

Pomůcky

teplotní čidlo (např. Vernier GoTemp), příslušný měřicí software na počítači s USB portem (např. Vernier Logger Lite)

tablety nebo počítače s přístupem k internetu, izotermická fólie

PET lahev o objemu 0,5 l, sací brčko

Praktická cvičení

V publikacích nebo na internetu se často dočteme, že běžná teplota zdravého člověka je 36,0-36,9 °C. Je tomu opravdu tak? Je lidské tělo všude stejně teplé? Nebo kromě míst, kde naměříme tyto očekávané teploty, najdeme na těle i místa s odlišnou teplotou?

Pokud je tato varianta pravdivá, určete, kde je lidské tělo nejteplejší a kde naopak nejchladnější? Pokuste se najít vysvětlení. Je možné této skutečnosti nějakým způsobem využít?

Dejte žákům prostor pro jejich nápady, včetně těch nesprávných.

Máme sepsáno několik myšlenek. Jak ověříme, které z nich jsou ty správné?

Budeme měřit a vyhodnocovat. Pracovat budeme ve třech skupinách a s nimi postupně projdeme třemi stanovišti, neboť výzkumný proces má více částí.

Nejdůležitější je **experimentální** část, kdy se ověřují domněnky a hypotézy, kdy se plánují a provádějí pozorování a pokusy a analyzují se získaná data.

Důležitá je rovněž **studijní (heuristická)** fáze, kdy je nutno v odborné literatuře dohledat, zda již nebyly v rámci zkoumaného tématu publikovány určité poznatky. Můžeme předpokládat, že nejsme první, kdo se daným tématem zabývá, a proto výsledky ostatních badatelů mohou ovlivnit, pozměnit, ale také potvrdit naše předpoklady. Můžeme také získat informace, které sami nejsme schopni zjistit, například z důvodu nedostupnosti technického vybavení či nedostatku finančních prostředků. Důležitá je tato část také při vyhodnocování vlastních výsledků - zda například neodporují zjištění ostatních. Proto si dnes vyzkoušíme i tuto část práce badatele.

Stanoviště 1 - měření

Na tomto stanovišti budete zkoumat, jestli je lidské tělo na všech místech stejně teplé. Výsledky budete zaznamenávat do nákresu postavy, a tak vytvoříte společnou teplotní mapu lidského těla.

Žáci by měli vymyslet hypotézu, kterou budou měřením testovat. Na konci této části ji buď potvrdí, nebo vyvrátí. Například: „Lidské tělo není na všech místech stejně teplé.“

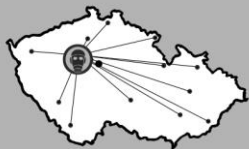
Co pro to budeme potřebovat?

dva dobrovolníky, kteří si nechají změřit teplotu na různých místech těla, teploměr

Kde budeme měřit? Jsou místa na těle, jejichž teplota by vás zajímala?

Navrhujeme, aby všechny skupiny změřily teplotu v podpaží, na čele a na článcích prstů ruky. A další 2-3 místa si vybraly podle vlastního zájmu.





Příprava měření

1. Na počítači spusťte měřicí software.
2. Do USB portu zapojte teplotní čidlo (např. Vernier Go-Temp).
3. V záložce Experiment – Sběr dat změňte dobu provádění experimentu na 10 minut a frekvenci měření 20× za minutu.
4. Pomocí pravého tlačítka myši klikněte na oblast grafu, zvolte Nastavení grafu – Nastavení souřadnicových os a nastavte měřicí oblast grafu na +15 °C až +40 °C.

Provedení experimentu

1. Změřte teplotu v místě provádění experimentu.
2. Zvolte tři místa na těle, kde budete měřit teplotu.
3. Kliknutím na tlačítko Play v horní části obrazovky počítače s měřicím softwarem spusťte záznam pokusu.
4. Přiložte špičku teplotního čidla ke kůži a držte ji po dobu 100 -120 sekund. Během této doby by mělo dojít k ustálení teploty.
5. Opakujte na všech zvolených místech. Záznam zastavte a uložte.

Očekávaný výsledek měření

Žáci by měli dospět k tomu, že lidské tělo je nejteplejší v oblasti trupu, tzv. jádra. Ostatní části těla jsou chladnější, neboť se nacházejí ve větší vzdálenosti od jádra.

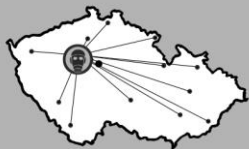
Žáci by nyní měli své výsledky porovnat s hypotézou, kterou si stanovili před začátkem experimentu, a s badatelskou otázkou, s níž pokus začínali.

V našem případě by měl být výsledek pokusu následující: Potvrdili jsme hypotézu, že jednotlivé části lidského těla mají odlišnou teplotu.

