

# ČLOVĚK A JEHO SCHOPNOSTI

## Sborník










INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



*Sborník na téma Člověk a jeho schopnosti je určen především učitelům přírodopisu, fyziky a chemie. Může sloužit jako návod k provádění demonstračních pokusů a aktivit pro učební témata zaměřená na orgánové soustavy člověka, konkrétně na oběhovou, svalovou, dýchací, nervovou a kožní soustavu. Dále se zabývá lidskými smysly vyjma zraku a sluchu, které jsou náplní témat Vidíme a pozorujeme a Slyšíme a posloucháme. Při zkoumání vlastností a fungování lidského těla se kromě biologického pojetí uplatní i fyzikální a chemické přístupy. Z fyzikální tematiky se jedná o využití různých jednotek při proměřování lidského těla včetně následného statistického zpracování, měření tlaku, koncentrace a objemu nebo vysvětlení těžiště na různých cvičebních úkonech. Chemická témata se zase uplatní při detekci potu, zkoumání trávicích enzymů ve slinách, důkazech vitamínů nebo při detekci  $CO_2$  ve vydechovaném vzduchu.*

*Pokusy a aktivity jsou rozděleny do tří skupin:*

- I. **Učitelské pokusy:** demonstrační pokusy k uvedení, samotnému vysvětlení či doplnění určitého učiva.
- II. **Žákovské pokusy:** pokusy, které v rámci výuky provádějí žáci např. ve skupinkách.

Přehled symbolů	
 15 min	Časová náročnost pokusu
	Fyzikální tematika
	Chemická tematika
	Biologická tematika
	Matematika
	Provádí učitel
	Provádí žáci



*Pokusy se vztahují zejména k těmto partiím učiva základního vzdělávání:*

- oběhová soustava;
- dýchací soustava;
- kožní soustava;
- nervová soustava;
- svalová soustava;
- fyzikální veličiny: délka, tlak, teplota, objem, elektrický odpor;
- průměr, chyba měření;
- oxidy;
- přírodní látky;
- enzymy.

## I. Učitelské pokusy:



### Měření srdečního tepu a krevního tlaku



2-20 min



*Na sadě experimentů si ukážeme, čím může být ovlivněna naměřená hodnota tepu a krevního tlaku.*

**Pomůcky:** digitální tlakoměr

mísa se studenou vodou

**Provedení:** Změříme tep a krevní tlak dle návodu na digitálním tlakoměru; obvykle se doporučuje měření vsedě s paží volně položenou na stole. Manžetu tlakoměru umístíme mezi loket a rameno. Měření provedeme opakovaně, počáteční nervozita může totiž výsledek výrazně ovlivnit. Naměřenou hodnotu tlaku krve pak můžeme porovnávat s několika dalšími měřeními:

1. po fyzické námaze – např. po 20 dřepích,
2. v poloze vleže s nohama nad hlavou (polohu zaujmout alespoň 1 min před měřením!),
3. opět vsedě, volná ruka však bude ponořena do lavoru plného studené vody,
4. s paží nad hlavou,
5. na dolní končetině vestoje a vleže apod.

**Vysvětlení:** Digitální tlakoměr zaznamenává dvě hodnoty krevního tlaku: tzv. systolický (horní) tlak a diastolický (dolní) tlak. Systolický tlak udává, jak působí krev na stěny cév tepen při stahu srdce (systole), zatímco diastolický tlak vyjadřuje tlak krve při ochabnutí srdce (diastole), kdy se srdce plní krví. Kromě těchto dvou hodnot dokáže většina digitálních tlakoměrů zaznamenávat, jak často dochází k systole a diastole, tedy měřit srdeční tep (puls).



Jak hodnota srdečního tepu, tak i krevní tlak jsou výrazně ovlivněny fyzickou námahou. Krevní tlak dále závisí na vertikální vzdálenosti měřeného místa od srdce (např. v dolních končetinách je vyšší tlak krve než v horních) a také na teplotě okolí: ponoříme-li například druhou ruku do studené vody, zúží se povrchové cévy zásobující kůži, a tím se zvýší měřený tlak. Tlak měřený na paži se také zvýší při poloze vleže s nohama zvednutýma nad hlavou.

**Komentář:** Z naměřeného tepu lze snadno vypočítat, kolik krve přečerpá srdce za minutu. Vycházíme ze znalosti množství krve, které přečerpá zdravé srdce během jednoho stahu. Tato hodnota je rovna přibližně 70 ml. Prostým vynásobením tepu hodnotou 70 ml získáme minutový objem srdce.

**Učivo:** oběhová soustava

## Vitální kapacita plic

*Ukážeme, jak lékaři měří vitální kapacitu plic za použití spirometru.*

Viz sborník Vzduch.

## Výroba spirometru

*Pomocí vlastního vodního spirometru změříme vitální kapacitu plic a porovnáme ji s hodnotou naměřenou pomocí standardního spirometru.*

Viz sborník Vzduch.

## Model plic

*Model plic vyrobený z plastové láhve a nafukovacích balónků dobře demonstruje, jak se při dýchání uplatňuje bránice a k čemu dochází při pneumotoraxu.*

Viz sborník Vzduch.

