

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA PEDAGOGICKÁ**

**DISERTAČNÍ PRÁCE**

**2017**

**Vladimír Vochozka**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY

**Multimediální výuka fyziky**  
DISERTAČNÍ PRÁCE

**Mgr. Vladimír Vochozka**  
*Teorie vzdělávání ve fyzice*

Školitel: doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

**Plzeň, 2017**

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval mému školiteli, doc. PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D., za cenné nápady, jeho vedení, konzultace, podporu i čas, který mi věnoval během mého studia.

Současně děkuji také své rodině, především manželce Veronice a oběma rodičům Aleně a Vladimírovi Vochozkovým.

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracoval samostatně  
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 26. dubna 2017

.....  
vlastnoruční podpis

## **Abstrakt**

**Název práce:** *Multimediální výuka fyziky*  
**Autor:** *Mgr. Vladimír Vochozka*  
**Katedra:** *Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy (KMT),  
Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni (FPE ZČU)*

### **Abstrakt:**

Disertační práce se zabývá možnostmi multimediální výuky fyziky. Mezi hlavní trendy v této oblasti patří 3D modely a simulace, videoexperimenty, videonahrávky řešení fyzikálních úloh, měření fyzikálních veličin chytrým mobilním telefonem a pozorování experimentů termokamerou.

V teoretické části je definována multimediální výuka, jak ji lze chápat v období psaní práce v letech 2011 až 2017. Nastíněna je klasifikace školního experimentu a metoda pedagogického výzkumu pomocí sémantického diferenciálu.

Na základě aktuálních trendů v oblasti multimediální výuky jsou v praktické části vytvořeny sady výukových materiálů. Provedena je jejich klasifikace a zároveň jsou uvedeny zástupné příklady.

Disertační práce se zabývá ověřením implementace experimentů realizovaných za podpory termografie a jejího přínosu ve výuce fyziky na základní škole.

Při ověřování přínosu metodou sémantického diferenciálu byla získána data, která byla analyzována a v práci graficky a slovně interpretována.

**Klíčová slova:** *multimédia, výuka, fyzika, IKT, termokamera, video, youtube, experiment, sémantický diferenciál*

## **Abstract**

**Title:** *Multimedia Physics Teaching*

**Author:** *Mgr. Vladimír Vochozka*

**Department:** *Department of Mathematics, Physics and Technical Education  
Faculty of Education, University of West Bohemia*

### **Abstract:**

The dissertation deals with the possibilities of multimedia teaching of Physics. The main trends in this area include 3D models and simulations, video experiments, video recordings of physical tasks, physical measurements with a smart mobile phone, and thermal camera observations.

In the theoretical part multimedia teaching is defined as can be seen in the period of writing work between 2011 and 2017. The classification of the school experiments and method of pedagogical research using the semantic differential is outlined.

On the basis of current trends in the area of multimedia education in the practical part sets of teaching materials are created. The classification is performed and substitution examples are given.

The dissertation deals with the verification of the implementation of experiments carried out with the support of thermography and its contribution in the teaching of Physics at elementary school.

In the verification of the contribution by the semantic differential method the data were analyzed and interpreted graphically and verbally.

**Keywords:** *multimedia, teaching, physics, ICT, thermal camera, video, youtube, experiment, semantic differential*

# Obsah

ÚVOD.....	6
<b>1 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE.....</b>	<b>7</b>
<b>TEORETICKÁ VÝCHODISKA .....</b>	<b>9</b>
<b>2 TESTOVÁNÍ PŘÍRODOVĚDNÝCH GRAMOTNOSTÍ PISA.....</b>	<b>9</b>
<b>3 MULTIMEDIÁLNÍ VÝUKA .....</b>	<b>12</b>
3.1 DEFINICE POJMŮ MULTIMEDIÁLNÍ VÝUKA.....	12
3.2 KONCEPCE VÝUKY .....	13
3.3 VIZUALIZACE.....	13
3.4 KOGNITIVNÍ TEORIE UČENÍ .....	17
<b>4 EXPERIMENT.....</b>	<b>20</b>
4.1 EXPERIMENT VE FYZIKÁLNÍ VĚDĚ .....	20
4.2 EXPERIMENT VE VYUČOVÁNÍ FYZICE .....	20
4.3 KLASIFIKACE EXPERIMENTŮ.....	21
<b>5 METODA SÉMANTICKÉHO DIFERENCIÁLU.....</b>	<b>24</b>
<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>27</b>
<b>6 3D MODELY A ANIMACE - CORINTH CLASSROOM.....</b>	<b>27</b>
6.1 ZDYMADLO.....	29
6.2 PLYNOVÝ MĚCHÝŘ RYB.....	30
6.3 DVOJLOM NA SPOJNÉ ČOČCE.....	31
6.4 POSUVNÉ MĚŘÍTKO .....	31
6.5 RTUŤOVÝ TEPLOMĚR .....	32
6.6 REFLEKTOR KAPESNÍ SVÍTELNY .....	33
6.7 JEDNOFÁZOVÝ PRODLUŽOVACÍ KABEL S MNOHONÁSOBNOU ZÁSUVKOU .....	34
6.8 PŘETAHOVÁNÍ LANEM .....	35
6.9 POHYB PO SNĚHU – LYŽE, SNĚŽNICE, BOTA.....	36
6.10 ODRAZKA - RETROREFLEXNÍ MATERIÁL.....	37
<b>7 VIDEOEXPERIMENTY.....</b>	<b>39</b>
7.1 EXPERIMENT S PŘÍLIŠ RYCHLÝM PRŮBĚHEM PRO POZOROVÁNÍ OKEM.....	42
7.2 EXPERIMENT DOPLNĚNÝ O GRAFICKÉ ŘEŠENÍ.....	43
7.3 EXPERIMENT ZAHRNJUJÍCÍ SLOŽITÉ, FINANČNĚ NÁROČNÉ ČI NETYPICKÉ POMŮCKY.....	44
7.4 EXPERIMENT VZTAŽENÝ K URČITÉMU OBDOBÍ ČI MÍSTU.....	45
7.5 EXPERIMENT S DLOUHODOBĚ SLEDOVANOU ZMĚNOU .....	47

7.6	EXPERIMENT S DETAILEM VYBRANÉ ČÁSTI.....	47
7.7	EXPERIMENT S GRAFICKÝM DOPLNĚNÍM A VÝPOČTEM .....	48
<b>8</b>	<b>VIDEOŘEŠENÍ FYZIKÁLNÍCH ÚLOH .....</b>	<b>51</b>
8.1	VODOU ODEVZDANÉ TEPLA.....	53
8.2	HMOTNOST MĚDĚNÉ SOCHY .....	54
8.3	SÍLA NA KONCI LANA VOLNÉ KLADKY .....	54
8.4	PODKATEGORIE FYZIKÁLNÍCH ÚLOH .....	55
<b>9</b>	<b>MĚŘENÍ FYZIKÁLNÍCH VELIČIN MOBILNÍM TELEFONEM .....</b>	<b>57</b>
9.1	ZVUKOMĚR .....	57
9.2	LUXMETR .....	60
9.3	ÚHLOMĚR.....	63
9.4	KROKOMĚR (PEDOMETR) .....	63
9.5	TÓNOVÝ GENERÁTOR.....	66
<b>10</b>	<b>EXPERIMENTY PODPOROVANÉ TERMOKAMEROU .....</b>	<b>68</b>
10.1	TERMOGRAFIE .....	68
10.2	INFRAČERVENÁ TERMOGRAFIE.....	68
10.3	INFRAČERVENÁ KAMERA.....	71
10.4	TERMOGRAFIE VE VÝUCE .....	75
10.5	KONCEPT A PRODUKCE EXPERIMENTŮ PODPOROVANÝCH TERMOKAMEROU .....	76
10.6	TECHNIKA ZPRACOVÁNÍ EXPERIMENTŮ PODPOROVANÝCH TERMOKAMEROU .....	76
10.7	ÚBYTEK MECHANICKÉ ENERGIE .....	78
10.8	ZMĚNA VNITŘNÍ ENERGIE KONÁNÍM PRÁCE .....	80
10.9	TUHnutí PODCHLAZENÉ KAPALINY .....	81
<b>11</b>	<b>REŠERŠE SOUČASNÉHO STAVU ŘEŠENÉHO TÉMATU .....</b>	<b>83</b>
11.1	INFRAČERVENÁ TERMOGRAFIE .....	83
11.2	INFRAČERVENÁ TERMOGRAFIE VE VÝUCE .....	84
	<b>EMPIRICKÁ ČÁST .....</b>	<b>88</b>
<b>12</b>	<b>VÝSLEDKY PEDAGOGICKÉHO VÝZKUMU .....</b>	<b>88</b>
12.1	VÝZKUM POSTOJŮ ŽÁKŮ K VYBRANÝM FYZIKÁLNÍM POJMŮM .....	88
12.2	HYPOTÉZY .....	90
12.3	VÝSLEDKY A INTERPRETACE HODNOT PŘEDVÝZKUMU, ZŠ PLANÁ NAD LUŽNICÍ.....	92
12.4	VÝSLEDKY A INTERPRETACE HODNOT VÝZKUMU, ZŠ BERNARTICE .....	100
12.5	VÝSLEDKY A INTERPRETACE HODNOT VÝZKUMU, ZŠ LIŠOV.....	102
12.6	VÝSLEDKY A INTERPRETACE HODNOT VÝZKUMU, ZŠ PLANÁ NAD LUŽNICÍ.....	105



12.7	VÝSLEDKY A INTERPRETACE HODNOT VÝZKUMU, ZŠ KOVÁŘOV .....	106
12.8	VÝSLEDKY A INTERPRETACE HODNOT VÝZKUMU, ZŠ CHYŠKY .....	107
12.9	TESTOVÁNÍ PLATNOSTI HYPOTÉZ .....	109
12.10	DISKUZE VÝSLEDKŮ .....	111
<b>ZÁVĚR</b>	.....	<b>112</b>
<b>SEZNAM LITERATURY</b>	.....	<b>113</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	.....	<b>123</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b>	.....	<b>125</b>
<b>PŘÍLOHY</b>	.....	<b>126</b>

---

## Přehled značení

### značení veličin

$c$	měrná tepelná kapacita ( $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ )
$d$	délka (m)
$E$	intenzita osvětlení (lx)
$E_k$	kinetická energie (J)
$E_p$	potenciální energie (J)
$f$	frekvence (Hz)
$F$	síla (N)
$h$	výška (m)
$I$	svítivost (cd)
$L$	hladina intenzity zvuku (dB)
$p$	mechanický tlak (Pa)
$r$	délka ramena (m)
$S$	obsah plochy ( $m^2$ )
$t$	teplota ( $^{\circ}C$ )
$U$	vnitřní energie tělesa (J)
$W$	mechanická práce (J)
$\alpha_R$	teplotní součinitel odporu ( $K^{-1}$ )
$\Delta t$	rozdíl teplot ( $^{\circ}C$ )
$\varepsilon$	emisivita
$\lambda$	vlnová délka (m)

### zkratky

2D	2-Dimensional – dvoudimenzionální
3D	3-Dimensional – trojdimenzionální
AD	analogově digitální
ARM	Advanced RISC Machine – zdokonalený počítač typu RISC
CD	Compact Disc – kompaktní disk
CIE	Commission internationale de l'éclairage – mezinárodní komise pro osvětlování
ČEZ	České energetické závody
FA	faktorová analýza
FLIR	Forward Looking InfraRed
GPS	Global Position System – globální polohový systém

---

ICT	Information and Communication Technologies – informační a komunikační technologie (IKT)
IR	Infrared – záření v infračerveném spektru vlnových délek
IVP	individuální vzdělávací plán
KMT	katedra matematiky, fyziky a technické výchovy
LED	Light Emitting Diode – světlo emitující dioda
MIT	Massachusetts Institute of Technology – Massachusettský technologický institut
MS	MicroSoft
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development – organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
PISA	Programme for International Student Assessment – program pro mezinárodní hodnocení žáků
RISC	Reduced Instruction Set Computer – počítač s omezenou instrukční sadou
RVP	rámcově vzdělávací program
SD	sémantický diferenciál
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study – mezinárodního šetření matematického a přírodovědného vzdělávání
UV	Ultraviolet – záření v ultrafialovém spektru vlnových délek
x86	32bitový procesor – 80386 nebo novější
ZV	základní vzdělávání

---

## Úvod

Česká republika v porovnání s ostatními státy dlouhodobě stagnuje v celosvětovém šetření PISA, jak je detailněji popsáno v kapitole *Testování přírodovědných gramotností PISA*. S pokrokem a rozšířením výpočetní techniky se nabízí otázka možného zlepšení aktuálního trendu.

Tématem disertační práce je *multimediální výuka*. V letech 2011 až 2014 byly pro potřeby vytipování výzkumného problému analyzovány trendy ve výuce fyziky v oblasti multimédií. Na základě této analýzy byla pro toto období definována multimediální výuka, která je popsána ve stejnojmenné kapitole *Multimediální výuka*. Současně je v *Teoretických východiscích* nastíněna *Kognitivní teorie učení*, s klasifikací *Experimentu ve výuce fyziky*, jako základní teorie formující obsah práce. *Metoda sémantického diferenciálu* byla vybrána jako metoda pedagogického výzkumu.

V kapitolách *Praktické části* jsou uvedeny hlavní principy a příklady z vybraných aktuálních témat multimediální výuky. Jedná se o *3D modely a animace - Corinth Classroom*, *Videoexperimenty*, *Videořešení fyzikálních úloh*, *Měření fyzikálních veličin mobilním telefonem* a *Experimenty podporované termokamerou*. Pro potřeby ověření přínosu ve výuce bylo vytvořeno 60 3D modelů a animací, 72 nahrávek videoexperimentů, 107 vyřešených fyzikálních úloh a 20 návodů pro experimenty s termokamerou. Na základě pilotáže ve výuce v letech 2012 až 2014 byly stanoveny nejpřínosnější multimediální výukou experimenty podporované termokamerou.

Pro komplexnost teoretických východisek je nastíněna problematika infračervené termografie, určení povrchové teploty čtením z termogramu a základní dělení infračervených termokamer podle detektoru.

V kapitole *Rešerše současného stavu řešeného tématu* jsou vypsány práce, které byly v rámci stanovení cílů analyzovány. Na jejich základě byly stanoveny jednotlivé *Cíle disertační práce*.

*Empirická část* obsahuje vyhodnocení předvýzkumu na vzorku 97 žáků jedné školy ze školních roků 2014/2015 (dvě třídy 8. ročníku) a 2015/2016 (dvě třídy 8. ročníku), dále pak obsahuje výsledky a interpretaci získaných dat na vzorku 128 žáků (6 tříd) z 5 škol.

## 1 Cíle disertační práce

Hlavním cílem disertační práce je ověřit přínos **multimediální výuky na základní škole**, konkrétněji jestli experimentální výuka vybraných oblastí termiky s termokamerou vede ke změně postojů u pojmu TERMOKAMERA a vybraných fyzikálních pojmů: VEDENÍ TEPLA, PROUDĚNÍ TEPLA, TEPELNÉ ZÁŘENÍ, TÁNÍ, VYPAŘOVÁNÍ. Dílčí cíle jsou charakterizovány v rovině teoretické, praktické a empirické.

### Cíle teoretické

- Charakterizovat multimediální výuku v současné době.
- Vybrat hlavní aktuální trendy multimediální výuky na základě odborných článků v časopisech a sbornících konferencí.

### Cíle praktické

- Vytvořit sady multimediálních materiálů pro:
  - 3D modely a animace,
  - videoexperimenty,
  - videořešení fyzikálních úloh,
  - měření mobilním telefonem,
  - experimenty podporované termokamerou.
- Definovat konkrétní klíčové pojmy výzkumu.
- Definovat bipolární adjektiva 12 škál ke konstruktům hodnocení, aktivity a potence.
- Vytvořit záznamový list pro posuzování vybraných pojmů.
- Shromáždit data od respondentů.
- Vyhodnotit záznamové listy.
- Získaná data zpracovat statistickými metodami.
- Interpretovat výsledky výzkumu.

### Cíle empirické

- Zjistit, jakým způsobem vnímají žáci 2. stupně základní školy fyzikální pojmy oblasti termiky: VEDENÍ TEPLA, PROUDĚNÍ TEPLA, TEPELNÉ ZÁŘENÍ, TÁNÍ, VYPAŘOVÁNÍ a pojem TERMOKAMERA.

- Kvantitativně diagnostikovat pojmy; interpretovat, vyhodnotit a navrhnout metodologii výzkumu; formulovat hypotézy; provést výzkum a vyhodnotit výsledky výzkumu.

#### **Stanovení hypotéz**

- Ve vnímání pojmu TERMOKAMERA žáky základních škol je významný rozdíl před a po výuce termiky s podporou termokamery.
- U fyzikálních pojmů VEDENÍ TEPLA, PROUDĚNÍ TEPLA, TEPELNÉ ZÁŘENÍ, TÁNÍ, VYPAŘOVÁNÍ je mezi žáky značný rozdíl v jejich vnímání před a po výuce termiky s podporou termokamery.

## Teoretická východiska

### 2 Testování přírodovědných gramotností PISA

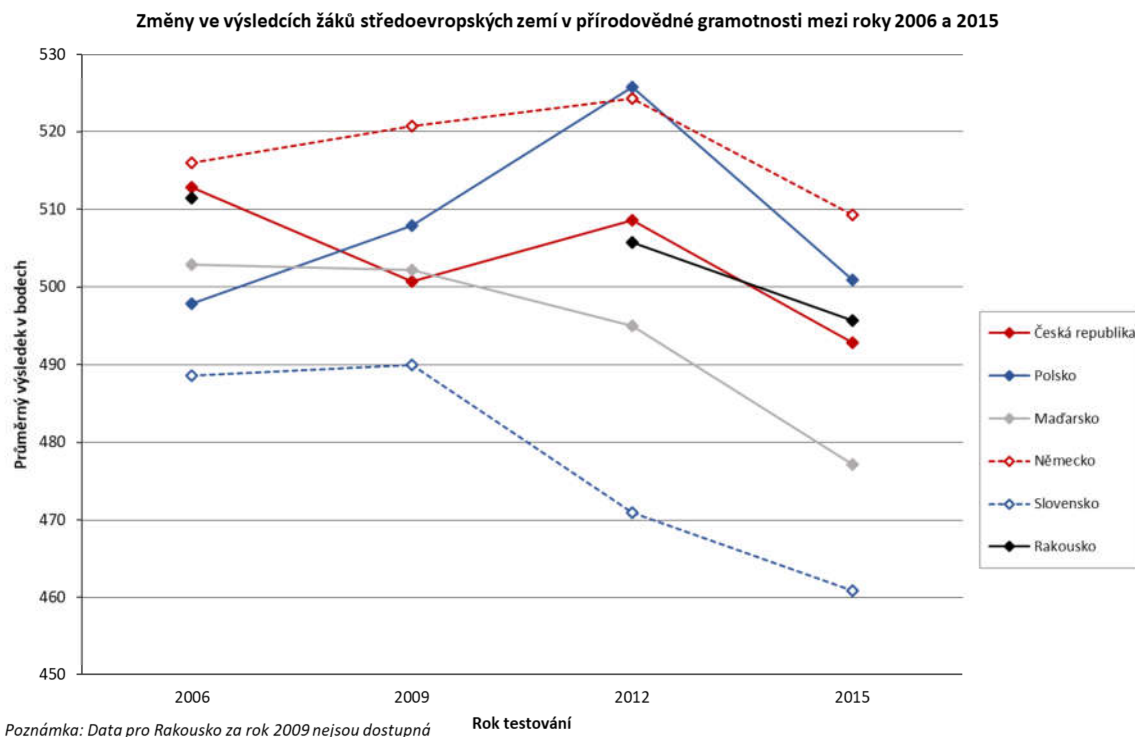
Mezinárodní šetření *PISA* (Programme for International Student Assessment) je považováno za největší a nejdůležitější mezinárodní šetření v oblasti měření výsledků vzdělávání, které v současné době ve světě probíhá. Výzkum je realizován v tříletých cyklech a zabývá se úrovní čtenářské, matematické a **přírodovědné gramotnosti**. Každý rok je věnována zvýšená pozornost jedné z hlavních oblastí. Testování proběhlo v roce 2015 (přírodovědná gramotnost), 2012 (matematická gramotnost), 2009 (čtenářská gramotnost) a v roce 2006 (přírodovědná gramotnost). (Blažek & Příhodová, 2016)

Všechny testy jsou přizpůsobeny cílové skupině žáků ve věku 15 let. PISA je zaměřena na dovednosti žáků základních škol, kteří mají v České republice těsně před ukončením povinné školní docházky (žáci druhého stupně základní školy). (Mandíková & Houfková, 2012)

Ve výzkumech PISA jsou výsledky zemí prezentovány dvěma různými způsoby. Prvním typem výsledku testování je šest úrovní způsobilosti, ve kterých se může testovaný žák nacházet. Stupeň úrovně určuje kompetentnost a množství vědomostí. (Palečková, 2007)

Pro porovnávání výsledků zemí je však více využíváné hodnocení pomocí skóru (počtu bodů). Pro každou zemi můžeme celkový výkon studentů v oblasti vědy shrnout do průměrného bodového hodnocení. Následně je tedy možné stanovit pořadí. (Blažek & Příhodová, 2016; Palečková, 2007)

Obrázek 1 zobrazuje trend v letech 2006 až 2015. Díky metodice PISA lze srovnávat výsledky žáků v průběhu času.



**Obrázek 1: Pohled na změny ve výsledcích žáků v zemích OECD, a to od roku 2006.**

**(Blažek & Příhodová, 2016)**

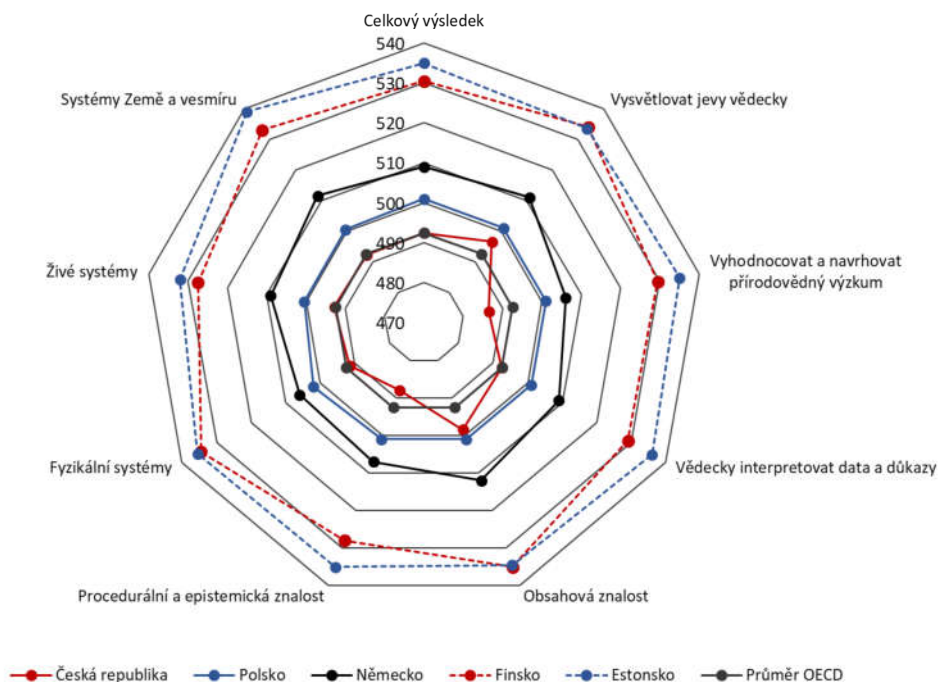
„Výsledky zemí z roku 2006 jsou vyneseny na vodorovné ose, na svislé ose jsou vyznačeny hodnoty rozdílu výsledků žáků jednotlivých zemí mezi roky 2006 a 2015. Česká republika patří mezi 7 zemí OECD, jejichž nadprůměrný výsledek v roce 2006 se za devět let významně zhoršil.“ (Blažek & Příhodová, 2016)

V České republice došlo k zhoršení a přesunutí ze skupiny zemí s nadprůměrným výsledkem do skupiny zemí s výsledkem na úrovni průměru OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) – 493 bodů. (Blažek & Příhodová, 2016)

Obrázek 2 graficky znázorňuje výsledky v dílčích škálách v jednotlivých **dovednostech** (vysvětlovat jevy vědecky, vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum a vědecky interpretovat data a důkazy), **znalostech** (obsahová, procedurální a epistemická) a **vzdělávacích oblastech** (fyzikální systémy, živé systémy a systémy Země a vesmíru).



Výsledky na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti ve vybraných zemích (v bodech)



Obrázek 2: Výsledky na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti ve vybraných zemích. (Blažek & Příhodová, 2016)

Čeští žáci lépe zvládají vysvětlování jevů vědecky, avšak **hůře vyhodnocují a navrhují přírodovědný výzkum**. Mají také lepší znalost *obsahu* přírodních věd než *procedurální a epistemickou* znalost.

**Procedurální znalost** zahrnuje znalost běžných postupů a strategií používaných při vědeckém zkoumání, metod dotazování, používání dovedností, algoritmů, technik a metod. Je využívána k vyhodnocování a navrhování pokusů, při interpretaci dat a tvorbě vědeckých závěrů. Procedurální znalost je znalost praktická a může být použita přímo k řešení úkolu. (Blažek & Příhodová, 2016)

**Epistemická znalost** představuje znalost pojmů a charakteristických znaků nezbytných pro proces tvorby a budování systému znalostí ve vědě i jejich roli ve zdůvodňování spolehlivosti vědeckých poznatků, např. hypotéz, teorií nebo pozorování a jejich úloh v procesu poznávání. (Blažek & Příhodová, 2016)

Na základě těchto výsledků je práce cílena na tvorbu a ověření experimentálních úloh prováděných žáky.

## 3 Multimediální výuka

### 3.1 Definice pojmů multimediální výuka

Termíny jako „multimédia“ nebo „multimediální“ se do slovníku a všeobecného povědomí dostaly během posledních patnácti let. Definice pojmu **multimédia** je podle databáze WordNet Princetonské univerzity (WordNet, 2016) „*komunikační přenos kombinující média (text, grafika, zvuk apod.)*“, kde komunikační přenos můžeme interpretovat jako *vyučovací proces* ve spojitosti s žáky a studenty. Jiná definice pro slovo **multimédium** je, že se jedná o „*předávání nebo uchování informací v textovém, zvukovém i obrazovém kompletu*“. (Pospíšil & Michal, 2014)

Problémem použití slova **multimediální** je jeho dlouhodobá přesycenost ve společnosti, ale i v samotném školském prostředí. Některé zdroje (Galbreath, 1992) poukazují na nadměrné používání tohoto slova již od konce devadesátých let. Slovník současné angličtiny (Longman Dictionary of Contemporary English, 2016) dokonce uvádí slovo multimédia jako příklad pro „*buzzword*“, tedy slovo hodně nadužívané. Může tak být právem považováno za *floskuli*, tedy prázdný obrat, který ztratil na obsahu nadužíváním (Just, 2005). V souvislosti s výše uvedenými důvody je nutnost definovat pojem *multimediální* pro potřeby následujícího textu.

Široký rozsah významů slova *multimediální* může vést k pojetí tohoto slova tak, že klasický text učebnice odpovídá výše zmiňovaným definicím, tj. můžeme v něm nalézt informace prezentované jak slovem, tak obrazem. V následujících kapitolách je za **multimediální výuku** považována oblast výuky využívající **informační a komunikační technologie** (IKT), např. *videokameru, termokameru* a další.

Za **výuku** lze obecně pokládat jakýkoliv edukační proces – „*situace, kdy se člověk něčemu učí např. prostřednictvím procesu organizovaného jiným člověkem nebo technickým zařízením. Zahrnuje činnost učitele i žáka, proces vyučování, cíle a obsah výuky, podmínky, determinanty a prostředky výuky, typy výuky, výsledky výuky*“. (Průcha, et al., 2001)

Multimédia lze uplatnit v oblastech zahrnujících *text, statický obraz, zvuk, video* a další. Zvuk i pohyblivý obraz jsou smyslové vjemy, které vznikají vyhodnocením skutečností reálného světa našimi smysly. Cílem digitálního zpracování a prezentace videa

a zvuku je redukovat reálné jevy tak, aby se výsledný lidský vjem blížil přirozené zkušenosti. (Hladká & Fousek, 2016)

### 3.2 Koncepce výuky

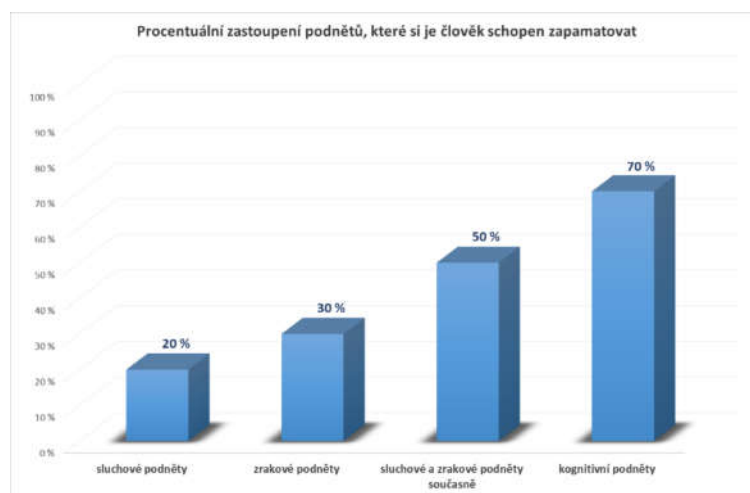
Multimédia ve vzdělávání souvisí s možnými **koncepcemi výuky** (Oujezdský & Kostolányová, 2006):

- *Behavioristický model a teorie programového učení* – multimédia jsou součástí vzdělávacího obsahu zahrnující informace a slouží jako podpora při výuce.
- *Kognitivní model* – multimediální obsah je zdrojem informací a prostředek sloužící k jejich zpracování.
- *Konstruktivistický model* – multimediální obsah je prostředkem pro simulaci a modelování pojmů, vztahů a souvislostí ve výukových prostředích.

### 3.3 Vizualizace

*Vizualizace* podporuje rychlejší a snadnější porozumění jevům a souvislostem, konkrétnější a komplexnější vytvoření představy o daném jevu. (Turek, 2002) Umožňuje symbolicky vyjádřit abstraktní pojmy, a tak je snadnější je pochopit, ulehčuje a urychluje proces poznávání, aktivizuje celou osobnost žáka tím, že ulehčuje samostatné myšlení. (Haláková, et al., 2004)

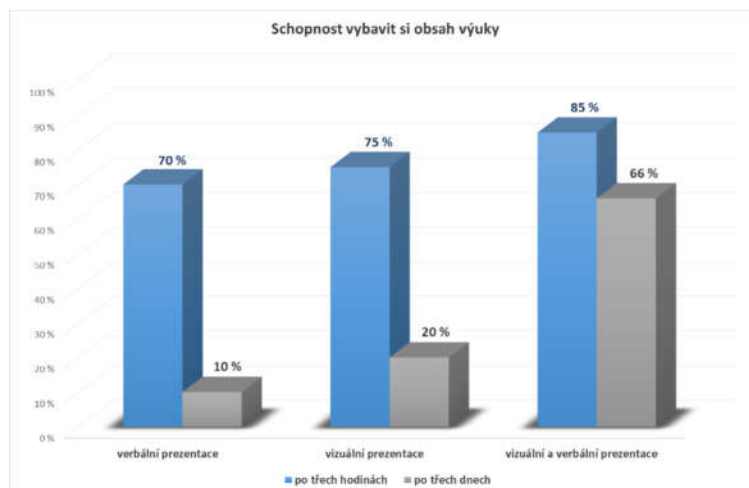
Bradbury (2007) významně prosazuje využívání vizuálních pomůcek ve výuce, přičemž vychází z předpokladu různé míry schopnosti zapamatovat si rozdílné vjemy. Jeho poznatky shrnuje následující graf (Obrázek 3).



Obrázek 3: Množství podnětů, které si je člověk schopen zapamatovat. (Bradbury & Chalupová, 2007)

Lidé jsou schopni uspokojivě si vybavit: 20 % toho, co slyší; 30 % toho, co vidí; 50 % toho, co vidí a slyší současně; 70 % toho, co dělají. (Bradbury & Chalupová, 2007)

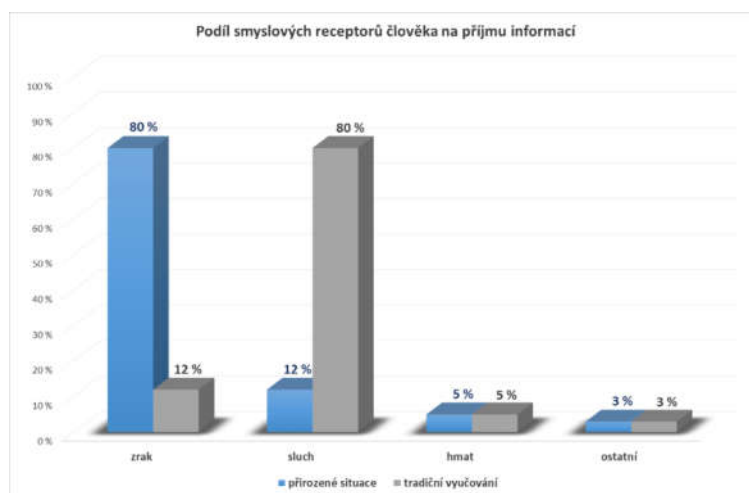
Při aplikaci tohoto základu do školního prostředí pak Bradbury udává konkrétní čísla shrnutá v následujícím grafu (Obrázek 4). (Bradbury & Chalupová, 2007)



**Obrázek 4: Porovnání schopnosti vybavit si obsah výuky po třech hodinách a třech dnech. (Kalhous & Obst, 2012)**

Průměrný posluchač si z verbální prezentace vybaví po třech hodinách 70 % obsahu, po třech dnech již pouze 10 %; z vizuální prezentace si však po třech hodinách vybaví 75 % a po třech dnech až 20 %; z prezentace založené na kombinaci mluveného slova a vizuálních pomůcek si posluchač po třech hodinách vybaví 85 % obsahu, po třech dnech 66 %.

Kalhous a Obst (2012) upozorňují na častou rozdílnost mezi podílem smyslových receptorů člověka v přirozených situacích a v tradičním vyučování (Obrázek 5).



**Obrázek 5: Porovnání zapojení smyslových receptorů v běžném životě a v běžné vyučovací hodině. (Kalhous & Obst, 2012)**

Člověk v přirozených situacích získává informace nejefektivněji a v největším množství zrakově (80 %), 12 % sluchem, 5 % hmatem a 3 % ostatními smysly. V tradiční školní výuce však tyto poznatky nebývají zohledněny a zapojení smyslů je následující: žáci získávají 12 % informací zrakově, 80 % sluchem, 5 % hmatem a 3 % ostatními smysly. (Kalhous & Obst, 2012)

Požadavek *multisenzorického* působení je spojován s pedagogikou již od jejího začátku. Vývoj technologií umožňuje zaznamenat, zobrazit či simulovat libovolné jevy, pojmy, situace, ... Počítačová technika podstatně rozšiřuje možnosti kombinovaného přístupu. (Mikošek, 2003)

### **Vizualizace a názornost**

Ve výchovně-vzdělávacím procesu lze vizualizaci považovat jako vyučovací prostředek, jímž lze dosáhnout větší názornosti a usnadnit tím proces osvojování učiva.

Názorný materiál (Čáp & Mareš, 2007):

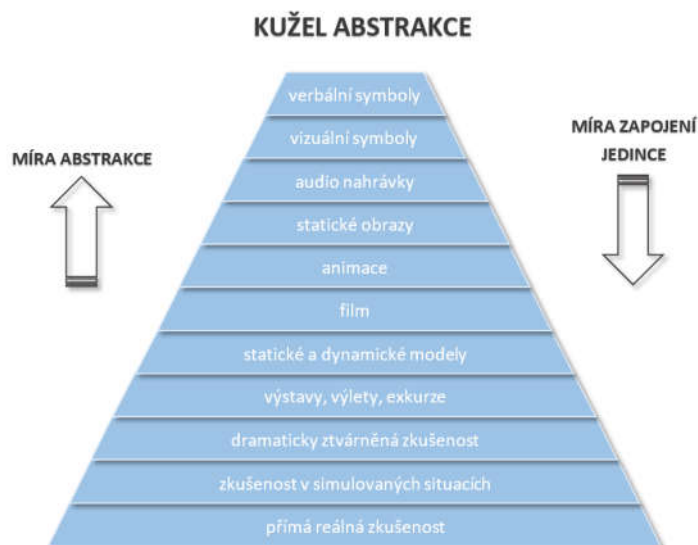
- umožňuje vnímání a formování představ, tím zároveň přináší podklad pro abstrakci a myšlení;
- zvyšuje motivaci k učení, působí na city, ovlivňuje pozornost, pochopení a trvalejší uchování vědomostí;
- napomáhá lepšímu pochopení podstatných znaků a vztahů.

*Princip názornosti* ve výuce je považován za jednu ze základních pedagogických zásad moderního vzdělávání. (Hlaváček, 2012)

### **Zprostředkovaná a bezprostřední názornost**

*Zprostředkovaná názornost* má vždy menší význam, protože neumožňuje získat přesné představy o objektech a jevech. V některých případech však *bezprostřední názornost* ve výuce využívat nelze, ať již kvůli měřítku některých jevů, nedostupnosti objektů, nebezpečnosti experimentů a jiným. Je tedy žádoucí zajistit prostředky, které danou situaci nějakým způsobem přiblíží. (Hlaváček, 2012)

Možné formy náhrady (abstrakce) zastupuje „kužel abstrakce“ (Obrázek 6) od Edgara Dala. (Dale, 1969)



**Obrázek 6: Kužel vyjadřuje stupně abstrakce při využití různých didaktických prostředků (celkem 11 možností přiblížení daného pojmu ve výuce) a dává tak na výběr řadu postupů, které lze ve výuce uplatňovat. (Dale, 1969)**

Nemělo by docházet k přesycení ani jedné z forem. Doporučuje se kombinace prostředků umožňující žákům snadnější přechod od konkrétního k abstraktnímu. (Dale, 1969; Hlaváček, 2012)

### Statická a dynamická vizualizace

Charakteristickým rysem videí a animací je pohyb, dynamika – lidský zrak je nejvíce přitahován pohybem.

Animace reprezentují změnu určitého procesu v čase. (Mayer, 2005) Umožňují vytvořit adekvátní mentální reprezentaci dějů, procesů apod. a mohou zmírnit náročné *kognitivní procesy* (abstrahování, představivost), které mohou být u některých žáků nepříliš vyvinuté. Animace poskytují oproti statickým obrázkům více informací a umožňují navození *dynamických charakteristik*, např. zrychlení a rychlost. (Kühl, et al., 2011)

### Dynamická vizualizace

Hlavním přínosem dynamické vizualizace je možnost vizualizovat předměty a jevy, které nejsou viditelné (částicové složení látek, změny tlaku). Úmyslně zkresluje realitu, některé procesy zpomaluje/zrychluje, mění úhel pohledu. Nepotřebuje pomocné symboly pro dynamiku. Nemůže dojít k tolika chybám a nedorozuměním při interpretaci dějů/jevů. Největší přínos je u *procedurálně-motorických* znalostí, méně u vysvětlujících. (Lowe, 1993)

Mezi nevýhody je třeba uvést, že prezentovaná informace je dočasná, velice zatěžuje pracovní paměť, poskytuje pouze přechodnou informaci, při které je potřeba rozdělit svou pozornost mezi více dějů, proto se nedoporučuje animace doprovázet textovým popisem. A především pozorování je velice pasivní. (Mayer, 2005)

### Statická vizualizace

Oproti dynamické vizualizaci je statická vizualizace snadnější na opakované prohlížení – pracovní paměť je omezena i časově a je jednodušší se vracet v sledu informací, vyžaduje však od studentů představu pohybu, proto je výhodné předložit alespoň dva obrázky a sledovat v nich změnu. Práce je celkově náročnější v důsledku srovnávání, posuzování, identifikování symbolů. Při statické vizualizaci je nutné vytvářet mentální modely, ale to může přinášet určitá rizika. (Hegarty, 1992)

## 3.4 Kognitivní teorie učení

S pojmem **kognitivně-afektivní teorie učení** přichází Moreno a Mayer (Moreno & Mayer, 2007). Jedná se o hypotézu zabývající se multimediální výukou. Mayer staví výuku obsahující slova a obrázky nad používání výhradně slovní prezentace. Ve své práci popisuje vnímání a zpracovávání informací pomocí dvou kanálů:

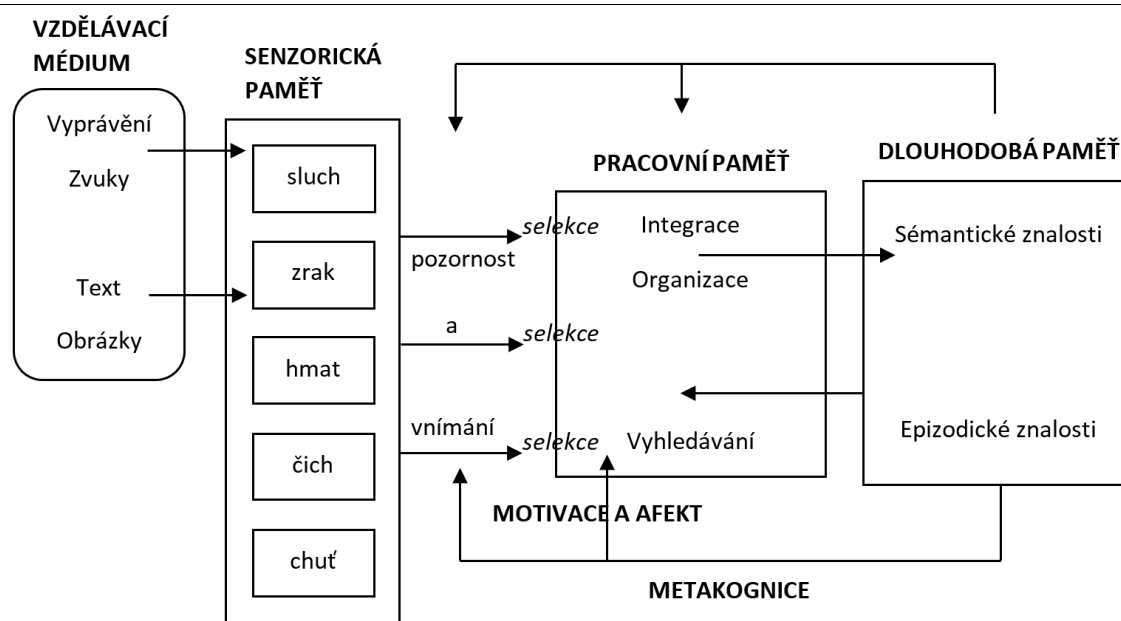
- vizuálně-obrazového,
- sluchově-verbálního.

**Mluvené slovo** přijímáme jako *sluchový vjem* a následně s ním pracuje *verbální část paměti*.

**Psaný text** přijímáme jako *vjem zrakový*, dále je s ním pracováno jako se slovem a poté je zpracováván *verbálně*. **Obrazové informace** přijímáme jako *zrakové vjemy* a následně jsou zpracovávány *paměťí vizuální*. Do množiny obrazových informací můžeme zařadit (Mayer & Anderson, 1991):

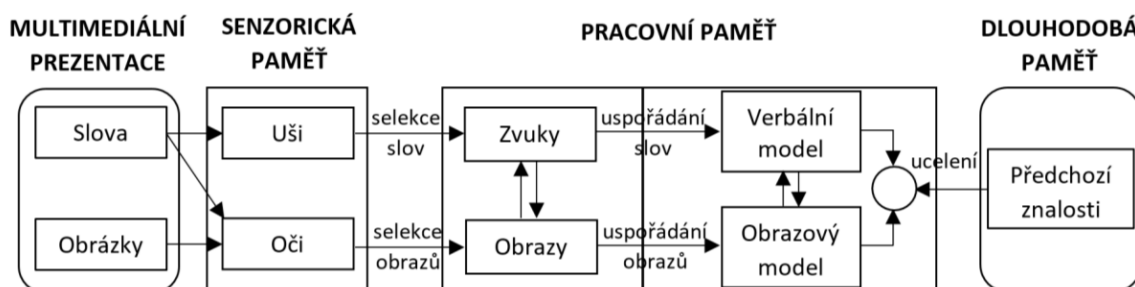
- obrázky,
- animace,
- videozáznam.

Z provedených experimentů vyplývá, že studenti, kteří byli vystaveni *multisenzorickému* prostředí (Obrázek 7) a zapojili oba kanály, jak *vizuální*, tak *sluchový*, dosahovali lepších výsledků v množství zapamatovaných informací a déle jejich uchování v paměti. (Mayer, 2011)



Obrázek 7: Model kognitivní teorie multimediálního učení. (Mayer, 2011)

Princip, na základě kterého jsou multimediální informace zpracovávány, popisuje právě *kognitivní teorie učení*, kterou lze proto aplikovat na multimediální výuku. Obrázek 8 shrnuje princip diskutované kognitivní teorie učení v podobě jednoduchého schématu.



Obrázek 8: Schéma modelu kognitivní teorie multimediálního učení. (Moreno & Mayer, 2007)

Kognitivně-afektivní teorie učení s médii pracuje tak, že žáci mají dva oddělené kanály pro zpracování odlišných typů informací. V jednom okamžiku může být zpracována pouze část informací pomocí sensorické paměti. (Hampacherová, 2013)

Pro smysluplné učení studenti potřebují získat verbální i neverbální informace a ty dále zpracovat v pracovní paměti. Díky multimediální prezentaci informací si mohou utvořit ucelený mentální model a integrovat tak nové informace ke svým předchozím znalostem. (Moreno & Mayer, 2007)

Z výše uvedených předpokladů a výzkumů lze stanovit následující pravidla pro tvorbu multimediálního obsahu.



Zásady pro tvorbu pedagogicky efektivních animací (Mayer, 2005; Mayer & Anderson, 1991; Mayer, 2011; Hlaváček, 2012; Moreno & Mayer, 2007):

- animace mohou být efektivní, pokud jsou **segmentovány do více částí**;
- animace mohou být efektivní, pokud **mají studenti kontrolu** nad jejich průběhem;
- animace mohou být efektivní, pokud jsou v nich **signalizovány klíčové informace** (zvýrazňování důležitých informací se běžně provádí ve statické grafice, podobné techniky by měly být užívány i v případě animací);
- animace mohou být efektivní, pokud **nejsou přetíženy nadbytečnými informacemi**;
- animace **doprovázené statickými obrazy** mohou být vhodnou alternativou k čistě animačnímu přístupu;
- animace je vhodné **využívat** především v případech, kdy součástí učiva jsou **komplikované prostorové struktury a dynamické jevy**;
- animace **není vhodné** využívat v situacích, kdy jsou studenti schopni si **daný jev představit samostatně**;
- animace je vhodné spojovat s verbálním vysvětlením.

## 4 Experiment

Experiment je soubor jednání a pozorování, jehož účelem je verifikovat nebo falzifikovat hypotézu nebo poznatek, které něco tvrdí o příčinných vztazích určitých fenoménů.

### 4.1 Experiment ve fyzikální vědě

Základem činnosti vědce je pozorování přírodních jevů, jejich popis a rozbor, hledání jejich zákonitostí a jejich formulace ve formě fyzikálních zákonů. Ve fyzice je ojedinělé, aby byl zákon objeven pozorováním v přírodě. Tyto děje jsou příliš složité a probíhají za nekontrolovatelných a neopakovatelných situací, proto jsou situace navozovány uměle v laboratoři. Takto uměle vytvořené děje nazýváme **fyzikální pokusy** neboli **experimenty**. Při opakování pokusů je důležité, aby podmínky byly opakovatelné a šly obměňovat. (Kašpar, 1978)

#### Heuristický experiment

Účelem je nalézt zákonitost u jevu, u něhož dosud není známa.

#### Ověřovací experiment

Slouží k přesvědčení se o platnosti zákona, který byl již objeven deduktivně.

Vysloveně ověřovací experimenty se vyskytují ojediněle, protože většinou jde o heuristický pokus. I pokud ověřujeme platnost teoreticky nalezeného zákona, konáme vlastně heuristickou činnost. I ověřování mezí platnosti zákona lze považovat za heuristické. V laboratoři se s ověřovacími pokusy setkáme jen tehdy, pokud se chce fyzik seznámit s metodou již známou a popsanou. (Kašpar, 1978)

### 4.2 Experiment ve vyučování fyzice

Experiment ve vyučování má obecnější funkci, neboť kromě heuristických a ověřovacích pokusů, při nichž učitel se žáky vyvozuje či potvrzuje nové zákony, se ve škole setkáváme i s pokusy, které se nepředvádějí s cílem objevit nové zákony nebo je ověřovat.

#### Heuristický experiment

Ve školní fyzice se vyskytují jen poznatky, které jsou fyzikální vědě známé. Proto bychom mohli považovat přítomnost heuristických experimentů za nemožnou. Protože je ale výuka děj psychologický, je možné se na funkci experimentu dívat z pohledu žáka, pro kterého jde o objevování nových poznatků, jevů a zákonů. (Janás & Trna, 2005)

---

**Ověřovací experiment**

*Ověřovací* (verifikační) experiment má částečně podobný význam jako ve vědě. Je ověřením potvrzení platnosti zákona za podmínek, kdy byl odvozen. Ve školské fyzice se také v přibližném smyslu zákony ověřují. Jako příklad slouží ověření *Ohmova zákona*, který byl předtím odvozen ve výkladové části hodiny. (Mechlová, 2004)

**Demonstrační experiment**

Experiment navozený za určitých podmínek, který slouží k výkladu a objasnění nových fyzikálních poznatků, se nazývá *demonstrační*.

**Laboratorní ověřování**

*Laboratorní práce* jsou velmi důležité při prohlubování a rozšiřování fyzikálního myšlení. Mnohé poznatky jsou značně abstraktní a je třeba navodit situace, které jejich pochopení usnadňuje. Proto je pokus neoddelitelnou součástí výkladu a bez fyzikálních pokusů často nelze vůbec pochopit ani smysl.

Například odvozené veličiny se velmi často získávají jako konstanty úměrnosti v odvozených zákonech (*modul pružnosti, odpor vodiče*) a je těžké rozumět jejich smyslu, pokud žák neví, jak se k jejich odvození došlo. Stejně tak znalost zákonů je velmi povrchní a nestálá, pokud není podložena vlastním prožitkem. (Svoboda & Kolářová, 2006)

**4.3 Klasifikace experimentů**

Pokusy lze třídit podle různých hledisek.

**Demonstrační a frontální pokus**

*Demonstrační pokusy* provádí sám učitel. Při *frontálních pokusech* je třída rozdělena do malých skupin a všechny skupiny provádějí pokusy, které jsou součástí učitelova výkladu. *Frontální pokusy* mají výhodu, že všichni jsou součástí experimentu nejen pasivně opticky a akusticky, nýbrž jsou i manuálními a mentálními spoluvůrci procesu poznání.

Často není vhodné pro složitost kopírovat cestu vědecké fyziky pro náročnost napodobování a složitost pochopení. Vhodnější je cestu zkrátit a například pokus sdělit a poté jen ověřit jeho pravdivost. (Svoboda, 2007)

---

## Kvalitativní a kvantitativní pokus

Z pohledu rozložení četnosti využití v hodinách lze konstatovat, že *kvalitativní* i *kvantitativní* pokusy mají celkem stejné zastoupení i důležitost.

### Kvalitativní pokus

Obsahem *kvalitativních* pokusů není vyvozování zákonů ve formě matematického vztahu, ale ukázka jevu (*odpor vzduchu, odpuzování a přitahování zeлектроvaných těles, tvar magnetických siločar*).

### Kvantitativní pokus

Náročnější jsou pokusy *kvantitativní*, protože klademe důraz na to, aby jejich naměřené hodnoty dávaly přesvědčivé výsledky. (Svoboda & Kolářová, 2006)

## Typy pokusů podle didaktické funkce

Některé z těchto typů jsou i přechodné. Stejně tak mohou mít povahu heuristickou nebo ověřovací, vždy záleží na volbě učitele. (Kašpar, 1978)

Pokusy lze dělit na:

- heuristické,
- ověřovací,
- motivující učivo,
- ilustrační,
- uvádějící fyzikální problém,
- demonstrující aplikace odvozených poznatků,
- historické,
- opakující a prohlubující.

### Heuristické pokusy

Žák se u nich zúčastňuje odhalování pro něj doposud neznámých fyzikálních jevů a zákonitostí. Sám se stává z velké míry jejich objevitelem a napodobuje činnost experimentálního fyzika. Je třeba, aby byl žák v maximální možné míře aktivován. Pokud tomu tak není, mívá se tento typ pokusu účinkem. (Janás & Trna, 2005)

### Ověřovací pokusy

Zejména na střední škole je nový zákon odvozen deduktivně, např. dogmaticky sdělen. Takto se postupuje v případě, že byl žák s tímto zákonem již seznámen na základní škole, i přesto je třeba v tomto případě ukázat platnost. Například formulaci *zákona rovnováhy na páce pomocí momentové věty* je třeba doložit pokusem. (Svoboda & Kolářová, 2006)

### Pokusy motivující nové učivo

Před výklad nového poznatku zařazujeme pokusy *motivační* (motivující nové učivo). Hlavním přínosem je probuzení zájmu žáků o nové téma, například fyzikální kouzlo, které žáci postupně odhalí, případně vznesení zajímavé otázky s nejasnou odpovědí. (Kašpar, 1978)

### Ilustrační pokusy

Velkou většinu *kvalitativních* pokusů, u nichž jde o to, aby se žák seznámil s tím, jak jev vypadá, lze považovat za pokusy *ilustrační*. Mnoho ilustračních pokusů může mít i heuristickou funkci. Například při demonstraci *hranového spektra bílého světla* žáci nejen pasivně poznávají, jak hranové spektrum vypadá, ale mohou současně vyhledávat sled barev ve spektru nebo které barvě přísluší větší *úhel lomu*, z toho mohou dále vyvodit vztah mezi *indexy lomu* pro jednotlivá jednoduchá světla.

### Historické pokusy

V historii fyziky byly významným krokem kupředu. Jedná se například o *Torricelliho* pokus s *atmosférickým tlakem* či *Otto von Guerickeho* pokus s *magdeburskými polokoulemi*. Historické pokusy mohou mít v učivu současné fyziky významné místo a být dokonce heuristicky využity k vyvození nových poznatků. Důležitý je výklad významu pro pokrok ve fyzice a myšlení lidstva.

### Pokusy k opakování a prohlubování učiva

Již výše uvedené pokusy, které mohou být s obměnami hlouběji analyzovány či zařazeny na začátek hodiny k opakování učiva. (Mechlová, 2004)

## 5 Metoda sémantického diferenciálu

**Sémantický diferenciál** (SD) je klasifikován jako metoda k měření **postojů**. *Postoji* jsou myšleny „trvalé soustavy pozitivních nebo negativních hodnocení, emocionálního citění a tendencí jednat pro nebo proti vzhledem ke společenským objektům“ (Nový & Bedrnová, 1998). V každém postoji lze rozlišit stránku **kognitivní** (*hodnotící*), **emocionální** (*citovou*) a **konativní** (*tendenci jednat vůči objektu*) (Vašátková & Chvál, 2010). SD patří mezi **psychosémantické** metody (Miovský, 2006). Vyznačuje se spojením psycholingvistiky, psychologie vnímání a psychologie individuálního vědomí (Maršálová & Mikšík, 1990).

Oproti dotazníkovým metodám je při použití sémantického diferenciálu nahlíženo hlouběji. Základní stavební entitou, se kterou metoda sémantického diferenciálu pracuje, jsou **slova**. Respondenti nejsou seznámeni s úrovní zpracování dat a nemohou vědomě korigovat výsledky prostřednictvím své odpovědi. (Nakonečný, 1997)

Sémantický diferenciál byl definován **Charlesem E. Osgodem** (spolutvůrci byli George J. Suci a Percy H. Tannenbaum) a je založen na *umístování pojmu*, který reprezentuje určitý jev na škálách, do *mnohorozměrného sémantického prostoru* (Osgood, et al., 1957). Vyhledáním *faktorů* v těchto škálách (jejichž póly tvoří dvojice protikladných adjektiv) lze umístit sledované pojmy do vytvořených souřadnic. (Vašátková & Chvál, 2010)

Sémantický diferenciál v sobě spojuje vlastnosti *kvantitativních a kvalitativních* výzkumných postojů (Chráska, 2007). Díky této metodě je možné zkoumat jak jedince, tak skupiny respondentů. Touto metodou je možné zjišťovat shodné vnímání vybraných pojmů i *vývoj tohoto vnímání v čase* (Chráska, 2003). SD umožňuje měřit *konotativní* významy pojmů neboli individuální psychologické významy u lidí, neboť je výsledkem syntéz metody *asociační a škálovací* (Chráska, 2007). Výzkumník proniká do vnitřního světa zkoumané osoby se ziskem vysoce individualizované informace, která je statisticky zpracována a nezávisle ověřena (Chráska, 1998).

Pelikán uvádí jako přednost SD „*hlubší proniknutí do individuálního chápání významu jednotlivých pojmů*“ (Pelikán, 1998). SD je také vyzdvihován pro teoreticky velkou variabilitu jeho využití: „*může přinést užitečné výsledky v různých společenských vědách či*

*disciplínách, v pedagogice např. v obecné pedagogice, v oborových didaktikách“*

(Chráska, 2007; Vašátková & Chvál, 2010)

### **Faktorová analýza**

Tvorba sémantického diferenciálu je variabilní vzhledem k možné volbě pojmů, škál, zpracování a interpretaci dat. K vybraným pojmům jsou voleny dvojice **adjektiv** reprezentující tři možné dimenze – *hodnocení, aktivity a potence*. Adjektiva tvoří dvojici, která se volí cíleně pro jejich reprezentaci v jedné **dimenzi** relevantní k zvoleným pojmům. (Ferjenčík, 2000)

Celkový počet *dimenzí* odpovídající počtu bipolárních adjektiv je možno redukovat pomocí **faktorové analýzy** (FA), která vychází z předpokladu existence latentních proměnných, jejichž počet je nižší než počet proměnných pozorovaných (Blahuš, 1985). *Faktorovou analýzu* lze dělit na dva typy. **Konfirmační FA** ověřuje známý soubor faktorů v hypotetickém modelu vztahů a klastrů. **Explorační FA** se využívá při seskupování, sdružování či hledání skupin neprozkoumaných proměnných.

Výsledky faktorové analýzy jsou ovlivněny několika rozhodnutími výzkumníka (Vašátková & Chvál, 2010):

- volbou druhu a metody faktorové analýzy,
- stanovením hranice pro počet faktorů určených k interpretaci,
- volbou optimalizace pro hledání rotovaného řešení,
- interpretací faktorů a jednoznačným přiřazením dvojic adjektiv k dimenzím.

Pomocí statistického softwaru se určuje počet výsledných faktorů, buď přímo určením jejich počtu výzkumníkem, nebo stanovením minima vlastních čísel (Chráska, 1998).

Sémantický diferenciál nabízí tři základní možnosti klasifikace (Ferjenčík, 2000):

- analýza odpovědí na úrovni jednotlivých položek (adjektiv),
- analýza odpovědí na základě hodnocení globální podobnosti,
- analýza odpovědí na úrovni jednotlivých dimenzí.

Na základě vybrané analýzy je volena i vhodná prezentace dat, a to číselná, tabulková nebo grafická (Ferjenčík, 2000).

Při *analýze na úrovni jednotlivých položek* jsou vytvořeny všem pojmům profily. *Analýza odpovědí na základě hodnocení globální podobnosti* je prováděna pomocí matice vzdáleností. *Analýza odpovědí na úrovni jednotlivých dimenzí* umísťuje pojmy v sémantickém prostoru nebo do dvojdímenzionálních řezů (Maršalová & Mikšík, 1990). Poslední dvě jmenované analýzy jsou typické pro SD a nabízejí nový náhled odlišný od analýz škálových položek v běžných dotaznících. *Vyjádření vzdálenosti pojmů* je založené na matematickém modelu vícedímenzionálního prostoru (dimenze jsou dány dvojicemi bipolárních adjektiv). Vzdálenost pojmů je spočítána jako *euklidovská vzdálenost* v tomto prostoru vyjádřená jedním kladným číslem (Chráska, 2003). Čím jsou si pojmy bližší, tím je toto číslo menší. *Analýza na úrovni jednotlivých dimenzí* je typickou ukázkou možností SD objevenou Osgoodem, a sice možnost redukce počtu dimenzí na nižší počet, než je počet dvojic adjektiv. (Vašátková & Chvál, 2010)

Při práci se sémantickým diferencíalem existují dva přístupy. Výzkumník se spolehne na ověřené dimenze a k nim příslušné škály (dvojice bipolárních adjektiv). Jiným přístupem je, že výzkumník na základě dat ladí konkrétní podobu SD obměnou škál a specifikací oblasti pojmů. (Chráska, 1998)

Sémantický diferenciál může díky variabilitě možností zpracování přinášet celou řadu náhledů na postoje žáků k vybraným aspektům. (Chráska, 2007)



## Praktická část

### 6 3D modely a animace - Corinth Classroom

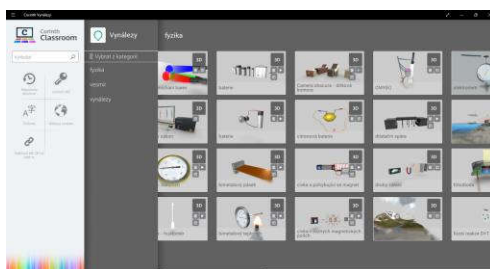
#### 3D modely ve výuce

Vytváření modelů obecně vychází z potřeby člověka *idealizovat* si svět kolem sebe, ze snahy vytvořit si jeho *zjednodušený a logický obraz* (Chorley & Haggett, 1986). Při výuce v roli média slouží **3D model** jako zobrazení určitého fyzikálního obsahu, získaného redukcí skutečnosti a napomáhajícího k vytvoření názorné představy. Redukce je pro model zásadní, dochází k redukcí obsahu a míry velikosti ke skutečnosti, s čímž souvisí i různá úroveň zkreslení. (Křivý & Kindler, 2003; Vachek & Lepil, 1980)

Modely jsou předpokladem pro chápání abstraktních pojmů. Trojrozměrné modely zprostředkovávají žákům skutečnost jinak než ostatní modely. Zdroje informací jsou díky tomu velmi vhodnou náhradou pro skutečné jevy ve výuce jinak nepostihnutelejších skutečností. Názornou a zástupnou funkcí modelů je zabráněno tomu, aby si žáci vytvořili a upevnili zkreslené nebo zcela chybné představy o skutečnosti. (Hubálovský, 2011; Vachek & Lepil, 1980)

#### Corinth Classroom

*Corinth Classroom* je vizuální depozitář (Obrázek 9) stovek výukových interaktivních modelů z různých oblastí (fyzika, lidská biologie, biologie zvířat, biologie rostlin, chemie, geometrie...) pro základní a střední školy (Corinth s.r.o, 2014).

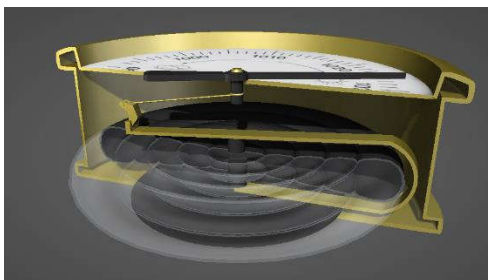


Obrázek 9: Pracovní prostředí oblasti fyzika.

Cílem aplikace je kompletní průřez všemi vzdělávacími oblastmi primárního a sekundárního vzdělávání. Mezi aktuálně podporované operační systémy patří Microsoft Windows 10 a Windows 8.1, možnými instrukčními sadami jsou x86 a ARM. (Microsoft, 2016)

Pro aplikaci jsou typické následující vlastnosti (Microsoft, 2016):

- 3D interaktivní modely včetně detailů částí,
- možnost zvýraznění jakékoliv části modelu pro komplexnější představu,
- zoom a 3D otáčení modelů pro detailnější pohled (Obrázek 10),



Obrázek 10: Přiblížený řez modelem aneroidu.

