

FYZIKA

Nezapomínejme na různé typy fyzikálních úloh!

VOJTĚCH ŽÁK

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Úvod

Fyzikální úlohy jsou významným prostředkem, který by měl vést k rozvoji fyzikálního myšlení žáků a žákyň. Při jejich výběru či formulování však často, my učitelé a učitelky, přemýšlíme mnohem více o obsahu než o myšlenkových operacích a postupech, které mají naši žáci a žákyně při řešení úloh použít. Častěji se setkáváme s tím, že dáváme úlohu „na Ohmův zákon“ než např. „na vyvození, zda Ohmův zákon v konkrétním případě platí, nebo ne“. V tomto článku ukážeme několik konkrétních úloh (s výsledkem a někdy i s celým postupem řešení), které mají různou operační strukturu a při jejichž řešení používají žáci a žákyně různé myšlenkové operace a postupy.

Třídění úloh podle jejich operační struktury úzce souvisí s Bloomovou taxonomií poznávacích cílů (viz [1]). Bloomovu taxonomii poznávacích cílů (znalosti, intelektuální dovednosti a schopnosti) upravila *D. Tollingerová* a vytvořila na základě ní klasifikaci úloh (viz tamtéž). Úlohy tak můžeme rozčlenit na následující typy (podle operační struktury):

Úlohy vyžadující

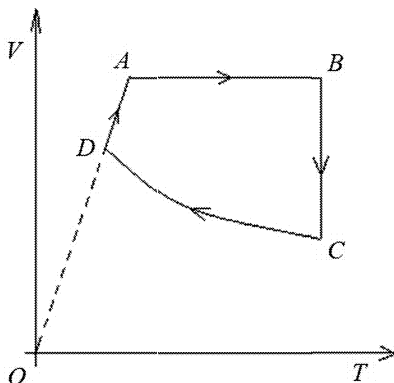
- pamětní reprodukci poznatků
- jednoduché myšlenkové operace s poznatkami
- složitější myšlenkové operace s poznatkami
- sdělení poznatků
- tvořivé myšlení

V rámci jednotlivých typů pak můžeme rozeznat ještě několik podtypů úloh (podrobněji viz [1]). V dalším se budeme zabývat úlohami pro střední školy vyžadujícími složitější myšlenkové operace s poznatky a úlohami na tvořivé myšlení.

1 Úlohy vyžadující složitější myšlenkové operace s poznatky

1.1 Úloha na překlad (transformaci)

Průběh děje $ABCD$ s ideálním plynem stálé hmotnosti, který je znázorněn na obr. 1 v diagramu $V-T$, znázorněte v diagramu $p-V$. Zobrazený děj se skládá jen z jednoduchých dějů. Pojmenujte je.



Obr. 1

Řešení

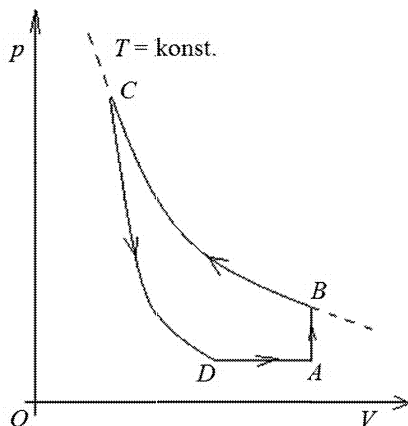
Děj AB je při stálém objemu, tj. izochorický. Protože se při něm zvyšuje teplota a $V = \text{konst.}$, tak podle stavové rovnice pro ideální plyn stálé hmotnosti $\frac{pV}{T} = \text{konst.}$ se bude zvětšovat tlak, a grafem děje AB proto bude v $p-V$ diagramu (viz obr. 2) svislá úsečka orientovaná nahoru.

Děj BC je při stálé teplotě, tj. izotermický. Protože při něm klesá objem a $T = \text{konst.}$, tak podle stavové rovnice pro ideální plyn $\frac{pV}{T} = \text{konst.}$ se bude zvětšovat tlak, a grafem děje BC proto bude v $p-V$ diagramu část větve hyperboly orientovaná vlevo nahoru.

