

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 14: Pedagogika, psychologie, sociologie a problematika volného času

Fyzikální jarmark pro žáky první třídy v pedagogické praxi

**Magdaléna Tichá
Liberecký kraj**

Liberec 2025

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 14: Pedagogika, psychologie, sociologie a problematika volného času

Fyzikální jarmark pro žáky první třídy v pedagogické praxi

Physics fair for first graders in pedagogical work

Autoři: Magdaléna Tichá

Škola: Doctrina – Podještědské gymnázium, s.r.o., Sokolovská 328, 460 01, Liberec XIII

Kraj: Liberecký kraj

Konzultant: RNDr. Vladimíra Erhartová

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracovala samostatně a použila jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Liberci dne 28. 3. 2025

Magdaléna Tichá

Poděkování

Děkuji RNDr. Vladimíře Erhartové za odborné vedení práce a ochotnou pomoc při přípravě fyzikálního jarmarku.

Děkuji panu řediteli Mgr. Pavlu Coufalovi za umožnění realizace fyzikálního jarmarku na Základní škole Vrchlického v Liberci.

Děkuji studentům kvinty 2024/2025 Doctriny – Podještědského gymnázia za skvělou práci a výborný přístup k žákům prvních tříd na fyzikálním jarmarku.

Anotace

Tato práce se věnuje fyzikálnímu jarmarku pro prvňáčky jako výukové metodě. Jarmark je interaktivní forma výuky, která podporuje zvýšení zájmu žáků prvních tříd o přírodovědné předměty a experimentování. Teoretická část práce je zaměřena na význam jarmarku v rámci vzdělávání, souvislosti kognitivního vývoje s fyzikou a didaktické zásady interaktivní výuky, které pomáhají případným organizátorům připravit přínosnou akci. Tato práce si klade za cíl vytvořit „návod“ na uspořádání fyzikálního jarmarku pro prvňáčky, a ten následně ověřit v praxi. V praktické části je popsána realizace akce s několika vybranými pokusy. Výsledkem této práce je uspořádání fyzikálního jarmarku.

Klíčová slova

Fyzikální jarmark, interaktivní výuka, pokusy

Annotation

This thesis focuses on a physics fair for first-grade students as a teaching method. The fair is an interactive form of education that fosters an increased interest in science subjects and experimentation among young learners. The theoretical part of the thesis examines the significance of the fair in education, the connection between cognitive development and physics, and the didactic principles of interactive teaching, which can assist future organizers in preparing a meaningful event. The aim of this thesis is to create a "guide" for organizing a physics fair for first graders and subsequently test it in practice. The practical part describes the implementation of the event, including several selected experiments. The outcome of this work is the successful organization of a physics fair.

Keywords

Experimenting, physics fair, interactive education

OBSAH

Obsah	6
1 Úvod.....	8
2 Fyzikální jarmark	9
2.1 Význam.....	9
2.2 Didaktika interaktivní výuky	10
2.2.1 Učení pomocí pokusů	12
2.2.2 Bezpečnost	12
2.3 Vývoj dítěte a jeho schopnost porozumět vědeckým konceptům.....	13
2.3.1 Kognitivní vývoj a fyzika ve věku 6–7 let.....	13
3 Příprava jarmarku	14
3.1 Kritéria pro výběr pokusů	14
3.2 Jednotlivá stanoviště	14
3.2.1 Těžiště.....	14
3.2.2 Povrchové napětí.....	18
3.2.3 Statická elektřina.....	21
3.2.4 Magnetismus.....	25
3.2.5 Setrvačnost.....	28
3.2.6 Kmitání a vlnění.....	32
3.2.7 Zvuk.....	35
3.2.8 Optika.....	37
3.2.9 Energie	40
3.2.10 Tření.....	43
4 Realizace jarmarku	47
4.1 Naplánování	47
4.2 Příprava materiálu.....	47
4.3 Průběh	47
5 Zhodnocení jarmarku	49
5.1 Pozorování reakce žáků	49
5.2 Zhodnocení na základě zpětné vazby od vyučujících prvních tříd	49
6 Závěr	51
7 Použité zdroje	52
8 Seznam obrázků a tabulek	55

9	Příloha 1: Kartička na sbírání značek	56
10	Příloha 2: Plakát stanoviště na téma optika	56
11	Příloha 3: Tabulka stanovišť	57
12	Příloha 4: Šablona papouška	58
13	Příloha 5: Šablona Ptáčka	59
14	Příloha 6: Tvar pro vystřížení z igelitového sáčku	60
15	Příloha 7: Šablona bludiště	61
16	Příloha 8: Šablona veverky a ořechu	62
17	Příloha 9: Maxipružina	62
18	Příloha 10: Šablona thaumatropu.....	63
19	Příloha 11: Šablony raket.....	64
20	Příloha 12: Šablony opic	65
21	Příloha 13: Tabulka nákladů na fyzikální jarmark.....	66
22	Příloha 14: Soupis pomůcek	66

1 Úvod

Fyzikální jarmark může být skvělou příležitostí pro rozvoj zájmu o experimentování u dětí v prvních třídách. Je přínosný nejen pro prvňáčky, ale také všechny ostatní zúčastněné, jak pořádající studenty a jejich pedagogy, tak učitelky či rodiče prvňáčků, se kterými mohou děti nově nabyté znalosti sdílet.

Tato práce je zaměřena na jarmarky v takovém formátu, v jakém je pořádá RNDr. Vladimíra Erhartová se studenty sexty a druhého ročníku Doctriny – Podještědského gymnázia v Liberci. Jarmarky organizuje ve spolupráci s Katedrou fyziky Technické univerzity v Liberci.

Hlavním cílem této práce bylo vytvořit „návod“ na uspořádání fyzikálního jarmarku pro prvňáčky, a následně ho ověřit realizací akce. Teoretická část práce se věnuje konceptu fyzikálního jarmarku, jeho průběhu a významu, včetně poznatků z didaktiky interaktivní výuky, již je jarmark příkladem, a v neposlední řadě kognitivnímu vývoji dětí v první třídě v souvislosti s učením přírodních věd. Praktická část naplňuje hlavní cíl práce, týká se plánování a uspořádání fyzikálního jarmarku. V kapitole o přípravě akce jsou mimo jiné zpracovaná stanoviště, která lze přímo na jarmarku využít nebo se jimi inspirovat. Každé stanoviště je tvořeno demonstračním pokusem, pokusem na vyzkoušení a fyzikální hračkou, kterou si děti odnesou domů. U jednotlivých stanovišť jsou také vybrané fotografie z jarmarku uspořádaného pro účely této práce 7. 11. 2024 na ZŠ Vrchlického¹. Praktická část se dále věnuje realizaci jarmarku a jeho následnému zhodnocení.

¹ Základní škola Vrchlického má souhlas ke zveřejňování fotografií prvňáčků ze školních akcí, což platí i pro Doctrina – Podještědské gymnázium a fotografie studentů kvinty.

2 FYZIKÁLNÍ JARMARK

Fyzikální jarmark je akce, na které děti z prvních tříd objevují fyziku. Jarmark je založen na vzájemném vzdělávání starších žáků či studentů, kteří na jarmarku předvádějí pokusy, a prvňáčků, kteří jarmark navštíví. Vhodnými adepty pro předvádění pokusů na jarmarku jsou žáci posledního ročníku základní školy, studenti gymnázií, pedagogických lyceí nebo pedagogických oborů na vysoké škole, a to zejména se zaměřením na přírodovědné obory. Studenti (případně starší žáci) si ve dvou až tříčlenných skupinách připraví tematická stanoviště (jedna skupina – jedno stanoviště) se třemi pokusy. První pokus prvňáčkům předvedou, druhý pokus si budou moci prvňáčci sami vyzkoušet. Třetím pokusem je fyzikální hračka, kterou si prvňáci vyrobí. Prvňáčci na jarmarku navštěvují jednotlivá stanoviště a poznávají fyzikální jevy. Za splnění všech úkolů dostanou na stanovišti značku na kartičku (příloha 1), a za vyplnění kartičky dostanou na závěr jarmarku drobnou odměnu (např. omalovánku). Značka je charakteristická pro dané stanoviště, aby se dalo snadno určit, na kterých stanovištích konkrétní žák ještě nebyl a na kterých už ano. Pro přehlednost má každé stanoviště plakát s názvem a značkou (příloha 2).

2.1 Význam

Fyzikální jarmark ukazuje dětem už v první třídě, že fyzika není jen o memorování vzorečků z paměti a recitování definic. Hodina fyziky může být díky experimentování zábavná, žáci se do ní mohou aktivně zapojit a může vést k pochopení jevů, které kolem sebe každodenně pozorují. Fyzikální jarmark podporuje zájem o experimentování i fyziku jako takovou. „*Experiment je základem přírodních věd. Zájem o experimentování by měl být podporován a rozvíjen už na 1. stupni ZŠ.*“, jak napsala RNDr. Vladimíra Erhartová pro eduina.cz. (Erhartová, 2018)

Nové poznatky může jarmark přinést také pořádajícím studentům. Pronikají do témat svých stanovišť tak hluboko, jak jen jim jejich možnosti dovolí. Je třeba, aby téma pochopili na úrovni odpovídající jejich věku a vzdělání, ale zároveň byli schopni to srozumitelně vysvětlit prvňáčkům. Na jarmarku mají skvělou možnost vyzkoušet si, jak s dětmi pracovat, a zjistit, jestli je práce s dětmi něčím, co by je mohlo v budoucnu zajímat. Kromě toho se učí organizačním schopnostem, jako je správné rozvržení práce na stanovišti nebo komunikace s cílem zajištění potřebných pomůcek.

Jarmark může být přínosný i pro kantory, kteří přivedou na akci své žáky. Z jednotlivých pokusů lze rozhodně čerpat inspiraci do hodin a sledovat, co děti baví. Může je potěšit, když vidí své žáky zaujaté a nadšené.

2.2 Didaktika interaktivní výuky

Zkušenost, kterou si děti z jarmarku odnášejí je ovlivněná přístupem starších studentů. Jarmark by neměl být předmětem frontální výuky², nýbrž příležitostí pro žáky si co nejvíce věcí vyzkoušet a aktivně se zapojit. Samotní žáci většinou preferují být aktivní součástí výukového procesu oproti pasivním metodám výuky, jako jsou přednášky. Na fyzikálním jarmarku jsou děti maximálně aktivní součástí výuky. Ideálním příkladem je výroba fyzikální hračky. I když dojde k drobné dopomoci, prvňáčci by měli mít pocit, že si hračku vyrobili oni, ne že se dívali na staršího studenta, který ji pro ně zhotovil. Děti si totiž lépe zapamatují to, co si samy vyzkouší. (Jančaříková, 2022 str. 99) (Petty, 2013)

Podobný princip platí pro starší studenty. Vysvětlování fyzikálních jevů druhým vede k hlubšímu pochopení principu. Navíc látku budou na jarmarku muset vysvětlit několikrát (pro různé skupiny příchodících prvňáčků), tudíž si ji opakují a dobře zapamatují. (Jančaříková, 2022 str. 102)

Neopomenutelným tématem je dojem, který jarmark na dětech zanechá. Jedním z faktorů, který dojem ovlivňuje, jsou pocity dětí na jarmarku. Samozřejmě je třeba dbát na fyzickou bezpečnost dětí, ale také nesmíme zapomínat na jejich emoční stránku.

Efektivním nástrojem pro zaujetí dětí může být soutěž. Soutěžení má však také svá rizika, jelikož přílišné porovnávání může narušit psychickou pohodu některých žáků. Pokud by mělo dojít k tomu, že soutěžení je součástí moc velké části stanovišť a některý z žáků pravidelně prohrává, mohla by mít soutěž negativní efekt. Pomoci může celou situaci zlehčit a soutěžení nedávat velkou váhu tak, abychom nepodněcovali nepřiměřené porovnávání. Vhodným nahrazením může být stanovení drobného cíle nebo překážky. Všechny děti mohou tak cíl splnit či překážku překonat a mít pocit satisfakce z úspěchu. Příkladem toho je vyřešení magnetického bludiště (viz magnetismus – fyzikální hračka). (Jančaříková, 2022 str. 29)

S porovnáváním mohou souviset také otázky, které dětem klademe. Většina otázek by měla být zformulovaná tak, aby všichni žáci měli šanci odpovědět. Hlavním účelem jarmarku není testování znalostí žáků, nýbrž jejich nadchnutí pro fyziku. Raději než „Proč se vodoměrka udrží na hladině vody?“ je vhodnější se zeptat „Viděl někdo z vás někdy vodoměrku?“ a případně dětem ukázat obrázek vodoměrky, nebo se jich zeptat, jestli jim někdy nepřišlo zvláštní, že se udrží na hladině vody. (Jančaříková, 2022 str. 33)

Školní věk dětí (od nástupu na základní školu do 12 let) je označován jako období realismu dětského vývoje. To znamená, že děti vnímají skutečnosti, které je obklopují, a považují je za dané. Proto se hodí otázky, které je přimějí k tomu se zamyslet, zda některé věci, jako vodoměrka na hladině, pro ně nejsou trochu zvláštní. V tomto věku dětí se také výrazně vyvíjí

² Frontální výuka je způsob vyučování, v němž učitel pracuje hromadně se všemi žáky ve třídě jednou společnou formou, se stejným obsahem činnosti. Tomu odpovídá také uspořádání prostoru učebny.: PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál 2001

jejich smyslové vnímání. Podněty pro více smyslů dětem pomáhají s učením a engramem³ dětí. (Lazarová, 2011) (Jančaříková, 2022 str. 77)

Když se snažíme dětem vysvětlit problematiku, která je pro ně komplikovaná, musíme si dávat pozor, abychom jim nepředávali nepravdivé informace. Měli bychom informace zjednodušit tak, abychom nepopírali jiná fakta, která z výkladu pro děti opomíjíme. (Jančaříková, 2022 str. 67) Předávané znalosti na fyzikálním jarmarku potvrzujeme experimentem, což je vhodný postup v učení, jelikož je založený na důkazech. Děti tak mají možnost k učení přistupovat kriticky a uvěřit výkladu, až když jim je pokusem dokázáno, že je pravdivý. Je možné nechat prvňáčky, aby si před provedením pokusu také stanovili hypotézu. Stačí se jich jednoduše zeptat „Co si myslíte, že se stane?“ a následně předpoklad vyhodnotit provedením pokusu. (Jančaříková, 2022 str. 45)

Právě zjednodušování problematik je na fyzikálním jarmarku klíčové. Vysvětlit dětem v první třídě fyzikální jevy, které se učí na druhém stupni základní školy či na střední škole, je nelehký úkol, kterému pořádající studenti čelí. Zjednodušení by mělo korespondovat s výukou, kterou děti projdou v budoucnu, a nemělo by zkreslovat reálná fakta. Také je třeba si dávat pozor na fyzikální termíny, kterým by děti nemusely porozumět a zvážit množství předávaných informací. Na jarmarku by děti neměly být přespříliš přehlceny informacemi. Také lze využít příklady a modely pro představu pojmů, které se mohou zdát abstraktní.

Prvňáčci snáz pochopí téma, se kterým se mohou ztotožnit a znají ho z vlastní zkušenosti. Fyzikálními jevy jsou obkloповáni každý den. Na fyzikálním jarmarku by si měli uvědomit, že tyto jevy mají své opodstatněné vysvětlení. Vysvětlování na příkladech z běžné praxe by mělo odpovídat zkušenostem, které děti mají. (Jančaříková, 2022 str. 91)

Pro to, aby si děti některé informace skutečně zapamatovaly, je klíčové opakování. Jarmark je akce, která většinou trvá jen jedno dopoledne, a tak je nad síly a možnosti pořadatelů prvňáčkům poznatky dlouhodoběji připomínat. Mohou jen alespoň krátce připomenout dětem základní princip či znalosti, když děti opouštějí stanoviště.

Děti v první třídě od nás mnohé věci přejímají a jedním z jejich předních způsobů učení je učení nápodobou. Proto je třeba dbát na to, jakým způsobem jim informace předáváme. Komunikace by měla být kultivovaná, a především dětem srozumitelná. Nezapomínejme ani na neverbální komunikaci, která je součástí dojmu, který je na děti vytvořen. Samozřejmostí by měl být přátelský přístup starších studentů k prvňáčkům. Není od věci, se prvňáčků zeptat na jejich jména, i když není třeba si je dlouho pamatovat, nebo si s dětmi plácnout po provedení pokusu, když tomu situace napovídá. (Jančaříková, 2022 str. 55)

³ Paměťová stopa podvědomé mysli: *Engram*. [online]. ABZ slovník cizích slov. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/engram>

2.2.1 Učení pomocí pokusů

Učení pomocí pokusů vede k rozvíjení schopnosti žáků porozumět pojmům, souvislostem mezi nimi a základním zákonitostem fyziky. Jde o druh konstruktivistické výuky⁴. Podílení se na výuce žákům pomáhá učivo lépe pochopit. Pokud je pro žáky problematika nová, pro její uchopení je nezbytná aktivní činnost. Když jsou žáci aktivní součástí výuky, je pro ně snazší novou problematiku propojit se svými předchozími znalostmi a zkušenostmi.

