

MASARYKOVA UNIVERZITA

Přírodovědecká fakulta



MECHANIKA
V TESTOVÝCH ÚLOHÁCH

(Diplomová práce)

vedoucí práce: prof. RNDr. Jana Musilová, CSc.

Brno 2009

Petr Fajgar

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

Souhlasím, aby práce byla uložena na Masarykově univerzitě v Brně v knihovně Přírodovědecké fakulty a zpřístupněna ke studijním účelům.

Ve Zlíně 10. května 2009

Petr Fajgar

P o d ě k o v á n í

Děkuji všem, kteří mi byli nápomocni při vytváření této diplomové práce. Zejména děkuji prof. RNDr. Janě Musilové, CSc., za pečlivé a trpělivé vedení diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Lence Czudkové, Ph.D., za konzultace, cenné rady a náměty. Můj dík patří také Mgr. Tomáši Nečasovi, Ph.D., za umožnění realizace testů na střední škole.

Anotace

Diplomová práce se zabývá možností využití testových úloh při výuce fyziky na střední škole. Hlavní snahou je ověřit možnost využití uzavřených testových úloh při výkladu nové látky, ale i při pozdějším ověřování porozumění základním pojmům a zákonům mechaniky.

Práce obsahuje soubor uzavřených testových úloh ze středoškolské mechaniky spolu s vhodnými možnostmi odpovědí. Každá úloha je zpracována ve dvou variantách – jako testová úloha s právě jednou správnou odpovědí a jako testová úloha s předem neuvedeným počtem správných odpovědí. Vhodnost úloh byla posouzena na základě vyhodnocení jejich řešení studenty střední školy a univerzitními studenty prvního ročníku bakalářského studia. Práce obsahuje také výsledky úloh a závěry z testování.

Annotation

This diploma thesis deals with the possibility of using the test tasks in the lessons of physics at the secondary school. The main aim is to evaluate the possibility of using closed test tasks in the interpretation of a new curriculum, but also in the following interpretation of understanding basic concepts and laws of mechanics.

The thesis contains a set of the closed test tasks of secondary mechanics, along with appropriate response options. Each task is processed in two versions - as a testing task with just one right answer and as a testing task with the list of correct answers which are not given in advance. The suitability of tasks has been assessed on the basis of evaluation of secondary school students and university students in their first year of Bachelor's study. The results of the tasks and testing are mentioned at the end of my thesis.

Obsah

Obsah	5
1. Úvod	6
2. Testové úlohy ve fyzice	7
3. Testové úlohy uzavřené	7
4. Rozdělení testových úloh	8
4.1 Uzavřené úlohy s výběrem jedné správné odpovědi	9
4.2 Uzavřené úlohy s výběrem jedné nesprávné odpovědi	10
4.3 Uzavřené úlohy s výběrem jedné nejpřesnější odpovědi	12
4.4 Uzavřené úlohy s možností vícenásobné správné odpovědi	13
4.5 Ostatní typy úloh	14
5. Způsob hodnocení úloh	16
6. Tvorba testových úloh	19
7. Soubor testových úloh	21
7.1 Uzavřené úlohy s výběrem jedné správné odpovědi	21
7.2 Uzavřené úlohy s možností vícenásobné správné odpovědi	36
8. Výsledky úloh	53
9. Výsledky testování	54
10. Komentáře k úlohám	60
11. Závěr	65
Přehled použité literatury a zdrojů	66
Seznam příloh	66

1. Úvod

Mechanika je tradičně úvodním blokem každého fyzikálního kurzu. Proto se s ní setkává každý, kdo se rozhodne fyziku studovat. Studentům je k dispozici řada sbírek, které obsahují více či méně tradiční úlohy. Další sbírky neustále vycházejí. Málokdy se v nich však vyskytnou nápadité a vhodně formulované úlohy testové. Když už se taková úloha někde objeví, jde většinou o úlohu testující pouze „mechanické“ zapamatování si určité informace.

Hovoříme-li o testových úlohách, myslíme tím **úlohu uzavřenou** s nabídkou variant možných odpovědí.

Mým úkolem bylo sestavit soubor testových úloh, které budou u studentů ověřovat míru porozumění dané problematice. Každá úloha je zpracována ve dvou variantách. První varianta testové úlohy požaduje výběr jediné správné odpovědi z pěti nabízených možností, druhá varianta pak výběr právě všech správných odpovědí z devíti nabízených možností, počet správných odpovědí přitom není předem znám. Testové úlohy pokrývají standardní středoškolskou látku mechaniky vyučovanou na gymnáziu.

Vybraných osm úloh bylo otestováno na souboru studentů, z nichž 158 bylo středoškoláků (studenti 1. ročníku gymnázia a průmyslové školy) a 18 univerzitních studentů prvního ročníku bakalářského studia fyzikálních oborů. Výsledky testování jsou zpracovány v závěru práce.

2. Testové úlohy ve fyzice

Nedílnou součástí vzdělávacího procesu je zkoušení, které může probíhat ústně nebo písemně. Jednou z forem písemné zkoušky je didaktický test. Někteří pedagogové testy ve fyzice zatracují. Prohlašují, že testová úloha (tj. uzavřená úloha s výběrem odpovědi z nabízených možností) nemůže dostatečně ověřit, zda student danou látku pochopil a zda je schopen poznatky aplikovat. Podle jejich mínění má tuto schopnost pouze úloha otevřená. U ní musí student samostatně formulovat odpověď nebo provést řešení.

Je zřejmé, že každý způsob ověřování má své výhody, ale také nevýhody. Záměrem této diplomové práce není srovnání, zda je lepší úloha otevřená nebo uzavřená. Spíše chci ukázat, že i uzavřené úlohy mají ve výuce fyziky své místo a měly by se stát nedílnou součástí vzdělávacího procesu. V dalším se tedy budeme věnovat pouze úlohám uzavřeným.

3. Testové úlohy uzavřené

Úlohy uzavřené s výběrem odpovědí jsou nejvíce propracovaným typem úloh. Skládají se z několika základních částí. První částí je **instrukce**. Je to návod pro studenta, jak má postupovat a co má dělat. Například jak značit odpovědi, kolik je na test času a jak bude test hodnocen. Instrukce může být společná pro všechny úlohy a lze ji sdělit před zadáním testu slovně. Další částí je **výchozí text**. Konkrétně ve fyzice se nemusíme setkat pouze s textem, ale řadí se sem například tabulka, graf nebo obrázek. Následuje **kmen úlohy**. Jedná se o přesné, stručné a srozumitelné zadání určitého problému nebo otázky. Další část úlohy tvoří **nabízené alternativy odpovědi**. Ty existují v různých variantách, podle kterých úlohy dále dělíme. Z nabízených odpovědí může být jedna či více odpovědí správných. Nesprávné odpovědi označujeme jako **distraktory**.

Uzavřené úlohy s výběrem odpovědi jsou sice často používaným typem úloh, ale pro nezkušeného zadavatele (učitele) je jejich konstrukce poměrně obtížná. Nabídky odpovědí musí být totiž pro studenty stejně přijatelné. Každý z distraktorů tedy musí být dostatečně atraktivní (lákavou) odpovědí. Tak aby student o jeho výběru uvažoval a

nezavrhl jej ihned po přečtení. Nesmí se tedy jednat o naprostý nesmysl. Atraktivitu distraktoru a jeho případné zařazení může zadavatel úlohy usuzovat ze svých zkušeností.

Pokud si není zadavatel výběrem distraktorů jist, je vhodné nejprve zadat studentům úlohu jako otevřenou. Z nejčastějších chybných úvah studentů potom vytvořit distraktory. Lze předpokládat, že distraktory utvořené z chyb studentů budou studentům vždy blízké.

Jestliže úlohy s výběrem odpovědí pouze ověřují „mechanické“ zapamatování informací, jsou obvykle jednodušší, než obdobné úlohy otevřené. Pokud však testují vyšší úroveň osvojení poznatku a schopnost s poznatkem dále pracovat, bývají obtížnější než úlohy otevřené (viz. [9]).

4. Rozdělení testových úloh

Dělení testových úloh v této kapitole jsem převzal z textu [10]. Není-li uvedeno jinak, příklady konkrétních úloh jsem vytvořil včetně nabídky odpovědí. Netriviální úlohy jsou opatřeny komentářem.

Podle konstrukce dělíme uzavřené testové úlohy do následujících typů:

1. uzavřené úlohy s výběrem jedné správné odpovědi
2. uzavřené úlohy s výběrem jedné nesprávné odpovědi
3. uzavřené úlohy s výběrem jedné nejpřesnější odpovědi
4. uzavřené úlohy s vícenásobnou správnou odpovědí
5. dichotomické úlohy
6. uspořádací úlohy
7. přiřazovací úlohy

4.1 Uzavřené úlohy s výběrem jedné správné odpovědi

Nejčastěji používaným typem uzavřených úloh jsou úlohy s výběrem jedné správné odpovědi. V nabídce odpovědí je tedy vždy pouze jedna odpověď správná. Ostatní tvoří různý počet distraktorů. Je vhodné v úlohách použít minimálně 4 distraktory. Při nižším počtu nabízených variant je totiž již značné riziko uhodnutí správné odpovědi.

Uvádím příklady úloh, které mohou existovat v různých podobách:

➤ Zadání úlohy: Která z následujících veličin patří mezi kinematické veličiny?

- a) elektrický proud
- b) svítivost
- c) indukčnost
- d) rychlost
- e) povrchové napětí

Z nabízených variant odpovědí je správně pouze jedna - d) rychlost. Ostatní varianty jsou distraktory.

Při konstrukci uzavřených úloh s výběrem jedné správné odpovědi obecně platí, že je třeba se vyhýbat zřejmým distraktorům. Tento problém mnozí autoři podceňují a v honbě za co největším počtem distraktorů nabízejí i varianty nesouvisející se zadáním nebo odpovědi zjevně nesmyslné.

➤ Zadání úlohy: Která z uvedených jednotek patří mezi základní jednotky soustavy SI?

- a) ampér
- b) rychlost
- c) volt
- d) gram
- e) hodina

Jasným distraktorem je nabízená varianta b) rychlost. Tato varianta totiž vůbec není jednotkou, ale je fyzikální veličinou. Aniž tedy student musí přemýšlet o správnosti jednotek soustavy SI, může z výběru odpovědí rovnou vyloučit variantu b), čímž se mu zúží výběr na čtyři možnosti.

U tohoto typu úloh není také vhodné zařazovat disjunktní možnosti odpovědí. Pokud se totiž dvě z nabízených odpovědí vzájemně vylučují, snižuje se tím uměle náročnost testu.

➤ Zadání úlohy: Automobil se pohybuje přímočaře s nenulovým konstantním zrychlením ve směru pohybu. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) Rychlost automobilu roste v závislosti na čase.
- b) Automobil projíždí levotočivou zatáčkou.
- c) Rychlost automobilu neroste v závislosti na čase.
- d) Automobil zpomaluje.
- e) Automobil projíždí pravotočivou zatáčkou.

U nabízených variant a) a c) je zřejmé, že se navzájem vylučují.

Přestože se dvě odpovědi vylučují, obecně neplatí, že jedna z nich je pravdivá. Může nastat případ, kdy se odpovědi navzájem vylučují, ale ani jedna z nich není pravdivá. Viz odpovědi b) a e) v předchozí úloze.

4.2 Uzavřené úlohy s výběrem jedné nesprávné odpovědi

U následujícího typu úloh vybírá student z nabízených variant jednu nesprávnou odpověď. V kmenu úlohy je třeba zápor jasně zdůraznit. Vhodné je zápor vyznačit tučně a podtrhnout, protože jinak může snadno dojít k přehlédnutí. Student tak odpoví špatně, i když třeba danou znalost má. Tento typ úloh je vhodné používat uvážlivě a nepříliš často. Zvýšený důraz je nutno klást i na preciznost formulace kmene úlohy.

➤ Zadání úlohy: Za který obor se **neudílí** Nobelova cena?

- a) Fyzika
- b) Chemie
- c) Matematika
- d) Literatura
- e) Fyziologie a medicína
- f) Ekonomie

Z nabízených variant odpovědi je správně pouze jedna – v tomto případě c) Matematika. Ostatní varianty jsou distraktory

Při formulaci uzavřených úloh s výběrem jedné nesprávné odpovědi je třeba dávat pozor na výběr distraktorů, aby nedošlo k zařazení sporných variant odpovědí:

➤ Zadání úlohy: Která z jednotek se běžně **nepoužívá** v ČR?

- a) sievert
 - b) metrický cent
 - c) inch (palec, coul)
 - d) světelný rok
 - e) žádná odpověď není správná
-

Vzhledem k formulaci této úlohy jsou uvedené distraktory sporné. Zadavatel má na mysli jako správnou odpověď c) inch (palec, coul). Student však může zaškrtnout odpověď e) žádná odpověď není správná. Ví totiž, že inch (palec, coul) se běžně používá například pro označování průměru potrubí.

4.3 Uzavřené úlohy s výběrem jedné nejpřesnější odpovědi

Tento typ úloh může být pro studenty velmi obtížný, dokonce obtížnější, než odpovídající otevřené úlohy, neboť vyžaduje dobré porozumění psanému textu. Zařazení tohoto typu úloh volíme uvážlivě.

Pro studenty je někdy velmi obtížné porozumět všem formulacím ve variantách odpovědí, neboť všechny nabízené odpovědi tohoto typu úloh bývají do jisté míry přijatelné. Může se dokonce stát, že ani nejpřesnější odpověď (z hlediska řešení testové úlohy tedy správná odpověď) nemusí zcela odpovídat pravdě. Pro studenty tak mohou být tyto úlohy matoucí, protože například v humanitních předmětech může být pojetí nejpřesnější odpovědi záležitostí subjektivního posuzování. Pro tento typ úloh je často formulován jeden z distraktorů jako tzv. úniková varianta: „nevím“, „neznám odpověď“. V ukázkové úloze je předvedena nejednoznačnost úlohy a také užití únikové varianty e).

-
- Zadání úlohy: Které z následujících tvrzení o příčinách 2. světové války je nejpřesnější?
- a) Hlavní příčinou vypuknutí 2. světové války byly spory mezi Hitlerem a Stalinem o Polsko.
 - b) Hlavní příčinou vypuknutí 2. světové války byly podmínky Versailleského míru z roku 1919 a nedořešené spory mezi mocnostmi z 1. světové války.
 - c) Hlavní příčinou vypuknutí 2. světové války byla Hitlerova doktrína Drang nach Osten.
 - d) Hlavní příčinou vypuknutí 2. světové války byla snaha o vyhlazení Židů a dalších skupin tzv. podlidí (Untermensch).
 - e) Žádná z uvedených možností není hlavní příčinou 2. světové války.

Nevhodnost úlohy spočívá především v tom, že je prakticky nemožné určit, který z uvedených výroků nejpřesněji popisuje příčinu vypuknutí 2 světové války. V každé z variant je vyjádřen jeden důvod. Nelze ovšem rozhodnout, který je ten hlavní. Záleží pouze na subjektivním pocitu hodnotitele, kterou příčinu považuje za hlavní.

Pozn.: Úloha převzata z [10].

4.4 Uzavřené úlohy s možností vícenásobné správné odpovědi

Tento typ úlohy předpokládá, že student volí správné odpovědi z nabízených možností. Počet správných odpovědí student nezná. Pouze ví, že správných odpovědí může být libovolný počet (tj. od nuly do počtu všech nabízených možností včetně). Na použití úloh s vícenásobnou správnou odpovědí je nutné studenty vždy předem upozornit a seznámit je se způsobem hodnocení.

Stejně jako u úloh s jednou správnou odpovědí je nutné si dávat pozor na zjevné distraktory, disjunktní varianty odpovědí a nepřesně formulované zadání.

Další situací, na kterou je třeba si dávat pozor, je překryv odpovědí. To znamená, že na základě jednoho poznatku je student schopen rozhodnout o správnosti, resp. nesprávnosti, více odpovědí najednou. Zadavatel tudíž nezíská žádnou novou informaci o znalostech studenta. Překryv volí zadavatel testu často tehdy, potřebuje-li získat vyšší počet nabízených odpovědí.