## Detekce CO<sub>2</sub> ve vydechovaném vzduchu



5 min



*Důkaz přítomnosti oxidu uhličitého ve vydechovaném vzduchu je možné provést pomocí vápenné vody.*

**Pomůcky:** brčko  
vápenná voda  
kádinka

**Příprava a provedení:** Pomocí brčka foukáme do roztoku vápenné vody. Pozorujeme vznik bílé sraženiny uhličitanu vápenatého.

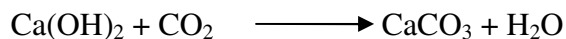
**Vysvětlení:** Vápennou vodu vyrobíme přidáváním hydroxidu vápenatého (hašeného vápna) do vody až do vytvoření nasyceného roztoku. Rozpustnost Ca(OH)<sub>2</sub> ve vodě při 20°C je 1,7 g.l<sup>-1</sup>. Případný nerozpuštěný hydroxid vápenatý odfiltrujeme. Při foukání brčkem do čirého

# Člověk a jeho schopnosti

## Sborník

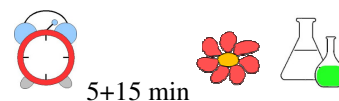


filtrátu pozorujeme postupné vytváření bílého zákalu (uhličitanu vápenatého), který vzniká reakcí oxidu uhličitého ve vydechovaném vzduchu a hydroxidu vápenatého podle rovnice:



**Komentář:** Hydroxid vápenatý je středně silná zdraví škodlivá zásada. Proto je třeba dát při foukání brčkem pozor, aby nedošlo k nasátí kapaliny do úst. Doporučujeme použít delší brčko. Přípravu nasyceného roztoku je vhodné provést v rukavicích. K výrobě vápenné vody lze případně využít pálené vápno (CaO), které reakcí s vodou vytváří hydroxid vápenatý. Takzvané hašení vápna však vyžaduje větší dávku opatrnosti, neboť reakce je silně exotermní, tj. vede ke značnému zahřátí reakční směsi. Důležité je přidávat pálené vápno po malých dávkách do dostatečného množství vody. Doporučujeme použít ochranné brýle a rukavice.

**Učivo:** dýchací soustava, oxidy, exotermní reakce.



### Detekce potu

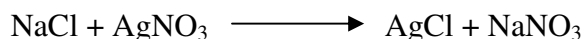
*Termoregulační schopnosti těla souvisí kromě krevního oběhu i s vylučováním potu. Potní žlázy umožňují vylučování potu, čímž dochází k ochlazení těla.*

**Pomůcky:** filtrační papírky  
pinzeta  
dusičnan stříbrný  
destilovaná voda  
Petriho miska

**Příprava a provedení:** Rozdáme žákům malé ústřížky filtračního papíru a necháme je podepsat se na jejich okraj. Některé žáky vyzveme, aby papírek stiskli mezi dlaněmi, jiné necháme papírek přiložit na čelo, na stehno, na hřbet ruky apod. Poté papírky jeden po druhém namáčíme pomocí pinzety do roztoku dusičnanu stříbrného v destilované vodě. Namočené papírky odložíme na Petriho misku a necháme uschnout na světle (nejlépe na přímém slunci na parapetu). Po chvíli se začnou papírky zbarvovat do fialova a časem až dohněda. Intenzita zbarvení napoví, které papírky byly více nasáklé potem.

**Vysvětlení:** Rozložení potních žláz na těle není rovnoměrné. Nejvíce potních žláz máme na dlaních, na čele, v podpaží nebo na chodidlech. Navíc má každý jedinec potní žlázy jinak vyvinuté, u někoho se dokonce potní žlázy nevyvinuly vůbec. Vylučování potu slouží k ochlazení organismu, vylučování potu zpravidla začíná již při povrchové teplotě 34,5°C.

Namáčením papírků do dusičnanu stříbrného dokazujeme přítomnost chloridu sodného, který je součástí potu. Nejdříve vzniká bílá sraženina chloridu stříbrného podle reakce:



Následně se chlorid stříbrný účinkem světla rozloží na chlor a fialově až modrozeleně zbarvené stříbro.



**Komentář:** Důležité je použít při přípravě roztoku dusičnanu stříbrného destilovanou vodu. Voda z kohoutku totiž obsahuje ionty, se kterými by dusičnan stříbrný ochotně reagoval, a sraženina by se tak vytvořila už v samotném testovacím roztoku. Protože dusičnan stříbrný leptá organické tkáně, je třeba při namáčení papírků pinzetou dbát zvýšené opatrnosti.

**Učivo:** kožní soustava

## Důkaz bílkovinného složení nehtů a vlasů



10 min

*Přítomnost bílkovin v nehtech či vlasech si dokážeme tzv. biuretovou reakcí.*

**Pomůcky:** vzorky nehtů a vlasů

10% roztok NaOH (popř. pecičky pevného NaOH) – Pozor, silná žíravina!!!

cca 7% roztok modré skalice ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ )

zkumavky

pipetky

kahan (stačí lihový)

**Příprava a provedení:** Ke vzorku bílkovinného materiálu přidáme 2-3 ml 10% roztoku NaOH (nebo 1-2 pecičky pevného NaOH a asi 5 ml vody). Ideální je připravit si tento vzorek den předem. Jinak je třeba bílkovinný materiál s NaOH důkladně provařit. Následně přikápneme několik kapek roztoku modré skalice. Nad sraženinou hydroxidu měďnatého lze pozorovat světle fialově zbarvený roztok.