- zabudovaná funkce slepé mapy pro zkoušení a testování znalostí studentů,
- nástroj pro vyhledávání podle názvů a klíčových slov,
- možnost přepínat mezi jednotlivými jazykovými verzemi a zobrazení dvou jazyků najednou,
- technologie rozšířené reality a hlubokého zoomu,
- funkce pořízení snímku obrazovky pro vytváření neomezeného počtu obrázků do výukových pomůcek,
- možnost k modelům vkládat vlastní poznámky,
- integrace s MS Office 2010 a 2013 pro možnost použití modelů v prezentacích a dokumentech.

### Koncept, produkce a validace modelů

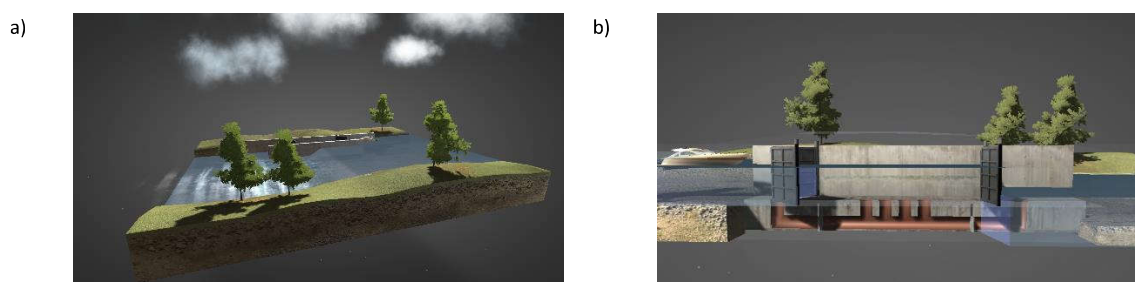
Spolupráce s firmou Corinth s.r.o. je založena na výběru modelu, sepsání scénáře pro grafika, průběžné kontrole tvorby, ověření funkčnosti ve výuce (testování) a sepsání doprovodného komentáře. V kooperaci bylo pro aplikaci Corinth Classroom vytvořeno 60 3D modelů z oblasti fyziky. Modely byly vybrány tak, aby svým zaměřením odpovídaly učivu definovanému v *Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV)* a byly oporou pro „Očekávané výstupy RVP ZV“ ve vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“ (RVP ZV, 2016).

Výčet všech vytvořených modelů je uveden v příloze 1. *Seznam vytvořených interaktivních 3D modelů pro knihovnu Corinth Classroom.*

## Příklady řešení

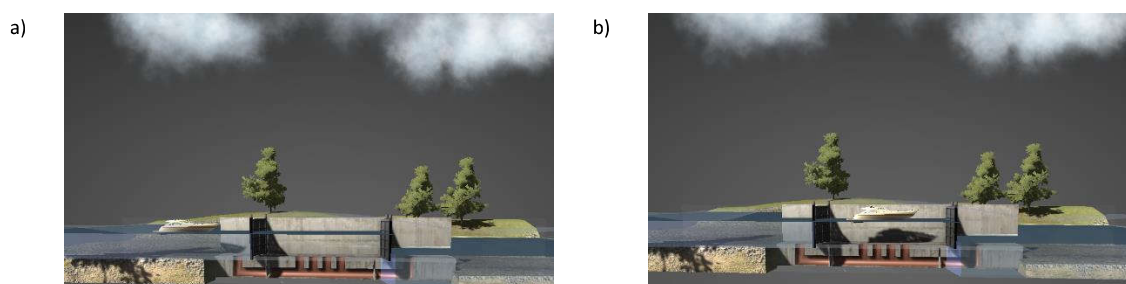
### 6.1 Zdymadlo

3D model ze *vzdělávacího obsahu mechanické vlastnosti tekutin* oboru *fyzika* je navržen k doplnění učiva **hydrostatický a atmosférický tlak** – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny (RVP ZV, 2016). Model obsahuje řez vodním tokem s plavební komorou mezi dvěma rozdílnými hladinami (Obrázek 11a). V modelu můžeme pozorovat loď, která připlouvá po horní hladině a zastaví se před vraty plavební komory (Obrázek 11b). Následně dojde k otevření tunelového stavidla u prvních vrat.



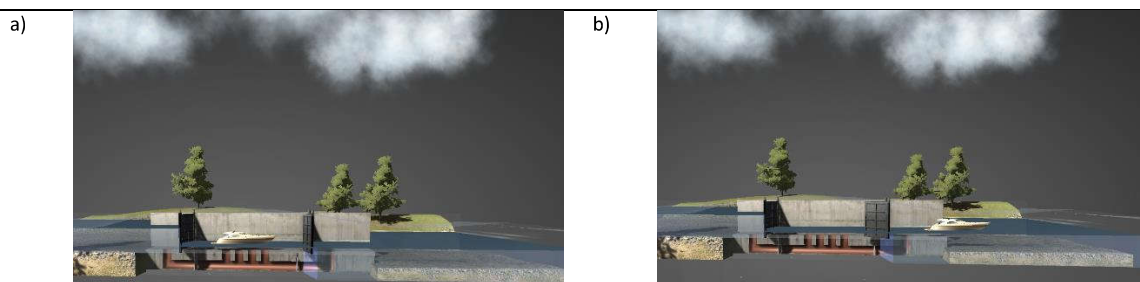
Obrázek 11: a) Celkové zobrazení vodního toku s plavební komorou. b) Boční pohled na řez zdymadlem s lodí na horní hladině.

Z důvodu rozdílných hladin mezi plavební komorou a horní hladinou, kde se nachází loď, nastane vyrovnávání vodních hladin (Obrázek 12a). Když dojde k vyrovnání vodních hladin, ventily se uzavřou a následně se otevřou první vrata plavební komory a loď může vplout dovnitř (Obrázek 12b).



Obrázek 12: a) Vyrovnání hladin otevřením tunelového stavidla. b) Po otevření vrat plavební komory loď vplula dovnitř.

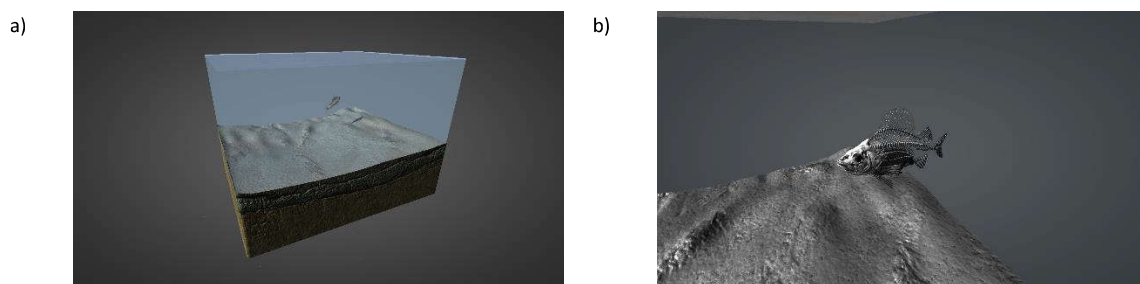
Nyní je rozdíl výšky mezi hladinou plavební komory a dolní hladinou. Otevře se tunelové stavidlo u druhých vrat, hladina plavební komory začne klesat, až dojde ke snížení na stejnou úroveň hladin (Obrázek 13a). Otevřou se druhá vrata, a tak loď může vyplout ven z plavební komory a pokračovat dál po řece po proudu (Obrázek 13b).



Obrázek 13: a) Pokles hladiny v plavební komoře. b) Otevření vrat plavební komory a vyplutí lodě.

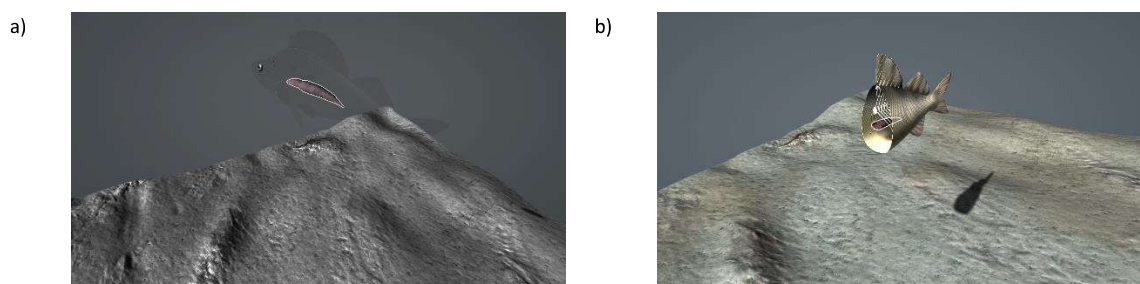
## 6.2 Plynový měchýř ryb

3D model ze *vzdělávacího obsahu mechanické vlastnosti tekutin* je navržen k doplnění učiva **Archimédův zákon** – vztlková síla; potápění, vznášení se a plování těles v klidných tekutinách (RVP ZV, 2013). Model obsahuje řez vodním tokem (Obrázek 14a). Scéna obsahuje animovaný model ryby pohybující se ve vodě. Jedna z voleb umožňuje zobrazit plynový měchýř (někdy též plovací měchýř) (Obrázek 14b).



Obrázek 14: a) Výchozí pohled na model plynového měchýře. b) Zobrazení kostry a plynového měchýře při volbě „měchýř“ z kontextového menu.

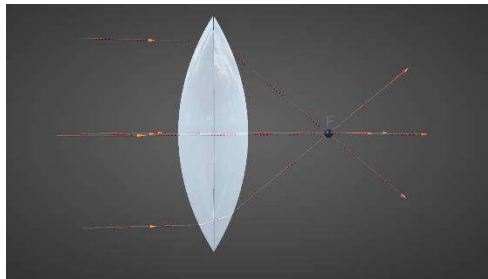
Plynový měchýř se nachází pod páteří a stejně je zobrazen i v modelu (Obrázek 15a). Ryba hloubku, v níž plave, řídí tak, že svými svaly stlačuje nebo povoluje stěny tohoto měchýře, a v důsledku toho se stlačuje i vzduch, který je uvnitř. Stlačením měchýře ryba klesá. Když stah svalů povolí, měchýř se zvětší a ryba začne stoupat k hladině, což je zobrazeno animací s příčným řezem ryby (Obrázek 15b).



Obrázek 15: a) Detail umístění měchýře. b) Příčný řez tělem ryby s animací změny hloubky.

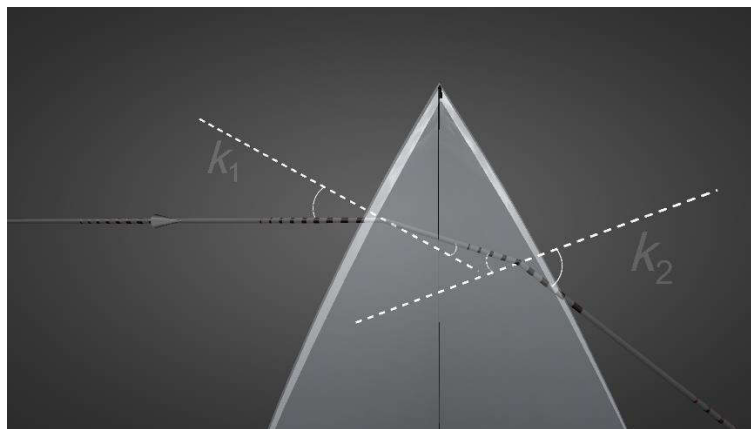
### 6.3 Dvojlom na spojné čočke

3D model ze *vzdělávacího obsahu elektromagnetické a světelné děje* je navržen k doplnění učiva **vlastnosti světla** – zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně) (RVP ZV, 2013). Scéna obsahuje model tenké spojky s rovnoběžnými paprsky dopadajícími rovnoběžně s optickou osou (Obrázek 16).



Obrázek 16: Model spojné čočky s rovnoběžně dopadajícími monochromatickými paprsky.

Kontextové menu umožňuje zvýraznit detaily chodu monochromatických paprsků při dopadu na přední stranu spojky (uvažované zleva), kde dochází k lomu ke kolmici  $k_1$ , protože se jedná o rozhraní vzduch – sklo. Na zadní straně čočky dochází k lomu od kolmice  $k_2$ , v tomto případě se jedná o rozhraní sklo – vzduch. (Obrázek 17)

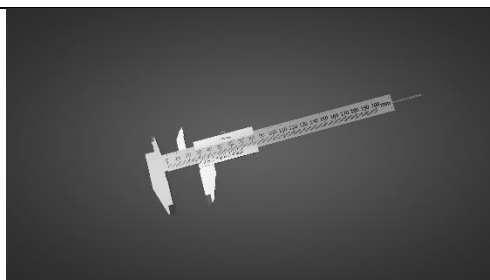


Obrázek 17: Detail lomu světla na rozhraní dvou prostředí s vyznačenými kolmicemi a úhly.

Výsledkem obou lomů je sbíhání paprsků do obrazového ohniska F spojky.

### 6.4 Posuvné měřítko

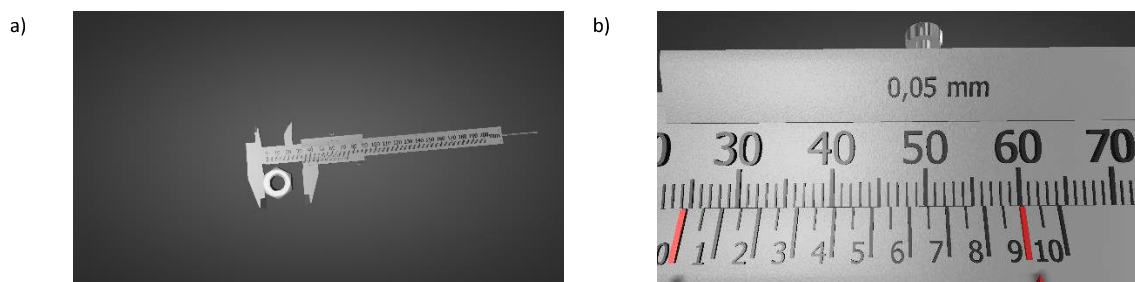
3D model ze *vzdělávacího obsahu látky a tělesa* je navržen k doplnění učiva **měření veličiny** – délka (RVP ZV, 2013). Scéna obsahuje model posuvného měřítka s popisem všech jeho částí (Obrázek 18).



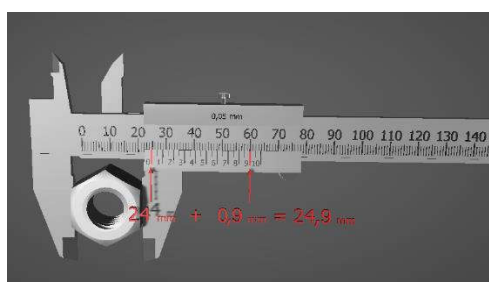
Obrázek 18: Model posuvného měřítka.

Model měřítka je stejně jako reálné měřidlo složen ze dvou hlavních částí. Na pevné části je základní stupnice v milimetrech a palcích, na posuvné části je *index s vernierem* (noniem). Měřítko má dva páry čelistí, větší pro měření vnějších rozměrů, menší zahrocené pro měření vnitřních rozměrů (například otvorů), a na dolním konci výsuvný hloubkoměr pro měření hloubky. Zarážka na posuvné části slouží k jejímu uvolnění a aretaci.

3D model, zobrazující měření šířky matice, je doplněn animací **odčítání měřené délky**. Mezi větší čelisti je umístěno měřené těleso – matice (Obrázek 19a) a dochází k postupnému odečtení hodnoty (Obrázek 19b). Následně se zobrazí celková hodnota šířky měřeného tělesa (Obrázek 20).



Obrázek 19: a) Animace odčítání měřené hodnoty s umístěným měřeným tělesem. b) Detail koincidence s ryskami.

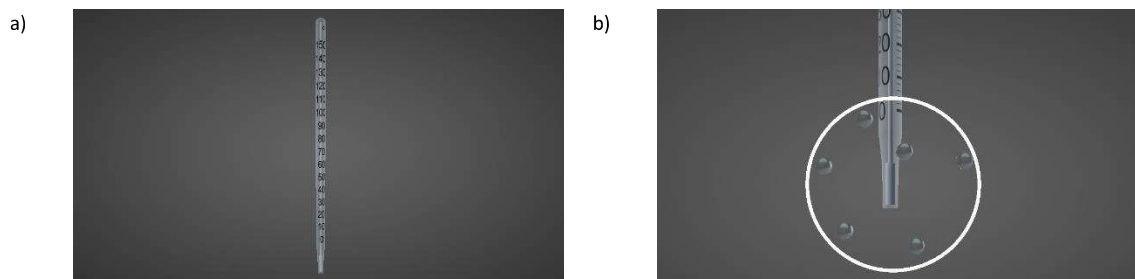


Obrázek 20: Výpočet konečné hodnoty.

## 6.5 Rtuťový teploměr

3D model ze *vzdělávacího obsahu látky a tělesa* je navržen k doplnění učiva **měřené veličiny** – teplota (RVP ZV, 2013). Scéna obsahuje model rtuťového teploměru s popisem

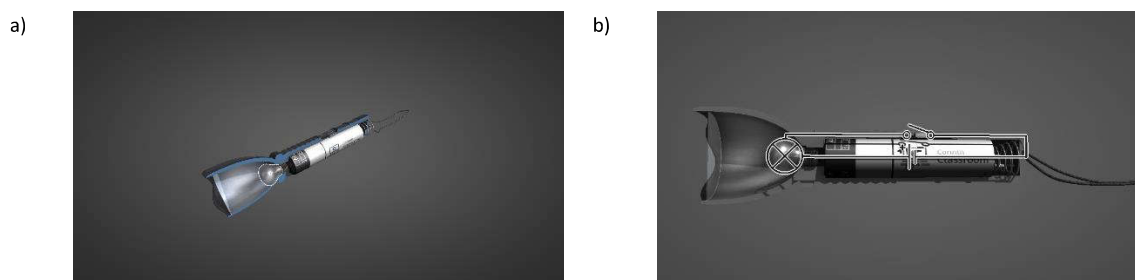
všech částí (Obrázek 21a). Výška sloupce rtuti ukazuje různé teploty a současně se zobrazuje pohled na částicové složení kapaliny. Příjmem tepla se vnitřní energie zvyšuje, pohyb částic se zrychlí (Obrázek 21b), dochází k objemové dilataci, rtuťový sloupec se pohybuje směrem vzhůru a teploměr ukazuje vyšší teplotu. Odevzdáním tepla se naopak energie snižuje, pohyb částic se zpomalí, rtuťový sloupec klesá a teploměr ukazuje nižší teplotu. Stupnice je uvedena ve stupních Celsia ( $^{\circ}\text{C}$ ).



Obrázek 21: a) Výchozí pohled na model rtuťového teploměru. b) Detailní pohled na simulovanou animaci vnitřního pohybu částic.

## 6.6 Reflektor kapesní svítilny

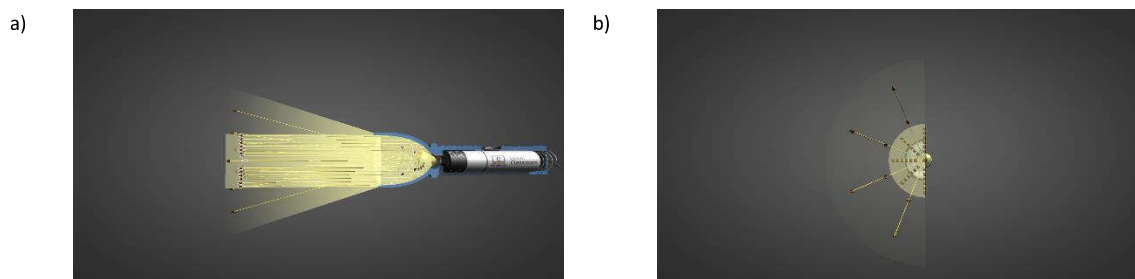
3D model ze *vzdělávacího obsahu elektromagnetické a světelné děje* je navržen k doplnění učiva **vlastnosti světla** – zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně) (RVP ZV, 2013). Scéna obsahuje rovinný řez kapesní svítilnou (Obrázek 22a). Model umožňuje pohled doplněný o schéma, které znázorňuje zapojení elektrického obvodu pomocí symbolických značek (Obrázek 22b).



Obrázek 22: a) Rovinný řez kapesní svítilnou. b) Schéma zapojení elektrického obvodu pomocí symbolických značek.

Reflektor je část svítilny, která zajišťuje koncentraci světla v požadovaném směru. Jde o duté zrcadlo, které je umístěné za světelným zdrojem a které odráží světelné paprsky šířící se jiným než požadovaným směrem. Pokud je třeba dosáhnout rovnoběžných paprsků, zrcadlo má tvar paraboly a světelný zdroj je umístěn v jeho ohnisku.

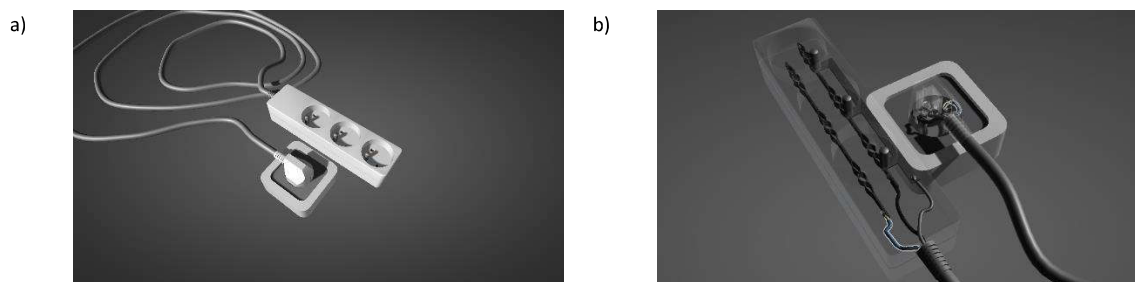
Zdrojem světla je žárovka, jejíž vlákno se nachází v ohnisku parabolického zrcadla. Světelné paprsky jsou z vlákna vyzařovány do všech směrů. Paprsek, dopadající na reflexní vrstvu zrcadla, se odráží podle *zákona odrazu* a s ostatními paprsky tvoří rovnoběžný svazek paprsků. Paprsky, které se neodrážejí a vychází rovnou přes ochranné sklo, tvoří světelný tok tvaru kužele (Obrázek 23). Paprsky odražené od reflexní vrstvy tvoří válec o vysokém světelném toku.



Obrázek 23: a) Detail chodu světelných paprsků z vlákna žárovky. b) Pohled zepředu na vybrané paprsky tvořící světelný kužel a válec.

## 6.7 Jednofázový prodlužovací kabel s mnohonásobnou zásuvkou

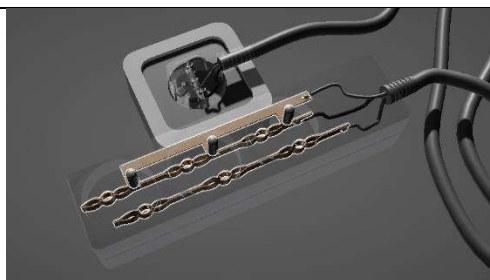
3D model ze *vzdělávacího obsahu elektromagnetické a světelné děje* je navržen k doplnění učiva **elektrický obvod** – zdroj napětí, spotřebič, spínač (RVP ZV, 2013). Výchozí pohled je situován na jednofázový prodlužovací kabel s třemi zásuvkami (Obrázek 24).



Obrázek 24: a) Prodlužovací kabel známý z běžného života. b) Zobrazení nitra oblasti zásuvek a vidlice.

Prodlužovací kabel je ohebný kabel opatřený na jednom konci vidlicí, na druhém spojkou. Slouží k připojení elektrických spotřebičů do zásuvky. Zásuvky jsou zapojeny **paralelně** (vedle sebe) (Obrázek 25). Paralelní obvod obsahuje uzly. Elektrické napětí mezi dvěma uzly je stejné pro všechny větve. Elektrický proud procházející jednotlivými větvemi může být různý a závisí na odporu součástek ve větvích. Při přerušení obvodu v některé větvi (vypnutí spotřebiče) se nepřeruší obvod v jiné větvi (jiný spotřebič běží dál).





Obrázek 25: Detail kontaktů.

## 6.8 Přetahování lanem

3D model ze vzdělávacího obsahu **pohyb těles; síly** je navržen k doplnění učiva **výslednice dvou sil stejných a opačných směrů** (RVP ZV, 2013). V modelu jsou tři různé situace, které mohou nastat při působení rovnoběžných sil.

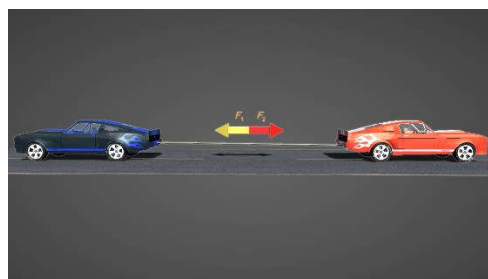
*Síly jsou v opačném směru o různé velikosti.* Nákladní automobil působí větší silou než osobní automobil. Působí-li dvě síly v opačném směru, má výsledná síla stejný směr jako větší síla. Velikost výsledné síly je rovna rozdílu velikostí působících sil (Obrázek 26a).

*Síly jsou v opačném směru o stejné velikosti.* Oba osobní automobily působí stejně velkou silou. Působí-li dvě stejně velké síly v opačném směru, je výsledná síla nulová (Obrázek 26b).

a)

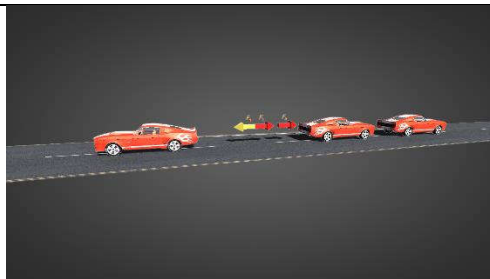


b)



Obrázek 26: a) Síly v opačném směru o různé velikosti. b) Síly v opačném směru o stejné velikosti.

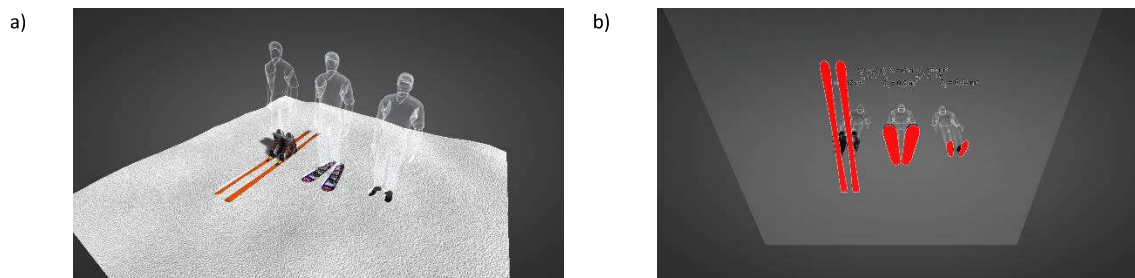
*Síly jsou ve stejném směru.* Všechny automobily působí stejně velkou silou. Dva automobily působí opačným směrem než první automobil. Působí-li více sil ve stejném směru, má výsledná síla stejný směr jako působící síly a její velikost je dána součtem velikostí jednotlivých sil (Obrázek 27).



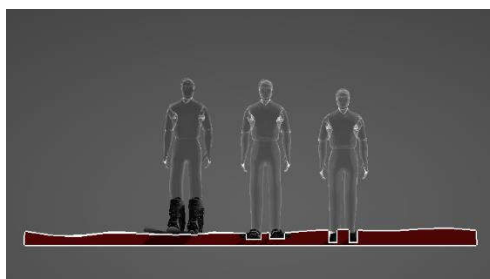
Obrázek 27: Dvě síly ve stejném směru, které se sčítají; třetí síla v opačném směru.

## 6.9 Pohyb po sněhu – lyže, sněžnice, bota

3D model ze *vzdělávacího obsahu pohyb těles; síly* je navržen k doplnění učiva **tlaková síla a tlak** – vztah mezi tlakovou silou, tlakem a obsahem plochy, na niž síla působí (RVP ZV, 2013). Stacionární scéna zobrazuje tři postavy na vrstvě sněhu (Obrázek 28a). Všechny tři postavy mají stejnou hmotnost a působí stejnou tíhou – tlakovou silou  $F$  kolmo k vrstvě sněhu. Tlaková síla postav  $F$  se přenáší na rozdílné obsahy ploch sněhu  $S$ . Největší plochu  $S_1$  mají lyže, menší jsou pak plochy sněžnic  $S_2$  a nejmenší je plocha podrážek bot  $S_3$  (Obrázek 28b).



Obrázek 28: a) Tři postavy s odlišnou styčnou plochou. b) Zvýrazněné plochy, na které působí tlaková síla. Největším mechanickým tlakem  $p$  působí postava s botami, která také způsobuje největší deformaci sněhu. Naopak postava s lyžemi deformuje sníh nejméně, protože na něj působí nejmenším tlakem (Obrázek 29).



Obrázek 29: Různá deformace sněhové vrstvy.

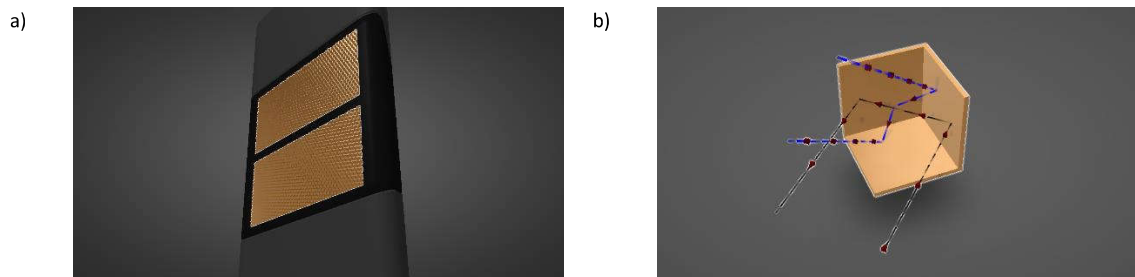
## 6.10 Odrazka - retroreflexní materiál

3D model ze vzdělávacího obsahu **elektromagnetické a světelné děje** je navržen k doplnění učiva **vlastnosti světla** – zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně) (RVP ZV, 2013). **Retroreflexní** materiál odráží světlo zpět ke zdroji s minimálním rozptylem. Zásadní vlastností je schopnost odrážet dopadající světlo až na vzdálenost 200 metrů. Reflexní materiál je v noci vidět na třikrát větší vzdálenost než například bílé oblečení (Obrázek 30).



Obrázek 30: Běžec na silnici opatřen retroreflexním proužkem běžící okolo směrového sloupku.

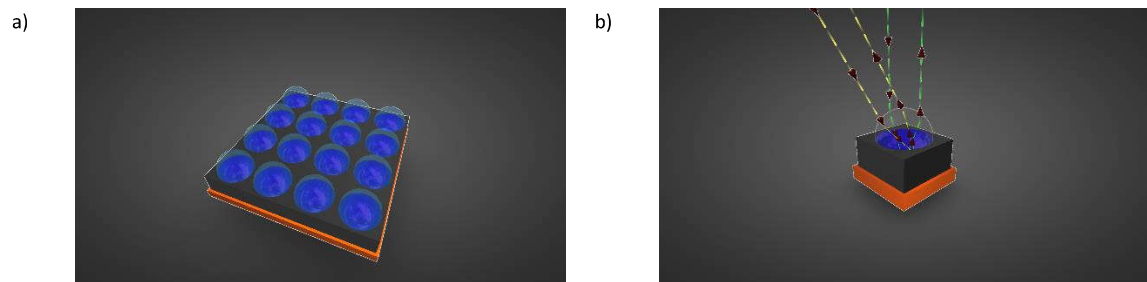
Směrové sloupky mají dvě barvy *rohových odražečů* – odrazek, bílou a oranžovou (Obrázek 31a). Při pohledu na detail jsou vidět tři vzájemně kolmé reflexní plochy, které tvoří roh krychle (Obrázek 31b). Tato soustava tvoří **retroreflektor**.



Obrázek 31: a) Struktura odrazové části směrového sloupku. b) Chod dvou paprsků v retroreflektoru.

Reflexní pásy na běžci jsou založeny na vrstvě mikroskopických skleněných kuliček připevněných na podkladové vrstvě tkaniny, která je opatřena zrcadlovou plochou (Obrázek 32a). Na jednom  $\text{cm}^2$  tkaniny se nachází až 30 000 skleněných kuliček. Tyto kuličky

způsobují, že světlo dopadající na pruh reflexního materiálu je po dvojitým lomu a jednom odrazu odráženo zpět ke zdroji (Obrázek 32b).



Obrázek 32: a) Detail vrstvy mikroskopických kuliček. b) Odraz v nitru skleněné kuličky.

### Shrnutí

Přínos 3D modelů ve výuce je v možnosti demonstrovat fyzikální obsah zjednodušenou formou, vytvářet logický obraz přírody a technologií, ale především získávat názorné představy.

## 7 Videoexperimenty

### Videoexperimenty ve výuce

*Videoexperiment* patří do kategorie instruktážních filmů. *Instruktážní film* nahrazuje textové či obrázkové návody s výhodou prezentace v reálném čase. Vše je zobrazeno okamžitě s menšími nároky na zapojení abstrakce. Pozorovatel věnuje svou pozornost demonstrovanému jevu. Odpadá nárok na vysokou čtenářskou gramotnost, která zahrnuje porozumění psanému textu (Altmanová & Hausenblas, 2011). Možnost čtenějšího opakování vybrané části vede k lepšímu zapamatování (Králíček, 2002).

Kalhous a Obst (2012) popisují videoexperimenty následujícím shrnutím: *„Jde o pokusy zaznamenané na video či jiné vizuální médium. U těchto pokusů lze zajistit, aby byly metodicky prováděny bezvadně a s dokonalými pomůckami, které jsou na některých školách nedostupné. Přitom výklad pokusu může být natočen za spolupráce vynikajících učitelů fyziky, tedy bezvadně. V této otázce platí základní zásada, že filmový děj a filmový pokus je ve školské fyzice namísto jedině tehdy, když je nelze provést přímo. U reálných dějů je tomu tak v případech, kdy je možno pokus realizovat jen s přístroji a zařízeními, které škola nemůže v žádném případě získat, nebo jde-li o pokusy zvláště nebezpečné.“* (Kalhous & Obst, 2012)

V kapitole *„Oblíbenost jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky“* výzkumu *„Výuka fyziky v širších souvislostech názory žáků“* (Höfer, et al., 2005) autoři prováděli analýzu vyučovacích hodin a hodnocení jejich částí žáky. *„V další části dotazníku hodnotili žáci skladbu vyučovací hodiny. Do záznamového listu měli ohodnotit oblíbenost jednotlivých částí vyučovací hodiny (pokusy učitele, video, film, pokusy prováděné žáky, internet, výklad, referáty, vyprávění, úlohy a opakování) pomocí škály: 0 – krajně neoblíbená, ... ,3 – středně (ne)oblíbená, ... 6 – velmi oblíbená.“* (Höfer, et al., 2005) Jejich výsledky shrnuje Tabulka 1.

Tabulka 1: Pořadí oblíbenosti jednotlivých částí vyučovací hodiny. (Höfer, et al., 2005)

Základní škola		Nižší gymnázium		Vyšší gymnázium		Odborná škola	
Praktické aplikace		Praktické aplikace		Praktické aplikace		Praktické aplikace	
1. Pokusy učitele	5,09	1. Video	5,05	1. Pokusy učitele	4,92	1. Pokusy učitele	4,99
2. Video	4,96	2. Film	5,01	2. Video	4,69	2. Video	5,12
3. Film	4,87	3. Pokusy učitele	4,94	3. Film	4,60	3. Film	5,03
4. Pokusy žáků	4,85	4. Internet	4,88	4. Pokusy žáků	4,43	4. Pokusy žáků	4,61
5. Internet	4,71	5. Pokusy žáků	4,72	5. Internet	4,47	5. Internet	4,90
Celkem průměr	4,91	Celkem průměr	4,92	Celkem průměr	4,63	Celkem průměr	4,90

Nejvyššího hodnocení se dostalo *pokusům učitele*. Jejich oblíbenost lze považovat za zásadní motivační prvek, a proto pro možnosti domácí přípravy či doplnění chybějících informací v případě nemoci je jejich digitalizace a přístupnost mimo vyučovací hodinu smysluplnou možností využití multimédií.

Obdobného výsledku dosáhl i výzkum v rámci sběru z testování PISA a TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) (Mandíková & Glücksmannová, 2007). V kapitole „*Preference činností ve výuce fyziky*“ byli žáci/studenti vyzváni „*k hodnocení nabízených činností, které by studenti rádi/nerádi dělali ve škole při výuce fyziky*“ (Mandíková & Glücksmannová, 2007). Činnosti posuzovali školním hodnocením: 1 – baví mě dělat až 5 – nebaví mě dělat. Získaná data ze základních škol a nižších gymnázií shrnuje Tabulka 2.

Tabulka 2: Preference činností ve výuce fyziky. (Mandíková &amp; Glücksmannová, 2007)

žáci základních škol a nižších gymnázií činnost	průměrné hodnocení
dělal/a pokusy vlastníma rukama	1,79
využíval/a počítače k měření a zpracování dat	1,80
sestrojoval/a jednoduchá zařízení, hračky apod.	1,83
sám/a něco objevoval/a	1,85
sledoval/a pokus, který dělá učitel	1,89
vyhledával/a a zpracovával/a informace z internetu	1,92
dělal/a laboratorní práce	1,93
...	...
naučil/a se měřit	2,26
naučil/a se třídit a uspořádat informace	2,31
naučil/a se odhadovat nepřesnosti měření	2,34
odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť	2,39
počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)	2,68

Videoexperimenty tedy nejsou primárně určené k nahrazení vlastního experimentování žáků nebo demonstrování učitele, nýbrž jako možnost připomenutí či doplnění reálného experimentování.

---

### Klasifikace videoexperimentů

Experimenty ve školské fyzice jsou děleny do různých skupin podle (Koupil, 2011; Mechlová & Košťál, 1999; Kašpar, 1978):

- zaměření,
- provedení,
- logické povahy,
- didaktické funkce.

Všechna uvedená dělení mají různý počet podskupin. Obdobným způsobem je možné klasifikovat i rozdílnosti mezi videoexperimenty.

### Koncept, produkce a validace videoexperimentů

Výběr řešených úloh vychází z potřeby praxe autora při výuce v rámci pracovních poměrů v základních školách Ševětín, Prachatice a Planá nad Lužnicí, kde žáci druhého stupně již od předchozích vyučujících využívali učebnice autorů Jiřího Tesaře a Františka Jáchima (Tesař & Jáchim, 2008, 2009, 2011).

Všechny uvedené videonahrávky (videořešení fyzikálních úloh) a z nich vytvořené snímky (obrázky) vznikly v letech 2012 až 2014 a jsou dílem autora disertační práce.

Celkový počet vytvořených videí je 72. Výčet všech vyprodukovaných videoexperimentů je uveden v příloze 2. *Seznam vytvořených videoexperimentů*.

Vytvořené materiály byly pilotovány ve výuce a k jejich využití si našli cestu i jiní vyučující a z vlastní iniciativy i žáci (existence materiálů nebyla nijak zveřejňována či podpořena).

### Technika zpracování videoexperimentu

Před jednobarevným pozadím je sestavena aparatura či připraveny pomůcky. K zamezení tvorby plných stínů je scéna osvětlena dvěma světly se softboxy **PhotoTools DayLight ET70 SoftBox 70x50 85W**, které vytváří rozptýlené měkké světlo.

Videokamera **GoPro HERO3 Black Edition** je umístěna na stativu a směřuje kolmo ke scéně. Během provádění pokusu nedochází ke změně úhlu pozorování, aby nedocházelo ke ztrátě přehlednosti a možnosti sledovat vývoj/změny. Střih a další úpravy jsou provedeny v programu *Sony Vegas Pro 12.0*. Doplnující grafika dodávána do záznamu je

tvořena ve vektorovém programu *Inkscape 0.9.21*. Zvuková stránka je případně řešena v programu *Audacity 2.1.2*.

Videozáznam termogramu, zobrazovaný v programu *Guide IrAnalyser 2010.05.17* k termokameře **Wuhan Guide Infrared MobilR M8**, je zaznamenán pomocí programu *Camtasia Studio 8*. Případně jsou experimenty snímány termokamerou **FLIR E6** v programu *FLIR Tools 5.12.17041.2002* a opět souběžně nahrávány *Camtasia Studiem 8*.

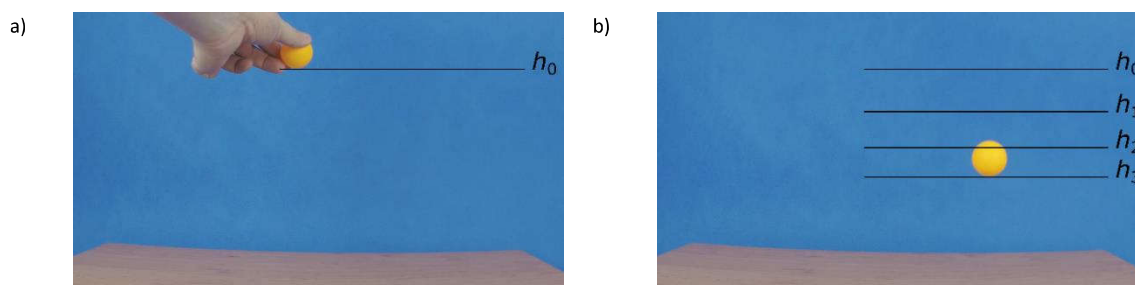
## Příklady řešení

### 7.1 Experiment s příliš rychlým průběhem pro pozorování okem

#### Pád míčku

Zadání: *Vezměte pingpongový míček a nechte ho volně padnout na desku stolu nebo dlaždicovou podlahu. Sledujte, do jaké výšky vystoupí po prvním, druhém a dalším odrazu.* (Tesař & Jáchim, 2011)

Obrázek 33a ukazuje scénu s dřevěnou deskou stolu a pingpongový míček. Míček je konáním práce zvednut do výšky  $h_0$  nad deskou stolu. Poté je puštěn volně z ruky a padá směrem k desce. Postupně se mění jeho tíhová potenciální energie v energii kinetickou. Protože pingpongový míček je pružné těleso, v okamžiku dopadu míčku na desku stolu dojde k jeho stlačení. To znamená, že míček získává potenciální energii pružnosti, která se postupně snižuje a opět začíná převažovat jeho kinetická a následně i tíhová potenciální energie. V pokusu dochází vlivem odporu prostředí a energetických ztrát během odrazu k postupnému snižování výšky výskoku míčku (Obrázek 33b).



Obrázek 33: a) Úvodní scéna se záznamem výchozí výšky  $h_0$ . b) Snímek s vyznačenými výškami po třech odrazech.



## 7.2 Experiment doplněný o grafické řešení

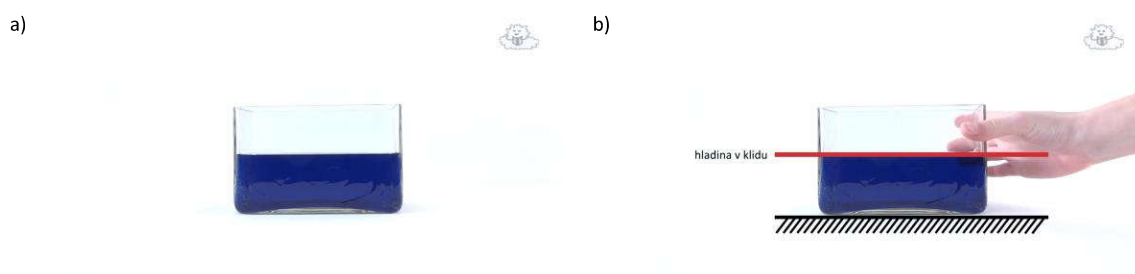
Vlastní kategorii tvoří pokusy, jejichž východiskem je grafické řešení. Tradiční řešení spočívá v demonstraci experimentu, a jak uvádí Kašpar v **Didaktických požadavcích na demonstrační pokusy** (Kašpar, 1978): „Každá demonstrace má být doprovázena náčrtem na tabuli, který ukazuje, jak je souprava (experiment) uspořádána.“

Přínos je zjevný ve spojení grafického a reálného ztvárnění demonstrovaného jevu ve stejnou chvíli. Pozorovatel si upevňuje spojení mezi abstrakcí používané v ilustracích a reálným jevem. Jedním z možných využití je následující příklad.

### Volná hladina kádinky

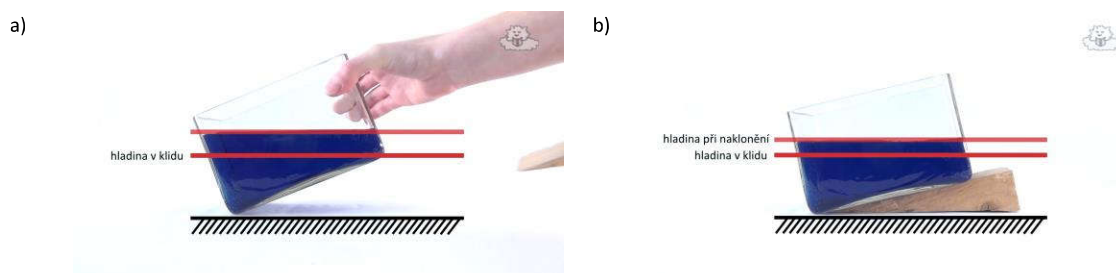
Zadání: *Do kádinky nalijte vodu. Pozorujte hladinu. Podložte kádinku tak, aby byla nakloněna. Opět pozorujte hladinu.* (Tesař & Jáchim, 2008)

Obrázek 34a zobrazuje výchozí situaci, kádinku naplněnou vodou obarvenou potravinářským barvivem. Hladina je ustálená a tvoří vodorovnou plochu. Na kapalinu, která se nachází v tíhovém poli Země, působí tíhová síla. Obrázek 34b ukazuje doplnění situace o přímky, které jsou vzájemně rovnoběžné. Podložka (přímka se spodním šrafováním) je vodorovná.



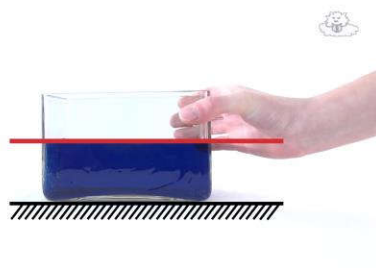
Obrázek 34: a) Záběr výchozí situace na kádinku a vodu s potravinářským barvivem. b) Situace s grafickými popisky.

Při různém úhlu naklonění hladina stále leží v téže vodorovné rovině (Obrázek 35).



Obrázek 35: a) Doplnění situace o přímku naznačující hladinu v kádince. b) Srovnání původní polohy hladiny a aktuální polohy po naklonění kádinky o jiný úhel.

Grafické doplnění naznačuje rovnoběžnost mezi hladinou při naklonění, původní hladinou v klidu a vodorovnou podložkou. Obrázek 36 je jedním ze závěrečných snímků, kde pozorujeme, že hladina se po návratu vychýlení kádinky bez změny objemu vody ustálí ve stejné rovině jako na začátku.



Obrázek 36: V závěru záznamu se vrací kádinka do původního stavu včetně vodorovné hladiny.

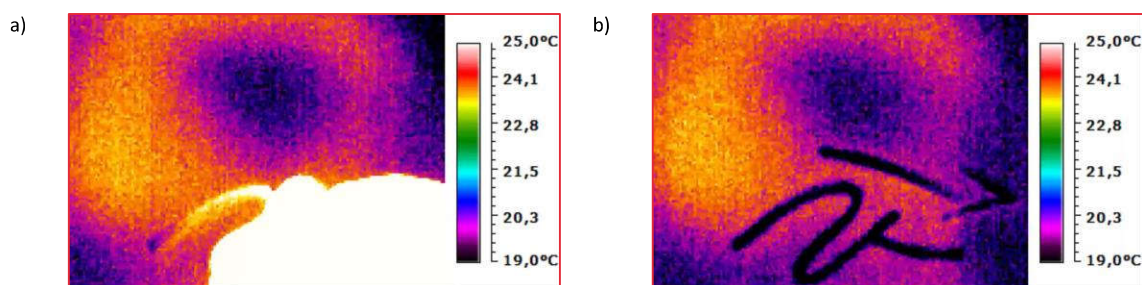
### 7.3 Experiment zahrnující složité, finančně náročné či netypické pomůcky

Ve většině případů je vždy možné experiment upravit, demonstrovat jiným způsobem či nahradit alternativním. Tato kategorie je nejvíce se měnící vzhledem k tomu, jak se vyvíjí technika a především její dostupnost. Příkladem může být kapitola zabývající se prací s termokamerou, která v začátku psaní práce (2011) byla spíše raritou a otázkou vědeckých pracovišť. Nyní se její cena pohybuje od 30 000 Kč (Flir, 2017) a je tak v omezeném počtu součástí vybavení základních i středních škol.

#### Psaní fixem

*Zadání: Lihovým fixem pište na papír s vysokým přitlakem a současně sledujte termogram rozložení teploty v místě psaní.*

Na papír nasměrujeme termokameru a nastavíme rozsah podle aktuální teploty v místnosti. Fixem píšeme na papír a hned při prvních pohybech můžeme pozorovat lokální zvýšení teploty způsobené třením špičky (Obrázek 37a). Po dopsání můžeme na termogramu pozorovat lokální pokles teploty v místě aplikace fixu (Obrázek 37b).



Obrázek 37: a) Zahřátí stopy při psaní fixem. b) Stopa náplně fixu při vypařování.

Fixy jsou naplněné směsí na bázi alkoholů. Po dopsání dochází k zasychání, tedy vypařování alkoholové části a tím odebrání tepla.

#### 7.4 Experiment vztažený k určitému období či místu

Experimenty, které jsou vázány na roční období, jako je například zima, jsou závislé na počasí (sníh). Ve výuce se na jejich provedení nelze stoprocentně spolehnout a jejich videozáznam může být alternativou. Pokud při výuce nebude vhodné počasí, je možné využít videoexperiment, aby nedošlo, jak uvádí Kašpar (Kašpar, 1978), k nedodržení zásady: *„Demonstrace má být zařazena do výkladu tématu, kam patří.“* Nemělo by docházet k hromadění pokusů na období, kdy zbyde čas nebo budou vhodné podmínky.

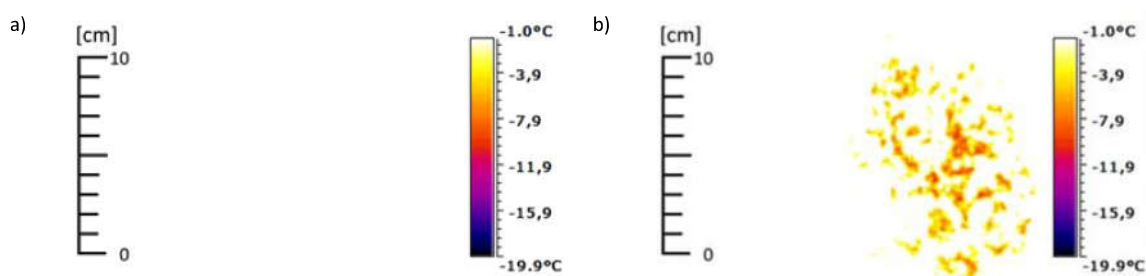
Druhou možností jsou pak situace, kdy není možné pozorovatele přímo dostat na potřebné místo či je vyloučena i přítomnost demonstrátora. Například jsou to jevy pozorované pod vodou, v oblasti s nízkou (lednička) či vysokou teplotou.

##### Solení sněhu

Zadání: *Vrstvu sněhu posypte kuchyňskou solí a pozorujte následný proces vzniklý kontaktem krystalků soli se sněhem.*

Záběr termokamery je nasměřován na sníh, jehož teplota cca  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  je totožná s venkovní teplotou. Sníh netaje a jeho teplota je přibližně stejná ve všech místech (Obrázek 38a). Na pravé straně termogramu je zobrazena teplotní škála, která ukazuje rozsah teplot od  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-19,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

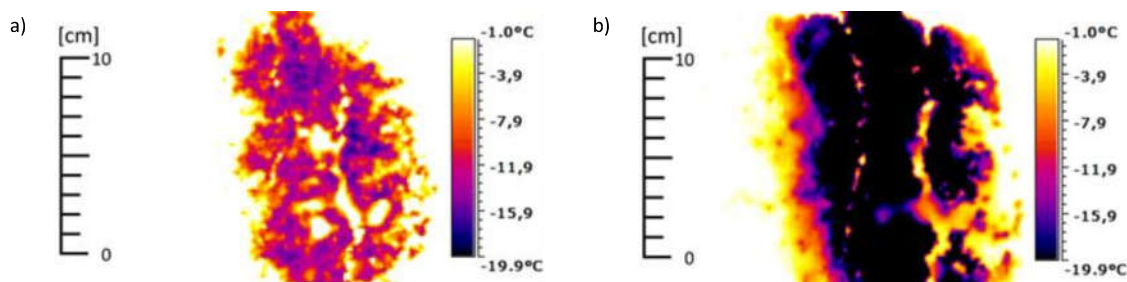
Pravou stranu sněhu, která je v záběru kamery, začneme posypávat krystalickou kuchyňskou solí. Hned po dopadu prvních krystalů dochází k rozpouštění soli a **tání** sněhu. K rozpouštění soli a tání sněhu je třeba dodávat skupenské teplo tání, které je odebráno z okolních míst sněhu, což se projevuje klesáním teploty těchto míst, která jsou v termogramu zabarvená žlutě (Obrázek 38b). Teplota nejtmaších oblastí dosahuje až  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Obrázek 38: a) Sníh při venkovní teplotě  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . b) Pravá polovina sněhu posypaná solí.

Aby posypová sůl účinně odstraňovala (roztávala) sníh, nesmí být sníh suchý. Pouze vlhký sníh umožňuje rozpouštění soli, vznik roztoku a odstranění sněhu, který se rozpouští. V případě větších mrazů, kdy dopadají krystaly soli na suchý a zmrzlý povrch, nedochází k rozpouštění soli a sníh netaje. V tomto případě je třeba rozprašovat koncentrovaný roztok soli, aby došlo k jeho rozpouštění v suchém sněhu.

Po deseti sekundách má posolená část sněhu teplotu  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  a na některých místech dosahuje teplota hodnoty  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Obrázek 39a). Po jedné minutě je již většina sněhu rozpuštěna, vzniká roztok, jehož teplota nabývá hodnot nižších než  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Obrázek 39b). Nižší teplotu nedokáže použítá kamera zachytit. Citlivost kamery Wuhan Guide Infrared MobilIR M8 je v rozsahu od  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Obrázek 39: a) Teplota sněhu po 10 sekundách. b) Teplota sněhu po 60 sekundách.

Sníh taje při nižší teplotě, než by tabulkově měl (při zachování stejného atmosférického tlaku). Vše je způsobeno přidáním vhodné směsi, v našem případě chloridu sodného. Přidáním kuchyňské soli klesne teplota tání přibližně na  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na rozpuštění krystalické látky je potřeba teplo, které je odebíráno z okolí, čímž dochází k poklesu teploty směsi sněhu a soli.

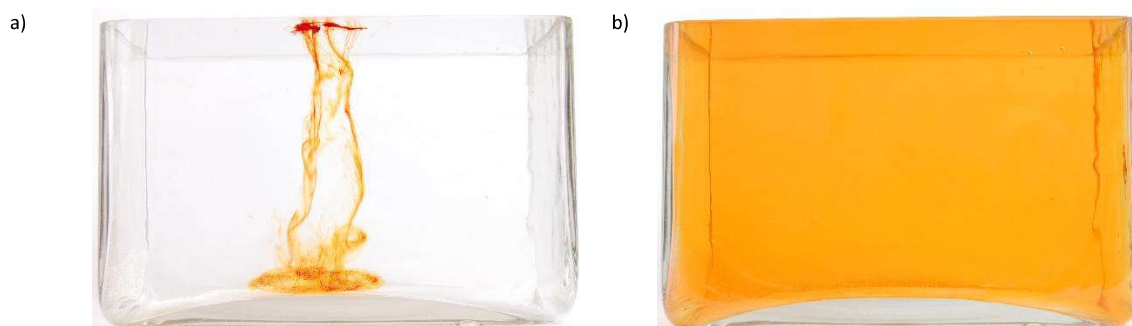
## 7.5 Experiment s dlouhodobě sledovanou změnou

Některé jevy jsou natolik dlouhodobé, že doba jejich trvání je v řádech týdnů. Sledovanou změnu není možné pozorovat spojitě. Časosběr (*time-lapse*) je způsob zaznamenávání úkazu tak, že frekvence ukládání je mnohem nižší než snímková frekvence při přehrávání. Časosběrné video se zabývá záznamem změn příliš pomalých pro lidské vnímání. (Chylinski, 2012)

### Difúze v nádobě

Zadání: *Do větší kádinky s vodou vsypte trochu potravinářského barviva. Pozorujte, jak dochází ke zbarvování vody. (Tesař & Jáchim, 2009)*

Potravinářské barvivo se rozpouští a zbarvuje vodu ve svém okolí (Obrázek 40a). Postupem času se zbarvená oblast zvětšuje. Po několika hodinách bude zbarvená již všechna voda v kádince (Obrázek 40b). Je to způsobeno tím, že se molekuly vody i potravinářského barviva neuspořádaně pohybují a přitom se promíchávají.



Obrázek 40: a) Zabarvení části objemu vody v místě dopadu potravinářského barviva. b) Výsledek difúze za několik hodin.

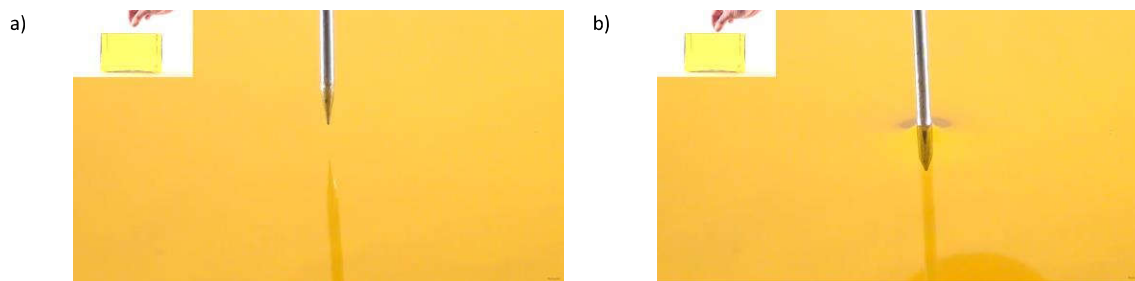
## 7.6 Experiment s detailem vybrané části

Jevy, které jsou těžko pozorovatelné pouhým okem pro jeho omezenou rozlišovací schopnost, je možné zobrazit pomocí zvětšení optickým přístrojem. Videokamera obsahující objektiv umožňuje omezené úhlové zvětšení.

### Povrchové napětí vodní hladiny při průchodu špendlíkem

Zadání: *Hladiny vody v misce se opatrně dotkněte hrotem špendlíku. Ze strany pozorujte hladinu při dotyku a při pomalém zvednutí špendlíku. (Tesař & Jáchim, 2009)*

Obrázek 41a zachycuje hladinu kapaliny obarvenou potravinářským barvivem. Při pomalém zvedání špendlíku je hladina zpočátku deformována v okolí špendlíku (Obrázek 41b), až dojde k jejímu odtržení.



Obrázek 41: a) Scéna obsahující dva záznamy v sobě. V levém horním rohu je pohled z boku pro představu, co se v experimentu odehrává. Zbytku záběru dominuje detailní pohled na vodní hladinu a špičku špendlíku b) Detail špendlíku zvedajícího hladinu vody.

Obdobně bychom pozorovali i drobné prohnutí vodní hladiny při dotyku s hrotem špendlíku pohybujícího se směrem dolů.

## 7.7 Experiment s grafickým doplněním a výpočtem

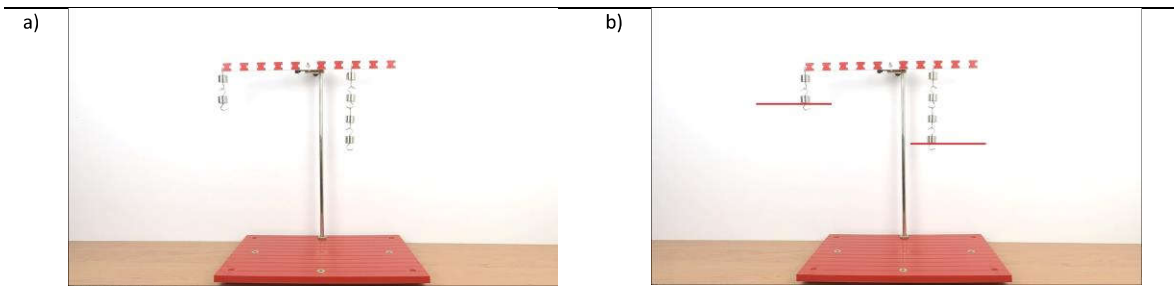
Experiment, který je klasifikován jako „ověřovací“, je definován Kašparem (Kašpar, 1978): „Účelem je ověřit platnost zákona, který již byl, např. deduktivně, objeven nebo zjišťovat meze platnosti zákona.“

Dle dělení podle účelu je kategorie spjata především s kvantitativními pokusy (Mechlová & Košťál, 1999). Záznam řešení je postupně zobrazován ve videosekvenci společně s pomůckami a vyznačenými naměřenými hodnotami.

### Výpočet práce na páce

Zadání: *Sestavte pokus s dvojjzratnou pákou. Dodržte počet závaží a vzdálenosti od závěsu páky tak, aby nastala rovnováha. Pomalu otáčejte pákou a odměřte výšku, o kterou se posunou (nahoru nebo dolů) závaží na levé a pravé straně páky.* (Tesař & Jáchim, 2011)

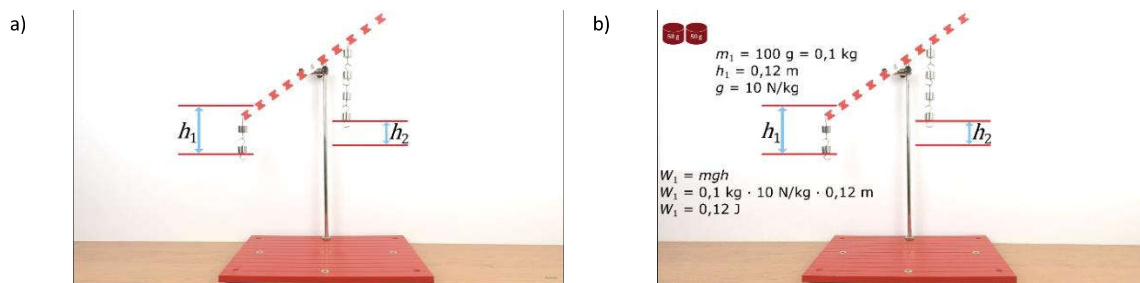
Cílem experimentu je výpočet práce  $W$  pro obě ramena páky  $r$ . Obrázek 42a je pohledem na sestavenou dvojjzratnou páku v rovnováze. Obrázek 42b zachytává část videa, kde se zaznamenává poloha konce závaží pro obě ramena.



Obrázek 42: a) Pohled na dvojjzvatnou páku sestavenou ze součástí soupravy pro mechaniku.

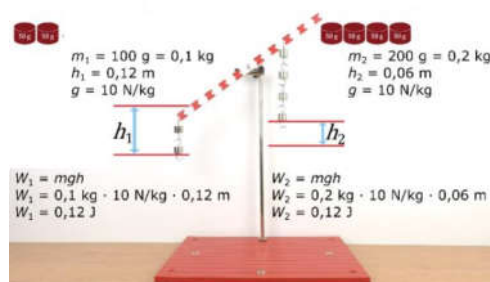
b) Zaznamenání výchozích poloh konce závaží.

Rameno páky pootočíme o určitý úhel vzhledem k původní poloze a zaznamenáme novou polohu konce závaží obou ramen (Obrázek 43a). Výška  $h$ , vzdálenost o kterou poklesla (stoupala) závaží, je uvedena v zadání současně s postupem výpočtu (Obrázek 43b).



Obrázek 43: a) Označení nových poloh závaží a jejich rozdílné výšky  $h_1$  a  $h_2$ . b) Záznam doplněný výpočtem práce na levé straně páky.

Na levé straně páky působila poloviční síla než na straně pravé, ale výška, o kterou se posunula závaží na této straně, je dvojnásobná ve srovnání s posunutím závaží na pravé straně. Kolikrát se zvětší síla, tolikrát se zmenší dráha, po které působí a naopak. Součin velikosti síly a velikosti dráhy, po které síla působí, je na obou stranách páky vždy stejný (Obrázek 44).



