

Využití mezipředmětových vztahů k motivaci žáků

RENATA HOLUBOVÁ

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Děti narozené po roce 1994 jsou zařazeny do tzv. generace Z. Zájem o studium technických oborů u žáků generace Z je velmi malý. Moderní technologie jsou pro ně prostředkem, jak vstoupit do svého virtuálního světa a komunikovat s přáteli. Škola řeší problém, jak překlenout propast mezi tím, co by měli žáci zvládnout podle jednotlivých studijních programů, a tím, jak učí naši učitelé a jaké metody používají. Otázkou je, jak žáky motivovat a jak změnit postupy výuky v dnešní škole. Jednou z cest, která se ve školní praxi ukázala jako úspěšná, je využití mezipředmětových vztahů v rámci projektů, které ukazují vzájemný vztah techniky, přírodovědných předmětů a každodenního života. Námět na aplikaci vybraných témat učiva fyziky v praktickém životě uvádíme v tomto příspěvku.

Téma aerodynamika (profil křídla letadla, vztlak, fyzika letu, letadla)

Letadlo je létající dopravní prostředek. Podle normy ČSN 310001 je letadlo: *Zařízení způsobilé létat v atmosféře nezávisle na zemském povrchu, nést na palubě osoby nebo jiný náklad, je schopné bezpečného vzletu a přistání a je alespoň částečně říditelné.*

Rozdělení letadel

Podle způsobu vzniku vztlaku:

- lehčí než vzduch (*aerostaty*)
 - bezmotorové (balón), motorové (vzducholoď);

- těžší než vzduch (*aerodynamy*)
 - bezmotorové – s nepohyblivými nosnými plochami (rogalo, padák, kluzák), s rotujícími nosnými plochami (rotorový kluzák),
 - motorové – bez nosných ploch (raketa), s nepohyblivými nosnými plochami (letoun), s rotujícími nosnými plochami (vrtulník), s kombinovanými nosnými plochami (konvertoplán), s mávajícími nosnými plochami (ornitoptéra), s prstencovými nosnými plochami (koleoptéra).

Podle účelu: civilní, vojenské, speciální (spojovací letadlo, sanitní letadlo, výsadkové letadlo)



Obr. 1 Konvertoplán a koleoptéra

Historie

První létající stroje využívaly jako pohon pouze sílu lidských svalů. *Leonardo da Vinci* nakreslil první plány létajících strojů. *Vít Fučík* (zvaný Kudlička) v letech 1760–1795 sestrojil letadlo s mávavými křídly (byly nadlehčovány měchy naplněnými bahenním plynem) a později s pevným křídlem (předchůdce rogala).

První letoun schopný řízeného letu vynalezli a zkonstruovali bratři *Orville* a *Wilbur Wrightové* 17. prosince 1903 v Severní Karolině. Letoun *Wright Flyer* byl postaven ze dřeva a látky, konstrukce byla vyztužena dráty, byl vybaven dvěma tlačnými vrtulemi a poháněn motorem o výkonu 9 kW. První vzlet letadla v Československu je datován v dubnu 1910.

Největší rozmach letecké dopravy nastal až po první světové válce, kdy v Evropě začaly vznikat letecké společnosti. Nejstarší je KLM (1920), ČSA (1923), letadla výrobců Airbus a Boeing (střední a dálkové lety), ATR a Fokker (krátké a střední lety).

Letecká doprava

Výhody: rychlost a spolehlivost, frekvence spojů, dobře předvídatelné časy přeprav (přiletí a odlety), nízké náklady na balení u přepravy na delší vzdálenosti, minimální vlivy počasí.

Nevýhody: náklady na přepravu, omezenost zásilek, při přepravě na krátké vzdálenosti je výhoda rychlosti relativní, znehodnocení přepravních časů pomalými navazujícími operacemi, které mohou dosáhnout i 90 % podílu (celní odbavení, překládka).