**Vysvětlení:** Modrofialové (v této koncentraci vzorku spíše světle fialové) zbarvení prozrazuje bílkovinu. Její molekulu tvoří jednotlivé aminokyseliny spojené peptickými vazbami. Reakcí mědi s peptidickou vazbou v alkalickém prostředí vznikl charakteristicky barevný komplex – tzv. biuret.

**Komentář:** Základním stavebním materiálem tkání živočichů jsou bílkoviny neboli proteiny. Z chemického hlediska patří proteiny mezi biopolymery. Doplňme, že těla rostlin jsou tvořena složitými cukry (polysacharidy – škrob, celulóza...) a těla hmyzu dusíkatou látkou chitinem, což je polysacharid obsahující acetamidovou skupinu.

**Učivo:** přírodní sloučeniny – bílkoviny, kožní soustava

## Trávicí enzymy ve slinách



30 min

*Trávení (digesce) je metabolický biochemický proces, typický pro živočichy a většinu masožravých (heterotrofních) rostlin. Cílem digesce je získávání živin z potravy rozkladem složitějších látek na látky jednodušší, které mohou být efektivně využity v těle pro získání energie. Následující pokus dokazuje třemi různými způsoby přítomnost enzymu amylázy ve slinách. Tento enzym je zodpovědný za rozklad škrobu v ústech.*

**Pomůcky a chemikálie:** zředěný Lugolův roztok –  $\text{KI}_3$



## Člověk a jeho schopnosti Sborník

Fehlingův roztok I a II

Tollensovo činidlo

čerstvě připravený roztok škrobu – škrobový maz

zředěný roztok slin

vodní lázeň (kádinka s vodou teplou asi 36-38<sup>0</sup>C)

pipety

kahan

stojánek se zkumavkami

kádinka

**Příprava a provedení:** Nejdříve si připravíme roztok škrobu – škrobový maz: odvážíme cca 0,1 g bramborového škrobu, přidáme 10 ml vody a směs povaříme. Vzniklý „roztok“ necháme vychladnout. Ústa si dvakrát vypláchneme destilovanou vodou (asi po 20 ml), potom si vezmeme do úst asi 10 ml destilované vody, chvíli ji v ústech podržíme a pak vypustíme do kádinky.

Do zkumavky A nalijeme roztok škrobu (3 ml) a destilovanou vodu (3 ml) – srovnávací vzorek. Do zkumavky B nalijeme roztok škrobu (7 ml) a roztok slin (5 ml) a promícháme. Obě zkumavky vložíme do vodní lázně zahřáté na 36-38 °C.

Asi po 15 minutách provedeme malý test, zda jsou vzorky připraveny k důkazu působení trávicích enzymů. Ze zkumavky A i B odlijeme do připravených zkumavek po 2 ml reakční směsi a k oběma vzorkům přidáme zředěný Lugolův roztok. Pokud vznikne modré zbarvení i ve směsi ze zkumavky B, pokračujeme ještě krátce v zahřívání. Pokud se již roztok jódem nebarví, můžeme přistoupit k vlastnímu důkazu produktu enzymatického štěpení škrobu – disacharidu maltózy, který se dále může rozštěpit až na monosacharid, glukózu.

Důkaz přítomnosti maltózy, resp. glukózy provedeme následujícím způsobem: Polovinu zbylého roztoku ze zkumavky B rozdělíme do dvou čistých, mycím prostředkem řádně umytých a destilovanou vodou vypláchnutých zkumavek. Do první zkumavky přidáme 1 ml Tollensova činidla a vzniklou směs zahřejeme. Do druhé zkumavky přidáme po 1 ml Fehlingova činidla I a II. Směs přivedeme k varu. V obou případech pozorujeme změnu zbarvení vlivem redukčních účinků glukózy. V případě Tollensova činidla dostáváme černé až kovově lesklé zbarvení. Zbarvení Fehlingova činidla se zase mění z modré na oranžovou.

**Vysvětlení:** Trávení sacharidů začíná v ústní dutině. Zde se polysacharidy z potravy rozkládají na disacharidy pomocí enzymu amylázy (ptyalinu), obsaženého ve slinách. Trávení sacharidů pokračuje v tenkém střevě štěpením disacharidů na jednotlivé monosacharidy.

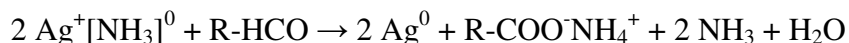
Monosacharid glukóza patří do skupiny aldohexóz. Aldehydická skupina má výrazné redukční vlastnosti – při důkazu redukuje z Tollensova činidla kovové stříbro, a to buď ve formě černého prášku, nebo v lepším případě ve formě stříbrného zrcátka. Z Fehlingova činidla pak glukóza redukuje oranžovou sraženinu oxidu měďného, opět v lepším případě může na stěnách zkumavky vzniknout „měděné“ zrcátko.

