

Náuka o teple v 7. triede

V 7. triede vedie náuka o teple viac k bežným školským konvenčným predstavám. Toto musí byť teraz – keďže to v 6. triede bolo inak – sledované s jasnosťou. Budeme sa zaoberať rozťažnosťou, teplotnými stupnicami a takzvaným vedením tepla.

1. Teplo a okolie

Na množstve horúcej vody, danej do dóz, zahrabaných v rôznych materiáloch, ukážeme, ako zohriatie a ochladenie prebieha v blízkom okolí pri rôznych materiáloch (**W1**). To, čo je zabalené vo vlně, zostáva horúcim, vlna samotná sa však nestáva citeľne horúcou. Leží tu tepelný ostrov, ktorý je oddelený od ostatných predmetov priestoru; pri oddeľovacom (izolujúcom) materiále hovoríme o teplotných izolátoroch. Úplne izolovať však človek predsa niečo studené či teplé nedokáže nikdy, aj v tej najlepšej termoske sa po nejakom dni ľad roztopí alebo káva sa stane vlažnou. Jeden pokus s izolátorom predvedieme nechcene pri pálení vápna na epoche chémie: žhnúce diatomické kamene môže človek na zadnej strane ešte pohodlne uchopiť.

Materiály, ktoré neizolujú, ale rýchlo privedú teplo a chlad k vyrovnaníu, sú kovy. Ale aj oni sa ešte odlišujú v rýchlosti, ktorou vyvolajú ohrev na jednom konci, keď sú na druhom zohrievané, ako to ukazujú tyče vedúce teplo (**W2**). Môžeme si myslieť väčšiu nádrž s vriacou vodou, ktorú stále udržujeme vo vare. S ňou hraničí druhá, so studenou vodou. Medzistena je vyrobená z rôznych materiálov. Potom sa studená voda zohreje rôzne rýchlo – podľa materiálu steny. Nádrž so studenou vodou nech je k tomu ešte zvonku koldokola dobre izolovaná, takže je len od druhej zohrievaná a nie ochladzovaná okolím. Najskôr si myslíme medzistenu z lisovanej síry 1cm hrúbky. Potom to trvá trochu dlho, kým studená voda získa istú horúčosť. Potom urobíme stenu z vrstvy vlny – s tenkými gumenými vrstvami, aby vlna zostala suchá. Aby sa studená voda nezohriala rýchlejšie, než pri centimetrovej stene zo síry, musí byť vrstva teraz 3cm hrubá. Pri iných materiáloch ešte hrubšia, takže dostávame nasledovnú tabuľku:

Síra	1cm
Korok, kónská srst', hodvábná alebo vlnená vypchávka	ca. 3cm
Drevo, bavlnená vypchávka, diatomický kameň	ca.10cm
Tehla	ca.30cm
Sklo	ca.60cm
Prírodný kameň, piesok	okolo 150cm
Železo (ocel')	okolo 6000cm = 60m
Hliník	okolo 200m
Striebro a takmer práve tak meď*	okolo 450m

Tab.3: Hrúbka vrstvy rovnakej tepelnej vodivosti relatívne k 1cm hrubej vrstve síry

Až k prírodnému kameňu si to človek dokáže nejako jednoducho predstaviť. Ak je stena medzi nádržami meter hrubá, tak musia byť izolované aj bočné plochy steny samotnej – úplne odhliadnuc od meter hrubej vrstvy sírových vrstiev na stenách nádrže:

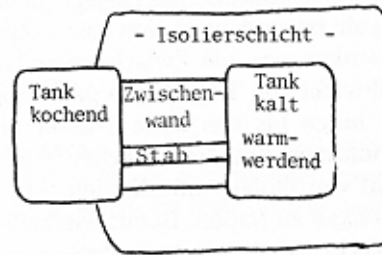
* Relatívna vodivosť kovov, vzťahnutá na striebro = 1

Striebro	100 %
Zlato	75 %
Meď	95 %
Ortuť	2 %
Železo (jednoduchá stavebná ocel')	12 %
Hliník (zvyčajne legovaný)	ca. 50 %