Děj CD nemůže být ani izochorický, ani izotermický a ani izobarický (protože při izobarickém ději vzhledem k platnosti $\frac{V}{T} = \text{konst.}$ by objem

musel být přímo úměrný termodynamické teplotě, což podle grafu není). Z jednoduchých dějů s ideálním plynem tak zbývá jen děj adiabatický, při kterém se bude zvětšovat objem. Příslušná adiabata je strmější než izoterma a je orientovaná doprava.

Poslední děj DA je izobarický, protože objem je přímo úměrný termodynamické teplotě. Protože je $p = \text{konst.}$, bude grafem děje DA v $p - V$ diagramu vodorovná úsečka orientovaná doprava.



Obr. 2

1.2 Úloha na výklad (interpretaci), vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.

Jakou tepelnou kapacitu má voda v orlické nádrži, má-li objem 280 milionů m^3 ? Co tento údaj znamená?

Řešení

Voda: $V = 280 \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 2,8 \cdot 10^8 \text{ m}^3$; $C = ?$

Tepelnou kapacitu C vypočítáme ze vztahu $C = cm$, kde c je měrná tepelná kapacita vody (viz např. [2]) a hmotnost m vyjádříme pomocí hustoty ρ vody a objemu.

Dostáváme tedy, že

$$C = cm = c\rho V.$$

Číselně $C = 4180 \cdot 1000 \cdot 2,8 \cdot 10^8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \approx 1,17 \cdot 10^{15} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} = 1170 \text{ TJ} \cdot \text{K}^{-1} \approx 1,2 \text{ PJ} \cdot \text{K}^{-1}$.

Voda v orlické nádrži má tepelnou kapacitu přibližně $1,2 \text{ PJ} \cdot \text{K}^{-1}$ (petajoulů na kelvin). Číselně tato hodnota znamená teplo, které musí být dodáno vodě, aby se její teplota zvýšila o 1 K (1°C) nebo teplo, které by musela odevzdat voda okolí, aby se její teplota o 1°C snížila.

1.3 Úloha na vyvozování (indukci)

V tab. 1 jsou uvedeny naměřené hodnoty elektrického proudu, který prochází při zadaných hodnotách napětí třemi různými součástkami (označené 1, 2 a 3). Rozhodněte, pro kterou součástku (které součástky) je splněn Ohmův zákon pro část elektrického obvodu, a určete elektrický odpor této součástky (těchto součástek).

Tabulka 1

$\frac{U}{\text{V}}$	0	0,9	1,0	1,5	2,2	2,5
$\frac{I_1}{\text{mA}}$	0	40	56	73	84	89
$\frac{I_2}{\text{mA}}$	0	39	43	65	95	109
$\frac{I_3}{\text{mA}}$	0	12	24	36	48	50

Řešení

Podle Ohmova zákona pro část elektrického obvodu platí přímá úměrnost mezi napětím U na vodiči a proudem I , který protéká vodičem. Platí tedy

$$I = kU, \quad (1)$$

kde konstanta úměrnosti

$$k = \frac{1}{R}, \quad (2)$$

kde R je elektrický odpor.

Zjistíme tedy nejprve, pro které součástky je splněna přímá úměrnost. Vypočítáme-li všechny možné poměry $\frac{U}{I}$ zjistíme, že přímá úměrnost, a tudíž i Ohmův zákon pro část obvodu je splněn (a to přibližně) pouze pro součástku 2. Pro elektrický odpor této součástky po spojení vztahů (1) a (2) dostáváme

$$R_2 = \frac{U}{I_2} \approx 23 \, \Omega.$$

Ohmův zákon pro část elektrického obvodu je splněn pro součástku 2 a její odpor je přibližně $23 \, \Omega$.

1.4 Úloha na odvozování (dedukci)

Po zledovatělém svahu, který svírá s vodorovnou rovinou úhel α a má výšku h , sjíždí sánky o hmotnosti m . Vyjádřete

- okamžitý výkon pohybové složky tíhové síly jako funkci času,
- průměrný výkon pohybové složky tíhové síly,
- poměr maximálního okamžitého výkonu během sjíždění a průměrného výkonu.

Výsledek

$$\text{a) } P = mg^2 t \sin^2 \alpha$$

$$\text{b) } P_p = mg^{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{h}{2}} \sin \alpha$$

$$\text{c) } \frac{P_{\max}}{P_p} = \frac{2}{1}$$

1.5 Úloha na dokazování a ověřování (verifikaci)

Po nakloněné rovině o délce 3 metry, která svírá s vodorovnou rovinou úhel 18° , se valí bez klouzání kulička. Určete, jak velkou bude mít rychlost na konci nakloněné roviny, je-li nahoře volně vypuštěna a zanedbáme-li odporové síly. Dokažte, že rychlost kuličky nezávisí na jejím poloměru, ani na hustotě materiálu, ze kterého je vyrobena.

