury bylo zahájeno již dopoledne, diskuse proběhla rozumně a překlady úloh jsme dokončili také v rozumné době. Experimentální úlohy se týkaly dvou problémů, byly na sobě sice nezávislé, ale měly styčné body. První úloha se zabývala určením podílu $\frac{e}{k_B}$ pomocí elektrolýzy vody (e je náboj elektronu, k_B Boltzmannova konstanta). Soutěžící si měli sestavit přístroj potřebný na zachycení plynů při elektrolýze vody, avšak ani zkumavka, ani grafické papíry, jež dostali soutěžící k dispozici, nebyly kalibrovány v milimetrech, nýbrž ve stupnici, jejíž jednotka nebyla známá. Ke stanovení jednotky délky však měli možnost použít matematického kyvadla (vlákno, kulička a stopky byly k dispozici). Poněkud návodný byl tzv. *Answer form*, obsahující otázky, na něž měl každý soutěžící odpovědět.

Druhou úlohou bylo odtajnění dané optické černé schránky, v níž byly dvě křížem usazené optické mřížky a planparalelní destička. Také zde bylo zdůrazněno, že kromě údaje o vlnové délce záření laseru – 670 nm – neznají soutěžící délkové jednotky vyznačené na pomůckách, a musejí vycházet z provedeného měření s kyvadlem.

Pátý den soutěže – 25. 7. 2002 – proběhlo řešení experimentálních úloh, vedoucí dostali k opravě xerokopie řešení teoretických úloh svých soutěžících, během času ještě xerokopie řešení experimentálních úloh. Sedmý den studenti cestovali do oblasti sopky Batur, vedoucí se pečlivě připravovali na osmý den – 28. 7. 2002, kdy proběhl proces tzv. moderování. Tato MFO se vrátila k původnímu modelu opravování: kromě vedoucích opravili řešení úloh nezávisle místní korektoři a moderování probíhalo s cílem nalezení shody názorů obou opravujících skupin.

Desátý den – 29. 7. 2002 – byl věnován zakončení soutěže a vyhlášení výsledků. Patronaci nad zakončením převzal opět ministr národního vzdělávání prof. Malik Fadjar. V dopoledních hodinách se sešla Mezinárodní Jury, aby schválila výsledky soutěže a podle nových pravidel vyhlásila počty medailistů. Vloni schválené rozhodnutí vymezuje, že pozitivně bude ohodnoceno nejméně 60 % soutěžících (doposud se vypočítával průměr prvních tří nebo pěti soutěžících a úspěšným se stal každý účastník, který získal alespoň 50 % této průměrné hodnoty), minimálně 6 % získává zlatou, nejméně 12 % stříbrnou a nejméně 18 % bronzovou medaili, tj. celkem 36 % soutěžících obdrží medaili a minimálně 24 % dalších soutěžících je úspěšnými řešiteli. Mezinárodní Jury na základě návrhu organizátorů poněkud zvýšila tyto počty medailistů a úspěšných řešitelů, a to ve prospěch soutěžících.

V odpoledních hodinách proběhlo slavnostní zasedání, po něm následovala prohlídka stavby nového náboženského památníku v nově budovaném turistickém a kulturním středisku, v němž má být ústředním motivem socha boha Višny, tyčící se do výšky 50 m na skalnatém útesu, omývaném velkými vlnami Indického oceánu. Potom proběhla slavnostní závěrečná večeře.

V dopoledních hodinách v úterý 30. 7. 2002 byla 33. MFO ukončena. Studenti přenocovali ještě jednou v hotelu v Bualu Village a následující den odletěli ve 14.40 z letiště Ngurah Rai International Airport přes Djakartu, Singapur, Paris do Prahy. Vedoucí delegace přijali pozvání pořadatelů a zúčastnili se ještě Prvního světového kongresu Světové federace fyzikálních soutěží, který navazoval na právě skončenou olympiádu.

Na 33. MFO přijelo **298 soutěžících ze 67 zemí**, zastupujících mladé fyziky z pěti kontinentů – Evropa, Asie, Austrálie, Severní a Jižní Amerika a Afrika. Ze zemí, které se MFO již tradičně účastní, nebyly zastoupeny USA a Izrael, podruhé se nezúčastnil ani Nový Zéland. Poprvé se zúčastnily delegace států: Bolívie (byli vysláni studenty bez vedoucího), Kyrgyzstán, Malajsie, Filipíny (opět po několika letech neúčasti), Saudská Arábie, Surinam (opět po několika letech). Jako pozorovatelé byli účastni zástupci států Bahrajn, Japonsko, Jihoafrická republika. Protože další dvě MFO budou uspořádány v Asii, lze předpokládat mírné zvýšení účasti asi na sedmdesátku zúčastněných států.