Obrázek 44: Závěrečný snímek s výpočtem práce na obou ramenech páky.

### **Shrnutí**

Jak již bylo uvedeno na začátku kapitoly a jak doporučují i další autoři (Kašpar, 1978): *„Vždy, když je to možné a účelné, je třeba dát přednost přímé demonstraci s přístroji před jejich projekcí.“*

Primárně jsou videa připravována pro opakování v domácím prostředí, tedy pouze k reprodukci již viděného ve výuce. Současně také slouží jako pomůcka pro absentující žáky či žáky s individuálními vzdělávacími plány.



## 8 Videořešení fyzikálních úloh

### Videořešení fyzikálních úloh ve výuce

Ve výzkumné zprávě „*Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků*“ (Höfer, et al., 2005) autoři publikovali v kapitole „*Oblíbenost jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky*“ výsledek: „*Nejméně pozitivní hodnocenou činností je „opakování a procvičování látky na úlohách“. Jen přibližně desetina všech dotázaných žáků hodnotila „opakování“ pozitivně; naopak negativně ji hodnotily přibližně dvě třetiny žáků. S hodnocením „řešení fyzikálních úloh v hodinách“ to bylo o něco lepší – pozitivně hodnotilo přibližně 30 % žáků a negativně 40 % žáků.*“ (Höfer, et al., 2005)

K obdobnému výsledku dospěl i kolektiv autorů projektu „*Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol*“ (Dvořák, 2008) ve svých výzkumných zprávách, tedy k výsledku, že „*Naproti tomu v porovnání s jinými nabízenými činnostmi, studenti zřejmě nepreferují činnosti týkající se měření a především by se neradi v hodinách fyziky zabývali řešením početních úloh.*“ (Dvořák, 2008)

Možnou odpovědí na problematiku oblíbenosti řešení fyzikálních úloh je jejich videořešení dostupné kdykoliv a komukoliv. Ve vyučování může být problematické individualizovat výklad a řešení úlohy všem žákům, ať už rychlostí samotného řešení, množstvím doprovodných informací, zajištěním vhodných podmínek (klid, dobrá viditelnost, osvětlení, ...), časovou dispozicí atd. Různé okolnosti mohou vést k situaci, kdy žák pouze zaznamenává postup řešení. Analýze úlohy věnuje čas a pozornost až se zpožděním, při domácí přípravě. Může tak narazit na problém, kdy by učitelův komentář mohl vést k pochopení celé problematiky, ale v záznamu žáka chybí.

Velkou oblíbenost v zahraničí získala **Khan Academy**, styl jejich výukových lekcí.

### Khan Academy

*Khanova škola* je nezisková organizace zaměřená na vzdělávání, založená v roce 2006 Američanem Salmanem Khanem, absolventem MIT (Massachusetts Institute of Technology) a Harvardu. S krédem „*poskytovat vysoce kvalitní vzdělání komukoli,*

*kdekoli*“ nabízí internetová stránka projektu více než 6 200 výukových videí uložených na YouTube. (Kaplan, 2010)

Khan se drží myšlenky, jako by učitel seděl vedle žáka a vysvětloval řešení příkladu na listu papíru: „*Když někdo počítá příklad a při tom myslí nahlas, je to pro něj cennější, a ne tak odstrašující.*“ (Khan, 2008) Další výhodou oproti klasické výuce je, že žák/student si může video pozastavit nebo přehrát určitou pasáž znovu. (Khan, 2008)

### Řešení fyzikálních úloh

Strategie řešení fyzikálních úloh lze dělit na tři fáze (Svoboda, 2007):

1. **Fáze orientační a analytická** se skládá z *čtení textu, výběru opěrných bodů, zápisu textu (zadání úlohy), náčrtu situace (obrázek, schéma, orientační graf).*
2. **Fáze strategická a operační** obsahuje *obecné řešení, určení jednotky výsledku (zkouška jednotek), numerické řešení včetně zaokrouhlení, konstrukci (graf, doplnění schématu nebo nové schéma).*
3. **Fáze verifikační** obsahuje *diskuzi výsledků řešení, tedy kontrolu správnosti (kontrola rozboru úlohy, matematického postupu, jednotek, zaokrouhlení, volby jiného způsobu řešení).*

### Koncept, produkce a validace videoexperimentů

Výběr řešených úloh vychází stejně jako v předchozí kapitole z autorovy praxe při výuce v rámci pracovních poměrů na základních školách.

Všechny uvedené videonahrávky (videořešení fyzikálních úloh) a z nich vytvořené snímky (obrázky) vznikly v letech 2012 až 2016 a jsou dílem autora disertační práce.

Celkový počet vytvořených videí je 107. Výčet všech videořešení je uveden v příloze 3. *Seznam vytvořených videořešení fyzikálních úloh.*

Vytvořené materiály byly pilotovány ve výuce. K jejich využití si našli cestu i jiní vyučující a z vlastní iniciativy i žáci.

### Technika zpracování videořešení fyzikálních úloh

Text ve videích je psán pomocí tabletu **Wacom FT-0405-U0B** v programu *Promethean ActivInspire v2 2.9.66777*. Obraz lekce je nahrán softwarem *Camtasia Studio 8*. Mluvený

komentář zaznamenává mikrofon **Superlux E205U**. Stejně jako videa z Khan Academy jsou řešení příkladů také dostupná na YouTube kanálu.

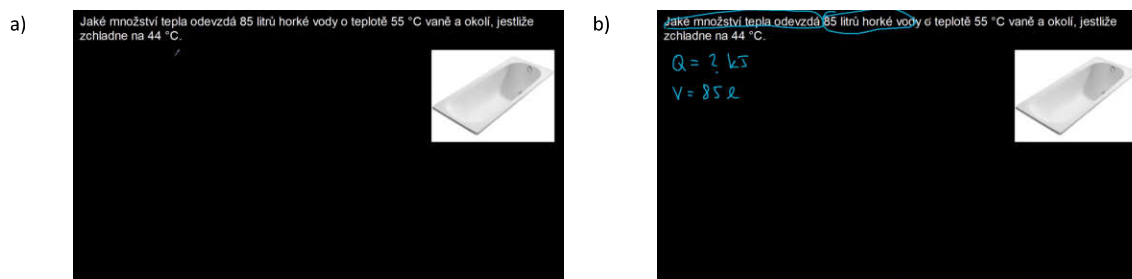
Vytvořená videa lze klasifikovat analogicky k tradičním fyzikálním úlohám. Přínosem je možnost záznam několikrát opakovat, postupovat vlastním tempem, soustředit se pouze na obrazové informace nebo pouze na zvukový komentář.

## Příklady řešení

### 8.1 Vodou odevzdané teplo

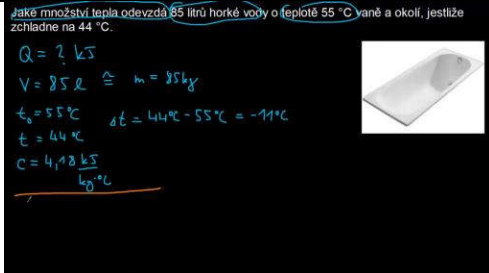
Zadání: *Jaké množství tepla odevzdá 85 litrů horké vody o teplotě 55 °C vaně a okolí, jestliže zchladne na 44 °C.* (Tesař & Jáchim, 2011)

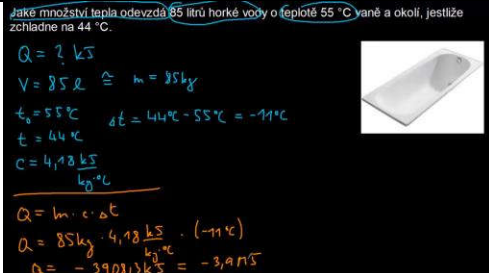
Obrázek 45a znázorňuje výchozí situaci při spuštění videa. Žák je konfrontován se zadáním příkladu, který je rovnou zobrazen v horní části a zároveň je plocha doplněna ilustračním obrázkem pro bližší představu uvedené situace. Na každém začátku je přečteno celé zadání, nastává tak fáze **orientační a analytická**. Při druhém postupném čtení dochází ke zvýrazňování („kroužkování“) důležitých informací v zadání a k jejich souběžnému zápisu (Obrázek 45b). Uvedený příklad nepotřebuje náčrt řešené situace, a tak je v tomto případě od této části upuštěno.



Obrázek 45: a) Zadání příkladu s ilustrační fotografií. b) Vyznačování důležitých částí zadání a jejich souběžný zápis.

Po zapsání všech veličin a hodnot nastává část, kdy se zadání doplňuje o známé konstanty, veličiny, případně dochází k převodu na jiné jednotky. Pro přehlednost postupu je další fáze **strategická a operační** zapisována jinou barvou (Obrázek 46a). Obrázek 46b obsahuje záznam obecného řešení, určení jednotky výsledku a numerického řešení.

a) 

b) 

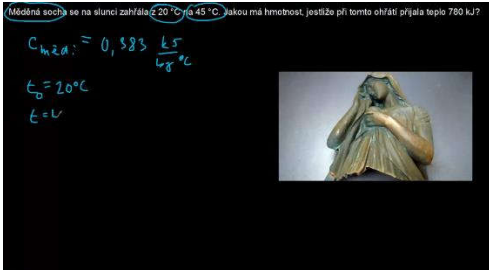
Obrázek 46: a) Zápís veličin včetně potřebných převodů. b) Zápís vztahu, dosazení a výpočet hledané hodnoty veličiny.

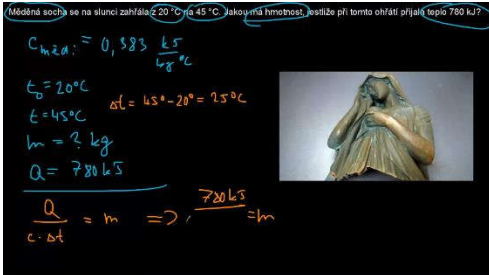
V audio komentáři dále nastává poslední fáze – **verifikační**, obsahující diskuzi výsledků řešení.

## 8.2 Hmotnost měděné sochy

Zadání: *Měděná socha se na slunci zahřála z 20 °C na 45 °C. Jakou má hmotnost, jestliže při tomto ohřátí přijala teplo 780 kJ?* (Tesař & Jáchim, 2011)

Řešení úlohy vyžaduje upravení základního vztahu k vyjádření vedlejší neznámé. Po zapsání hodnot ze zadání je třeba dohledat hodnotu měrné tepelné kapacity mědi  $c_{\text{měď}}$  (Obrázek 47a). Dalším krokem v řešení je určení rozdílů teplot  $\Delta t$ . Jedním z posledních kroků je dosazení do upraveného vztahu a výpočet hledané hodnoty veličiny (Obrázek 47b).

a) 

b) 

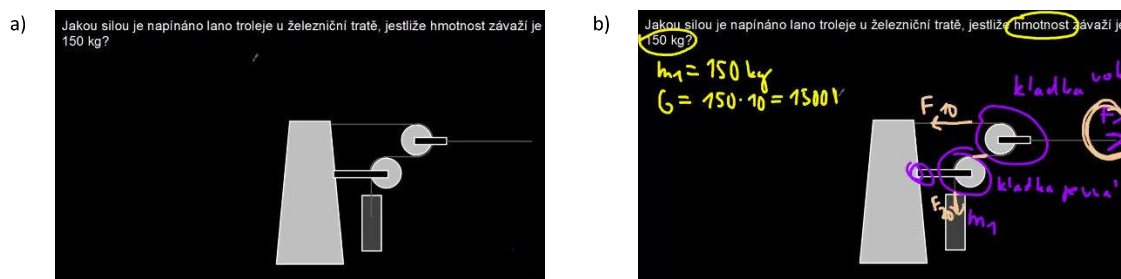
Obrázek 47: a) Vyznačování důležitých částí zadání a jejich souběžný zápis. Zápís veličin včetně potřebných převodů. b) Zápís vztahu a částečné dosazení.

## 8.3 Síla na konci lana volné kladky

Zadání: *Jakou silou je napínáno lano troleje u železniční tratě, jestliže hmotnost závaží je 150 kg?* (Tesař & Jáchim, 2008)

Úloha procvičující pochopení působení sil na pevné a volné kladce je již od začátku doprovázena nákresem situace pro přiblížení řešené situace. Komplikace v řešení může nastat natočením kladek. Oproti standardním příkladům jsou kladky natočené o úhel 90° (Obrázek 48a) a zároveň jsou využity dva typy kladek (pevná a volná). Součástí řešení je jako

u všech úloh komentář vysvětlující situaci a zároveň nákres postupně zjednodušující problémovou úlohu (Obrázek 48b).

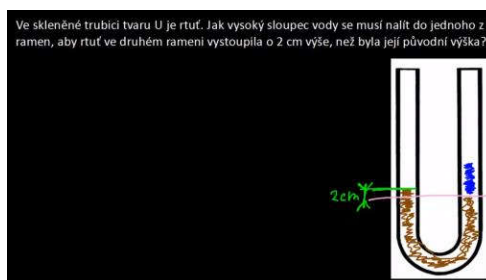


Obrázek 48: a) Výchozí pohled na zadání příkladu s nákresem situace. b) Fáze analytická, kdy je rozlišeno o jaké typy kladek se jedná.

### 8.4 Podkategorie fyzikálních úloh

Oproti standardním úlohám lze vybrané fyzikální úlohy začlenit ještě do tří dalších podkategorií:

- s důrazem na náčrtek řešené situace (Obrázek 49),



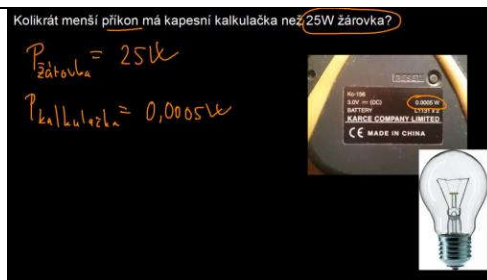
Obrázek 49: Příklad, u kterého je kladen důraz na náčrtek řešené situace.

- s důrazem na čtení z grafu (Obrázek 50),



Obrázek 50: Řešení úlohy z grafu.

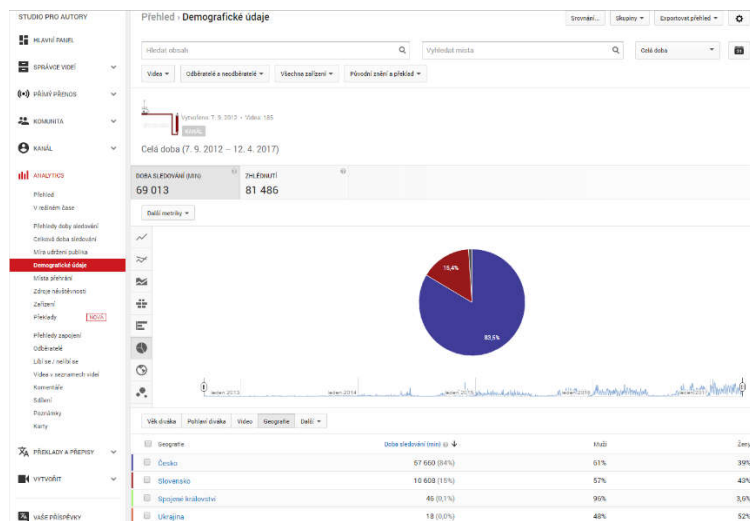
- řešení z fotografie reálného předmětu (Obrázek 51).



Obrázek 51: Ukázka řešení úlohy z fotografie reálného předmětu.

## Shrnutí

Za necelých pět let dosáhla tato videa s experimenty a řešeními úlohami okolo 81 486 zhlédnutí na YouTube kanále. Přístup z České republiky a Slovenské republiky je očekávanou hodnotou (Obrázek 52), Spojené království je zastoupeno z důvodu odchodu dvou žáků do zahraničí, kteří poté pravděpodobně využili výuková videa při domácí přípravě. Ukrajina je zastoupena díky žákům, kteří na školu přestoupili v průběhu jejich školní docházky a stále mají účet vázaný s původní zemí pobytu, kterou pravidelně navštěvují. I když cílovou skupinou jsou žáci druhého stupně základních škol, největší podíl v celkovém počtu zhlédnutí tvoří osoby ve věku 18-34 let. Na základě zpětných reakcí je publikum v případě experimentů z velké míry tvořeno začínajícími učiteli a učiteli s praxí hledajícími inspiraci.



Obrázek 52: Demografické údaje nástroje Analytics YouTube kanálu.

Primárně jsou videa připravována pro opakování v domácím prostředí. Současně také slouží jako pomůcka pro absentující žáky či žáky s individuálními vzdělávacími plány.

## 9 Měření fyzikálních veličin mobilním telefonem

V článkách ze sborníků, v kvalifikačních pracích a z odborných časopisů lze dohledat výskyt témat s klíčovými slovy: „*mobilní telefon, mobil, telefon, tablet, smartphone,*“ ve spojení s návrhy na experimenty, měření a jiné aplikace ve výuce: Low-cost hi-tech (Piskač, 2002). Přímé měření rychlosti zvuku (Hubeňák, 2001), Mobilní technologie a jejich využití ve výuce (Vlček, 2007), Laboratorní práce s moderními technologiemi (Kusák, 2013).

Trojovský ve svém šetření ohledně zastoupení operačních systémů chytrých telefonů v populaci popisuje výskyt 68,3 % operačního systému Android, 15,8 % iOS a 11,9 % Windows – phone (Trojovský, 2015). Podobným výsledkům se přiblížil i průzkum další aktuální kvalifikační práce (Hudínek, 2014): 74,5 % Android, 15,6 % iOS a 9,8 % Windows – phone. Na základě zmíněných informací byla v této práci vybrána nejrozšířenější platforma **Android**. Detailnější rozbor výsledků ve zmíněných pracích uvádějí současně největší zastoupení vybrané platformy u cílové skupiny žáků základních a středních škol.

Přirozeně vyvstává otázka věrohodnosti naměřených dat pomocí mobilního telefonu: jak moc přesná data lze získat a k čemu lze tato zařízení oprávněně využít.

### 9.1 Zvukoměr

#### Mobilní aplikace

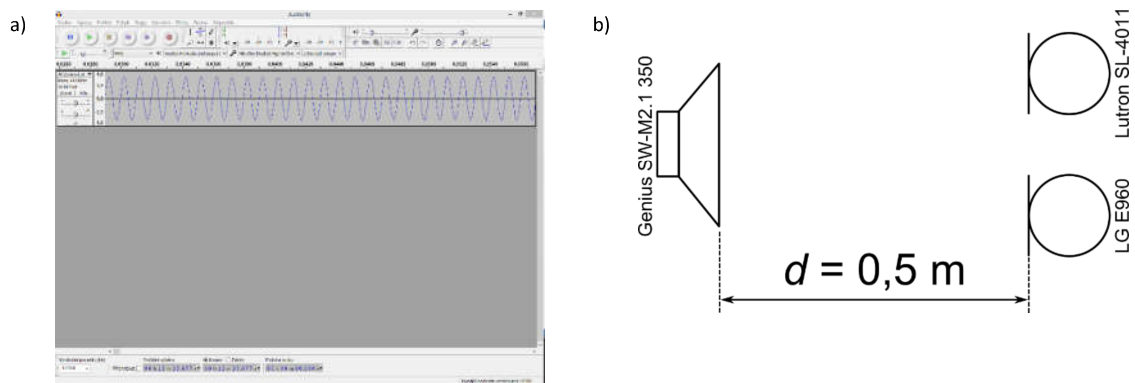
V Google play bylo k datu 19. 6. 2014 přesně 60 aplikací pro měření **hladiny intenzity zvuku L**. V App Store je to 54 a ve Store 19 aplikací.



Obrázek 53: a) Sound Meter b) Best Sound Meter c) Hlukoměr d) Zvukoměr Lite.

## Metodika měření

V programu Audacity (Obrázek 54a) byla vygenerována zvuková stopa o délce 1 hodiny, frekvenci  $f = 1\,000$  Hz a tvaru sinusové křivky. Pomocí reprosoustavy byla zvuková stopa přehrávána po celou dobu měření ve stejné vzdálenosti  $d = 0,5$  m (Obrázek 54b). Mikrofon referenčního hlukoměru i mobilního telefonu byl nasměrován ke zdroji zvuku a nebylo s ním nijak manipulováno. K měření bylo zvoleno prostředí s konstantním pozadím hladiny intenzity zvuku 34 dB. V místnosti byla stálá teplota 22 °C. U aplikací, které neumožňovaly záznam do souboru, byl při měření proveden záznam na videokameru a ten následně po snímcích vyhodnocován. Doba mezi měřeními určité hladiny intenzity byla minimálně 10 s. (Fiala, 2014)



Obrázek 54: a) Zvuková stopa v Audacity. b) Grafické znázornění uspořádání experimentu.

## Vzorky

Pro každou aplikaci bylo naměřeno více než 1 500 hodnot. Aplikace byly nainstalovány do telefonu **LG E960** – Nexus 4. Tento telefon je vybaven dvěma mikrofony, z nichž **spodní je aktivní** v případě spuštění aplikace sloužící k měření. Tato skutečnost byla ověřena měřeními s otáčením telefonu v rovině okolo osy o 360° a zaznamenáváním rozdílných hodnot při stejném referenčním signálu. Zároveň bylo provedeno zaslepení obou mikrofonů a proměření vlivu této úpravy.

## Komparace měření s různými aplikacemi

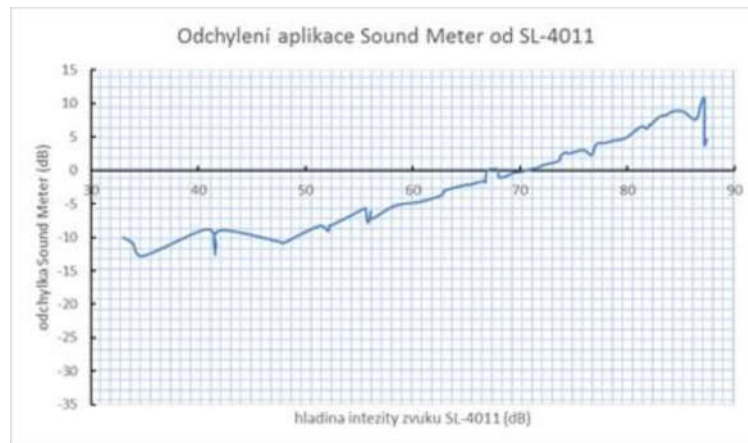
### Sound Meter Soft Inventions

Aplikace bez možnosti korekce a s chybně uvedenou jednotkou hladiny intenzity zvuku **db** místo **dB**. Nejvyšší přesnosti dosahovala při 67 dB a naopak největšího odklonění při 35 a 87 dB. Aplikace generuje spojnicový graf, který se s postupem času zhušťuje –



zobrazuje celkovou změnu intenzity zvuku  $L$ . Pro přítomnost reklamy v dolní části obrazovky není možné odečíst hodnotu x-ové osy.

Obrázek 55 obsahuje výsledky opakovaných měření v programu Sound Meter. Uspokojivého výsledku lze s programem dosáhnout **v intervalu 66-73 dB**. Do 63 dB program zobrazuje nižší hodnoty než jsou reálné, naopak nad 73 dB zase o dost větší vzhledem k logaritmické stupnici.

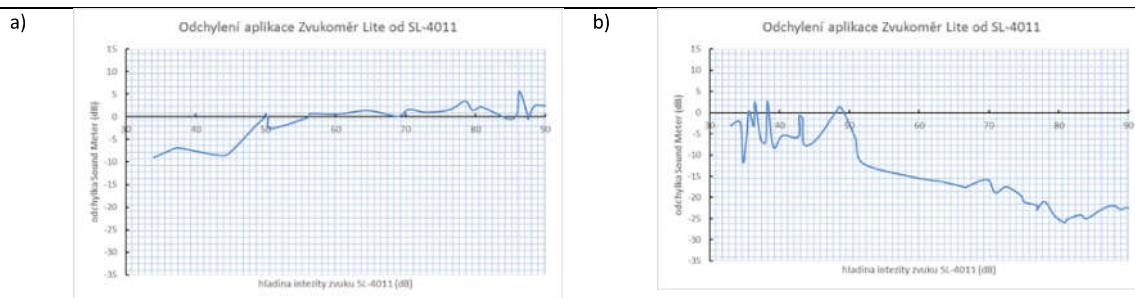


**Obrázek 55: Odchylna Best Meter ve srovnání s Lutron SL-4011.**

Obdobné výsledky byly naměřeny i u dalších aplikací (Best Sound Meter Netigen Tools, Hlukoměr Pineapple4).

### Zvukoměr Lite Smart Tools co.

Unikátní vlastností, kterou zvukoměr Lite disponuje, je možnost **otočit obraz displeje o 180°**. Autor si pravděpodobně uvědomuje, který z mikrofonů vyhodnocuje měřenou veličinu, a tak pohodlně směřuje uživatele k natočení mobilu směrem ke zdroji zvuku. Program umožňuje také **možnost korekce**, která byla provedena pro 50 dB. Aplikace poté vykazovala nejmenší odchylku oproti ostatním (Obrázek 56). Mimo 43,6 dB, kde došlo k odchýlení o 8,6 dB a při 83 dB s rozdílem 5,7 dB, se průměrná odchylka nacházela **okolo 2 dB**. Za přednost lze považovat zobrazování *spojitého grafu* v rozsahu 30 sekund nebo srovnání aktuální hodnoty *s tabulkovými hodnotami* příkladů zvuků o různé intenzitě. Přidanou hodnotou je také zobrazení *minimální, maximální a průměrné hodnoty L*.



Obrázek 56: a) Odchylka zvukoměru Lite s korekcí (50 dB) ve srovnání s Lutron SL-4011. b) Odchylka zvukoměru Lite bez korekce ve srovnání s Lutron SL-4011.

## Vyhodnocení

Vzhledem k povaze jednotky decibel jsou hodnoty většiny aplikací velmi zavádějící (Lahodný, 2008). K dostatečné přesnosti, nebo alespoň k přibližné hodnotě, se mobilní aplikace nepřibližují ani v desetině rozsahu (mimo zvukoměru *Lite* od Smart Tools co. s provedenou korekcí).

Jako obrovský nedostatek se jeví dlouhá doba potřebná k ustálení hodnoty, je tedy doporučeno odečítat hodnoty až po minimálně deseti sekundách, spíše více. Při měření rychlých změn nelze mluvit ani o přibližných hodnotách. Důvodem je omezení mikrofону mobilního telefonu, který je navrhován pro naprosto jiné určení – většina mobilů má uváděný rozsah 20-70 dB. (Novotný, 2011)

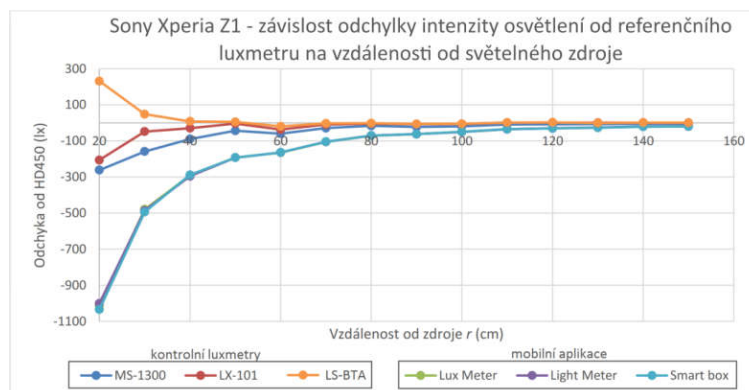
V rámci diplomové práce (Matys, 2016) došlo k porovnání většího počtu vzorků aplikací v kombinaci s různými zařízeními (Vernier SLM-BTA, Sony Xperia Z1, Sony Xperia Z5, LG E960 – Nexus 4, Samsung Galaxy S3, Lenovo P70 – A), včetně závislosti na vzdálenosti. Závěr je obdobný.

## 9.2 Luxmetr

V temné komoře byl na optickou lavici umístěn zdroj světla. Všechna měřící zařízení byla zkalibrována a umístěna do držáků. Jako kontrolní luxmetry byly použity tyto přístroje: **Extech HD450, Lutron LX-101, Voltcraft MS-1300, Vernier LS-BTA**. Další potřebné přístroje a vybavení: světelný zdroj LED (světlo emitující dioda) **I-GLOW LED E27 12W**, videokamera **Sony HDR-CX240EB**, software pro videoanalýzu *Tracker* a vybrané mobilní telefony.

### Závislost intenzity osvětlení na vzdálenosti od světelného zdroje

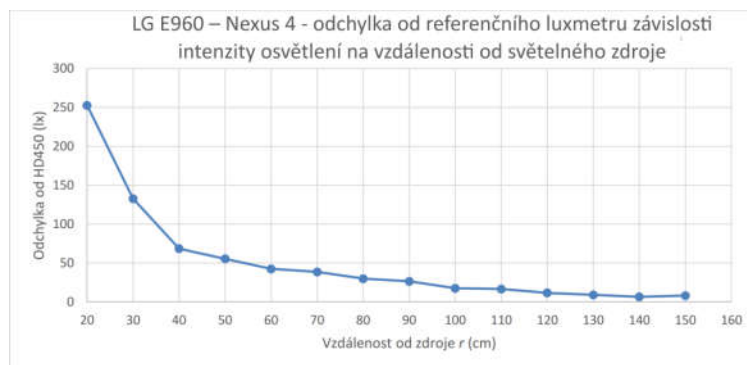
Čidlo luxmetru či mobilního telefonu bylo nastaveno do požadované vzdálenosti. Po rozsvícení zdroje a ustálení hodnoty došlo k zaznamenání **intenzity osvětlení  $E$** . Z naměřených hodnot byly následně vypočteny odchylky od referenčního luxmetru HD450 a sestrojeny grafy (Obrázek 57, Obrázek 58 a Obrázek 59).



**Obrázek 57: Souhrnné výsledky měření aplikací v telefonu Sony Xperia Z1 v konfrontaci s laboratorními luxmetry.**

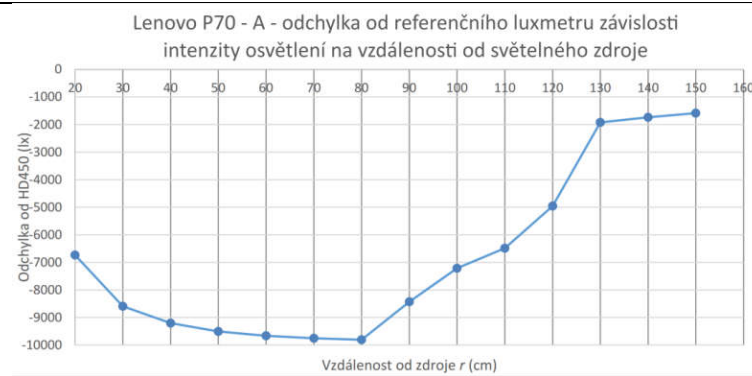
Kontrolní luxmetry mají do vzdálenosti 40 cm od zdroje světla odlišné hodnoty. Od vzdálenosti 40 cm se naměřené hodnoty téměř shodují.

Mobilní aplikace měří uspokojivě při vzdálenosti 70 cm a více od zdroje světla. Všechny tři aplikace měří totožně, proto je pro další měření zvolena jedna výchozí aplikace.



**Obrázek 58: Měření odchylky intenzity osvětlení na vzdálenosti od světelného zdroje pomocí aplikace Light Meter; LG E960 – Nexus 4.**

Aplikace *Light Meter* s telefonem **LG E960** měří uspokojivě v rozsahu od 50 cm do 150 cm od zdroje světla. Do vzdálenosti 50 cm se hodnoty velmi rozcházejí. Mobilní telefon lze tak s výhradami doporučit jako luxmetr v rozmezí od 50 cm do 150 cm od světelného zdroje.



**Obrázek 59: Měření odchylky intenzity osvětlení na vzdálenosti od světelného zdroje pomocí aplikace Light Meter; Lenovo P70 - A.**

Mobilní přístroj **Lenovo P70 – A** s aplikací *Light Meter* (i s aplikacemi ostatními) na základě získaných údajů nelze doporučit k měření v jakékoli vzdálenosti. Od počátku měření se hodnoty extrémně rozcházejí.

### Reakční doba přístroje

Mobilní telefon byl umístěn na optickou lavici do vzdálenosti 150 cm od zdroje světla, kde dosahovalo měření nejnižší hodnoty odchylky od referenčního luxmetru. Čidlo bylo nasměřováno kolmo ke zdroji světla. Celý průběh měření byl zaznamenáván videokamerou. Po několika sepnutích zdroje světla byly nahrané záznamy zpětně vyhodnoceny v *Trackeru* a do tabulky zapsány průměrné reakční doby jednotlivých telefonů (Tabulka 3).

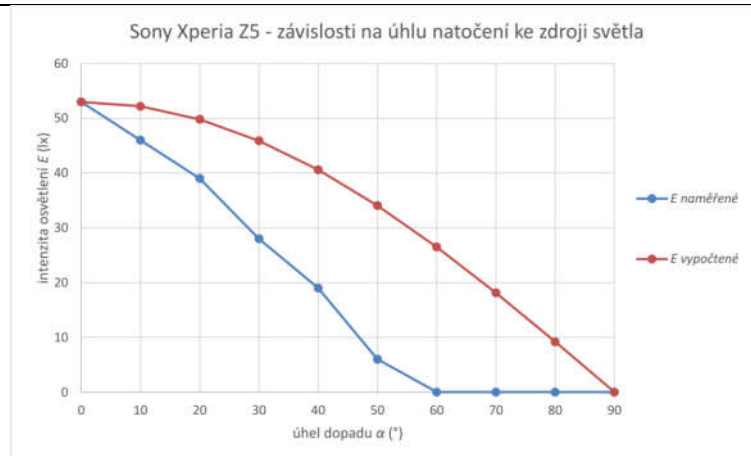
**Tabulka 3: Průměrné reakční doby jednotlivých telefonů.**

typ zařízení	Sony Xperia Z1	Samsung Galaxy S3	LG E960 - NEXUS 4	Sony Xperia Z5	Lenovo P70 - A
reakční doba	0,27 s	0,17 s	0,33 s	0,34 s	2,66 s

Z tabulky vyplývá, že nejkratší reakční dobu mělo zařízení **Sony Xperia Z5**. Naopak nejdelší reakční dobu měl telefon **Lenovo P70 - A**.

### Závislost intenzity osvětlení na úhlu natočení ke zdroji světla

Mobilní telefony byly umístěny ve stejné vzdálenosti jako v předchozím měření. Postupně docházelo ke změně úhlu se souběžným zápisem hodnot. Naměřené hodnoty intenzity osvětlení  $E$  v závislosti na úhlu otočení  $\alpha$  světelného čidla byly pro všechna zařízení vyneseny do grafu a porovnány s teoretickou závislostí  $E = E_0 \cos \alpha$ . Všechny mobilní telefony dosahovaly přibližně stejných výsledků (Obrázek 60).



**Obrázek 60: Měření odchylky od vypočtené hodnoty v závislosti na úhlu natočení pomocí aplikace Light Meter; Sony Xperia Z5.**

Pokud nastavíme měřicí zařízení ke zdroji pod jakýmkoliv úhlem, zařízení přestává měřit dostatečně přesně (k tomu asi přispívá nárůst odraženého záření od krytu čidla). Doporučit lze pouze měření pod úhlem dopadu  $0^\circ$ .

### Vyhodnocení

Oproti zvukoměru lze konstatovat, že lepších výsledků bylo dosaženo při použití vnitřního čidla mobilního telefonu jako přístroje k měření intenzity osvětlení (komparace s luxmetrem). V práci (Matys, 2016) je detailně sledována rozdílnost v měřených hodnotách u různých typů mobilních telefonů, ale i u stejných typů.

## 9.3 Úhloměr

Pro ověření přesnosti byla použita nakloněná rovina s nastavitelnou polohou. Velikost úhlu mezi nakloněnou rovinou a vodorovným směrem byla kromě úhloměru určena také pomocí funkce tangens. Měření z mobilních aplikací se s těmito údaji shodovala.

## 9.4 Krokoměr (pedometr)

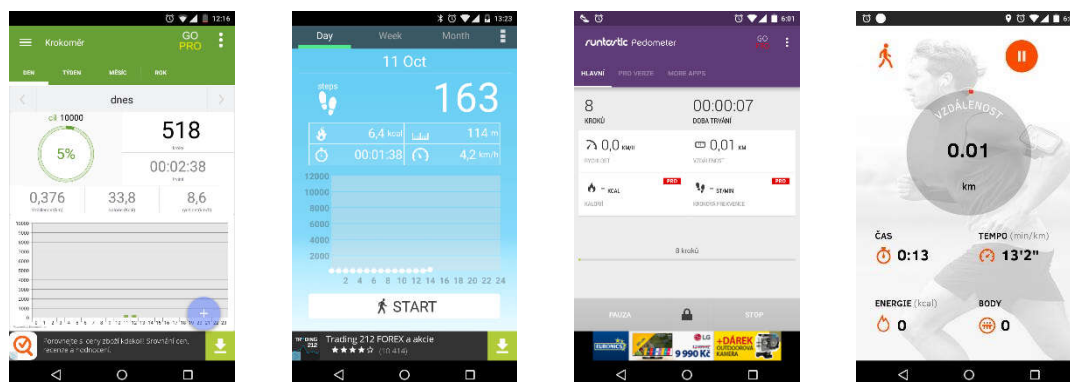
### Mobilní aplikace

Mobilní telefon lze využít k určování ušlé dráhy. Pomocí senzoru GPS lze zaznamenat trajektorii a dráhu pohybu, akcelerometr může počítat počet kroků a z této hodnoty určit dráhu chůze. Přesnost GPS není třeba diskutovat, ale hodnoty získané z akcelerometru mohou nabývat různých hodnot v závislosti na jejich interpretaci tvůrci aplikace.

Pokud se zaměříme na zařízení s operačním systémem Android, najdeme v Google play k datu 30. 9. 2015 (Google, 2015) 175 mobilních aplikací umožňujících měření ušlé vzdálenosti. Velké množství těchto aplikací ukazuje, že jsou velmi hojně využívány a je o ně zájem.

### Komparace měření s různými aplikacemi

Pro příklad je uveden výběr čtyř aplikací použitých se stejným mobilem LG Nexus 4.



Obrázek 61: Aplikace Krokoměr pro zdravotní péči (Mobile Health Care), Pedometr (Tayutau), Pedometr (Runtastic) a EPP – Pomáhej pohybem (nadace ČEZ).

### Zasunutí a vyjmutí z kapsy

Při měření vzdálenosti pomocí mobilu je důležité sledovat nejen hodnotu způsobenou vlastní chůzí. Aplikace vyhodnocuje jako chůzi i pohyb při zasouvání a vytahování mobilu do/z kapsy. Měřením byla určena nepřesnost vznikající před začátkem chůze. Tabulka 4 zobrazuje nepřesnost vznikající při různé citlivosti pro aplikaci *Krokoměr pro zdravotní péči*.

Tabulka 4: Chybně detekované vzdálenosti při pohybu vkládání mobilu do kapsy a zpětného vyjmutí.

nastavení aplikace	vzdálenost (m)	počet kroků
extra citlivost	19,5	27,0
střední citlivost	8,5	12,0
velmi nízká citlivost	1,0	1,4

Pro další měření byl mobil upevněn na bok stehna a měřilo se vždy při stejném umístění, bez jakýchkoliv otřesů způsobených jinak než chůzí.

### Krokoměr pro zdravotní péči Mobile Health Care

Aplikace mimo číselných hodnot generuje také sloupcový graf bez popisu os. V možnostech nastavení je uvedena kalibrace. Měření proběhlo pro tři různé citlivosti, jak je shrnuto v následující tabulce (Tabulka 5).

Tabulka 5: Hodnoty naměřené aplikací Krokoměr pro zdravotní péči.

nastavení aplikace	délka naměřená (m)	délka skutečná (m)	počet kroků naměřený	počet kroků skutečný
extra citlivost	30,3	11,2	42,1	13,8
střední citlivost	17,4	12,0	24,0	14,4
velmi nízká citlivost	0	11,0	0	14,1

Z výsledků je patrné, že naměřené hodnoty se velmi odchyľují od reálných hodnot. Při velmi nízké citlivosti nevznikala chyba při pohybu mobilu do kapsy kalhot, ale také nedocházelo následně k žádnému měření samotné chůze.

### Pedometr Tayutau

Stejně jako u předchozí aplikace i zde jsou generované grafy bez popisu os. Možnost nastavení vstupních parametrů, včetně délky kroku, vedla k pozitivnějším výsledkům (Tabulka 6).

Tabulka 6: Naměřené hodnoty pro uvedené tři aplikace.

typ aplikace	délka naměřená (m)	délka skutečná (m)	počet kroků naměřený	počet kroků skutečný
pedometr (tayutau)	14,2	11,4	14,4	14,7
pedometr (runtastic)	16,0	12,3	16,0	14,4
EPP Pomáhej pohybem (nadace ČEZ)	24,0	11,1	nepočítá	nepočítá

Z naměřených hodnot lze kladně ohodnotit především počet naměřených kroků. Lze předpokládat, že po podrobnějším zkoušení s různě dosazenou délkou kroku, by se naměřené hodnoty dráhy mohly více přiblížit reálným.

### Pedometr Runtastic

Aplikace umožňuje různé nastavení přesnosti, tedy škálu odlišných citlivostí, ale bez možnosti nastavení délky jednoho kroku. V neplacené verzi nabízí měření počtu kroků, času, rychlosti a vzdálenosti.

### EPP Pomáhej pohybem nadace ČEZ

Aplikace nabízí možnost podpořit vlastním pohybem neziskové organizace, dětské domovy a podobně. Mimo času a vzdálenosti zobrazuje pouze tempo v minutách na kilometr (kroky nepočítá vůbec). Není zde možná žádná kalibrace.

### Vyhodnocení

Již při malých vzdálenostech dochází k velkému odchýlení od reálné hodnoty ušlé délky. Měření lze považovat pouze za orientační.

## 9.5 Tónový generátor

V akusticky izolované místnosti byly postupně proměřeny všechny mobilní telefony. Pomocí aplikace *Zvukový generátor / Frequency sound generator* od firmy *Fine chromatic tuner* byly generovány různé frekvence. K záznamu byl použit mikrofon ve spojení s analýzou v programu *Souncard Scope*. Hodnoty byly zaznamenány a shrnuty v následující tabulce (Tabulka 7) (ano – naměřená hodnota odpovídá skutečné frekvenci).

Tabulka 7: Měření aplikace Frequency Sound Generator.

Skutečná frekvence (Hz)	Typ zařízení				
	Sony Xperia Z1	Samsung Galaxy S3	LG E960 - NEXUS 4	Sony Xperia Z5	Lenovo P70 - A
100	ano	ano	ano	ano	ano
500	ano	ano	ano	ano	ano
1 000	ano	ano	ano	ano	ano
2 000	ano	ano	ano	ano	ano
3 000	ano	ano	ano	ano	ano
4 000	ano	ano	ano	ano	ano
5 000	ano	ano	ano	ano	ano
6 000	ano	ano	ano	ano	ano
7 000	ano	ano	ano	ano	ano
8 000	ano	ano	ano	ano	ano
9 000	ano	ano	ano	ano	ano
10 000	ano	ano	ano	ano	ano
11 000	ano	ano	ano	ano	ano
12 000	ano	ano	ano	ano	ano
13 000	ano	ano	ano	ano	ano
14 000	ano	ano	ano	ano	ano
15 000	ano	ano	ano	ano	ano
16 000	ano	ano	ano	ano	ano
17 000	ano	ano	ano	ano	ano
18 000	ano	ano	ano	ano	ne
19 000	ano	ano	ano	ano	ne
20 000	ano	ano	ano	ano	ne

Generované frekvence jsou přesné v rozsahu od 100 do 20 000 Hz (kromě zařízení Lenovo P70 – A). Zvuk o nižší frekvenci zaznamenán nebyl. Tento fakt lze přisoudit reproduktorům mobilních telefonů, které nedokázaly vygenerovat požadovanou frekvenci.

### Shrnutí

Mobilní telefon nelze doporučit jako měřicí přístroj (decibel metr, luxmetr, krokoměr) s výjimkou měření vzdálenosti pomocí GPS, úhlu pomocí gyroskopického čidla a analýzy z fotografie či videa. V omezené šířce frekvenčního spektra ho lze použít jako tónový generátor.

Na základě zjištěných výsledků není aplikace měření fyzikálních veličin chytrými telefony považována za smysluplnou možnost a nejsou ani navrženy možné pokusy a jiné aplikace v hodinách výuky fyziky. Dalším směrem zkoumání přesnosti měření fyzikálních



veličin by mohlo být ověření, zda platforma iOS od firmy Apple nedisponuje lepší možností interpretací dat z vnitřních čidel vzhledem k větší homogenitě technických prvků.

## 10 Experimenty podporované termokamerou

### 10.1 Termografie

*Termografie* (termovize – vychází z názvu výrobce prvních infračervených kamer Thermovision, nyní FLIR (Forward Looking InfraRed)) se zabývá zobrazovací technikou využívající k vytvoření obrazu změny fyzikálních nebo chemických vlastností tepelně citlivých látek (Astaria, et al., 2001). Vědní obor termografie se dělí na dva podobory podle principu měření (Sedlář, et al., 2014).

**Kontaktní termografie** je zprostředkována speciálními nátěry, nálepkami nebo fóliemi. Princip takového měření je založen na termooptických vlastnostech kapalných krystalů, které mění svoji barvu v závislosti na změně teploty. (Glogarová, 2014)

**Bezkontaktní termografie** je založena na měření teploty povrchů bezkontaktním způsobem prostřednictvím detekce tepelného záření. (Konařík & Ambrožová, 2012)

### 10.2 Infračervená termografie

Zabývá se analýzou rozložení teplotního pole povrchu tělesa bezkontaktním měřením. Princip spočívá v zachycení energie, vyzařované povrchem objektu v *infračerveném* oboru elektromagnetického záření, a jejím převedení na elektrický signál. Získaný signál je dále převeden analogově digitálním (AD) převodníkem na signál v binárním kódu. Vzniklý datový proud je pomocí mikroprocesoru vhodně upravován a transformován do některého grafického formátu používaného pro záznam obrazových dat. Výsledným zachyceným obrazem teplotního pole je *infračervený snímek* – **termogram**. (Sedlář, et al., 2014)

#### Infračervené záření

Elektromagnetické záření je podle úmluvy rozděleno na základě vlnových délek do několika oblastí – vlnových pásem (Tabulka 8). (Haynes, 2011)

Tabulka 8: Oblasti elektromagnetického vlnění. (Haynes, 2011)

oblast	vlnová délka $\lambda$
gama záření $\gamma$	< 0,01 nm
rentgenové záření	0,01 nm–10 nm
ultrafialové (UV – UltraViolet) záření	10 nm–400 nm
viditelné záření	400 nm–700 nm
infračervené (IR – InfraRed) záření	700 nm–1 mm
mikrovlny	1 mm–1 m
rádiové vlny	> 1 m

V termografii se uplatňuje infračervené vlnové pásmo v rozsahu vlnových délek  $\lambda$  700 nm až 1 mm (Tabulka 9), které lze dělit v souladu s mezinárodní komisí pro osvětlování CIE (Commission internationale de l'éclairage) (Henderson, 2007):

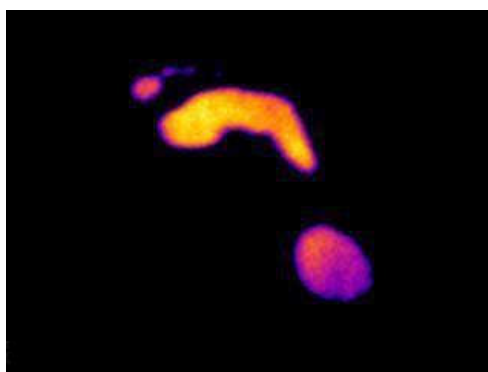
Tabulka 9: Členění CIE. (Henderson, 2007)

zkratka	vlnová délka $\lambda$
IR-A	700 nm–1 400 nm
IR-B	1 400 nm–3 000 nm
IR-C	3 000 nm–1 mm

### Termogram

*Termovizní snímek* (termogram, obraz teploty) je obraz pořízený termokamerou. V souladu s množstvím zachycených informací je možno termogram dělit na dvě skupiny. (Heřman, 2015)

**Neradiometrický termogram** je jednoduchý zobrazovací snímek rozložení teploty (Obrázek 62). (Zhang, et al., 2009)



Obrázek 62: Neradiometrický termogram tepelného otisku plošky chodidla.

**Radiometrický termogram** v sobě obsahuje informace o povrchové teplotě objektu. Současně závisí na povrchových vlastnostech ovlivňujících schopnost vyzařování infračerveného záření (emisivita  $\epsilon$ ), zdánlivou odraženou teplotu, vzdálenost od měřeného

objektu a údaje o okolní atmosféře. Jde o snímek (přesněji 2D signál), který se skládá z jednotlivých pixelů a informuje o povrchovém rozložení zdánlivé teploty na povrchu měřeného objektu či měřených objektů (Obrázek 63). (Astaria, et al., 2001)



**Obrázek 63:** Varná konvice jednu minutu po uvedení vody k varu s odpovídající teplotní škálou. Můžeme pozorovat ohřátí přírodního kabelu a rukojeti konvice (obsahující bimetalový spínač).

Protože běžně užívané senzory nerozlišují vlnovou délku dopadajícího záření, je vytvořený obraz monochromatický. Výsledný termogram je zobrazen v **pseudobarvě**.

### **Pseudobarva**

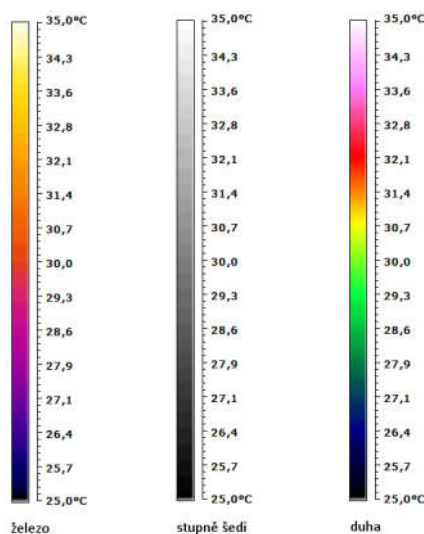
Infračervená kamera neměří přímo teplotu, ale její výstupní signál, který je úměrný intenzitě dopadajícího záření. *Pseudobarvy* (nepravé barvy) jsou barvy odlišné od toho, co by zachytilo lidské oko nebo senzory zachytávající světlo na stejných vlnových délkách jako oko. Pseudobarvy lze využít:

- při zobrazení dat pořízených v okem neviditelných oblastech elektromagnetického spektra (například infračervené záření),
- k zvýraznění hodnot (například převedením stupňů šedi na různé barvy).

Na základě **barevné palety** mohou být rozdílným oblastem přiřazeny odstíny podle teploty. (Lehman, et al., 1996)

### **Barevná paleta**

Součástí radiometrického termogramu je *paleta* (teplotní škála) a k ní příslušející teplota ve °C (°F). Pro některé aplikace je vhodné analyzování v monochromatických barvách, pro jiné v určité paletě barev. Výběr barevných palet umožňuje flexibilitu při analýze. Standardní barevné palety pro termogramy jsou železo, stupně šedi a duha (Obrázek 64). (Lysenko, 2005)

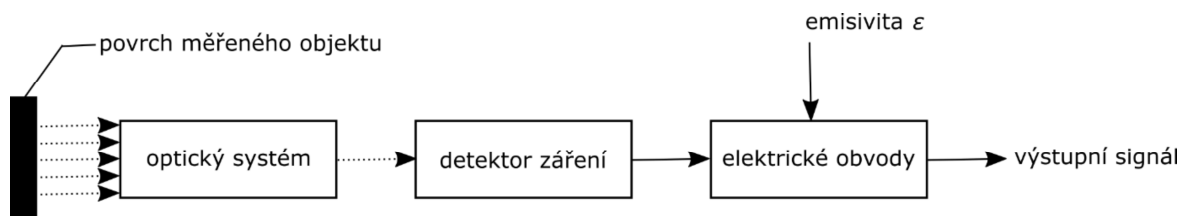


**Obrázek 64. Palety používané v termogramech. Vlevo paleta železo, uprostřed stupně šedi a vpravo duha z programu Guide IrAnalyser.**

V závislosti na výrobci termokamery mohou být barevné palety odlišně pojmenovány či doplněny o další typy (Štajnrt, 2014). Teplotní škála může být pevně stanovena, nebo se může měnit s bodem o nejvyšší/nejnižší teplotě. Nastavení škály lze provádět v analyzačním softwaru či v příslušném menu infračervené kamery.

### 10.3 Infračervená kamera

*Infračervená kamera* (IR kamera – InfraRed camera, termokamera – thermocamera, termovizní kamera – thermal imaging camera) je elektronické technické optické zařízení sloužící k zachycení pohyblivého obrazu. Svoji konstrukcí je termokamera v určité míře podobná klasické videokameře (Obrázek 65), která pracuje v oblasti viditelného spektra (400-700 nm). (Zhang, et al., 2009)



**Obrázek 65: Blokové schéma bezdotykového teploměru.**

Naproti tomu IR kamery využívají záření v oblasti infračerveného záření a mohou se dělit dle objektivu na (Overley, 2009):

- krátkovlnné infračervené kamery (900 nm-1 700 nm),
- středovlnné infračervené kamery (2 000 nm-5 000 nm),

- dlouhovlnné infračervené kamery (7 000 nm-12 000 nm).

### Typy zobrazovacích systémů

V souladu s typem zobrazovacího systému můžeme klasifikovat infračervené kamery na dva typy.

**Skenovací** (postupně snímající) **systémy**, založené na opticko-mechanickém rozkladu obrazu, skenují celé zorné pole po řádcích/sloupcích. Zářivý tok je rozkládán pohyblivými optickými částmi kamery – zrcadly a hranoly. Následně prochází přes čočky, clonu, filtr a na detektor. (Tesař, 2014; Líbal, 2009)

**Neskenovací systémy** obsahují maticový detektor. Maticový detektor je složen z mozaiky elementárních detektorů. Snímaná oblast je pomocí optiky zaostřena na matici, která je umístěna v ohniskové rovině optického systému. Jednomu detektoru v matici odpovídá jeden pixel z výsledného termogramu. (Tesař, 2014)

### Detektor

Detektor IR záření v zobrazovacích systémech převádí zářivou energii na jiné formy energie (elektrický signál). (Lysenko, 2005)

**Selektivní kvantové polovodičové detektory** zaznamenávají jednotlivá kvanta (fotony) záření. Využívají přímé přeměny dopadajícího záření vnitřním fotoelektrickým jevem na elektrický proud. Velikost výstupního elektrického signálu je úměrná počtu zachycených fotonů. Kvantové detektory jsou citlivější než tepelné detektory, ale vyžadují chlazení, například kapalným dusíkem. Selektivní detektory lze případně dále členit dle použitého polovodiče. (Litoš, 2002; Líbal, 2009)

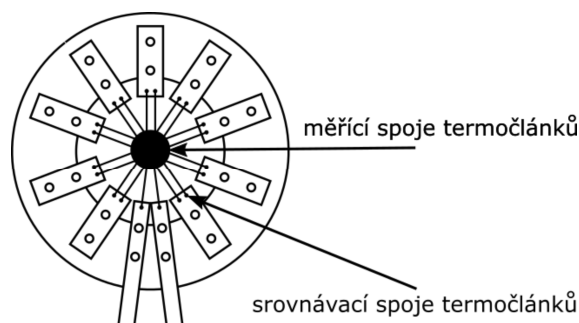
**Neselektivní tepelné polovodičové detektory** jsou sestaveny tak, aby měly vlastnosti černého tělesa. Při absorpci záření dochází k ohřátí citlivé části detektoru a mění se elektrický odpor detektorů. Změna odporu tedy přibližně odpovídá intenzitě IR záření. Charakteristickou veličinou je teplotní součinitel odporu  $\alpha_R$ . Pohlcená energie je vyhodnocena nepřímo prostřednictvím tepelných detektorů. (Líbal, 2009; Lysenko, 2005)

**Tepelné detektory** se dělí do podskupin:

- termoelektrické,
- bolometrické,
- pyroelektrické.

**Termoelektrické detektory** (infratermočlánky, termoelektrické baterie) jsou založeny na tepelném *Seebeckově*, *Peltierově* a *Thomsonově jevu*, dle konstrukce bývá většinou jeden dominantní. Termoelektrický senzor reaguje přímo na tepelné vyzařování ve směru, ve kterém je namířen. Předností je absence chlazení, což snižuje jejich náklady na provoz. Uvádí se přesnost měření 1 °C při použití v širokém měřicím rozsahu. V úzkém rozsahu lze pak dohledat rozlišení až 0,01 °C. (Líbal, 2009)

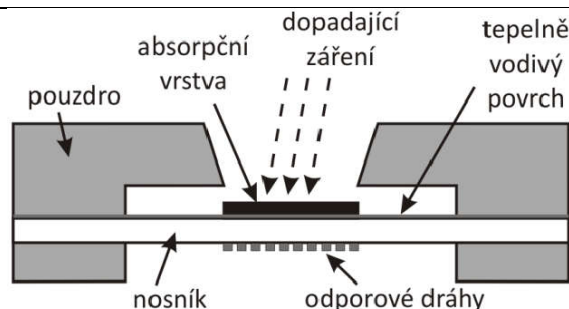
Senzor je tvořen skupinou termočlánků, jejichž konce jsou umístěny do jednoho místa (Obrázek 66). Měřicí spoje jsou umístěny ve středu membrány pod absorbujícím materiálem a srovnávací spoje na okraji podložky. Jeho povrch je pokryt černě zbarveným materiálem, který pohlcuje dopadající infračervené záření a vznikající teplo je měřené termočlánkem. (Líbal, 2009; Tesař, 2014)



Obrázek 66: Schéma senzoru s termočlánkovou baterií. (Líbal, 2009)

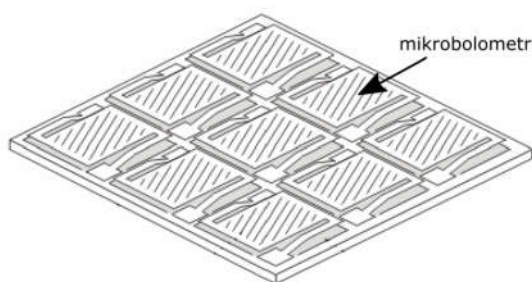
Před dopadem prochází záření optickým filtrem, který je vytvořen z okénka v pouzdru a vymezuje snímanou oblast. (Litoš, 2002)

**Bolometrické detektory** využívají změny elektrického odporu v závislosti na teplotě. Teplota se mění s množstvím absorbovaného infračerveného záření. Aby byla změna teploty úměrná absorbovanému infračervenému záření, je bolometr tepelně izolovaný od svého okolí. Absorpční vrstva pohltí až 95 % infračerveného záření, tím dochází k ohřívání tepelně vodivého povrchu a přenosu tepla vedeného do nosníku (Obrázek 67). Nosník na spodní straně obsahuje odporové dráhy, které mění lineárně svůj odpor s teplotou. Takto fungující bolometrický detektor má dlouhou časovou konstantu, proto se využívá *mikrobolometrů*. (Litoš, 2002; Lysenko, 2005)



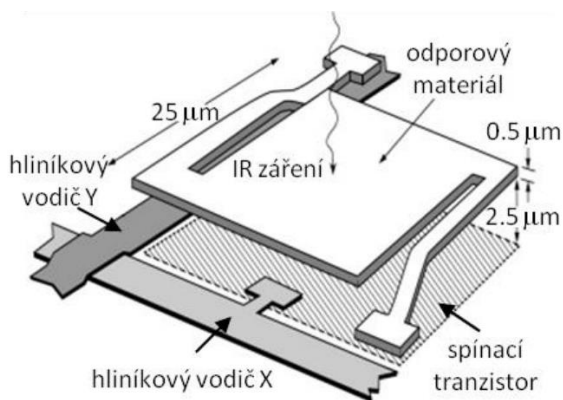
Obrázek 67: Schéma bolometrického detektoru. (Tesař, 2014)

**Mikrobolometrické detektory** jsou tvořeny velkým množstvím mikrobolometrů uspořádaných do matice (Obrázek 68). (Líbal, 2009)



Obrázek 68: Schéma matice mikrobolometrů. (Líbal, 2009)

Mikrobolometr je tvořen dvourozměrným polem pokrytým teplotně citlivým odporovým materiálem ve formě plošek, který absorbuje infračervené záření (Obrázek 69). Čipy obsahují čítací elektroniku a další pomocné obvody. Celý čip je umístěn ve vakuovém obalu. (Líbal, 2009)



Obrázek 69: Schéma mikrobolometrického detektoru. (Tesař, 2014)

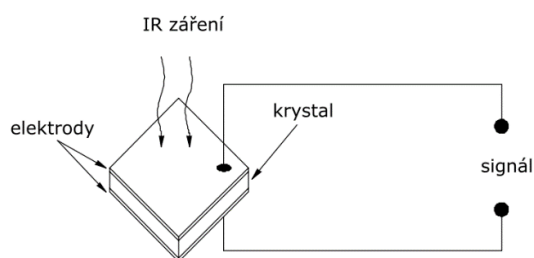
**Pyroelektrické detektory** využívají pyroelektrického jevu, který spočívá ve změně spontánní polarizace feroelektrických krystalických materiálů. Změnou teploty dochází ke změně meziatomových vzdáleností ve struktuře látky, tedy k délkové a objemové roztažnosti. Ionty v krystalové struktuře se přemisťují i s jejich elektrickým nábojem. Jestliže



krystalová struktura látky není středově symetrická, dochází při posunech iontů ke změně v rozložení těchto nábojů. Těžiště kladných a záporných nábojů v krystalové struktuře mění svoji polohu a vzdálenost, důsledkem je vznik elektrického dipólového momentu. (Erhart, 2002)

Ve feroelektrických látkách již elektrické dipóly spontánně existují, a tak se s teplotou mění pouze jejich velikost. Jestliže se změní hodnota dopadajícího záření, změní se i hodnota elektrického náboje. (Driggers, et al., 2012)

Absorpce infračerveného záření pyroelektrickým materiálem má za následek změnu jeho teploty, to se projeví změnou polarizace, která vyvolá změnu elektrického náboje v pyroelektrickém materiálu (Obrázek 70), což se projeví průchodem proudu. (Štáva, 2008)



Obrázek 70: Schéma pyroelektrického senzoru. (Driggers, et al., 2012)

## 10.4 Termografie ve výuce

Termografie ve výuce umožňuje využít přínosu multimediální výuky, tak jak je popsán v kapitole 3 *Multimediální výuka*.

Hlavní přínosy termografie:

- Možnost sledovat změnu rozložení povrchové teploty tělesa téměř v reálném čase, vyvarování se problému relaxační doby teploměru.
- Analýza změny teploty určité oblasti tělesa. Vyvarování se očekávání stejné hodnoty teploty pro celý povrch na základě jedné hodnoty z teploměru.
- Dynamické pozorování umožňující pozorovat jev soustavně, bez přerušení po celou dobu experimentu.
- Možnost nového pohledu na známé i neznámé situace.
- Neovlivňování termodynamické rovnováhy vkládáním tělesa s vlastní tepelnou kapacitou.

## 10.5 Koncept a produkce experimentů podporovaných termokamerou

Všechny uvedené experimenty a z nich vytvořené snímky (obrázky) vznikly v letech 2012 až 2017 a jsou dílem autora disertační práce.

Pro empirické ověření stanovených hypotéz byla vytvořena sada metodických materiálů obsahujících experimenty z termiky pozorované termokamerou. Přehled všech témat je v příloze 4. *Seznam vytvořených experimentů podporovaných termokamerou.*

## 10.6 Technika zpracování experimentů podporovaných termokamerou

Před jednobarevným pozadím je sestavena aparatura či připraveny pomůcky. K zamezení tvorby plných stínů je scéna osvětlena dvěma světlomety se softboxy **PhotoTools DayLight ET70 SoftBox 70x50 85W**, které vytváří rozptýlené měkké světlo.