➤ Zadání úlohy: Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pravdivá.

- a) Hmotnost Marsu je větší než hmotnost Země.
- b) Hmotnost Země je větší než hmotnost Merkuru.
- c) Hmotnost Uranu je menší než hmotnost Neptunu.
- d) Planeta Merkur má nejmenší hmotnost ze všech planet sluneční soustavy.
- e) Planeta Jupiter má největší hmotnost ze všech planet sluneční soustavy.

Překryv nastal u odpovědí b) a d). Jestliže student ví, že Merkur má nejmenší hmotnost ze všech planet sluneční soustavy, ihned označí odpověď d). Označí také odpověď b), která plyne ze stejného poznatku.

4.5 Ostatní typy úloh

a) Dichotomické úlohy

Dichotomické úlohy jsou tvořeny zadáním, které blíže určuje, co je úkolem při řešení úlohy. Dále také tvrzením, o němž má student rozhodnout, zda odpovídá, nebo neodpovídá kritériu popsanému v zadání úlohy. Obvykle zda je tvrzení pravdivé či nikoliv. Vždy se volí mezi dvěma alternativami. Při řešení dichotomické úlohy existuje velké riziko, že se student pokusí správnou odpověď uhodnout. Z tohoto důvodu nepovažují dichotomické úlohy za vhodné.

➤ Zadání úlohy: Rozhodněte, zda jsou následující tvrzení pravdivá?

- | | |
|--|----------|
| a) Světlo je elektromagnetické vlnění. | ANO – NE |
| b) Wilhelm Conrad Röntgen obdržel Nobelovu cenu za fyziku. | ANO – NE |
| c) Světelný rok je jednotkou času. | ANO - NE |

b) Uspořádací úloha

Princip řešení uspořádací úlohy spočívá v seřazení zadaných položek podle daného kritéria.

➤ Zadání úlohy: Uspořádejte délky od největší po nejmenší.

- 3,28 km
 - 238798 m
 - 21468561 mm
 - 4648763165446311 pm
-

c) Přiřazovací úloha

Při řešení této úlohy je úkolem studenta přiřadit k sobě dvojice ze dvou skupin, a to podle nějakého pravidla definovaného v zadání úlohy. Počet položek v každé skupině by měl být jiný. V případě shodného počtu položek v obou skupinách by totiž při správném postupu poslední přiřazení prostě zbylo a student by při přiřazování poslední dvojice nemusel o ničem rozhodovat.

➤ Zadání úlohy: Přiřaďte k jednotlivým fyzikálním veličinám správnou jednotku.

- | | |
|---------------------|-------------|
| a) hmotnost | 1) ohm |
| b) elektrický odpor | 2) farad |
| c) tlak | 3) newton |
| d) síla | 4) kilogram |
| e) čas | 5) pascal |
| | 6) metr |
| | 7) sekunda |
-

5. Způsob hodnocení úloh

Velmi důležitým faktorem je u testových úloh jejich hodnocení. Z pohledu autora a hodnotitele jsou samozřejmě uzavřené testové úlohy přehlednější než úlohy otevřené. Hodnotitel neprochází celý myšlenkový postup studenta, ale kontroluje pouze výběr odpovědí. Hodnocení uzavřených testových úloh je tedy časově méně náročné. Více času však musí autor věnovat vytváření a ladění testu.

U testových úloh s výběrem odpovědí nelze nikdy vyloučit riziko, že student uhodne správné odpovědi, aniž má příslušné vědomosti. Toto riziko lze eliminovat např. větším množstvím nabízených variant odpovědí (min. 5). Je-li variant méně je šance uhodnout odpověď příliš vysoká. Proto je vhodné při nízkém počtu nabízených variant odpovědí užít výpočet **korekce na hádání**. Metodika výpočtu této korekce je uvedena v [10]. Při jejím určení se vychází z předpokladu, že student, který hádá odpověď, se dopouští chyb častěji než student, který úlohu opravdu řeší. U uváděných úloh je nabízeno 5 respektive 9 variant odpovědí. Není tedy třeba zmíněnou korekci zavádět.

Hodnocení úlohy uzavřené s výběrem jedné správné, nesprávné nebo nejpřesnější odpovědi

U uzavřené úlohy s výběrem jedné správné, jedné nesprávné, resp. jedné nejpřesnější odpovědi je hodnocení jednoduché. Je-li úloha vyřešena správně, získává student plný počet bodů. Pokud je úloha vyřešena špatně nebo vynechána, získává student 0 bodů.

Hodnocení úlohy uzavřené s možností vícenásobné správné odpovědi

Hodnocení úlohy uzavřené s možností vícenásobné správné odpovědi je komplikovanější. Vedle jednoznačně správné a jednoznačně nesprávné odpovědi lze uvažovat existenci odpovědi částečně správné a částečně nesprávné. K hodnocení je možno použít dva způsoby:

1) Způsob hodnocení „**Všechno nebo nic**“:

Jako správná se uznává pouze jediná vyčerpávající odpověď, ve které budou uvedeny všechny správné varianty a žádná varianta nesprávná. Tato odpověď je hodnocena plným počtem bodů. Každá jiná odpověď, byť by v ní byla pouze jediná chyba nebo jediný chybějící údaj, je považována za špatnou a je hodnocena jako nevyřešená – tedy 0 body.

Tento způsob hodnocení je pro kontrolujícího snadný a přehledný. Studenty je ovšem považován za tvrdý a nespravedlivý. Nula bodů totiž získá jak student, který nezvládne správně vyhodnotit jednu z nabízených variant, tak také student, který úlohu naprosto nezvládne nebo vynechá. I vypovídající hodnota tohoto hodnocení je zkreslená. Studenty totiž rozdělí na dvě skupiny. V první jsou ti, kteří mají perfektní vědomosti, umí je bez problémů interpretovat a používat. Druhou skupinu tvoří všichni ostatní.

2) **Diferencovaný přístup k hodnocení:**

Při tomto způsobu hodnocení zohledníme i částečně správné odpovědi. Zvýhodníme tedy studenta, který se snaží vyřešit alespoň část úlohy. Je schopen řešit alespoň dílčí problémy. Postup je demonstrován na následující úloze:

-
- Zadání úlohy: Podtrhněte **všechny** fyzikální veličiny, které patří mezi základní veličiny soustavy SI.
- a) síla
 - b) délka
 - c) rychlost
 - d) hmotnost
 - e) zrychlení
 - f) výkon
 - g) čas
 - h) energie
 - i) hustota
-

Vzorový student odpověděl takto:

-
- a) síla
 - b) délka
 - c) rychlost
 - d) hmotnost
 - e) zrychlení
 - f) výkon
 - g) čas
 - h) energie
 - i) hustota
-

Označme si nyní **zeleně** správné odpovědi a **červeně** nesprávné odpovědi na tuto otázku:

-
- a) síla
 - b) délka
 - c) rychlost
 - d) hmotnost
 - e) zrychlení
 - f) výkon
 - g) čas
 - h) energie
 - i) hustota
-

Jeden pomocný bod přidělíme za každou **označenou správnou odpověď** a jeden pomocný bod přidělíme za každou **neoznačenou nesprávnou odpověď**:

-
- | | |
|--------------------|--|
| a) <u>síla</u> | |
| b) délka | |
| c) <u>rychlost</u> | |
| d) <u>hmotnost</u> | 1 pomocný bod za označenou správnou odpověď |
| e) zrychlení | 1 pomocný bod za neoznačenou nesprávnou odpověď |
| f) <u>výkon</u> | |
| g) čas | 1 pomocný bod za označenou správnou odpověď |
| h) energie | 1 pomocný bod za neoznačenou nesprávnou odpověď |
| i) <u>hustota</u> | |
-

Celkový počet bodů za úlohu získáme jako podíl součtu pomocných bodů a počtu nabízených možností odpovědi v testové úloze. V našem případě tedy 4:9. Student tedy získává za takto vyřešenou úlohu po zaokrouhlení 0,444 bodu.

Je-li za vyřešení úlohy vypsáno více bodů, pak musíme vypsany počet bodů ještě vynásobit získaným koeficientem (v našem případě 0,444).

Problém tohoto způsobu hodnocení je, že student obdrží dílčí body, aniž označí jedinou odpověď.

6. Tvorba testových úloh

Tvorbu testové úlohy lze rozdělit do tří základních etap:

- 1) plánování testové úlohy
- 2) konstrukce testové úlohy
- 3) ověřování testové úlohy

1) Plánování testové úlohy

Tvůrce testové úlohy si musí nejdříve uvědomit, k jakému účelu má testová úloha sloužit. Může to být ke zjištění výsledků výuky na konci tematického celku nebo na konci klasifikačního období. Ke zjištění skutečnosti, jak studenti probíranou látku chápou a přijímají. Může sloužit k inspekčním nebo kontrolním účelům nebo k výběru vhodných studentů na vysokou školu atd. Po ujasnění účelu testování je třeba vymežit rozsah učiva, jenž má být testovou úlohou pokryto.

V našem případě se bude jednat o soubor testových úloh, který shrnuje středoškolské učivo mechaniky. Bude tedy sloužit k ověření míry a hloubky pochopení základních pojmů a zákonů mechaniky po probrání celé látky. Lze však i vybrat jednu z úloh a použít ji k dílčímu ověření poznatků po probrání příslušné kapitoly.

2) Konstrukce testové úlohy s výběrem odpovědi

Při konstrukci testové úlohy je třeba vyvarovat se všech dříve zmíněných úskalí tvorby variant odpovědí (disjunktní odpovědi, překryv, nesprávně nebo nepřehledně formulované odpovědi, atd.). Varianty nabízených odpovědí je třeba vhodně seřadit. Pokud se ve formulaci zadání vyskytuje zápor, je vhodné jej zvýraznit.

3) Ověření testové úlohy

Ověření testové úlohy je vhodné zařazením do testu pro dostatečný počet studentů různých typů a úrovní škol. Před zadáním testu je třeba zvolit délku trvání testu. Ta by měla být úměrná náročnosti a počtu úloh.

Rozbor studenty vynechaných odpovědí

Jestliže zjistíme, že studenti některé úlohy v testu vynechávali, může to znamenat neznalost testované látky, nepochopení formulaci zadání úlohy nebo nedostatek času k vypracování odpovědi atd. Vzhledem k tomu, že studenti nejsou nijak penalizováni za označení nesprávné odpovědi, lze předpokládat, že úlohu nevynechají, ale raději náhodně označí některou z nabízených odpovědí.

Rozbor nesprávných odpovědí

Rozbor nesprávných odpovědí je u úloh s výběrem jedné nebo více správných odpovědí velmi jednoduchý. Stačí ověřit, zda všechny nabídnuté distraktory jsou studenty stejně používány. Je-li tomu tak poznáme podle toho, jak si studenti jednotlivé distraktory vybírají. Pokud si distraktor nikdo (nebo téměř nikdo) nevybírání, neplní svoji funkci a bylo by vhodné jej nahradit jinou variantou nesprávné odpovědi. Při správně fungujících distraktorech by studenti, kteří správnou odpověď neznají, měli náhodně volit jednu z nabídek.

Konkrétní informace a rozbor testovaných úloh jsou uvedeny v kapitole **8. Výsledky testování.**

7. Soubor testových úloh

Soubor testový úloh obsahuje celkem 18 úloh. Úlohy jsou formulovány ve dvou variantách – s jedinou správnou odpovědí a s vícenásobnou správnou odpovědí. Některá zadání úloh jsou volně inspirována texty [1] a [4]. Úprava zadání a volba variant odpovědí je vlastní.

Z důvodu přehlednosti uvádím každou úlohu tak, aby nebyla rozdělena na dvě stránky. Nejdříve úlohy s výběrem jedné správné odpovědi z pěti nabízených možností (označení úloh: **1.číslo úlohy**). Poté následují úlohy s možností více správných odpovědí z devíti nabízených možností (označení úloh: **N.číslo úlohy**). Úlohy jsou řazeny tak, aby jejich číslování odpovídalo jejich pořadí v testu pro studenty.

Není-li řečeno jinak, je úloha formulována a řešena ve vztažné soustavě spojené se zemí.

7.1 Uzavřené úlohy s výběrem jedné správné odpovědi

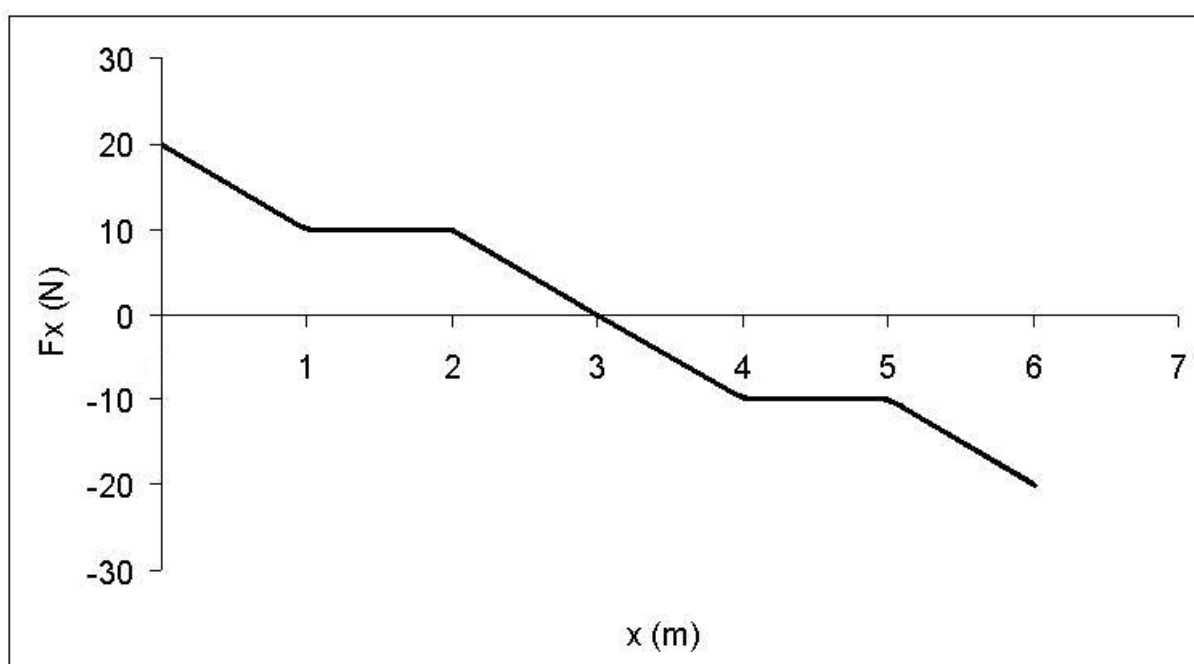
Úloha 1.1:

Částice se pohybuje po kružnici. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) Při nerovnoměrném pohybu může mít vektor zrychlení směr do středu kružnice.
- b) Částice se pohybuje rovnoměrně, ale vektor její rychlosti není konstantní.
- c) Rychlost a zrychlení mají stejný směr.
- d) Částice má nulové zrychlení.
- e) Při nerovnoměrném pohybu má zrychlení částice směr tečny ke kružnici.

