Masarykova univerzita v Brně

Přírodovědecká fakulta

Požadavky a úlohy pro katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky z fyziky

diplomová práce

Brno 2004 *Tomáš Nečas*

Nečas, T.: Požadavky a úlohy pro katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky z fyziky, diplomová práce, 57 stran, 2 strany příloha

Práce se zabývá návrhem katalogu požadavků ke společné části maturitní zkoušky z fyziky z oblastí mechaniky a mechanického kmitání a vlnění. Těžištěm práce je soubor 176 uzavřených i otevřených úloh z oblastí mechaniky a mechanického kmitání a vlnění, které by mohly být použity pro společnou část připravované celostátní maturitní zkoušky z fyziky. Šestnáct vybraných úloh bylo sestaveno do dvou testů a testováno na čtyřech brněnských gymnáziích v maturitních seminářích z fyziky a na Přírodovědecké fakultě MU v prvním semestru fyzikálních oborů. U vybraných úloh je na závěr uvedeno vzorové řešení.

prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím citované literatury.

V Brně dne 6. dubna 2004

Obsah

1. Úvod

Jedním z cílů, které sleduje současná koncepce státních maturit, je sjednocení obsahových požadavků maturitní zkoušky tak, aby výsledky byly srovnatelné pro všechny školy a daly se tak využít jako objektivní podklad pro přijímací řízení na vysoké školy. Zdařilá realizace tohoto projektu by pak vysokým školám umožnila přijímat uchazeče bez přijímací zkoušky, pouze na základě splnění určité skladby a hodnocení maturitní zkoušky. Taková představa však klade značné nároky na obsahovou koncepci maturitní zkoušky, neboť formulace katalogu požadavků k její společné části a zejména pak formulace testových úloh určuje do značné míry podobu výuky na střední škole. Při sestavování „fyzikálního" katalogu je třeba respektovat dosavadní postavení fyziky v učebním plánu gymnázií – celkový počet hodin fyziky je na většině škol nižší než v minulosti.

Cílem této práce je posoudit současnou verzi katalogu požadavků z oblastí mechaniky a mechanického kmitání a vlnění a předložit vlastní návrh katalogu. To je obsahem druhé kapitoly. Těžištěm práce je pak třetí kapitola – formulace otevřených i uzavřených maturitních úloh z mechaniky a mechanického kmitání a vlnění.

Vybraných šestnáct úloh bylo otestováno na čtyřech brněnských gymnáziích v maturitních seminářích z fyziky a na Přírodovědecké fakultě MU v prvním semestru fyzikálních oborů. Výsledky testování jsou zpracovány ve čtvrté kapitole spolu s uvedením vzorových řešení některých úloh.

2. Katalog požadavků

2.1. Forma katalogu

Cílem katalogu je definovat požadavky ke společné části maturitní zkoušky. Z nich se pak vychází při tvorbě úloh. Autoři katalogu [1] rozdělili cílové kompetence do čtyř kategorií:

A Osvojení poznatků a porozumění
B Aplikace poznatků a řešení problémů
C Pozorování, experimentování a měření
D Komunikace

V úvodní části katalogu jsou vyjmenovány obecné cílové kompetence v jednotlivých kategoriích. Následuje rozdělení látky do tematických okruhů a poté vlastní specifické cíle, tedy vlastní požadavky z jednotlivých tematických okruhů.

Při posuzování katalogu jsem dospěl k závěru, že toto členění požadavků do čtyř kategorií činí katalog nepřehledným a zbytečně složitým. Vymezení cílových kompetencí včetně rozdělení do čtyř zmíněných skupin bych ponechal pouze v úvodní části. Obecné vytyčení cílových požadavků je jistě správné, ale proč se dále v konkrétních okruzích neustále musí opakovat slova určit, rozhodnout, popsat, porozumět, vypočítat,…? Fakt, že je třeba zvládnout všechny čtyři zmíněné oblasti, platí pro všechny oblasti fyziky a tím, že se katalog drží tohoto dělení při formulaci požadavků v jednotlivých okruzích, ztrácí se přehlednost a čtenář pak v takto formulovaném katalogu jen těžko zjistí to nejdůležitější, tedy stručné a jednoduché vymezení požadavků z dané oblasti fyziky.

Můj návrh se snaží být systematicky uspořádanou posloupností, která stručně definuje, *která* témata by měl student ovládat, nikoliv *jak* by je měl ovládat. Při formulaci požadavků neuvádím, že je kladen důraz na porozumění a schopnost aktivně používat uvedené pojmy a tak dále ani přesně nespecifikuji obtížnost či typ úloh, které má student umět řešit. To se dá zpravidla provést pouze výčtem. V tomto případě ukázkou typických úloh, která by měla být nedílnou součástí katalogu požadavků. Ani v původním katalogu, přestože je jeho délka oproti mému návrhu přibližně dvojnásobná, se obtížnost a typ úloh nespecifikuje. Téměř každý okruh obsahuje formulace jako

„– řešit jednoduché praktické problémy, týkající se mechanického vlnění“

nebo

„– řešit jednoduché praktické problémy týkající se pohybů v homogenním a centrálním gravitačním poli“,

ze kterých se typ ani obtížnost úloh stanovit nedá.

Jak bylo řečeno v úvodu, považuji katalog požadavků za příliš obsáhlý pro současnou výuku fyziky na středních školách. Výuka fyziky by se měla soustředit především na probrání a správné pochopení nejdůležitějších témat i za cenu úplného vypuštění některých partií nebo jen kvalitativního vysvětlení. Návrh katalogu z vybraných dvou oblastí toto respektuje. Oproti původní verzi je méně obsáhlý a naopak klade větší důraz na důležité partie (např. Newtonovy zákony).

Aby mohl čtenář přehledně porovnat můj návrh požadavků s původní verzí katalogu, jsou jednotlivé okruhy uvedeny v následující kapitole na samostatných stranách tak, že v levé části je vždy původní verze katalogu a v pravé části můj návrh, ze kterého vycházím při tvorbě úloh. Požadavky jsou formulovány v jednotlivých bodech, které jsou obsahově přibližně vyvážené a tvoří uspořádanou posloupnost.

2.2. Mechanika

1.1. Fyzikální veličiny a měření*

katalog požadavků 10/2000

1.1A Osvojení poznatků a porozumění
- přiřadit k daným veličinám jednotky a naopak
- rozhodnout o dané jednotce, zda patří k soustavě SI, a jestliže ano, je-li základní nebo odvozená
- rozhodnout, je-li daná veličina vektorová nebo skalární
- převést násobné (dílčí) jednotky na základní a naopak
- převést vedlejší jednotky fyzikálních veličin (např. litr, hodinu, minutu, elektronvolt) na jednotky soustavy SI a naopak
- vyjádřit odvozené jednotky součinem základních jednotek v příslušných mocninách
- vysvětlit význam konstant ve fyzikálním vztahu
- provést zkoušku správnosti vztahu pro obecně vypočtenou veličinu pomocí jednotek použitých veličin

1.1C Pozorování, experimentování a měření
- měřit (přímo nebo nepřímo) následující fyzikální veličiny: čas, délku, rovinný úhel, obsah, objem, hmotnost, sílu, hustotu, průměrnou rychlost, frekvenci, úhlovou rychlost, hybnost (další veličiny, které žák dovede měřit, jsou uvedeny v jiných tematických okruzích)
- odhadnout v konkrétním popsaném měření, čím jsou způsobeny jednotlivé chyby měření
- odhadnout chybu měření daným měřidlem
- zaokrouhlit správně hodnotu, která je výsledkem měření nebo matematické operace s neúplnými čísly

1.1D Komunikace
- znázornit vektorovou veličinu, naopak ze znázornění vektoru určit jeho složky
- odhadnout, zda daný výsledek měření nebo výpočtu je fyzikálně možný

návrh požadavků
- základní jednotky soustavy SI (metr, kilogram, sekunda, ampér, kelvin, kandela, mol), vyjádření odvozených jednotek pomocí základních
- skalární a vektorové veličiny
- násobné a dílčí jednotky, převody jednotek
- rozměrová zkouška, určení rozměru konstanty, kontrola tvaru vztahu pomocí rozměrové zkoušky
- měření základních veličin: délka (objem), hmotnost, čas
- absolutní a relativní chyba a jejich význam
- zpracování měření pomocí aritmetického průměru a absolutní chyby (zapisovat správně počet platných míst při výpočtech a měřeních)
- odhadnout v konkrétních případech chybu měření, rozlišovat chyby systematické a náhodné
- odhadnout, zda daný kvantitativní výsledek měření nebo výpočtu je fyzikálně možný

* číslování tematických okruhů převzato z katalogu požadavků

1.2. Kinematika hmotného bodu

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- rozlišovat pohyby podle trajektorie a podle změn rychlostí
- určit polohu hmotného bodu v rovině nebo v prostoru ze zadaných souřadnic, určit (v dané pravoúhlé soustavě souřadnic) souřadnice bodu, jehož poloha je známa
- vyjádřit slovně, písemně i graficky závislost dráhy a rychlosti na čase u rovnoměrných a rovnoměrně zrychlených pohybů
- určit v jednoduchých případech (měřením nebo výpočtem) dráhu, dobu, průměrnou rychlost, okamžitou rychlost a zrychlení daného hmotného bodu
- udat hodnotu tíhového zrychlení
- určit v jednoduchých případech (měřením nebo výpočtem) veličiny popisující rovnoměrný pohyb po kružnici: periodu, frekvenci, úhlovou rychlost, rychlost, dostředivé zrychlení

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- zvolit vhodně pro daný problém vztažnou soustavu a rozhodnout, zda je dané těleso vůči této soustavě v klidu, nebo ne, určit rychlost daného tělesa vůči dané soustavě, jsou-li dány potřebné údaje
- rozhodnout, zda v daném problému je vhodné použít model hmotného bodu, tento model případně použít a výsledky porovnat se skutečností
- vypočítat (popř. i graficky znázornit) pro vrh svislý, šikmý a vodorovný nebo pro obdobně složené pohyby polohu a rychlost bodu ze známých počátečních podmínek
- řešit jednoduché praktické problémy o rovnoměrných a rovnoměrně zrychlených pohybech v různých situacích (doprava, sport, technika), tyto problémy mohou také zahrnovat vícerozměrné složené pohyby (např. vrhy)

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- rozhodnout na základě předložených hodnot, je-li daný pozorovaný pohyb rovnoměrný, zrychlený nebo zpomalený, v jednoduchých případech rozhodnout, jde-li o pohyb rovnoměrně zrychlený nebo ne

3.1D Komunikace
- určit z grafu rychlosti jako funkce času (který je tvořen jen přímočarými úseky) graf dráhy v závislosti na čase
- nakreslit pro daný jednoduchý pohyb graf dráhy a okamžité rychlosti jako funkce času, jsou-li pro to potřebné údaje

návrh požadavků

- hmotný bod: definice, výhody a omezení modelu hmotného bodu
- trajektorie HB, dráha
- popis polohy hmotného bodu pomocí polohového vektoru: vhodné použití kartézské soustavy souřadnic v rovině a v prostoru, volba vztažné soustavy
- relativnost pohybu: závislost pohybu na volbě vztažné soustavy – konkrétní příklady
- okamžitá rychlost, velikost rychlosti, průměrná rychlost, průměrná velikost rychlosti
- zrychlení HB: definice zrychlení, tečné a normálové zrychlení
- pohyb rovnoměrný: kvantitativní popis a jeho užití při řešení konkrétních úloh v jednorozměrném případě
- pohyb rovnoměrně zrychlený: kvantitativní popis a jeho užití při řešení konkrétních úloh v jednorozměrném případě
- kvantitativní popis jednoduchých dvourozměrných a trojrozměrných pohybů a jeho užití při řešení konkrétních úloh (např.: vrhy)
- pohyb rovnoměrný po kružnici: kvantitativní popis pomocí veličin periody, frekvence, úhlové rychlosti, rychlosti, dostředivého zrychlení a jeho užití při řešení praktických úloh
- grafické znázornění jednoduchých pohybů: dráha, rychlost a zrychlení jako funkce času

1.3. Dynamika hmotného bodu

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- určit v konkrétních problémech sílu jako vektorovou veličinu (uvést její velikost, směr, jednotku a v odůvodněných případech i působiště)
- objasnit fyzikální obsah Newtonových pohybových zákonů
- určit v konkrétních problémech hybnost hnotného bodu (tělesa) jako vektorovou veličinu
- vypočítat hybnost tělesa nebo soustavy pomocí zákona zachování hybnosti
- vypočítat velikost třecí síly, jsou-li dány potřebné veličiny
- určit tíhovou sílu působící na dané těleso
- rozhodnout, je-li daná vztažná soustava inerciální nebo ne
- předpovědět (kvalitativně a v jednodušších případech i kvantitativně) pohyb tělesa v neinerciální vztažné soustavě s použitím setrvačných sil
- vysvětlit vznik tíhové síly a vznik stavu beztíže v družici

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- řešit v jednoduchých případech dva základní úkoly z mechaniky: k dané konstantní síle a počátečním podmínkám umět najít pohyb, který způsobuje, k danému pohybu, jehož popis známe, umět nalézt působící sílu
- řešit úlohy s použitím skládání sil působících v jednom bodě tělesa a úlohy s využitím rozkladu sil
~ řešit problém užitím zákona zachování hybnosti
- určit graficky a v jednoduchých případech i početně výslednou sílu složenou ze dvou nebo tří složek
- určit složku dané síly dodaného směru, zejména tečnou a normálovou složku tíhy na nakloněné rovině

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- měřit součinitele smykového tření při pohybu tělesa po vodorovné podložce a na nakloněné rovině

3.1D Komunikace
- vytvořit situační náčtry se znázorněním působících siljako východisko řešení problémů

návrh požadavků

- první Newtonův zákon, zavedení a vlastnosti inerciálních vztažných soustav
- síla jako fyzikální veličina, princip skládání sil, rozklad síly do dvou kolmých směrů a jeho použití při řešení úloh
- druhý Newtonův zákon jako vztah mezi silou a zrychlením, setrvačná hmotnost
- hybnost HB, vyjádření druhého Newtonova zákona pomocí hybnosti
- nejčastější síly: tíhová síla, síly vzájemného působení při styku těles, třecí síla (klidové a smykové tření), kvantitativní vyjádření těchto sil a jejich základní vlastnosti
- třetí Newtonův zákon
- význam a použití Newtonových zákonů, principu skládání sil a uvážení vazebních podmínek omezujících pohyb při řešení praktických úloh
- síly při křivočarém pohybu, tečná a normálová složka výslednice sil, pohyb po kružnici, dostředivé zrychlení, řešení praktických úloh pohybu po kružnici
- zákon zachování hybnosti a jeho použití při řešení praktických úloh
- fyzikální měření z oblasti dynamiky: změřit sílu, součinitele smykového tření

1.4. Mechanická práce, výkon, energie

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- vypočítat práci vykonanou konstantní silou (i v případě, kdy síla nepůsobí ve směru pohybu)
- vypočítat změnu polohové (potenciální) tíhové energie
- určit kvalitativně změnu potenciální energie pružnosti u pružně deformované pružiny
- vypočítat pohybovou (kinetickou) energii tělesa vzhledem ke zvolené vztažné soustavě
- vypočítat celkovou mechanickou energii tělesa
- rozhodnout, zda v daném problému jsou s dostatečnou přesností splněny podmínky zákona zachování mechanické energie
- popsat kvalitativně a v jednoduchých případech i kvantitativně změny polohové a pohybové energie v konkrétních praktických příkladech: vrhy, pohyb kyvadla, těleso kmitající na pružině, voda pohánějící turbíny hydroelektrárny
- vypočítat výkon, známe-li práci za čas, za který byla vykonána, nebo velikost působící síly a rychlost pohybujícího se tělesa
- vypočítat účinnost pomocí vykonané práce a dodané energie nebo pomocí výkonu a příkonu

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- řešit úlohy na výpočet práce ze známé stálé síly a dráhy nebo ze známé přeměny energie
- dokázat výpočtem, že při volném pádu tělesa v izolované soustavě je součet polohové a pohybové energie v každém místě stálý
- řešit jednoduché úlohy s použitím zákona zachování mechanické energie
- vypočítat výkon a účinnost daného technického zařízení, např. u výtahu, čerpadla, turbíny

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- určovat kvalitativně změny potenciální a kinetické energie v konkrétních experimentálních situacích
- změřit práci, výkon, změnu potenciální, kinetické, nebo celkové mechnické energie při určitém ději

návrh požadavků

- mechanická práce, kvantitativní vyjádření vykonané práce v případě působení konstatní síly
- výkon a účinnost: význam těchto veličin a jejich kvantitativní vyjádření
- kinetická energie částice
- potenciální energie soustavy částice-Země, potenciální energie pružně deformované pružiny: definice, vlastnosti
- zákon zachování energie, zákon zachování mechanické energie, řešení základních úloh pomocí ZZME (např. vrhy, závaží na pružině)
- srážky částic: jednoduché případy dokonale pružných či nepružných srážek řešit kvantitativně, řešit úlohy využitím zákona zachování hybnosti a ZZME (např. balistické kyvadlo)
- základní měření: změřit práci, změnu potenciální nebo kinetické energie při určitém ději

1.5. Gravitační pole

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- zdůvodnit, proč je velikost tíhového zrychlení různá na různých místech Země
- odvodit vztah pro rychlost tělesa pohybujícího se po kružnici v centrálním gravitačním poli
- odvodit velikost první kosmické rychlosti, nakreslit trajektorie, které odpovídají první a druhé kosmické rychlosti
- popsat pohyb planet okolo Slunce podle Keplerových zákonů

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- vypočítat velikost vzájemné gravitační síly mezi dvěma hmotnými body nebo koulemi, jsou-li dány jejich hmotnosti a vzdálenost mezi nimi
- postupovat metodou modelování při řešení problémů: reálnou situaci zobrazit zjednodušeným situačním náčrtkem, pak schematickým náčrtkem
- vypočítat velikost gravitačního zrychlení v gravitačním poli, jsou-li dány potřebné informace
- vypočítat velikost rychlosti a dobu oběhu při pohybu po kružnici, je-li dán poloměr kružnice
- vypočítat výšku a rychlost družice nad povrchem Země, je-li dána doba oběhu
- aplikovat Keplerovy zákony při určení rychlosti a doby oběhu planet nebo družic
- řešit jednoduché praktické problémy týkající se pohybů v homogenním a centrálním gravitačním poli

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- navrhnout měření tíhového zrychlení

3.1D Komunikace
- vyhledat v tabulkách hodnotu gravitační konstanty a vysvětlit její fyzikální význam

návrh požadavků
- Newtonův gravitační zákon, základní vlastnosti gravitačního pole, intenzita gravitačního pole v okolí hmotného bodu nebo koule
- tíhové pole Země, rozdíl mezi gravitačním a tíhovým zrychlením, výpočet místního tíhového zrychlení
- beztížný stav, první kosmická rychlost (úlohy o pohybu družic)
- trajektorie těles v centrálním gravitačním poli, druhá kosmická rychlost: kvalitativně
- Keplerovy zákony: popsat pohyb planet kolem Slunce, řešit základní úlohy o pohybu planet užitím Keplerových zákonů

1.6. Mechanika tuhého tělesa

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- rozhodnout, je-li pro daný problém vhodný model tuhého tělesa
- rozhodnout, je-li pro daný pohyb tuhého tělesa otáčivý nebo posuvný
- vypočítat moment síly vzhledem k pevné ose otáčení
- rozhodnout podle výsledného momentu síly vzhledem k dané ose, zda síly budou mít otáčivý účinek
- rozhodnout, kdy mají vnější síly otáčivý účinek na tuhé těleso otáčivé okolo osy a kdy ne
- rozhodnout, zda tuhé těleso je v rovnovážné poloze nebo ne
- skládat síly působící na tuhé těleso v jednom působišti a předpovědět jejich účinek
- určit moment dané dvojice sil
- uplatnit pravidla o rozkladu síly do dvou směrů (na rovnoběžné složky, na různoběžné složky)
- určit v jednoduchých případech těžiště tuhého tělesa a těžnice
- rozhodnout, je-li těleso v rovnovážné poloze stálé, volné nebo vratké a předpovědět důsledky takové polohy
- porovnat kvantitativně stabilitu dvou těles
- určit kinetickou energii otáčivého pohybu tělesa a celkovou pohybovou energii valícího se tělesa

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- využít momentové věty při řešení problémů z běžného života a z techniky
- určit, jak daný jednoduchý stroj mění sílu a jak dráhu, použít přitom momentovou větu
- zjistit výpočtem nebo geometrickou konstrukcí výslednici dvou a více sil působících na konzoly, nosníky a podobně
- určit těžiště tuhého tělesa výpočtem nebo geoemtrickou konstrukcí na úrovni úloh v učebnici
- vypočítat úhlovou rychlost tuhého tělesa o známém momentu setrvačnosti, je-li známa změna kinetické energie jeho otáčivého pohybu a počáteční úhlová rychlost

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- ověřit momentovou větu (např. pokusy pro ověření rovnováhy u jednoduchých strojů)
- určit experimentálně těžiště plochého tělesa

návrh požadavků

- model tuhého tělesa, možnost jeho použití v konkrétních případech
- rozdělení obecného pohybu tělesa na posuvný a otáčivý
- kinematika tuhého tělesa: kvantitativní popis rovnoměrné rotace tělesa kolem nehybné osy pomocí základních veličin (úhlová rychlost, úhlové zrychlení, perioda, frekvence), souvislost s pohybem hmotného bodu po kružnici
- moment síly, řešení praktických úloh, kdy na tuhé těleso působí více sil, princip základních jednoduchých strojů
- moment setrvačnosti, kvalitativní porovnání momentu setrvačnosti jednoduchých těles, s pomocí tabulek moment setrvačnosti jednoduchých těles
- pohybová rovnice tělesa rotujícího kolem nehybné osy, použití při řešení jednoduchých úloh (rovnoměrný otáčivý pohyb)
- kinetická energie rotujícího tělesa, užití při řešení jednoduchých úloh (např. kulička valící se po nakloněné rovině)
- těžiště tělesa: definice, vlastnosti, nalezení těžiště jednoduchých těles (pomocí těžnic u plochých těles, pomocí váženého průměru vzáleností u těles skládajících se z více částí)
- silová a momentová rovnováha těles v tíhovém poli, rovnovážné polohy (stabilní, labilní, indiferentní), stabilita těles

1.7. Mechanika tekutin

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- určit tlak nebo tlakovou sílu nebo obsah plochy, na kterou síla působí, jsou-li dány zbývající veličiny
- určit tlak v jednom místě klidné kapaliny, je-li dán tlak v jiném místě
- vypočítat hydrostatický tlak, jsou-li dány potřebné údaje
- vypočítat hydrostatickou tlakovou sílu na vodorovné dno a svislou stěnu nádoby
- rozhodnout v jednotlivých případech, zda dané těleso bude v kapalině plovat, vznášet se nebo klesne ke dnu
- vypočítat objemový průtok, rychlost proudění, hmotnostní průtok, jsou-li dány potřebné údaje

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- řešit úlohy na použití Pascalova a Archimédova zákona
- řešit problémy spojené s využitím rovnice kontinuity a rovnice Bernoulliovy

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- stanovit hustotu látky pevného tělesa pomocí Archimédova zákona

3.1D Komunikace
- znázornit proudění pomocí proudnic

návrh požadavků

- základní pojmy: tekutina, kapalina, ideální kapalina, jejich vlastnosti a příklady
- hydrostatický tlak
- Pascalův zákon, hydraulické zařízení
- tlak vzduchu: důsledky existence atmosferického tlaku, přibližná hodnota normálního tlaku
- Archimédův zákon: odvození, některé důsledky existence vztlakové síly a užití Archimédova zákona při řešení praktických úloh
- ustálené proudění ideální kapaliny: rovnice kontinuity, Bernoulliova rovnice a jejich použití, řešení praktických úloh o ustáleném proudění ideální kapaliny pomocí rovnice kontinuity a Bernoulliovy rovnice
- pohyb těles v tekutinách: s pomocí tabulek použít Stokesův a Newtonův vztah pro velikost odporové síly
- základní fyzikální měření: měření tlaku, měření hustoty tělesa hydrostatickou metodou

2.3. Mechanické kmitání a vlnění

3.1. Mechanické kmitání

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- rozhodnout, lze-li daný mechanický systém popsat modelem harmonického oscilátoru
- určit z periody kmitání frekvenci a naopak
- rozhodnout, je-li kmitání periodické, nebo ne a je-li harmonické, nebo ne
- popsat přeměny energie v mechanickém oscilátoru a příčinu tlumení vlastního kmitání
- odlišit nucené kmitání mechanického oscilátoru od jeho vlastního kmitání
- rozhodnout v jednoduchých případech, zda může nastat rezonance mechanického oscilátoru
- vyjádřit ze známé amplitudy, frekvence a počáteční fáze okamžitou výchylku a rychlost
- určit z rovnice pro okamžitou výchylku harmonického kmitání amplitudu výchylky, periodu, frekvenci a počáteční fázi kmitání
- vypočítat periodu a frekvenci pružinového oscilátoru a kyvadla

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- řešit jednoduché praktické problémy týkající se harmonického kmitání

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- změřit periodu a frekvenci kmitání mechanického oscilátoru
- určit pomocí měření vlastní frekvence a tuhosti pružiny setrvačnou hmotnost tělesa zavěšeného na pružině a porovnat ji s hodnotou určenou vážením

3.1D Komunikace
- určit z časového diagramu okamžité výchylky harmonického kmitání periodu, frekvenci a počáteční fázi kmitavého pohybu
- určit z časového diagramu dvou harmonických kmitání jejich fázový rozdíl
- vytvořit grafickým sčítáním časový diagram výsledného kmitání složeného ze dvou izochronních harmonických kmitání
- rozlišit časový diagram harmonického kmitání, periodického kmitání neperiodického kmitání

návrh požadavků
- základní pojmy: periodický pohyb, kmitavý pohyb, oscilátor, rovnovážná poloha, výchylka, frekvence a perioda kmitů
- harmonický oscilátor (HO): definice, 2. Newtonův zákon pro HO, znalost řešení pohybové rovnice HO (bez odvození)
- příklady mechanických oscilátorů, harmonických oscilátorů, určit periodu jednoduchých oscilátorů sestavením 2.NZ pro HO (např.matematické kyvadlo, závaží na pružině)
- kinematika harmonického oscilátoru: rovnice pro okamžitou výchylku, rychlost a zrychlení, úhlová frekvence a amplituda, použití rovnic při jednoduchých výpočtech
- grafické znázornění kmitavého pohybu (okamžitá výchylka jako funkce času), z grafu určit parametry kmitů
- skládání kmitů: princip superpozice, fázový rozdíl, grafické skládání kmitů, kmity blízké frekvence – rezonance, příklady skládání kmitů, výskytu rezonance
- energie mechanického oscilátoru: správná aplikace zákona zachování energie, vztah pro potenciální a kinetickou energii, tlumené kmity, příklady tlumených kmitů a využití tlumení
- fyzikální měření z oblasti kmitů: umět určit periodu a frekvenci kmitů a umět využít k měření tuhosti pružiny nebo tíhového zrychlení pomocí matematického kyvadla

3.2. Mechanické vlnění

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- vysvětlit příčinu vzniku mechanického vlnění v pružném prostředí
- odlišit základní druhy mechanického vlnění (příčné, podélné, postupné, stojaté)
- objasnit zákon odrazu zvukového vlnění
- rozhodnout, je-li splněna podmínka minima a maxima při interferenci dvou vlnění stejné frekvence

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- vypočítat vlnovou délku postupného vlnění, jsou-li dány potřebné údaje
- určit základní frekvenci a vyšší harmonické frekvence chvění pružné tyče dané délky upevněné na obou koncích, upevněné uprostřed a upevněné na jednom konci, jsou-li dány potřebné údaje
- určit směr šíření mechanického vlnění po odrazu na rozměrné rovinné ploše
- řešit jednoduché praktické problémy, týkající se mechanického vlnění

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- určit ze záznamu stojatého vlnění jeho vlnovou délku

3.1D Komunikace
- určit z grafu postupné, popř. stojaté, vlny vlnovou délku mechanického vlnění

návrh požadavků
- vznik vlnění v pružném prostředí, základní druhy vlnění: příčné, podélné, postupné, stojaté, konkrétní příklady mechanických vlnění
- rovnice pro výchylku vlnění: význam a souvislost jednotlivých parametrů (vlnová délka, perioda, rychlost šíření)
- základní vlastnosti vlnění: odraz a lom kvantitativně; skládání vlnění stejné frekvence; ohyb vlnění kvalitativně
- stojaté vlnění: vznik stojatého vlnění, vlastnosti, základní frekvence a vyšší harmonické frekvence
- Dopplerův jev: kvalitativně, uvést praktické příklady

3.2. Zvukové vlnění

katalog požadavků 10/2000

3.1A Osvojení poznatků a porozumění
- vyjádřit přibližně frekvenční rozsah slyšitelného zvuku, infrazvuku a ultrazvuku
- přiřadit vnímané vlastnosti zvuku (barva, výška, hlasitost) jeho fyzikálním vlastnostem
- popsat kvalitativně, jak teplota vzduchu ovlivňuje rychlost šíření zvuku

3.1B Aplikace poznatků a řešení problémů
- vypočítat vlnovou délku zvukového vlnění, jsou-li k tomu dány dostatečné údaje
- porovnat různá prostředí podle rychlosti, kterou se v nich šíří zvuk
- navrhnout pro danou situaci vhodný způsob ochrany před hlukem
- řešit jednoduché praktické problémy akustiky

3.1C Pozorování, experimentování a měření
- popsat určení rychlosti zvuku otevřeným rezonátorem

3.1D Komunikace
- určit z časového diagramu zvuku jeho frekvenci

návrh požadavků
- rychlost zvuku ve vzduchu, závislost rychlosti zvuku na prostředí
- základní charakteristiky tónu (výška, barva, intenzita)
- přibližný rozsah slyšitelných frekvencí, ultrazvuk a infrazvuk a jejich vlastnosti
- zdroje zvuku, vnímání zvuku lidským uchem
- fyzikální měření z oblasti vlnění: určení vlnové délky z grafického záznamu zvuku

3. Soubor úloh

Uzavřené a otevřené úlohy

Uzavřenou úlohou nazýváme takovou úlohu, kde se řešení vybírá z daných možností, které následují za zadáním úlohy. Uzavřené úlohy se dále mohou dělit na úlohy s právě jednou správnou odpovědí a úlohy s více správnými odpověďmi. Správně zadaná uzavřená úloha musí jít vyřešit úvahou, případně jednoduchým výpočtem. Naopak úloha formulovaná jako otevřená obsahuje úkol či otázku, na kterou je třeba najít odpověď. Narozdíl od uzavřené úlohy nejde jen o správnou odpověď, ale hodnotí se také postup řešení.