# Člověk a jeho schopnosti

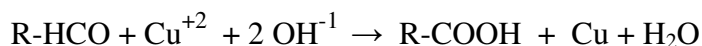
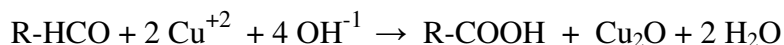
## Sborník



Reakci aldehydicke skupiny disacharidu, resp. monosacharidu se stříbrnými ionty Tollensova činidla můžeme popsat touto rovnicí:



Reakce aldehydicke skupiny s měďnatými ionty Fehlingova činidla probíhá takto:



**Komentář** – složení jednotlivých činidel:

Fehlingův roztok I: roztok modré skalice neboli pentahydrátu síranu měďnatého (7g) ve vodě (100ml)

Fehlingův roztok II: roztok hydroxidu sodného (10g) a vinanu sodno-draselného (35g) ve vodě (100 ml)

Lugolův roztok: roztok trijodidu draselného  $\text{KI}_3$  ve vodě. Připravíme jej tak, že nejdříve rozpustíme 1,5 g jodidu draselného ve 100 ml vody a poté přidáme 0,5g jódu.

Tollensovo činidlo: K 10% roztoku  $\text{AgNO}_3$  přidáváme roztok amoniaku (čpavkovou vodu) do okamžiku, kdy se vzniklá sraženina právě rozpustí.

**Učivo**: Trávicí soustava, enzymy, sacharidy

## Vitamíny



15 min



*Vitamíny jsou přírodní sloučeniny. V lidském organismu mají funkci katalyzátorů biochemických reakcí. Podílejí se na metabolismu bílkovin, tuků a cukrů. Existuje 13 základních typů vitamínů. Lidský organismus si, až na některé výjimky, nedokáže vitamíny sám vyrobit, a musí je proto získávat z potravy. Chemický důkaz jednotlivých vitamínů v biologickém materiálu je poměrně komplikovaný; zde si pouze zkusíme lehce dostupným pokusem dokázat redukční vlastnosti vitamínu C ve vitamínových tabletách a ovocné šťávě.*

**Pomůcky**: zdroj vitamínu C – Celaskon a ovocná šťáva

Fehlingův roztok I a II

Tollensovo činidlo

sada zkumavek

lihový kahan

filtrační nálevka

filtrační papír





**Příprava a provedení:** Roztok Celaskonu připravíme rozdrčením jedné až dvou 100 mg tabletek Celaskonu a smícháním tohoto prášku se 4 ml destilované vody. Hotovou směs zahřejeme cca na 45 °C. Vymačkanou ovocnou šťávu přefiltrujeme a filtrát zředíme stejným objemem destilované vody. Z každého pracovního roztoku odebereme do dvou zkumavek po 3 ml vzorku. Do první zkumavky pipetou přidáme 1 ml Fehlingova činidla I a 1 ml Fehlingova činidla II, do druhé zkumavky 2 ml Tollensova činidla. Reakce proběhnou zpravidla již za studena, směs není nutno zahřívat. V opačném případě zahřejeme. Barevná změna je stejná jako v předchozím pokusu.

**Vysvětlení:** Místo redukující aldehydické skupiny (v předchozím pokusu) se zde projevují redukční účinky vitamínu C neboli kyseliny L-askorbové. Z Tollensova činidla vyredukuje černé práškové stříbro, z Fehlingova činidla oranžovou sraženinu  $\text{Cu}_2\text{O}$ , někdy až měděné zrcátko.

**Komentář:** Kyselina askorbová (sumární vzorec je  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) je velmi silné antioxidační-redukční činidlo. Je jedním z vitamínů proti tzv. oxidačnímu stresu. Člověk patří mezi několik málo organismů, které si nedokážou vitamín C syntetizovat sami, jediným zdrojem vitamínu C pro člověka je potrava. Doporučená denní dávka je v EU 60 mg. Příprava činidel je popsána v pokusu Trávicí enzymy ve slinách.

**Učivo:** přírodní sloučeniny, vitamíny

## „Hypnóza“



5 min

*Jednoduchý pokus, při kterém využíváme příčně pruhovaného svalstva.*

**Příprava a provedení:** Vyzveme žáka, aby se postavil bokem ke stěně a vši silou tlačil paži do stěny. Po 20 sekundách ho požádáme, aby se rychle otočil o 90° a odstoupil od stěny. Ruka se mu začne sama zvedat. Ještě lepší než stěna je sloup nebo zárubně dveří, ze kterých stačí pouze rychle vystoupit.

**Vysvětlení:** Během usilovného tlačení paži do stěny dochází k vědomému stažení příčně pruhovaného kosterního svalstva. Když po určité době odstoupíme od stěny, ruka vystřelí sama nahoru právě díky staženému svalstvu. Po chvíli dojde samovolně k relaxaci (uvolnění) svalu a ruka klesne zpět.

**Komentář:** Pokus můžeme zinscenovat jako hypnózu ruky. Upozorníme vybraného žáka, že jeho jediným úkolem je otočit ruku dlaní vzhůru a snažit se ji udržet na tomtéž místě. Uchopíme ho rukou za zápěstí a tlačíme směrem dolů. Druhou rukou čarovně kroužíme nad dlaní žáka a pronášíme „zaklínadla“. Po dostatečně dlouhé době (alespoň 20 sekund) uvolníme zápěstí žáka a pozorujeme, jak se jeho ruka zvedá za naší druhou rukou jako za magnetem.