Úloha 1.2:

Síla $\vec{F} = (F_x)$ působí rovnoběžně s osou x na částici, která se pohybuje podél osy x . Graf znázorňuje závislost F_x na poloze částice dané souřadnicí x . Žádná jiná síla na částici nepůsobí. V počáteční poloze $x = 0$ m byla částice v klidu. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

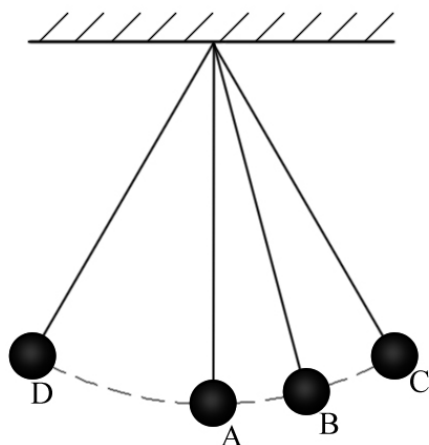


- a) Mezi bodem $x = 1$ m a $x = 2$ m se částice pohybuje rovnoměrným pohybem.
- b) Je-li částice v bodě $x = 2,5$ m, míří síla \vec{F} proti směru osy x .
- c) Rychlost částice v bodě $x = 3$ m je nulová.
- d) Mezi body $x = 2$ m a $x = 4$ m je velikost zrychlení částice konstantní.
- e) Mezi body $x = 2$ m a $x = 3$ m se částice urychluje.

Úloha 1.3:

Kulička o hmotnosti m se kýve na vlákně délky l v homogenním tíhovém poli Země. Odpor prostředí a tření v bodě závěsu zanedbáváme. Na obrázku jsou zachyceny čtyři polohy kyvadla (A – rovnovážná poloha, B – obecná poloha, C, D – krajní polohy). Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

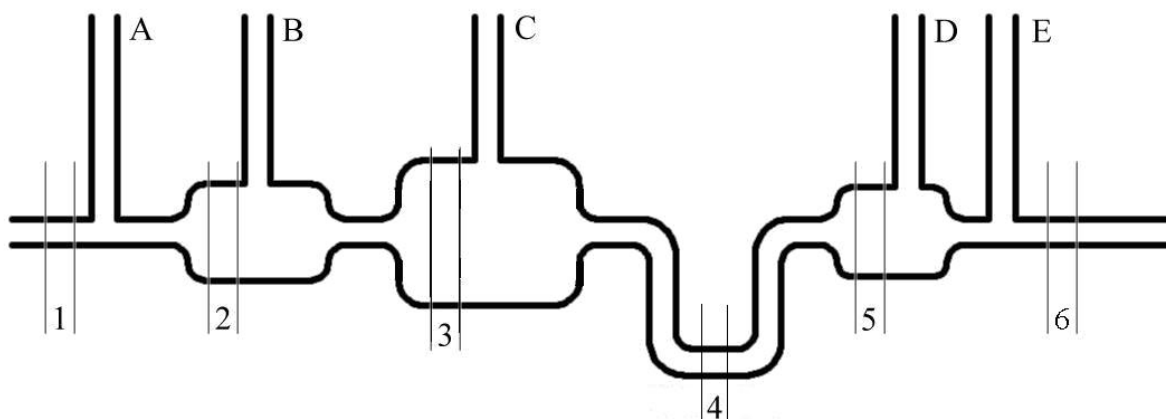
- a) Výslednice sil působících na kuličku v bodě A je nulová.
- b) V bodě D má výslednice sil směr tečny k trajektorii.
- c) Zrychlení kuličky v bodě B má směr tečny k trajektorii.
- d) Tahová síla vlákna je ve všech bodech stejně velká.
- e) Zrychlení kuličky se v krajních polohách mění skokem.



Úloha 1.4:

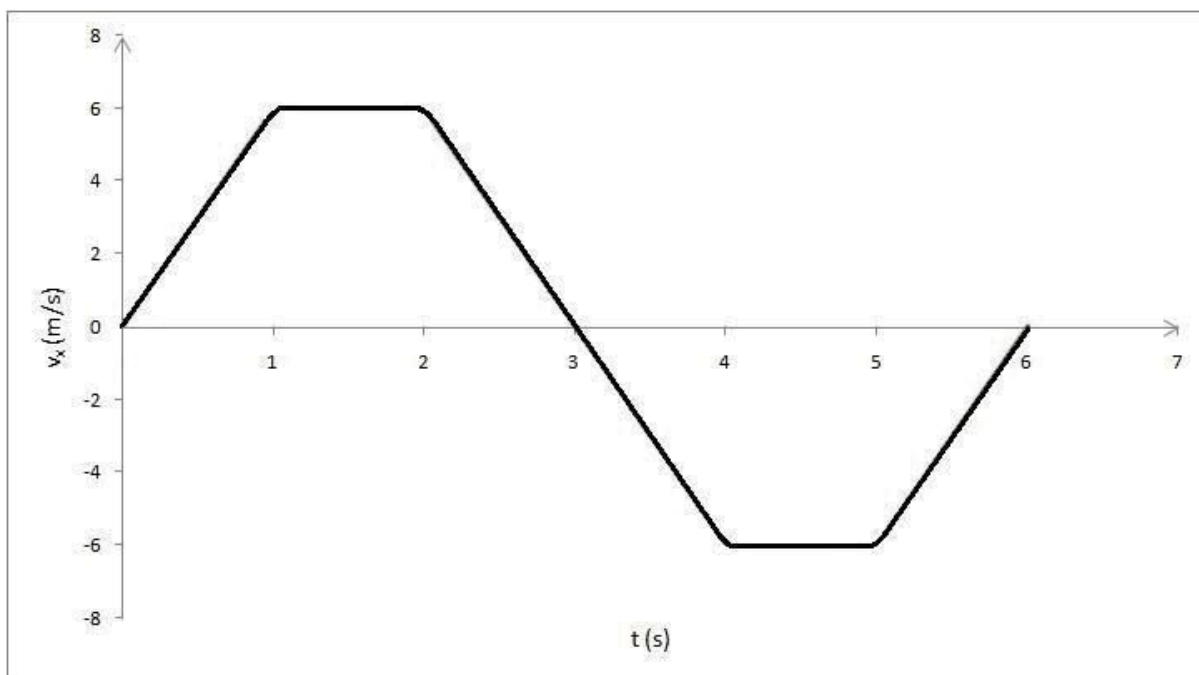
Ideální kapalina teče potrubím znázorněným na obrázku. Všechny měřicí trubice A, B, C, D, E mají stejné průřezy. V oblastech 1, 4 a 6, resp. 2 a 5 má potrubí stejné průřezy. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) Tlak v oblastech 5 a 6 závisí na jejich vzdálenosti.
- b) Kapalina má nejvyšší hodnotu tlaku a maximální rychlost pouze v oblasti 1.
- c) Nejvyšší hladina bude v trubici C.
- d) Tlak v oblasti 2 je větší než v oblasti 3.
- e) Ve všech měřících trubicích je hladina stejně vysoko.



Úloha 1.5:

Graf na obrázku znázorňuje časovou závislost rychlosti $\vec{v} = (v_x)$ hmotného bodu pohybujícího se po ose x v časovém intervalu $\langle 0;6 \rangle$ sekund. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

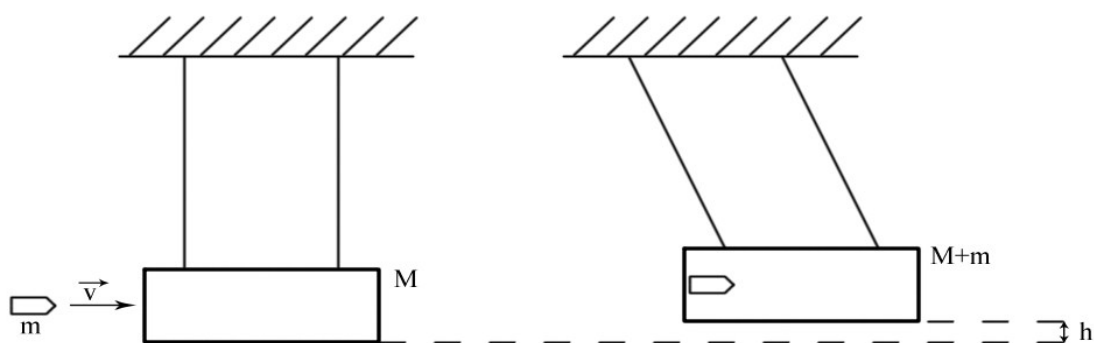


- a) Rychlost a zrychlení mohou být navzájem kolmé.
- b) Zrychlení hmotného bodu mezi okamžiky $t = 0$ s a $t = 1$ s je stejné jako zrychlení mezi okamžiky $t = 2$ s a $t = 3$ s.
- c) Hmotný bod má v okamžiku $t = 0$ s a $t = 3$ s stejnou polohu.
- d) Velikost zrychlení hmotného bodu mezi okamžiky $t = 0$ s a $t = 1$ s je stejná jako mezi okamžiky $t = 3$ s a $t = 4$ s.
- e) V žádném úseku se hmotný bod nepohybuje rovnoměrně.

Úloha 1.6:

Do balistického kyvadla o hmotnosti M , které je zavěšeno v klidu, vnikne rychlostí \vec{v} vodorovně střela o hmotnosti m a uváže v něm. Předpokládáme, že doba brzdění střely je zanedbatelná. Rychlost kyvadla se zachycenou střelou těsně po srážce je \vec{V} . Všechny rychlosti jsou uvažovány ve vztažné soustavě spojené se zemí. Odpor vzduchu a tření v bodě závěsu zanedbáváme. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

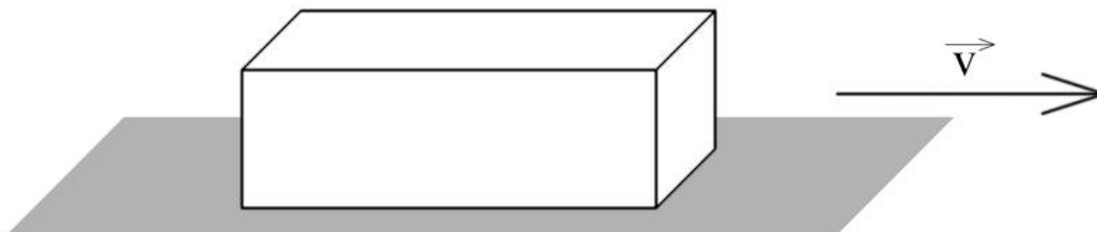
- Celková hybnost soustavy střela + kyvadlo je nulová.
- Kinetická energie soustavy střela + kyvadlo před srážkou a po srážce je stejná.
- Vnitřní energie soustavy střela + kyvadlo se zvýší o hodnotu: $\frac{1}{2}mv^2 - (m+M)gh$.
- Balistické kyvadlo se po srážce pohybuje rovnoměrně.
- Neplatí zákon zachování mechanické energie pro srážku střely a kyvadla, tudíž nelze přesně určit výšku h .



Úloha 1.7:

Homogenní kvádr o hmotnosti m se pohybuje po vodorovné podložce. V okamžiku t má rychlost \vec{v} . Kromě třecí, tíhové a tlakové síly na kvádr nepůsobí žádné jiné síly. Součinitel dynamického tření mezi kvádrem a podložkou je f . Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

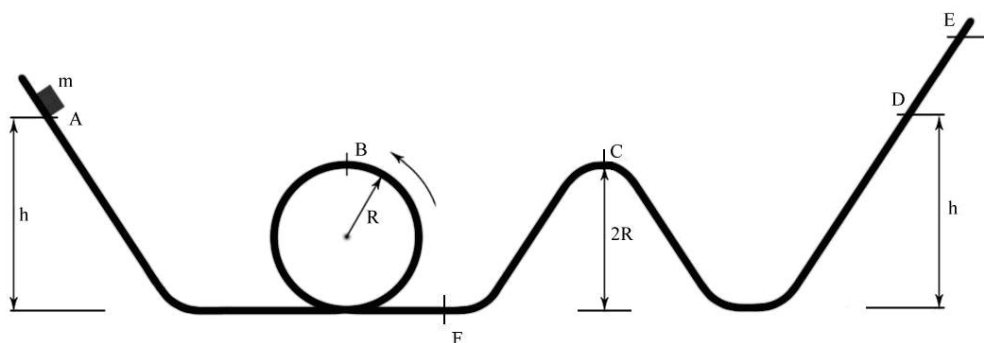
- a) Výslednice sil působících na kvádr se během pohybu mění.
- b) Zrychlení kvádru je závislé na jeho hmotnosti.
- c) Třecí síla je závislá na čase.
- d) Velikost třecí síly závisí přímo úměrně na obsahu podstavy kvádru.
- e) Přestože rychlost kvádru klesá, třecí síla zůstává konstantní.



Úloha 1.8:

Malá krychlička je uvolněna z klidu z bodu A a pohybuje se bez tření po dokonale hladké dráze podle obrázku. Tloušťka dráhy a odpor vzduchu jsou zanedbatelné. Předpokládejme, že krychlička neztratí nikde kontakt s dráhou. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) V bodě F má krychlička nenulové zrychlení.
- b) V bodech B i C má krychlička stejnou rychlost.
- c) Mechanická energie ve všech bodech A až F je stejná.
- d) V bodech A i D má krychlička stejnou velikost rychlosti.
- e) V bodě B působí na krychličku pouze tíhová síla.



Úloha 1.9:

Částice se pohybuje rovnoměrně po kružnici. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) Úhlová rychlost částice není konstantní.
- b) Je možné, že na částici působí více sil.
- c) Rychlost částice není konstantní.
- d) Na částici nepůsobí žádné síly.
- e) Částice má nulové zrychlení.

Úloha 1.10:

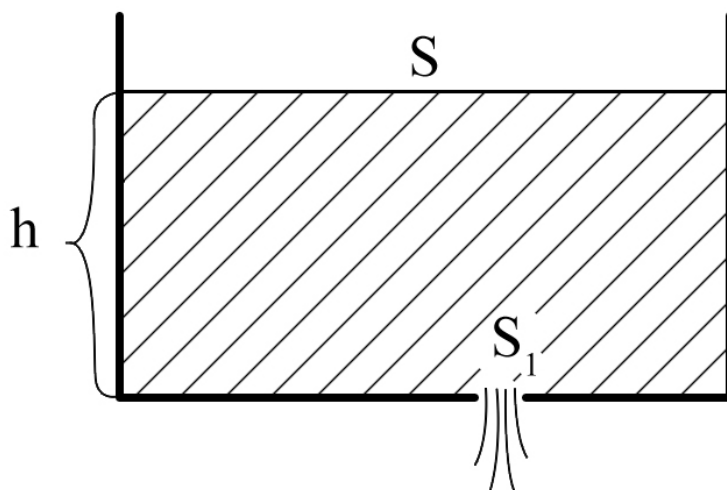
Těleso o hmotnosti m harmonicky kmitá na pružině s tuhostí k v tíhovém poli Země. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) V rovnovážné poloze na těleso nepůsobí žádná síla.
- b) Rychlost i zrychlení tělesa nabývají své maximální velikosti ve stejném okamžiku.
- c) Během jednoho kmitu dosáhne těleso pouze jedenkrát své maximální rychlosti.
- d) V krajních polohách je rychlost tělesa stejná.
- e) Při průchodu krajní polohou nabývá výslednice sil své nejmenší velikosti.

Úloha 1.11:

Ideální kapalina o hustotě ρ vytéká otvorem o průřezu S_1 z válcové nádoby o průřezu S . Vytékání kapaliny považujeme za ustálené proudění. Okamžitá výška hladiny kapaliny nad dnem je h (viz obrázek). Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) Velikost rychlosti vytékající kapaliny závisí na její hustotě.
- b) Rychlost kapaliny v hloubce x pod hladinou roste s narůstajícím x .
- c) Velikost rychlosti, kterou vytéká kapalina otvorem S_1 , je stejná jako velikost rychlosti poklesu hladiny.
- d) Tlak v místě otvoru S_1 je větší než tlak na hladině.
- e) Tlak ve všech bodech na hladině je stejný.



Úloha 1.12:

Zednický učeň má úkol přenést pytel cementu o hmotnosti m na lešení ve výšce h . Pytel cementu je položen na vodorovné zemi ve vzdálenosti d od lešení. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

Práce vykonaná silou, kterou působící učeň na pytel, bude záviset na:

- a) tíhovém zrychlení.
- b) době, během níž učeň pytel cementu přenese.
- c) změnách rychlosti, s níž učeň zvedá pytel.
- d) na tvaru křivky, po které bude učeň cement přenášet.
- e) průměrné rychlosti pohybu pytle během přenášení.