Každý typ úloh má své výhody i nevýhody. Hlavní předností uzavřených úloh je velmi rychlé a objektivní hodnocení. Další výhodou oproti otevřeným úlohám je menší časová náročnost. Pomocí uzavřených úloh se tak dá za stejný čas otestovat širší okruh znalostí. Naopak nevýhodou uzavřených úloh je jejich menší vypovídací hodnota. Správnou odpověď je možné „tipovat", nebo ji třeba vybrat na základě chybné úvahy, atd. Tento problém se tolik netýká úloh s více správnými odpověďmi, protože pravděpodobnost, že student náhodou vybere správnou kombinaci odpovědí, je tu mnohem menší. Tím, že je na výběr z většího počtu možností se ale zvyšuje časová náročnost.

Soubor úloh

Domnívám se, že společná část maturitní zkoušky by měla obsahovat oba typy úloh – otevřené i uzavřené. Z toho jsem vycházel i při sestavování souboru úloh.

Úlohy jsou v jednotlivých okruzích členěny v tom pořadí, jak jsou formulovány požadavky v katalogu. U každé úlohy je v hlavičce uvedeno, zda jde o úlohu uzavřenou s právě jednou správnou odpovědí (označení u1) nebo uzavřenou s více správnými odpověďmi (uN) nebo úlohu otevřenou (o). U úloh u1 se vybírá z pěti možností, u úloh uN z více možností, většinou devíti. Pokud je úloha formulována ve více variantách, jsou tyto varianty řazeny za sebou. Pro přehlednost je však vždy úloha kompletně zopakována, včetně případných obrázků. Některé úlohy bylo možné formulovat jako otevřené i uzavřené, vždy je však dodržováno, že uzavřená úloha je řešitelná buď „z hlavy" nebo pomocí jednoduchého výpočtu či obrázku.

Dalšími parametry u každé úlohy jsou její časová náročnost a obtížnost. Tyto parametry slouží k rychlé orientaci při sestavování testů, pohybují se v rozpětí 1 (nejnižší) až 5 (nejvyšší). Jak obtížnost tak časová náročnost úlohy je často subjektivní parametr, který se nedá přesně stanovit. Jedná se proto o odhadované orientační hodnoty, nikoliv o hodnoty určené testováním.

Každý okruh obsahuje průměrně dvacet úloh tak, že jsou vždy zastoupeny různé typy úloh a různé obtížnosti. Podobně by tomu mělo být i ve výsledném maturitním testu. Úlohy ale nejsou sestaveny tak, aby pokryly všechny požadavky daného okruhu v katalogu. Při formulaci byl kladen důraz na úlohy testující správné pochopení základních fyzikálních pojmů a zákonů, úlohy vyžadující kvalitativní úvahy o jednoduchých fyzikálních dějích.

Na konci celé kapitoly jsou uvedeny výsledky všech úloh.

3.1. Mechanika

1.1. Fyzikální veličiny a měření*

Úloha 1.1.1 (u1) (t1, o2)

V meteorologii se množství spadlých srážek často udává v milimetrech vodního sloupce. Podobně se dá množství srážek vyjádřit také pomocí objemu vody, která dopadla na jednotkovou plochu. Víte-li, že na město dopadlo při silné bouři 50 mm srážek, vyberte z následujících správný údaj. Na město dopadlo

(a) 50 litrů srážek
(b) 500 centimetrů srážek
(c) 0,5 metru srážek
(d) 50 litrů na metr čtvereční srážek
(e) 50 litrů na metr krychlový srážek

Úloha 1.1.2 (uN) (t1, o2)

V meteorologii se množství spadlých srážek často udává v milimetrech vodního sloupce. Podobně se dá množství srážek vyjádřit také pomocí objemu vody, která dopadla na jednotkovou plochu. Víte-li, že na město dopadlo při silné bouři 50 mm srážek, vyberte z následujících všechny správné údaje. Na město dopadlo

(a) 5 centimetrů srážek
(b) 500 centimetrů srážek
(c) 0,5 metru srážek
(d) 5 litrů srážek
(e) 50 litrů na metr čtvereční srážek
(f) 50 litrů na metr krychlový srážek
(g) 50 litrů srážek

Úloha 1.1.3 (o) (t2, o3)

V meteorologii se množství spadlých srážek často udává v milimetrech vodního sloupce. Na město o rozloze 20 km^2 dopadlo při silné bouři 50 mm srážek. Vyjádřete objem spadlé vody v litrech.

Úloha 1.1.4 (u1) (t2, o2)

Pomocí rozměrové zkoušky určete, kterém z následujících fyzikálních vztahů je určitě chyba. Používáme standardní označení fyzikálních veličin a konstant: E pro energii, v pro rychlost, m pro hmotnost, d pro délku, g pro tíhové zrychlení a φ pro úhel v radiánech.

(a) $$E_1 = 4mv^2 + E_2$$

(b) $$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgd\cos(1-\varphi)$$

(c) $$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgd\cos(v_1 - v_2)$$

(d) $$E_2 = 2mv^2\cos(1-\varphi) - E_1$$

(e) $$E = \frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}v^2$$

Úloha 1.1.5 (uN) (t2, o3)

Pomocí rozměrové zkoušky určete, ve kterých z následujících fyzikálních vztahů je určitě chyba. Používáme standardní označení fyzikálních velečin a konstant: E pro energii, v pro rychlost, m pro hmotnost, d pro délku, g pro tíhové zrychlení a φ pro úhel v radiánech.

(a) $$E_1 = 4mv^2 + E_2$$

(b) $$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgd\cos(1-\varphi)$$

(c) $$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgd\cos(v_1 - v_2)$$

(d) $$E_2 = 2mv^2\cos(1-\varphi) - E_1$$

(e) $$E = \frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}v^2$$

(f) $$E = \frac{1}{2}\frac{m_1}{m_1+m_2}v^2$$

(g) $$E = \frac{1}{2}mv^2 - (v_1+v_2)^2$$

Úloha 1.1.6 (u1) (t2, o3)

Pomocí rozměrové zkoušky určete, který z následujících fyzikálních vztahů může být správný. Používáme standardní označení fyzikálních velečin a konstant: E pro energii, v pro rychlost, m pro hmotnost, d pro délku, g pro tíhové zrychlení a φ pro úhel v radiánech.

(a) $$v = v_0 + \sqrt{\frac{m}{E_1+E_2}}$$

(b) $$v = E_0 + \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

(c) $$v = \sqrt{\frac{2E}{m_1 m_2}}$$

* číslování tem. okruhů převzato z katalogu požadavků

(d) $$v = v_0 + \sqrt{\frac{2E}{3m}}$$

(e) $$v = E_0 + \sqrt{\frac{2E}{3m}}$$

Úloha 1.1.7 (u1) (t1, o1)
Rychlost větru na Sněžce byla měřena opakovaně v průběhu deseti minut s následujícími výsledky: Dvakrát byla naměřena rychlost větru 45 kmh^{-1}, šestkrát 50 kmh^{-1} a jednou 60 kmh^{-1}. Vyberte správný údaj o průměrné rychlosti větru na Sněžce, který má odeslat meteorolog na centrálu.
(a) 46 kmh^{-1}
(b) 50 kmh^{-1}
(c) 55 kmh^{-1}
(d) 56 kmh^{-1}
(e) 13 ms^{-1}

Úloha 1.1.8 (o) (t2, o2)
Rychlost větru na Sněžce byla měřena opakovaně v průběhu deseti minut s následujícími výsledky: Třikrát byla naměřena rychlost větru 60 kmh^{-1}, šestkrát 55 kmh^{-1} a jednou 50 kmh^{-1}. Vypočtěte průměrnou rychlost větru na Sněžce v metrech za sekundu, výsledek správně zaokrouhlete.

Úloha 1.1.9 (uN) (t1, o2)
Vyberte z následujících bezrozměrné fyzikální veličiny
(a) relativní atomová hmotnost
(b) účinnost
(c) úhel ve stupních
(d) úhel v radiánech
(e) koeficient smykového tření
(f) součinitel teplotní délkové roztažnosti
(g) příčné zvětšení
(h) index lomu
(i) úhlová rychlost

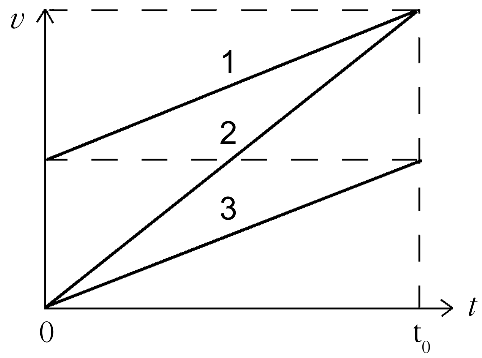
Úloha 1.1.10 (o) (t2, o2)
Komín továrny byl pozorován z kopce vzdáleného od továrny 4 kilometry pod úhlem jeden stupeň (viz obrázek). Určete výšku komína v metrech. Poloměr Země je R = 6378 km.

Úloha 1.1.11 (o) (t2, o2)
Laserová tiskárna má rozlišení 300 dpi – dots per inch, česky bodů na palec. To znamená, že na délku jednoho palce dokáže vytisknout 300 rozlišitelných bodů. 1 palec = 2,54 cm. Vypočtěte vzdálenost dvou sousedních bodů v milimetrech.

Úloha 1.1.12 (o) (t5, o5)
Laserová tiskárna má rozlišení 300 dpi – dots per inch, česky bodů na palec. To znamená, že na délku jednoho palce dokáže vytisknout 300 rozlišitelných bodů. 1 palec = 2,54 cm. Víte-li, že rozlišovací schopnost lidského oka je jedna úhlová minuta, vypočtěte maximální vzdálenost, ze které ještě oko dokáže rozlišit dva sousední body.

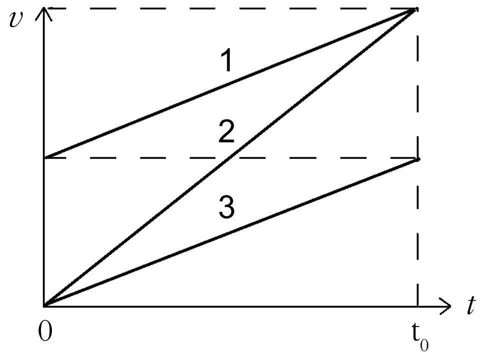
1.2. Kinematika hmotného bodu

Úloha 1.2.1 (u1) (t1, o2)
Následující graf znázorňuje závislost velikosti rychlosti tří těles na čase. Vyberte správné tvrzení týkající se intervalu $\langle 0, t_0 \rangle$.



(a) Těleso 1 urazilo stejnou dráhu jako těleso 3.
(b) Těleso 2 se pohybovalo nejdéle.
(c) Těleso 2 urazilo největší dráhu.
(d) Těleso 2 se pohybovalo rovnoměrným pohybem.
(e) Těleso 1 urazilo největší dráhu.

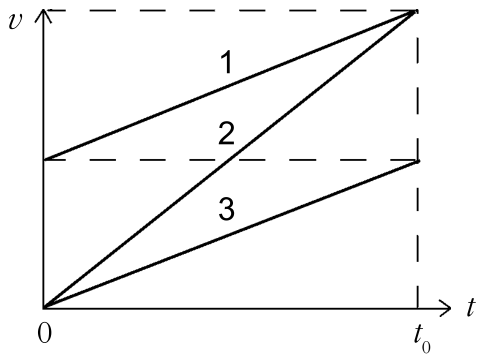
Úloha 1.2.2 (u1) (t1, o1)
Následující graf znázorňuje závislost velikosti rychlosti tří těles na čase. Tělesa se pohybují přímočaře. Vyberte správné tvrzení týkající se intervalu $\langle 0, t_0 \rangle$.



(a) Těleso 1 se pohybovalo stejnou rychlostí jako těleso 3.
(b) Těleso 1 se pohybovalo s největším zrychlením.
(c) Těleso 2 se pohybovalo s největším zrychlením.
(d) Těleso 2 se pohybovalo největší rychlostí.
(e) Všechna tělesa se pohybovala rovnoměrným pohybem.

Úloha 1.2.3 (uN) (t1, o3)

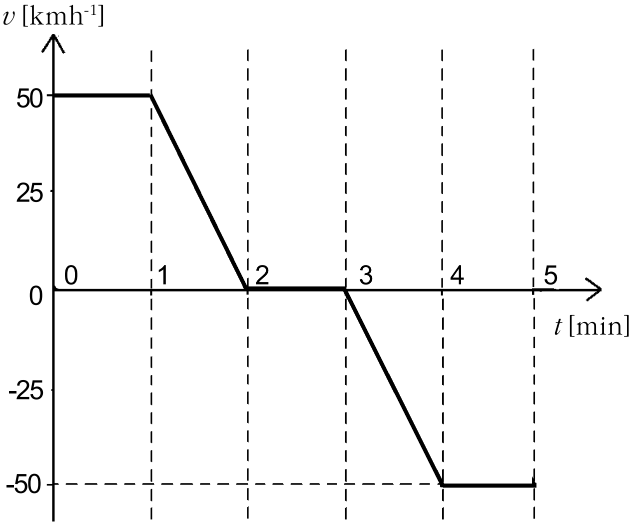
Následující graf znázorňuje závislost velikosti rychlosti tří těles na čase. Tělesa se pohybují přímočaře. Vyberte všechna správná tvrzení týkající se intervalu $\langle 0, t_0 \rangle$.



(a) Těleso 1 urazilo největší dráhu.
(b) Těleso 2 urazilo největší dráhu.
(c) Těleso 1 se pohybovalo s největším zrychlením.
(d) Těleso 2 se pohybovalo s největším zrychlením.
(e) Těleso 1 se pohybovalo se stejně velkým zrychlením jako těleso 3.
(f) Všechna tělesa se pohybovala rovnoměrně zrychleným pohybem.
(g) Všechna tělesa se pohybovala rovnoměrným pohybem.
(h) Všechna tělesa mají na počátku (t=0) stejně velkou rychlost.
(i) Tělesa 1 a 2 mají na konci (t=t_0) stejně velkou rychlost.

Úloha 1.2.4 (u1) (t2, o3)

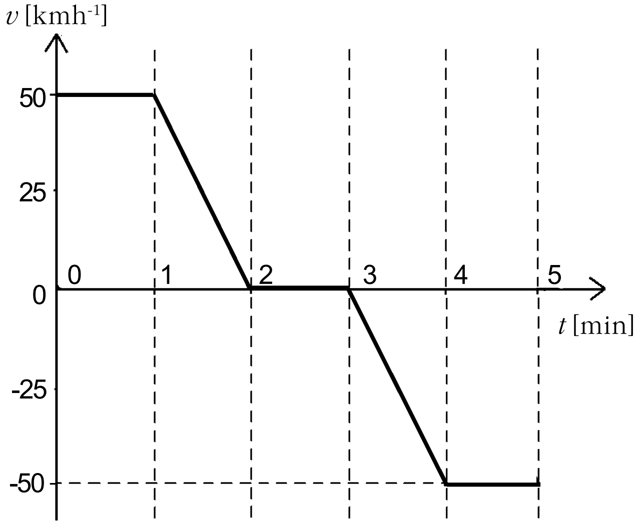
Rychlost hmotného bodu pohybujícího se přímočaře závisela na čase tak, jak určuje obrázek. Mezi následujícími tvrzeními o pohybu tohoto hmotného bodu vyberte to, které není pravdivé.



(a) Uražená dráha s časem neustále rostla.
(b) Zrychlení hmotného bodu mezi 1. a 2. minutou bylo stejné jako mezi 3. a 4. minutou jeho pohybu.
(c) Hmotný bod byl mezi 2. a 3. minutou v klidu.
(d) Po 5 minutách se hmotný bod vrátil do místa, kde se nacházel v čase t=0 min.
(e) Mezi 0. a 1. minutou a mezi 2. a 3. minutou pohybu bylo zrychlení hmotného bodu nulové.

Úloha 1.2.5 (uN) (t2, o3)

Rychlost hmotného bodu, pohybujícího se přímočaře, závisela na čase tak, jak určuje obrázek. Mezi následujícími tvrzeními o pohybu tohoto hmotného bodu v intervalu $\langle 0,5 \rangle$min vyberte všechna správná.



(a) Uražená dráha s časem neustále rostla.
(b) Rychlost hmotného bodu se neustále zmenšovala.
(c) Zrychlení hmotného bodu mezi 1. a 2. minutou bylo stejné jako mezi 3. a 4. minutou jeho pohybu.
(d) Mezi 1. a 2. minutou pohybu se velikost rychlosti hmotného bodu zmenšovala.
(e) Po pěti minutách se hmotný bod vrátil do místa, kde se nacházel v čase t=0 min.
(f) Mezi 4. a 5. minutou pohybu bylo zrychlení hmotného bodu nulové.
(g) Hmotný bod se po celou dobu pohyboval rovnoměrným pohybem, mezi 2. a 3. minutou stál.
(h) Mezi 3. a 4. minutou se velikost rychlosti zmenšovala
(i) Zrychlení mezi 1. a 2. minutou a mezi 3. a 4. minutou mělo opačný směr.

Úloha 1.2.6 (u1) (t1, o2)

Cyklista vyjel po silnici z města na kopec rychlostí 10 kmh^{-1}. Poté se vydal stejnou cestou zpět do města rychlostí 30 kmh^{-1}. Určete průměrnou velikost rychlosti cyklisty.

(a) 15 kmh^{-1}
(b) 20 kmh^{-1}
(c) 25 kmh^{-1}
(d) 0 kmh^{-1}
(e) nelze určit, neznáme-li uraženou vzdálenost

Úloha 1.2.7 (o) (t3, o2)

Cyklista vyjel po silnici z města na kopec rychlostí 10 kmh^{-1}. Poté se vydal stejnou cestou zpět do města rychlostí 30 kmh^{-1}. Určete průměrnou velikost rychlosti cyklisty.

Úloha 1.2.8 (u1) (t1, o2)

Horkovzdušný balón stoupá svisle vzhůru se stálým zrychlením 1 ms^{-2}. V okamžiku, kdy má rychlost balónu velikost 5 ms^{-1}, vypadne z koše balónu jablko. Vyberte správné tvrzení. Tíhové zrychlení je g =9,8 ms^{-2}.

(a) Bezprostředně po upuštění se bude jablko pohybovat směrem dolů se zrychlením 9,8 ms^{-2}.
(b) Bezprostředně po upuštění se bude jablko pohybovat směrem dolů se zrychlením 8,8 ms^{-2}.
(c) Bezprostředně po upuštění se bude jablko pohybovat směrem vzhůru.
(d) Velikost rychlosti jablka vůči zemi se bude neustále zvětšovat.
(e) Rychlost balónu v okamžiku, kdy jablko vypadlo, nemá vliv na jeho další pohyb.

Úloha 1.2.9 (uN) (t2, o3)

Horkovzdušný balón stoupá svisle vzhůru se stálým zrychlením 1 ms^{-2}. V okamžiku, kdy má rychlost balónu velikost 5 ms^{-1}, vypadne z koše balónu jablko. Vyberte všechna správná tvrzení. Tíhové zrychlení je g =9,8 ms^{-2}.

(a) Bezprostředně po upuštění je rychlost jablka vůči zemi nulová.
(b) Bezprostředně po upuštění je rychlost jablka vůči balónu nulová.
(c) Velikost rychlosti jablka vůči zemi se bude neustále zvětšovat.
(d) Bezprostředně po upuštění se bude jablko pohybovat směrem dolů.
(e) Bezprostředně po upuštění se bude jablko pohybovat směrem vzhůru.
(f) Zrychlení jablka vůči zemi má velikost 1 ms^{-2} a směřuje vzhůru.
(g) Zrychlení jablka vůči zemi má velikost 9,8 ms^{-2} a směřuje dolů.
(h) Rychlost balónu v okamžiku, kdy jablko vypadlo, nemá vliv na jeho další pohyb.
(i) Zrychlení balónu v okamžiku, kdy jablko vypadlo, nemá vliv na jeho další pohyb.

Úloha 1.2.10 (o) (t5, o4)

Horkovzdušný balón začne stoupat od země svisle vzhůru se stálým zrychlením 1 ms^{-2}. V okamžiku, kdy má rychlost balónu velikost 5 ms^{-1}, vypadne z koše balónu jablko. Vypočtěte dobu pádu jablka na zem. Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlíme na g =10 ms^{-2}, odpor vzduchu neuvažujte.

Úloha 1.2.11 (u1) (t1, o2)

Dítě upustilo z balkonu dva stejné míče v časovém odstupu 1 s. Vyberte správné tvrzení. Odpor vzduchu neuvažujeme, tíhové zrychlení g =9,8 ms^{-2}.

(a) V okamžiku upuštění druhého míče bude první ve vzdálenosti 9,8 m pod úrovní balkonu.
(b) Vzdálenost míčů během pádu se bude zmenšovat.
(c) Vzdálenost míčů během pádu se bude zvětšovat.
(d) Vzdálenost míčů během pádu bude konstantní a bude rovna 9,8 m.
(e) Vzdálenost míčů během pádu bude konstantní a bude rovna 4,9 m.

Úloha 1.2.12 (uN) (t2, o3)

Dítě upustilo z balkonu dva stejné míče v časovém odstupu 1 s. Vyberte všechna správná tvrzení Odpor vzduchu neuvažujeme, tíhové zrychlení g =9,8 ms^{-2}.

(a) V okamžiku upuštění druhého míče bude první ve vzdálenosti 9,8 m pod úrovní balkonu.
(b) V okamžiku upuštění druhého míče bude první ve vzdálenosti 4,9 m pod úrovní balkonu.
(c) Vzdálenost míčů během pádu se bude zmenšovat.
(d) Vzdálenost míčů během pádu se bude zvětšovat.
(e) Vzdálenost míčů během pádu bude konstantní a bude rovna 9,8 m.
(f) Vzdálenost míčů během pádu bude konstantní a bude rovna 4,9 m.
(g) Oba dva míče se budou vůči zemi pohybovat pohybem rovnoměrně zrychleným.
(h) První míč dopadne na zem o 1 sekundu dříve než druhý.
(i) V soustavě spojené s prvním míčem bude druhý po upuštění v klidu.

Úloha 1.2.13 (o) (t2, o3)

Dítě upustilo z balkonu dva stejné míče v časovém odstupu 1 s. Odpor vzduchu neuvažujeme, velikost tíhového zrychlení je g=9,8 ms^{-2}. Určete a zdůvodněte,

(a) zda se bude během pádu míčů vzdálenost mezi nimi zmenšovat, zvětšovat, nebo zůstane stejná,
(b) za jak dlouho po dopadu prvního míče dopadne na zem druhý míč.

Úloha 1.2.14 (u1) (t1, o3)

Označte možnost, která nemůže nastat.

(a) Těleso se pohybuje rychlostí se stálou velikostí s nenulovým zrychlením.
(b) Těleso se pohybuje s konstantním zrychlením a směr jeho pohybu se změní v opačný.
(c) Těleso se pohybuje po kružnici a jeho zrychlení nemíří do středu kružnice.
(d) Těleso se pohybuje po kružnici a jeho zrychlení je nulové.
(e) Rychlost tělesa a jeho zrychlení jsou nulové.

