

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA EXPERIMENTÁLNÍ FYZIKY



## **Testové úlohy ve středoškolské fyzice**

Bakalářská práce

Autor: Lenka Dokoupilová

Studijní program: B1701 Fyzika

Studijní obor: Fyzika - Matematika

Forma studia: Prezenční

Vedoucí práce: Mgr. Lukáš Richterek , Ph.D.

Termín odevzdání práce: duben 2014

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Lukáše Richterka, Ph.D., a že jsem použila zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Olomouci dne .....

.....

podpis

## **Bibliografická identifikace:**

Jméno a příjmení autora:	Lenka Dokoupilová
Název práce:	Testové úlohy ve středoškolské fyzice
Typ práce:	Bakalářská
Pracoviště:	Katedra experimentální fyziky
Vedoucí práce:	Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.
Rok obhajoby práce:	2014
Abstrakt:	<p>Testové úlohy jsou jedním ze základních způsobů pro zjištění výsledků výuky. Hlavním cílem práce je sestavení sady testů z fyziky přímo navazujících na tematické celky s názvy mechanika a molekulová fyzika. Práce má za úkol odhalit typ otázek, které jsou vhodné nebo naopak nevhodné pro testování znalostí žáků získaných v průběhu procesu vyučování a učení. Jedním z dalších cílů bylo odhalit, v jakých oblastech fyziky mají žáci největší nedostatky, které fyzikální děje jsou pro ně hůře pochopitelné a popsitelné, na co je potřeba se při výuce soustředit a co je žákům potřeba vysvětlit do větší hloubky.</p>
Klíčová slova:	testové úlohy, mechanika, molekulová fyzika,
Počet stran:	74
Počet příloh:	24
Jazyk:	Český

## **Bibliographical identification:**

Autor's first name and surname:	Lenka Dokoupilová
Title:	Multiple-choice Quiz questions in secondary school physics
Type of thesis:	Bachelor thesis
Department:	Department of experimental Physics
Supervisor:	Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.
The year of presentation:	2014
Abstract:	<p>The quiz questions are one of the ways to determine learning results. The main goal is to build a set of tests in physics directly related to thematic units Mechanics and Molecular Physics. This work seeks to uncover the type of questions which are suitable or not suitable for testing student's knowledge gained during the process of teaching and learning. One further objective was to reveal the areas of physics, where have students the greatest deficiencies, physical phenomena which are difficult for them to understand and to describe, the details we should more concentrate in the classroom on and what pupils need to explain deeper.</p>
Keywords:	test questions, mechanics, molecular physics
Number of pages:	74
Number of appendices:	24
Language:	Czech

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Sestavování testů</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 Mechanika</b> .....	<b>16</b>
1.1.1 Kinematika.....	16
1.1.2 Dynamika.....	17
1.1.3 Mechanická práce .....	18
1.1.4 Gravitační pole.....	18
1.1.5 Mechanika tuhého tělesa .....	19
1.1.6 Hydromechanika .....	20
<b>1.2 Molekulová fyzika</b> .....	<b>21</b>
1.2.1 Základy molekulové fyziky .....	21
1.2.2 Vnitřní energie, práce a teplo.....	21
1.2.3 Vlastnosti plynů. Kruhový děj .....	22
1.2.4 Pevné a kapalné skupenství .....	23
1.2.5 Skupenské přeměny .....	24
<b>2 Statistická zpracování výsledků testů</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1 Mechanika</b> .....	<b>28</b>
2.1.1 Kinematika.....	28
2.1.2 Dynamika.....	33
2.1.3 Mechanická práce .....	37
2.1.4 Gravitační pole.....	41
2.1.5 Mechanika tuhého tělesa .....	45
2.1.6 Hydromechanika .....	49
<b>2.2 Molekulová fyzika</b> .....	<b>53</b>
2.2.1 Základy molekulové fyziky .....	53
2.2.2 Vnitřní energie, práce a teplo.....	56
2.2.3 Vlastnosti plynů. Kruhový děj .....	60
2.2.4 Pevné a kapalné skupenství .....	64
<b>Závěr</b> .....	<b>69</b>
<b>Seznam použitých pramenů</b> .....	<b>73</b>
<b>Seznam příloh</b> .....	<b>75</b>

## Úvod

Základním cílem práce bylo sestavení sady testů, které by mohly být v budoucnu použity při kontrole výsledků výuky fyziky na SŠ, především na gymnáziích. Samotné testy byly zaměřeny na dvě části fyziky – mechaniku a molekulovou fyziku. Testy byly sestaveny tak, aby mohly být použity jako rychlé a snadné ověření individuálních znalostí každého žáka. Pro každou podkapitulu zmíněných dvou okruhů byly vytvořeny dvě varianty testu A a B, v kterých měli žáci ve většině příkladů možnost vybírat ze čtyř nabídnutých odpovědí. Zvolený typ otázek napomáhá tomu, aby byla následná oprava testů pro učitele, jenž by se testy rozhodl použít, jednoduchá a rychlá. V několika příkladech jsme ale zvolili otázky, v kterých žáci odpovědi nevybírají, ale odpovědi graficky zaznamenávají do předtištěných testů. Měli by tak prokázat, jak danou problematiku chápou a jak ji rozumějí.

Otázky každého jednotlivého testu mají vesměs povahu otázek používaných v různých sbírkách příkladů a fyzikálních soutěžích. Pro žáky, kterým by testy mohly být v budoucnu předkládány, by tak mohl být tento typ příkladů, které jsou v testu použity, užitečnou zkušeností a přípravou, kterou by mohli využít při práci s různými sbírkami příkladů a při kontaktu s podobnými problémovými úlohami v ostatních předmětech i v běžném životě.

Sestavit sadu testů, která by vyhovovala každému vyučujícímu je velmi obtížný úkol. Úlohy bylo potřeba formulovat tak, aby byly co nejobecnější, a aby zároveň pojaly veškeré stěžejní učivo, které s danou problematikou souvisí a které by si žáci měli nějakou formou osvojit. Na řadě škol se z důvodů nedostatku času některé části učiva probírají jen okrajově, nikoliv do větší hloubky. Jelikož bylo naší snahou sestavit testy co nejvíce obecné a nejšířejí použitelné, nelze se divit, že někteří z testovaných žáků, nebyli schopni některé z úloh vypočítat, protože problematiku ve vyučování dostatečně neprobírali. Proto jsme se soustředili na to, abychom úlohy vždy sestavovali podle základních vztahů, které by se měli žáci ve vyučování naučit a které najdeme v učebnicích běžně používaných na středních školách.

Díky pochopení a vstřícnému přístupu učitelů na Gymnázium Olomouc-Hejčín a Všeobecném a sportovním gymnázium v Bruntále jsme měli možnost testy ověřit na reálném vzorku žáků. Z výsledků bylo možné alespoň částečně posoudit kvalitu

sestavených testů pomocí standardních statistických ukazatelů popsanych v literatuře [4;9]. U každého testu jsme z výsledků žáků určovali, jak byly jednotlivé otázky pro žáky obtížné, tedy zda jsou dostatečně spolehlivé pro budoucí testování a jak jsou otázky schopny rozlišovat mezi žáky s lepšími a horšími znalostmi. Dále jsme určili průměrný počet dosažených bodů v každém z testů, medián počtu dosažených bodů a celkovou spolehlivost testu. Z výsledků provedených statistik a z chyb kterých se žáci nejčastěji dopouštěli, a které byly při opravování testů nalezeny, bylo možné určit druh otázek, které jsou pro žáky těžší a činí jim potíže, nebo naopak zjistit problém v sestavené otázce, formulaci zadání nebo volbě navrhovaných odpovědí. Je třeba zdůraznit, že vzorek žáků, na nichž jsme měli možnost testy ověřit, byl ze statistického hlediska malý a vypočtené parametry proto mají především orientační význam. I tak nám umožňují lépe posoudit nebo alespoň odhadnout obtížnost a přiměřenost navržených úloh.

Téma bakalářské práce a její výsledky úzce souvisí s mým budoucím povoláním, což bylo jedním z důvodů, proč jsem si toto téma zvolila. I přesto že existuje spousta sbírek podobných příkladů, je potřeba vytvářet nové a nové příklady, které by ověřily znalosti žáků. Jelikož je již mnoho sbírek a příkladů přístupných na internetu, kde si je žáci mohou předem propočítat, je třeba navrhovat nové příklady, které by žáky hodnotily objektivně. Každý učitel by měl být schopen vytvořit sadu vlastních příkladů, které by využíval ve své budoucí praxi a která by vyhovovala přesně jeho učebním postupům. Tato práce tedy slouží také k vytipování otázek, které jsou pro testování žáků nejvýhodnější a které je naopak nevhodné v testování využívat. V budoucnu by výsledky této práce mohly být předlohou k sestavení sady navzájem podobných příkladů, které by se daly všestranně využít. Například k sestavení databáze otázek, z nichž by se náhodným výběrem daly sestavovat testy k přezkoušení žáků. Možnost generování testů s odlišnými úlohami pro různé žáky nabízí řada e-learningových prostředí typu Moodle apod. Také tímto směrem lze výsledky předložené práce doplňovat a rozšiřovat.

# 1 Sestavování testů

Obecně považujeme testy za soubor navzájem různých otázek, které jsou žákům zadávány za účelem zjištění míry jejich znalostí. Nejde nám pouze o srovnávání výkonů testovaných žáků navzájem s ostatními žáky, ale hlavně o porovnání jejich znalostí s požadavky norem. Normou v našem případě myslíme rámcový vzdělávací program (dále RVP), základní dokument, který konkrétně určuje úroveň vzdělání, jež by škola měla žákům předat. Každá škola si dále dle RVP sestavuje školní vzdělávací program (dále ŠVP) a ŠVP různých škol jsou tak odlišné. Ve většině případů se jedná pouze o malé rozdíly. Tyto rozdíly se ale projevují ve výkladu učiva žákům. Sestavujeme-li testy, je těžké sestavit je tak, aby vyhovovaly každé škole a každému vyučujícímu. Rozumným vodítkem je tak právě RVP. Dále nám k tvorbě testů napomáhají učebnice [1] a [5], které jejich tvůrci sestavovali tak, aby co nejvíce odpovídaly požadavkům RVP. Žáci by za všech okolností měli znát základní teoretické informace získané z těchto učebnic a měli by být schopni tyto teoretické znalosti využít na praktických příkladech a v praktickém životě. Testy by tudíž měli ověřovat nejen znalosti, které se od žáků očekávají, ale také jejich praktické využití. Testy, jimiž se zabýváme v této práci, jsou sestavovány tak, aby jednoznačně navazovaly na učivo obsažené ve zmíněných učebnicích, ale zároveň tak, aby se dalo objektivněji posoudit, zda žáci učivo ovládají a zda mu dostatečně porozuměli. *Jde o základní učivo, které žák za všech okolností musí zvládnout co nejlépe* [18, str. 185]. Nejedná se ale pouze o povrchové zjištění znalostí a vědomostí, ale snažíme se celkově nahlédnout do zkušeností a vědomostí žáků a ověřit tak jejich celkové dovednosti v práci s komplikovanějšími a navzájem propojenými fyzikálními vztahy [18]. Výsledky takto sestavených testových úloh, by nám měly provést kontrolu výkonů všech žáků vzhledem k probírané látce, čímž bychom měli zjistit, které oblasti dělají žákům největší problémy a na jakých typech úloh je s nimi ještě potřeba zapracovat [8]. *Testy zjišťují stav žákových vědomostí, zejména pak jeho specifických nedostatků ve vědomostech a mají také stanovit jejich příčiny* [8, str. 40].

Každá jednotlivá kapitola z učebnice [1] a [5] obsahuje na závěr své shrnutí, které nám udává základní poznatky a definice jednotlivých fyzikálních problémů v kapitole zmíněných a vysvětlených. Díky takto shrnutému učivu máme výukové cíle jednotlivých kapitol zcela jednoznačně vyjmenované a přehledně uspořádané [14]. Tato shrnutí jednotlivých kapitol nám napomáhají stanovit obsah každého jednotlivého testu. Snažili



jsme se přitom, aby každý, pro žáky nový fyzikální vztah byl v testu využit a zapojen do některé z úloh. Musíme se však zároveň rozhodnout, jak moc jsou jednotlivé fyzikální vztahy důležité. Od toho by se měla odvíjet složitost jednotlivých úloh a dále počet úloh, které tyto fyzikální vztahy zahrnují. Potřebujeme-li poznat, že žáci problematiku pochopili do potřebné hloubky a to i na odlišných praktických situacích, mohli bychom zvolit příklady složitější. Obecně se předpokládá, že by měl žák ovládat získané vědomosti natolik, že je schopen použít je na zadaném praktickém příkladě. Tedy všechny fyzikální vztahy, které souvisejí s danou fyzikální problematikou, by měl být schopen aplikovat. Tento zpětný rozbor učební látky (kterým je právě shrnutí učiva za každou kapitolou) nám usnadňuje analýzu potřebného učiva, která by byla sama o sobě dosti náročná a zdlouhavá, ale důležitá pro následnou tvorbu testových otázek [9].

*Fyzikální úlohou budeme rozumět slovní formulaci k takové činnosti žáků, při níž žáci za zadaných předpokladů a podmínek docházejí fyzikálními úvahami, neboli řešením úlohy, k závěru, který úloha požaduje v otázce nebo příkazu [11, str. 245].* Velmi důležitá je tedy formulace otázek, které by měli být pro žáky dostatečně srozumitelné [8]. Z toho vyplývá, že samotné sestavování testových úloh vyžaduje dostatek tvůrčí vynalézavosti k tomu, abychom dokázali pro jednotlivé fyzikální zákony vymyslet dostatečně hluboké a pestré úlohy.

Velmi klíčovým krokem při tvorbě testových úloh, je rozhodnutí, o jaký druh testových úloh by se mělo jednat. Výsledek naší volby bude mít vliv na to, kolik času strávíme při tvorbě testu a vhodných odpovědí, jak náročné bude jeho opravování nebo například kolik budou žáci potřebovat času na jeho splnění. Nejčastějším dělením testových úloh je rozdělení na otevřené a uzavřené úlohy. Oba dva typy testových úloh mají své kladné i záporné stránky. Z několika důvodů jsme se rozhodli, používat v našem případě testy s převahou uzavřených úloh, což jsou úlohy, v nichž jsou žáci nuceni vybrat odpověď na otázku z nabízených odpovědí. Tyto testy jsou pro nás nejsnadnějším na opravování a zároveň kladou menší časové nároky na zařazení do výuky. Největším nedostatkem se ale stává skutečnost, že dáváme žákům možnost výsledek odhadnout. A to i v případě že nemají dostatečné znalosti pro jeho splnění, což je těmto úlohám vytýkáno nejčastěji [9]. Jednou ze základních výhod testů s výběrem odpovědi je, že jsou *objektivně skórovatelné* [7, str. 25]. *Snaha po maximální objektivitě vede právě u testů k pilování otázek, aby odpověď mohla být jednoznačně označena jako správná nebo jako nesprávná. Odpovědi jen částečně správné se stávají příčinou nejasnosti i různých dohadů*

a bývají nejednotně hodnoceny [8, str. 132]. U testů s výběrem odpovědi máme jistotu, že je odpověď vždy jednoznačně definována a nedochází tak k rozporu, zda žákovi odpověď uznat či nikoli. Kromě uzavřených úloh jsme se ale snažili používat také úlohy produkční, kdy výsledek závisel na vědomostech žáků. Jednalo se ve většině případů, o čtení v grafech či zakreslování do grafů a diagramů. *Při konstruování testové položky platí zásada, že zvýšení počtu nabízených odpovědí snižuje míru intervence náhody do naměřeného výkonu* [16, str. 27]. *Jako optimální počet předpokládaných odpovědí se uvádí 4–5. Praxe se však ustálila na čtyřech odpovědích. Menší počet odpovědí než čtyři se pro velkou pravděpodobnost uhodnutí správné odpovědi nedoporučuje a více než pět odpovědí činí úlohu nepřehlednou. Také sestavení většího počtu přijatelných odpovědí je značně obtížné* [9, str. 33–34]. V jiných zemích ale může být upřednostňován jiný počet nabídnutých odpovědí, jako například v USA kde se používá pět nabídnutých odpovědí<sup>1</sup>. Jedním z dalších důvodů pro volbu úloh s výběrem odpovědí, mimo časovou nenáročnost testování a snadné opravování, je, že při vhodném zvolení nesprávných odpovědí, dokážeme jednoduše zjistit, co žákům dělá největší problémy. *Nesprávné odpovědi, které se žákům předkládají k výběru, označujeme jako distraktory. Při navrhování distraktorů většinou vycházíme z logické úvahy, nebo ze zkušeností s nejčastěji se vyskytujícími chybami* [9, str. 36]. Z tohoto důvodu byly distraktory navrhovány tak, aby obsahovaly nejčastější chyby, kterých se žáci dopouštějí. Jedná se zejména o případy, kdy žáci zapomenou převést jednotky, použijí špatný tvar některého ze vztahů, nebo se dopustí matematické chyby. *Výzkumy ukazují, že kromě správné odpovědi, existuje na každou otázku jen několik typů odpovědí nesprávných. A právě tyto jsou v testu žákům navrženy pro volbu* [11, str. 291].

Jak již bylo zmíněno, snažíme se o sestavení testů, které by měli zjistit míru pochopení učiva a schopnost žáků použít tyto znalosti na praktických příkladech. Musíme si uvědomit, že právě *úlohami s výběrem odpovědi nezkoušíme zapamatování konkrétních poznatků*, ale spíše jejich využití [9, str. 37]. Vyvarujeme se tím případů, kdy se žáci učivo naučí z paměti, ale v zásadě mu nerozumí. I když je *příprava úloh s výběrem odpovědi podstatně obtížnější, než příprava úloh produkčních*, jeví se nám tyto úlohy stále vhodnější [9, str. 36]. Zmiňované produkční úlohy jsou takové, v kterých žáci odpověď zaznamenají přímo do předtištěných obrázků, grafů a diagramů. Zvolíme-li zároveň větší počet úloh,

---

<sup>1</sup> HESTENES, D. et al. Force concept inventory. The Physics Teacher. 1992, vol. 30, no. 3, p. 141. DOI: 10.1119/1.2343497.

pravděpodobnost, že by žáci jednotlivé úlohy mohli odhadnout, se zákonitě sníží. *Za dolní použitelnou hranici lze považovat deset úloh* [9, str. 21]. Tento počet úloh je vhodný i z toho důvodu, že otázky v tomto množství lze bez jakýchkoliv problémů naformátovat na standardní kancelářský papír velikosti A4. V těchto případech pak nedochází ke komplikacím takového typu, že by si například některý z žáků nevšiml, že test pokračuje na následující straně. *Dále je třeba věnovat náležitou pozornost i grafické úpravě úlohy* [9, str. 27]. Jednotlivé úlohy by měly být pro žáky vizuálně přitažlivé a přehledné. Některé žáky může odradit již to, že samotná úloha má příliš zdouhavé a nepřehledné zadání, které může být špatně pochopeno, nebo naopak vůbec nepochopeno. *Osvědčuje se nahradit dlouhý text vhodným obrázkem, náčrtem nebo grafem* [9, str. 36].

Jednou z problematických otázek celé teorie sestavování testů je to, zda by na sebe měly, nebo naopak neměly, jednotlivé otázky navazovat. Většina z publikací, zabývající se otázkami souvisejícími se sestavováním testů a s návazností jednotlivých otázek na sebe, tento postup zpravidla nedoporučuje. Naopak navrhují sestavování pouze otázek navzájem nezávislých. Jednou z takových publikací je [9]. *Vzájemná závislost úloh spočívá v tom, že správné řešení jedné úlohy je vázáno na správné řešení některé z úloh předcházejících* [7, str. 88]. Žáci se v případě otázek navazujících na sebe, dostávají do znevýhodněné situace. Neznalostí nebo chybou v jedné z otázek, mají znemožněno správně odpovědět na otázku následující. Dle řady názorů tak dochází k znevýhodňování žáků a jedná-li se o klasifikační testy, mohlo by dojít k nespravedlivému ohodnocení. Pokud bychom, i přes názory, které nám tyto otázky nedoporučují, chtěli v testu navazující otázky použít, mohli bychom zkusit testováním zjistit, jaké druhy navazujících otázek pro žáky nepředstavují problém. Zda naopak nejde o projev jejich nepozornosti nebo neznalosti. Základním předpokladem je, že žáci znají alespoň základní vztahy, které jsou s probranou problematikou spojeny. Myslíme tím například vztah pro výpočet rychlosti hmotného bodu pohybujícího se rovnoměrným pohybem, známe-li dráhu, kterou hmotný bod urazil a dobu za kterou ji urazil. Postaví-li se otázky tak, že první a také podmiňující otázkou je otázka vyžadující právě jeden ze základních vztahů a je-li poté druhá otázka postavena na vztahu složitějším, omezuje žáky pouze neznalost těchto vztahů a návaznost otázek lze považovat za velmi volnou.

I když nám jde v celém průběhu testování o ověření znalostí z fyziky, nesmíme zapomenout na fakt, že fyzika je velmi úzce spjata s matematikou. Spousta fyzikálních úloh vyžaduje vytvoření matematického modelu. Dostáváme se tak k případům, kdy je

nutno úlohu nejdříve vyjádřit matematicky a následně tyto výpočty použít v dalším řešení fyzikální úlohy. *Často se tak stává, že je hodnocena spíše znalost matematiky než znalost fyziky* [11, str. 288]. Špatnými znalostmi matematiky tak v mnoha případech žáci vytváří handicap sami pro sebe, protože nejsou schopni odpovědět na zadanou otázku správně. Z toho nám vyplývá, že nedostatečné znalosti v oblasti matematiky, mohou vést stejně tak k špatným výsledkům, jako například k nejasnostem v některých fyzikálních jevech (např. závislostech fyzikálních veličin). Tomuto jevu je těžké se vyhnout a to zvláště v případech, kdy nemáme možnost posoudit, zda jsou žáci natolik matematicky zdatní, aby úlohy bez větších obtíží úspěšně vypočítali. Stejně jako je při fyzikálních úlohách potřeba určitá znalost matematiky, objevuje se i řada konstant, které jsou potřeba použít při výpočtech. Abychom omezili chyby žáků, způsobené užitím špatných hodnot jednotlivých konstant, doporučuje se údaje o základních konstantách a materiálních vlastnostech používaných prvků a látek, potřebných k výpočtům, do testů uvést. Žáci tak nemusí dlouze přemýšlet nad jejich hodnotami, a nedochází tak ke zbytečným chybám. Zároveň se tak vyhneme případům, kdy žákům vycházejí jiné výsledky, než jsou v nabídce [9].

V rámci této bakalářské práce byly sestaveny testy z oblastí mechanika a molekulová fyzika, *jejichž podstatou je série otázek daných všem žákům, vyžadujících krátkou, jednoznačnou odpověď z několika možných variant odpovědí* [18, str. 181]. Testy jsou žákům zadávány předtištěné na listech papíru formátu A4. Takto zadané testy jsou pro žáky i učitele forma zkoušky, která je *časově úsporná, klade na všechny žáky stejné požadavky a tvoří jim stejné vnější podmínky* [11, str. 287]. Snažili jsme se držet principu, že jsou testy založeny především jen na zcela základních vědomostech a dovednostech z příslušného předmětu, o kterých se předpokládá, že by měly být osvojeny každým průměrným studentem. *Kromě toho však jejich úspěšné řešení závisí i na úrovni specifických schopností a obecnějších dovedností jako je logické usuzování, analyzování situací a dovednost řešit jednoduché problémy. Jde zde o zjišťování osvojených vědomostí, dovedností a způsobilostí řešit konkrétní učivo* [7, str. 21]. *Postup zkoušení je bezpečně a rychle zachycen a písemný materiál umožňuje další zpracování* [11, str. 287]. Abychom ztížili žákům možnost navzájem od sebe opisovat, jsou vytvořeny vždy dvě odpovídající si varianty testu. Snahou bylo, aby otázky v jednotlivých variantách byly co nejvíce podobné a aby nedocházelo k tomu, že jedna z variant by byla pro žáky těžší než druhá. Během testu mohou žáci používat kalkulačky. Odpovědi jsou zapisovány přímo na předtištěný papír a žáci zároveň s testy odevzdávají listy, na které si dělali poznámky potřebné

k jednotlivým výpočtům. Z těchto pomocných listů lze vyčíst, jaké nedostatky mají jednotliví žáci i jakých chyb se žáci nejčastěji dopouštějí [59 str. 65]. Sestavené testy bychom mohli nazývat inspekčními. Jedním z účelů inspekčních testů je právě odhalit „mrtvé učivo“ a zjistit příčiny, které vedly k tomu, že si je studenti neosvojili [7, str. 54]. Každý z testů je tvořen deseti otázkami, které jsou bodovány vždy jedním bodem, přičemž za špatnou nebo za vůbec žádnou odpověď se body neodečítají. Získáváme tak poměrně objektivní pohled na to, jak byli jednotliví žáci úspěšní. Jak již bylo zmíněno, nejčastěji jsou použity uzavřené úlohy se čtyřmi nabídnutými odpověďmi, nebo úlohy produkční. Aby test ověřil vždy znalost celého probraného tématu či kapitoly, jsou úlohy tvořeny tak, aby vždy alespoň jedna úloha prověřovala jeden ze základních fyzikálních vztahů této kapitoly. Tedy aby každý nový vztah a fyzikální děj, byl v testu obsažen nejméně v jedné z úloh.

Při tvorbě každé individuální úlohy jsme se snažili vytvořit úlohy různých typů. Od základního použití získaných vědomostí, přes složitější operace až po vlastní myšlenkovou tvořivost. Existují základní rozdělení jednotlivých úloh. *Podle formální povahy obsahu se setkáváme s úlohami čistě kvantitativními, kvalitativně kvantitativními a čistě kvalitativními. Jinak lze tyto tři skupiny úloh nazývat též matematické, smíšené a nematematické. Tyto poslední se nazývají též problémové nebo čistě logické* [11, str. 248].

*Kvalitativní (problémové, otázkové, logické) jsou úlohy, které se zpravidla řeší bez použití matematicky vyjádřených fyzikálních zákonů, tedy bez matematických operací* [11, str. 253]. Jedná se zpravidla o úlohy opírající se o konkrétní děje v přírodě, které jsou pro žáky snáze pochopitelné. Žáci jsou nuceni využít své znalosti jednotlivých zákonů a vztahů a jejich základní zákonitosti a použít je na konkrétním případě. Odpověď na tuto úlohu bývá často slovní. Kupříkladu definuje jev, který úloha popisuje, nebo situaci která z úlohy vyplývá.

Naopak *kvantitativní úlohy jsou takové, při jejichž řešení se užívá matematických operací. Přitom u aritmetických úloh se užívá jen numerických úkonů. Některé kvantitativní úlohy se řeší graficky, buď pomocí grafického znázornění závislosti, nebo konstruktivně. Nejjednodušší kvantitativní úlohy mají zpravidla procvičovací funkci* [11, str. 259-260]. Tyto úlohy se zaměřují na základní procvičení fyzikálních vztahů

jednotlivých dějů a zákonů. Je potřeba dobře znát a rozumět probrané látce, nebo si alespoň pamatovat základní vztahy mezi používanými a důležitými veličinami.

Posledním typem byly úlohy kombinované nebo též kvalitativně kvantitativní. *K jejich řešení je nutno znát a užít většího počtu zákonů, vzorců, úvah apod.* [11, str. 260]. Žáci tak ukážou, že probrané látce opravdu porozuměli. Kombinací vztahů si sami pro sebe dokážou, jak je fyzika propojena a jak spolu jednotlivé vztahy souvisí.

Dalším způsobem jak zjistit zda žáci problematice rozumí, jsou úlohy s grafickým řešením. *Grafické řešení úloh nelze zaměňovat s kreslením náčrtků. Při grafickém řešení úloh se můžeme setkat s rozličnými typy úloh. Při některých žák získává podmínky (dané hodnoty veličin) tím, že je vyčte z grafu. Jiným typem jsou grafické úlohy, při nichž se žádá sestavit graf závislosti veličin a to buď z daných číselných hodnot, nebo pomocí grafického znázornění jiné závislosti* [11, str. 275].

Jinou metodou jak roztrždit úlohy testu je podle způsobu jejich řešení. *Myšlenky klasifikace úloh podle operační struktury použila k návrhu taxonomie učebních úloh D. Tollingerová<sup>2</sup>. Taxonomie, která je vhodná především pro přírodovědné a technické předměty je zčásti modifikací Bloomovy taxonomie kognitivních cílů. Je v ní použito pěti hlavních hierarchicky uspořádaných kategorií operací potřebných k řešení úloh:*

1. *pamětní reprodukce poznatků,*
2. *jednoduché myšlenkové operace s poznatky,*
3. *složitější myšlenkové operace s poznatky,*
4. *sdělení poznatků,*
5. *tvůrčivé myšlení* [7, str. 44].

V sestavených testech se objevují úlohy ze všech těchto kategorií. Některé kategorie jsou zastoupeny více úlohami, ale i přesto bylo snahou sestavit úlohy zkoumající všestrannou schopnost žáků řešit různorodé příklady. Základními úlohami na pamětní reprodukci poznatků objevujícími se v testech jsou úlohy vyžadující uvědomění si jednotlivých vztahů a jejich přesné vyjádření. Jako jednoduché myšlenkové operace jsou myšleny realizace základních výpočtů či zjišťování důležitých faktů z náčrtů. Naopak za složitější myšlenkové operace považujeme například vyvozování závěrů z nabídnuté situace nebo jejich grafická interpretace. Za sdělování poznatků se považuje spíše samostatná práce

---

<sup>2</sup> Citace ze zdroje [3] který čerpal z TOLLINGEROVÁ, D.: Úvod do teorie a praxe programované výuky a výcviku. Příloha časopisu Odborná výchova, 21, 1970-1971, č 2-5.

studentů jako je vypracovávání samostatných projektů a prací. Podíváme-li se na to z pohledu testových úloh, můžeme za sdělováním poznatků vidět i grafické vyjádření odpovědi. Poslední kategorií bylo tvořivé myšlení, které v sestavených testech zahrnuje řešení úloh zobrazující praktické situace a problémy s nimi spojené [7, 21].

V současnosti mají žáci středních škol a gymnázií dostatek dostupných materiálů a sbírek s velkým počtem testových úloh, na kterých si mohou vyzkoušet své znalosti. Sbíрка [13] je například jedním z takových zdrojů, v kterém o úlohy všech typů není nouze. Srovnáme-li úlohy sestavené v jednotlivých pracovních listech s úlohami ze sbírky [13], všimneme si, že některé úlohy si jsou značně podobné. Jedná se převážně úlohy ověřující schopnosti číst v grafech, které se v knize [13] objevují často. Kromě toho autoři sbírky [13] v mnoha případech zvolili příklady, v kterých se úloha řeší bez konkrétních hodnot. Jde o úlohy, v kterých se přímo ověřuje znalost základních vztahů. V předložené práci se zaměřujeme zejména na konkrétní situace a na to, jak umí žáci použít naučenou látku v praxi, tedy na praktických příkladech a situacích. Základním cílem bylo sestavit úlohy, v kterých se odráží situace z běžného každodenního života. Velmi často byly ve sbírce [13] použity i takové úlohy, ve kterých byly ověřovány spíše matematické znalosti žáků, v kterých musel žák uvažovat, co se stane s některou z hodnot použité veličiny, změní-li se hodnota veličiny na ní závislé. V knize [13] jsou také zařazeny příklady, které obsahují delší slovní odpovědi. Na podobné úlohy narážíme i ve sbírce [20]. Nevýhodou zdlouhavých odpovědí je, že jsou pro žáky méně přehledné a snadno v nich pak udělají chyby, které jsou způsobeny pouze nepozorností. I z tohoto důvodu jsme se dlouhým slovním odpovědím co nejvíce vyhýbali. Podobných sbírek jako jsou [13], nebo [20] je celá škála. Jednou z nich je i sbírka [6], která je tvořena opět otázkami s nabídnutými odpověďmi. Existuje i velké množství sbírek, které sice neobsahují příklady s nabídnutými možnostmi pro správnou odpověď, ale jsou tvořeny typově stejnými příklady, jako předchozí sbírky. Jde kupříkladu o sbírky [2], [3], [12], [22], [19] a [17]. V některých ze zmiňovaných sbírek jsou příklady navíc řešeny. Poslední se sbírek, které by mohly být pro žáky i učitele značnou oporou pro studium a přípravu testů je sbírka [15], která obsahuje sadu složitějších příkladů.

## 1.1 Mechanika

### 1.1.1 Kinematika

Test s názvem Kinematika byl sestaven pro potřebu rekapitulace učiva za kapitolou kinematika hmotného bodu z učebnice [5], který je s oběma svými variantami přiložen jako příloha č. 1 a č. 2. Tato kapitola je jakýmsi úvodem do fyziky na střední škole. U řady žáků vzniká problém zvyknout si při přechodu na novou školu, na nového učitele fyziky a na nový způsob vyučování. Proto si v průběhu probírání učiva této kapitoly teprve zvykají na nový styl výkladu látky a učení. Z toho důvodu je tento test volen jako základní opakování fyzikálních vztahů této kapitoly.