Řešení

Nakloněná rovina: $l = 3 \, \text{m}$, $\alpha = 18^\circ$

Olověná kulička: $v = ?$

Zanedbáme-li odporové síly, můžeme předpokládat platnost zákona zachování mechanické energie $E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$. Zvolíme-li hladinu nulové potenciální energie tíhové v těžišti kuličky v nejnižší poloze a uvědomíme-li si, že kinetická energie je rovna součtu kinetické energie posuvného a otáčivého pohybu, dostáváme

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2. \quad (1)$$

Dále platí $\sin \alpha = \frac{h}{l}$ (2), $J = \frac{2}{5}mr^2$ (3) a $v = \omega r$ (4). Ze vztahu (2) vyjádříme h a dosadíme do vztahu (1). Dále využijeme vztahů (3) a (4) a dosadíme do pravé strany vztahu (1). Po úpravách dostáváme

$$v = \sqrt{\frac{10}{7}gl \sin \alpha},$$

kde g je velikost tíhového zrychlení.

Číselně

$$v = \sqrt{\frac{10}{7} \cdot 9,8 \cdot 3 \cdot \sin 18^\circ} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Kulička bude mít v případě valení za daných podmínek rychlost o velikosti přibližně $3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Rychlost kuličky nezávisí na jejím poloměru, ani na hustotě materiálu, ze kterého je vyrobena, protože ani jedna z těchto veličin nevystupuje v obecném řešení.

1.6 Úloha na hodnocení

Rozhodněte, zda je fyzikálně možné, aby

- hustota korku byla $0,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,
- teplota v odlehlých částech vesmíru byla -293°C ,
- měrná tepelná kapacita běžné látky byla $7,1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Řešení

- Hustota korku v základních jednotkách by byla $300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, což je méně než hustota vody. Protože korek na vodě plove, je uvedená hustota korku reálná. (Můžeme zkontrolovat ve fyzikálních tabulkách, např. [2].)
- Teplota -293°C je menší než $-273,15^\circ \text{C}$, která odpovídá absolutní nule (0 K). Protože teplota nemůže být menší než 0 K, je teplota -293°C nemožná.

- c) Z běžných látek má největší měrnou tepelnou kapacitu voda, $4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, takže uvedená hodnota není reálná.

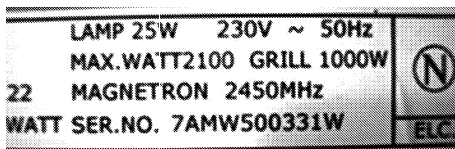
2 Úlohy vyžadující tvořivé myšlení

2.1 Úloha na řešení praktických situací

V mikrovlnné troubě proveďte následující pokus (předtím se ale dovolte majitele trouby – rodičů – a raději nastavte nejprve nižší výkon na kratší dobu a pak teprve obojí zvětšujte): Z vnitřku trouby vyndejte otočný talíř a vyskládejte ve střední části čtyři sloupce z několika vrstev toastového chleba. Troubu na pár minut zapněte. Když ji otevřete, zjistíte, že některá místa jsou tmavá (opečená, někdy až spálená).

- a) Vysvětlete, čím to je? Jakou funkci má otáčející se talíř?
b) Změřte nejmenší vzdálenost opečených míst.
c) Navrhněte, co by se dalo na základě této vzdálenosti určit. Použijte také údaje na štítku, který bývá zezadu trouby (obr. 3).

Poznamenejme, že zdrojem mikrovln je tzv. magnetron, ze kterého se mikrovlny dostávají do dutiny trouby, ve které připravujeme jídlo.



Obr. 3

Řešení

- a) Vlny z magnetronu se odrazí od kovových stěn dutiny trouby a složí se ve výsledné stojaté vlnění. V opečených místech jsou tedy kmitny vlnění (soustředí se tam energie). Otáčející se talíř tedy pomůže rovnoměrnému ohřívání potravin v troubě.
b) Vychází přibližně 6 cm.
c) Z předchozího vyplývá, že vlnová délka $\lambda = 2 \cdot 6 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$. Na základě frekvence mikrovln (viz obr. 3), můžeme určit jejich rychlost. Rychlost šíření mikrovln je $v = \lambda f = 0,12 \cdot 2,45 \cdot 10^9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 2,9 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. To velmi dobře odpovídá známé hodnotě rychlosti světla ve vakuu (v inerciální soustavě).