Odmrazování letadel (fázové přeměny, infračervené záření)

I sebemenší námraza může ovlivnit profil křídla, a tím i letové vlastnosti letadel. S námrazou na letadlech se v našich podmínkách setkáváme nejčastěji v zimních měsících (říjen až duben, kdy venkovní teploty klesají k nule). Námraza vzniká přibližně od $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ níže. Vznik závisí kromě teploty i na vlhkosti či hustotě vzduchu a při letu i na rychlosti letu. Námrazu může způsobit podchlazené palivo i v letních měsících!

Podle rychlosti vzniku námrazy rozeznáváme:

- slabá (do 0,6 mm za 1 minutu)
- mírná (od 0,7 mm do 1 mm za 1 minutu)
- silná (od 1,1 mm do 2 mm za 1 minutu)
- velmi silná (od 2,1 mm za 1 minutu)

Intenzitu námrazy lze vyjádřit pomocí vztahu

$$I = 10^{-2}\delta v,$$

kde δ vyjadřuje „vodní obsah“ oblaku v g/m^3 , v je rychlost letounu v km/h , I je intenzita v mm/min .

Dělení námrazy podle charakteru: jíní; jinovatka; bílý zrnitý led (při letu v oblacích s kapkami do 10 mikrometrů, většinou samovolně opadá); průhledný led (přechlazená vodní pára při mrhnutí v zimě, vede ke zvyšování hmotnosti a změně těžiště. Nejnebezpečnější je matný led, který vzniká z vodních kapek a krystalků ledu hlavně na náběžných hranách letounu.

Vznik námrazy na letadlech je dán tepelnými poměry ve vrstvě vzduchu přiléhající k obtékanému povrchu a v samotném tělese. Rychlým prouděním vzduchu kolem tělesa se plášť zahřívá u náběžné hrany, převládá adiabatické oteplování vzduchu. Za náběžnou hranou se uplatňuje především

vliv tření vzduchu o obtékaný povrch. Zvýšení teploty Δt v přiléhající mezní vrstvě vzduchu se dá vyjádřit vztahem

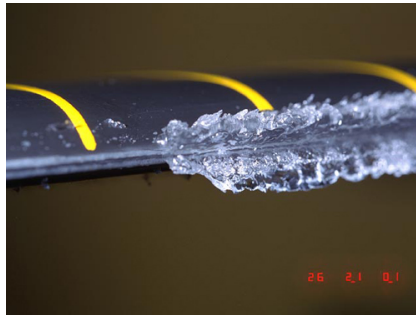
$$\Delta t = 3,87 \cdot 10^{-5} v^2 k \gamma,$$

kde v je rychlost letu v km/h, k je součinitel vystihující tvar tělesa (u náběžných hran $k = 1$), γ je vertikální nasyceně adiabatický gradient teploty [2].

Při obtékání vzduchu kolem letounu se mění teplota aerodynamických ploch také vlivem tření (kinetický ohřev) a vlivem stlačování proudu vzduchu před letounem (dynamický ohřev). Při kinetickém ohřevu platí pro zvýšení teploty Δt ploch vztah

$$\Delta t = \frac{v^2}{2000}.$$

Např. při rychlosti 100 km/h je změna teploty $0,4^\circ\text{C}$, při rychlosti 800 km/h je to již $24,6^\circ\text{C}$.



Obr. 2 Námraza

Pro odmrazování se používají dvě kapaliny. První kapalina (tzv. *de-icing*) má za úkol rozpuštění ledu a odstranění případného nánosu sněhu, ředí se horkou vodou o teplotě kolem 75°C . Poměr složení směsi závisí na okolní teplotě. Nevýhodou je její krátká účinnost (10–15 min). Druhá kapalina (tzv. *anti-icing*) má účinnost až 45 minut. Má protinámrazové účinky, vytvoří na povrchu křídla film, který nedovolí dalšímu tvoření námrazy. Odmrazování letounu zabere 5–7 min, spotřeba kapaliny je 200 l (extrém 700 l).