Obě varianty testu obsahují pět otázek, z nichž každá má dvě podotázky. Při jejich podrobnějším rozboru můžeme vidět, že padesát procent zadaných příkladů v každé variantě lze vypočítat pouhým dosazením do základních vztahů. Úlohy jsou sestaveny tak, že alespoň jedna podotázka z pěti úloh je právě na dosazení do známých vztahů. Druhá podotázka je ale již sestavena tak, aby ukázala, jak žáci problematiku zvládají hlouběji nebo naopak, kteří z žáků tyto operace neovládají. Tyto druhé podotázky nejsou nikterak obtížné (pro odhalení výjimečných žáků), ale jde o otázky snažící se problém podrobněji rozvést. Žákům tak postačí při vyplňování testů použít k výpočtům základní vztahy, z kterých vyjádří některou z neznámých, nebo je zkombinují. Jedna z úloh obsahuje v zadání graf. Žák je nucen s ním pracovat a předvést, že dovede porozumět vyjádření závislosti. Úlohy tohoto typu se často objevují také ve sbírce [13].

Ve variantě A se objevují hned tři otázky, jejichž podotázky na sebe navazují. V prvních dvou případech (otázkách číslo jedna a dvě) stačí k zodpovězení základních otázek, jednoduchý fyzikální vztah, který se žáci naučili během vyučování. V první otázce se jedná o výpočet dráhy rovnoměrného pohybu při znalosti rychlosti i doby trvání tohoto pohybu. V druhé otázce jde o výpočet zrychlení automobilu, známe-li rychlost automobilu i čas, po který rovnoměrně zrychloval. Mohli bychom se ptát, zda žák dokáže, bez znalostí těchto základních vztahů, vypočítat úlohu navazující, která již vyžaduje použít vztah složitější. Statistickým zpracováním jsme si potvrdili, že to není možné. Poslední navazující otázkou této varianty je otázka číslo tři, u níž se v obou dvou podotázkách využívá stejného vztahu pro výpočet. Odpověď na druhou podotázku je pouhým srovnáním dvou hodnot, přičemž jedena z nich je zároveň i předchozí odpovědí. Ve variantě B se taktéž vyskytují tři otázky s navazujícími podotázkami. Úloha číslo dvě je, až na odlišné hodnoty,



totožná s druhou úlohou ve variantě A. Dalšími úlohy, které obsahují podotázky na sebe navazující, jsou úlohy číslo tři a pět.

### 1.1.2 Dynamika

Test ověřující znalosti kapitoly Dynamika hmotného bodu a soustavy bodů volně navazuje na předchozí kapitolu. Proto i samotný test v obou svých variantách obsahuje minimálně jeden příklad, v kterém se tyto kapitoly prolínají. V tomto příkladě je potřeba použít vztah z předešlé kapitoly a zkombinovat jej se vztahem novým. Ověří se tak, jak si žáci dokážou uvědomovat souvislosti mezi jednotlivými kapitolami.

V kapitole se objevují i takové nové pojmy, které jsou žáky velmi rychle pochopeny a zapamatovány. Zpravidla se jedná o třecí sílu, u které si žáci dokážou jednoduše představit, jak na tělesa působí. V tomto případě bylo úplně na místě ponechat otázku jako samostatnou bez jakékoliv podotázky. Tyto varianty testů již netvoří pět otázek, každá se dvěma podotázkami. Objevují se nám dvě varianty, které obsahují čtyři otázky tvořeny dvěma podotázkami a dále dvě samostatné otázky, jež zahrnují hlavně učivo, pro které je složitější vymyslet více různorodých otázek. Učivo je pro žáky příliš jednoduché a tak by bylo zbytečné na tak jednoduchý fyzikální jev vymýšlet více úloh, které by zpravidla již v zadání vykazovaly značnou podobnost. V našich samostatných příkladech jde konkrétně o smykové a valové tření a síly s nimi spojené.

V testech kapitoly Dynamika se v každé z variant (příloha č. 3 a č. 4) objevují pouze dvě otázky, jejichž podotázky na sebe navazují. V obou testech je to otázka číslo jedna a otázka číslo šest. U prvního příkladu v obou variantách je základem výpočet zrychlení tělesa způsobeného působením síly. Varianta A s tímto vztahem počítá i v podotázce prvního příkladu, kdy výsledkem je porovnání dvou navzájem nezávisle vypočítaných zrychlení. Jedním z těchto zrychlení je právě zrychlení, které bylo vypočítáno v první podotázce. Žáci, kteří naopak obdrží variantu B, se dostávají k příkladu, který propojuje tuto kapitolu s kapitolou předchozí. Z vypočítaného zrychlení z první podotázky mají za úkol vypočítat rychlost, na kterou těleso za zadanou dobu dokáže zrychlit. Otázka číslo šest je pro obě varianty až na hodnoty téměř totožná. Ověřuje dynamické vlastnosti rotujícího tělesa. Nelze popřít, že by otázky na sobě navzájem nezávisely. Ale i v případě, že by výsledek první podotázky nebyl podmínkou k správnému vypočítání podotázky druhé, lze předpokládat, že by žák, který nedojde ke správnému

výsledku u první podotázky, nebyl schopen vypočítat ani podotázku druhou, neboť obě podotázky používají ten samý vztah. V každé podotázce je jen vyjadřována jiná veličina.

### **1.1.3 Mechanická práce**

Navazující částí učiva je kapitola věnující se mechanické energii a mechanické práci. S pojmem energie se žáci seznámili již v předchozích ročnících na základní škole nebo na nižším gymnáziu a základní vztahy by tak již měli znát. Úlohy na pouhé dosazení a vypočítání kinetické a potenciální energie by tedy měli být zodpovězeny správně všemi testovanými žáky. Jejich podotázky, nebo též otázky ověřující stejnou problematiku, by pak mohly problém prověřovat do hloubky. Žáci by měli předvést, jak umějí vyjadřovat neznámé ze vztahů nebo vztahy různě vzájemně propojovat.

Obě varianty testu (příloha č. 5 a č. 6) jsou klasicky tvořeny pěti hlavními úlohami, z nichž všechny obsahují dvě podotázky. První s těchto dvou otázek zpravidla ověřuje základní vztah, kde ke správnému zodpovězení postačí znát základní vztah a dosadit do něj. Druhá otázka se pak prověřuje o hlubší znalosti žáků. Předkládá závažnější problém, nebo jen pozmění původní situaci. Nové okolnosti jako jsou změny některých zadaných hodnot, žáky nutí použít naučené základní vzorce a použít je adekvátně v nově vzniklé situaci. Ve většině případů žákům postačí matematická znalost vyjadřování neznámé ze vzorce.

Jak již bylo zmíněno, testy mají pět otázek, kde každá obsahuje dvě podotázky. Při zpětném projití již sestavených testů jsme odhalili, že na sebe, mimo jeden příklad v každé variantě, navzájem navazují všechny dvojice podotázek. Abychom trochu zmírnili dopad těchto navazujících otázek, musíme zdůraznit, že vždy otázka, která je podmiňující ke splnění další otázky, je dána tím nejzákladnějším vztahem dané problematiky. Otázky tak dávají šanci i slabším žákům. Od žáků je předem očekáváno, že tyto základní vztahy získali již na základní škole a na škole střední si je jen zopakovali a zafixovali do větší hloubky.

### **1.1.4 Gravitační pole**

Tato kapitola na téma gravitační pole, může být pro mnohé z žáků špatně představitelná. Objevují se příklady, v kterých počítáme již s velkými vzájemnými vzdálenostmi, což je pro žáky hůře představitelné. Proto jsme do testu na téma gravitační pole vložili menší počet otázek, týkajících se dějů, které probíhají ve vesmíru. Zbylé úlohy

se zabývají pohyby těles v tíhovém poli Země, s nimiž by žáci měli mít každodenní zkušenost.

V testech přiložených jako příloha č. 7 a č. 8 se až na pár výjimek objevují příklady z běžného života, což je pro žáky mnohem lépe představitelné. Všechny úlohy jsme dokázali popsat slovně a nemuseli jsme test doplňovat o grafy ani nákresy. Snažili jsme se ověřit, zda žáci dostatečně chápou fyzikální děje, které probíhají při svislém vrhu vzhůru, vodorovném vrhu či šikmém vrhu vzhůru. Ke každému typu pohybu jsme sestavili dvě otázky. Měli jsme tak možnost prověřit každý fyzikální problém z více stran.

Z pěti hlavních otázek navazují v každé z variant dvě z nich. Jednou z otázek je otázka týkající se první a druhé kosmické rychlosti, které na sebe navazují již ve vztazích pro jejich výpočet.

### **1.1.5 Mechanika tuhého tělesa**

Další kapitolou učebnice [5] je mechanika tuhého tělesa. Tato kapitola je první kapitolou, která uvažuje tvar a rozměry tělesa. Zaměřuje se nejvíce na chování sil působících na různá tělesa, a na jevy s tímto působením spojené. Pro žáky by tato problematika mohla být jednodušeji pochopitelná, protože si ji lze poměrně snadno představit.

V testu jsou úlohy zaměřeny na hledání těžiště tělesa, určení momentu síly nebo na rovnováhu sil na těleso působících. Součástí testu na toto téma je i grafické znázornění výslednice sil. Jak lze vidět v příloze č. 9 a č. 10, síly jsou do testů předtištěny a žáci tak mohou vše zakreslovat přímo do pracovních listů.

Při pohledu na navazující otázky, uvidíme, že varianty jsou vůči sobě navzájem nevyrovnané. Ve variantě A se jedná o první dvě a čtvrtou otázku, kdežto ve variantě B pouze o otázku druhou a čtvrtou. Ve čtvrté otázce měli žáci za úkol vypočítat práci potřebnou k převrnutí čtyřbokého hranolu. Bylo obtížné formulovat zadání tak, aby nebylo příliš zdlouhavé a aby bylo zároveň dobře pochopitelné. I z tohoto důvodu jsme zadání doplnili o jednoduchý nákres.

### 1.1.6 Hydromechanika

Kapitola zabývající se mechanikou kapalin a plynů je také poslední z učebnice [5]. Uzavírá tak část fyziky, která se všeobecně nazývá mechanika. Nejčastěji tato kapitola bývá zařazena na závěr prvního ročníku.

Testy pro tuto kapitolu nebylo jednoduché sestavit. Kapitola neobsahuje mnoho navzájem odlišných vztahů, které by se neopakovaly. Mechanika kapalin a mechanika plynů jsou dvě velmi podobné kapitoly. I když se nám podařilo sestavit pro každý nový pojem jednu otázku, pak existuje-li pro ni i podotázka, je jí většinou velmi podobná. Základní otázky zpravidla zkoumají základní vztahy a podotázky pouze jejich hlubší význam. Žáci tak mohou ukázat, jak jsou zdatní v úpravě vzorců.

Celý test je sestaven z pěti otázek, z kterých je jedna samostatná, tři obsahují dvě podotázky a jedna podotázky tři. Všechny otázky, které obsahují podotázky, jsou na sebe navazující. Ve dvou případech se ale jedná o zákony zachování, takže se musí jednat o navazování. Do testu jsme jako jednu podotázku, vložili úlohu, vycházející ze vztahu, který není v učebnici [2]. Žáci měli za úkol vypočítat dobu, za kterou potrubím proteče určité množství kapaliny, znají-li rychlost proudění kapaliny. Cílem této otázky bylo ověřit, zda jsou žáci schopni sami zauvažovat nad jednotlivými fyzikálními ději, které ve zmíněném příkladě probíhají a zda by je dokázali vypočítat. Obě varianty jsou přiloženy jako příloha č. 11 a č. 12.

## 1.2 Molekulová fyzika

### 1.2.1 Základy molekulové fyziky

Ve většině případů čeká s nástupem do druhého ročníku žáky gymnázií i nová učebnice fyziky s názvem Molekulová fyzika a termika [1]. První kapitola této učebnice je spíše teoretická. Potřebné vztahy, které náleží této kapitole, se v učebnici [1] nacházejí až v její zadní části. Za poslední teoretickou kapitolou následuje kapitola s názvem teoretická cvičení. Tato část učebnice může žákům sloužit jako opakování za každou jednotlivou kapitolou. Zároveň ale obsahuje všechny důležité fyzikální vztahy a pojmy, které se nadále využívají v molekulové fyzice, v popisu struktury a vlastností plynů a při následující studiu na vysoké škole. Některé z těchto fyzikálních vztahů mohou být řadě studentů již známy, protože se využívají i v chemii.

Obě varianty (příloha č. 14 a č. 15) jsou si zvolenými otázkami takřka vyrovnány. Jsou tvořeny osmi hlavními otázkami, z nichž dvě zahrnují dvě podotázky. Většina otázek je tak samostatná. Pro usnadnění počítání jsme potřebné hodnoty konstant do testu vepsali do tabulky, která se nachází hned v úvodu testu a z které si žáci vyberou jen hodnoty, které v konkrétních příkladech potřebují.

Problematika může být pro mnohé z žáků špatně pochopitelná, protože se jedná o poměrně abstraktní oblast fyziky. Přesto je potřeba žáky s touto problematikou seznámit, aby byli připraveni pro další studium.

### 1.2.2 Vnitřní energie, práce a teplo

Poslední kapitolou, která se stále ještě nezabývá materiálními vlastnostmi tělesa a jeho skupenstvím je kapitola zkoumající změny vnitřní energie tělesa. Žáci se poprvé na střední škole seznamují s pojmem teplo a osvětlují si, jak probíhají děje, při nichž si tělesa teplo vyměňují.

Přílohy č. 16 a č. 17 nám předkládají testy tvořené šesti hlavními otázkami. Z nichž tři jsou samostatné, dvě jsou složeny ze dvou podotázek otázek a jedna z podotázek tří. Otázky opakují příjem a výdej tepla, kinetickou a potenciální energii a přenos energie, která je uskutečněna tepelnou výměnou. Právě úloha, v které prochází teplo destičkou určité tloušťky, zabírá v obou variantách nejvíce prostoru. Třemi zadanými otázkami se snažíme zjistit, jak žáci tuto problematiku zvládají. Ve všech třech podotázkách tohoto

příkladu, se využívá stejný vztah pro výpočet, ale vyjadřuje se vždy jiná veličina. Tato problematika je tak prověřena důkladněji. Žáci musejí znát správný vztah a jen postupně vyjadřují potřebné neznámé veličiny.

Právě v tomto příkladě, který je, jak již bylo řečeno, tvořen třemi otázkami, se objevuje jediná otázka, pro jejíž výpočet je potřeba správná odpověď předcházející otázky. Jiná taková otázka se v testu nevyskytuje.

### **1.2.3 Vlastnosti plynů. Kruhový děj**

První kapitolou učebnice [1], která se v molekulové fyzice již zabývá konkrétními látkami, je kapitola s názvem Struktura a vlastnosti plynného skupenství. Jak již napovídá název, žáci se dozvědí nové informace o látkách plynného skupenství, o jejich chování a dále o jejich základních vlastnostech. Navazuje na ni kapitola, jež vysvětluje děje probíhající v ideálním plynu. Jelikož se obě navzájem prolínají a jsou pro žáky dobře představitelné, spojili jsme obě kapitoly do jednoho testu. Většinu úloh si mohou lehce převést na praktické příklady a srovnat si teoretické úvahy s ději ze všedního života. Tohoto můžeme využít při tvorbě úloh. Vyplývá nám z toho, že můžeme problematiku lépe ověřovat na teoretických úlohách.

Varianty testu (příloha č. 18 a č. 19) v deseti zadaných otázkách ověřují znalosti celé kapitoly a to jak teoreticky, tak i na příkladech. V teoretických příkladech je žákům předkládána určitá situace a jsou nabádáni k tomu, aby z nabídnutých odpovědí vybrali takovou, která jí odpovídá. Žák použije teoretické znalosti související s popsáním jevu a vybere z nabídnutých odpovědí. Do testu jsou vloženy hned dvě takové úlohy. V zadání jednoho z dalších příkladů je popsáno chování ideálního plynu, které má žák zaznamenat do diagramu. Do každé z variant jsme vložili jiný diagram, aby se zamezilo vzájemnému opisování. Pro zpestření byl do testu vložen i p-V diagram zobrazující kruhový děj plynu. Žáci mají z tohoto diagramu vypočítat práci, kterou plyn v průběhu kruhového děje vykonal. Zbylé úlohy jsou již početní povahy.

Varianty byly sestavovány tak aby se v příkladech různých variant neobjevovaly stejné děje plynů. Objevuje-li se v jedné variantě v početní úloze izobarický děj, druhá skupina má děj izotermický apod. Je tak zamezeno opisování a varianty jsou tak co se obtížnosti týče vyrovnané.

## 1.2.4 Pevné a kapalné skupenství

Jednou z dalších, pro žáky, snáze pochopitelných kapitol učebnice [1] je kapitola s názvem Struktura a vlastnosti pevných látek a dále kapitola Struktura a vlastnosti kapalin. S látkami v pevném a kapalném skupenství se žáci setkávají v každodenním životě a umí si tak představit jak se tyto látky chovají při různých změnách a dějích. Okolí na látky může působit různými silami. Žáci již mají z všedního života předběžný obraz toho, jak se látka při působení těchto sil zachová. Ne vždy si je však umí propojit se známými fyzikálními zákony. V těchto kapitolách se naučí, jak přesně se látky pod vlivem okolí chovají a jak se mění jejich vlastnosti.

Látky pevné i látky kapalné při zahřívání reagují velmi podobně a vztahy pro výpočet objemové a délkové roztažnosti pevných a kapalných látek jsou analogické. Při sestavování dvou testů, kdy by každý shrnoval jednu kapitolu, by si byly otázky velmi podobné. Právě proto jsme kapitoly spojili do jednoho testu. Každá z kapitol tak v testu zaujímá přesně polovinu zadaných otázek. Pro prověření všech nových vztahů by to mělo být dostačující.

Prvních pět otázek každé varianty (příloha č. 20 a č. 21) prověřuje nejruznější vztahy spojené se strukturou a vlastnostmi látek v pevném skupenství. Před žáky jsou postaveny úlohy, v kterých se pevné látky působením tepla nebo síly různě mění. Jejich úkolem je ve většině příkladů vypočítat, jak se změní jejich fyzikální parametry. Zbylých pět příkladů se zabývá strukturou a vlastnostmi látek kapalných.

Abychom test trochu ozvláštnili, jako pátou a šestou úlohu jsme vložili takové úlohy, do kterých žáci odpovědi zakreslují. V zadání je žákům popisována určitá situace nebo děj. Jejich úkolem je zaznamenat popsanou situaci do předtištěného nákresu. Prvním takovým příkladem je předkreslený kvádr, na kterém žáci demonstrují síly odpovídající různým typům deformace. V druhém příkladě, který spadá do kapitoly zabývající se kapalinami, se objevuje nákres kádinky a kapiláry. Žáci mají dokreslit hladinu kapaliny a chování kapaliny v kapiláře při kapilární depresi a kapilární elevaci.

### 1.2.5 Skupenské přeměny

Posledním kapitolou učebnice [1] je učivo shrnující hlavní děje, které probíhají při skupenských přeměnách. Tato kapitola nám s sebou kupříkladu přináší vztahy potřebné pro výpočet tepla, které je potřebné k přeměně látky na jiné skupenství, než v kterém se právě nachází.

Test na téma skupenské přeměny tedy zjišťuje, jak žáci chápou přeměny látek různých skupenství a zda těmto přechodům rozumějí. Otázky v obou variantách testu (příloha č. 22 a č. 23) jsou nejen početní, ale také teoretické. Teoretické otázky mají za úkol zjistit, zda žáci umějí rozlišovat mezi jednotlivými skupenstvími, vědí, jaké mají látky v tomto skupenství vlastnosti a dokážou pojmenovat jednotlivé skupenské přeměny. Otázky s teoretickou povahou v testu reprezentují třicet procent všech zadaných úloh. Zbýlých sedmdesát procent jsou již otázky početní, přičemž čtyřicet procent otázek celého testu jsou otázky, v nichž je úkolem vypočítání tepla potřebného k přeměně látky na jiné skupenství.

Obě varianty testu na téma skupenské přeměny jsme se snažili sestavit co nejvíce si odpovídající. Proto i otázky, které zkoumají teoretické znalosti žáků, jsou si svým zadáním velmi podobné. Tato skutečnost, ale může vést k tomu, že od sebe budou žáci opisovat v domnění, že mají zadání stejná. Celé zadání jsme doplnili o obrázek fázového diagramu, ve kterém mají žáci za úkol pojmenovat jednotlivé oblasti, které odpovídají různým skupenstvím a pojmenovat jednotlivé křivky mezi skupenstvími. Celý test se nám podařilo sestavit tak, že ani jedna z otázek nenavazuje na otázku předchozí.



## 2 Statistická zpracování výsledků testů

Sestavené testy jsme plánovali ověřit na dvou středních školách žáky prvních a druhých ročníků. Jednalo se o Gymnázium Hejčín v Olomouci a Všeobecné a sportovní gymnázium v Bruntále, jejichž žáci měli pro splnění testů ty nejlepší předpoklady. Jelikož testy byly sestaveny podle učebnic pro gymnázia, dalo by se očekávat, že výsledky těchto žáků budou objektivnější, než kdyby byly testy poslány na střední odbornou školu s menším počtem hodin výuky fyziky.

Jak je již známo, *teprve po prvním použití didaktického testu můžeme vytvořit jeho relativně konečnou podobu* [9, str. 58]. Jelikož se nám při následném vyhodnocování objevily v některých testech, i přes opakovanou kontrolu, drobné chyby a drobná nepochopení zadání ze stran několika žáků, bylo potřeba tyto testy a úlohy, v kterých se tyto nejasnosti vyskytly, opravit a vypracovat konečné verze jednotlivých testů. Ve většině případů se jednalo pouze o nepochopení několika slovních obrátů, které jsme pouze přeformulovali, nebo doplnili o pár slov.

Zásluhou výběru otázek s volbou odpovědi je opravování jednotlivých testů pouze mechanický proces, kdy při opravování proškrtáváme správné, špatné a žáky vynechané odpovědi. Musíme si ale uvědomit, že nám nešlo pouze o to zjistit, zda žáci vědí, či nevědí. Nechtěli jsme pouze získat počet bodů, kterého žáci dosáhli. Naším cílem bylo zároveň odhalit, v jakých úlohách nejčastěji chybují a co jim v těchto oblastech fyziky dělá problémy. Některé distraktory byly voleny tak, aby bylo přímo jasné, jaké chyby se žáci dopustili [8, 9]. K odhalení dalších chyb, kterých se žáci dopouštěli ve výpočtech, nám mohli pomoci pomocné listy jednotlivých žáků, na které si žáci zapisovali své průběžné výpočty. Díky těmto individuálním zápiskům každého z žáků můžeme odhalit, v čem tkví problém špatné, nebo vůbec žádné odpovědi. Tyto zápisky jsme ale nezískali ode všech testovaných.

*Hromadný výskyt některé nesprávné odpovědi může signalizovat nevhodně volený metodický postup při výkladu učiva. Z výsledků vyplývá, kterým směrem by se měla ubírat činnost učitele. Rozborem chyb, kterých se žáci v testu dopustili, získá učitel cenné informace pro efektivní řízení další výuky* [9, str. 65].

Analýzou položek didaktického testu rozumíme určení vlastností důležitých pro posuzování jejich kvality, která je významná pro kvalitu celého didaktického testu [10, str. 54]. Základními a nejdůležitějšími jsou obtížnost a citlivost úloh.

Obtížnost úloh charakterizuje, procentuální část celkového počtu žáků, kteří úlohu vyřeší správně nebo naopak procentuální část celkového počtu žáků, kteří úlohu vyřeší chybně nebo ji vynechají [10, str. 54]. Často se uvádí tzv. index obtížnosti  $P$ , který vyjadřuje, kolik procent žáků úlohu správně řešilo.

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100\%, \quad (1)$$

kde  $n$  je počet žáků, kteří v dané úloze odpověděli správně a  $N$  celkový počet žáků, kteří byli testováni. Úlohy s indexem obtížnosti  $P > 80$  jsou většinou považovány za extrémně snadné a jsou v testu ponechávány jen výjimečně. Úlohy s indexem obtížnosti  $P < 20$  jsou naopak extrémně obtížné [9, str. 45].

Citlivost úlohy lze jednoduše vyjádřit jako schopnost úlohy rozlišovat mezi žáky s horšími a lepšími vědomostmi [10, str. 55]. Vysokou citlivost má taková úloha, kterou řeší „lepší“ žáci většinou s úspěchem, zatímco „horší“ žáci se naopak většinou dopouštějí chyb. K rozlišení žáků na „lepší“ a „horší“ se většinou užívá jako kritéria celkových výsledků v ověřovaném didaktickém testu. Žáci se seřadí podle dosaženého počtu bodů, přičemž horní polovinu žáků označíme jako „lepší“ a spodní polovinu jako „horší“. Nejjednodušším ukazatelem citlivosti testových úloh je koeficient ULI. Výpočet koeficientu ULI vychází z rozdílu mezi obtížnostmi úlohy ve skupině lepších a horších žáků.

$$d = \frac{n_1 - n_h}{0,5 \cdot N}, \quad (2)$$

kde  $d$  je koeficient citlivosti ULI,  $n_1$  je počet žáků z lepší skupiny, kteří danou úlohu zodpověděli správně,  $n_h$  je počet žáků ze skupiny horších, kteří úlohu řešili správně a  $N$  je celkový počet žáků. Uvedený vztah platí pro případ, že obě skupiny byly vytvořeny na základě rozdělení všech žáků na polovinu. U koeficientu ULI se stanoví požadavek, aby v případě úloh s indexem obtížnosti od 30 do 70 bylo  $d$  alespoň 0,25 a u úloh s indexem obtížnosti od 70 do 80 a od 20 do 30 alespoň 0,15 [9, str. 46-47].

Jedním z dalších koeficientů je koeficient stanovující spolehlivost didaktického testu. Ten lze určit ze vztahu

$$R = \frac{k}{k-1} \frac{s^2 - \sum_{i=1}^k p_i q_i}{s^2}, \quad (3)$$

kde  $p_i$  je relativní četnost správných odpovědí na jednotlivé otázky testu a  $q_i$  relativní četnost nesprávných odpovědí. Druhá mocnina směrodatné odchylky je rovna

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{x=0}^k n_x (x - \bar{x})^2, \quad (4)$$

kde  $n_x$  je hodnota náhodné veličiny a průměr  $\bar{x}$  lze vypočítat ze vztahu

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{x=0}^k n_x x. \quad (5)$$

Spolehlivost testu roste s rostoucím koeficientem  $R$ , jehož maximální hodnota je rovna jedné, tedy  $0 < R \leq 1$  [4, str. 183]. Testy jejichž koeficienty spolehlivosti odpovídají hodnotám větším nebo rovno 0,75, můžeme považovat za poměrně spolehlivé.

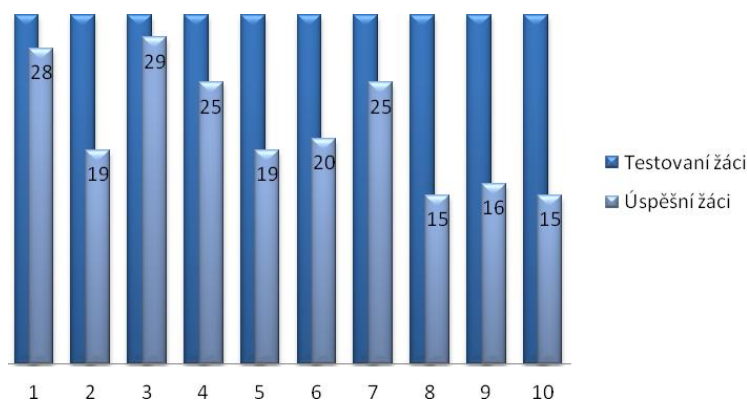
Při statistickém zpracování testů ověřovaných na skutečném vzorku žáků jsme se v první řadě snažili odhalit chyby, které vznikly při jejich sestavování. Dále jsme se soustředili na nejčastější chyby samotných žáků a na jejich největší nedostatky v probraném učivu. Z chyb, které z analýzy vyplynuly jako nejčastější, jsme tak mohli identifikovat chyby v osvojování učiva, nebo naopak učivo, které je pro žáky špatně pochopitelné a na které je potřeba se více soustředit. Jedná se o učivo, které je zřejmě žákům potřeba vysvětlovat do větší hloubky, nebo jej ukázat na více příkladech. Dále nám ale toto statistické zpracování poodhalí, jak moc byly jednotlivé otázky citlivé. Umožní nám to posoudit, jak dobře byly testy sestaveny. Uvědomujeme si, že vzorek žáků, na nichž jsme měli možnost testy ověřit, nebyl ze statistického hlediska reprezentativní a vypočtené parametry proto mají především orientační význam. I tak jsme přesvědčení, že nám poskytují určité vodítko při hodnocení vytvořených materiálů.

## 2.1 Mechanika

### 2.1.1 Kinematika

Ve školním roce 2013/2014 se nám dostalo možnosti ověřit testy s názvem Kinematika na celkem šedesáti dvou žácích. Každou z variant tak dostalo třicet jedna žáků vybraných středních škol. Jejich výsledky nám dopomohly odhadnout, jak moc jsou jednotlivé úlohy obtížné a zda jsou dostatečně citlivé a spolehlivé.

Výsledky žáků, kteří obdrželi testy varianty A jsou zaznamenány v následujících grafech a tabulce.



**Graf 1:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Kinematika (varianta A)

Jak nám ukazuje graf 1, byla první, třetí, čtvrtá a sedmá otázka zodpovězena správně větším počtem žáků než otázky ostatní. Tuto informaci získáváme i z tabulky 1, kdy je index obtížnosti těchto čtyř úloh větší než osmdesát procent. Jak již bylo definováno, otázky s vysokým indexem obtížnosti jsou považovány za příliš jednoduché. Index obtížnosti u ostatních otázek se již pohybuje v relativně dobrých hodnotách. Tímto se nám potvrzuje, že otázky na pouhé dosazení do některých základních vzorců jsou úlohy pro žáky příliš jednoduché.

Naopak u osmé, deváté a desáté otázky nám graf 1 ukazuje, že na tyto otázky odpovědělo správně nejméně ze všech žáků. Opět to dokazuje i jejich index obtížnosti, který je opravdu nízký. Stále se ale pohybuje v dovolených mezích a tak nejsou tyto otázky považovány za příliš složité. S určitostí ale můžeme říci, že pohyb hmotného bodu po kružnici, který se v těchto úlohách objevuje, dělá skoro padesáti procentům žáků značné

problémy. Základním problémem, který se v těchto úlohách objevil ze strany žáků, byla zřejmě neznalost základních fyzikálních vztahů. U všech žáků, kteří v deváté a desáté úloze chybovali, jsme díky odevzdaným pomocným listům odhalili, jejich nedostatky ve znalosti fyzikálních vztahů souvisejících s pohybem hmotného bodu po kružnici. Žáci chybovali ve vztazích pro periodu otáčení a dostředivé zrychlení rotujícího tělesa, nebo potřebné vztahy v listech vůbec neměli. Absenci těchto vztahů jsme si vyložili tak, že je žáci neznali nebo neuměli.