Výuku prostřednictvím pokusů lze rozdělit na tři základní fáze. Tou první je evokace, která se obrací na prekoncepty⁵ žáků. Dojde k vyvolání kognitivního konfliktu, který vzniká tím, že předchozí zkušenosti jednotlivých žáků jsou různé, nebo tím, že žákům předložíme nějaký nový fakt. Kognitivní konflikt spočívá ve vzbuzení pochybností v žácích. Buď o tom, že nemají pravdu, nebo o tom, že jejich dosavadní znalosti jsou omezené. Konkrétně na fyzikálním jarmarku může být kognitivní konflikt v dětech vyvolán pokusem či otázkou, kterou jim položí starší studenti.

Následuje fáze uvědomění, kde hraje klíčovou roli význam nově osvojovaných poznatků. Žák si uvědomí, že jsou pro něj využitelné a díky experimentu problematice může opravdu porozumět, tudíž nepůjde o mechanicky namemorovaná fakta. Každý žák je jedinečný, druhy paměti a úroveň schopnosti si informace zapamatovat jsou u jednotlivců různé.

Závěrečnou fází, ke které na fyzikálním jarmarku může dojít je reflexe, a to hned v několika možných formách. Za reflexi by se dala považovat už jen výroba fyzikální hračky. Reflexí by bylo také zeptat se dětí na základní znalost, kterou by si měly odnést, když opouštějí stanoviště. Případně by děti mohly mít na studenty nějaké vlastní dotazy k tématu. Reflexe spočívá ve zvědomování procesu učení, a tedy k rozvoji metakognitivních dovedností⁶. (Novotová, a další, 2015 str. 5 a 6)

2.2.2 Bezpečnost

Během celého jarmarku je nezbytné dbát na bezpečnost. Jako pokusy na vyzkoušení bychom měli zvolit takové pokusy, které jsou pro děti bezpečné a odpovídají jejich schopnostem. Pokusy s ohněm nebo například s elektrickým proudem, by měly být zařazeny pouze na ukázkou, aby nedošlo k úrazu. Opatrnost je podstatná také při výrobě fyzikální hračky. Motorika dětí při nástupu do školy ještě není dovyvinutá, motorice dospělého člověka se začíná blížit až okolo jedenáctého roku života. Děti v první třídě ji tedy mnohdy nemají ještě dostatečnou například na pečlivé střihání drobných tvarů. Je lepší jim dopomoci, pokud to potřebují, jelikož může dojít sice někdy jen k drobným, ale přesto nepříjemným poraněním, kterým se snažme vyhnout. (Langmeier, a další, 2006 str. 120)

⁴ Konstruktivistická výuka je založená na tom, že jsou žáci aktivně zapojeni do výuky a sami přicházejí na nové poznatky, a využívá spontánního učení.: (MUNI, 2021)

⁵ Prekoncepty jsou zkušenosti a znalosti, které žáci nabyli v minulosti. (Novotová, a další, 2015)

⁶ Metakognitivní dovednosti spočívají ve schopnosti uvědomit si, případně ovládat a hodnotit. Zahrnují schopnost učit se a řešit problémy.

2.3 Vývoj dítěte a jeho schopnost porozumět vědeckým konceptům

Pojmem kognitivní vývoj je myšleno, jak se celoživotně vyvíjí paměť a inteligence člověka. Klíčové fáze kognitivního vývoje probíhají v dětství.

Je pravděpodobné, že máme určité vrozené mechanismy či schémata myšlení, které se po dobu našeho života rozšiřují a upravují. Patří mezi ně i schopnost porozumět fyzikálním konceptům, jako je setrvačnost těles. Tato schopnost se podle pozorování odborníků může projevit už kolem půl roku života. Během života dochází k postupnému učení a rozvoji našich schopností. (Thorová, 2015)

2.3.1 Kognitivní vývoj a fyzika ve věku 6–7 let

Francouzský psycholog Jean Piaget rozdělil čtyři stádia kognitivního vývoje dětí. Děti v první třídě jsou většinou na konci předoperačního stadia, které trvá přibližně od 2 do 7 let věku dítěte. V tomto stadiu dokáží děti uvažovat v symbolických pojmech a pracovat s prvky fantazie. Umí si tedy představit například malou molekulu, když jim vhodně vysvětlíme, co to molekula je. Když jsou děti v první třídě konfrontovány s fyzikálními zákony, vede to k pochybování nad prekoncepty. Příklad uvádí Rudolf Kohoutek: „Přelijeme-li před zraky dítěte tekutinu z nízké široké sklenice do vyšší úzké, řekne, že v té druhé je tekutiny více.“ Ve své studii *Kognitivní vývoj dětí a školní vzdělávání* vysvětluje, že je tomu tak, protože v předoperačním stadiu kognitivního vývoje nemají děti rozvinuté organizující prekoncepty množství, ale také příčinnosti, kategorizace nebo klasifikace.

Kognitivní vývoj je ovlivněn mnoha faktory, mezi které patří i výchovně vzdělávací proces. Fyzikální jarmark tak může „přivádět“ děti do dalšího stadia kognitivního vývoje – stadia konkrétních operací – tím, že vede děti k propojování souvislostí a zbavuje je některých miskonceptů. Toto stádium trvá obvykle od 7 do 12 let věku dítěte a souvisí s chápáním příčinnosti a principem konzervace, tedy uvědoměním, že měnící se tvar nádoby neznamena změnu množství kapaliny uvnitř. (Kohoutek, 2008)

3 PŘÍPRAVA JARMARKU

Jarmark byl připraven s předpokladem, že informace obsažené v této práci provedou organizátora celým procesem přípravy akce i akcí samotnou. Při dodržení zásad a poučení se z teoretické části tedy lze uspořádat úspěšný jarmark. To bylo otestováno autorkou práce, která akci bez přímé předchozí zkušenosti připravila, a pomocí svých čerstvých poznatků a zkušeností, které jí organizace jarmarku přinesla, sepsala závěrečné kapitoly této práce (o realizaci a zhodnocení jarmarku).

Před začátkem realizace jarmarku je nutné si vytvořit plán, podle kterého bude organizátor postupovat. Základem je časový harmonogram jarmarku, volba stanovišť a vhodných vysvětlených pokusů (lze využít návrhu v této kapitole). Při přípravě je třeba uvážit kapacitu jarmarku, počet a schopnosti těch, kdo budou pokusy předvádět, a prostorové možnosti.

Pro účely této práce byl autorkou uspořádán fyzikální jarmark 7. 11. 2024 na ZŠ Vrchlického. Stanoviště s jednotlivými pokusy jsou rozepsána pro větší přehlednost do tabulky (příloha 3).

3.1 Kritéria pro výběr pokusů

K uspořádání úspěšného jarmarku je třeba zvolit vhodné pokusy na základě několika kritérií. Pokusy byly vybrány tak, aby spolehlivě v demonstrovaly požadovaný fyzikální jev, aby nebyly příliš náročné na provedení ani na pochopení, aby k nim nebylo potřeba mnoho času ani těžko dostupné materiály, a aby byly snadno srozumitelně vysvětlitelné. Byla zohledněna také bezpečnost, prostorové možnosti a možnost opakování pokusu bez potřeby veškerého nového vybavení.

3.2 Jednotlivá stanoviště

V následující kapitole je rozepsáno 10 ukázkových stanovišť pro fyzikální jarmark, která byla využita v praktické části této práce. U každého stanoviště je popsán důvod výběru tématu stanoviště a jednotlivé pokusy. Každá kapitola obsahuje také fotografie pokusů.

3.2.1 Těžiště

Téma těžiště bylo zvoleno kvůli jeho přesahu do běžného života dětí. Prvnácci mají životní zkušenosti, díky kterým se mohou s tímto tématem „ztotožnit“. Nejspíš každé dítě někdy v životě zakoplo, nebo se potkalo s podobným jevem v praxi. Na stanovišti týkajícím se těžiště se dozví, jak tyto jevy fungují.

3.2.1.1 Pokus na předvedení

Inspirováno pokusem *Papoušek* uvedeným Věrou Bdinkovou na webu *fyzikanasbavi.zsnovolisanska.cz*. (Bdinková, 2010)

Pomůcky: fixy/pastelky, karton, nůžky, šablona papouška (příloha 4), závaží (kancelářské sponky)

Postup:

1. Papouška vystříhneme z kartonu podle šablony a vybarvíme.
2. Zkusíme si papouška postavit na prst, jako by náš prst byl bidélko. Budeme neúspěšní.
3. Papouškovi přidáme na ocásek závaží.
4. Zkusíme si papouška stejným způsobem znovu postavit na prst, tentokrát úspěšněji (obrázek 1).



Obrázek 1 - Papoušek z kartonu se závažím

Vysvětlení: Bez závaží se těžiště kartonového papouška nachází nad opěrným bodem, kterým je místo, kde je papoušek v kontaktu s naším prstem. V tom případě je v tzv. vratké nebo také labilní poloze. Přidáním závaží posuneme papouškovo těžiště níž, a dostaneme ho pod úroveň opěrného bodu. Se závažím je papoušek v tzv. stabilní nebo také stálé poloze. To znamená, že pokud papouška mírně vychýlíme, začne se pouze kývat a nespadne. Jeho těžiště se dostane zpět svisle pod opěrný bod.

Komentář pro prvňáčky: Když přidáme závaží, bude papoušek dole pod podepřením těžší, a proto stabilnější. Stejně jako jste stabilnější vy, když visíte na hrazdě za ruce, než když na ní stojíte.

3.2.1.2 Pokus na vyzkoušení

Inspirováno pokusem *Chůze při stěně* uvedeným Martinem Macháčkem v článku na *Metodickém portálu RVP*. (Macháček, 2006)

Pomůcky: stěna

Postup:

1. Postavíme žáka vedle stěny s nohama za sebou tak, aby jeho chodidla byla úplně u stěny (obrázek 2).
2. Řekneme žákovi, ať zkusí jít podél zdi (chodidla úplně u stěny). Chůze mu nepůjde, vysvětlíme mu proč.



Obrázek 2 - Pozice chodidel u stěny

Vysvětlení: Stěna děti „donutí“ vyklonit se při chůzi do strany. Vykloněním se jejich těžiště posouvá směrem od stěny, zatímco opěrný bod, kterým jsou jejich chodidla zůstává těsně vedle ní. Těžiště není přímo nad opěrným bodem, jako je tomu při chůzi mimo stěnu, což způsobuje pád.

Komentář pro prvňáčky: Spadneme proto, že se musíme naklonit trochu od stěny. Když se nakloníme, část našeho těla není podepřená a spadneme. Stejně to funguje, když spadneme kdekoliv jinde, třeba když zakopneme.

Poznámka: Při chůzi u stěny dbáme na bezpečnost dětí a jistíme děti, pokud padají, aby nedošlo k úrazu.

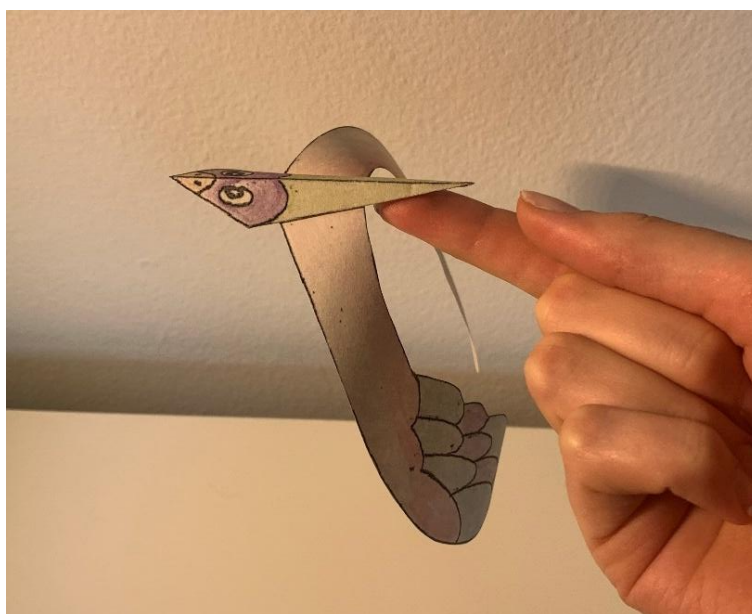
3.2.1.3 Fyzikální hračka

Inspirováno pokusem *Těžišťák* uvedeným Věrou Bdinkovou na webu fyzikanasbavi.zsnovolisenska.cz. (Bdinková, 2010)

Pomůcky: nůžky, pastelky, tyčinkové lepidlo, vytištěná šablona ptáčka (příloha 5)

Postup:

1. Pomůžeme dětem vystříhnout tělo a křídla ptáčka podle šablony nebo jim dáme předem vystřiženou šablonu.
2. Tělo ptáčka pomůžeme dětem ohnout podle rysek (nebo si tento krok také připravíme předem).
3. Děti si vybarví obě části ptáčka dle svého uvážení.
4. Na vyznačeném místě děti slepí křídla a tělo.
5. Konec ptáčkovy ocasu si položí na prst a on bude držet v rovnovážné poloze stále (obrázek 3).



Obrázek 3 - Papírový ptáček v rovnovážné poloze stále

Vysvětlení: Ptáčková křídla jsou poměrně velká. Jejich tvar a velikost způsobuje, že konec ptáčkovy ocasu je nad jeho těžištěm. Prstem podpíráme právě tento bod, a proto je těleso v rovnovážné poloze stále a nespadne.

Komentář pro prvňáčky: Ptáček má velká křídla, díky kterým nespadne.

Poznámka: Pokud si děti stříhají ptáčky samy, dbáme na jejich bezpečnost. Případně dětem pomůžeme.

3.2.2 Povrchové napětí

Stanoviště zaměřené na povrchové napětí děti vede k tomu, aby se zamýšlely nad věcmi, které jsou pro ně všední, jako mytí rukou, bubliny z bublifuku nebo vodoměrka na hladině. U stánku na téma povrchové napětí děti mimo jiné pochopí, proč si myjeme ruce mýdlem. Dozví se také, proč jsou bubliny kulaté.

3.2.2.1 Pokus na předvedení

Pomůcky: hranatá PET lahev, mělký talíř, odlamovací nůž, saponát, voda

Postup:

1. Lahev rozřízneme vodorovným řezem asi v polovině. Budeme potřebovat část s hrdlem (víčko nepotřebujeme).
2. Do talíře nalijeme vodu a přidáme saponát. Zamícháme.
3. Řez láhve namočíme do talíře tak, abychom v průřezu lahve měli blánu.
4. Hrdlem foukneme do lahve. Vyfoukneme tak kulatou bublinu (obrázek 4).



Obrázek 4 - Kulatá bublina vyfukovaná z hranaté lahve

Vysvětlení: Z lahve jsme si vytvořili vlastní hranatý bublifuk. I tak je bublina kulatá, protože na tvaru bublifuku nezáleží. Kulatý tvar je totiž pro bublinu energeticky nejvýhodnější, jelikož má nejmenší povrch s daným objemem. S tím souvisí tzv. povrchová síla, která způsobuje, že má bublina tendenci mít co nejmenší povrch.

Komentář pro prvňáčky: Látky se skládají malých částic – tzv. molekul. Všechny malé částice (molekuly) jsou k sobě přitahovány silou a „snaží se“, aby bublina co nejmenší povrch, který má, když je právě kulatá.

3.2.2.2 Pokus na vyzkoušení

Pomůcky: hluboký talíř, kbelík na vylévání použité kapaliny se saponátem, kelímek se saponátem, nádoba s vodou (na doplňování čisté vody), pepř, špejle

Postup:

1. Do talíře nalijeme vodu.
2. Vodní hladinu lehce popepříme.
3. Dáme prvňáčkům špejli, kterou si namočí v saponátu.
4. Prvňáčci se dotknou v saponátu namočenou špejlí vodní hladiny a pozorují, jak se pepř rozestoupí směrem od saponátu (obrázek 5).



Obrázek 5 - Talíř s vodou a pepřem po přiložení špejle se saponátem

Vysvětlení: Pepř slouží jako ukazatel pohybu povrchové vrstvy vody. Saponát má menší povrchové napětí než voda, tudíž je energeticky výhodnější, aby zabíral větší plochu. Proto povrchová vrstva vody „ustoupí“ a je nahrazena povrchovou vrstvou saponátu. Díky nižšímu povrchovému napětí je lepší v odstraňování nečistot z nádobí než samotná voda. To samé platí například pro mýdlo na ruce.