Úloha 1.2.15 (uN) (t2, o4)

Označte všechny možnosti, které mohou nastat.

(a) Těleso se pohybuje rychlostí se stálou velikostí s nenulovým zrychlením.
(b) Těleso se pohybuje s konstantním zrychlením a směr jeho pohybu se změní v opačný.
(c) Těleso se pohybuje po kružnici a jeho zrychlení nemíří do středu kružnice.
(d) Těleso se pohybuje rovnoměrně po kružnici a jeho zrychlení nemíří do středu kružnice.
(e) Těleso se pohybuje po kružnici a jeho zrychlení je nulové.
(f) Těleso se pohybuje rovnoměrně po kružnici a jeho zrychlení je nulové.
(g) Rychlost tělesa a jeho zrychlení jsou nulové.
(h) Těleso se pohybuje stálou rychlostí s nenulovým zrychlením.
(i) Těleso se pohybuje tak, že velikost jeho zrychlení roste a velikost jeho rychlosti klesá.

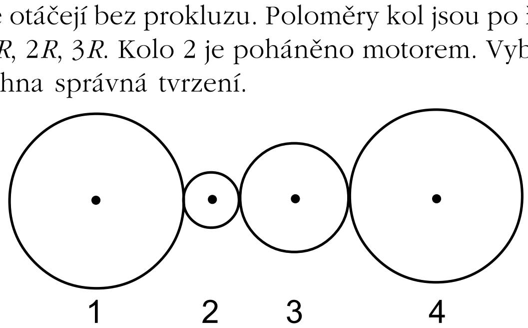
Úloha 1.2.16 (o) (t4, o4)

Ke každé z následujících možností uveďte konkrétní příklad její realizace (např. těleso se pohybuje rovnoměrně přímočaře – *vlak jede stálou rychlostí po rovných kolejích*). V případě, že daná situace nemůže nastat, napište „*neexistuje*“.

(a) Těleso se pohybuje rychlostí se stálou velikostí s nenulovým zrychlením.
(b) Těleso se pohybuje s konstantním zrychlením a směr jeho pohybu se změní v opačný.
(c) Těleso se pohybuje po kružnici a jeho zrychlení nemíří do středu kružnice.
(d) Těleso se pohybuje po kružnici a jeho zrychlení je nulové.
(e) Těleso se pohybuje rovnoměrně přímočaře a jeho zrychlení je nenulové.
(f) Rychlost tělesa a jeho zrychlení jsou nulové.
(g) Těleso se pohybuje tak, že jeho zrychlení mění směr ale má konstantní velikost.

Úloha 1.2.17 (uN) (t2, o4)

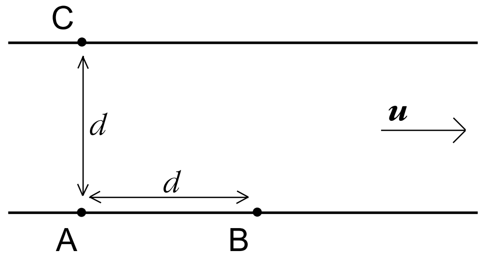
Obrázek znázorňuje převodovku se čtyřmi koly, která se otáčejí bez prokluzu. Poloměry kol jsou po řadě $3R$, R, $2R$, $3R$. Kolo 2 je poháněno motorem. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Kola číslo 2 a 4 se otáčejí stejným směrem.
(b) Největší obvodovou rychlost mají body na obvodech kol 1 a 4.
(c) Největší obvodovou rychlost mají body na obvodu kola 2.
(d) Největší úhlovou rychlost mají body na kole 2.
(e) Největší úhlovou rychlost mají body na kolech 1 a 4.
(f) Kolo 2 se otáčí s větší frekvencí než kolo 1.
(g) Kolo 3 se otáčí s větší frekvencí než kolo 2.
(h) Všechna kola se otáčí se stejnou frekvencí.
(i) Obvodová rychlost bodů na obvodech všech kol je stejná.

Úloha 1.2.18 (o) (t5, o5)

Řeka šířky d teče rychlostí $\boldsymbol{u}$. Člun by jel po klidné vodě rychlostí $\boldsymbol{v}$, kde $v > u$.



Určete obecně časy:

(a) čas, za který člun urazí vzdálenost $2d$ v klidné vodě
(b) čas, za který člun dorazí z bodu A do bodu B ve vzdálenosti d po proudu a zpět.
(c) čas, za který člun dorazí z bodu A do C na protější břeh a zpět.

Úloha 1.2.19 (o) (t5, o4)

Strojvůdce rychlíku, jedoucího rychlostí v_1=108 kmh^{-1}, spatří ve vzdálenosti s=180 m před sebou nákladní vlak jedoucí stejným směrem rychlostí v_2=32,4 kmh^{-1}. Rychlík začne brzdit se zrychlením a=–1,2 ms^{-2}. Dojde ke srážce?

Úloha 1.2.20 (o) (t3, o3)

Horní okraj okna vysokého 2,2 metry se nachází 5 metrů pod úrovní střechy. Jak dlouho bude prolétávat okolo okna míček volně puštěný ze střechy? Odpor vzduchu zanedbáváme, tíhové zrychlení g=9,8 ms^{-2}.

Úloha 1.2.21 (o) (t3, o3)

Vrtulové letadlo letí rychlostí 540 kmh^{-1}. Listy jeho vrtule mají délku 1,2 m a vrtule se otáčí úhlovou rychlostí 200 rads^{-1}.

(a) Jak velkou rychlostí se pohybují body na koncích listů vrtule?
(b) Jakou dráhu urazí letadlo během jedné otáčky vrtule?

1.3. Dynamika hmotného bodu

Úloha 1.3.1 (u1) (t1, o1)

Rozhodněte, kterou z následujících vztažných soustav můžeme považovat za inerciální:

(a) soustava spojená s vagónem vlaku, který rovnoměrně projíždí zatáčkou,
(b) soustava spojená s kabinou výtahu, který padá k zemi se zrychlením 5 ms^{-2},
(c) soustava spojená s kosmickou lodí letící přímočaře konstantní rychlostí $\boldsymbol{v}$ vzhledem ke Slunci
(d) soustava spojená s orbitální stanicí, obíhající kolem Země obvodovou rychlostí v,
(e) soustava pevně spojená s kabinou ruského kola

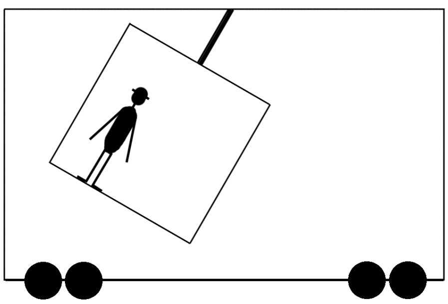
Úloha 1.3.2 (u1) (t1, o1)

Člověk o hmotnosti $m = 60$ kg stojí na pružinové váze v kabině výtahu. Jak se musí výtah pohybovat, aby váha ukazovala hodnotu 80 kg?

(a) Výtah se musí rozjíždět směrem nahoru.
(b) Výtah se musí pohybovat směrem nahoru konstantní rychlostí.
(c) Výtah se musí rozjíždět směrem dolů.
(d) Výtah se musí pohybovat směrem nahoru a brzdit.
(e) Váha bude vždy ukazovat hodnotu $m = 60$ kg.

Úloha 1.3.3 (u1) (t2, o2)

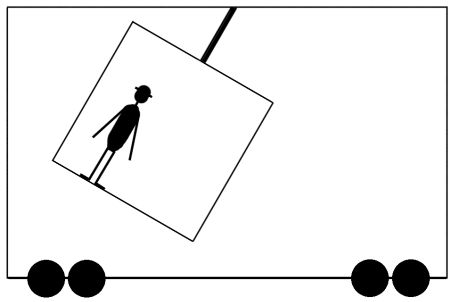
Speciální železniční vagón na obrázku je konstruován tak, aby cestující v kabině neviděl, jak se vlak pohybuje vůči okolí. Pasažér je umístěn v komoře bez oken, která je volně zavěšena na stropě vagónu. Pohyb vlaku posuzujeme vzhledem k vztažné soustavě spojené se zemí, kterou považujeme za inerciální. Vyberte správné tvrzení.



(a) Soustava spojená s kabinou bude vždy inerciální.
(b) Neexistuje způsob, kterým by pasažér zjistil, zda se vlak pohybuje se zrychlením.
(c) Neexistuje způsob, kterým by pasažér rozlišil, zda se vlak pohybuje rovnoměrně přímočaře nebo je v klidu.
(d) Neexistuje způsob, kterým by pasažér rozlišil, zda vlak projíždí zatáčkou nebo se pohybuje přímočaře.
(e) Pomocí měření rychlosti světla v různých směrech dokáže pasažér rozlišit, zda se vlak pohybuje rovnoměrně přímočaře, nebo je v klidu.

Úloha 1.3.4 (o) (t3, o3)

Speciální železniční vagón na obrázku je konstruován tak, aby cestující v kabině neviděl, jak se vlak pohybuje vůči okolí. Pasažér je umístěn v komoře bez oken, která je volně zavěšena na stropě vagónu.



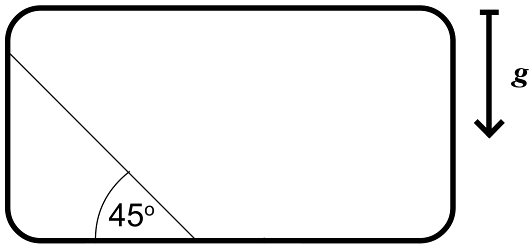
Určete, jestli může pasažér poznat

(a) zda se vlak pohybuje vůči okolí rovnoměrně přímočaře, nebo je v klidu,
(b) zda vlak zrychluje,
(c) zda vlak projíždí zatáčkou.

V případě kladných odpovědí navrhněte způsob měření.

Úloha 1.3.5 (u1) (t1, o3)

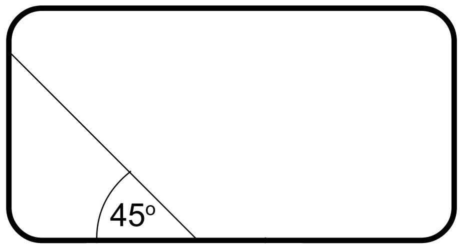
Cestující ve vlaku si všimnul, že když průvodčí zatáhnul za záchrannou brzdu, zaujala voda v dutině mezi dvojitým sklem okna vagónu tento tvar (viz obrázek). Určete velikost a směr zrychlení $\boldsymbol{a}$, s jakým se vlak při zatažení záchranné brzdy pohyboval (tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$).



(a) velikost g, směr $\longrightarrow$
(b) velikost g, směr $\longleftarrow$
(c) velikost $g\cos 45°$, směr $\longrightarrow$
(d) velikost $2g$, směr $\longrightarrow$
(e) velikost $2g$, směr $\longleftarrow$

Úloha 1.3.6 (o) (t2, o3)

Cestující ve vlaku si všimnul, že když průvodčí zatáhnul za záchrannou brzdu, zaujala voda v dutině mezi dvojitým sklem okna vagónu tento tvar



Určete velikost a směr zrychlení ***a***, s jakým se vlak při zatažení záchranné brzdy pohyboval.

Úloha 1.3.7 (u1) (t1, o2)

Na železniční vagón působí výsledná síla o velikosti 50 000 N. Vagón se rozjíždí se po kolejích do kopce se sklonem 1°. Zrychlení vagónu má velikost 1 ms^{-2}. Určete hmotnost vagónu *m*.

(a) *m*=25 000 kg
(b) *m*=49 848 kg
(c) *m*=50 000 kg
(d) *m*=50 152 kg
(e) pro určení hmotnosti *m* nemáme dostatek údajů

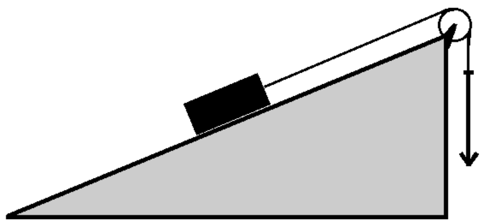
Úloha 1.3.8 (u1) (t1, o1)

Známe výslednou sílu působící na těleso o hmotnosti *m*. Který ze zákonů nám umožní zjistit, s jakým zrychlením se bude těleso pohybovat?

(a) první Newtonův zákon
(b) druhý Newtonův zákon
(c) třetí Newtonův zákon
(d) pravidlo skládáni sil
(e) záleží na tom, jakého původu je působící síla

Úloha 1.3.9 (u1) (t1, o3)

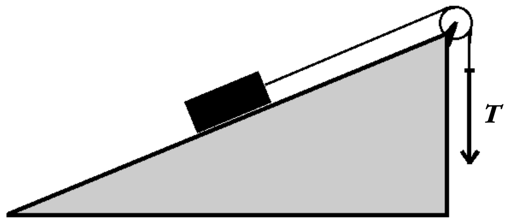
Krabice se může pohybovat po dokonale hladké nakloněné rovině. Složka tíhové síly působící na krabici měřená podél nakloněné roviny má velikost 5 N. Tahová síla provazu má velikost *T*. Hmotnost kladky je zanedbatelná, kladka se otáčí bez tření. Ve kterém z následujících případů je tahová síla *T* větší než 5 N?



(a) krabice je v klidu
(b) krabice stoupá po nakloněné rovině konstantní rychlostí
(c) krabice klesá po nakloněné rovině konstantní rychlostí
(d) krabice stoupá po nakloněné rovině s klesající rychlostí
(e) krabice klesá po nakloněné rovině s klesající rychlostí

Úloha 1.3.10 (uN) (t1, o3)

Krabice se může pohybovat po dokonale hladké nakloněné rovině. Složka tíhové síly působící na krabici měřená podél nakloněné roviny má velikost 5 N. Tahová síla provazu má velikost *T*. Hmotnost kladky je zanedbatelná, kladka se otáčí bez tření. Ve kterých z následujících případů je tahová síla *T* rovna 5 N?



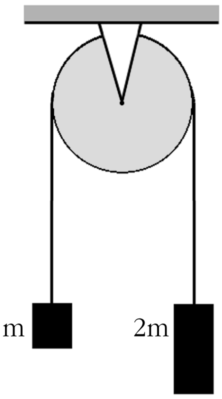
(a) krabice je v klidu
(b) krabice stoupá po nakloněné rovině konstantní rychlostí
(c) krabice klesá po nakloněné rovině konstantní rychlostí
(d) krabice stoupá po nakloněné rovině s klesající rychlostí
(e) krabice klesá po nakloněné rovině s klesající rychlostí
(f) krabice stoupá po nakloněné rovině s rostoucí rychlostí
(g) krabice klesá po nakloněné rovině s rostoucí rychlostí
(h) rovnost *T*=5N nikdy nenastane

Úloha 1.3.11 (o) (t2, o2)

Když vynálezce vývěvy Otto von Guericke v roce 1654 předváděl slavný pokus, ukazující existenci atmosférického tlaku, s magdeburskými polokoulemi (dvě duté kovové polokoule, ze kterých byl vyčerpán vzduch), bylo na každé straně zapřáhnuto 8 koní, kteří se o polokoule přetahovali. Kdyby místo osmi koní z každé strany bylo všech šestnáct koní zapřaženo na jedné straně a druhý konec připevněn ke zdi, jakou silou by byly polokoule roztahovány oproti původní variantě? Svou odpověď správně zdůvodněte.

Úloha 1.3.12 (o) (t2, o4)

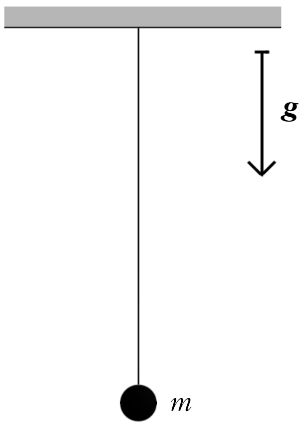
Zrychlení závaží na obrázku mají stejnou velikost. Určete ji. Odpor prostředí a hmotnost lana a kladky zanedbáváme



(a) $a=g$
(b) $a=g/2$
(c) $a=g/3$
(d) $a=2g/3$
(e) $a=0$

Úloha 1.3.13 (u1) (t1, o2)

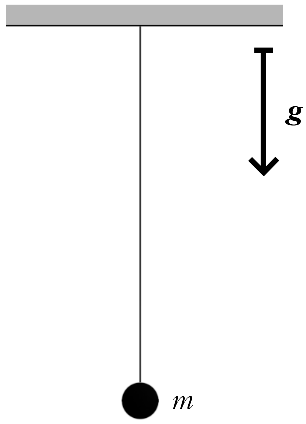
Kulička o hmotnosti m volně visí na vlákně v tíhovém poli Země (viz obrázek). Tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$. Tíhovou sílu, jíž působí Země na kuličku, označme $\boldsymbol{G}$. Vyberte správné tvrzení.



(a) Kulička působí na Zemi stejnou silou, jako Země na kuličku.
(b) Kulička působí na Zemi mnohem menší silou, než Země na kuličku, neboť hmotnost kuličky je mnohem menší než hmotnost Země.
(c) Tahová síla $\boldsymbol{T}$, jíž působí vlákno na kuličku, je rovna $-\boldsymbol{G}$, neboť síly $\boldsymbol{T}$ a $-\boldsymbol{G}$ představují akci a reakci.
(d) Tahová síla T, jíž působí vlákno na kuličku, je rovna $-\boldsymbol{G}$, neboť síly $\boldsymbol{T}$ a $\boldsymbol{G}$ se musí vyrušit, aby kulička byla v klidu.
(e) Velikost tahové síly $\boldsymbol{T}$, jíž působí vlákno na kuličku, je větší než $\boldsymbol{G}$, neboť vlákno musí udržet kuličku v klidu a navíc je ještě napjaté.

Úloha 1.3.14 (uN) (t2, o2)

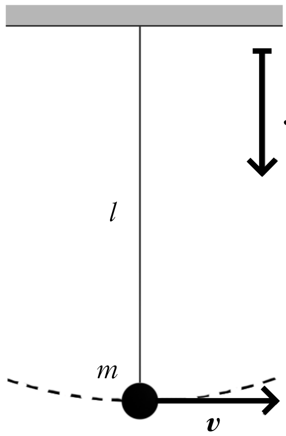
Kulička o hmotnosti m volně visí na vlákně v tíhovém poli Země (viz obrázek). Tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Země působí na kuličku tíhovou silou $\boldsymbol{G}=m\boldsymbol{g}$.
(b) Kulička působí na Zemi stejnou silou, jako Země na kuličku.
(c) Kulička působí na Zemi mnohem menší silou, než Země na kuličku, neboť hmotnost kuličky je mnohem menší než hmotnost Země.
(d) Kulička působí na Zemi silou $-\boldsymbol{G}$, přičemž síly $\boldsymbol{G}$ a $-\boldsymbol{G}$ představují akci a reakci.
(e) Tahová síla $\boldsymbol{T}$, jíž působí vlákno na kuličku, je rovna $-\boldsymbol{G}$, neboť síly $\boldsymbol{T}$ a $-\boldsymbol{G}$ představují akci a reakci.
(f) Tahová síla $\boldsymbol{T}$, jíž působí vlákno na kuličku, je rovna $-\boldsymbol{G}$, neboť síly $\boldsymbol{T}$ a $\boldsymbol{G}$ se musí vyrušit, aby kulička byla v klidu.
(g) Velikost tahové síly $\boldsymbol{T}$, jíž působí vlákno na kuličku, je větší než $\boldsymbol{G}$, neboť vlákno musí udržet kuličku v klidu a navíc je ještě napjaté.
(h) Kulička působí na vlákno silou $-\boldsymbol{T}$, přičemž síly $\boldsymbol{T}$ a $-\boldsymbol{T}$ představují akci a reakci.
(i) Kulička působí na vlákno silou $-m\boldsymbol{g}$.

Úloha 1.3.15 (u1) (t1, o1)

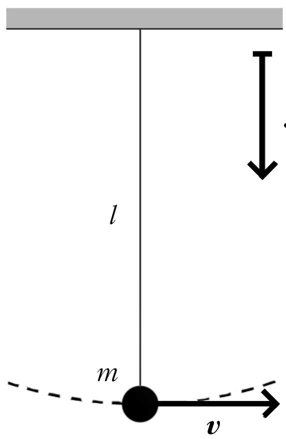
Kulička o hmotnosti m se kýve na vlákně stálé délky l v tíhovém poli Země. V okamžiku, kdy prochází nejnižší polohou, je její rychlost $\boldsymbol{v}$ (viz obrázek). Tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$. Vyberte správné tvrzení.



(a) Zrychlení kuličky je nulové.
(b) Zrychlení kuličky je nenulové a směřuje svisle vzhůru.
(c) Zrychlení kuličky je nenulové a směřuje svisle dolů.
(d) Zrychlení kuličky je nenulové a má směr tečny k její trajektorii, tj vodorovný.
(e) Zrychlení kuličky je nenulové a má obecný směr (není ani svislé, ani vodorovné).

Úloha 1.3.16 (u1) (t1, o2)

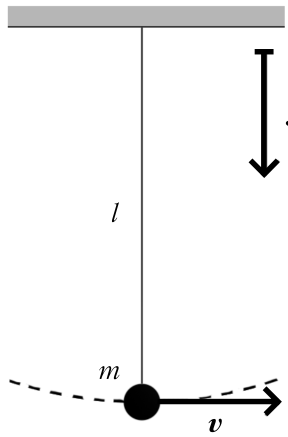
Kulička o hmotnosti m se kýve na vlákně stálé délky l v tíhovém poli Země. V okamžiku, kdy prochází nejnižší polohou, je její rychlost $\boldsymbol{v}$ (viz obrázek). Tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$. Vyberte správné tvrzení.



(a) Výslednice sil působících na kuličku je nulová.
(b) Výslednice sil působících na kuličku je nenulová a směřuje svisle vzhůru.
(c) Výslednice sil působících na kuličku je nenulová a směřuje svisle dolů.
(d) Výslednice sil působících na kuličku je nenulová a má směr tečny k její trajektorii, tj, vodorovný.
(e) Výslednice sil působících na kuličku je nenulová a má obecný směr (není ani svislá, ani vodorovná).

Úloha 1.3.17 (u1) (t1, o3)

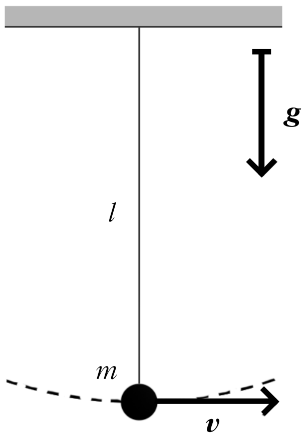
Kulička o hmotnosti m se kýve na vlákně stálé délky l v tíhovém poli Země. V okamžiku, kdy prochází nejnižší polohou, je její rychlost $\boldsymbol{v}$ (viz obrázek). Tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$. Vyberte správné tvrzení.



(a) Výslednice sil působících na kuličku je nulová.
(b) Tahová síla , jíž působí vlákno na kuličku, je stejně velká, ale opačně orientovaná než tíhová síla mg, neboť síly $\boldsymbol{T}$ a $\boldsymbol{G} = m\boldsymbol{g}$ představují akci a reakci.
(c) Tahová síla , jíž působí vlákno na kuličku, je stejně velká, ale opačně orientovaná než tíhová síla mg, neboť síly T a $\boldsymbol{G} = m\boldsymbol{g}$ se musí vyrušit,
(d) Tahová síla, jíž působí kulička na vlákno, je rovna mg.
(e) Velikost tahové síly, jíž působí kulička na vlákno, je větší než $m\boldsymbol{g}$.

Úloha 1.3.18 (uN) (t2, o3)

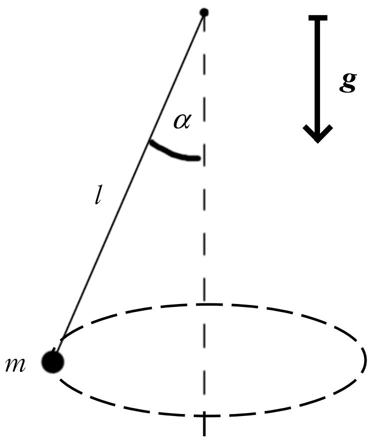
Kulička o hmotnosti m se kýve na vlákně stálé délky l v tíhovém poli Země. V okamžiku, kdy prochází nejnižší polohou, je její rychlost $\boldsymbol{v}$ (viz obrázek). Tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Zrychlení kuličky je nulové.
(b) Zrychlení kuličky je nenulové a směřuje svisle vzhůru.
(c) Zrychlení kuličky je nenulové a směřuje svisle dolů.
(d) Zrychlení kuličky je nenulové a má směr tečny ke kružnici, po níž se kulička pohybuje.
(e) Tahová síla, jíž působí vlákno na kuličku, je stejně velká jako tíhová síla.
(f) Velikost tahové síly, jíž působí kulička na vlákno, je větší než mg.
(g) Výslednice sil působících na kuličku směřuje svisle vzhůru.
(h) Výslednice sil působících na kuličku je vodorovná.
(i) Výslednice sil působících na kuličku má obecný směr.

Úloha 1.3.19 (u1) (t2, o3)

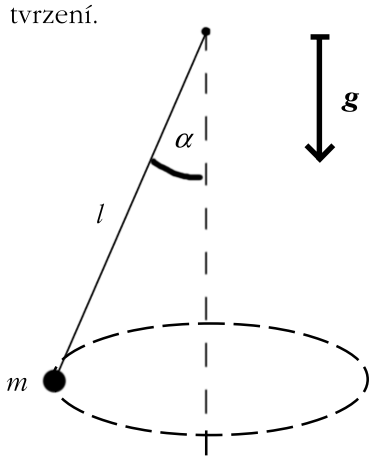
Malá kulička o hmotnosti m je zavěšena na vlákně neproměnné délky l. Vlákno vychýlíme úhel α a udělíme kuličce takovou rychlost $\boldsymbol{v}$, aby obíhala po kružnici. Při tomto pohybu opisuje vlákno plášť kužele o vrcholovém úhlu 2α (viz obrázek). Vyberte správné tvrzení.



(a) Popsaný pohyb nelze uskutečnit při žádné volbě rychlosti $\boldsymbol{v}$.
(b) Kulička se bude vždy takto pohybovat, bez ohledu na směr a velikost rychlosti $\boldsymbol{v}$.
(c) Aby se pohyb mohl uskutečnit, je třeba udělit kuličce rychlost $\boldsymbol{v}$ ve vodorovném směru, její velikost může být libovolná.
(d) Aby se pohyb mohl uskutečnit, je třeba udělit kuličce rychlost $\boldsymbol{v}$ v libovolném směru, její velikost však musí být vhodně zvolena.
(e) Aby se pohyb mohl uskutečnit, je třeba udělit kuličce rychlost $\boldsymbol{v}$, jejíž směr i velikost jsou jednoznačně určeny podmínkami úlohy.