Zadané úlohy se ukázaly být značně obtížné, a to jak po stránce teoretické, tak po stránce invence i manuálních dovedností. Zejména experimentální úlohy vyžadují předchozí trénink, manuální i intelektuální dovednosti, invenci při stanovení hypotéz a při jejich ověřování. Velmi důležité jsou kvalifikované odhady, včetně odhadu nepřesností při měření různých fyzikálních veličin. To všechno ze středoškolské výuky – společně se snížením počtu povinných hodin fyziky – vypadlo a podobné úlohy musejí být zařazovány do přípravy soutěžících na soustředěních před MFO.

Nejlepším řešitelem 33. MFO byl vietnamský soutěžící Ngoc Duong Dang, který získal 45,40 bodu z padesátky možných a také nejlepší výsledek v experimentální části soutěže 18,70 bodu (z 20 možných). V teoretické části byl nejlepší soutěžící z Íránu Mohammed Faghfoor Maghrebi s 28,35 bodu ze třiceti možných. Více než 40 bodů celkem mělo jen 12 soutěžících, tj. 4 % soutěžících. Už tato fakta naznačují obtížnost zadaných úloh.

Mezinárodní komise schválila následující hodnocení: 42 soutěžících získalo zlatou medaili (14,1 %), 37 soutěžících stříbrnou medaili (12,4 %), 57 soutěžících bronzovou medaili (19,1 %) a 69 soutěžících čestné uznání (23,2 %), celkem 205 soutěžících bylo prohlášeno za úspěšné řešitele (68,8 %).

Umístění a bodové výsledky soutěžících z České republiky jsou následující:

84. **Václav Cvičeк**, teoretické úlohy 19,4, experiment 10,60, celkem 30,0 bodů (60 %);

119. **Miroslav Hejna**, teoretické úlohy 17,2, experiment 8,50, celkem 25,7 bodů (51,4 %);

137. **Alexandr Kazda**, teoretické úlohy 16,0, experiment 7,90, celkem 23,90 bodů (47,4 %);

162. **Jan Prachař**, teoretické úlohy 11,2, experiment 9,00, celkem 20,20 bodů (40,4 %);

185. **David Mareček**, teoretické úlohy 10,65, experiment 7,60, celkem 18,25 bodů (36,5 %).

Studenti Cvičeк a Hejna obdrželi bronzovou medaili, Kazda, Prachař a Mareček čestné uznání; Kazdovi do bronzové medaile scházelo 0,10 bodu.

Když budeme zvažovat celkové výsledky jednotlivých družstev, potom zjišťujeme, že 58 z přítomných 67 družstev mělo alespoň jednoho úspěšného řešitele. Pořadí družstev jsme stanovovali podle počtu medailí, ne podle počtu získaných bodů jednotlivými soutěžícími. Důvodem je skutečnost, že rozhodnutím Mezinárodní Jury, které přijala před několika lety, se nezveřejňují bodové výsledky neúspěšných řešitelů, a tím zůstávají výsledky pro statistické účely neúplné. Za zlatou medaili jsme počítali 4 body, stříbrnou 3 body, bronzovou 2 body a čestné uznání 1 bod; výsledky se sčítají a pořadí družstev jsme prováděli s ohledem na nejlepší získaný výsledek (např. při celkovém součtu rozhodovalo i pořadí nejlepšího řešitele). Na prvním místě se umístilo družstvo Íránské islámské republiky, které získalo 5 zlatých medailí, dále Čínská lidová republika, Jižní Korea (obě 4 zlaté, 1 stříbrná medaile). Na čtvrtém místě Ruská fe-

derace (3 zlaté, 2 stříbrné), na pátém až sedmém místě Maďarsko, pořádající Indonésie, budoucí organizátor Tchajwan (3 zlaté, 1 stříbrná, 1 bronzová medaile), dále Indie (1 zlatá, 4 stříbrné medaile), Gruzie (2 zlaté, 2 stříbrné, 1 bronzová medaile), Azerbájdžan (3 zlaté, 1 stříbrná, 1 neúspěšný).

V další desítce jsou postupně: Singapur, Vietnam, Německo, Velká Británie, Thajsko, Turecko, Rumunsko, Bělorusko, Austrálie, Kanada.

Třetí desítku tvoří: Ukrajina, Polsko, Jugoslávie, Kazachstán, Slovinsko, **26. Česká republika**, Pákistán, Nizozemí, Rakousko, Kuba.

Čtvrtou desítku začíná Slovensko, dále Dánsko, Chorvatsko, Bulharsko, Litva, Estonsko, Itálie, Brazílie, Malajsie, Moldávie.

Porovnáme-li výsledky států do pořadí našeho družstva (tj. místa 1 až 26), najdeme tam 11 asijských států, 12 postkomunistických států, 6 států bývalého sovětského společenství. Významný je nástup tzv. „asijských tygrů"; jejich soutěžící získali 24 zlatých a 12 stříbrných medailí (cca 45 % těchto medailí).