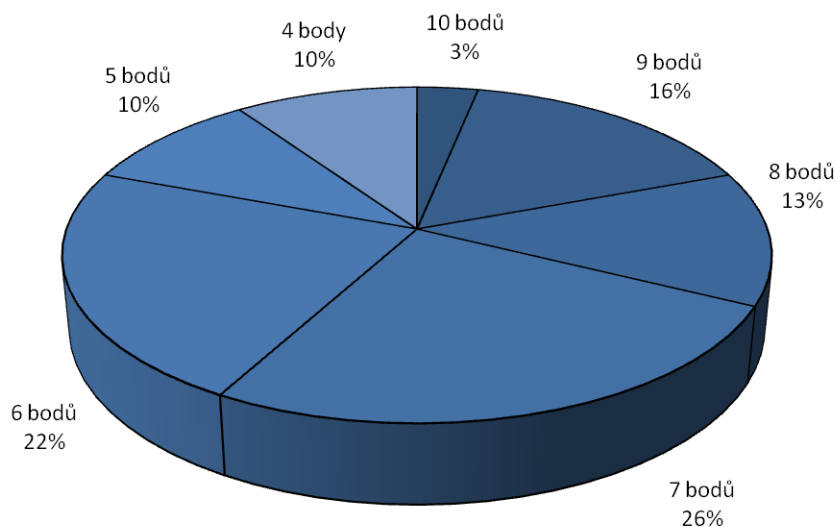
Při pohledu na koeficienty ULI můžeme říci, že otázky jsou dosti citlivé. U většiny otázek, jejichž index obtížnosti se pohybuje v rozmezí od třiceti do sedmdesáti procent, je koeficient ULI větší než 0,25. Tyto úlohy tak dostatečně rozlišují mezi lepšími a horšími žáky.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	90,32%	0,20
2	61,29%	0,13
3	93,55%	0,00
4	80,65%	0,07
5	61,29%	0,40
6	64,52%	0,60
7	80,65%	0,07
8	48,39%	0,33
9	51,61%	0,47
10	48,39%	0,40

**Tabulka 1:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Kinematika (varianta A)

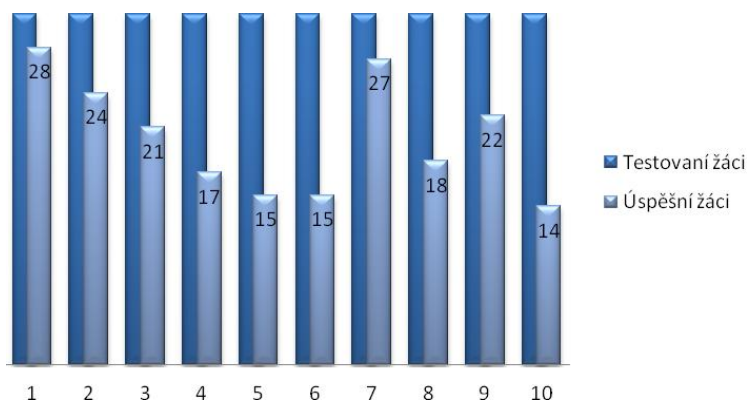
Graf 2 nám vyjadřuje v procentech množství žáků, kteří v testu dosáhli určitého počtu bodů. Můžeme tak vidět, že nejčastěji žáci dosahují sedmi bodů v celém testu. Důkazem je medián dosažených bodů v testu, který odpovídá přesně sedmi bodům. Podobnou hodnotu získáváme i z průměrného počtu dosažených bodů, který dosahuje hodnoty 6,84. Zkoumáním spolehlivosti testu získáváme pro variantu A testu Kinematika hodnotu 0,26. Vidíme, že koeficient je velmi nízký, což vůbec není ideální. Jak jsme mohli vidět v grafu 1, objevuje se v testu velký počet otázek, na které odpovědělo správně větší množství žáků, než v jiných testech. Neobjevuje se zde žádná otázka, u které by se stalo,

že na ni odpovědělo minimum žáků. Díky jednodušší povaze úloh nám tak poklesl koeficient spolehlivosti testu.



**Graf 2:** Bodová úspěšnost žáků v testu Kinematika (varianta A)

Druhá polovina žáků obdržela variantu B. Z chyb kterých se opět dopouštěli a z počtu špatných a správných odpovědí dokážeme vyhodnotit, jak dobře byl test sestaven.



**Graf 3:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Kinematika (varianta B)

Nejvíce žáků dle grafu 3 odpovědělo dobře na první a sedmou otázku, v kterých se dosazuje do základního vztahu pro výpočet doby trvání rovnoměrného pohybu a zrychlení

tělesa pohybujícího se rovnoměrně zrychleně. Tuto úspěšnost žáků si můžeme potvrdit indexem obtížnosti těchto dvou příkladů, který znovu přesahuje hranici osmdesáti procent. Úlohy jsou tak opět považovány za příliš jednoduché.

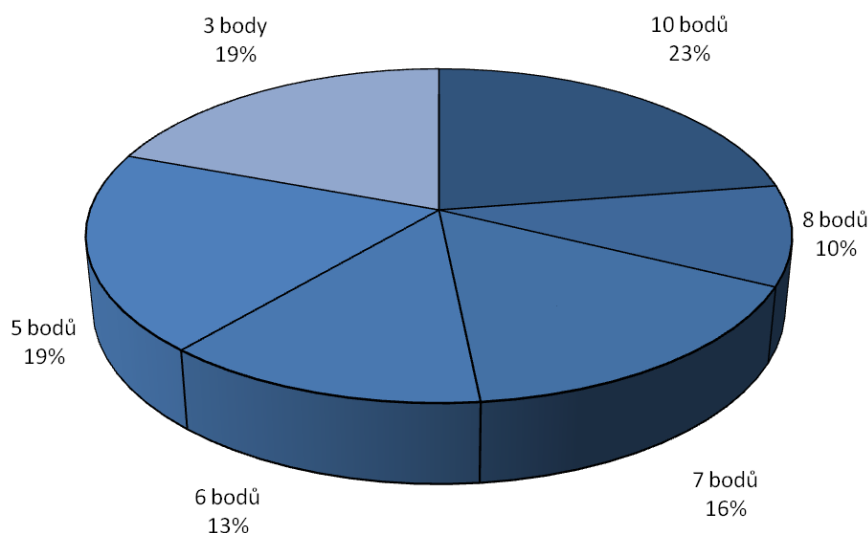
Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	90,32%	0,20
2	77,42%	0,33
3	67,74%	0,27
4	54,84%	0,60
5	48,39%	0,67
6	48,39%	0,40
7	87,10%	0,20
8	58,06%	0,60
9	70,97%	0,40
10	45,16%	0,53

**Tabulka 2:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Kinematika (varianta B)

Z pohledu na nejvíce problematické úlohy může z tabulky 2 vyčíst, že čtyři z deseti zadaných otázek klesly v indexu obtížnosti pod padesát pět procent. Podobné hodnoty vykazují tyto otázky i v grafu 3. Indexy obtížnosti jsou ale stále v normě a úlohy tak nemůžeme považovat za úlohy pro žáky příliš složité. I tak ale k chybám docházelo. Chybovalo se kupříkladu i v páté otázce, v které bylo potřeba použít základní vztah pro rovnoměrně zrychlený pohyb a vyjádřit z něj neznámou veličinu. K těmto otázkám, které byly pro více jak padesát procent žáků těžké, tedy otázkám, které se nepodařilo žákům zodpovědět správně, se přidává i otázka na téma pohyb hmotného bodu po kružnici stejně jako ve variantě A. Vidíme, že obecně dělá žákům pohyb hmotného bodu po kružnici větší problémy než pohyb přímočarý. Z testů ale nejde posoudit, zda je příčinou špatný výklad ve škole, a nebo je chyba na straně žáků. V pomocných listech, na které si žáci psali mezivýpočty při počítání se ale často objevovala absence potřebných vztahů pro výpočet pohybu hmotného bodu po kružnici.

I přes počet úloh, v kterých se chybovalo, se objevilo větší množství žáků, kteří dosáhli plného počtu bodů. Procentuálně se dokonce jedná o největší zastoupení, jak zobrazuje graf 4, ale hned v závěsu za tímto nejčastějším bodovým zastoupením je

tříbodové a pětibodové hodnocení. Medián dosažených bodů ve variantě B testu Kinematika je tak v tomto případě šest bodů. Průměrný počet bodů, kterého žáci v této variantě testu dosahovali je 6,48 bodů. Koeficient spolehlivosti testu odpovídá v tomto případě hodnotě 0,74. Hodnota je již značně vyšší než ve variantě A.



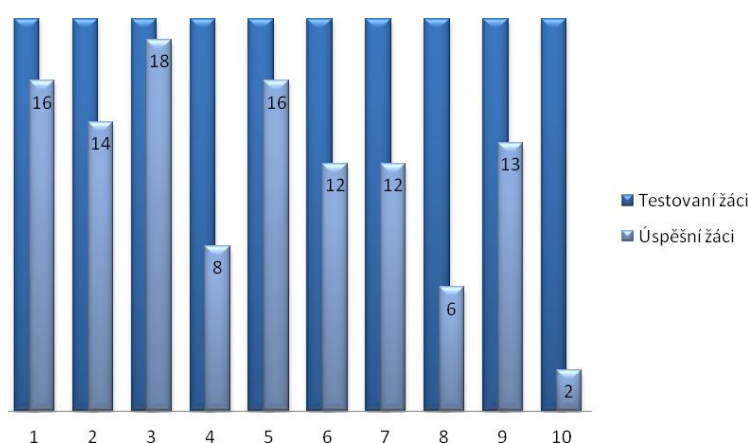
**Graf 4:** Bodová úspěšnost žáků v testu Kinematika (varianta B)

Chyby žáků, které se objevovaly v obou variantách, byly z větší části způsobeny neznalostí základních vztahů. Co se týká nerovnoměrného pohybu hmotného bodu, znala řada žáků pouze základních vztahy pro výpočet zrychlení, což jim ke správnému zodpovězení dalších otázek nestačilo. Dále se prokázalo, že spousta žáků zapomíná na převody rychlostí na stejné jednotky. Poslední nejčastější chybou byl výpočet dráhy tělesa, jehož pohyb byl zaznamenán v předtisknutém grafu. V grafu byl zaznamenán pohyb tělesa, které nejdříve rovnoměrně zrychlovalo, poté jelo po určitý čas konstantní rychlostí, a poté opět zrychlovalo nebo naopak zpomalovalo. Žáci si neuvědomovali, že jeho pohyb musí rozdělit do tří časových intervalů, a v každém z nich počítat parametry pohybu tělesa samostatně. Často se objevovaly případy, kdy žáci dráhu tělesa počítali jako by těleso konalo pouze rovnoměrný pohyb. Porovnáním koeficientů spolehlivosti u obou variant můžeme vidět, že varianty nejsou výkonnostně vyrovnané, tak jak bylo plánováno při jejich sestavování, ale že varianta B je zdařilejší.



### 2.1.2 Dynamika

Druhý test, který byl ve školním roce 2013/2014 předložen žákům prvního ročníku na Všeobecném a sportovním gymnáziu v Bruntále, se nám podařilo ověřit na celkem třiceti šesti žácích. I když je počet prověřovaných žáků nižší než v předchozím testu, pokusili jsme se z výsledků testů a z chyb které se v nich nejčastěji objevovaly vyvodit co nejpřesnější závěry, které by vysvětlovaly, v čem žáci nejčastěji chybovali a co tyto chyby způsobovalo.



**Graf 5:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Dynamika (varianta A)

Jak nám ukazuje graf 5, objevovaly se ve variantě A otázky, na které odpověděla většina žáků, ale také otázky, na které odpovědělo správně minimum z nich. Zaměřili jsme se na otázky, které podle grafu 5 dělali žákům největší problémy. První takovou otázkou byla otázka čtvrtá, která prověřovala propojení mezi kapitolami Kinematika a Dynamika hmotného bodu. Pouze jediný žák ze všech žáků, kteří v této otázce chybovali, chyboval při dosazování do vzorce. Ostatní žáci si pravděpodobně nedokázali vybavit vzorce, které se naučili v předešlé kapitole. V pomocných listech jsme u těchto žáků zpravidla vůbec nenašli vztah pro výpočet zrychlení, který si žáci osvojili již v kapitole s názvem Kinematika. Ukazuje se, že žáci se na ohlášený test pravděpodobně připravili jen z učiva kapitoly, kterou právě probrali a zapomněli již na to, že se na sebe může učivo vrstvit, nebo nebylo učivo předchozí kapitoly dostatečně upevněno. Nepočítali pravděpodobně s tím, že by se jim vztahy z předešlé kapitoly mohly hodit a již se je neučili a ani si je nezopakovali. Vidíme tedy, že žákům dělá problém propojit si probrané učivo z různých kapitol do sebe. Další z úloh, v které se nejvíce chybovalo, je úloha, v níž se objevoval zákon zachování hybnosti. Podle poznámek jednotlivých žáků je tato úloha pro žáky těžká

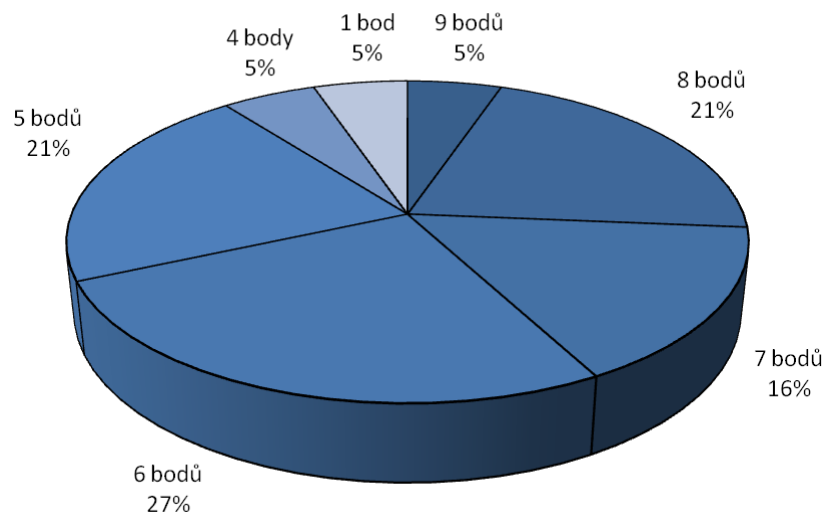
v tom smyslu, že ji řada z nich nepochopí a nedokáže si tak sestavit rovnici vyjadřující tento zákon. Otázka, na kterou odpovědělo správně nejméně ze všech žáků je otázka spjata s dynamikou rotujícího tělesa. Otázka sice navazovala na otázku předchozí, ale jak vidíme v grafu 5, problémem nebylo navazování otázek, ale špatné znalosti které žáci vykazovali a o které nás opět přesvědčila absence potřebných vztahů pro výpočet rychlosti rotujícího tělesa v jejich pomocných listech.

V grafu 5 nám první, třetí a pátá otázka vykazuje velmi vysokou úspěšnost. Tento jev nám dokazuje i tabulka 3. Indexy obtížnosti u těchto tří otázek přesahují hranici osmdesáti procent. Naopak poslední otázka, o které jsme si již řekli že byla pro žáky „katastrofická“, má index obtížnosti velmi nízko pod hranicí dvaceti procent.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	84,21%	0,1
2	73,68%	0,2
3	94,74%	0,1
4	42,11%	0,2
5	84,21%	0,1
6	63,16%	0,5
7	63,16%	0,5
8	31,58%	0,3
9	68,42%	0,5
10	10,53%	0

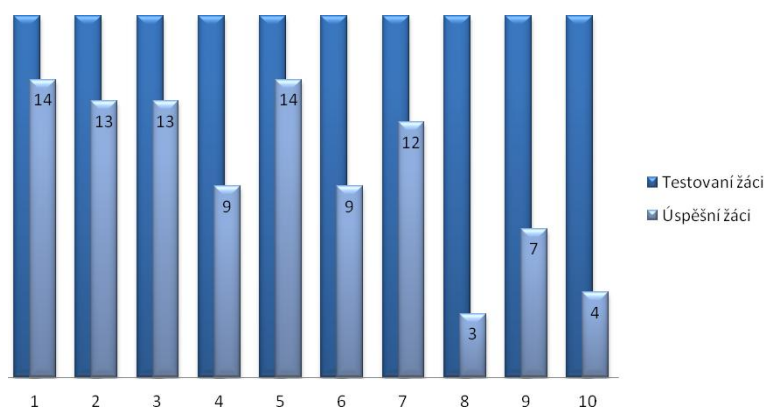
**Tabulka 3:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Dynamika (varianta A)

Při pohledu na graf 6 a na bodovou úspěšnost žáků můžeme vidět, že nejpočetnější částí grafu je oblast znázorňující žáky, kteří dosáhli šesti bodů. V souladu s tím je i medián dosažených bodů, který odpovídá taktéž 6 bodům a průměrný počet dosažených bodů, který má hodnotu 6,16 bodů. Z grafu ale můžeme říci, že minimálně třetina žáků dosáhla sedmi a více bodů, což není špatný výsledek. Koeficient spolehlivosti testu Dynamika varianty A odpovídá hodnotě 0,53.



**Graf 6:** Bodová úspěšnost žáků v testu Dynamika (varianta A)

Varianta B, jak ukazuje graf 7, vykazuje značné podobnosti jako varianta A. Objevují se zde otázky, na které odpověděla správně většina žáků, ale i otázky na které úplné minimum z nich. Nejvíce žáků odpovědělo správně na první a pátou otázku.



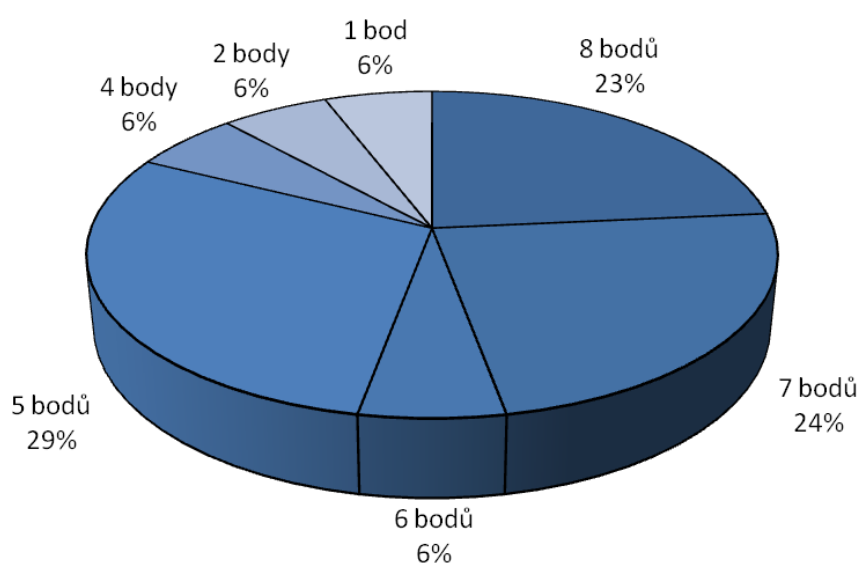
**Graf 7:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Dynamika (varianta B)

V tabulce 4 můžeme vidět, že u první a páté otázky se index obtížnosti vyhoupl téměř nad hranici osmdesáti procent. Při pohledu na poslední tři otázky, vidíme, že se úspěšnost žáků u těchto otázek naopak pohybuje velmi nízko. V případě osmé otázky dokonce klesl index obtížnosti pod hranici dvaceti procent a u desáté otázky je index obtížnosti jen lehce nad touto hranicí. Jelikož bylo snahou sestavit vyrovnané varianty, jsou si otázky typově podobné. V osmé otázce žáci vyjadřovali rovnice pro zákon zachování hybnosti a v otázce desáté řešili příklad z oblasti dynamiky rotujícího hmotného bodu stejně jako ve variantě A. Chyby žáků ve variantě B odpovídaly chybám žáků v předchozí variantě.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	82,35%	0,1
2	76,47%	0,5
3	76,47%	0,4
4	52,94%	0,8
5	82,35%	0,1
6	52,94%	0,5
7	70,59%	0,2
8	17,65%	0,4
9	41,18%	0,6
10	23,53%	- 0,1

**Tabulka 4:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Dynamika (varianta B)

Při pohledu na koeficient ULI zobrazeném v tabulce 4 si můžeme všimnout, že jedna z hodnot koeficientu ULI je záporná. Tato záporná hodnota značí, že v otázce chybovalo více lepších, než horších žáků. Její hodnota je ale velmi blízká nulové hodnotě. Není tedy potřeba řešit důvody, proč k tomuto jevu docházelo. Ukázalo se pouze, že na příklad nedokázali správně odpovědět lepší i horší žáci. Problém tedy nejspíš nebyl v nedostatečných znalostech individuálních žáků, ale v nepochopení celé třídy, špatného výkladu během vyučování, nebo špatné formulace samotné otázky v testu.



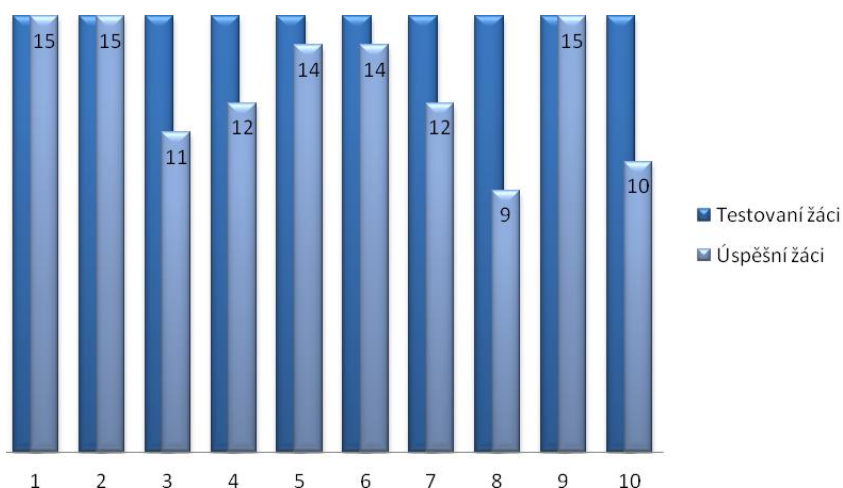
**Graf 8:** Bodová úspěšnost žáků v testu Dynamika (varianta B)

Při pohledu na graf 8 vidíme, že nejpočetnější částí je oblast, která obsahuje všechny žáky, jež dosáhli pěti bodů. K této hranici se přibližuje i průměrný počet dosažených bodů, který má hodnotu 5,76. Medián počtu dosažených bodů ve variantě B odpovídá šesti bodům. Jak vidíme, byla tato varianta z hlediska dosažených bodů pro žáky značně složitá. I přesto dosáhla více jak třetina žáků sedmi a více bodů. Při určování koeficientu spolehlivosti jsme zjistili, že koeficientu odpovídá hodnota 0,62.

V průběhu opravování a vyhodnocování jsme se přesvědčili, že v obou dvou variantách dělala žákům značný problém dynamika rotujícího tělesa. Řada z nich vůbec neznala potřebné vztahy pro výpočet, což jsme odhalili v pomocných listech, které odevzdávali a na které si dělali pomocné výpočty. Dále žákům dělal problém zákon zachování hybnosti, kde si z příkladu neuměli sestavit rovnice potřebné pro výpočet. Navíc jsme získali informace o tom, že většina žáků není schopna propojit si získané informace z různých kapitol, aby je použila v jednom z příkladů. Hodnoty koeficientu spolehlivosti jsou pro obě varianty značně podobné, ale i přesto je u varianty A hodnota koeficientu nižší.

### 2.1.3 Mechanická práce

Jedním z testů, který se ověřoval ve školním roce 2013/2014 jako jeden z posledních, byl test s názvem Mechanická práce. Celkem jsme měli možnost předložit testy třiceti žákům prvního ročníku, přičemž prvních patnáct žáků obdrželo testy varianty A a zbylých patnáct žáků testy varianty B.



**Graf 9:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Mechanická práce (varianta A)

Žáci, jež psali variantu A byly v testech velmi úspěšné. Jak můžeme vidět v grafu 9, ve třech z deseti zadaných otázek odpověděli správně všichni testovaní a v dalších dvou otázkách, otázkách s číslem pět a šest, se mýlil vždy jen jeden žák v každé z otázek. Při statistickém zpracování jsme ale zjistili, že se jednalo právě o jednoho žáka, který v těchto otázkách chyboval.

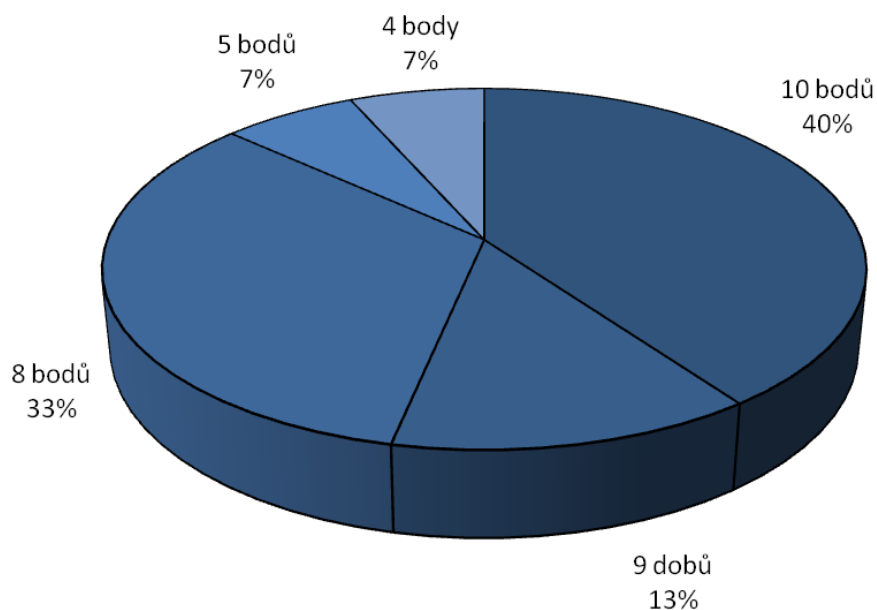
Počet správných odpovědí ve zbývajících pěti otázkách neklesl pod polovinu, tedy na všechny zbylé otázky dokázala vždy odpovědět správně alespoň polovina žáků. Potvrzení nám poskytuje i tabulka 5, která udává, že žádná otázka neklesla svým indexem obtížnosti pod hranici šedesáti procent a že koeficienty ULI jsou všechny svými hodnotami velmi blízko nule. Tyto téměř nulové hodnoty koeficientu ULI nám udávají, že test nijak nerozlišoval mezi lepšími a horšími žáky a že na otázky odpovídali téměř vyrovnaně všichni žáci bez ohledu na jejich celkový počet dosažených bodů. Z těchto výsledků lze vyvodit, že otázky v testu byly pro žáky nejspíše příliš jednoduché.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	100,00%	0,00
2	100,00%	0,00
3	73,33%	0,13
4	80,00%	0,03
5	93,33%	0,03
6	93,33%	0,03
7	80,00%	0,10
8	60,00%	0,17
9	100,00%	0,00
10	66,67%	0,17

**Tabulka 5:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu *Mechanická práce (varianta A)*

Díky velkému počtu správných odpovědí stoupl i počet žáků, kteří dosáhli vyššího počtu bodů. Graf 10 nám ukazuje, že více než osmdesát procent žáků dosáhlo osmi a více bodů. Tato vysoká úspěšnost se zobrazila i do průměrného počtu dosažených bodů, který dosáhl 8,47 bodů a mediánu, který odpovídá devíti bodům. I přesto, že většina testovaných žáků dopadla v testu velmi dobře, odpovídá koeficient spolehlivosti testu varianty A hodnotě 0,75. Tato poměrně vysoká hodnota koeficientu spolehlivosti testu může být

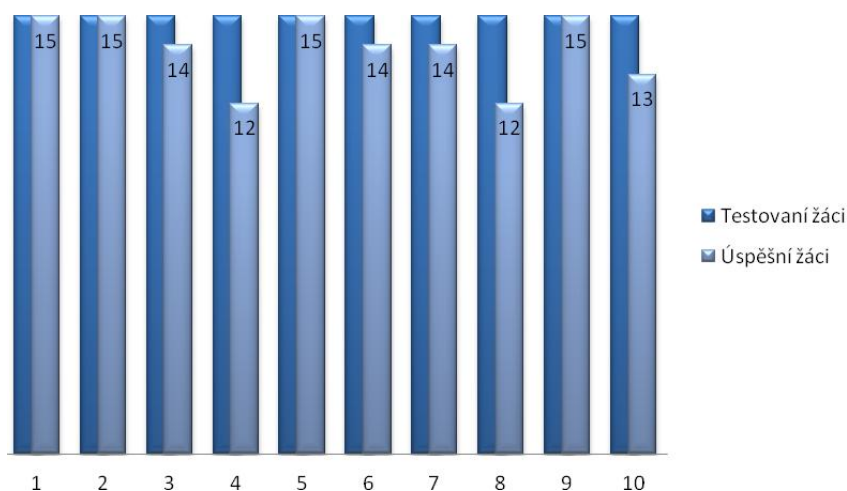
způsobena tím, že sice velký počet žáků odpověděl správně na velké množství otázek, ale objevili se i žáci, kteří dosáhli pouze čtyř a pěti bodů. Díky tomu se hodnota koeficientu spolehlivosti pohybuje na přijatelné úrovni.



**Graf 10:** Bodová úspěšnost žáků v testu Mechanická práce (varianta A)

Zbýlých patnáct žáků, kteří naopak obdrželi testy varianty B dopadli v testu ještě lépe než žáci píšící předchozí variantu.

Jak vidíme v grafu 11, nejvíce se chybovalo v otázce číslo čtyři a otázce číslo osm, kde chybovali celkem tři žáci. V ostatních otázkách se buď již nechybovalo, nebo se objevily méně než tři chybné odpovědi.

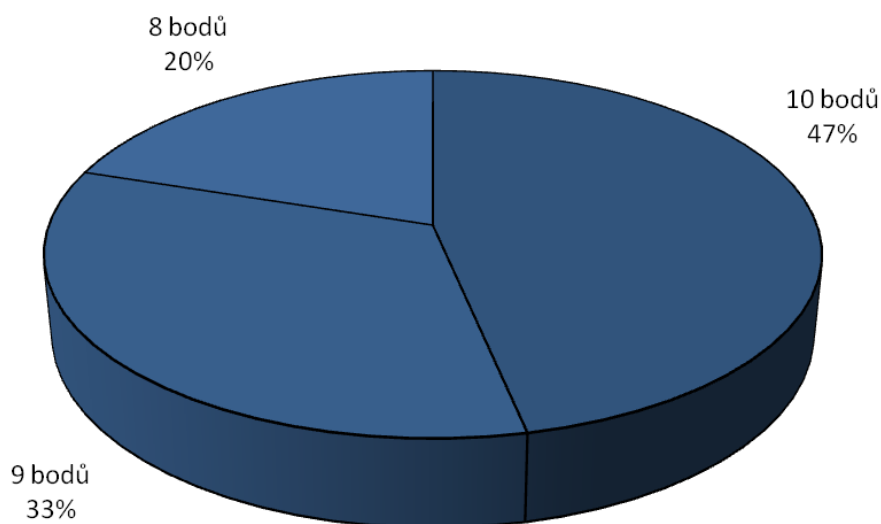


**Graf 11:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Mechanická práce (varianta B)

Velké množství správných odpovědí v tomto testu se opět odrazilo i v hodnotách indexů obtížnosti jednotlivých otázek. V tabulce 6 můžeme vidět, že žádná z otázek neklesla svým indexem obtížnosti pod hranici osmdesáti procent. Všechny otázky v testu jsou tedy pro žáky příliš jednoduché a bylo by potřeba je pro další testování přepracovat.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	100,00%	0,00
2	100,00%	0,00
3	93,33%	0,03
4	80,00%	0,10
5	100,00%	0,00
6	93,33%	0,03
7	93,33%	0,03
8	80,00%	0,07
9	100,00%	0,00
10	86,67%	0,07

**Tabulka 6:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu *Mechanická práce* (varianta B)



**Graf 12:** Bodová úspěšnost žáků v testu *Mechanická práce* (varianta B)

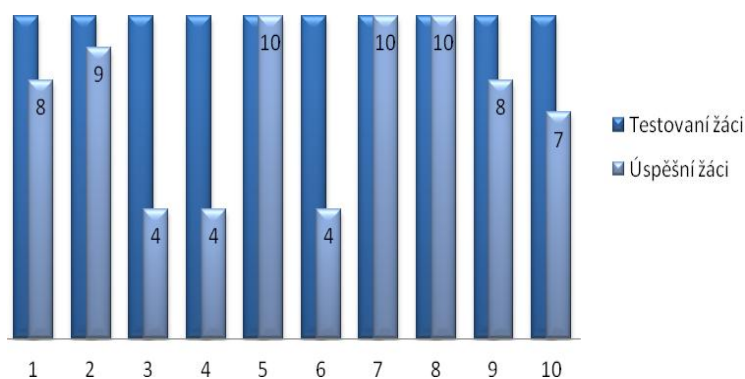


Velký počet správných odpovědí se projevil i do celkového počtu dosažených bodů u jednotlivých žáků. Jak můžeme vidět v grafu 12, největší zastoupení má skupina žáků, kteří v testu dosáhli plného počtu bodů. Zároveň ale můžeme vidět, že žáci, kteří dopadli nejhůře, v testu chybovali pouze dvakrát, tedy že počet dosažených bodů neklesl pod osm bodů. Z toho důvodu stoupl opět průměrný počet dosažených bodů na 9,27 bodů a medián počtu dosažených bodů odpovídá hodnotě devíti bodů. Jelikož všichni žáci nedostali méně než osm bodů z celého testu, poklesl koeficient spolehlivosti testu na hodnotu 0,03. Tato hodnota je již opravdu velmi nízká a test je pro jakékoliv hodnocení žáků naprosto nevhodný.

Pro další využití tohoto testu je potřeba jej přepracovat. V průběhu statistického zpracování jsme zjistili, že úlohy jsou pro žáky příliš jednoduché. Můžeme tedy počítat s tím, že žáci problematice natolik rozumí, že by bylo vhodné, do testu na toto téma vložit úlohy mnohem složitější a komplikovanější.

#### 2.1.4 Gravitační pole

Úplně prvním testem, který byl sestaven a předložen skutečnému vzorku žáků, byl právě test na téma Gravitační pole. Test byl potřeba žákům podat ještě ve školním roce 2012/2013, protože se tato látka probírá většinou až v měsíci dubnu a květnu. I přesto, že jsme testy do školy zaslali tak brzy, nepovedlo se nám testy ověřit na více jak jedné třídě žáků. Menší komplikace nastala s posledními dvěma otázkami v obou variantách, které zahrnovaly výpočet šikmého vrhu. Třída, které byly testy předloženy, tuto problematiku neprobírala a tak museli být žákům poskytnuty potřebné vztahy pro jejich výpočet. Žákům poté stačilo správně dosadit hodnoty ze zadání do těchto vztahů.