Úloha 1.3.20 (u1) (t2, o3)

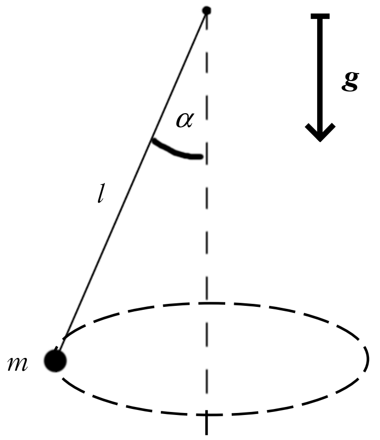
Malá kulička o hmotnosti m je zavěšena na vlákně neproměnné délky l. Vlákno vychýlíme úhel α a udělíme kuličce takovou rychlost $\boldsymbol{v}$, aby obíhala po kružnici. Při tomto pohybu opisuje vlákno plášť kužele o vrcholovém úhlu 2α (viz obrázek). Vyberte správné tvrzení.



(a) Vztah mezi rychlostí $\boldsymbol{v}$ a úhlem α je závislý na hmotnosti m.
(b) Vztah mezi rychlostí $\boldsymbol{v}$ a úhlem α je nezávislý na hmotnosti m.
(c) Vztah mezi rychlostí $\boldsymbol{v}$ a úhlem α je nezávislý na velikosti tíhového zrychlení g.
(d) Vztah mezi rychlostí $\boldsymbol{v}$ a úhlem α je nezávislý na délce vlákna l.
(e) Mezi rychlostí $\boldsymbol{v}$ a úhlem α není žádná souvislost.

Úloha 1.3.21 (u1) (t2, o3)

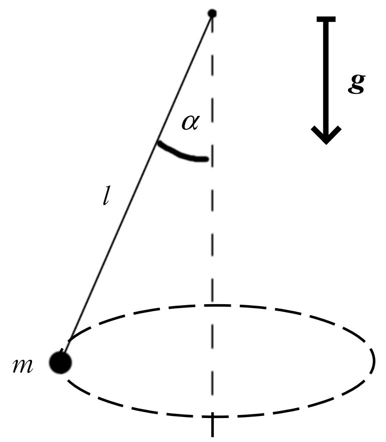
Malá kulička o hmotnosti m je zavěšena na vlákně neproměnné délky l. Vlákno vychýlíme úhel α a udělíme kuličce takovou rychlost v, aby obíhala po kružnici. Při tomto pohybu opisuje vlákno plášť kužele o vrcholovém úhlu 2α (viz obrázek). Vyberte správné tvrzení.



(a) Tahová síla vlákna je nezávislá na úhlu á.
(b) Výslednice sil působících na kuličku je tečná ke kružnici, po níž kulička obíhá.
(c) Výslednice sil působících na kuličku směřuje do středu kružnice a má proměnnou velikost.
(d) Výslednice sil působících na kuličku má obecný směr.
(e) Výslednice sil působících na kuličku směřuje do středu kružnice a má stálou velikost.

Úloha 1.3.22 (uN) (t3, o3)

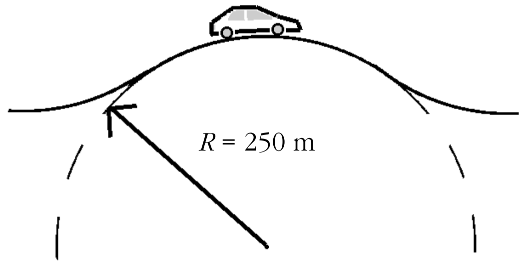
Malá kulička o hmotnosti m je zavěšena na vlákně neproměnné délky l. Vlákno vychýlíme úhel α a udělíme kuličce takovou rychlost v, aby obíhala po kružnici. Při tomto pohybu opisuje vlákno plášť kužele o vrcholovém úhlu 2α (viz obrázek). Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Pohyb kuličky je rovnoměrný.
(b) Pohyb kuličky je nerovnoměrný.
(c) Rychlost, kterou je třeba kuličce udělit, aby popsaný pohyb nastal, nezávisí na hmotnosti kuličky.
(d) Rychlost, kterou je třeba kuličce udělit, aby popsaný pohyb nastal, nezávisí na zvoleném úhlu α.
(e) Výslednice sil působících na kuličku směřuje do středu kružnice.
(f) Výslednice sil působících na kuličku má směr tečny ke kružnici.
(g) Výslednice sil působících na kuličku má obecný směr.
(h) Výslednice sil působících na kuličku má stálou velikost.
(i) Výslednice sil působících na kuličku má proměnnou velikost.

Úloha 1.3.23 (o) (t3, o2)

Kaskadér v autě přejíždí vrcholek, jehož profil je přibližně kruhový, s poloměrem 250 m (viz obrázek). Jakou největší rychlostí může jet, aby vozidlo neztratilo kontakt se silnicí?



Úloha 1.3.24 (o) (t4, o3)

Psí spřežení táhne stálou silou po zamrzlém jezeře řadu sání o celkové hmotnosti M=200 kg. Sáně jedou konstantní rychlostí v=36 kmh^{-1}. V určitém okamžiku se polovina sání o hmotnosti m=100 kg odpojí a po ujetí dráhy l=25 m zastaví. Jakou silou byly sáně taženy? Odpor vzduchu neuvažujeme.

Úloha 1.3.25 (o) (t4, o3)

Měříme součinitel klidového tření touto metodou: Na dřevěné nakloněné desce leží hranolek, který je v klidu. Pomalu zvětšujeme úhel mezi touto deskou a vodorovnou rovinou, až při úhlu 37° se hranolek rozjede. Určete z tohoto výsledku koeficient statického tření mezi hranolkem a deskou. Určete statickou třecí sílu (velikost a směr) pro libovolný úhel $0° < \alpha < 37°$.

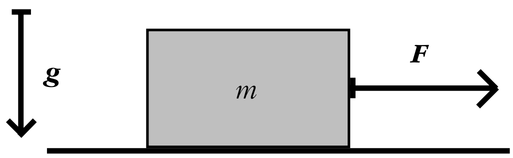
Úloha 1.3.26 (uN) (t2, o4)

Dva lyžaři jedou vedle sebe po vodorovné rovině stejnou rychlostí. První lyžař má hmotnost 40 kg a druhý 80 kg. V určitém okamžiku se oba zároveň přestanou odrážet a díky tření začínají zpomalovat. Odpor vzduchu neuvažujeme. Koeficient tření mezi sněhem a lyžemi je u obou lyží stejný. Vyberte všechna správná tvrzení.

(a) Zrychlení obou lyžařů bude konstantní a bude směřovat proti jejich pohybu.
(b) Zrychlení lyžařů nebude konstantní.
(c) Síla, kterou bude brzděn těžší lyžař, bude dvakrát větší než u druhého lyžaře.
(d) Síla, kterou budou bržděni oba lyžaři bude stejná.
(e) Těžší lyžař dojede dvakrát dál.
(f) Lehčí lyžař dojede dvakrát dál.
(g) Oba lyžaři se zastaví zároveň po ujetí stejné dráhy.

Úloha 1.3.27 (u1) (t1,o2)

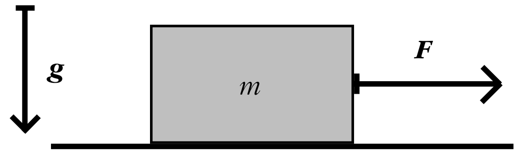
Kostka o hmotnosti m=5 kg leží na vodorovné podložce. Maximální přípustná velikost statické třecí síly mezi kostkou a podložkou je T_0=15 N. Je-li kostka v pohybu, je velikost dynamické třecí síly mezi kostkou a podložkou T=10 N. Kostka je tažena na niti vodorovnou silou o velikosti F=12 N (viz obrázek). Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlíme na g=10 ms^{-2}. Vyberte správné tvrzení.



(a) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má velikost 10 N.
(b) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má velikost 15 N.
(c) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má velikost 12 N.
(d) Kostka se pohybuje se zrychlením $a=F/m$=2,4 ms^{-2}.
(e) Kostka se pohybuje se zrychlením $a=(F-T)/m$=0,4 ms^{-2}.

Úloha 1.3.28 (uN) (t2,o3)

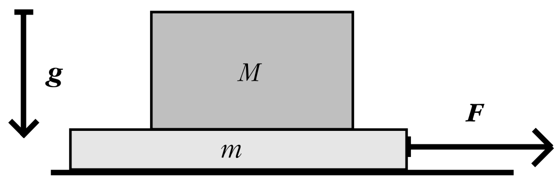
Kostka o hmotnosti m=5 kg leží na vodorovné podložce. Maximální přípustná velikost statické třecí síly mezi kostkou a podložkou je T_0=15 N. Je-li kostka v pohybu, je velikost dynamické třecí síly mezi kostkou a podložkou T=10 N. Kostka je tažena na niti vodorovnou silou o velikosti F=12 N (viz obrázek). Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlíme na g=10 ms^{-2}. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Kostka se pohybuje se zrychlením $a=F/m$=2,4 ms^{-2}.
(b) Kostka se pohybuje se zrychlením $a=(F-T)/m$=0,4 ms^{-2}.
(c) Kostka je v klidu.
(d) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má charakter statické třecí síly, její velikost je 15 N a má opačný směr k síle $\boldsymbol{F}$.
(e) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má charakter statické třecí síly, její velikost je 15 N a má souhlasný směr se silou $\boldsymbol{F}$.
(f) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má charakter statické třecí síly, její velikost je 12 N a má opačný směr k síle $\boldsymbol{F}$.
(g) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má charakter statické třecí síly, její velikost je 12 N a má souhlasný směr se silou $\boldsymbol{F}$.
(h) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má charakter dynamické třecí síly, její velikost je 10 N a má opačný směr k síle $\boldsymbol{F}$.
(i) Třecí síla, jíž působí podložka na kostku, má charakter dynamické třecí síly, její velikost je 10 N a má souhlasný směr se silou $\boldsymbol{F}$.

Úloha 1.3.29 (u1) (t2,o4)

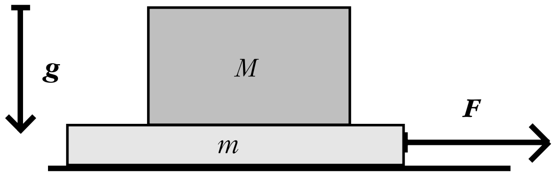
Dřevěná kostka o hmotnosti M=6 kg leží na desce o hmotnosti m=2 kg. (viz obrázek) Soustava spočívá na vodorovném stole. Deska je tažena vodorovnou silou $\boldsymbol{F}$ o velikosti F=16 N. Maximální přípustná velikost statické třecí síly mezi kostkou a deskou je 18 N, dynamická třecí síla mezi kostkou a deskou má velikost 12 N. Tření mezi deskou a stolem je zanedbatelné. Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlíme na g=10 ms^{-2}. Vyberte správnou odpověď.



(a) Deska se vůči stolu pohybuje se zrychlením o velikosti 8 ms^{-2} směrem vpravo.
(b) Kostka se podél stolu nepohybuje, neboť všechny síly, které na ni působí, jsou kolmé ke stolu.
(c) Deska působí na kostku vodorovnou statickou třecí silou o velikosti 18 N směřující zprava doleva.
(d) Deska působí na kostku vodorovnou statickou třecí silou o velikosti 16 N směřující zleva doprava.
(e) Deska působí na kostku vodorovnou dynamickou třecí silou o velikosti 12 N směřující zprava doleva.

Úloha 1.3.30 (uN) (t3,o4)

Dřevěná kostka o hmotnosti M=6 kg leží na desce o hmotnosti m=2 kg. Soustava spočívá na vodorovném stole. Deska je tažena vodorovnou silou $\boldsymbol{F}$ o velikosti F=16 N. Maximální přípustná velikost statické třecí síly mezi kostkou a deskou je 18 N, dynamická třecí síla mezi kostkou a deskou má velikost 12 N. Tření mezi deskou a stolem je zanedbatelné. Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlíme na g=10 ms^{-2}. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Deska se vůči stolu pohybuje se zrychlením o velikosti 8 ms^{-2} směrem vpravo.
(b) Kostka se podél stolu nepohybuje, neboť všechny síly, které na ni působí, jsou kolmé ke stolu.
(c) Kostka je v klidu vůči desce.
(d) Kostka s deskou se pohybují podél stolu se společným zrychlením o velikosti 8 ms^{-2} směrem vpravo.
(e) Kostka s deskou se pohybují podél stolu se společným zrychlením o velikosti 2 ms^{-2} směrem vpravo.
(f) Deska působí na kostku vodorovnou statickou třecí silou o velikost 18 N směrem zprava doleva.
(g) Deska působí na kostku vodorovnou statickou třecí silou o velikost 18 N směrem zleva doprava.
(h) Deska působí na kostku vodorovnou statickou třecí silou o velikost 16 N směrem zleva doprava.
(i) Kostka působí na desku vodorovnou statickou třecí silou o velikost 12 N směrem zprava doleva.

Úloha 1.3.31 (u1) (t1, o2)

Vozík o hmotnosti $3m$ jede po vodorovných kolejích rychlostí o velikosti v a narazí na vozík o hmotnosti $2m$, který je v klidu. Po nárazu se vozíky spojí a dále se pohybují společně. Jestliže zanedbáme odpor prostředí a tření, pak velikost rychlosti vozíků po srážce je
(a) $v/5$
(b) $3v/5$
(c) $2v/3$
(d) $3v/2$
(e) $v/3$

1.4. Mechanická práce, výkon, energie

Úloha 1.4.1 (u1) (t2, o1)

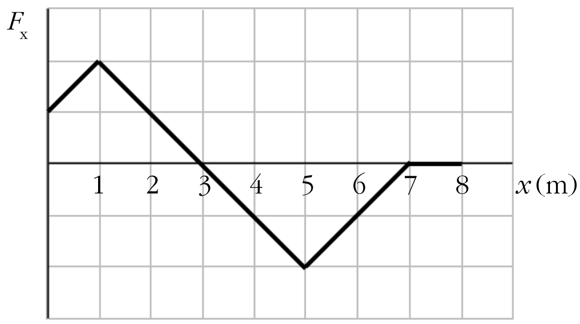
Jakou celkovou mechanickou práci vykoná síla, jíž působí ruka na nákupní tašku o hmotnosti 10 kg, jestliže tašku po dobu 0,5 s zvedáme do výšky 1 m nad zemí, poté posuneme ve vodorovném směru o 5 m a poté 5 s držíme ve výši jednoho metru nad zemí? Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlíme na g=10 ms^{-2}.
(a) 10 J
(b) 50 J
(c) 100 J
(d) 500 J
(e) 550 J

Úloha 1.4.2 (uN) (t1, o2)

Dělník má za úkol vyzvednout těžkou bednu ze země na stůl. Práce, kterou přitom vykoná síla, kterou dělník na bednu působí, bude záviset na
(a) výšce stolu nad zemí,
(b) velikosti tíhové síly, působící na bednu,
(c) hmotnosti bedny,
(d) vodorovné vzdálenosti bedny od stolu,
(e) tvaru křivky, po které bude dělník bednu zvedat,
(f) době, po kterou bude dělník bednu zvedat,
(g) maximální rychlosti, kterou bedna při zvedání dosáhne,
(h) maximálním zrychlení, kterého bedna při zvedání dosáhne,
(i) tíhovém zrychlení.

Úloha 1.4.3 (u1) (t2, o3)

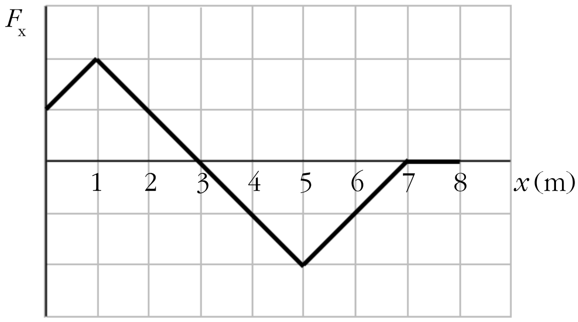
Síla $\boldsymbol{F}$ rovnoběžná s osou x působí na částici, pohybující se po ose x. Graf znázorňuje závislost této síly na poloze částice, zadané souřadnicí x. Jiné síly na částici nepůsobí. V počáteční poloze x = 0 m má částice rychlost v_x>0. Jaká je poloha částice v okamžiku, kdy má největší kinetickou energii?



(a) x = 1 m
(b) x = 3 m
(c) x = 5 m
(d) x = 6 m
(e) 7 m < x < 8 m

Úloha 1.4.4 (u1) (t2, o3)

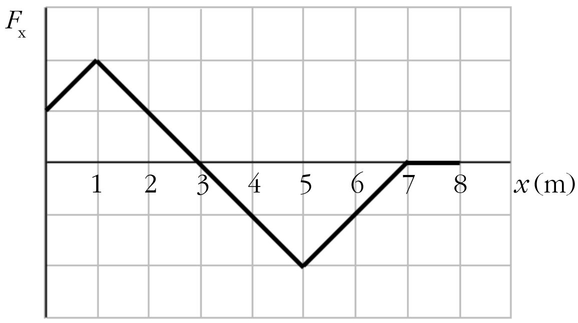
Síla ***F*** rovnoběžná s osou x působí na částici, pohybující se po ose x. Graf znázorňuje závislost této síly na poloze částice, zadané souřadnicí x. Jiné síly na částici nepůsobí. V počáteční poloze $x = 0$ byla částice v klidu. Jaká je poloha částice v okamžicích, kdy má nulovou rychlost?



(a) x=0m a x=2m
(b) pouze x=0m
(c) x=0m a x=5m
(d) x=0m a x=6m
(e) x=3m a 7m < x < 8m

Úloha 1.4.5 (u1) (t2, o3)

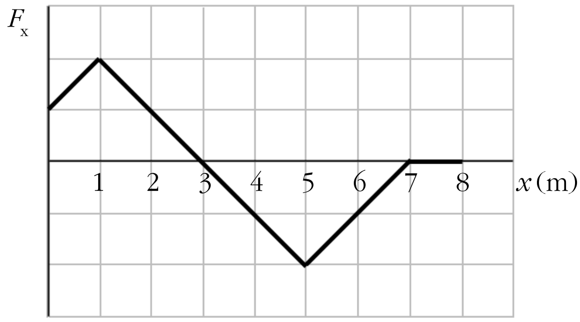
Síla ***F*** rovnoběžná s osou x působí na částici, pohybující se po ose x. Graf znázorňuje závislost této síly na poloze částice, zadané souřadnicí x. Jiné síly na částici nepůsobí. V počáteční poloze $x = 0$ byla částice v klidu. Vyberte všechna správná tvrzení



(a) V bodě x = 3m má částice maximální kinetickou energii.
(b) V bodě x = 6m má částice maximální kinetickou energii.
(c) V bodě x = 3m má částice nulovou rychlost.
(d) V bodě x = 6m má částice nulovou rychlost.
(e) V bodě x = 3m má částice maximální rychlost.
(f) V bodě x = 6m má částice maximální rychlost.
(g) Částice se nemůže dostat do polohy x > 6 m
(h) V bodě x = 3m se směr rychlosti změní v opačný.
(i) V bodě x = 6m se směr rychlosti změní v opačný.

Úloha 1.4.6 (uN) (t3,o4)

Síla ***F*** rovnoběžná s osou x působí na částici pohybující se po ose x. Graf znázorňuje závislost této síly na poloze částice, zadané souřadnicí x. Jiné síly na částici nepůsobí. V počáteční poloze x=0 m má částice nenulovou rychlost směřující vpravo. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Mezi body x=0 m a x=1 m kinetická energie částice roste.
(b) Mezi body x=1 m a x=3 m kinetická energie částice klesá.
(c) V bodě x=3 m mění rychlost směr.
(d) V bodě x=3 m je kinetická energie částice maximální.
(e) Mezi body x=3 m a x=5 m kinetická energie částice roste.
(f) Mezi body x=3 m a x=5 m kinetická energie částice klesá.
(g) V bodě x=6 m je kinetická energie částice stejná jako v počáteční poloze x=0 m.
(h) Mezi body x=7 m a x=8 m se kinetická energie částice nemění.
(i) V bodě x=5 m je kinetická energie částice stejná jako v bodě x=3 m.

Úloha 1.4.7 (o) (t4, o3)

Rychlovarná konev o příkonu 1500 W přivede půl litru vody o teplotě 20° C k varu za 2 minuty. Určete účinnost konve v procentech. Tepelná kapacita vody je $c = 4180\,\mathrm{J\,kg^{-1}K^{-1}}$.

Úloha 1.4.8 (o) (t2, o3)

Vypočtěte, jak velkou práci odebereme z elektrické sítě při ohřátí 0,5 litru vody z 20° C na 100° C pomocí rychlovarné konve o příkonu 1500 W, víte-li, že ohřev trvá 2 minuty.

Úloha 1.4.9 (o) (t3, o3)

Vlak o hmotnosti m =200 tun se rozjíždí po vodorovných kolejích z klidu se stálým výkonem 250 kW. Zanedbáme-li odpor prostředí a tření, určete čas t, v němž dosáhne vlak rychlosti $v = 10\,\mathrm{ms^{-1}}$.

Úloha 1.4.10 (u1) (t1, o2)

Z následujících možností vyberte těleso, které má největší kinetickou energii.

(a) střela o hmotnosti 100 g vystřelená rychlostí 500 kmh^{-1}

(b) vlak o hmotnosti 100 tun jedoucí po vodorovných kolejích rychlostí 5 kmh^{-1}

(c) astronaut o hmotnosti 80 kg na palubě raketoplánu, kroužícího na oběžné dráze obvodovou rychlostí 7,5 kms^{-1}

(d) automobil o hmotnosti 800 kg jedoucí po dálnici rychlostí 100 kmh^{-1}

(e) nelze rozhodnout, protože kinetická energie tělesa závisí na volbě vztažné soustavy

Úloha 1.4.11 (u1) (t1, o2)

Gumová kulička volně padá z výšky h nad zemí a při zanedbání odporu prostředí dopadne na zem rychlostí o velikosti v. V jaké výšce nad zemí má kulička rychlost $v/2$?

(a) $h/4$

(b) $h/2$

(c) $h/\sqrt{2}$

(d) $2h/3$

(e) $3h/4$

Úloha 1.4.12 (u1) (t2, o4)

Koule 1 o hmotnosti $3m$ se kutálí po stole rychlostí v a narazí do koule 2 o hmotnosti m, která je v klidu. Po srážce se první koule zastaví a druhá koule se pohybuje dál rychlostí w. Určete tuto rychlost

(a) $w=v/3$

(b) $w=3v$

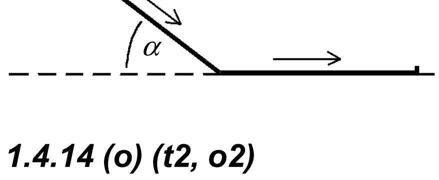
(c) $w=\sqrt{3}v$

(d) $w=v$

(e) neexistuje takové w, které by vyhovovalo zadání

Úloha 1.4.13 (o) (t5, o4)

Lyžař se rozjíždí po svahu se sklonem $\alpha=30°$, dojíždí až do zastavení po rovině. Určete součinitel smykového tření, víme-li, že po svahu i rovině ujel stejnou vzdálenost.

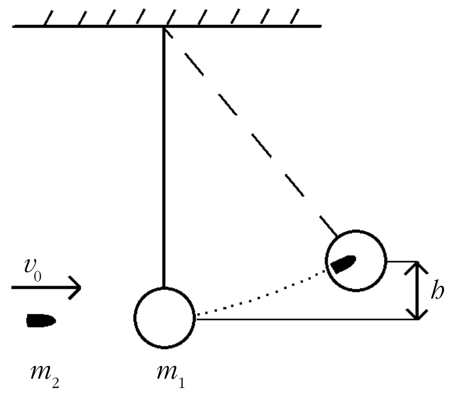


Úloha 1.4.14 (o) (t2, o2)

Výtah na stavbě zvedá náklad o hmotnosti 180 kg. Překonává přitom třecí sílu o velikosti 200 N. Určete účinnost výtahu v procentech. Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlete na $g=10$ ms^{-2}.

Úloha 1.4.15 (uN) (t4,o5)

Do klidného tělesa o hmotnosti m_1=1 kg zavěšeného na niti vnikne vodorovně střela o hmotnosti m_2=10 g rychlostí $\boldsymbol{v}_0$ a uvázne v něm. Rychlost tělesa se střelou bezprostředně po srážce je $\boldsymbol{v}$ (viz obrázek). Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Při srážce platí zákon zachování hybnosti ve tvaru $m_2v_0=m_1v$.

(b) Při srážce platí zákon zachování hybnosti ve tvaru $m_2v_0=(m_1+m_2)v$.

(c) Při srážce platí zákon zachování energie ve tvaru $\frac{1}{2}(m_2v_0^2)=\frac{1}{2}(m_1v^2)$.

(d) Při srážce platí zákon zachování energie ve tvaru $\frac{1}{2}(m_2v_0^2)=\frac{1}{2}(m_1+m_2)\,v^2$.

(e) Jestliže těleso se střelou vystoupí do krajní polohy ve výšce h nad úrovní rovnovážné polohy, lze h určit ze zákona zachování energie ve tvaru $\frac{1}{2}(m_1+m_2)\,v^2=(m_1+m_2)gh$.

(f) Jestliže těleso se střelou vystoupí do krajní polohy ve výšce h nad úrovní rovnovážné polohy, lze h určit ze zákona zachování energie ve tvaru $\frac{1}{2}(m_2)\,v_0^2=(m_1+m_2)gh$.

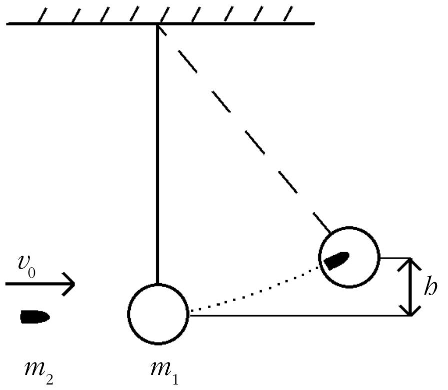
(g) Jestliže těleso se střelou vystoupí do krajní polohy ve výšce h nad úrovní rovnovážné polohy, lze h určit ze zákona zachování energie ve tvaru $\frac{1}{2}(m_2)\,v_0^2=m_1gh$.

(h) Jestliže těleso se střelou vystoupí do krajní polohy ve výšce h nad úrovní rovnovážné polohy, lze h určit ze zákona zachování energie ve tvaru $\frac{1}{2}(m_2)\,v_0^2=m_2gh$.

(i) Při srážce se vnitřní energie soustavy zvýší o hodnotu $\frac{1}{2}(m_2)\,v_0^2-(m_1+m_2)gh$.

