

# MATURITA Z FYZIKY

Metodická príručka pre učiteľa  
na prípravu maturitnej skúšky z fyziky



Rozmnožovanie a šírenie tohto diela alebo jeho častí akýmkoľvek spôsobom bez výslovného písomného súhlasu vydavateľa je porušením autorského zákona.

## **MATURITA Z FYZIKY**

**Metodická príručka pre učiteľa na prípravu maturitnej skúšky z fyziky**

### **Editor:**

Mgr. Peter Kelecsényi, PhD.  
Národný inštitút vzdelávania a mládeže

### **Autorský kolektív:**

PaedDr. Jozef Beňuška, PhD.  
Mgr. Pavol Kelecsényi  
PaedDr. Mariana Páleníková

### **Recenzent:**

PaedDr. Ivana Pichaničová, PhD.

### **Jazyková úprava:**

Mgr. Pavol Kelecsényi

### **Grafická úprava:**

Lucia Vecseiiová

### **Druhé vydanie, 2025**

Počet strán: 122

Vydal: © Národný inštitút vzdelávania  
a mládeže, Bratislava, 2025

**ISBN 978-80-565-1525-9**

# OBSAH

|                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ÚVOD</b>                                                                                                 | <b>5</b>  |
| <b>1. LEGISLATÍVA</b>                                                                                       | <b>6</b>  |
| <b>2. PRÍKLADY MATURITNÝCH ÚLOH</b>                                                                         | <b>32</b> |
| <b>2.1 Kinematika</b>                                                                                       | <b>32</b> |
| 2.1.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Kinematika                                           | 32        |
| 2.1.2 Štruktúrované úlohy<br>Kinematika                                                                     | 33        |
| 2.1.3 Experimentálne úlohy<br>Kinematika                                                                    | 35        |
| <b>2.2 Dynamika</b>                                                                                         | <b>38</b> |
| 2.2.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Dynamika                                             | 38        |
| 2.2.2 Štruktúrované úlohy<br>Dynamika                                                                       | 39        |
| 2.2.3 Experimentálne úlohy<br>Dynamika                                                                      | 41        |
| <b>2.3 Gravitačné pole</b>                                                                                  | <b>44</b> |
| 2.3.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Gravitačné pole                                      | 44        |
| 2.3.2 Štruktúrované úlohy<br>Gravitačné pole                                                                | 45        |
| 2.3.3 Experimentálne úlohy<br>Gravitačné pole                                                               | 46        |
| <b>2.4 Práca a energia</b>                                                                                  | <b>47</b> |
| 2.4.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Práca a energia                                      | 47        |
| 2.4.2 Štruktúrované úlohy<br>Práca a energia                                                                | 48        |
| 2.4.3 Experimentálne úlohy<br>Práca a energia                                                               | 50        |
| <b>2.5 Mechanika tuhého telesa</b>                                                                          | <b>52</b> |
| 2.5.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Mechanika tuhého telesa                              | 52        |
| 2.5.2 Štruktúrované úlohy<br>Mechanika tuhého telesa                                                        | 54        |
| 2.5.3 Experimentálne úlohy<br>Mechanika tuhého telesa                                                       | 56        |
| <b>2.6 Mechanika kvapalín a plynov</b>                                                                      | <b>58</b> |
| 2.6.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Mechanika kvapalín a plynov                          | 58        |
| 2.6.2 Štruktúrované úlohy<br>Mechanika kvapalín a plynov                                                    | 59        |
| 2.6.3 Experimentálne úlohy<br>Mechanika kvapalín a plynov                                                   | 60        |
| <b>2.7 Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky</b>                                             | <b>62</b> |
| 2.7.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky | 62        |
| 2.7.2 Štruktúrované úlohy<br>Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky                           | 63        |
| 2.7.3 Experimentálne úlohy<br>Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky                          | 65        |
| <b>2.8 Štruktúra a vlastnosti plynov</b>                                                                    | <b>66</b> |
| 2.8.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Štruktúra a vlastnosti plynov                        | 66        |
| 2.8.2 Štruktúrované úlohy<br>Štruktúra a vlastnosti plynov                                                  | 67        |
| 2.8.3 Experimentálne úlohy<br>Štruktúra a vlastnosti plynov                                                 | 69        |
| <b>2.9 Štruktúra a vlastnosti pevných látok</b>                                                             | <b>70</b> |
| 2.9.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Štruktúra a vlastnosti pevných látok                 | 70        |
| 2.9.2 Štruktúrované úlohy<br>Štruktúra a vlastnosti pevných látok                                           | 71        |
| 2.9.3 Experimentálne úlohy<br>Štruktúra a vlastnosti pevných látok                                          | 72        |

|                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>2.10 Štruktúra a vlastnosti kvapalín</b>                                                         | <b>73</b>  |
| 2.10.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Štruktúra a vlastnosti kvapalín             | 73         |
| 2.10.2 Štruktúrované úlohy<br>Štruktúra a vlastnosti kvapalín                                       | 74         |
| 2.10.3 Experimentálne úlohy<br>Štruktúra a vlastnosti kvapalín                                      | 76         |
| <b>2.11 Premeny skupenstva látok</b>                                                                | <b>78</b>  |
| 2.11.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Premeny skupenstva látok                    | 78         |
| 2.11.2 Štruktúrované úlohy<br>Premeny skupenstva látok                                              | 80         |
| 2.11.3 Experimentálne úlohy<br>Premeny skupenstva látok                                             | 81         |
| <b>2.12 Elektrický náboj a elektrické pole</b>                                                      | <b>82</b>  |
| 2.12.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Elektrický náboj a elektrické pole          | 82         |
| 2.12.2 Štruktúrované úlohy<br>Elektrický náboj a elektrické pole                                    | 83         |
| 2.12.3 Experimentálne úlohy<br>Elektrický náboj a elektrické pole                                   | 84         |
| <b>2.13 Elektrický prúd</b>                                                                         | <b>86</b>  |
| 2.13.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Elektrický prúd                             | 86         |
| 2.13.2 Štruktúrované úlohy<br>Elektrický prúd                                                       | 87         |
| 2.13.3 Experimentálne úlohy<br>Elektrický prúd                                                      | 89         |
| <b>2.14 Stacionárne a nestacionárne magnetické pole</b>                                             | <b>92</b>  |
| 2.14.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Stacionárne a nestacionárne magnetické pole | 92         |
| 2.14.2 Štruktúrované úlohy<br>Stacionárne a nestacionárne magnetické pole                           | 94         |
| 2.14.3 Experimentálne úlohy<br>Stacionárne a nestacionárne magnetické pole                          | 96         |
| <b>2.15 Striedavý prúd</b>                                                                          | <b>99</b>  |
| 2.15.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Striedavý prúd                              | 99         |
| 2.15.2 Štruktúrované úlohy<br>Striedavý prúd                                                        | 100        |
| 2.15.3 Experimentálne úlohy<br>Striedavý prúd                                                       | 102        |
| <b>2.16 Mechanické kmitanie</b>                                                                     | <b>104</b> |
| 2.16.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Mechanické kmitanie                         | 104        |
| 2.16.2 Štruktúrované úlohy<br>Mechanické kmitanie                                                   | 106        |
| 2.16.3 Experimentálne úlohy<br>Mechanické kmitanie                                                  | 109        |
| <b>2.17 Vlnenie</b>                                                                                 | <b>111</b> |
| 2.17.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Vlnenie                                     | 111        |
| 2.17.2 Štruktúrované úlohy<br>Vlnenie                                                               | 113        |
| 2.17.3 Experimentálne úlohy<br>Vlnenie                                                              | 115        |
| <b>2.18 Základy fyziky mikrosveta</b>                                                               | <b>118</b> |
| 2.18.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu<br>Základy fyziky mikrosveta                   | 118        |
| 2.18.2 Štruktúrované úlohy<br>Základy fyziky mikrosveta                                             | 119        |
| 2.18.3 Experimentálne úlohy<br>Základy fyziky mikrosveta                                            | 120        |

# ÚVOD

Predmet fyzika patrí do vzdelávacej oblasti Človek a príroda. Spolu s chémiou a biológiou sa podieľa na rozvíjaní prírodovednej gramotnosti žiaka tak, aby využíval nadobudnuté vedomosti, bol schopný klásť otázky a na základe dôkazov vyvodzoval závery, ktoré vedú k porozumeniu prírodných vied. Žiak prostredníctvom fyzikálneho vzdelávania získa vedomosti potrebné aj k osobným rozhodnutiam v občianskych a kultúrnych záležitostiach, ktoré súvisia s lokálnymi aj globálnymi problémami, ako sú zdravie, životné prostredie, technický pokrok a podobne. Rovnako dôležité je, aby pochopil kultúrne, spoločenské a historické vplyvy na rozvoj vedy a techniky. Fyzika prináša množstvo nových poznatkov a svojou experimentálnou povahou umožňuje žiakom klásť si otázky a hľadať odpovede, aplikovať rôzne postupy, metódy a techniky pri riešení problémov, rozvíjať spôsobilosti vedeckej práce, rozvíjať tvorivé a kritické myslenie, pri argumentácii a zdôvodňovaní uvažovať aj o environmentálnych, etických, ekonomických a politických aspektoch, kriticky hodnotiť informácie a ich zdroje.