**Učivo:** svalová soustava



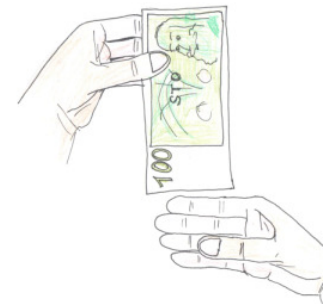
## Měření rychlosti reakce



Rychlost reakce lze snadno změřit pomocí padající bankovky, popřípadě delšího pravítka.

**Pomůcky:** bankovka, popř. delší pravítko

**Příprava a provedení:** Pokus provádějí 2 osoby dle nákresu. První pustí bankovku (pravítko), druhá má za úkol ji chytit, jak znázorňuje obrázek. Poté žáci mohou vyzkoušet, jak snadné je chytit bankovku, pokud si ji stejným způsobem pustí jedinec sám.



**Vysvětlení:** Doba reakce na podnět, který vidíme, je nejméně 0,2 sekundy. Informace putuje očním nervem do mozku a poté z mozku do svalů ruky. Pokud si pustíme bankovku sami, jsme schopni ji okamžitě chytit. Náš mozek totiž vyše povel k puštění i chycení bankovky současně.

**Učivo:** nervová soustava

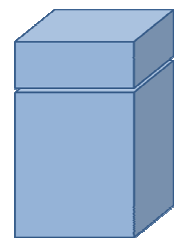


## Klamné kvádry

Za smyslové klamy, ať už se jedná o optické nebo hmatové klamy, často může náš mozek, který pozorovaným předmětům a jevům přiřadí určitý (v tomto případě mylný) význam na základě své zkušenosti. Typickým příkladem takového smyslového klamu je následující pokus se dvěma kvádry.

**Pomůcky:** papírový karton  
větší množství samolepící tapety  
písek  
nůžky  
izolepa

**Příprava a provedení:** Z papírového kartonu vyrobíme 2 kvádry o stejné podstavě, avšak rozdílné výšce (o rozměrech např. 7×12×15 cm, resp. 7×12×5 cm). Menší kvádr naplníme pískem, větší necháme prázdný. Oba kvádry polepíme samolepící tapetou. Menší kvádr umístíme na vyšší, uchopíme oba kvádry za spodní kvádr a zvedneme je. Poté zdvihneme pouze horní (menší) kvádr; bude nám připadat, že je těžší než předtím oba kvádry dohromady.



**Vysvětlení:** Vzhledem ke stejnému vnějšímu vzhledu obou kvádrů je náš mozek vyhodnotí jako předměty vyrobené z téhož materiálu. Protože samotný malý kvádr představuje čtvrtinu objemu celé soustavy, očekává náš mozek na základě své zkušenosti také jeho čtvrtinovou tíhu. Tíha menšího kvádrů je však jen nepatrně menší než tíha celé soustavy. A protože je tedy náš vjem tíhy malého kvádrů nad očekávání vysoký, podléháme klamnému dojmu, že je malý kvádr těžší než oba kvádry dohromady.

**Učivo:** smyslové orgány, nervová soustava



## II. Žákovské pokusy



### Měření vodivosti těla (aneb pozor na mokré ruce)



10 min



*Velmi jednoduchý pokus pomůže dětem k zjištění, že mokrá ruka je mnohem lepším elektrickým vodičem než suchá.*

**Pomůcky:** digitální multimetr nastavený jako ohmmetr  
(popř. transistorový zesilovač a mikroampérmetr)

**Provedení:** Pomocí digitálního ohmmetru mohou žáci snadno porovnat odpor své kůže za „sucha“, po namočení do vody, do roztoku kuchyňské soli či octa. Mohou také měřit odpor nehtů, vlasů, prstů, ušního lalůčku a dalších částí těla.

**Vysvětlení:** Protože je běžná voda díky obsahu volných iontů zčásti elektricky vodivá, snižuje měrný elektrický odpor kůže asi na 1/3 jeho původní hodnoty, roztok kuchyňské soli či octa dokonce ještě výrazněji.

**Komentář:** Ve skutečnosti nás nezajímá odpor mezi zvolenými dvěma místy na pokožce, ale měrný elektrický odpor pokožky. Aby jej naměřená hodnota odporu mohla zastoupit, musejí žáci při jednotlivých měřeních dodržovat stejnou vzdálenost hrotů ohmmetru.

Dále je třeba upozornit, že naměřená hodnota „odporu suché ruky“ je významně navýšena o přechodový odpor mezi kůží a měřicími kontakty ohmmetru. To však není v žádném rozporu se záměrem, s nímž pokus žákům předkládáme, totiž ukázat, že měrný elektrický odpor kůže při jejím zvlhčení výrazně klesne; nepovažujeme proto za potřebné seznamovat žáky s vlivem přechodového odporu.

**Učivo:** elektrický odpor

### Měření teploty těla



15 min



*Pokus demonstrující vliv prokrvení jednotlivých částí těla na povrchovou teplotu, při kterém je možné sledovat i základní principy šíření tepla.*

**Pomůcky:** teplotní čidlo  
vyhodnocovací software (např. sada Vernier)  
kartičky s názvy (popř. obrázky) různých částí těla

**Příprava a provedení:** Rozdáme žákům malé kartičky s názvy různých částí těla, na které budou zaznamenávat naměřenou povrchovou teplotu. Proměřovat mohou např. čelo, ušní boltec, vlasy, krk, špičku nosu, bradu, konečky prstů, hřbet ruky, dlaň, předloktí, podpaží, nehtové lůžko, břicho, kolena, kotník, prsty u nohou apod. Poté jim zadáme seřadit kartičky podle stoupající teploty a vysvětlit rozdíly mezi hodnotami.