Úloha 1.4.16 (o) (t5, o5)

Do klidného tělesa zavěšeného na niti (m_1=1 kg) vnikne vodorovně střela (m_2=10 g), která uvázne v tělese. Těleso se střelou se vychýlí po srážce do výšky h=0,2 m. Jaká byla rychlost dopadající střely?



Úloha 1.4.17 (o) (t4, o3)

Oštěpař vyhodil oštěp o hmotnosti 0,6 kg rychlostí v = 25 ms^{-1} pod úhlem 40^{o}. Oštěp se při dopadu zabodl 15 cm do země (měřeno podél oštěpu). Stanovte průměrnou sílu, kterou ho země brzdila. Odpor vzduchu zanedbejte.

1.5. Gravitační pole

Úloha 1.5.1 (u1) (t1, o2)

Velikost intenzity gravitačního pole na povrchu Země je g. Jaká je velikost intenzity gravitačního pole ve vzdálenosti $2R$ od povrchu země? R je poloměr Země.

(a) g
(b) $g/2$
(c) $g/3$
(d) $g/8$
(e) $g/9$

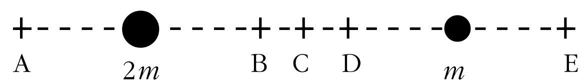
Úloha 1.5.2 (u1) (t1, o3)

Představte si planetu o stejné hmotnosti jako Jupiter ale s polovičním poloměrem. Jaká bude velikost gravitačního zrychlení na jejím povrchu? (g_J je velikost gravitačního zrychlení na povrchu Jupitera)

(a) g_J
(b) $g_J/2$
(c) $g_J/4$
(d) $2g_J$
(e) $4g_J$

Úloha 1.5.3 (u1) (t1, o1)

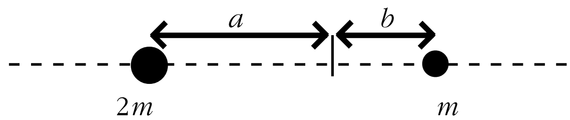
Mějme dvě částice o hmotnostech m a $2m$ (viz obrázek).Ve kterém z bodů je výsledná intenzita gravitačního pole těchto částic největší?



(a) A
(b) B
(c) C
(d) D
(e) E

Úloha 1.5.4 (u1) (t2, o2)

Mějme dvě částice o hmotnostech m a $2m$ (viz obrázek). Co musí platit pro poměr vzdáleností $a:b$ a hmotnost M třetí částice, aby celková gravitační síla, která by na ni od prvních dvou částic působila, byla nulová?



(a) $a:b$=1:2, $M<3m$
(b) $a:b$=2:1, $M=m$
(c) $a:b=\sqrt{2}:1$, hmotnost M může být libovolná
(d) $a:b$=4:1, $m<M<2m$
(e) $a:b$=3:2, $M<2m$

Úloha 1.5.5 (t2, o1)

Rozměr gravitační konstanty je

(a) $kgms^{-1}$
(b) $kgms^{-2}$
(c) Nm^{-1}
(d) $kg^{-1}m^{3}s^{-2}$
(e) ms^{-2}

Úloha 1.5.6 (u1) (t1, o1)

Pod jakým elevačním úhlem je nutno vést šikmý vrh, aby byla vzdálenost dopadu co největší? Odpor vzduchu neuvažujeme.

(a) 30^{o}
(b) 45^{o}
(c) 60^{o}
(d) ideální úhel záleží na velikosti tíhového zrychlení
(e) ideální úhel záleží na počáteční rychlosti

Úloha 1.5.7 (o) (t5, o4)

Pod jakým elevačním úhlem je nutno provést šikmý vrh, aby výška výstupu byla stejně velká jako vzdálenost dopadu? Odpor vzduchu neuvažujeme.

Úloha 1.5.8 (u1) (t1, o2)

Na kterých místech zemského povrchu bude volně puštěná olovnice směřovat přesně do geometrického středu Země? Předpokládáme, že Země má tvar koule.

(a) pouze na rovníku
(b) pouze na pólech
(c) pouze na rovníku a na pólech
(d) na libovolném místě
(e) nikde

Úloha 1.5.9 (o) (t4, o4)

Na planetě tvaru koule o poloměru 10 000 km je velikost odstředivého zrychlení na 50^{o} severní šířky 2 ms^{-2} a velikost gravitačního zrychlení 12 ms^{-2}. Vypočítejte, jaká je tam velikost tíhového zrychlení.

Úloha 1.5.10 (u1) (t1, o3)

Proč je v kosmické lodi na oběžné dráze kolem Země stav beztíže?

(a) Loď je ve vesmírném prostoru, kde už nepůsobí gravitační pole Země.
(b) Na loď i astronauty působí pouze gravitační síla Země, která má charakter dostředivé síly.
(c) Gravitační pole je odstíněno stěnou kosmické lodě.
(d) Loď je v takové vzdálenosti od Země, že působení gravitační síly můžeme zanedbat.
(e) Gravitační působení Země je kompenzováno gravitačním polem jiných vesmírných těles.

Úloha 1.5.11 (o) (t3, o3)

Na základě astronomických pozorování bylo zjištěno, že měsíc Deimos obíhá kolem Marsu po kružnici o poloměru 23 500 km rychlostí 1,35 kms^{-1}. Určete hmotnost Marsu.

Úloha 1.5.12 (t5, o3)

Kdyby se otáčení Země kolem své osy zrychlovalo, nastal by časem na Zemi beztížný stav. Kde by se tak stalo nejdříve a kolik hodin by pak trval den? Hmotnost Země je M=6.10^{24} kg, poloměr Země je R=6378 km, gravitační konstanta κ=6,7.10^{-11} $kg^{-1}m^{3}s^{-2}$.

Úloha 1.5.13 (u1) (t1, o3)

Umělá družice Země obíhala ve výšce h_1=600 km nad povrchem Země. Poté byla navedena na dráhu o výšce h_2=800 km. Co můžeme říci o velikosti obvodové rychlosti družice po navedení na vyšší dráhu?

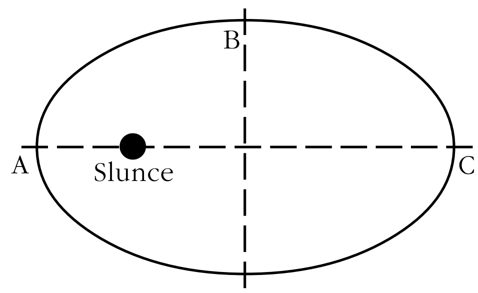
(a) Obvodová rychlost družice se zvětšila.
(b) Obvodová rychlost družice se zmenšila.
(c) Obvodová rychlost zůstala stejná, ale zmenšila se oběžná doba družice.
(d) Obvodová rychlost zůstala stejná, ale zvětšila se oběžná doba družice.
(e) Obvodová rychlost se mohla zvětšit i zmenšit, záleží to na dalších parametrech.

Úloha 1.5.14 (o) (t3, o2)

Umělá družice Země obíhala ve výšce h_1=600 km nad povrchem Země. Poté byla navedena na dráhu o výšce h_2=800 km. Vypočítejte, jaká je obvodová rychlost družice na nové dráze. Hmotnost Země je M=6.10^{24} kg, poloměr Země je 6378 km, gravitační konstanta κ=6,7.10^{-11} $kg^{-1}m^{3}s^{-2}$.

Úloha 1.5.15 (u1) (t1, o2)

Na obrázku je zakreslena trajektorie planety v centrálním poli Slunce. Ve kterém bodě má planeta nejmenší rychlost?



(a) A
(b) B
(c) C
(d) A a C
(e) planeta má ve všech bodech stejnou velikost rychlosti

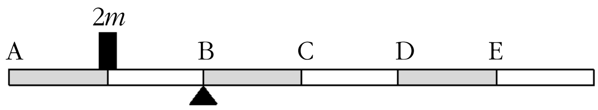
Úloha 1.5.16 (o) (t2, o3)

Střední vzdálenost planety Neptun od Slunce je 30 AU. Jaká je jeho oběžná doba?

1.5. Mechanika tuhého tělesa

Úloha 1.6.1 (u1) (t2, o3)

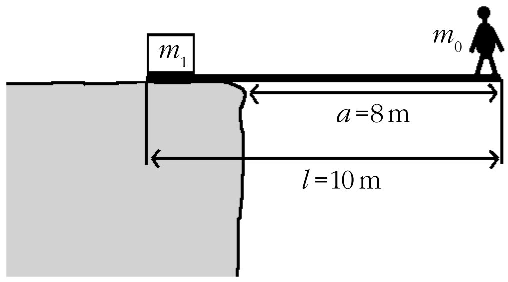
Homogenní tyč o hmotnosti m je podepřena v bodě B v 1/3 své délky. V 1/6 její délky je umístěno závaží o hmotnosti $2m$ (viz obrázek). Určete, do jaké polohy je třeba umístit další závaží o hmotnosti m, aby byla soustava v rovnováze.



(a) A
(b) B
(c) C
(d) D
(e) E

Úloha 1.6.2 (o) (t4, o3)

Homogenní prkno délky $l = 10\,\mathrm{m}$ o hmotnosti $m = 50\,\mathrm{kg}$ je potřeba položit nad propast s přesahem $a = 8\,\mathrm{m}$. Jak velké protizávaží (m_1) musíme položit na druhý konec prkna, aby až na konec prkna nad propast mohlo dojít dítě o hmotnosti $m_0 = 20\,\mathrm{kg}$? Předpokládáme, že se prkno neprohýbá.

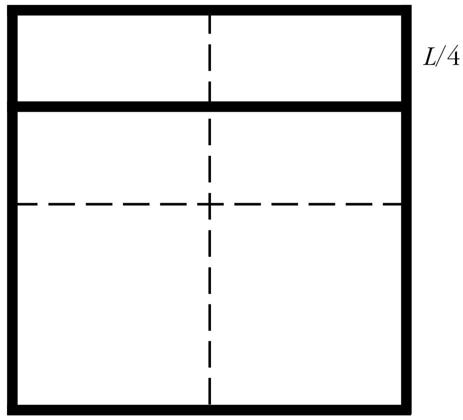


Úloha 1.6.3 (o) (t3, o3)

Délka ramene pedálu jízdního kola je 20 cm. Noha tlačí na pedál svislou silou o velikosti 100 N. Určete velikost momentu této síly vzhledem k ose otáčení pedálu, svírá-li rameno pedálu se svislým směrem úhel
(a) 30°
(b) 90°
(c) 180°.

Úloha 1.6.4 (u1) (t3, o4)

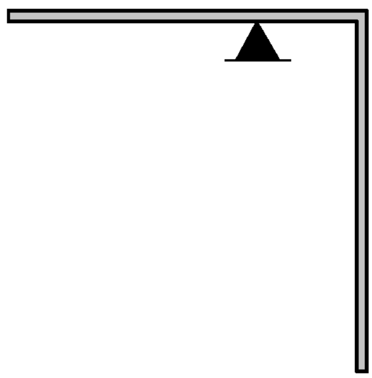
Rám nakreslený na obrázku je svařený z pěti stejných homogenních tyčí délky L. Vzdálenost těžiště rámu od jeho středu je



(a) 0
(b) $L/4$
(c) $L/8$
(d) $L/12$
(e) $L/20$

Úloha 1.6.5 (u1) (t3, o3)

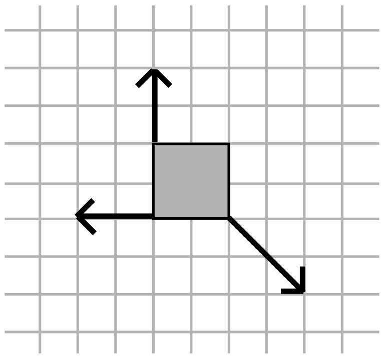
Tenká kovová tyč délky $L = 120\,\mathrm{cm}$ byla ohnuta ve středu do pravého úhlu. V jaké vzdálenosti od bodu ohybu je třeba tyč podepřít, aby zůstala v rovnovážné poloze, znázorněné na obrázku?



(a) 10 cm
(b) 12 cm
(c) 15 cm
(d) 20 cm
(e) Rovnovážné polohy podle obrázku není možné dosáhnout.

Úloha 1.6.6 (uN) (t3, o4)

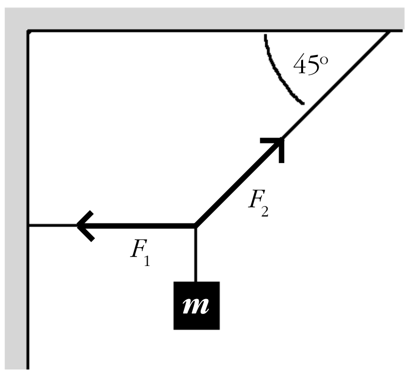
Na obrázku je pohled shora na homogenní čtvercovou desku, ležící v klidu na dokonale hladké podložce. Tři síly, jejichž velikosti i směry jsou vyznačeny na obrázku, působí na rohy desky. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Je splněna podmínka silové rovnováhy.
(b) Je splněna podmínka momentové rovnováhy vzhledem ke středu desky.
(c) Těžiště desky se bude pohybovat směrem doprava.
(d) Těžiště desky se bude pohybovat směrem doleva.
(e) Těžiště desky bude v klidu.
(f) Deska se začne otáčet v kladném smyslu.
(g) Deska se začne otáčet v záporném smyslu.
(h) Deska bude v klidu.
(i) Neexistuje bod, vzhledem ke kterému je splněna podmínka momentové rovnováhy.

Úloha 1.6.7 (o) (t2, o3)

Těleso o hmotnosti m je zavěšeno na dvou lanech podle obrázku. Vypočtěte velikosti tahových sil F_1 a F_2.

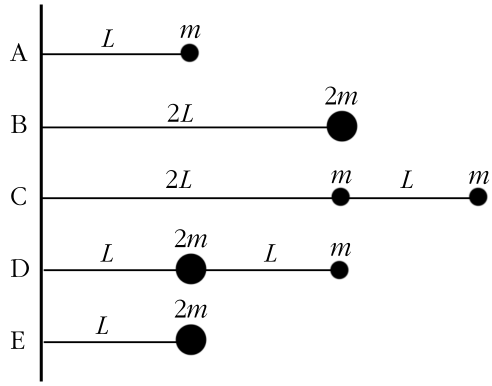


Úloha 1.6.8 (u1) (t1, o1)

Které z následujících těles ležících samostatně na vodorovné podložce má největší stabilitu?
(a) Homogenní dřevěná krychle o hmotnosti m.
(b) Homogenní ocelová krychle o hmotnosti $2m$.
(c) Homogenní ocelová krychle o hmotnosti m.
(d) Homogenní ocelový kvádr o hmotnosti m, ležící na podložce stěnou o nejmenší ploše.
(e) Homogenní dřevěný kvádr o hmotnosti m, ležící na podložce stěnou o nejmenší ploše.

Úloha 1.6.9 (u1) (t2, o2)

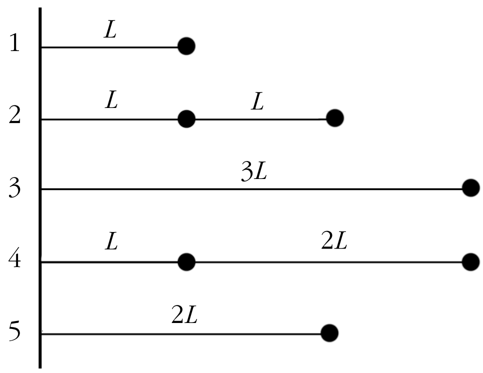
Koule o hmotnostech m a $2m$ jsou připevněny na pěti tyčích délky L, $2L$ a $3L$ (viz obrázek). Všechny obíhají kolem svislé osy v daných vzdálenostech. Která soustava má vzhledem k této ose největší moment setrvačnosti? Hmotnost tyčí zanedbáváme.



(a) A
(b) B
(c) C
(d) D
(e) E

Úloha 1.6.10 (u1) (t2, o3)

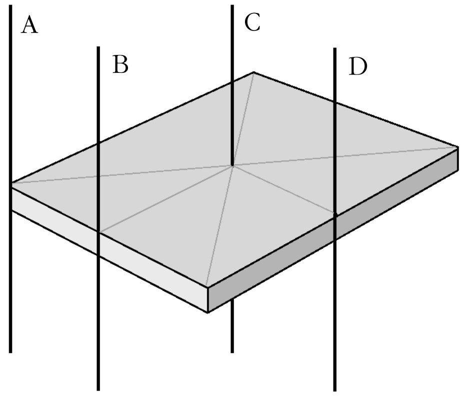
Na svislé ose je připevněno pět tyčí se závažími o stejné hmotnosti m (viz obrázek). Všechny tyče roztočíme stejnou úhlovou rychlostí. Která se zastaví jako poslední? Předpokládáme, že moment brzdné síly je pro všech pět tyčí stejný.



(a) 1
(b) 2 a 3
(c) 4
(d) 5
(e) všechny tyče se zastaví ve stejný okamžik

Úloha 1.6.11 (u1) (t1, o2)

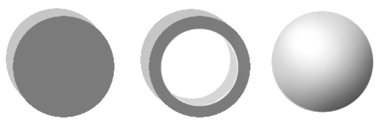
Homogenní dřevěná deska se může otáčet kolem čtyř různých os kolmých na rovinu desky (viz obrázek). Vyberte tu osu, vzhledem ke které má deska největší moment setrvačnosti.



(a) A
(b) B
(c) C
(d) D
(e) Moment setrvačnosti nezávisí na poloze osy.

Úloha 1.6.12 (u1) (t2, o3)

Disk, prstenec a koule (viz obrázek) o stejné hmotnosti m byly současně volně vypuštěny dolů po nakloněné rovině. Vyberte správné pořadí, ve kterém dorazí tělesa na konec nakloněné roviny.



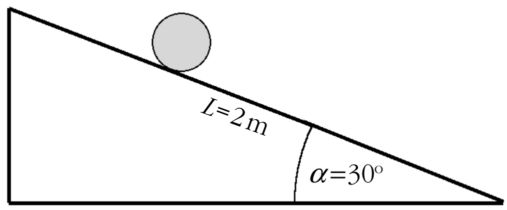
(a) koule, disk, prstenec
(b) koule, prstenec, disk
(c) prstenec, disk, koule
(d) prstenec, koule, disk
(e) všechna tělesa dorazí současně

Úloha 1.6.13 (o) (t5, o4)

Některé dodávkové automobily jsou poháněny setrvačníkem. Setrvačník má tvar plného válce o hmotnosti 500kg a poloměru 1m. Elektrickým motorem se setrvačník roztočí na úhlovou rychlost 6000 ot/min. Jaká energie je „uložena“ v setrvačníku? Jak dlouho může automobil jezdit, než se setrvačník zastaví? Průměrný příkon takového automobilu je 8 kW.

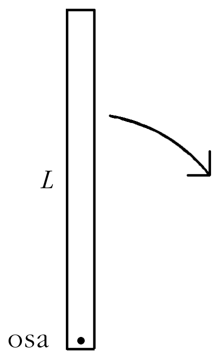
Úloha 1.6.14 (o) (t5, o4)

Homogenní koule o poloměru R=10 cm a hmotnosti m=7 kg se valí dolů po nakloněné rovině o délce L=2 m a sklonu α=30° (viz obrázek). Jakou rychlostí se bude koule pohybovat na konci nakloněné roviny? Počáteční rychlost koule byla nulová. Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlíme na g=10 ms^{-2}.



Úloha 1.6.15 (o) (t5, o5)

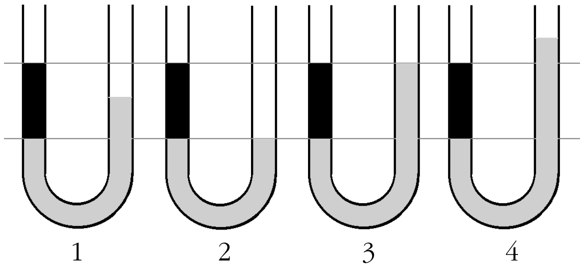
Kyvadlo je tvořeno tyčí délky L o hmotnosti m, osa otáčení prochází koncovým bodem tyče. Kyvadlo vychýlíme do polohy vratké a pustíme (viz obrázek). Určete rychlost, kterou projde koncový bod tyče rovnovážnou polohou. Kyvadlo se otáčí kolem osy bez tření.



1.7. Mechanika tekutin

Úloha 1.7.1 (u1) (t1, o1)

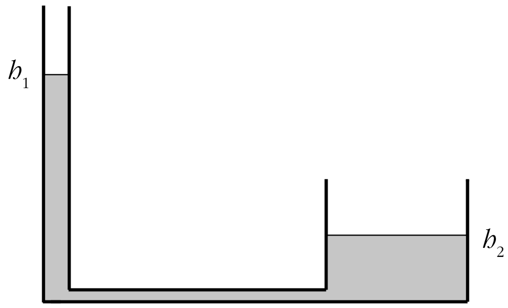
Na obrázku jsou znázorněny čtyři případy, jak tmavá a světlá kapalina vyplňují U-trubici. Ve kterém případě nemůže jít o statický rovnovážný stav?



(a) 1
(b) 2
(c) 3
(d) 1 a 4
(e) 2 a 4

Úloha 1.7.2 (u2) (t1, o1)

Dvě válcové nádoby jsou spojeny u dna hadicí (viz obrázek). Průměr tlustší nádoby je pětinásobkem průměru tenké. Kapalina je v klidu. Co platí pro výšky hladiny h_1 a h_2? Kapilární jevy neuvažujeme.



(a) $h_1=5h_2$
(b) $h_1=25h_2$
(c) $h_1=\sqrt{5}h_2$
(d) $h_1=10h_2$
(e) $h_1=h_2$

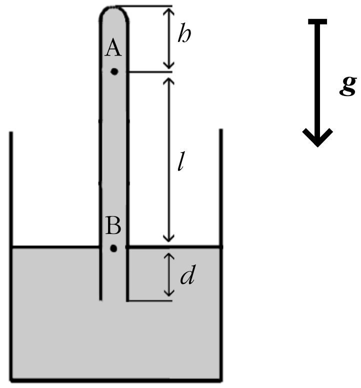
Úloha 1.7.3 (u3) (t1, o2)

Z následujících možností vyberte údaj o hodnotě tlaku, který by mohl naměřit potápěč při potápění v moři, nachází-li se právě v hloubce 10 metrů pod hladinou.

(a) $p=10$ kPa
(b) $p=100$ kPa
(c) $p=150$ kPa
(d) $p=200$ kPa
(e) $p=1000$ kPa

Úloha 1.7.4 (u1) (t1, o1)

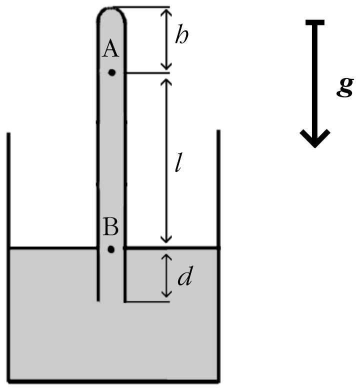
Nádoba s kapalinou o hustotě ρ je umístěna v tíhovém poli Země. Tíhové zrychlení je $\mathbf{g}$. V nádobě je svislá zkumavka naplněná toutéž kapalinou, otočená dnem vzhůru. Atmosférický tlak je p_a. Vyberte správné tvrzení.



(a) Situace nemůže nastat, neboť kapalina ze zkumavky vyteče.
(b) Situace může nastat jen je-li výška $l+h$ menší, než jistá mezní hodnota.
(c) Situace může nastat pro libovolné hodnoty vyznačených výšek.
(d) Tlak v bodě A je roven atmosférickému tlaku.
(e) Tlak v bodě A je větší než atmosférický tlak.

Úloha 1.7.5 (u1) (t1, o3)

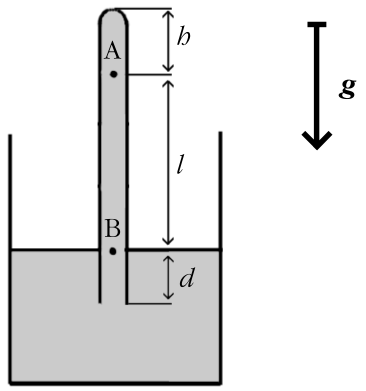
Nádoba s kapalinou o hustotě ρ je umístěna v tíhovém poli Země. Tíhové zrychlení je $\mathbf{g}$. V nádobě je svislá zkumavka naplněná toutéž kapalinou, otočená dnem vzhůru. Atmosférický tlak je p_a. Vyberte správné tvrzení.



(a) Tlak v bodě A je $p_A = \rho gh$.
(b) Tlak v bodě A je $p_A = p_a + \rho gh$.
(c) Tlak v bodě A je $p_A = p_a - \rho gl$.
(d) Tlak v bodě B je $p_B = \rho g(h+l)$.
(e) Tlak v bodě B je $p_B = p_a + \rho gd$.

Úloha 1.7.6 (uN) (t2, o3)

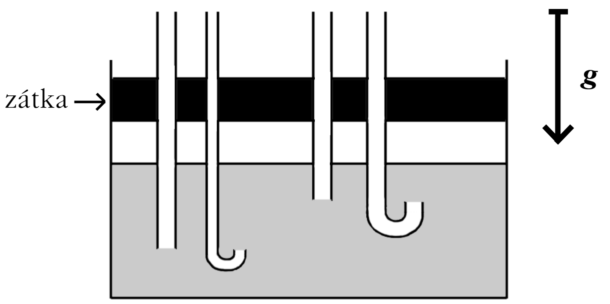
Nádoba s kapalinou o hustotě ρ je umístěna v tíhovém poli Země. Tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$. V nádobě je svislá zkumavka naplněná toutéž kapalinou, otočená dnem vzhůru. Atmosférický tlak je p_a. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Situace nemůže nastat, neboť kapalina ze zkumavky vyteče.
(b) Situace může nastat jen je-li výška $l+h$ menší, než jistá mezní hodnota.
(c) Situace může nastat pro libovolné hodnoty vyznačených výšek.
(d) Tlak v bodě A je $p_A = \rho gh$.
(e) Tlak v bodě A je $p_A = p_a + \rho gh$.
(f) Tlak v bodě A je $p_A = p_a - \rho gl$.
(g) Tlak v bodě B je $p_B = p_a$.
(h) Tlak v bodě B je $p_B = \rho g(h+l)$.
(i) Tlak v bodě B je $p_B = p_a + \rho gd$.