Cieľové požiadavky vymedzujú vedomosti a zručnosti, ktoré majú žiaci počas štúdia nadobudnúť a preukázať na maturitnej skúške. Nevychádzajú iba z obsahového a výkonového štandardu stanoveného štátnym vzdelávacím programom (ŠVP), ale sú rozšírené o vybrané témy a zručnosti, ktoré sú východiskom pre ďalšie štúdium fyziky. Štandardy v štátnom vzdelávacom programe určujú iba všeobecný základ pre všetkých žiakov. Ich splnenie nie je postačujúcou prípravou na maturitnú skúšku, je pre ňu len východiskom. Nadobudnutie vedomostí a zručností vymedzených v Cieľových požiadavkách na maturantov z fyziky vyžaduje špeciálne zameranú prípravu v rámci vhodne koncipovaných rozširujúcich hodín fyziky a voliteľných predmetov obsahovo a tematicky blízkych fyzike, ktoré škola ponúkne v školských vzdelávacích programoch hlavne v posledných dvoch ročníkoch. Súčasťou maturitných zadaní školy môžu byť aj úlohy a témy, ktoré nie sú uvedené v ŠVP, ale škola si ich v rámci svojej profilácie zaradila do školského vzdelávacieho programu.

Táto publikácia môže byť pomôckou pre učiteľov pripravujúcich maturantov a maturitnú skúšku. Sumarizuje všetky podklady potrebné k maturitnej skúške (MS) z fyziky (s platnosťou od januára 2025), začínajúc legislatívou, cez podrobnosti o spôsobe konania maturitnej skúšky, cieľové požiadavky a ukážky úloh maturitných zadaní.

Texty citované z legislatívy sú podfarbené. Časti týkajúce sa priamo fyziky sú modrým písmom.

# 1. LEGISLATÍVA

K ukončovaniu štúdia v stredných školách bolo schválených niekoľko oficiálnych dokumentov. Patria medzi ne zákon a vyhláška Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky (MŠVVaŠ SR) a dokumenty schválené MŠVVaŠ SR vydané Štátnym pedagogickým ústavom (v súčasnosti Národný inštitút vzdelávania a mládeže NIVaM).

Aktuálne, od školského roka 2024/2025, sú k maturitnej skúške platné tieto dokumenty:

- 1. Zákon č. 245/2008** Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky z 22. mája 2008 o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov;
- 2. Vyhláška č. 224/2022** Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky z 15. júna 2022 o strednej škole;
- 3. Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky** platné od školského roka 2018/2019.

Znenie najpotrebnejších častí uvedených dokumentov citujeme v ďalšej časti.

## 1.

Rámec ukončovania štúdia v stredných školách určuje šiesta časť **školského zákona č. 245/2008** pod názvom UKONČOVANIE VÝCHOVY A VZDELÁVANIA V STREDNÝCH ŠKOLÁCH, § 72 – § 93.

Celé aktuálne znenie zákona je uvedené na:

✓ <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2008-245>

V nasledujúcich odsekoch uvádzame najdôležitejšie časti zákona súvisiace s maturitnou skúškou z fyziky.

**Zákon č. 245/2008** Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky z 22. mája 2008 o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov

## § 74

### Maturitná skúška

- (1) Cieľom maturitnej skúšky je overenie vedomostí a zručností žiakov v rozsahu učiva určeného katalógom cieľových požiadaviek a overenie toho, ako sú žiaci pripravení používať získané kompetencie v ďalšom štúdiu alebo pri výkone povolání a odborných činností, na ktoré sa pripravujú.
- (4) Žiak môže vykonať internú časť maturitnej skúšky okrem jej písomnej formy a praktickej časti odbornej zložky maturitnej skúšky, ak úspešne ukončil príslušný ročník, v ktorom sa ukončil rámcový učebný plán príslušného vyučovacieho predmetu v školskom vzdelávacom programe...
- (5) Žiak môže konať maturitnú skúšku len z vyučovacích predmetov okrem výchovných vyučovacích predmetov, najmä hudobná výchova, výtvarná výchova, etická výchova, uvedených v učebnom pláne školy, v ktorých sa vzdelával.
- (7) Žiak môže dobrovoľne konať maturitnú skúšku aj z ďalších predmetov. Vykonaním dobrovoľnej maturitnej skúšky sa rozumie aj absolvovanie len externej časti maturitnej skúšky, internej časti maturitnej skúšky, jednej z foriem internej časti maturitnej skúšky alebo ich kombinácie.
- (8) V školách alebo v triedach s bilingválnym vzdelávaním, v ktorých sa vzdelávanie riadi medzinárodnou dohodou, sa maturitná skúška vykonáva podľa tejto dohody a podľa vykonávacieho protokolu.
- (9) V školách alebo v triedach, v ktorých sa vyučuje podľa medzinárodných programov podľa § 7 ods. 6, sa maturitná skúška vykonáva podľa pravidiel príslušného medzinárodného programu.

## § 86

### Klasifikácia a hodnotenie ukončovania štúdia

- (1) Klasifikácia žiaka na maturitnej skúške sa vyjadruje percentom úspešnosti, stupňom klasifikácie alebo percentom úspešnosti s príslušným percentilom.
- (7) Ak žiak neuspel na maturitnej skúške z dobrovoľného predmetu maturitnej skúšky, táto skutočnosť nemá vplyv na úspešné vykonanie maturitnej skúšky a na vysvedčení o maturitnej skúške sa neuvádza.

## 2.

Vyhláška č. 318/2008 Ministerstva školstva Slovenskej republiky z 23. júla 2008 o ukončovaní štúdia na stredných školách v znení neskorších predpisov bola v roku 2022 nahradená § 10 – § 28 vo **vyhláške č. 224/2022** Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky o strednej škole.

Celé aktuálne znenie vyhlášky je uvedené na:

✓ <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2022-224>

V nasledujúcich odsekoch uvádzame časti potrebné k maturitnej skúške z predmetu fyzika: okrem relevantných paragrafov aj Prílohu č. 2, v ktorej I. ČASŤ uvádza formu maturitnej skúšky z jednotlivých predmetov a III. ČASŤ uvádza všeobecné pokyny na vykonávanie ústnej formy internej časti maturitnej skúšky. Texty priamo súvisiace s MS z fyziky sú vyznačené modrým písmom.

**Vyhláška č. 224/2022** Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky z 15. júna 2022 o strednej škole

## § 10

### Maturitná skúška

- (1) Maturitnú skúšku možno vykonať len z predmetov uvedených v I. časti prílohy č. 2.
- (2) Maturitnú skúšku možno dobrovoľne vykonať aj z ďalších predmetov uvedených v I. časti prílohy č. 2, ak sú súčasťou príslušného vzdelávacieho programu v odbore vzdelávania, v ktorom sa žiak vzdelával.
- (3) Ak žiakovi so zdravotným znevýhodnením neumožňuje jeho zdravotné znevýhodnenie vykonať maturitnú skúšku bez úprav, maturitná skúška sa vykonáva podľa upravených podmienok podľa § 16.
- (5) Ústna forma internej časti maturitnej skúšky sa vykonáva podľa III. časti prílohy č. 2 a pre jednotlivé predmety podľa katalógu cieľových požiadaviek.

## § 12

### Skladba predmetov maturitnej skúšky v gymnáziu

- (1) Maturitná skúška v gymnáziu sa skladá zo štyroch predmetov, ak odsek 5, 6 alebo odsek 7 neustanovuje inak.
- (2) Predmetmi maturitnej skúšky v gymnáziu sú
  - a) slovenský jazyk a literatúra,
  - b) povinný predmet zo skupiny predmetov cudzí jazyk a
  - c) **voliteľný predmet zo skupiny prírodovedných, spoločenskovedných alebo ostatných predmetov podľa I. časti prílohy č. 2 a**
  - d) **ďalší voliteľný predmet.**
- (3) Predmetmi maturitnej skúšky v gymnáziu s vyučovacím jazykom národnostnej menšiny sú
  - a) jazyk národnostnej menšiny a literatúra,
  - b) slovenský jazyk a slovenská literatúra alebo slovenský jazyk a literatúra,
  - c) **voliteľný predmet zo skupiny prírodovedných, spoločenskovedných alebo ostatných predmetov podľa I. časti prílohy č. 2.**
- (4) Predmetmi maturitnej skúšky v študijnom odbore gymnázium so zameraním „matematika“ sú
  - a) slovenský jazyk a literatúra,
  - b) povinný predmet zo skupiny predmetov cudzí jazyk,
  - c) matematika a
  - d) **jeden voliteľný predmet.**
- (5) Predmetmi maturitnej skúšky v študijnom odbore gymnázium so zameraním „matematika“ s vyučovacím jazykom národnostnej menšiny sú
  - a) jazyk národnostnej menšiny a literatúra,
  - b) slovenský jazyk a slovenská literatúra alebo slovenský jazyk a literatúra,
  - c) povinný predmet zo skupiny predmetov cudzí jazyk,
  - d) matematika a
  - e) **jeden voliteľný predmet.**

- (6) Predmetmi maturitnej skúšky pre triedu gymnázia s päťročným vzdelávacím programom bilíngválneho vzdelávania sú
- a) slovenský jazyk a literatúra,
  - b) druhý vyučovací jazyk,
  - c) **voliteľný predmet zo skupiny prírodovedných, spoločenskovedných alebo ostatných predmetov podľa I. časti prílohy č. 2 a**
  - d) **jeden až tri voliteľné predmety; jeden z predmetov je v druhom vyučovacom jazyku.**
- (7) Predmetmi maturitnej skúšky pre triedu gymnázia s osemročným vzdelávacím programom bilíngválneho vzdelávania sú
- a) slovenský jazyk a literatúra,
  - b) druhý vyučovací jazyk,
  - c) **voliteľný predmet zo skupiny prírodovedných, spoločenskovedných alebo ostatných predmetov podľa I. časti prílohy č. 2 a**
  - d) **jeden až tri voliteľné predmety; jeden z predmetov je v druhom vyučovacom jazyku.**
- (10) Ústna forma internej časti maturitnej skúšky z predmetov podľa odseku 6 písm. c) a d) a podľa odseku 7 písm. c) a d) sa vykonáva po ukončení piateho ročníka štúdia.
- (13) Jedným voliteľných predmetov podľa odseku 2 písm. c), d) odseku 3 písm. d), odseku 4 písm. d) alebo odseku 5 písm. e) je vyučovací predmet, v ktorom mal žiak súčet týždenných hodinových dotácií počas štúdia najmenej šesť vyučovacích hodín. V súčte týždenných hodinových dotácií sa zohľadňuje aj hodinová dotácia z predmetu rovnakého zamerania.