- izolačná vrstva -

Nádrž
vo vare

Medzistena



lená
rievajúca sa

Abb. 37: Wärmeausgleich bei Berühren von Stabenden

Obr.37: Vyrovnanie teplôt pri dotyku koncov tyče

Mimoto musí byť potom i hrúbka medzisteny samotná ešte zohriata, predovšetkým na strane, obrátenej k stene nádrže s vriacou vodou. Studená voda by bola teda už pred začiatkom teplejšia. Preto by sme mali nechať vyrovnávanie teplôt bežať dlhú dobu, pričom teplotu nádrže so studenou vodou trvale udržujeme rozdrveným ľadom a množstvo ľadu, ktorý sa topí za jednotku času, chýba. V každom prípade by sme neuveriteľnú vzdialenosť takmer pol kilometra striebra voči 1cm síry ťažko experimentálne dokázali zaistiť. Aby sme preskúšaniami kovy, bolo by lepšie od medzisteny upustiť a vziať len tyč, obalenú v izolačnom materiáli (síra). Dotyková plocha by bola na znížená na priemer tyče a museli by sme prepočítavať. Pri rovnakom materiáli je pôsobnosť ohrevu presne zodpovedajúca, to jest, proporcionálne voči dotykovej ploche. Zistíme tiež, že striebro medzi nádržami pôsobí tak, ako keby nádrže boli natlačené jedna k druhej, síra tak, ako keby boli od seba ďaleko vzdialené (najpomalšie vyrovnávanie teplôt). Striebro vyrovnáva všetky protiklady rýchlo, zblížuje, spája – síra oddeľuje. Vidíme tiež, ktoré materiály niečo teplé (alebo studené) oddeľujú od okolia tak, ako keby vytvárali veľkú vzdialenosť (ktorá tu priestorovo vôbec nie je); a ktoré materiály veci s okolím spájajú.

Pojmami izolátor a vodič môžeme teraz popísať ústredné kúrenie na základe obrázku. Obrázok vytvoríme najlepšie na základe prehliadky: Pec, kotol, rúrky, teleso kúrenia. V kotli sú voda a plameň oddelené len tenkou stenou kotla (4mm oceľ). Voči priestoru sú ohnisko i so sopúchom komína izolované šamotom a murivom. Rúry v pivnici sú hrubo omotané skelnou vlnou. Naproti tomu v obytných priestoroch je medzi horúcou vodou a vzduchom len 1-milimetrový plech. A mimo to je povrch vykurovacích telies ešte zvlášť zväčšený. Žiaci môžu samostatne v kresbe uviesť zabudované vodiče tepla a izolátory.

Nikdy nedokážeme horúcemu predmetu naveky brániť v ohrievaní okolia a v celkovom spolupôsobení na jeho zmeny. Bez slnka, bez živých bytostí, vulkánov a ohňa by zmizli na zemi všetky teplotné rozdiely a zmeny. Ony sú vždy výrazom života, ako jednotlivéj živej bytosti, tak i celej zeme v kozmickom rytme.

2. Teplotná rozťažnosť

Pevné telesá nám môžu vytvoriť počiatok. Najskôr môžeme ukázať zohriatu oceľovú guľu, ktorá sa už nezmesť do krúžku (**W3**); o niečo podnetnejší je takzvaný trhač čapu (**W4**) alebo roztrhnutie sklenej doštičky (**W5**). Že sa pevné materiály rozťahujú veľmi rôzne, je pre ríšu toho, čo je pevné, mŕtve veľmi charakteristické. Rozťažnosť kvapalín nie je ani zďaleka tak rozdielna ako i rozťažnosť plynov (viď tabuľku).