2.2 Úloha na řešení problémových situací

Jak je možné, že se za suchého chladného podzimního dne utvoří kapky vody na okenní tabuli? Jsou kapky na vnější nebo na vnitřní straně okna?

Řešení

Kapky vody mohou vzniknout tak, že vodní pára v místnosti, kde je okno, zkondenzovala, a to díky tomu, že je venku za oknem nízká teplota (vodní pára tedy odevzdala skupenské teplo kondenzace). Kapky vody jsou tedy na vnitřní straně oken (v místnosti).

2.3 Kladení otázek a formulace úloh

V jednom městě na Divokém západě za saloonem byla k ránu teplota $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tou dobou byl stolitrový železný sud až po okraj naplněn petrolejem. Během dopoledne vytekly ze sudu 2 litry petroleje. Navrhněte, co můžeme na základě popsaného děje vypočítat, a vypočítejte to.

Řešení

Petrolej vytekl díky teplotní roztažnosti, takže se nabízí vypočítat konečnou teplotu (v poledne).

Železný sud: $V_1 = 100\text{ l} = 0,1\text{ m}^3$, $t_1 = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Petrolej: $V_1 = 100\text{ l} = 0,1\text{ m}^3$, $\Delta V = 2\text{ l} = 2 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$; $t = ?$

Objem petroleje ΔV , který vytekl, se rovná přírůstku objemu petroleje ΔV_{II} zmenšenému o přírůstek objemu železného sudu ΔV_1 .

$$\Delta V = \Delta V_{\text{II}} - \Delta V_1 = \beta_{\text{II}} V_1 \Delta t - 3\alpha_1 V_1 \Delta t = V_1 \Delta t (\beta_{\text{II}} - 3\alpha_1),$$

kde $\Delta t = t - t_1$.

Součinitele objemové teplotní roztažnosti β_{II} petroleje a délkové teplotní roztažnosti α_1 železa najdeme ve fyzikálních tabulkách (viz [2]). Pro výslednou teplotu v poledne dostáváme po úpravách

$$t = t_1 + \frac{\Delta V}{V_1 (\beta_{\text{II}} - 3\alpha_1)}.$$

Číselně

$$t = 5\text{ }^{\circ}\text{C} + \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0,1(0,96 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 0,012 \cdot 10^{-3})}\text{ }^{\circ}\text{C} \approx 27\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Za saloonem byla v poledne teplota přibližně $27\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.4 Úloha na objevování na základě vlastního pozorování

Do boku PET lahve udělejte špendlíkem ohřátým nad plamenem čajové svíčky malý otvor (přibližně o průměru 1 mm)¹. Do lahve nalijte vodu a nechte ji otvorem vytékat. Pozorujte, jestli vyteče veškerá voda, která je nad otvorem. Pokud ne, tak vysvětlete pozorovaný jev a vypočítejte na základě něj to, co je možné.

Výsledek

Všechna voda nad otvorem nevyteče zřejmě díky tomu, že se povrch kapaliny v otvoru chová jako pružná blána.

Z rovnosti velikosti hydrostatické tlakové síly a povrchové síly u otvoru $\sigma \pi d = h \rho g \pi \frac{d^2}{4}$ dostaneme pro povrchové napětí vody $\sigma = \frac{1}{4} h \rho g d$.

Číselně (pro $d = 1$ mm a $h = 3$ cm)

$$\sigma = \frac{1}{4} \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} \approx 70 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}.$$

2.5 Úloha na objevování na základě vlastních úvah

Ve stanici pražského metra B „Rajská zahrada“ jsou na nástupišti na sloupech tvaru válce odrazné kovové folie. Jak se uvidí člověk, který stojí před sloupem?

Řešení

Zrcadlo tvaru válcové plochy zobrazuje v jednom směru (zde ve svislém) jako rovinné zrcadlo a ve druhém (kolmém) směru (zde ve vodorovném) jako zrcadlo vypuklé. Člověk se uvidí jako stejně velký, vzpřímený a užší („hubenější“). Poslední vlastnost je důsledkem toho, že vypuklé zrcadlo zmenšuje zobrazované předměty.