Komentář pro prvňáčky: Voda, na které je saponát, se snaží co nejvíce rozpínat. Tímto rozpínáním „odtlačí“ pepř. Dostane se díky němu také dobře pod nečistoty třeba na našich rukou, proto je důležité si mýt ruce vodou s mýdlem.

Poznámka: Po každém jednom provedení pokusu je nutné vodu v misce vyměnit za čistou, aby pokus fungoval.

3.2.2.3 Fyzikální hračka

Inspirováno pokusem *Povrchové napětí kapalin* uvedeným Naďou Žaludovou na webu matfyz.cz

Pomůcky: alobal, kelímek se saponátem, miska s vodou, nůžky, permanentní fix, špejle

Postup:

1. Pomůžeme dětem vystříhnout z alobalu tvar ryby (nebo jim ryby nastříháme předem). Je vhodné se si rybu na alobal předkreslit permanentním fixem.
2. Děti si rybu vybarví/pokreslí a následně ji položí vodorovně na hladinu vody (obrázek 6) v misce a namočí si špejli do saponátu (lze využít špejli z pokusu na vyzkoušení).
3. Když se dotknou v saponátu namočenou špejli vodní hladiny poblíž místa, kde leží ryba z alobalu, budou pozorovat, jak se ryba pohne od špejle pryč.



Obrázek 6 - Alobalová ryba plovoucí na hladině vody

Vysvětlení: Mezi molekulami vody působí přitažlivé síly. Povrchové molekuly vody jsou však přitahovány více molekulami uvnitř vody než okolními molekulami vzduchu. Proto se

povrchová vrstva chová jako tenká blána. Tomuto jevu říkáme povrchové napětí. Ryba z alobalu je dostatečně lehká a na svou váhu má poměrně velký povrch, tudíž se na povrchové vrstvě udrží. Přiložením saponátu se povrchové napětí změní (jako u pokusu na vyzkoušení) a ryba se pohne směrem od místa, kam jsme saponát přiložili, protože voda se saponátem se rozpíná a tlačí rybu dále od špejle.

Komentář pro prvňáčky: Povrchová vrstva vody se díky jevu, kterému říkáme povrchové napětí, chová jako tenká blána. Když se skrz vodu podíváme na čtverečkovaný papír, můžeme na deformaci čtverečků poznat, že je sklenice naplněná přes okraj a že vytváří vypuklý tvar nad okrajem sklenice, což je možné díky povrchové vrstvě (obrázek 7). Na této povrchové vrstvě plave ryba. Stejně jako saponát pohnul pepřem v pokusu na vyzkoušení, teď pohnul i rybou.



Obrázek 7 - Pohled na čtverečkovaný papír skrz zaoblenou povrchovou vrstvu

Poznámka: Pokud si děti stříhají ryby samy, dbáme na jejich bezpečnost. Poskytneme jim dohled a případnou pomoc.

3.2.3 Statická elektřina

Toto téma bylo autorkou práce považováno za vhodné díky tomu, že nastíní dětem základy atomové fyziky. Všechny tři pokusy jsou zaměřeny na přitahování nenabitého tělesa staticky nabitým tělesem. Toto stanoviště by mělo vést k pochopení toho, že tělesa jsou složena z částic, že existují částice s nábojem a že náboj může tělesa ovlivňovat. Přestože se jedná o poměrně komplikovanou problematiku, dá se dětem předat srozumitelným způsobem.

3.2.3.1 Pokus na předvedení

Inspirováno pokusem uvedeným v článku *Statická elektřina kouzlí, oddělí sůl od pepře lépe než Popelka* Kamilou Hamalčíkovou na webu *eletrina.cz*. (Hamalčíková, 2015)

Pomůcky: balonek, pepř, sůl, talíř,

Postup:

1. Na talíř nasypeme malé množství soli i pepře.
2. Látky lehce promícháme.
3. Nafoukneme a zavážeme balonek.
4. Nabijeme balonek třením o lidské vlasy, případně lze využít například vlněný svetr.
5. Balonek přiblížíme k látkám na talíři (obrázek 8), a budeme pozorovat pepř (obrázek 9).



Obrázek 8 - Přiblížení balonku k talíři



Obrázek 9 - Pepř přitahovaný k balonku

Vysvětlení: Třením o vlasy balonek získal přebytek elektronů. Staticky nabitá tělesa přitahují tělesa nenabitá, což zahrnuje sůl i pepř. Pepř je lehčí, tím pádem je jeho přitažení nabitým tělesem jednodušší než přitažení soli. Pepř je možné přitáhnout balonkem z větší vzdálenosti než sůl, takže je přibližováním balonku přitažen jako první.

Komentář pro prvňáčky: Látky se skládají z částic. Nabitím jsme balonku přidali elektrony, což jsou záporně nabitě částice. Díky nim balonek přitahuje tělesa, která nabitá nejsou. Pepř přitáhne jako první, protože je lehčí než sůl.

Poznámka: Pokus můžeme přirovnat k pohádce o Popelce, když měla popelka oddělit hrách od popela, abychom dětem pokus lépe přiblížili.

3.2.3.2 Pokus na vyzkoušení

Inspirováno pokusem *Elektrostatická indukce* z hodin fyziky Vladimíry Erhartové.

Pomůcky: plastová tyčka, plechovka, tkanina

Postup:

1. Plechovku umístíme na rovnou podložku.
2. Plastovou tyčku třením o tkaninu nabijeme statickou elektřinou.
3. Tyčku dáme dětem a řekneme jim, ať ji přiblíží k plechovce.
4. Děti pozorují, jak se plechovka přiblíží k tyčce (obrázek 10).



Obrázek 10 - Plechovka kutálející se za plastovou tyčkou

Vysvětlení: Jev, který je pokusem demonstrován je tzv. elektrostatická indukce. Při elektrostatické indukci dochází ke změně rozložení nábojů v plechovce. Volné elektrony v plechovce a elektrony, které tyčka získala nabitím o tkaninu se vzájemně odpuzují, a na základě toho se v plechovce náboje přemístí. Kladně nabitý povrch plechovky, který vznikl přemístěním elektronů je k tyčce přitahován. Díky přemísťování nábojů se může plechovka kutálet.

Komentář pro prvňáčky: Stejně jako u pokusu s pepřem a solí nabitý balonek přitahoval pepř, u tohoto pokusu přitahuje plastová tyčka plechovku. Zároveň dochází k přemísťování elektronů (záporně nabitých částic) uvnitř plechovky.

Poznámka: Provedení pokusu se může stát obtížnějším vysokou vlhkostí vzduchu. V takovém případě je vhodné pomůcky nahřát, nebude na nich tak kondenzovat vzdušná vlhkost, která by jinak umožňovala odvádění náboje z těles. Ten samý problém může způsobovat pot, nebo mastné ruce na tkanině, proto ji můžeme případně průběžně vyměňovat. Také když tyčku k plechovce přiložíme blízko u podložky, moment síly bude větší a plechovku snadněji rozpohybujeme.

3.2.3.3 Fyzikální hračka

Inspirováno pokusem *Ve spárech elektrostatiky aneb příšerky přítulné či přítulnice neodbytné* uvedeným Jaroslavou Pachlovou na vnuf.cz. (Pachlová, 2000)

Pomůcky: igelitový sáček, nůžky, permanentní fix/nalepovací oči, provázek

Postup:

1. Z igelitového sáčku pomůžeme dětem vystříhnout kruh, několikrát do něj nůžkami stříhnout směrem ke středu (příloha 6), nebo si sáčky nastříháme předem
2. Provázkem svážeme střed kruhu a vytvoříme „přítulnici“.
3. Děti mohou své „přítulnici“ permanentním fixem dokreslit oči a pusou nebo jí přilepit nalepovací oči.
4. Děti si „přítulnici“ nabijí o vlasy či o oblečení a ona na nich bude držet (obrázek 11).



Obrázek 11 - „Přítulnice“ na vlasech

Vysvětlení: Pokusem demonstrujeme elektrickou polarizaci. Igelitový sáček třením nabijeme statickou elektrinou, získá tedy nadbytek elektronů. Vlasy, na kterých „přítulnice“ vyrobená ze sáčku drží se řadí mezi izolanty, nemůže tedy dojít k elektrostatické indukci jako u plechovky při pokusu na vyzkoušení. V případě vlasů dochází k pohybu elektronů pouze v rámci atomů, díky čemuž se atomy stanou elektrickými dipóly. Uspořádáním těchto elektrických dipólů vznikají na vlasech indukované náboje, díky kterým „přítulnice“ na vlasech drží. To samé, co pro vlasy, platí pro oblečení.

Komentář pro prvňáčky: „Přítulnice“ na nás drží, protože jsme ji třením nabili.

Poznámka: Pokud děti stříhají samy, dbáme na jejich bezpečnost. Případně dětem pomůžeme.

3.2.4 Magnetismus

Magnetismus děti často znají, některé mají magnety doma na ledničce nebo ve škole na tabuli. Na tomto stanovišti si uvědomí, že magnetické jevy jsou součástí fyziky a mají vědecké vysvětlení. Díky možnosti hrát si s magnety si děti lépe osvojí nové poznatky.

3.2.4.1 Pokus na předvedení

Inspirováno pokusem *Levitující sponka* uvedeným Lukášem Vízkem, Michaelou Křížovou a Veronikou Machkovou v knize *Kapitoly o výuce matematiky, fyziky a chemie*. (Vízek, a další, 2017)

Pomůcky: kancelářská sponka, lepicí páska, magnet, nit, nůžky

Postup:

1. Na jeden konec niti přivážeme kancelářskou sponku, druhý konec přilepíme k pevné podložce.
2. Ke kancelářské sponce přiblížíme magnet a magnetem ji zvedneme bez toho, abychom se jí dotkli a pozorujeme, sponku „levitovat“ pod magnetem (obrázek 12).



Obrázek 12 - Kancelářská sponka „levitující“ pod magnetem

Vysvětlení: Kancelářská sponka je feromagnetická, tudíž je magnetem silně přitahována. Magnetická síla je dostatečně velká na to, aby překonala tíhovou sílu a magnet zvedla z podložky. Díky napnutí niti, která drží sponku u podložky se sponka magnetu nedotýká, a tudíž to vypadá, jako že sponka levituje.

Komentář pro prvňáčky: Kancelářská sponka je přitahována magnetem tak silně, že je sponka zvednuta magnetem z podložky.

3.2.4.2 Pokus na vyzkoušení

Inspirováno pokusem *Magnetování mincí* uvedeným na fyzikalnipokusy.cz. (Univerzita Karlova, 2017)

Pomůcky: magnet, několik mincí (lepší jsou lehčí mince menší hodnoty)

Postup:

1. Vezmeme si dostatečně silný magnet a přiložíme k němu zespodu minci.
2. K první minci přiblížíme druhou, druhá mince bude držet na té první (obrázek 13).
3. Můžeme zkusit přidat co největší počet mincí.



Obrázek 13 - Zmagnetované mince

Vysvětlení: Feromagnetická tělesa (v našem případě mince), mají schopnost díky tzv. paramagnetickým atomům, ze kterých jsou složeny, zesilovat magnetické pole. Když se dostanou do magnetického pole dojde ke změně uspořádání paramagnetických atomů a tzv. magnetování látky. Magnetování látky znamená, že se feromagnetické těleso začne chovat jako magnet, když ho k magnetu přiblížíme. Proto na první minci může držet další a další.

Komentář pro prvňáčky: Mince, která je u magnetu se začne chovat také jako magnet, a může se na ní udržet druhá mince.

Poznámka: Při používání silných nedomykavých magnetů dbáme, aby nebyly přiblížovány k elektronice nebo hodinkám, které by mohly poškodit, a k feromagnetickým předmětům, aby silným přitažením nebyly samy poškozeny.

3.2.4.3 Fyzikální hračka

Inspirováno pokusem *Magnetic Paper Plate Maze* uvedeným na webu *thestemlaboratory.com*. (The STEM Laboratory, 2021)

Pomůcky: dřevěná špachtle, feritový magnet, jednorázový papírový talíř, kancelářská sponka, šablona bludiště (příloha 7), veverky a ořechu (příloha 8), oboustranná lepicí páska, pastelky/fixy, tyčinkové lepidlo

Postup:

1. Pomůžeme dětem vystříhnout veverku a ořech podle šablony nebo si je nastříháme předem.
2. Prvňáčci si postavičku vybarví dle svého uvážení.

3. Na vystřiženou a vybarvenou postavičku veverky nasuneme kancelářskou sponku.
4. Prvňáčkům dáme (nejlépe už vystříhané) šablony bludiště, abychom proces zjednodušili, nebo jim pomůžeme je vystříhnout.
5. Nalepíme nebo prvňáčci nalepí šablonu bludiště na papírový talíř. Do středu bludiště nalepíme oříšek.
6. Pomocí oboustranné lepicí pásky nalepíme magnet na konec dřevěné špachtle.
7. Veverku umístíme na talíři na start bludiště.
8. Děti chytí talíř s veverkou do jedné ruky, do druhé ruky si vezmou tyčku s magnetem.
9. Řekneme dětem, aby tyčkou pohybovali pod talířem. a tak ovládali veverku a vyřešili bludiště (obrázky 14 a 15). Můžeme to dětem nejprve ukázat, pokud si o to situace žádá.



Obrázek 14 - Magnetické bludiště



Obrázek 15 - Děti řešící magnetické bludiště

Vysvětlení: Kancelářské sponky se běžně vyrábí ze železa a jsou přitahovány magnetem, jak je zmíněno u pokusu na předvedení. Když pod talířem pohneme tyčkou s magnetem, sponka s postavičkou se díky přitahování posune. Postupnými pohyby můžeme vyřešit celé bludiště.

Komentář pro prvňáčky: Magnet na tyčce přitahuje kancelářskou sponku. Když pohneme tyčkou, sponka s postavičkou se posune za magnetem.

3.2.5 Setrvačnost

Téma bylo zvoleno kvůli existenci velkého množství nejen fyzikálních pokusů, ale hlavně praktických jevů, které s ním souvisí. Patří mezi ně třeba prudké brždění v autě, hra s káčou nebo dostávání kečupu ze sklenice ven. Toto stanoviště pomáhá děti zaujmout při vysvětlení běžných jevů z praxe.

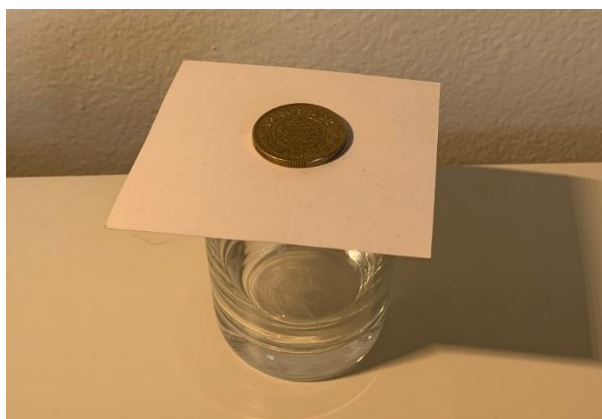
3.2.5.1 Pokus na předvedení

Inspirováno pokusem *Setrvačnost mince* uvedeným Naďou Žaludovou na webu *matfyz.cz*. (Žaludová, 2016)

Pomůcky: kousek papíru, mince, sklenička

Postup:

1. Skleničku položíme na podložku.
2. Na skleničku položíme kousek papíru a na papír minci (obrázek 16).
3. Uchopíme papír a rychle s ním trhneme pryč.
4. Pozorujeme minci spadnout do skleničky.



Obrázek 16 - Postavení mince, papíru a skleničky

Vysvětlení: Pokud bychom papírem netrhli dostatečně rychle, mince by se dostala pryč od sklenice s ním. První pojem, který s pokusem souvisí, je impuls síly. Ten závisí na velikosti síly F , kterou je při našem pokusu třecí síla působící mezi mincí a papírem, a na čase t . Impuls síly způsobuje změnu pohybového stavu tělesa (změnu hybnosti). Druhým pojmem je tedy změna hybnosti, která závisí na hmotnosti tělesa m a změně rychlosti Δv , kterou se těleso pohybuje. Situaci lze vyjádřit následujícím vztahem: $Ft = m\Delta v$

To znamená, že pokud nám trhnutí bude trvat dlouho, tedy bude pomalé (a hodnota času t bude vyšší), dojde k výrazné změně hybnosti a mince se pohne s papírem. Když se nám však podaří trhnout dostatečně rychle, mince má tendenci setrvat v klidu, změna rychlosti bude příliš malá, aby se projevila. Nebude ale mít pod sebou papír, a tak spadne dolů do skleničky.

Komentář pro prvňáčky: Mince má kvůli své setrvačnosti tendenci zůstat na místě a přitahováním Země se dostane do sklenice.