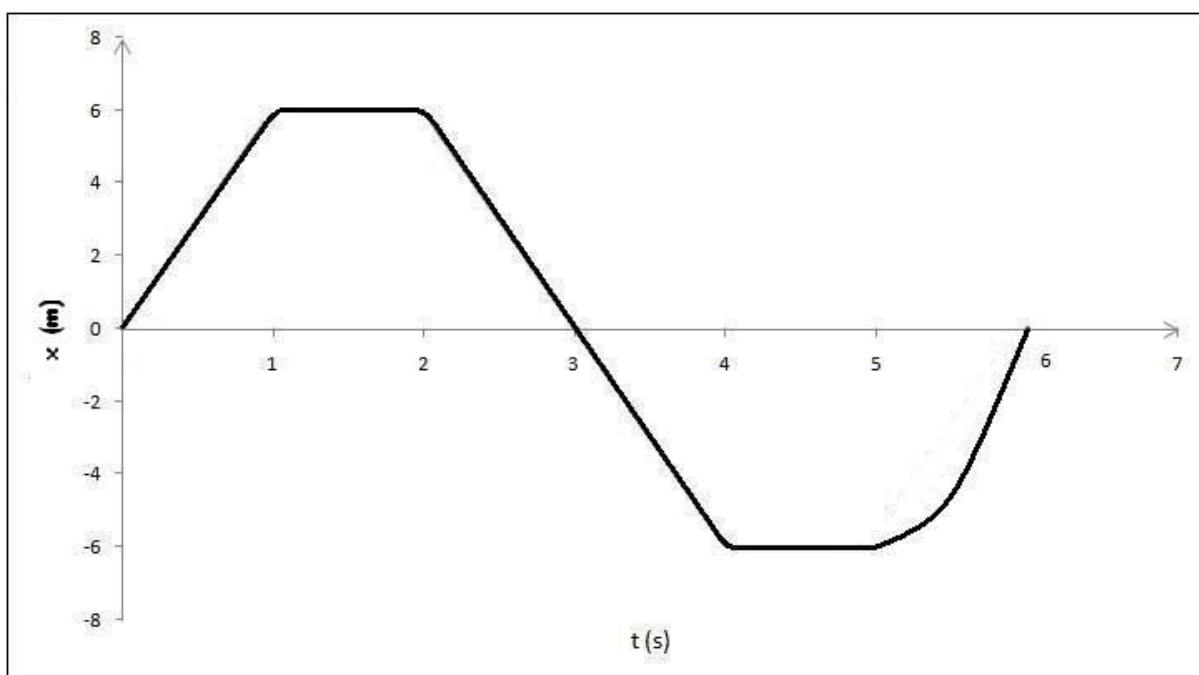
Úloha 1.13:

Z vyhlídkové plošiny nad propastí turista volně upustil dva míče v časovém odstupu 1 s. Míče mají stejný objem a druhý míč má dvakrát větší hmotnost než první. Odpor vzduchu zanedbáváme. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) Vztažná soustava spojená s prvním míčem je inerciální.
- b) Ve vztažné soustavě spojené s druhým míčem je první míč v klidu.
- c) Druhý míč může první dohonit.
- d) Ve vztažné soustavě spojené s druhým míčem se turista pohybuje se zrychlením.
- e) Druhý míč dopadne na dno propasti rychleji.

Úloha 1.14:

Graf na obrázku znázorňuje časovou závislost polohy částice pohybující se po ose x v časovém intervalu $\langle 0;6 \rangle$ sekund. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

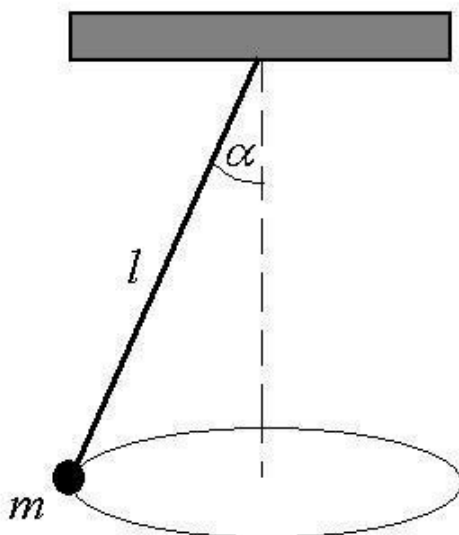


- a) V intervalu $(0;1)$ s má částice stejnou velikost rychlosti jako v intervalu $(3;4)$ s.
- b) V intervalu $(0;1)$ s má částice stejnou rychlost jako v intervalu $(2;3)$ s.
- c) V intervalu $(4;5)$ s má částice nenulovou rychlost.
- d) V intervalu $(2;3)$ s je pohyb částice nerovnoměrný.
- e) V intervalu $(5;6)$ s urazí částice větší dráhu než v intervalu $(0;1)$ s.

Úloha 1.15:

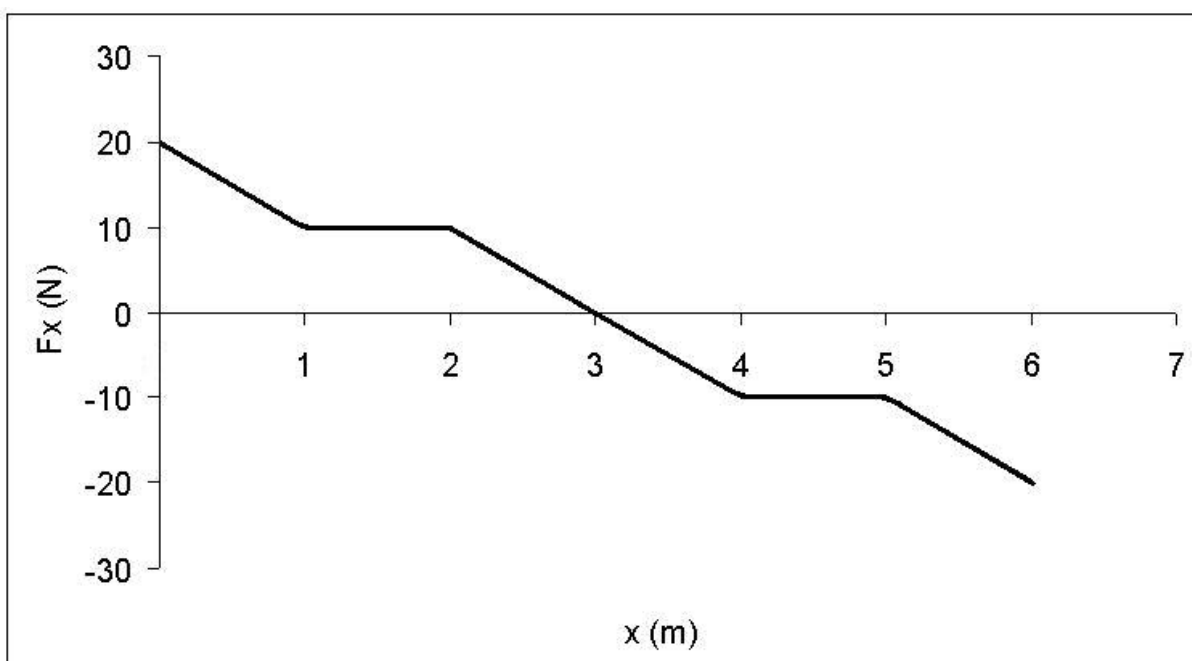
Malá kulička o hmotnosti m je zavěšena na vlákně neproměnné délky l . Vlákno vychýlíme o úhel α a udělíme kuličce takovou rychlost \vec{v} , aby obíhala po kružnici ve vodorovné rovině. Odpor vzduchu a tření v bodě závěsu zanedbáváme. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.

- a) Na kuličku působí tahová síla vlákna, tíhová síla a dostředivá síla.
- b) Normálové zrychlení kuličky je konstantní.
- c) Tahová síla, kterou působí vlákno na kuličku, je větší než síla tíhová.
- d) Výslednice sil působících na kuličku je nulová.
- e) Směr počáteční rychlosti může být libovolný.



Úloha 1.16:

Síla $\vec{F} = (F_x)$ působí rovnoběžně s osou x na částici, která se pohybuje podél osy x . Graf znázorňuje závislost F_x na poloze částice dané souřadnicí x . Žádná jiná síla na částici nepůsobí. V počáteční poloze $x = 0$ m byla částice v klidu. Vyberte tvrzení, které je pro danou situaci pravdivé.



- a) V intervalu $\langle 2;4 \rangle$ m je práce vykonaná silou \vec{F} nenulová.
- b) V intervalu $\langle 1;2 \rangle$ m nekoná síla \vec{F} práci.
- c) V bodech $x = 2$ m a $x = 5$ m má částice stejnou rychlost.
- d) Mezi body $x = 0$ m až $x = 3$ m je průměrný výkon síly \vec{F} větší než mezi body $x = 2$ m a $x = 4$ m.
- e) V bodě o souřadnici $x = 1$ m má částice větší kinetickou energii než v bodě o souřadnici $x = 5$ m.

Úloha 1.17:

Na nakloněnou rovinu s úhlem sklonu α položíme kvádr o hmotnosti m . Součinitel statického tření mezi kvádrem a nakloněnou rovinou je f_0 . Součinitel dynamického tření mezi kvádrem a nakloněnou rovinou je f . Vyberte tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Je-li kvádr v klidu, je výslednice tíhové, tlakové a dynamické třecí síly nulová..
- b) Úhel sklonu, při kterém se kvádr rozjede, závisí na hmotnosti.
- c) Výsledná síla působící na kvádr se mění.
- d) Dynamická třecí síla nesouvisí s tlakovou silou, jíž působí na kvádr nakloněná rovina.
- e) Je-li kvádr v klidu, je velikost třecí síly působící na kvádr rovna $mg \sin \alpha$.

Úloha 1.18:

Vrtulník letí vodorovně stálou rychlostí. V určitém okamžiku je z vrtulníku volně vypuštěn balíček, který má dopadnout na stanovené místo. Předpokládejte, že odpor vzduchu proti pohybu balíčku lze v dané situaci zanedbat. Vyberte tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Pilot vidí balíček neustále pod sebou.
- b) Balíček musí být vypuštěn přesně nad stanoveným místem dopadu.
- c) Rychlost balíčku při dopadu může mít svislý směr.
- d) Vztažná soustava spojená s balíčkem je inerciální.
- e) Výslednice sil působících na balíček je nulová.

7.2 Uzavřené úlohy s možností vícenásobné správné odpovědi

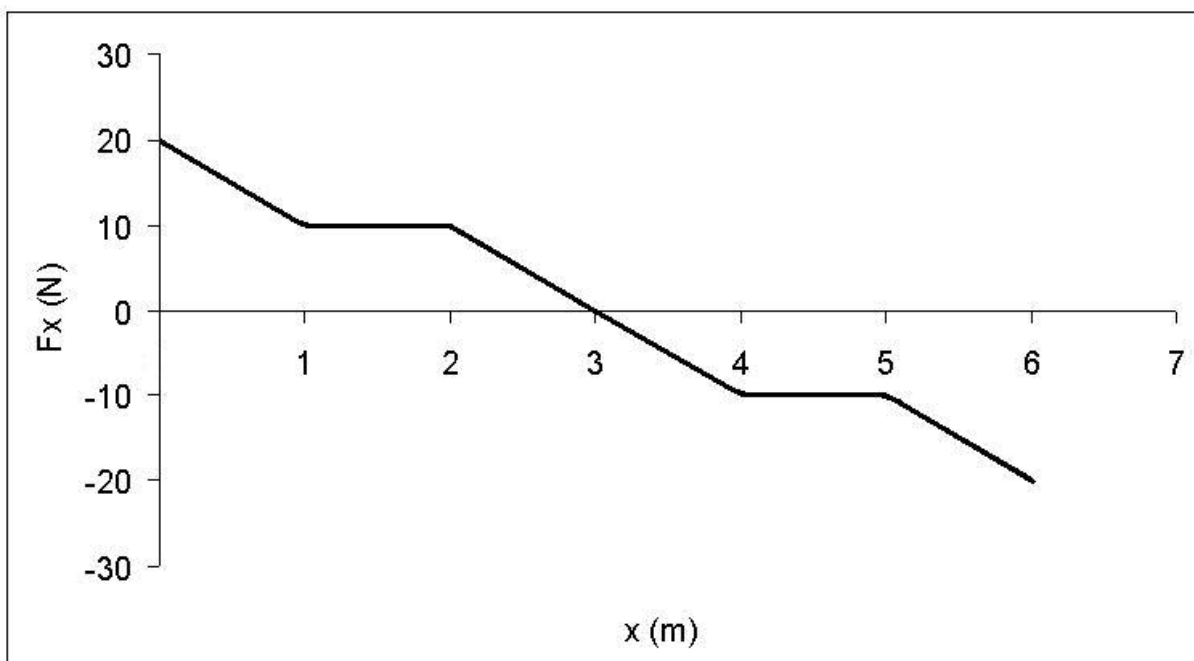
Úloha N.1:

Částice se pohybuje po kružnici. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Částice má nulové zrychlení.
- b) Při rovnoměrném pohybu částice míří vektor zrychlení do středu kružnice.
- c) Může nastat případ, kdy zrychlení částice nemíří do středu kružnice.
- d) Při nerovnoměrném pohybu může mít vektor zrychlení částice směr do středu kružnice.
- e) Částice se pohybuje rovnoměrně, ale její rychlost není konstantní.
- f) Při nerovnoměrném pohybu má zrychlení částice směr tečny ke kružnici.
- g) Vektory rychlosti a zrychlení mají stejný směr.
- h) Při rovnoměrném pohybu se zrychlení částice mění.
- i) Je-li pohyb částice nerovnoměrný, je její zrychlení nenulové.

Úloha N.2:

Síla $\vec{F} = (F_x)$ působí rovnoběžně s osou x na částici, která se pohybuje podél osy x . Graf znázorňuje závislost F_x na poloze částice dané souřadnicí x . Žádná jiná síla na částici nepůsobí. V počáteční poloze $x = 0$ m byla částice v klidu. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

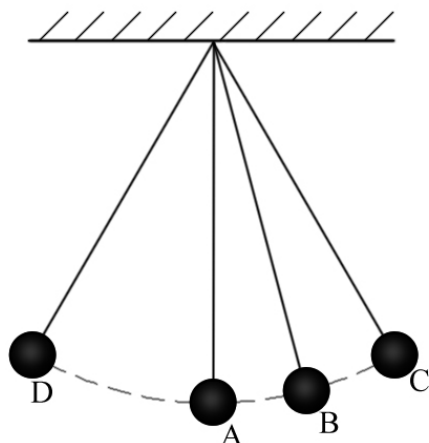


- a) Je-li částice v bodě $x = 2,5$ m, míří síla \vec{F} proti směru osy x .
- b) V bodě $x = 3$ m se mění orientace síly \vec{F} .
- c) Rychlost částice v bodě $x = 3$ m je nulová.
- d) Částice se mezi body $x = 4$ m a $x = 5$ m pohybuje zpomaleným pohybem.
- e) Částice nemá v bodech $x = 0$ m a $x = 6$ m stejnou rychlost.
- f) Mezi body $x = 2$ m a $x = 4$ m je velikost zrychlení částice konstantní.
- g) Mezi body $x = 2$ m a $x = 3$ m se částice urychluje.
- h) Částice má v poloze $x = 3$ m maximální velikost rychlosti.
- i) Směr zrychlení částice může být různoběžný s osou x .