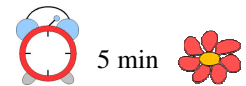


**Vysvětlení:** Různá hodnota povrchové teploty těla závisí na mnoha faktorech. Správná termoregulace lidského těla je zaručena především prostřednictvím krevního oběhu. Existují při tom významné rozdíly v prokrvenosti různých částí těla. Např. hlava nebo hrudní koš patří k vysoce prokrveným částem těla, a zdejší povrchová teplota proto dosahuje vyšších hodnot. Naproti tomu chrupavka ušního boltce či konečky prstů takových teplot dosahovat nemohou. Dalším faktorem je skutečnost, že stejná teplota není ani všude uvnitř lidského těla. Vnitřní orgány uložené v dutině hrudní a břišní potřebují pro správné fungování vyšší teplotu než např. paže a nohy. Důležitou roli hraje i to, zda je měřené místo zakryté oblečením (břicho), nebo zda je vystaveno okolnímu chladnějšímu vzduchu (ucho, prsty apod.). Periferní součásti těla mají také relativně velkou plochu (vztaženo k objemu), z níž je teplo odváděno vzduchem či vyzařováno do různých směrů.

**Komentář:** V rámci diskuse o povrchové teplotě těla tak můžeme s žáky hovořit také o šíření tepla.

**Učivo:** oběhová soustava, termoregulace, šíření tepla

## Hmatová čidla v kůži



5 min

*Hustotu nervových zakončení v kůži na různých částech povrchu těla, zodpovědnou za hmat, je možné porovnávat pomocí jednoduchého pokusu se dvěma špejlemi.*

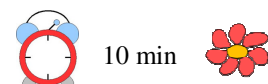
**Pomůcky:** 2 špejle  
pravítko

**Příprava a provedení:** Pokus je nutné provádět ve dvojicích. Pokusná osoba má zavřené oči, zatímco druhá osoba se jí dotýká na různých částech těla buď jedním, nebo dvěma hroty špejle zároveň. Úkolem pokusné osoby je hádat počet hrotů. Pokud neuhodne, zopakuje druhá osoba totéž, tentokrát však s větší vzdáleností mezi oběma hroty. Minimální vzdálenost hrotů, při níž je pokusná osoba schopna vnímat hroty odděleně, zaznamenáme a porovnáme s údaji zjištěnými na jiných částech těla.

**Vysvětlení:** Jednou ze základních funkcí kůže je hmat. Kůže obsahuje řadu čidel schopných detekovat nejen bolest a teplotu, ale i dotyk, vibrace, svědění, vlhkost apod. Hustota nervových zakončení v kůži však není na celém povrchu těla stejná. Některé části, jako např. konečky prstů, jazyk nebo rty, mají vysokou hustotu nervových zakončení, a proto zde snadno rozlišíme, zda se nás dotýká jeden, nebo dva hroty. Naopak na zádech je hustota nervových zakončení nejmenší.

**Učivo:** kožní soustava, hmat, nervová soustava

## Drsnost a hmat



10 min

*Zábavný odpočinkový pokus zaměřený na jeden ze základních lidských smyslů – hmat.*

**Pomůcky:** 2 sady smirkových papírů o různé drsnosti  
nižší papírová krabice s otvorem z boku



**Příprava a provedení:** Dovnitř krabice nalepíme smirkové papíry o různé drsnosti tak, aby nebyly vidět. Na horní plochu krabice nalepíme druhou sadu smirkových papírů. Pokusná osoba se jednou rukou dotýká smirkového papíru na krabici a druhou pátrá uvnitř krabice po papíru o stejné drsnosti.

**Vysvětlení:** Pokus znázorňuje přítomnost hmatových čidel v kůži a jejich schopnost rozeznávat předměty podle drsnosti.

**Učivo:** hmat

## Měření tloušťky vlasu



15 min

*Děti jistě objeví řadu způsobů, jak změřit tloušťku lidského vlasu.*

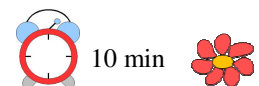
**Pomůcky:** lidský vlas  
mikrometr  
digitální fotoaparát  
tužku  
pravítko  
izolepu

**Příprava a provedení:** Nejjednodušší způsob, jak změřit tloušťku lidského vlasu, je použití mikrometru. Pokud máme k dispozici jen pravítko a tužku, můžeme využít jednoduchého triku, kdy namotáme vlas na tužku nebo špejli a změříme šířku vlasové vrstvy a vydělíme ji počtem závitů.

**Komentář:** Měření tloušťky vlasu můžeme zadat dětem jako problémovou úlohu, k jejímuž řešení ji poskytneme uvedené pomůcky. Zajímavou variantou, vhodnou však spíše pro starší děti, je měření tloušťky vlasu pomocí digitálního fotoaparátu. Vyfotografovaný vlas v počítači dostatečně zvětšíme, abychom ho mohli porovnat s velikostí jednotlivých pixelů. Z nastavení rozlišení monitoru (počtu pixelů) pak vypočítáme tloušťku vlasu.