## § 13

### **Skladba predmetov maturitnej skúšky v strednej odbornej škole, strednej športovej škole, škole umeleckého priemyslu a konzervatóriu**

- (5) Predmetmi maturitnej skúšky v strednej športovej škole v študijnom odbore športové gymnázium sú
- a) slovenský jazyk a literatúra,
  - b) povinný predmet zo skupiny predmetov cudzí jazyk, a
  - c) **voliteľný predmet zo skupiny prírodovedných, spoločenskovedných alebo ostatných predmetov podľa I. časti prílohy č. 2 a**
  - d) **d'alší voliteľný predmet.**
- (6) Predmetmi maturitnej skúšky v strednej športovej škole s vyučovacím jazykom národnostnej menšiny v študijnom odbore športové gymnázium sú
- a) jazyk národnostnej menšiny a literatúra,
  - b) slovenský jazyk a slovenská literatúra alebo slovenský jazyk a literatúra,
  - c) povinný predmet zo skupiny predmetov cudzí jazyk a
  - d) **voliteľný predmet zo skupiny prírodovedných, spoločenskovedných alebo ostatných predmetov podľa I. časti prílohy č. 2.**

## § 15

### **Organizácia maturitnej skúšky**

- (1) Interná časť maturitnej skúšky v jednotlivých predmetoch maturitnej skúšky okrem jej písomnej formy sa môže konať
- a) **ústnou formou,**
  - b) praktickou formou,
  - c) predvedením komplexnej úlohy alebo umeleckého výkonu,
  - d) obhajobou komplexnej odbornej práce, projektu alebo úspešnej súťažnej práce,
  - e) realizáciou a obhajobou experimentu alebo
  - f) kombináciou foriem podľa písmen a) až e).

- (5) Maturitná skúška sa vykonáva v jazyku, v ktorom sa príslušný predmet vyučoval.
- (6) Pri ústnej forme internej časti maturitnej skúšky sa žrebuje jedno zo schválených zadaní.
- (7) Maturitné zadania jednotlivých predmetov ústnej formy internej časti maturitnej skúšky, s uvedením zoznamu pomôcok, ktoré môže žiak používať, a témy jednotlivých častí teoretickej časti odbornej zložky maturitnej skúšky a praktickej časti odbornej zložky maturitnej skúšky s uvedením pomôcok, ktoré môže žiak používať, **schvaľuje riaditeľ na návrh predsedu predmetovej komisie do 31. marca; návrh predkladá predseda predmetovej komisie riaditeľovi do 15. marca.**
- (14) Maturitná skúška z jednotlivých predmetov okrem jej externej časti a písomnej formy internej časti sa vykonáva pred predmetovou maturitnou komisiou. V jednom vyučovacom dni možno pred jednou predmetovou maturitnou komisiou vyskúšať najviac 18 žiakov; v osobitnom odôvodnenom prípade po predchádzajúcom prerokovaní pedagogickou radou najviac 24 žiakov.
- (15) Čas vyčlenený pre jednotlivé časti a predmety maturitnej skúšky je uvedený v I. časti prílohy č. 2. Ak ide o žiaka, ktorý je cudzincom, čas konania jednotlivých častí maturitnej skúšky sa upravuje podľa VI. časti prílohy č. 2.
- (16) Pri konaní maturitnej skúšky je jednou hodinou maturitnej skúšky 60 minút.

## § 16

### Upravené podmienky maturitnej skúšky pre žiakov so zdravotným znevýhodnením

- (1) Podľa upravených podmienok môže maturitnú skúšku vykonať
  - a) žiak strednej školy pre žiakov so zdravotným znevýhodnením,
  - b) žiak špeciálnej triedy alebo
  - c) žiak so zdravotným znevýhodnením vzdelávaný v triede strednej školy spolu s ostatnými žiakmi.
- (6) Úpravy podmienok maturitnej skúšky sú podľa druhu zdravotného znevýhodnenia uvedené v V. časti prílohy č. 2. Ak je žiak so zdravotným znevýhodnením cudzincom, vzťahujú sa naňho zároveň aj úpravy podmienok maturitnej skúšky uvedené v VI. časti prílohy č. 2.
- (7) Žiadosť o úpravu podmienok maturitnej skúšky je prílohou prihlášky na maturitnú skúšku.

## § 17

### Hodnotenie maturitnej skúšky

- (4) Hodnotenie ústnej formy internej časti maturitnej skúšky sa vyjadruje klasifikačným stupňom.
- (8) Každá úloha v maturitnom zadaní ústnej formy internej časti maturitnej skúšky sa hodnotí samostatne.
- (9) Predmet maturitnej skúšky má v maturitnom zadaní najmenej dve úlohy vyjadrené ich podielom na celkovom hodnotení. Celkovým hodnotením ústnej formy internej časti maturitnej skúšky z príslušného predmetu je klasifikačný stupeň, ktorý sa vypočíta ako vážený priemer klasifikačných stupňov z odpovedí na jednotlivé úlohy maturitného zadania. Vážený priemer sa zaokrúhľuje na celé číslo. Vážený priemer vyjadrený číslom s desatinnou časťou najviac 0,5 sa zaokrúhľuje na celé číslo nadol a vážený priemer vyjadrený číslom s desatinnou časťou viac ako 0,5 sa zaokrúhľuje na celé číslo nahor.
- (12) Žiak úspešne vykoná maturitnú skúšku z predmetu, ktorý nemá externú časť maturitnej skúšky a nemá písomnú formu internej časti maturitnej skúšky, ak jeho klasifikačný stupeň z ústnej formy internej časti maturitnej skúšky nie je horší ako 4 – dostatočný.

## § 35

### Zrušovacie ustanovenia

Zrušujú sa

- 1. vyhláška Ministerstva školstva Slovenskej republiky č. 318/2008 Z. z. o ukončovaní štúdia na stredných školách v znení vyhlášky č. 209/2011 Z. z., vyhlášky č. 157/2013 Z. z., vyhlášky č. 113/2015 Z. z. a vyhlášky č. 142/2018 Z. z.

**Príloha č. 2 k vyhláske č. 224/2022 Z. z.****SPÔSOB A FORMA KONANIA MATURITNEJ SKÚŠKY****I. ČASŤ****FORMY MATURITNEJ SKÚŠKY Z JEDNOTLIVÝCH PREDMETOV**

| Por. | Predmet | Úroveň | Časť    |                     |          |         |
|------|---------|--------|---------|---------------------|----------|---------|
|      |         |        | Externá | Interná a jej formy |          |         |
|      |         |        |         | Písomná             | Ústna    |         |
|      |         |        |         |                     | príprava | odpoveď |
|      | fyzika  |        | –       | –                   | 20´      | 20´     |

**III. ČASŤ****VŠEOBECNÉ POKYNY NA VYKONÁVANIE ÚSTNEJ FORMY INTERNEJ ČASTI MATURITNEJ SKÚŠKY**

- Ústnu formu internej časti maturitnej skúšky tvorí ústna odpoveď žiaka pred predmetovou maturitnou komisiou, pričom si žiak žrebuje jedno zo schválených maturitných zadanií.
- Maturitné zadania a úlohy v nich možno schváliť, ak sú v súlade s katalógom cieľových požiadaviek pre príslušný predmet maturitnej skúšky.
- Každé maturitné zadanie tvoria dve samostatné úlohy alebo tri samostatné úlohy z viacerých tematických okruhov, podľa možností a charakteru predmetu maturitnej skúšky.
- Obsah maturitných zadanií zohľadňuje aj čas určený na trvanie maturitnej skúšky pozostávajúcej z prípravy a odpovede.
- Minimálny počet maturitných zadanií je 30. Každé maturitné zadanie sa použije iba jedenkrát v príslušnom dni a v jednej predmetovej maturitnej komisii v tej istej strednej škole.
- Pre každý predmet maturitnej skúšky sa učebné pomôcky členia na všeobecné a konkrétne. Všeobecnými učebnými pomôckami sú pomôcky, ktoré má každý žiak v strednej škole k dispozícii počas konania príslušnej časti maturitnej skúšky alebo zložky maturitnej skúšky. Konkrétnymi učebnými pomôckami sú učebné pomôcky, ktoré priamo súvisia s príslušným maturitným zadaniím.
- Stredná škola zabezpečí žiakovi prístup k všeobecným učebným pomôckam v príslušnom predmete maturitnej skúšky.
- Súčasťou príslušného maturitného zadania je aj uvedenie konkrétnej učebnej pomôcky.
- Skúšajúci riadi rozhovor so žiakom, kladie pomocné otázky, vyjadruje súhlas alebo nesúhlas s tvrdeniami žiaka a vedie ho k tomu, aby svoje názory podopieral argumentmi a využíval pri tom písomnú prípravu a vlastné poznatky získané počas prípravy na maturitnú skúšku.
- Členovia predmetovej maturitnej komisie dbajú na to, aby žiak mohol na ich podnety reagovať plynulo a mal vhodné podmienky na vyjadrenie svojich myšlienok.
- Charakteristika maturitných zadanií a úloh v nich, všeobecné učebné pomôcky a hodnotenie jednotlivých predmetov maturitnej skúšky sú uvedené v katalógu cieľových požiadaviek, ak je vydaný.