**Graf 13:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Gravitační pole (varianta A)

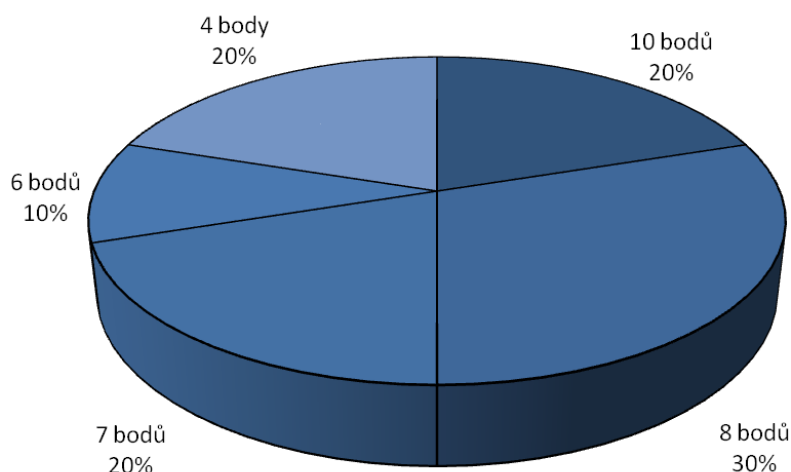
Jak můžeme vidět v grafu 13, dělaly některé úlohy varianty A žákům opravdové problémy, nejvíce třetí, čtvrtá a šestá úloha. První dvojice úloh přímo odkazovala na pohyb těles v centrálním gravitačním poli Země. Žáci v těchto úlohách chybovali z důvodu neznalosti potřebných vztahů pro výpočet první a druhé kosmické rychlosti. Důkaz jsme obdrželi ve formě jejich poznámkových listů, na které si žáci zaznamenávali mezivýpočty. Naopak v šesté úloze nechybovali z důvodů neznalosti, nýbrž z nepozornosti. Všechny chybné odpovědi byly způsobeny tím, že si žáci neuvědomili, že musí zvlášť vypočítat dobu, po kterou balón stoupá, a zvlášť dobu, za kterou klesá.

Zároveň si v grafu 13 můžeme povšimnout, že tři z deseti otázek odpověděli správně všichni žáci. Svědčí to o tom, že test obsahuje minimálně jednu otázku na kterou jsou schopni odpovědět i slabší žáci, kteří si odpovědi na tyto jednoduché otázky z testu odnáší alespoň minimální bodové ohodnocení, které by pro ně mohlo být motivační.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	80,00%	0,4
2	90,00%	0,2
3	40,00%	0,8
4	40,00%	0,8
5	100,00%	0,0
6	40,00%	0,8
7	100,00%	0,0
8	100,00%	0,0
9	80,00%	0,0
10	70,00%	0,6

**Tabulka 7:** *Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Gravitační pole (varianta A)*

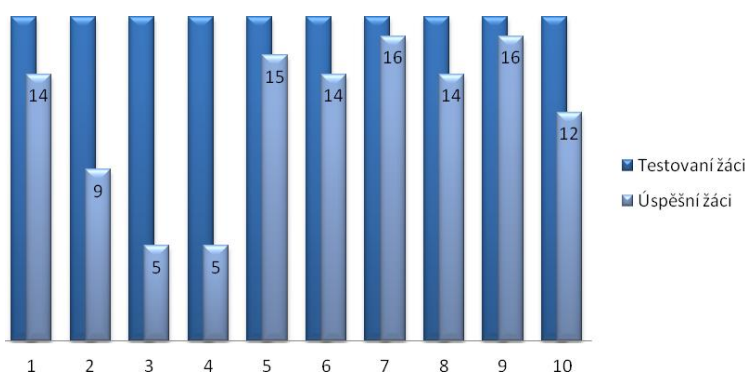
O tom, že je v testu několik otázek příliš jednoduchých nás informuje také tabulka 7. U šesti z deseti položených otázek přesahuje index obtížnosti již zmíněnou hranici osmdesáti procent, která považuje otázky s vyšším indexem obtížnosti za příliš jednoduché. I přes tuto skutečnost je průměrný počet dosažených bodů v této variantě pouhých 7,2 bodů a medián počtu dosažených bodů 7,5 bodů. I přes velký počet zdánlivě jednoduchých otázek dosahuje koeficient spolehlivosti poměrně vysoké hodnoty 0,77.



**Graf 14:** Bodová úspěšnost žáků v testu Gravitační pole (varianta A)

Varianta B vykazuje značné podobnosti s variantou A. Potvrzuje nám to, že jsou varianty výkonostně vyrovnané, což bylo i počátečním záměrem.

V grafu 15 vidíme že stejně jako u varianty A se nejvíce chybovalo v třetí a čtvrté otázce, které se vztahují k pohybu těles v centrálním gravitačním poli Země. I když na obě otázky odpovědělo správně o jednoho žáka více než ve skupině A, byla tato úloha z pohledu na graf 15 poměrně neúspěšná. Koefficient ULI u těchto dvou otázek v tabulce 8 nám svým záporným znamínkem neznačuje, že v těchto otázkách chybovali i žáci výkonostně lepší.



**Graf 15:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Gravitační pole (varianta B)

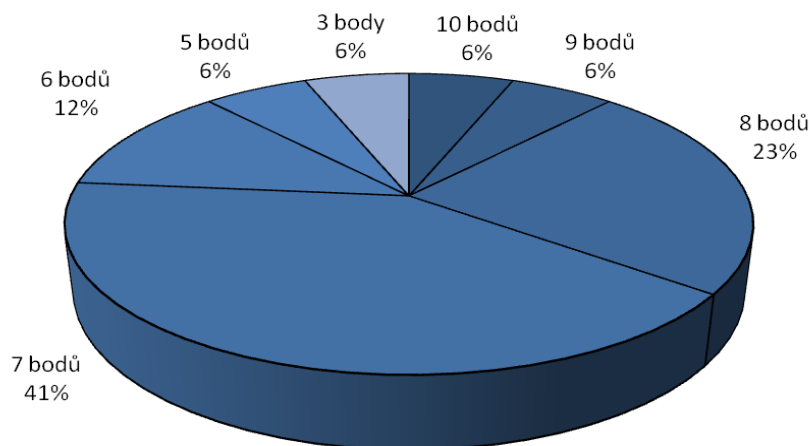
Následujících pět otázek ale naopak zodpověděla, až na ojedinělé případy, většina z žáků. Dokazují nám to zároveň indexy obtížnosti těchto otázek, které opět vystoupaly nad hranici osmdesáti procent. Tyto indexy obtížnosti jsou zobrazeny v tabulce 8. Zajímavostí může být, že v této variantě není žádná otázka, na kterou by odpověděli správně všichni žáci.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	82,35%	0,375
2	52,94%	0,500
3	29,41%	-0,250
4	29,41%	-0,250
5	88,24%	0,250
6	82,35%	0,125
7	94,12%	0,125
8	82,35%	0,125
9	94,12%	0,125
10	70,59%	0,625

**Tabulka 8:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Gravitační pole (varianta B)

V tabulce 8 se nám u třetí a páté otázky koeficient ULI opět posunuje do záporných hodnot. Na otázku tedy odpovědělo správně více horších žáků, než lepších. Vidíme, že kosmické rychlosti, které měli žáci vypočítat v těchto dvou příkladech, dělali i lepším žákům značné potíže.

Větší počet jednodušších otázek se tentokrát promítl i do grafu 16. Vidíme, že žáci, jenž dosáhli sedmi a více bodů, tvoří nadpoloviční většinu. Přesto se díky většímu počtu žáků, kteří dosáhli sedmi bodů, průměrný počet dosažených bodů neliší od skupiny A. V této variantě je průměrný počet dosažených bodů 7,06 bodů a medián počtu dosažených bodů odpovídá sedmi bodům. Jednoduchost otázek se promítl i do koeficientu spolehlivosti testu který dosahují hodnoty 0,42.

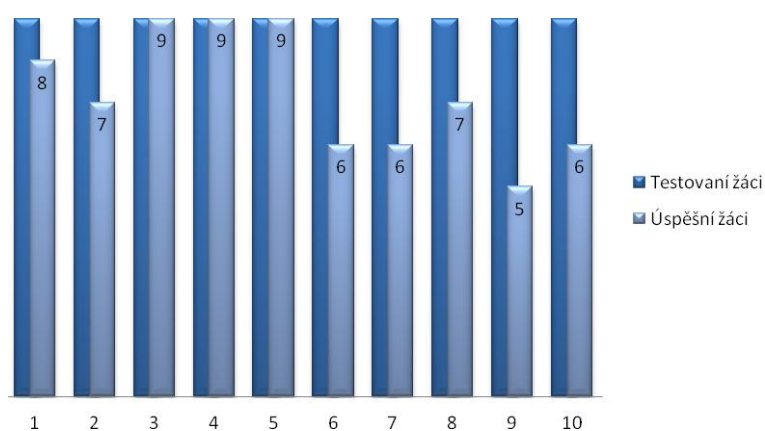


**Graf 16:** Bodová úspěšnost žáků v testu Gravitační pole (varianta B)

Největším problémem této kapitoly se pro obě varianty stala první a druhá kosmická rychlost. Žáci, kteří v těchto otázkách chybovali, vztah pro výpočet rychlostí neznali, nebo v něm udělali chybu. Často se stávalo, že zapomněli převést jednotky nebo jednotky převedli jen u některé z hodnot.

### 2.1.5 Mechanika tuhého tělesa

Jedním z dalších testů, který bylo potřeba ověřit v jarních měsících školního roku 2012/2013, byl test na téma mechanika tuhého tělesa. Oproti předchozímu testu s názvem Gravitační pole, klesl počet testovaných žáků na pouhých devatenáct žáků. Poklesem testovaných respondentů vzrostly komplikace se statistickým zpracováním, jehož kvalita se tím rapidně snížila. I když můžeme vidět, kolik žáků přesně chybovalo v jednotlivých úlohách, díky malému počtu žáků nemůžeme stoprocentně říci, jak významně byly výsledky těmito chybami ovlivněny. Pokud by byl test ověřen na více žácích, pak by byla pravidelně se opakující chyba jednoduše odhalena. Viděli bychom, co žákům dělá největší potíže. Chybuje-li naopak jen pár žáků, nedokážeme říci, zda je chyba náhodná, nebo zda jde o komplexnější problém.



**Graf 17:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu *Mechanika tuhého tělesa* (varianta A)

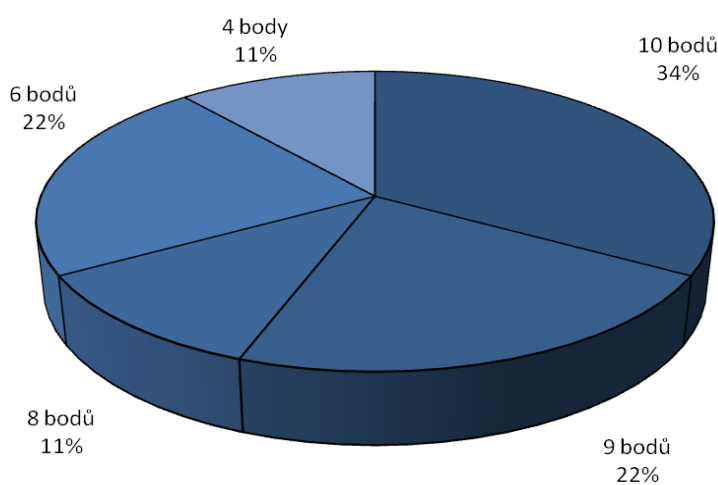
Jak ukazuje graf 17, byly některé z otázek ve variantě A pro testované žáky příliš jednoduché. Otázky číslo tři, čtyři a pět byly zodpovězeny všemi žáky. Naopak můžeme vidět, že hned ve čtyřech otázkách, dokázalo odpovědět správně maximálně šest z devíti testovaných žáků. V devátém případě dokonce zodpovědělo správně pouze pět testovaných žáků. Zajímavé je, že na osmou otázku, odpovědělo o jednoho žáka více, než na otázku předcházející. Největším paradoxem ale je, že osmá otázka na sedmou přímo navazuje. Není tedy možné, aby žák odpověděl špatně na otázku první a poté správně na otázku

na ni závislou. Jedinným logickým vysvětlením je, že žák který takto odpověděl, minimálně tyto dvě odpovědi natipoval.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	88,89%	0,25
2	77,78%	0,50
3	100,00%	0,00
4	100,00%	0,00
5	100,00%	0,00
6	66,67%	0,25
7	66,67%	0,75
8	77,78%	0,50
9	55,56%	0,50
10	66,67%	0,75

**Tabulka 9:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Mechanika tuhého tělesa (varianta A)

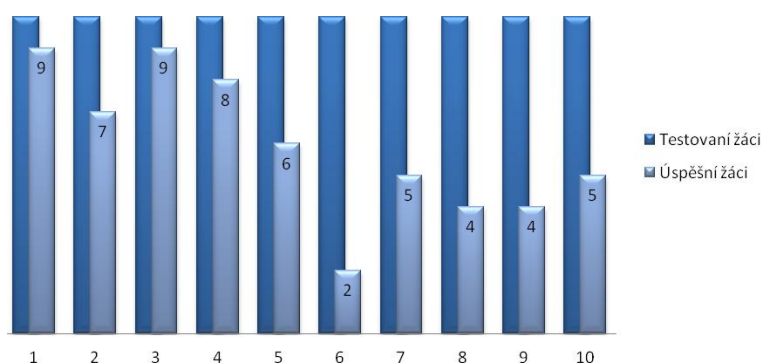
Jak jsme si již před chvílí ukázali, na tři ze zadaných úloh v testu varianty A odpověděli všichni žáci správně a v dalších otázkách chybovala jen pár dalších žáků. Právě tyto úlohy, na které odpověděla správně většina žáků, mají nejvyšší index obtížnosti. Jedná se tedy o velmi jednoduché otázky. Jak již bylo řečeno, vzhledem k malému počtu žáků, kterým byl test předložen, nelze však jednoznačně říci, zda jsou otázky opravdu tak příliš jednoduché. Index obtížnosti a koeficient ULI nelze považovat v tak malém počtu žáků za objektivní. K objektivnímu posouzení by bylo potřeba většího počtu žáků.



**Graf 18:** Bodová úspěšnost žáků v testu Mechanika tuhého tělesa (varianta A)

Dalším důkazem, že žáci s testy varianty A v testu dopadli velmi dobře, je jejich bodová úspěšnost. Průměrný počet dosažených bodů jednoho žáka v testu je 8,0 bodů a medián počtu dosažených bodů odpovídá bodům devíti. V grafu 18 vidíme, že více jak polovina žáků dosáhla devíti a více bodů. Jak již ale bylo zmíněno, nelze určit, zda byl test pro žáky příliš jednoduchý nebo zda se jednalo o skupinku nadaných žáků. Přesto je koeficient spolehlivosti tohoto testu roven 0,79.

Naopak výsledky skupiny B jsou již oproti skupině A pestřejší. A to i přesto, že test varianty B byl ověřen pouze na desíti žácích (o jednoho žáka více, než v předchozí variantě). Jak nám ukazuje graf 19, v této variantě se nevyskytuje otázka, na kterou by dokázali odpovědět všichni žáci. I přesto jsou zde ale otázky, na které odpověděla většina žáků. I když je počet žáků stále nedostačující pro přesnější statistické zpracování, chybovali žáci v této variantě již častěji. V testu se vyskytovaly i takové otázky, na které nebyla schopna odpovědět polovina testovaných žáků. Jak vypovídá graf 19, šlo o posledních pět otázek.



**Graf 19:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu *Mechanika tuhého tělesa* (varianta B)

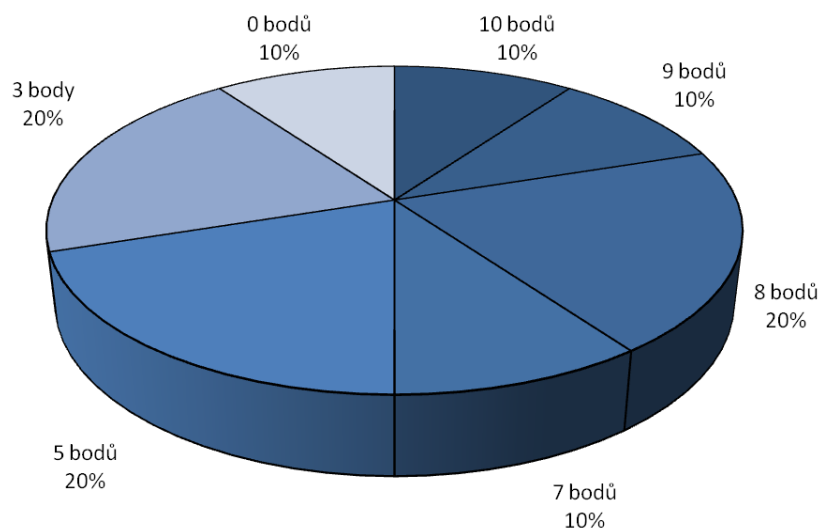
Zaměříme se na otázky, které žákům dělali největší problém, tedy otázky, na které odpovědělo správně méně než pět studentů z deseti a jejichž index obtížnosti klesl pod čtyřicet procent. V tabulce 10 můžeme vidět o které z otázek se jedná, při pohledu na testy (příloha č. 9 a č. 10) uvidíme, že jde o otázku, v které žáci nevolili odpověď z nabízených možností, ale svou odpověď museli zaznamenat do předtištěného obrázku. Jejich úkolem bylo, graficky zaznamenat výslednici dvou různých rovnoběžných sil. Tato otázka dopadla ze všech nejhůře. Z deseti žáků, kteří test obdrželi, odpověděli

správně pouze dva žáci. Zdá se, že problematika vektorů a zaznamenávání jejich výslednic není žáky dostatečně osvojena a nebo se jí ve škole věnuje příliš málo času.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	90,00%	0,2
2	70,00%	0,6
3	90,00%	0,2
4	80,00%	0,4
5	60,00%	0,8
6	20,00%	0,4
7	50,00%	0,6
8	40,00%	0,8
9	40,00%	0,4
10	50,00%	0,6

**Tabulka 10:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Mechanika tuhého tělesa (varianta B)

Žáci, kteří obdrželi test varianty B, dosáhli v testu průměrně 5,8 bodů. Medián počtu dosažených bodů varianty B odpovídá hodnotě šesti bodů. Podobné výsledky zobrazuje i graf 20. Z něj dokážeme vyčíst, že žák, který získal v testu sedm a více bodů, se řadí do lepší poloviny žáků. Koeficient spolehlivosti tohoto testu vystoupal na hodnotu 0,90.



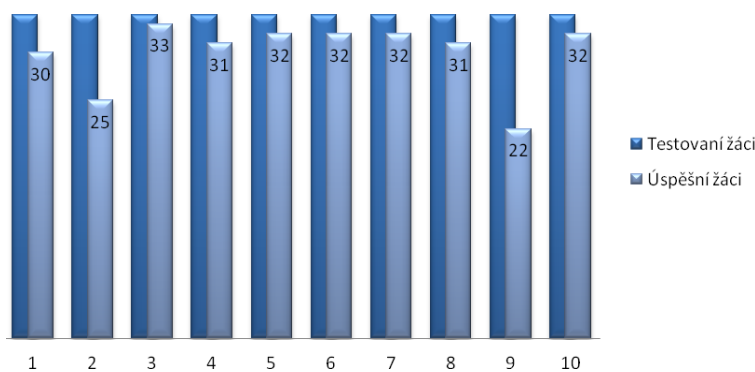
**Graf 20:** Bodová úspěšnost žáků v testu Mechanika tuhého tělesa (varianta B)



Největším problémem statistického zpracování obou variant testu na téma mechanika tuhého tělesa, byl malý počet testovaných žáků. Celkem jsme dokázali ověřit devět testů varianty A a deset testů varianty B. V takovém počtu je těžké vyvozovat ze statistik hlubší závěry. Z výsledků testů varianty B můžeme odvodit následující. Žáci mají mezery ve znalostech práce s vektory a se zanačením jejich výslednice. Další část učiva, které u žáků vykazovalo značné nedostatky, bylo učivo zahrnující mechaniku rotujícího tělesa. Žáci v tomto případě většinou neznali potřebné vztahy pro výpočet zadaného příkladu. Jedním z nedostatků byla rovněž nedostačující znalost matematiky. Někteří žáci nedokázali své matematické znalosti využít na praktickém příkladě. Některých vyjmenovaných chyb se dopouštěli i žáci z varianty A. Jak již ale bylo zmíněno, nedalo se díky jejich malému počtu odhalit systematicky se opakující chyby.

### 2.1.6 Hydromechanika

Úplně první test, který byl otestován ve školním roce 2013/2014 byl test na téma Hydromechanika. Toto téma bývá probíráno na konci školního roku, ale ne každá škola stihne tuto problematiku probrat celou, a tak si její část často nechávají na září následujícího školního roku. Tak tomu i bylo s testy, které byly ověřovány třemi třídami na Gymnázia Hejčín v Olomouci. Celkem se nám je tedy podařilo ověřit na šedesáti čtyřech žácích druhého ročníku.



**Graf 21:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Hydromechanika (varianta A)

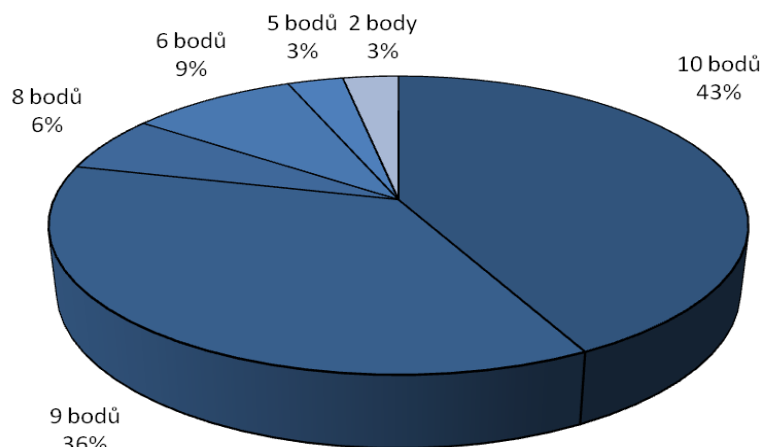
Testy varianty A obdrželo celkem třicet čtyři žáků. Jak můžeme vidět v grafu 21, je počet správných odpovědí u jednotlivých otázek ohromující. Z těchto výsledků vyplývá, že testy byly nejspíš příliš jednoduché. Svědčí o tom i indexy obtížnosti, které jsou zobrazeny v tabulce 11 a které jsou pouze u dvou otázek nižší než osmdesát procent. V popisu testu s názvem Hydromechanika, jsme uvedli, že vztah k zodpovězení jedné

z otázek se v učebnici [2] nenachází. V tomto případě šlo právě o otázku, v které chybovalo nejvíce žáků. Vyplývá nám z toho, že na otázky, které přímo navazují na probrané učivo, žáci dokážou bez problémů odpovědět. Pokud se ale před ně postaví situace, v které nestačí pouze dosadit do známého vztahu, ale musí pro tuto situaci vyvodit adekvátní vztah, dělá jim to již větší potíže.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	88,24%	0,25
2	73,53%	0,25
3	97,06%	0,06
4	91,18%	0,19
5	94,12%	0,13
6	94,12%	0,13
7	94,12%	0,06
8	91,18%	0,19
9	64,71%	0,75
10	94,12%	0,13

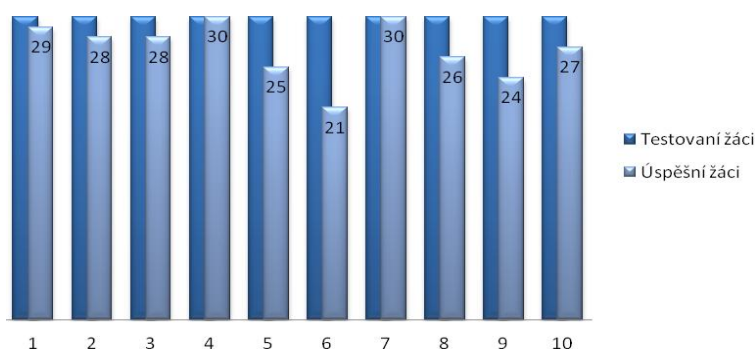
**Tabulka 11:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu *Hydromechanika* (varianta A)

O tom, že je tento test příliš jednoduchý, svědčí i graf 22. Více jak tři čtvrtiny žáků skupiny A získalo plný počet bodů, nebo maximálně jednou chybovali. Vykazuje to i průměrný počet dosažených bodů, který má hodnotu 8,76 a medián počtu dosažených bodů, který odpovídá hodnotě devíti bodů. I přesto, že je test z prvního pohledu příliš jednoduchý, dosahuje koeficient spolehlivosti hodnoty 0,80.



**Graf 22:** Bodová úspěšnost žáků v testu *Hydromechanika* (varianta A)

Na zbylých třiceti žácích jsme ověřili testy Varianty B. Dle grafu 23 vidíme, že výsledky jsou téměř totožné s výsledky testu varianty A. U osmi z deseti otázek odpověděla převážná většina žáků a na dvě z těchto osmi otázek odpověděli správně úplně všichni žáci. Jak můžeme vidět i v tabulce 12, index obtížnosti těchto otázek je opravdu velmi vysoký.



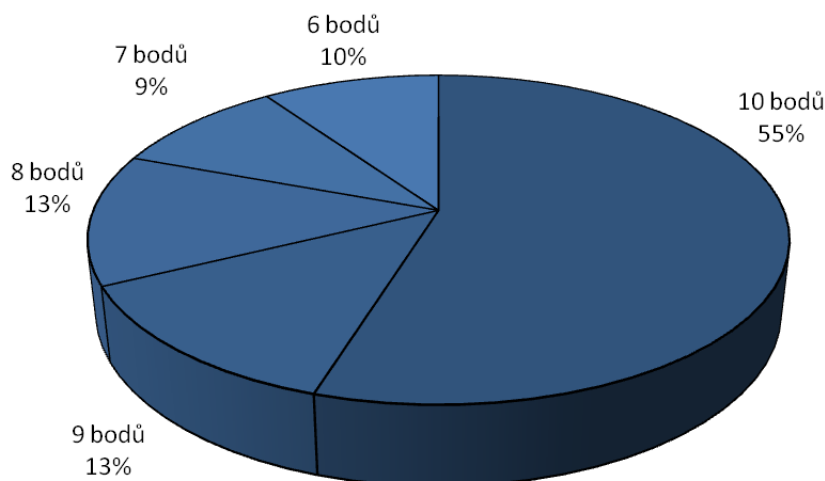
**Graf 23:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Hydromechanika (varianta B)

Při kontrole zbylých dvou otázek, na které odpovědělo správně dvacet jedna a dvacet čtyři žáků z původních třiceti, vidíme, že se stále ještě jedná o velmi vysoké čísla. Přesvědčují nás o tom i jejich indexy obtížnosti, které jsou zobrazeny v tabulce 12 a které jen mírně klesly pod hranici osmdesáti procent. Devátá otázka, jejíž index obtížnosti odpovídá přesně osmdesáti procentům, je totožná s otázkou varianty A v které chybovalo nejvíce žáků. Druhou otázkou v které se ve variantě B nejvíce chybovalo je otázka šestá. V této otázce žákům dělaly největší problémy matematické úpravy a matematické vyjadřování.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	96,67%	0,07
2	93,33%	0,33
3	93,33%	0,13
4	100,00%	0,00
5	83,33%	0,33
6	70,00%	0,67
7	100,00%	0,00
8	86,67%	0,27
9	80,00%	0,40
10	90,00%	0,20

**Tabulka 12:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Hydromechanika (varianta B)

Stejně ohromující výsledky tohoto testu nám vyplývají i z grafu 24. Můžeme v něm vidět, že více jak tři čtvrtiny žáků dosáhli osmi a více bodů, přičemž medián počtu dosažených bodů je deset bodů a průměrný počet dosažených bodů se vyšplhal na hodnotu 8,94 bodů. I přes tuto nečekaně vysokou úspěšnost většiny žáků má koeficient spolehlivosti testu hodnotu 0,63.



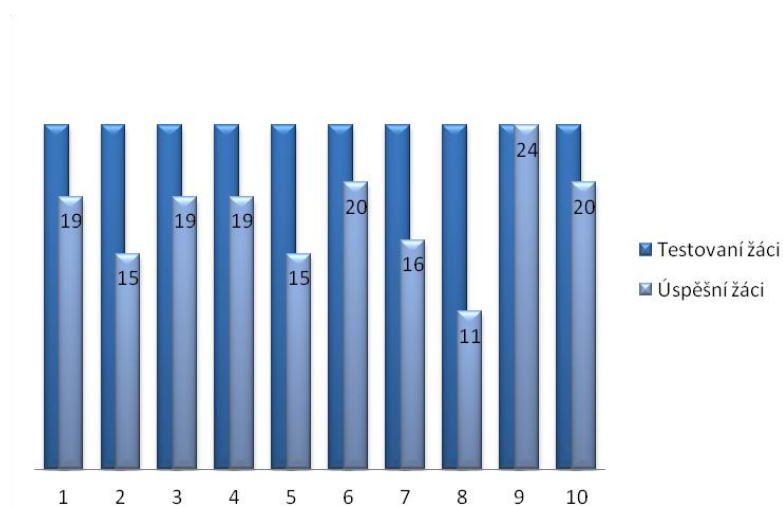
**Graf 24:** Bodová úspěšnost žáků v testu *Hydromechanika (varianta B)*

Jelikož se v obou variantách testu chybovalo úplně minimálně, nemohli jsme z výsledků testů vyvozovat příliš velké závěry. Vzorek žáků byl dostačující, ale stále nemáme jistotu, zda je test opravdu tak příliš jednoduchý nebo zda jsou třídy Gymnázia Hejčín tvořeny tak chytrými žáky. Test by bylo potřeba znovu prověřit na novém vzorku žáků a případně jej přepracovat.

## 2.2 Molekulová fyzika

### 2.2.1 Základy molekulové fyziky

Vyhodnotit testy s názvem Základy molekulové fyziky nebylo vůbec jednoduché. Testy byly předány žákům na obou gymnáziích. Ne od všech žáků jsme ale dostali jejich pomocné listy, na kterých zaznamenávali své mezi výpočty a vztahy potřebné pro výpočet. U těch žáků, od kterých jsme tyto listy neměli k dispozici, jsme tak mohli pouze odhadovat, jakých chyb se dopustili.



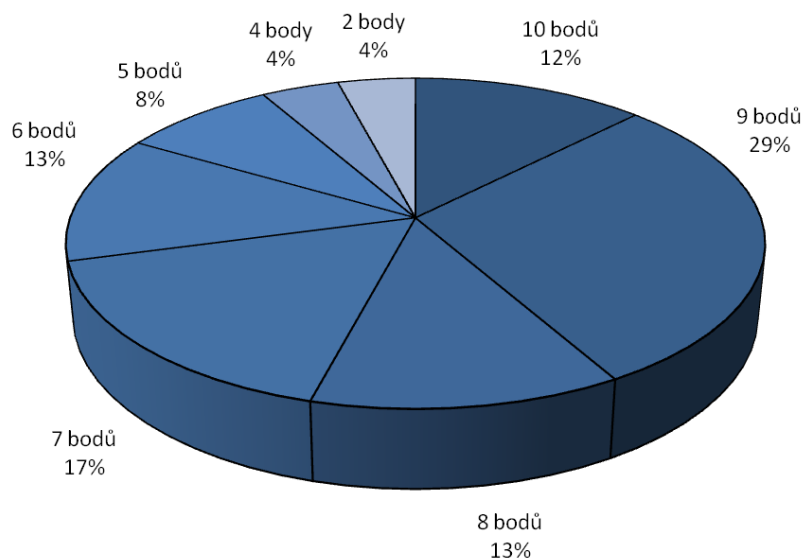
**Graf 25:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Základy molekulové fyziky (varianta A)

Test varianty A byl napsán celkem dvaceti čtyřmi žáky. Jak můžeme vidět v grafu 25, je u většiny otázek větší převaha správných odpovědí. I přesto je pouze u třech z deseti otázek index obtížnosti vyšší než osmdesát procent, na jednu z nich odpověděli správně všichni žáci. Jak můžeme dále vidět v tabulce 13, další tři otázky jsou jen lehce pod osmdesátiprocentní hranicí. Nic to ale nemění na situaci, že sedm z deseti otázek jsou co se týče indexu obtížnosti optimální. I když je možné, že na větším vzorku žáků, by se i první, třetí i čtvrtá otázka ukázali jako příliš jednoduché. Další otázky, jak lze vidět v grafu 25, jsou si již v úspěšnosti docela vyrovnané. Otázkou na kterou odpovědělo nejméně ze všech žáků je otázka osmá. Nedokázala na ni správně odpovědět více jak polovina z testovaných žáků. Tato okolnost mohla být způsobena i tím, že otázka přímo navazovala na otázku předchozí, byť to nemůžeme přímo dokázat.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	79,17%	0,33
2	62,50%	0,58
3	79,17%	0,42
4	79,17%	0,42
5	62,50%	0,58
6	83,33%	0,33
7	66,67%	0,33
8	45,83%	0,25
9	100,00%	0,00
10	83,33%	0,00

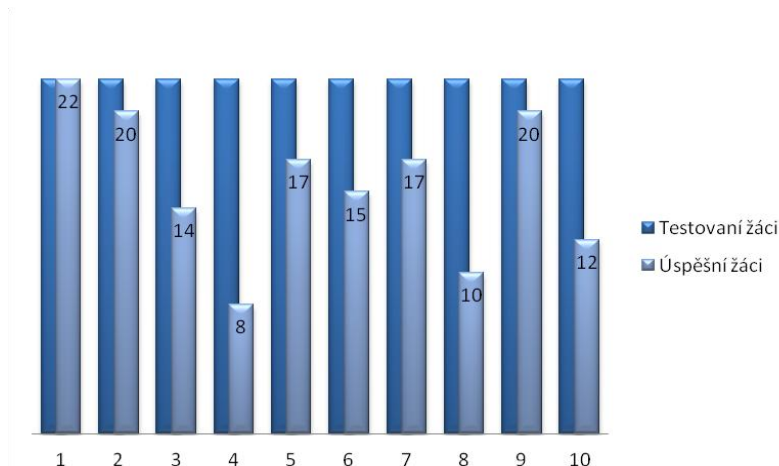
**Tabulka 13:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Základy molekulové fyziky (varianta A)

V grafu 26, který nám v procentech zobrazuje bodovou úspěšnost žáků s testy varianty A, můžeme pozorovat velmi pestré rozdělení. Při statistickém zpracování jsme zjistili, že průměrný počet dosažených bodů varianty A testu na téma Základy molekulové fyziky dosáhl hodnoty 7,46 bodů a medián počtu dosažených bodů hodnoty osmi bodů. Koeficient spolehlivosti testu nám v případě této varianty vychází 0,66.