Úloha 1.7.7 (u1) (t1, o1)

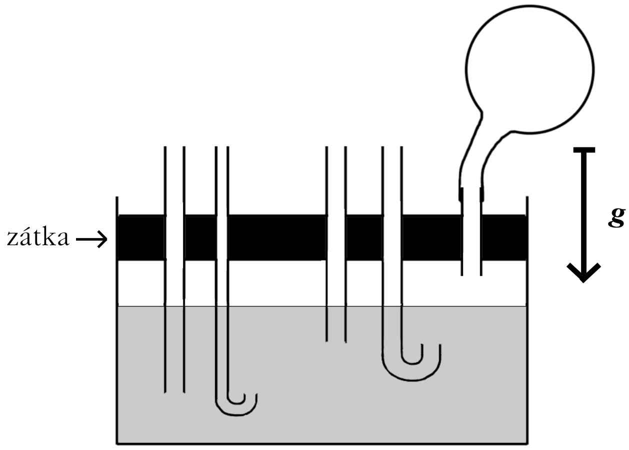
Nádoba s vodou je umístěna v tíhovém poli Země. Je uzavřena zátkou, v níž jsou zasunuty trubice. Ústí trubic jsou v různých hloubkách a jsou různě orientována, trubice mají také různé vnitřní průřezy (viz obrázek). Kapilární jevy se neuplatňují. Vyberte správné tvrzení.



(a) Hladina vody v trubicích bude výše než hladina v nádobě.
(b) Hladina vody v hlouběji ponořených trubicích bude výše než hladina v trubicích méně ponořených, neboť ve větší hloubce je větší tlak.
(c) Výška hladiny vody v trubicích bude záviset na orientaci jejich ústí.
(d) V tenčí trubici bude hladina výše než v tlusté.
(e) Hladina vody ve všech trubicích bude ve stejné výšce jako hladina v nádobě.

Úloha 1.7.8 (u1) (t1, o2)

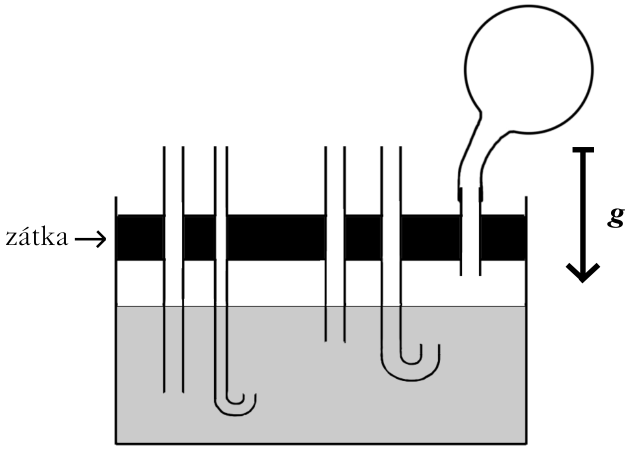
Nádoba s vodou je umístěna v tíhovém poli Země. Je uzavřena zátkou, v níž jsou zasunuty trubice. Ústí trubic jsou v různých hloubkách a jsou různě orientována, trubice mají také různé vnitřní průřezy (viz obrázek). Kapilární jevy se neuplatňují. V zátce je také zasunuta trubička s balónkem, jejíž ústí není ponořeno. Balónek stiskneme a zvýšíme tak tlak vzduchu na hladině kapaliny oproti atmosférickému tlaku o hodnotu Δp. Vyberte správné tvrzení.



(a) Hladina vody v trubicích se nezmění.
(b) Hladina vody v trubicích klesne.
(c) Hladina vody v trubicích stoupne tím více, čím hlouběji jsou jejich ústí ponořena.
(d) Hladina vody v trubicích stoupne tím více, čím jsou trubice tenčí.
(e) Hladina vody stoupne ve všech trubicích stejně.

Úloha 1.7.9 (uN) (t2, o2)

Nádoba s vodou je umístěna v tíhovém poli Země. Je uzavřena zátkou, v níž jsou zasunuty trubice. Ústí trubic jsou v různých hloubkách a jsou různě orientována, trubice mají také různé vnitřní průřezy (viz obrázek). Kapilární jevy se neuplatňují. V zátce je také zasunuta trubička s balónkem, jejíž ústí není ponořeno. Balónek stiskneme a zvýšíme tak tlak vzduchu na hladině kapaliny oproti atmosférickému tlaku. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Hladina vody v trubicích se nezmění.
(b) Hladina vody v trubicích klesne o stejnou hodnotu
(c) Hladina vody trubicích stoupne o stejnou hodnotu.
(d) Hladina vody v trubicích klesne tím více, čím hlouběji jsou jejich ústí ponořena.
(e) Hladina vody v trubicích klesne tím více, čím jsou trubice tlustší.
(f) Hladina vody v trubicích klesne o hodnotu, která závisí na orientaci jejich ústí.
(g) Hladina vody v trubicích stoupne tím více, čím hlouběji jsou jejich ústí ponořena.
(h) Hladina vody v trubicích stoupne tím více, čím jsou trubice tenčí.
(i) Hladina vody v trubicích stoupne o hodnotu, která závisí na orientaci jejich ústí.

Úloha 1.7.10 (u1) (t2, o3)

V bazénu plove loďka, na dně loďky leží kámen. Vyhodíme-li kámen z loďky do bazénu, co se stane s hladinou vody v bazénu?
(a) Hladina klesne.
(b) Hladina stoupne.
(c) Hladina zůstane stejná.
(d) Nelze rozhodnout, výsledek záleží na hmotnosti kamene.
(e) Nelze rozhodnout, výsledek záleží na výšce vody v bazénu.

Úloha 1.7.11 (o) (t3, o4)

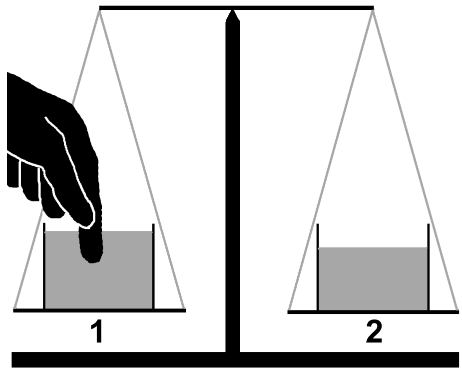
V bazénu plove loďka, na dně loďky leží kámen. Vyhodíme-li kámen z loďky do bazénu, hladina vody v bazénu stoupne, klesne, nebo zůstane stejná? Svou odpověď správně fyzikálně zdůvodněte.

Úloha 1.7.12 (u1) (t2, o2)

Dřevěná kostka plove na vodě. Nad hladinou je 15% jejího objemu. Co můžeme říci o průměrné hustotě dřeva ρ, ze kterého je kostka vyrobena? Hustota vody je 1000 kgm^{-3}.
(a) ρ=150 kgm^{-3}
(b) ρ=675 kgm^{-3}
(c) ρ= 850kgm^{-3}
(d) ρ=1150 kgm^{-3}
(e) ρ nelze určit za zadaných údajů

Úloha 1.7.13 (u1) (t2, o3)

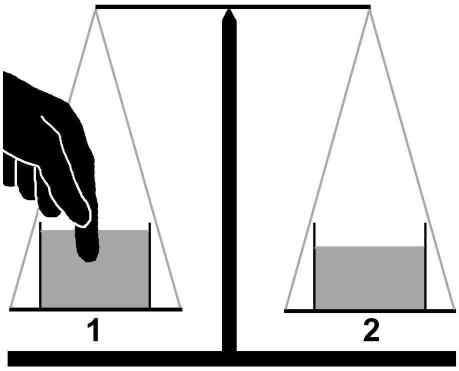
Na rovnoramenných vahách jsou vyváženy dvě stejné nádoby s kapalinou. Experimentátor opatrně ponoří prst do vody v první nádobě tak, aby se ruka nedotýkala nádoby, misky ani závěsu (viz. obrázek). Vyberte správné tvrzení.



(a) Miska 2 poklesne.
(b) Miska 1 poklesne.
(c) Váhy zůstanou v rovnováze.
(d) Záleží na hustotě kapaliny, jestli poklesne miska 1 nebo miska 2.
(e) Záleží na hustotě ponořeného tělesa (prstu), jestli poklesne miska 1 nebo miska 2.

Úloha 1.7.14 (uN) (t2, o3)

Na rovnoramenných vahách jsou vyváženy dvě stejné nádoby s kapalinou. Experimentátor opatrně ponoří prst do vody v první nádobě tak, aby se ruka nedotýkala nádoby, misky ani závěsu (viz obrázek). Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) Miska 1 poklesne.
(b) Miska 2 poklesne.
(c) Váhy zůstanou v rovnováze.
(d) Záleží na hustotě kapaliny, jestli poklesne miska 1 nebo miska 2.
(e) Záleží na hustotě ponořeného tělesa (prstu), jestli poklesne miska 1 nebo miska 2.
(f) Tlak na dně nádoby 1 bude větší než tlak na dně nádoby 2.
(g) Tlak na dně nádoby 1 bude menší než tlak na dně nádoby 2.
(h) Tlak na dně nádoby 1 se nezmění.
(i) Na ponořenou část prstu bude působit hydrostatická vztlaková síla.

Úloha 1.7.15 (o) (t3, o3)

Fyzik dostal za úkol ověřit, zda je prsten skutečně ze zlata. Na vzduchu byl prsten vyvážen závažím 1 g, ve vodě 0,92 g. Na základě výpočtu stanovte, zda je prsten skutečně z čistého zlata. Hustota zlata je 19 300 kgm^{-3}.

Úloha 1.7.16 (o) (t4, o2)

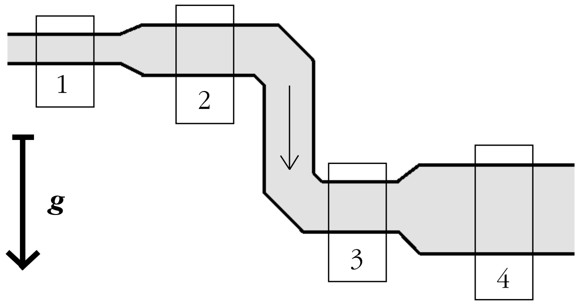
Dřevěný vor o hmotnosti m_V=100 kg a hustotě ρ_V=750 kgm^{-3} plove na hladině jezera. Určete nejmenší hmotnost kamení m, kterou musíme položit na povrch voru, aby se vor celým svým objemem ponořil pod hladinu.

Úloha 1.7.17 (o) (t3, o3)

Jaká část celkového objemu ledovce zůstává skryta pod mořskou hladinou? Hustota ledu je 920 kgm^{-3}. Hustota mořské vody je 1024 kgm^{-3}.

Úloha 1.7.18 (u1) (t2, o2)

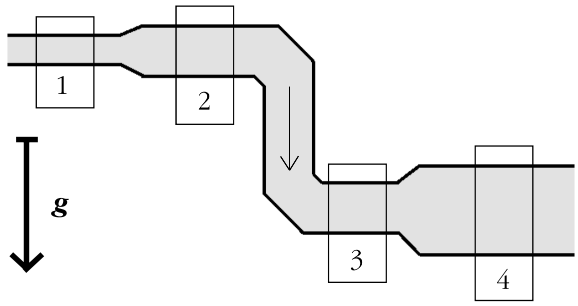
Voda, kterou považujeme za ideální kapalinu, teče potrubím znázorněným na obrázku. Proudění je ustálené. Vyberte správné tvrzení.



(a) V oblasti 1 je největší tlak.
(b) V oblasti 3 je největší tlak.
(c) V oblasti 3 a 4 je největší tlak.
(d) V oblasti 4 je největší tlak.
(e) Tlak je ve všech oblastech stejný.

Úloha 1.7.19 (uN) (t2, o2)

Voda, kterou považujeme za ideální kapalinu, teče potrubím znázorněným na obrázku. Proudění je ustálené. Vyberte všechna správná tvrzení.



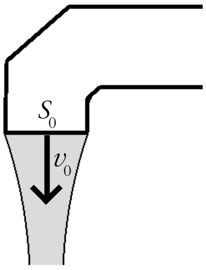
(a) V oblasti 1 teče voda největší rychlostí.
(b) V oblasti 4 teče voda největší rychlostí.
(c) Voda teče stejnou rychlostí ve všech oblastech.
(d) V oblasti 3 je největší tlak.
(e) V oblasti 4 je největší tlak.
(f) Tlak v oblastech 3 a 4 je stejný.
(g) Tlak v oblastech 2 a 3 je stejný.
(i) V oblastech 2 a 3 teče voda stejně rychle.

Úloha 1.7.20 (o) (t5, o3)

Ze zatopeného sklepa je vyčerpávána voda rychlostí v= 5 ms^{-1} hadicí o vnitřním poloměru 1 cm. Hadice je vyvedena okénkem, které se nachází 3 m nad hladinou čerpané vody. Jaký je výkon čerpadla?

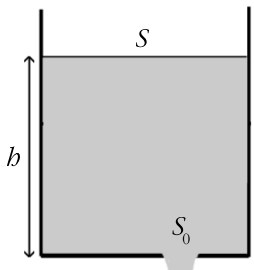
Úloha 1.7.21 (o) (t5, o4)

Voda vytéká rychlostí v_0=1 ms^{-1} z vodovodního kohoutku o obsahu průřezu S_0. Zanedbáme-li odpor vzduchu, určete, jak hluboko pod kohoutkem bude mít proud vody poloviční obsah průřezu než kohoutek. Velikost tíhového zrychlení zaokrouhlete na g=10 ms^{-2}.



Úloha 1.7.22 (u1) (t2, o2)

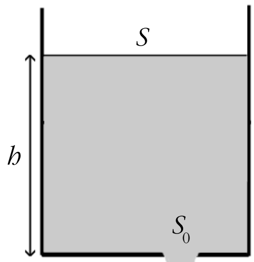
Kapalina o hustotě ρ volně vytéká otvorem o průřezu S_0 utvořeným ve dně nádoby. Válcová nádoba má všude průřez S (s výjimkou těsné blízkosti dna). Okamžitá výška hladiny kapaliny nad dnem je h (viz obrázek). Atmosférický tlak je p_a, tíhové zrychlení má velikost g. Vyberte správnou odpověď.



(a) Rychlost, kterou vytéká kapalina z otvoru, je stejná jako rychlost poklesu hladiny.
(b) Rychlost, kterou se pohybuje částice kapaliny v hloubce x pod hladinou, je větší než rychlost poklesu hladiny.
(c) Rychlost, kterou se pohybuje částice kapaliny v hloubce x pod hladinou, je stejná jako rychlost, kterou kapalina vytéká z otvoru, neliší-li se x od h příliš.
(d) Rychlost, kterou se pohybuje částice kapaliny v hloubce x<h pod hladinou je stejná jako rychlost poklesu hladiny a prudce se zvýší na malém úseku nade dnem.
(e) S výjimkou poměru rychlosti poklesu hladiny a rychlosti, kterou kapalina vytéká otvorem, nelze o rychlostech kapalinových částic nic říci.

Úloha 1.7.23 (u1) (t2, o2)

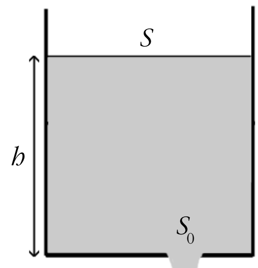
Kapalina o hustotě ρ volně vytéká otvorem o průřezu S_0 utvořeným ve dně nádoby. Válcová nádoba má všude průřez S (s výjimkou těsné blízkosti dna). Okamžitá výška hladiny kapaliny nad dnem je h (viz obrázek). Atmosférický tlak je p_a, tíhové zrychlení má velikost g. Vyberte správnou odpověď.



(a) Tlak ve všech bodech otvoru je o ρgh větší než tlak v libovolném bodě na hladině.
(b) Tlak v bodech otvoru a na hladině je stejný, a proto je stejný i tlak ve všech bodech uvnitř kapaliny.
(c) Tlak v bodech otvoru je menší než tlak na hladině, neboť rychlost, jíž kapalina vytéká otvorem, je větší než rychlost poklesu hladiny.
(d) Tlak v bodech otvoru je vyšší než atmosférický tlak.
(e) Tlak v hloubce $x<h$ je $p(x)=p_a + \rho gx$ a na velmi malém úseku nade dnem nádoby se prudce změní na hodnotu p_a.

Úloha 1.7.24 (uN) (t3, o3)

Kapalina o hustotě ρ volně vytéká otvorem o průřezu S_0 utvořeným ve dně nádoby. Válcová nádoba má všude průřez S (s výjimkou těsné blízkosti dna). Okamžitá výška hladiny kapaliny nad dnem je h (viz obrázek). Atmosférický tlak je p_a, tíhové zrychlení má velikost g. Vyberte všechny správné odpovědi.



(a) Rychlost, kterou vytéká kapalina z otvoru, je S/S_0-krát větší než rychlost poklesu hladiny.
(b) Rychlost, kterou se pohybuje částice kapaliny v hloubce $0 \le x \le h$ pod hladinou, je stejná jako rychlost poklesu hladiny.
(c) Rychlost, kterou se pohybuje částice kapaliny v hloubce $x<h$ pod hladinou, je větší než rychlost poklesu hladiny.
(d) Rychlost, kterou se pohybuje částice kapaliny v hloubce $x<h$ pod hladinou je stejná jako rychlost poklesu hladiny a prudce se zvýší na malém úseku nade dnem.
(e) Tlak ve všech bodech otvoru je p_a .
(f) Tlak ve všech bodech na hladině je p_a .
(g) Tlak ve všech bodech otvoru je $p_a + \rho gh$.
(h) Tlak v bodech otvoru je menší než tlak na hladině, neboť rychlost, jíž kapalina vytéká otvorem, je větší než rychlost poklesu hladiny.
(i) Tlak v hloubce $x<h$ je $p(x)=p_a + \rho gx$ a na velmi malém úseku nade dnem nádoby se prudce změní na hodnotu p_a.

3.2. Mechanické kmitání a vlnění

3.1. Mechanické kmitání

Úloha 3.1.1 (u1) (t1, o2)

Vyberte správné tvrzení: Harmonické kmity jsou
(a) takové kmity, kde síla, která vrací těleso zpět do rovnovážné polohy, nezávisí na výchylce tělesa,
(b) takové kmity, kde síla, která vrací těleso zpět do rovnovážné polohy, je nepřímo úměrná výchylce,
(c) takové kmity, kde síla, která vrací těleso zpět do rovnovážné polohy, je přímo úměrná výchylce,
(d) takové kmity, kde síla, která vrací těleso zpět do rovnovážné polohy, nemění svůj směr,
(e) takové kmity, kdy na kmitající těleso nepůsobí žádná síla.

Úloha 3.1.2 (uN) (t1, o3)

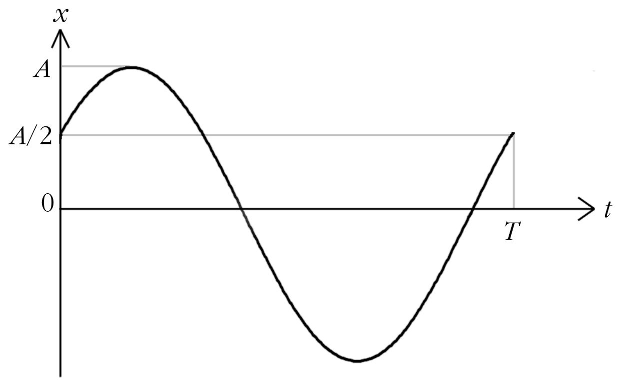
Vyberte všechna správná tvrzení: Harmonické kmity jsou
(a) takové kmity, kde síla, která vrací těleso zpět do rovnovážné polohy, je přímo úměrná výchylce,
(b) takové kmity, kde síla, která vrací těleso zpět do rovnovážné polohy, nezávisí na výchylce tělesa,
(c) takové kmity, kdy na kmitající těleso nepůsobí žádná síla,
(d) takové kmity, kde pro výslednou sílu, působící na těleso ve směru pohybu, platí $F = -kx$, kde k je konstanta a x je výchylka z rovnovážné polohy,
(e) takové kmity, kde grafem závislosti okamžité výchylky na čase je libovolná periodická funkce,
(f) takové kmity, kde grafem závislosti okamžité výchylky na čase je lineární funkce,
(g) kmity závaží na pružině s danou tuhostí k, pokud neuvažujeme tlumení,
(h) kmity kyvadla v hodinách, jehož výchylka není větší než 5°,
(i) kmity kyvadla v hodinách, jehož výchylka je větší než 5°.

Úloha 3.1.3 (u1) (t1, o1)

Z následujících možností vyberte systém, který nejlépe odpovídá modelu harmonického oscilátoru.
(a) Pingpongový míček pravidelně skákající po stole.
(b) Dvě děti, houpající se na houpačce ve tvaru rovnoramenné páky.
(c) Píst ve válci spalovacího motoru.
(d) Náklad cihel na laně jeřábu, který byl při manipulaci mírně rozhoupán.
(e) Kyvadlo kukačkových hodin, kmitající s maximální výchylkou 60°.

Úloha 3.1.4 (u1) (t3, o3)

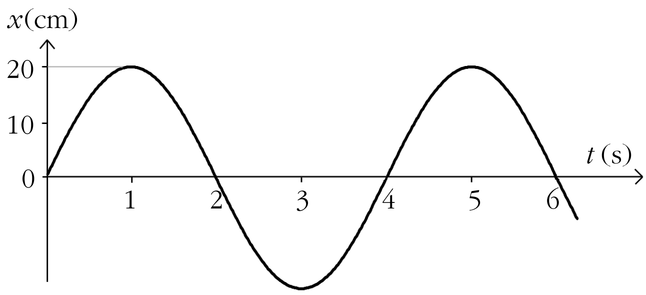
Správná rovnice pro okamžitou výchylku harmonických kmitů, jejichž časový diagram je na obrázku má tvar:



(a) $x = A\sin(2\pi t/T + \pi/6)$
(b) $x = A\sin(2\pi t/T + \pi/4)$
(c) $x = A\sin(2\pi t/T + \pi/3)$
(d) $x = A\sin(2\pi t/T - \pi/6)$
(e) $x = A\sin(2\pi t/T - \pi/4)$

Úloha 3.1.5 (o) (t1, o1)

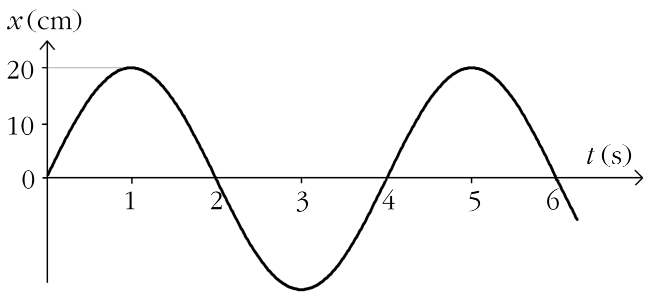
Na obrázku je znázorněna závislost okamžité výchylky x harmonického kmitání na čase. Jaká je rovnice pro výchylku těchto kmitů?



(a) $x = 10\sin(2\pi\{t\}/2)$, kde $\{t\}$ je čas v sekundách
(b) $x = 4\sin(2\pi\{t\}/40)$, kde $\{t\}$ je čas v sekundách
(c) $x = \sin(2\pi\{t\}/20)$, kde $\{t\}$ je čas v sekundách
(d) $x = 20(\sin 2\pi\{t\}/4)$, kde $\{t\}$ je čas v sekundách
(e) $x = 40(\sin 2\pi\{t\}/6)$, kde $\{t\}$ je čas v sekundách

Úloha 3.1.6 (o) (t2, o1)

Napište rovnici pro okamžitou výchylku a rovnici pro rychlost harmonických kmitů, jejichž časový diagram je na obrázku.



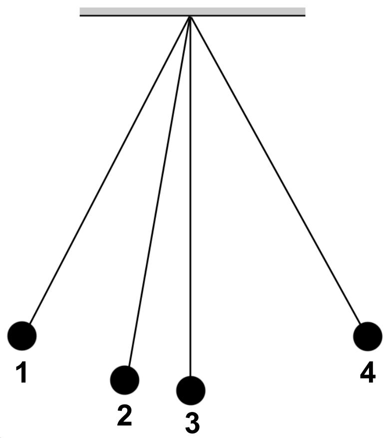
Úloha 3.1.7 (u1) (t2, o1)

Těleso harmonicky kmitá na pružině. Doba mezi dvěma po sobě následujícími okamžiky, ve kterých je rychlost tělesa nulová, činí 2 sekundy. Vzdálenost poloh tělesa v těchto dvou okamžicích je 16 cm. Co platí pro periodu T, frekvenci f a amplitudu A tohoto pohybu?

(a) T=2 s, f=0,5 Hz, A=16 cm
(b) T=2 s, f=0,25 Hz, A=16 cm
(c) T=2 s, f=0,5 Hz, A=8 cm
(d) T=4 s, f=0,25 Hz, A=8 cm
(e) T=4 s, f=0,25 Hz, A=16 cm

Úloha 3.1.8 (u1) (t1, o2)

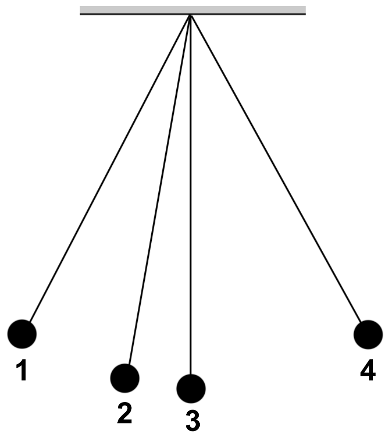
Na obrázku jsou zachyceny čtyři polohy kyvadla, tvořeného tělesem zavěšeném na provázku, přičemž 1 a 4 jsou krajní polohy. Vyberte z následujících správnou možnost. Velikost tečného zrychlení tělesa je maximální v poloze



(a) 1 a 4,
(b) 2 a 3,
(c) 2,
(d) 3,
(e) v žádné z poloh 1 až 4.

Úloha 3.1.9 (uN) (t1, o2)

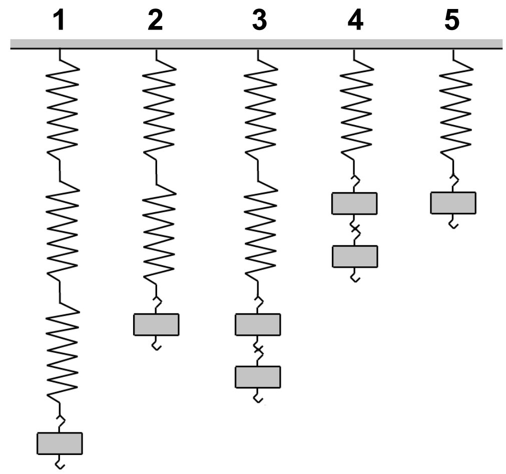
Na obrázku jsou zachyceny čtyři polohy kyvadla, tvořeného kuličkou zavěšenou na provázku, přičemž 1 a 4 jsou krajní polohy. Vyberte všechna správná tvrzení.



(a) V polohách 1 a 4 je tečné zrychlení kuličky maximální.
(b) V polohách 1 a 4 je tečné zrychlení kuličky rovno nule.
(c) V poloze 3 je tečné zrychlení kuličky maximální.
(d) V poloze 3 je tečné zrychlení kuličky rovno nule.
(e) V poloze 3 je rychlost kuličky maximální.
(f) V polohách 1 a 4 je rychlost kuličky rovna nule.
(g) V polohách 2 a 3 je velikost rychlosti kuličky stejná.
(h) V poloze 1 a 4 nepůsobí na kuličku žádné síly.
(i) Velikost síly, kterou působí kulička na provázek je stejná ve všech polohách.