3.2.5.2 Pokus na vyzkoušení

Inspirováno pokusem, který byl prezentován autorkou práce na představení pro mladší studenty v IQ LANDIA v Liberci v roce 2022.

Pomůcky: papír velikosti A6, rulička od toaletního papíru

Postup:

1. Papír velikosti A6 zmuchláme do kuličky.
2. Kuličku vložíme do střední části ruličky (obrázek 17). Kulička by měla být dostatečně velká na to, aby z ruličky sama nevypadla, ale zároveň ne moc velká, aby šla snadno vyndat.
3. Ruličku chytíme do jedné ruky a druhou rukou si budeme bouchat (bezpečnou silou) do té první.
4. Pozorujeme kuličku vyletět ven z ruličky (obrázek 18).



Obrázek 17 - Kulička v ruličce



Obrázek 18 - Kulička letící ven z ruličky

Vysvětlení: Při bouchání pohybujeme první rukou, která ruličku drží a tím uvádíme do pohybu i ruličku s kuličkou. Když první ruku druhou rukou zastavíme, kulička chvíli setrvá v pohybu, než ji třecí síla zastaví, zatímco rulička se zasekne. Tím pádem se kulička uvnitř ruličky o kousek posune. Postupnými posunutími se dostane z ruličky ven. Pokud budeme na ruku bouchat shora, kulička vyletí vrchem a pokud ze spodu, kulička vyletí spodem.

Komentář pro prvňáčky: Při bouchání pohybujeme i rukou, která ruličku drží. Vždycky když zasekneme pohyb ruličky, kulička se díky setrvačnosti v ruličce o kousek posune. Postupně

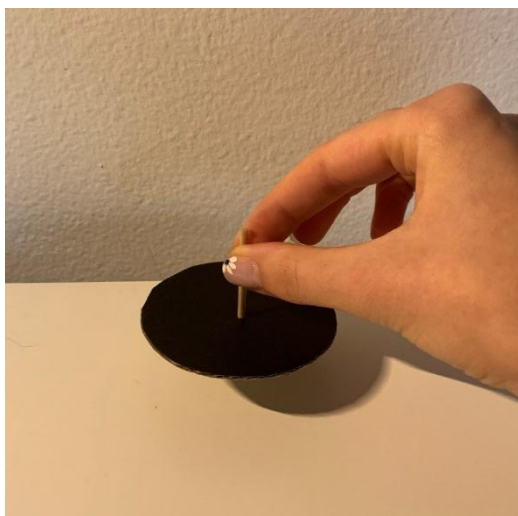
kuličku „vyklepeme“ ven. Pokusu můžeme využít, když se snažíme dostat kečup ven ze sklenice.

3.2.5.3 Fyzikální hračka

Pomůcky: fixy/pastelky, karton, kružítko, nůžky, párátko, případně tavná pistole (pro zabránění pohybu párátko)

Postup:

1. Před jarmarkem si kružítkem na kartonu připravíme několik kružnic. V jejich středu ostrou špičkou na kružítku propíchneme malou díru.
2. Pomůžeme dětem vystříhnout kolečka z kartonu nebo si je nastříháme předem.
3. Děti si kolečka vybarví dle svého uvážení.
4. Do díry ve středu kolečka zasuneme párátko.
5. Vznikne tak barevná kartonová káča, kterou protočením špejle mezi prsty roztočíme (obrázky 19 a 20).



Obrázek 19 - Roztáčení kartonové káči



Obrázek 20 - Prvňáček točící svou kartonovou káčou

Vysvětlení: Tělesům, která rotují kolem pevného bodu říkáme setrvačníky. Patří mezi ně i káča. Má velký moment setrvačnosti, což je fyzikální veličina popisující rozložení látky tělesa vůči ose otáčení. Káča má látku rozloženou rovnoměrně a zároveň daleko od osy. Při otáčení má velkou kinetickou energii a potom, co ji roztočíme, udělá sama ještě několik otáček. Tření na špičce párátko je poměrně malé a káča symetrická, proto trvá poměrně dlouho, než se káča zastaví.

Komentář pro prvňáčky: Díky své setrvačnosti se káča potom, co ji roztočíme, sama ještě několikrát otočí.

3.2.6 Kmitání a vlnění

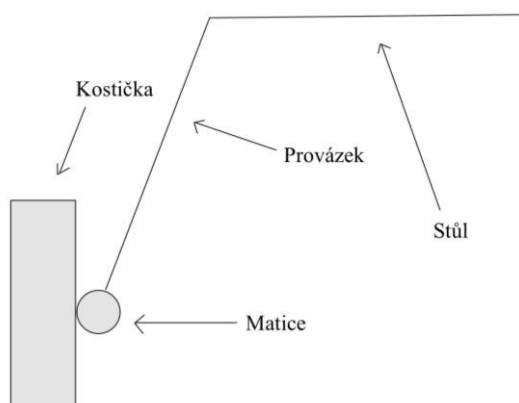
Kmitání a vlnění se může zdát poměrně abstraktní, ale lze si ho předvést a představit (viz pokus na vyzkoušení – maxipružina). Důvodem výběru tohoto tématu bylo, aby děti získaly základní povědomí o existenci a využití kmitání a vlnění. Děti znají kmitání z houpačky, ale se souvisejícími pojmy se nejspíše setkají až v budoucnu při hodinách fyziky na druhém stupni a střední škole. Z jarmarku si domů odnesou svůj vlastní oscilátor, který jim bude připomínat to, co se dozvěděli.

3.2.6.1 Pokus na předvedení

Pomůcky: kostička/jiný předmět, lepicí páska, matice, nůžky, provázek, stůl

Postup:

1. Matici uvážeme na jeden konec provázku.
2. Druhý konec připevníme lepicí páskou na stůl tak, aby matice visela volně dolů, čímž vznikne oscilátor.
3. Zvolíme si počáteční výchylku kmitání a než matici pustíme a necháme kmitat, umístíme těsně za ní kostičku či jiný předmět. (obrázek 21) Sledujeme, zda matice shodí předmět po tom, co udělá jeden kmit.



Obrázek 21 - Nákres pokusu

Vysvětlení: Na oscilátor působí síly, které mu brání v pohybu. Část energie oscilátoru se vždy přemění na jiný druh energie, jako je vnitřní energie oscilátoru a okolí a amplituda se postupně

zmenšuje. Tento jev označujeme jako tlumené kmitání. Tlumení záleží na hustotě prostředí, ve kterém oscilátor kmitá. V praxi neexistuje žádný oscilátor, jehož vlastní kmitání by nebylo tlumené.

Komentář pro prvňáčky: Kmitání matice je jako houpání houpačky. Když nebudeme dělat nic pro to, aby se houpala, sama postupně přestane.

3.2.6.2 Pokus na vyzkoušení

Pomůcky: maxipružina (příloha 9), pevná hladká podložka (stůl)

Postup:

1. Pružinu položíme na podložku a chytíme do každé ruky jeden konec, nebo každé dítě chytí jeden konec.
2. Předvedeme si vlnění. Příčného dosáhneme pohybem konce pružiny zprava doleva (obrázek 22) a podélného přibližováním a oddalováním prvního konce od druhého.



Obrázek 22 - Demonstrace příčného vlnění s pomocí maxipružiny

Vysvětlení: Pokusem na vyzkoušení je spíše demonstrace druhů vlnění. Můžeme si předvést vlnění příčné, při kterém dochází ke kmitání částic kolmo na směr šíření vlnění. Nebo si můžeme ukázat vlnění podélné, při kterém dochází ke kmitání částic ve směru šíření vlnění.

Komentář pro prvňáčky: Vlnění je kolem nás. Mezi příklady využití vlnění v praxi patří mikrovlnná trouba nebo rádio. Existuje několik druhů, což si můžeme ukázat na maxipružině.

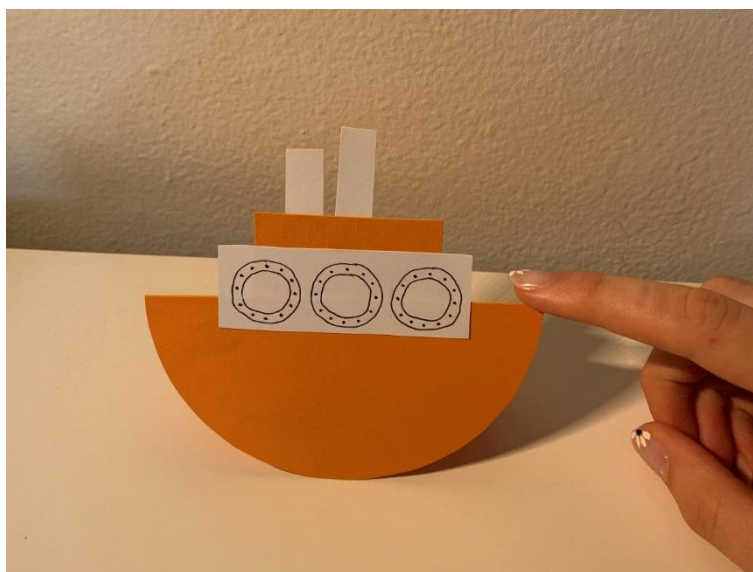
3.2.6.3 Fyzikální hračka

Inspirováno pokusem uvedeným na *YouTube* uživatelem *MR. CREATOR*. (MR. CREATOR, 2020)

Pomůcky: barevný a bílý papír, nůžky, kružítko, tužka/fixa, tyčinkové lepidlo

Postup:

1. Z barevného papíru vystříhneme kruh (využijeme kružítko, aby byl přesný).
2. Barevný kruh přeložíme napůl.
3. Z bílého papíru vystříhneme menší obdélník a prvňáčci ho nalepí na barevný kruh v místě skladu. Nakreslí na něj tři kruhy jako okna lodi.
4. Z barevného papíru vystříhneme ještě menší obdélník a prvňáčci ho přilepí k předchozímu obdélníku tak, aby trochu vyčníval.
5. Z bílého papíru vystříhneme dva další obdélníky, které budou sloužit jako komíny a prvňáčci je přilepí k lodi.
6. Loď prvňáčci postaví na pevnou podložku a rozkmitají ji (obrázek 23).



Obrázek 23 - Rozkmitávání papírové lodi

Vysvětlení: Oscilátor je jakékoliv těleso nebo zařízení, které kmitá. Naše papírová loď je tedy také oscilátorem.

Komentář pro prvňáčky: Pohyb, který loď vykonává, je kmitání.

Poznámka: Hodí se mít všechny části lodi vystříhané předem. Děti si je mohou slepit a dokreslit lodi okna.

3.2.7 Zvuk

Při pokusech se zvukem děti využijí svůj sluch. Pokusy na tomto stanovišti děti naučí, že i zvuk je fyzikálním jevem s konkrétním vysvětlením. Měli by dostat šanci pochopit, že se jedná o druh vlnění a že toto vlnění se šíří i pevnými látkami. Zvuk je pro většinu dětí klíčovou součástí mezilidské komunikace a je dobré o něm mít základní povědomí.

3.2.7.1 Pokus na předvedení

Pomůcky: sklenička, voda

Postup:

1. Skleničku částečně naplníme vodou.
2. Navlhčíme si prst.
3. Přejížděním prstu po okraji skleničky soustavu rozechvějeme, čímž docílíme toho, že se začne ozývat zvuk.

Vysvětlení: Zvuk je mechanické vlnění. Zdrojem slyšitelného zvuku je těleso, kmitající vhodnou frekvencí. V našem případě je zdrojem zvuku chvějící se sklenička a voda uvnitř. Mechanická energie má podobu vlnění, tedy zvuku, který se nese vzduchem do našeho ucha, díky čemuž vlnění slyšíme.

Komentář pro prvňáčky: Voda ve skleničce vydává zvuk, protože se chvěje. Chvění lze pozorovat na vodní hladině.

3.2.7.2 Pokus na vyzkoušení

Inspirováno pokusem *Zvonící lžice* uvedeným na zsletohrad.cz. (Základní škola Letohrad, 2011)

Pomůcky: dvě lžice, provázek

Postup:

1. Uchopíme provázek, který má ve svém středu navázanou lžici každou rukou za jeden konec (lžice visí dolů na napnutém provázku).
2. Konce provázku si obtočíme kolem střední části prstů. Konce prstů si vložíme do uší a druhou lžicí bouchneme do té, co visí na provázku (obrázek 24).



Obrázek 24 - Uchopení provázku se zavěšenou lžicí

Vysvětlení: Lžice je úderem rozkmitána a kmity jsou provázkem a prstem přenášeny do našich uší a my slyšíme hlasité zvonění. Rychlost zvuku může být v různých látkách různá a v pevných látkách (v našem případě v provázku) je vyšší než ve vzduchu. „*Velikost rychlosti šíření zvuku v daném materiálu závisí jednak na hustotě daného materiálu, ale také na jeho pružnosti. Pružnost je přitom ovlivněna velikostí vazebných sil, kterými jsou jednotlivé molekuly materiálu k sobě vázány.*“, jak píše J. Reichl ve svém článku o rychlosti zvuku (Reichl, 2008). Zvuk slyšíme hlasitěji v pružnějším prostředí, a napnutý provázek je pružnější prostředí než vzduch.

Komentář pro prvňáčky: Stejně jako u pokusu na předvedení jde o to, že zvuk je vlnění. Toto vlnění se nese provázkem k našim uším.

3.2.7.3 Fyzikální hračka

Pomůcky: kelímek od jogurtu, nádobka s vodou, nůžky (případně kružítko), rezná nit, polovina párátka

Postup:

1. Kružítkem uděláme otvor doprostřed dna kelímků.
2. Otvorem děti provlečou kousek niti asi 20 cm dlouhý. Pokud to bude třeba, pomůžeme jim.
3. Na konec niti přivážeme polovinu párátka, o kterou kelímek zarazíme tak, aby byla špejle uvnitř kelímku.

4. Nit si děti navlhčí a sjedou po ní prsty (obrázek 25). Tehdy budou moci poslouchat zvuk, který soustava vydá.



Obrázek 25 - Rozkmitávání soustavy prsty

Vysvětlení: Když děti sjedou po niti prsty, jejich prsty po ní budou střídavě klouzat a zastavovat se na ní. Tímto způsobem se celá soustava rozkmitá. Kmitání budou děti moci slyšet ve formě zvuku vycházejícího z kelímku, kde zvuk rezonuje a zesiluje se. Podmínkou k šíření zvuku je tzv. pružné prostředí. To je takové prostředí, ve kterém se kmitání jedné částice přenese na další. To není možné, pokud provázek není napnutý, je nutné ho napnout, aby pokus fungoval.

Komentář pro prvňáčky: Pomocí prstů soustavu rozkmitáme, a proto vydává zvuk. Samotný kelímek potom pomáhá zvuk výrazně zesílit, podobně jako tělo kytary, které zesiluje zvuk strun.

3.2.8 Optika

Stanoviště zaměřené na optiku se zabývá především pohyblivými obrazy. Dětem bude zjednodušeně vysvětleno, jak funguje animace. Vzpomenout si na to mohou, až se příště budou dívat na animovanou pohádku v televizi nebo v kině.

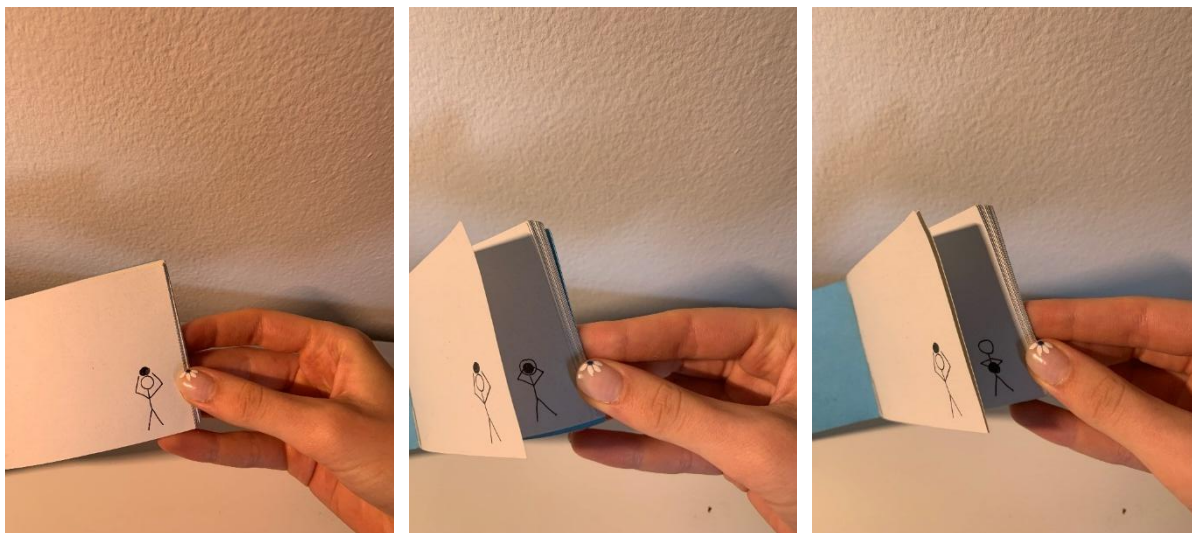
3.2.8.1 Pokus na předvedení

Inspirováno pokusem z kapitoly *Jednoduché pohyblivé hračky* uvedené Radkem Chajdou v knize *Pohyblivé obrázky*. (Chajda, 2011)

Pomůcky: starý sešit, tužka/propiska

Postup:

1. Do rohů jednotlivých stránek nakreslíme několik fází jednoho pohybu. Příkladem může být člověk házející míčem.
2. Uchopíme sešit a jednou rukou rychle listujeme sešitem (pouštíme stránky prstem). Děti pozorují obrázky (obrázek 26).