**Graf 26:** Bodová úspěšnost žáků v testu Základy molekulové fyziky (varianta A)

Testy varianty B obdrželo již o dva žáky méně než testy předchozí varianty, tedy celkem dvacet dva žáků. Jelikož je ale pokles počtu respondentů minimální jsou hodnoty statistických ukazatelů srovnatelné.



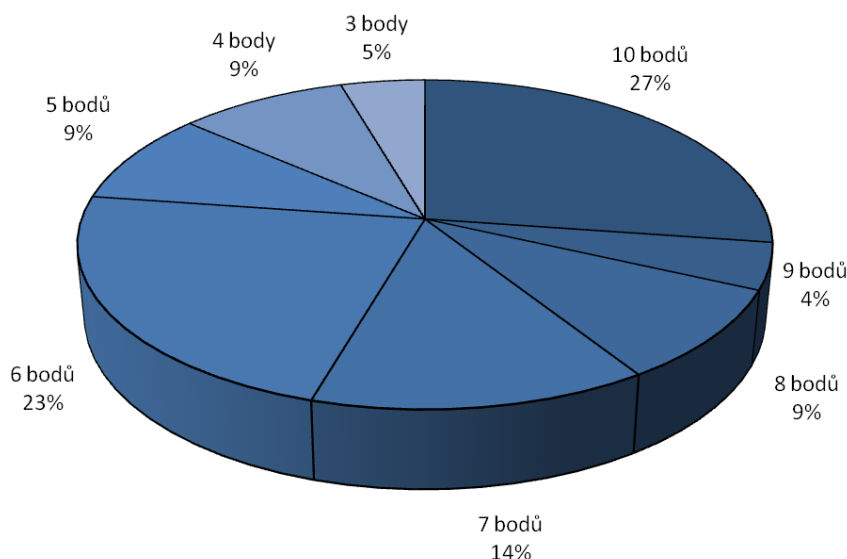
**Graf 27:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu *Základy molekulové fyziky (varianta B)*

V grafu 27 můžeme vidět, že počet správně zodpovězených otázek již oproti variantě A mírně poklesl. Přesto se zde znovu objevují přesně tři otázky, v kterých index obtížnosti překračuje hranici osmdesáti procent, což můžeme vidět v tabulce 14. Na jednu z otázek navíc odpověděli správně všichni zúčastnění žáci. Při pohledu na otázky na které odpověděla méně než polovina žáků jsme odhalili, že se opět jednalo o osmou otázku, jako v předchozí variantě, v které žáci určovali molární objem látky. Další pro žáky neúspěšnou otázkou se stala otázka čtvrtá, ve které měli za úkol vypočítat látkové množství.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	100,00%	0,00
2	90,91%	0,18
3	63,64%	0,36
4	36,36%	0,55
5	77,27%	0,27
6	68,18%	0,27
7	77,27%	0,45
8	45,45%	0,91
9	90,91%	0,18
10	54,55%	0,55

**Tabulka 14:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu *Základy molekulové fyziky (varianta B)*

Jak jsme viděli v předchozím grafu a tabulce, byla tato varianta testu na téma Základy molekulové fyziky pro žáky méně úspěšná než varianta předchozí. Dokazuje nám to i graf 28, medián počtu dosažených bodů, který je sedm bodů a průměrný počet dosažených bodů, který nabývá hodnoty 7,14 bodů. Koeficient spolehlivosti testu, který odpovídá hodnotě 0,74, je ale zcela vyhovující.



**Graf 28:** Bodová úspěšnost žáků v testu Základy molekulové fyziky (varianta B)

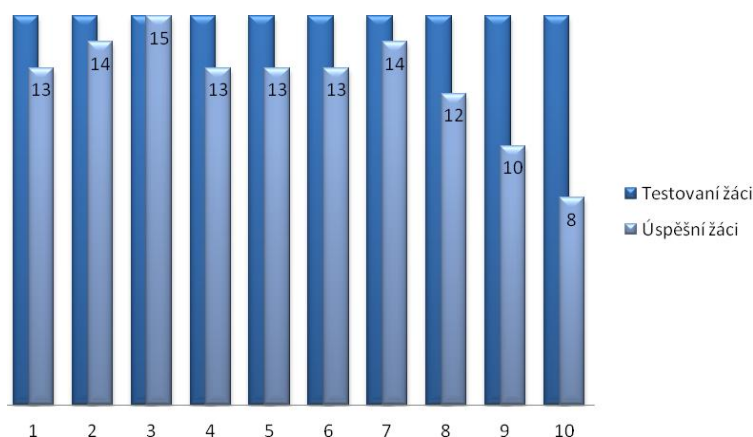
Jak již bylo zmíněno, díky tomu, že jsme od řady žáků neměli jejich pomocné listy, na kterých byl zaznamenán jejich postup při výpočtech, nebylo možné s jistotou říci, čím byly jejich chyby způsobeny. V průběhu zpracování ale nebyl odhalen žádný závažnější problém.

### 2.2.2 Vnitřní energie, práce a teplo

Pro ověření kvality sestaveného testu s názvem Vnitřní energie, práce a teplo, nám bylo umožněno, předložit variantu A tohoto testu patnácti žákům a variantu B žákům šestnácti. Žáci, kteří se testování zúčastnili, byly pouze z jedné třídy žáků druhého ročníku Gymnázia Hejčín v Olomouci.

Jak vykazuje graf 29, jsou výsledky žáků, kteří psali test varianty A, velmi dobré. Můžeme vidět, že ve všech otázkách odpověděla správně větší polovina žáků. Pouze u dvou z deseti zadaných otázek se stalo, že by odpovědělo správně méně než jedenáct žáků. Dále, dle grafu 29, můžeme říci, že pouze v případě jedné otázky odpovědělo správně všech patnáct žáků. K správnému vypočítání této otázky žáci potřebovali znát správné znění kalorimetrické rovnice, což jim zřejmě nedělalo problém.





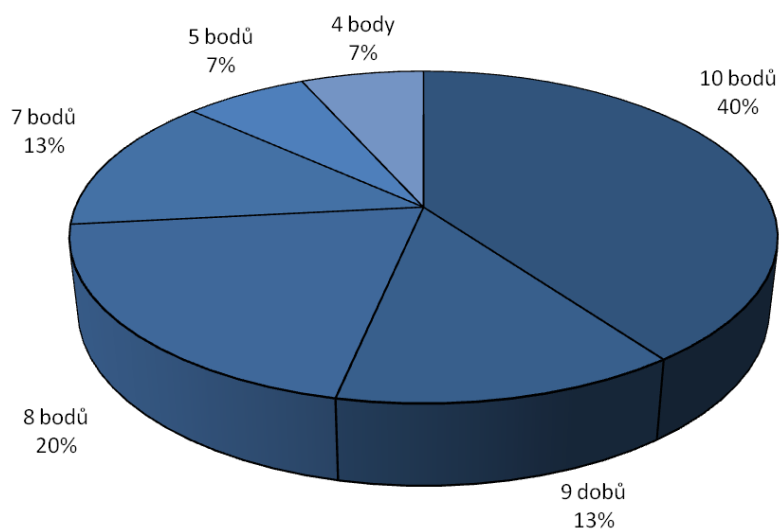
**Graf 29:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu *Vnitřní energie, práce a teplo* (varianta A)

Velmi malý počet chyb, který jsme odhalili v grafu 29, ovlivnil i index obtížnosti tohoto testu. V tabulce 15 můžeme vidět, že u osmdesáti procent otázek, je index obtížnosti větší nebo roven osmdesáti procentům. Tato hranice nám udává, že otázky jsou vzhledem k výsledkům celé skupiny příliš jednoduché. Soustředíme-li se na zbývajících dvacet procent otázek, v kterých klesl index obtížnosti pod osmdesát procent, odhalíme, že jejich koeficient ULI je velmi vysoký. Vyplývá to z toho, že tyto dvě poslední otázky velmi dobře rozlišovaly, mezi lepšími a horšími žáky. Tento jev se nám potvrdil již při opravování testů, kde se chyby v těchto dvou otázkách objevovaly pouze u té poloviny žáků, kterou lze s ohledem na počet dosažených bodů v testu, označit za horší.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	86,67%	0,29
2	93,33%	0,17
3	100,00%	0,00
4	86,67%	0,29
5	86,67%	0,29
6	86,67%	0,29
7	93,33%	0,17
8	80,00%	0,29
9	66,67%	0,71
10	53,33%	0,71

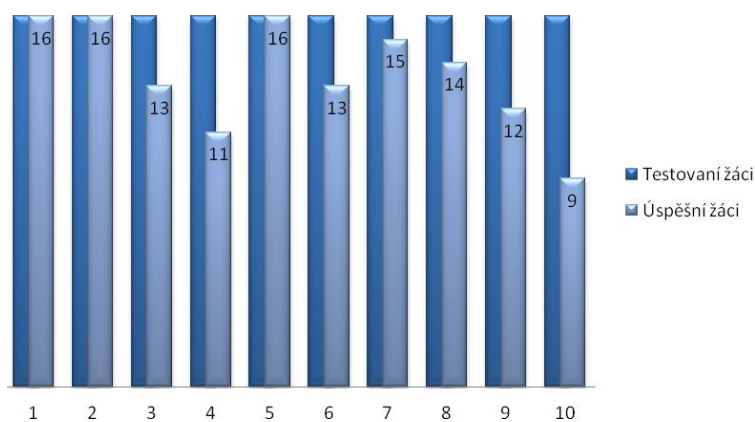
**Tabulka 15:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu *Vnitřní energie, práce a teplo* (varianta A)

Graf 29 i tabulka 15 nám předkládají, že žáci dosahovali velmi dobrých výsledků. Při pohledu na jejich bodovou úspěšnost (graf 30), je zřejmé, že téměř tři čtvrtiny žáků v testu dostali osm a více bodů. Přičemž hned čtyřicet procent žáků píší test varianty A dosáhlo plného počtu bodů. Průměrný počet dosažených bodů v tomto testu odpovídá 8,33 bodům a medián počtu dosažených bodů je devět bodů. I přesto, že se objevilo obrovské množství správných odpovědí, je koeficient spolehlivosti testu 0,74, což je hodnota poměrně vysoká.



**Graf 30:** Bodová úspěšnost žáků v testu *Vnitřní energie, práce a teplo* (varianta A)

Výsledky testu varianty B, kterou, jak již bylo zmíněno, psalo šestnáct žáků, vykazuje podobné výsledky jako varianta A. V grafu 31 je vidět, že ve třech z deseti otázek odpověděli správně všichni žáci. V předchozí variantě šlo pouze o jednu z otázek. Zbylé otázky již v grafu vykazují značné výkyvy.



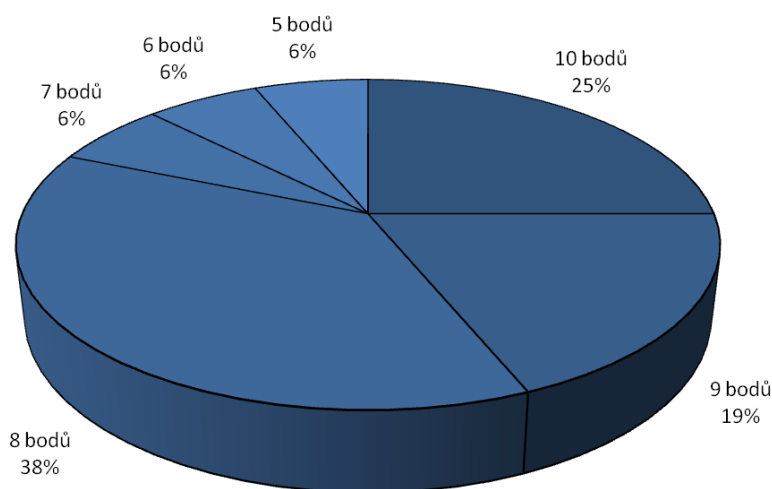
**Graf 31:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu *Vnitřní energie práce a teplo* (varianta B)

V grafu 31 lze vidět, že na tři z deseti otázek dokázalo správně odpovědět maximálně dvanáct z šestnácti žáků. U dvou z těchto otázek žáků ještě méně. Můžeme se o tom přesvědčit i při pohledu na index obtížnosti těchto úloh. V tabulce 16 vidíme, že index obtížnosti klesl pod osmdesát procent pouze u zmíněných tří otázek.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	100,00%	0,00
2	100,00%	0,00
3	81,25%	0,38
4	68,75%	0,63
5	100,00%	0,00
6	81,25%	0,13
7	93,75%	0,13
8	87,50%	0,00
9	75,00%	0,25
10	56,25%	0,38

**Tabulka 16:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Vnitřní energie, práce a teplo (varianta B)

To že žáci v testu odpovídali na většinu otázek správně, se opět projevilo i v jejich bodovém ohodnocení. V grafu 32 se znovu ukázalo, že více než tři čtvrtiny žáků dostali osm a více bodů z deseti možných. Zároveň můžeme vidět, že největší zastoupení má skupina žáků, kteří dosáhli právě osmi bodů. Osm bodů je zároveň i mediánem počtu dosažených bodů. V průměru žáci dosahovali 8,31 bodů. Velký počet správných odpovědí se projevilo i na koeficientu spolehlivosti testu, který klesl na hodnotu 0,52.

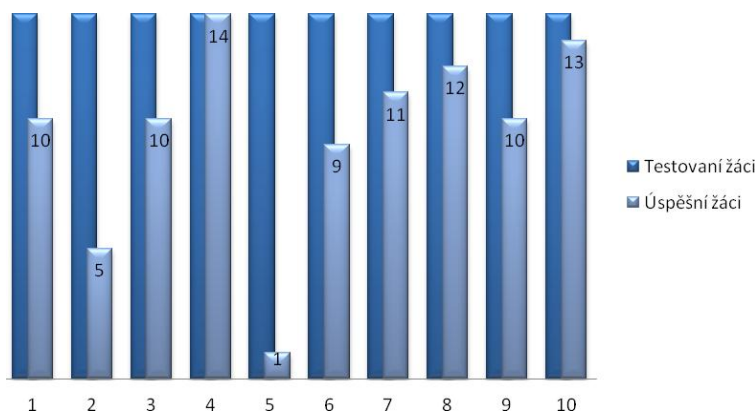


**Graf 32:** Bodová úspěšnost žáků v testu Vnitřní energie, práce a teplo (varianta B)

V obou variantách testu s názvem Vnitřní energie, práce a teplo žáci dosahovali vysokého počtu bodů. Zdá se, že kapitola je pro ně dobře pochopitelná a proto je možné v testech používat složitější příklady. Varianty vykazovaly vysokou úspěšnost v příkladech ověřujících znalosti kalorimetrické rovnice a tepelné kapacity těles. Naopak příklad související s průchodem tepla překážkou byl pro některé žáky komplikovaný.

### 2.2.3 Vlastnosti plynů. Kruhový děj

Předposledním testem, který byl předkládán žákům v jarních měsících školního roku 2013/2014 byl test zabývající se vlastnostmi plynů a kruhovým dějem. Podařilo se nám jej ověřit na jedné třídě žáků druhého ročníku Gymnázia Hejčín. Přesněji se jednalo o devětadvacet žáků.



**Graf 33:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu *Vlastnosti plynů. Kruhový děj (varianta A)*

Testy varianty A obdrželo celkem čtrnáct z původních devětadvaceti žáků. Jak můžeme vidět v grafu 33, na jednu ze zadaných otázek odpověděli správně všichni žáci. V tomto případě se jednalo o čistě teoretickou otázku. Žáci měli za úkol pojmenovat popsáný děj. Ověřili jsme si tím, že žáci těmto dějům rozumí, což se jim hodí v dalším počítání. Ve zbylých otázkách již úspěšnost značně kolísala. Jak můžeme vidět, na otázku číslo pět, odpověděl pouze jeden žák ze všech, což je velice zajímavé. Přímo v zadání příkladu bylo napsáno, že děj probíhá za stálého tlaku, tedy žákům dále stačilo hodnoty ze zadání dosadit do příslušných vztahů pro izobarický děj.

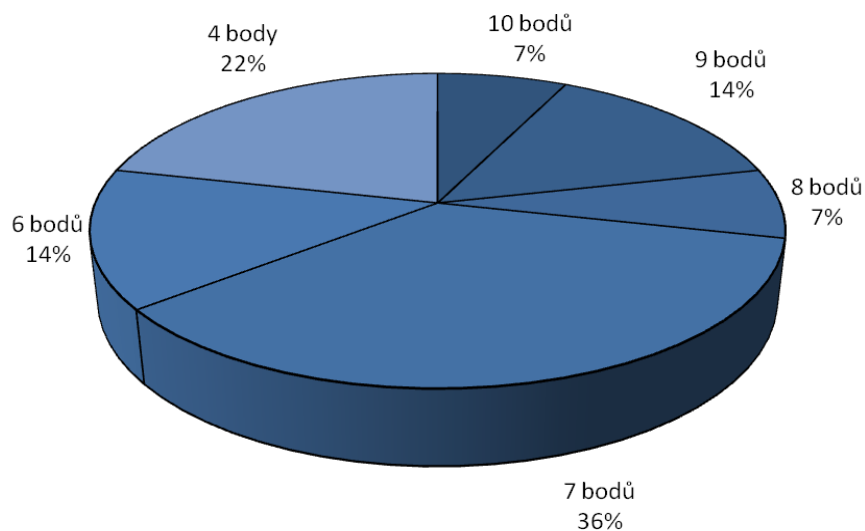
Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	71,43%	0,14
2	35,71%	0,18
3	71,43%	0,00
4	100,00%	0,00
5	7,14%	0,04
6	64,29%	0,11
7	78,57%	0,11
8	85,71%	-0,07
9	71,43%	0,14
10	92,86%	0,04

**Tabulka 17:** *Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Vlastnosti plynů. Kruhový děj (varianta A)*

Porovnáme-li hodnoty indexu obtížnosti z tabulky 17, můžeme odhalit, že pouze u třech otázek stoupl index obtížnosti nad osmdesát procent a v jednom případě dokonce klesl pod dvacetiprocentní hranici. Zbylé otázky jsou svou obtížností zcela vyhovující. Minimálně otázku, jejíž index obtížnosti klesl na 7,14% by bylo vhodné přepracovat nebo vyměnit. Hodnota indexu obtížnosti je již velmi nízká a i v grafu 33 jsme se přesvědčili, že na ni odpověděl pouze jeden žák. Je možné, že byla otázka pouze špatně slovně formulovaná a žáci nepochopili její zadání.

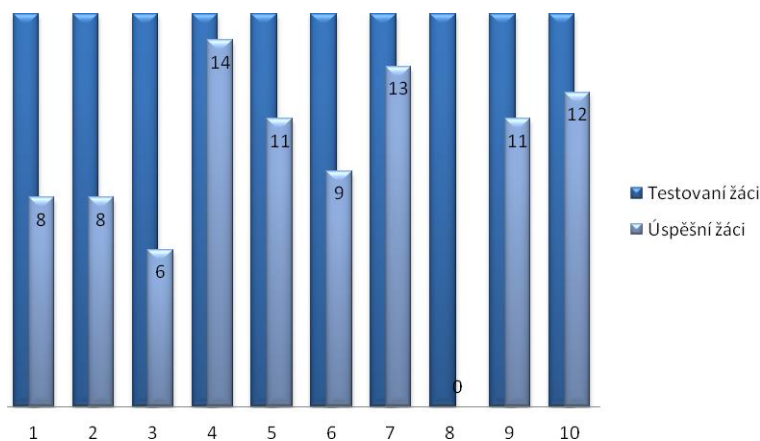
Jak dále můžeme vidět v tabulce 17, jsou téměř všechny koeficienty ULI blízké nulové hodnotě. Otázky tedy nijak zvláště nerozlišovali mezi lepšími a horšími žáky. V otázkách tedy chybovali i lepší žáci.

Jelikož se neobjevil žádný větší výkyv v počtu správných nebo špatných odpovědí, je i bodové úspěšnost žáků, která je zobrazena v grafu 34 vcelku různorodá. I když se objevilo několik žáků, kteří dosáhli plného počtu bodů, nebo chybovali maximálně jednou, ustálil se průměrný počet na hodnotě 6,79 a medián počtu dosažených bodů odpovídá sedmi bodům. Koeficient spolehlivosti testu v tomto případě vystoupal na hodnotu 0,65.



**Graf 34:** Bodová úspěšnost žáků v testu *Vlastnosti plynů*. Kruhový děj (varianta A)

Zbýlých patnáct žáků obdrželo testy varianty B. Jak ukazuje graf 35 je počet správných odpovědí u jednotlivých otázek opět velmi proměnlivý. Na žádnou otázku nedokázali odpovědět správně všichni testovaní žáci a v jednom příkladě dokonce nedokázal správně odpovědět nikdo z nich. Jednalo se o zaznamenání popsání děje plynu do předtisknutého p-V diagramu. Nikdo z žáků skupiny B si neuvědomil, jaký tvar má izoterma.



**Graf 35:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu *Vlastnosti plynů*. Kruhový děj (varianta B)

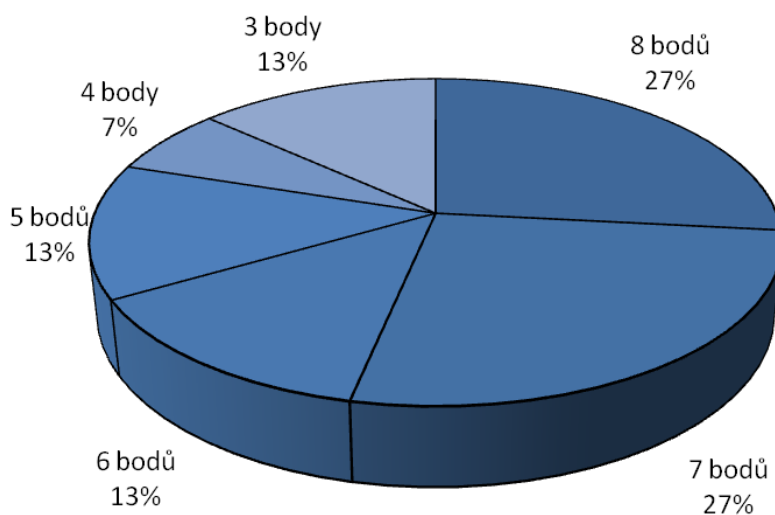
Stejně jako v předchozí variantě, přesáhl index obtížnosti u tří z deseti otázek osmdesátiprocentní hranici. Mimo otázku, na kterou nikdo neodpověděl správně jsou zbylé otázky svou obtížností vyhovující. I přesto, že jsou koeficienty ULI velmi nízké a vyrovnané, neodhalily žádný závažnější problém.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	53,33%	0,07
2	53,33%	0,03
3	40,00%	0,07
4	93,33%	0,03
5	73,33%	0,13
6	60,00%	0,13
7	86,67%	0,00
8	0,00%	0,00
9	73,33%	0,13
10	80,00%	0,10

**Tabulka 18:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Vlastnosti plynů.

*Kruhový děj (varianta B)*

I přesto že indexy obtížnosti u tří z deseti otázek dosahovali velmi vysokých hodnot, můžeme si v grafu 36 všimnout, že nejvyšší počet dosažených bodů byl osm bodů. V průměru dosahovali žáci v této variantě 6,13 bodů a medián počtu dosažených bodů byl sedm bodů. Koeficient spolehlivosti testu oproti předchozí variantě klesl na hodnotu 0,50.

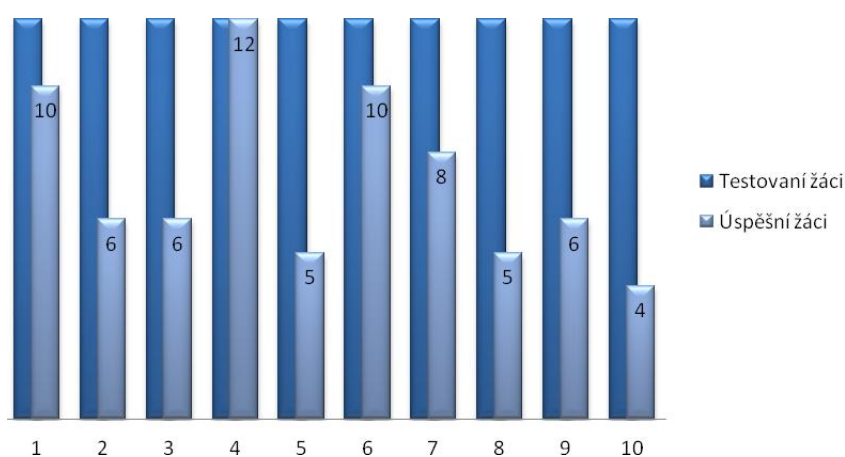


**Graf 36:** Bodová úspěšnost žáků v testu Vlastnosti plynů. Kruhový děj (varianta B)

## 2.2.4 Pevné a kapalné skupenství

Poslední test, který byl předložen žákům ve školním roce 2013/2014 byl test zkoumající získané znalosti z oblasti pevných a kapalných látek. Podařilo se nám jej předložit celkem třiatdvaceti žákům druhého ročníku Gymnázia Olomouc-Hejčín.

Variantu A tohoto testu obdrželo celkem dvanáct žáků. Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách je zaznamenána v grafu 37. Jak lze vidět, v šesti z deseti otázek odpovědělo správně nejvýše šest z testovaných žáků, což je přesně polovina žáků píšících variantu A. Dále v grafu 37 můžeme vidět, že ve dvou ze zadaných otázek chybovali pouze dva žáci a v jedné dokonce odpověděli všichni testovaní správně.



**Graf 37:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Pevné a kapalné skupenství (varianta A)

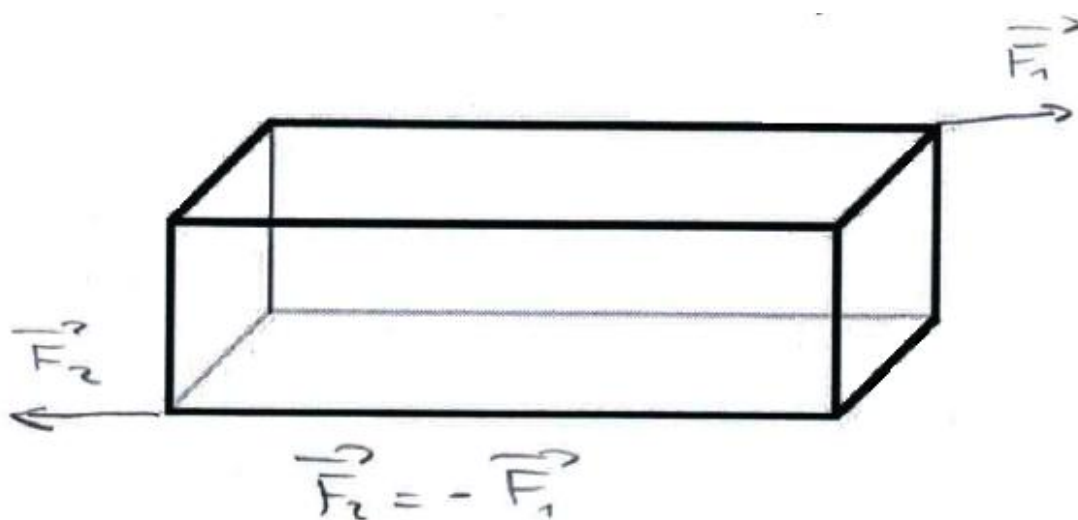
I přesto, že v šedesáti procentech otázek dokázala správně odpovědět pouze polovina žáků, nevykazují indexy obtížnosti těchto otázek, které jsou zobrazeny v tabulce 19, žádné extrémní výkyvy. Ani u jedné otázky, neklesl index obtížnosti pod hranici dvaceti procent. Otázky jsou tedy pro test vyhovující. Naopak u tří otázek, u kterých jsme si již v grafu 37 všimli, že v nich chybovalo minimum testovaných žáků, překročil index obtížnosti osmdesátiprocentní hranici. V tabulce 19 jsme dále odhalili, že u dvou otázek stoupla hodnota koeficientu ULI na hodnotu 0,5 a 0,67. Na tyto dvě otázky tedy odpovědělo správně více lepších než horších žáků.



Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	83,33%	0,00
2	50,00%	0,33
3	50,00%	0,33
4	100,00%	0,00
5	41,67%	0,17
6	83,33%	0,33
7	66,67%	0,00
8	41,67%	0,50
9	50,00%	0,33
10	33,33%	0,67

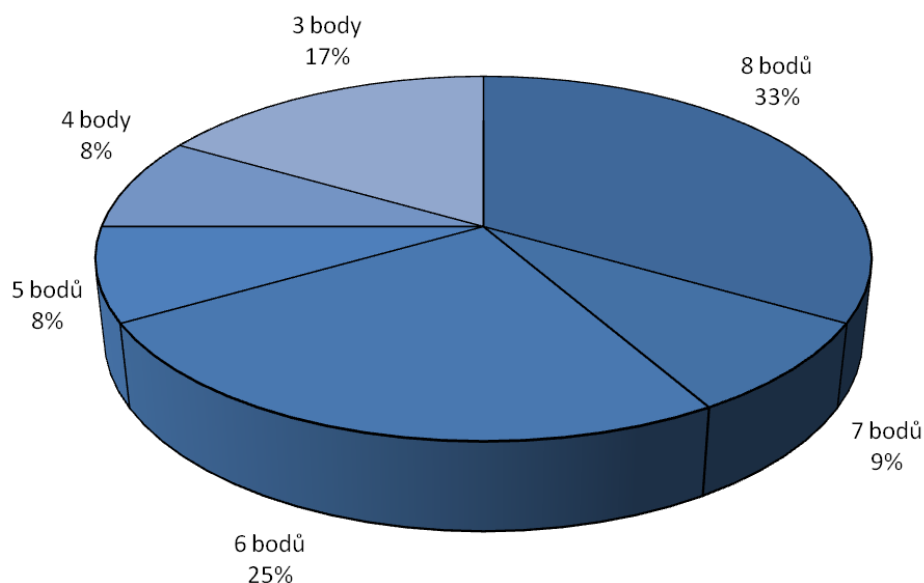
**Tabulka 19:** Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Pevné a kapalné skupenství (varianta A)

V průběhu opravování této varianty vznikl problém s odpovědmi některých žáků na pátou otázku. Jejich úkolem bylo zakreslit do předkresleného hranolu směry sil, které způsobují deformaci smykem. V řadě případů byl směr sil zaznamenán správně, ale chyba byla v zakreslení jejich působišť. Pro použití tohoto příkladu v dalším testování by bylo vhodné zadání změnit. V zadání by se slovní spojení „zaznačte směry sil“ mělo změnit na spojení „zaznačte směry a působišť sil“. Vyhneme se tak zbytečných dohadům, zda žáci pochopili nebo nepochopili zadání. Jednu z nejčastějších špatných odpovědí, které se při testování objevila, můžeme vidět na obrázku 1.