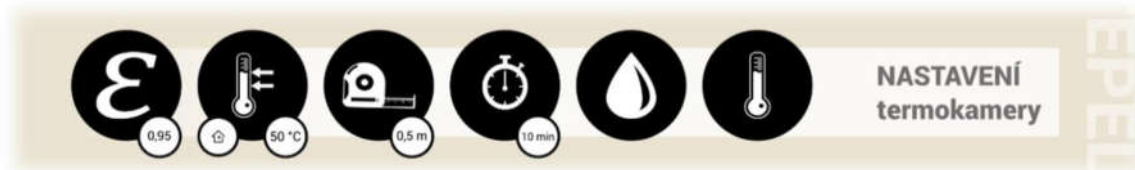
Fotoaparát **Nikon D3300 + AF-P 18-55mm VR** je umístěn na stativu. Současně je scéna snímána i termokamerou **Wuhan Guide Infrared MobilR M8** nebo **FLIR E6**. Termogram může být komplikovanější k interpretaci, například z hlediska měřítka nebo rozlišení o jaký pohled (zleva, zprava, shora, a podobně) na pozorovanou scénu se jedná. Pro lepší orientaci se podle potřeby vkládá do záznamu doplňující grafika tvořená ve vektorovém programu *Inkscape 0.9.21*.

Úprava termogramu závisí na použité termokameře. K přesnějšímu měření či pozorování je použitý program *Guide IrAnalyser 2010.05.17* k termokameře **Wuhan Guide Infrared MobilR M8**, případně jsou experimenty snímány termokamerou **FLIR E6** a analyzovány v programu *FLIR Tools 5.12.17041.2002*.

Sazba textu a propojení fotografií probíhá v již zmiňovaném *Inkscape 0.9.21*.

### Pracovní listy

Pro zachování objektivitu měření je nutné nastavit termokameru podle aktuálních hodnot vstupujících veličin. Obrázek 71 zobrazuje doporučené *nastavení termokamery*, které je nezbytné pro korektní výsledek experimentu (zleva): emisivita, minimální a maximální hodnota teplotní škály termogramu, vzdálenost od měřeného prvku, doba potřebná k provedení a vyhodnocení experimentu, relativní vlhkost vzduchu a teplota okolí.



Obrázek 71: Informace o nastavení termokamery.

Důležitým prvkem jsou *informační boxy*. Obrázek 72 ukazuje pomůcky potřebné pro demonstraci a celkový pohled na aparaturu experimentu.



Obrázek 72: Informační box o pomůckách nezbytných k demonstraci.

Některé provedení experimentu vyžaduje detailnější popis určité části aparatury (Obrázek 73).



Obrázek 73: Detail sestavené aparatury k měření.

Dalším doprovodným prvkem je *tabulka* (Obrázek 74) s hodnotami měřené fyzikální veličiny a popisem její spojitosti s pokusem.

Materiál	$\lambda$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]
měď	386,00
hliník	237,00
železo	80,20
plexisklo	0,07
dřevo	0,18 – 0,49

**TABULKA součinitel tepelné vodivosti**

Hodnota součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$  se výrazně liší pro tepelné vodiče a izolanty.

Lze předpovídat, jaká z látek bude dobře přenášet teplo.

Tabulku je vhodné uvést po provedení experimentu.

Obrázek 74: Doplnující tabulka s hodnotami měřené fyzikální veličiny.

Hlavním prvkem jsou *termogramy* s jejich interpretací pro představu, jak by měl experiment probíhat či skončit (Obrázek 75).



Obrázek 75: Termogram s jeho interpretací.

## Příklady řešení

### 10.7 Úbytek mechanické energie

Vnitřní energii tělesa  $U$  můžeme změnit konáním práce  $W$ . Jednoduchý experiment s pingpongovým míčkem, který necháme dopadat z určité výšky  $h$  na podložku, lze dát do kontrastu s pádem závaží ze stejné výšky. U pingpongového míčku lze pozorovat změnu tíhové potenciální energie  $E_p$  v energii kinetickou  $E_k$  a naopak. Postupnou ztrátu výšky po několika dopadech okomentujeme třením a odporem prostředí. U závaží je po dopadu na plochu podložky změna v tíhovou potenciální energii téměř nulová. Tento fakt lze využít vhodně k zavedení vnitřní energie a viditelně objasnit pomocí pozorování experimentu termokamerou. Stačí použít polystyrenovou podložku či lino (Obrázek 76).



**Obrázek 76: Informační box o pomůckách nezbytných k demonstraci.**

Při dopadu závaží na podložku se část její kinetické energie  $E_k$  využije na konání práce  $W$  při nepružné deformaci podložky (Obrázek 77) a část se přemění na vnitřní energii  $U$  závaží a podložky.



**Obrázek 77: Detail deformace polystyrenového táčku.**

Tento nárůst vnitřní energie se projeví lokálním zvýšením teploty obou těles. V místě dopadu dochází okamžitě k pozorovatelné změně teploty (Obrázek 78).



**Obrázek 78: Termogram s jeho interpretací.**

Díky nově získaným informacím z experimentu můžeme po provedeném pozorování přejít k obecnějšímu zákonu zachování energie zavedením vnitřní energie  $U$  k již známé kinetické energii  $E_k$  a tíhové potenciální energii  $E_p$ .

Protože materiál podložky je tepelným izolantem, je její použití v kombinaci s termokamerou ideální. V případě použití tepelného vodiče by došlo k rychlému prostupu tepla materiálem a změna povrchové teploty by nebyla zřetelně viditelná. Přínos použití termokamery je v názornosti a možnosti sledovat tepelné děje v reálném čase. Hlavním atributem je pozorovaná změna místo prostého sdělení faktu.

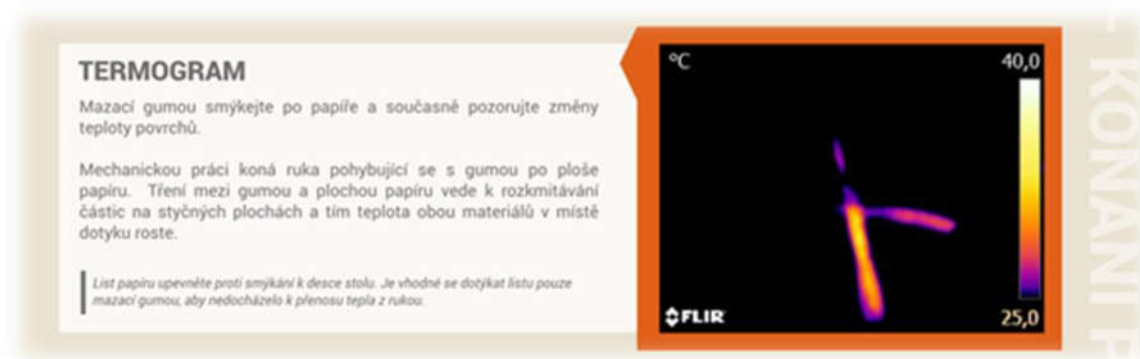
### 10.8 Změna vnitřní energie konáním práce

S vnitřní energií  $U$  souvisí i následující pokus, který potřebuje pouze papír a mazací gumu (Obrázek 79).



Obrázek 79: Informační box o pomůckách nezbytných k demonstraci.

Vlastním zrakem změnu vnitřní energie konáním práce nelze pozorovat. Analýza založená na dotyku prsty také nemůže být brána v potaz. Čidlo teploměru ukáže naměřenou teplotu pouze v bodě a současně záleží na jeho relaxační době. Proto použijeme pro zobrazení povrchové teploty termokameru, díky které můžeme získat termogram okamžité změny (Obrázek 80).



Obrázek 80: Termogram s jeho interpretací.

Důležitým poznatkem je i zvýšení teploty na špičce mazací gumy (Obrázek 81).



Obrázek 81: Termogram detailu mazací gumy s jeho interpretací.

## 10.9 Tuhnutí podchlazené kapaliny

Při tuhnutí čisté kapaliny se často stává, že se zárodky pevného skupenství vytvoří až za teploty menší, než je teplota tuhnutí dané látky. Kapalinu, která má nižší teplotu, než je teplota tuhnutí, nazýváme *podchlazenou kapalinou*. Podchlazenou kapalinu lze převést do pevného skupenství například vhozením několika krystalků nebo prohnutím kovu s členitým povrchem, což vede k uvolnění drobných částic, které slouží jako krystalizační jádra. Právě tato možnost je využita v následujícím pokusu (Obrázek 82).



Obrázek 82: Informační box o pomůckách nezbytných k demonstraci.

Ve varné konvici předem ohřejeme objem hřejivého polštářku k teplotě tání. Necháme ho vychladnout na pokojovou teplotu. Při zahájení pozorování pokusu prohneme plíšek uvnitř polštářku a současně pozorujeme termogram na termokameře (Obrázek 83).



Obrázek 83: Termogram s jeho interpretací.

Pokud pokus provádějí žáci, je vhodné je upozornit i na možné neočekávané oblasti zobrazené v termogramu (Obrázek 84).



Obrázek 84. Doplnující termogram s jeho interpretací, upozorňující na možné výskyty anomálií oproti předchozímu ideálnímu zobrazení povrchové teploty.

## Shrnutí

Uvedené experimenty jsou strohým výčtem všech vytvořených materiálů. Jejich přínos je ověřován v rámci empirické části disertační práce.



## 11 Rešerše současného stavu řešeného tématu

### 11.1 Infračervená termografie

Infračervená termografie má jako vědní obor bohatou historii. Pokud se zaměříme na oblast zabývající se vytvořením „*tepelného obrazu*“, setkáváme se s ním v roce 1840. **John Herschel**, syn objevitele infračerveného záření (1800) **Williama Herschela**, provedl významný experiment, na základě diferenciálního odpařování tenké vrstvy oleje vystavené tepelnému záření umožnil spatřit tepelný obraz díky odráženému světlu, protože interferenční účinky olejové vrstvy zajistily, že obraz byl pro lidské oko viditelný. John Herschel také vytvořil jednoduchý záznam teplotního obrazu na papír – tento obraz pak nazval **termograf**. (Majocchi, 1843)

V roce 1880 dochází k významnému pokroku uskutečněného badatelem **Samuelem P. Langleym** (1834-1906), který vynalezl **bolometr**. Konstrukce bolometru vycházela z tenkého začerněného proužku platiny připojeného k jedné větvi Wheatstonova můstku, na který bylo zaměřeno infračervené záření, na něž reagoval citlivý galvanometr. (Walcott, 1912)

Výzkum ve vojenském průmyslu posunul infračervenou termografii k využití v mnoha dalších odvětvích. (Rogalski, 2012)

Práce zaměřené na využití infračervené termografie lze dohledat v nadměrném počtu i v českém jazyce.

- TESAŘ, Jiří. *Termografie v plazmových a laserových technologiích*. Plzeň, 2014. Disertační práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra fyziky. Vedoucí práce Milan Honner.
- PEŠEK, Martin. *Vývoj metody vizualizace a měření teplotních polí ve vzduchu pomocí termovize*. Brno, 2013. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav. Vedoucí práce Milan Pavelek.
- ŠTÁVA, Radek. *Bezdotykové měření povrchových teplot při obrábění*. Brno, 2008. Diplomová práce. Vedoucí práce Aleš Polzer.

- SVOBODA, Stanislav. *Termovize a její užití v diagnostice*. Plzeň, 2013. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická, Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací. Vedoucí práce Václav Koucký.
- NOVOTNÝ, Jan, Jan NOVOTNÝ a Silvie RYBÁŘOVÁ. *Termografie ve sportovní medicíně*. Spolupráce v kinantropologii III. 2014. ISBN 978-80-210-6854-4.
- MEZERA, Jiří. *Přesnost měření teploty těla infračervenými technologiemi*. Brno, 2015. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav biomedicínského inženýrství. Vedoucí práce Ivo Provazník.
- SOPUCH, Patrik. *Termodiagnostické měření elektrických rozvodů*. Ostrava, 2015. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní. Vedoucí práce Jan Blata.
- JEŘÁBEK, Jan. *Online rozpoznávání obličeje v radiometrické sekvenci z termokamery*. Praha, 2015. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra kybernetiky. Vedoucí práce Jan Kovář.
- a mnoho dalších.

## 11.2 Infračervená termografie ve výuce

Po upřesnění vyhledávání, ve shodě s tématem práce zaměřeném na oblast výuky, lze dohledat následující publikace, články a kvalifikační práce.

### V českém jazyce:

1. VONDŘEJCOVÁ, Kateřina. *Změna vnitřní energie konáním práce*. Matematika–fyzika–informatika. 2015, 24(1), 34-41.

V textu jsou uvedeny tři experimenty, vrtání vrtačkou, Jouleův pokus a údery kladivem, které jsou popsány v historické podobě, jako úloha k řešení výpočtem a jako experiment vyhodnocený termokamerou.

2. HÁSEK, Roman a RYCHTERA, Jiří. *Nové trendy a možnosti využití videa ve výuce chemie*. Biológia, Ekológia, Chémia. 2014, Vol. 18 Issue 4, 3-6. 4p.

Článek je kompilací návrhů na využití multimediální techniky při výuce chemie s uvedením mnoha možností včetně termokamery bez detailnějšího popisu.

3. KUBECOVÁ, Magda. *Experimenty s termokamerou ve školské fyzice*. Plzeň, 2013. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Katedry matematiky, fyziky a technické výchovy (KMT). Vedoucí práce Zdeňka Kielbusová.

V diplomové práci jsou stručně zmíněny fyzikální principy metody bezkontaktního měření teploty a jejich aplikace. Důraz je kladen na vytvoření návodů k experimentům uvedených v obsahu práce, především z elektřiny a magnetismu.

4. KÁCOVSKÝ, Petr. *S termokamerou po stopách tepla: Veletrh nápadů učitelů fyziky 19*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2015. ISBN 978-80-261-0439-1.

V příspěvku jsou představeny experimenty na tepelnou vodivost, přeměnu kinetické energie na teplo, volný pád, tepelné účinky laseru a pohled na indukční vařič při ohřevu.

5. HUBEŇÁK, Josef. *Hezká fyzika s termokamerou (a něco navíc): Veletrh nápadů učitelů fyziky 18*. Hradec Králové: Gaudeamus, Univerzita Hradec Králové, 2013. ISBN 978-80-7435-372-7.

Autor v příspěvku popisuje začátek historie termografie a princip funkce bolometru. V dalších částech uvádí pozorování přeměny části příkonu osvětlovače tvořeného z LED na teplo. Dále uvádí možné pozorování halogenové žárovky, tepelné stopy na keramickém obkladu, šíření tepla v kovech a změnu teploty vody v rychlovarné konvici při ohřevu.

#### **V anglickém jazyce:**

1. HAGLUND, Jesper, Fredrik JEPSON, Emil MELANDER, Ann-Marie PENDRILL, Charles XIE a Konrad J. SCHÖNBORN. *Infrared cameras in science education*. Infrared Physics & Technology. 2016, 75 (March), 150-152.

Autoři konstatují, že infračervené kamery se stávají stále více atraktivní vzdělávací technologií pro vědu a vzdělávání, kde doplňují tradiční měření teploměrem. Uvádí, že jejich výzkum poskytl důkazy o tom, že použití infračervených kamer je relativně jednoduché, ale koncepčně velmi silné. Díky aktivitám lze inspirovat studenty všech věkových kategorií a vhodně demonstrovat tepelné jevy.

2. HAGLUND, Jesper, Fredrik JEPPSSON, David HEDBERG a Konrad SCHÖNBORN. *Thermal cameras in school laboratory activities*. *Physics Education*. 2015, 50(4), 424-430.

Odborný článek v časopise *Physics education* poukazuje na možnost vidět změnu rozložení teploty na povrchu zkoumaných těles současně s prováděním experimentu. Článek popisuje tři experimenty aplikované ve výuce včetně jejich obrazové dokumentace a vysvětlení fyzikální podstaty.

3. XIE, Charles a Edmund HAZZARD. *Infrared Imaging for Inquiry-Based Learning*. *The Physics Teacher*. 2011, 49(6), 368-372. ISSN 0031-921X.

Publikovaný text poukazuje na přínos termografie díky pozorování a čtení termogramů, místo náročnějšího způsobu odečítání hodnot pomocí klasických teploměrů a elektrických čidel. V textu je diskutován přínos termografie, především její přednosti v okamžité názornosti a možnost rychlého absorbování informací pro pozorovatele. Text doplňují aktivity pro měření z termokinetiky.

4. *FLIR in the Classroom: Classroom Experiments* [online]. Wilsonville, USA: FLIR Systems, Inc., 2015 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.flir.com/education/content/?id=67873>

Web pro podporu vzdělávání obsahuje návrhy na jednoduché experimenty, jako je gumování gumou po desce stolu, přenos energie v dřevěné a kovové lžici a pozorování dvou kalíšků s vodou o různé teplotě.

5. *Transforming Science Education with IR Imaging*. Infrared Tube: Anything that Leaves a Trace of Heat Leaves a Trace of Itself under an IR Camera [online]. USA: The Concord Consortium., 2012 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://energy.concord.org/ir/inframation2012.pdf>

Webová stránka organizace The Concord Consortium obsahuje nejrozsáhlejší seznam experimentů s použitím termografie.

6. XIE, Charles. *Visualizing Chemistry with Infrared Imaging*. Journal of chemical education. The American Chemical Society and Division of Chemical Education, Inc., 2011, 88(7), 881-885.

Článek popisuje problematiku chemických procesů spojených s uvolňováním nebo absorbováním tepla. Na experimentálních příkladech ukazuje dynamické rozdělení teploty pomocí infračervené kamery. Autor uvádí argumenty využití termografie pro její potenciál ve vzdělávání v chemii.

#### **V německém jazyce:**

1. *Infrarot-Thermographie*. Die Physik Schülerlabor Initiative [online]. Baden-Württemberg: KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft, 2013 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://psi.physik.kit.edu>

Text obsahuje informace o infračerveném záření a možnostech termografie.

2. NEUPERT, Anne. *Infrarotaufnahmen im Physikunterricht*. Leipzig, 2010. Bakalářská práce. Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Bereich Didaktik der Physik.

Práce obsahuje návrhy na jednoduché experimenty pozorované termokamerou. Experimenty jsou doplněny obrázky s popisem a vysvětlením pozorovaných změn.

## Empirická část

### 12 Výsledky pedagogického výzkumu

#### 12.1 Výzkum postojů žáků k vybraným fyzikálním pojmům

V rámci přípravy byly navrženy pojmové indikátory pro posuzování postojů žáků druhého stupně základní školy k fyzikální oblasti *termiky* a jejich *osobnosti*.

##### Pojmové indikátory

Celkově bylo navrženo 11 pojmových indikátorů:

TERMOKAMERA, VEDENÍ TEPLA, PROUDĚNÍ TEPLA, TEPELNÉ ZÁŘENÍ, TÁNÍ, VYPAŘOVÁNÍ, JÁ, ŽIVOT, POVINNOST, PŘÍRODA, VĚDA.

Vybrané pojmy lze dělit do dvou skupin:

- fyzikální pojmy oblasti termiky,
- hodnotové a osobnostní pojmy.

Oblast fyzikálních pojmů termiky lze dělit na podskupiny:

- termokinetika
  - VEDENÍ TEPLA
  - PROUDĚNÍ TEPLA
  - TEPELNÉ ZÁŘENÍ
- termodynamika
  - TÁNÍ
  - VYPAŘOVÁNÍ
- TERMOKAMERA

Osobnostní pojem – JÁ, s jehož pomocí lze posuzovat osobní postoj respondenta (resp. celé skupiny) ke sledovaným pojmům. Pojmy – ŽIVOT, POVINNOST, PŘÍRODA, VĚDA pomáhají určit vztah respondentů k určitým hodnotám.

##### Realizace výzkumu postojů žáků k vybraným fyzikálním pojmům

Uvedené indikátory byly předloženy v rámci předvýzkumu výběrovému souboru žáků druhého stupně ( $n = 97$ ). Indikátory byly posuzovány pomocí škál sémantického diferenciálu. Výběrový soubor byl exhaustivní, tvořili ho všichni přítomní žáci.

Význam indikátorů byl hodnocen pomocí dvanácti sedmibodových hodnoticích stupnic (Tabulka 10). Každá stupnice je vymezena dvojicí protikladných adjektiv ve shodě s tabulkou 50 původních škál Osgoodova sémantického diferenciálu (Osgood, et al., 1957).

Tabulka 10: Záznamový list pro posuzování indikátoru TERMOKAMERA.

TERMOKAMERA													
zbytečná													užitečná
pomalá													rychlá
slabá													silná
zamlžená													jasná
stará													mladá
vzdálená													blízká
ošklivá													krásná
pasivní													aktivní
povrchní													hluboká
nudná													zajímavá
stálá													tvárná
zdánlivá													skutečná

Položky sémantického diferenciálu byly stanoveny k měření tří faktorů (konstruktů) postojů.

Konstrukty byly děleny na následující tři skupiny (Osgood, et al., 1957):

- faktor hodnocení „h“,
- faktor aktivity „a“,
- faktor potence „p“.

*Faktor hodnocení* vyjadřuje, jak dalece je posuzovaný indikátor osobami vnímán jako „dobrý“ nebo „špatný“. Na posuzované pojmy respondenti hledí z aspektu jistého subjektivního hodnocení. *Faktor aktivity* charakterizuje míru energie vedoucí k nějaké změně nebo pohybu. *Faktor potence* označuje sílu pojmu. (Vašátková & Chvál, 2010)

Jednotlivé stupnice byly při vyhodnocení následně seskupeny podle faktorů (Tabulka 11), aby faktorové identifikace jednotlivých dvojic adjektiv měly co nejvyšší míru faktorového náboje vždy v jednom faktoru.

Tabulka 11. Přehled hodnotících stupnic (protichůdných adjektiv) a jejich seskupení (podle faktorů).

adjektiva	faktor
zbytečné - užitečné	h
pomalé - rychlé	a
slabé - silné	p
zamlžené - jasné	h
staré - mladé	a
vzdálené - blízké	p
ošklivé - krásné	h
pasivní - aktivní	a
povrchní - hluboké	p
nudné - zajímavé	h
stálé - tvárné	a
zdánlivé - skutečné	p

### Konstruktová validita škál

Explorativní *faktorová analýza* s Varimax rotací (STATISTICA 12 Cz) byla využita pro ověření konstruktové validity škál. Na jejím základě byly extrahovány tři společné faktory.

### Reliabilita měření

K odhadování reliability měření pomocí sémantického diferenciálu bylo využito *Cronbachova koeficientu alfa* (STATISTICA 12 Cz). Hodnota rovna jedné nastává, pokud jsou položky svázány lineárně. Malé hodnoty naopak vypovídají o nízké vnitřní konzistenci položek, nebo nízké spolehlivosti testu. Výsledky shrnuje Tabulka 12.

Tabulka 12: Cronbachův koeficient alfa pro globální výsledky.

faktor	Cronbachův koeficient alfa
hodnocení	0,814204
potence	0,803066
aktivita	0,760005

## 12.2 Hypotézy

Nejprve je formulována nulová hypotéza  $H_0$  a alternativní hypotéza  $H_A$  ke všem hypotézám.

1  $H_0$  – U vnímání pojmu TERMOKAMERA **neexistuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.



1  $H_A$  – U vnímání pojmu TERMOKAMERA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

2  $H_0$  – U vnímání pojmu VEDENÍ TEPLA **neexistuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

2  $H_A$  – U vnímání pojmu VEDENÍ TEPLA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

3  $H_0$  – U vnímání pojmu PROUDĚNÍ TEPLA **neexistuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

3  $H_A$  – U vnímání pojmu PROUDĚNÍ TEPLA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

4  $H_0$  – U vnímání pojmu TEPELNÉ ZÁŘENÍ **neexistuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

4  $H_A$  – U vnímání pojmu TEPELNÉ ZÁŘENÍ **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

5  $H_0$  – U vnímání pojmu TÁNÍ **neexistuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

5  $H_A$  – U vnímání pojmu TÁNÍ **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

6  $H_0$  – U vnímání pojmu VYPAŘOVÁNÍ **neexistuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

6  $H_A$  – U vnímání pojmu VYPAŘOVÁNÍ **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

### 12.3 Výsledky a interpretace hodnot předvýzkumu, ZŠ Planá nad Lužnicí

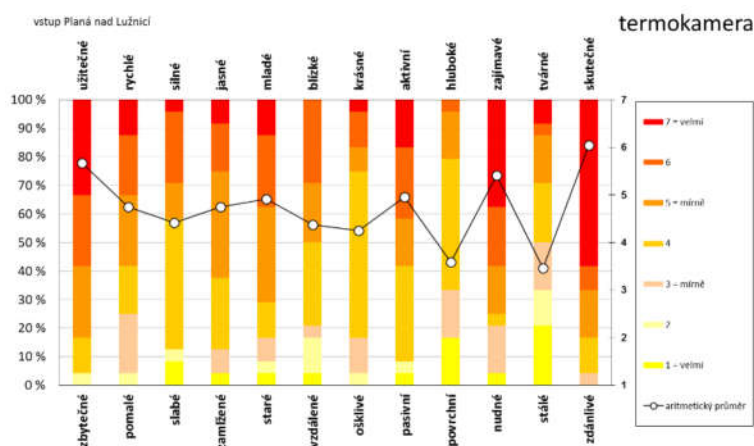
Uvedené indikátory byly předloženy v rámci předvýzkumu výběrovému souboru žáků druhého stupně ( $n = 97$ ).

Interpretace výsledků je zaměřena na analýzu odpovědí na základě hodnocení globální podobnosti pojmů. Sledovány jsou vzdálenosti mezi pojmy a umístění pojmů v daném sémantickém prostoru. Odpovědi respondentů jsou analyzovány na úrovni jednotlivých dimenzí, vypočtená průměrná skóre z jednotlivých hodnotících stupnic jsou porovnávána a blíže zkoumána.

#### 12.3.1 Analýza odpovědí na úrovni jednotlivých položek (adjektiv)

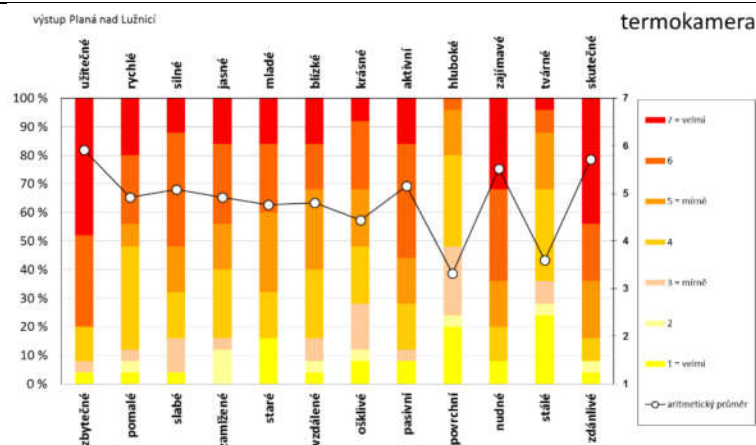
Pro tuto úroveň analýzy jsou vytvořené grafické výstupy, u kterých je pro příslušnou podmnožinu dat zobrazena poloha průměrné hodnoty pro jednotlivá adjektiva ke zvoleným indikátorům. Doplněním tohoto výstupu jsou sloupcové grafy znázorňující četnost odpovědí na ordinální stupnici jednotlivých adjektiv.

Obrázek 85 obsahuje vynesena průměrná skóre za jednotlivé hodnotící stupnice podle toho, jak respondenti posuzovali pojem TERMOKAMERA. Indikátor je vnímán jako „užitečný“, „aktivní“, „zajímavý“ a „skutečný“. Výsledné hodnoty jsou velmi vysoké již na vstupu (před zapojením termokamery do výuky).



Obrázek 85: Analýza vstupu pojmu TERMOKAMERA na úrovni jednotlivých položek.

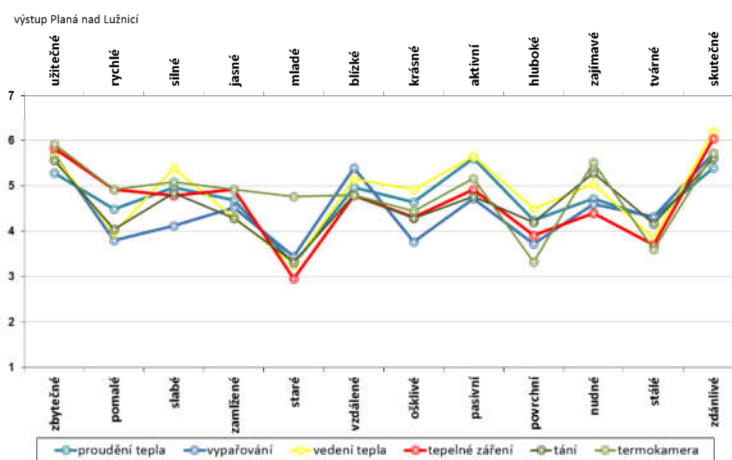
Pro porovnání hodnot na vstupu a výstupu je uveden Obrázek 86. V sloupcových grafech můžeme sledovat přesuny pojmů mezi jednotlivými shluky v závislosti na zvolených výběrech. Největší nárůst je u indikátoru TERMOKAMERA v hodnotících stupnicích vnímání jako „užitečné“ a „aktivní“.



Obrázek 86: Analýza výstupu pojmu TERMOKAMERA na úrovni jednotlivých položek.

### 12.3.2 Analýza odpovědí na základě hodnocení globální podobnosti

Obrázek 87 porovnává mezi sebou fyzikální pojmy na základě vypočtených skóre spolu s indikátorem TERMOKAMERA. Při pohledu na graf je viditelné, která adjektiva od sebe sledované pojmy nejvíce diferencují (tzn. na kterých hodnoticích stupnicích se vypočtené průměry nejvíce liší). Největší rozptyl se nachází u páru adjektiv staré–mladé.



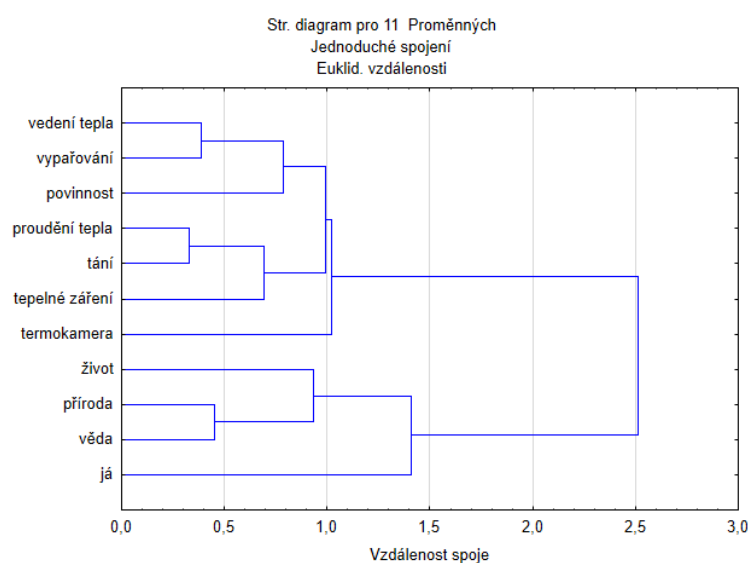
Obrázek 87: Porovnání vnímání významu fyzikálních pojmů a termokamery.

Při pohledu na graf je vidět velmi vysoká hodnota na hodnotící stupnici zbytečné–užitečné a zdánlivé–skutečné. Polovina pojmů je hodnocena adjektivem „zajímavé“.

**Shluková analýza (Cluster analysis)** patří mezi vícerozměrné statistické metody. V programu STATISTICA 12 Cz je shluková analýza použita pro klasifikaci objektů, třídění jednotek do skupin, které vytváří shluky. Shlukování je provedeno na množině objektů, z nichž je každý popsán prostřednictvím stejného souboru znaků. Výsledek je graficky znázorněn ve dvojrozměrném prostoru pomocí **dendrogramu**.

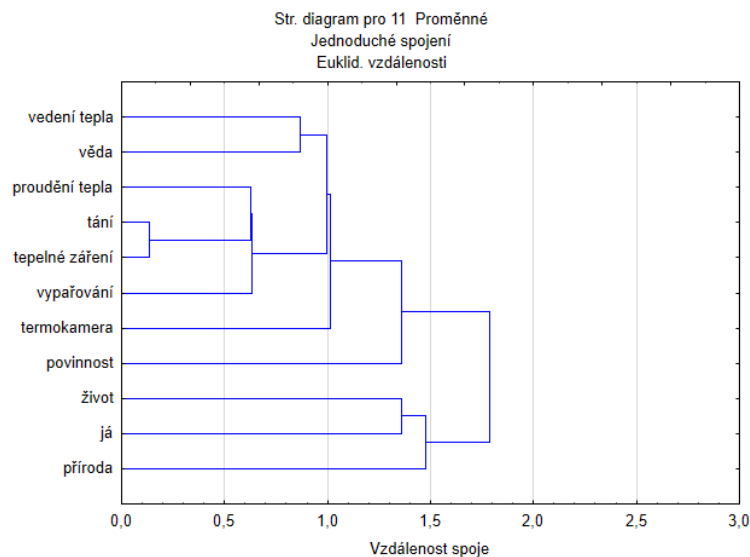
V *dendrogramu* tvoří zadané proměnné osy. Vzdálenost objektů (indikátorů) je dána prvky **D-matice**. Vodorovná osa ukazuje vzdálenosti sledovaných pojmů, svislá osa je jejich výčtem. Zakreslením kolmé přímky na vodorovnou osu ve vypočtené hodnotě najdeme počet shluků.

Obrázek 88 je dendrogramem vstupních hodnot, který jako výstup shlukové analýzy definuje čtyři shluky. První shluk tvoří indikátory: VEDENÍ TEPLA, VYPAŘOVÁNÍ, POVINNOST, PROUDĚNÍ TEPLA, TÁNÍ, TEPELNÉ ZÁŘENÍ, tedy fyzikální pojmy s pojmem hodnotícím. Druhý shluk obsahuje jeden indikátor: TERMOKAMERA, stejně jako další samostatný shluk: JÁ. Celkový výčet shluků doplňuje čtvrtý obsahující hodnotící pojmy: ŽIVOT, PŘÍRODA, VĚDA.



**Obrázek 88: Dendrogram vstupních hodnot.**

Výsledky výstupu jsou shrnuty následujícím dendrogramem (Obrázek 89). Výstupem shlukové analýzy je vytvoření shluku obsahujícího všechny fyzikální pojmy a indikátor TERMOKAMERA. Pozitivní změnou je vytvoření samostatného shluku obsahujícího pojem POVINNOST, jehož vzdálenost se od ostatních zvětšila.



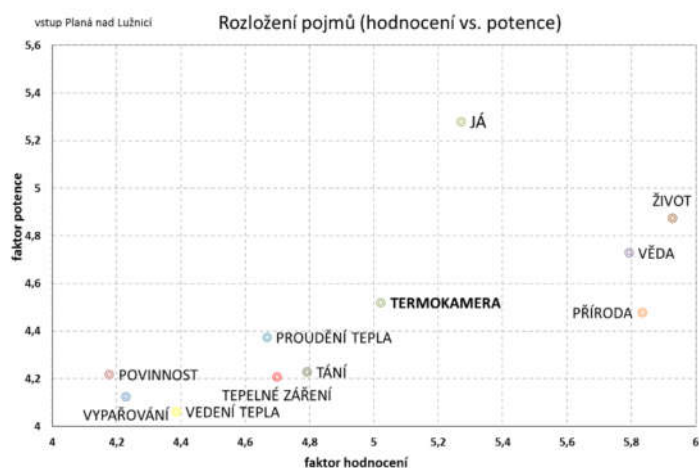
Obrázek 89: Dendrogram výstupních hodnot.

### 12.3.3 Analýza odpovědí na úrovni jednotlivých dimenzí

Pro získání bližší představy o tom, jak jsou si sledované pojmy významově blízké, jsou v následujících odstavcích sestaveny dvourozměrné řezy sémantickým prostorem. Hledané jsou shluky významově podobných pojmů v sémantickém prostoru.

#### Zobrazení polohy pojmů v dvourozměrném sémantickém prostoru hodnocení × potence

Pro požadovaný výběr byl vytvořen graf zobrazující polohu jednotlivých pojmů jako průmět polohy do roviny dané souřadnicemi faktor hodnocení × faktor potence (Obrázek 90).

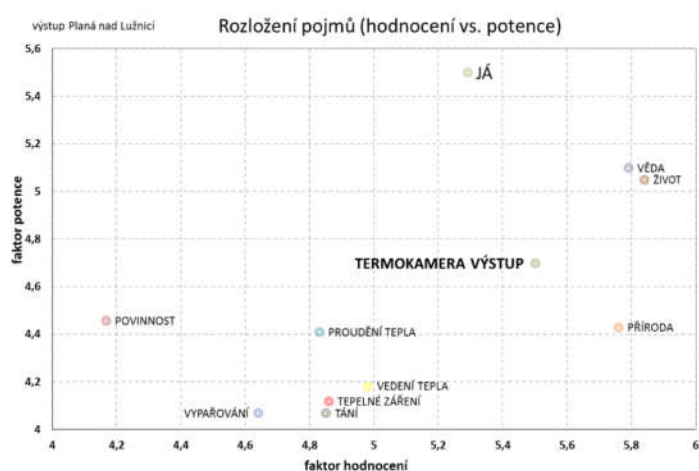


Obrázek 90: Rozložení pojmů v řezu faktor hodnocení × faktor potence; vstup.

Sledované pojmy jsou seskupeny do dvou nápadných shluků. Jednotlivé shluky se vytvářejí, protože dotazovaní žáci zaujímají k obsaženým pojmům z hlediska jmenovaných faktorů

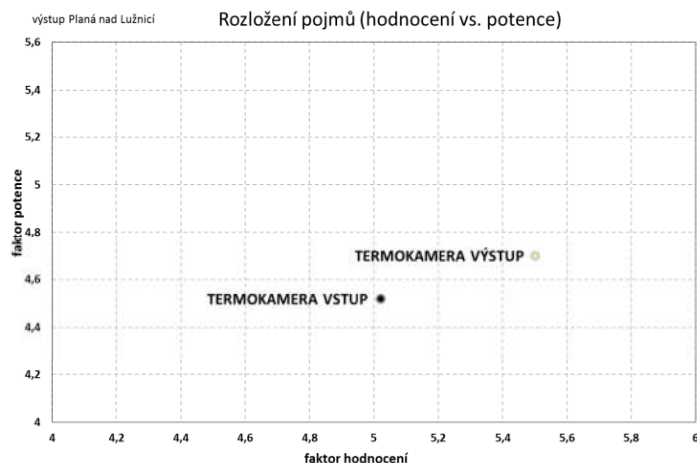
podobný postoj. Fyzikální pojmy (VEDENÍ TEPLA, VYPAŘOVÁNÍ, TEPELNÉ ZÁŘENÍ, TÁNÍ, PROUDĚNÍ TEPLA) jsou ve stejném shluku jako pojem POVINNOST, pojmy hodnotové (VĚDA, ŽIVOT, PŘÍRODA) tvoří druhý shluk. Pojmy JÁ a TERMOKAMERA jsou od ostatních odloučené.

Stejně jako u vstupních hodnot i pro výstupní hodnoty byl pro požadovaný výběr vytvořen graf zobrazující polohu jednotlivých pojmů jako průmět polohy do roviny dané souřadnicemi faktor hodnocení × faktor potence (Obrázek 91). Indikátor POVINNOST z hlediska hodnocení zůstal na stejné vzdálenosti, zatímco fyzikální pojmy se posunuly v dimenzi hodnocení společně s TERMOKAMEROU k vyšším hodnotám.



**Obrázek 91: Rozložení pojmů v řezu faktor hodnocení × faktor potence; výstup.**

Posun indikátoru TERMOKAMERA VÝSTUP od TERMOKAMERA VSTUP je graficky znázorněn v následujícím obrázku (Obrázek 92). V porovnání se vstupními hodnotami došlo k posunu v dimenzi potence a k výraznému posunu v dimenzi hodnocení.



Obrázek 92: Zobrazení polohy pojmů TERMOKAMERA VSTUP a TERMOKAMERA VÝSTUP v sémantickém prostoru.

### Testování platnosti hypotéz

Pro testování platnosti hypotéz bylo použito Studentova t-testu a pomocí statistického programu STATISTICA 12 Cz byly vypočítány signifikance p. Pro testování byla zvolena hladina významnosti  $p = 0,05$ .

1  $H_0$  – U vnímání pojmu TERMOKAMERA neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

1  $H_A$  – U vnímání pojmu TERMOKAMERA existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 3,2 \cdot 10^{-7}$  lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu TERMOKAMERA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 1  $H_A$ .

2  $H_0$  – U vnímání pojmu VEDENÍ TEPLA neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

2  $H_A$  – U vnímání pojmu VEDENÍ TEPLA existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

---

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 5,4 \cdot 10^{-7}$  lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu VEDENÍ TEPLA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 2  $H_A$ .

3  $H_0$  – U vnímání pojmu PROUDĚNÍ TEPLA neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

3  $H_A$  – U vnímání pojmu PROUDĚNÍ TEPLA existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 0,0113$ .. lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu PROUDĚNÍ TEPLA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 3  $H_A$ .

4  $H_0$  – U vnímání pojmu TEPELNÉ ZÁŘENÍ neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

4  $H_A$  – U vnímání pojmu TEPELNÉ ZÁŘENÍ existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 6,2 \cdot 10^{-7}$  lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu TEPELNÉ ZÁŘENÍ **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 4  $H_A$ .

5  $H_0$  – U vnímání pojmu TÁNÍ neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

5  $H_A$  – U vnímání pojmu TÁNÍ existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 0,0581$  lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  nelze odmítnout nulovou hypotézu. Nebyla potvrzena platnost hypotézy 5  $H_A$ .



Konstatování: U vnímání pojmu TÁNÍ **neexistuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 5  $H_0$ .

6  $H_0$  – U vnímání pojmu VYPAŘOVÁNÍ neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

6  $H_A$  – U vnímání pojmu VYPAŘOVÁNÍ existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 0,0001$ .. lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  odmítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní.

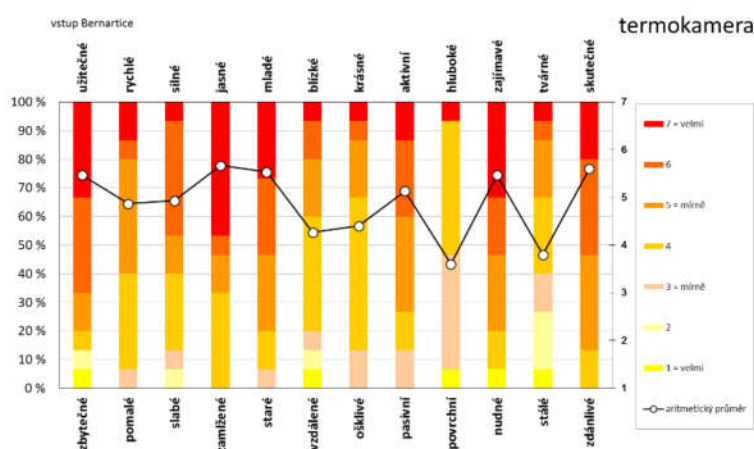
Konstatování: U vnímání pojmu VYPAŘOVÁNÍ **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 6  $H_A$ .

## 12.4 Výsledky a interpretace hodnot výzkumu, ZŠ Bernartice

Uvedené indikátory byly předloženy výběrovému souboru 9. třídy druhého stupně ( $n = 15$ ). Výběrový soubor byl exhaustivní.

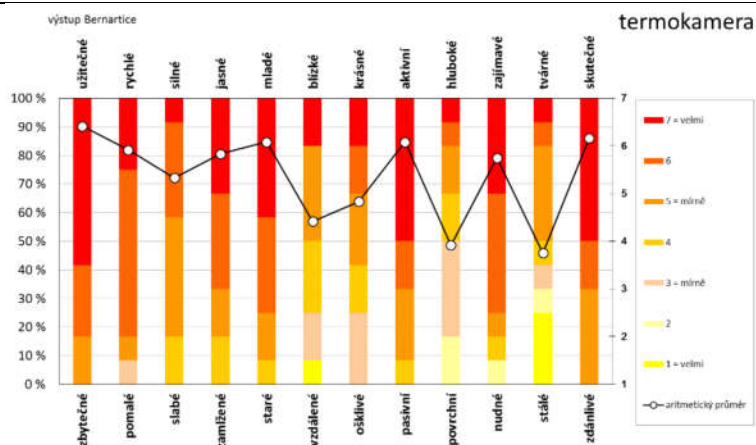
### 12.4.1 Analýza odpovědí na úrovni jednotlivých položek (adjektiv)

Obrázek 93 obsahuje vynesena průměrná skóre za jednotlivé hodnotící stupnice podle toho, jak respondenti posuzovali pojem TERMOKAMERA. Indikátor je vnímán jako „jasný“, „zajímavý“ a „skutečný“. Výsledné hodnoty jsou velmi vysoké již na vstupu (před zapojením termokamery do výuky).



Obrázek 93: Analýza vstupu pojmu TERMOKAMERA na úrovni jednotlivých položek.

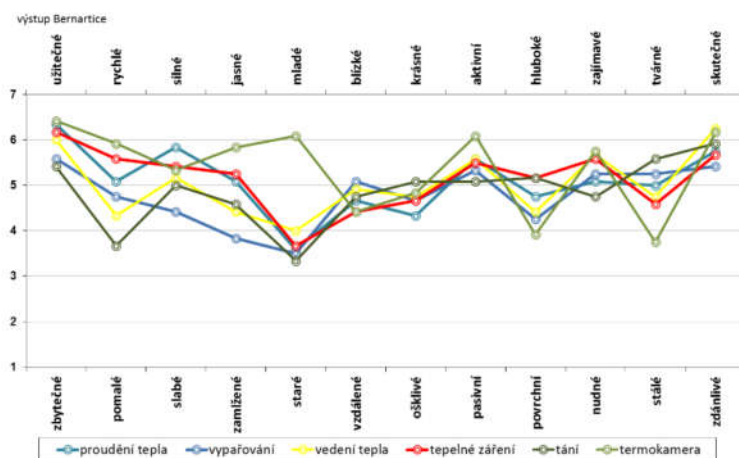
Pro porovnání hodnot na vstupu a výstupu je uveden Obrázek 94. V sloupcových grafech můžeme sledovat přesuny pojmů mezi jednotlivými shluky v závislosti na zvolených výběrech. Největší nárůst je u indikátoru TERMOKAMERA v hodnotících stupnicích vnímání jako „užitečné“, „aktivní“ a „skutečné“.



Obrázek 94: Analyza výstupu pojmu TERMOKAMERA na úrovni jednotlivých položek.

### 12.4.2 Analyza odpovědí na základě hodnocení globální podobnosti

Obrázek 95 porovnává fyzikální pojmy s indikátorem TERMOKAMERA. Největší rozptyl se nachází u páru adjektiv „staré-mladé“, což lze interpretovat tak, že termovizní technika je brána jako výdobytek moderní doby a fyzikální pojmy a znalosti jsou již dávno známé.



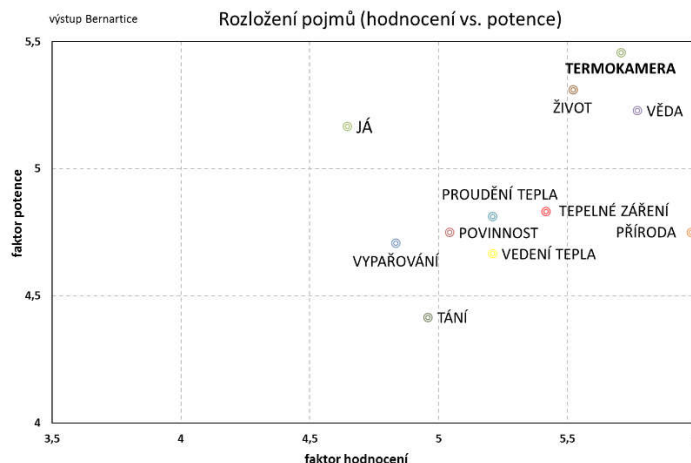
Obrázek 95: Porovnání vnímání významu fyzikálních pojmů a termokamery.

Fyzikální pojmy jsou vnímány jako „užitečné“, „zajímavé“ a „skutečné“. Výuka podpořená experimenty s termokamerou je brána jako „aktivní“.

### 12.4.3 Analyza odpovědí na úrovni jednotlivých dimenzí

Zobrazení polohy pojmů v dvourozměrném sémantickém prostoru hodnocení × potence

Pro požadovaný výběr byl vytvořen graf zobrazující polohu jednotlivých pojmů jako průmět polohy do roviny dané souřadnicemi faktor hodnocení × faktor potence (Obrázek 96).



**Obrázek 96:** Prezentuje řez určený faktorem hodnocení a faktorem potence.

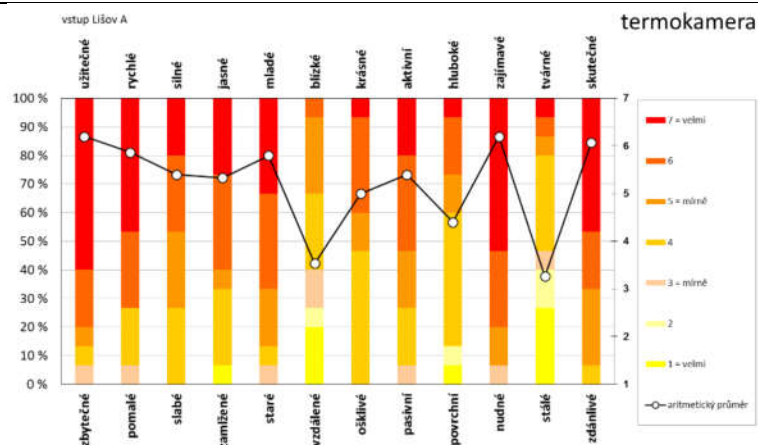
Sledované pojmy jsou seskupeny do dvou shluků. Fyzikální pojmy (VEDENÍ TEPLA, VYPAŘOVÁNÍ, TEPELNÉ ZÁŘENÍ, TÁNÍ, PROUDĚNÍ TEPLA) jsou ve stejném shluku jako pojem POVINNOST, PŘÍRODA. TERMOKAMERA, ŽIVOT a VĚDA tvoří druhý shluk. Posun indikátoru TERMOKAMERA ze vstupního šetření je kladný v obou dimenzích.

## 12.5 Výsledky a interpretace hodnot výzkumu, ZŠ Lišov

Uvedené indikátory byly předloženy výběrovému souboru dvou 8. tříd druhého stupně ( $n_A = 16$ ;  $n_B = 19$ ). Výběrový soubor byl exhaustivní.

### 12.5.1 Analýza odpovědí na úrovni jednotlivých položek (adjektiv), skupina A

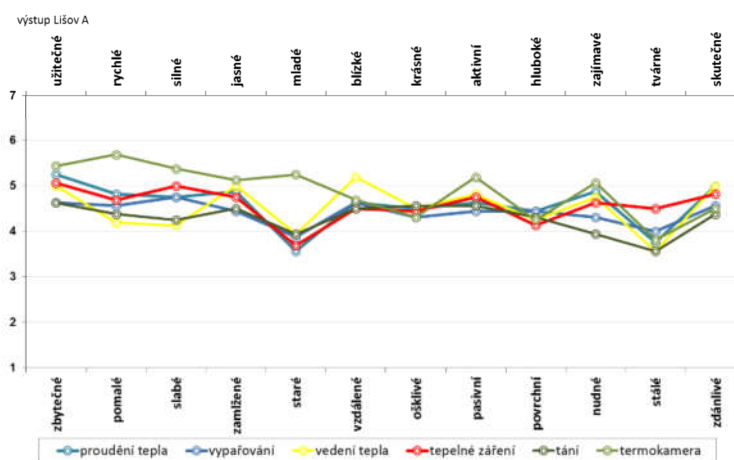
Obrázek 97 obsahuje vynesená průměrná skóre za jednotlivé hodnotící stupnice podle toho, jak respondenti posuzovali pojem TERMOKAMERA. Indikátor je vnímán jako „užitečný“, „rychlý“, „mladý“, „zajímavý“ a „skutečný“. Vstupní hodnoty odpovídají velmi pozitivnímu vnímání, které se výukou ještě zvýšilo.



Obrázek 97: Analýza vstupu pojmu TERMOKAMERA na úrovni jednotlivých položek.

### 12.5.2 Analýza odpovědí na základě hodnocení globální podobnosti, skupina A

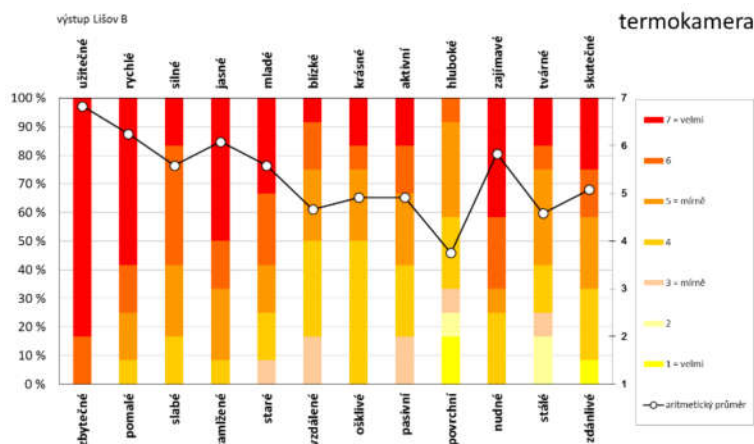
Obrázek 98 porovnává fyzikální pojmy s indikátorem TERMOKAMERA. Největší rozptyl se nachází u páru adjektiv „staré-mladé“. Tento fakt, jak již bylo dříve uvedeno, lze interpretovat tak, že termovizní technika je brána jako výdobytek moderní doby a fyzikální pojmy a znalosti jsou již dávno známé.



Obrázek 98: Porovnání vnímání významu fyzikálních pojmů a termokamery.

Fyzikální pojmy jsou vnímány podobně a například TERMOKAMERA se odlišuje v posuzování „rychlosti“, „mladosti“ a „aktivnosti“.

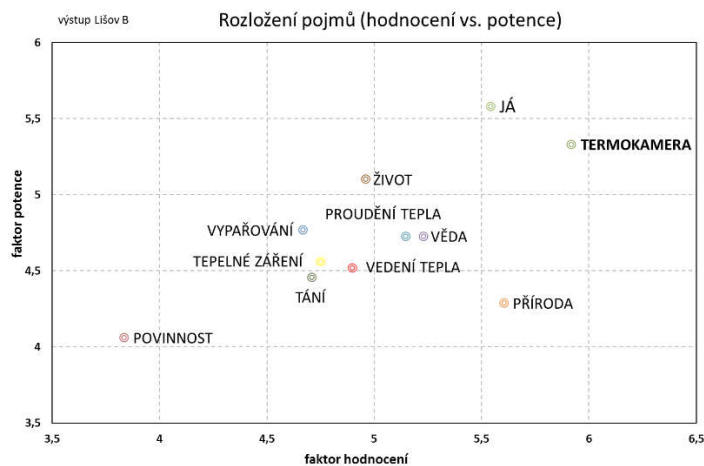
### 12.5.3 Analýza odpovědí na úrovni jednotlivých položek (adjektiv), skupina B



Obrázek 99: Analýza výstupu pojmu TERMOKAMERA na úrovni jednotlivých položek.

Výstupní data u sledovaného pojmu jsou velmi vysoká a jednotlivé odpovědi u adjektiv „zbytečné-užitečné“, „pomalé-rychlé“, „silné-slabé“ mají velmi malý rozptyl. Většina dotázaných považuje využití termovize za užitečné.

### 12.5.4 Analýza odpovědí na úrovni jednotlivých dimenzí, skupina B

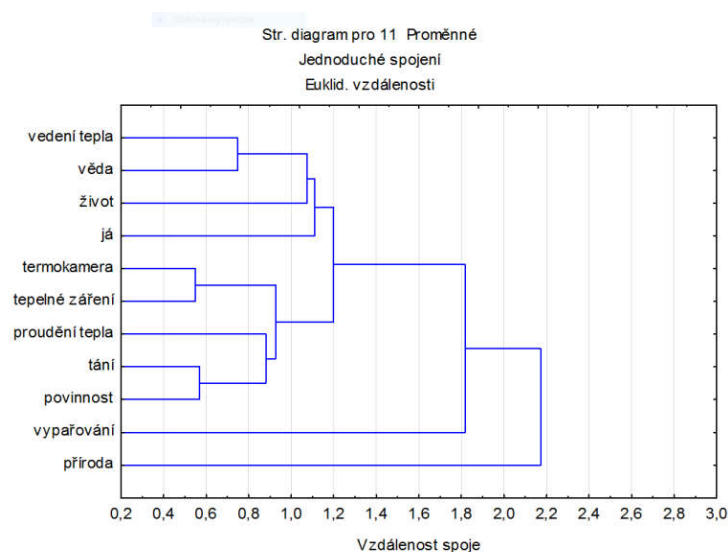


Obrázek 100: Prezentuje řez určený faktorem hodnocení a faktorem potence.

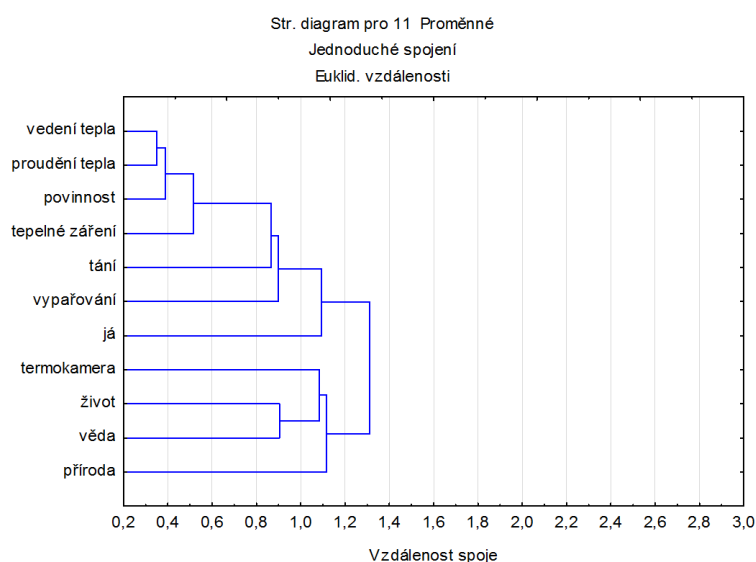
Ve skupině B je možné pozorovat vůbec největší posun v řezu faktoru hodnocení a potence. Pojem TERMOKAMERA dosahoval velmi vysokých hodnot na úrovni hodnocení pojmu JÁ a zbytek sledovaných pojmů tvořil shluk oddělený od pojmu POVINNOST.

## 12.6 Výsledky a interpretace hodnot výzkumu, ZŠ Planá nad Lužnicí

Uvedené indikátory byly předloženy výběrovému souboru 8. třídy druhého stupně ( $n = 28$ ). Z výběru byli vyřazeni dva žáci pocházející z Ukrajiny a jeden žák s individuálním vzdělávacím plánem. Shluková analýza byla provedena pro vstupní (Obrázek 101) i výstupní hodnoty (Obrázek 102). Na základě analýzy dendrogramů byl u respondentů, kteří absolvovali výuku podpořenou experimenty s termokamerou, jako významný zjištěn přesun pojmu TERMOKAMERA.



Obrázek 101: ZŠ Planá nad Lužnicí, dendrogram vstupních hodnot.



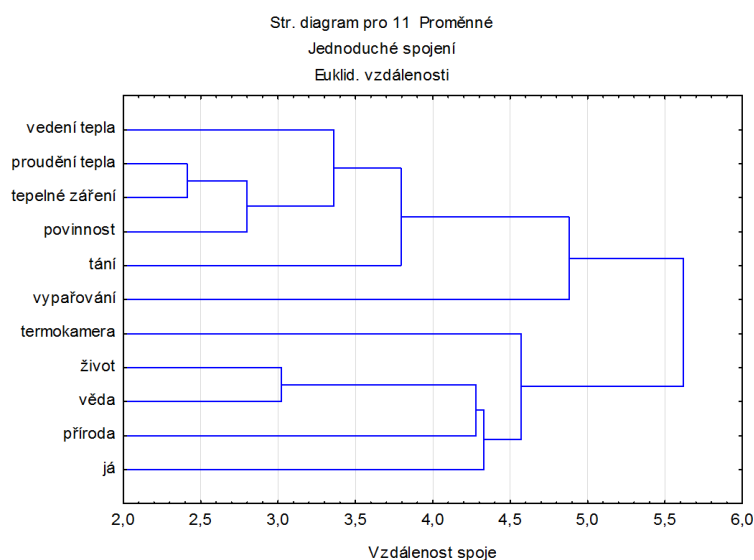
Obrázek 102: ZŠ Planá nad Lužnicí, dendrogram výstupních hodnot.

Přiblížení pojmu TERMOKAMERA k pojmu ŽIVOT a VĚDA lze vysvětlit tak, že respondenti začali vnímat tyto pojmy jako navzájem si podobnější. To lze interpretovat i tak, že respondenti si začali více uvědomovat, že se jedná o propojení jejich osobního života s vědou, jako celkem systematického způsobu racionálního a empirického poznávání skutečnosti, zaměřeného na spolehlivost výsledků a často i na možnosti aplikace.

Přiblížení pojmu z termokinetiky (VEDENÍ TEPLA, PROUDĚNÍ TEPLA a TEPELNÉ ZÁŘENÍ) lze vysvětlit tak, že respondenti začali vnímat tyto pojmy jako podobnější. To lze interpretovat tak, že respondenti si začali více uvědomovat souvislost jednotlivých způsobů šíření tepla, tedy způsobů přenosu energie.

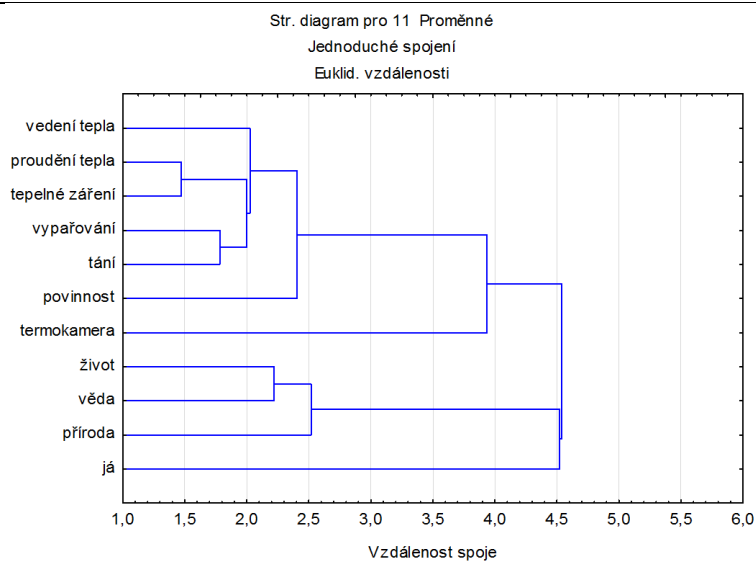
## 12.7 Výsledky a interpretace hodnot výzkumu, ZŠ Kovářov

Uvedené indikátory byly předloženy výběrovému souboru 8. třídy druhého stupně ( $n = 26$ ). Výběrový soubor byl exhaustivní. Stejně jako u předchozí skupiny byla provedena shluková analýza. Dendrogramy zobrazují vzájemnou podobnost vybraných pojmů ve vnímání dané skupiny respondentů před výukou (tj. v pretestu) (Obrázek 103) a po výuce (tj. v posttestu) (Obrázek 104).



Obrázek 103: ZŠ Kovářov, dendrogram vstupních hodnot.