Kromě dalších možností odmrazování (elektrická ochrana – energeticky náročná, na malých plochách, pneumatická ochrana – pro odstranění již

vzniklé námrazy, na náběžných hranách se umisťují pryžové pásy) se jako zajímavé z hlediska fyziky jeví využití infračerveného záření. Pomocí infračerveného zářiče se ohřívá plášť letadla. Vlnová délka záření, a tím i jeho energie, závisí na teplotě zdroje. Čím vyšší je teplota, tím kratší je vlnová délka záření. Záření je pohlceno ledem, aniž by došlo ke zvýšení teploty pláště letadla nebo paliva. Primární zdroj je zahříván na teplotu vyšší než $1\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$, účinnost využití energie je 75 %. Vlnová délka záření je potom kontrolována sekundárním zářičem. Výhodou je, že nedochází k ohřevu okolního vzduchu, navíc rozmístění zářičů umožňuje kopírovat tvar letadla. Nevýhodou je to, že po odmrazení není letadlo chráněno před další námrazou. Je proto třeba tuto metodu kombinovat s použitím vhodné kapaliny (v mnohem menším množství) pro zajištění ochrany letounu.



Obr. 3 Odmrazování

Při námraze není nebezpečná ani tak samotná hmotnost ledu, ale změna aerodynamických vlastností letadla. Vrstva ledu o tloušťce 0,1 mm na křídlech letadla sníží vztlak až o 30 % a odpor se zvýší až o 40 %. Další nebezpečí představují vibrace, změna těžiště, pokles rychlosti.

Úkol: Odhadněte, jaká je hmotnost námrazy o tloušťce 1 mm, která pokryla letadlo? (hustota ledu $916,7\text{ kg/m}^3$)

Infračervené záření, záření absolutně černého tělesa

Základní učivo: elektromagnetické spektrum, infračervené záření, termografie jako měřicí metoda, která umožňuje graficky zobrazit teplotu zkoumaného objektu. Infračervené záření je emitováno všemi tělesy, jejichž teplota je vyšší než 0 K. Vztahy, které termografie využívá, jsou součástí středoškolského vzdělávacího programu:

Planckův zákon – závislost spektrální intenzity vyzařování H_λ povrchu černého tělesa o termodynamické teplotě T na této teplotě a vlnové délce λ :

$$H_\lambda = \frac{1}{\lambda^5} \frac{2\pi hc^2}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1},$$

kde je k Boltzmannova konstanta, h Planckova konstanta, c rychlost světla a λ vlnová délka záření.

Wienův posunovací zákon – maximum spektrální intenzity vyzařování se s rostoucí teplotou T posouvá ke kratším vlnovým délkám. Vlnová délka λ_{\max} záření s maximální intenzitou

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T},$$

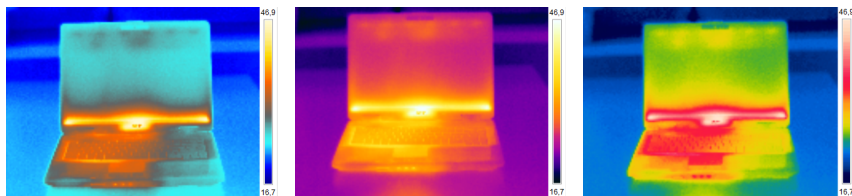
kde $b = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$.

Stefanův–Boltzmannův zákon – intenzita vyzařování černého tělesa je úměrná čtvrté mocnině termodynamické teploty. V reálné situaci nepočítáme s absolutně černým tělesem, ale s tělesem reálným, kde je potřeba počítat s emisivitou ε materiálu tělesa. To je poměr intenzity vyzařování povrchu tělesa k intenzitě vyzařování absolutně černého tělesa, jehož emisivita $\varepsilon_0 = 1$. Vztah zapisujeme ve tvaru

$$M_e = \varepsilon \sigma T^4,$$

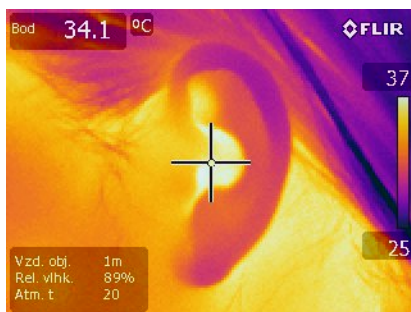
kde σ je Stefanova–Boltzmannova konstanta ($\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$).