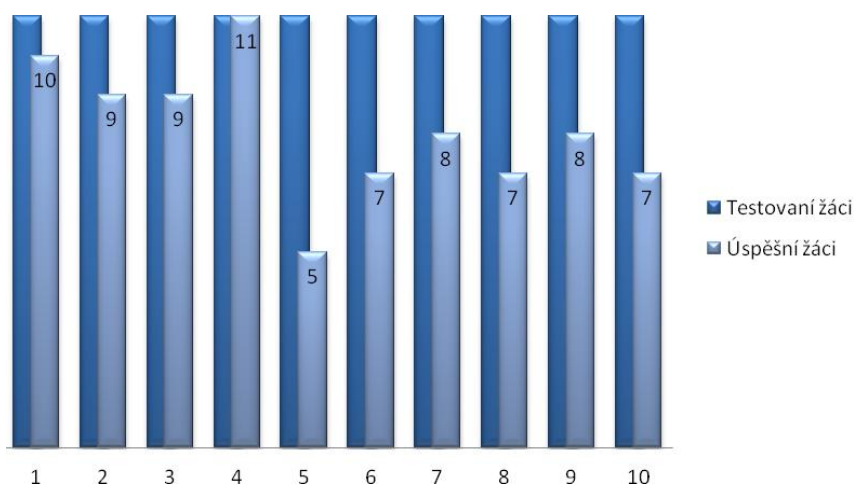
**Obrázek 1:** Vzor špatné odpovědi příkladu číslo pět testu Pevné a kapalné skupenství (varianta A)

V přehledu počtu dosažených bodů nám graf 38 ukazuje, že žáci dosahovali v celém testu nejvýše osmi bodů. Tento výsledek byl zároveň nejčetnější. Tedy i přesto že index obtížnosti u tří z deseti otázek vykazoval vysoké hodnoty, neobjevili se žáci, kteří by dokázali odpovědět správně na všechny tyto tři otázky. Průměrný počet dosažených bodů a zároveň i medián počtu dosažených bodů této varianty je 6 bodů a koeficient spolehlivosti testu v této variantě odpovídá hodnotě 0,51.



**Graf 38:** Bodová úspěšnost žáků v testu Pevné a kapalné skupenství (varianta A)

Varianta B byla prověřena na zbylých jedenácti žácích. Jak je zřejmé z grafu 39, je tato varianta již od pohledu, co se týče četnosti správných odpovědí, úspěšnější než varianta předchozí.



**Graf 39:** Úspěšnost žáků v jednotlivých otázkách testu Pevné a kapalné skupenství (varianta B)

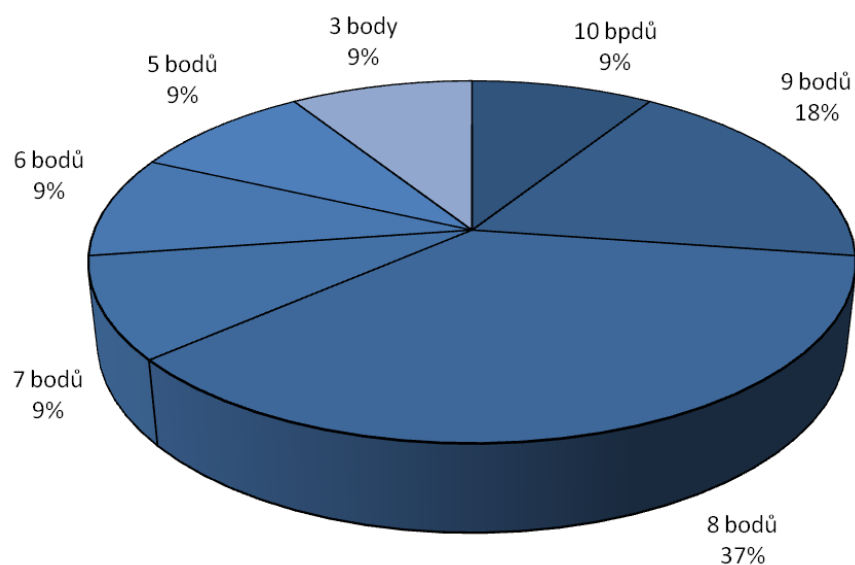
V grafu 39 můžeme postřehnout, že ve čtyřech prvních otázkách chybovali nejvýše tři žáci. Hodnoty indexu obtížnosti těchto čtyř otázek, které jsou zobrazeny v tabulce 20, jsou opět nad hodnotou osmdesáti procent. Zbylé otázky jsou svými indexy obtížnosti zcela v normě a považujeme je za vyhovující.

Otázky	Index obtížnosti P (1)	Koeficient ULI (2)
1	90,91%	0,18
2	81,82%	0,36
3	81,82%	0,36
4	100,00%	0,00
5	45,45%	0,18
6	63,64%	0,36
7	72,73%	0,36
8	63,64%	0,00
9	72,73%	0,18
10	63,64%	0,73

**Tabulka 20:** *Index obtížnosti a koeficient ULI jednotlivých úloh v testu Pevné a kapalné skupenství (varianta B)*

V této variantě se nám neobjevuje otázka, u které by index obtížnosti klesl pod hranici dvaceti procent. Nejméně žáků odpovědělo na otázku s číslem pět. Opět se jako v předchozí variantě jednalo o zaznamenání směru sil způsobující jeho deformaci. V tomto případě se jednalo o deformaci ohybem. Objevoval se zde podobný problém jako v předchozí variantě, tedy že žáci sice správně zaznamenali směr působících sil, ale špatně určili jejich působiště.

Jelikož se ve variantě B objevil již větší počet správných odpovědí na jednotlivé otázky, objevil se mezi testovanými i žák, který dosáhl plného počtu bodů. V grafu 40 můžeme pozorovat, že ani ostatní žáci nedopadli v testu, co se týče počtu dosažených bodů špatně. Průměrný počet dosažených bodů odpovídá hodnotě 7,36 bodů a medián počtu dosažených bodů odpovídá osmi bodům. Díky většímu počtu žáků, kteří dosáhli osmi a více bodů oproti předchozí variantě stoupl i koeficient spolehlivosti testu. Ten se vyhoupl na hodnotu 0,64.



**Graf 40:** Bodová úspěšnost žáků v testu Pevné a kapalné skupenství (varianta B)

Většina otázek použitých v testu byla pro testování zcela vyhovující. Přišli jsme ale na to, že některé otázky, konkrétně otázku pátou, je potřeba přeformulovat, aby nedocházelo ke špatnému pochopení zadání.

## Závěr

Hlavním výstupem práce je sada testů, jenž by mohly sloužit ke kontrole výsledků výuky fyziky na středních školách. Sestavené testy měly za úkol odhalit typ otázek, které jsou vhodné nebo naopak nevhodné pro testování znalostí žáků získaných v průběhu procesu vyučování a učení. Jedním z dalších cílů bylo odhalit, v jakých oblastech fyziky mají žáci největší nedostatky, které fyzikální děje jsou pro ně hůře pochopitelné a popsitelné, a na co je potřeba se při výuce soustředit a vysvětlit do větší hloubky.

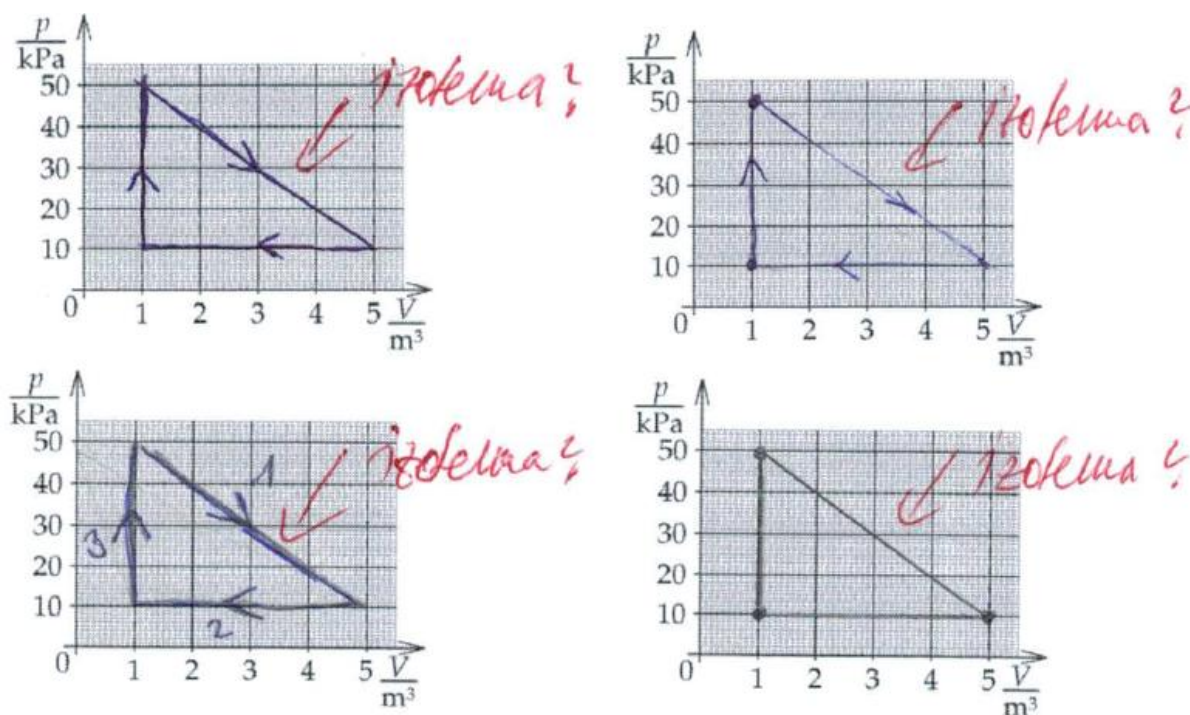
Testové úlohy jsme se snažili tvořit co nejvíce stručně a přehledně, aby žáci pokud možno snadno pochopili zadání tak, jak je myšleno, a aby pro ně nebylo nijak dvojsmyslné. Úlohy, které bylo těžší popsat a jejichž zadání by bylo příliš zdlouhavé, jsme doplnili o náčrtek nebo graf.

Testy nebyly sestavovány v pořadí, ve kterém jsou uvedeny v této práci a ve kterém se kapitoly ve školách nejčastěji probírají. Snažili jsme se je sestavit vždy tak, abychom je mohli ihned po jejich sestavení ověřit na skutečném vzorku žáků a aby se jich stihlo otestovat co nejvíce. Prvním sestaveným testem se tak stal test s názvem Gravitační pole, pořadí dalších sestavených testů bylo následující: Základy molekulové fyziky; Mechanika tuhého tělesa; Kinematika; Dynamika; Mechanická práce a energie; Mechanika kapalin a plynů; Vnitřní energie práce a teplo; Vlastnosti plynů. Kruhový děj; Pevné a kapalné skupenství a posledním sestaveným testem se stal test s názvem Skupenské přeměny. Tento test nebyl jako jediný, z důvodů nedostatku času, ověřen na skutečném vzorku žáků.

Díky spolupráci Gymnázia Olomouc-Hejčín a Všeobecného a sportovního gymnázia v Bruntále se nám podařilo ověřit většinu sestavených testů na celkem 367 žácích. Průměrný počet žáků, kteří absolvovali jednu variantu, byl tedy 18,35 žáků. I přesto, že se celkově jedná o nemalý počet respondentů, je možné, že při použití většího počtu testovaných by se výsledky statistických parametrů lišily. Dalším faktorem, který mohl ovlivnit statistické výsledky, byla individuální motivace žáků. Pokud testy nebyly žákům zadávány s cílem klasifikovat, nemuseli žáci pocítovat dostatečnou motivaci k stoprocentnímu soustředění na test a k podání nejlepšího výsledku. Řadu otázek tak žáci mohli tipovat, což jsme ale nedokázali nijak ovlivnit. Stejná situace nastala v případě, že žáci na otázku vůbec neodpověděli. Nedokážeme říci, zda odpověď nedokázali vypočítat, nebo otázku přeskočili z jiného důvodu. Při opravování a následném

vyhodnocování testu jsme tedy museli spoléhat na to, že žáci odpovídali úměrně svým znalostem a dovednostem. Potěšující je, že na obou školách, které byly k ověření testů použity, byla část testů použita pedagogy jako součást klasifikace a hodnocení žáků.

Ze statistického zpracování jsme získali několik velmi zajímavých závěrů. Objevovaly se nám otázky, jejichž index obtížnosti byl velmi nízký a naopak otázky, které jsme díky výšce jejich indexu obtížnosti označovali jako velmi jednoduché. Ty bylo nutné přezkoumat a zjistit důvody těchto výkyvů. Otázek tohoto typu nebylo příliš, ale přesto bylo potřeba se jim náležitě věnovat. Otázky jsme naopak považovali za obtížné, klesl-li jejich index obtížnosti pod hranici dvaceti procent, tedy pokud v otázce chybovalo více než osmdesát procent všech testovaných žáků. Ze všech dvě stě dvaceti sestavených otázek bylo takto nevyhovujících otázek odhaleno pouze pět. V testu Dynamika a Vlastnosti plynů a kruhový děj jsme odhalili vždy jednu takovou otázku v každé z variant a jednu otázku ve variantě B testu Mechanika tuhého tělesa. V testu Dynamika dělala žákům největší problém dynamika rotujícího tělesa a zákon zachování hybnosti soustavy. V kapitole zabývající se vlastnostmi plynů si žáci nedokázali uvědomit, jaký tvar má izoterma v p-V diagramu. Následující obrázek ukazuje nejčastější chybu, které se žáci dopouštěli.



**Obrázek 2:** Vzor špatné odpovědi příkladu číslo osm testu Vlastnosti plynů. Kruhový děj (varianta B)

Druhou obtížnou otázkou v tomto testu byla otázka související s izobarickým dějem. Otázka byla nejspíše špatně formulovaná, protože tak špatné výsledky ze strany žáků nebyly očekávány. Přímo v zadání bylo uvedeno, že děj probíhá za stálého tlaku. Hodnoty uvedené v zadání příkladu tedy stačilo dosadit do základního vztahu pro izobarický děj.

Otázek, jejichž indexy obtížnosti vystoupaly nad hranici osmdesáti procent, v testech objevilo daleko více, přesněji osmadvadesát. Jelikož se jedná o velký počet, podívali jsme se blíže pouze na otázky, na něž odpověděli správně všichni testovaní žáci a jejichž koeficient obtížnosti odpovídal hodnotě 100%. Těchto otázek již bylo pouze čtyřadvacet. Objevovali se ve variantách A testů Mechanická práce, Gravitační pole, Mechanika tuhého tělesa, Základy molekulové fyziky, Vnitřní energie, práce a teplo, Vlastnosti plynů a kruhový děj a v testu Pevné a kapalné skupenství a ve variantách B testů Mechanická práce, Hydromechanika, Základy molekulové fyziky, Vnitřní energie, práce a teplo a v testu Pevné a kapalné skupenství. Zkoumáním těchto otázek jsme si ověřili, že otázky, v nichž žáci pouze dosazovali hodnoty ze zadání do základních vztahů dané problematiky, jsou příliš jednoduché. Pro další testování by tedy bylo potřeba tyto otázky přestavět tak, aby nad úlohou žáci museli více uvažovat a jednotlivé vztahy související s použitou problematikou kombinovat.

Úplně nejhůře dopadl ve statistickém zpracování test s názvem Mechanická práce a dále test s názvem Hydromechanika. Oba testy by bylo potřeba celé přepracovat, protože na většinu z otázek těchto testů odpovědělo správně více než osmdesát procent testovaných žáků. Žáci problematiku dostatečně zvládají a otázky pro ně byly příliš jednoduché. V konkrétních testech byla většina otázek právě na dosazení do základních vztahů pro výpočet práce, energie, tlaku, vztahové síly aj. Jednalo se například o výpočet potenciální energie při znalosti hmotnosti tělesa a jeho výšky nad povrchem Země, výpočet momentu síly z velikosti síly a poloměru tělesa nebo o výpočet klidové hmotnosti atomu stříbra. Otázky je proto potřeba přetvořit, aby pro žáky nebyly tak jednoduché.

Jak již bylo výše zmíněno, v několika testech se nám objevily úlohy, na které dokázali odpovědět všichni žáci. Můžeme se ptát, zda je dobré, aby se v testu takové otázky objevovaly. V případě, že test zahrnuje alespoň jednu takovou úlohu, ve které nikdo z žáků nebude chybovat, je na místě rozhodnout se, zda otázku v testu ponechat nebo ji pro příští variantu testu přeformulovat. Pokud by se jednalo o testy klasifikační, dáváme i těm méně nadaným žákům možnost získat alespoň minimální počet bodů, který může být

motivační při jejich dalším počítání a v dalším testu. Zjišťujeme-li ale pomocí testů výsledky výuky, taková otázka nám o míře pochopení vypovídá pouze to, že vztahy které byly potřeba k výpočtu tohoto příkladu, jsou všemi žáky známy a pochopeny, a bylo by proto na místě využít tohoto vztahu v příkladu mnohem složitějším, aby byla zjištěna hloubka míry pochopení učiva. Záleží tedy pouze na rozhodnutí učitele, zda při sestavování testů zařadí do testu takzvanou záchranou otázku, která dává žákům naději na lepší výsledek.

Práce nám přinesla nové zkušenosti v oblasti tvorby testů vhodných jak ke zkoumání výsledků výuky, tak ke klasifikaci žáků. Výstup práce ve formě testů a jejich statistické výsledky, by mohl být využit k vytvoření rozsáhlejší sbírky příkladů, která by pro současné i budoucí učitele fyziky, byla vhodným zdrojem pro zjišťování znalostí žáků v průběhu procesu učení. Lze vytvořit sadu příkladů, z nichž by se vždy náhodným výběrem potřebného počtu otázek vygeneroval test vhodný pro použití za probranou kapitolou či tematickým celkem. Náhodným výběrem otázek, například pomocí některého z e-learningových prostředí, bychom příklady mohli využívat ve více třídách a po sobě následujících školních rocích, aniž by se v testech opakovaly a aniž by docházelo k tomu, že by se na ně žáci mohli zvláště připravit tím, že by jim jejich spolužáci, kteří již test psali, řekli správné odpovědi.

Sady testů budou volně k dispozici na internetu. Lze předpokládat, že pokud se najdou zájemci o jejich využití, bude možné je na základě zkušeností a zpětné vazby doplňovat a dále vylepšovat.



## Seznam použitých pramenů

- [1] BARTUŠKA, K., SVOBODA, E.: *Fyzika pro gymnázia: molekulová fyzika a termika*. 4. vydání. Praha: Prometheus, 2004. 244 s. ISBN 80-7196-200-7
- [2] BARTUŠKA, K.: *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2004. 179 s. ISBN 80-7196-236-8
- [3] BARTUŠKA, K.: *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II*. 1. vydání. Praha: Prometheus, 1997. ISBN 80-7196-034-9
- [4] BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ, M.: *Didaktické testy ve vyučování fyzice v prvním ročníku přírodovědné fakulty*. in Acta Universitatis PALackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemia, Vol. 11 (1971), No. 1, 181 – 196. Dostupné z <http://dml.cz/dmlcz/119936>
- [5] BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ, M.: *Fyzika pro gymnázia: mechanika*. 3. vydání. Praha: Prometheus, 2003. 288 s. ISBN 80-7196-176-0
- [6] BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ, M., ONDELT, S.: *Testy ze středoškolské fyziky*. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2004. ISBN 80-7196-242-2
- [7] BYČKOVSKÝ, P.: *Základy měření výsledků výuky*. Praha: České vysoké učení technické, 1983. 149 s.
- [8] HNILIČKOVÁ-FENCLOVÁ, J., JOSÍFKO, M., TUČEK, A.: *Didaktické testy a jejich statistické zpracování*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972. 199 s.
- [9] CHRÁSKA, M.: *Didaktické testy v práci učitele*. svazek 34. Olomouc: Krajský pedagogický ústav, 1988. 83 s.
- [10] JEŘÁBEK, O., BÍLEK, M.: *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. 91 s. ISBN 978-80-244-2494-1
- [11] KAŠPAR, E.: *Didaktika fyziky: obecné otázky*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1978. 356 s.
- [12] LEPIL, O., BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ, M.: *Fyzika. Sbírka úloh pro střední školy*. 1. vydání. Praha: Prometheus, 1995. 269 s. ISBN 80-7196-048-9
- [13] LEPIL, O., ŠIROKÁ, M.: *Sbírka testových úloh k maturitě z fyziky*. 1. vydání. Praha: Prometheus, 2001. 128 s. ISBN 80-7196-222-8.
- [14] LUSTIGOVÁ, Z., VALENTOVÁ, L., HRABAL, V.: *Testy a testování ve škole*. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy, 1992. 100 s. ISSN 0862156X

- [15] MACHÁČEK, M.: *Fyzika. Sbíрка úloh pro společnou část maturitní zkoušky*. 1. vydání. Praha: TAURIS, 2001. ISBN 80-211-0395-7
- [16] MAZUCHOVÁ, J., KOMENDA, S.: *Tvorba a testování testu*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1995. 110 s.
- [17] MIKLASOVÁ, V.: *Fyzika. Sbíрка úloh pro SOŠ a SOU*. 1. vydání. Praha: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-135-3
- [18] MOJŽÍŠEK, L.: *Základy pedagogické diagnostiky*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 206 s. ISBN 14-557-86
- [19] NAHODIL, J.: *Sbíрка úloh z fyziky kolem nás pro střední školy*. 1. vydání. Praha: Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-409-4
- [20] SALACH, S., PŁAZAK, T., SANOK, Z.: *500 testových úloh z fyziky pro student středních škol a uchazeče o studium na vysokých školách*. 1. vydání. Praha: SPN, 1993, 124 s. ISBN 80-04-26316-X
- [21] SVOBODA, E., KOLÁŘOVÁ, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy: vybrané kapitoly*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2006. 230 s. ISBN 80-246-1181-3.
- [22] ŽÁK, V.: *Fyzikální úlohy pro střední školy*. 1. vydání. Praha: Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-411-7

## Seznam příloh

- Příloha č. 1: Pracovní list na téma Kinematika (varianta A)
- Příloha č. 2: Pracovní list na téma Kinematika (varianta B)
- Příloha č. 3: Pracovní list na téma Dynamika (varianta A)
- Příloha č. 4: Pracovní list na téma Dynamika (varianta B)
- Příloha č. 5: Pracovní list na téma Mechanická práce (varianta A)
- Příloha č. 6: Pracovní list na téma Mechanická práce (varianta B)
- Příloha č. 7: Pracovní list na téma Gravitační pole (varianta A)
- Příloha č. 8: Pracovní list na téma Gravitační pole (varianta B)
- Příloha č. 9: Pracovní list na téma Mechanika tuhého tělesa (varianta A)
- Příloha č. 10: Pracovní list na téma Mechanika tuhého tělesa (varianta B)
- Příloha č. 11: Pracovní list na téma Hydromechanika (varianta A)
- Příloha č. 12: Pracovní list na téma Hydromechanika (varianta B)
- Příloha č. 13: Výsledky (Mechanika)
- Příloha č. 14: Pracovní list na téma Základy molekulové fyziky (varianta A)
- Příloha č. 15: Pracovní list na téma Základy molekulové fyziky (varianta B)
- Příloha č. 16: Pracovní list na téma Vnitřní energie, práce a teplo (varianta A)
- Příloha č. 17: Pracovní list na téma Vnitřní energie, práce a teplo (varianta B)
- Příloha č. 18: Pracovní list na téma Vlastnosti plynů. Kruhový děj (varianta A)
- Příloha č. 19: Pracovní list na téma Vlastnosti plynů. Kruhový děj (varianta B)
- Příloha č. 20: Pracovní list na téma Pevné a kapalné skupenství (varianta A)
- Příloha č. 21: Pracovní list na téma Pevné a kapalné skupenství (varianta B)
- Příloha č. 22: Pracovní list na téma Skupenské přeměny (varianta A)
- Příloha č. 23: Pracovní list na téma Skupenské přeměny (varianta B)
- Příloha č. 24: Výsledky (Molekulová fyzika)

Příloha č. 1: Pracovní list na téma Kinematika (varianta A)



KINEMATIKA (varianta A)

Jméno:.....  
 Škola:.....  
 Třída:.....  
 Datum:.....

1. Vlak urazil vzdálenost mezi třemi stanicemi za 1 hodinu a 40 minut a jeho průměrná rychlost byla  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .
  - a. Jaká je vzdálenost mezi první a poslední stanicí?
 

A. 99 km	B. 126 km	C. 180 km	D. 150 km
----------	-----------	-----------	-----------
  - b. Uvažujme, že vlak ujede jednu třetinu této trasy průměrnou rychlostí  $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Jaká bude jeho průměrná rychlost na zbytku trasy, ujede-li vzdálenost mezi stanicemi za stejnou dobu?
 

A. $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	B. $103 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	C. $64 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	D. $47 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
----------------------------------------	-----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------

---

2. Auto se začalo rozjíždět a po 10 sekundách dosáhlo rychlosti  $75 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Uvažujme, že se automobil rozjížděl rovnoměrně zrychleně.
  - a. S jakým zrychlením se automobil pohyboval?
 

A. $0,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	B. $2,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	C. $4,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	D. $1,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------
  - b. Za jak dlouho dosáhne automobil rychlosti  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , má-li stejné zrychlení jako v části a), a byla-li jeho počáteční rychlost  $38 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .
 

A. 11 s	B. 3,2 s	C. 6,9 s	D. 19 s
---------	----------	----------	---------

---

3. Autobus jedoucí v obci rychlostí  $45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , začne za obcí zrychlovat se zrychlením  $1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 
  - a. Jakou vzdálenost urazí za prvních 20 s zrychleného pohybu?
 

A. 1200 m	B. 720 m	C. 530 m	D. 310 m
-----------	----------	----------	----------
  - b. Určete, o kolik metrů dál ujede od stejného místa za stejnou dobu druhý autobus, jehož počáteční rychlost je  $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a zrychlení  $0,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ?
 

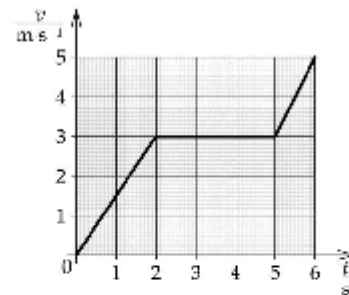
A. 18 m	B. 30 m	C. 37 m	D. 24 m
---------	---------	---------	---------

---

4. Graf
  - a. Z grafu závislosti rychlosti na čase určete velikost zrychlení na třetím úseku.
 

A. $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	C. $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
B. $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	D. $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
  - b. Jakou dráhu urazí těleso za prvních 6 s pohybu?
 

A. 16 m	C. 30 m
B. 20 m	D. 45 m



Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 2: Pracovní list na téma Kinematika (varianta B)



KINEMATIKA (varianta B)

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

1. František se potřebuje dostat do obchodu vzdáleného 3,2 km, přičemž dokáže jít největší rychlostí  $4,8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .
  - a. Za jak dlouho se do obchodu dostane, pokud půjde celou cestu nejrychleji, jak může?
 

A. 40 min	B. 35 min	C. 50 min	D. 20 min
-----------	-----------	-----------	-----------
  - b. Uvažujme, že první tři čtvrtiny vzdálenosti ujde maximální rychlostí a zbytek trasy jen rychlostí poloviční. Jak dlouho by mu trvala cesta do obchodu tentokrát?
 

A. 1 h 10 min	B. 35 min	C. 50 min	D. 40 min
---------------	-----------	-----------	-----------

---

2. Při testování pneumatik bylo zjištěno, že automobil jedoucí rychlostí  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  zabrzdí za 30 s.
  - a. Jaká je velikost jeho zrychlení (zpomalení)?
 

A. $0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	B. $3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	C. $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	D. $0,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------
  - b. Jak dlouho bude muset automobil se zrychlením (zpomalením) jako v části a) brzdit, aby z rychlosti  $54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  zpomalil na rychlost  $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ?
 

A. 9 s	B. 13 s	C. 20 s	D. 16 s
--------	---------	---------	---------

---

3. Pavlík dostal nové kolo a tak zkoušel, co s ním dokáže. Při jízdě z kopce zjistil, že kolo rovnoměrně zrychluje. Všiml si, že na počátku, na vrcholu kopce, měl rychlost  $9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a za 5 s, během kterých se pohyboval rovnoměrně zrychleně, ujel 25 m.
  - a. S jakým zrychlením se pohyboval?
 

A. $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	B. $0,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	C. $1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	D. $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------
  - b. Jak daleko by cyklista za stejnou dobu s tímto zrychlením dojel, byla-li by jeho počáteční rychlost nulová?
 

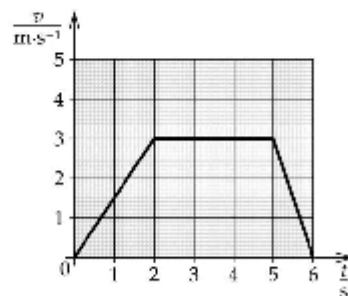
A. 20,5 m	B. 15,0 m	C. 25,0 m	D. 12,5 m
-----------	-----------	-----------	-----------

---

4. Graf
  - a. Z grafu závislosti rychlosti na čase určete velikost zrychlení tělesa v prvním úseku.
 

A. $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	C. $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
B. $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	D. $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
  - b. Jakou dráhu urazí těleso za prvních 6 s pohybu?
 

A. 18,0 m	C. 29,5 m
B. 13,5 m	D. 15,0 m



5. Pevný disk v notebooku se dokáže otáčet s frekvencí  $5\,400 \text{ ot/min}$ . Nejčastější průměr jednotlivých disků je 10 cm.
  - a. Jakou rychlostí se pohybují body na obvodu disku?
 

A. $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $47 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------
  - b. S jakým dostředivým zrychlením se pohybují body na obvodu disku?
 

A. $16\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	B. $8\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	C. $44\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	D. $21\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
--------------------------------------------	-------------------------------------------	--------------------------------------------	--------------------------------------------

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 3: Pracovní list na téma Dynamika (varianta A)



**DYNAMIKA (varianta A)**

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro tíhové zrychlení používejte hodnotu  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1. Malá Barborka chce sáňkovat a tak potřebuje zezadu postrčit. Barborku, která má i se sáňkami hmotnost 44 kg, tlačíme silou 40 N. Tření neuvažujeme.
  - a. Jaké zrychlení Barborce udělíme?
 

A. $1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	B. $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	C. $0,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	D. $1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------
  - b. O kolik se změní zrychlení, které sáňkám udělíme, sedne-li na sáňky i bratr Barborky, který váží 15 kg?
 

A. $0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	B. $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	C. $0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	D. $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------

---

2. Automobil o hmotnosti 1 800 kg jede stálou rychlostí  $110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 
  - a. Určete hybnost automobilu.
 

A. $198\,000 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $16\,000 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $60\,000 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $55\,000 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
-------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------
  - b. Později automobil během 4 s zrychlil na rychlost  $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Jak velká síla na automobil působila během zrychlování?
 

A. 3 400 N	B. 5 000 N	C. 2 500 N	D. 1 200 N
------------	------------	------------	------------

---

3. Plastová popelnice s plochým dnem má hmotnosti 12 kg. Určete hodnotu součinitele smykového tření, pohybujeme-li popelnici po rovné betonové podložce a je-li odporová síla při pohybu po podložce 96 N.
 

A. 0,80	B. 0,74	C. 0,70	D. 0,77
---------	---------	---------	---------

---

4. Jakou hodnotu má poloměr 300 g kuličky, která se valí po podložce a třecí síla při valivém pohybu je 2 N. Rameno valivého odporu je 0,02 m
 

A. 0,05	B. 0,03	C. 0,07	D. 0,01
---------	---------	---------	---------

---

5. Honzik si hraje s autičky a sleduje, jak do sebe naráží. Uvažujme, že červené autičko o hmotnosti 85 g, dokáže jet rychlostí  $0,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a modré autičko s hmotností 70 g rychlostí  $0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
  - a. Jakou rychlostí se budou autička pohybovat po nepružné srážce, po které zůstanou spojena, jestliže obě jela před srážkou stejným směrem?
 

A. $0,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $0,71 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $0,60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $1,40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
-----------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------
  - b. Jakou rychlostí by se pohybovala autička po srážce, pokud by měla obě stejnou hmotnost 85 g?
 

A. $0,60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $0,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $0,90 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $0,70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
-----------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------

---

6. Anička, jejíž hmotnost je 48 kg, se točí na kolotoči o poloměru 70 cm. Kolotoč roztáčí Aničku rychlostí  $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 
  - a. Jak velká odstředivá síla na Aničku při jízdě na kolotoči působí?
 

A. 1 100 N	B. 2 700 N	C. 2 100 N	D. 1 700 N
------------	------------	------------	------------
  - b. Velké řetízkové kolotoče mají průměr 10 m. Jakou rychlostí by se Anička na tomto kolotoči točila, pokud by na ni působila jen poloviční síla, než jaká na ni působila v části a)?
 

A. $38 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	B. $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	C. $12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	D. $45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 4: Pracovní list na téma Dynamika (varianta B)



DYNAMIKA (varianta B)

Jméno:.....  
Škola:.....  
Třída:.....  
Datum:.....