Úloha N.3:

Kulička o hmotnosti m se kýve na vlákně délky l v homogenním tíhovém poli Země. Odpor prostředí a tření v bodě závěsu zanedbáváme. Na obrázku jsou zachyceny čtyři polohy kyvadla (A – rovnovážná poloha, B – obecná poloha, C, D – krajní polohy). Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

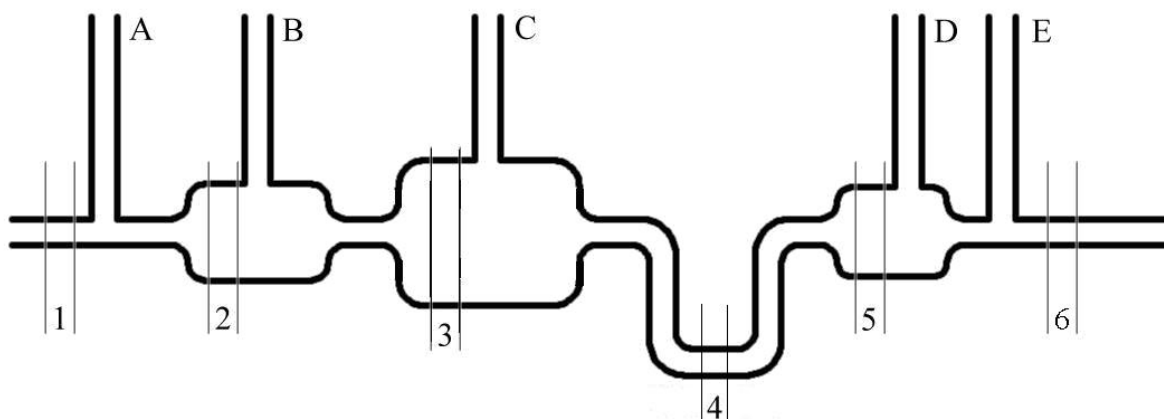
- a) Tahová síla, jíž působí vlákno v bodě A na kuličku, je větší než síla tíhová působící na kuličku.
- b) Zrychlení kuličky v bodě A je nenulové a směřuje svisle vzhůru.
- c) Výslednice sil působících na kuličku v bodě A je nulová.
- d) V bodě D má výslednice sil směr tečny k trajektorii.
- e) Výslednice sil v bodech B i C je tečná k trajektorii.
- f) Tahová síla vlákna je ve všech bodech stejně velká.
- g) V bodě A je výslednice sil orientována do bodu závěsu kyvadla.
- h) Zrychlení kuličky se v krajních polohách mění skokem.
- i) Výslednice sil působících na kuličku v bodě D je nulová.



Úloha N.4:

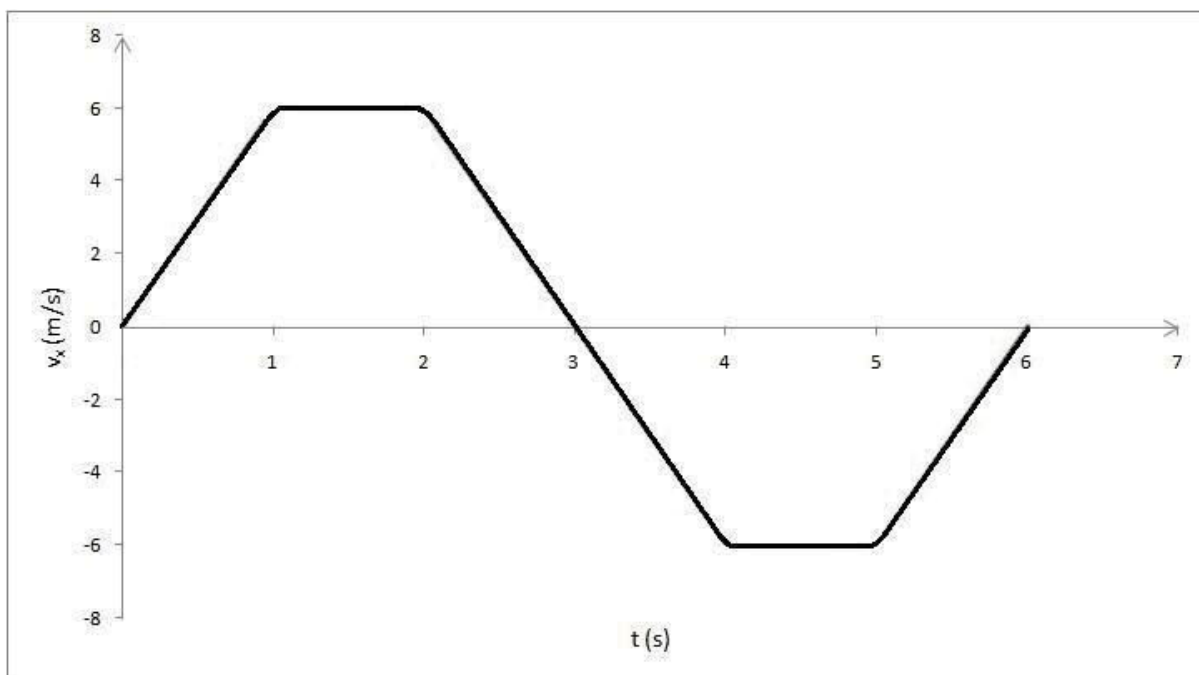
Ideální kapalina teče potrubím znázorněným na obrázku. Všechny měřicí trubice A, B, C, D, E mají stejné průřezy. V oblastech 1, 4 a 6, resp. 2 a 5 má potrubí stejné průřezy. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Tlak v oblasti 2 je větší než v oblasti 3.
- b) Ve všech měřicích trubicích je hladina stejně vysoko.
- c) V oblastech 2 a 5 má kapalina stejnou rychlost.
- d) Kapalina má nejvyšší hodnotu tlaku a maximální rychlost pouze v oblasti 1.
- e) Nejvyšší hladina bude v trubici C.
- f) V trubicích B a D je stejné množství kapaliny.
- g) Tlak v oblastech 5 a 6 závisí na jejich vzdálenosti.
- h) V oblasti 4 je vyšší tlak než v oblasti 1.
- i) V nejnižže položené oblasti 4 teče kapalina nejrychleji.



Úloha N.5:

Graf na obrázku znázorňuje časovou závislost rychlosti $\vec{v} = (v_x)$ hmotného bodu pohybujícího se po ose x v časovém intervalu $\langle 0;6 \rangle$ sekund. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

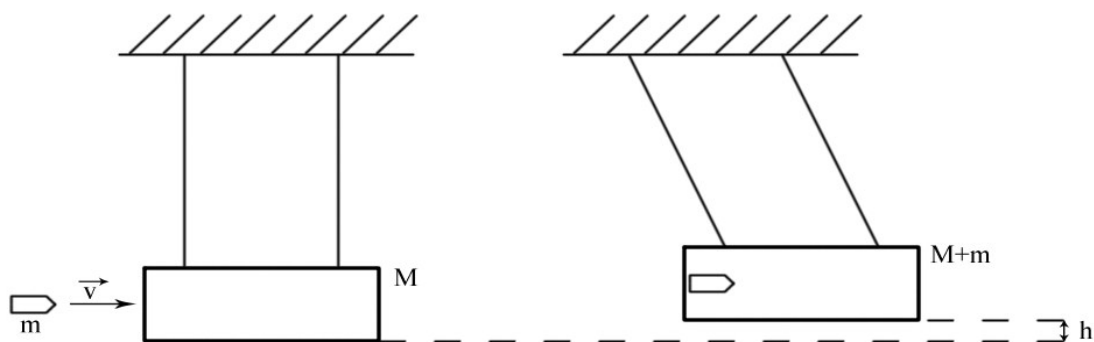


- a) Zrychlení hmotného bodu mezi okamžiky $t = 0$ s a $t = 1$ s je stejné jako zrychlení mezi okamžiky $t = 5$ s a $t = 6$ s.
- b) V intervalu $(2;3)$ s se částice brzdí, v intervalu $(3;4)$ s se urychluje.
- c) Hmotný bod má v okamžicích $t = 1$ s a $t = 4$ s stejnou polohu.
- d) Rychlost a zrychlení mají v každém okamžiku stejnou orientaci a směr.
- e) Hmotný bod má v okamžiku $t = 0$ s a $t = 6$ s stejnou polohu.
- f) Velikost zrychlení hmotného bodu mezi okamžiky $t = 0$ s a $t = 1$ s je stejná jako mezi okamžiky $t = 3$ s a $t = 4$ s.
- g) Zrychlení hmotného bodu mezi okamžiky $t = 0$ s a $t = 1$ s je stejné jako zrychlení mezi okamžiky $t = 2$ s a $t = 3$ s.
- h) Hmotný bod má v okamžicích $t = 0$ s a $t = 3$ s stejnou polohu.
- i) V žádném úseku se hmotný bod nepohybuje rovnoměrně.

Úloha N.6:

Do balistického kyvadla o hmotnosti M , které je zavěšeno v klidu, vnikne rychlostí \vec{v} vodorovně střela o hmotnosti m a uvázne v něm. Předpokládáme, že doba brzdění střely je zanedbatelná. Rychlost kyvadla se zachycenou střelou těsně po srážce je \vec{V} . Všechny rychlosti jsou uvažovány ve vztažné soustavě spojené se zemí. Odpor vzduchu a tření v bodě závěsu zanedbáváme. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

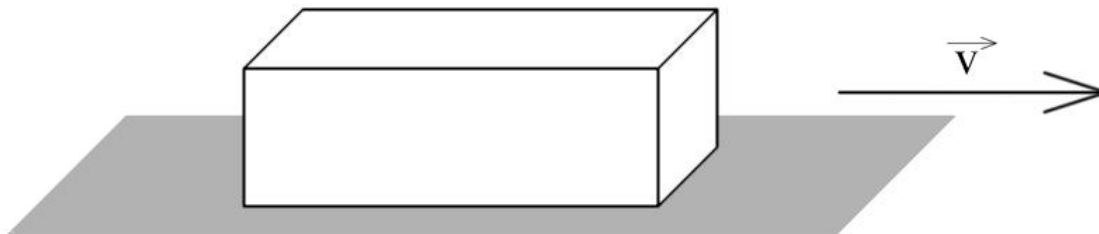
- a) Platí zákon zachování mechanické energie: $\frac{1}{2}mv^2 = (m + M)gh$.
- b) Platí zákon zachování hybnosti ve tvaru: $mv = (m + M)V$.
- c) Balistické kyvadlo vystoupí do krajní polohy ve výšce h nad rovnovážnou polohou, kterou lze vyjádřit ze vztahu: $\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gh$.
- d) Neplatí zákon zachování mechanické energie pro srážku střely a kyvadla, tudíž nelze přesně určit výšku h .
- e) Balistické kyvadlo se po srážce pohybuje rovnoměrně.
- f) Vnitřní energie soustavy střela + kyvadlo se zvýší o hodnotu: $\frac{1}{2}mv^2 - (m + M)gh$.
- g) Celková hybnost soustavy střela + kyvadlo je nulová.
- h) Kyvadlo se po srážce pohybuje zpomaleně až do krajní polohy, kde je jeho rychlost nulová.
- i) Kinetická energie soustavy střela + kyvadlo před srážkou a po srážce je stejná.



Úloha N.7:

Homogenní kvádr o hmotnosti m se pohybuje po vodorovné podložce. V okamžiku t má rychlost \vec{v} . Kromě třecí, tíhové a tlakové síly na kvádr nepůsobí žádné jiné síly. Součinitel dynamického tření mezi kvádrem a podložkou je f . Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

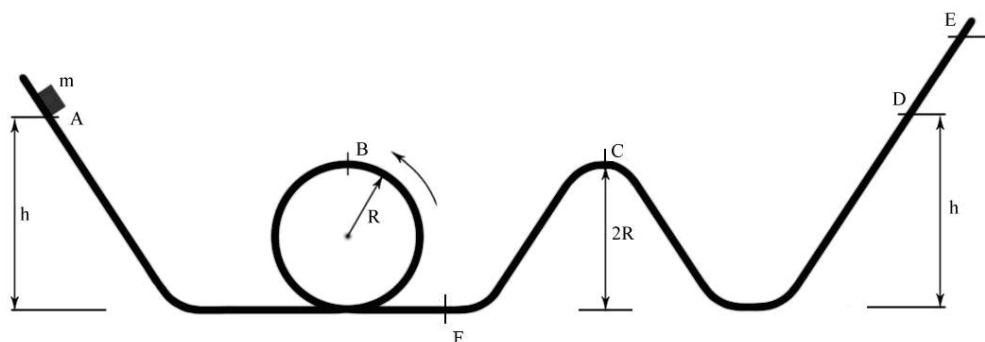
- a) Zrychlení kvádrů je konstantní a nezávisí na součiniteli dynamického tření.
- b) Přestože rychlost kvádrů klesá, třecí síla zůstává konstantní.
- c) Velikost třecí síly závisí přímo úměrně na obsahu podstavy kvádrů.
- d) Tíhová síla a tlaková síla podložky jsou stejně velké.
- e) Tíhová síla a tlaková síla podložky jsou akce a reakce.
- f) Výslednice sil působících na kvádr se během pohybu mění.
- g) Třecí síla je závislá na čase.
- h) Zrychlení kvádrů je závislé na jeho hmotnosti.
- i) Zrychlení kvádrů je konstantní a je orientováno proti jeho pohybu.



Úloha N.8:

Malá krychlička je uvolněna z klidu z bodu A a pohybuje se bez tření po dokonale hladké dráze podle obrázku. Tloušťka dráhy a odpor vzduchu jsou zanedbatelné. Předpokládejme, že krychlička neztratí nikde kontakt s dráhou. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Krychlička se nedostane do bodu E.
- b) Krychlička se vrátí do bodu A.
- c) V bodě F má krychlička nenulové zrychlení.
- d) V bodech B i C má krychlička stejnou rychlost.
- e) Mechanická energie ve všech bodech A až F je stejná.
- f) V bodech B i C má krychlička stejnou velikost rychlosti.
- g) Rychlost krychličky v bodě B závisí na její hmotnosti.
- h) V bodech A i D má krychlička stejnou velikost rychlosti.
- i) V bodě B působí na krychličku pouze tíhová síla.



Úloha N.9:

Částice se pohybuje rovnoměrně po kružnici. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Rychlost částice není konstantní.
- b) Úhlová rychlost částice není konstantní.
- c) Zrychlení částice míří do středu kružnice.
- d) Je možné, že na částici působí více sil.
- e) Může nastat případ, kdy zrychlení částice nemíří do středu kružnice.
- f) Na částici nepůsobí žádné síly.
- g) Vztah mezi rychlostí a úhlovou rychlostí částice nezávisí na poloměru kružnice.
- h) Částice má nulové zrychlení.
- i) Rychlost a zrychlení částice jsou navzájem kolmé.

Úloha N.10:

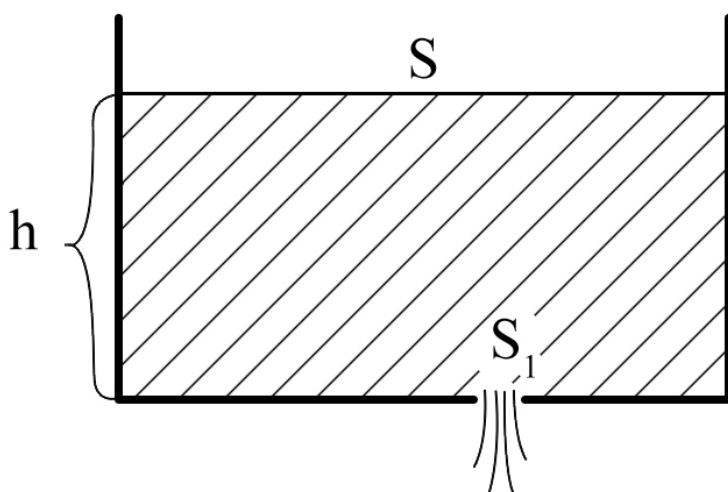
Těleso o hmotnosti m harmonicky kmitá na pružině s tuhostí k v tíhovém poli Země. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) V krajní poloze se rychlost mění skokem.
- b) V rovnovážné poloze na těleso nepůsobí žádná síla.
- c) Při průchodu krajní polohou nabývá výslednice sil své nejmenší hodnoty.
- d) V rovnovážné poloze má těleso maximální rychlost.
- e) Může nastat případ, kdy rovnovážná poloha není přesně uprostřed mezi krajními polohami.
- f) Rychlost i zrychlení tělesa nabývají své maximální velikosti ve stejném okamžiku.
- g) V krajních polohách je rychlost tělesa stejná.
- h) Během jednoho kmitu dosáhne těleso pouze jedenkrát své maximální rychlosti.
- i) Při každém průchodu rovnovážnou polohou má těleso stejnou rychlost.