Na závěrečném ceremoniálu byla všechna **přítomná družstva pozvána na 34. MFO do Tai-pei (Tchajwan) na termín 12. až 21. července 2003**. Heslem této olympiády je dotaz: kdo bude třetím velikánem ve fyzice po Newtonovi a Einsteinovi? Získali jsme také předběžnou informaci o přípravách **35. MFO**, která **bude uspořádána v městě Pohang v Jižní Koreji v roce 2004**. Na obě soutěže bude Česká republika včas oficiálně pozvána diplomatickou cestou.

I když s ohledem na současný stav středoškolské výuky fyziky i vzhledem k věkovému složení delegace (čtyři žáci 3. ročníků a jeden druhák) bychom mohli být celkem spokojeni, protože všichni naši soutěžící se stali úspěšnými řešiteli, přesto je vedení delegace s dosaženým hodnocením nespokojeno.

Detailní výsledky našich soutěžících:

Soutěžící	**T1**	**T2**	**T3**	**T**	**E1**	**E2**	**E**	**Σ**
Václav Cvičeк	7,3	7,8	4,3	19,4	6,5	4,1	10,6	**30,0**
Miroslav Hejna	8,3	3,1	5,8	17,2	2,3	6,2	8,5	**25,7**
Alexandr Kazda	7,8	4,8	3,4	16,0	5,5	2,4	7,9	**23,9**
Jan Prachař	6,0	3,2	2,0	11,2	7,5	1,5	9,0	**20,2**
David Mareček	8,3	0	2,35	10,65	1,4	6,2	7,6	**18,25**

Předpokládali jsme posun alespoň o 3 medaile (místo dvou bronzových alespoň medaile stříbrné a k tomu ještě 1 až 2 bronzové). V. Cvičkovi do stříbrné scházely 2 body, které pečlivějším řešením jedné teoretické nebo experimentální získat mohl, a M. Hejnovi se do výsledku promítla jedna zcela neúspěšná experimentální úloha (za obě úlohy získal jen 8,5 bodu ze dvacítky možných).

A. Kazda jako druhák podal výsledek vynikající, avšak lepším zpracováním protokolů experimentálních úloh by byl bodový zisk podstatně vyšší a tedy medailový. J. Prachař i D. Mareček mohli získat každý o 2 až 3 body více.

Ve fyzikální olympiádě je to však jako ve sportu – kromě znalostí a dovedností je potřeba dokonalé soustředění, včasné vybavování, dobré využití času, který je k dispozici, účelné vyjádření myšlenek do zápisu protokolů o řešení, při experimentu fungující pomůcky a také kousek onoho štěstíčka, bez něhož soulad podmínek a z toho plynoucí pozitivní výsledek málokdy bývá.

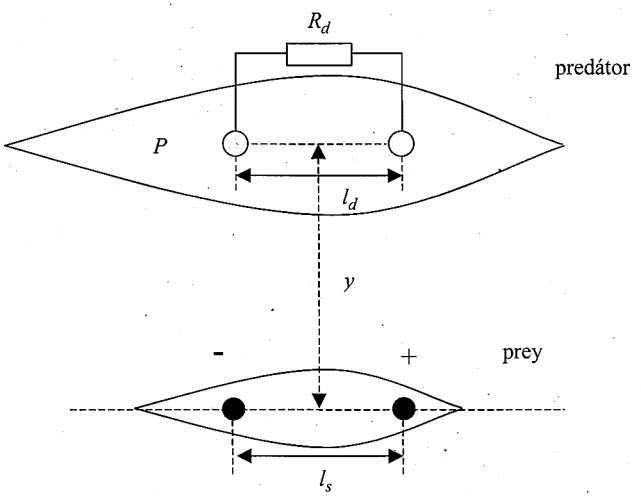
Výzva: Pokuste se vyřešit 2. teoretickou úlohu, obsahující problém z biofyziky.

CITLIVOST NA ELEKTRICKÉ SIGNÁLY

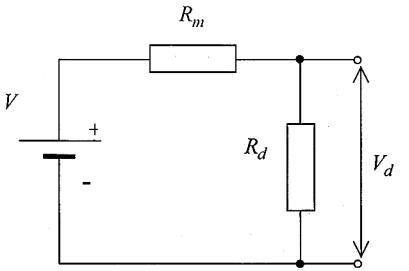
Někteří mořští živočichové mají schopnost objevovat jiné organismy na určitou vzdálenost díky elektrickým proudům, jež jsou vytvářeny těmito organismy při jejich dýchání nebo při procesech doprovázejících stahování svalů. Mořští lovci (*predátor*) využívají tohoto elektrického signálu k lokalizaci svých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

IPhO2002
BALI - INDONESIA
33rd INTERNATIONAL PHYSICS OLYMPIAD