Obrázek 26 - Listování sešitem s fázemi pohybu

Vysvětlení: K vnímání několika obrazů jako souvislého děje dochází kvůli tzv. setrvačnosti oka. Jde o to, že mezi jednotlivými světelnými podněty není dostatečně dlouhá doba na to, aby je náš mozek stihl vyhodnotit a odlišit. Doba, která je zapotřebí na vyhodnocení jednoho světelného podnětu nervovou soustavou, je asi jedna šestnáctina sekundy. Když jdou obrazy rychleji za sebou, vzniká v mozku iluze, že vidíme souvislý pohyb.

Komentář pro prvňáčky: Obrázky se mění tak rychle, že se nám propojí dohromady. Příprava se zdá náročná, ale v porovnání s animovaným filmem není. Ve filmu se vystřídá 24 obrazů za jednu sekundu.

3.2.8.2 Pokus na vyzkoušení

Inspirováno pokusem z kapitoly *Jednoduché pohyblivé hračky* uvedené Radkem Chajdou v knize *Pohyblivé obrázky*. (Chajda, 2011)

Pomůcky: karton, kružítko, nůžky, papír, pravítko, špejle, tužka/propiska, tyčinkové lepidlo, zrcadlo

Postup:

1. Pomocí kružítka a pravítka na karton narýsujeme disk (obrázek 27). Do jeho středu uděláme kružítkem malou díru.
2. Disk vystříhneme.
3. Na papír narýsujeme dvě soustředné kružnice. Vedení těmito kružnicemi vystříhneme kruh s dírou uprostřed.
4. Papírový kruh rozdělíme na šest stejných částí. Do každé části nakreslíme jednu fázi cyklického pohybu (první a poslední obrázek na sebe musí navazovat). Může jít například o teploměr, kde klesá a stoupá teplota.
5. Papírový kruh nalepíme na kartonový disk.
6. Dírou ve středu disku protáhneme špejli.
7. Pozorujeme před zrcadlem při protáčení špejle mezi prsty (obrázek 27).



Obrázek 27 - Výsledný disk a pozorování u zrcadla

Vysvětlení: Princip je stejný jako u pokusu na předvedení. Rychlost střídání obrázků je dostatečně velká na to, aby se nám zdálo, že vidíme pohyb rtuti v teploměru. Jednotlivé výřezy mezi obrázky zajišťují, že nevidíme jednu rozmazanou skvrnu. Obrázky a výřezy jsou na jednom disku, tudíž potřebujeme obrázky pozorovat v zrcadle.

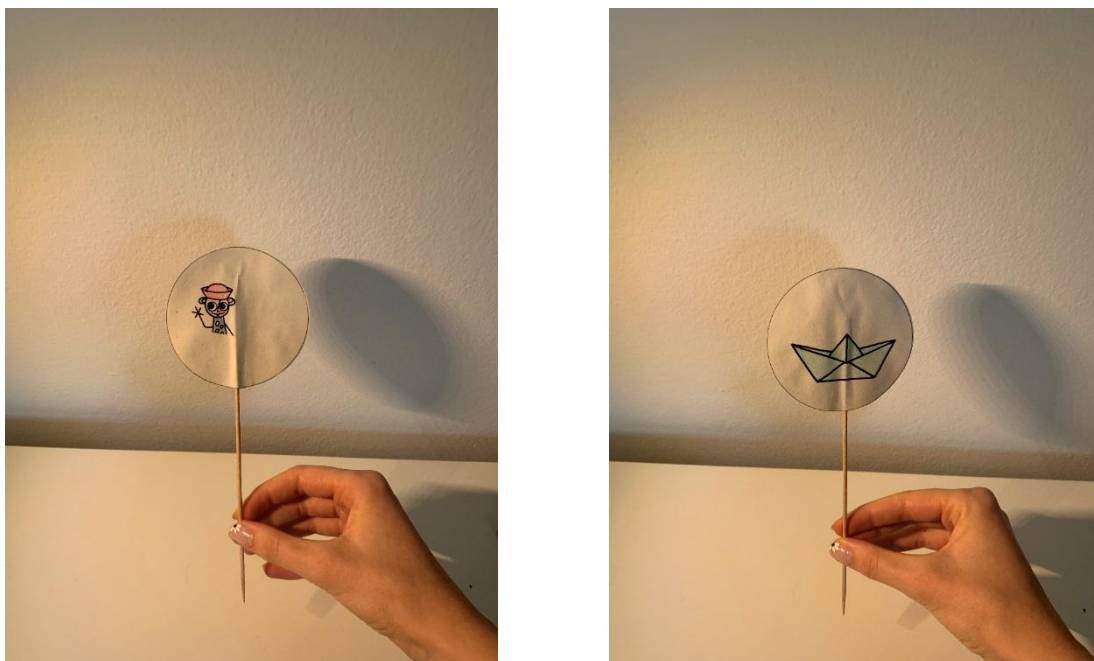
Komentář pro prvňáčky: Tento pokus funguje stejně, jako ten s obrázky v rohu sešitu. Obrázky se střídají tak rychle, že se nám zdá, že vidíme pohyb rtuti v teploměru.

3.2.8.3 Fyzikální hračka

Pomůcky: vytištěná šablona thaumatropu s obrázkem (příloha 10), tyčinkové lepidlo, špejle

Postup:

1. Pomůžeme dětem vystříhnout oba kusy šablony nebo si šablony nastříháme předem.
2. Prvňáčci si vybarví obrázek na šabloně dle svého uvážení.
3. Slepíme obě dvě části šablony (na každé je půlka obrázku) tak, aby vznikl „jeden“ papír s obrázkem na každé straně a mezi dvěma původními papíry byla špejle (obrázek 28).
4. Špejli protočíme mezi prsty a pozorujeme obrázek.



Obrázek 28 - Výsledný thaumatrop

Vysvětlení: Příkladem fyzikální hračky zaměřené na optiku je tzv. thaumatrop. Je to druh optického klamu, kdy se nám zdá, že se dva obrázky spojují v jeden.

Komentář pro prvňáčky: Tyčkou točíme tak rychle, že nestihneme rozlišit dva obrázky a zdá se nám, že vidíme jeden.

3.2.9 Energie

Téma energie bylo vybráno vzhledem k tomu, že souvisí s mnoha fyzikálními jevy. Pokusy jsou založené na tom, že druh energie se může konáním práce měnit a energii lze přenášet z jednoho tělesa na druhé.

3.2.9.1 Pokus na předvedení

Inspirováno pokusem *Rázostroj z mincí* uvedeným Z. Rakušanem, Š. Votrubcovou a J. Havlíčkem v knize Experimentář. (Rakušan, a další, 2014 str. 103)

Pomůcky: hladká pevná podložka, několik mincí (pokus lze provádět s různým počtem)

Postup:

1. Všechny mince kromě jedné srovnáme na podložku do rovné řady.
2. Na zbývající minci přiložíme prst tak, abychom s ní mohli po stole pohybovat. A narazíme s ní do jednoho konce řady mincí.
3. Pozorujeme pohyb poslední mince v řadě.

Vysvětlení: Dochází k přenosu energie mezi jednotlivými mincemi. První minci byla udělena pohybová energie prstem. Nárazem se mince zastaví a předává energii té následující. Tímto způsobem energie poputuje k poslední minci, jejíž pohyb není zastaven žádnou další, a tak ho můžeme snadno pozorovat. Podle zákona akce a reakce je první mince zastavena druhou mincí právě takovou silou, kterou první mince narazila (tato síla má však opačný směr).

Komentář pro prvňáčky: Abychom uvedli minci do pohybu, musíme konat práci. Energie se při nárazu předává mezi mincemi.

3.2.9.2 Pokus na vyzkoušení

Pomůcky: dva kelímky různé velikosti, dvě gumičky, špejle, barevný papír

Postup:

1. Do většího kelímku uděláme čtyři malé otvory asi 0,5 cm od hrdla tak, aby mezi sebou měly stejné rozestupy.
2. Obě gumičky rozstříhneme a každou protáhneme dvěma otvory naproti sobě, aby gumičky vytvořily kříž (obrázek 29).
3. Pomocí kousků špejle dlouhých asi 2 cm upevníme gumičky. Konce gumičky přivážeme na špejle, které zůstanou z vnější strany kelímku.
4. Z kruhu z barevného papíru vytvoříme většímu kelímku špičku a případně ho dozdobíme tak, aby připomínal raketu.
5. Menší kelímek si položíme na stůl dnem nahoru.
6. Větší kelímek prvňáčci nasadí na ten menší (gumičky v tom budou bránit) a při napnutí gumiček ho pustí (obrázky 29 a 30).



Obrázek 29 - Přitlačení většího kelímku (rakety) na menší



Obrázek 30 - Raketa ve vzduchu

Vysvětlení: Přitlačení většího kelímku (rakety) deformujeme gumičky. Musíme vykonat práci k tomu, abychom je napnuli, čímž soustava získává energii. Vzhledem k tomu, že jde o pružnou deformaci, gumička se vrátí do původního tvaru, když povolíme napětí. V tento moment raketa vyletí působením takové síly, jakou jsme napínali gumičku. Tedy akce (tlak směrem dolů) vyvolává stejně velkou reakci opačného směru (vystřelení nahoru).

Komentář pro prvňáčky: Konáme práci při posouvání kelímku proti gumičkám, tím získá energii, kterou využije ke zvýšení polohy kelímku.

3.2.9.3 Fyzikální hračka

Pomůcky: fixy/pastelky, gumička, kružítko, lepicí páska, nůžky, špejle/párátka, víčko od PET láhve, vytištěná šablona rakety (příloha 11)

Postup:

1. Pomocí kružítko a nůžek proděravíme víčko přibližně ve středu a vzniklým otvorem protáhneme kousek špejle (o délce přibližně 5 cm) nebo párátka. Víčka si proděravíme předem, abychom si pojistili hladký a rychlý průběh výroby fyzikální hračky.
2. Děti si vybarví raketu, které si předem nastříháme.
3. Vybarvenou raketu pomocí lepicí pásky připevníme na jeden konec špejle/párátka.

4. Natáhneme si gumičku mezi dva prsty. Děti uchopí raketu, umístí ji na střed gumičky a gumičku napnou (obrázek 31). Následně pustí raketu, a pozorují, jak se začne pohybovat vpřed.



Obrázek 31 - Raketa připravená vyletět

Vysvětlení: K napnutí gumičky, je třeba vyvinout sílu. Stejně jako u rakety z pokusu na vyzkoušení jde o využití energie pružnosti gumičky. Tím pádem, když je gumička puštěna, smrští se do své původní délky. Smrštěním gumičky se raketa rozjede opačným směrem, než je ten, do kterého byla natažena gumička, jelikož reakce má opačný směr než akce.

Komentář pro prvňáčky: Když napnutou gumičku pustíme, vrátí se do původního stavu – smrští se. Proto se raketa začne pohybovat.

Poznámka: Pro oživení lze využít cílové čáry, za kterou se budou děti snažit raketu dostřelit. Soustava musí být umístěna tak, aby raketa mohla bezpečně vystřelit a letící raketa nikoho nezranila.

3.2.10 Tření

Stanoviště zaměřené na tření bylo vybráno díky množství vhodných pokusů. Jde o téma, které je pro děti snadno představitelné, a není pro ně tak abstraktní.

3.2.10.1 Pokus na předvedení

Pomůcky: autíčko s odnímatelnými koly, nakloněná rovina

Postup:

1. Autíčko postavíme na začátek nakloněné roviny (obrázek 32) a necháme ho sjet směrem dolů.
2. Odejmeme kola autíčka.
3. Autíčko bez kol opět postavíme na začátek nakloněné roviny a pustíme ho. Buď se zastaví na nakloněné rovině (obrázek 33), nebo dojede až dolů, ale výrazně pomaleji než s koly.



Obrázek 32 - Autíčko s koly na začátku nakloněné roviny



Obrázek 33 - Autíčko bez kol zastavené na nakloněné rovině

Vysvětlení: Pokus je důkazem toho, že valivé tření je výrazně menší než smykové. Pokud nemáme příliš nakloněnou rovinu, autíčko nesklouzne dolů kvůli smykovému tření. Aby autíčko sklouzlo, výslednice gravitační síly a síly, kterou působí rovina na autíčko (kolmá k rovině) by musela být větší než síla třecí. Kola dovolují autíčku využít tzv. valivého tření, což znamená, že je autíčku kladen daleko menší odpor a může tak sjet dolů po nakloněné rovině.

Komentář pro prvňáčky: Proč mají auta kola? Tření je síla, která drží autíčko bez kol na podložce. Kola autíčku pomáhají, protože se mohou točit.

3.2.10.2 Pokus na vyzkoušení

Pomůcky: dvě podobně tlusté knihy

Postup:

1. Knihy do sebe vzájemně „zasadíme“ tak, že budeme vzájemně prokládat jejich stránky. Bude se nám střídat stránka z první knihy, na které bude stránka z druhé knihy, na té bude opět stránka z první knihy a tak dále, než propojíme všechny stránky.

2. Dvě děti nebo dítě a starší student každý pevně oběma rukama uchopí hřbet jedné knihy.
3. Následně budou tahat hřbety knih a pokusí se je tak od sebe oddělit (obrázek 34), což pro ně bude nejspíše nesplnitelný úkol.



Obrázek 34 - Prvňáček snažící se oddělit knihy od sebe

Vysvětlení: Mezi jednotlivými listy vzniká tření. Mezi dvěma listy sice není třecí síla tak velká, abychom knihy nedokázali oddělit, ale tím, že jsou listy střídavě prokládány, vzniká hodně styčných ploch, které jsou k sobě táhnutím za obálky knih pevně přitlačovány. Pevné přitlačení listů knih k sobě způsobuje, že mezi listy je takové tření, které je téměř nemožné překonat. Je pravděpodobnější, že táhnutí velkou silou by obálky nejspíš nevydržely a došlo by spíše ke zničení knih než k jejich hladkému oddělení.

Komentář pro prvňáčky: Knihy nejdou rozdělit, protože se jejich stránky třou o sebe.

3.2.10.3 Fyzikální hračka

Pomůcky: brčko, lepicí páska, nůžky, pastelky/fixy, provázek, vytištěná šablona opice (příloha 12)

Postup:

1. Prvňáčci si s případnou pomocí vystříhnou opici podle šablony a dle libosti si ji vybarví.
2. Předem nastříháme brčka na kousky o délce asi 3 cm.
3. Na opici zezadu přilepíme svisle dva rovnoběžné kousky brčka.
4. Každým brčkem protáhneme kousek provázku (o délce přibližně 40 cm). Konce nití můžeme na jedné straně propojit uzlíkem, nebo můžeme nit svázat dokola tak, aby pocházela oběma brčky.

5. Uchopíme uzlík, zatímco děti uchopí každou rukou jeden konec nití a budou za ně střídavě tahat a pozorovat, jak se opice pohybuje směrem nahoru (obrázek 35).



Obrázek 35 - Soustava papírové opice (s brčky ze zadní strany) a provázku

Vysvětlení: Při střídavém tahání za jednotlivé konce dochází k vychýlení zvířátka do polohy, kde vznikne mezi jedním brčkem a nití jím procházející styčná plocha. Na této styčné ploše působí třecí síla, která způsobí, že se nit v brčku nepohybuje. Posune se však nit v druhém brčku a při střídání konců, za které taháme se celá soustava zvířátka a brček pohybuje po nitích nahoru.

Komentář pro prvňáčky: Zvířátko se udrží díky tření mezi jedním brčkem a nití, když za druhý konec zatáhneme, a posuneme tak zvířátko výš.