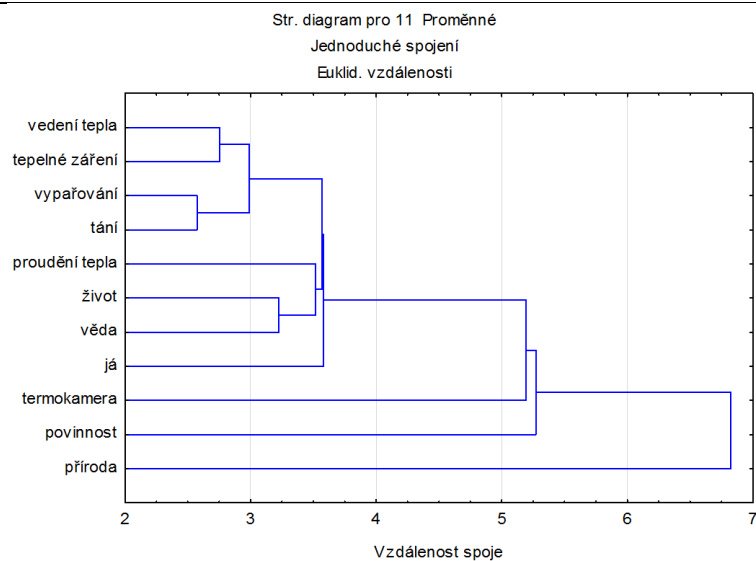


**Obrázek 104: ZŠ Kovářov, dendrogram výstupních hodnot.**

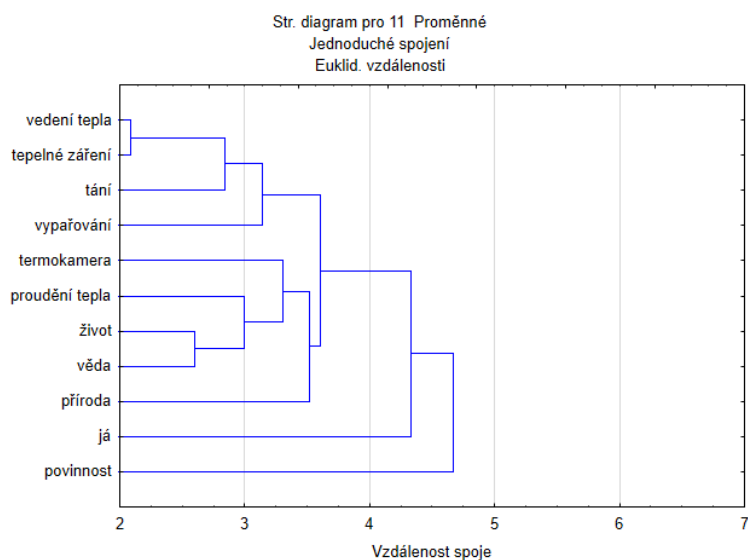
Přiblížení pojmu TÁNÍ a VYPAŘOVÁNÍ lze vysvětlit tak, že respondenti začali vnímat tyto pojmy jako podobnější. To lze interpretovat tak, že respondenti si začali více uvědomovat spojitost jednotlivých pojmů z fázových přechodů označujících skokovou změnu makroskopických vlastností termodynamického systému (fáze) při změně nějaké termodynamické proměnné.

## 12.8 Výsledky a interpretace hodnot výzkumu, ZŠ Chyšky

Uvedené indikátory byly předloženy výběrovému souboru 8. třídy druhého stupně ( $n = 24$ ). Výběrový soubor byl exhaustivní. Dendrogramy zobrazují vzájemnou podobnost vybraných pojmů ve vnímání dané skupiny respondentů před výukou (tj. v pretestu) (Obrázek 105) a po výuce (tj. v posttestu) (Obrázek 106).



**Obrázek 105: ZŠ Chyšky, dendrogram vstupních hodnot.**



**Obrázek 106: ZŠ Chyšky, dendrogram výstupních hodnot.**

V dendrogramu můžeme pozorovat oddálení pojmu POVINNOST od shluku pojmů termokinetiky a fázových přechodů. Zjištěnou změnu ve vnímání dotčených pojmů považujeme za splnění cíle použitého typu výuky. Tedy přiblížení vnímání fyzikálních pojmů ve spojitosti s reálným životem a přírodou a oddálení od povinnosti plynoucí ze spojení s výukou.

## 12.9 Testování platnosti hypotéz

Pro testování platnosti hypotéz bylo použito Studentova t-testu a pomocí statistického programu STATISTICA 12 Cz byly vypočítány signifikance p. Pro testování byla zvolena hladina významnosti  $p = 0,05$ .

1  $H_0$  – U vnímání pojmu TERMOKAMERA neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

1  $H_A$  – U vnímání pojmu TERMOKAMERA existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 0,0001$ .. lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu TERMOKAMERA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 1  $H_A$ .

2  $H_0$  – U vnímání pojmu VEDENÍ TEPLA neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

2  $H_A$  – U vnímání pojmu VEDENÍ TEPLA existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 0,00119$ . lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu VEDENÍ TEPLA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 2  $H_A$ .

3  $H_0$  – U vnímání pojmu PROUDĚNÍ TEPLA neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

3  $H_A$  – U vnímání pojmu PROUDĚNÍ TEPLA existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 8,9 \cdot 10^{-7}$  lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

---

Konstatování: U vnímání pojmu PROUDĚNÍ TEPLA **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 3  $H_A$ .

4  $H_0$  – U vnímání pojmu TEPELNÉ ZÁŘENÍ neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

4  $H_A$  – U vnímání pojmu TEPELNÉ ZÁŘENÍ existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 2,2 \cdot 10^{-7}$  lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu TEPELNÉ ZÁŘENÍ **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 4  $H_A$ .

5  $H_0$  – U vnímání pojmu TÁNÍ neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

5  $H_A$  – U vnímání pojmu TÁNÍ existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 0,0001$  lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  je odmítnuta nulová hypotéza a je přijata hypotéza alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu TÁNÍ **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 5  $H_A$ .

6  $H_0$  – U vnímání pojmu VYPAŘOVÁNÍ neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

6  $H_A$  – U vnímání pojmu VYPAŘOVÁNÍ existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu.

Na základě vypočítané hodnoty signifikance  $p = 7,3 \cdot 10^{-7}$  lze konstatovat, že na hladině významnosti  $p = 0,05$  odmítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní.

Konstatování: U vnímání pojmu VYPAŘOVÁNÍ **existuje** statisticky významný rozdíl mezi hodnocením na vstupu a výstupu. Byla tedy potvrzena platnost hypotézy 6  $H_A$ .

### **12.10 Diskuze výsledků**

Celkově bylo osloveno 225 respondentů. Výuka založená na experimentech podporovaných termokamerou se zdá být poměrně efektivní, neboť u žáků, kteří ji absolvovali, došlo k posunům ve vnímání těch oblastí problematiky termokinetiky a fázových přechodů, na něž byla výuka zaměřena. Efektivitu této metody však mohlo negativně ovlivnit to, že žáci pomocí této metody nejsou zvyklí pracovat. Nicméně při interview s učiteli, u kterých k výzkumu docházelo, bylo dbáno na jednotný styl výuky spočívající na frontální výuce spojené s experimentováním.

---

## Závěr

V rámci disertační práce byl popsán a definován význam spojení slov Multimediální výuka v současné době. V závislosti na definici byla vytvořena sada doplňků pro výuku v podobě 3D modelů do knihovny aplikace Corinth Classroom, videonahrávek experimentů, videořešení fyzikálních úloh a metodických materiálů pro práci s experimenty podporovanými termokamerou. V souvislosti s experimenty podporovanými termokamerou byla nastíněna oblast termografie společně se základním rozlišením infračervených kamer. Na základě zkoumání současného stavu řešení tématu byly stanoveny cíle a hypotézy.

Výzkumné hypotézy byly ověřeny pomocí metody sémantického diferenciálu. Metoda sémantického diferenciálu byla popsána společně s koncepcí multimediální výuky a kognitivní teorií učení.

Pro potřeby sběru dat a jejich zpracování byla definována bipolární adjektiva ke konstruktům hodnocení, aktivity a potence. Po ověření validity a reliability měření byl sestaven záznamový list pro posuzování vybraných pojmů. Výsledky byly statisticky analyzovány v programu STATISTICA 12 Cz a interpretovány.

V rámci šetření bylo prokázáno, že implementace termokamery ve vybraných tématech z oboru termiky přináší pozitivní změny v postoji žáků k výuce.

---

## Seznam literatury

ALTMANOVÁ, Jitka a HAUSENBLAS, Ondřej. *Čtenářská gramotnost ve výuce*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, 2011. ISBN 978-80-87000-71-7.

ASTARIA, Tommaso, CARDONE, Giuseppe a Carlomagno, GIOVANNI Maria. *A survey on infrared thermography for convective heat transfer measurements*. Napoli: Università degli Studi di Napoli "Federico II", Dipartimento di Energetica, Termofluidodinamica Applicata e Condizionamenti Ambientali (DETEC), 2001. doi:10.1016/S0030-3992(00)00086-4.

BLAHUŠ, Petr. *Faktorová analýza a její zobecnění*. Praha: SNTL, 1985. ISBN 0-415-37410-3.

BLAŽEK, Radek a PŘÍHODOVÁ, Silvie. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015: Národní zpráva: Přírodovědná gramotnost*. Praha: Česká školní inspekce.

BRADBURY, Andrew a [PŘEKLAD MARTINA CHALUPOVÁ]. *Jak úspěšně prezentovat a přesvědčit*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 8025116220.

Corinth s.r.o. *Kdo jsme*. Corinth Classroom. [Online] 2014. [Citace: 17. 4 2016.] <http://www.ecorinth.com/>.

ČÁP, Jan a Jiří MAREŠ. *Psychologie pro učitele*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-273-7.

DALE, Edgar. *Audiovisual Methods in Teaching*. New York: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston, 1969.

DRIGGERS, G. Ronald, FRIEDMAN, H. Melvin a NICHOLS, Jonathan. *Introduction to Infrared and Electro-optical Systems*. Boston: Artech House, 2012. str. 583. ISBN 1608071006.

DVOŘÁK, Leoš. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?: příručka pro učitele*. Praha: Matfyzpress, 2008. ISBN 978-80-7378-057-9.

ERHART, Jiří. *Piezoelektrické "chytré" materiály pro elektrotechniku*. PZT keramika. 2002.

---

FERJENČÍK, Ján. *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: jak zkoumat lidskou duši*. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-367-6.

FIALA, Martin. *Měření hluku a vibrací zvukoměrem*. [Online] 2014. [http://acoust.feld.cvut.cz/teach/uak\\_files/uloha1.pdf](http://acoust.feld.cvut.cz/teach/uak_files/uloha1.pdf).

GALBREATH, Jeremy. *www.researchgate.net. Research Gate*. [Online] 1992. [https://www.researchgate.net/publication/234615150\\_The\\_Educational\\_Buzzword\\_of\\_the\\_1990s\\_Multimedia\\_or\\_Is\\_It\\_Hypermedia\\_or\\_Interactive\\_Multimedia\\_or](https://www.researchgate.net/publication/234615150_The_Educational_Buzzword_of_the_1990s_Multimedia_or_Is_It_Hypermedia_or_Interactive_Multimedia_or).

GLOGAROVÁ, Milada. *Kapalné krystaly*. Fyzikální ústav Akademie věd ČR - Kapalné krystaly. [Online] Fyzikální ústav Akademie věd ČR, 2014. [Citace: 16. 02 2016.] <http://emf-9.fzu.cz/lidi/glogarova/kapkrystaly/Kap-krystHTML2.htm>.

Google Play. *Aplikace pro Android* [online]. 2015 [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/search?q=pedometr&c=apps&hl=cs>.

HAGLUND, Jesper, Fredrik JEPPSON, Emil MELANDER, Ann-Marie PENDRILL, Charles XIE a Konrad J. SCHÖNBORN. *Infrared cameras in science education*. *Infrared Physics & Technology*. 2016, 75 (March), 150-152.

HAGLUND, Jesper, Fredrik JEPPSON, David HEDBERG a Konrad SCHÖNBORN. *Thermal cameras in school laboratory activities*. *Physics Education*. 2015, 50(4), 424-430.

HALÁKOVÁ, Zuzana, PROKŠA, Miroslav a ŽOTANIOVÁ, Katarína. *Efektívnosť použitia prvkov vizualizácie v učebných úlohách z chémie*. *Chemické rozhľady*. 2004, roč. 5, č. 4, s. 246-252. ISSN 1335-8391.

HAMLIN, J. Scott. *Grafika, animace - kouzla na Webu*. Brno: UNIS Publishing, 2000. ISBN 80-86097-45-5.

HAMPACHEROVÁ, Monika. *Nová média jako nástroj motivace studentů*. [editor] Ph.D. Mgr. Vít Šisler. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Filozofická fakulta, Ústav informačních studií a knihovnictví., 2013.



---

HAYNES, William M. *RC handbook of chemistry and physics: a ready-reference book of chemical and physical data*. [editor] Boca Raton. místo neznámé: CRC Press, 2011. ISBN 1-4398-5511-0.

HEGARTY, Mary. *Mental Animation: Inferring Motion from Static Displays of Mechanical Systems*. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1992, Vol. 18, No. 5, pp. 1084-1102. ISSN 0278-7393.

HENDERSON, Roy. *Wavelength considerations*. *Wavelength Considerations*. [Online] 28. 10 2007. [Citace: 11. 2 2016.] [http://info.tuwien.ac.at/iflt/safety/section1/1\\_1\\_1.htm](http://info.tuwien.ac.at/iflt/safety/section1/1_1_1.htm).

HEŘMAN, Petr. *Dělení termografie*. WikiSkripta, projekt sítě lékařských fakult MEFANET. [Online] 2. Lékařská fakulta, Univerzita Karlova, 26. 11 2015. [Citace: 12. 02 2016.] ISSN 1804-6517.

HLADKÁ, Eva a FOUSEK, Jan. *Základy IT gramotnosti*. Multimédia. [Online] Fakulta informatiky, Masarykova univerzita, 2016. <http://www.fi.muni.cz/~xfous/PBIT/Multim%C3%A9dia.html>.

HLAVÁČEK, Lukáš. *Statická a dynamická vizualizace ve výuce fyziologie*. Olomouc, 2012. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta, Ústav pedagogiky a sociálních studií. Vedoucí práce Ivana Fellnerová.

HÖFER, Gerhard, Zdeněk PŮLPÁN a Emanuel SVOBODA. *Výuka fyziky v širších souvislostech - názory žáků: výzkumná zpráva o výsledcích dotazníkového řešení*. V Plzni: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-436-8.

HUBÁLOVSKÝ, Štěpán. *Teorie systémů, modelování a simulace*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2011. Recenzované monografie. ISBN 978-80-7435-158-7.

HUBEŇÁK, Josef. *Přímé měření rychlosti zvuku*. [editor] CSc. doc. RNDr. Oldřich Lepil. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 2001. Veletrh nápadů učitelů fyziky.

---

HUDÍNEK, Karel, *Operační systémy pro mobilní zařízení*. Praha, 2014. Bakalářská práce. Bankovní institut vysoká škola. Vedoucí bakalářské práce Jiří Rezler.

CHRÁSKA, Miroslav. *Jaké jsou postoje žáků a studentů ke škole a edukační realitě?* Praha: Pedagogika, 1998. ISSN 0031-3815.

CHRÁSKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1369-4.

CHRÁSKA, Miroslav. *Metody sběru a statistického vyhodnocování dat v evaluačních pedagogických výzkumech*. Praha: Votobia, 2003. ISBN 80-7220-164-6.

CHORLEY, Richard J. a Peter HAGGETT. *Socio-economic models in geography*. London: Methuen, 1968. ISBN 0416296300.

CHYLINSKI, Ryan A. *Time-Lapse Photography: A Complete Introduction to Shooting, Processing and Rendering Time-Lapse Movies with a Dslr Camera*. Pennsylvania: Cedar Wings Creative, 2012. str. 150. 9780985375713.

JANÁS, Josef a TRNA, Josef. *Konkrétní didaktika fyziky II*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2005. ISBN 978-802-1036-246.

JANÁS, Josef a TRNA, Josef. *Konkrétní didaktika fyziky*. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011, 87 s. ISBN 978-802-1054-738.

JUST, Vladimír. *Slovník floskulí: malá encyklopedie polistopadového newspeaku: klišé, slogany, hantýrky, tiky, partiové metafory, slovní smogy*. Praha: Academia, 2005. str. 214. ISBN 80-200-1365-2.

KALHOUS, Zdeněk a OBST, Otto. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2012. ISBN 80-7178-253-X.

KAPLAN, David A. *Bill Gates' favorite teacher*. Innovation in Education. [Online] 24. 8 2010. [http://archive.fortune.com/2010/08/23/technology/sal\\_khan\\_academy.fortune/index.htm](http://archive.fortune.com/2010/08/23/technology/sal_khan_academy.fortune/index.htm).

KAŠPAR, Emil. *Didaktika fyziky – obecné otázky*. Praha: SPN, 1978.

---

KHAN, Salman. *Need a tutor? YouTube videos await*. Education. [Online] 12. 11 2008. [Citace: 5. 5 2012.] [http://usatoday30.usatoday.com/news/education/2008-12-11-youtube-tutoring\\_N.htm](http://usatoday30.usatoday.com/news/education/2008-12-11-youtube-tutoring_N.htm).

KONAŘÍK, Marcel a AMBROŽOVÁ, Iva. *Termografie v tepelné technice, teoretické stanovení součinitele prostupu tepla*. Brno: TZB, 2012.

KOUPIL, Jan. *Multimediální podpora fyzikálního vzdělávání*. [editor] CSc. doc. RNDr. Leoš Dvořák. Praha: Katedra didaktiky fyziky, 2011.

KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Karolinum, 2002. ISBN 80-246-0350-0.

KŘIVÝ, Ivan a Evžen KINDLER. *Simulace a modelování 1*. Ostrava: Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, 2003.

KÜHL, Tim, SCHEITER, Katharina, GERJETS, Peter a GEMBALLA, Sven. *Can Differences in Learning Strategies Explain the Benefits of Learning from Static and Dynamic Visualizations?* Computers & Education. 2011, Vol. 56, pp. 176-187. ISSN 0360-1315.

KUSÁK, Radim. *Laboratorní práce s moderními technologiemi*. Plzeň: Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy Fakulty pedagogické ZČU v Plzni, 2013.

LAHODNÝ, Václav. *Několik poznámek k hluku s tónovými složkami*. Praha: Česká akustická společnost, 2008.

LEHMAN, Thomas, KASER, Andreas a REPGES, Rudolf. *A simple parametric equation for Fibre Masses Inspection of Industrial Images*. Image and Vision Computing. [Online] 1996. [http://ganymed.imib.rwthachen.de/deserno/ps-pdf/IVC\\_1997-15%283%29251-257.pdf](http://ganymed.imib.rwthachen.de/deserno/ps-pdf/IVC_1997-15%283%29251-257.pdf). ISSN 0262-8856..

LEPIL, Oldřich. *Didaktika fyziky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3297-7.

LÍBAL, Jan. *Využití termovizní kamery pro měření teploty elektrických strojů*. [editor] doc. Dr. Ing. Hana Kuchyňková. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky, 2009. str. 67.

LITOŠ, Pavel. *Termovize a infradetektory ve fyzice technologických procesů*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Nové technologie – výzkumné centrum, 2002.

LOWE, Richard K. *Constructing a Mental Representation from an Abstract Technical Diagram*. Learning and Instruction. 1993, Vol. 3, No. 3, pp. 157-179. ISSN 0959-4752.

Logman Dictionary of Contemporary English. *buzzword definition*. [Online] 11. 2 2016. <http://www.ldoceonline.com/dictionary/buzzword>.

LYSENKO, Vladimír. *Detektory pro bezdotykové měření teplot - 2. díl edice Senzory neelektrických veličin*. 1. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 8073001802.

MAJOCCHI, Gio Alessandro. *Annali di fisica, chimica e matematiche*. Princeton: Dalla Società tipografica de' classici italiani, Princetonská univerzita, 1843.

MANDÍKOVÁ, Dana a GLÜCKSMANNOVÁ, Helena. *Analýza dat z mezinárodních výzkumů TIMSS a PISA – metody výuky*. Praha: Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta UK v Praze, 2007.

MANDÍKOVÁ, Dana a HOUFKOVÁ, Jitka. *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti: Utváření kompetencí žáků na základě zjištění šetření PISA 2009*. 2012. Praha: Česká školní inspekce, 2012. ISBN 978-80-905370-1-9.

MARŠÁLOVÁ, Libuša a MIKŠÍK, Oldřich. *Metodológia a metódy psychologického výskumu*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1990. ISBN 80-08-00019-8.

MATYS, Jaroslav. *Fyzikální měření pomocí mobilního telefonu*. [editor] Vladimír Vochozka. České Budejovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2016.

MAYER, Richard E. a ANDERSON, Richard B. *Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis*. místo neznámé: Journal of Educational Psychology, 1991. ISSN: 0022-0663.

---

MAYER, Richard E. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0-521-54751-2.

MAYER, Richard. *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press, 2011. str. 210. ISBN: 0-521-78749-1.

MECHLOVÁ, Erika. *Didaktika fyziky 1*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, 2004. ISBN 80-704-2982-8.

MECHLOVÁ, Erika a KOŠTÁL, Karel. *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*. Prah: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-151-5.

Microsoft, Corporation. Microsoft app store. *Corinth Classroom*. [Online] 2016. [Citace: 17. 4 2016.] <https://www.microsoft.com/en-us/store/apps/corinth-classroom-lite/9nblggh10r3v>.

MIKOŠEK, Milan. *Technologie tvorby a využívání didaktických prostředků ve vzdělávání dospělých: [studijní materiály pro distanční kurz Lektor vzdělávání dospělých]*. Ostrava: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, 2003. Systém celoživotního vzdělávání Moravskoslezska. ISBN 80-7042-934-8.

MIOVSKÝ, Michal. *Kvalitativní přístup a metody v psychologickém výzkumu*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1362-4.

MORENO, Roxana a MAYER, Richard. *Special Issue on Interactive Learning Environments*. místo neznámé: Springer Science + Business Media, 2007. Sv. Interactive Multimodal Learning Environments.

NAKONEČNÝ, Milan. *Encyklopedie obecné psychologie*. Praha: Academia, 1997. ISBN 80-200-0625-7.

NOVOTNÝ, Michal. *Zhodnocení zvukoměrů firmy Brüel a Kjaer a jejich použití v praxi*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky, 2011.

---

NOVÝ, Ivan a BEDRNOVÁ, Eva. *Psychologie a sociologie řízení*. Praha: Management Press, 1998. ISBN 80-85943-57-3.

OSGOOD, Charles E., SUCI, George J. a TANNENBAUM, Percy H. *The Measurement of Meaning*. Urbana, Illinois: University of Illinois Press, 1957.

OUJEZDSKÝ, Aleš a KOSTOLÁNYOVÁ, Kateřina. *Audiovizuální prostředky*. České Budějovice: Scientifik Pedagogical Publishing, 2006. Pedagogický software. ISBN 80-85645-56-4 .

OVERLEY, Mathew S. Understanding the Three Types of Infrared Cameras. *Infrared Imaging: Critical Tools for Critical Times*. [Online] 2009. [Citace: 13. 2 2016.]  
<http://www.facilitiesnet.com/equipmentrentaltools/article/Understanding-the-Three-Types-of-Infrared-Cameras-Facility-Management-Equipment-Rental-Tools-Feature--10652>.

PALEČKOVÁ, Jana. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2007. ISBN 978-80-211-0541-6

PAVELEK, Milan, JANOTKOVÁ, Eva a ŠTĚTINA, Josef. *Vizualizační a optické měřicí metody*. [Online] Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství - Energetický ústav, Odbor termomechaniky a techniky prostředí, 2007.

PELIKÁN, Jiří. 1998. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-569-8.

PISKAČ, Václav. *Low-cost hi-tech*. [editor] CSc. prof. RNDr. Emanuel Svoboda a CSc. doc. RNDr. Leoš Dvořák. Praha: JČMF, 2002. Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. stránky <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/07-16-Piskac.html>. ISBN 80-7196-254-6.

POSPÍŠIL, Jaroslav a MICHAL, Stanislav. *Multimediální slovník*. Olomouc: Rubico, 2014. str. 183. 80-7346-019-X.

PRŮCHA, Jan, WALTEROVÁ, Eliška a MAREŠ, Jiří. *Pedagogický slovník*. 3. Praha: Portál, 2001. str. 322. ISBN 80-7178-579-2.

---

ROGALSKI, Antoni. *History of infrared detectors*. Warsaw, Poland: Institute of Applied Physics, Military University of Technology, 2012.

RVP ZV. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha, Česká republika, Česká republika: MŠMT, 2013.

RVP ZV. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha, Česká republika, Česká republika: MŠMT, 2016.

SEDLÁŘ, Martin, STAFFA, Erik a Vojtěch, MORNSTEIN. *Zobrazovací metody využívající neoinizující záření*. 1. Brno: Masarykova univerzita, 2014. ISBN 978-80-210-7156-8.

SVOBODA, Emanuel. DF - Metodika řešení. *Metodika řešení fyzikálních úloh*. [Online] 2007. [https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/didaktika/DF\\_RES\\_ULOH.pdf](https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/didaktika/DF_RES_ULOH.pdf).

SVOBODA, Emanuel a Růžena KOLÁŘOVÁ. *Didaktika fyziky základní a střední školy: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006, 230 s. ISBN 80-246-1181-3.

ŠTAJNRT, Pavel. Práce s termokamerou. *Digitální knihovna SPŠ stavební Opava*. [Online] 1, 25. 11 2014. [Citace: 13. 2 2016.]

[http://dk.spsopava.cz:8080/docs/pdf/stavebni\\_laborator/termokamera/Prace\\_s\\_termokamerou.pdf](http://dk.spsopava.cz:8080/docs/pdf/stavebni_laborator/termokamera/Prace_s_termokamerou.pdf).

ŠTÁVA, Radek. *Bezdotykové měření povrchových teplot při obrábění*. [editor] Ph.D. Ing. Aleš Polzer. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. str. 65.

TESAŘ, Jiří a JÁCHIM, František. *Fyzika 2 pro základní školu: síla a její účinky, pohyb těles*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7235-381-1.

TESAŘ, Jiří a JÁCHIM, František. *Fyzika 3 pro základní školu: světelné jevy, mechanické vlastnosti látek*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2009. ISBN 978-80-7235-418-4.

TESAŘ, Jiří a JÁCHIM, František. *Fyzika 5 pro základní školu: energie*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2011. ISBN 978-80-7235-491-7.

---

TESAŘ, Jiří. *Termografie v plazmových a laserových technologiích*. [editor] doc. Ing. Milan Honner Ph.D. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra fyziky, 2014.

TROJOVSKÝ, Pavel. *Porovnání operačních systémů na mobilních zařízeních (smartphonech, tabletech)*. Hradec Králové, 2015. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce Ing. Mgr. Josef Šedivý, Ph.D. 55 s.

TUREK, Ivan. *Učebné štýly a rozvoj schopností žiakov učiť sa*. Banská Bystrica: MPC, 2002. ISBN 80-8041-423-8

VACHEK, Jaroslav a LEPIL, Oldřich. *Modelování a modely ve vyučování fyzice*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 1980.

VAŠŤATKOVÁ, Jana a CHVÁL, Martin. *K využití sémantického doferenciálu při autoevaluaci školy*. Praha: Orbis scholae, 2010. ISSN 1802-4637.

VLČEK, Lukáš. *Mobilní technologie a jejich využití ve výuce*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, 2007.

WALCOTT, Charles D. *Biographical memoir of Samuel Pierpont Langley*. City of Washington: The National Academy of Sciences, 1912.

WordNet. *WordNet a lexical database for English*. [Online] Princeton University, 11. 2 2016. <https://wordnet.princeton.edu/>.

XIE, Charles a Edmund HAZZARD. *Infrared Imaging for Inquiry-Based Learning*. The Physics Teacher. 2011, 49(6), 368-372. ISSN 0031-921X.

XIE, Charles. *Visualizing Chemistry with Infrared Imaging*. Journal of chemical education. The American Chemical Society and Division of Chemical Education, Inc., 2011, 88(7), 881-885. DOI: 10.1021/ed1009656

ZHANG, Zhuomin, TSAI, Benjamin a MACHIN, Graham. *Radiometric temperature measurements*. Atlanta: George W. Woodruff School of Mechanical Engineering, Georgia Institute of Technology, 2009. str. 480. ISBN 9780123750914.



## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: POHLED NA ZMĚNY VE VÝSLEDČÍCH ŽÁKŮ V ZEMÍCH OECD, A TO OD ROKU 2006. (BLAŽEK & PŘÍHODOVÁ, 2016).....	10
OBRÁZEK 2: VÝSLEDKY NA DÍLČÍCH ŠKÁLÁCH PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOSTI VE VYBRANÝCH ZEMÍCH. (BLAŽEK & PŘÍHODOVÁ, 2016).....	11
OBRÁZEK 3: MNOŽSTVÍ PODNĚTŮ, KTERÉ SI JE ČLOVĚK SCHOPEN ZAPAMATOVAT. (BRADBURY & CHALUPOVÁ, 2007).....	13
OBRÁZEK 4: POROVNÁNÍ SCHOPNOSTI VYBAVIT SI OBSAH VÝUKY PO TŘECH HODINÁCH A TŘECH DNECH. (KALHOUS & OBST, 2012).....	14
OBRÁZEK 5: POROVNÁNÍ ZAPOJENÍ SMYSLOVÝCH RECEPTORŮ V BĚŽNÉM ŽIVOTĚ A V BĚŽNÉ VYUČOVACÍ HODINĚ. (KALHOUS & OBST, 2012).....	14
OBRÁZEK 6: KUŽEL VYJADŘUJE STUPNĚ ABSTRAKCE PŘI VYUŽITÍ RŮZNÝCH DIDAKTICKÝCH PROSTŘEDKŮ (CELKEM 11 MOŽNOSTÍ PŘIBLÍŽENÍ DANÉHO POJMU VE VÝUCE) A DÁVÁ TAK NA VÝBĚR ŘADU POSTUPŮ, KTERÉ LZE VE VÝUCE UPLATŇOVAT. (DALE, 1969).....	16
OBRÁZEK 7: MODEL KOGNITIVNÍ TEORIE MULTIMEDIÁLNÍHO UČENÍ. (MAYER, 2011).....	18
OBRÁZEK 8: SCHÉMA MODELU KOGNITIVNÍ TEORIE MULTIMEDIÁLNÍHO UČENÍ. (MORENO & MAYER, 2007).....	18
OBRÁZEK 9: PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ OBLASTI FYZIKA. ....	27
OBRÁZEK 10: PŘIBLÍŽENÝ ŘEZ MODELEM ANEROIDU.....	28
OBRÁZEK 11: A) CELKOVÉ ZOBRAZENÍ VODNÍHO TOKU S PLAVEBNÍ KOMOROU. B) BOČNÍ POHLED NA ŘEZ ZDYMADLEM S LODÍ NA HORNÍ HLADINĚ.....	29
OBRÁZEK 12: A) VYROVNÁNÍ HLADIN OTEVŘENÍM TUNELOVÉHO STAVIDLA. B) PO OTEVŘENÍ VRAT PLAVEBNÍ KOMORY LOĎ VPLULA DOVNITŘ.....	29
OBRÁZEK 13: A) POKLES HLADINY V PLAVEBNÍ KOMOŘE. B) OTEVŘENÍ VRAT PLAVEBNÍ KOMORY A VYPLUTÍ LODĚ. ....	30
OBRÁZEK 14: A) VÝCHOZÍ POHLED NA MODEL PLYNOVÉHO MĚCHÝŘE. B) ZOBRAZENÍ KOSTRY A PLYNOVÉHO MĚCHÝŘE PŘI VOLBĚ „MĚCHÝŘ“ Z KONTEXTOVÉHO MENU.....	30
OBRÁZEK 15: A) DETAIL UMÍSTĚNÍ MĚCHÝŘE. B) PŘÍČNÝ ŘEZ TĚLEM RYBY S ANIMACÍ ZMĚNY HLOUBKY. ....	30
OBRÁZEK 16: MODEL SPOJNÉ ČOČKY S ROVNOBĚŽNĚ DOPADAJÍCÍMI MONOCHROMATICKÝMI PAPRSKY.....	31
OBRÁZEK 17: DETAIL LOMU SVĚTLA NA ROZHRANÍ DVOU PROSTŘEDÍ S VYZNAČENÝMI KOLMICEMI A ÚHLY.....	31
OBRÁZEK 18: MODEL POSUVNÉHO MĚŘÍTKA. ....	32
OBRÁZEK 19: A) ANIMACE ODČÍTÁNÍ MĚŘENÉ HODNOTY S UMÍSTĚNÝM MĚŘENÝM TĚLESEM. B) DETAIL KOINCIDENCE S RYSKAMI.....	32
OBRÁZEK 20: VÝPOČET KONEČNÉ HODNOTY. ....	32
OBRÁZEK 21: A) VÝCHOZÍ POHLED NA MODEL RTUŤOVÉHO TEPLOMĚRU. B) DETAILNÍ POHLED NA SIMULOVANOU ANIMACI VNITŘNÍHO POHYBU ČÁSTIC. ....	33
OBRÁZEK 22: A) ROVINNÝ ŘEZ KAPESNÍ SVÍTLILNOU. B) SCHÉMA ZAPOJENÍ ELEKTRICKÉHO OBVODU POMOCÍ SYMBOLICKÝCH ZNAČEK. ....	33
OBRÁZEK 23: A) DETAIL CHODU SVĚTELNÝCH PAPRSKŮ Z VLÁKNA ŽÁROVKY. B) POHLED ZEPŘEDU NA VYBRANÉ PAPRSKY TVOŘÍCÍ SVĚTELNÝ KUŽEL A VÁLEC.....	34
OBRÁZEK 24: A) PRODLUŽOVACÍ KABEL ZNÁMÝ Z BĚŽNÉHO ŽIVOTA. B) ZOBRAZENÍ NITRA OBLASTI ZÁSUVK A VIDLICE. ....	34
OBRÁZEK 25: DETAIL KONTAKTŮ. ....	35
OBRÁZEK 26: A) SÍLY V OPAČNÉM SMĚRU O RŮZNÉ VELIKOSTI. B) SÍLY V OPAČNÉM SMĚRU O STEJNÉ VELIKOSTI.....	35
OBRÁZEK 27: DVĚ SÍLY VE STEJNÉM SMĚRU, KTERÉ SE SČÍTÁJÍ; TŘETÍ SÍLA V OPAČNÉM SMĚRU. ....	36
OBRÁZEK 28: A) TŘI POSTAVY S ODLIŠNOU STYČNOU PLOCHOU. B) ZVÝRAZNĚNÉ PLOCHY, NA KTERÉ PŮSOBÍ TLAKOVÁ SÍLA. ....	36
OBRÁZEK 29: RŮZNÁ DEFORMACE SNĚHOVÉ VRSTVY. ....	36
OBRÁZEK 30: BĚŽEC NA SILNICI OPATŘEN RETROREFLEXNÍM PROUŽKEM BĚŽÍCÍ OKOLO SMĚROVÉHO SLOUPKU. ....	37
OBRÁZEK 31: A) STRUKTURA ODRAZOVÉ ČÁSTI SMĚROVÉHO SLOUPKU. B) CHOD DVOU PAPRSKŮ V RETROREFLEKTORU. ....	37
OBRÁZEK 32: A) DETAIL VRSTVY MIKROSKOPICKÝCH KULIČEK. B) ODRAZ V NITRU SKLENĚNÉ KULIČKY.....	38
OBRÁZEK 33: A) ÚVODNÍ SCÉNA SE ZÁZNAMEM VÝCHOZÍ VÝŠKY $h_0$ . B) SNÍMEK S VYZNAČENÝMI VÝŠKAMI PO TŘECH ODRAZECH.....	42
OBRÁZEK 34: A) ZÁBĚR VÝCHOZÍ SITUACE NA KÁDINKU A VODU S POTRAVINÁŘSKÝM BARVIVEM. B) SITUACE S GRAFICKÝMI POPISY. ....	43
OBRÁZEK 35: A) DOPLNĚNÍ SITUACE O PŘÍMKA NAZNAČUJÍCÍ HLADINU V KÁDINCE. B) SROVNÁNÍ PŮVODNÍ POLOHY HLADINY A AKTUÁLNÍ POLOHY PO NAKLONĚNÍ KÁDINKY O JINÝ ÚHEL. ....	43
OBRÁZEK 36: V ZÁVĚRU ZÁZNAMU SE VRACÍ KÁDINKA DO PŮVODNÍHO STAVU VČETNĚ VODOROVNÉ HLADINY.....	44
OBRÁZEK 37: A) ZAHŘÁTÍ STOPY PŘI PSANÍ FIXEM. B) STOPA NÁPLNĚ FIXU PŘI VYPAŘOVÁNÍ.....	44
OBRÁZEK 38: A) SNÍH PŘI VENKOVNÍ TEPLOTĚ $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . B) PRAVÁ POLOVINA SNĚHU POSYPANÁ SOLÍ.....	46
OBRÁZEK 39: A) TEPLOTA SNĚHU PO 10 SEKUNDÁCH. B) TEPLOTA SNĚHU PO 60 SEKUNDÁCH.....	46
OBRÁZEK 40: A) ZABARVENÍ ČÁSTI OBJEMU VODY V MÍSTĚ DOPADU POTRAVINÁŘSKÉHO BARVIVA. B) VÝSLEDEK DIFÚZE ZA NĚKOLIK HODIN.....	47
OBRÁZEK 41: A) SCÉNA OBSAHUJÍCÍ DVA ZÁZNAMY V SOBĚ. V LEVÉM HORNÍM ROHU JE POHLED Z BOKU PRO PŘEDSTAVU, CO SE V EXPERIMENTU ODEHRÁVÁ. ZBYTKU ZÁBĚRU DOMINUJE DETAILNÍ POHLED NA VODNÍ HLADINU A ŠPIČKU ŠPENDLÍKU B) DETAIL ŠPENDLÍKU ZVEDAJÍCÍHO HLADINU VODY. ....	48

## Seznam obrázků a tabulek

OBRÁZEK 42: A) POHLED NA DVOJZVRATNOU PÁKU SESTAVENOU ZE SOUČÁSTÍ SOUPRAVY PRO MECHANIKU. B) ZAZNAMENÁNÍ VÝCHOZÍCH POLOH KONCE ZÁVAŽÍ. .....	49
OBRÁZEK 43: A) OZNAČENÍ NOVÝCH POLOH ZÁVAŽÍ A JEJICH ROZDÍLNÉ VÝŠKY $H_1$ A $H_2$ . B) ZÁZNAM DOPLNĚNÝ VÝPOČTEM PRÁCE NA LEVÉ STRANĚ PÁKY. ....	49
OBRÁZEK 44: ZÁVĚREČNÝ SNÍMEK S VÝPOČTEM PRÁCE NA OBOU RAMENECH PÁKY. ....	49
OBRÁZEK 45: A) ZADÁNÍ PŘÍKLADU S ILUSTRAČNÍ FOTOGRAFIÍ. B) VYZNAČOVÁNÍ DŮLEŽITÝCH ČÁSTÍ ZADÁNÍ A JEJICH SOUBĚŽNÝ ZÁPIS. ....	53
OBRÁZEK 46: A) ZÁPIS VELIČIN VČETNĚ POTŘEBNÝCH PŘEVODŮ. B) ZÁPIS VZTAHU, DOSAZENÍ A VÝPOČET HLEDANÉ HODNOTY VELIČINY. ....	54
OBRÁZEK 47: A) VYZNAČOVÁNÍ DŮLEŽITÝCH ČÁSTÍ ZADÁNÍ A JEJICH SOUBĚŽNÝ ZÁPIS. ZÁPIS VELIČIN VČETNĚ POTŘEBNÝCH PŘEVODŮ. B) ZÁPIS VZTAHU A ČÁSTEČNÉ DOSAZENÍ. ....	54
OBRÁZEK 48: A) VÝCHOZÍ POHLED NA ZADÁNÍ PŘÍKLADU S NÁKRESEM SITUACE. B) FÁZE ANALYTICKÁ, KDY JE ROZLIŠENO O JAKÉ TYPY KLADEK SE JEDNÁ. ....	55
OBRÁZEK 49: PŘÍKLAD, U KTERÉHO JE KLADEN DŮRAZ NA NÁČRTEK ŘEŠENÉ SITUACE. ....	55
OBRÁZEK 50: ŘEŠENÍ ÚLOHY Z GRAFU. ....	55
OBRÁZEK 51: UKÁZKA ŘEŠENÍ ÚLOHY Z FOTOGRAFIE REÁLNÉHO PŘEDMĚTU. ....	56
OBRÁZEK 52: DEMOGRAFICKÉ ÚDAJE NÁSTROJE ANALYTICS YOUTUBE KANÁLU. ....	56
OBRÁZEK 53: A) SOUND METER B) BEST SOUND METER C) HLUKOMĚR D) ZVUKOMĚR LITE. ....	57
OBRÁZEK 54: A) ZVUKOVÁ STOPA V AUDACITY. B) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ USPOŘÁDÁNÍ EXPERIMENTU. ....	58
OBRÁZEK 55: ODCHYLKA BEST METER VE SROVNÁNÍ S LUTRON SL-4011. ....	59
OBRÁZEK 56: A) ODCHYLKA ZVUKOMĚRU LITE S KOREKCI (50 dB) VE SROVNÁNÍ S LUTRON SL-4011. B) ODCHYLKA ZVUKOMĚRU LITE BEZ KOREKCE VE SROVNÁNÍ S LUTRON SL-4011. ....	60
OBRÁZEK 57: SOUHRNNÉ VÝSLEDKY MĚŘENÝCH APLIKACÍ V TELEFONU SONY XPERIA Z1 V KONFRONTACI S LABORATORNÍMI LUXMETRY. ....	61
OBRÁZEK 58: MĚŘENÍ ODCHYLKY INTENZITY OSVĚTLENÍ NA VZDÁLENOSTI OD SVĚTELNÉHO ZDROJE POMOCÍ APLIKACE LIGHT METER; LG E960 - NEXUS 4. ....	61
OBRÁZEK 59: MĚŘENÍ ODCHYLKY INTENZITY OSVĚTLENÍ NA VZDÁLENOSTI OD SVĚTELNÉHO ZDROJE POMOCÍ APLIKACE LIGHT METER; LENOVO P70 - A. ....	62
OBRÁZEK 60: MĚŘENÍ ODCHYLKY OD VYPOČTENÉ HODNOTY V ZÁVISLOSTI NA ÚHLU NATOČENÍ POMOCÍ APLIKACE LIGHT METER; SONY XPERIA Z5. ....	63
OBRÁZEK 61: APLIKACE KROKOMĚR PRO ZDRAVOTNÍ PÉČI (MOBILE HEALTH CARE), PEDOMETR (TAYUTAU), PEDOMETR (RUNTASTIC) A EPP – POMÁHEJ POHYBEM (NADACE ČEZ). ....	64
OBRÁZEK 62: NERADIOMETRICKÝ TERMOGRAM TEPELNÉHO OTISKU PLOSKY CHODIDLA. ....	69
OBRÁZEK 63: VARNÁ KONVICE JEDNU MINUTU PO UVEDENÍ VODY K VARU S ODPOVÍDAJÍCÍ TEPLOTNÍ ŠKÁLOU. MŮŽEME POZOROVAT OHŘÁTÍ PŘÍVODNÍHO KABELU A RUKOJETI KONVICE (OBSAHUJÍCÍ BIMETALOVÝ SPÍNAČ). ....	70
OBRÁZEK 64: PALETY POUŽÍVANÉ V TERMOGRAMECH. VLEVO PALETA ŽELEZO, UPROSTŘED STUPNĚ ŠEDI A VPRAVO DUHA Z PROGRAMU GUIDE IRANALYSER. ..	71
OBRÁZEK 65: BLOKOVÉ SCHÉMA BEZDOTYKOVÉHO TEPLOMĚRU. ....	71
OBRÁZEK 66: SCHÉMA SENZORU S TERMOČLÁNKOVOU BATERIÍ. (LÍBAL, 2009) .....	73
OBRÁZEK 67: SCHÉMA BOLOMETRICKÉHO DETEKTORU. (TESAŘ, 2014) .....	74
OBRÁZEK 68: SCHÉMA MATICE MIKROBOLOMETRŮ. (LÍBAL, 2009) .....	74
OBRÁZEK 69: SCHÉMA MIKROBOLOMETRICKÉHO DETEKTORU. (TESAŘ, 2014) .....	74
OBRÁZEK 70: SCHÉMA PYROELEKTRICKÉHO SENZORU. (DRIGGERS, ET AL., 2012) .....	75
OBRÁZEK 71: INFORMACE O NASTAVENÍ TERMOKAMERY. ....	77
OBRÁZEK 72: INFORMAČNÍ BOX O POMŮCKÁCH NEZBYTNÝCH K DEMONSTRACI. ....	77
OBRÁZEK 73: DETAIL SESTAVENÉ APARATURY K MĚŘENÍ. ....	77
OBRÁZEK 74: DOPLŇUJÍCÍ TABULKA S HODNOTAMI MĚŘENÉ FYZIKÁLNÍ VELIČINY. ....	78
OBRÁZEK 75: TERMOGRAM S JEHO INTERPRETACÍ. ....	78
OBRÁZEK 76: INFORMAČNÍ BOX O POMŮCKÁCH NEZBYTNÝCH K DEMONSTRACI. ....	79
OBRÁZEK 77: DETAIL DEFORMACE POLYSTYRENOVÉHO TÁCKU. ....	79
OBRÁZEK 78: TERMOGRAM S JEHO INTERPRETACÍ. ....	79
OBRÁZEK 79: INFORMAČNÍ BOX O POMŮCKÁCH NEZBYTNÝCH K DEMONSTRACI. ....	80
OBRÁZEK 80: TERMOGRAM S JEHO INTERPRETACÍ. ....	80
OBRÁZEK 81: TERMOGRAM DETAILU MAZACÍ GUMY S JEHO INTERPRETACÍ. ....	81
OBRÁZEK 82: INFORMAČNÍ BOX O POMŮCKÁCH NEZBYTNÝCH K DEMONSTRACI. ....	81
OBRÁZEK 83: TERMOGRAM S JEHO INTERPRETACÍ. ....	82

OBRÁZEK 84: DOPLŇUJÍCÍ TERMOGRAM S JEHO INTERPRETACÍ, UPOZORŇUJÍCÍ NA MOŽNÉ VÝSKYTY ANOMALIÍ OPROTI PŘEDCHOZÍMU IDEÁLNÍMU ZOBRAZENÍ POVRCHOVÉ TEPLoty .....	82
OBRÁZEK 85: ANALÝZA VSTUPU POJMU TERMOKAMERA NA ÚROVNI JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK.....	92
OBRÁZEK 86: ANALÝZA VÝSTUPU POJMU TERMOKAMERA NA ÚROVNI JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK. ....	93
OBRÁZEK 87: POROVNÁNÍ VNÍMÁNÍ VÝZNAMU FYZIKÁLNÍCH POJMŮ A TERMOKAMERY. ....	93
OBRÁZEK 88: DENDROGRAM VSTUPNÍCH HODNOT. ....	94
OBRÁZEK 89: DENDROGRAM VÝSTUPNÍCH HODNOT.....	95
OBRÁZEK 90: ROZLOŽENÍ POJMŮ V ŘEZU FAKTOR HODNOCENÍ × FAKTOR POTENCE; VSTUP. ....	95
OBRÁZEK 91: ROZLOŽENÍ POJMŮ V ŘEZU FAKTOR HODNOCENÍ × FAKTOR POTENCE; VÝSTUP.....	96
OBRÁZEK 92: ZOBRAZENÍ POLOHY POJMŮ TERMOKAMERA VSTUP A TERMOKAMERA VÝSTUP V SÉMANTICKÉM PROSTORU.....	97
OBRÁZEK 93: ANALÝZA VSTUPU POJMU TERMOKAMERA NA ÚROVNI JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK.....	100
OBRÁZEK 94: ANALÝZA VÝSTUPU POJMU TERMOKAMERA NA ÚROVNI JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK. ....	101
OBRÁZEK 95: POROVNÁNÍ VNÍMÁNÍ VÝZNAMU FYZIKÁLNÍCH POJMŮ A TERMOKAMERY. ....	101
OBRÁZEK 96: PREZENTUJE ŘEZ URČENÝ FAKTOREM HODNOCENÍ A FAKTOREM POTENCE. ....	102
OBRÁZEK 97: ANALÝZA VSTUPU POJMU TERMOKAMERA NA ÚROVNI JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK.....	103
OBRÁZEK 98: POROVNÁNÍ VNÍMÁNÍ VÝZNAMU FYZIKÁLNÍCH POJMŮ A TERMOKAMERY. ....	103
OBRÁZEK 99: ANALÝZA VÝSTUPU POJMU TERMOKAMERA NA ÚROVNI JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK. ....	104
OBRÁZEK 100: PREZENTUJE ŘEZ URČENÝ FAKTOREM HODNOCENÍ A FAKTOREM POTENCE. ....	104
OBRÁZEK 101: ZŠ PLANÁ NAD LUŽNICÍ, DENDROGRAM VSTUPNÍCH HODNOT.....	105
OBRÁZEK 102: ZŠ PLANÁ NAD LUŽNICÍ, DENDROGRAM VÝSTUPNÍCH HODNOT. ....	105
OBRÁZEK 103: ZŠ KOVÁŘOV, DENDROGRAM VSTUPNÍCH HODNOT. ....	106
OBRÁZEK 104: ZŠ KOVÁŘOV, DENDROGRAM VÝSTUPNÍCH HODNOT.....	107
OBRÁZEK 105: ZŠ CHYŠKY, DENDROGRAM VSTUPNÍCH HODNOT. ....	108
OBRÁZEK 106: ZŠ CHYŠKY, DENDROGRAM VÝSTUPNÍCH HODNOT.....	108

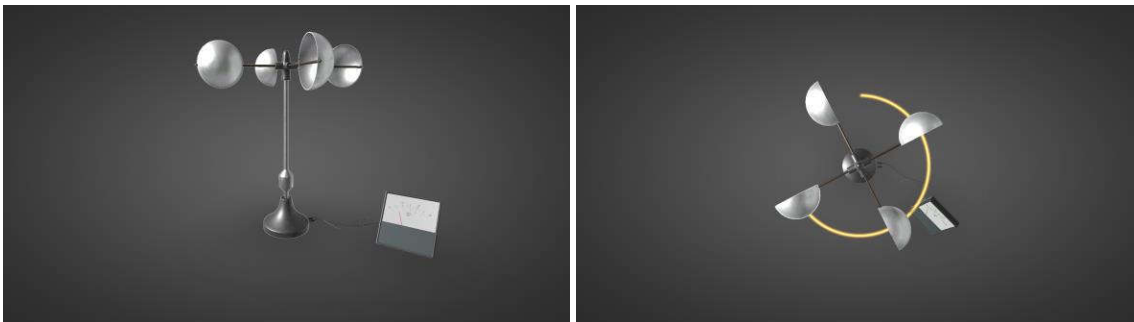
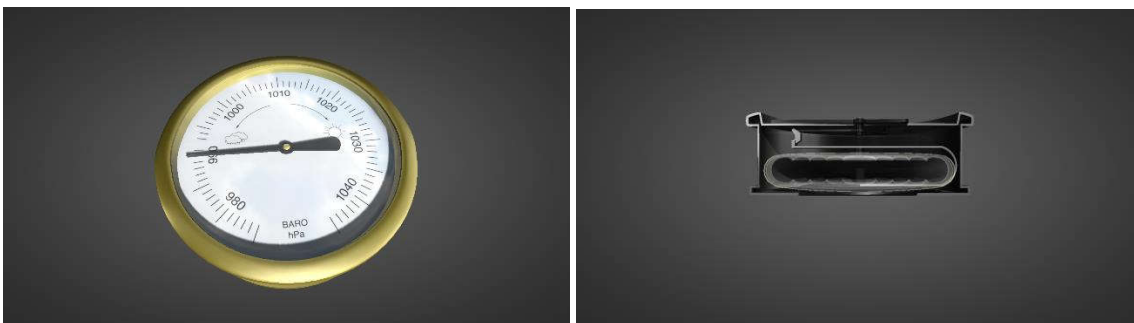
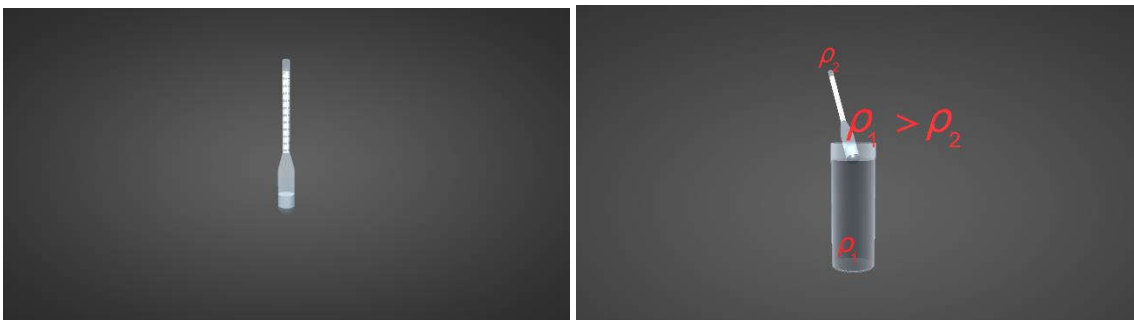
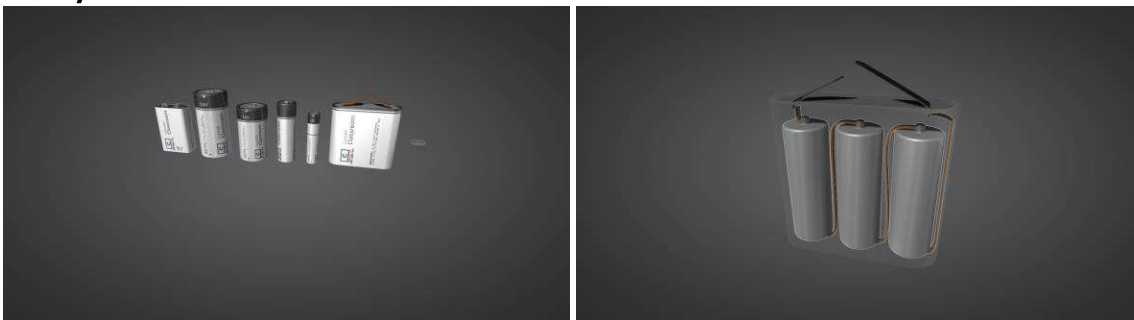
## Seznam tabulek

TABULKA 1: POŘADÍ OBLÍBENOSTI JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ VYUČOVACÍ HODINY. (HÖFER, ET AL., 2005) .....	40
TABULKA 2: PREFERENCE ČINNOSTÍ VE VÝUCE FYZIKY. (MANDÍKOVÁ & GLÜCKSMANNOVÁ, 2007).....	40
TABULKA 3: PRŮMĚRNÉ REAKČNÍ DOBY JEDNOTLIVÝCH TELEFONŮ.....	62
TABULKA 4: CHYBNĚ DETEKOVANÉ VZDÁLENOSTI PŘI POHYBU VKLÁDÁNÍ MOBILU DO KAPSY A ZPĚTNÉHO VYJMUTÍ.....	64
TABULKA 5: HODNOTY NAMĚŘENÉ APLIKACÍ KROKOMĚR PRO ZDRAVOTNÍ PÉČI. ....	65
TABULKA 6: NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO UVEDENÉ TŘI APLIKACE. ....	65
TABULKA 7: MĚŘENÍ APLIKACE FREQUENCY SOUND GENERATOR. ....	66
TABULKA 8: OBLASTI ELEKTROMAGNETICKÉHO VLNĚNÍ. (HAYNES, 2011).....	69
TABULKA 9: ČLENĚNÍ CIE. (HENDERSON, 2007) .....	69
TABULKA 10: ZÁZNAMOVÝ LIST PRO POSUZOVÁNÍ INDIKÁTORU TERMOKAMERA.....	89
TABULKA 11. PŘEHLED HODNOTIČÍCH STUPNIC (PROTICHŮDNÝCH ADJEKTIV) A JEJICH SESKUPENÍ (PODLE FAKTORŮ). ....	90
TABULKA 12: CRONBACHŮV KOEFICIENT ALFA PRO GLOBÁLNÍ VÝSLEDKY. ....	90

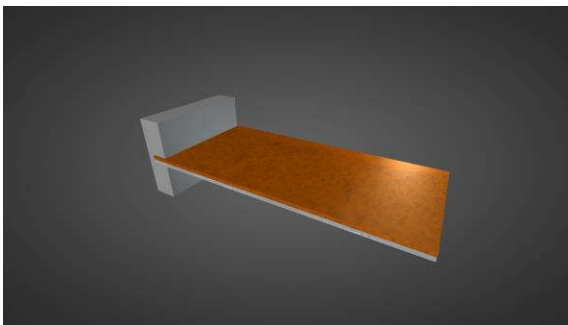
## **Přílohy**

### **Seznam příloh**

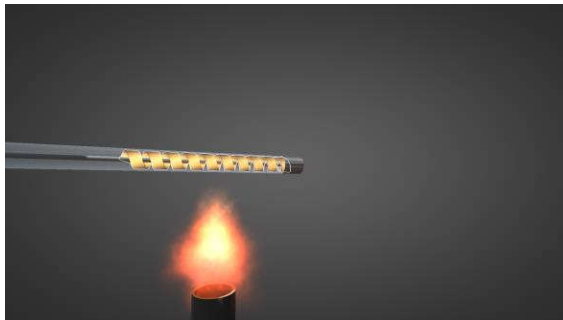
1. SEZNAM VYTVOŘENÝCH INTERAKTIVNÍCH 3D MODELŮ PRO KNIHOVNU CORINTH CLASSROOM
2. SEZNAM VYTVOŘENÝCH VIDEOEXPERIMENTŮ
3. SEZNAM VYTVOŘENÝCH VIDEOŘEŠENÍ FYZIKÁLNÍCH ÚLOH
4. SEZNAM VYTVOŘENÝCH EXPERIMENTŮ PODPOROVANÝCH TERMOKAMEROU

**1. Seznam vytvořených interaktivních 3D modelů pro knihovnu Corinth Classroom****anemometr****aneroid****areometr****články a baterie**

**bimetal**



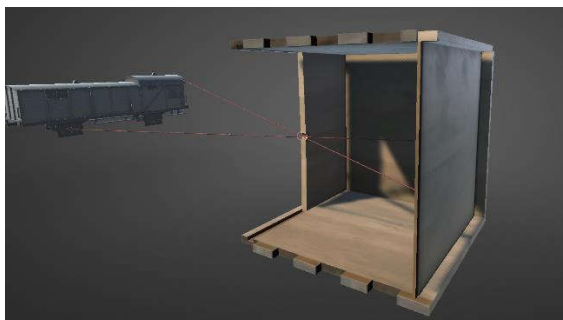
**bimetalový teploměr**



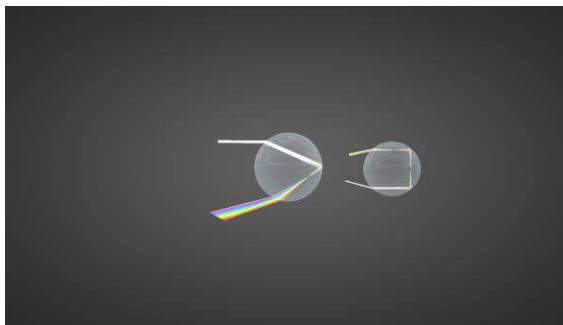
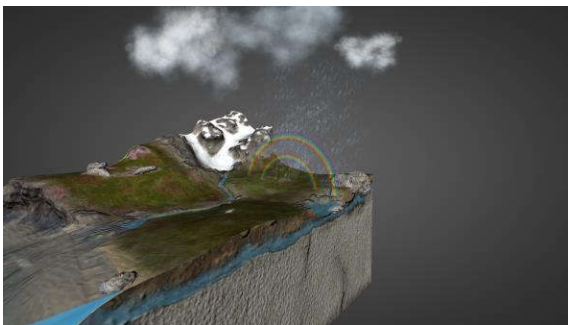
**dilatační spára**



**Camera obscura**



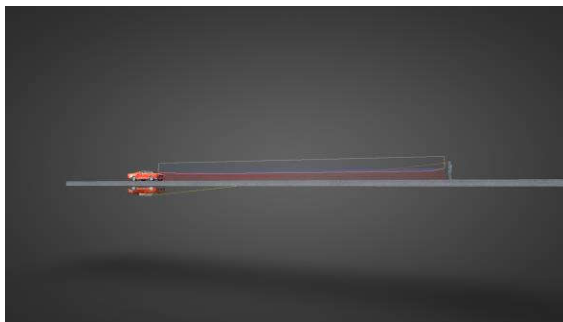
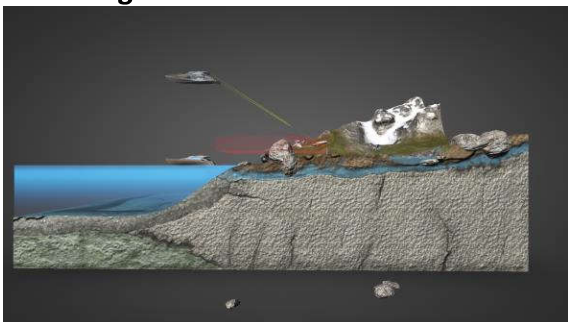
**duha**



**elektrometr**

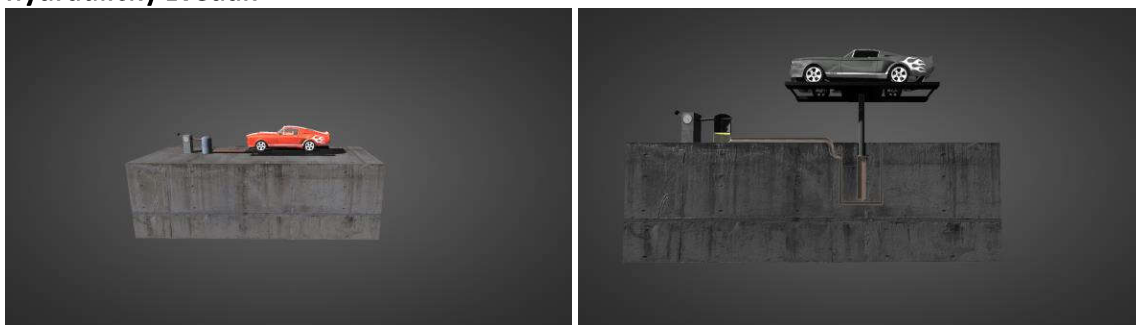
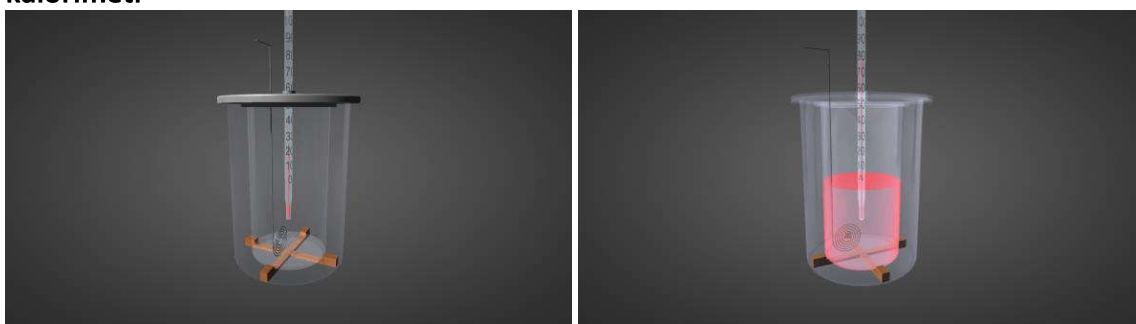
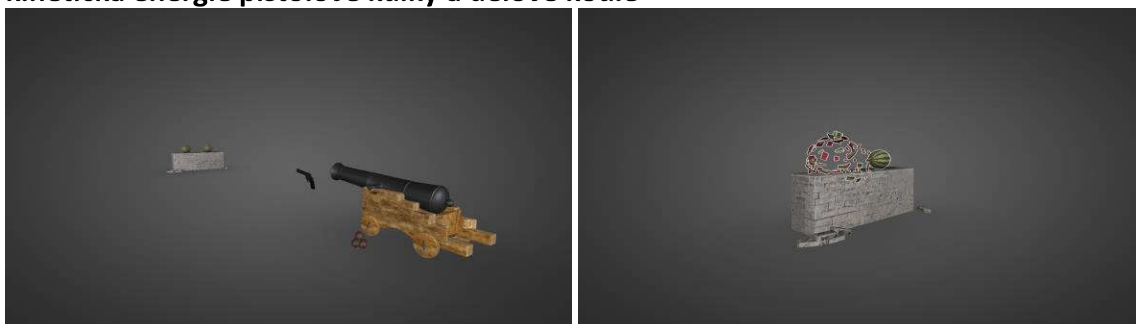
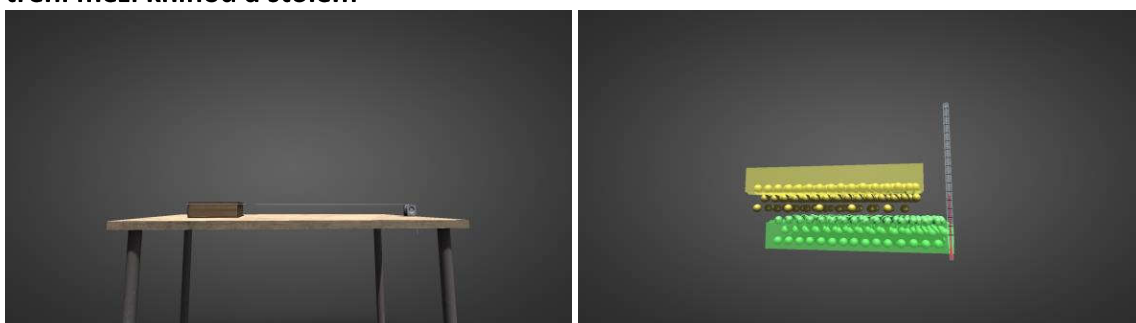