Závěr

Další úlohy vyžadující určité myšlenkové operace a postupy můžeme najít v bohaté literatuře s fyzikálními úlohami. Některé z uvedených úloh patří do více typů, např. úloha 2.1 patří částečně také do podtypu 2.3. Uvedené třídění úloh může pomoci učitelkám a učitelům fyziky odhadnout, jak náročné jsou různé úlohy a které myšlenkové postupy budou žáci a žákyně

¹Žáky a žákyně je třeba upozornit, aby se nepopálili a aby obecně dávali pozor, protože pracují s ohněm.

při jejich řešení patrně potřebovat. Tento článek by mohl podnítit vyučující, aby se na fyzikální úlohy nezapomínali dívat také touto optikou. Pokud by vyučující neměli k dispozici dostatečné množství úloh vyžadujících zejména složitější myšlenkové operace s poznatky a tvořivé myšlení, tak můžeme nabídnout sbírku úloh autora tohoto článku [3] z nakladatelství Prometheus, ze které pochází také většina uvedených úloh.

L i t e r a t u r a

- [1] *Svoboda, E. – Kolářová, R.*: Didaktika fyziky pro základní a střední školy. Vybrané kapitoly. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1181-3.
- [2] *Mikulčák, J. – Charvát, J. – Macháček, M. – Zemánek, F.*: Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 978-80-7196-264-9.
- [3] *Žák, V.*: Fyzikální úlohy pro střední školy. Praha: Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-411-7.

Snímání biofyzikálních vlastností lidského těla ve výuce

JAN VÁLEK

1 Úvod

V současné době již velký počet středních i základních škol používá měřicí systém ISES (*Internet School Experimental System*). Ten lze použít nejen při výuce fyziky a dalších přírodních věd, ale i ve vztahu k poznávání lidského těla. Měření tělesné teploty, tepu, elektrického odporu lidského těla a dalších veličin ve výuce rozšíří žákům přehled o lidském těle a možných zdravotních ukazatelích.

Prováděná měření budou mít aktivizující funkci ve výuce. Měly by být tedy motivačního rázu. Žák bude sledován při různých tělesných i duševních aktivitách např.: leh, dřepy, sed – vztyk, řešení úlohy, hádanek, hra na PC.

2 Zařazení do vzdělávacích oblastí

Mezipředmětové vazby jednotlivých přírodovědných předmětů, ale nejen těchto, jsou stále opomíjeny. Nabízenými aktivitami je lze vytvářet a následně prohlubovat. Žákům na I. stupni ZŠ se ucelí informace získané v přírodovědě a prvouce. Pro žáky na II. stupni ZŠ vznikne propojení fyziky, chemie, přírodopisu, informatiky (nebo ekvivalentního předmětu).

Vhodné je zařazení do vzdělávacích oblastí podle RVP ZV

- Člověk a jeho svět
- Informační a komunikační technologie
- Člověk a příroda (Fyzika, Chemie, Přírodopis)
- Člověk a zdraví (Výchova ke zdraví)

Měření mohou být použita nejen jako aktivizující, ale i jako diagnostický prvek ve výuce. Žáci tak prakticky aplikují již získané znalosti a dovednosti v oblasti výpočetní techniky a práce na počítači, poznatků o lidském těle a základních fyzikálních jevech v něm probíhajících.

Žáci mohou hledat další náměty na jednotlivá měření, nabízí se například měření reakční doby žáka.

Další nedílnou oblastí, do které aktivity tohoto typu zasahují, je zdraví. Zdraví je nutné chránit a právě u žáků již na první stupni je vhodné s tímto celoživotním procesem začít. Sada měření pomůže vytvořit základní obrázek o lidském těle (např.: krevní tlak v klidu nebo při aktivitě, termoregulační funkce potu, elektrický odpor pokožky a lidského těla). Hlavní podíl na tom bude mít reálný prožitek toho: „Co se s lidským tělem děje když . . .“. Získané informace budou pro žáky na I. stupni ZŠ spíše kvalitativního rázu (popis procesů, vztahů, okolností, situací). Na II. stupni ZŠ budou poznatky jak kvalitativního, tak i kvantitativního rázu.