Teplotná rozťažnosť pri rôznych materiáloch:

<i>Materiál</i>	<i>Prírastok dĺžky 1m dlhej tyče pri ohriatí o 10 stupňov Celzia</i>	
Hliník	0,23	mm
Meď	0,16	mm
Železo (stavebná oceľ)	0,12	mm Železobetón
Betón	0,12	mm
Sklo	0,09	mm
Kremeň	0,005	mm(= $5 \cdot 10^{-7}$ na stupeň)

<i>Materiál</i>	<i>Zväčšenie objemu jedného litra pri ohriatí o 10 stupňov Celzia</i>	
Voda	2	cm ³
Ortuť	2	cm ³
Alkohol	11	cm ³
Toluén	12	cm ³
Železo (porovnaj vyššie)	0,36	cm ³ = trojrozmerné rozširovanie
Vzduch	30	cm ³

K tabuľke možno ukázať porovnávací pokus (**W6**). Môžeme poukázať na technické javy ako sú dilatačné špáry na mostoch. Koľajnice už dnes nie sú dobrým príkladom, pretože sa používa oceľ s veľmi malou rozťažnosťou a necháva sa až po istú mieru elasticky rozpínať. Malý pokus s rozťažnosťou môžu žiaci zostaviť sami počas hodiny s mincou a malým kahančekom (**W7**). Môžeme ukázať veľký rozdiel medzi kremičitým sklom a užitkovým sklom tým, že silne zohrejeme rúrku z oboch materiálov a potom ju ponoríme do vody – kremičité nepraskne.

Kvapaliny majú už väčšiu rozťažnosť. Meriame ju podľa prírastku objemu. Na základe rozťažnosti v troch smeroch priestoru je takmer trikrát tak veľká ako prírastok dĺžky (to môžu žiaci prípadne vydumať). Ukážeme rozťažnosť objemu na 2-litrovej banke so stúpačkou; je nám súčasne veľkým teplomerom (**W8**). Úchvatné je rýchle stúpanie pri ešte sotva cíiteľnom ohreve. Na značkách stúpačky môžeme odčítať priamo teplotu v banke.

Plyny rovnako ukazujú všetky veľmi veľkú schopnosť rozťažnosti (okolo 1/273 – tina ich objemu od 0°C na stupeň). Aj tu možno rozšíriť preskúmanie jedného z plynov – vzduchu. Ukážeme na jednej strane prírastok objemu na druhej strane prírastok tlaku (**W9**). Len plyny sú dobre stlačiteľné (pneumatika na bicykli). Následkom toho musíme pri plnení nejakej fľaše kvapalinou vždy nechať nejaký priestor pre vzduch, pretože kvapalina je prakticky nestlačiteľná a pri zohriatí by roztrhla veko. - Telesná rozťažnosť nám môže byť obrazom toho, ako teplo siaha okolo seba všeobecne. Charakteristicky sú plyny tým poznačené najsilnejšie.

3. Technický teplomer

Na **naplnenie** použijeme radi nejakú kvapalinu, ktorá sa silne rozťahuje a ktorá sa nie hneď varí či mrzne. Mimo to má rýchlo prijímať teplo z okolia, to znamená musí byť dobrým vodičom tepla (pozri tabuľku). Tieto podmienky spĺňa najlepšie ortuť. Vínny lieh (Etylalkohol) má síce väčšiu rozťažnosť, ale horšiu vodivosť tepla. On, alebo podobný pentan alebo toluén sú používané pre teplomery na chlad, pretože ortuť tuhne pri -38,9 °C (varí pri +357,3 °C).

Konštrukcia rozšíreného typu teplomera ukazuje vo vnútri sklenej rúrky stupnicu. Od tohto vnútorného priestoru celkom vyčlenený je systém kvapaliny, konkrétne banôčka, ktorú prijíma teplo a kapilára, ktorá to ukazuje. Prázdny objem kapiláry sa naplní dusíkom pod tlakom 1 atmosféry, aby vlákno ortuti nevytvorilo v teple s kyslosťou vzduchu nejaký oxidačný povlak. Pri tomto takzvanom uzatvorenom teplomere sú teda kapilára a stupnica uzatvorené v rúrke. Iné sú

jednoduchšie – ako takzvaný tyčový teplomer, kde je stupnica priamo vytlačená na hrubostennej kapilárnej rúrke. Z takých teplomerov sa však kvôli väčšej vzdialenosti medzi kapilárou a stupnicou trochu nepresnejšie odčítava. Pri takzvaných dusíkových teplomeroch alebo „vysokostupňových“ teplomeroch je dusík plnený pod tlakom cca 50 atmosfér, čím ortuť vrie až pri 675 °C. Také teplomery sú teda použiteľné ešte aj cez 600 °C. Normálne ortuťové teplomery idú od -38 do +356 °C (kvôli ľahšej kompresii uzatvoreného dusíka pri stúpaní vlákna až do +360 °C).