**fata morgána**



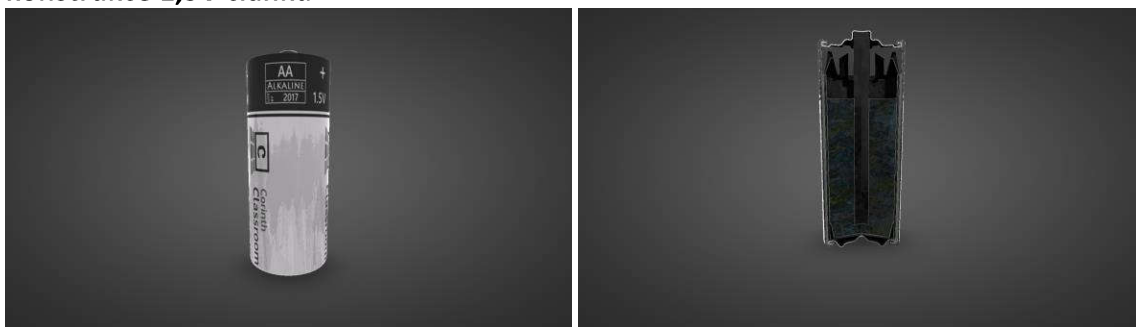
**horkovzdušný balón**



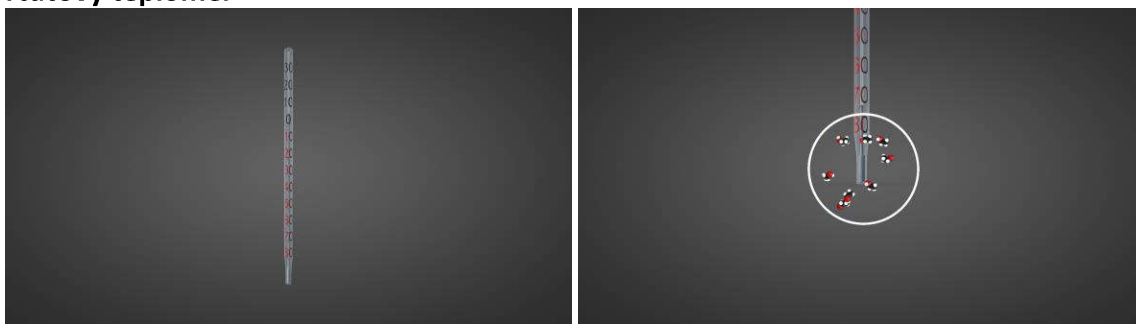
**hydraulický zvedák****kalorimetr****kinetická energie pistolové kulky a dělové koule****tření mezi knihou a stolem**



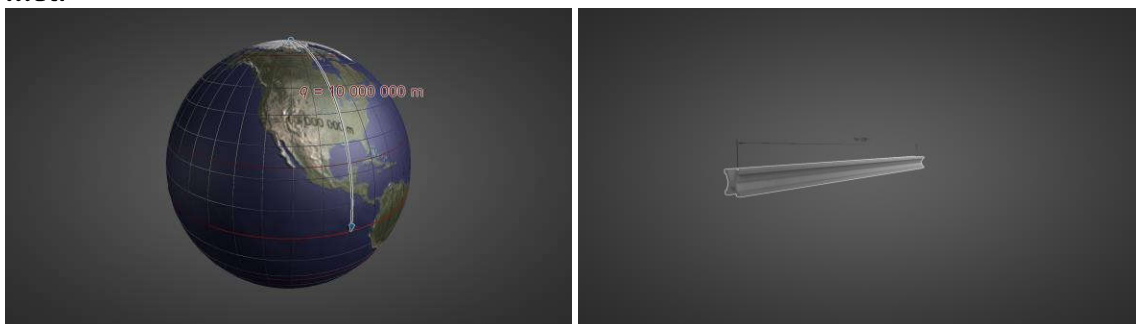
**konstrukce 1,5V článku**



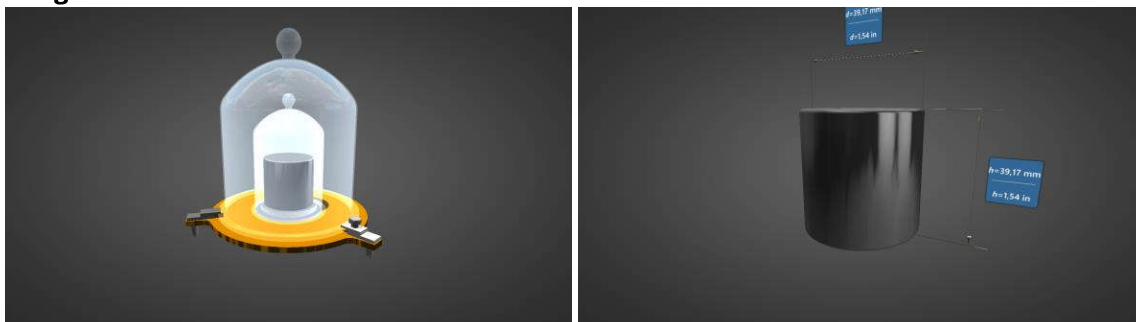
**rtuťový teploměr**



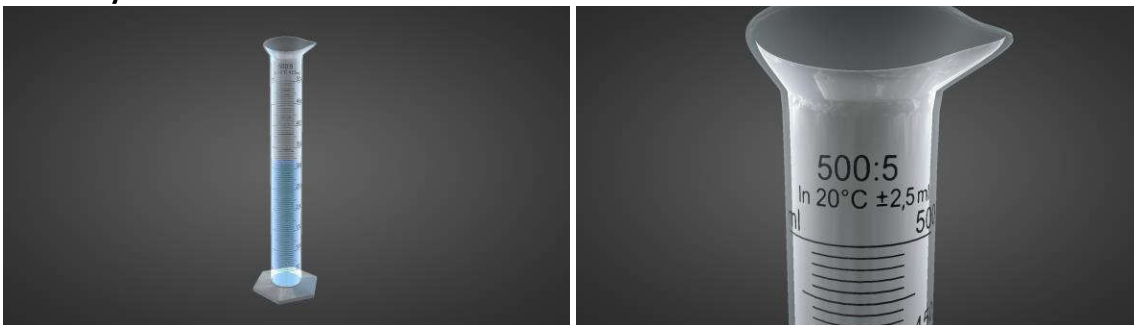
**metr**



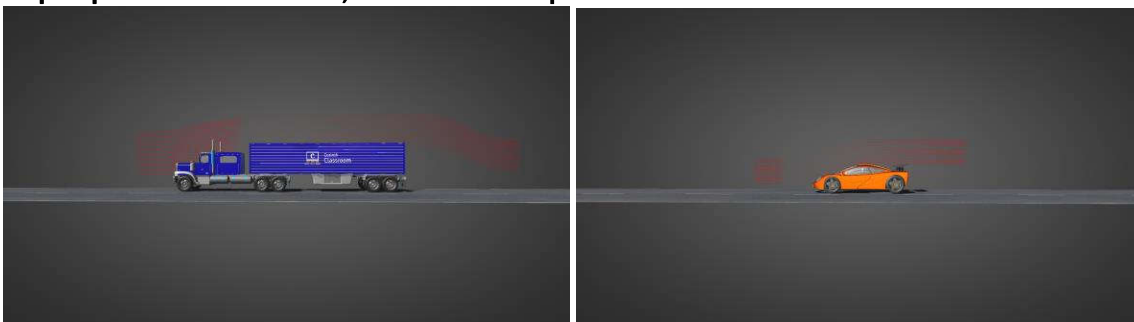
**kilogram**



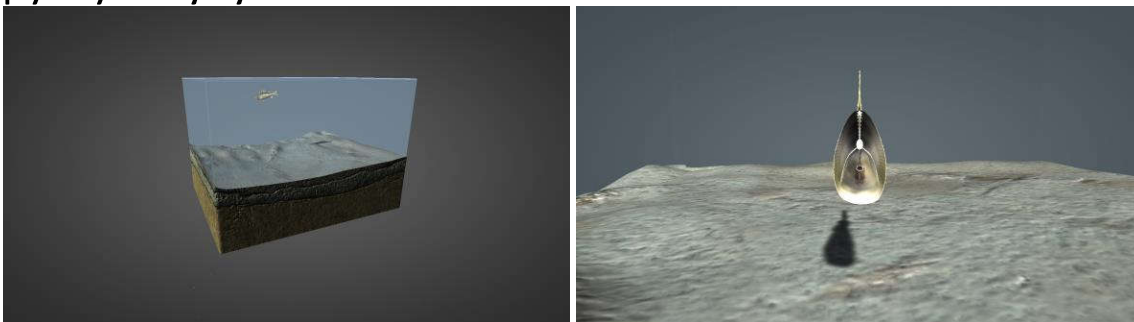
## odměrný válec



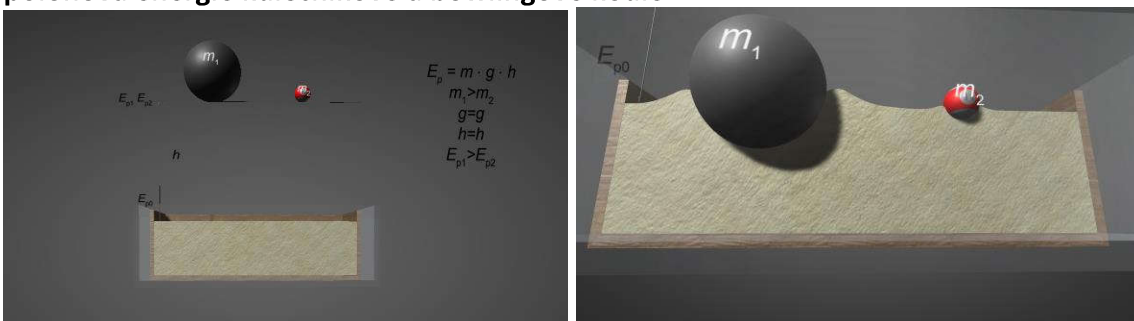
## odpor prostředí osobního, nákladního a sportovního automobilu

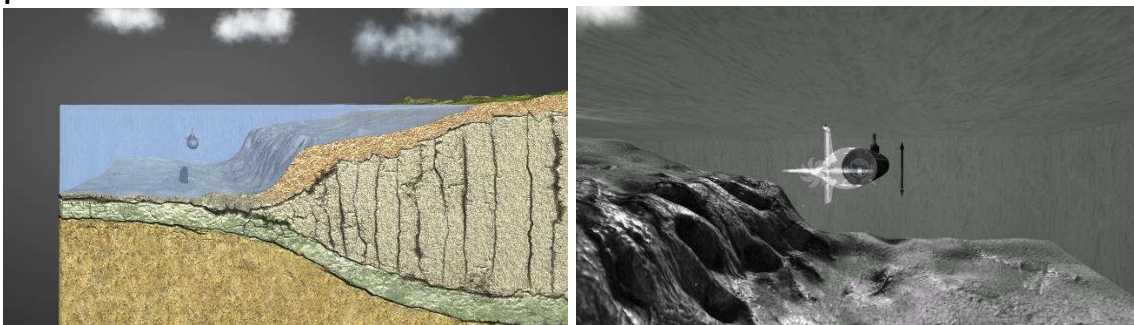
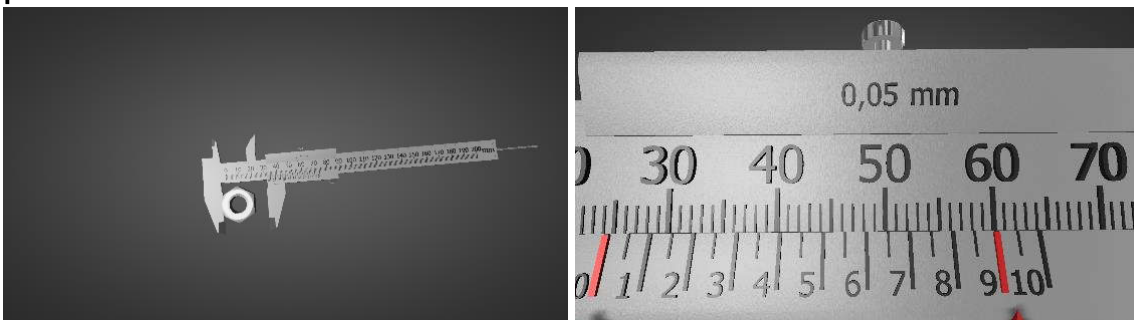
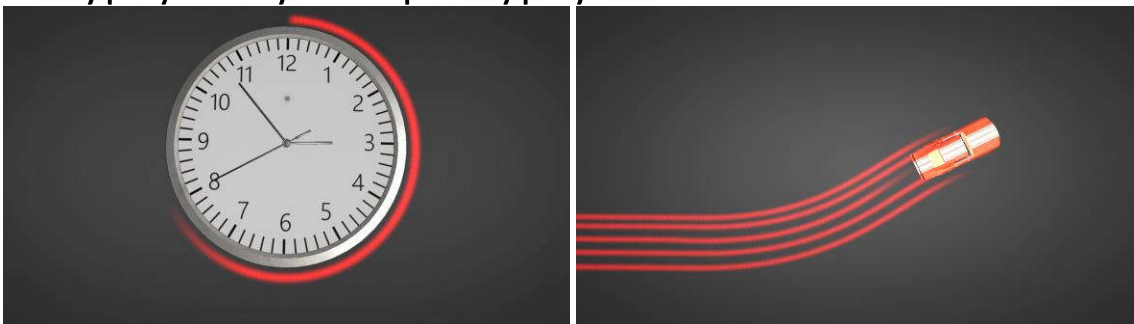


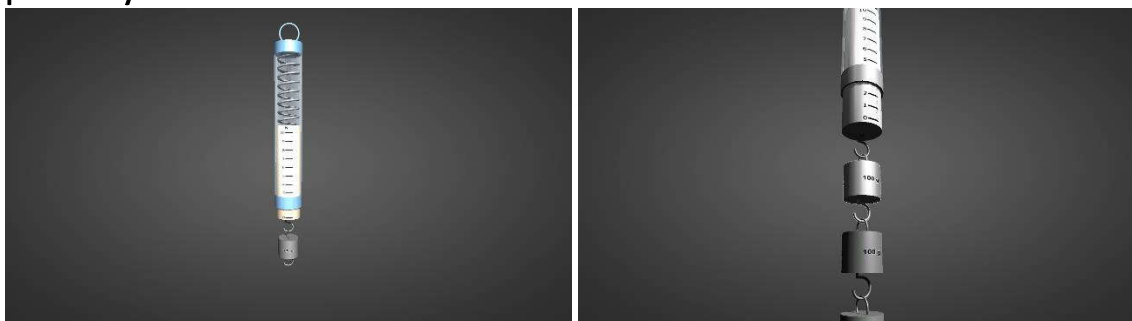
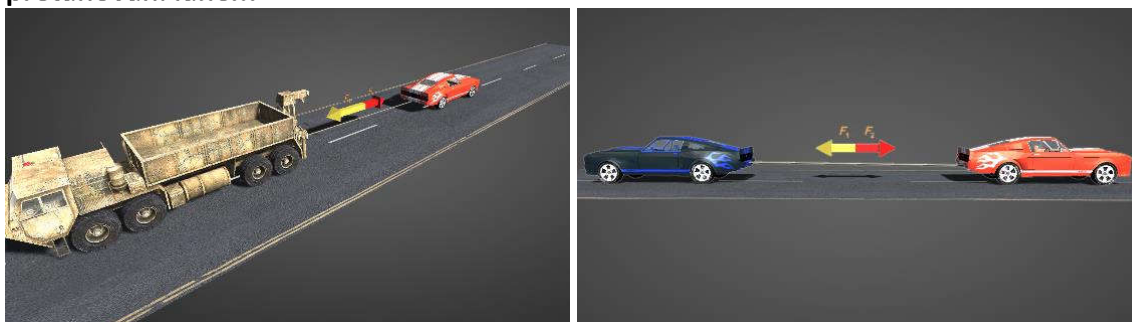
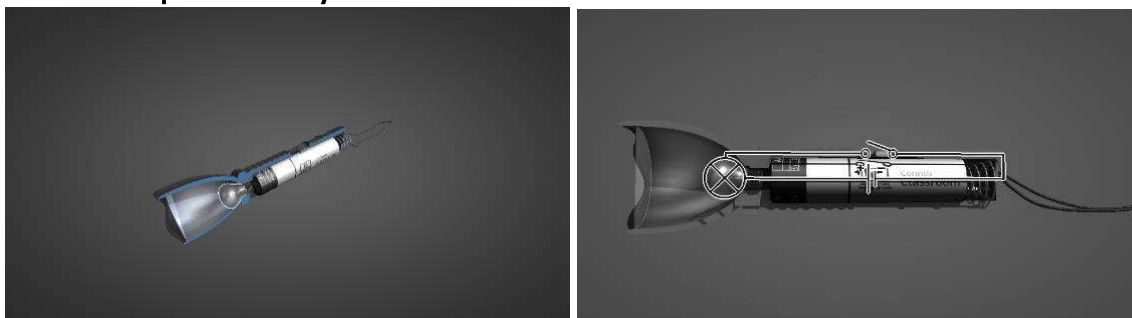
## plynový měchýř ryb



## polohová energie kulečnickové a bowlingové koule



**ponorka****posuvné měřítko****otáčivý pohyb ručičky hodin a posuvný pohyb automobilu****jednofázový prodlužovací kabel s mnohonásobnou zásuvkou**

**těžiště provazochodce****pružinový siloměr****přetahování lanem****reflektor kapesní svítilny**

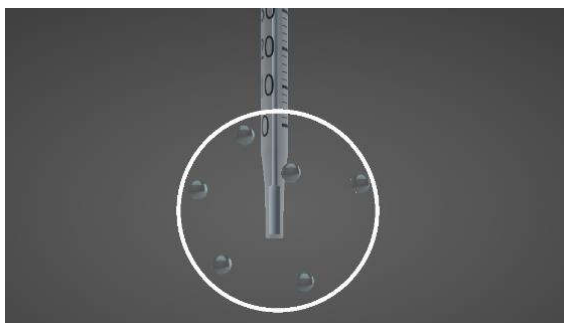
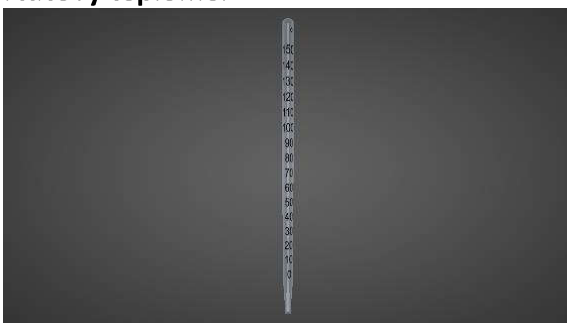
## rovnoramenná váha



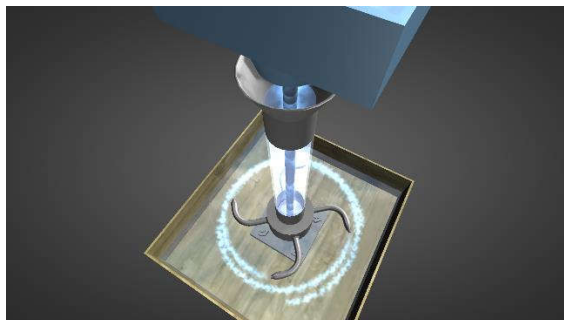
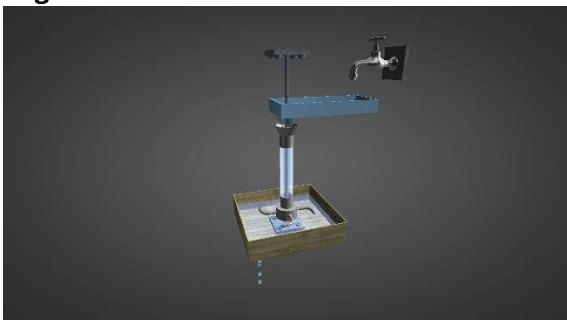
## rtuťový barometr



## rtuťový teploměr



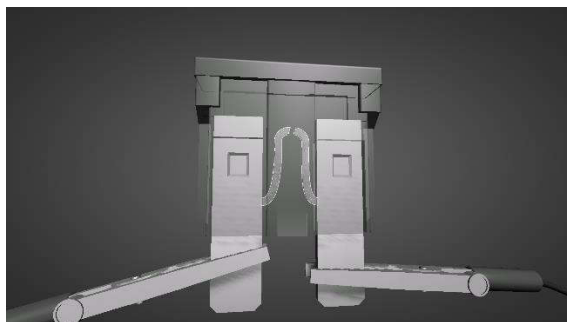
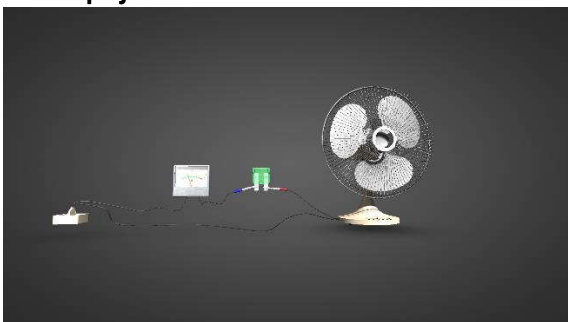
## Segnerovo kolo



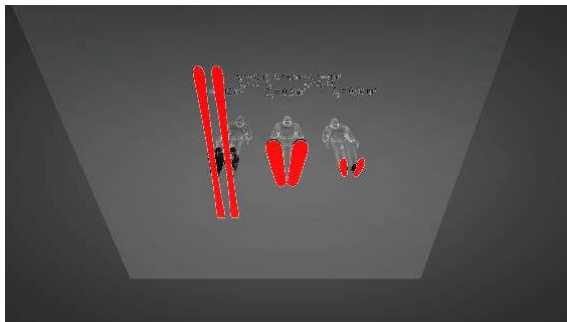
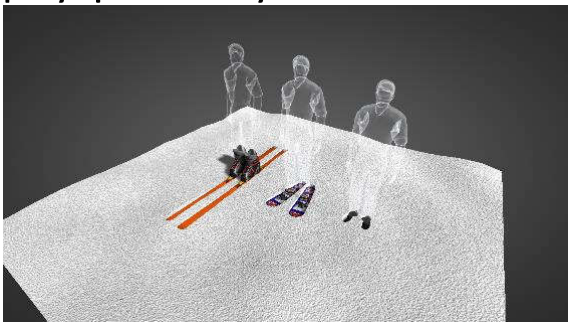
stín a polostín fotbalového hráče na hřišti



tavná pojistka



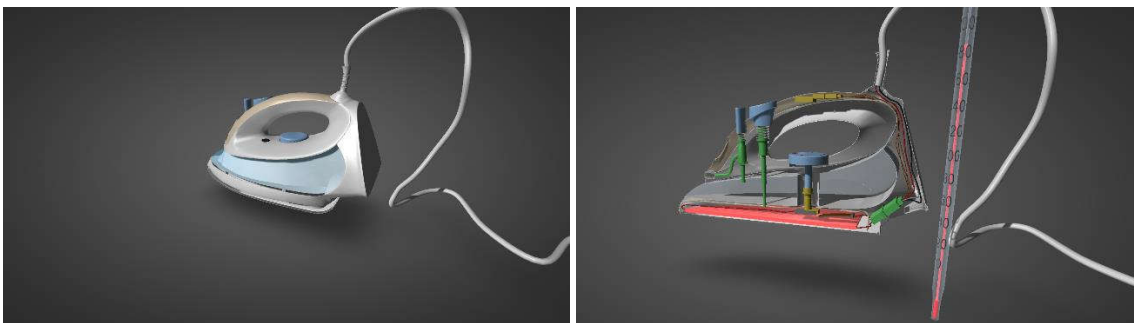
pohyb po sněhu – lyže × sněžnice × bota



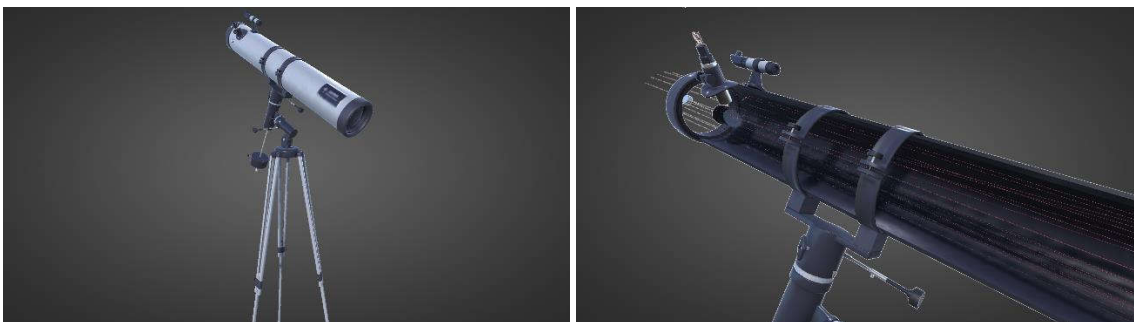
zdymadlo



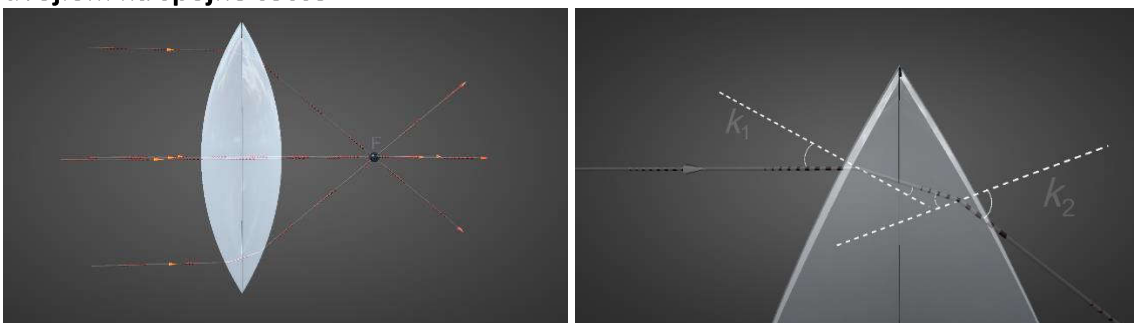
## žehlička



## Newtonův dalekohled



## dvojlom na spojné čočce



## odrazka - retroreflexní materiál



## 2. Seznam vytvořených videoexperimentů

### 2.1 Multimediální doplňky pro učebnici Fyzika 2: Síla a její účinky – pohyb těles.

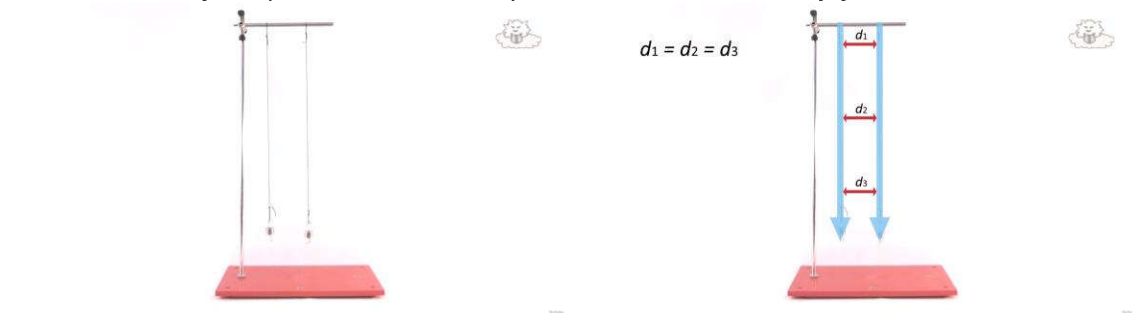
#### 1.2 Směr svislý a vodorovný 1

Zadání: „Na stojan připevněte nit, na které je přivázané závaží.“



#### 1.2 Směr svislý a vodorovný 2

Zadání: „Na stojan upevníme dva závěsy se závažím a změříme jejich vzdálenost.“



#### 1.2 Směr svislý a vodorovný 3

Zadání: „Do kádinky nalijte vodu. Pozorujte hladinu. Podložte kádinku tak, aby byla nakloněna. Opět pozorujte hladinu.“



#### 1.3 Znázornění a měření síly, tíha tělesa 1a

Zadání: „Na vozík zatlačte prstem směrem k desce stolu.“





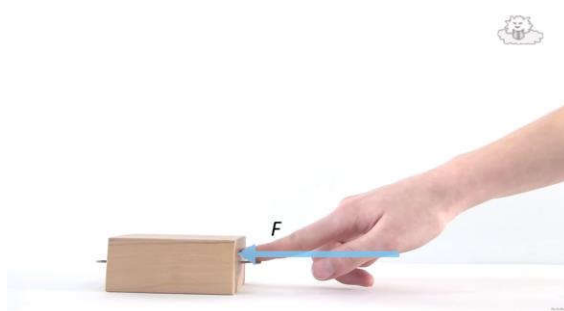
### 1.3 Znázornění a měření síly, tíha tělesa 1b

Zadání: „Působení síly opakujte ve směru jeho možného pohybu.“



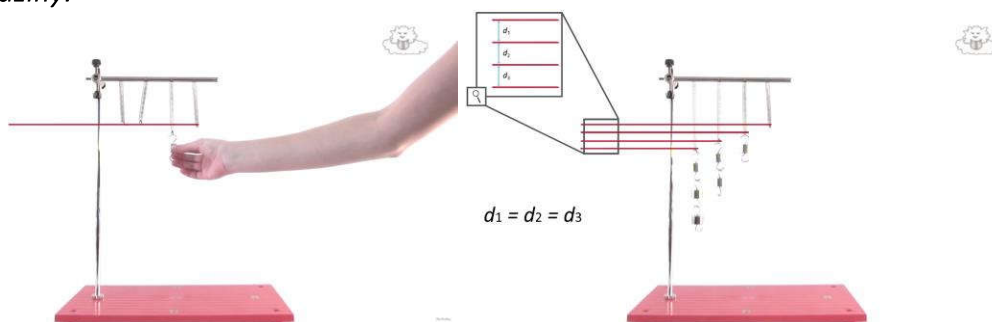
### 1.3 Znázornění a měření síly, tíha tělesa 2

Zadání: „Na dřevěný kvádr působte takovou silou, abyste ho uvedli do pohybu.“



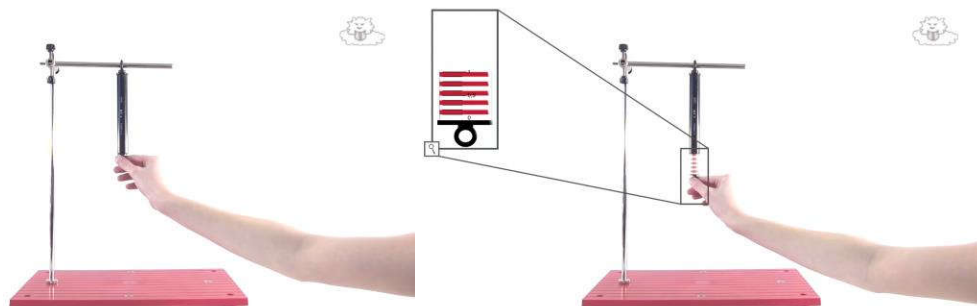
### 1.3 Znázornění a měření síly, tíha tělesa 3

Zadání: „Na pružinu na stojánku zavěšujte různý počet stejných závaží a zjistěte, jak se mění délka pružiny.“



### 1.3 Znázornění a měření síly, tíha tělesa 4

Zadání: „Zavěste siloměr na stojan a rukou vyviňte sílu 1 N; 0,5 N; 2 N.“



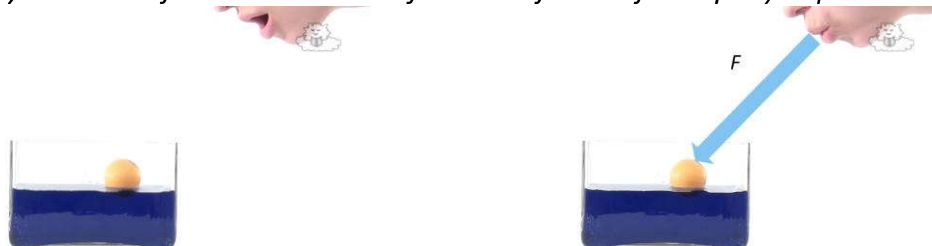
### Síla a tvar tělesa 1

Zadání: „Do třecí misky dejte kostku cukru. Třecí paličkou vyvíjejte takovou sílu, až kostku rozdrtíte“



### Síla a pohybový stav těles 1

Zadání: „Do mísy s vodou dejte malou lodičku a foukáním ji uvádějte do pohybu po hladině.“



### Síla a pohybový stav těles 2

Zadání: „Položte na desku stolu ocelovou kuličku a pomocí magnetu (aniž se jí dotknete) ji přemístíte po stole.“



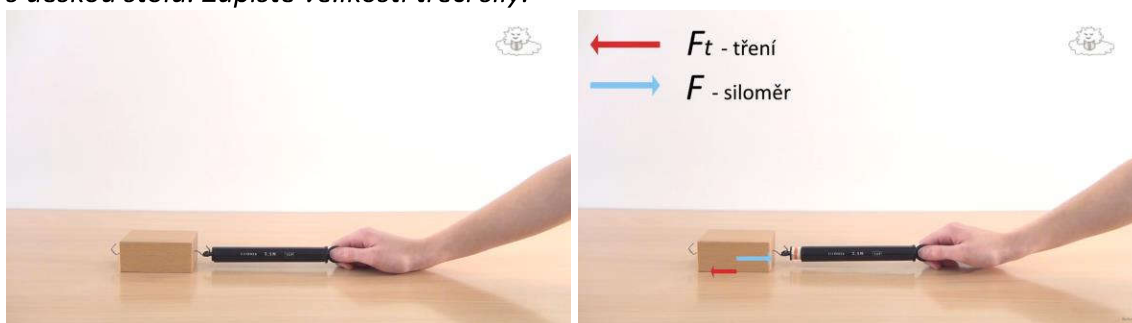
### 3.1 Síla, která brzdí pohyb 1

Zadání: „Na skleněnou nádobu naplněnou olejem položte pravítko a na ně dvě stejné šroubové matky tak, aby jedna byla nad nádobou a druhá mimo ni. Pravítko otočte tak, aby obě matky začaly současně padat.“



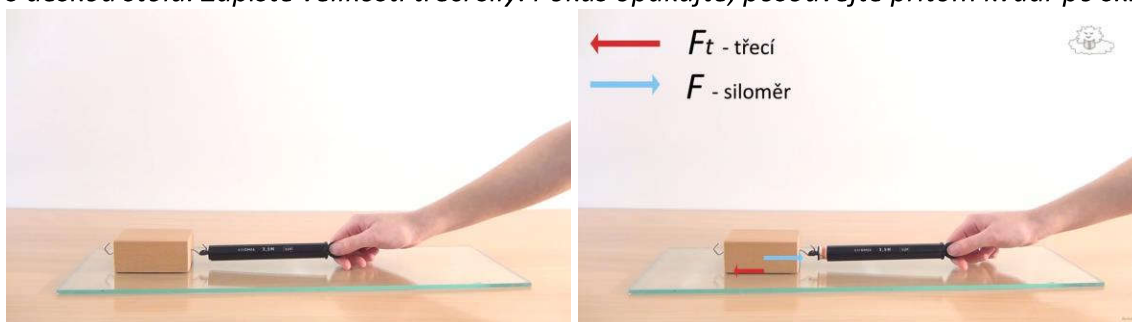
### 3.2 Tření - třecí síla 1a

Zadání: „Po desce lavice táhněte rovnoměrným pohybem kvádr siloměrem rovnoběžně s deskou stolu. Zapište velikosti třecí síly.“



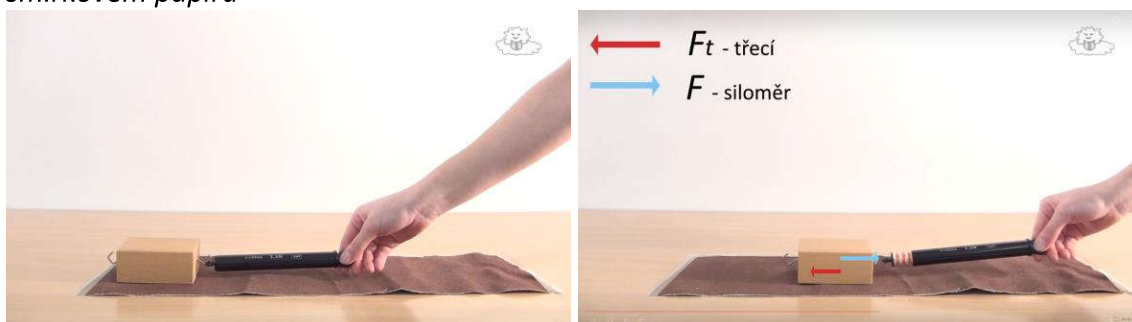
### 3.2 Tření - třecí síla 1b

Zadání: „Po desce lavice táhněte rovnoměrným pohybem kvádr siloměrem rovnoběžně s deskou stolu. Zapište velikosti třecí síly. Pokus opakujte, posouvejte přitom kvádr po skle.“



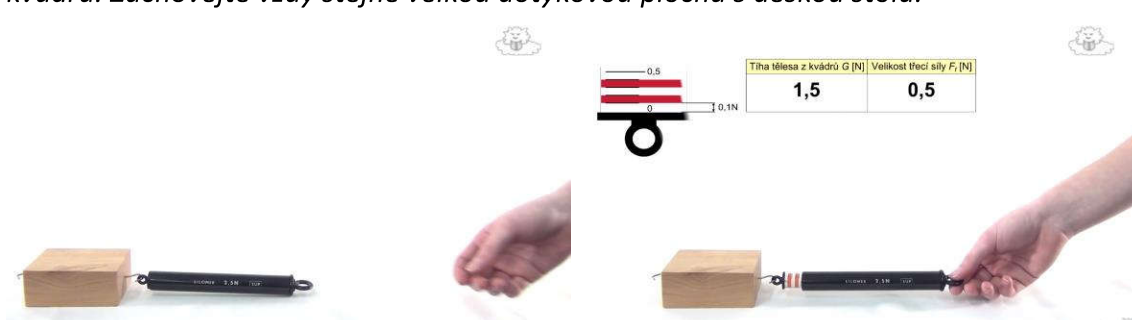
### 3.2 Tření - třecí síla 1c

Zadání: „Po desce lavice táhněte rovnoměrným pohybem kvádr siloměrem rovnoběžně s deskou stolu. Zapište velikosti třecí síly. Pokus opakujte, posouvejte přitom kvádr po smrkovém papíru“



### 3.2 Tření - třecí síla 2a

Zadání: „Po desce stolu táhněte rovnoměrným pohybem postupně jeden dva, tři nebo i víc kvádrů. Zachovejte vždy stejně velkou dotykovou plochu s deskou stolu.“



### 3.2 Tření - třecí síla 2c

Zadání: „Po desce stolu táhněte rovnoměrným pohybem tři kvádry.“



### 3.2 Tření - třecí síla 4a

Zadání: „Za siloměr zapojte kvádr, pod nějž jsou vloženy dva válečky. Určete velikost třecí síly a porovnejte ji s třecí silou při posouvání kvádru přímo po desce stolu.“



### 3.2 Tření - třecí síla 4b

Zadání: „Určete velikost třecí síly při posouvání kvádru přímo po desce stolu.“



### 3.3 Odpor prostředí 1

Zadání: „Do jedné větší kádinky nalijte vodu a do druhé olej (např. na vaření). Vezměte kávovou lžičku a pohybujte s ní dutou částí postupně ve vzduchu, ve vodě a v oleji a zjistěte, v kterém prostředí působila na lžičku největší a v kterém nejmenší "brzdná" síla.“



### 3.3 Odpor prostředí 2a

Zadání: „Volně zavěste polévkovou naběračku a foukejte proti ní vzduch vysoušečem vlasů. Jednou foukejte proti vypuklé části ze stejné vzdálenosti. Pozorujte vychýlení naběračky ze svislého směru.“



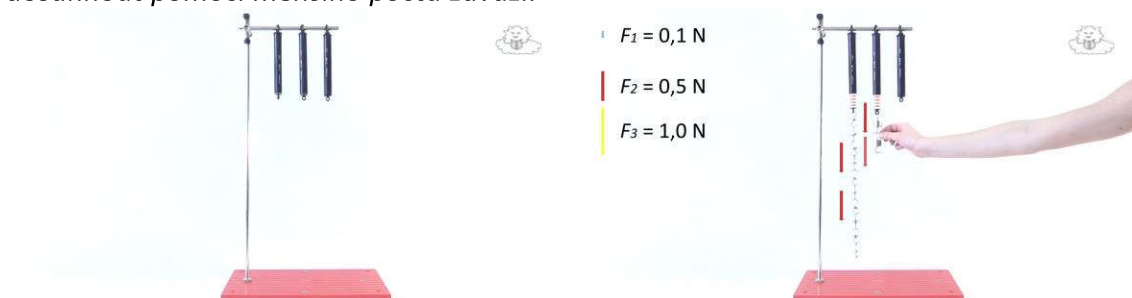
### 3.3 Odpor prostředí 2b

Zadání: „Jednou foukejte proti vypuklé části ze stejné vzdálenosti. Dále měňte rychlost proudění vzduchu pomocí regulace. Pozorujte vychýlení naběračky ze svislého směru.“



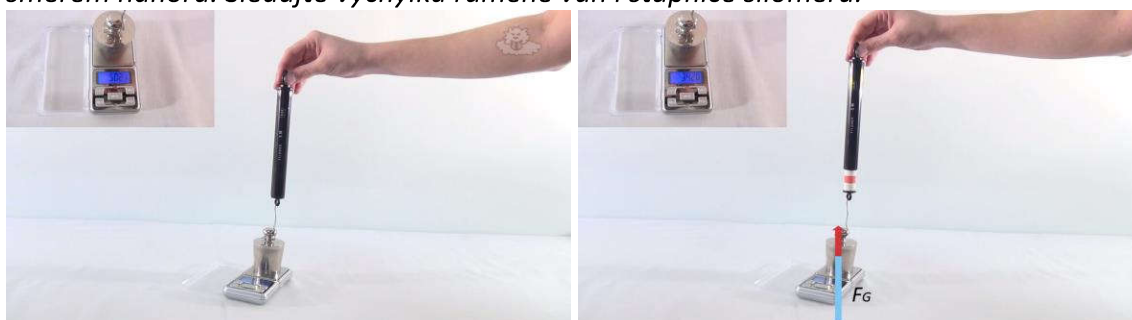
### 4.1 Skládání sil 1

Zadání: „Na siloměr zavěste deset závaží. Stejného prodloužení pružiny siloměru se snažte dosáhnout pomocí menšího počtu závaží.“



### 4.1 Skládání sil 2

Zadání: „Na listovní váhy dejte závaží např. o tíze 5 N. Přivažte k němu siloměr a táhněte směrem nahoru. Sledujte výchylku ramene vah i stupnice siloměru.“



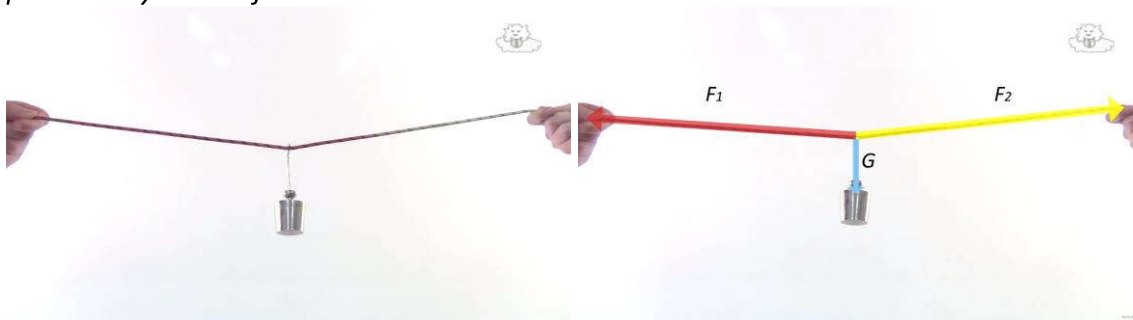
### 4.1 Skládání sil 3

Zadání: „Pružinu na stojánku napínejte dvěma silami  $F_1$  a  $F_2$  podle obrázku 33. Potom stejného prodloužení pružiny dosáhněte jedinou silou  $F$ .“



### 4.2 Rozkládání sil 1

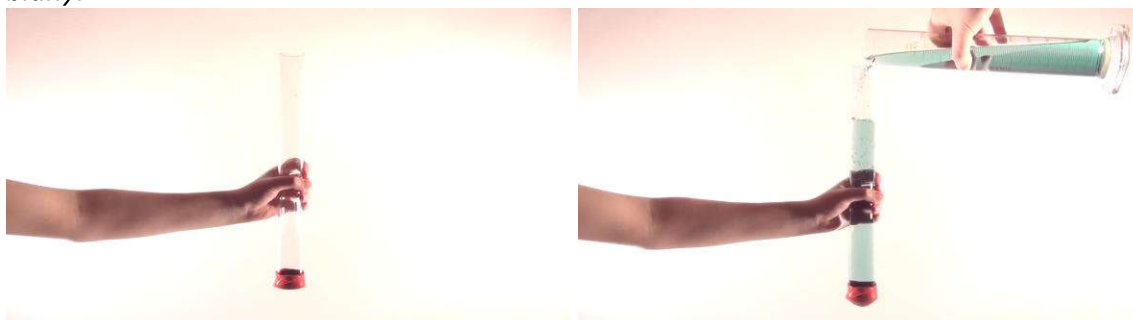
Zadání: „Na švihadlo zavěste závaží o tíze 10 N a pokuste se švihadlo napnout tak, aby jeho prohnutí bylo co nejmenší.“



## 2.2 Multimediální doplňky pro učebnici Fyzika 3: pro základní školu: světelné jevy, mechanické vlastnosti látek.

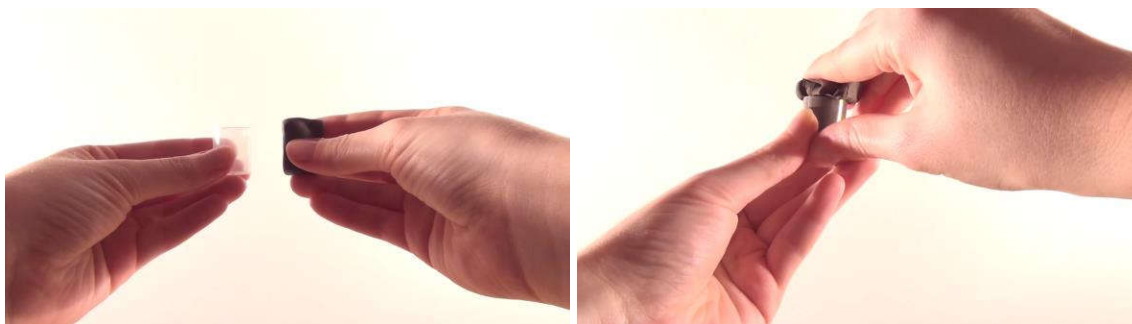
### 2.1 Hydrostatický tlak 1

Zadání: „Na jeden konec dutého skleněného válce bez dna připevněte provázkem pružnou blánu (např. z pouťového balonku) a pak do válce nalijte vodu. Pozorujte, jak se mění tvar blány.“



## 2.2 Některé vlastnosti pevných látek 2a

Zadání: „Náprstek vyplňte zcela plastelínou. Pokuste se do něj vtlačit ještě nějakou plastelínu.“



## 3.1 Proč kapaliny tečou 1

Zadání: „Připravte si do jedné kádinky trochu obarvené vody a do druhé trochu čisté vody. Kapaliny opatrně slijte a potom lehce promíchejte tyčinkou.“



## 3.1 Proč kapaliny tečou 2

Zadání: „Zkumavku asi z poloviny naplňte vodou a pak opatrně až po okraj dolijte líh. Uchopte zkumavku, palcem ji uzavřete a protřepejte. Co pozorujete?“



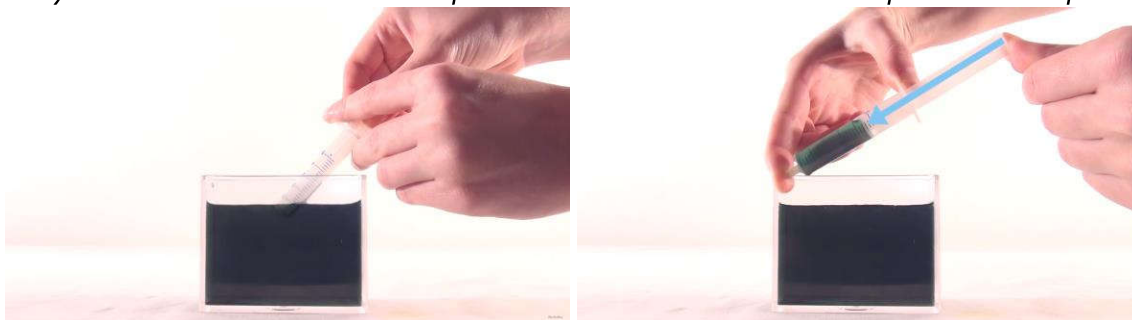
### 3.2 Některé vlastnosti kapalných látek 1

Zadání: „Do jedné kádinky dejte trochu vody a do druhé přibližně stejné množství medu. Obě kádinky vylijte. Dobře pozorujte průběh vytékání.“



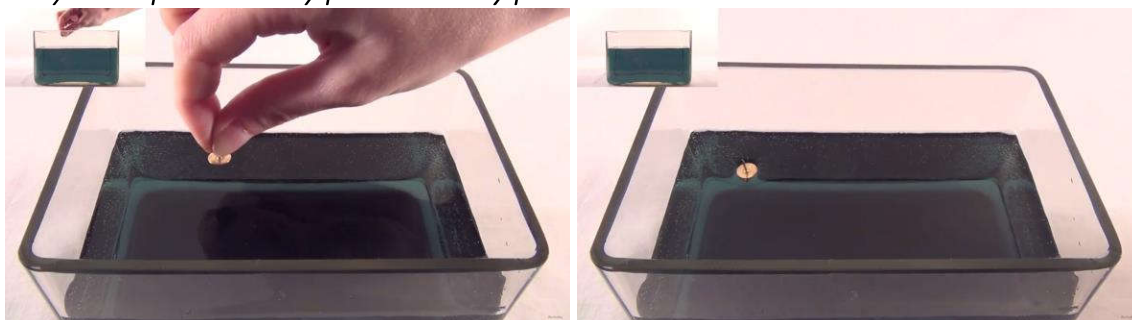
### 3.2 Některé vlastnosti kapalných látek 2

Zadání: „Do plastové injekční stříkačky nasajte trochu vody. Dbejte na to, aby pod pístem nebyla vzduchová bublina. Prstem potom uzavřete otvor a snažte se přitom stlačit prst.“



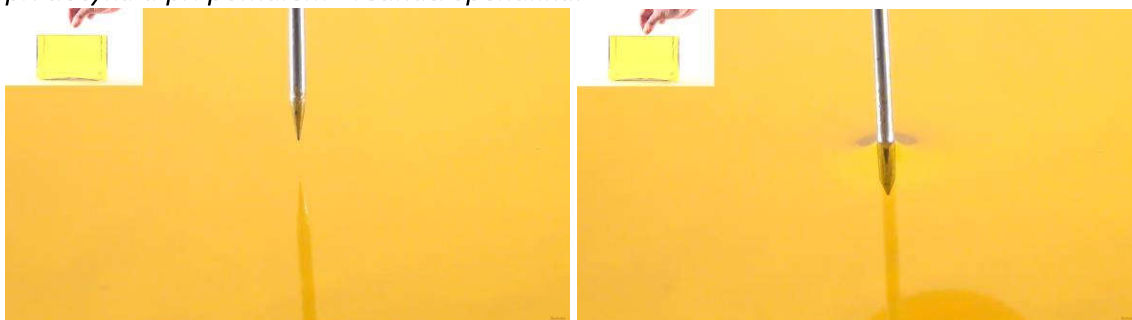
### 3.3 Jaké vlastnosti má volná hladina kapaliny 1

Zadání: „Na hladinu studené vody v misce opatrně položte tenký plíšek. Pozorujte hladinu vody okolo plíšku. Druhý plíšek do vody pusťte kolmo na hladinu.“



### 3.3 Jaké vlastnosti má volná hladina kapaliny 2

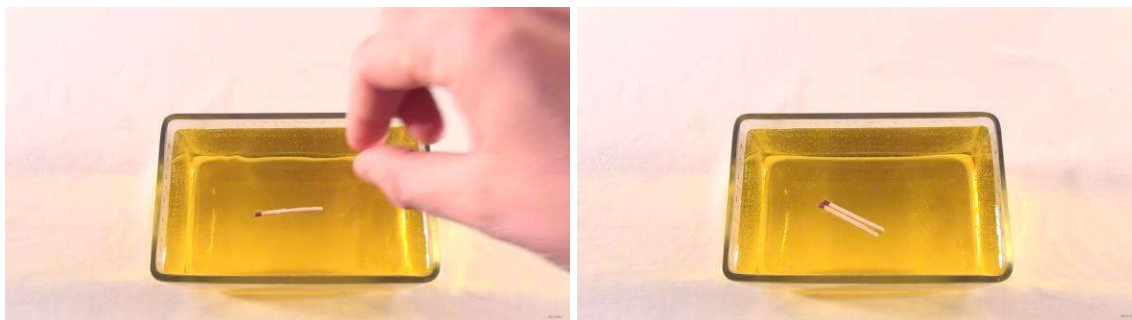
Zadání: „Hladiny vody v misce se opatrně dotkněte hrotem špendlíku. Ze strany pozorujte při dotyku a při pomalém zvednutí špendlíku.“





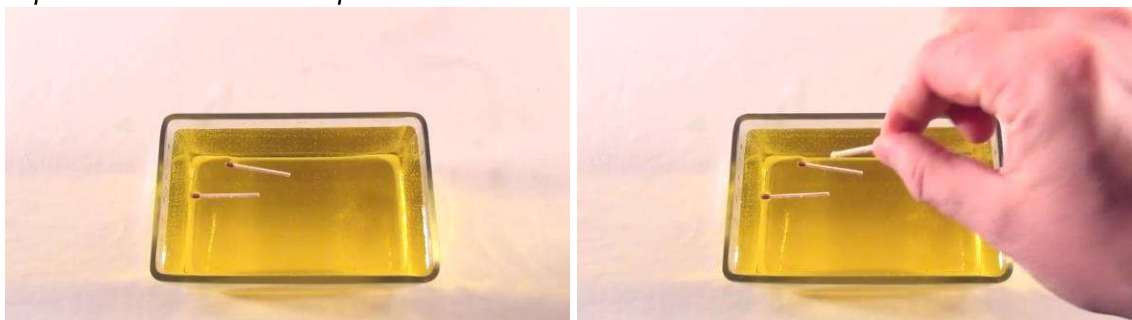
### 3.3 Jaké vlastnosti má volná hladina kapaliny 4

Zadání: „Na hladinu vody v misce položte opatrně dvě zápalky tak, aby byly rovnoběžné a ležely asi 1 cm od sebe.“



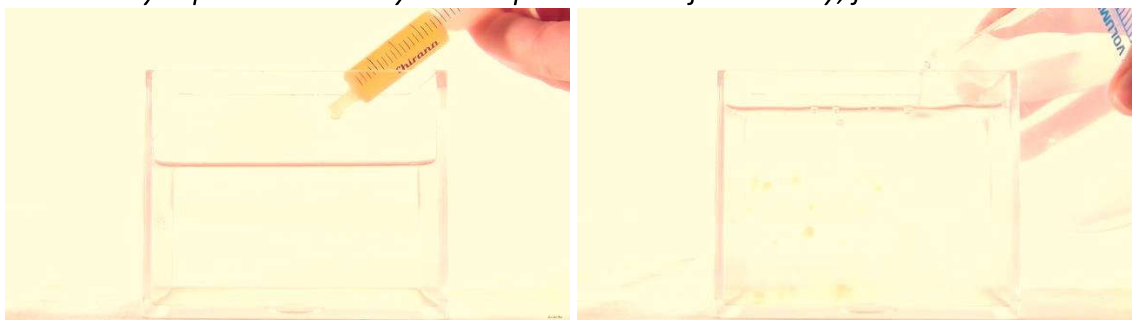
### 3.3 Jaké vlastnosti má volná hladina kapaliny 5

Zadání: „Opět položte na hladinu rovnoběžně dvě zápalky a dotkněte se hladiny mezi nimi zápalkou namočenou v saponátu.“



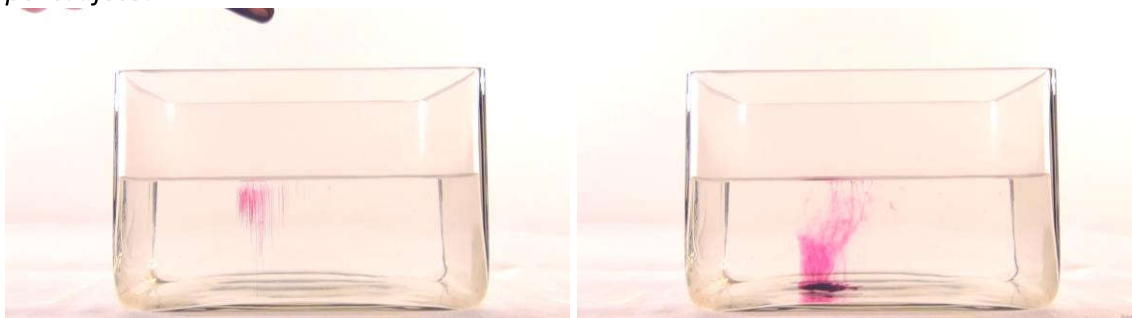
### 3.3 Jaké vlastnosti má volná hladina kapaliny 7

Zadání: „Naplňte kádinku asi do 2/3 lihem, nakapejte do ní několik kapek oleje a přidejte trochu vody. Uprostřed kádinky budete pozorovat olejové kuličky, jak se volně vznášejí.“



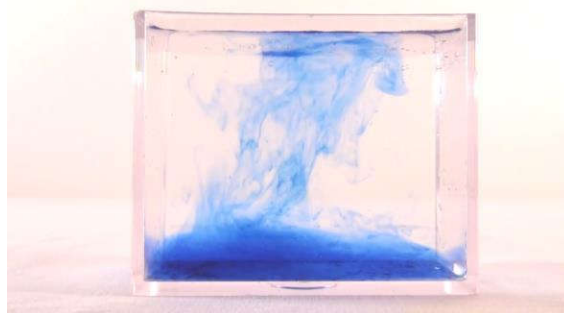
### 3.4 Molekuly se v kapalině pohybují 1

Zadání: „Kádinku naplňte vodou. Do vody nechte padnout jedno zrníčko hypermanganu. Co pozorujete?“



### 3.4 Molekuly se v kapalině pohybují 3

Zadání: „Do větší kádinky dejte trochu skalice modré a pak dolijte vodu. Pozorujte, jak dochází zbarvování vody.“



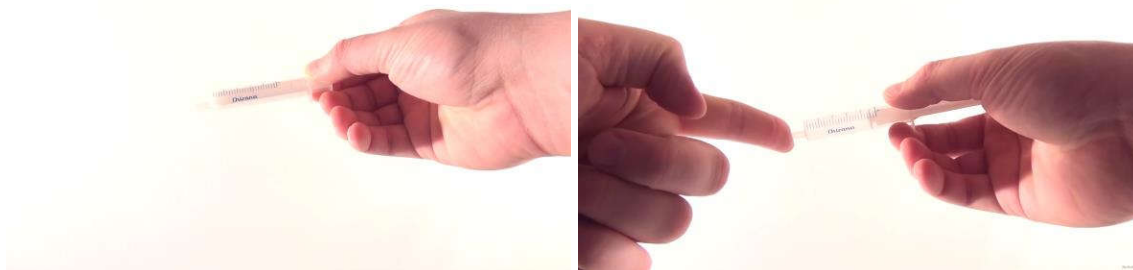
### 4.1 Jak můžeme pozorovat plyn a jaké má plyn vlastnosti 1

Zadání: „Kádinku obrácenou dnem vzhůru ponořte do větší kádinky naplněné vodou. Pozorujte hladinu vody ve větší kádince a v kádince obrácené.“



### 4.2 Čím se plyny liší od kapalin 1

Zadání: „Vezměte plastovou injekční stříkačku, zacpěte prstem otvor a tlačte na píst. Pak píst uvolněte. Tento postup několikrát opakujte.“



### 5.1 Měření objemu odměrným válcem 1

Zadání: „Na kádince z poloviny naplněné vodou označte hladinu vody. Uvažte na nit šroub a ponořte ho do vody. Označte novou výšku hladiny.“



**hydrostatický tlak – spojené nádoby**

Zadání: „Do spojených nádob dolévejte vodu a současně sledujte měnící se výšku vodního sloupce v různě tvarovaných skleněných nádobách.“

**atmosférický tlak – podtlak**

Zadání: „Tlak v láhvi je stejný jako atmosférický tlak. Při polívání studenou vodou dochází k přenosu tepla a chladnutí láhve. Od láhve se ochlazuje i vzduch uvnitř ní. Když se ochlazuje, zmenšuje zároveň svůj objem. Když se vzduch v balónku zchladí dostatečně, je menší vnitřní tlak než atmosférický a proto se balónek zmenšuje.“

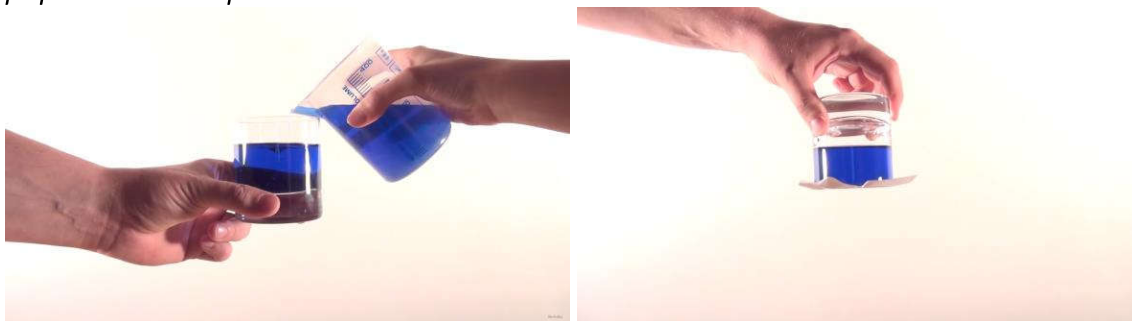
**atmosférický tlak – přetlak**

Zadání: „Tlak v láhvi je stejný jako atmosférický tlak. Při polívání horkou vodou dochází k přenosu tepla a ohřívání láhve. Od láhve se ohřívá i vzduch uvnitř ní. Když se ohřívá, zvětšuje zároveň svůj objem. Když se vzduch v balónku ohřeje dostatečně, je větší vnitřní tlak než atmosférický a proto se balónek nafukuje.“

**atmosférický tlak**

Zadání: „Do skleničky nalijeme vodu o libovolném objemu. Volnou stranu zakryjeme papírem, který pevně přimáčkeme k okrajům. Skleničku s papírem při stálém přidržení rukou obrátíme vzhůru. Ruku držící papír uvolníme a skleničku držíme pouze za její dno. Nyní