Termogram – je výstupem termovizní kamery v infračervené oblasti vlnových délek. Protože je infračervené záření pro oko neviditelné, jsou obrázky z kamery převáděny do viditelné oblasti pomocí různých barevných palet. Každé barvě je potom přiřazena určitá teplota. Nejčastěji používané palety jsou polární, železo, duha.

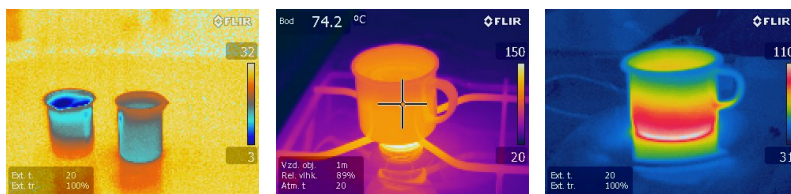


Obr. 4 Barevné palety

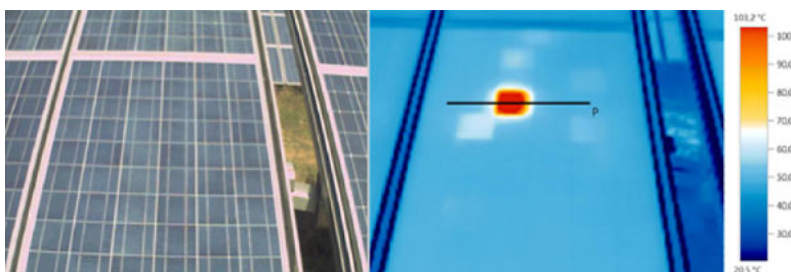
Pomocí termogramu je možné diskutovat řadu jevů z různých oblastí fyziky: transport tepla, tepelná vodivost – kulinářská fyzika (porovnání průběhu ohřevu vody na různých typech vařičů, tání ledu ve vodě o různé hustotě – environmentální fyzika a tání ledovců), závady v solárních panelech – porovnání reálného snímku a termogramu (environmentální fyzika – extrémně zahříváné plošky v solárním panelu mohou vést až k jeho požáru), prokrvení ušního boltce – lékařství, kriminalistika.



Obr. 5 Termogram ušního boltce



Obr. 6 Tání ledu, ohřev vody na plynovém vařiči a indukční varné desce



Obr. 7 Klasická fotografie a termogram solárních panelů

Vyzařování mobilních telefonů – SAR

Všechna mobilní zařízení emitují ne-ionizující elektromagnetické záření v oblasti rádiových vln (bluetooth, wifi, mobilní telefony) a velmi nízkých frekvencí (emitované hardwarem telefonu). V České republice vysílají mobilní operátoři na frekvencích 800 MHz, 1 800 MHz a 2 600 MHz ve vysokorychlostní síti LTE (*Long Term Evolution*). Protože telefony držíme v blízkosti našeho těla, dochází k absorpci elektromagnetického záření. Zdravotní rizika souvisí zejména s tepelným působením pohlceného záření.

Množství záření, které je hmotou absorbováno, se vyjadřuje pomocí čísla SAR (z anglického *Specific Absorption Rate*). Číslo vyjadřuje výkon elektromagnetického záření, které absorbuje hmota s definovanými vlastnostmi (vztahuje se k jednotce hmotnosti). Pohlcené záření se v látce přeměňuje na teplo.

Pokud jde o mobilní telefony (smartphony), pak se SAR hodnotí především kvůli průniku záření do lidské mozkové tkáně. Při porovnávání mobilních telefonů podle SAR je třeba dát pozor na to, že v různých částech světa je uváděná hodnota SAR vztahována k různým hmotnostním jednotkám.