Ciachovanie teplomera vyžaduje prinajmenšom dva pevné body teploty. Trochu zjednodušene povedané, používa sa bod topenia ľadu a tam sa dáva nulový stupeň a práve tak bod varu vody pri normálnom tlaku v rovine mora sa ozančí ako 100 °C. Táto stupnica nás vedie späť k švédskemu profesorovi geografie a astronómie menom CELSIUS, do Uppsaly (1742). Už predtým (1715) vytvoril výrobca prístrojov a bádateľ FAHRENHEIT v Amsterdame zhodne ukazujúce to znamená zhodné teplomery. Použil tri pevné body: Zmes z vody, ľadu a čpavku dávala najhlbšie teploty, ktoré Fahrenheit prežil v Gdansku. Tento najhlbší stav stĺpca vzal ako nulový bod. Je to -17,8 ° našej stupnice Celzia. Bod topenia ľadu položil na 32 °, telesnú teplotu zdravého človeka na 96 °. Tak vznikla ešte dnes vo Veľkej Británii a USA bežná stupnica v stupňoch Fahrenheita (F). Ľad sa tam topí pri +32 °F, voda vrie pri +212 °F.

4. Pokusy s ľadom

Je zaujímavé ukázať niečo opäť s ľadom, napríklad chladiacu zmes (W10). Rozčlenenie ľadových kúskov pri tuhnutí sa rozpustí vnikajúcou soľou: tá musí zjednotenie v rozpúšťaní rozmočiť. Chýbajúce zohriatie zvonku, ktoré je nutné k takémuto roztopeniu sa prejaví v ochladení roztoku – môže ešte pristúpiť rozhovor takzvanej anomálie vody s pochodmi vo vnútrozemských vodách, rybníkoch atď. (vrstvenie, miešanie). Toto dobre fenomenalisticky popísané a ilustrované nájdeme v učebnici od STIEGLERA (1976) ako i u Höflinga (1980) (inak je zaujímavé vidieť, ako a čo učia iní). - Trochu nákladné pokusy popisuje KUHN (1975). Možno ich zjednodušiť (W11). Hustota vody pri 0 °C je 0,99984 g/cm³, pri 4 °C je 0,99997, pri 8 °C je 0,99985 a pri 100 °C je 0,95835 g/cm³. Voda teploty 4 °C je teda najťažšia a vždy klesá na dno.

Anomalické je tiež, že voda pri zamŕzaní prijíma 9% svojho objemu. Preto v sladkej vode kocka ľadu ukazuje 9% svojho celkového objemu, to jest trčí jej 1/11-tina z vody. Ľadovcu v morskej vode naproti tomu 1/8-mina; 7/8-mín zostáva v mori pod vodou.

Z prírody môžeme rozprávať napríklad o fenoménoch ako je zamŕzanie morských ľadovcov, napríklad v „Žena prežíva polárnu noc“ (RITTER 1978). Z vlniaceho sa mora sa na pobreží pri asi -2 °C vytvára najskôr zrnitá ľadová kaša. Aby sa natoľko ochladilo, musia spolupôsobiť silné vzdušné chlady, pretože nemá žiadne maximum hustoty nad bodom mrznutia: najstudenšia voda nepláva nahor ako pri sladkej vode, ale neprestajne klesá pomaly nadol. Tak mrzne morská voda najviac na pobreží v plochej vode alebo len potom, ak stúpanie teplejšej vody nahor prebieha pomalšie ako ochladzovanie zhora. More je kalné, keďže je preniknuté kapilármi a drobnými trhlinami, v ktorých sídli zostávajúci obohatený solný roztok, ktorý poskytuje ľadu počiatočný obsah soli 0,5 %, ktorý rokmi ubúda. Tak sú ľadové javy v mori veľmi mnohotvárne.