Úloha N.11:

Ideální kapalina o hustotě ρ vytéká otvorem o průřezu S_1 z válcové nádoby o průřezu S . Vytékání kapaliny považujeme za ustálené proudění. Okamžitá výška hladiny kapaliny nad dnem je h (viz obrázek). Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Velikost rychlosti vytékající kapaliny závisí na její hustotě.
- b) Tlak v místě otvoru S_1 je větší než tlak na hladině.
- c) Rychlost kapaliny v hloubce x pod hladinou roste s narůstajícím x .
- d) Tlak v kapalině je ve všech místech stejný.
- e) Velikost rychlosti, kterou vytéká kapalina otvorem S_1 , je stejná jako velikost rychlosti poklesu hladiny.
- f) Tlak ve všech bodech na hladině je nulový.
- g) Velikost rychlosti poklesu hladiny je konstantní.
- h) Tlak ve všech bodech na hladině je stejný.
- i) Velikost rychlosti vytékající kapaliny závisí na okamžité výšce h .



Úloha N.12:

Zednický učeň má úkol přenést pytel cementu o hmotnosti m na lešení ve výšce h . Pytel cementu je položen na vodorovné zemi ve vzdálenosti d od lešení. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

Práce vykonaná silou, kterou působící učeň na pytel, bude záviset na:

- a) tíhovém zrychlení.
- b) změnách rychlosti, s níž učeň zvedá pytel.
- c) výšce lešení h .
- d) době, během níž učeň pytel cementu přenese.
- e) vzdálenosti d pytle cementu od lešení.
- f) hmotnosti m .
- g) maximální rychlosti pohybu pytle během přenášení.
- h) tvaru křivky, po které bude učeň pytel přenášet.
- i) průměrné rychlosti pohybu pytle během přenášení.

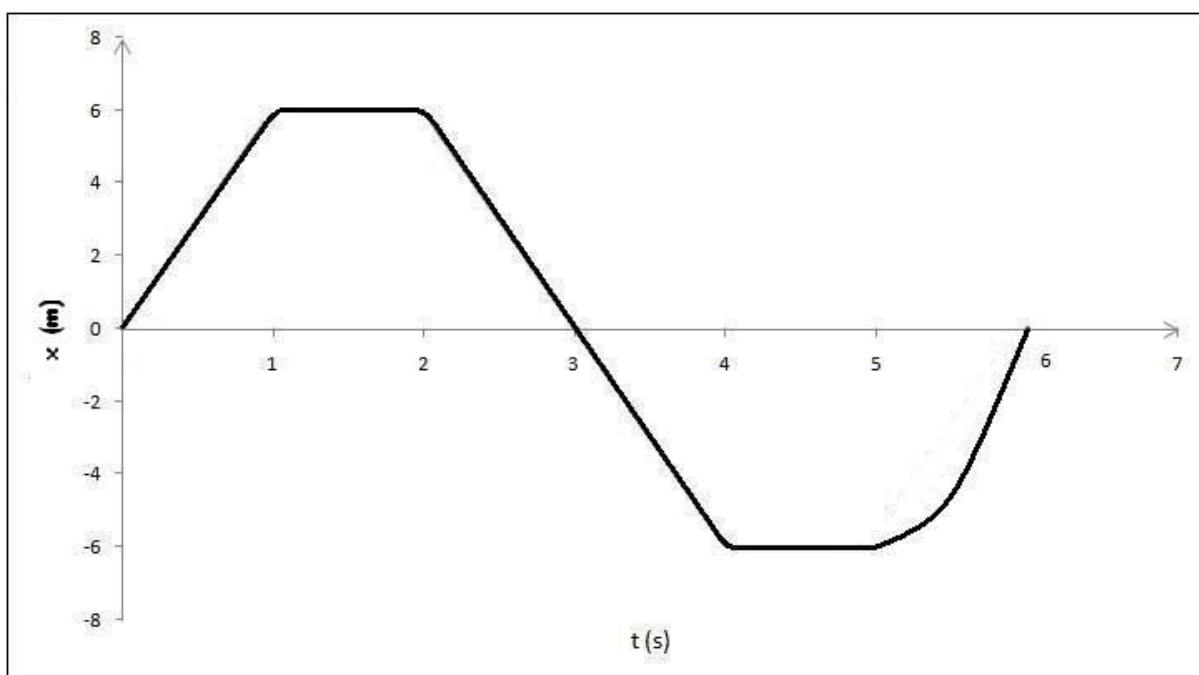
Úloha N.13:

Z vyhlídkové plošiny nad propastí turista volně upustil dva míče v časovém odstupu 1 s. Míče mají stejný objem a druhý míč má dvakrát větší hmotnost než první. Odpor vzduchu zanedbáváme. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Oba míče se pohybují vůči zemi rovnoměrně zrychleně.
- b) Vzdálenost míčů se bude během pádu měnit.
- c) Ve vztažné soustavě spojené s druhým míčem se turista pohybuje se zrychlením.
- d) Zrychlení obou míčů během pádu je stejné.
- e) Vztažná soustava spojená s prvním míčem je inerciální.
- f) Oba míče se pohybují vůči zemi rovnoměrně zrychleně.
- g) Druhý míč může první dohonit.
- h) První míč dopadne na dno propasti o 1 s dříve než druhý.
- i) Ve vztažné soustavě spojené s druhým míčem je první míč v klidu.

Úloha N.14:

Graf na obrázku znázorňuje časovou závislost polohy částice pohybující se po ose x v časovém intervalu $\langle 0;6 \rangle$ sekund. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

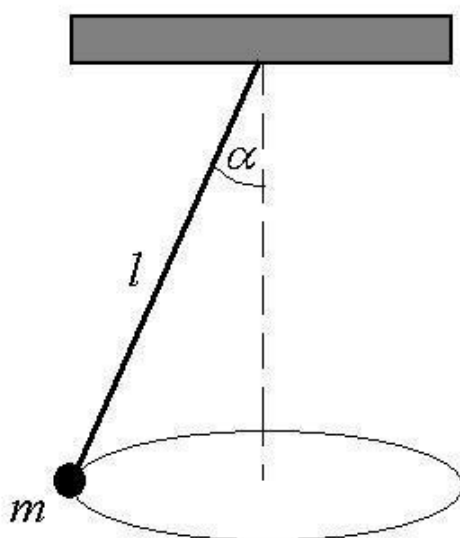


- a) V intervalu $(0;1)$ s má částice stejnou rychlost jako v intervalu $(2;3)$ s.
- b) V intervalu $(4;5)$ s je částice v klidu.
- c) V intervalu $(0;1)$ s má částice stejnou velikost rychlosti jako v intervalu $(3;4)$ s.
- d) V okamžicích $t = 0$ s, $t = 3$ s a $t = 6$ s má částice stejnou polohu.
- e) V intervalu $(1;2)$ s má částice nenulovou rychlost.
- f) V okamžicích $t = 2$ s a $t = 5$ s má částice stejnou vzdálenost od počátku osy x .
- g) V intervalu $(2;3)$ s je pohyb částice nerovnoměrný.
- h) V intervalu $(5;6)$ s je pohyb částice rovnoměrný.
- i) V intervalu $(5;6)$ s urazí částice větší dráhu než v intervalu $(0;1)$ s.

Úloha N.15:

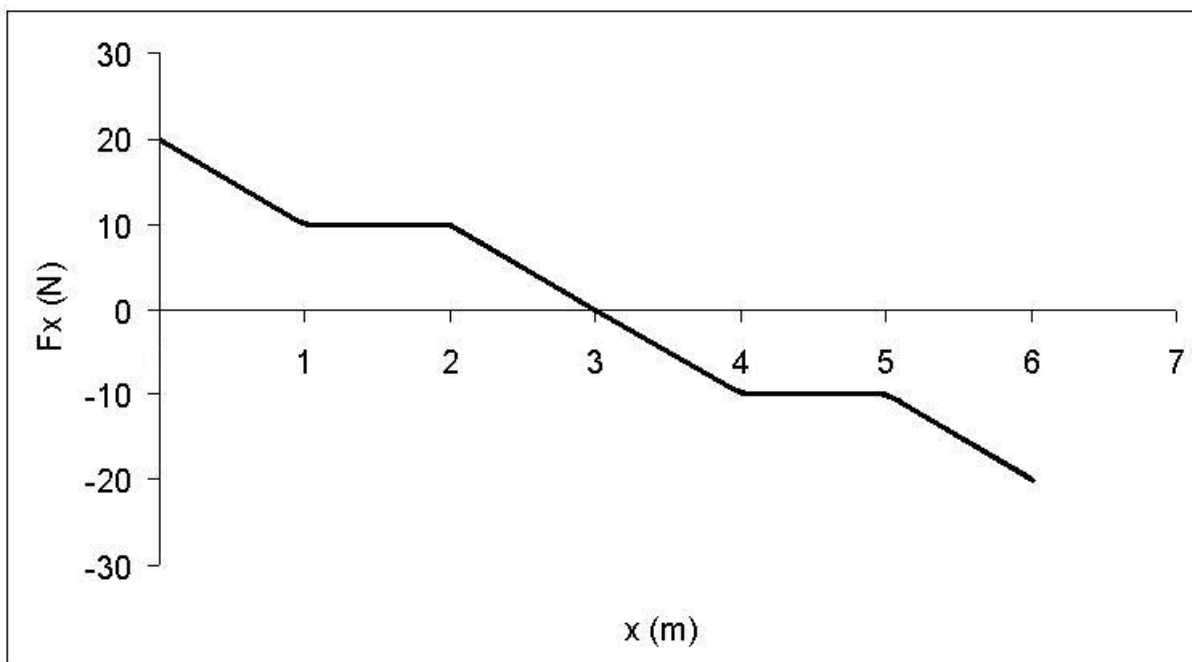
Malá kulička o hmotnosti m je zavěšena na vlákně neproměnné délky l . Vlákno vychýlíme o úhel α a udělíme kuličce takovou rychlost \vec{v} , aby obíhala po kružnici ve vodorovné rovině. Odpor vzduchu a tření v bodě závěsu zanedbáváme. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Na kuličku působí tahová síla vlákna, tíhová síla a dostředivá síla.
- b) Tahová síla, kterou působí vlákno na kuličku, je větší než síla tíhová.
- c) Normálové zrychlení kuličky je konstantní.
- d) Pohyb za určitý čas ustane.
- e) Tečné zrychlení kuličky je nenulové.
- f) Velikost tahové síly je konstantní.
- g) Výslednice sil působících na kuličku je nulová.
- h) Směr počáteční rychlosti může být libovolný.
- i) Velikost rychlosti \vec{v} nezávisí na m .



Úloha N.16:

Síla $\vec{F} = (F_x)$ působí rovnoběžně s osou x na částici, která se pohybuje podél osy x . Graf znázorňuje závislost F_x na poloze částice dané souřadnicí x . Žádná jiná síla na částici nepůsobí. V počáteční poloze $x = 0$ m byla částice v klidu. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.



- a) Celková práce vykonaná silou \vec{F} v intervalu $\langle 0;6 \rangle$ m je nulová.
- b) V intervalu $\langle 2;4 \rangle$ m je práce vykonaná silou \vec{F} nenulová.
- c) Okamžitý výkon síly \vec{F} v poloze $x = 3$ m je nulový.
- d) Mezi body $x = 0$ m a $x = 3$ m je průměrný výkon síly \vec{F} větší než mezi body $x = 2$ m a $x = 4$ m.
- e) V intervalu $\langle 1;2 \rangle$ m nekoná síla \vec{F} práci.
- f) V bodech $x = 2$ m a $x = 5$ m má částice stejnou rychlost.
- g) V bodě o souřadnici $x = 3$ m má částice maximální kinetickou energii.
- h) Při průchodu bodem o souřadnici $x = 5$ m se částice pohybuje v kladném směru osy x .
- i) V bodě o souřadnici $x = 1$ m má částice větší kinetickou energii než v bodě o souřadnici $x = 5$ m.

Úloha N.17:

Na nakloněnou rovinu s úhlem sklonu α položíme kvádr o hmotnosti m . Součinitel statického tření mezi kvádrem a nakloněnou rovinou je f_0 . Součinitel dynamického tření mezi kvádrem a nakloněnou rovinou je f . Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Je-li kvádr v klidu, je výslednice tíhové, tlakové a dynamické třecí síly nulová.
- b) Dynamická třecí síla nesouvisí s tlakovou silou, jíž působí na kvádr nakloněná rovina.
- c) Kvádr se může dát do pohybu, závisí to však na úhlu sklonu.
- d) Dá-li se kvádr sám do pohybu, bude se pohybovat rovnoměrně.
- e) Uvedeme-li kvádr do pohybu, může se na nakloněné rovině zastavit.
- f) Je-li kvádr v klidu, je velikost třecí síly působící na kvádr rovna $mg \sin \alpha$.
- g) Úhel sklonu, při kterém se kvádr rozjede, závisí na hmotnosti.
- h) Výsledná síla působící na kvádr se mění.
- i) Kvádr se nemůže pohybovat rovnoměrně.

Úloha N.18:

Vrtulník letí vodorovně stálou rychlostí. V určitém okamžiku je z vrtulníku volně vypuštěn balíček, který má dopadnout na stanovené místo. Předpokládejte, že odpor vzduchu proti pohybu balíčku lze v dané situaci zanedbat. Vyberte právě ta tvrzení, která jsou pro danou situaci pravdivá.

- a) Pilot vidí balíček neustále pod sebou.
- b) Výslednice sil působících na balíček je nulová.
- c) Balíček musí být vypuštěn přesně nad stanoveným místem dopadu.
- d) Vůči pozorovateli na zemi se balíček pohybuje po parabole.
- e) Zrychlení balíčku je rovno tíhovému zrychlení.
- f) Rychlost balíčku při dopadu může mít svislý směr.
- g) Vztažná soustava spojená s balíčkem je inerciální.
- h) Pohyb balíčku vzhledem k vrtulníku je zrychlený.
- i) Výslednice sil působících na vrtulník je nulová.

8. Výsledky úloh

Uzavřené úlohy s výběrem jedné správné odpovědi

Úloha 1.1:	b)	Úloha 1.10:	d)
Úloha 1.2:	e)	Úloha 1.11:	e)
Úloha 1.3:	b)	Úloha 1.12:	a)
Úloha 1.4:	c)	Úloha 1.13:	d)
Úloha 1.5:	d)	Úloha 1.14:	a)
Úloha 1.6:	c)	Úloha 1.15:	c)
Úloha 1.7:	e)	Úloha 1.16:	d)
Úloha 1.8:	d)	Úloha 1.17:	e)
Úloha 1.9:	c)	Úloha 1.18:	a)

Uzavřené úlohy s možností vícenásobné správné odpovědi

Úloha N.1:	b), c), e), h), i)	Úloha N.10:	d), g)
Úloha N.2:	b), d), g), h)	Úloha N.11:	h), i)
Úloha N.3:	a), b), d), g)	Úloha N.12:	a), c), f)
Úloha N.4:	c), e), f), h)	Úloha N.13:	a), b), c), d), f), h)
Úloha N.5:	a), b), e), f)	Úloha N.14:	b), c), d), f)
Úloha N.6:	b), c), f), h)	Úloha N.15:	b), f), i)
Úloha N.7:	b), d), i)	Úloha N.16:	a), c), d), g), h)
Úloha N.8:	a), b), f), h)	Úloha N.17:	c), e), f)
Úloha N.9:	a), c), i)	Úloha N.18:	a), d), e), h), i)

9. Výsledky testování

Testování bylo zaměřeno na studenty prvních ročníků středních škol a univerzitní studenty prvního ročníku bakalářského studia fyzikálních oborů. Celkem se testování zúčastnilo 176 studentů těchto čtyř škol:

- 1) Střední průmyslová škola Zlín – obor technické lyceum – 56 studentů.
- 2) Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín - čtyřleté všeobecné gymnázium – 58 studentů.
- 3) Gymnázium Brno, třída Kapitána Jaroše - čtyřleté studium, zaměření všeobecné a zaměření na matematiku – 44 studentů.
- 4) Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta – obory biofyzika, lékařská fyzika, astrofyzika, fyzika a management a odborná fyzika – 18 studentů.