3 Systém ISES

Systém ISES umožňuje jednoduchým způsobem měnit měřicí moduly (teploty, tepu, EKG-metr), má velmi nízké hardwarové nároky, hovoříme-li o jeho ISA, ale i PCI verzi. Po nainstalování jednoduchého ovládacího rozhraní (SW) lze již provádět vlastní měření. Modul se pouze zasune do ovládacího panelu (HW). Počítač sám detekuje, o jaký modul se jedná, a provede příslušné nastavení měřících rozsahů. Uživatel si nastaví frekvenci snímání a dobu pro snímání hodnot vstupu pro grafické zobrazení.

Měřené veličiny lze v reálném čase sledovat na monitoru PC. Zobrazuje se právě naměřená hodnota i výstup v podobě grafu. Naměřená data lze uchovávat pro další zpracování, nebo pro porovnání s jinými měřeními.

Pokud škola nedisponuje tímto zařízením, mohou vyučující použít běžně dostupné měřicí pomůcky jako např.: multimetr (měření elektrického odporu), elektronický teploměr, měřič krevního tlaku a tepu a další podle měřených veličin. Na trhu jsou v současné době další měřicí systémy (Vernier, Pasco, IP Coach aj.), které umožňují obdobná měření.

4 Vlastní řešení

4.1 I. stupeň ZŠ

V základní sadě měření se dobrovolník z řad žáků podrobí několika aktivitám, které budou předem známy např.: leh, dřepy, sed – vztyk, řešení úlohy, hádanek, hra na PC. Je samozřejmě možné využít k měření i jiné aktivity.

Pro porovnání je vybrán další žák a je s ním provedena stejná základní sada měření. Výsledky porovnávají již žáci sami, buď z grafů, nebo přímo z naměřené hodnoty. Graf bude sestaven s pomocí vyučujícího.

Pro demonstrativnější výsledky by bylo vhodné měření opakovat, a to v různých částech dne (ráno, po obědě, po tělesné výchově)

4.2 II. stupeň ZŠ

Postup bude téměř totožný, jen s tím rozdílem, že celý pokus bude realizován mezipředmětově. Tedy žáci sami musejí sestavit dle návodu aparaturu pro komunikaci a měření s počítačem. Případnou instalaci SW provede vyučující. Tento krok je nutné prodiskutovat mezi vyučujícími jednotlivých předmětů (fyzika, chemie, přírodopis, informatika).

Základní sada měření pak probíhá stejně jako v případě I. stupně ZŠ. Také budou vybráni dva žáci, pro porovnávání dat. Opět by bylo vhodné měření opakovat v různých částech dne.

Žáci sami data zanesou do grafu, vyhodnotí je, vysloví závěry.

4.3 Naměřené hodnoty a grafy

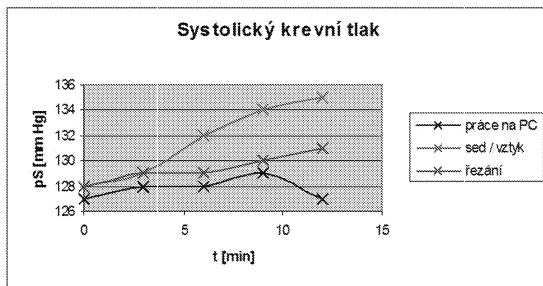
Hodnoty pro systolický a diastolický tlak, krevní puls, teplotu těla a odpor pokožky byly naměřeny při třech různých činnostech, které byly vykonávány vždy 12 minut:

- práce na PC
- sed/vztyk
- řezání dřeva (více řezů)