Úloha 3.1.10 (u1) (t3, o4)

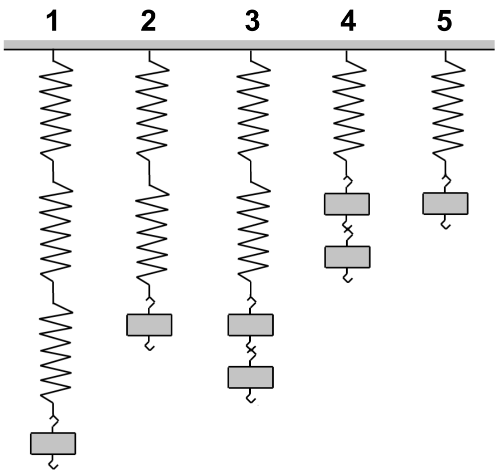
Pět oscilátorů na obrázku je sestaveno ze stejných pružin a stejných závaží. Vyberte oscilátor, který bude kmitat s nejmenší frekvencí.



(a) 1
(b) 2
(c) 3
(d) 4
(e) 5

Úloha 3.1.11 (o) (t3, o5)

Pět oscilátorů na obrázku je sestaveno ze stejných pružin a stejných závaží. Seřaďte je vzestupně podle frekvence na které budou kmitat.



Úloha 3.1.12 (u1) (t2, o3)

Na stropě kabiny stojícího výtahu je zavěšeno kyvadlo a těleso na pružině. Tyto oscilátory kmitají s periodami T_1 a T_2. Tlumení oscilátorů zanedbáváme. Jak se změní parametry těchto dvou oscilátorů, začne-li se výtah pohybovat se zrychlením směrem nahoru? Vyberte správné tvrzení.

(a) Zvětší se perioda kmitů obou oscilátorů.
(b) Zmenší se perioda kmitů obou oscilátorů.
(c) Perioda kmitů kyvadla se zmenší, perioda kmitů tělesa na pružině zůstane stejná.
(d) Perioda kmitů kyvadla zůstane stejná, perioda kmitů tělesa na pružině se zmenší.
(e) Perioda kmitů obou oscilátorů zůstane stejná.

Úloha 3.1.13 (uN) (t2, o3)

Na stropě kabiny stojícího výtahu je zavěšeno kyvadlo a těleso na pružině. Tyto oscilátory kmitají s periodami T_1 a T_2. Tlumení oscilátorů zanedbáváme. Jak se změní parametry těchto dvou oscilátorů, začne-li se výtah pohybovat se zrychlením směrem nahoru? Vyberte všechna správná tvrzení.

(a) Perioda kmitů tělesa na pružině se zvětší.
(b) Perioda kmitů tělesa na pružině se zmenší.
(c) Perioda kmitů tělesa na pružině zůstane stejná.
(d) Perioda kmitů kyvadla se zvětší.
(e) Perioda kmitů kyvadla se zmenší.
(f) Perioda kmitů kyvadla zůstane stejná.
(g) Dojde k posunu rovnovážné polohy tělesa na pružině.
(h) Dojde k posunu rovnovážné polohy kyvadla.

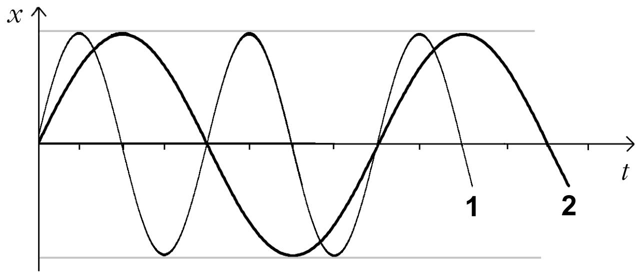
Úloha 3.1.14 (u1) (t3, o2)

Rovnice pro výchylku harmonického oscilátoru z rovnovážné polohy má tvar $\{y\} = 0{,}1 \sin 4\pi\{t\}$, kde $\{x\}$ značí číselnou hodnotu veličiny x v základních jednotlách. Jaká je perioda T těchto kmitů?

(a) $T = 0{,}1$ s
(b) $T = 0{,}5$ s
(c) $T = 1$ s
(d) $T = 2$ s
(e) perioda T z rovnice nelze určit

Úloha 3.1.15 (u1) (t1, o1)

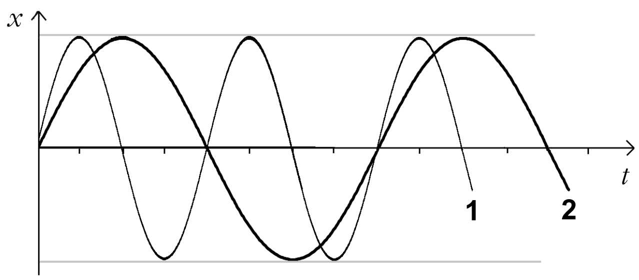
Na obrázku je časový diagram dvou kmitů označených 1 a 2. Používáme standardní označení T, f, ω, x_m pro periodu, frekvenci, úhlovou frekvenci a amplitudu. Vyberte správné tvrzení.



(a) $T_1 = 2T_2$
(b) $f_1 = f_2$
(c) $f_1 = 4f_2$
(d) $\omega_1 = 2\omega_2$
(e) $x_{m1} = 2x_{m2}$

Úloha 3.1.16 (uN) (t2, o1)

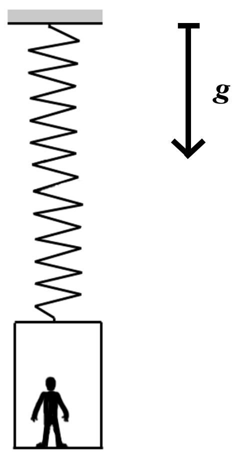
Na obrázku je časový diagram dvou kmitů označených 1 a 2. Používáme standardní označení T, f, ω, x_m pro periodu, frekvenci, úhlovou frekvenci a amplitudu. Vyberte všechna správná tvrzení



(a) $T_1 = 2T_2$
(b) $T_1 = T_2$
(c) $f_1 = 2f_2$
(d) $f_1 = f_2$
(e) $\omega_1 = 2\omega_2$
(f) $\omega_1 = \omega_2$
(g) $x_{m1} = 2x_{m2}$
(h) $x_{m1} = x_{m2}$

Úloha 3.1.17 (o) (t4, o3)
Závaží o hmotnosti 4 kg je zavěšeno na pružinu. Pružina se tím prodlouží o 16 cm, vzhledem ke své nezatížené délce. Poté závaží odstraníme a na tutéž pružinu zavěsíme závaží o hmotnosti 0,5 kg. Poté pružinu ještě poněkud protáhneme a uvolníme. Jaká bude perioda vzniklých kmitů?

Úloha 3.1.18 (o) (t4, o5)
S jakou minimální frekvencí musí kmitat kabina na obrázku, aby v kabině alespoň na okamžik nastal stav beztíže? V jaké poloze k tomu dojde? Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší polohou kabiny je 5 m.



Úloha 3.1.19 (o) (t4, o3)
Studenti v praktiku se snažili změřit velikost tíhového zrychlení g pomocí matematického kyvadla. Použili závaží o hmotnosti 5 kg a zavěsili ho na provázek o délce 2,0 m. Poté kyvadlo mírně rozhoupali a naměřili periodu kmitů $T = 3{,}1$ s. Vypočtěte, jak se výsledek, který studenti takto získali, liší od skutečné hodnoty.

Úloha 3.1.20 (o) (t4, o4)
Pružinová váha je na měřítku délky 20 cm ocejchovaná od 0 do 40 kg. Poštovní balík, který je zavěšen na váze, kmitá ve svislém směru s frekvencí 2 Hz. Určete hmotnost balíku a tuhost použité pružiny.

3.2. Mechanické vlnění

Úloha 3.2.1 (u1) (t3, o3)
Postupné mechanické vlnění je popsáno rovnicí $y = \sin 2\pi(5t - 2x)$. Vlnění, které je popsáno rovnicí $y = \sin 4\pi(5t - 2x)$ má

(a) dvojnásobnou úhlovou frekvenci a dvojnásobnou vlnovou délku,
(b) dvojnásobnou úhlovou frekvenci a stejnou vlnovou délku,
(c) poloviční úhlovou frekvenci a poloviční vlnovou délku,
(d) dvojnásobnou úhlovou frekvenci a stejnou rychlost šíření,
(e) poloviční úhlovou frekvenci a poloviční rychlost šíření.

Úloha 3.2.2 (u1) (t1, o2)
Z následujících možností vyberte tu, která nemůže nikdy nastat.

(a) Zdroj vlnění se pohybuje větší rychlostí než je rychlost šíření daného vlnění v okolním prostředí.
(b) Frekvence vlnění zaznamenaná pozorovatelem je jiná než frekvence s jakou kmitá zdroj tohoto vlnění.
(c) Vlnová délka zaznamenaná pozorovatelem je jiná než vlnová délka na jaké kmitá zdroj tohoto vlnění.
(d) Rychlost šíření vlnění nezávisí na prostředí, ve kterém se toto vlnění šíří.
(e) Rychlost šíření vlnění v daném prostředí je různá pro různé vlnové délky tohoto vlnění.

Úloha 3.2.3 (u1) (t1, o2)
Rovnice pro výchylku vlnění ve tvaru
$y = y_m \sin 2\pi(t/T - x/\lambda)$, kde x, y jsou souřadnicové osy kartézské soustavy, vyjadřuje

(a) podélné vlnění, které se šíří v kladném směru osy x,
(b) podélné vlnění, které se šíří v záporném směru osy x,
(c) příčné vlnění, které se šíří v kladném směru osy x,
(d) příčné vlnění, které se šíří v kladném směru osy y,
(e) příčné vlnění, které se šíří v záporném směru osy y.

Úloha 3.2.4 (uN) (t1, o3)
Rovnice pro výchylku vlnění má tento tvar: $y = y_m \sin 2\pi(t/T - x/\lambda)$, kde x, y jsou souřadnicové osy kartézské soustavy. Vyberte všechna správná tvrzení. Toto vlnění

(a) je podélné,
(b) je příčné,
(c) se šíří v kladném směru osy x,
(d) se šíří v kladném směru osy y,
(e) se šíří v záporném směru osy x,
(f) se šíří v záporném směru osy y,
(g) se šíří do všech směrů stejně,
(h) je stojatou vlnou v rovině xy,

Úloha 3.2.5 (u1) (t1, o2)
Dvě vlny s amplitudami A_1 a A_2 , vlnovými délkami λ_1 a λ_2 a fázovým rozdílem φ, postupují souhlasným směrem. Co musí platit, aby došlo k destruktivní interferenci těchto dvou vlnění?

(a) $\varphi = \pi/2$
(b) $A_1 = A_2$, $\varphi = 2\pi$
(c) $A_1 = A_2$, $\lambda_1 = \lambda_2$, $\varphi = \pi$
(d) $A_1 = A_2$, $\lambda_1 = \lambda_2$, $\varphi = \pi/2$
(e) $\lambda_1 = \lambda_2$, $\varphi = \pi/2$

Úloha 3.2.6 (uN) (t1, o2)
Dvě vlny s amplitudami A_1 a A_2, vlnovými délkami λ_1 a λ_2 a fázovým rozdílem φ, postupují souhlasným směrem. Vyberte z následujících možností všechny podmínky nutné k tomu, aby došlo k destruktivní interferenci těchto dvou vlnění.

(a) $A_1 = A_2$
(b) $A_1 = 2A_2$ nebo $2A_1 = A_2$
(c) $\lambda_1 = 2\lambda_2$
(d) $\lambda_1 = \lambda_2$
(e) $\varphi = \pi/4$
(f) $\varphi = \pi/2$
(g) $\varphi = \pi$
(h) $\varphi = 2\pi$
(i) $\varphi = 3\pi$

Úloha 3.2.7 (uN) (t1, o1)
Vyberte z následujících všechna podélná vlnění

(a) zvuk ve vzduchu
(b) světlo
(c) rádiové vlny
(d) vlnění na vodní hladině
(e) vlnění struny na kytaře

Úloha 3.2.8 (o) (t3, o3)
Dvě vlnění o stejné frekvenci, vlnové délce i amplitudě, postupující souhlasným směrem, mají fázový rozdíl $\pi/2$ rad. Vyjádřete amplitudu výsledné vlny A pomocí společné amplitudy A_0 obou výchozích vln.

Úloha 3.2.9 (o) (t2, o1)
Vlnění se šíří rychlostí 240 ms^{-1} a má vlnovou délku 3,2 metru. Určete periodu a frekvenci tohoto vlnění.

Úloha 3.2.10 (o) (t2, o2)
Dva body ležící na jedné přímce, podél níž se šíří vlnění, jsou ve vzájemné vzdálenosti 5 cm a kmitají s fázovým rozdílem $\pi/6$. Určete vlnovou délku a frekvenci vlnění. Rychlost šíření vlnění je 330 ms^{-1}.

Úloha 3.2.11 (o) (t3, o2)
Určete amplitudu, vlnovou délku, periodu, frekvenci, směr a rychlost šíření postupné mechanické vlny dané rovnicí $y = 3\sin(\pi t + 2x)$.

3.3. Zvukové vlnění

Úloha 3.3.1 (u1) (t3, o2)
Které z následujících zvukových vlnění, zadaných pomocí vlnové délky nebo frekvence, nemůže lidské ucho slyšet?

(a) $\lambda = 30$ m
(b) $\lambda = 3$ m
(c) $\lambda = 3$ cm
(d) $f = 100$ Hz
(e) $f = 10$ kHz

Úloha 3.3.2 (uN) (t1, o1)
Zvukové vlnění se může šířit

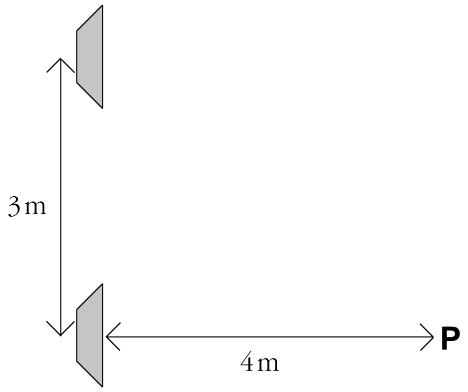
(a) ve vzduchu
(b) ve vodě
(c) ve vakuu
(d) v oceli
(e) v betonu

Úloha 3.3.3 (u1) (t2, o1)
Pozorovatel uslyšel hrom 12 sekund poté co spatřil blesk. Vzdálenost pozorovatele od místa, kde blesk udeřil je přibližně

(a) 2 km
(b) 4 km
(c) 6 km
(d) 12 km
(e) 36 km

Úloha 3.3.4 (o) (t2, o3)

Dva reproduktory jsou umístěny 3 metry od sebe na jevišti hudebního pódia pod širým nebem. Posluchač P sedí ve vzdálenosti 4 metry před jedním z reproduktorů (viz. obrázek). Hudební generátor postupně rozezní reproduktory na 5 různých frekvencích se stejnou amplitudou. Vyberte vlnovou délku zvuku, který uslyší posluchač nejslaběji.



(a) 0,25 m
(b) 0,5 m
(c) 1 m
(d) 2 m
(e) 4 m

Úloha 3.3.5 (o) (t2, o3)

Zástup vojáků pochoduje v rytmu 120 kroků za minutu podle taktu kapely, která kráčí na jeho začátku. Vojáci na konci zástupu vykračují levou nohou právě tehdy, když hudebníci vykračují pravou. Jak je zástup přibližně dlouhý? Rychlost zvuku zaokrouhlete na 340 ms^{-1}.

Úloha 3.3.6 (o) (t3, o5)

Letadlo, letící ve stálém kurzu ve výšce 5 km, prolétělo pozorovateli přímo nad hlavou. Ten zaslechl jeho zvuk, až když se nacházelo 30° nad obzorem. Určete velikost rychlosti letadla. Rychlost zvuku zaokrouhlete na 340 ms^{-1}.

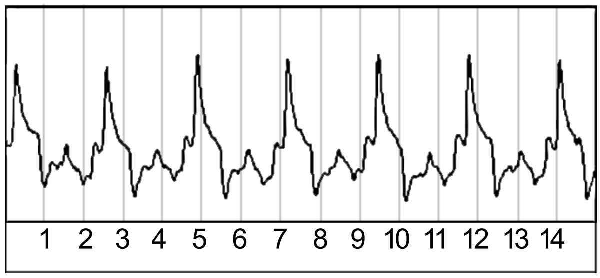
Úloha 3.2.7 (u1) (t1, o1)

Kovová struna byla zkrácena na polovinu své původní délky tak, že napětí struny zůstalo v obou případech stejné. Základní frekvence struny se tak

(a) dvakrát zmenší
(b) čtyřikrát zmenší
(c) dvakrát zvětší
(d) čtyřikrát zvětší
(e) zůstane stejná

Úloha 3.3.8 (u1) (t2, o2)

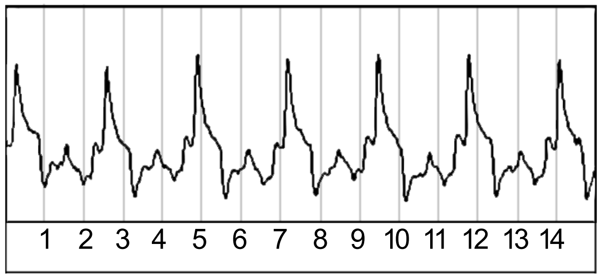
Graf ukazuje zvukový signál, který sejmul počítač z membrány hudebního mikrofonu. Jaká jednotka patří k číslům na vodorovné ose?



(a) Hertz
(b) sekunda
(c) milisekunda
(d) centimetr
(e) metr

Úloha 3.3.9 (o) (t2, o2)

Graf ukazuje zvukový signál, který sejmul počítač z membrány mikrofonu. Čísla na vodorovné ose znamenají čas v milisekundách. Určete z grafu přibližnou frekvenci zvuku. Odhadněte, o jaký tón by se mohlo jednat.



3.3. Výsledky

1.1. Fyzikální veličiny a měření

1.1.1. (d)
1.1.2. (a), (e)
1.1.3. $V = 10^9$ l
1.1.4. (c)
1.1.5. (c), (f), (g)
1.1.6. (d)
1.1.7. (b)
1.1.8. $v = 16$ ms^{-1}
1.1.9. (a), (b), (e), (g), (h)
1.1.10. $h = 70$ m
1.1.11. $x = 0{,}0847$ mm
1.1.12. $d = 29$ cm

1.2. Kinematika hmotného bodu

1.2.1. (e)
1.2.2. (c)
1.2.3. (a), (d), (e), (f), (i)
1.2.4. (a)
1.2.5. (c), (d), (e), (f)
1.2.6. (a)
1.2.7. $v = 15$ kmh^{-1}
1.2.8. (c)
1.2.9. (b), (e), (g), (i)
1.2.10. $t = 2{,}2$ s
1.2.11. (c)
1.2.12. (b), (d), (g), (h)
1.2.13. (a) Vzdálenost míčů se bude zvětšovat.
(b) Druhý míč dopadne 1 s po dopadu prvního míče.
1.2.14. (d)
1.2.15. (a), (b), (c), (g), (i)
1.2.16. (a) auto rovnoměrně projíždí zatáčkou
(b) míč svisle vyhozený do vzduchu
(c) auto nerovnoměrně projíždí zatáčkou
(d) neexistuje
(e) neexistuje
(f) těleso v klidu
(g) auto rovnoměrně projíždí zatáčkou
1.2.17. (a), (d), (f), (i)
1.2.18. (a) $t = 2d/v$
(b) $t = 2dv/(v^2 - u^2)$
(c) $t = 2d/\sqrt{v^2 - u^2}$
1.2.19. Ke srážce nedojde. V okamžiku, kdy rychlík zastaví, bude nákladní vlak ve vzdálenosti 30 m před ním.
1.2.20. $t = 0{,}2$ s
1.2.21. (a) $v = 240$ ms^{-1}
(b) $s = 4{,}7$ m

1.3. Dynamika hmotného bodu

1.3.1. (c)
1.3.2. (a)
1.3.3. (c)
1.3.4. (a) Ne.
(b), (c) Ano, například pomocí pružinové váhy
1.3.5. (a)
1.3.6. velikost g směr doprava
1.3.7. (c)
1.3.8. (b)
1.3.9. (e)
1.3.10. (a), (b), (c)
1.3.11. Síla bude dvojnásobná, plyne z 3. NZ.
1.3.12. (c)
1.3.13. (d)
1.3.14. (a), (d), (f), (h)
1.3.15. (b)
1.3.16. (b)
1.3.17. (e)
1.3.18. (b), (f), (g)
1.3.19. (e)
1.3.20. (b)
1.3.21. (e)
1.3.22. (a), (c), (e), (h)
1.3.23. $v = 50$ ms^{-1}
1.3.24. $F = 400$ N
1.3.25. Koeficient statického tření je $f_0 = \mathrm{tg}\,\alpha = 0{,}75$, statická třecí síla má velikost $F = mg \sin\alpha$ a směr rovnoběžný s nakloněnou rovinou.
1.3.26. (a), (c), (g)
1.3.27. (c)
1.3.28. (c), (f)
1.3.29. (e)
1.3.30. (c), (e), (i)
1.3.31. (e)

1.4. Mechanická práce, výkon, energie

1.4.1. (c)
1.4.2. (a), (b), (c), (i)
1.4.3. (b)
1.4.4. (d)
1.4.5. (a), (d), (e), (g), (i)
1.4.6. (a), (d), (f), (g), (h)
1.4.7. Účinnost konve je 93%.
1.4.8. W=180 kJ
1.4.9. t=40 s
1.4.10. (e)
1.4.11. (a)
1.4.12. (e)
1.4.13. f=0,27
1.4.14. η=0,9
1.4.15. (b), (e), (i)
1.4.16. v_0=200 ms^{-1}
1.4.17. F=1250 N

1.5. Gravitační pole

1.5.1. (e)
1.5.2. (e)
1.5.3. (a)
1.5.4. (c)
1.5.5. (d)
1.5.6. (b)
1.5.7. α=76°
1.5.8. (c)
1.5.9. g=11,5 ms^{-2}
1.5.10. (b)
1.5.11. m=6,4.10^{23} kg
1.5.12. T=84 min
1.5.13. (b)
1.5.14. v=7466 ms^{-1}
1.5.15. (c)
1.5.16. T=164 let

1.6. Mechanika tuhého tělesa

1.6.1. (c)
1.6.2. m_1=155 kg
1.6.3. (a) M_a=10 Nm
(b) M_b=20 Nm
(c) M_c=0 Nm
1.6.4. (e)
1.6.5. (c)
1.6.6. (a), (e), (g), (i),
1.6.7. $F_1 = mg$, $F_1 = \sqrt{2}\, mg$
1.6.8. (b)
1.6.9. (c)
1.6.10. (c)
1.6.11. (a)
1.6.12. (a)
1.6.13. E=49 MJ, t=103 min
1.6.14. v=7 ms^{-1}
1.6.15. $v=\sqrt{6gl}$

1.7. Mechanika tekutin

1.7.1. (b)
1.7.2. (e)
1.7.3. (d)
1.7.4. (b)
1.7.5. (c)
1.7.6. (b), (f), (g)
1.7.7. (e)
1.7.8. (e)
1.7.9. (c)
1.7.10. (a)
1.7.11. Hladina klesne.
1.7.12. (c)
1.7.13. (b)
1.7.14. (a), (f), (i)
1.7.15. Nejde o zlato, ρ=12 500 kg m^{-3}.
1.7.16. m=33 kg
1.7.17. Pod hladinou zůstává 90% objemu ledovce.
1.7.18. (d)
1.7.19. (a), (e), (i)
1.7.20. P=47 W
1.7.21. h=15 cm
1.7.22. (d)
1.7.23. (e)
1.7.24. (a), (d), (e), (f), (i)

3.1. Mechanické kmitání

3.1.1. (c)
3.1.2. (a), (d), (g)
3.1.3. (d)
3.1.4. (a)
3.1.5. (d)
3.1.6. $x=20\sin(2\pi\{t\}/4)$
3.1.7. (d)
3.1.8. (a)
3.1.9. (a), (d), (e), (f)
3.1.10. (c)
3.1.11. 5, 2 a 4, 1, 3
3.1.12. (c)
3.1.13. (c), (e), (g)
3.1.14. (d)
3.1.15. (d)
3.1.16. (c), (e), (h)
3.1.17. $T=0{,}28$ s
3.1.18. $f_{min}=0{,}32$ Hz
3.1.19. $g'=8{,}2$ ms^{-2}, $\Delta g=1{,}6$ ms^{-2}
3.1.20. $k=1960$ Nm^{-1}, $m=12$ kg

3.2. Mechanické vlnění

3.2.1. (d)
3.2.2. (d)
3.2.3. (c)
3.2.4. (b), (c)
3.2.5. (c)
3.2.6. (a), (d), (g), (i)
3.2.7. (a)
3.2.8. $A=\sqrt{2}A_0$
3.2.9. $T=0{,}013$ s, $f=75$ Hz
3.2.10. $\lambda=0{,}6$ m, $f=550$ Hz
3.2.11. $T=2$ s, $\lambda=1$ m, $f=0{,}5$ Hz, $A=3$ m, vlnění se šíří v záporném směru osy x.

3.3. Zvukové vlnění

3.2.1. (a)
3.2.2. (a), (b), (d), (e)
3.2.3. (b)
3.2.4. (d)
3.2.5. $d=170$ m
3.2.6. $v=2u$, kde u je rychlost zvuku
3.2.7. (c)
3.2.8. (c)
3.2.9. f je přibližně 440 Hz, tón „komorní A“

4. Hodnocení a testování vybraných úloh

4.1. Výsledky testování

Vzhledem k tomu, že se jedná o návrh úloh pro maturitu z fyziky, která je volitelná, bylo vhodné zvolit pro testování odpovídající skupinu. Proto jsem zvolil studenty, kteří navštěvují seminář z fyziky ve čtvrtém ročníku na čtyřech brněnských gymnáziích: Gymnázium Třída kpt. Jaroše (7 studentů), Gymnázium Matyáše Lercha (20 studentů), Biskupské gymnázium (13 studentů) a Gymnázium Táborská (26 studentů). Další testovanou skupinou byli posluchači fyziky v prvním semestru na Přírodovědecké fakultě MU (74 studentů). Tedy studenti, kteří maturitu nebo přijímací zkoušky z fyziky absolvovali před krátkou dobou.

Ze souboru úloh byly vytvořeny 2 testy po 8 úlohách, z nichž 7 bylo uzavřených a 1 otevřená. Pro jednoduchost byly vybrány pouze uzavřené úlohy s jednou správnou odpovědí. Na vypracování měli studenti 30 minut. Cílem bylo otestovat především některé úlohy ze souboru, nikoliv test jako celek, který by měl svou vlastní vypovídací hodnotu o znalostech studentů z vybraných oblastí.