Všichni testovaní studenti mají mechaniku čerstvě probranou a test mohl posloužit zároveň jako souborné opakování.

Testy byly vytvořeny ve dvou variantách. Jejich číslování (bez použití označení **1.** nebo **N.**) odpovídá 7. kapitole této práce **Soubor testových úloh**. Pro získání lepšího přehledu o skladbě testů jako celku jsou testy rekapitulovány v přílohách.

Úlohy v testu - varianta A:	1) Úloha N.1	5) Úloha 1.5
	2) Úloha N.2	6) Úloha 1.6
	3) Úloha N.3	7) Úloha 1.7
	4) Úloha N.4	8) Úloha 1.8

Úlohy v testu - varianta B:	1) Úloha 1.1	5) Úloha N.5
	2) Úloha 1.2	6) Úloha N.6
	3) Úloha 1.3	7) Úloha N.7
	4) Úloha 1.4	8) Úloha N.8

Hodnocení testu bylo provedeno dle způsobu popsaného v 5. kapitole. Pokud u úloh s vícenásobnou správnou odpovědí použijeme způsob hodnocení „Všechno nebo nic“, získáme výsledky uvedené v tabulkách 1, 2 a 3.

	Počet studentů	Celkový počet zadaných úloh	Počet správně vyřešených úloh	Úspěšnost v procentech
Varianta A	91	364	12	3,30%
Varianta B	85	340	10	2,94%
Celkem	176	704	22	3,13%

Tabulka 1: Úspěšnost řešení úloh s vícenásobnou správnou odpovědí – hodnocení „Všechno nebo nic“.

Číslo úlohy	N.1	N.2	N.3	N.4
Počet správně vyřešených úloh	4	6	1	1

Tabulka 2: Počty správných odpovědí u jednotlivých úloh s vícenásobnou správnou odpovědí (varianta A – 91 studentů)

Číslo úlohy	N.5	N.6	N.7	N.8
Počet správně vyřešených úloh	4	2	1	3

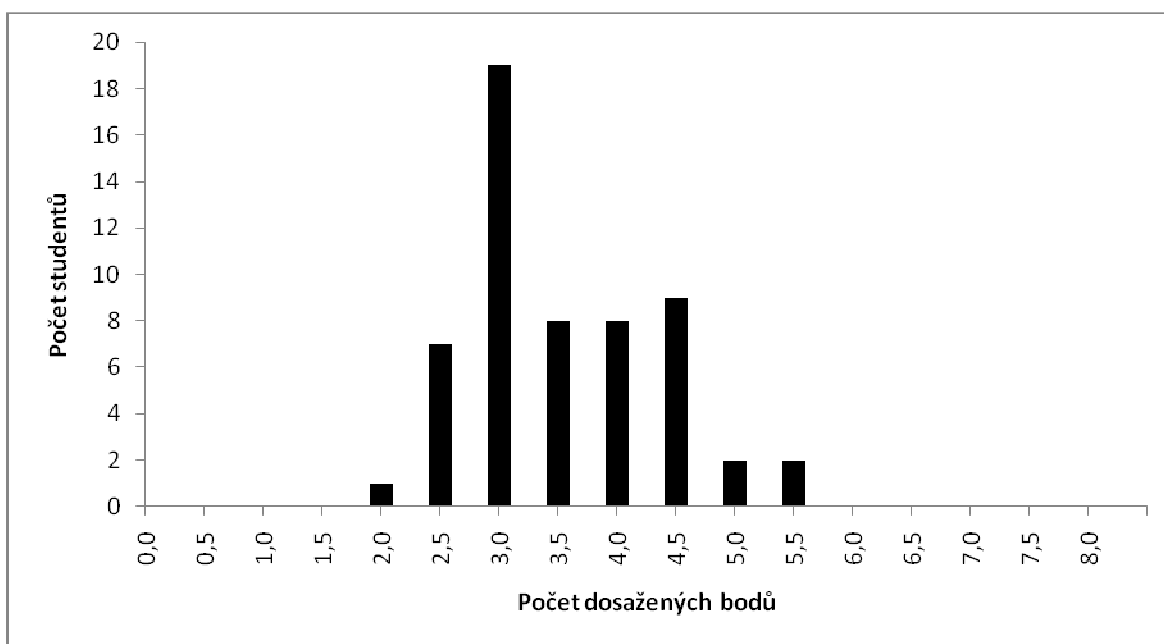
Tabulka 3: Počty správných odpovědí u jednotlivých úloh s vícenásobnou správnou odpovědí (varianta B – 85 studentů)

Z tabulek je zřejmé, že hodnocení typu „Všechno nebo nic“ není vzhledem k nízké úrovni pochopení problematiky u testovaných studentů vhodné.

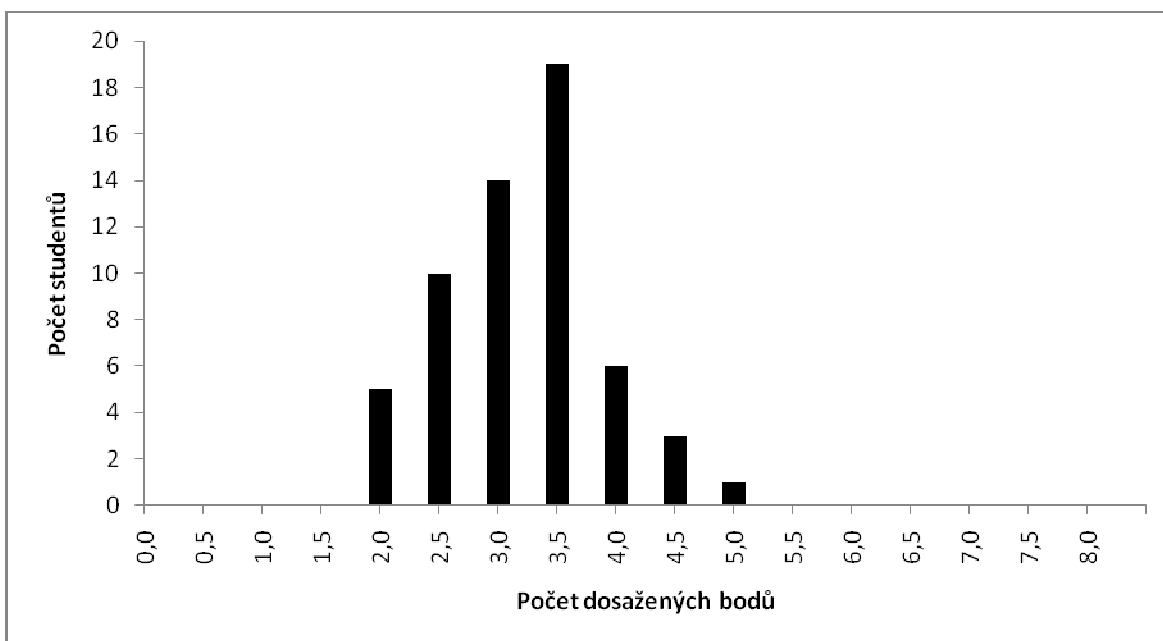
Pokud úlohy s vícenásobnou správnou odpovědí hodnotíme **diferencovaným přístupem k hodnocení**, který je popsán v kapitole 5, získáme níže uvedené výsledky. Úlohy s výběrem jedné správné odpovědi hodnotíme klasicky. Správná odpověď 1 bod, nesprávná 0 bodů. Student tedy může získat maximálně 8 bodů.

Vyhodnocení testů je uvedeno v grafech znázorňujících rozdělení počtu studentů podle počtu dosažených bodů. Ze všech studentů jsou vytvořeny čtyři skupiny podle škol. Dále je uvedeno vyhodnocení varianty A i B a celkové výsledky testu.

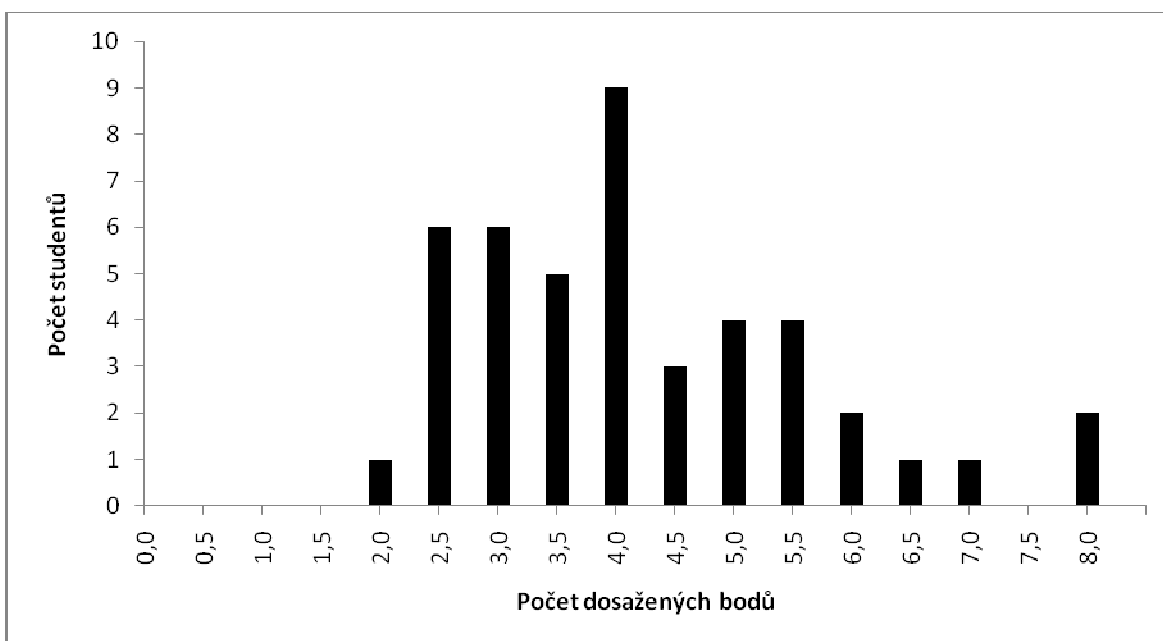
I když z jednotlivých grafů nelze přesně usuzovat na charakter rozdělení, lze z nich zhruba usoudit, která skupina studentů uspěla lépe.



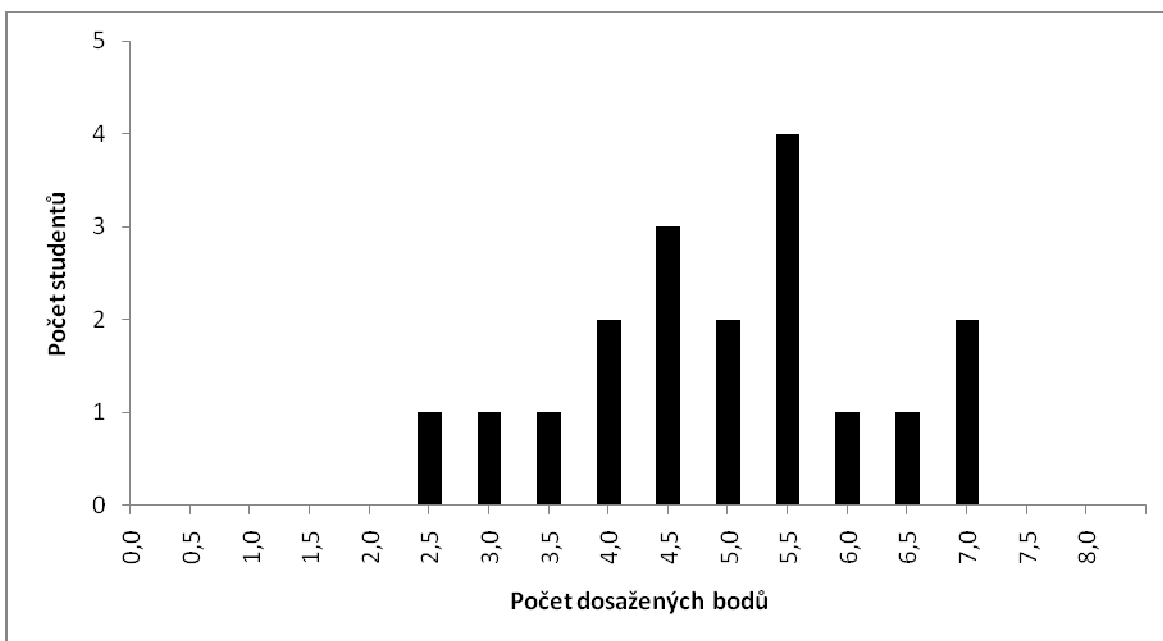
Graf 1: Počet studentů podle počtu dosažených bodů – Střední průmyslová škola Zlín – obor technické lyceum – 56 studentů.



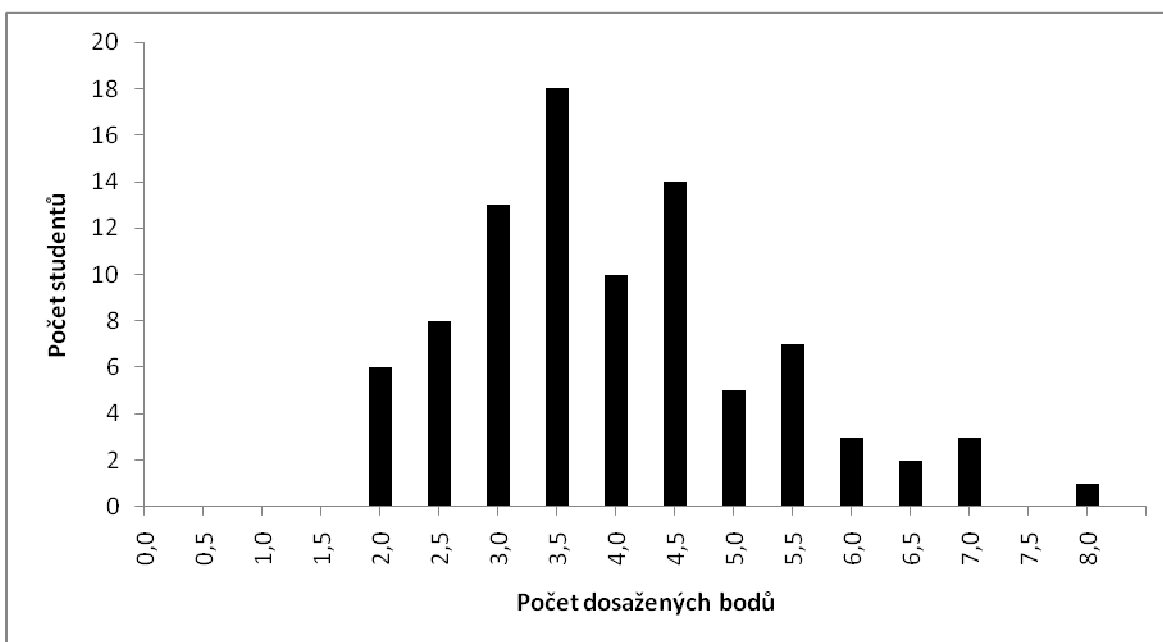
Graf 2: Počet studentů podle počtu dosažených bodů – Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín - čtyřleté všeobecné gymnázium – 58 studentů.