4 REALIZACE JARMARKU

Tato kapitola pojednává o postupu realizace provedeném autorkou práce. Postup vedl k uspořádání fyzikálního jarmarku na ZŠ Vrchlického, který se konal 7. 11. 2024 v Liberci (v jídelně školy). Proces realizace může být různý v závislosti na cílovou podobu jarmarku.

4.1 Naplánování

Kontakt s vedením základní školy Vrchlického a vyučujícími 1. A a 1. B byl navázán skrze vedoucí této práce přibližně 9 týdnů před datem konání akce přes e-mail. Byl potvrzen termín akce a její základní koncept. Necelých 6 týdnů před jarmarkem došlo k osobnímu setkání, na kterém byla dořešena specifika plánovaného jarmarku, jako prostor či kapacita.

Vzhledem k potřebám práce autorka využila pomoc třídy kvinty Doctriny – Podještědského gymnázia. Studenti, kteří na akci předváděli žákům pokusy a pomáhali s její organizací, byli v rámci vyučovací hodiny fyziky 24. 10. 2024 poučeni autorkou práce o nadcházející akci a vhodném přístupu k žákům prvních tříd (dle teoretické části této práce). Byli také seznámeni s pokusy a zvolili si, na kterých stanovištích by rádi působili.

4.2 Příprava materiálu

Ke shromažďování materiálu docházelo v průběhu celého připravování jarmarku. I když pokusy využívají běžně dostupné pomůcky, některé bylo potřeba zakoupit nové. Celkové náklady se vešly do částky 1000 Kč pro 44 dětí (příloha 13). Kvůli zajištění hladkého průběhu akce bylo co největší možné množství pomůcek připraveno předem, došlo i k vystříhání veškerých šablon. Veškerý materiál a pomůcky byly rozděleny do igelitových tašek dle jednotlivých stanovišť, což usnadnilo přípravu na místě konání akce. Rozdělení pomůcek do tašek pomáhá také s kontrolou toho, že jsou na jarmark připraveny veškeré pomůcky a nic nezůstalo zapomenuto. Ke kontrole (při využití pokusů z této práce) lze využít tabulku se soupisem všech pomůcek (příloha 14). Pokud budeme stoly potřebovat ochránit proti poškození, vezmeme si také balicí papír a lepicí pásku.

4.3 Průběh

Fyzikální jarmark 7. 11. 2024 probíhal od 8:00 do 10:50. V 8:00 dorazili organizátoři do jídelny ZŠ Vrchlického. Bylo potřeba upravit rozložení stolů v jídelně. Pro účely akce byly uspořádány do obdélníku, uvnitř kterého se během akce pohybovali žáci prvních tříd (starší studenti stáli z vnější strany). Díky tomu nebylo žádné stanoviště na kraji prostoru, což by mohlo snížit jeho návštěvnost. Stoly, které by mohly být během jarmarku jakkoliv poničeny, byly obaleny balicím papírem, aby se takové situaci předešlo. Na stoly byly následně připevněny plakáty s názvy témat a značkami jednotlivých stanovišť. Následně byly připraveny pomůcky a materiál. Studentů kvinty byl dostatek i na to, aby se někteří ujali funkce fotografů či vydávání odměn. K rozdělení těchto rolí došlo ráno v rámci příprav již na místě konání jarmarku.

V 9:00 na akci dorazila 1. A, 1. B dorazila přibližně o 5 minut později. Obě třídy dostaly instrukce o tom, jak bude jarmark probíhat, a žáci obdrželi kartičku (příloha 1) na sbírání značek na navštívených stanovištích. Za vyplněnou kartičku pak dostali drobnou odměnu. Pokud si nepřinesli své tašky či sáčky na fyzikální hračky, obdrželi s kartičkou igelitový sáček. Žáci pak navštěvovali stanoviště dle svého výběru až do 10:30, kdy byl jarmark ukončen. Jarmark se ukázal být poměrně časově náročným, a tak pouze někteří žáci stihli obejít všechna stanoviště. Přesto byla všem po předložení kartičky věnována drobná odměna.

Úklid trval okolo 15 až 20 minut. Pomůcky byly odneseny a jídelna vrácena do původní podoby.

5 ZHODNOCENÍ JARMARKU

Organizace jarmarku byla v rukou autory práce. Autorka se zúčastnila tří jarmarků pořádaných RNDr. Vladimírou Erhartovou, které měly trochu jinou podobu. Zásadním rozdílem byl rozsah akce. Na jarmark přicházely třídy z různých škol, celkem jich bylo přibližně 6. Každá třída přišla a odešla v jiný čas, aby na jarmarku nebylo příliš žáků najednou. S tím souvisí i větší počet stanovišť a studentů u nich, který byl více než dvojnásobný oproti jarmarku popsaném v této práci. Dalším zásadním rozdílem byla příprava pokusů na jednotlivá stanoviště, které se ujali sami studenti (pod vedením V. Erhartové). Z těchto důvodů se jarmarky konaly ve větších prostorách než ten, který byl uspořádán autorkou této práce na ZŠ Vrchlického.

Před akcí je třeba se opakovaně ujistit, že nedošlo k zapomenutí žádných pomůcek ani kroků přípravy, vše se podařilo vyřešit před příchodem žáků na akci. Fyzikální jarmark nakonec proběhl bez zásadních problémů.

5.1 Pozorování reakce žáků

Žáci na fyzikálním jarmarku působili zaujatě, někteří až nadšeně. Dle jejich výpovědí je akce bavila a líbila se jim. Takový byl hlavní účel jarmarku. Žáci byli hrdí na své výrobky. Co se týče poznatků, které si odnesli, z rozhovorů během jarmarku vyplynulo, že pochopili jevy, které jim jsou blízké a nejsou pro ně abstraktní. Například jedna žačka bez pomoci dokázala bez chyb a uceleně vysvětlit, jak funguje její magnetické bludiště (fyzikální hračka ze stanoviště na téma magnetismus). O něco náročnější pro žáky byla abstraktní témata jako kmitání a vlnění, což bylo očekávané. Někteří z těch, kteří nestihli obejít do konce akce všechna stanoviště, nechtěli jarmark opustit, což také vypovídá o tom, že byli do fyzikálního jarmarku ponořeni. Během akce bylo slyšet smích a z dětí byla patrná radost.

5.2 Zhodnocení na základě zpětné vazby od vyučujících prvních tříd

Obě vyučující 1. A a 1. B byly s akcí spokojeny. Třídní 1. B Mgr. Eva Vaško napsala: „Děti se vrátily nadšené a s mnoha výrobky. Jejich spojitost s fyzikálními jevy se jim určité v budoucnu propojí“. Vyzdvihovala komunikaci starších studentů se žáky prvních tříd. Studenti byli ochotní, trpěliví, drželi se didaktických zásad, popsaných v této práci a látku vysvětlovali tak, aby byla pro žáky uchopitelná.

Vyučující se také vyjádřily k nedostatkům, které by bylo možné v budoucnu napravit. Jednoznačně by pomohlo, kdyby si žáci na začátku jarmarku podepsali svou kartičku, na kterou budou sbírat značky. Bylo by pak snazší najít jejich kartičku v případě, že ji ztratí. Ohledně kartiček došlo ještě k jedné chybě, a to při jejich tvorbě. Počet míst vyhrazených pro žárovky (12) neodpovídal počtu stanovišť na jarmarku (10). Odpovídající počet žárovek by pomohl dětem mít vizuální kontrolu nad tím, kolik stanovišť jim ještě zbývá.

Dle Mgr. Evy Vaško není třeba, aby děti dostaly na konci akce odměnu. Děti měly během akce dostatečnou vnitřní motivaci, což vyzdvihuje tím, že se podařilo zaujmout i žáky, které obvykle výuka nebaví. Odměna na konci není nutná, i když může znamenat zakončení akce.

6 ZÁVĚR

Praktickou částí této práce bylo uspořádání fyzikálního jarmarku pro žáky 1. A a 1. B Základní školy Vrchlického v Liberci 7. 11. 2024. Na jarmarku bylo deset stanovišť – každé o třech pokusech: pokusu, který prvňáčkům předvedli starší studenti z kvinty Doctriny – Podještědského gymnázia v Liberci; pokusu, který si prvňáčci sami vyzkoušeli a fyzikální hračky, kterou si vyrobili a odnesli s sebou domů.

Jarmark byl připraven s předpokladem, že informace obsažené v této práci provedou organizátora celým procesem přípravy akce i akcí samotnou. Při dodržení zásad a poučení se z teoretické části tedy lze uspořádat úspěšný jarmark.

Akce úspěšně proběhla ke spokojenosti zúčastněných. Vedení Doctrina – Podještědského gymnázia následně obdrželo poděkování od ředitele ZŠ Vrchlického.

Tato práce je mimo jiné určena zájemcům o uspořádání podobné akce. Je možné ji využít jako „průvodce“ přípravou a organizací fyzikálního jarmarku. Lze převzít i jednotlivá stanoviště a pokusy či přijít s vlastními nápady.

V budoucnu by bylo možné s touto prací dále pracovat. Mohla by být pravidelně rozšiřována podle aktuálních poznatků kognitivní a vývojové psychologie. Na budoucích jarmarcích by bylo možné také vytvořit více stanovišť či zajímat se o psychické jevy u žáků prvních tříd v souvislosti s učením při fyzikálním jarmarku.

Autorka této práce věří, že fyzikální jarmarky pro prvňáčky jsou přínosné a tento koncept by mohl být rozšířen do celé České republiky. Autorka práce zastává názor, že mají potenciál pomoci vzbudit prostřednictvím experimentování větší zájem žáků o fyziku už v prvních třídách. Děti na jarmarku dostávají šanci poznat, že fyzika je všude kolem nich a že může být zábavná a obohacující. Jejich nastavení a přístup, až budou mít fyziku jako samostatný předmět ve škole na druhém stupni, by mohl být pozitivnější.

Z krátkodobého hlediska si děti užijí zajímavé dopoledne, které se vymyká každodennímu školnímu rytmu v lavicích. Fyzikální hračky, které si z jarmarku odnesou, jim budou nejen dělat radost, ale hlavně připomínat, co se naučily.

V této práci je popsáno pořádání fyzikálního jarmarku její autorkou. Autorka akci uspořádala bez předchozích zkušeností, což svědčí o tom, že je možné tak učinit bez zásadních problémů. Snahou autorky je inspirovat nadšené vyučující přírodovědných předmětů ke zrealizování vlastní akce. Takoví vyučující mohou použít tuto práci k usnadnění přípravy jejich fyzikálního jarmarku.

7 POUŽITÉ ZDROJE

- Bdinková, Věra. 2010.** Hračky z papíru. *Fyzika nás baví*. [Online] 2010. [Citace: 10. 11 2024.] <http://fyzikanasbavi.zsnovolisanska.cz/hracky-vlastnima-rukama-a-hlavou/hracky-z-papiru>.
- Erhartová, Vladimíra. 2018.** Fyzikální jarmark. *EDUína*. [Online] 2018. [Citace: 10. 11 2024.] <https://www.eduina.cz/katalog-projektu/>.
- Hamalčíková, Kamila. 2015.** Statická elektřina kouzlí, oddělí sůl od pepře lépe než Popelka. *elektřina.cz*. [Online] 2015. [Citace: 10. 11 2024.] <https://www.elektrina.cz/experiment-oddeleni-soli-a-pepre>.
- Chajda, Radek. 2011.** *Pohyblivé obrázky*. Hravá věda. Brno : Computer Press, 2011. 978-80-251-2840-4.
- Jančaříková, Kateřina a kolektiv. 2022.** *Didaktické zásady v pedagogickém vzdělávání*. Praha : Univerzita Karlova: Pedagogická fakulta: Nakladatelství Karolinum, 2022. 978-80-7603-289-7.
- Kohoutek, Rudolf. 2008.** Kognitivní vývoj dětí a školní vzdělávání. *journals.muni.cz*. [Online] 2008. [Citace: 14. 3 2025.] <https://journals.muni.cz/pedor/article/view/1186/911>.
- Langmeier, Josef a Krejčířová, Dana. 2006.** *Vývojová psychologie*. Praha : Grada Publishing, 2006.
- Lazarová, Bohumíra. 2011.** Vzdělávání a učení v jednotlivých vývojových fázích. [Online] 2011. [Citace: 14. 3 2025.] https://is.muni.cz/el/1431/podzim2011/XS150/um/vyvoj_a_uceni_2__3__4.pdf.
- Magnetic Paper Plate Maze. *The STEM Laboratory*. [Online] [Citace: 10. 11 2024.] <https://thestemlaboratory.com/magnetic-paper-plate-maze/>.
- Macháček, Martin. 2006.** Chůze při stěně. *Metodický portál RVP.cz*. [Online] 2006. [Citace: 10. 11 2024.] <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/g/497/CHUZE-PRI-STENE.html>.

MR. CREATOR. 2020. DIY Homemade Crafts - How to Make Paper Plate Ship - Easy Paper Ship Making Tutorial. *Youtube.com*. [Online] 2020. [Citace: 10. 11 2024.] <https://www.youtube.com/watch?v=vAB20RypQME>.

MUNI. 2021. Psychologie ve školní praxi - pedagogický konstruktivismus. [Online] 2021. [Citace: 14. 3. 2025.] https://is.muni.cz/el/ped/podzim2021/ZS1MK_PSSP/um/Psych_Pedagogicky_konstruktivismus__2_.pdf.

Novotová, Jitka, Rozkovicová, Andrea a Honsnejmanová, Ivana. 2015. *Koncepční studijní materiál pro kurz badatelsky orientované výuky (Didaktický kurz)*. Katedra pedagogiky a psychologie FP TUL. Liberec : Projekt EduTech: Vzdělávání pro efektivní transfer technologií a znalostí v přírodovědných a technických oborech CZ.1.07/2.3.00/45.0011, 2015.

Pachlová, Jaroslava. 2000. Ve spárech elektrostatiky aneb příšerky přitulné či přitulnice neodbytné. [Online] 2000. [Citace: 14. 3 2025.] https://vnuf.cz/sbornik_old/Veletrh_05/05_23_Pachlova.html.

Petty, Geoff. 2013. Moderní vyučování: Metody a styly učení. *Metodický portál RVP.cz*. [Online] 2013. [Citace: 10. 11 2024.] <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/S/17925/MODERNI-VYUCOVANI-METODY-A-STYLY-UCENI.html>.

Rakušan, Z., Votrubcová, Š. a Havlíček, J. 2014. *Experimentář*. 2. vydání. Liberec : IQlandia, 2014. 978-80-260-5292-0.

Reichl, Jaroslav. 2008. Rychlost zvuku. *Encyklopedie fyziky*. [Online] 2008. <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/189-rychlost-zvuku>.

Thorová, Kateřina. 2015. *Vývojová psychologie*. Praha : Portál, 2015. 978-80-262-0714-6.

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta. 2017. Magnetování mincí. *Sbírka fyzikálních pokusů*. [Online] 2017. [Citace: 10. 11 2024.] <http://fyzikalnipokusy.cz/1636/magnetovani-minci>.

—. 2008. Ve spárech elektrostatiky aneb příšerky přitulné či přitulnice neodbytné. *FyzWeb - debrujaři*. [Online] 2008. [Citace: 10. 11 2024.]

Vízek, L., Křížová, M. a Machková, V. 2017. *Kapitoly o výuce matematiky, fyziky a chemie.* místo neznámé : Dukase, 2017. ISBN 978-80-7435-685-8.

Volemanová, Marja. Vývoj školních dětí. *Cortex Academy.* [Online] [Citace: 19. 08 2024.] <https://www.cortexacademy.cz/post/vyvoj-skolnich-deti>.

Základní škola Letohrad. 2011. Domácí pokusy z fyziky. *zsletohrad.cz.* [Online] 2011. [Citace: 10. 11 2024.] <https://www.zsletohrad.cz/eu/fyzika/>.