Podstatným výsledkem jsou tedy četnosti úspěšných odpovědí na jednotlivé úlohy. Přesto bylo zajímavé vyhodnotit i úspěšnost studentů v testu. To je provedeno standardně pomocí grafu četnosti správně zodpovězených otázek. Přestože soubory testovaných studentů nebyly příliš rozsáhlé, mají oba grafy žádoucí rozložení četnosti, blížící se normálnímu rozložení se střední hodnotou rovnou přibližně polovině správných odpovědí.

Aby nebylo nutné při čtení výsledků testování listovat tam a zpět, jsou oba testy vloženy jako příloha s původním číslováním otázek 1 – 8, na které se také odkazuje hodnocení výsledků. Na další straně jsou přehledně shrnuty výsledky testování a nakonec doplnění a komentář k výsledkům jednoltivých úloh.

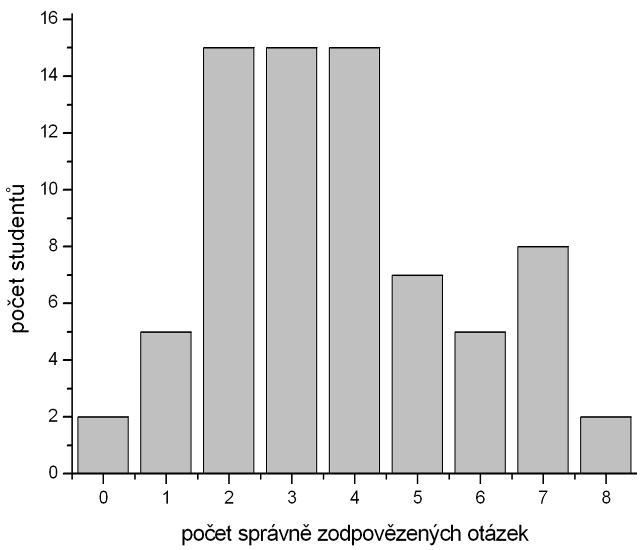
Přírodovědecká fakulta

Test 1. Podíl správných odpovědí na jednotlivé otázky. Odpovídalo celkem 74 studentů.

1	35	47%
2	46	62%
3	29	39%
4	35	47%
5	58	78%
6	38	51%
7	22	30%
8	12	16%

Test 1: Počet studentů podle počtu správně zodpovězených otázek.

0	2
1	5
2	15
3	15
4	15
5	7
6	5
7	8
8	2



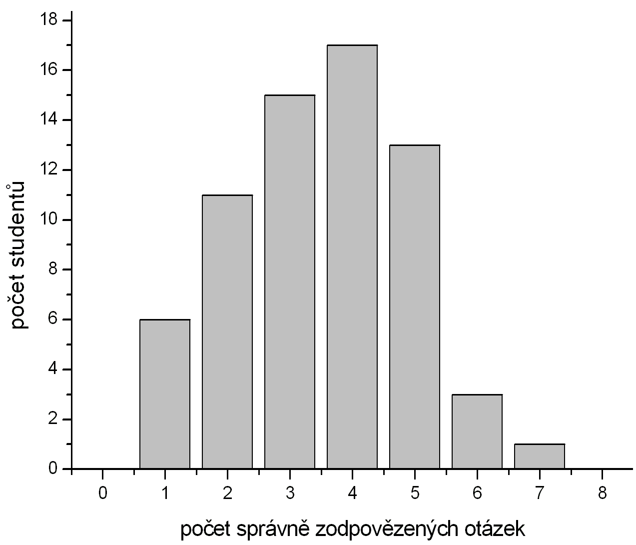
gymnázia – fyzikální semináře

Test 2. Podíl správných odpovědí na jednotlivé otázky. Odpovídalo celkem 66 studentů.

1	65	98%
2	16	24%
3	30	45%
4	36	55%
5	15	23%
6	25	38%
7	15	23%
8	29	44%

Test 2: Počet studentů podle počtu správně zodpovězených otázek.

0	0
1	6
2	11
3	15
4	17
5	13
6	3
7	1
8	0



Test 1

Úloha 1
47% správných odpovědí. Druhá nejčastější odpověď byla (a). Z toho lze vyvodit závěr, že většina z chybně odpovídajících studentů si neuvědomila, že velikost gravitačního zrychlení nezávisí jen na hmotnosti planety. Naopak fakt, že intenzita gravitačního pole ubývá s druhou mocninou vzdálenosti použila již většina studentů správně.

Úloha 2
62% správných odpovědí svědčí o tom, že i takto jednoduchá úloha dělá mnohým problémy. Odečítat údaje z jednoduchého grafu by přitom maturant z fyziky rozhodně měl zvládnout.

Úloha 3
39% správných odpovědí. Poměrně nízká úspěšnost je dána hlavně tím, že mnoho studentů určilo špatně směr, zatímco velikost zrychlení měla většina správně.

Úloha 4
47% správných odpovědí. Nízká úspěšnost (vzhledem k obtížnosti) u této úlohy poukazuje na fakt, že mnoho studentů nemá správnou představu o základních kinematických pojmech rychlosti a zrychlení jakožto vektorových veličinách.

Úloha 5
78% správných odpovědí. Přestože úloha je teoreticky velmi obtížná (ke kvantitativnímu řešení by bylo třeba užít Steinerovu větu), většina ji vyřešila správně. To svědčí o tom, že studenti mají správnou představu o pojmu momentu setrvačnosti a dokáží ji použít při kvalitativní úvaze. Druhá nejčastější odpověď byla (c).

Úloha 6
51% správných odpovědí. Tato úloha byla v podstatě „chyták“, neboť výška hladin na obrázku byla matoucí. Zřejmě proto se mnoho studentů nechalo zmást a odpovídali (a) případně (b).

Úloha 7
30% správných odpovědí. Tato úloha je pro středoškoláky obtížná a jako uzavřená byla zařazena proto, že bez složitějšího výpočtu se dá vyřešit metodou „narovnání“ problému. Takže nízká úspěšnost se, narozdíl od jiných úloh, dala očekávat.

Úloha 8
16% správných odpovědí. Úloha byla hodnocena pouze dvouhodnotově. Výsledek potvrdil, že se jedná o obtížnou úlohu, kterou zvládnou pouze nejlepší studenti.

Test 2

Úloha 1
98% správných odpovědí. Tato úloha byla zvolena tak, aby otestovala spodní hranici obtížnosti. Určit průměr z naměřených hodnot, tedy v podstatě matematickou úlohu, dokázali vyřešit všichni (1 špatná odpověď z 66).

Úloha 2
24% správných odpovědí. Úloha je asi na středoškoláky příliš obtížná. Úloha netestuje mimořádné fyzikální znalosti, ale k jejímu řešení je potřeba netriviální úvaha (rozdělit těleso na dvě stejné části, atd.), které většina studentů není schopna a s podobnou úlohou se asi na střední škole nesetkali.

Úloha 3
45% správných odpovědí. Druhá nejčastější odpověď byla (e). Z toho se dá vyvodit, že studenti znají „vzorečky“, ale nejsou schopni provést jednoduchou kvalitativní úvahu.

Úloha 4
55% správných odpovědí. Je to druhá nejvyšší úspěšnost v tomto testu, přesto byl očekáván lepší výsledek (jde o základní zákony mechaniky). Buď si studenti nepamatují Newtonovy zákony nebo neznají jejich pořadí, nebo zákony znají, ale nechápou jejich význam.

Úloha 5
23% správných odpovědí. Výsledek potvrzuje poměrně vysokou obtížnost úlohy. Zastoupeny byly všechny odpovědi přibližně stejně, což dokladuje, že studenti odpověď tipovali.

Úloha 6
38% správných odpovědí. Zde bylo rozdělení špatných odpovědí rovnoměrné. Studenti buď rovnici vlnění znali, nebo tipovali.

Úloha 7
23% správných odpovědí. Zde nepřekvapí, že druhá nejčastější odpověď byla výrazně (b). Studenti zapomněli na atmosférický tlak. Možná, že zadání je v tomto směru příliš zavádějící. Přesto je překvapivá tak nízká úspěšnost u této úlohy na úrovni základní školy.

Úloha 8
44% správných odpovědí. Úloha byla hodnocena pouze dvouhodnotově. Výsledek potvrzuje, že jde o průměrně obtížnou úlohu pro maturitní testy. K vyřešení bylo třeba kombinovat znalosti z více oblastí fyziky. Poměrně vysoká úspěšnost je dána tím, že jde o typickou středoškolskou úlohu, kterou jsou studenti zvyklí řešit.

4.2. Vzorová řešení

Vzorové řešení je uvedeno pro devět úloh, z každé kapitoly pro jednu. Úlohy jsou vybrány tak, aby zde byly vzorově vyřešeny všechny typy úloh (u1, uN, o). Součástí vzorového řešení je vždy také komentář k zaměření úlohy (jaké z požadovaných znalostí testuje).

Úloha 1.1.2 (uN) (t1, o2)

V meteorologii se množství spadlých srážek často udává v milimetrech vodního sloupce. Podobně se dá množství srážek vyjádřit také pomocí objemu vody, která dopadla na jednotkovou plochu. Víte-li, že na město dopadlo při silné bouři 50 mm srážek, vyberte z následujících všechny správné údaje. Na město dopadlo

(a) 5 centimetrů srážek
(b) 500 centimetrů srážek
(c) 0,5 metru srážek
(d) 5 litrů srážek
(e) 50 litrů na metr čtvereční srážek
(f) 50 litrů na metr krychlový srážek
(g) 50 litrů srážek

Vzorové řešení:

Úloha testuje převody jednotek a správné použití rozměru veličiny.

Z nabízených možností můžeme rovnou vyloučit všechny, které nemají rozměr délky – tedy (d), (f) a (g). Z možností (a), (b), (c) je zřejmě správná možnost (a) a zbývá již posoudit jen možnost (e). Převodem z litrů na metry dostaneme výsledek 0,05 metrů krychlových na metr čtvereční, což je po převodu na milimetry 50 mm. Tedy správné jsou možnosti (a) a (e). Úlohu lze vyřešit i na základě faktické znalosti z meteorologie, že údaje v litrech na metr čtvereční odpovídají údajům v milimetrech.

Úloha 1.2.14 (u1) (t1, o3)

Označte možnost, která nemůže nastat.

(a) Těleso se pohybuje rychlostí se stálou velikostí s nenulovým zrychlením.
(b) Těleso se pohybuje s konstantním zrychlením a směr jeho pohybu se změní v opačný.
(c) Těleso se pohybuje po kružnici a jeho zrychlení nemíří do středu kružnice.
(d) Těleso se pohybuje po kružnici a jeho zrychlení je nulové.
(e) Rychlost tělesa a jeho zrychlení jsou nulové.

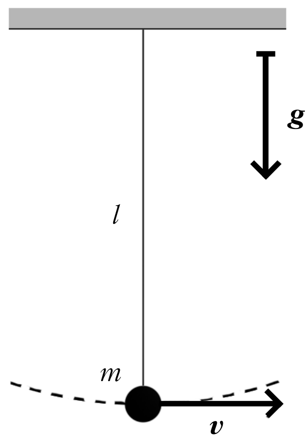
Vzorové řešení:

Při řešení této úlohy je třeba správně uvažovat o rychlosti a zrychlení jako vektorových veličinách. Úloha testuje znalost základních druhů pohybu a jejich vlastností z hlediska kinematiky.

(a) Jde o pohyb rovnoměrný křivočarý, zrychlení tělesa má tedy tečnou složku rovnu nule, normálová složka je nenulová.
(b) Jde o pohyb, při němž zrychlení tělesa má opačný směr, než jeho počáteční rychlost. Například vrh svislý vzhůru.
(c) Jde o nerovnoměrný pohyb tělesa po kružnici. Mění-li se velikost rychlosti tělesa, je jeho tečné zrychlení nenulové a zrychlení tedy nemíří do středu kružnice.
(d) Tato možnost nemůže nastat, protože při pohybu po kružnici se mění rychlost tělesa a normálová složka jeho zrychlení proto musí být nenulová.
(e) Těleso je v klidu.

Úloha 1.3.18 (uN) (t2, o3)

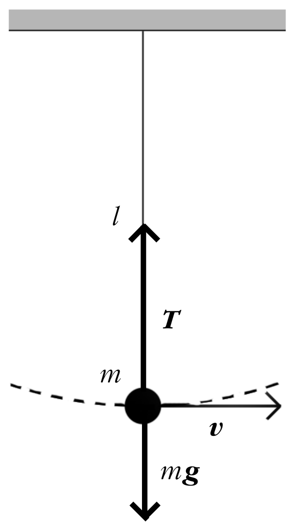
Kulička o hmotnosti m se kýve na vlákně stálé délky l v tíhovém poli Země. V okamžiku, kdy prochází nejnižší polohou, je její rychlost $\boldsymbol{v}$ (viz obrázek). Tíhové zrychlení je $\boldsymbol{g}$. Vyberte správné tvrzení.



(a) Zrychlení kuličky je nulové.
(b) Zrychlení kuličky je nenulové a směřuje svisle vzhůru.
(c) Zrychlení kuličky je nenulové a směřuje svisle dolů.
(d) Zrychlení kuličky je nenulové a má směr tečny ke kružnici, po níž se kulička pohybuje.
(e) Tahová síla, jíž působí vlákno na kuličku, je stejně velká jako tíhová síla.
(f) Velikost tahové síly, jíž působí kulička na vlákno, je větší než mg.
(g) Výslednice sil působících na kuličku směřuje svisle vzhůru.
(h) Výslednice sil působících na kuličku je vodorovná.
(i) Výslednice sil působících na kuličku má obecný směr.

Vzorové řešení:

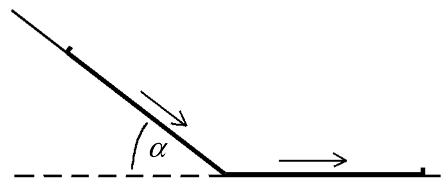
Úloha testuje správné pochopení 2. a 3. NZ a jejich použití při kvalitativním rozboru jednoduché situace. Na kuličku působí v každém okamžiku jen dvě síly – tíhová síla $m\boldsymbol{g}$ a tahová síla vlákna $\boldsymbol{T}$ (viz obrázek).



V okamžiku zachyceném na obrázku mají obě tyto síly svislý směr. Svislý směr proto musí mít i výsledná síla, působící na kuličku. Vzhledem k tomu, že kulička se pohybuje po kružnici, musí být výsledná síla nenulová. Zrychlení má podle 2. NZ vždy stejný směr jako výsledná síla, takže správná jsou tvrzení (b) a (g). Podle 3. NZ je správné ještě tvrzení (f).

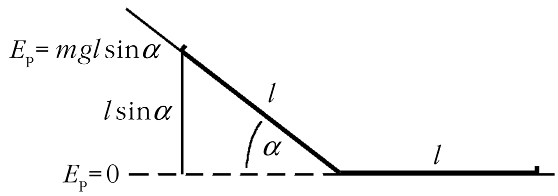
Úloha 1.4.13 (o) (t5, o4)

Lyžař se rozjíždí po svahu se sklonem α=30°, dojíždí až do zastavení po rovině. Určete součinitel smykového tření, víme-li, že po svahu i rovině ujel stejnou vzdálenost.



Vzorové řešení:

Při řešení úlohy je třeba správně použít zákon zachování energie a vztah pro práci, kterou vykoná třecí síla. Úloha také testuje schopnost efektivně řešit obecně zadanou úlohu (vhodné označení proměnných, řešení rovnice).



Označme $2l$ celkovou dráhu uraženou lyžařem a m jeho hmotnost. Zvolme nulovou hladinu potenciální energie na rovném úseku dráhy. Na počátku je celková mechanická energie lyžaře rovna jeho potenciální energii (kinetická energie je nulová):

$$E_P = mgl\sin\alpha.$$

Po zastavení je celková mechanická energie lyžaře rovna nule (kinetická i potenciální energie jsou nulové). Třecí síla působící na lyžaře během pohybu musela vykonat práci odpovídající rozdílu těchto energií

$$W = 0 - E_P = -mgl\sin\alpha.$$

Práce třecí síly v šikmém úseku byla

$$W_1 = -F_{T1}l = -fmgl\cos\alpha,$$

zatímco v rovném úseku

$$W_2 = -F_{T2}l = -fmgl\,.$$

Celkem tedy po dosazení do výrazu pro W dostaneme

$$-mgl\sin\alpha = -fmgl\cos\alpha - fmgl$$

a po úpravě

$$\sin\alpha = f\cos\alpha + f$$

vyjádříme hledaný koeficient tření

$$f = \frac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha}\,.$$

Dosadíme-li zadanou hodnotu $\alpha = 30^\circ$, dostaneme po výpočtu a zaokrouhlení $f = 0{,}27$.

Úloha 1.5.16 (o) (t2, o3)

Střední vzdálenost planety Neptun od Slunce je 30 AU. Jaká je jeho oběžná doba?

Vzorové řešení:

K rychlému vyřešení této úlohy stačí použít 3. Keplerův zákon a vyhnout se převodu na základní jednotky. Oběh Neptuna budeme srovnávat s oběhem Země, jejíž střední vzdálenost od Slunce a_Z je 1 AU a oběžná doba T_Z je 1 rok. Pak podle 3. Keplerova zákona bude pro oběžnou dobu Neptuna T a jeho střední vzdálenost od slunce a platit

$$a^3/T^2 = a_Z^3/T_Z^2$$

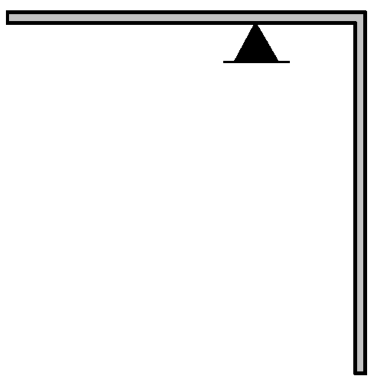
tedy hledaná doba oběhu je

$$T = T_Z\sqrt{a^3/a_Z^3}\ ,$$

což po dosazení za parametry Země, které jsou rovny jedné, a za $a = 30$ AU dává výsledek $T = 164$ let.

Úloha 1.6.5 (u1) (t3, o3)

Tenká kovová tyč délky $L = 120\,\mathrm{cm}$ byla ohnuta ve středu do pravého úhlu. V jaké vzdálenosti od bodu ohybu je třeba tyč podepřít, aby zůstala v rovnovážné poloze, znázorněné na obrázku?



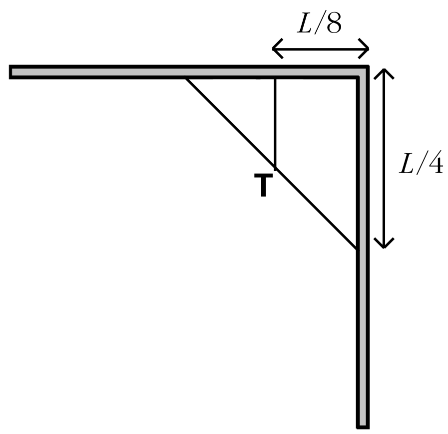
(a) 10cm
(b) 12cm
(c) 15cm
(d) 20cm
(e) Rovnovážné polohy podle obrázku není možné dosáhnout.

Vzorové řešení:

Úloha testuje použití podmínky momentové rovnováhy pro případ homogenního tělesa.
Aby bylo těleso v rovnováze, musí být výsledný moment síly vůči libovolnému pevnému bodu a tedy i vůči místu, kde je tyč podepřena, roven nule. To nastane v případě, kdy těžiště tělesa bude ležet na svislé přímce pod místem podepření, neboť tíhová síla má svislý směr. Stačí tedy určit polohu těžiště tělesa složeného ze dvou stejných homogenních tyčí. Označíme-li x vzdálenost místa podepření od místa ohybu, pak momentová rovnováha bude mít tvar

$$\frac{m}{2}x = \frac{m}{2}\left(\frac{L}{4} - x\right)$$

(levá strana představuje moment síly svislé části, pravá strana moment síly vodorovné části),
z čehož jednoduchou úpravou dostáváme výsledek $x = L/8 = 15\mathrm{cm}$.
Úlohu je také možno řešit graficky:



Z obrázku vidíme, že tyč je nutné podepřít ve vzdálenosti $L/8$ od místa ohybu. Pro hodnotu $L = 120\,\mathrm{cm}$ dostáváme výsledek 120cm/8 = 15cm.

Úloha 1.7.11 (o) (t3, o4)

V bazénu plove loďka, na dně loďky leží kámen. Vyhodíme-li kámen z loďky do bazénu, hladina vody v bazénu stoupne, klesne, nebo zůstane stejná? Svou odpověď správně fyzikálně zdůvodněte.

Vzorové řešení:

Úloha testuje schopnost aplikace Archimédova zákona při kvalitativní úvaze.

Nejprve je třeba si uvědomit, že ponořená tělesa ovlivňují výšku hladiny v nádobě tím, jaký je objem ponořených částí těles v jednotlivých případech.

Označme m_L hmotnost loďky, m_K hmotnost kamene a ρ_K jeho hustotu. Hustota vody nechť je ρ. Hledaný objem ponořených částí těles V_P, určíme lehce z rovnováhy tíhové a vztlakové síly. V případě, kdy je kámen v loďce, platí

$$(m_L + m_K)g = V_{P1}\rho g$$

z toho plyne po úpravě

$$V_{P1} = (m_L + m_K)/\rho = m_L/\rho + m_K/\rho$$

Po vyhození kamene z loďky bude objem ponořené části loďky m_L/ρ a objem ponořeného kamene m_K/ρ_K. Dohromady tedy

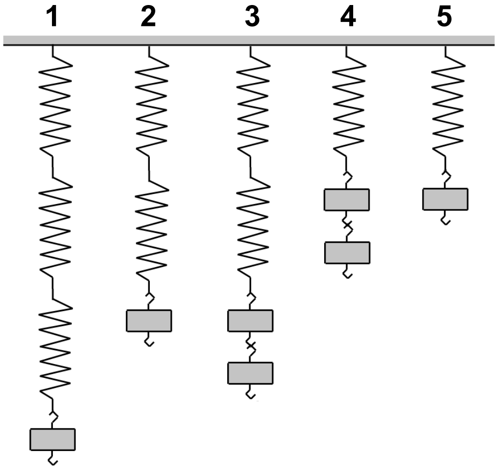
$$V_{P2} = m_L/\rho + m_K/\rho_K$$

Vzhledem k tomu, že hustota kamene je větší než hustota vody, je vytlačený objem po vyhození kamene menší ($V_{P1} > V_{P2}$). Proto hladina vody poklesne.

Správné řešení úlohy nemusí obsahovat zde provedený přesný výpočet, stačí správné kvalitativní vysvětlení.

Úloha 3.1.10 (u1) (t3, o4)

Pět oscilátorů na obrázku je sestaveno ze stejných pružin a stejných závaží. Vyberte oscilátor, který bude kmitat s nejmenší frekvencí.



(a) 1
(b) 2
(c) 3
(d) 4
(e) 5

Vzorové řešení:

Při řešení úlohy je třeba si uvědomit, že tuhost pružiny, vzniklé spojením n pružin o tuhosti k za sebe, je $K = k/n$. Podobně pro celkovou hmotnost p stejných závaží platí $M = pm$, kde m je hmotnost jednoho závaží. Pak stačí jen použít vztah pro závislost frekvence kmitů na tuhosti pružiny a hmotnosti závaží

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\sqrt{K/M}}{2\pi} = \frac{\sqrt{k/pnm}}{2\pi}.$$

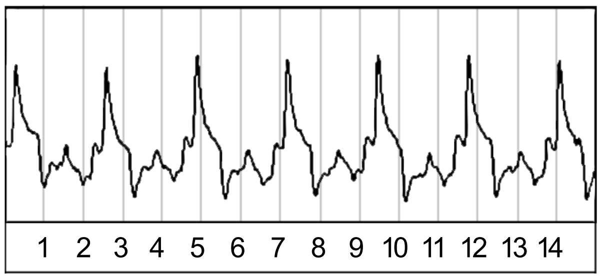
Ze vztahu vidíme, že s nejmenší frekvencí bude kmitat oscilátor s největším součinem pn, to je oscilátor číslo 3. Jeho frekvence bude

$$f = \frac{\sqrt{k/4m}}{2\pi}.$$

Úlohu je také možné správně vyřešit na základě praktické zkušenosti s pokusy s pružinami a závažími.

Úloha 3.3.9 (o) (t2, o2)

Graf ukazuje zvukový signál, který sejmul počítač z membrány mikrofonu. Čísla na vodorovné ose znamenají čas v milisekundách. Určete z grafu přibližnou frekvenci zvuku. Odhadněte, o jaký tón by se mohlo jednat.



Vzorové řešení:

Jde o praktickou úlohu, která testuje schopnost určit parametry zvuku z jeho časového záznamu a obecnou schopnost odečítat správně z grafu.

Nejprve určíme z grafu přibližnou hodnotu periody zvuku. Pro větší přesnost odečteme délku pěti period, která je asi 11,5 ms. Po vydělení 5 dosteneme periodu T=2,3 ms. Tedy frekvence $f = 1/T$=435 Hz. Mohlo by se tedy jednat o základní tón A=440 Hz.

5. Závěr

Tato práce obsahuje celkem 176 úloh z oblastí mechaniky a mechanického kmitání a vlnění, formulovaných za základě vlastního návrhu katalogu požadavků. Z toho 16 úloh bylo otestováno ve skupině 70 studentů zaměřených na studium fyziky. Vybrané úlohy by mohly být použity pro společnou část maturitní zkoušky z fyziky a poskytnuty Centru pro reformu maturitních zkoušek (CERMAT) s cílem rozšíření „databanky“ úloh.

Literatura

[1] Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004, MŠMT ČR, 5. 10. 2000 pod č.j. 28636/2000-2.

[2] Bednařík, M. a kol.: Fyzika pro gymnázia – Mechanika, Prometheus, Praha, 1993.

[3] Lepil, O. a kol.: Fyzika pro gymnázia – Mechanické kmitání a vlnění, Pometheus, Praha, 1994.

[4] Šantavý, I.: Mechanika, SPN, Praha, 1993.

[5] Čáp, M.: Testy z fyziky pro gymnázia, diplomová práce, PřF MU Brno, 1996.

[6] Halliday, D. a kol.: Fyzika (překlad z anglického originálu Fundamentals of Physics, 5. vyd., Wiley & sons, 1997), Prometheus Praha a VUTIUM Brno, 2001.

[7] Macháček, M.: Sbírka úloh – Fyzika, ústav pro informace ve vzdělávání a nakladatelství TAURIS, Praha, 2001.

[8] Lepil, O. a kol.:Fyzika – Sbírka úloh pro střední školy, Prometheus, Praha, 1995.