Pro tíhové zrychlení používejte hodnotu  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1. Automobil o hmotnosti 2 800 kg se rozjíždí z klidu. Motor působí na celý automobil silou 10 kN
- a. Jaké zrychlení je automobilu uděleno?
- A.  $2,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$       B.  $3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$       C.  $1,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$       D.  $2,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- b. Jaké rychlosti dosáhne za 14 s?
- A.  $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       B.  $24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       C.  $33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       D.  $31 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- 
2. Cyklista, který i s kolem váží 85 kg, jede z kopce rychlostí  $18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .
- a. Jakou hybnost má cyklista s kolem?
- A.  $430 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$       B.  $960 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$       C.  $1530 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$       D.  $510 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- b. Během 5,5 s dokáže zpomalit na rychlost  $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Jak velká síla na něj při zpomalování působila?
- A. 216 N      B. 91 N      C. 164 N      D. 60 N
- 
3. Kontejner s plochým dnem o hmotnosti 300 kg působí celou svou podstavou na beton, na kterém stojí. Určete hodnotu síly, kterou musíme vynaložit, tlačíme-li kontejner po rovném betonovém podkladu a je-li součinitel smykového tření mezi kontejnerem a betonem je 0,8.
- A. 3 750 N      B. 3 000 N      C. 2 400 N      D. 2 650 N
- 
4. Kulička o hmotnosti 2 kg a průměru 12 cm se valí po betonové podložce, přičemž na ni působí třecí síla o velikosti 8 N. Určete hodnotu ramene valivého odporu.
- A. 0,036      B. 0,024      C. 0,013      D. 0,048
- 
5. Na dálnici se stala nehoda. Automobil jedoucí za autobusem nestihl zabrzdít a narazil do něj. Těsně před nárazem jel autobus rychlostí  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a automobil rychlostí  $125 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Hmotnost autobusu byla 18 000 kg a hmotnost automobilu 1 400 kg.
- a. Jakou rychlostí se společně pohybují po srážce?
- A.  $85 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$       B.  $108 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$       C.  $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$       D.  $93 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- b. Jakou hmotnost by musel automobil mít, aby se po srážce pohybovali společně  $95 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ?
- A. 3 000 kg      B. 1 000 kg      C. 2 500 kg      D. 800 kg
- 
6. Na motocykl s řidičem, který projíždí zatáčkou o poloměru křivosti 8 m, působí dostředivá síla 2560 N, která je rovnoměrně rozložena na něj i motocykl.
- a. Určete, jakou rychlostí se s motocyklem pohybuje, má-li i s motocyklem hmotnost 320 kg.
- A.  $56 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$       B.  $47 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$       C.  $29 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$       D.  $35 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- b. O kolik by se změnila dostředivá síla, která na něj při této rychlosti působí, pokud by zatáčka měli poloměr křivosti 3,5 m.
- A. 5 900 N      B. 3 300 N      C. 4 700 N      D. 7 200 N

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 5: Pracovní list na téma Mechanická práce (varianta A)



**MECHANICKÁ PRÁCE (varianta A)**

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro tíhové zrychlení používejte hodnotu  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1. Na těleso působíme silou o velikosti 200 N ve směru rovnoběžném s podložkou
- a. Jakou práci vykonáme, posuneme-li těleso o 20 m?
- A. 10 J                      B. 4 kJ                      C. 8 J                      D. 6 kJ
- b. Jakou práci vykonáme na této vzdálenosti, působíme-li na těleso silou ve směru, který svírá s podložkou úhel  $41^\circ$ ?
- A. 3,0 kJ                      B. 6,0 J                      C. 7,5 J                      D. 4,5 kJ
- 
2. Na automobil působí konstantní síla 2 kN a automobil se tak pohybuje rychlostí  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .
- a. Jaký je okamžitý výkon automobilu?
- A. 125 kW                      B. 50 kW                      C. 45 kW                      D. 180 kW
- b. Jakou práci vykoná motor automobilu za 3 h jízdy, je-li jeho průměrný výkon 2x větší než okamžitý výkon vypočítaný v a)?
- A. 2 700 MJ                      B. 972 MJ                      C. 3 900 MJ                      D. 1080 MJ
- 
3. Příkon pracovního stroje je 37 kW, přičemž stroj pracuje s účinností 65%.
- a. Jaký je výkon stroje?
- A. 57 kW                      B. 13 kW                      C. 24 kW                      D. 61 kW
- b. S jakou účinností by stroj pracoval, pokud by byl jeho výkon o 10 kW větší než v části a)?
- A. 92%                      B. 55%                      C. 62%                      D. 88%
- 
4. Terénní automobil BMW X5, který váží 1 630 kg, jede rychlostí  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- a. Jaká je jeho kinetická energie?
- A. 723 kJ                      B. 509 kJ                      C. 660 kJ                      D. 869 kJ
- b. Při střetu s překážkou ztratil automobil dvě třetiny této kinetické energie. Jakou rychlostí se dále pohybuje?
- A.  $73 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$                       B.  $65 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$                       C.  $88 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$                       D.  $52 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- 
5. Letadlo vážící 250 000 kg letí ve výšce 12 km nad mořem rychlostí  $850 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .
- a. Jaká je jeho potenciální energie vzhledem k povrchu Země?
- A. 28 GJ                      B. 36 GJ                      C. 30 GJ                      D. 34 GJ
- b. Jak vysoko by muselo letadlo letět, aby se po jeho potenciální energii vzhledem k povrchu Země, rovnala kinetické energii?
- A. 4,3 km                      B. 3,6 km                      C. 1,2 km                      D. 2,8 km
- Pracovní list pro potřebu bakalářské práce                      Autor: Dokoupilová Lenka



Příloha č. 6: Pracovní list na téma Mechanická práce (varianta B)



**MECHANICKÁ PRÁCE (varianta B)**

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro tíhové zrychlení používejte hodnotu  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1. Chlapec tlačí svého bratra na sáňkách tak, že jej tlačí ze zadu silou 300 N, přičemž vektor této síly, je rovnoběžný se zemí.
  - a. Jakou práci chlapec vykoná, tlačí-li bratra do vzdálenosti 80 m?
 

A. 12,5 kJ	B. 22,0 kJ	C. 24,0 kJ	D. 38,0 kJ
------------	------------	------------	------------
  - b. Jakou práci by chlapec vykonal, pokud by sáňky táhl na provázku tak, že by působil stejnou silou jako v zadání a zároveň by provázek svíral s rovinou země úhel  $64^\circ$ ?
 

A. 5,5 kJ	B. 9,6 kJ	C. 16,7 kJ	D. 10,5 kJ
-----------	-----------	------------	------------

---

2. Horolezec vážící 85 kg, který šplhá po cvičné horolezecké stěně, vylezl na stěnu vysokou 6 m rovnoměrným pohybem za 5 min.
  - a. Jaký je okamžitý výkon horolezce?
 

A. 10 W	B. 12 W	C. 15 W	D. 17 W
---------	---------	---------	---------
  - b. Jak vysoko by horolezec na stěně vylezl rovnoměrným pohybem za 2 min, pokud by byl jeho průměrný výkon 2x větší než okamžitý výkon v části a)?
 

A. 4,2 m	B. 4,8 m	C. 3,2 m	D. 5,2 m
----------	----------	----------	----------

---

3. Příkon elektromotoru je 50 kW, přičemž pracuje s účinností 84%
  - a. Jaký je výkon elektromotoru?
 

A. 60 kW	B. 33 kW	C. 42 kW	D. 45 kW
----------	----------	----------	----------
  - b. Výkon elektromotoru po pár hodinách klesl o 20 kW. Jaká byla poté jeho účinnost?
 

A. 44%	B. 26%	C. 64%	D. 50%
--------	--------	--------	--------

---

4. Střela o hmotnosti 20 g letí v určitém okamžiku vodorovně s povrchem Země rychlostí  $380 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
  - a. Jaká je kinetická energie této střely?
 

A. 3 200 J	B. 1 400 J	C. 2 100 J	D. 3 800 J
------------	------------	------------	------------
  - b. Střela proletěla překážkou a ztratila přitom tři čtvrtiny své kinetické energie. Jakou rychlostí se dále pohybovala?
 

A. $230 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $290 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $190 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------

---

5. Most, který využívají automobily k přejezdu řeky, se tyčí 15 m nad hladinou vody.
  - a. Jakou potenciální energii má na mostě automobil značky Škoda Superb, vážící 1 740 kg, vzhledem k hladině vody?
 

A. 261 kJ	B. 130 kJ	C. 196 kJ	D. 227 kJ
-----------	-----------	-----------	-----------
  - b. Jakou rychlostí by musel automobil jet, aby byla jeho kinetická energie stejná jako potenciální?
 

A. $57 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	B. $62 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	C. $67 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	D. $83 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 7: Pracovní list na Gravitační pole (varianta A)



**GRAVITAČNÍ POLE (varianta A)**

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro tíhové zrychlení používejte hodnotu  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1. Dva planety o hmotnostech  $6,40 \cdot 10^{11} \text{ kg}$  a  $5,80 \cdot 10^9 \text{ kg}$ , které byly původně ve vzdálenosti 50 000 km od sebe, byly vychýleny asteroidem, který proletěl mezi nimi. Vzdálenost planetek po průletu asteroidu byla 30 000 km.
  - a. Jak velkou gravitační silou na sebe po průletu asteroidu planety působily?
 

A. $275 \cdot 10^{-6} \text{ N}$	B. $550 \cdot 10^{-6} \text{ N}$	C. $99,0 \cdot 10^{-6} \text{ N}$	D. $825 \cdot 10^{-6} \text{ N}$
----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------
  - b. Jaký je rozdíl mezi gravitační silou na počátku a po průletu asteroidu?
 

A. $450 \cdot 10^{-6} \text{ N}$	B. $176 \cdot 10^{-6} \text{ N}$	C. $324 \cdot 10^{-6} \text{ N}$	D. $775 \cdot 10^{-6} \text{ N}$
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

---

2. Ve výšce 500 km nad povrchem Země obíhá zemi družice po kruhové dráze, hmotnost Země je  $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  a poloměr Země je 6378 km.
  - a. Jakou nejmenší rychlostí se musí družice pohybovat, aby se na kruhové dráze kolem Země udržela?
 

A. $7,6 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $7,9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $2,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $11,2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
-----------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------	------------------------------------------
  - b. Jakou nejmenší rychlost by musela družice mít, aby opustila gravitační pole Země?
 

A. $11,2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $10,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $15,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------------

---

3. V tělocvičně se skupinka dětí pokoušela vyhodit míč tak, aby se dotkl stropu, který je ve výšce 5 m nad zemí, výšku dětí zanedbejme, uvažujme, že míč je vyhozen přímo ze země.
  - a. Jakou nejmenší počáteční rychlostí je potřeba míč vyhodit?
 

A. $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------
  - b. Za jak dlouho od vyhození balón dopadne na zem?
 

A. 1,0 s	B. 2,0 s	C. 2,5 s	D. 0,5 s
----------	----------	----------	----------

---

4. Chlapec vyhodil z 5. poschodí ocelovou kuličku vodorovně se zemí počáteční rychlostí  $9,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Kulička dopadla do vzdálenosti 18 m.
  - a. Jaká je výška jednoho poschodí?
 

A. 3,5 m	B. 4,0 m	C. 3,0 m	D. 3,7 m
----------	----------	----------	----------
  - b. O kolik se musí změnit počáteční rychlost, pokud by házel kuličku z 20. poschodí kamarádovi, který stojí 44 m od domu?
 

A. $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------

---

5. Na atletických závodech bojovali Jana a Radka o medaile v hodu granátem. Jana je vyšší takže granát vyhodí pod úhlem  $23^\circ$  rychlostí  $65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , kdežto Radka je silnější, tedy granát vyhodí rychlostí  $70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  pod úhlem  $20^\circ$ , výšku děvčat zanedbejme, uvažujme, že míč je vržen přímo ze země.
  - a. Jaké je rozdíl vzdáleností dopadů granátu obou dívek?
 

A. 11 m	B. 3 m	C. 9 m	D. 4 m
---------	--------	--------	--------
  - b. Pod jakým úhlem by Jana musela granát vyhodit, aby dopadl do stejné vzdálenosti jako ten Radčin?
 

A. $34^\circ$	B. $28^\circ$	C. $24^\circ$	D. $40^\circ$
---------------	---------------	---------------	---------------

Příloha č. 8: Pracovní list na téma Gravitační pole (varianta B)



**GRAVITAČNÍ POLE (varianta B)**

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro tíhové zrychlení používejte hodnotu  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1. Na podložce leží v řadě za sebou 3 různé těžké koule vždy 10 m od sebe. První má hmotnost 14 kg, druhá 3 kg a třetí 20 kg.
  - a. Které dvě koule na sebe působí největší gravitační silou?
 

A. první a druhá	B. druhá a třetí	C. první a třetí	D. všechny stejně
------------------	------------------	------------------	-------------------
  - b. Jak daleko od druhé koule musí ležet koule třetí, aby gravitační síla mezi nimi byla stejná jako gravitační síla mezi první a druhou koulí?
 

A. 20 m	B. 12 m	C. 8 m	D. 9 m
---------	---------	--------	--------

---

2. Ve výšce 320 km nad povrchem Země obíhá zemi satelit po kruhové dráze. (Hmotnost Země je  $6 \cdot 10^{24}$  kg a poloměr Země je 6378 km)
  - a. Jakou nejmenší rychlostí se musí družice pohybovat, aby se na kruhové dráze kolem Země udržela?
 

A. $6,5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $7,7 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $9,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $7,9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
-----------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------
  - b. Jakou nejmenší rychlost by musela družice mít, aby se opustila gravitační pole Země?
 

A. $13,9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $9,1 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $10,9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $11,2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
------------------------------------------	-----------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------------

---

3. Při testování výrobků se přišlo na to, že dvě různé tlakové pistole při vystřelování projektilu svisle vzhůru, udělují projektilu různé počáteční rychlosti. Jedna počáteční rychlost  $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a druhá počáteční rychlost  $60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
  - a. O kolik se liší maximální výšky výstřelu?
 

A. 55 m	B. 10 m	C. 110 m	D. 30 m
---------	---------	----------	---------
  - b. Jakou budou mít projektily vzájemnou vzdálenost po 3 s, byly-li vystřeleny ve stejný okamžik?
 

A. 45 m	B. 55 m	C. 30 m	D. 10 m
---------	---------	---------	---------

---

4. Veverka sedící na špičce stromu vysokého 45 m hází oříšky vodorovně se zemí počáteční rychlostí  $18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .
  - a. Jak daleko oříšek dopadne?
 

A. 10 m	B. 15 m	C. 25 m	D. 30 m
---------	---------	---------	---------
  - b. Jak vysoký by strom musel být, aby doletěl oříšek o 5 m blíže ke stromu?
 

A. 20 m	B. 80 m	C. 5 m	D. 50 m
---------	---------	--------	---------

---

5. V boji se střílelo z děla, které střílí pod úhlem  $30^\circ$ . Mezi výstřelem a dopadem koule na zem uběhlo 1,5 min, výšku hlavně od země zanedbejte, uvažujte, že vrh má počátek v úrovni země.
  - a. Jakou počáteční rychlostí je koule vystřelena?
 

A. $702 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $403 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $900 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $550 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------
  - b. Jakou počáteční rychlost musí koule mít, aby byl při stejném elevačním úhlu zasáhnut cíl ve vzdálenosti 50 000 m.
 

A. $100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	B. $760 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	C. $707 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	D. $315 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 9: Pracovní list na téma Mechanika tuhého tělesa (varianta A)



**MECH. TUHÉHO TĚLESA (varianta A)** Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Používejte hodnoty:  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ,  $\pi = 3,14$

- Na koncích tyče délky 9 m zanedbatelné hmotnosti jsou připevněny dvě různě těžké koule vážící  $m_1 = 2 \text{ kg}$  a  $m_2 = 4 \text{ kg}$ .
  - V jaké vzdálenosti od těžší koule bude těžiště soustavy?
 

A. 6 m                      B. 4 m                      C. 3 m                      D. 5 m
  - O kolik více by musela lehčí koule vážit, aby se těžiště posunulo o 1 m směrem k lehčí kouli a soustava přitom zůstala v rovnováze.
 

A. 1,2 kg                      B. 12 kg                      C. 3 kg                      D. 1 kg
- Řetěz na cyklistickém kole je otáčen silou  $F = 50 \text{ N}$  kolmo k jeho průměru. Největší kolo přehazovačky má 28 zubů (poloměr je přibližně 5 cm) a nejmenší má 14 zubů (poloměr je přibližně 2,5 cm). Uvažujme, že na každé z koleček působíme stejně velkou silou  $F$ .
  - Jaký je moment síly největšího kolečka přehazovačky?
 

A. 5,5 N · m                      B. 25 N · m                      C. 7 N · m                      D. 2,5 N · m
  - Jakou silou bychom museli působit, na nejmenší kolečko, aby byl moment síly stejný, jako když síla  $F$  působí na největší kolečko.
 

A. 250 N                      B. 100 N                      C. 25 N                      D. 85 N
- Určete výslednici sil
  - Podle nákresu VYPOČTĚTE výslednici sil, je-li  $F_1 = 10 \text{ N}$ ,  $F_2 = 3 \text{ N}$  a  $F_3 = 7 \text{ N}$
  - GRAFICKY vyznačte výslednici sil
- Mějme pravidelný čtyřboký hranol o hmotnosti 20 kg, jehož podstava má tvar čtverce s hranou o velikosti 80 cm a výškou 60 cm.
  - Jak velkou musíme vykonat práci, abychom hranol překlátily ze stabilní polohy vyobrazené na obrázku do polohy vratké?
 

A. 20 J                      C. 15 J

B. 35 J                      D. 40 J
  - O kolik by se změnila vykonaná práce při překlacení hranolu ze stabilní polohy do polohy vratké, pokud by počáteční poloha hranolu byla skloněna o  $90^\circ$  vzhledem k vyobrazení na obrázku? Tedy podstavná hrana má 60 cm a výška hranolu je 80 cm.
 

A. o 20 J                      B. o 5 J                      C. o 15 J                      D. o 10 J
- Marta roztočila dětský kolotoč s frekvencí 1 Hz. Momentem setrvačnosti kolotoče je  $125 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  a jeho průměr je 1,5 m.
  - Jaká byla kinetická energie rotace kolotoče?
 

A. 3940 kJ                      B. 2465 J                      C. 6220 kJ                      D. 5450 kJ
  - Jakou rychlostí se pohybovaly body na obvodu kolotoče??
 

A.  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       B.  $4,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       C.  $9,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       D.  $6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 10: Pracovní list na téma Mechanika tuhého tělesa (varianta B)



**MECH. TUHÉHO TĚLESA (varianta B)** Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

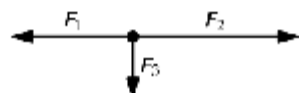
Datum:.....

Používejte hodnoty:  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ,  $\pi = 3,14$

- Kulturista v posilovně si vybral na posilování činku délky 1,4 m. Na pravou stranu umístil závaží vážící 30 kg a na levou závaží vážící 40 kg.
  - Jak daleko od lehčího závaží musí činku uchopit, aby se činka nijak nepřevažovala?  
A. 1,1m                      B. 0,4 m                      C. 0,5 m                      D. 0,8 m
  - Jakou hmotnost by muselo mít lehčí závaží, uchopí-li kulturista činku 40 cm od těžšího závaží a chceme-li aby byla činka opět v rovnováze?  
A. 20 kg                      B. 18 kg                      C. 16 kg                      D. 12 kg
- Na tyči neznámé délky jsou na jejich koncích připevněny dva různé velké kotouče. Velký o průměru 40 cm a menší o poloměru 7 cm, na které působí síly proti sobě. Síla vždy působí kolmo na poloměr kotouče. Na větší kolo působí síla 140 N.
  - Jak velká síla musí působit na menší kotouč, aby byl výsledný moment síly nulový?  
A. 350 N                      B. 120 N                      C. 400 N                      D. 260 N
  - Přidáme-li na menší kotouč ještě jeden kotouč o stejném poloměru, určete, jak velká síla musí působit na každé z těchto dvou kol, aby výsledný moment sil celé soustavy byl nulový.  
A. 200 N                      B. 130 N                      C. 175 N                      D. 120 N

3. Určete výslednici sil

- Podle nákresu VYPOČTĚTE výslednici sil, je-li  $F_1 = 8 \text{ N}$ ,  $F_2 = 11 \text{ N}$  a  $F_3 = 4 \text{ N}$

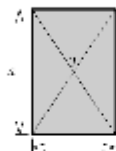


- GRAFICKY vyznačte výslednici sil



4. Mějme pravidelný čtyřboký hranol o hmotnosti 50 kg, jehož podstava má tvar čtverce s hranou o velikosti 1,2 m a výškou 1,6 m

- Jak velkou musíme vykonat práci, abychom hranol překlátil ze stabilní polohy vyobrazené na obrázku do polohy vratké?



- A. 500 J                      C. 50 J  
B. 250 J                      D. 100 J

- O kolik by se změnila vykonaná práce při překlacení hranolu ze stabilní polohy do polohy vratké, pokud by počáteční poloha hranolu byla skloněna o  $90^\circ$  vzhledem k vyobrazení na obrázku?

Tedy podstavná hrana má 1,6 m a výška hranolu je 1,2 m.

- A. 100 J                      B. 20 J                      C. 80 J                      D. 50 J

5. Martin si hrál s káčou a přišel na to, že káča o průměru 4 cm a momentu setrvačnosti  $4 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  se otáčí s frekvencí 2 Hz.

- Jaká byla kinetická energie rotace káči?  
A.  $2,51 \cdot 10^{-3} \text{ J}$                       B.  $3,16 \cdot 10^{-3} \text{ J}$                       C.  $0,79 \cdot 10^{-3} \text{ J}$                       D.  $1,58 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

- Jakou rychlostí se budou pohybovat body na obvodu káči?  
A.  $50 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$                       B.  $34 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$                       C.  $25 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$                       D.  $42 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 11: Pracovní list na téma Hydromechanika (varianta A)



**HYDROMECHANIKA (varianta A)**

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro tíhové zrychlení používejte hodnotu  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  a pro hustotu vody hodnotu  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

1. Na píst o obsahu  $50 \text{ cm}^2$  působíme silou  $500 \text{ N}$ .

a. Jaký tlak je vyvolán v kapalině pod pístem?

A. 10 kPa                      B. 25 kPa                      C. 250 kPa                      D. 100 kPa

b. Jakou silou by kapalina působila na druhý píst, který má obsah  $1 \text{ dm}^2$ ?

A. 1 000 N                      B. 250 N                      C. 100 N                      D. 2 500 N

2. Ocelová tyč dlouhá  $85 \text{ cm}$  je z jedné pětiny ponořena do vody.

a. Jaký hydrostatický tlak působí na konec tyče, který je ponořen ve vodě?

A. 6,5 kPa                      B. 1,7 kPa                      C. 3,4 kPa                      D. 8,5 kPa

b. Jakou hustotu by kapalina musela mít, aby na spodní stranu tyče ponořené ze čtyř sedmnáctin působil hydrostatický tlak stejně velký jako v části a)?

A.  $1\,250 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       B.  $1\,700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       C.  $425 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       D.  $850 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

3. Těleso, jehož objem je  $30 \text{ dm}^3$  plave na vodě tak, že je ze dvou třetin ponořené ve vodě.

a. Jak velká vztlačková síla působí na těleso?

A. 300 N                      B. 175 N                      C. 200 N                      D. 100 N

b. Jakou hustotu by musela kapalina mít, aby při stejné vztlačkové síle, bylo těleso zcela ponořeno?

A.  $580 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       B.  $1\,100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       C.  $670 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       D.  $330 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

4. Kapalina teče potrubím, jehož kolmý průřez má obsah  $1,3 \text{ m}^2$ , rychlostí  $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

a. Jaký je objemový průtok?

A.  $3,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$                       B.  $9,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$                       C.  $5,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$                       D.  $6,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

b. Jakou rychlostí by tekla kapalina v části potrubí, které by se zúžilo tak, že obsah kolmého průřezu by byl  $0,7 \text{ m}^2$ ?

A.  $4,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       B.  $3,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       C.  $6,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       D.  $5,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

c. Za jak dlouho proteče určitým místem v potrubí  $20 \text{ m}^3$  kapaliny?

A. 2,2 s                      B. 5,1 s                      C. 3,2 s                      D. 3,9 s

5. Jakou rychlostí začne vytékat voda z nádoby, v jejímž dně je otvor a je-li výška kapaliny  $15 \text{ cm}$ ?

A.  $4,8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$                       B.  $3,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$                       C.  $6,2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$                       D.  $8,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 12: Pracovní list na téma Hydromechanika (varianta B)



**HYDROMECHANIKA (varianta B)**

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro tíhové zrychlení používejte hodnotu  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , pro hustotu vody hodnotu  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$   
a pro hustotu mořské vody hodnotu  $\rho = 1\,025 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

1. Pisty ve spojených nádobách mají obsahy  $25 \text{ cm}^2$  a  $52 \text{ cm}^2$ .

a. Jakou silou musíme působit na menší píst, aby tlak v kapalině dosáhl hodnoty 20 kPa?

A. 500 N                      B. 800 N                      C. 50 N                      D. 80 N

b. Jaká síla bude působit na větší píst?

A. 104 N                      B. 384 N                      C. 302 N                      D. 230 N

2. Víme, že podmořská ponorka vydrží tlak 100,0 MPa

a. Do jaké maximální hloubky se může ponorka v mořské vodě ponořit?

A. 8 589 m                      B. 5 482 m                      C. 9 756 m                      D. 6 352 m

b. Jaký tlak by na ponorku působil v této hloubce, byla-li by ponořená ve sladké vodě?

A. 54 820 kPa                      B. 63 520 kPa                      C. 85 890 kPa                      D. 97 560 kPa

3. V rybníce plave těleso, jehož objem je  $1,5 \text{ dm}^3$ , tak, že je zcela ponořeno, ale nijak se nedotýká dna a zůstává stále ve stejné hloubce.

a. Jaká je vztlaková síla působící na těleso?

A. 10 N                      B. 15 N                      C. 25 N                      D. 30 N

b. Jakou hustotu musí kapalina mít, aby na těleso působila stejná vztlaková síla a aby bylo těleso ponořené jen ze čtyř pětín jeho objemu?

A.  $950 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       B.  $1400 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       C.  $800 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$                       D.  $1250 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

4. Obsah kolmého průřezu hasičské hadice, v níž teče voda rychlostí  $45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , je  $22 \text{ dm}^2$

a. Jaký je objemový průtok?

A.  $9,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$                       B.  $6,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$                       C.  $8,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$                       D.  $7,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

b. Jakou rychlostí poteče voda v zúžené části hasičské proudnice, jejíž kolmý průřez má obsah  $3 \text{ dm}^2$ .

A.  $290 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       B.  $330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       C.  $370 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       D.  $230 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

c. Za jakou dobu proteče určitým místem v hadici  $50 \text{ m}^3$  vody?

A. 6,9 s                      B. 5,8 s                      C. 5,1 s                      D. 7,3 s

5. V jaké hloubce pod hladinou musíme vytvořit otvor ve stěně nádoby, aby voda z nádoby vytékala otvorem rychlostí  $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

A. 53 cm                      B. 45 cm                      C. 32 cm                      D. 39 cm

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 13: Výsledky (Mechanika)

**Správné výsledky - Kinematika**

Varianta A	
1	D
	A
2	B
	C
3	C
	B
4	D
	A
5	A
	C

Varianta B	
1	A
	C
2	D
	B
3	A
	D
4	C
	B
5	B
	A

**Správné výsledky - Dynamika**

Varianta A	
1	C
	B
2	D
	C
3	A
4	B
5	B
	D
6	C
	A

Varianta B	
1	B
	A
2	A
	D
3	C
4	B
5	D
	A
6	C
	B

**Správné výsledky - Mech. práce a energie**

Varianta A	
1	B
	A
2	B
	D
3	C
	A
4	B
	D
5	C
	D

Varianta B	
1	C
	D
2	D
	B
3	C
	A
4	B
	D
5	A
	B



### Správné výsledky - Gravitační pole

Varianta A	
1	A
	B
2	A
	C
3	D
	B
4	B
	A
5	A
	C

Varianta B	
1	C
	B
2	B
	C
3	A
	C
4	B
	A
5	C
	B

### Správné výsledky - Mech.tuhého tělesa

Varianta A	
1	C
	A
2	D
	B
3	
4	D
	A
5	B
	B

Varianta B	
1	D
	C
2	C
	A
3	
4	D
	A
5	B
	C

### Správné výsledky - Hydromechanika

Varianta A	
1	D
	A
2	B
	D
3	C
	C
4	A
	D
	B
5	C

Varianta B	
1	C
	A
2	C
	D
3	B
	D
4	A
	B
	C
5	B

Příloha č. 14: Pracovní list na téma Základy molekulové fyziky (varianta A)



**ZÁKLADY MOL. FYZIKY (varianta A)** Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro výpočet použijte následující hodnoty:

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$\rho_{\text{H}_3\text{BO}_3} = 1,435 \text{ g/cm}^3$	$\rho_{\text{H}_2\text{S}} = 0,001363 \text{ g/cm}^3$	$m_u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
$\text{Ar}(\text{Al}) = 29,98$	$\text{Ar}(\text{H}) = 1,01$	$\text{Ar}(\text{S}) = 32,07$	$\text{Ar}(\text{Cl}) = 35,45$
$\text{Ar}(\text{B}) = 10,81$	$\text{Ar}(\text{Pb}) = 107,21$	$\text{Ar}(\text{I}) = 126,90$	$\text{Ar}(\text{O}) = 15,99$

1. Jaká je klidová hmotnost atomu jódu?

- A.  $m_a = 7,64 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$     B.  $m_a = 1,31 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     C.  $m_a = 1,05 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     D.  $m_a = 2,12 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

2. Vypočítejte klidovou hmotnost molekuly oxidu chloritého  $\text{Cl}_2\text{O}_3$

- A.  $m_m = 1,97 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     B.  $m_m = 1,39 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     C.  $m_m = 8,54 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$     D.  $m_m = 1,44 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

3. Mějme hliníkovou krychličku o hmotnosti 430 g.

a. Určete počet atomů, které obsahuje

- A.  $N = 2,38 \cdot 10^{25}$     B.  $N = 1,28 \cdot 10^{25}$     C.  $N = 8,64 \cdot 10^{24}$     D.  $N = 7,77 \cdot 10^{24}$

b. Jaké je její látkové množství?

- A.  $n = 19,76 \text{ mol}$     B.  $n = 21,26 \text{ mol}$     C.  $n = 14,35 \text{ mol}$     D.  $n = 12,91 \text{ mol}$

4. Jaké je látkové množství 0,5 l kyseliny borité  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ?

- A.  $n = 11,6 \text{ mol}$     B.  $n = 14,5 \text{ mol}$     C.  $n = 10,16 \text{ mol}$     D.  $n = 13,13 \text{ mol}$

5. Jaká je hmotnost čistého olova, je-li jeho látkové množství 3 mol?

- A.  $m = 414,32 \text{ g}$     B.  $m = 321,63 \text{ g}$     C.  $m = 518,27 \text{ g}$     D.  $m = 690,87 \text{ g}$

6. Mějme sirovodík  $\text{H}_2\text{S}$

a. Jaká je jeho molární hmotnost?

- A.  $M_m = 31 \text{ g/mol}$     B.  $M_m = 33 \text{ g/mol}$     C.  $M_m = 32 \text{ g/mol}$     D.  $M_m = 34 \text{ g/mol}$

b. Určete jeho molární objem.

- A.  $V_m = 0,023 \text{ m}^3/\text{mol}$     B.  $V_m = 0,025 \text{ m}^3/\text{mol}$     C.  $V_m = 0,022 \text{ m}^3/\text{mol}$     D.  $V_m = 0,024 \text{ m}^3/\text{mol}$

7. Převed'te teplotu  $-18,4 \text{ }^\circ\text{C}$  na K

- A.  $T = 254,6 \text{ K}$     B.  $T = 18,4 \text{ K}$     C.  $T = 291,4 \text{ K}$     D.  $T = 81,6 \text{ K}$

8. Jaký je teplotní rozdíl mezi teplotou 120 K a teplotou  $3^\circ\text{C}$ ?

- A.  $\Delta t = 156 \text{ }^\circ\text{C}$     B.  $\Delta t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$     C.  $\Delta t = 123 \text{ }^\circ\text{C}$     D.  $\Delta t = 36 \text{ }^\circ\text{C}$

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 15: Pracovní list na téma Základy molekulové fyziky (varianta B)



**ZÁKLADY MOL. FYZIKY (varianta B)** Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

Pro výpočet použijte následující hodnoty:

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$\rho_{\text{NaH}} = 1,39 \text{ g/cm}^3$	$\rho_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7} = 1,665 \text{ g/cm}^3$	$m_u = 1,66 \cdot 10^{-27}$
$\text{Ar}(\text{C}) = 12,01$	$\text{Ar}(\text{H}) = 1,01$	$\text{Ar}(\text{Na}) = 22,98$	
$\text{Ar}(\text{Fe}) = 55,85$	$\text{Ar}(\text{O}) = 15,99$	$\text{Ar}(\text{Ag}) = 107,87$	

1. Jaká je klidová hmotnost atomu stříbra?

- A.  $m_a = 6,45 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$     B.  $m_a = 1,79 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     C.  $m_a = 1,54 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     D.  $m_a = 5,97 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

2. Vypočítejte klidovou hmotnost molekuly oxidu železitého  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

- A.  $m_m = 2,12 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     B.  $m_m = 1,19 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     C.  $m_m = 2,65 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$     D.  $m_m = 0,72 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

3. Mějme kyselinu citronovou  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  o objemu  $1,5 \text{ cm}^3$ .

a. Určete počet molekul, které obsahuje.