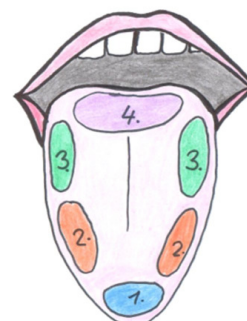
**Učivo:** kožní soustava

## Mapa jazyka – mýtus?



10 min

*Mezi základní chutě patří sladkost, slanost, kyselost a hořkost. Mnoho současných učebnic stále uvádí mapu jazyka s poměrně přesně oddělenými oblastmi, ve kterých bychom měli jednotlivé chutě cítit. Vědecké výzkumy od 70. let 20. století však tradiční názor vyvracejí. Podle těchto výzkumů jsou receptory pro jednotlivé chutě přítomny rozmístěny po celém povrchu jazyka; jednotlivé chuťové pohárky údajně obsahují 50-100 receptorů pro každou chuť. Intenzita chuťového vjemu není sice na všech částech jazyka stejná, tyto rozdíly jsou však zanedbatelné. Ať se žáci sami přesvědčí, zda jsou schopni jednotlivé chutě lokalizovat, jak se po*



- 1 sladká
- 2 slaná
- 3 kyselá
- 4 hořká



*léta uvádí v učebnicích, nebo zda se jedná o pouhý mýtus.*

**Pomůcky:** nasycený roztok cukru  
roztok kuchyňské soli  
ocet zředěný v poměru 1 : 1  
uvařený a vychlazený žaludeční čaj obsahující pelyněk  
vatové tyčinky  
kelímky

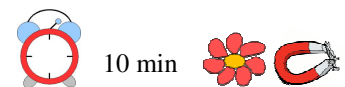
**Příprava a provedení:** Připravíme 4 kelímky zkušebních roztoků jednotlivých chutí. Vatovou tyčinku namočíme do jednoho z kelímků, pokládáme ji na různá místa na jazyku a zaznamenejme, kde je daná chuť nejvýraznější. Odpovídá vaše mapa jazyka obrázku uváděnému po léta v učebnicích, nebo odpovídá poznatku z posledních let, že jsou čidla na všechny chutě rozmístěna po celém povrchu jazyka?

**Vysvětlení:** Chuťové pohárky (papily) patří do skupiny chemoreceptorů. V jazyku dospělého jedince je jich obsaženo přibližně 10 000. Kromě jazyka jsou chuťové pohárky lokalizovány na sliznici měkkého patra a na zadní stěně hltanu. Při chuťovém vjemu dojde k podráždění chuťových buněk, tvořících papily, látkami rozpuštěnými ve vodě nebo ve slinách. Vyhodnocení chuťového vjemu pak proběhne v ústředí chuti, umístěném v přední postranní části temenního laloku koncového mozku.

**Komentář:** Kromě čtyř základních chutí se v posledních letech uvádí pátá chuť, tzv. umami, charakterizovaná jako „masitá příchut“, kterou poprvé identifikoval japonský vědec Kikunae Ikeda již na počátku 20. století. Tuto chuť vyvolává např. glutaman sodný, používaný proto ke zvýrazňování chuti méně kvalitních masových výrobků, instantních polévek apod. Název pochází z japonského slova umai (chutný, lahodný). V posledních letech se však spekuluje o dalších chuťových receptorech schopných rozeznávat chuť tuku.

**Učivo:** smyslové orgány – chuť

## Vnímání teploty I



10 min

*Pokus, při kterém žáci otestují své termoreceptory v kůži a fungování lidských smyslů.*

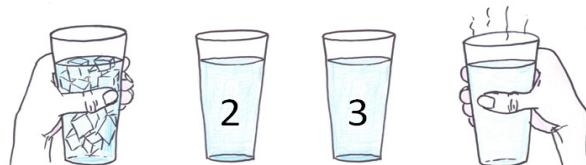
**Pomůcky:** 4 stejné sklenice

led

kelímek s horkým nápojem

**Příprava a provedení:**

Připravíme si 4 skleničky. První naplníme vodou s ledem, druhou a třetí vodou o pokojové teplotě a třetí naplníme horkou



# Člověk a jeho schopnosti

## Sborník



vodou (cca 60 °C). Napřed uchopíme levou rukou chladnou skleničku a současně pravou rukou skleničku s horkou vodou. Po 10 sekundách přesuneme ruce na skleničky 2 a 3. Sklenička 2 se nám bude zdát teplá, sklenička 3 nám bude připadat chladnější.

**Vysvětlení:** Pouhé smysly neumožňují určovat přesné hodnoty fyzikálních veličin, jako je např. teplota. Dokážeme jen přibližně porovnávat své teplotní vjemy a díky tomu prohlásit některé těleso za „teplejší“ či naopak „chladnější“ než jiné – např. skleničku s ledem, resp. s horkou vodou. Při vnímání navíc často podléháme různým smyslovým klamům, tj. interpretaci svých smyslových vjemů zkreslené jejich přenesením do „nevhodného“ kontextu. Tak například při testování skleniček s pokojově teplou vodou interpretujeme své teplotní vjemy ve vztahu k teplotě testující ruky. Povrch ruky, která předtím testovala velmi chladnou skleničku, se tím ochladil, a povrch ruky dotýkající se horké skleničky se ohřál. Sklenička č. 2 nám proto připadá významně teplejší než sklenička č. 3, přestože skutečná teplota obou skleniček je stejná.