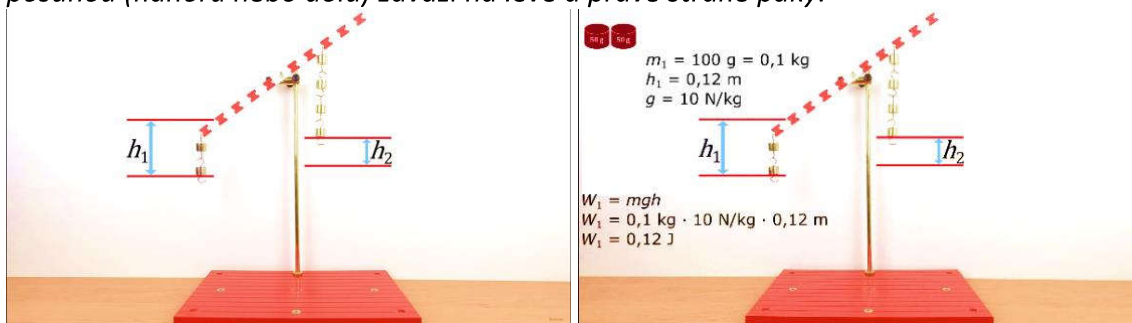
můžeme skleničku otáčet dokola, pod různým úhlem vzhledem k vodorovnému směru, případně s ní houpat ve svislém směru.“



## 2.3 Multimediální doplňky pro učebnici Fyzika 5: pro základní školu: energie.

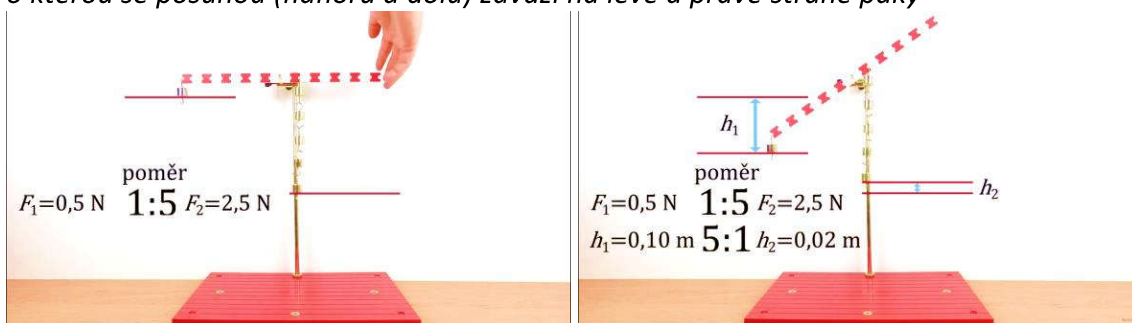
### 1.2 Výpočet práce na páce a na kladce pevné 1

Zadání: „Sestavte pokus s dvojitou pákou. Dodrže počet závaží a vzdálenosti od závěsu páky tak, aby nastala rovnováha. Pomalu otáčejte pákou a odměřte výšku, o kterou se posunou (nahoru nebo dolů) závaží na levé a pravé straně páky.“



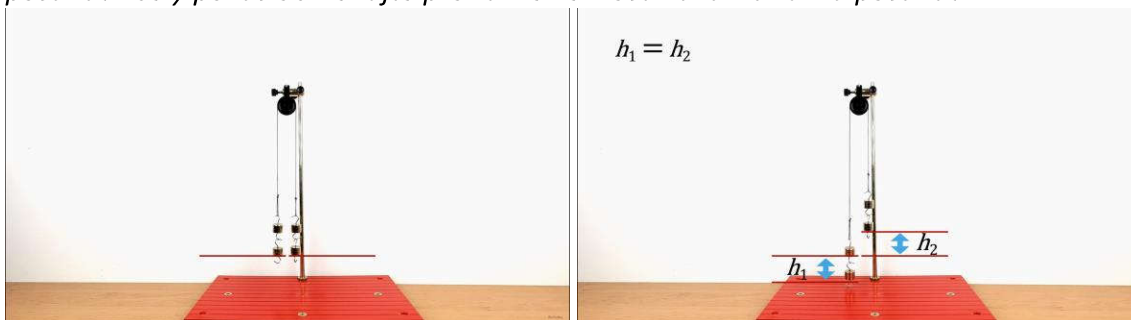
### 1.2 Výpočet práce na páce a na kladce pevné 2

Zadání: „Pokus opakujte pro jiný počet závaží na levé a pravé straně páky. Musíte však vždy docílit rovnováhu na páce. Jako v předchozím pokusu pomalu otáčejte pákou a změřte výšku, o kterou se posunou (nahoru a dolů) závaží na levé a pravé straně páky“



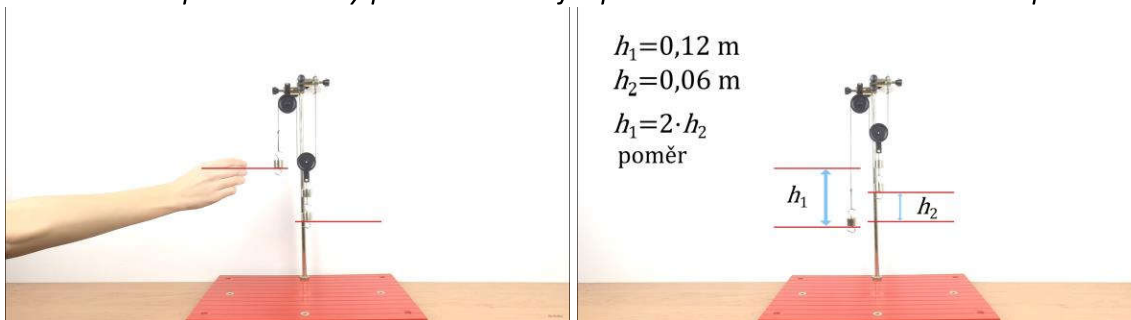
### 1.2 Výpočet práce na páce a na kladce pevné 3

Zadání: „Na kladku pevnou zavěste na oba konce provázku stejné závaží. Označte výšku obou závaží. Posuneme-li jedno závaží výše, druhé se posune níže. Změřte velikost obou posunutí. Celý pokus obměňujte pro různé velikosti závaží a různá posunutí.“



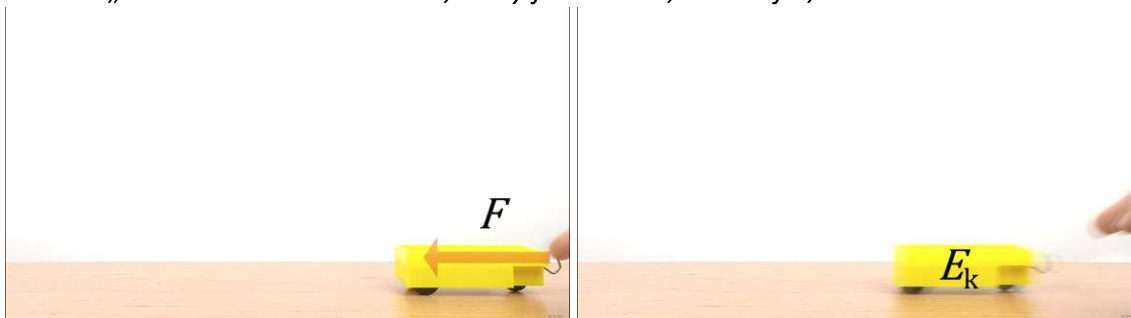
### 1.3 Výpočet práce na kladkostroji a nakloněné rovině 1

Zadání: „Sestavte jednoduchý kladkostroj složený z jedné kladky pevné a jedné kladky volné. Na závěs kladky volné a na konec provázku zavěste závaží tak, aby nastala rovnováha. Označte výšku obou závaží. Posuneme-li jedno závaží výše, druhé se posune níže. Změřte velikost obou posunutí. Celý pokus obměňujte pro různé velikosti závaží a různá posunutí.“



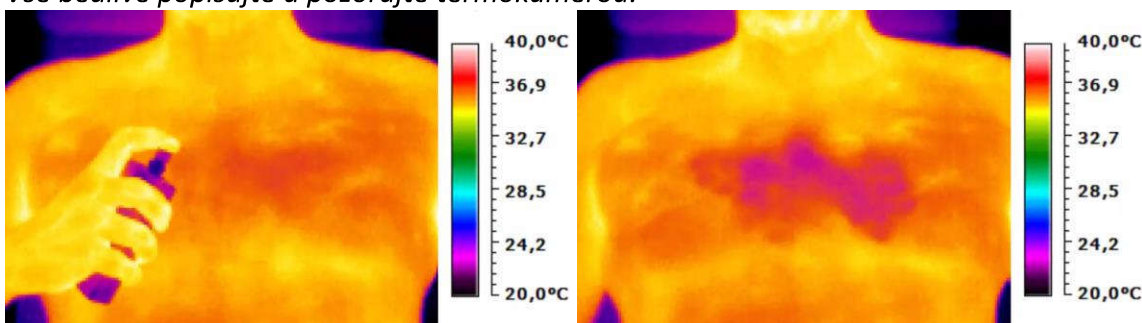
### 1.6 Mechanická energie 1a

Zadání: „Lehce zatlačte do vozíčku, který je na lavici, a sledujte, co se s ním stalo.“



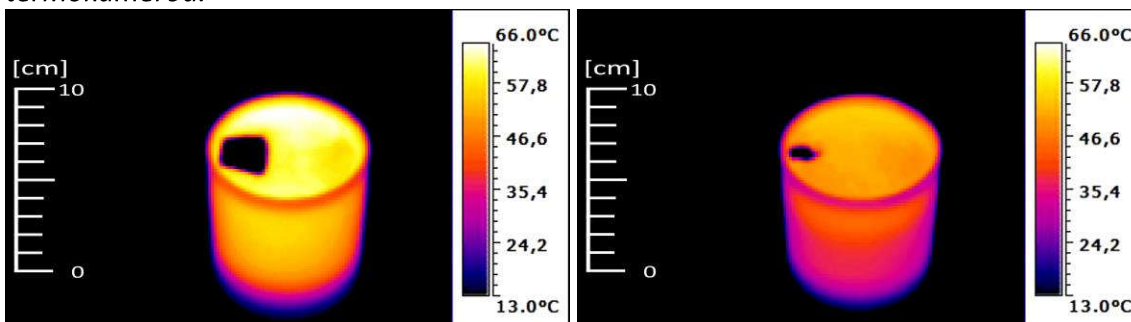
### Chladící účinek spreje – vypařování

Zadání: „Aplikujte voňavku přímo na kůži. Po chvilce foukejte vzduch na místo s voňavkou. Vše bedlivě popisujte a pozorujte termokamerou.“



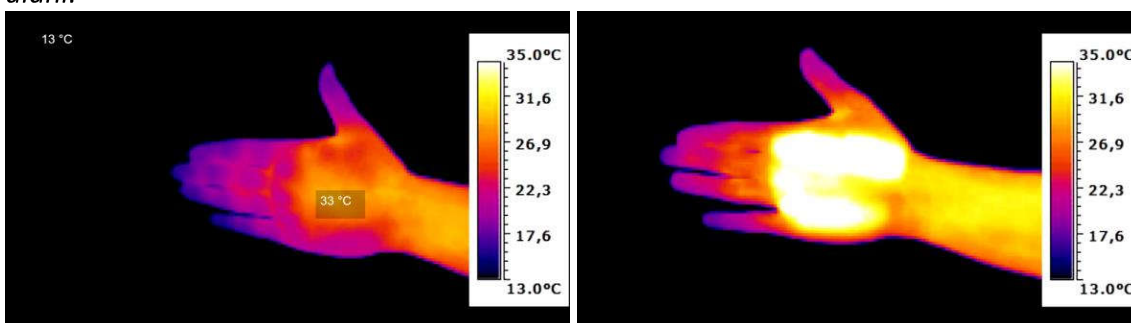
### Kostka ledu v nápoji – vnitřní energie

Zadání: „Do nádoby s horkou vodou vhodte kostku ledu. Hladinu a stěny skleničky pozorujte termokamerou.“



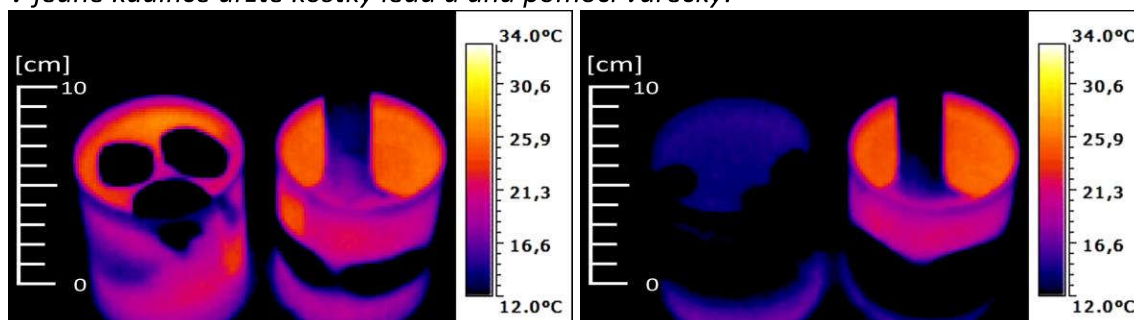
### Tření dlaní – změna vnitřní energie konáním práce

Zadání: „Zjistěte aktuální teplotu vašich dlaní. Dostatečně dlouhou dobu (dokud neucítíte velké zvýšení teploty) třete jednu dlaň o druhou a poté znovu odečtěte aktuální teplotu dlaní.“



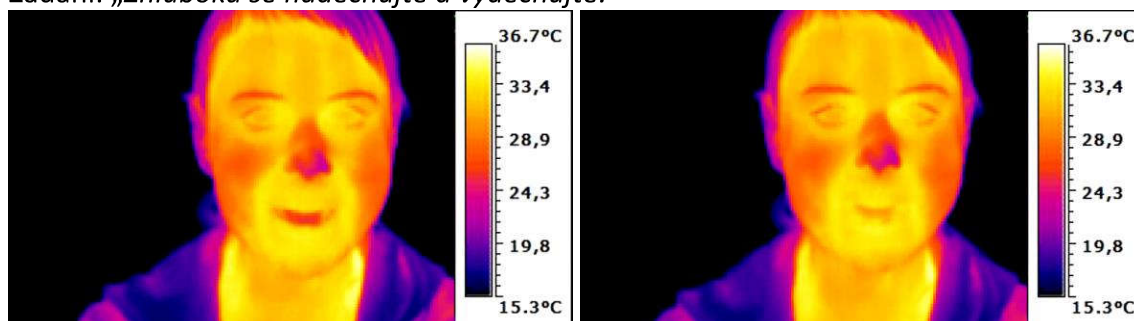
### Kostky ledu na dně a hladině – proudění tepla

Zadání: „Do dvou kádinek s vodou o pokojové teplotě vhodte stejné množství kostek ledu. V jedné kádince držte kostky ledu u dna pomocí vařečky.“



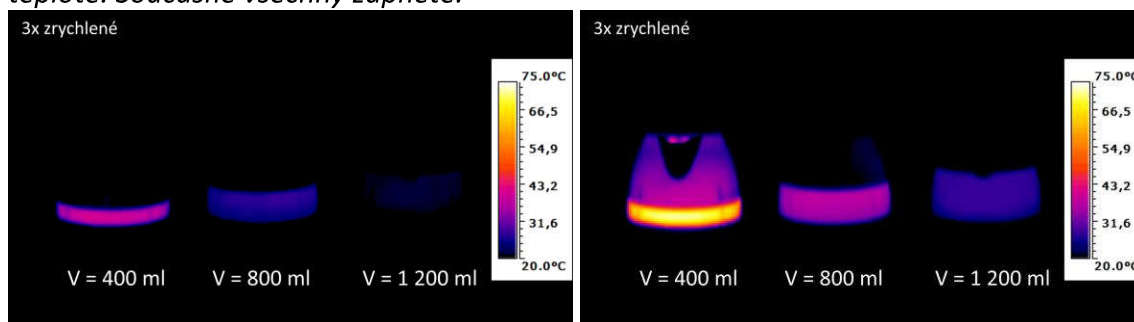
### Nádech a výdech – přenos tepla

Zadání: „Zhluboka se nadechněte a vydechněte.“



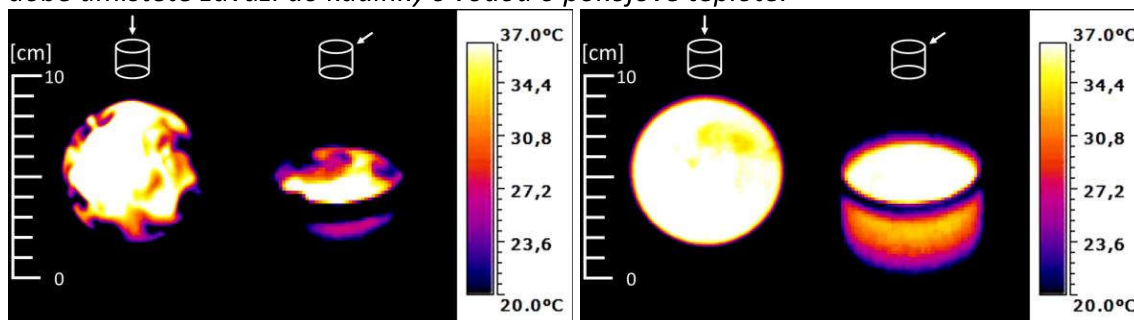
### Ohřátí vody v rychlovarné konvici – teplo

Zadání: „Do třech varných konvic umístěte tři různé objemy vody v poměru 1 : 2 : 3 o stejné teplotě. Současně všechny zapněte.“



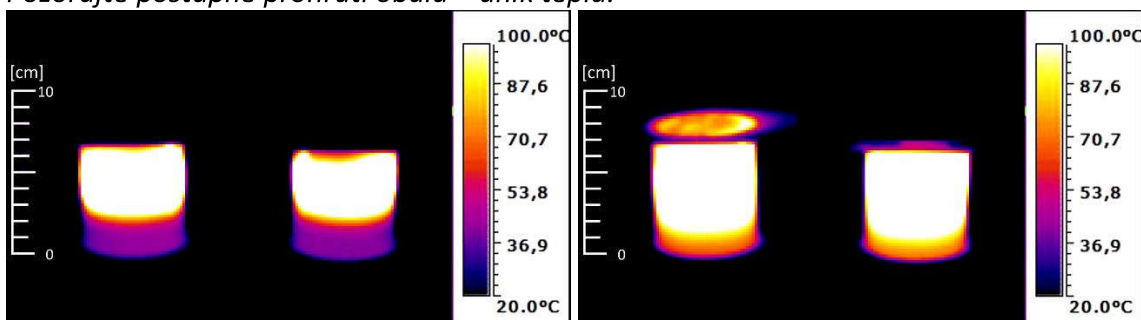
### Závaží ve vodě – teplo přijaté a teplo odevzdané

Zadání: „Závaží o hmotnosti 100 g umístěte do vody, která se vaří. Po dostatečně dlouhé době umístěte závaží do kádinky s vodou o pokojové teplotě.“



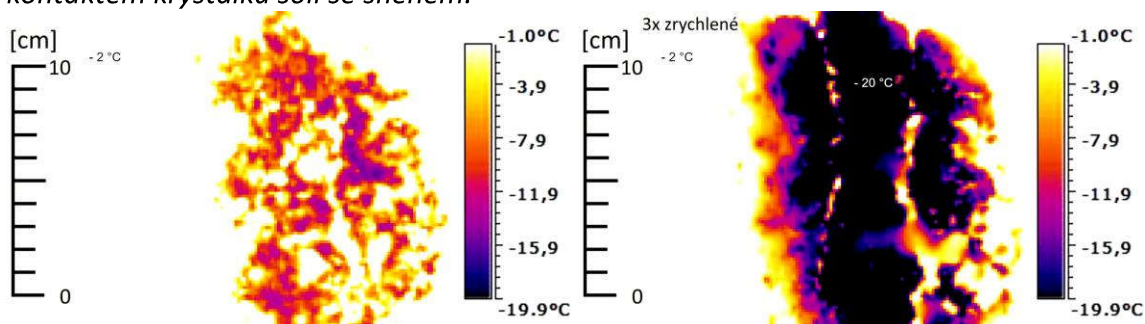
### Tepelný izolant vzduch – přenos tepla

Zadání: „Na dvě kádinky s horkou vodou položte jednu část obalu a kompletní obal na CD. Pozorujte postupné prohřátí obalu – únik tepla.“



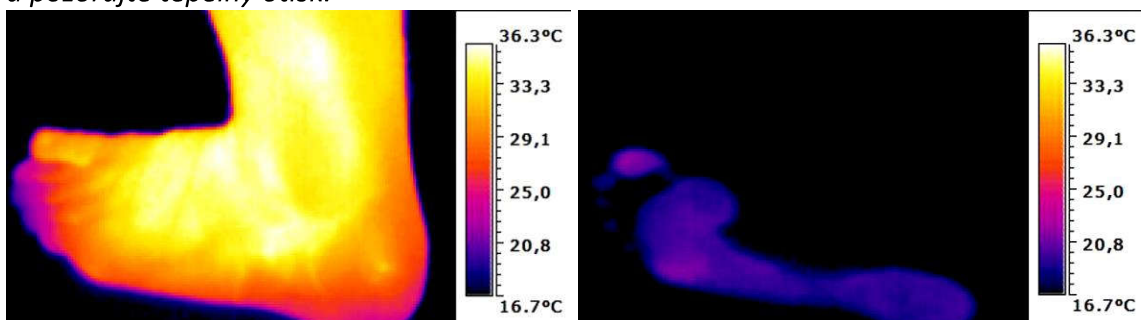
### Sůl se sněhem – změna teploty tání

Zadání: „Vrstvu sněhu posypte kuchyňskou solí a pozorujte následný proces vzniklý kontaktem krystalků soli se sněhem.“



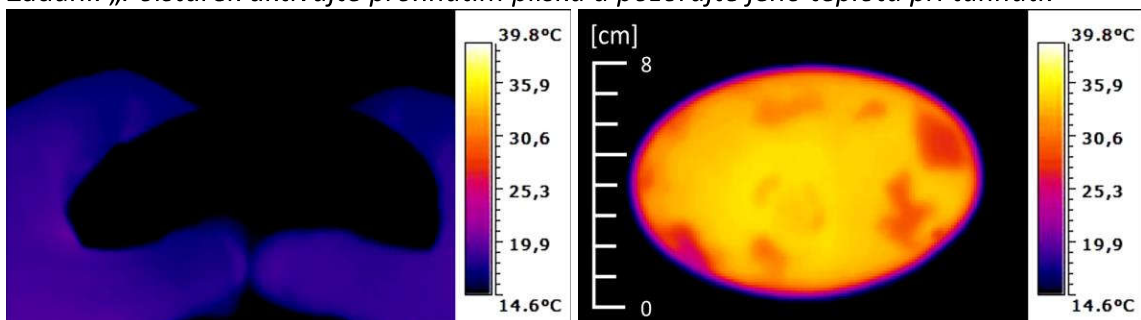
### Noha na podlaze – vedení tepla

Zadání: „Alespoň dvě minuty stůjte bosou nohou na podlaze, poté nohu zvedněte a pozorujte tepelný otisk.“



### Zahřívací polštářek – tuhnutí

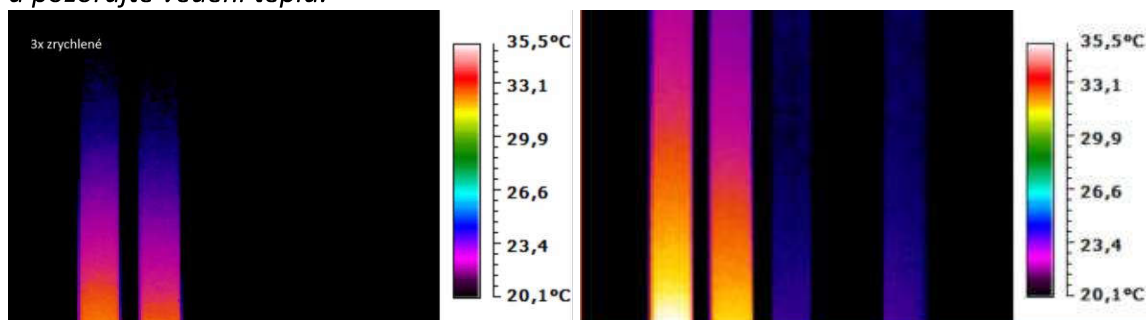
Zadání: „Polštářek aktivujte prohnutím plic a pozorujte jeho teplotu při tuhnutí.“





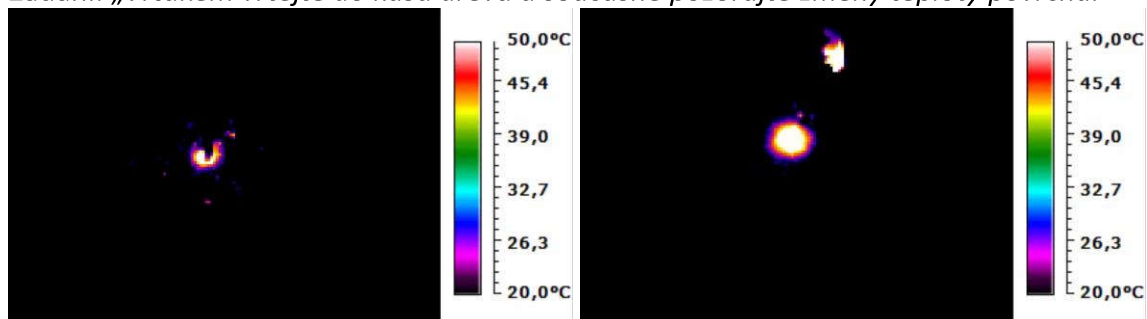
### Proužky různých materiálů – tepelná výměna

Zadání: „Do kádinky, v které jsou stejné proužky z různých látek, nalijte horkou vodu a pozorujte vedení tepla.“



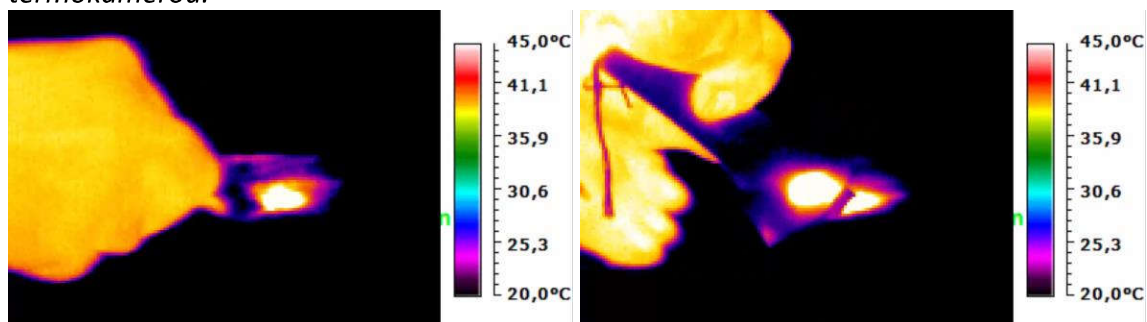
### Vrtání do dřeva – změna vnitřní energie konáním práce

Zadání: „Vrtákem vrtejte do kusu dřeva a současně pozorujte změny teploty povrchů.“



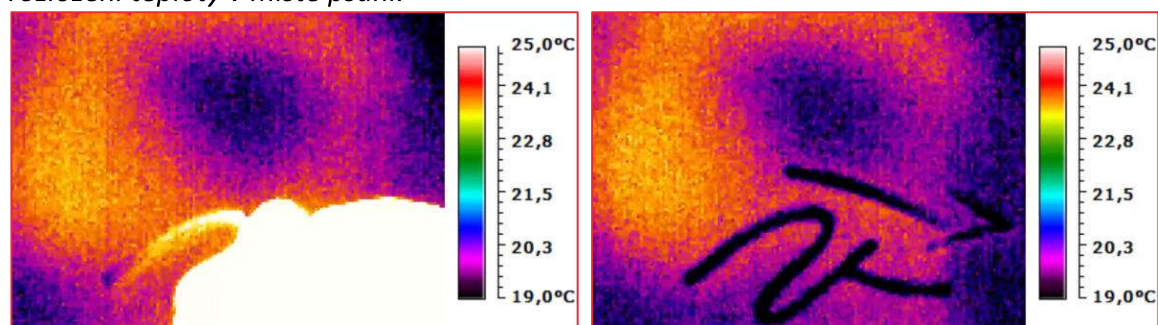
### Broušení dřeva – změna vnitřní energie konáním práce

Zadání: „Začněte brousit dřevo brusným papírem za současného pozorování termokamerou.“



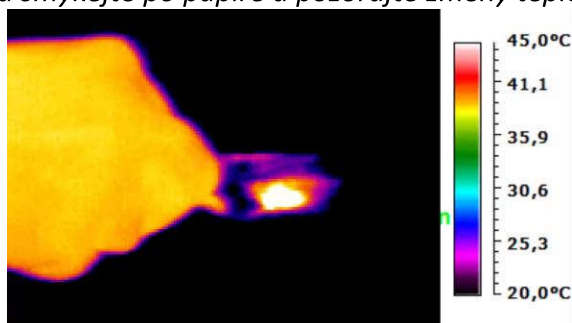
### Psaní fixem – vypařování

Zadání: „Lihovým fixem pište na papír s vysokým přtlakem a současně sledujte termogram rozložení teploty v místě psaní.“



**Gumování – změna vnitřní energie konáním práce**

Zadání: „Mazací gumou smýkejte po papíře a pozorujte změny teploty v termogramu.“



### 3. Seznam vytvořených videořešení fyzikálních úloh

#### 3.1 otáčivé účinky síly: páka, pevná kladka, volná kladka

##### páka 01

Zadání: „Nastane rovnováha na páce, jestliže na jednom rameni působí síla 2 N ve vzdálenosti 6 cm a na druhém síla 6 N ve vzdálenosti 2 cm?“

Nastane rovnováha na páce, jestliže na jednom rameni působí síla 2 N ve vzdálenosti 6 cm a na druhém síla 6 N ve vzdálenosti 2 cm?

$$M = a \cdot F$$

$$M_1 = M_2$$

$$a_1 \cdot F_1 = a_2 \cdot F_2$$

$$0,06 \cdot 2 = 0,02 \cdot 6$$

$$0,12 = 0,12$$

$F_1 = 2\text{ N}$   
 $a = 6\text{ cm} = 0,06\text{ dm} = 0,06\text{ m}$

$F_2 = 6\text{ N}$   
 $a_2 = 2\text{ cm} = 0,2\text{ dm} = 0,02\text{ m}$

##### páka 02

Zadání: „Do vzdálenosti 10 dílků od osy otáčení zavěste na páku 1 závaží. Jaký největší počet závaží můžete zavěsit na druhé rameno, aby nastala rovnováha?“

Do vzdálenosti 10 dílků od osy otáčení zavěste na páku 1 závaží. Jaký největší počet závaží můžete zavěsit na druhé rameno, aby nastala rovnováha?

$$p d_1 \cdot F_1 = p d_2 \cdot F_2$$

$$10 \cdot 1 = 1 \cdot 10$$

##### páka – řešení úloh 01

Zadání: „Jakou silou působí člověk na držadla kolečka, jestliže na korbě je ve vzdálenosti 70 cm kámen o hmotnosti 50 kg a držadla jsou ve vzdálenosti 175 cm od osy kola?“

Jakou silou působí člověk na držadla kolečka, jestliže na korbě je ve vzdálenosti 70 cm kámen o hmotnosti 50 kg a držadla jsou ve vzdálenosti 175 cm od osy kola?

$$a_1 = 70\text{ cm} = 7\text{ dm} = 0,7\text{ m}$$

$$m = 50\text{ kg}$$

$$F_G = m \cdot g = 50 \cdot 10 = 500\text{ N}$$

$$a_2 = 175\text{ cm} = 17,5\text{ dm} = 1,75\text{ m}$$

$$M_1 = M_2$$

$$M_1 = a_1 \cdot F_1$$

$$M_2 = a_2 \cdot F_2$$

$$0,7 \cdot 500 = 1,75 \cdot F_2$$

$$350 = 1,75 \cdot F_2$$

$$F_2 = \frac{350}{1,75} = 200\text{ N}$$

##### páka řešení úloh 02

Zadání: „Jaká síla působí na ořech v louskáčku, jestliže ořech je ve vzdálenosti 3 cm od kloubu louskáčku a ruka působí ve vzdálenosti 15 cm od kloubu louskáčku silou 30 N?“

Jakou sílu působí na ořech v louskáčku, jestliže ořech je ve vzdálenosti 3 cm od kloubu louskáčku a ruka působí ve vzdálenosti 15 cm od kloubu louskáčku silou 30 N?

$$a_1 = 3\text{ cm} = 0,3\text{ dm} = 0,03\text{ m}$$

$$a_2 = 15\text{ cm} = 1,5\text{ dm} = 0,15\text{ m}$$

$$F_2 = 30\text{ N}$$

$$F_1 = ?\text{ [N]}$$

$$M = a \cdot F$$

$$M_1 = M_2$$

$$a_1 \cdot F_1 = a_2 \cdot F_2$$

$$0,03 \cdot F_1 = 0,15 \cdot 30$$

$$0,03 \cdot F_1 = 4,5$$

$$F_1 = \frac{4,5}{0,03} = 150\text{ N}$$

##### páka – řešení úloh 03

Zadání: „Jakou silou působí vidlice řadicí páky na ozubená kolečka v převodovce, jestliže délka řadicí páky od osy otáčení je 20 cm, ruka na ni působí silou 10 N? Vidlice posouvající ozubená kolečka (druhé rameno páky) je dlouhá 4 cm?“

Jakou silou působí vidlice řadicí páky na ozubená kolečka v převodovce, jestliže délka řadicí páky od osy otáčení je 20 cm, ruka na ni působí silou 10 N? Vidlice posouvající ozubená kolečka (druhé rameno páky) je dlouhá 4 cm?

$$a_1 = 20\text{ cm} = 2\text{ dm} = 0,2\text{ m}$$

$$F_1 = 10\text{ N}$$

$$a_2 = 4\text{ cm} = 0,4\text{ dm} = 0,04\text{ m}$$

$$F_2 = ?\text{ [N]}$$

$$M = a \cdot F$$

$$M_1 = M_2$$

$$a_1 \cdot F_1 = a_2 \cdot F_2$$

$$0,2 \cdot 10 = 0,04 \cdot F_2$$

$$2 = 0,04 \cdot F_2$$

$$F_2 = \frac{2}{0,04} = 50\text{ N}$$

### páka – řešení úloh 04

Zadání: „Marie a Eva se chtěly houpat na houpačce, problém byl v tom, že Marie má 40 kg, Eva pouze 28 kg a obě seděly na konci houpačky ve vzdálenosti 2,5 m od osy otáčení. Malá Petra, která má hmotnost 15 kg, se nabídla, že si k nim přisedne a bude se houpat také. Chtěla si sednout těsně k Evě, ale houpat se jim nedařilo. Když si však sedla před Evu do vzdálenosti 2 m od osy otáčení, houपालy se snadno a příjemně.“

Marie a Eva se chtěly houpat na houpačce, problém byl v tom, že Marie má 40 kg, Eva pouze 28 kg a obě seděly na konci houpačky ve vzdálenosti 2,5 m od osy otáčení. Malá Petra, která má hmotnost 15 kg, se nabídla, že se k nim přisedne a bude se houpat také. Chtěla si sednout těsně k Evě, ale houpat se jim nedařilo. Když si však sedla před Evu do vzdálenosti 2 m od osy otáčení, houपालy se snadno a příjemně.

$m_1 = 40 \text{ kg}$   
 $m_2 = 28 \text{ kg}$   
 $a_1 = 2,5 \text{ m}$   
 $a_2 = 2,5 \text{ m}$   
 $F_1 = 400 \text{ N}$   $F_2 = 280 \text{ N}$   
 $m_3 = 15 \text{ kg}$   
 $F_3 = 150 \text{ N}$

$2,5 \cdot 400 = 2,5 \cdot 280 + 2 \cdot 150$   
 $1000 \text{ Nm} = 700 + 300$

### kladka volná a její užití 01

Zadání: „Jakou sílu musí vyvinout motor jeřábu, jestliže zdvihá panel o hmotnosti 300 kg pomocí kladky volné o hmotnosti 10 kg?“

Jakou sílu musí vyvinout motor jeřábu, jestliže zdvihá panel o hmotnosti 300 kg pomocí kladky volné o hmotnosti 10 kg?

$m_1 = 300 \text{ kg}$   
 $m_2 = 10 \text{ kg}$   
 $m_3 = 310 \text{ kg}$   
 $G = 310 \cdot 10 = 3100 \text{ N}$   
 $F_2 = \frac{G}{2}$   
 $F_2 = \frac{3100}{2} = 1550 \text{ N}$

### kladka volná a její užití 02

Zadání: „Jakou silou je napínáno lano troleje u železniční tratě, jestliže hmotnost závaží je 150 kg?“

Jakou silou je napínáno lano troleje u železniční tratě, jestliže hmotnost závaží je 150 kg?

$m_1 = 150 \text{ kg}$   
 $G = 150 \cdot 10 = 1500 \text{ N}$   
 $F_1 = F_{10} + F_{20}$   
 $F_1 = 1500 + 1500$   
 $F_1 = 3000 \text{ N}$

## 3.2 pohyb: rychlost

### rychlost 28

Zadání: „Rychlost námořních lodí se udává v uzlech. Rychlostí jednoho uzlu se pohybuje plavidlo, které urazí jednu námořní míli (=1 852 m) za jednu hodinu. Jakou rychlostí v km/h se pohybuje ponorka, zavelí-li kapitán rychlost 30 uzlů? Jakou vzdálenost v kilometrech urazí, pohybuje-li se touto rychlostí po dobu 1 h a 30 min?“

Rychlost námořních lodí se udává v uzlech. Rychlostí jednoho uzlu se pohybuje plavidlo, které urazí jednu námořní míli (=1 852 m) za jednu hodinu. Jakou rychlostí v km/h se pohybuje ponorka, zavelí-li kapitán rychlost 30 uzlů? Jakou vzdálenost v kilometrech urazí, pohybuje-li se touto rychlostí po dobu 1 h a 30 min?

$v = \frac{1852 \text{ m}}{\text{h}} = 1,852 \frac{\text{km}}{\text{h}}$   
 $v_{30} = 30 \cdot 1,852 = 55,56 \text{ km/h}$   
 $t = 1 \text{ h } 30 \text{ min} = 1,5 \text{ h}$   
 $s = v \cdot t$   
 $s = 55,56 \cdot 1,5 = 83,34 \text{ km}$

### 3.3 tlak v kapalinách: tlak, hydrostatický tlak, hydrostatická tlaková síla, vztlaková síla, plování těles

#### tlaková síla 16

Zadání: „Tlak 1 Pa vyvolá síla 1 N působící kolmo na plochu o obsahu 1 m<sup>2</sup>. Lze tlaku 1 Pa dosáhnout pomocí síly jiné velikosti?“

Tlak 1 Pa vyvolá síla 1 N působící kolmo na plochu o obsahu 1 m<sup>2</sup>. Lze tlaku 1 Pa dosáhnout pomocí síly jiné velikosti?

$$F = 1 \text{ N}$$

$$S = 1 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{1}{1} = 1 \text{ Pa}$$

$$F = 10 \text{ N}$$

$$S = 10 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{10}{10} = 1 \text{ Pa}$$

#### tlaková síla 17

Zadání: „Vypočítejte tlak, pod kterým proudí z injekční stříkačky do těla pacienta očkovací látka, jestliže sestra na píst o průřezu 1 cm<sup>2</sup> působí silou 10 N.“

Vypočítejte tlak, pod kterým proudí z injekční stříkačky do těla pacienta očkovací látka, jestliže sestra na píst o průřezu 1 cm<sup>2</sup> působí silou 10 N.

$$S = 1 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ dm}^2 = 0,0001 \text{ m}^2$$

$$F = 10 \text{ N}$$

$$p = ? [\text{Pa}]$$

$$p = \frac{F}{S}$$

$$p = \frac{10 \text{ N}}{0,0001 \text{ m}^2} = 100\,000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$$

Tlak byl 100 kPa

#### hydrostatický tlak 18

Zadání: „Jak velký je hydrostatický tlak v hloubce 1 m pod hladinou vody?“

Jak velký je hydrostatický tlak v hloubce 1 m pod hladinou vody?

$$h = 1 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$p_h = ? [\text{Pa}]$$

$$p_h = h \cdot g \cdot \rho$$

$$p_h = 1 \cdot 10 \cdot 1000 = 10\,000 \text{ Pa} = 10 \text{ kPa}$$

V hloubce je tlak 10 kPa.

#### hydrostatický tlak 19

Zadání: „Jak velký je hydrostatický tlak u dna plaveckého bazénu pod skokanskou věží v hloubce 4 m?“

Jak velký je hydrostatický tlak u dna plaveckého bazénu pod skokanskou věží v hloubce 4 m?

$$h = 4 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$p_h = ? [\text{Pa}]$$

$$p_h = h \cdot g \cdot \rho$$

$$p_h = 4 \cdot 10 \cdot 1000 = 40\,000 \text{ Pa} = 40 \text{ kPa}$$

Hydrostat. tlak byl 40 kPa

#### hydrostatický tlak 20

Zadání: „Jak velký je tlak vody u dna Tichého oceánu v jeho nejhlubším místě (v Mariánském příkopu), které je asi 11 km pod hladinou?“

Jak velký je tlak vody u dna Tichého oceánu v jeho nejhlubším místě (v Mariánském příkopu), které je asi 11 km pod hladinou?

$$h = 11 \text{ km} = 11\,000 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$p_h = ? [\text{Pa}]$$

$$p_h = h \cdot g \cdot \rho$$

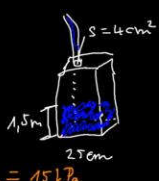
$$p_h = 11\,000 \cdot 10 \cdot 1000 = 110\,000\,000 \text{ Pa} = 110 \text{ MPa}$$

**hydrostatický tlak 21**

Zadání: „Nádoba tvaru krychle má hranu 25 cm. Plní se otvorem o průřezu 4 cm<sup>2</sup> v horní stěně, do něhož je upevněna svislá přítoková trubice. Jak velký je tlak vody u dna nádoby, jestliže nádoba je plná vody, a přitom se hladina ustálila ve výšce 1,5 m nad dnem nádoby?“

Nádoba tvaru krychle má hranu 25 cm. Plní se otvorem o průřezu 4 cm<sup>2</sup> v horní stěně, do něhož je upevněna svislá přítoková trubice. Jak velký je tlak vody u dna nádoby, jestliže nádoba je plná vody, a přitom se hladina ustálila ve výšce 1,5 m nad dnem nádoby?


$h = 1,5 \text{ m}$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$   
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $P_h = ? [\text{Pa}]$   
 $P_h = h \cdot g \cdot \rho$   
 $P_h = 1,5 \cdot 10 \cdot 1000 = 15000 \text{ Pa} = 15 \text{ kPa}$


**hydrostatická tlaková síla 22**

Zadání: „V akváriu o rozměrech dna 25 cm x 60 cm je voda do výše 35 cm. Určete tlakovou sílu vody na dno.“

V akváriu o rozměrech dna 25 cm x 60 cm je voda do výše 35 cm. Určete tlakovou sílu vody na dno.

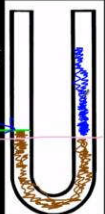
$S = a \cdot b = 60 \cdot 25 = 1500 \text{ cm}^2 = 15 \text{ dm}^2 = 0,15 \text{ m}^2$   
 $h = 35 \text{ cm} = 35 \text{ dm} = 0,35 \text{ m}$   
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$   
 $F_h = ? [\text{N}]$   
 $F_h = h \cdot g \cdot \rho \cdot S = 0,35 \cdot 10 \cdot 1000 \cdot 0,15$   
 $F_h = 525 \text{ N}$


**hydrostatický tlak 23**

Zadání: „Ve skleněné trubici tvaru U je rtuť. Jak vysoký sloupec vody se musí nalít do jednoho z ramen, aby rtuť ve druhém rameni vystoupila o 2 cm výše, než byla její původní výška?“

Ve skleněné trubici tvaru U je rtuť. Jak vysoký sloupec vody se musí nalít do jednoho z ramen, aby rtuť ve druhém rameni vystoupila o 2 cm výše, než byla její původní výška?

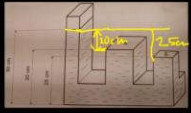
$\rho_r = 13534 \text{ kg/m}^3$   
 $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $h = 1 \text{ cm} = 0,1 \text{ dm} = 0,01 \text{ m}$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$   
 $P_h = ? [\text{Pa}]$   
 $P_h = h \cdot g \cdot \rho$   
 $P_h = 0,01 \cdot 10 \cdot 13534 = 135,34 \text{ Pa} = 1,35 \text{ Pa}$   
 $P_h = 0,02 \cdot 10 \cdot 1000 = 200 \text{ Pa}$   
 $200 \text{ Pa} = 1,35 \text{ Pa} + \rho_v \cdot g \cdot h$   
 $200 = 1,35 + 10 \cdot 1000 \cdot h$   
 $198,65 = 10000 \cdot h$   
 $h = 0,019865 \text{ m} = 1,9865 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$


**hydrostatický tlak 24**

Zadání: „Na obrázku je prostor vyplněný kapalinou s volnou vodní hladinou. Jak velký hydrostatický tlak působí na stěny A a B?“

Na obrázku je prostor vyplněný kapalinou s volnou vodní hladinou. Jak velký hydrostatický tlak působí na stěny A a B?

$h_1 = 20 \text{ cm} = 2 \text{ dm} = 0,2 \text{ m}$   
 $h_2 = 25 \text{ cm} = 2,5 \text{ dm} = 0,25 \text{ m}$   
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$   
 $P_{h1} = ? [\text{Pa}]$   
 $P_{h2} = ? [\text{Pa}]$   
 $P_{h1} = 0,2 \cdot 10 \cdot 1000 = 2000 \text{ Pa} = 2 \text{ kPa}$   
 $P_{h2} = 0,25 \cdot 10 \cdot 1000 = 2500 \text{ Pa} = 2,5 \text{ kPa}$


**hydrostatický tlak 25**

Zadání: „V jaké hloubce je hydrostatický tlak vody 50 kPa?“

V jaké hloubce je hydrostatický tlak vody 50 kPa?

$P_h = 50 \text{ kPa} = 50000 \text{ Pa}$   
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$   
 $h = ? [\text{m}]$   
 $P_h = h \cdot g \cdot \rho$   
 $50000 = h \cdot 10 \cdot 1000$   
 $50000 = 10000 \cdot h$   
 $5 \text{ m} = h$

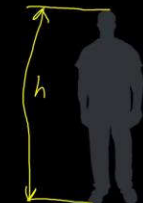
**hydrostatický tlak 26**

Zadání: „Vypočítejte rozdíl hydrostatických tlaků mezi mozkiem a chodidlem stojící osoby, která je vysoká 180 cm. Hustota krve je 1 060 kg/m<sup>3</sup>.“

Vypočítejte rozdíl hydrostatických tlaků mezi mozkiem a chodidlem stojící osoby, která je vysoká 180 cm. Hustota krve je 1060 kg/m<sup>3</sup>.

$h = 180 \text{ cm} = 1,8 \text{ dm} = 1,8 \text{ m}$   
 $\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$

$p_h = h \cdot \rho \cdot g$   
 $p_h = 1,8 \cdot 1060 \cdot 10$   
 $p_h = 19080 \text{ Pa} = 19,08 \text{ kPa}$



**vztlaková síla 27**

Zadání: „Jak velkou silou je ve vodě nadlehčován skleněný váleček o objemu 50 cm<sup>3</sup>, je-li zcela ponořen?“

Jak velkou silou je ve vodě nadlehčován skleněný váleček o objemu 50 cm<sup>3</sup>, je-li zcela ponořen?

$V = 50 \text{ cm}^3 = 0,05 \text{ dm}^3 = 0,00005 \text{ m}^3$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$   
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $F_{vz} = ? \text{ [N]}$

$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$   
 $F_{vz} = 0,00005 \cdot 1000 \cdot 10$   
 $F_{vz} = 0,5 \text{ N}$


**vztlaková síla 28**

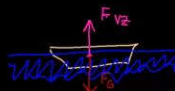
Zadání: „Jakou silou je nadlehčována loď o hmotnosti 100 t? Jaký objem má ponořená část lodi?“

Jakou silou je nadlehčována loď o hmotnosti 100t? Jaký objem má ponořená část lodi?

$F_G = F_{vz}$   
 $m = 100 \text{ t} = 100000 \text{ kg}$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$   
 $G = ? \text{ [N]}$

$G = m \cdot g$   
 $G = 100000 \cdot 10$   
 $G = 1000000 \text{ N} = 1 \text{ MN}$

$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$   
 $F_{vz} = V$   
 $V = \frac{1000000}{1000 \cdot 10} \text{ m}^3$   
 $V = 100 \text{ m}^3$


**vztlaková síla 29**

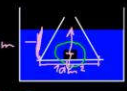
Zadání: „Jakou největší hmotnost může mít závaží umístěné na desce pod nálevkou, jestliže deska má hmotnost 0,05 kg a je v hloubce 15 cm? Obsah širšího otvoru nálevky je 1 dm<sup>2</sup>.“

Jakou největší hmotnost může mít závaží umístěné na desce pod nálevkou, jestliže deska má hmotnost 0,05 kg a je v hloubce 15 cm? Obsah širšího otvoru nálevky je 1 dm<sup>2</sup>.

$m = 0,05 \text{ kg}$   
 $h = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$   
 $S = 1 \text{ dm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$   
 $V = h \cdot S = 0,15 \cdot 0,01$   
 $F_{vz} = ? \text{ [N]}$

$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$   
 $F_{vz} = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 10$   
 $F_{vz} = 15 \text{ N}$

$F_{vz} - G = 14,5 \text{ N}$   
 $G = m \cdot g$   
 $G = 0,05 \cdot 10$   
 $G = 0,5 \text{ N}$   
 $G = 14,5 / 10 = 1,45$


**vztlaková síla 30**


Zadání: „Jak velkou silou musíme vtlačit gumový míček o objemu 250 cm<sup>3</sup> pod hladinu vody? Jak velkou silou musíme tento míček přidržovat u dna?“

Jak velkou silou musíme vtlačit gumový míček o objemu 250 cm<sup>3</sup> pod hladinu vody? Jak velkou silou musíme tento míček přidržovat u dna?

$V = 250 \text{ cm}^3 = 0,25 \text{ dm}^3 = 0,00025 \text{ m}^3$   
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$   
 $F_{vz} = ? \text{ [N]}$

$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$   
 $F_{vz} = 0,00025 \cdot 1000 \cdot 10$   
 $F_{vz} = 2,5 \text{ N}$

$F_{vz} = 2,5 \text{ N}$



**vztlaková síla 31**

Zadání: „Na dvou siloměrech jsou ve vzduchu zavěšena dvě tělesa o stejném objemu  $100 \text{ cm}^3$ . Siloměry ukazují jejich tíhy  $2,7 \text{ N}$  a  $5 \text{ N}$ . Jak velké síly budou siloměry ukazovat při úplném ponoření těles do vody?“

Na dvou siloměrech jsou ve vzduchu zavěšena dvě tělesa o stejném objemu  $100 \text{ cm}^3$ . Siloměry ukazují jejich tíhy  $2,7 \text{ N}$  a  $5 \text{ N}$ . Jak velké síly budou siloměry ukazovat při úplném ponoření těles do vody?

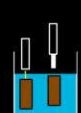
$$F_{G1} = 2,7 \text{ N} - 1 \text{ N} = 1,7 \text{ N}$$

$$F_{G2} = 5 \text{ N} - 1 \text{ N} = 4 \text{ N}$$

$$V_{t2} = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3 = 0,0001 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$F_{v2} = 0,0001 \cdot 1000 \cdot 10$$

$$F_{v2} = 1 \text{ N}$$

**hustota 32**

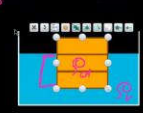
Zadání: „Dřevěný předmět plave na vodě, přičemž dvě třetiny jeho objemu jsou ponořeny. Jaká je hustota dřeva? Hustotu vody uvažujte  $1000 \text{ kg/m}^3$ .“

Dřevěný předmět plave na vodě, přičemž dvě třetiny jeho objemu jsou ponořeny. Jaká je hustota dřeva? Hustotu vody uvažujte  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

$$\rho_d = \frac{2}{3} \rho_v$$

$$\rho_d = \frac{2}{3} \cdot 1000$$

$$\rho_d = 667 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{2 \cdot 1000}{3} = 666,66$$

**3.4 tlak v plynech: atmosférický tlak****tlak v plynech 73**

Zadání: „Na základě údajů o Torricelliho pokusu vypočítejte velikost atmosférického tlaku vzduchu.“

Na základě údajů o Torricelliho pokusu vypočítejte velikost atmosférického tlaku vzduchu.

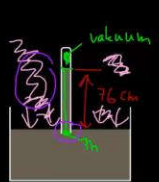
$$\rho_{\text{rtuť}} = 13500 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 76 \text{ cm} = 0,76 \text{ m}$$

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_h = 13500 \cdot 10 \cdot 0,76$$

$$P_h = 102600 \text{ Pa} = 102,6 \text{ kPa}$$

$$P_h = h \cdot \rho \cdot g$$

**3.5 elektromagnetické děje: na čem závisí velikost elektrického proudu, příkon a energie elektrického proudu****Na čem závisí odpor vodiče 1**

Zadání: „Jak velký odpor má stříbrný náramek tvaru přerušené kružnice, je-li dlouhý  $12 \text{ cm}$  a je-li jeho průřez  $2 \text{ mm}^2$ .“

Jak velký odpor má stříbrný náramek tvaru přerušené kružnice, je-li dlouhý  $12 \text{ cm}$  a je-li jeho průřez  $2 \text{ mm}^2$ ?

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$


$$l = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$

$$S = 2 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\text{Ag}} = 0,015 \frac{\Omega \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0,015 \cdot \frac{0,12}{2} = \frac{0,0018}{2} = 0,0009$$

Odpor náramku je  $0,0009 \Omega$


**Na čem závisí odpor vodiče 2**

Zadání: „Jak velký odpor má dálkové vedení vysokého napětí dlouhé  $250 \text{ km}$ , jsou-li na něm použity ocelové vodiče o průřezu  $6 \text{ cm}^2$ .“


Jak velký odpor má dálkové vedení vysokého napětí dlouhé  $250 \text{ km}$ , jsou-li na něm použity ocelové vodiče o průřezu  $6 \text{ cm}^2$ ?

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$l = 250 \text{ km} = 250000 \text{ m}$$

$$S = 6 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{ocel}} = 0,0008808 \frac{\Omega \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0,0008808 \cdot \frac{250000}{6} = 36,7 \Omega$$




**Na čem závisí odpor vodiče 2 (druhá část)**

Zadání: „*Jak velký odpor má dálkové vedení vysokého napětí dlouhé 250 km, jsou-li na něm použity ocelové vodiče o průřezu 6 cm<sup>2</sup>? Změní se odpor vedení, bude-li stejná trasa nahrazena kabelem stejného průřezu tvořeným hliníkovými vodiči?*“

Jak velký odpor má dálkové vedení vysokého napětí dlouhé 250 km, jsou-li na něm použity ocelové vodiče o průřezu 6 cm<sup>2</sup>?  
Změní se odpor vedení, bude-li stejná trasa nahrazena kabelem stejného průřezu tvořeným hliníkovými vodiči?

$$l = 250\,000\text{ m}$$

$$S = 6\text{ cm}^2$$

$$S_{Al} = 0,025\text{ m}^2 = 0,00025\text{ m}^2$$

$$R_{ocel} = \frac{3,67\Omega}{10,41\Omega} = 0,35$$

$$R = S \cdot \frac{l}{S}$$

$$R = 0,00025 \cdot \frac{250\,000}{6} = 10,41\Omega$$
**Na čem závisí odpor vodiče 3**

Zadání: „*Vypočítejte odpor ocelové kolejnice o průřezu 1 dm<sup>2</sup>, dlouhé 1,5 km, která je součástí železničního zabezpečovacího zařízení.*“


Vypočítejte odpor ocelové kolejnice o průřezu 1 dm<sup>2</sup>, dlouhé 1,5 km, která je součástí železničního zabezpečovacího zařízení.

$$S = 1\text{ dm}^2 = 100\text{ cm}^2$$

$$l = 1,5\text{ km} = 1500\text{ m}$$

$$S = 0,0008808\text{ m}^2$$

$$R = S \cdot \frac{l}{S}$$

$$R = 0,0008808 \cdot \frac{1500}{100} = 0,013\Omega$$

**Řešení jednoduchých elektrických obvodů 1**

Zadání: „*Zápis vztahu  $I = U/R$  upravte tak, abyste vztah mohli užít k výpočtu odporu (napětí).*“

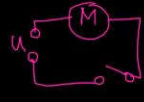

Zápis vztahu  $I = \frac{U}{R}$  upravte tak, abyste vztah mohli užít k výpočtu odporu (napětí)

$$I = \frac{U}{R} \quad R \cdot I = U \quad R \cdot I = U$$

$$R = \frac{U}{I}$$
**Řešení jednoduchých elektrických obvodů 2**

Zadání: „*V jednoduchém elektrickém obvodu byl zapojen malý elektromotor. Po určité době provozu pokleslo napětí zdroje na polovinu. Jak se změnil proud v obvodu? Změnila se činnost elektromotorku?*“

V jednoduchém elektrickém obvodu byl zapojen malý elektromotor. Po určité době provozu pokleslo napětí zdroje na polovinu. Jak se změnil proud v obvodu? Změnila se činnost elektromotorku?

$$U = R \cdot I$$

$$\frac{1}{2}U = R \cdot \frac{1}{2}I$$
**Řešení jednoduchých elektrických obvodů 3**

Zadání: „*Jaký odpor má žárovka do kapesní svítilny, na níž je uvedeno 3,5 V/0,3 A?*“


Jaký odpor má žárovka do kapesní svítilny, na níž je uvedeno 3,5 V/0,3 A?

$$U = 3,5\text{ V}$$

$$I = 0,3\text{ A}$$

$$R = 2\Omega$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{3,5}{0,3} = 11,66\Omega \approx 12\Omega$$



**Řešení jednoduchých elektrických obvodů 4**

Zadání: „Místo rezistoru o odporu  $250 \Omega$  je v obvodu zařazen rezistor o odporu  $1 \text{ k}\Omega$ . K jaké změně proudu dojde?“

Místo rezistoru o odporu  $250 \Omega$  je v obvodu zařazen rezistor o odporu  $1 \text{ k}\Omega$ . K jaké změně proudu dojde?

$$R_1 = 250 \Omega$$

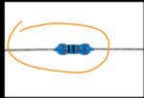
$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega$$

$$R_2 : R_1 = 1000 : 250 = 4$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{U}{250}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{U}{1000}$$

$I_1$   $I_2$


**Řešení jednoduchých elektrických obvodů 5**

Zadání: „V obvodu je zapojen rezistor o velikosti odporu  $1 \text{ k}\Omega$ . Jak se změní proud, jestliže vyměníme zdroj napětí - místo monočládku použijeme plochou baterii?“

V obvodu je zapojen rezistor o velikosti odporu  $1 \text{ k}\Omega$ . Jak se změní proud, jestliže vyměníme zdroj napětí - místo monočládku použijeme plochou baterii?

$$R = 1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega$$

$$U_1 = 1,5 \text{ V}$$

$$U_2 = 4,5 \text{ V}$$


$$I_1 = 2 \text{ mA}$$

$$I_2 = 2 \text{ mA}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I_1 = \frac{1,5}{1000} = 0,0015 \text{ A} = 1,5 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{4,5}{1000} = 0,0045 \text{ A} = 4,5 \text{ mA}$$

$$\frac{4,5}{1,5} = 3$$

**Řešení jednoduchých elektrických obvodů 6**

Zadání: „Jak velký odpor má startér automobilu, který je připojen k napětí  $12 \text{ V}$  a jímž při startování prochází proud  $70 \text{ A}$ ?“


Jak velký odpor má startér automobilu, který je připojen k napětí  $12 \text{ V}$  a jímž při startování prochází proud  $70 \text{ A}$ ?

$$U = 12 \text{ V}$$

$$I = 70 \text{ A}$$

$$R = ? [\Omega]$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{12}{70} = 0,171 = 0,17 \Omega$$

**Řešení jednoduchých elektrických obvodů 7**


Zadání: „Žehličkou, která je připojena na napětí  $230 \text{ V}$ , prochází proud  $5 \text{ A}$ . Jaký odpor má topná spirála žehličky?“

Žehličkou, která je připojena na napětí  $230 \text{ V}$ , prochází proud  $5 \text{ A}$ . Jaký odpor má topná spirála žehličky?

$$U = 230 \text{ V}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$R = ? [\Omega]$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230}{5} = 46 \Omega$$

**Řešení jednoduchých elektrických obvodů 8**

Zadání: „Na zásuvce jsou uvedeny údaje  $230 \text{ V}/6 \text{ A}$ . Bude překročen povolený elektrický proud, připojíme-li do zásuvky elektrická kamínka s odporem  $30 \Omega$ ?“

Na zásuvce jsou uvedeny údaje  $230 \text{ V}/6 \text{ A}$ . Bude překročen povolený elektrický proud, připojíme-li do zásuvky elektrická kamínka s odporem  $30 \Omega$ ?


$$U = 230 \text{ V}$$

$$R = 30 \Omega$$

$$I_1 = ? [\text{A}]$$

$$I_2 = 6 \text{ A}$$

$$I_2 - I_1 = 6 - 7,7 = -1,7 \text{ A}$$

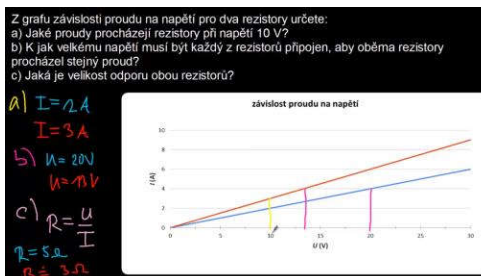
$$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{30} = 7,66 \text{ A} = 7,7 \text{ A}$$


## Řešení jednoduchých elektrických obvodů 9

Zadání: „Z grafu závislosti proudu na napětí pro dva rezistory určete:

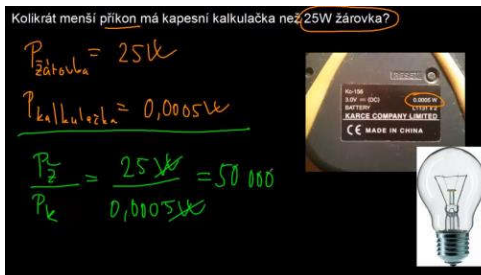
a) Jaké proudy procházejí rezistory při napětí 10 V?

b) K jak velkému napětí musí být každý z rezistorů připojen, aby oběma rezistory procházel stejný proud?“



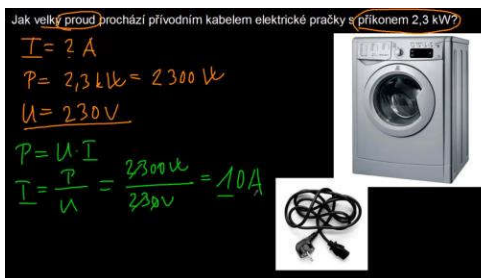
## Příkon a energie elektrického proudu 1

Zadání: „Kolikrát menší příkon má kapesní kalkulačka než 25 W žárovka?“



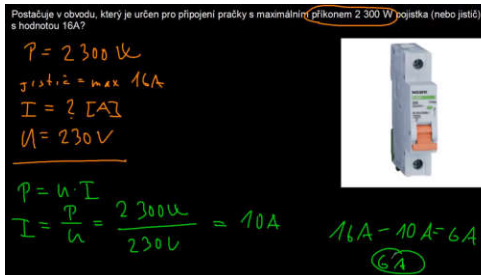
## Příkon a energie elektrického proudu 2

Zadání: „Jak velký proud prochází přívodním kabelem elektrické pračky s příkonem 2,3 kW?“



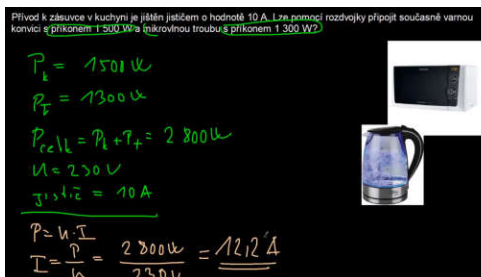
## Příkon a energie elektrického proudu 3

Zadání: „Postačuje v obvodu, který je určen pro připojení pračky s maximálním příkonem 2 300 W pojistka (nebo jistič) s hodnotou 16 A?“



## Příkon a energie elektrického proudu 4

Zadání: „Přívod k zásuvce v kuchyni je jistič o hodnotě 10 A. Lze pomocí rozdvójky připojit současně varnou konvici s příkonem 1 500 W a mikrovlnou troubu s příkonem 1 300 W?“



### Příkon a energie elektrického proudu 5

Zadání: „Za jak dlouho spotřebuje 100W žárovka energii 1 kWh? Za jak dlouho spotřebuje tuto energii moderní úsporná žárovka (kompaktní zářivka) s příkonem 20 W, která klasickou 100W žárovku nahradí? Za jak dlouhou stejnou energii spotřebuje radiátor elektrického topení o příkonu 2 000 W?“

Za jak dlouho spotřebuje 100W žárovka energii 1 kWh? Za jak dlouho spotřebuje tuto energii moderní úsporná žárovka (kompaktní zářivka) s příkonem 20 W, která klasickou 100W žárovku nahradí? Za jak dlouhou stejnou energii spotřebuje radiátor elektrického topení o příkonu 2 000 W?