**3.**

**Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky** schválilo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky dňa 12. júna 2019 pod číslom 2019/2049:2-A1020

s platnosťou od 1. 9. 2019. Sú zverejnené na webovom sídle Národného inštitútu vzdelávania a mládeže na hornej lište v sekcii *Školy*, záložka *Štátny vzdelávací program*, po kliknutí na podstránke (vľavo) *Maturitné skúšky, Platné od šk. r. 2018/2019*, pdf dokument *Fyzika*:

✓ [https://www.statpedu.sk/files/sk/svp/maturitne-skusky/platne-od-sk-r-2018/2019/cp\\_fyzika\\_2019.pdf](https://www.statpedu.sk/files/sk/svp/maturitne-skusky/platne-od-sk-r-2018/2019/cp_fyzika_2019.pdf)

Dokument má tri časti:

- **Úvod**
- **Podrobnosti o spôsobe konania ústnej formy internej časti maturitnej skúšky** z fyziky. (Podrobnosti sú pre všetky predmety vrátane fyziky uvedené aj v samostatnom dokumente Podrobnosti o spôsobe konania MS.)
- **Podrobnosti o obsahu ústnej formy internej časti maturitnej skúšky.**

Obsah uvedených dokumentov citujeme v nasledujúcich častiach publikácie.

## ÚVOD

Fyzika patrí do skupiny všeobecnovzdelávacích voliteľných maturitných predmetov. Cieľom maturitnej skúšky z fyziky je overiť úroveň vedomostí a zručností, ktoré žiaci nadobudli postupne počas celého štúdia a majú byť východiskom pre ďalšie štúdium odborov, v ktorých je fyzika profilovým predmetom.

Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky priamo nadväzujú na platný Štátny vzdelávací program (ŠVP), ktorý určuje iba všeobecný základ. Avšak v porovnaní s vymedzeným ŠVP sú nároky na maturantov rozšírené o vybrané pojmy, témy a zručnosti.

Aby žiaci mohli nadobudnúť požadované vedomosti a zručnosti v celom rozsahu a na patričnej úrovni, je v kompetencii škôl, aby využili disponibilné hodiny a ponúkli svojim žiakom v školských vzdelávacích programoch hlavne v posledných dvoch ročníkoch vhodne koncipované semináre a cvičenia z predmetu fyzika v odporúčanom rozsahu minimálne 6 hodín týždenne (spolu za oba ročníky).

Súčasťou maturitných zadaní školy môžu byť aj úlohy a témy, ktoré nie sú uvedené v ŠVP, ale sú zaradené do Školského vzdelávacieho programu v rámci profilácie školy.

Cieľové požiadavky nie sú učebnými osnovami fyziky a nie sú ani metodickým materiálom pre vyučovanie jednotlivých tematických okruhov. Sú súborom minimálnych výstupných kompetencií, ktoré má žiak – maturant preukázať.

Cieľové požiadavky sa začínajú základnými oblasťami vedomostí a zručností, pokračujú spracovaním stredoškolského učiva fyziky v tematických okruhoch a celkoch:

1. Fyzikálne veličiny a ich meranie.
2. Mechanika:
  - kinematika,
  - dynamika,
  - gravitačné pole,
  - práca a energia,
  - mechanika tuhého telesa,
  - mechanika kvapalín a plynov.
3. Molekulová fyzika a termodynamika:
  - základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky,
  - štruktúra a vlastnosti plynov,
  - štruktúra a vlastnosti tuhých látok,
  - štruktúra a vlastnosti kvapalín,
  - zmeny skupenstva látok.
4. Elektrický prúd:
  - elektrický náboj a elektrické pole,
  - elektrický prúd.
5. Magnetické pole:
  - stacionárne a nestacionárne magnetické pole,
  - striedavý prúd.
6. Mechanické kmitanie.
7. Vlnenie.
8. Základy fyziky mikrosвета.

## PODROBNOSTI O SPÔSOBE KONANIA ÚSTNEJ FORMY INTERNEJ ČASTI MATURITNEJ SKÚŠKY

Každé maturitné zadanie sa skladá z troch úloh.

Úlohy žiadneho maturitného zadania nemôžu byť len z jedného tematického okruhu. V maturitných zadaniach musia byť zastúpené všetky tematické okruhy z cieľových požiadaviek.

### Charakteristika úloh maturitných zadaní:

**Úloha č. 1** – Žiak teoreticky ozrejmí fyzikálny jav, pojem, vzťah a podobne a rieši jednoduchú úlohu súvisiacu s témou (prevláda forma monológu).

**Úloha č. 2** – Žiak rieši štruktúrovanú úlohu, v ktorej aplikuje teoretické poznatky z určitých tematických celkov (prevláda forma dialógu s členmi predmetovej maturitnej komisie).

**Úloha č. 3** – Žiak obhajuje svoju experimentálnu prácu súvisiacu s témami zadania, pričom využíva svoj zošit laboratórnych cvičení (uplatňuje sa aj forma dialógu s členmi predmetovej maturitnej komisie).

### Všeobecné pomôcky

Matematické, fyzikálne a chemické tabuľky

Kalkulačka, ktorá by mala mať aspoň desaťmiestny displej, základné aritmetické operácie (sčítanie, odčítanie, násobenie, delenie, umocňovanie, odmocňovanie), goniometrické, exponenciálne a logaritmické funkcie a funkcie k nim inverzné, no nesmie mať grafický displej.

### Hodnotenie

a) Každá úloha maturitného zadania sa hodnotí stupňom prospechu 1 až 5.

b) Váha hodnotenia jednotlivých úloh je 3 : 4 : 3. Pri výpočte váženého priemeru sa používa vzorec

$$z = \frac{3 \cdot z_1 + 4 \cdot z_2 + 3 \cdot z_3}{10},$$

pričom  $z$  je po zaokrúhlení výsledný stupeň prospechu a  $z_i$  je stupeň prospechu za úlohu č.  $i$ .

## PODROBNOSTI O OBSAHU ÚSTNEJ FORMY INTERNEJ ČASTI MATURITNEJ SKÚŠKY ZÁKLADNÉ OBLASTI VEDOMOSTÍ A ZRUČNOSTÍ

### Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Pomenovať, opísať a vysvetliť fyzikálny jav pomocou fyzikálnych termínov.
- Opísať a vysvetliť fyzikálny zákon ako kvalitatívny a kvantitatívny model reality, opísať jeho ohraničenosť, použiteľnosť a dôsledky pre bežný život.
- Preukázať porozumenie:
  - vedeckých predstáv a ich potvrdení,
  - vedeckých metód a techník,
  - vedeckej terminológie,
  - metód prezentovania vedeckých informácií.
- Pracovať s tlačенou literatúrou a multimediálnymi zdrojmi informácií.
- Vyhľadávať informácie v internetovej sieti.

### Aplikácia

Žiak je schopný:

- Aplikovať fyzikálne zákony v konkrétnych situáciách.
- Opísať vplyv fyzikálnych objavov na bežný život a spoločnosť.
- Opísať prínos najvýznamnejších fyzikov vo vývoji fyziky.
- Aplikovať a použiť
  - vedecké fakty a predstavy,
  - vedecké metódy a techniky,
  - vedeckú terminológiu na efektívnu komunikáciu,
  - vhodné metódy na prezentovanie vedeckých informácií.
- Pracovať s vektormi: sčítanie, odčítanie, násobenie skalárom, rozklad vektorov na zložky (nepožaduje sa používanie kosínusovej a sínusovej vety, skalárneho a vektorového súčinu).
- Overovať správnosť vzťahov medzi fyzikálnymi veličinami pomocou jednotiek použitých veličín (tzv. rozmerová analýza).
- Vyjadriť závislosť medzi fyzikálnymi veličinami (vzťahom, tabuľkou, grafom) alebo získať informácie zadané týmto spôsobom.
- Využívať grafické techniky vo fyzike: plocha pod grafom, sklon krivky, maximá a minimá.
- Vhodne zaokrúhľovať fyzikálne výsledky podľa počtu platných číslíc.
- Vhodne využívať matematický aparát vo fyzike: prirodzený logaritmus a exponenciálnu funkciu, goniometrické funkcie, analytickú geometriu.
- Pracovať s počítačom v oblasti matematického modelovania fyzikálnych situácií, fyzikálnych závislostí a spracovania výsledkov fyzikálnych meraní.

### Experiment

Žiak je schopný:

- Určiť a sformulovať úlohu.
- Jasne sformulovať hypotézu, určiť podstatné premenné, načrtnúť postup práce s použitím vhodných pomôcok, materiálu a spôsob získavania a zaznamenávania nameraných hodnôt.
- Uvádzať jednotky a odchýlky merania.
- Spracovávať a analyzovať namerané hodnoty.