**Učivo:** Kožní soustava, termoreceptory, teplota, šíření tepla vedením

## Vnímání teploty II

10 min



*Při tomto pokusu se žáci setkají s tepelnou vodivostí různých materiálů.*

**Pomůcky:** destičky z různých materiálů (dřevo, polystyren, PVC, měď ...)

čidlo k měření povrchové teploty

### Provedení:

- Pomocí čidla k měření povrchové teploty změříme teplotu na povrchu všech destiček.
- Vyzkoušíme, jak se nám jeví různé materiály na dotyk. Postupně položíme ruku na destičky z různých materiálů (dřevo, měď, PVC...) a porovnáme své teplotní vjemy.
- Zároveň můžeme měřit teplotu destičky ve vzdálenosti asi 2 cm od položené ruky pomocí teplotního čidla a sledovat, jak se teplota destičky mění.

**Vysvětlení:** Přestože byla výchozí teplota všech destiček stejná, naše teplotní vjemy jsou značně rozdílné. Nejdůležitější roli při tom hraje tepelná vodivost jednotlivých materiálů. Např. měď je dobrým vodičem tepla: snadno se dotykem ruky ohřívá, tj. odvádí z ní teplo, a nám proto připadá, že měděná destička chladí. Naopak dřevo či polystyren ( $0,0262 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ) patří mezi tepelné izolanty: teplo z naší ruky odvádí špatně, a proto zdánlivě „hřeje“.

**Komentář:** Tepelná vodivost mědi při 25°C je  $386 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ , dřeva  $0,4\text{--}0,35 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  a polystyrenu  $0,0262 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

**Učivo:** Kožní soustava, termoreceptory, teplota, šíření tepla vedením

## Hrátky s těžištěm



10 min



*Sada různých pohybových aktivit pomůže žákům objevit, jak se uplatňuje těžiště těla a jeho přenášení při různých pohybech.*



**Pomůcky:** krabička od zápalek

medaile na šňůrce (jakýkoli předmět připomínající medaily)

dřevěná nebo kovová tyč, popřípadě násada (alespoň 1 m dlouhá)

### **Příprava a provedení:**

Zadáme žákům k vyzkoušení sadu různých úkonů. Jejich úkolem je rozlišit ty, které mohou s trochou šikovnosti a tělesné zručnosti provést, od úkonů, které provést nelze. Seznam možných úkonů je uveden níže, sami ale určitě přijdete na řadu dalších cviků, které souvisí s přesunováním těžiště.

1. Chodíš podél stěny, okraje chodidel přikládáš těsně ke stěně.
2. Stojíš levým bokem ke stěně (chodidlo těsně u stěny) a zvedneš na 5 sekund pravou nohu. (strany můžeš obrátit).
3. Stojíš s patami těsně u stěny, a aniž pokrčíš nohy, rukama se dotkneš špiček.
4. Stojíš levým bokem těsně u stěny. Levou ruku předpažíš, pravou zapazíš. Aniž se nohama oddálíš od stěny, ruce prohodíš.
5. Postavíš se na levou nohu. Pravou nohu přednožíš a obě paže předpažíš.
6. Překřížíš nohy, aby se vnější strany chodidel dotýkaly, a uděláš dřep.
7. Pata levé nohy se dotýká stěny, pata pravé nohy se dotýká špičky levé nohy a uděláš dřep.
8. Sedíš ve dřepu a rukama se dotýkáš palců u nohou. Takto přeskočíš krabičku od zápalek ležící na podlaze.
9. Pověšíš si na krk medaili a posadíš se na židličku, nohy do pravého úhlu. Vstaneš ze židle tak, aby se medaile neoddálila od těla.
10. Dřepneš si a dřevěnou tyč vložíš do kolenních a do loketních jamek. Dotkneš se nosem podlahy.



**Vysvětlení:** Při úkolech 1-3 a 8-10 nelze přenést těžiště do stabilní rovnovážné polohy. Žák proto – pokud dokončení cviku nevzdá – při pokusu o přenesení těžiště upadne.

**Komentář:** Pokusy slouží k uvědomění si vlastního těžiště a toho, jak se změna těžiště postavy uplatňuje při různých pohybech.

**Učivo:** svalová soustava, těžiště

### **Zdroje některých námětů:**

DROZD, Z. *Pokusy z volné ruky*. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-268-6



Člověk a jeho schopnosti  
Sborník



PRESS, H.J. The little giant book of Science experiments. New York: Sterling Publishing Co. 1998. ISBN 0-8069-9715-X.

[http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh\\_10/10\\_03\\_Trna.html](http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_10/10_03_Trna.html) [cit. 23. 8. 2010]

ROBINSON, R. Kouzelná věda. Praha: Albatros. ISBN 80-00-01211-1.

[http://www.livescience.com/health/060829\\_bad\\_tongue.html](http://www.livescience.com/health/060829_bad_tongue.html) [cit 23.8.2010]