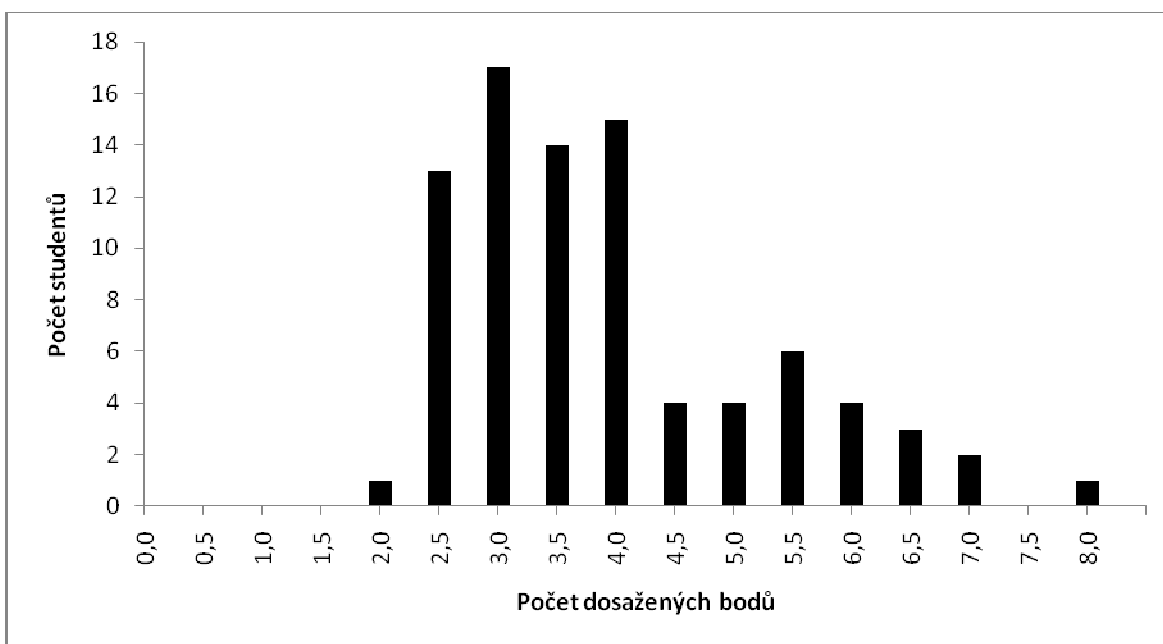
Graf 3: Počet studentů podle počtu dosažených bodů – Gymnázium Brno, třída Kapitána Jaroše - čtyřleté studium, zaměření všeobecné a zaměření na matematiku – 44 studentů.



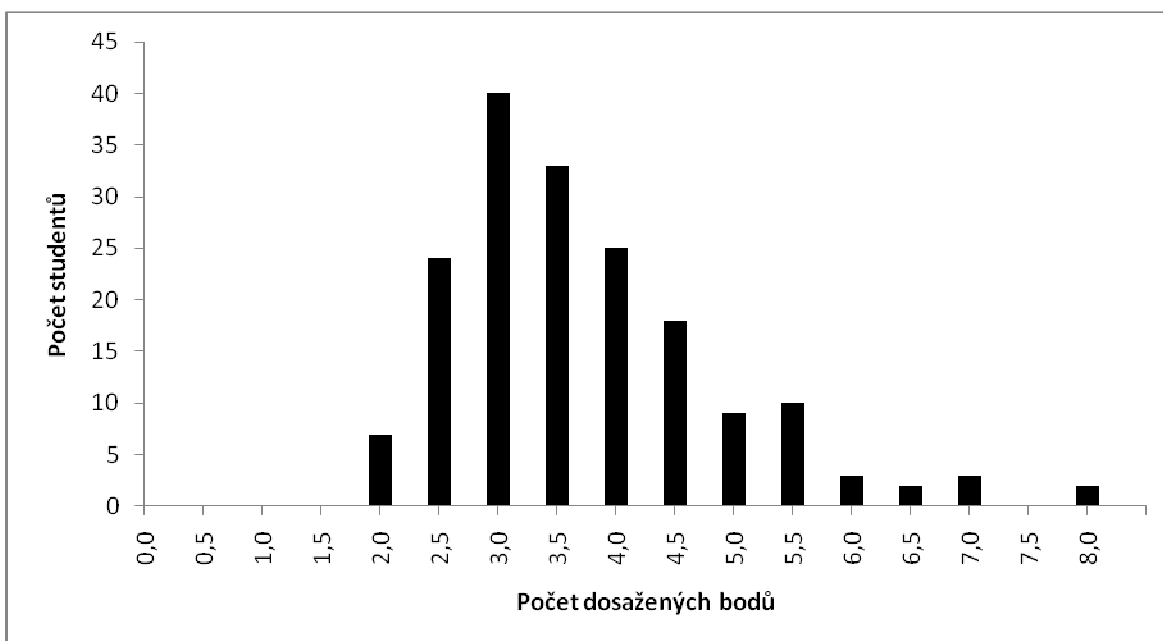
Graf 4: Počet studentů podle počtu dosažených bodů – Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta – obory biofyzika, lékařská fyzika, astrofyzika, fyzika a management a odborná fyzika – 18 studentů.



Graf 5: Počet studentů podle počtu dosažených bodů – celkové výsledky varianty A - 91 studentů.



Graf 6: Počet studentů podle počtu dosažených bodů – celkové výsledky varianty B - 85 studentů.



Graf 7: Počet studentů podle počtu dosažených bodů – celkové výsledky všech 176 studentů.

10. Komentáře k úlohám

V testech jsou úlohy číslovány pouze pořadím (bez použití 1. nebo N.). Údaj v procentech udává, kolik studentů ze všech řešitelů danou odpověď označilo (zakřížkovalo) jako správnou.

Test varianta A:

Úloha N.1:

- Pouze 9% studentů označilo jako správnou odpověď h). Zřejmě si neuvědomili, že při rovnoměrném pohybu po kružnici sice zůstává velikost zrychlení stálá, ale jeho směr se v každém okamžiku mění.
- 41% studentů označilo nesprávnou odpověď f) jako správnou. Zapomněli totiž na normálové zrychlení a uvažovali pouze zrychlení tečné.

Úloha N.2:

- 56% případů označení chybné odpovědi f) jako správné ukazuje, že studenti nesprávně aplikují 2. Newtonův pohybový zákon. Dochází-li ke změně jediné síly, působící na částici, zrychlení částice se rovněž mění.
- Odpověď d) označilo jen 23% studentů. Neuvědomili si totiž, že síla F_x je v daném intervalu konstantní a působí proti směru pohybu částice. Dochází tedy ke zpomalování částice.

Úloha N.3:

- Celých 62% nesprávně označených odpovědí c). Zde se to dalo předpokládat. Studenti neustále zaměňují situaci popsanou v úloze a případ, kdy je kulička v klidu a visí na vlákně.
- Pouze 18% správně označených variant odpovědí b) resp. g) úzce souvisí s výše zmiňovaným problémem.
- Tato úloha byla dle úspěšnosti studentů vůbec nejhorší ze všech.

Úloha N.4:

- Odpověď b) byla nesprávně označena v 51%. Zde si studenti neuvědomili, že výška hladiny v trubici a tlak v dané oblasti spolu souvisí.
- Jen 14% správných odpovědí e) potvrzuje problémy s použitím rovnice spojitosti toku a Bernoulliho rovnice.

Úloha 1.5:

- Při řešení této úlohy byli studenti celkem úspěšní. Správných odpovědí bylo označeno 60% a nejpoužívanějším distraktorem (20%) byla odpověď c). Došlo zřejmě k chybné interpretaci grafu. Ostatní nesprávné odpovědi byly používány rovnoměrně.

Úloha 1.6:

- 44% správně označených odpovědí c) svědčí o tom, že úloha není v porovnání s ostatními náročná.
- 33% studentů nesprávně označilo odpověď b). Předpokládali totiž platnost zákona zachování mechanické energie při srážce. Ten ale platí pouze v případě dokonale pružné srážky.
- 3% studentů označili odpověď a). Lze předpokládat, že si vůbec neuvědomili, co je to hybnost soustavy.

Úloha 1.7:

- Polovina studentů nesprávně označila odpověď d). Pouze došlo k potvrzení skutečnosti, že tření je studenty nepochopeno.
- 34% označilo správnou odpověď e).
- Nikdo nevyužil distraktoru c), proto je vhodné jej při dalším použití úlohy nahradit jiným z úlohy N.7.

Úloha 1.8:

- Pouhých 25% správně označených odpovědí je možno přisoudit špatné úvaze. Studenti si totiž neuvědomili, že pokud má krychlička v bodech A i D nulovou rychlost, je tato rychlost stejná.

- Nejvíce označených špatných odpovědí (32%) bylo c). Mechanická energie krychličky nemůže být ve všech bodech stejná, když se krychlička do bodu E vůbec nedostane.

Test varianta B:

Úloha 1.1:

- 27% správně označených odpovědí b). I když je pohyb částice po kružnici rovnoměrný, vektor její rychlosti neustále mění směr.
- 24% špatně označených odpovědí e). Jestliže je pohyb částice po kružnici nerovnoměrný, znamená to nenulové tečné zrychlení. Samozřejmostí je i nenulové normálové zrychlení (zakřivená trajektorie). Vektorovým součtem tečného a normálového zrychlení získáme výsledné zrychlení, které má obecný směr. Nesměřuje tedy ani do středu kružnice, ani není ke kružnici tečné.
- 22% nesprávných odpovědí c). Viz předchozí komentář.

Úloha 1.2:

- Pouhých 5% správně označených odpovědí e) v této úloze znamená, že studentům se z grafu závislosti síly na poloze částice špatně vyvozují závěry. Velikost síly působící na částici v daném intervalu se zmenšuje. Síla je však v tomto intervalu stále orientována ve směru kladné osy x a částici urychluje.
- Nejvíce označených nesprávných odpovědí (63%) je u možnosti a). Špatné pochopení 2. Newtonova pohybového zákona.

Úloha 1.3:

- 33% nesprávně označených špatných odpovědí c). Tato situace se dala očekávat vzhledem k často nesprávně pochopenému pohybu kyvadla. Neúspěch studentů v této úloze je i důsledkem špatných obrázků v učebnicích (např. [3], [6]).
- S výše uvedeným souvisí i pouhých 22% správně označených odpovědí b).

- Distraktor e) zvolili pouze dva studenti, proto je vhodné jej při dalším použití úlohy nahradit jiným z úlohy N.3.

Úloha 1.4:

- 52% špatně označených odpovědí e) je způsobeno problémy s užitím rovnice spojitosti toku a Bernoulliho rovnice. Souvislost mezi tlakem kapaliny v potrubí a výškou hladiny v trubici není studentům jasná.
- Dalších 27% nesprávně označených odpovědí je d). Studenti zřejmě provedli nesprávnou úvahu: čím užší potrubí, tím větší tlak.
- Správných odpovědí bylo v této úloze pouze 6%.

Úloha N.5

- U správných odpovědí s výjimkou b) je procento úspěšnosti přes 60%, u odpovědi b) 40%.
- Jediný problém je v odpovědi h), která byla nesprávně označena v 33%. Zde byla opomenuta úvaha, že v intervalu (2;3) s rychlost hmotného bodu klesá, ale ten se stále vzdaluje od počátku.

Úloha N.6:

- 22% správně označených odpovědí f). Studenti opomíjejí, že náraz střely do kyvadla není dokonale pružná srážka.
- 52% nesprávných odpovědí a) přímo souvisí s nepružností srážky a změnou vnitřní energie soustavy střela + kyvadlo.

Úloha N.7:

- Nesprávně označeno bylo 44% odpovědí c). Naprosto stejný problém se vyskytoval i ve variantě s jednou správnou odpovědí.
- Dokonce 55% špatně označených odpovědí h) opět upozorňuje na problémy s pochopením 2. Newtonova pohybového zákona.
- Pouhých 20% správně označených odpovědí i). Na kvádr působí ve směru pohybu pouze třecí síla. Ta je stálá a orientována proti směru pohybu.

Úloha N.8:

- 38% nesprávně označených špatných odpovědí c). Studenti zřejmě předpokládají, že se krychlička zrychluje při výjezdu ze smyčky, a tedy i v bodě F. Jenže zde je trajektorie přímočará a výslednice sil působících na krychličku je nulová..
- Jen 26% označených správných odpovědí b) je způsobeno tím, že studenti opomněli zákon zachování mechanické energie, který v dané situaci platí.

11. Závěr

Práce měla za cíl sestavení souboru uzavřených testových úloh z mechaniky a ověření jejich funkčnosti na skupině středoškolských studentů. Samotnému souboru úloh předchází kapitoly věnované typům úloh, způsobu jejich tvorby a také postupům při hodnocení. Zmíněna jsou i úskalí, kterých by se tvůrce úloh měl vyvarovat. V této části se vycházelo převážně z citovaných zdrojů.

Těžištěm práce je soubor 18 uzavřených testových úloh. Každá úloha je zpracována ve dvou variantách. První varianta je s výběrem právě jedné správné odpovědi z pěti nabízených. Varianta druhá je s výběrem předem neuvedeného počtu správných odpovědí z devíti nabízených možností. Úlohy jsou prezentovány včetně správných odpovědí.

V poslední části jsou uvedeny výsledky testování 8 vybraných úloh na skupině 176 středoškolských a vysokoškolských studentů. Je proveden rozbor výsledků jednotlivých studentů. Dále jsou u každé úlohy komentovány nejčastěji volené odpovědi, jak správné, tak i špatné.

Lze říci, že vhodně formulované uzavřené testové úlohy mají při výuce fyziky své místo. Mohou dobře sloužit k důkladnému pochopení látky, k rozvoji kritického myšlení studentů a také k rychlé a efektivní kontrole míry porozumění dané problematice. Učitel je schopen pomocí rozboru odpovědí usoudit, kde je pochopení látky nedostatečné nebo problematické.

Soubor úloh není definitivní a hodlám jej ve své praxi doplňovat dalšími úlohami.

Přehled použité literatury a zdrojů

- [1] Halliday, D., Resnick, R., Walker, J.: *Fyzika*, Prometheus Praha a VUTIUM Brno, 2000
- [2] Bednařík, Milan, Široká, Miroslava: *Fyzika pro gymnázia – Mechanika*, Prometheus, Praha, 2005
- [3] Lepil, Oldřich: *Fyzika pro gymnázia – Mechanické kmitání a vlnění*, Prometheus, Praha, 2005
- [4] Nečas, Tomáš: *Požadavky a úlohy pro katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky z fyziky*, diplomová práce PřF MU, Brno, 2004
- [5] Lepil, Oldřich: *Fyzika – sbírka úloh*, Prometheus, Praha, 1995
- [6] Tarábek, Červinková a kol.: *Odmaturuj z fyziky*, Didaktik, Brno, 2004
- [7] Vondra, Miroslav: *Cvičení k fyzice v kostce*, Fragment, Havlíčkův Brod, 2000
- [8] Musilová, Jana: *Postrecenze učebnice „Fyzika pro gymnázia – Mechanika“*, Školská fyzika VI., 2 (2000), 80-84.
- [9] Schindler, Radek a kol.: *Rukověť autora testových úloh*, Cermat, Praha, 2006
- [10] Doulík, P., Škoda, J. Interaktivní cvičebnice tvorby a hodnocení didaktických testů. Ústí nad Labem: PF UJEP, 2005. <http://cvicebnice.ujep.cz/cvicebnice/FRVS1973F5d/>
- [11] Trna, Josef: *Testové položky ve výuce fyziky*, Brno, 2006, <http://svp.muni.cz>
- [12] kolektiv autorů: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky*, SPL, Praha, 1970
- [13] Wikipedie – otevřená encyklopedie. <http://cs.wikipedia.org>
- [14] Junková, Jana: *Didaktické testy*, projektu SIPVZ 2006

Seznam příloh

Test pro studenty varianta A

Test pro studenty varianta B