- Urobiť vierohodný záver s vysvetlením; kde je to vhodné, výsledky porovnať s hodnotami v tabuľkách. Zhodnotiť postup práce (vrátane pomôcok a materiálu), jeho slabé miesta alebo chyby a navrhnúť zmeny vo všetkých oblastiach na skvalitnenie merania.
- Pracovať so širokým súborom technických pomôcok a používať ich v zmysle bezpečnostných predpisov. Dodržiavať inštrukcie.
- Pracovať v kolektíve – byť preň príspevkom, dokázať prijať prácu a nápady druhého a povzbudiť ostatných k práci.
- Prístupovať k experimentom, výskumom, projektom a riešeniam problémov s motiváciou, výdržou a etickým správaním a s ohľadom na ich vplyv na životné prostredie.
- Pracovať s internetom a ďalšími prostriedkami IKT.

## 1. FYZIKÁLNE VELIČINY A ICH MERANIE

### 1.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Vymenovať základné veličiny a ich jednotky v sústave SI.
- Rozlíšiť skalárne a vektorové fyzikálne veličiny.
- Vysvetliť význam fyzikálnych konštánt a odvodiť ich jednotky.

### 1.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Používať základné jednotky SI.
- Pracovať s násobkami a dielmi jednotiek SI.
- Vyjadriť odvodené jednotky pomocou základných jednotiek sústavy SI.
- Vyjadriť absolútnu a relatívnu odchýlku merania vzťahom.
- Vypočítať absolútnu a relatívnu odchýlku pri fyzikálnych meraniach.

### 1.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Bezprostredne merať fyzikálne veličiny alebo určovať veličiny výpočtom zo vzťahu.
- Vybrať vhodné prístroje na meranie danej fyzikálnej veličiny.
- Navrhnuť metódu merania, pripraviť experiment, vykonať meranie, spracovať a vyhodnotiť výsledky merania.
- Overiť nameranú hodnotu odhadom veľkosti fyzikálnej veličiny alebo porovnaním so známymi hodnotami (napr. v tabuľkách).

## 2. MECHANIKA

### 2.1 Kinematika

#### 2.1.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Definovať pojem hmotný bod a vzťažná sústava.
- Opísať modely a zjednodušenia používané pri opise situácií a riešení úloh v kinematike.
- Vysvetliť relativnosť pokoja a pohybu.
- Definovať a vyjadriť vzťahom priemernú rýchlosť nerovnomerného pohybu.
- Vysvetliť význam pojmu okamžitá rýchlosť telesa.
- Vyjadriť:
  - vzťahom okamžitú rýchlosť a okamžité zrýchlenie telesa pre rôzne typy pohybov,
  - vzťahom dráhu, rýchlosť, čas a zrýchlenie rovnomerného a rovnomerne zrýchleného pohybu,
  - graficky i slovne závislosť dráhy, rýchlosti a zrýchlenia od času pri rovnomernom a rovnomerne zrýchlenom pohybe.
- Charakterizovať voľný pád.

- Poznať hodnotu tiažového zrýchlenia a jeho zmeny so zemepisnou šírkou.
- Charakterizovať rovnomerne spomalený pohyb.
- Definovať a vyjadriť vzťahom fyzikálne veličiny opisujúce rovnomerný pohyb po kružnici.

### 2.1.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Zvoliť vhodnú vzťažnú sústavu.
- Určiť polohu hmotného bodu pomocou súradníc.
- Aplikovať poznatky o pohyboch pri riešení fyzikálnych úloh.
- Riešiť úlohy na rovnomerný a rovnomerne zrýchlený posuvný pohyb telesa.
- Zostrojiť z grafu závislosti rýchlosti ako funkcie času (len pre priamočiare úseky) graf dráhy v závislosti od času.
- Riešiť úlohy na voľný pád telesa.
- Riešiť úlohy na rovnomerný pohyb po kružnici (zistiť periódu, frekvenciu, uhlovú a obvodovú rýchlosť).

### 2.1.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Merať dráhu prejdenú telesom, čas pohybu.
- Z nameraných hodnôt určiť veľkosť rýchlosti a zrýchlenia telesa.

## 2.2 Dynamika

### 2.2.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Ilustrovať na príkladoch silu a jej účinky (kde treba, zdôrazniť vektorový charakter sily).
- Určovať pre rôzne prípady sily pôsobiace na dané teleso a zakresliť ich do obrázka, v prípade potreby určiť ich výslednicu.
- Vysvetliť obsah pojmu izolovaná sústava hmotných bodov/telies.
- Vyjadriť znenie Newtonových pohybových zákonov.
- Vysvetliť fyzikálny význam Newtonových pohybových zákonov.
- Definovať veličinu hybnosť slovne a vzťahom.
- Vysloviť zákon zachovania hybnosti.
- Rozhodnúť, či je daná vzťažná sústava inerciálna alebo neinerciálna.
- Rozlíšiť, opísať a vysvetliť rôzne druhy trenia. Vyjadriť závislosť veľkosti trecej sily od iných veličín.
- Vhodne používať pojmy dostredivá, odstredivá a zotrvačná sila.

### 2.2.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Riešiť úlohy na skladanie síl a na ich rozklad do dvoch navzájom rôznych smerov.
- Používať Newtonove pohybové zákony pri riešení úloh.
- Vypočítať veľkosť statickej a dynamickej trecej sily pri šmykovom trení.
- Riešiť úlohy pre teleso pohybujúce sa po naklonenej rovine bez trenia aj s trením.
- Vypočítať hybnosť telesa a sústavy.
- Používať zákon zachovania hybnosti pri riešení úloh v jednom rozmere.
- Vhodne pracovať s veličinami dostredivá, odstredivá a zotrvačná sila.

### 2.2.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Určiť koeficient šmykového trenia.
- Overiť závislosť veľkosti trecej sily od iných veličín.
- Určiť koeficient statického a dynamického šmykového trenia pri netradičných povrchoch.

## 2.3 Gravitačné pole

### 2.3.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Vysloviť Newtonov gravitačný zákon.
- Vyjadriť vzťah medzi veľkosťou vzájomných gravitačných síl pôsobiacich medzi dvoma hmotnými bodmi, ich hmotnosťami a vzdialenosťou. Opísať veličiny, ktoré vo vzťahu vystupujú.
- Rozlíšiť pojmy gravitačné pole a tiažové pole, gravitačné zrýchlenie a tiažové zrýchlenie, gravitačná sila Zeme a tiažová sila Zeme na povrchu Zeme a v jej okolí.
- Vysvetliť stav bez tiaže.
- Opísať pohyby telies v homogénnom gravitačnom poli Zeme (voľný pád, vrh zvislý nahor, vrh zvislý nadol, vodorovný vrh). Vyjadriť vzťahmi okamžitú rýchlosť a polohu v závislosti od času pre jednotlivé pohyby.
- Opísať šikmý vrh telies v homogénnom gravitačnom poli Zeme.
- Opísať pohyby telies v radiálnom gravitačnom poli Zeme.
- Opísať a porovnať trajektórie telies pohybujúcich sa prvou a druhou kozmickou rýchlosťou.
- Odvodiť vzťah pre kruhovú rýchlosť telesa v radiálnom gravitačnom poli Zeme. Vyčíslíť veľkosť prvej kozmickej rýchlosti.
- Vysvetliť význam druhej kozmickej rýchlosti.
- Opísať pohyb planét okolo Slnka podľa Keplerových zákonov.

### 2.3.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Aplikovať Newtonov gravitačný zákon pri riešení fyzikálnych úloh.
- Vysvetliť fyzikálny význam gravitačnej konštanty.
- Vypočítať veľkosť gravitačného zrýchlenia v danom mieste gravitačného poľa.
- Riešiť úlohy na pohyby telies v homogénnom gravitačnom poli Zeme. Vedieť výpočtom určiť polohu a veľkosť rýchlosti telesa v istom čase.
- Z prvej kozmickej rýchlosti určiť obežnú dobu telesa okolo Zeme.
- Aplikovať Keplerove zákony pri určení rýchlosti a doby obehu planét alebo družíc.

### 2.3.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Aplikáciou vodorovného vrhu určiť výtokovú rýchlosť kvapaliny malým otvorom v stene nádoby.

## 2.4 Práca a energia

### 2.4.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Definovať veličinu práca a jej jednotku.
- Znázorniť pracovný diagram pri konštantnej sile.
- Vyjadriť a vysvetliť vzťah pre potenciálnu energiu telesa v homogénnom gravitačnom poli Zeme.
- Vyjadriť a vysvetliť vzťah pre kinetickú energiu posuvného pohybu telesa.
- Určiť celkovú mechanickú energiu izolovanej sústavy.
- Vysvetliť zákon zachovania mechanickej energie.
- Definovať veličinu výkon a jeho jednotku.
- Určiť z výkonu prácu vykonanú za daný čas a používať jednotky J, kWh.
- Vyjadriť vzťah medzi výkonom a
  - vykonanou prácou a časom, za ktorý bola vykonaná,
  - veľkosťou pôsobiacej sily a veľkosťou rýchlosti pohybujúceho sa telesa.

- Definovať veličinu účinnosť a vyjadriť vzťah medzi účinnosťou,
  - vykonanou prácou a dodanou energiou,
  - výkonom a príkonom.

#### 2.4.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Vypočítať prácu vykonanú konštantnou silou (pre silu pôsobiacu v smere pohybu, pre silu nepôsobiacu v smere pohybu).
- Dokázať výpočtom, že pri voľnom páde telesa v izolovanej sústave platí zákon zachovania mechanickej energie.
- Riešiť jednoduché úlohy (pohyby v gravitačnom poli Zeme) s využitím zákona zachovania mechanickej energie.
- Aplikovať poznatky o práci, výkone, energii a účinnosti pri riešení úloh.
- Určiť z výkonu prácu vykonanú za daný čas.