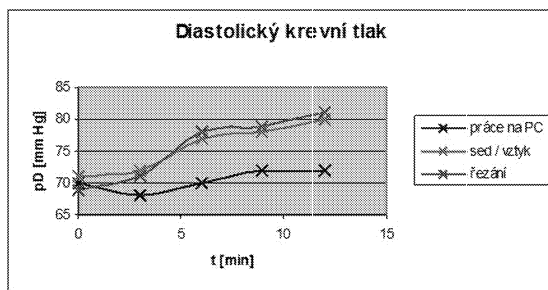
Naměřené hodnoty

práce na PC					
t min	teplota °C	tlak		puls	R
		sys mm Hg	dia mm Hg	tep/min	kΩ
0	36,4	127	70	65	10,43
3	36,4	128	68	63	9,43
6	36,4	128	70	65	8,95
9	36,4	129	72	62	9,14
12	36,4	127	72	64	8,76
sed / vztyk					
t min	teplota °C	tlak		puls	R
		sys mm Hg	dia mm Hg	tep/min	kΩ
0	36,4	128	71	67	7,52
3	36,4	129	72	74	11,68
6	36,5	132	77	81	14,11
9	36,6	134	78	88	14,46
12	36,7	135	80	95	14,69
řezání dřeva					
t min	teplota °C	tlak		puls	R
		sys mm Hg	dia mm Hg	tep/min	kΩ
0	36,4	128	69	67	9,31
3	36,4	129	71	69	8,81
6	36,4	129	78	72	8,96
9	36,5	130	79	73	9,23
12	36,4	131	81	73	9,32

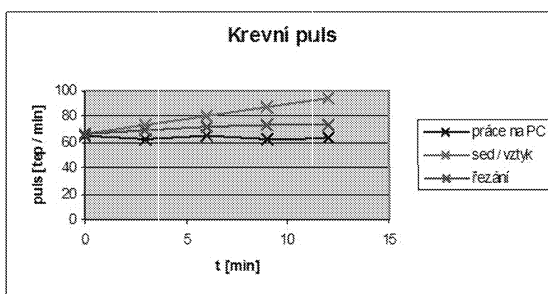
Grafy



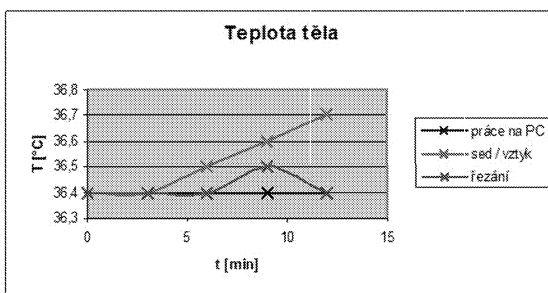
Graf 1 Systolický krevní tlak při různých aktivitách



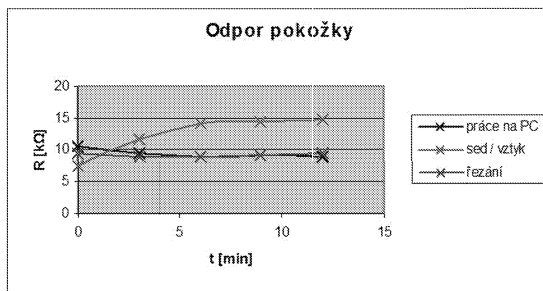
Graf 2 Diastolický krevní tlak při různých aktivitách



Graf 3 Krevní puls při různých aktivitách



Graf 4 Teplota těla při různých aktivitách



Graf 5 Odpor pokožky při různých aktivitách

5 Výstupy

V rámci projektu jsme navrhli dvě laboratorní úlohy, využívající systém ISES.

Při vlastní výuce mohou žáci sami úlohy sestavit a navrhnout jednotlivé aktivity, při kterých budou sledovat biofyzikální vlastnosti lidského těla.

Výstupem jsou pracovní listy pro učitele a žáky dvou laboratorních úloh pro základní školu. Zájemci si je mohou vyžádat na adrese autora: valek@mail.muni.cz

Literatura

- [1] Cipra, M. – Kříž, M. – Kůla, V.: Úvod do elektrotechniky. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 150 s. ISBN 80-01-02155-6.
- [2] Kreidl, M.: Měření teploty – senzory a měřicí obvody. Praha : BEN – technická literatura, 2005. 239 s. ISBN 80-7300-145-4.
- [3] Nejedlá, M.: Fyzikální vyšetření pro sestry. Praha : Grada, 2006. 248 s. ISBN 80-247-1150-8.
- [4] Rosina, J. – Kolářová, H. – Stanek, J.: Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů. Praha : Grada Publishing, 2006. 230 s. ISBN 80-247-1383-7.
- [5] Valečko, Z. et al.: Bioelektronika v amatérské praxi. Praha : BEN – technická literatura, 2005. 223 s. ISBN 80-7300-122-5.
- [6] Výzkumný ústav pedagogický v Praze. Metodický portál [online]. 2005-2009 [cit. 2009-07-20]. Dostupný z WWW: http://www.rvp.cz/soubor/RVPZV_2007-07.pdf. ISSN 1802-4785.