Rozšiřující možnosti pro velmi zvědavé badatele, kteří mají chuť a čas do podrobnějšího měření:

1. Daleko lepší ukázkou rozložení teplot na lidském těle poskytnete podrobnější teplotní mapa. Navrhněte měření na více místech lidského těla, zanechte do obrázku obrysu (zepředu i zezadu) a upřesněte výsledek základního pokusu (změřte např. 20 nebo 30 bodů na různých - dle vašeho mínění zajímavých - místech). Co vás nejvíc překvapilo? Kde se potvrdil váš odhad, kde ne? Proč tomu tak asi bylo?
2. Podle literatury se mění teplota povrchu lidského těla, např. při fyzické námaze, při jídle, při strachu apod. Zkuste uběhnout rychle nějakou vzdálenost tak, abyste se hodně unavili (vzdálenost je individuální podle trénovanosti dotyčné osoby) nebo změřte teplotu těla před obědem a po vydatném obědě, nezakrytou část těla a zakrytou po nějakou dobu třeba pláštěnkou apod. Odhadněte, jak by se teplota povrchu těla měla při dané činnosti změnit. Co jste naměřili? (Tělo se s rozdíly teplot rychle vyrovnává - nám se žádné významné rozdíly nepodařilo naměřit. Zkuste to vy, podařilo se?)





Stanoviště 2 - vyhledávání informací

Proces zkoumání tělesné teploty přináší mnoho složitých otázek. Vybrali jsme několik z nich. Zkuste společně (za pomoci různých informačních zdrojů) přijít na takové odpovědi, kterým porozumí vaši prarodiče i vaši mladší spolužáci.

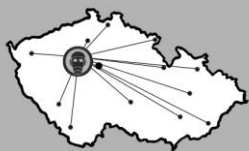
V žádném případě si nemyslíme, že by jedna skupina žáků měla zvládnout odpovědět na všechny otázky. Je na vás, které otázky (na základě stupně obtížnosti) vyberete, zda je rozdělíte (každá třetina žáků bude mít svou třetinu otázek) nebo jestli zadáte všem skupinám stejné otázky.

1. Kolik je nejvyšší a nejnižší naměřená teplota na Zemi? Kde byly tyto teploty naměřeny? Jedná se o obydlené oblasti?
2. Jakou nejvyšší a nejnižší teplotu tělesného jádra člověk může přežít?
3. Když je nám chladno, začneme se "třást zimou". O jaký jev se jedná a proč naše tělo takto reaguje?
4. V teplých dnech hledáme co nejvíce možností, jak se zchladit. Třeba tím, že nosíme méně oblečení a volíme světlé barvy, které lépe odrážejí teplo. Když se podíváte na beduíny, kteří žijí převážně na pouštích, uvidíte přesný opak. Většinou jsou celí zahalení, často i v tmavých oděvech. Proč? Jak můžeme vysvětlit skutečnost, že jim není ještě větší horko? Nastala by podobná situace i v tropickém deštném lese?
5. Měrná tepelná kapacita lidského těla je asi $3500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Kolik vody se musí odpařit z pokožky lidského těla, aby její teplota klesla o 1°C ? Předpokládáme, že tepelné výměny se účastní část vrstvy pokožky o celkové hmotnosti 5 kg.
6. Co se děje v dlani člověka po rychlém a intenzivním kontaktu ("plácnutí") s jinou dlaní?
7. V lékárnice každého automobilu je balíček, na kterém je označení "izotermická fólie". K čemu slouží, jak funguje a jak ji správně používat? Vyzkoušejte si to.
8. Co je to pocitová teplota? Co ji ovlivňuje a proč?
9. V roce 1631 sestrojil francouzský lékař Jean Rey první teploměr, který fungoval na stejném principu jako dnešní kapalinové teploměry. Jako teploměrnou látku použil vodu. Později se ale přešlo k používání lihu nebo rtuti. Proč?

Podklady pro odpovědi

1. Nejvyšší naměřená teplota na Zemi je 57°C (Údolí smrti v USA), nejnižší -89°C (stanice Vostok v Antarktidě). Nejnižší naměřená teplota v obydlené oblasti je $-71,2^\circ \text{C}$ (Ojmjakon v Rusku).
2. Hranice, při níž lze očekávat smrtelný kolaps z horka, je $39,2^\circ \text{C}$, prakticky nikdo nepřežívá teplotu nad 42°C . Při této teplotě dochází k poškození (denaturaci) bílkovin. Dolní hranice, kterou lze přežít bez trvalých následků, je teplota nad 20°C . Zatím nejnižší zaznamenaná teplota těla, kterou člověk přežil, byla 13°C . Řízeného podchlazení (hypotermie) se ale v lékařství využívá poměrně často, například při operacích srdce a mozku, kdy se tyto orgány ochlazují až na 17°C .
3. Třes je hlavním mechanismem, kterým se tělo brání proti chladu. Jde o mimovolní nesynchronizované rytmické záškuby svalů, které nevedou ke změně polohy. Tělo je využívá ke zvýšení tvorby tepla a tím k ochraně před prochlazením. Tato svalová aktivita zvyšuje produkci tepla v organismu až trojnásobně. Zároveň s tím se snižuje prokrvení kůže, zatímco svaly jsou naopak více prokrveny.