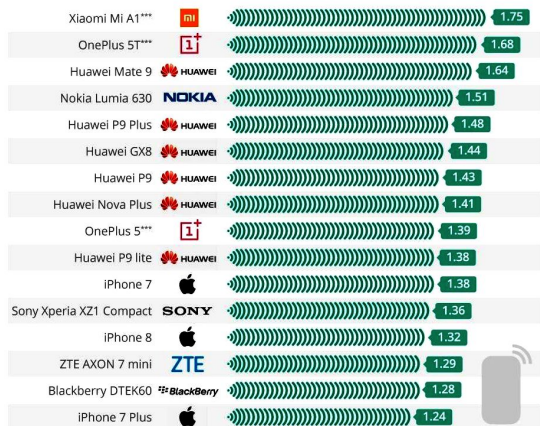
Existují hodnoty SAR, které nesmí žádný mobilní telefon překročit. V Evropě je limitní hodnotou 2,0 W/kg v deseti gramech tkáně pro hlavu a trup (končetiny 4 W/kg). V USA a v Austrálii jsou hodnoty SAR vztahovány na 1 gram tkáně. Hodnoty SAR se vztahují k frekvenční oblasti 10 MHz až 10 GHz, do které spadají i frekvence systému GSM. V jiných pásmech mohou být povolené limity jiné.

Vzorec pro výpočet hodnoty SAR lze psát jako

$$\text{SAR} = \frac{\sigma E^2}{\rho},$$

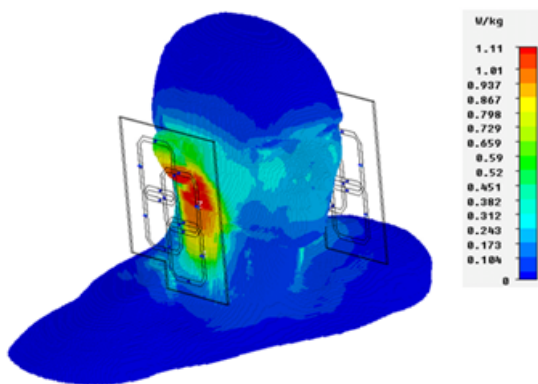
kde σ ($\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$) je elektrická měrná vodivost tkáně, E ($\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$) je intenzita elektrického pole, ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) je objemová hustota tkáně. Hodnota SAR tak představuje výkon absorbovaný na 1 kg tkáně, jednotka $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Hraniční hodnoty pro SAR lze odvodit jednoduchou úvahou. Lidské tělo lze modelovat jako 100 wattový zdroj tepla, povrch těla je asi 1 m^2 , z podmínky rovnováhy absorbovaného a vyzařovaného výkonu dostáváme hledanou hodnotu. Pro SAR byla dohodou stanovena desetina této úrovně pro pracovníky s elektromagnetickým zářením, pro běžného uživatele je norma přísnější.



Obr. 8 Záření smartphonů ve wattech na kilogram (***) (Forbes Statistika)

Měření SAR je realizováno pomocí modelů – lidská hlava je představována koulí, která je vyplněna tekutinou s elektrickými vlastnostmi jako má lidská tkáň. Ke kouli se v daném místě přikládá zkoumané zařízení, speciálními sondami je snímána intenzita elektromagnetického pole.



Obr. 9 Měření SAR

Ve školní laboratoři lze lidskou hlavu simulovat nafukovacím balónkem o dané velikosti, který naplníme kapalinou požadovaných vlastností – voda o teplotě 37 °C, rozpuštěné soli, které zaručí vlastnosti podobné lidské

tkáni. Místo speciální sondy lze použít termokameru a pomocí termogramu zkoumat změny teploty v místě kontaktu mobilního zařízení s povrchem modelu.