$t = ? \text{ h}$   
 $P_1 = 100 \text{ W}$   
 $E = 1 \text{ kWh} = 1000 \text{ kWh}$   
 $P_2 = 20 \text{ W}$   
 $P_R = 2000 \text{ W}$

$E = P \cdot t$

$t_1 = \frac{E}{P_1} = \frac{1000 \text{ kWh}}{100 \text{ W}} = 10 \text{ h}$   
 $t_2 = \frac{E}{P_2} = \frac{1000 \text{ kWh}}{20 \text{ W}} = 50 \text{ h}$   
 $t_3 = \frac{E}{P_R} = \frac{1000 \text{ kWh}}{2000 \text{ W}} = 0,5 \text{ h}$

### Příkon a energie elektrického proudu 6

Zadání: „Kolik elektrické energie spotřebuje spirála ponorného vařiče za 5 minut, jestliže její příkon je 500 W? Na co se tato energie přemění?“

Kolik elektrické energie spotřebuje spirála ponorného vařiče za 5 minut, jestliže její příkon je 500 W? Na co se tato energie přemění?

$E = ?$   
 $t = 5 \text{ min}$   
 $P = 500 \text{ W}$

$E = P \cdot t$   
 $E = 500 \text{ W} \cdot 5 \text{ min}$   
 $E = 2500 \text{ Wh}$

$\frac{E}{60} = \text{Wh}$   
 $\frac{2500}{60} = 42 \text{ Wh}$   
 $\frac{42 \text{ Wh}}{1000} = 0,042 \text{ kWh}$

### Příkon a energie elektrického proudu 7

Zadání: „Lednička o příkonu 180 W spotřebuje za den (24 hodin) energii pouze 0,9 kWh. Jak je to možné?“

Lednička o příkonu 180 W spotřebuje za den (24 hodin) energii pouze 0,9 kWh. Jak je to možné?

$P = 180 \text{ W}$   
 $t = 24 \text{ h}$   
 $E = 0,9 \text{ kWh} = 900 \text{ Wh}$

$E = P \cdot t$   
 $t = \frac{E}{P} = \frac{900 \text{ Wh}}{180 \text{ W}} = 5 \text{ h}$

$5 \text{ h} = \frac{300 \text{ min}}{24}$        $\frac{300}{24} = 12,5 \text{ min}$

## 3.6 energie: práce, kladka pevná, výkon

### práce 2

Zadání: „Jakou práci vykoná fotbalista, jestliže při kopnutí do míče působí jeho noha na míč silou 200 N po dráze 15 cm?“

Jakou práci vykoná fotbalista, jestliže při kopnutí do míče působí jeho noha na míč silou 200 N po dráze 15 cm?

$s = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$   
 $F = 200 \text{ N}$

$W = F \cdot s$   
 $W = 200 \cdot 0,15$   
 $W = 30 \text{ J}$

### práce 3

Zadání: „Jakou práci vykoná chlapec o hmotnosti 50 kg, doběhne-li po schodech do 3. patra, tj. do výšky 9 m?“

Jakou práci vykoná chlapec o hmotnosti 50 kg, doběhne-li po schodech do 3. patra, tj. do výšky 9 m?

$h = 9 \text{ m}$   
 $m = 50 \text{ kg}$   
 $g = 10 \text{ N/kg}$

$W = m \cdot g \cdot h$   
 $W = 50 \cdot 10 \cdot 9$   
 $W = 4500 \text{ J}$

**práce 4**

Zadání: „Jakou práci vykoná motor výtahu při jízdě z přízemí do 8. patra? (v kabině osobního výtahu jsou 3 osoby, každá o hmotnosti 80 kg; kabina má hmotnost 180 kg. Výška jednoho patra je přibližně 3 m.)“

Jakou práci vykoná motor výtahu při jízdě z přízemí do 8. patra? (v kabině osobního výtahu jsou 3 osoby, každá o hmotnosti 80 kg; kabina má hmotnost 180 kg. Výška jednoho patra je přibližně 3 m.)


$$h_0 = 3 \text{ m} \quad h = 3 \cdot 8 = 24 \text{ m}$$

$$p = 8$$

$$m_z = 80 \text{ kg} \quad m = 240 + 180 = 420 \text{ kg}$$

$$m_v = 180 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$W = m \cdot g \cdot h = 420 \cdot 10 \cdot 24 = 100800 \text{ J} = 100,8 \text{ kJ}$$

**práce 5**

Zadání: „Vzpěrač vzepře činku o hmotnosti 220 kg do výšky 2,4 m. Jakou práci přitom vykoná, jestliže tyč činky byla před zdvihnutím ve výšce 20 cm nad podlahou?“

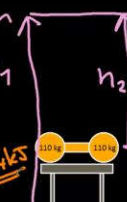
Vzpěrač vzepře činku o hmotnosti 220 kg do výšky 2,4 m. Jakou práci přitom vykoná, jestliže tyč činky byla před zdvihnutím ve výšce 20 cm nad podlahou?

$$h_1 = 2,4 \text{ m} \quad h_2 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$h = h_1 - h_2 = 2,4 - 0,2 = 2,2 \text{ m}$$

$$m = 220 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$W = m \cdot g \cdot h = 220 \cdot 10 \cdot 2,2 = 4840 \text{ J} = 4,84 \text{ kJ}$$

**práce 6**

Zadání: „Jakou práci vykoná traktor táhnoucí pluh silou 10 kN, jestliže pole je dlouhé 250 m a traktor se musí otočit 80krát?“

Jakou práci vykoná traktor táhnoucí pluh silou 10 kN, jestliže pole je dlouhé 250 m a traktor se musí otočit 80krát?

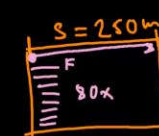
$$F = 10 \text{ kN} = 10000 \text{ N}$$

$$s = 250 \text{ m}$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = 10000 \cdot 250$$

$$W = 2500000 \text{ J}$$

$$W = 2500000 \cdot 80 = 200000000 \text{ J} = 200 \text{ MJ}$$

**práce 7**

Zadání: „Jakou silou je napínáno lano jeřábu, jestliže při zdvihání panelu do výšky 20 m vykoná práci 70 kJ? Jaká je hmotnost panelu?“

Jakou silou je napínáno lano jeřábu, jestliže při zdvihání panelu do výšky 20 m vykoná práci 70 kJ? Jaká je hmotnost panelu?

$$h = 20 \text{ m}$$

$$W = 70 \text{ kJ} = 70000 \text{ J}$$

$$W = G \cdot h$$

$$70000 = G \cdot 20$$

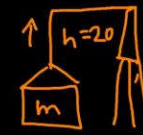
$$70000 = G$$

$$G = 3500 \text{ N}$$

$$G = m \cdot g$$

$$3500 = m \cdot 10$$

$$m = 3500 / 10$$

$$m = 350 \text{ kg}$$

**práce 8**

Zadání: „Kolik metrů vlasce měl rybář ve vodě, jestliže při vytahování ryby působil na vlasce silou 15 N a vykonal při tom práci 120 J?“

Kolik metrů vlasce měl rybář ve vodě, jestliže při vytahování ryby působil na vlasce silou 15 N a vykonal při tom práci 120 J?

$$F = 15 \text{ N}$$

$$W = 120 \text{ J}$$

$$S = ? \text{ [m]}$$

$$W = F \cdot s$$

$$120 = 15 \cdot s$$

$$\frac{120}{15} = s \quad s = 8 \text{ m}$$

## práce 9

Zadání: „Jirka přečerpal 200 litrů vody do výšky 2,5 m. František postupně po provaze vytáhl 25 cihel (každá měla hmotnost 4 kg) do výšky 5 metrů. Kdo vykonal větší práci?“

Jirka přečerpal 200 litrů vody do výšky 2,5 m. František postupně po provaze vytáhl 25 cihel (každá měla hmotnost 4 kg) do výšky 5 metrů. Kdo vykonal větší práci?

Jirka  
 $V = 200 \text{ l} \Rightarrow 200 \text{ kg} = m$   
 $h = 2,5$   
 $W = m \cdot g \cdot h$   
 $W = 200 \cdot 10 \cdot 2,5$   
 $W = 5000 \text{ J} = 5 \text{ kJ}$

František  
 $m_{\text{cihel}} = 4 \text{ kg}$   
 $m_{\text{cihel}} = 4 \cdot 25 = 100 \text{ kg}$   
 $h = 5 \text{ m}$   
 $W = m \cdot g \cdot h$   
 $W = 100 \cdot 10 \cdot 5$   
 $W = 5000 \text{ J} = 5 \text{ kJ}$

## Výpočet práce na páce a na kladce pevné 1

Zadání: „Jakou vykonáme práci při přeštipnutí drátu, jestliže ruka na konci kleští působí silou 60 N po dráze 2 cm? Jak silný je drát, jestliže při štípání na něj působí kleště silou 800 N?“

Jakou vykonáme práci při přeštipnutí drátu, jestliže ruka na konci kleští působí silou 60 N po dráze 2 cm? Jak silný je drát, jestliže při štípání na něj působí kleště silou 800 N?

$F_1 = 60 \text{ N}$   
 $s_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$   
 $W_1 = ? \text{ J}$   
 $W_1 = F \cdot s$   
 $W_1 = 60 \text{ N} \cdot 0,02 \text{ m}$   
 $W_1 = 1,2 \text{ J}$

$W_1 = W_2$   
 $W_2 = F_2 \cdot s_2$   
 $1,2 \text{ J} = F_2 \cdot s_2$   
 $F_2 = \frac{1,2 \text{ J}}{s_2} = \frac{1,2 \text{ J}}{0,0015 \text{ m}} = 800 \text{ N}$

## Výpočet práce na páce a na kladce pevné 2

Zadání: „Jakou práci vykonáme při otevírání víčka od piva, jestliže ruka působí na otvírák silou 18 N po dráze 5 cm? Jakou silou je nazdvihováno víčko, jestliže se jeho okraj zvedne o 6 mm?“

Jakou práci vykonáme při otevírání víčka od piva, jestliže ruka působí na otvírák silou 18 N po dráze 5 cm? Jakou silou je nazdvihováno víčko, jestliže se jeho okraj zvedne o 6 mm?

$W_1 = ? \text{ J}$   
 $F_1 = 18 \text{ N}$   
 $s_1 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$   
 $W_1 = F \cdot s_1$   
 $W_1 = 18 \text{ N} \cdot 0,05 \text{ m}$   
 $W_1 = 0,9 \text{ J}$

$W_1 = W_2$   
 $W_2 = F_2 \cdot s_2$   
 $0,9 \text{ J} = F_2 \cdot s_2$   
 $F_2 = \frac{0,9 \text{ J}}{s_2} = \frac{0,9 \text{ J}}{0,006 \text{ m}} = 150 \text{ N}$

## Výpočet práce na páce a na kladce pevné 3

Zadání: „Při brzdění pomocí ruční brzdy v osobním automobilu působí ruka na rukojeť silou 25 N po dráze 20 cm. Jakou práci při tom vykoná? Jakou silou působí brzda na brzdovém zařízení, jestliže ho posune o 0,5 cm?“

Při brzdění pomocí ruční brzdy v osobním automobilu působí ruka na rukojeť silou 25 N po dráze 20 cm. Jakou práci při tom vykoná? Jakou silou působí brzda na brzdovém zařízení, jestliže ho posune o 0,5 cm?

$F_1 = 25 \text{ N}$   
 $s_1 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$   
 $W_1 = ? \text{ J}$   
 $W_1 = F \cdot s_1$   
 $W_1 = 25 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m}$   
 $W_1 = 5 \text{ J}$

$W_1 = W_2$   
 $W_2 = F_2 \cdot s_2$   
 $5 \text{ J} = F_2 \cdot s_2$   
 $F_2 = \frac{5 \text{ J}}{s_2} = \frac{5 \text{ J}}{0,005 \text{ m}} = 1000 \text{ N}$

## Výpočet práce na páce a na kladce pevné 5

Zadání: „Při vytahování traktoru zapadlého do rozmočeného pole (pomocí jeřábu přes kladku pevnou) navinul jeřáb 6 m lana a tahová síla působící na lano byla 25 kN. O jakou vzdálenost popotáhl jeřáb zapadlý traktor a jakou práci při tom vykonal?“

Při vytahování traktoru zapadlého do rozmočeného pole (pomocí jeřábu přes kladku pevnou) navinul jeřáb 6 m lana a tahová síla působící na lano byla 25 kN. O jakou vzdálenost popotáhl jeřáb zapadlý traktor a jakou práci při tom vykonal?

$s_1 = 6 \text{ m}$   
 $F_1 = 25 \text{ kN} = 25000 \text{ N}$   
 $W_1 = F_1 \cdot s_1$   
 $W_1 = 25000 \text{ N} \cdot 6 \text{ m}$   
 $W_1 = 150000 \text{ J}$   
 $W_1 = 150 \text{ kJ}$

**práce 28**

Zadání: „Jak velkou práci koná síla 20 N, působí-li na těleso po dráze 2 m?“

Jak velkou práci koná síla 20 N, působí-li na těleso po dráze 2 m?

$$F = 20 \text{ N}$$

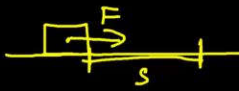
$$s = 2 \text{ m}$$

$$W = F \cdot s \text{ [J]}$$

$$W = 20 \cdot 2$$

$$W = 40 \text{ J}$$

Vykonáme práci 40 J


**práce 29**

Zadání: „Vypočítejte, jak velkou práci je třeba vykonat při překládání knih z jedné police do police vyšší. Celková hmotnost knih je 25 kg, druhá police je výš o 30 cm.“

Vypočítejte, jak velkou práci je třeba vykonat při překládání knih z jedné police do police vyšší. Celková hmotnost knih je 25 kg, druhá police je výš o 30 cm.

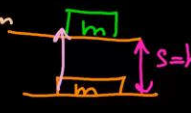
$$m = 25 \text{ kg}$$

$$h = 30 \text{ cm} = 3 \text{ dm} = 0,3 \text{ m}$$

$$G = m \cdot g$$

$$G = 25 \cdot 10$$

$$G = 250$$

$$W = G \cdot s = 250 \cdot 0,3 = 75 \text{ J}$$

**práce 30**

Zadání: „Jak velkou práci vykoná elektrická lokomotiva táhnoucí vagóny silou 100 kN po vodorovné trati stálou rychlostí v úseku 3 km?“


Jak velkou práci vykoná elektrická lokomotiva táhnoucí vagóny silou 100 kN po vodorovné trati stálou rychlostí v úseku 3 km?

$$F = 100 \text{ kN} = 100\,000 \text{ N}$$

$$s = 3 \text{ km} = 3\,000 \text{ m}$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = 100\,000 \cdot 3\,000$$

$$W = 300\,000\,000 \text{ J} = 300\,000 \text{ kJ} = 300 \text{ MJ}$$

**práce 31**

Zadání: „Délka sáňkařské dráhy je 60 metrů, její převýšení je 8 metrů. Jak velkou práci vykoná chlapec, který po ní vytáhne sáňky o hmotnosti 10 kg? Tření zanedbáváme.“

Délka sáňkařské dráhy je 60 metrů, její převýšení je 8 metrů. Jak velkou práci vykoná chlapec, který po ní vytáhne sáňky o hmotnosti 10 kg? Tření zanedbáváme.

$$l = s = 60 \text{ m}$$


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

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$G = m \cdot g$$

$$G = 10 \cdot 10$$

$$G = 100$$

$$W = G \cdot h = 100 \cdot 8 = 800 \text{ J}$$

**práce 32**

Zadání: „Jana tlačí vozík silou 50 N po dráze 20 m a Josef táhne kárku silou 200 N po dráze 5 m. Kdo vykoná větší práci?“

Jana tlačí vozík silou 50 N po dráze 20 m a Josef táhne kárku silou 200 N po dráze 5 m. Kdo vykoná větší práci?

$$F_1 = 50 \text{ N}$$

$$s_1 = 20 \text{ m}$$

$$W_1 = F_1 \cdot s_1$$

$$W_1 = 50 \cdot 20$$

$$W_1 = 1000 \text{ J}$$

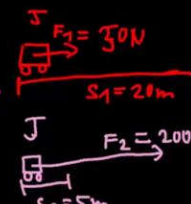
$$F_2 = 200 \text{ N}$$

$$s_2 = 5 \text{ m}$$

$$W_2 = F_2 \cdot s_2$$

$$W_2 = 200 \cdot 5$$

$$W_2 = 1000 \text{ J}$$

$$W_1 = W_2 = 1000 \text{ J}$$


**práce 33**

Zadání: „Jakou práci vykoná motor výtahu, jestliže zdvihá prázdný výtah o hmotnosti 250 kg do výše 20 m? Jakou práci vykoná, jestliže je ve výtahu člověk o hmotnosti 50 kg? Oba výsledky porovnejte a vysvětlete jejich rozdíl.“

Jakou práci vykoná motor výtahu, jestliže zdvihá prázdný výtah o hmotnosti 250 kg do výše 20 m? Jakou práci vykoná, jestliže je ve výtahu člověk o hmotnosti 50 kg? Oba výsledky porovnejte a vysvětlete jejich rozdíl.

$$m = 250 \text{ kg} \quad h = 20 \text{ m}$$

$$G = m \cdot g \quad m = 250 \text{ kg} \quad \textcircled{1}$$

$$G = 250 \cdot 10 \quad G = 2500 \text{ N} \quad G = 300 \cdot 10 \quad G = 3000$$

$$W = G \cdot h \quad W = 2500 \cdot 20 \quad W = 3000 \cdot 20$$

$$W = 50000 \text{ J} \quad W = 60000 \text{ J}$$

$$W = 50 \text{ kJ} \quad W = 60 \text{ kJ}$$
**práce 34**

Zadání: „Jakou práci vykonáme při posouvání skříně po koberci na vzdálenost 1,5 metru? Posunujeme-li skříně bez podložky, musíme působit silou 400 N. Jestliže pod hrany skříně podložíme kluzáky, stačí k jejímu posunutí síla 120 N. Výsledky porovnejte.“

Jakou práci vykonáme při posouvání skříně po koberci na vzdálenost 1,5 metru? Posunujeme-li skříně bez podložky, musíme působit silou 400 N. Jestliže pod hrany skříně podložíme kluzáky, stačí k jejímu posunutí síla 120 N. Výsledky porovnejte.

$$F_1 = 400 \text{ N}$$

$$F_2 = 120 \text{ N}$$

$$s = 1,5 \text{ m}$$

$$W_1 = F_1 \cdot s$$

$$W_1 = 400 \cdot 1,5$$

$$W_1 = 600 \text{ J}$$

$$W_2 = F_2 \cdot s = 120 \cdot 1,5 = 180 \text{ J}$$
**práce na volné kladce 35**

Zadání: „Při zabijačce zvedl řezník prase o hmotnosti 150 kg pomocí kladky volné do výše 1,5 m. Jak velká práce k tomu byla potřeba?“

Při zabijačce zvedl řezník prase o hmotnosti 150 kg pomocí kladky volné do výše 1,5 m. Jak velká práce k tomu byla potřeba?

$$m = 150 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 150 \cdot 10 \cdot 1,5$$

$$W = 2250 \text{ J}$$
**výkon 1**

Zadání: „Jaký výkon má zdviž v autoservisu, jestliže při zdvihání osobního automobilu do výšky 2,5 m působí silou 15 kN po dobu 30 s?“

Jaký výkon má zdviž v autoservisu, jestliže při zdvihání osobního automobilu do výšky 2,5 m působí silou 15 kN po dobu 30 s?

$$F = 15 \text{ kN} = 15000 \text{ N}$$

$$h = 2,5 \text{ m}$$

$$t = 30 \text{ s}$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = 15000 \cdot 2,5 \text{ m}$$

$$W = 37500 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{37500}{30}$$

$$P = 1250 \text{ W}$$
**výkon 2**

Zadání: „Vypočtěte výkon motoru výtahu, jestliže zdvihl 8 pytlů cementu (každý po 50 kg) do výšky 6 m za 15 s.“

Vypočtěte výkon motoru výtahu, jestliže zdvihl 8 pytlů cementu (každý po 50 kg) do výšky 6 m za 15 s.

$$m_p = 50 \text{ kg}$$

$$m_{\text{celk}} = 50 \text{ kg} \cdot 8 = 400 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$h = 6 \text{ m}$$

$$t = 15 \text{ s}$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 400 \cdot 10 \cdot 6 = 24000 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{24000}{15} = 1600 \text{ W}$$



**výkon 3**

Zadání: „Jaký výkon má vzpěrač (v nadhozu), který vzeprěl činku o hmotnosti 165 kg do výšky 2 m za 22 s?“

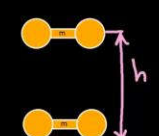
Jaký výkon má vzpěrač (v nadhozu), který vzeprěl činku o hmotnosti 165 kg do výšky 2 m za 22 s?

$$m = 165 \text{ kg} \quad W = m \cdot g \cdot h$$

$$h = 2 \text{ m} \quad W = 165 \cdot 10 \cdot 2$$

$$t = 22 \text{ s} \quad W = 3300 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} \quad [W]$$

$$P = \frac{3300}{22} = 150 \text{ W}$$

**výkon 4**

Zadání: „Jaký výkon má horolezec o hmotnosti 85 kg, jestliže na cvičnou stěnu vysokou 25 m vyleze za 30 minut? Umíte vysvětlit výsledek této úlohy?“


Jaký výkon má horolezec o hmotnosti 85 kg, jestliže na cvičnou stěnu vysokou 25 m vyleze za 30 minut? Umíte vysvětlit výsledek této úlohy?

$$m = 85 \text{ kg} \quad W = m \cdot g \cdot h \quad [J]$$

$$h = 25 \text{ m} \quad W = 85 \cdot 10 \cdot 25$$

$$t = 30 \text{ min} = 30 \cdot 60 = 1800 \text{ s} \quad W = 21250 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} \quad [W]$$

$$P = \frac{21250}{1800} = 11,8 \text{ W}$$

**výkon 5**

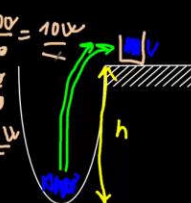
Zadání: „Zahradník zalévá vodou z konve. Vodu čerpá ze studny z pětmetrové hloubky. Načerpání vody ruční pumpou do osmilitrového vědra mu trvá přibližně 40 sekund. Pomocí elektrického čerpadla to zvládne za pouhých 10 sekund. Jaký výkon má zahradník při ručním čerpání a jaký elektrické čerpadlo?“

Zahradník zalévá vodou z konve. Vodu čerpá ze studny z pětmetrové hloubky. Načerpání vody ruční pumpou do osmilitrového vědra mu trvá přibližně 40 sekund. Pomocí elektrického čerpadla to zvládne za pouhých 10 sekund. Jaký výkon má zahradník při ručním čerpání a jaký elektrické čerpadlo?

$$h = 5 \text{ m} \quad P_1 = \frac{W}{t_1} = 10 \text{ W}$$

$$V = 8 \text{ l} = 8 \text{ dm}^3 = 8 \text{ kg} \quad P_2 = \frac{W}{t_2} = 40 \text{ W}$$

$$t_1 = 40 \text{ s} \quad W = m \cdot g \cdot h$$

$$t_2 = 10 \text{ s} \quad W = 8 \cdot 10 \cdot 5 = 400 \text{ J}$$

**výkon 6**

Zadání: „Jakou práci vykoná motor větráku o výkonu 200 W v chladicím zařízení, jestliže běží každý den nepřetržitě celých 24 hodin?“

Jakou práci vykoná motor větráku o výkonu 200 W v chladicím zařízení, jestliže běží každý den nepřetržitě celých 24 hodin?

$$P = 200 \text{ W} \quad W = P \cdot t$$

$$t = 24 \text{ h} = 24 \cdot 60 = 1440 \text{ min} \cdot 60 = 86400 \text{ s}$$

$$W = 200 \cdot 86400 = 17\,280\,000 \text{ J}$$

$$W = 17,28 \text{ MJ}$$
**výkon 7**

Zadání: „Naviják speciálního traktoru na přibližování klád v lese má výkon 25 kW. Jakou silou je napínáno lano, kterým přitáhne kládu ze vzdálenosti 24 m za 30 s?“

Naviják speciálního traktoru na přibližování klád v lese má výkon 25 kW. Jakou silou je napínáno lano, kterým přitáhne kládu ze vzdálenosti 24 m za 30 s?

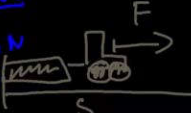
$$P = 25 \text{ kW} = 25\,000 \text{ W} \quad W = P \cdot t$$

$$F = ? \quad [N] \quad W = 25\,000 \cdot 30$$

$$s = 24 \text{ m} \quad W = 750\,000 \text{ J}$$

$$t = 30 \text{ s} \quad F = \frac{W}{s} = \frac{750\,000}{24}$$

$$F = 31\,250 \text{ N}$$

$$F = 31,25 \text{ kN}$$


**výkon 8**

Zadání: „Jaký výkon má traktor, který táhne pluh silou 10 kN, jestliže se pohybuje rychlostí 20 km/h?“

Jaký výkon má traktor, který táhne pluh silou 10 kN, jestliže se pohybuje rychlostí 20 km/h?

$$F = 10 \text{ kN} = 10\,000 \text{ N}$$

$$v = 20 \text{ km/h} = 5,5 \text{ m/s}$$

$$P = ? [\text{W}]$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = F \cdot s$$

$$P = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

$$P = 10\,000 \cdot 5,5$$

**výkon 9**

Zadání: „Jakou maximální rychlost může docílit osobní automobil, jehož motor má výkon 44 kW a vyvine tahovou sílu o velikosti 1 100 N?“

Jakou maximální rychlost může docílit osobní automobil, jehož motor má výkon 44 kW a vyvine tahovou sílu o velikosti 1 100 N?

$$P = 44 \text{ kW} = 44\,000 \text{ W}$$

$$F = 1\,100 \text{ N}$$

$$v = ? [\text{m/s}]$$

$$W = F \cdot s$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

$$44\,000 = 1\,100 \cdot v$$

$$\frac{44\,000}{1\,100} = v$$

$$40 \text{ m/s} = v$$

**výkon 36**

Zadání: „Dívka o tíze 400 N vyšplhala po tyči do výše 4 m za 12 s. Jaký byl její výkon?“

Dívka o tíze 400 N vyšplhala po tyči do výše 4 m za 12 s. Jaký byl její výkon?

$$F_G = 400 \text{ N}$$

$$h = 4 \text{ m}$$

$$t = 12 \text{ s}$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = 400 \cdot 4$$

$$W = 1\,600 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{1\,600}{12}$$

$$P = 133,33 \text{ W}$$

**výkon 37**

Zadání: „Chlapec o hmotnosti 50 kg vylezl po větvích na strom do výše 12 m za 25 s. Horolezec o hmotnosti 75 kg vylezl na skálu vysokou 48 m za 30 min. Kdo měl větší výkon?“

Chlapec o hmotnosti 50 kg vylezl po větvích na strom do výše 12 m za 25 s. Horolezec o hmotnosti 75 kg vylezl na skálu vysokou 48 m za 30 min. Kdo měl větší výkon?

$$m_1 = 50 \text{ kg}$$

$$h_1 = 12 \text{ m}$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 50 \cdot 10 \cdot 12$$

$$W = 6\,000 \text{ J}$$

$$t_1 = 25 \text{ s}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{6\,000}{25} = 240 \text{ W}$$

$$m_2 = 75 \text{ kg}$$

$$h_2 = 48 \text{ m}$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 75 \cdot 10 \cdot 48$$

$$W = 36\,000 \text{ J}$$

$$t_2 = 30 \text{ min} = 1\,800 \text{ s}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{36\,000}{1\,800} = 20 \text{ W}$$

**výkon 38**

Zadání: „Jaký výkon má motor domovního výtahu, když kabinu vyveze silou 3 kN o 15 m za 12 s?“

Jaký výkon má motor domovního výtahu, když kabinu vyveze silou 3 kN o 15 m za 12 s?

$$F = 3 \text{ kN} = 3\,000 \text{ N}$$

$$h = 15 \text{ m}$$

$$t = 12 \text{ s}$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = 3\,000 \cdot 15$$

$$W = 45\,000 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{45\,000}{12}$$

$$P = 3\,750 \text{ W}$$

**výkon 39**

Zadání: „Jaký výkon má vodní čerpadlo, vyčerpá-li ze studny 100 l vody z hloubky 5 m za 40 s?“

Jaký výkon má vodní čerpadlo, vyčerpá-li ze studny 100 l vody z hloubky 5 m za 40 s?

$$V = 100 \text{ l} = 100 \text{ kg} = m$$

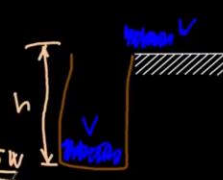
$$h = 5 \text{ m}$$

$$t = 40 \text{ s}$$

$$W = m \cdot g \cdot h \text{ [J]}$$

$$W = 100 \cdot 10 \cdot 5$$

$$W = 5000 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{5000}{40} = 125 \text{ W}$$

**výkon 40**

Zadání: „Jaký výkon má kočka o hmotnosti 2,5 kg, jestliže vyleze po stromě do výšky 3 m za 5 s?“

Jaký výkon má kočka o hmotnosti 2,5 kg, jestliže vyleze po stromě do výšky 3 m za 5 s?

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ s}$$


$$W = m \cdot g \cdot h \text{ [J]}$$

$$W = 2,5 \cdot 10 \cdot 3$$

$$W = 75 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} \text{ [W]}$$

$$P = \frac{75}{5}$$

$$P = 15 \text{ W}$$

**výkon 41**

Zadání: „Porovnejte výkon kočky z předcházející úlohy s výkonem chlapce o hmotnosti 50 kg, jestliže vyšplhá po laně do výšky 5 m za 25 s.“

Porovnejte výkon kočky z předcházející úlohy s výkonem chlapce o hmotnosti 50 kg, jestliže vyšplhá po laně do výšky 5 m za 25 s.

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 50 \cdot 10 \cdot 5$$

$$W = 2500 \text{ J}$$


$$P_k = 15 \text{ W}$$

$$P_{ch} = 100 \text{ W}$$

$$P_{ch} / P_k = \frac{100}{15} = 6,67$$

$$P = \frac{W}{t} \text{ [W]}$$

$$P = \frac{2500}{25}$$

$$P = 100 \text{ W}$$

**polohová energie 42**

Zadání: „Jak velkou polohovou energii má skokan na lyžích vzhledem k místu dopadu, stojí-li na kraji rozjezdové dráhy ve výšce 55 m? Hmotnost skokana je 65 kg.“

Jak velkou polohovou energii má skokan na lyžích vzhledem k místu dopadu, stojí-li na kraji rozjezdové dráhy ve výšce 55 m? Hmotnost skokana je 65 kg.

$$m = 65 \text{ kg}$$

$$h = 55 \text{ m}$$

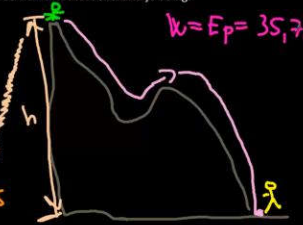
$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$E_p = W \text{ [J]}$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 65 \cdot 10 \cdot 55$$

$$W = 35750 \text{ J}$$

$$W = E_p = 35,75 \text{ kJ}$$

**polohová energie 43**

Zadání: „Jak velká bude polohová energie bucharu o hmotnosti 40 kg, bude-li na pilot spouštěn z výšky 1,2 m? Jak se změní jeho polohová energie, bude-li pouštěn z dvojnásobné výšky?“

Jak velká bude polohová energie bucharu o hmotnosti 40 kg, bude-li na pilot spouštěn z výšky 1,2 m? Jak se změní jeho polohová energie, bude-li pouštěn z dvojnásobné výšky?

$$m = 40 \text{ kg}$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

$$2h = 2 \cdot 1,2 \text{ m} = 2,4 \text{ m}$$

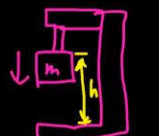
$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$E_p = W = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{p_1} = 40 \cdot 10 \cdot 1,2$$

$$E_{p_1} = 480 \text{ J}$$

$$E_{p_2} = 40 \cdot 10 \cdot 2,4$$

$$E_{p_2} = 960 \text{ J}$$


### 3.7 teplo: teplo, měrná tepelná kapacita

#### Na čem závisí teplo 1

Zadání: „Jaké teplo přijme hliníkové závaží o hmotnosti 100 g, jestliže se zahřeje z teploty 20 °C na 80 °C?“

Jaké teplo přijme hliníkové závaží o hmotnosti 100 g, jestliže se zahřeje z teploty 20 °C na 80 °C?

$$Q = ? \text{ [kJ]}$$

$$c = 0,90 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 80^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$$

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

$$Q = 0,1 \cdot 0,90 \cdot 60$$

$$Q = \underline{\underline{5,4 \text{ kJ}}}$$

#### Na čem závisí teplo 2

Zadání: „Jaké teplo odevzdá 0,5 litru horké vody v gumové zahřívací láhvi (termofloru) do okolí, jestliže se ochladí z počáteční teploty 80 °C na 35 °C?“

Jaké teplo odevzdá 0,5 litru horké vody v gumové zahřívací láhvi (termofloru) do okolí, jestliže se ochladí z počáteční teploty 80 °C na 35 °C?

$$Q = ? \text{ [kJ]}$$

$$V = 0,5 \text{ l} \hat{=} m = 0,5 \text{ kg}$$

$$c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 80^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 35^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 35 - 80 = -45^\circ\text{C}$$

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

$$Q = 0,5 \cdot 4,18 \cdot (-45)$$

$$Q = \underline{\underline{-94,05 \text{ kJ}}}$$

#### Na čem závisí teplo 3

Zadání: „Kolik tepla spotřebujeme na ohřátí 8 litrů vody na nádobí v elektrickém ohříváči, jestliže počáteční teplota vody byla 15 °C a nádobí myjeme ve vodě teplé 45 °C?“

Kolik tepla spotřebujeme na ohřátí 8 litrů vody na nádobí v elektrickém ohříváči, jestliže počáteční teplota vody byla 15 °C a nádobí myjeme ve vodě teplé 45 °C?

$$Q = ? \text{ [kJ]}$$

$$V = 8 \text{ l} \hat{=} m = 8 \text{ kg}$$

$$c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 45^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 45 - 15 = 30^\circ\text{C}$$

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

$$Q = 8 \cdot 4,18 \cdot 30$$

$$Q = \underline{\underline{1003,2 \text{ kJ}}}$$

#### Na čem závisí teplo 4

Zadání: „Určete teplo, které je třeba k ohřátí 2 litrů vody na teplotu varu v ocelovém hrnci o hmotnosti 0,8 kg. Počáteční teplota vody i hrnce je 15 °C.“

Určete teplo, které je třeba k ohřátí 2 litrů vody na teplotu varu v ocelovém hrnci o hmotnosti 0,8 kg. Počáteční teplota vody i hrnce je 15 °C.

$$Q = ? \text{ [kJ]}$$

$$V = 2 \text{ l} \hat{=} m = 2 \text{ kg}$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 100 - 15 = 85^\circ\text{C}$$

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

$$Q = 2 \cdot 4,18 \cdot 85$$

$$Q = 710,6 \text{ kJ}$$

$$m = 0,8 \text{ kg}$$

$$c = 0,46 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\Delta t = 85^\circ\text{C}$$

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

$$Q = 0,8 \cdot 0,46 \cdot 85$$

$$Q = 31,892 \text{ kJ}$$

$$Q = Q_v + Q_H$$

$$Q = 742,4 \text{ kJ}$$

#### Na čem závisí teplo 5

Zadání: „K ohřátí kovového tělesa o hmotnosti 2 kg z 20 °C na 90 °C je třeba dodat 18,2 kJ tepla. Určete měrnou tepelnou kapacitu kovu.“

K ohřátí kovového tělesa o hmotnosti 2 kg z 20 °C na 90 °C je třeba dodat 18,2 kJ tepla. Určete měrnou tepelnou kapacitu kovu.

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 90^\circ\text{C}$$

$$Q = 18,2 \text{ kJ}$$

$$c = ? \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$$

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

$$18,2 = 2 \cdot c \cdot 70$$

$$\frac{18,2}{2 \cdot 70} = c$$

$$0,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} = c$$

### Na čem závisí teplo 6

Zadání: „Jaké množství vody je v kotli, potrubí a radiátorech ústředního topení rodinného domku, jestliže k jejímu ohřátí z 20 °C na 80 °C musíme dodat 138,6 MJ tepla?“

Jaké množství vody je v kotli, potrubí a radiátorech ústředního topení rodinného domku, jestliže k jejímu ohřátí z 20 °C na 80 °C musíme dodat 138,6 MJ tepla?

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 80^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 60^\circ\text{C}$$

$$Q = 138,6 \text{ MJ} = 138600 \text{ kJ}$$

$$c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

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

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{138600}{4,18 \cdot 60} = 552,6 \text{ kg}$$

### Na čem závisí teplo 7

Zadání: „Do železné vany, která měla původní teplotu 22 °C, napustíme 80 litrů vody o teplotě 45 °C. Po určité době se teplota vody i vany vyrovná na hodnotu 43 °C. Jakou hmotnost má vana, považujeme-li vanu s vodou za izolovanou soustavu?“

Do železné vany, která měla původní teplotu 22 °C, napustíme 80 litrů vody o teplotě 45 °C. Po určité době se teplota vody i vany vyrovná na hodnotu 43 °C. Jakou hmotnost má vana, považujeme-li vanu s vodou za izolovanou soustavu?

$$t_1 = 22^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 43^\circ\text{C}$$

$$m = ? \text{ [kg]}$$

$$c = 0,45 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q = 662,8 \text{ kJ}$$

$$\frac{Q}{c \cdot \Delta t} = m = \frac{662,8}{0,45 \cdot 21} = 707,7 \text{ kg}$$

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

$$Q = 80 \cdot 4,18 \cdot (-2)$$

### Na čem závisí teplo 8

Zadání: „Měděný předmět o hmotnosti 0,5 kg a teplotě 80 °C byl ponořen do 1 litru vody o teplotě 15 °C. Po tepelné výměně se teplota ustálila na 17,8 °C. Určete měrnou tepelnou kapacitu mědi.“

Měděný předmět o hmotnosti 0,5 kg a teplotě 80 °C byl ponořen do 1 litru vody o teplotě 15 °C. Po tepelné výměně se teplota ustálila na 17,8 °C. Určete měrnou tepelnou kapacitu mědi.

$$m = 0,5 \text{ kg}$$

$$t_1 = 80^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 17,8^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{med}} = ? \text{ [J/K]}$$

$$Q = -11,704 \text{ kJ}$$

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

$$-11,704 = 0,5 \cdot c \cdot (-62,2)$$

$$c = 1,49 \cdot 2,8 = 4,172 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

### Na čem závisí teplo 9

Zadání: „Při kalení oceli se rozžhavený předmět ponoří do nádoby se studenou vodou. Jaká bude výsledná teplota vody, jestliže ocelový předmět o hmotnosti 1,6 kg a teplotě 900 °C ponoříme do 15 litrů vody o teplotě 20 °C?“

Při kalení oceli se rozžhavený předmět ponoří do nádoby se studenou vodou. Jaká bude výsledná teplota vody, jestliže ocelový předmět o hmotnosti 1,6 kg a teplotě 900 °C ponoříme do 15 litrů vody o teplotě 20 °C?

$$c_{\text{Ocel}} = 0,469 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m = 1,6 \text{ kg}$$

$$t_1 = 900^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 20 - 900 = -880^\circ\text{C}$$

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

$$Q = 1,6 \cdot 0,469 \cdot (-880)$$

$$Q = -660,352 \text{ kJ}$$

$$c_{\text{voda}} = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m = 15 \text{ kg}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = x \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\Delta t = ? \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$Q = 660,352 \text{ kJ}$$

$$\Delta t = \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{660,352}{15 \cdot 4,18}$$

$$\Delta t = 10,4^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 20 + 10,4 = 30,4^\circ\text{C}$$

### teplo 68

Zadání: „Voda přitékající do ohříváče má teplotu 12 °C, po ohřátí vytéká z ohříváče voda o teplotě 65 °C. O kolik stupňů se zvýšila teplota vody v ohříváči?“

Voda přitékající do ohříváče má teplotu 12 °C, po ohřátí vytéká z ohříváče voda o teplotě 65 °C. O kolik stupňů se zvýšila teplota vody v ohříváči?

$$t_1 = 12^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 65^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$\Delta t = 65 - 12 = 53^\circ\text{C}$$

**teplo 69**

Zadání: „O kolik stupňů je vyšší teplota vroucí vody než teplota lidského těla?“

O kolik stupňů je vyšší teplota vroucí vody než teplota lidského těla?

$$t_1 = 36,5^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$\Delta t = 100 - 36,5$$

$$\Delta t = 63,5^\circ\text{C}$$

**teplo 70**

Zadání: „V zimě byla naměřena v poledne teplota  $7^\circ\text{C}$ . Jaká byla teplota v noci, jestliže poklesla o  $15^\circ\text{C}$ ?“

V zimě byla naměřena v poledne teplota  $7^\circ\text{C}$ . Jaká byla teplota v noci, jestliže poklesla o  $15^\circ\text{C}$ ?

$$t_1 = 7^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = -15^\circ\text{C}$$

$$t_2 = ?^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (+ - = -)$$

$$-15^\circ\text{C} = t_2 - 7^\circ\text{C}$$

$$-15^\circ\text{C} + 7^\circ\text{C} = t_2$$

$$-8^\circ\text{C} = t_2$$

**teplo 71**

Zadání: „Ve školní meteorologické stanici naměřili v létě maximální teplotu  $35^\circ\text{C}$ , v zimě činila minimální teplota  $-22^\circ\text{C}$ . Jaký je rozdíl mezi minimální a maximální naměřenou teplotou?“

Ve školní meteorologické stanici naměřili v létě maximální teplotu  $35^\circ\text{C}$  v zimě činila minimální teplota  $-22^\circ\text{C}$ . Jaký je rozdíl mezi minimální a maximální naměřenou teplotou?

$$t_{\text{max}} = 35^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{min}} = -22^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_{\text{max}} - t_{\text{min}}$$

$$\Delta t = 35^\circ\text{C} - (-22^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = 35^\circ\text{C} + 22^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 57^\circ\text{C}$$

**teplo 72**

Zadání: „O kolik stupňů poklesla teplota v mrazničce, jestliže před zapnutím byla  $22^\circ\text{C}$ , po 2 hodinách chodu klesla na  $-12^\circ\text{C}$ .“

O kolik stupňů poklesla teplota v mrazničce, jestliže před zapnutím byla  $22^\circ\text{C}$ , po 2 hodinách chodu klesla na  $-12^\circ\text{C}$ ?

$$\Delta t = t - t_0$$

$$t_0 = 22^\circ\text{C}$$

$$t = -12^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t - t_0$$

$$\Delta t = -12^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = -34^\circ\text{C}$$

**teplo 73**

Zadání: „Jaké teplo musíme dodat, abychom ohřáli  $0,5\text{ l}$  vody o teplotě  $15^\circ\text{C}$  na teplotu  $90^\circ\text{C}$ ?“

Jaké teplo musíme dodat, abychom ohřáli  $0,5\text{ l}$  vody o teplotě  $15^\circ\text{C}$  na teplotu  $90^\circ\text{C}$ ?

$$V = 0,5\text{ l} \approx m = 0,5\text{ kg}$$

$$t_0 = 15^\circ\text{C} \quad \Delta t = 90^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} = 75^\circ\text{C}$$

$$t = 90^\circ\text{C}$$

$$c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$$

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

$$Q = 0,5\text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 75^\circ\text{C}$$

$$Q = 156,75\text{ kJ} = 157\text{ kJ}$$




## teplo 74

Zadání: „Jaké množství tepla je třeba k ohřátí 1 kg ledu z  $-10\text{ °C}$  na  $0\text{ °C}$  a jaké množství je třeba k ohřátí 1 kg vody o teplotě  $0\text{ °C}$  na  $10\text{ °C}$ ?“

Jaké množství tepla je třeba k ohřátí 1 kg ledu z  $-10\text{ °C}$  na  $0\text{ °C}$  a jaké množství je třeba k ohřátí 1 kg vody o teplotě  $0\text{ °C}$  na  $10\text{ °C}$ ?

$m_1 = 1\text{ kg}$   
 $t_0 = -10\text{ °C}$   $t = 0\text{ °C}$   $\Delta t = 0 - (-10) = 10\text{ °C}$   
 $c_1 = 2,09\text{ kJ/kg °C}$   
 $Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t$   
 $Q_1 = 1\text{ kg} \cdot 2,09\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}} \cdot 10\text{ °C}$   
 $Q_1 = 20,9\text{ kJ}$

$m_2 = 1\text{ kg}$   
 $t_0 = 0\text{ °C}$   $t = 10\text{ °C}$   $\Delta t = 10\text{ °C}$   
 $c_2 = 4,18\text{ kJ/kg °C}$   
 $Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t$   
 $Q_2 = 1\text{ kg} \cdot 4,18\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}} \cdot 10\text{ °C}$   
 $Q_2 = 41,8\text{ kJ}$




## teplo 75

Zadání: „Jaké množství tepla přijme hliníkový radiátor o hmotnosti 25 kg, jestliže jeho původní teplota byla  $19\text{ °C}$  a teplota proudící vody v ústředním topení je  $75\text{ °C}$ ?“

Jaké množství tepla přijme hliníkový radiátor o hmotnosti 25 kg, jestliže jeho původní teplota byla  $19\text{ °C}$  a teplota proudící vody v ústředním topení je  $75\text{ °C}$ ?

$c = 0,896\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}}$   
 $m = 25\text{ kg}$   
 $t_0 = 19\text{ °C}$   $t = 75\text{ °C}$   $\Delta t = 75\text{ °C} - 19\text{ °C} = 56\text{ °C}$   
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$   
 $Q = 25\text{ kg} \cdot 0,896\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}} \cdot 56\text{ °C}$   
 $Q = 1254\text{ kJ} = 1,25\text{ MJ}$




## teplo 76

Zadání: „Jaké množství tepla odevzdá 85 litrů horké vody o teplotě  $55\text{ °C}$  vaně a okolí, jestliže zchladne na  $44\text{ °C}$ ?“

Jaké množství tepla odevzdá 85 litrů horké vody o teplotě  $55\text{ °C}$  vaně a okolí, jestliže zchladne na  $44\text{ °C}$ ?

$Q = ?\text{ kJ}$   
 $V = 85\text{ l} \approx m = 85\text{ kg}$   
 $t_0 = 55\text{ °C}$   $t = 44\text{ °C}$   $\Delta t = 44\text{ °C} - 55\text{ °C} = -11\text{ °C}$   
 $c = 4,18\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}}$   
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$   
 $Q = 85\text{ kg} \cdot 4,18\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}} \cdot (-11\text{ °C})$   
 $Q = -3903,5\text{ kJ} = -3,9\text{ MJ}$




## teplo 77

Zadání: „Jaké množství tepla je třeba k ohřátí malého železného čajníku o hmotnosti 0,4 kg z teploty  $22\text{ °C}$  na teplotu  $95\text{ °C}$ .“

Jaké množství tepla je třeba k ohřátí malého železného čajníku o hmotnosti 0,4 kg z teploty  $22\text{ °C}$  na teplotu  $95\text{ °C}$ ?

$c = 0,450\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}}$   
 $m = 0,4\text{ kg}$   
 $t_0 = 22\text{ °C}$   $t = 95\text{ °C}$   $\Delta t = 95\text{ °C} - 22\text{ °C} = 73\text{ °C}$   
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$   
 $Q = 0,4\text{ kg} \cdot 0,450\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}} \cdot 73\text{ °C} = 13,14\text{ kJ} = 13,1\text{ kJ}$



## teplo 78

Zadání: „Kolik tepla musíme dodat, aby se zvýšila teplota 100 litrů vody o  $20\text{ °C}$ ? Kolik tepla musíme dodat, aby stejné množství ledu (100 kg) zvýšilo svoji teplotu také o  $20\text{ °C}$ ?“

Kolik tepla musíme dodat, aby se zvýšila teplota 100 litrů vody o  $20\text{ °C}$ ? Kolik tepla musíme dodat, aby stejné množství ledu (100 kg) zvýšilo svoji teplotu také o  $20\text{ °C}$ ?

$Q = ?\text{ kJ}$   
 $V = 100\text{ l} \approx m = 100\text{ kg}$   
 $\Delta t = 20\text{ °C}$   
 $c = 4,18\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}}$   
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$   
 $Q = 100\text{ kg} \cdot 4,18\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}} \cdot 20\text{ °C}$   
 $Q = 8360\text{ kJ}$

$Q = ?\text{ kJ}$   
 $m = 100\text{ kg}$   
 $\Delta t = 20\text{ °C}$   
 $c = 2,09\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}}$   
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$   
 $Q = 100\text{ kg} \cdot 2,09\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}} \cdot 20\text{ °C}$   
 $Q = 4180\text{ kJ} = 4,18\text{ MJ}$

**teplo 79**


Zadání: „Kolik vody o teplotě 20 °C můžeme zahřát na teplotu 100 °C, jestliže jí dodáme teplo 2 MJ?“

Kolik vody o teplotě 20 °C můžeme zahřát na teplotu 100 °C, jestliže jí dodáme teplo 2 MJ?

$m = 2 \text{ kJ}$   
 $t_1 = 20^\circ\text{C}$   
 $t = 100^\circ\text{C}$   
 $\Delta t = 100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C}$   
 $Q = 2 \text{ MJ} = 2000 \text{ kJ}$   
 $c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$

$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$   
 $\frac{Q}{c \cdot \Delta t} = m$   
 $\frac{2000 \text{ kJ}}{4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 80^\circ\text{C}} = m = 5,98 \text{ kg} \approx 6 \text{ kg}$

$V = c \cdot \rho$



**teplo 80**

Zadání: „Měděná socha se na slunci zahřála z 20 °C na 45 °C. Jakou má hmotnost, jestliže při tomto ohřátí přijala teplo 780 kJ?“

Měděná socha se na slunci zahřála z 20 °C na 45 °C. Jakou má hmotnost, jestliže při tomto ohřátí přijala teplo 780 kJ?

$c_{\text{m.ž.}} = 0,385 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$   
 $t_0 = 20^\circ\text{C}$   
 $t = 45^\circ\text{C}$   
 $\Delta t = 45^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C}$   
 $Q = 780 \text{ kJ}$

$\frac{Q}{c \cdot \Delta t} = m \Rightarrow \frac{780 \text{ kJ}}{0,385 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 25^\circ\text{C}} = m \Rightarrow m = 82 \text{ kg}$





---

#### 4. Seznam vytvořených experimentů podporovaných termokamerou

Vzhledem k obrovskému množství vytvořených materiálů je výčet pouze v bodech s názvy.

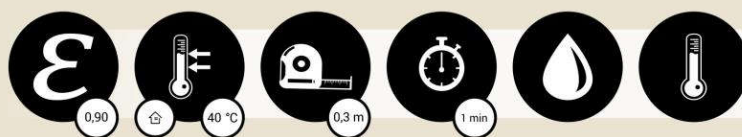
Všechny vypsane experimenty jsou zpracované ve více variantách:

1. pro učitele (demonstrační experiment)
2. pro žáky (frontální experiment)
3. pro žáka s nadáním
4. pro žáka se specifickými výukovými potřebami

Seznam vytvořených experimentů:

- změna vnitřní energie:
  - konání práce – tření dlaní
  - konání práce – gumování na papíře
  - konání práce – smirkový papír na dřevě
  - konání práce – vrtání vrtákem do dřeva
  - konání práce – zatloukání hřebíku
  - přeměna polohové energie – pád závaží
- teplo:
  - měrná tepelná kapacita – ohřev různých objemů v rychlovarné konvici
  - měrná tepelná kapacita – závaží z různých látek ohřáté ve vařící vodě a přenesené do kádinek o stejné počáteční teplotě
- přenos vnitřní energie:
  - vedení tepla – proužky z různých látek v kádince s vodou o vyšší teplotě
  - vedení tepla – čtverce z různých látek s kádinkami vodou o vyšší teplotě
  - vedení tepla – tepelný vodič a izolant při styku s dlaní ruky
  - vedení tepla – kompletní obal a jedna část obalu na CD nad kádinkami se stejnou teplotou, která je vyšší než okolí
  - proudění kapalin – kostky ledu na dně a hladině
  - proudění kapalin – kostky ledu ve sladké a slané vodě
  - tepelné záření – pohlcování tepelného záření různě barevných povrchů
  - tepelné záření – vyzařování různě barevných kádinek
  - tepelné záření – vyzařování povrchů Leslieho kostky
- fázové přeměny:
  - vypařování – vypařování parfému na lidském těle
  - vypařování – kapky vody, lihu a acetonu na papíře
  - tání – solení sněhu kuchyňskou solí
  - tuhnutí – octanový polštářek

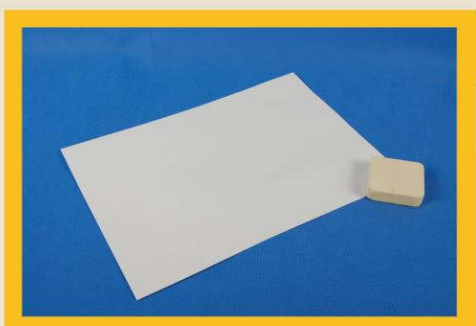
## 4.1 Metodický materiál změna vnitřní energie – konání práce – gumování na papíře



NASTAVENÍ  
termokamery



## Demonstrace změny vnitřní energie konáním práce



### POMŮCKY

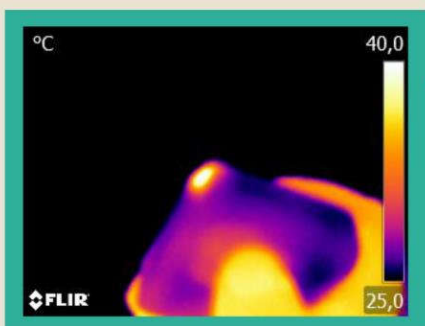
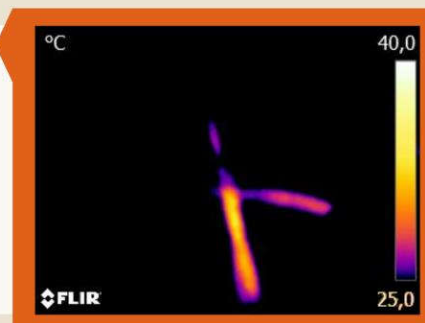
- list papíru
- mazací guma

### TERMOGRAM

Mazací gumou smýkejte po papíře a současně pozorujte změny teploty povrchů.

Mechanickou práci koná ruka pohybující se s gumou po ploše papíru. Tření mezi gumou a plochou papíru vede k rozkmitávání částic na styčných plochách a tím teplota obou materiálů v místě dotyku roste.

*List papíru upevněte proti smýkání k desce stolu. Je vhodné se dotýkat listu pouze mazací gumou, aby nedocházelo k přenosu tepla z rukou.*



### DETAIL

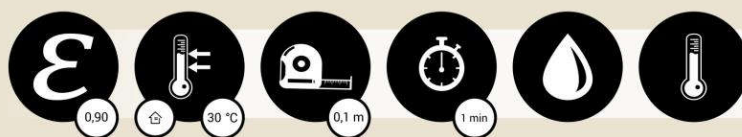
Změnu teploty pozorujte i na místě dotyku mazací gumy.

ZMĚNA VNITŘNÍ ENERGIE - KONÁNÍ PRÁCE



videoexperimenty

## 4.2 Metodický materiál změna vnitřní energie – přeměna polohové energie – pád závaží



NASTAVENÍ  
termokamery



## Demonstrace přeměny polohové energie závaží



### POMŮCKY

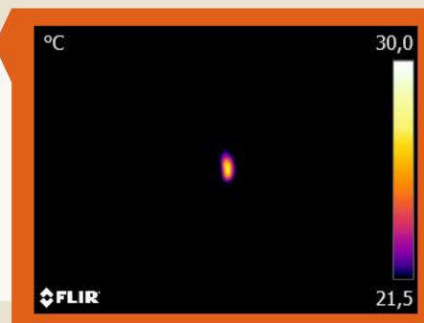
- kovové závaží o hmotnosti  $m = 500 \text{ g}$
- polystyrenový tácek

### TERMOGRAM

Závaží pusťte z výšky  $h = 30 \text{ cm}$  na polystyrenový tácek a pozorujte změnu teploty povrchu.

Při dopadu závaží dochází k deformaci polystyrenového táčku. Kinetická energie  $E_k$  se částečně přemění na energii nepružné deformace táčku a na vnitřní energii  $U$  závaží a táčku.

Termogram může ukázat více bodů se zvýšenou teplotou, pokud dojde při dopadu k natočení závaží.

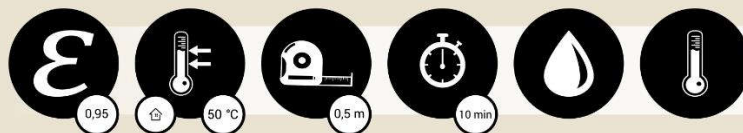


### DETAIL

V místě dopadu můžeme okem pozorovat viditelnou perforaci.

ZMĚNA VNITŘNÍ ENERGIE - KONÁNÍ PRÁCE

### 4.3 Metodický materiál přenos vnitřní energie – vedení tepla – proužky z různých látek v kádince s vodou o vyšší teplotě (první strana)



**NASTAVENÍ  
termokamery**



#### Demonstrace rozdílné tepelné vodivosti látek



#### POMŮCKY

- stojan s držákem
- dřevěná tyčka
- připínáčky
- sprej s černou matnou barvou
- 5 stejně dlouhých a tlustých proužků z různých látek
- rychlovarná konvice
- voda
- kádinka

#### DETAIL

Proužky z různých látek provrtejte v horní části a pomocí připínáčku připevněte na dřevěnou tyčku, která je uchycena ve stojanu držákem.

Pro upevnění proužků je zvolena dřevěná tyčka z látky, která je tepelným izolantem a neovlivňuje průběh experimentu.

Pořadí proužků volte libovolně.



#### DETAIL

Všechny proužky z jedné strany nastříkejte černou matnou barvou.

Tato úprava je nezbytná pro získání totožné emisivity povrchu, aby byla zachována objektivita měření hodnot teploty.

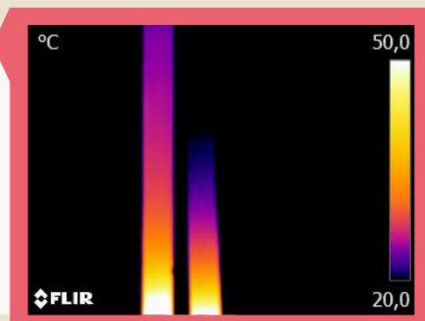
## 4.4 Metodický materiál přenos vnitřní energie – vedení tepla – proužky z různých látek v kádince s vodou o vyšší teplotě (druhá strana)

### TERMOGRAM vedení tepla

Do nádoby, v které jsou umístěny všechny konce proužků, nalijeme vodu o výrazně vyšší teplotě než je teplota okolí ( $t = 50\text{ °C}$ ).

Pár sekund po začátku tepelné výměny můžeme pozorovat prostupování tepla v některých proužcích.

Termogram zobrazuje postupnou změnu rozložení teploty na povrchu mědi a hliníku.



Materiál	$\lambda$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]
měď	386,00
hliník	237,00
železo	80,20
plexisklo	0,07
dřevo	0,18 – 0,49

### TABULKA součinitel tepelné vodivosti

Hodnota součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$  se výrazně liší pro tepelné vodiče a izolanty.

Lze předpovídat, jaká z látek bude dobře přenášet teplo.

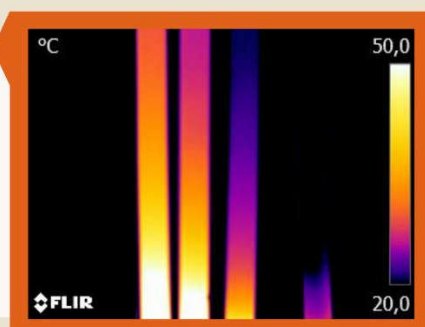
Tabulku je vhodné uvést po provedení experimentu.

### TERMOGRAM tepelné vodivosti materiálů

Teplota jednotlivých proužků se postupně zvyšuje od zdroje tepla.

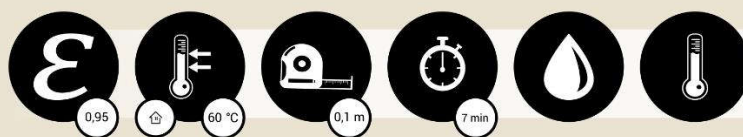
Pořadí materiálů zleva: měď, hliník, železo, plexisklo (v termogramu není zobrazeno - změna teploty je zanedbatelná) a dřevo.

Nejlepším vodičem tepla je měď a nejlepším tepelným izolantem plexisklo.



TEPELNÁ VÝMĚNA VEDENÍM

## 4.5 Metodický materiál fázový přechod – tuhnutí – octanový polštářek



NASTAVENÍ  
termokamery



## Demonstrace tuhnutí podchlazené kapaliny



### POMŮCKY

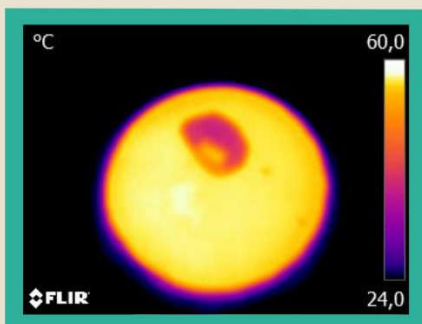
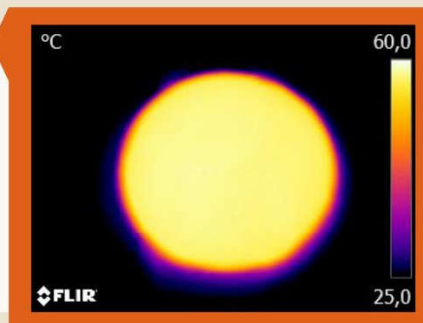
- hřejivý polštářek (octan sodný a voda)
- varná konvice
- voda

### TERMOGRAM

Ohřevem ve varné konvici zkapalněte pevnou látku polštářku a nechte vychladnout na pokojovou teplotu. Objem hřejivého polštářku aktivujte prohnutím plíšku uvnitř.

Látka spontánně přejde do stabilnějšího stavu, tj. zkrystalizuje do pevného skupenství. Při tomto přechodu se pak uvolní skupenské teplo, které látku ohřeje na její teplotu tuhnutí.

*Okolí polštářku se bude postupně ohřívat vedením tepla. Jako podložku je vhodné použít tepelný izolant.*



### TERMOGRAM

Objem obalu není vyplněný kapalinou kompletně. Část vyplňuje vzduch, který je pozorovatelný okem. Zároveň postupným používáním se v kapalině můžou objevovat oblasti, které po zkapalnění náplně okamžitě ztuhnou.

*V termogramech můžeme pozorovat oblasti s nižší teplotou, které způsobují nevyplněné prostory nebo již zkrystalizované oblasti.*

FÁZOVÉ PŘEMĚNY - TUHNUTÍ