- A.  $N = 3,48 \cdot 10^{33}$     B.  $N = 7,83 \cdot 10^{21}$     C.  $N = 2,82 \cdot 10^{15}$     D.  $N = 2,16 \cdot 10^{22}$

b. Jaké je její látkové množství?

- A.  $n = 5,781 \text{ mol}$     B.  $n = 0,036 \text{ mol}$     C.  $n = 4,684 \text{ mol}$     D.  $n = 0,013 \text{ mol}$

4. Jaké je látkové množství 200 g čistého železa?

- A.  $n = 3,58 \text{ mol}$     B.  $n = 1,79 \text{ mol}$     C.  $n = 0,03 \text{ mol}$     D.  $n = 7,16 \text{ mol}$

5. Jaký je objem kyslíku  $\text{O}_2$  v nádobě, který má hustotu  $0,179 \text{ g/cm}^3$  a látkové množství  $0,06 \text{ mol}$ ?

- A.  $V = 6,72 \text{ l}$     B.  $V = 5,36 \text{ l}$     C.  $V = 3,36 \text{ l}$     D.  $V = 10,72 \text{ l}$

6. Mějme hydrid sodný NaH

a. Jaká je jeho molární hmotnost?

- A.  $M_m = 22,98 \text{ g/mol}$     B.  $M_m = 23,99 \text{ g/mol}$     C.  $M_m = 21,98 \text{ g/mol}$     D.  $M_m = 23,17 \text{ g/mol}$

b. Určete jeho molární objem

- A.  $V_m = 1,72 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$     B.  $V_m = 1,65 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$     C.  $V_m = 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$     D.  $V_m = 1,68 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$

7. Převed'te teplotu  $-12,3 \text{ }^\circ\text{C}$  na K

- A.  $T = 285,3 \text{ K}$     B.  $T = 87,7 \text{ K}$     C.  $T = 260,7 \text{ K}$     D.  $T = 12,3 \text{ K}$

8. Jaký je teplotní rozdíl mezi teplotou  $1 \text{ K}$  a teplotou  $-100^\circ\text{C}$ ?

- A.  $\Delta t = 172 \text{ }^\circ\text{C}$     B.  $\Delta t = 73 \text{ }^\circ\text{C}$     C.  $\Delta t = 372 \text{ }^\circ\text{C}$     D.  $\Delta t = 101 \text{ }^\circ\text{C}$

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

Příloha č. 16: Pracovní list na téma Vnitřní energie, práce a teplo (varianta A)



VNITŘNÍ ENERGIE, PRÁCE A TEPLO (varianta A)

Jméno:.....  
 Škola:.....  
 Třída:.....  
 Datum:.....

Pro výpočty používejte následující hodnoty:

$c_{\text{voda}} = 4\,200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$c_{\text{železo}} = 450 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
-------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------

1. Těleso o hmotnosti 15 kg, které jsme ohřáli o 20 °C, přijalo teplo 180 kJ.
  - a. Jaká je tepelná kapacita tělesa?  
 A. 12 000 J · K<sup>-1</sup>      B. 9 000 J · K<sup>-1</sup>      C. 600 J · K<sup>-1</sup>      D. 2 400 J · K<sup>-1</sup>
  - b. Jaká je měrná tepelná kapacita tělesa?  
 A. 600 J · kg<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>      B. 300 J · kg<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>      C. 12 000 J · kg<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>      D. 9 000 J · kg<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>

---

2. V laboratoři máme 4 kg vody o teplotě 40 °C.
  - a. Jaké teplo musíme dodat vodě při ohřívání, chceme-li ji ohřát na 90°C?  
 A. 620 kJ      B. 2 200 kJ      C. 840 kJ      D. 1 400 kJ
  - b. Jakou teplotu by musel mít železný váleček o hmotnosti 2 kg, aby po vložení do vody ze zadání, vodu ohřál o 1°C?  
 A. 42 °C      B. 59 °C      C. 50 °C      D. 54 °C

---

3. Těleso, o hmotnosti 2,5 kg, pohybující se po podložce rychlostí 12 m · s<sup>-1</sup> se vlivem tření zastaví. O kolik vzroste vnitřní energie kuličky a podložky?  
 A. 300 J      B. 75 J      C. 54 J      D. 180 J

---

4. Gumový hopík, jehož hmotnost je 5 g padá kolmo na podložku z výšky 1 m a odrazí se zpět až do výšky 0,7 m. O kolik vzroste vnitřní energie gumového hopíku a podložky při odrazu od podložky?  
 A. 0,015 J      B. 0,070 J      C. 0,085 J      D. 0,030 J

---

5. Okolní tělesa vykonala při působení na soustavu práci 12 kJ a současně soustava odevzdala teplo 2 kJ svému okolí. O kolik vzroste vnitřní energie soustavy?  
 A. 14 kJ      B. 10 kJ      C. 6 kJ      D. 24 kJ

---

6. Mějme destičku vyrobenou z mosazi, která má tloušťku 1 cm a obsah 0,005 m<sup>2</sup>. Uvažujme, že teplo prochází pouze dvěma protějšími stranami o zadaném obsahu, tedy že nedochází k tepelným ztrátám ostatními stranami tyče.
  - a. Jaké teplo projde destičkou za 20 s, je-li rozdíl teplot na jednotlivých stranách tyče 5 °C a je-li součinitel tepelné vodivosti mosazi je  $\lambda = 120 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ?  
 A. 18 kJ      B. 6 kJ      C. 24 kJ      D. 12 kJ
  - b. Jakou tloušťku by musela destička mít, aby za 5 s prošlo stejnou plochou destičky jako v zadání, teplo 3 x menší než v části a) a liší-li se teplota protějších stran destičky o 10 °C?  
 A. 0,015 m      B. 0,008 m      C. 0,020 m      D. 0,005 m
  - c. Za 2 s projde destičkou, jejíž parametry známe ze zadání, teplo 1 200 J. Jakou teplotu má chladnější strana destičky, má-li první teplotu 15°C?  
 A. 10 °C      B. 14 °C      C. 5 °C      D. 8 °C

Příloha č. 17: Pracovní list na téma Vnitřní energie, práce a teplo (varianta B)



**VNITŘNÍ ENERGIE, PRÁCE A TEPLŮ (varianta B)**

Jméno:.....  
 Škola:.....  
 Třída:.....  
 Datum:.....

Pro výpočty používejte následující hodnoty:

$c_{\text{voda}} = 4\,200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$c_{\text{měď}} = 380 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
-------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------

1. Měrná tepelná kapacita železného zábradlí vážícího 10 kg je  $450 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 
  - a. Určete hodnotu tepla, které zábradlí přijme, ohřeje-li se o  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
 A. 6 000 J                      B. 4 500 J                      C. 9 000 J                      D. 7 500 J
  - b. Určete tepelnou kapacitu zábradlí.  
 A.  $9\,000 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$               B.  $6\,000 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$               C.  $2\,000 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$               D.  $4\,500 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

---

2. Mějme 0,5 kg vody o teplotě  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .
  - a. Na jaké teplotě se voda ustálí, dodáme-li jí 21 kJ tepla?  
 A.  $38 \text{ }^\circ\text{C}$                       B.  $25 \text{ }^\circ\text{C}$                       C.  $18 \text{ }^\circ\text{C}$                       D.  $30 \text{ }^\circ\text{C}$
  - b. Na kolik  $^\circ\text{C}$  vzroste teplota vody o teplotě  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ , vložíme-li do ní měděnou kostku o hmotnosti 2 kg a teplotě  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
 A.  $45 \text{ }^\circ\text{C}$                       B.  $37 \text{ }^\circ\text{C}$                       C.  $40 \text{ }^\circ\text{C}$                       D.  $31 \text{ }^\circ\text{C}$

---

3. Uvolněná střešní taška o hmotnosti 700 g se uvolnila ze střechy a z výšky 4 m dopadla na zem. O kolik vzrostla vnitřní energie střešní tašky a země?  
 A. 28 J                      B. 18 J                      C. 24 J                      D. 20 J

---

4. Gumový projektil o hmotnosti 20 g byl vystřelen rychlostí  $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a po průletu kartonovou překážkou se jeho rychlost snížila na  $100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . O kolik se změnila vnitřní energie po průletu překážkou?  
 A. 420 J                      B. 400 J                      C. 800 J                      D. 560 J

---

5. Soustavě bylo z vnějšího prostředí dodáno teplo 18 kJ a zároveň soustava vykonala práci 3 kJ. O kolik vzroste vnitřní energie soustavy?  
 A. 6 kJ                      B. 9 kJ                      C. 12 kJ                      D. 15 kJ

---

6. V průběhu 5 s projde platinovou destičkou o tloušťce 0,1 m, jejíž jedna strana je o  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  teplejší než druhá, teplo 50 J. Součinitel tepelné vodivosti platiny je  $\lambda = 70 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Uvažujme, že teplo prochází pouze dvěma protějšími stranami, tedy že nedochází k tepelným ztrátám ostatními stranami tyče.
  - a. Jakou plochou teplo prochází?  
 A.  $71 \text{ cm}^2$                       B.  $140 \text{ cm}^2$                       C.  $30 \text{ cm}^2$                       D.  $55 \text{ cm}^2$
  - b. Jaký bude rozdíl teplot na stranách této destičky, projde-li za 5 s stejné teplo jako v zadání, ale prochází-li teplo na 2x menší ploše než v části a)?  
 A.  $8 \text{ }^\circ\text{C}$                       B.  $2 \text{ }^\circ\text{C}$                       C.  $4 \text{ }^\circ\text{C}$                       D.  $3 \text{ }^\circ\text{C}$
  - c. Jakou tloušťku by musela destička mít, aby byl zachován teplotní rozdíl stran destičky ze zadání, projde-li teplo 100 J plochou  $100 \text{ cm}^2$  za 10 s.  
 A. 7 cm                      B. 14 cm                      C. 28 cm                      D. 22 cm

# Příloha č. 18: Pracovní list na téma Vlastnosti plynů. Kruhový děj (varianta A)



## VLASTNOSTI PLYNŮ. KRHOVÝ DĚJ (varianta A)

Jméno: .....

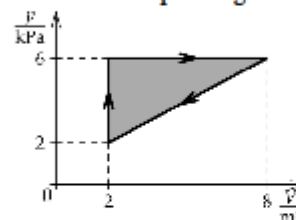
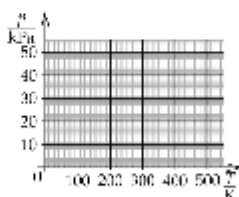
Škola: .....

Třída: .....

Datum: .....

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

- Kyslík v odizolované nádobě se působením stejného tepla, ohřeje rychleji než dusík a helium. Dusík i helium jsou uzavřeny v odizolovaných nádobách a mají stejnou hmotnost jako kyslík. Který z plynů, má nejmenší měrnou tepelnou kapacitu?  
 A. dusík                      B. helium                      C. kyslík                      D. nelze rozhodnout
- Jaká je teplota ideálního plynu, je-li střední kinetická energie jedné molekuly tohoto plynu rovna  $7,2 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ .  
 A. 75 °C                      B. 59 °C                      C. 42 °C                      D. 88 °C
- Jaká je hustota molekul v nádobě v které se molekula o hmotnosti  $4,6 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$  pohybuje rychlostí  $412 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  za stálého tlaku 15 kPa?  
 A.  $7,5 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$                       B.  $2,4 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$                       C.  $5,2 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$                       D.  $5,8 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$
- Mějme ideální plyn o hmotnosti 20 g, objemu  $15 \text{ dm}^3$  a tlaku 2 kPa, jehož teplotu udržujeme na stejné hodnotě a to i v případě, že tlak plynu snížíme na 500 Pa a jeho objem se zvětší na  $0,06 \text{ m}^3$ . Rozhodněte, o jaký druh děje se jedná.  
 A. Izobarický děj                      B. Izotermický děj                      C. Izochorický děj                      D. Adiabatický děj
- O kolik se za stálého tlaku změní objem ideálního plynu, jenž jsme z teploty 12 °C ohřáli na teplotu 247 °C a jehož původní objem byl  $0,55 \text{ m}^3$ .  
 A.  $0,45 \text{ m}^3$                       B.  $0,30 \text{ m}^3$                       C.  $1,00 \text{ m}^3$                       D.  $0,85 \text{ m}^3$
- Ideální plyn o hmotnosti 150 g má při tlaku 62 kPa a objemu  $1,6 \text{ m}^3$  teplotu 42 °C. Jakého tlaku plyn dosáhne, zvětší-li se, při ohřátí na teplotu 70 °C, jeho objem na  $2,25 \text{ m}^3$ .  
 A. 36 kPa                      B. 48 kPa                      C. 57 kPa                      D. 40 kPa
- Vypočítejte, kolik tepla přijme 200 g vzduchu za konstantního tlaku, který se ohřál o 40 °C. Měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém tlaku je  $1\,005 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .  
 A. 3 210 J                      B. 6 290 J                      C. 6 750 J                      D. 8 040 J
- Do následujícího p-T diagramu zakreslete chování ideálního plynu, u kterého se za stálé teploty 100 K změnil tlak z původních 10 kPa na 50 kPa, poté se za konstantního tlaku ohřál na 500 K a poté se za konstantního objemu ochladil na původních 100 K.



- A. 12 kJ                      C. 6 kJ  
 B. 18 kJ                      D. 24 kJ

- Během kruhového děje, přijal plyn od ohříváče teplo 9,5 MJ, ale chladiči předal pouze teplo 4 MJ., Jaká byla účinnost kruhového děje?  
 A. 24 %                      B. 42 %                      C. 58 %                      D. 73 %

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

# Příloha č. 19: Pracovní list na téma Vlastnosti plynů. Kruhový děj (varianta B)



## VLASTNOSTI PLYNŮ. KRHOVÝ DĚJ (varianta B)

Jméno: .....

Škola: .....

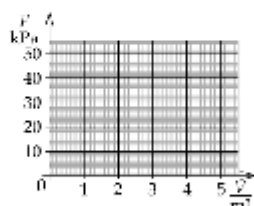
Třída: .....

Datum: .....

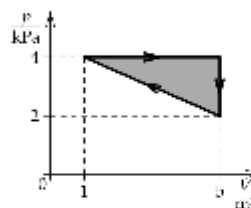
$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

- Ideální plyn, uzavřený v odizolované nádobě, zvýšil svou teplotu. Co se stane s tlakem tohoto plynu?  
 A. zmenší se                      B. nezmění se                      C. zvětší se                      D. nelze rozhodnout
- Vypočítejte, jaká je střední kinetická energie molekuly ideálního plynu, je-li jeho teplota 15 °C.  
 A.  $3,1 \cdot 10^{-21} \text{ J}$                       B.  $8,6 \cdot 10^{-21} \text{ J}$                       C.  $4,4 \cdot 10^{-21} \text{ J}$                       D.  $6,0 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
- Uvažujme ideální plyn, jenž má hustotu molekul  $2,3 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$ . Hmotnost jedné molekuly tohoto plynu je  $3,48 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ . Jakou budou mít molekuly střední kvadratickou rychlost, uzavřeme-li je do nádoby o tlaku 550 kPa.  
 A.  $497 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       B.  $454 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       C.  $357 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$                       D.  $262 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Mějme plyn v uzavřené nádobě, jejíž objem je  $0,24 \text{ m}^3$ . Teplota tohoto plynu při tlaku  $2,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  odpovídá 127 °C. Po ohřátí plynu na 207 °C stoupl jeho tlak na hodnotu  $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Rozhodněte, o jaký druh děje se jedná.  
 A. izochorický děj                      B. izobarický děj                      C. adiabatický děj                      D. izotermický děj
- Ideální plyn udržovaný na stálé teplotě, má při objemu  $0,8 \text{ m}^3$  tlak 28 kPa. Na jakou hodnotu vystoupá tlak plynu, zmenší-li se jeho objem na  $0,4 \text{ m}^3$ ?  
 A. 88 kPa                      B. 14 kPa                      C. 35 kPa                      D. 56 kPa
- Uvažujme 20 g ideálního plynu, který má při teplotě 27 °C objem  $0,5 \text{ m}^3$  a tlak  $1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Jaká bude teplota plynu, dosáhne-li plyn tlaku  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  a objemu  $0,7 \text{ m}^3$ .  
 A. 178 °C                      B. 287 °C                      C. 323 °C                      D. 129 °C
- Vypočítejte, kolik tepla přijme 350 g vzduchu za stálého objemu, který se ohřál o 30 °C. Měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém objemu je  $720 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .  
 A. 1 320 J                      B. 5 280 J                      C. 7 560 J                      D. 9 750 J

8. Do následujícího p-V diagramu zakreslete chování  $1 \text{ m}^3$  ideálního plynu, u kterého se za stálé teploty změnil tlak z původních 50 kPa na 10 kPa, poté se za konstantního tlaku vrátil do svého původního objemu a poté za konstantního objemu opět vzrostl jeho tlak na 50 kPa.



9. Jakou práci vykoná plyn při kruhovém ději zobrazeném na p-V diagramu?



- A. 10 kJ                      C. 16 kJ  
 B. 20 kJ                      D. 4 kJ

- Jakou účinnost bude mít tepelný stroj, který je tvořen ohříváčem o teplotě 800 K a chladičem o teplotě 490 K  
 A. 39 %                      B. 61 %                      C. 16 %                      D. 48 %

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

## Příloha č. 20: Pracovní list na téma Pevné a kapalně skupenství (varianta A)



### PEVNÉ A KAPALNÉ SKUPENSTVÍ (varianta A)

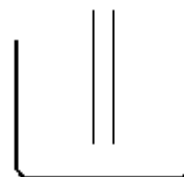
Jméno: .....

Škola: .....

Třída: .....

Datum: .....

- Mějme tenký hliníkový pás délky 2 m, jehož teplota je 20°C. Určete prodloužení pásu, ohřejeme-li jej o 2°C a je-li teplotní součinitel délkové roztažnosti hliníku  $24 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ .  
 A. 0,086 mm      B. 0,096 mm      C. 0,106 mm      D. 0,038 mm
- Mosazné kostce o objemu 1,2 m<sup>3</sup> se při ohřátí o 0,2°C zvětšil objem o 0,0012%. Vypočítejte teplotní součinitel délkové roztažnosti.  
 A.  $20 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$       B.  $10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$       C.  $60 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$       D.  $30 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$
- Modul pružnosti platiny v tahu je  $17 \cdot 10^{10} \text{Pa}$ . Na jakou maximální délku lze roztáhnout platinovou destičku, jejíž původní délka byla 2,2 m a je-li maximální normálové napětí destičky 250 MPa.  
 A. 2,200 m      B. 2,205 m      C. 2,201 m      D. 2,203 m
- Určete plochu příčného řezu konopného lana, na nějž působíme kolmo silou 1 200 N a vyvoláváme při tom normálové napětí 43 kPa.  
 A. 1,6 dm<sup>2</sup>      B. 2,8 dm<sup>2</sup>      C. 3,6 dm<sup>2</sup>      D. 5,2 dm<sup>2</sup>
- Na předkreslený hranol označte směry sil, které by způsobily deformaci smykem.
- Do obrázku zakreslete, jak se chová kapalina v kapiláře, ponořené do kádinky s kapalinou, při kapilární elevaci.



- Povrchové napětí blány, jejíž okraj má délku 3,2 cm, je  $40 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ . Jaké bude povrchové napětí této blány, změníme-li délku okraje blány na 4,0 cm, přičemž síla působící na blánu se nezmění?  
 A.  $50 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$       B.  $46 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$       C.  $32 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$       D.  $20 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
- Povrchové napětí kapky vody o průměru 0,5 cm se z hodnoty  $72 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$  změnilo na hodnotu  $80 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ . O kolik se přitom změnil její kapilární tlak?  
 A. 9,6 Pa      B. 4,0 Pa      C. 3,2 Pa      D. 6,4 Pa
- Kapalina, s povrchovým napětím  $73 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ , vystoupá v kapiláře o průměru 0,2 cm do výšky 1,5 cm. Jaká je hustota této kapaliny?  
 A.  $970 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$       B.  $440 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$       C.  $750 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$       D.  $1\,200 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Mějme kapalinu, která má při teplotě 14°C hustotu  $1\,005 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Teplotní součinitel objemové roztažnosti této kapaliny je  $190 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ . Na jaké teplotě se kapalina ustálí, klesne-li její hustota o  $5 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ?  
 A. 40°C      B. 26°C      C. 12°C      D. 19°C

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka



## Příloha č. 21: Pracovní list na téma Pevné a kapalné skupenství (varianta B)



### PEVNÉ A KAPALNÉ SKUPENSTVÍ (varianta B)

Jméno: .....

Škola: .....

Třída: .....

Datum: .....

1. Tyčinka vyrobená ze stříbra, která má za teploty 42°C délku 15 cm, se při zvyšování své teploty prodloužila o 0,08 mm. Teplotní součinitel délkové roztažnosti stříbra je  $20 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ . Na jakou teplotu se destička ohřála?

A. 80°C                      B. 50°C                      C. 69°C                      D. 92°C

2. Kulička vyrobená z oceli má při teplotě 12°C objem 0,92 m<sup>3</sup>. O kolik procent vzroste její objem, ohřejeme-li ji o 0,7°C. Teplotní součinitel délkové roztažnosti oceli je  $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ?

A. 0,00252%                      B. 0,00084%                      C. 0,04320%                      D. 0,00009%

3. Při zkoumání vlastností mědi, jejíž modul pružnosti v tahu je  $12,3 \cdot 10^{10} \text{Pa}$  jsme se snažili roztáhnout měděnou tyčinku původní délky 50 cm. Destička jsme ale roztáhli jen o 1,5 mm a poté praskla. Jaké je maximální normálové napětí destičky?

A. 231 MPa                      B. 369 MPa                      C. 410 MPa                      D. 613 MPa

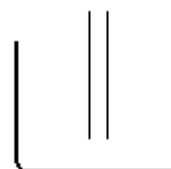
4. Maximální dovolené normálové napětí ocelového lana, jenž má obsah příčného řezu 3 dm<sup>2</sup> je 250 kPa. Jaká je maximální hmotnost, nákladu, který tímto lanem dokážeme uzvednout?

A. 1 200 kg                      B. 830 kg                      C. 430 kg                      D. 750 kg

5. Na předkreslený hranol označte směry sil, které by způsobily deformaci ohybem.



6. Do obrázku zakreslete, jak se chová kapalina v kapiláře, ponořené do kádinky s kapalinou, při kapilární depresi.



7. Na blámu s povrchovým napětím  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$  působí síla 0,012 N. Jak velká síla bude na blámu stejné délky působit, vzroste-li její povrchové napětí o  $5 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ?

A. 0,060 N                      B. 0,024 N                      C. 0,015 N                      D. 0,036 N

8. Jaký je průměr mýdlové bubliny, jejíž kapilární tlak je 4 Pa a povrchové napětí je  $19 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ?

A. 2,4 cm                      B. 1,9 cm                      C. 3,8 cm                      D. 2,1 cm

9. Petrolej, jehož hustota je  $825 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , vystoupá v kapiláře o průměru 0,25 cm do výšky 0,5 cm. Jaké je povrchové napětí petroleje?

A.  $13 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$                       B.  $40 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$                       C.  $26 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$                       D.  $52 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$

10. Kapalně o hustotě  $825 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  se při ohřátí o 5,4°C, zmenší hustota na  $820 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Určete teplotní součinitel objemové roztažnosti této kapaliny.

A.  $1 100 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$                       B.  $1 900 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$                       C.  $1 300 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$                       D.  $1 800 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

## Příloha č. 22: Pracovní list na téma Skupenské přeměny (varianta A)



### SKUPENSKÉ PŘEMĚNY (varianta A)

Jméno:.....  
 Škola:.....  
 Třída:.....  
 Datum:.....

- Mějme určité množství alkoholu o teplotě 28°C. Měrná tepelná kapacita alkoholu je při této teplotě přibližně  $c = 2\,380 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , měrné skupenské teplo varu  $l_v = 841 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  a teplota varu 78°C.
  - Kolik tepla je potřeba k odpaření varem 300 g alkoholu?  
 A. 327 kJ                      B. 252 kJ                      C. 354 kJ                      D. 288 kJ
  - Kolik gramů alkoholu bychom dokázali odpařit působením tepla o velikosti 144 kJ?  
 A. 140 g                      B. 150 g                      C. 130 g                      D. 170 g

---

- Jakým množstvím tepla je potřeba působit na 2 kg ledu, o teplotě 0°C, aby se všechno přeměnil na plyn stejné teploty, je-li  $l_v = 2\,260 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  a  $l_s = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ?  
 A. 3 400 kJ                      B. 1 500 kJ                      C. 5 200 kJ                      D. 6 100 kJ

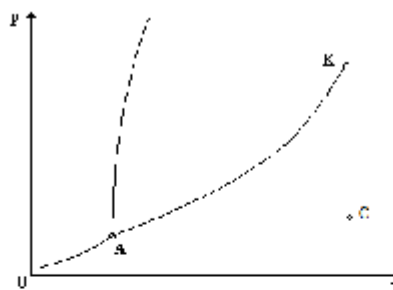
---

- Železo se tavi při teplotě 1 535°C (měrná tepelná kapacita železa je  $c = 465 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  a skupenské teplo tuhnutí odpovídá hodnotě  $l_t = 268 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Předpokládejte, že se měrná tepelná kapacita železa při roztavení nezměnila.
  - Určete teplo, které je potřeba k roztavení 2 kg železa původní teploty 1 200°C a následnému ohřátí vzniklé železné hmoty na 2 000°C.  
 A. 1 280 kJ                      B. 656 kJ                      C. 848 kJ                      D. 932 kJ
  - Kolik tepla takto ohřátá roztavená hmota předá svému okolí, než opět ztuhne?  
 A. 536 kJ                      B. 970 kJ                      C. 848 kJ                      D. 624 kJ

---

- Z nabídnutých odpovědí vyberte tu, která ve správném pořadí popisuje následující děj: Látka původně pevného skupenství se zprvu změní na plyn a poté se přes kapalné skupenství vrací zpět do skupenství pevného.  
 A. Desublimace – kapalnění - tuhnutí  
 B. Sublimace – kapalnění - desublimace  
 C. Desublimace – tuhnutí - sublimace  
 D. Sublimace – kapalnění – tuhnutí

5. Do fázového diagramu označte plynné, kapalné a pevné skupenství látek.



- Rozhodněte jakého skupenství je látka, jejíž stav je ve fázovém diagramu určen bodem C.  
 A. plynné skupenství                      B. pevné skupenství                      C. kapalné skupenství                      D. nelze rozhodnout

---

- V místnosti o rozměrech  $2,5 \times 4,2 \times 5,4 \text{ m}$  je vzduch s vodními párami o celkové hmotnosti 69 kg, přičemž hmotnost vodních par odpovídá  $1/70$  celkové hmotnosti. Teplota vzduchu je 25°C.
  - Určete relativní vlhkost vzduchu, je-li absolutní vlhkost vzduchu při nasycení vodní parou  $23,1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ .  
 A. 82%                      B. 52%                      C. 75%                      D. 63%
  - Jaký objem by měl vzduch obsahující stejné množství vodních pár jako v zadání, pokud by relativní vlhkost vzduchu klesla v místnosti na 45%?  
 A.  $44 \text{ m}^3$                       B.  $82 \text{ m}^3$                       C.  $57 \text{ m}^3$                       D.  $95 \text{ m}^3$

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

## Příloha č. 23: Pracovní list na téma Skupenské přeměny (varianta B)



### SKUPENSKÉ PŘEMĚNY (varianta B)

Jméno:.....

Škola:.....

Třída:.....

Datum:.....

1. Mějme rtuť o teplotě 22°C. Rtuť má teplotu varu  $t_v = 357^\circ\text{C}$ , měrnou tepelná kapacita rtuť je  $c = 140 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  a měrné skupenské teplo varu  $l_v = 293 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
- a. Kolik tepla bychom museli dodat 5 g rtuťi, pokud bychom chtěli, aby se všechna rtuť odpařila varem?
- A. 1 480 J                      B. 920 J                      C. 1 700 J                      D. 1 230 J
- b. Kolik gramů rtuťi se odpaří varem dodáním tepla o velikosti 3 kJ?
- A. 8,8 g                      B. 12,6 g                      C. 10,1 g                      D. 7,4 g
- 
2. Na led o teplotě 0°C, jehož  $l_v = 2 260 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  a  $l_t = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , jsme působením tepla o velikosti 10 MJ přeměnili na plyn o stejné teplotě. Jaká byla hmotnost ledu?
- A. 2,3 kg                      B. 3,9 kg                      C. 7,9 kg                      D. 5,2 kg
- 
3. Roztavené stříbro o hmotnosti 40 g má teplotu 1 000°C potřebujeme v tuhém skupenství a tak jej zchladíme na teplotu 20°C (teplota tuhnutí stříbra odpovídá hodnotě  $t_t = 961^\circ\text{C}$ , měrné skupenské teplo tuhnutí je  $l_t = 105 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  a měrná tepelná kapacita stříbra je  $c = 235 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ). Předpokládejte, že se měrná tepelná kapacita stříbra při roztavení nezměnila.
- a. Kolik tepla předá stříbro svému okolí při jeho ochlazování?
- A. 4 200 J                      B. 15 300 J                      C. 9 800 J                      D. 13 400 J
- b. Kolik tepla postačí, aby roztavená stříbrná hmota ztuhla?
- A. 6 280 J                      B. 4 570 J                      C. 1 420 J                      D. 4 200 J
- 
4. Z nabídnutých odpovědí vyberte tu, která ve správném pořadí popisuje následující děj: Určité množství plynu se působením okolního prostředí přeměnilo na kapalinu. Poté se jeho skupenství přeměnilo na pevné a zpět na kapalně.
- A. Kapalnění – tuhnutí - tání  
 B. Desublimace – kapalnění - tání  
 C. Kapalnění – tuhnutí - tání  
 D. Desublimace – tání - tuhnutí
5. Do fázového diagramu označte křivku syté páry, křivku tání a sublimační křivku.
- 
6. Rozhodněte jakého skupenství je látka, jejíž stav je ve fázovém diagramu určen bodem D.
- A. plynné skupenství      B. pevné skupenství      C. kapalně skupenství      D. nelze rozhodnout
- 
7. Absolutní vlhkost vzduchu při nasycení vodní parou, je při teplotě 20°C přibližně  $17,4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- a. Jaký objem má vzduch s vodními párami o celkové hmotnosti 80 kg, má-li relativní vlhkost 65% a odpovídá-li hmotnost vodních par  $\frac{1}{120}$  celkové hmotnosti?
- A. 90 m<sup>3</sup>                      B. 14 m<sup>3</sup>                      C. 47 m<sup>3</sup>                      D. 59 m<sup>3</sup>
- b. Jaká by byla hodnota relativní vlhkosti vzduchu obsahujícího stejné množství vodních par jako v části a), pokud by se nacházel v místnosti o rozměrech  $3 \times 4,3 \times 4,7 \text{ m}$ ?
- A. 59%                      B. 63%                      C. 44%                      D. 76%

Pracovní list pro potřebu bakalářské práce

Autor: Dokoupilová Lenka

## Příloha č. 24: Výsledky (Molekulová fyzika)

### Správné výsledky - Základy mol. Fyziky

Varianta A	
1	D
2	A
3	C
	C
4	A
5	B
6	D
	B
7	A
8	A

Varianta B	
1	B
2	C
3	B
	D
4	A
5	D
6	B
	A
7	C
8	A

### Správné výsledky - Vnitřní energie, práce a teplo

Varianta A	
1	B
	A
2	C
	B
3	D
4	A
5	B
6	B
	A
	C

Varianta B	
1	C
	D
2	B
	D
3	A
4	C
5	D
6	A
	C
	B

### Správné výsledky - Vlastnosti plynů. Kruhový děj

Varianta A	
1	C
2	A
3	D
4	B
5	A
6	B
7	D
8	
9	A
10	C

Varianta B	
1	C
2	D
3	B
4	A
5	D
6	B
7	C
8	
9	D
10	A

### Správné výsledky - Pevné a kapalné skupenství

Varianta A	
1	B
2	A
3	D
4	B
5	
6	
7	C
8	D
9	A
10	A

Varianta B	
1	C
2	A
3	B
4	D
5	
6	
7	D
8	B
9	C
10	A

### Správné výsledky - Skupenské přeměny

Varianta A	
1	D
	B
2	C
3	A
	B
4	D
5	
6	A
7	C
	D

Varianta B	
1	C
	A
2	B
3	D
	B
4	A
5	
6	C
7	D
	B