Závěr

Uvedený příspěvek zahrnuje poznatky z různých oborů fyziky, využívá mezipředmětové vztahy (historie, chemie, environmentální problematika), ukazuje na aplikaci fyziky v každodenním životě.

I když např. téma využití termokamery ve výuce fyziky bylo zpracováno mnoha autory (viz příspěvky na Veletrhu nápadů učitelů fyziky či semináři ve Vlachovicích), považujeme za vhodné upozorňovat na možné využití moderní techniky ve výuce fyziky. Také vzhledem k tomu, že termokamery se stávají dostupnějšími a lze je pořídit jako součást mobilních telefonů (CAT S60), bude možné jejich širší využití ve výuce přírodovědných předmětů.

Literatura

- [1] *Frňková, Z.*: Využití termokamery ve výuce fyziky. Bakalářská práce, Univerzita Palackého, Olomouc, 2013. <https://theses.cz/id/gfd4th>
- [2] *Pechala, F., Bednář, J.*: Příručka dynamické meteorologie. Academia, Praha, 1991.
- [3] <http://www.aeroweb.cz/clanek.asp?ID=2215&kategorie=3>
- [4] <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/130-zaklady-fyziky-letu>
- [5] Internetové zdroje:
http://fyzweb.cz/materialy/vlachovice/2013/materialy/tesar/c-tesar-termokamera_ve_fyzice.pdf
<https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2018/03/01/which-smartphones-emit-the-most-radiation-infographic/#61dec5b81b04>
https://mobil.idnes.cz/prehled-zareni-sar-0n3-/mob_tech.aspx?c=A151009_155202_mob_tech_oma
<https://www.davidwolfe.com/cell-phones-highest-lowest-radiation/>
<https://www.mobilmania.cz/clanky/mobilni-zahady-tajemny-udaj-sar/sc-3-a-1116722/default.aspx>
<https://www.mobilmania.cz/clanky/sar-jak-nam-mobily-zari-dohlavy/sc-3-a-1120169/default.aspx>

Zdroje vyobrazení

Obr. 1: <https://21století.cz/2006/05/19/letadlo-nebo-helikoptera/>
<http://lelectviletadla.blog.cz/1308/deleni-letadel>

Obr. 2: <http://www.aeroweb.cz/clanek.asp?ID=2215&kategorie=3>

Obr. 3: <http://www.aeroweb.cz/clanek.asp?ID=2215&kategorie=3>

Obr. 7: <http://www.elektroprumysl.cz/merici-technika/fotovoltaicke-moduly-a-instalace-fotovoltaickych-elektroren-pod-kontrolou-termokamer>

Obr. 9: <https://www.mobilmania.cz/clanky/sar-jak-nam-mobily-zari-do-hlavy/sc-3-a-1120169/default.aspx>

Udělejte si sami: jednoduché aplikace polovodičů (nejen) pro ZŠ

LEOŠ DVORÁK – ZDEŇKA KAMARÁDOVÁ

MFF UK, Praha – ZŠ a MŠ Ústavní, Praha

Polovodiče jsou důležitým prvkem moderních technologií a jako takové mají ve výuce fyziky na školách jednoznačné své místo. Svědčí o tom i řada článků v MFI v uplynulých více než dvaceti letech [1–13]. Na druhou stranu, většina těchto článků byla publikována již před zhruba dvěma desítkami let; v dalším období se zde s nimi setkáváme spíše ojediněle.

Že je tato problematika stále aktuální, dokládá nedávný článek [1]. Vytipoval a prezentoval řadu obvodů, zejména s tranzistory (ale i s integrovanými obvody), a uvedl množství odkazů převážně na internetové zdroje. Díky širší záběru však již neměl prostor věnovat se podrobněji tomu, jak dané obvody konstruovat, a neuvedl také konkrétní zkušenosti, jak si je učitelé vyrábějí a jak je používají ve výuce.

Náš příspěvek je k článku [1] v jistém smyslu komplementární. Soustředíme se na velmi jednoduché obvody se svítivými diodami a jedním