Žaludová, Nad'a. 2016. Fyzikální pokus: Setrvačnost mince. *matfyz.cz.* [Online] 2016. [Citace: 10. 11 2024.] <https://www.matfyz.cz/clanky/fyzikalni-pokus-setrvacnost-mince>.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 - Papoušek z kartonu se závažím.....	15
Obrázek 2 - Pozice chodidel u stěny.....	16
Obrázek 3 - Papírový ptáček v rovnovážné poloze stále	17
Obrázek 4 - Kulatá bublina vyfukovaná z hranaté lahve.....	18
Obrázek 5 - Talíř s vodou a pepřem po přiložení špejle se saponátem	19
Obrázek 6 - Alobalová ryba plovoucí na hladině vody	20
Obrázek 7 - Pohled na čtverečkovaný papír skrz zaoblenou povrchovou vrstvu	21
Obrázek 8 - Přiblížení balonku k talíři.....	22
Obrázek 9 - Pepř přitahovaný k balonku	22
Obrázek 10 - Plechovka kutálející se za plastovou tyčkou.....	23
Obrázek 11 - „Přítulnice“ na vlasech.....	24
Obrázek 12 - Kancelářská sponka „levitující“ pod magnetem	26
Obrázek 13 - Zmagnetované mince	27
Obrázek 14 - Magnetické bludiště	28
Obrázek 15 - Děti řešící magnetické bludiště	28
Obrázek 16 - Postavení mince, papíru a skleničky	29
Obrázek 17 - Kulička v ruličce	30
Obrázek 18 - Kulička letící ven z ruličky	30
Obrázek 19 - Roztáčení kartonové káči	31
Obrázek 20 - Prvňáček točící svou kartonovou káčou	31
Obrázek 21 - Nákras pokusu.....	32
Obrázek 22 - Demonstrace příčného vlnění s pomocí maxipružiny	33
Obrázek 23 - Rozkmitávání papírové lodi	34
Obrázek 24 - Uchopení provázku se zavěšenou lžící	36
Obrázek 25 - Rozkmitávání soustavy prsty	37
Obrázek 26 - Listování sešitem s fázemi pohybu	38
Obrázek 27 - Výsledný disk a pozorování u zrcadla	39
Obrázek 28 - Výsledný thaumatrop	40
Obrázek 29 - Přitlačení většího kelímku (rakety) na menší.....	42
Obrázek 30 - Raketa ve vzduchu	42
Obrázek 31 - Raketa připravená vyletět	43
Obrázek 32 - Autíčko s koly na začátku nakloněné roviny	44
Obrázek 33 - Autíčko bez kol zastavené na nakloněné rovině	44
Obrázek 34 - Prvňáček snažící se oddělit knihy od sebe	45
Obrázek 35 - Soustava papírové opice (s brčky ze zadní strany) a provázku	46

9 PŘÍLOHA 1: KARTIČKA NA SBÍRÁNÍ ZNAČEK

FYZIKÁLNÍ JARMARK

JMÉNO: _____

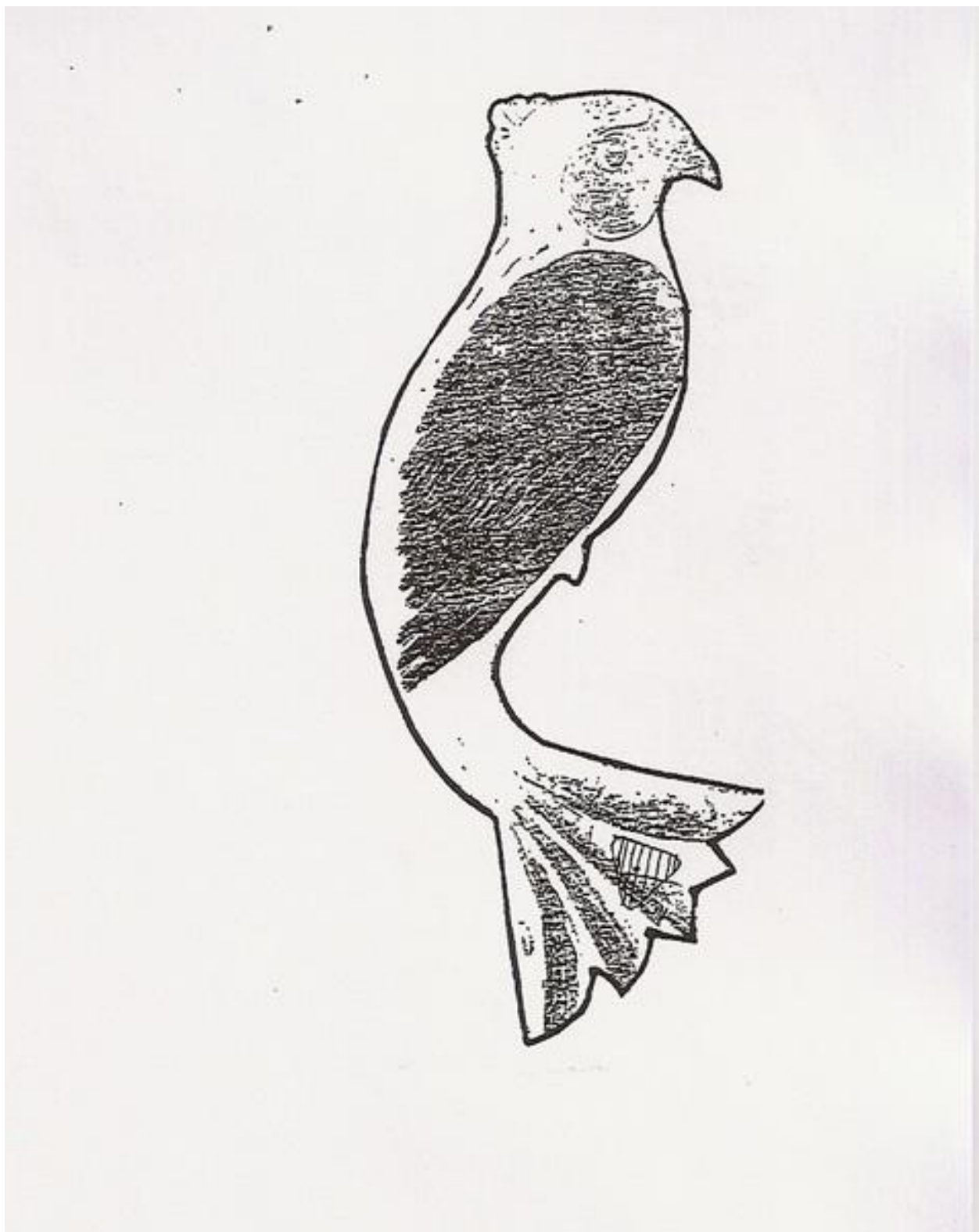
10 PŘÍLOHA 2: PLAKÁT STANOVIŠTĚ NA TÉMA OPTIKA



11 PŘÍLOHA 3: TABULKA STANOVIŠŤ

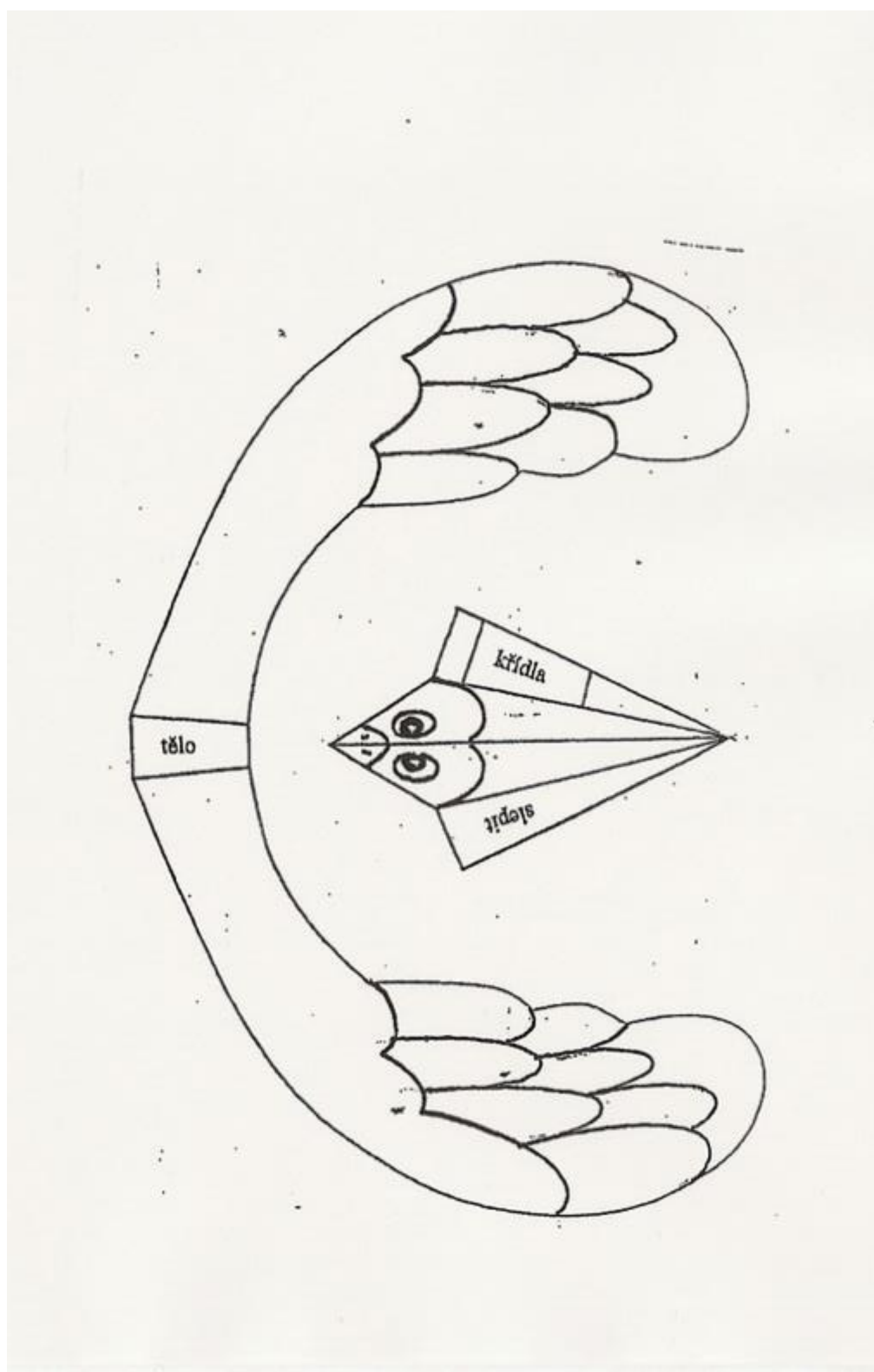
Stanoviště	Studenti	Pokus na předvedení	Pokus na vyzkoušení	Fyzikální hračka
Těžiště	Julie	Papoušek na bidýlku	Chůze podél stěny	Ptáček
	Matyáš			
Povrchové napětí	Adéla	Kulatá bublina z hranatého bublifuku	Pepř na hladině	Alobalová ryba
	Anežka			
Statická elektřina	Pavla	Oddělení soli od pepře	Elektrostatická indukce	Přítulnice
	Nela			
Magnetismus	Tereza	Levitující sponka	Zmagnetované mince	Magnetické bludiště
	Madeleine			
Setrvačnost	David	Spadnutí mince do skleničky	Kulička v ruličce	Káča
	Denis			
Kmitání a vlnění	Valérie	Tlumené kmitání	Maxipružina	Lod'
	Viktorie			
Zvuk	Marek	Hra na skleničky	Zvonící lžice	Zpívající kelímek
	Jakub			
Optika	Jiří	Fáze pohybu	Otáčivý disk	Thaumotrop
	Nicol			
Energie	Jan	Rázostroj z mincí	Gumičková raketa	Raketa
	Matyáš			
Tření	Sofia	Valivé tření	Neoddělitelné knihy	Opice
	Anna			

12 PŘÍLOHA 4: ŠABLONA PAPOUŠKA



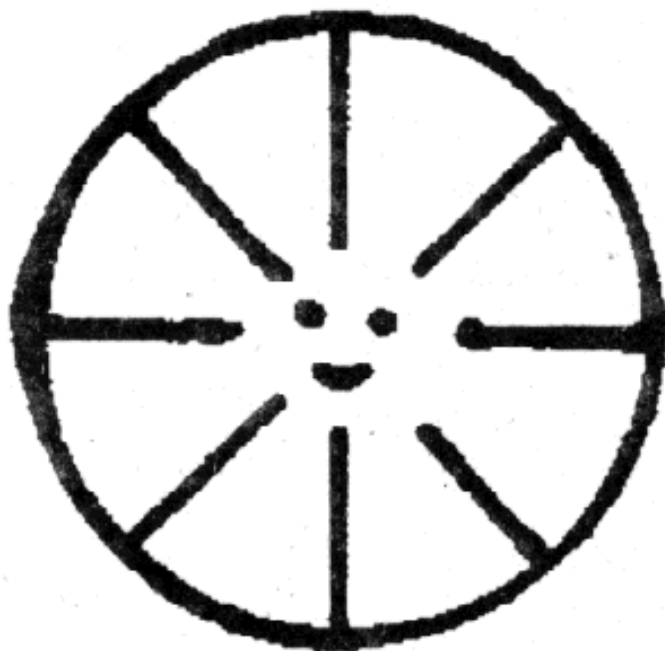
Zdroj: BDINKOVÁ, Věra. *Fyzika nás baví* [online]. [cit. 2023-09-22]. Dostupné z: <http://fyzikanasbavi.zsnovolisenska.cz/hracky-vlastnima-rukama-a-hlavou/hracky-z-papiru>

13 PŘÍLOHA 5: ŠABLONA PTÁČKA



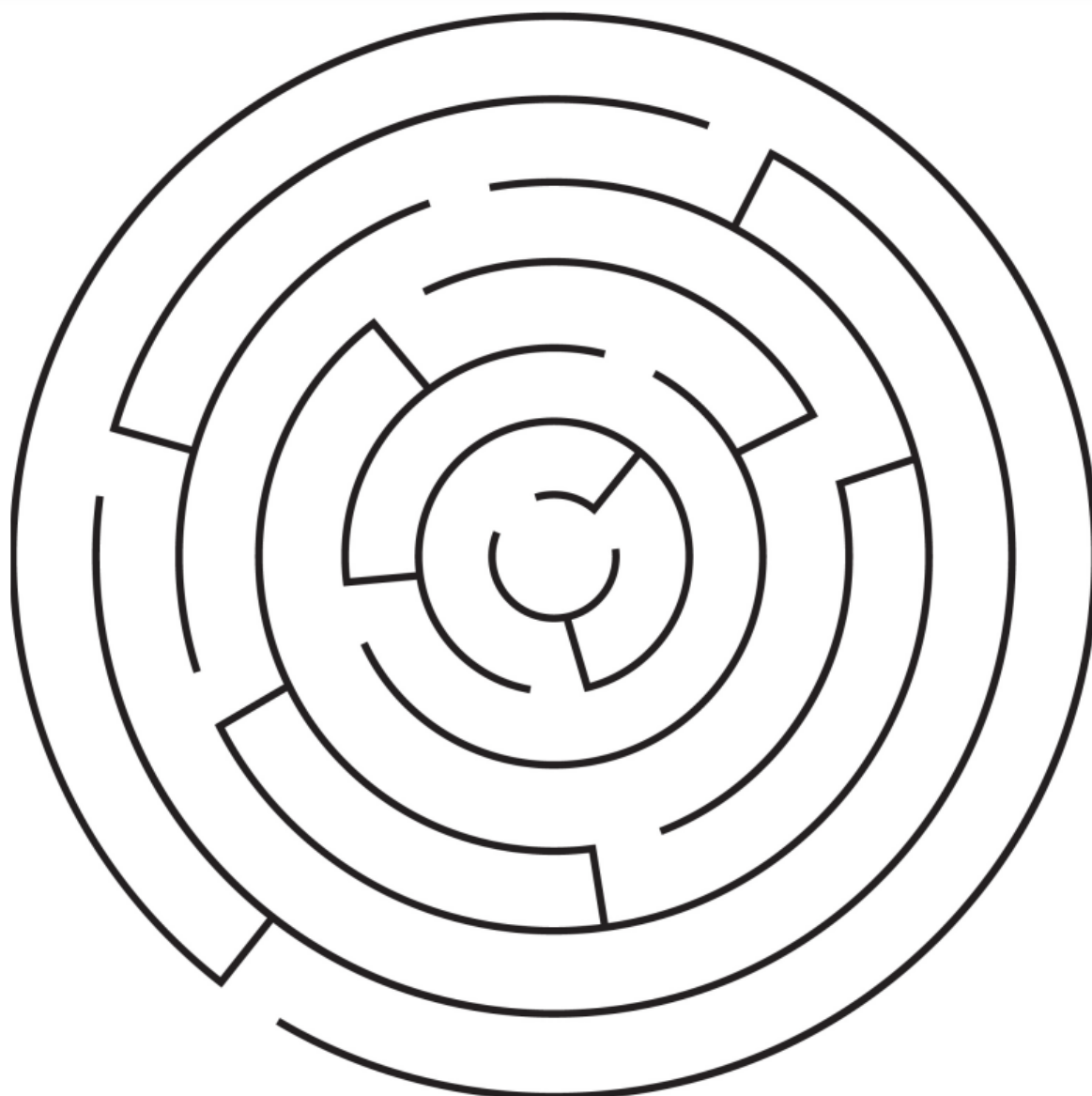
Zdroj: BDINKOVÁ, Věra. *Fyzika nás baví* [online]. [cit. 2023-09-22]. Dostupné z: <http://fyzikanasbavi.zsnovolisenska.cz/hracky-vlastnima-rukama-a-hlavou/hracky-z-papiru>