#### 2.4.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Určiť prácu vykonanú konštantnou silou pri premiestňovaní telesa.
- Určiť kvantitatívnu zmenu mechanickej energie v konkrétnom experimente.
- Experimentálne overiť vzájomnú premenu mechanických foriem energie.

### 2.5 Mechanika tuhého telesa

#### 2.5.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Vysvetliť stály tvar a objem tuhých telies na základe časticovej štruktúry látok.
- Definovať tuhé teleso. Zdôvodniť zanedbanie zmien tvaru a objemu tuhého telesa.
- Definovať pojmy pôsobisko sily, vektorová priamka sily.
- Definovať rameno sily. Aplikovať definíciu v rôznych situáciách.
- Vysvetliť otáčavé účinky sily pôsobiacej na tuhé teleso v závislosti od veľkosti pôsobiacej sily a od vzdialenosti vektorovej priamky sily od osi otáčania. Aplikovať závislosti v rôznych situáciách.
- Definovať veličinu moment sily vzhľadom na os otáčania kolmú na smer sily ako veličinu vyjadrujúcu otáčavý účinok sily na teleso.
- Vysvetliť momentovú vetu.
- Definovať pojem ťažisko a určiť polohu ťažiska telesa.
- Definovať rovnovážnu polohu tuhého telesa a rozhodnúť, či je teleso v rovnovážnej polohe.
- Porovnať kvalitatívne stabilitu dvoch telies.
- Vysvetliť závislosť kinetickej energie rotujúceho telesa od iných fyzikálnych veličín.
- Charakterizovať kvalitatívne veličinu moment zotrvačnosti tuhého telesa vzhľadom na os otáčania.

#### 2.5.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Rozhodnúť, či je pohyb tuhého telesa posuvný alebo otáčavý.
- Použiť v rôznych prípadoch pravidlo pravej ruky na určenie smeru momentu sily vzhľadom na os otáčania.
- Využiť vzťahy pre moment sily a momentovú vetu pri riešení úloh z bežného života a techniky.
- Zdôvodniť polohu pôsobiska výslednice dvoch rovnobežných síl. Aplikovať pri zdôvodnení momentovú vetu.
- Zistiť výpočtom alebo geometrickou konštrukciou výslednicu dvoch a viacerých rovnobežných síl pôsobiacich na konzoly, nosníky a podobne.
- Určiť polohu ťažiska plochého tuhého telesa výpočtom, geometrickou konštrukciou.

- Určiť polohu ťažiska telesa metódou ťažníc.
- Charakterizovať jednotlivé rovnovážne polohy tuhého telesa. Rozlíšiť rôzne prípady rovnovážnych polôh telies.
- Vysvetliť, čo je mierou stability telies. Porovnať kvantitatívne stabilitu dvoch telies.
- Porovnať kinetickú energiu telesa pohybujúceho sa posuvným pohybom a kinetickú energiu rotujúceho telesa.
- Aplikovať vzťahy pre moment zotrvačnosti tuhého telesa vzhľadom na os otáčania a kinetickú energiu rotujúceho telesa pri riešení úloh.

### 2.5.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Overiť momentovú vetu (napríklad z rovnováhy na páke).
- Určiť experimentálne polohu ťažiska telesa.

## 2.6 Mechanika kvapalín a plynov

### 2.6.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Zdôvodniť nestálosť tvaru kvapalných telies pomocou ich molekulovej štruktúry.
- Zdôvodniť rozdielnu tekutosť kvapalín.
- Vysloviť Pascalov a Archimedov zákon.
- Poznať rozdiely medzi reálnou a ideálnou kvapalinou.
- Definovať veličinu tlak a jej jednotku.
- Vysvetliť pojmy tlaková sila, hydrostatická tlaková sila, hydrostatická vztlaková sila, hydrostatický tlak.
- Objasniť príčinu hydrostatickej tlakovej sily a hydrostatickej vztlakovej sily pôsobiacej na teleso ponorené do kvapaliny.
- Vyjadriť vzťahom závislosť veľkosti hydrostatickej vztlakovej sily od iných veličín.
- Rozhodnúť a zdôvodniť v jednotlivých prípadoch, či teleso z danej látky bude v kvapaline plávať, vznášať sa, alebo klesne ku dnu.
- Zdôvodniť pomer objemu ponorenej časti telesa a objemu jeho vynorenej časti pri plávaní telesa.
- Vysvetliť pojmy hydrostatický a hydrodynamický paradox.
- Objasniť príčinu atmosférického tlaku a jeho zmeny veľkosti so vzdialenosťou od povrchu Zeme.
- Poznať hodnotu normálneho tlaku.
- Definovať ustálené a neustálené prúdenie kvapaliny.
- Poznať súvislosť medzi tlakom v kvapaline a tlakovou energiou jednotkového objemu kvapaliny.
- Vyjadriť vzťah medzi kinetickou energiou jednotkového objemu prúdiacej kvapaliny a veľkosťou jej rýchlosti. Opísať tento vzťah.
- Zdôvodniť rozdiel medzi prúdením reálnej a ideálnej kvapaliny a plynu.
- Vysvetliť pojmy odpor prostredia, odporová sila.
- Vysvetliť príčinu vzniku odporovej sily pri vzájomnom pohybe telesa a tekutiny.
- Opísať závislosť veľkosti odporovej sily od iných veličín.
- Vysvetliť príčinu vzniku aerodynamickej sily. Rozlíšiť pojmy odporová aerodynamická sila a vztlaková aerodynamická sila.

### 2.6.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Používať Pascalov zákon pri riešení úloh. Určiť tlak, tlakovú silu alebo obsah plochy, na ktorú sila pôsobí, ak sú dané ostatné veličiny.
- Vypočítať hydrostatický tlak, ak sú dané potrebné údaje. Vypočítať hydrostatickú tlakovú silu na vodorovné dno a zvislú stenu nádoby.

- Aplikovať vzťah závislosti veľkosti hydrostatickej vztlakovej sily od iných veličín pri riešení úloh.
- Znázorniť prúdenie kvapaliny pomocou prúdnic. Porovnať rýchlosti prúdenia kvapaliny v jednotlivých miestach potrubia pomocou prúdnicového modelu prúdenia kvapalín.
- Vyjadriť vzťahom objemový a hmotnostný tok. Vysvetliť fyzikálny zmysel veličín objemový a hmotnostný tok.
- Vysvetliť fyzikálny význam rovnice kontinuity. Aplikovať rovnicu pri riešení úloh.
- Vyjadriť vzťahom zákon zachovania energie pre prúdiacu kvapalinu. Aplikovať Bernoulliho rovnicu pri riešení úloh.
- Vysvetliť princíp určenia výtokovej rýchlosti kvapaliny vytekajúcej malým otvorom v stene nádoby. Aplikovať vedomosti pri riešení úloh.
- Aplikovať vzťah pre odporovú silu pri riešení úloh.
- Uviesť príklady nutnosti zväčšovania odporovej sily a výhody zmenšenia odporovej sily pri niektorých pohyboch.

### 2.6.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Určiť hustotu tuhého telesa pomocou Archimedovho zákona.
- Určiť výtokovú rýchlosť kvapaliny aplikáciou rovnice kontinuity a Bernoulliho rovnice.

## 3. MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMODYNAMIKA

### 3.1 Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky

#### 3.1.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Vysvetliť podstatu kinetickej teórie stavby látok.
- Vysvetliť kvalitatívne difúziu a Brownov pohyb.
- Znázorniť a vysvetliť graf závislosti výslednej sily, pôsobiacej medzi dvoma časticami (atómami, molekulami), od vzdialenosti častíc.
- Opísať a porovnať model štruktúry tuhej látky, kvapaliny a plynu.
- Vysvetliť vznik rovnovážneho stavu termodynamickej sústavy.
- Charakterizovať rovnovážny dej, tepelne izolovanú sústavu.
- Charakterizovať Celziovu a termodynamickú teplotnú stupnicu, opísať výhody ich použitia.
- Vysvetliť fyzikálny význam Avogadrovej konštanty.
- Charakterizovať vnútornú energiu telesa (sústavy), uviesť jej zložky z hľadiska kinetickej teórie.
- Vysvetliť zmenu vnútornej energie konaním práce a tepelnou výmenou.
- Vyjadriť vzťah medzi teplom prijatým alebo odovzdaným telesom a zmenou jeho teploty.
- Charakterizovať veličinu tepelná kapacita telesa, hmotnostná tepelná kapacita látky.
- Opísať kalorimeter a vysvetliť jeho použitie.
- Vysvetliť prvý termodynamický zákon.
- Vysvetliť prenos vnútornej energie vedením, prúdením a žiarením.

#### 3.1.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Pri riešení úloh využiť vzťahy pre relatívnu atómovú hmotnosť, relatívnu molekulovú hmotnosť, látkové množstvo, počet častíc, molárnu hmotnosť, molárny objem plynu a Avogadrovu konštantu.
- Používať prevodový vzťah medzi jednotkami teploty kelvin a stupeň Celzia.
- Vysvetliť na príkladoch z bežného života zmenu vnútornej energie telesa alebo sústavy.
- Riešiť jednoduché úlohy na zmenu vnútornej energie sústavy konaním práce alebo tepelnou výmenou.
- Vypočítať odovzdané alebo prijaté teplo pri zmene teploty bez premeny skupenstva.