4. Kočovní beduini se oblékají do tmavého oblečení, které je ale vždy volné. Díky tomu může pod látkou dobře proudit vzduch. Ten se od tmavé prohřáté látky ohřívá, stoupá vzhůru, a tak vlastně vzniká průvan. Proudící vzduch výrazně napomáhá odpařování potu a tím i ochlazování těla. V tropickém deštném lese by k tomuto jevu nedošlo. Na poušti je teplota okolí vyšší než teplota těla a současně je zde velmi nízká vlhkost. V takovém prostředí se člověk může ochlazovat pocením - vypařováním vody z povrchu těla. V tropickém deštném lese je vysoká vlhkost (kolem 90%), takže je znemožněno odpařování a je obtížné snášet teploty vyšší než 34 °C.

5. Teplo odevzdané pokožkou při ochlazení o 1° C:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$$Q = 3500 \cdot 5 \cdot 1 = 17\,500 \text{ J}$$

Toto se využije k odpaření vody:

$$Q = l_v \cdot m \quad l_v = \text{měrné skupenské teplo vypařování vody} = 2300 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$m = Q : l_v$$

$$m = 17\,500 : 2\,300\,000 = 0,008 \text{ kg}$$

$$m = 8 \text{ g}$$

Z pokožky lidského těla se musí vypařit asi 8 g vody.

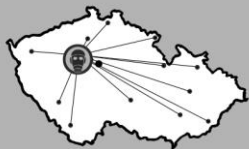
6. Při plácnutí dochází k dráždění nejrůznějších receptorů umístěných v kůži a podkoží. Nervový systém dostává informace z těchto receptorů a dá povel k vyplavení přenašečů (histaminu, event. acetylcholinu) v místě podráždění. Histamin způsobí vazodilataci (rozšíření vlásečnic) v kůži a v podkoží - jednak přímo, jednak prostřednictvím uvolněného (a vazodilatačně působícího) oxidu dusnatého. Díky tomu dojde v místě políčku k zčervenání a ohřátí kůže. Pokud by byl ale úder příliš silný (nebo opakovaný), došlo by k poškození vlásečnic v kůži (škáře) a podkoží, krev by prosákla do okolní tkáně a vznikla by modřina.

7. Používá se ke snížení tepelných ztrát lidského těla, především při první pomoci. Je to tenká plastová fólie, na kterou je nanesen hliník. Díky tomu se zabraňuje ztrátám tepla odpařováním, zčásti i sáláním. Není rozhodující, kterou stranou je přiložena k tělu - pokud je k dispozici tzv. zlatostříbrný typ fólie. Je nutné ovšem dávat pozor, aby v této fólii byl člověk zabalený téměř celý - bez průduchů a otvorů u nohou. Důležité je také, aby člověk, kterému je poskytována první pomoc, měl pod sebou nějakou podložku, např. deku nebo alespoň vrstvu oblečení.

8. Pocitová teplota není hodnota na teploměru, ale teplota, kterou vnímá člověk. Vnímání teploty vzduchu totiž ovlivňují i další vlivy, nejvíce vlhkost vzduchu a vítr. Vlhkost vzduchu pocit tepla zvyšuje (zhoršuje vypařování) - to pociťujeme především v létě, když hovoříme o dusnu. Naopak vítr pocitovou teplotu výrazně snižuje, protože nám odebírá ohřátý vzduch z okolí. Nejcitelněji se tento jev vyskytuje při nízkých teplotách kolem 0 °C a tomuto efektu se říká „wind chill“. Pro stanovení pocitové teploty se může použít vzorec nebo je možné tyto hodnoty najít v převodních tabulkách.

9. Líh i rtuť mají mnohem větší teplotní roztažnost. Proto jsou teplotní změny pro člověka snáze zaznamatelné - čitelné na stupnici.





Stanoviště 3 - návrat do minulosti

Zkuste si sestavit a vyzkoušet funkční model teploměru. Budete potřebovat: malou skleněnou lahvičku (třeba od přesnídávky), plastelínu, brčko, barvivo (třeba inkoust), vodu, hřebík.

Postup:

1. Lahvičku naplňte po okraj obarvenou vodou.
2. V uzávěru lahvičky udělejte hřebíkem otvor v šířce brčka.
3. Brčko zasuňte do otvoru, uzavřete lahvičku a brčko utěsněte plastelínou. Hladina kapaliny v brčku se zvedne.
4. Teploměr je připraven k měření.

Co našemu teploměru ještě chybí k dokonalosti, tj. aby se dal opravdu používat k měření? Jak to zajistit, vyrobit?

Teploměru chybí stupnice. Ta se dá vyrobit třeba následovně:

K brčku přilepte izolepou proužek kartonu. Model teploměru vložte společně s běžným teploměrem do chladničky. Asi po 15 minutách vyndejte a k hladině tekutiny v trubičce udělejte rysku a napište vedle ní údaj zjištěný na teploměru. Pak model teploměru vložte spolu s druhým teploměrem do nádoby s teplou vodou (třeba z vodovodu) a opět po 15 minutách udělejte rysku a zapište příslušný údaj z druhého teploměru. Úsek mezi oběma ryskami pak rozdělte na odpovídající počet dílků.