14 PŘÍLOHA 6: TVAR PRO VYSTŘÍŽENÍ Z IGELITOVÉHO SÁČKU



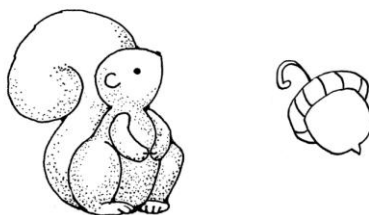
Zdroj: Ve spárech elektrostatiky aneb příšerky přítulné či přítulnice neodbytné. *Fyzweb – debrujaři* [online]. [cit. 2023-10-12]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/materialy/debrujari/rafan/vesprech.php>

15 PŘÍLOHA 7: ŠABLONA BLUDIŠTĚ



Zdroj: *The STEM Laboratory* [online]. [cit. 2023-09-22]. Dostupné z: <https://thestemlaboratory.com/magnetic-paper-plate-maze/>

16 PŘÍLOHA 8: ŠABLONA VEVERKY A OŘECHU



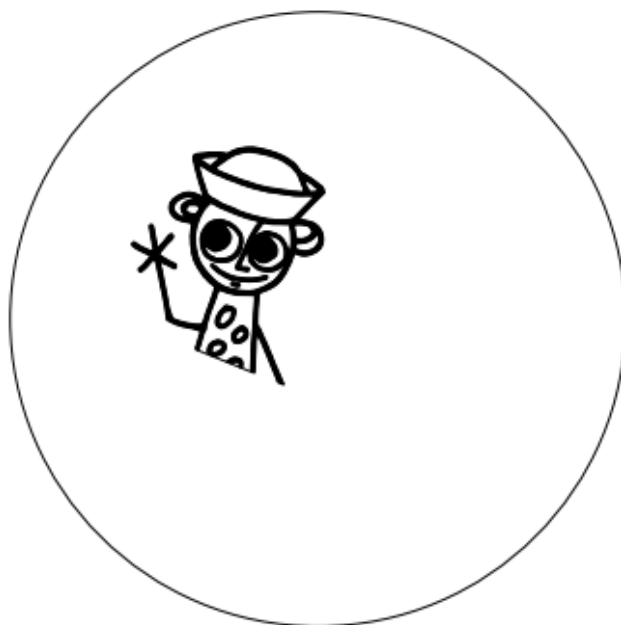
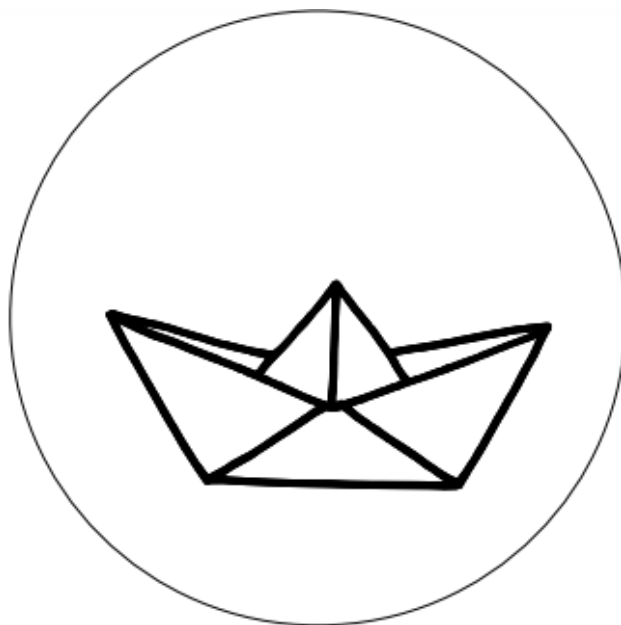
Zdroj: *The STEM Laboratory* [online]. [cit. 2023-09-22]. Dostupné z: <https://thestemlaboratory.com/magnetic-paper-plate-maze/>

17 PŘÍLOHA 9: MAXIPRUŽINA



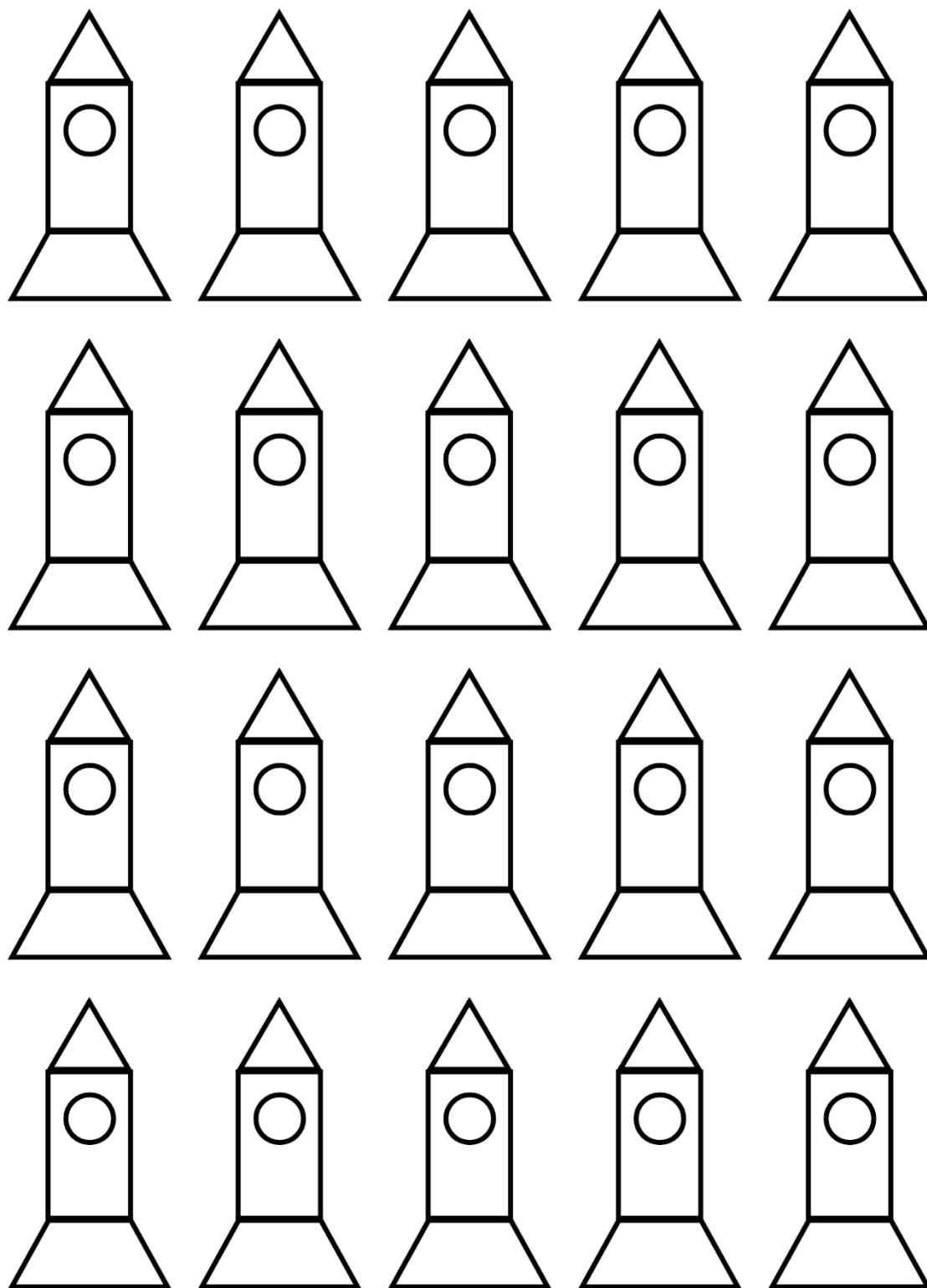
Zdroj: *Maxikovy hračky* [online]. 2007 [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: <https://www.maxikovy-hracky.cz/pruzina>

18 PŘÍLOHA 10: ŠABLONA THAUMATROPU

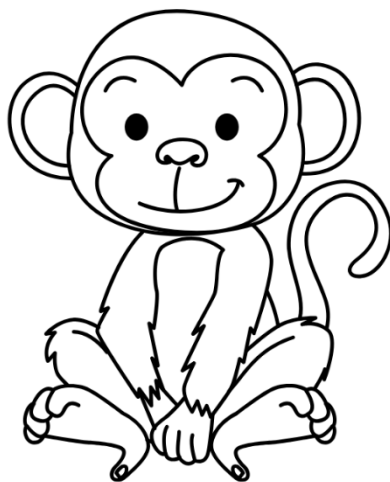
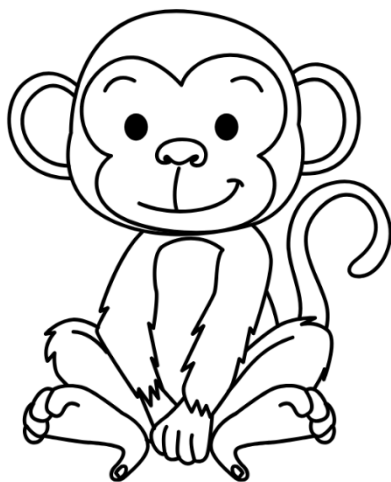
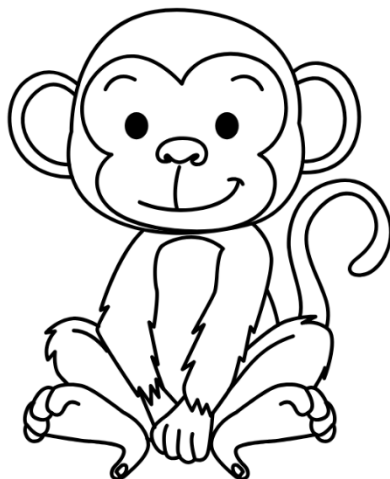
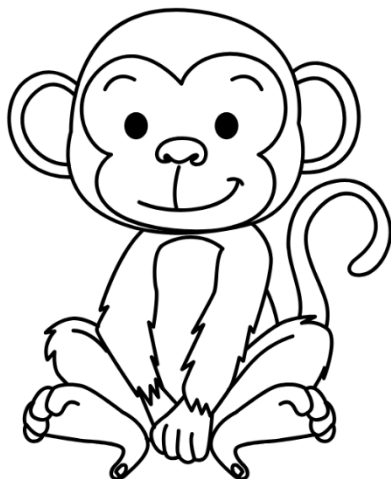
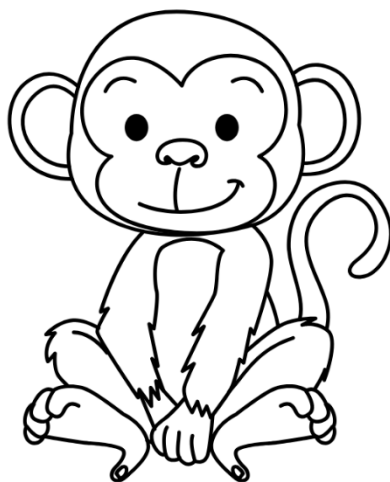
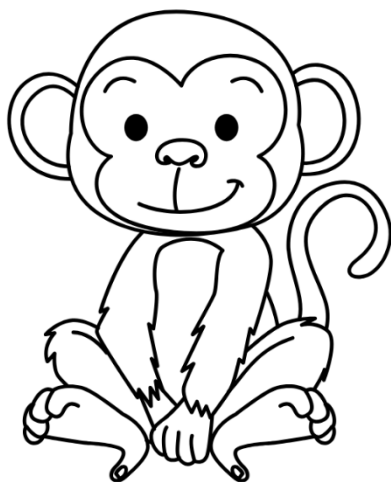


Zdroj: KONVALINOVÁ, Kateřina. *Thaumotrop* [online]. [cit. 2023-09-22]. Dostupné z: <https://www.konvalinova.com/ke-stazeni/thaumotrop/>

19 PŘÍLOHA 11: ŠABLONY RAKET



20 PŘÍLOHA 12: ŠABLONY OPIC



21 PŘÍLOHA 13: TABULKA NÁKLADŮ NA FYZIKÁLNÍ JARMARK

Artikl	Množství	Cena
Barevné papíry	250 ks (velikost A4)	130,00 Kč
Brčka (papírová)	25 ks	30,00 Kč
Dřevěné špachtle	50 ks	30,00 Kč
Igelitové sáčky	20 ks (po 10 l)	30,00 Kč
Jednorázové papírové talíře	48 ks	90,00 Kč
Kancelářské sponky	100 ks	30,00 Kč
Lepicí páska	6 ks (po 30 m)	20,00 Kč
Magnety	48 ks	243,00 Kč
Náplně do tavné pistole	32 ks	35,00 Kč
Oboustranná lepicí páska	1 ks (10 m)	35,00 Kč
Párátka	200 ks	25,00 Kč
Pepř	2 balení (po 18 g)	37,80 Kč
Permanentní fixy	2 ks	50,00 Kč
Provázek	33 m	75,00 Kč
Režná nit	50 m	40,00 Kč
Saponát na nádobí	500 ml	23,90 Kč
Špejle	50 ks	30,00 Kč
Tyčinkové lepidlo	3 ks (po 8 g)	20,00 Kč
Celková cena		974,70 Kč

22 PŘÍLOHA 14: SOUPIS POMŮCEK

Stanoviště	Pomůcky	Z toho bylo třeba dokoupit
Těžiště	- Karton - Šablona papouška - Fixy/pastelky - Závaží (kancelářské sponky) - Stěna - Nůžky - tyčinkové lepidlo - Vytištěné šablony ptáků	- Kancelářské sponky - Tyčinková lepidla
Povrchové napětí	- Hranatá PET lahev - Odlamovací nůž - Dva hluboké talíře - Pepř - Kelímek se saponátem - Kbelík na vylévání použité kapaliny se saponátem - Nádoba s vodou (na doplňování čisté vody)	- Pepř - Saponát - Permanentní fixy - Špejle

	• Špejle • Alobal • Nůžky • Permanentní fix • Miska s vodou (na plavání alobalových ryb)	
Statická elektřina	• Talíř • Sůl • Pepř • Balonek (+případně jeden záložní) • Plechovka • Plastová tyčka • Tkanina • Igelitové sáčky • Nůžky • Provázek • (případně permanentní fixy/nalepovací oči)	Igelitové sáčky, pepř, provázek
Magnetismus	• dva magnety (+magnety na fyzikální hračku dle počtu dětí) • Nit • Nůžky • Lepicí páska • Několik mincí (lepší jsou lehčí mince menší hodnoty) • Vytištěné šablony veverky, ořechu a bludiště • kancelářské sponky • Pastelky/fixy • Jednorázové papírové talíře • Tyčinková lepidla • Dřevěné špachtle • Oboustranná lepicí páska	• Dřevěné špachtle • Jednorázové papírové talíře • Kancelářské sponky • Magnety • Oboustranná lepicí páska • Tyčinková lepidla
Setrvačnost	• Mince • Kousek papíru • Sklenička • Rulička od toaletního papíru • Papír velikosti A6 • Karton • Nůžky • Kružítka • Párátka • Fixy/pastelky • (Případně tavná pistole a náplně do ní)	• Párátka • Náplně do tavné pistole
Kmitání a vlnění	• Stůl • Lepicí páska • Provázek	• Barevné papíry • Lepicí páska • Provázek

	• Matice • Kostička/jiný předmět • Nůžky • Maxipružina • Barevné a bílé papíry • Nůžky • Kružítko • Tyčinková lepidla • Tužky/fixy	• Tyčinková lepidla
Zvuk	• Sklenička • Voda • Provázek • Dvě lžíce • Kelímky od jogurtu • Režná nit • Párátka (rozpůlená) • Nůžky (případně kružítko) • Nádob s vodou	• Provázek • Režná nit • Párátka
Optika	• Starý sešit • Tužka/propiska • Karton • Kružítko • Nůžky • Pravítko • Papír • Lepidlo • Tužka/propiska • Špejle • Zrcadlo • Vytiskované šablony thaumatropu • Tyčinková lepidla • Špejle	• Tyčinková lepidla • Špejle
Energie	• Několik mincí (pokud lze provádět s různým počtem) • Hladká pevná podložka • Dva kelímky různé velikosti • Dvě gumičky • Špejle • Barevný papír • Víčka od PET láhví • Párátka • Gumičky • Lepicí páska • Nůžky • Vytiskované šablony raket • Kružítko • Fixy nebo pastelky	• Lepicí páska • Párátka

Tření	• Autíčko s odnímatelnými koly • Nakloněná rovina • Dvě podobně tlusté knihy • Vytisknuté šablony zvířátek, • Nůžky • Pastelky/fixy • Brčka • Lepicí páska • Provázek	• Brčka • lepicí páska • Provázek
--------------	---	---

Příloha 14 - Soupis pomůcek