- Zostaviť kalorimetrickú rovnicu.
- Využiť kalorimetrickú rovnicu na riešenie konkrétnej úlohy.
- Poukázať na dôsledky veľkosti hmotnostnej tepelnej kapacity vody v prírode.
- Posúdiť vplyv a potrebu vhodnej tepelnej izolácie.
- Riešiť úlohy na zmenu vnútornej energie sústavy konaním práce alebo tepelnou výmenou.

### 3.1.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Zistiť hmotnostnú tepelnú kapacitu neznámej látky.

## 3.2 Štruktúra a vlastnosti plynov

### 3.2.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Definovať ideálny plyn.
- Definovať a určiť strednú kvadratickú rýchlosť pohybu molekúl a ich strednú kinetickú energiu.
- Opísať kvalitatívne tlak plynu z molekulového hľadiska.
- Vysvetliť vzťahy medzi veličinami v stavovej rovnici ideálneho plynu.
- Charakterizovať a porovnať tepelné deje s ideálnym plynom (izotermický, izobarický, izochorický).
- Opísať zmeny energie pri dejoch s ideálnym plynom.
- Určiť prácu plynu pri rôznych tepelných dejoch.
- Charakterizovať a opísať adiabatický tepelný dej.
- Opísať kruhový tepelný dej.
- Určiť účinnosť tepelného motora.
- Formulovať a vysvetliť druhý termodynamický zákon.

### 3.2.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Používať stavovú rovnicu pri riešení úloh.
- Využiť grafy závislostí tlaku, objemu a teploty na porovnávanie tepelných dejov ideálnych plynov.
- Zrealizovať prechod medzi diagramami – napr.  $p - v$  a  $p - T$ .
- Určiť prácu plynu z grafu ako plochu.
- Vypočítať prácu plynu pre ľubovoľný tepelný dej.
- Znázorniť kruhové deje v  $p - v$  diagramoch.
- Opísať činnosť tepelných motorov.

### 3.2.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Demonštrovať zmenu teploty plynu pri jeho stláčaní a rozpínaní.

## 3.3 Štruktúra a vlastnosti tuhých látok

### 3.3.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Opísať z hľadiska štruktúry kryštalické (monokryštalické, polykryštalické) a amorfne látky.
- Charakterizovať a rozlíšiť izotropné a anizotropné látky.
- Charakterizovať deformáciu tuhého telesa.
- Opísať rôzne druhy deformácií.
- Rozlíšiť pružnú a nepružnú deformáciu.
- Definovať normálové napätie.
- Definovať absolútne a relatívne predĺženie telesa.
- Formulovať a zapísať Hookov zákon, určiť hranice jeho platnosti.
- Vysvetliť fyzikálny význam hodnoty modulu pružnosti v ťahu.

- Nakresliť a vysvetliť krivku deformácie.
- Vysvetliť pojmy medza úmernosti, medza pružnosti a medza tuhosti látok.
- Zdôvodniť a charakterizovať teplotnú dĺžkovú a objemovú rozťažnosť tuhých telies.
- Určiť vzťah medzi zmenou dĺžky (objemu) telesa a zmenou jeho teploty.
- Vysvetliť fyzikálny význam hodnoty koeficienta teplotnej (dĺžkovej, objemovej) rozťažnosti.

### 3.3.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Vysvetliť rozdiely v štruktúre a základných vlastnostiach kryštalických a amorfných látok.
- Aplikovať vzťah pre teplotnú rozťažnosť pri riešení úloh.
- Použiť Hookov zákon pri riešení úloh.
- Vyhľadať hodnoty medze pružnosti a medze pevnosti látok v tabuľkách a s ich pomocou riešiť rôzne praktické úlohy.
- Na príkladoch z praxe ilustrovať teplotnú rozťažnosť telies.
- Aplikovať vzťah pre teplotnú rozťažnosť pri riešení úloh.
- Riešiť úlohy s porovnaním účinku dĺžkovej teplotnej rozťažnosti a deformácie telesa.

### 3.3.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Overiť platnosť Hookovho zákona.
- Meraním určiť modul pružnosti telesa v ťahu alebo tlaku.

## 3.4 Štruktúra a vlastnosti kvapalín

### 3.4.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Opísať a vysvetliť vlastnosti povrchovej vrstvy kvapaliny.
- Opísať sféru molekulového pôsobenia.
- Objasniť pojmy povrchová energia, povrchová sila, povrchové napätie.
- Kvalitatívne vysvetliť javy na rozhraní tuhého telesa a kvapaliny.
- Kvalitatívne opísať jav kapilárnej elevácie a depresie.
- Charakterizovať a opísať teplotnú objemovú rozťažnosť kvapalín.
- Vysvetliť fyzikálny význam hodnoty koeficienta teplotnej objemovej rozťažnosti kvapalín.
- Určiť vzťah medzi hustotou a teplotou telesa.
- Opísať a vysvetliť pomocou poznatkov o kinetickej teórii stavby látok jav anomálie vody.

### 3.4.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Aplikovať kapilárne javy v úlohách z praktického života.
- Riešiť úlohy s kapilárnou eleváciou a depresiou.
- Aplikovať teplotnú objemovú rozťažnosť kvapalín pri riešení úloh.

### 3.4.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Navrhnuť a realizovať experimenty na pozorovanie kapilárnych javov.
- Predviesť jednoduchým experimentom teplotnú objemovú rozťažnosť kvapaliny.
- Dokázať existenciu povrchovej vrstvy.
- Navrhnuť a realizovať meranie povrchového napätia kvapaliny.

## 3.5 Premeny skupenstva látok

### 3.5.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Opísať jednotlivé premeny skupenstva z hľadiska kinetickej teórie stavby látok.
- Vysvetliť rozdiel medzi vyparovaním a varom.

- Vysvetliť a vyjadriť vzťahom skupenské teplo a hmotnostné skupenské teplo topenia, tuhnutia a vyparovania látky.
- Vysvetliť pojmy skupenské a hmotnostné skupenské teplo kondenzácie, sublimácie, desublimácie.
- Vysvetliť vznik nasýtenej a prehriatej pary.
- Opísať fázový diagram, charakterizovať trojný bod a kritický bod vo fázovom diagrame.
- Definovať absolútnu a relatívnu vlhkosť vzduchu.
- Vysvetliť pojem rosný bod.

### 3.5.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Vypočítať z rôznych údajov teplo potrebné na zmenu skupenstva daného telesa.
- Využiť fázový diagram na vysvetlenie fázových zmien.
- Na konkrétnych úlohách využiť závislosť teploty topenia a varu od tlaku pre vodu.
- Navrhnuť možnosti na zväčšenie rýchlosti vyparovania.
- Vysvetliť význam kritického bodu pre skvapalňovanie plynov.
- Poukázať na závislosť rýchlosti vyparovania od vlhkosti vzduchu.
- Opísať princíp činnosti zvoleného prístroja na meranie vlhkosti vzduchu.

### 3.5.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Zistiť hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu.
- Experimentálne skúmať premeny skupenstva telies z kryštalických a amorfných látok.
- Experimentálne určiť priebeh krivky topenia kryštalickej látky (napr. tiosíranu sodného).

## 4. ELEKTRICKÝ PRÚD V LÁTKACH

### 4.1 Elektrický náboj a elektrické pole

#### 4.1.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Opísať vlastnosti elektrického náboja: premiestňovanie v telese, deliteľnosť, druhy elektrického náboja, zákon zachovania elektrického náboja.
- Predviesť, opísať a vysvetliť jav elektrostatická indukcia a jej praktické využitie.
- Vysvetliť jav polarizácia dielektrika a jeho vplyv na vonkajšie elektrické pole. Posúdiť vplyv veľkosti relatívnej permitivity látky na vonkajšie elektrické pole.
- Vysvetliť obsah Coulombovho zákona.
- Definovať slovne a vzťahom intenzitu elektrického poľa, elektrický potenciál a elektrické napätie.
- Definovať siločiaru elektrického poľa.
- Znázorniť elektrické pole (homogénne a radiálne) siločiarovým modelom a vektorovým poľom.
- Znázorniť elektrické pole pomocou hladín potenciálu.
- Uviesť vzťah pre prácu elektrických síl vykonanú pri prenesení častice s nábojom v homogénnom elektrickom poli. Opísať veličiny, ktoré vo vzťahu vystupujú. Používať jednotku eV.
- Definovať veličinu kapacita vodiča a kondenzátora. Odvodiť z definičného vzťahu jednotku kapacity.
- Vysvetliť vplyv konštrukcie platňového kondenzátora na jeho kapacitu.
- Uviesť vzťah medzi energiou elektrického poľa nabitého kondenzátora a nábojom na jeho platniach. Opísať veličiny, ktoré vo vzťahu vystupujú.

#### 4.1.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Vypočítať veľkosť elektrickej sily, ktorou na seba pôsobia elektrické náboje. Určiť smer tejto sily.

- Vypočítať intenzitu elektrického poľa v okolí bodového elektrického náboja.
- Vypočítať intenzitu homogénneho elektrického poľa medzi rovnobežnými doskami, medzi ktorými je stále napätie.
- Určiť v jednoduchých prípadoch elektrický potenciál v danom bode a elektrické napätie medzi dvoma bodmi.
- Vypočítať prácu vykonanú elektrickými silami pri prenesení elektrického náboja v homogénnom elektrickom poli.
- Aplikovať vzťah pre kapacitu platňového kondenzátora pri riešení úloh.
- Aplikovať vzťah pre energiu elektrického poľa nabitého kondenzátora pri riešení úloh.
- Vypočítať výslednú kapacitu kondenzátorov spojených za sebou a vedľa seba.

#### 4.1.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Predviesť ukážku zelektrizovania telesa trením.
- Predviesť jav elektrostatickej indukcie (priblíženie nabitého telesa k elektroskopu).
- Nabiť kondenzátory a na základe vybíjania kondenzátorov cez žiarovku porovnať kapacity kondenzátorov.
- Zapojiť kondenzátory sériovo a paralelne.

### 4.2 Elektrický prúd

#### 4.2.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Vysvetliť podmienky vzniku elektrického prúdu vo vodičoch, polovodičoch, kvapalinách a plynch.
- Opísať elektrický zdroj a dej, ktorý prebieha vnútri elektrického zdroja. Uviesť príklady rôznych zdrojov napätia.
- Slovné a vzťahom vyjadriť Ohmov zákon pre časť elektrického obvodu a pre uzavretý elektrický obvod. Opísať veličiny, ktoré vo vzťahoch vystupujú.
- Vysvetliť rozdiel medzi elektromotorickým napätím zdroja a svorkovým napätím.
- Charakterizovať odpor vodiča, vysvetliť jeho závislosť od teploty a parametrov vodiča slovné aj matematickým vzťahom. Opísať veličiny, ktoré vo vzťahoch vystupujú.
- Zdôvodniť zmenu rozsahu ampérmetra a voltmetra zaradením bočníka a predradného rezistora do obvodu. Nakresliť schémy zapojenia.
- Slovné a vzťahom vyjadriť Kirchhoffove zákony.
- Vysvetliť podstatu vlastnej a prímiesovej vodivosti polovodičov.
- Opísať vlastnosti prechodu PN v polovodičoch a jeho praktické využitie v polovodičovej dióde.
- Vysvetliť pojmy elektrolytická disociácia, elektrolyt.
- Vysloviť Faradayove zákony elektrolyzy a vyjadriť uvedené závislosti vzťahmi medzi veličinami. Opísať veličiny, ktoré vo vzťahoch vystupujú.
- Opísať deje prebiehajúce v galvanických článkoch.
- Vysvetliť pojmy ionizácia nárazom, ionizačná energia, rekombinácia počas ionizácie plynu.
- Opísať priebeh samostatného a nesamostatného výboja v plyne.

#### 4.2.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Aplikovať Ohmov zákon pre časť elektrického obvodu pri riešení fyzikálnych úloh.
- Vypočítať odpor vodiča na základe jeho geometrického tvaru.
- Vypočítať odpor vodiča pri zmene jeho teploty.
- Aplikovať Ohmov zákon pre uzavretý elektrický obvod pri riešení fyzikálnych úloh.
- Vypočítať výsledný elektrický odpor spotrebičov zapojených za sebou a vedľa seba.

- Zostaviť rovnice zodpovedajúce Kirchhoffovým zákonom pre konkrétny rozvetvený elektrický obvod.
- Vypočítať prácu a výkon jednosmerného elektrického prúdu.
- Riešiť úlohy na aplikáciu Faradayových zákonov elektrolýzy.
- Pri riešení úloh využívať premenu jednotiek elektrónvolt na joule a naopak.

#### 4.2.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Zostaviť jednoduchý elektrický obvod. Zapojiť do obvodu ampérmeter a voltmeter. Odmerať elektrický prúd a elektrické napätie.
- Odmerať elektrický odpor spotrebiča.
- Meraním určiť závislosť svorkového napätia zdroja od veľkosti prúdu v obvode.
- V elektrickom obvode predviesť zaradenie diódy do obvodu v priepustnom a v závernom smere.

### 5. MAGNETICKÉ POLE

#### 5.1 Stacionárne a nestacionárne magnetické pole

##### 5.1.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Opísať permanentný magnet.
- Opísať a zdôvodniť magnetické účinky magnetického poľa permanentného tyčového magnetu na magnetku.
- Opísať magnetické pole Zeme a zdôvodniť jeho vplyv na magnetku.
- Zdôvodniť vytvorenie a zakresliť tvar (využiť magnetické indukčné čiary) pilinového obrazca v okolí permanentného magnetu, priameho vodiča s prúdom, závitú s prúdom a viacerých závitov s prúdom.
- Definovať magnetickú indukčnú čiaru a určiť orientáciu magnetických indukčných čiar.
- Definovať homogénne magnetické pole.
- Posúdiť závislosť magnetickej sily, ktorou pôsobí homogénne magnetické pole na priamy vodič s prúdom, od iných fyzikálnych veličín.
- Definovať veličinu magnetická indukcia.
- Zakresliť smer vektora magnetickej indukcie voči magnetickej indukčnej čiare.
- Aplikáciou Ampérovho pravidla pravej ruky a Flemingovho pravidla ľavej ruky zdôvodniť vzájomné silové pôsobenie dvoch priamych rovnobežných vodičov s prúdmi rovnakého i opačného smeru.
- Analyzovať závislosť veľkosti magnetickej sily pôsobiacej medzi dvoma rovnobežnými vodičmi s prúdmi od iných fyzikálnych veličín.
- Aplikáciou Ampérovho pravidla pravej ruky určiť orientáciu magnetických indukčných čiar magnetického poľa cievky s prúdom a následne polohu magnetických pólov.
- Opísať silové pôsobenie magnetického poľa na pohybujúcu sa časticu s nábojom.
- Definovať veličinu magnetický indukčný tok.
- Opísať jav elektromagnetickej indukcie.
- Vysloviť Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie a Lenzov zákon.
- Vysvetliť jav vlastnej indukcie.
- Vysvetliť, ako sa prejavuje indukčnosť cievky pri zmene prúdu, ktorý cievkou prechádza.
- Vysvetliť silové pôsobenie magnetického poľa na vodič s prúdom ako prejav silového pôsobenia magnetického poľa na pohybujúcu sa časticu s nábojom.
- Vysvetliť a zdôvodniť rotačný pohyb závitú s prúdom v magnetickom poli.
- Opísať a zdôvodniť rovnovážnu polohu závitú s prúdom v magnetickom poli.

- Charakterizovať látky diamagnetické, paramagnetické a feromagnetické. Vysvetliť ich vplyv na vonkajšie magnetické pole.
- Určiť na základe hodnoty relatívnej permeability látky, či látka je diamagnetická, paramagnetická alebo feromagnetická.
- Charakterizovať magneticky mäkké a magneticky tvrdé materiály.
- Vysvetliť princíp dynama a alternátora.

### 5.1.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Aplikovať Flemingovo pravidlo na určenie smeru magnetickej sily, ktorou pôsobí homogénne magnetické pole na priamy vodič s prúdom.
- Odvodiť z definičného vzťahu jednotku magnetickej indukcie.
- Aplikovať vzťah pre magnetickú silu, pôsobiacu na priamy vodič v homogénnom magnetickom poli, pri riešení úloh.
- Aplikovať závislosť veľkosti magnetickej sily, pôsobiacej medzi dvoma rovnobežnými vodičmi s prúdmi, od iných fyzikálnych veličín pri riešení úloh.
- Poznať a vysvetliť závislosť veľkosti magnetickej sily, pôsobiacej na pohybujúcu sa časticu s nábojom v magnetickom poli, od iných veličín. Aplikovať túto závislosť pri riešení fyzikálnych úloh.
- Analyzovať závislosť polomeru kružnicovej trajektórie pohybu častice s nábojom od iných veličín. Aplikovať matematické vyjadrenie tejto závislosti pri riešení úloh.
- Formulovať a aplikovať Flemingovo pravidlo ľavej ruky na určenie smeru pôsobiacej sily na pohybujúcu sa časticu v magnetickom poli.
- Aplikovať Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie pri riešení úloh.
- Určiť aplikáciou Lenzovho zákona smer indukovaného prúdu v uzavretom vodiči.
- Vypočítať elektromotorické napätie indukované na koncoch cievky pri danej rýchlosti zmeny prúdu v cievke.
- Vyjadriť vzťahom veličinu hustota závitov cievky a využívať ju pri riešení úloh.
- Vyjadriť Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie slovne aj matematickým vzťahom.
- Aplikovať vzťah pre energiu magnetického poľa cievky pri riešení úloh.

### 5.1.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Predviesť a vysvetliť javy spojené s vytvorením pilinových obrazcov v okolí permanentného magnetu, priameho vodiča s prúdom, závitu s prúdom a viacerých závitov s prúdom.
- Demonštrovať a opísať magnetické pole v okolí priameho vodiča s prúdom (Oerstedov pokus).
- Predviesť a vysvetliť vznik indukovaného elektromotorického napätia na vodiči.
- Predviesť a vysvetliť javy spojené so zmenou prúdu v cievke.

## 5.2 Striedavý prúd

### 5.2.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Vysvetliť vznik striedavého napätia a prúdu.
- Vyjadriť okamžitú hodnotu striedavého napätia a prúdu v závislosti od času veličinovou rovnicou a grafom.
- Vyjadriť výkon striedavého prúdu v obvode s R veličinovou rovnicou.
- Vysvetliť fyzikálny význam efektívnej hodnoty napätia a prúdu.
- Vysvetliť činnosť generátora striedavého prúdu.
- Vysvetliť činnosť transformátora, definovať transformačný pomer.
- Opísať a vysvetliť trojfázovú sústavu striedavých napätí. Vysvetliť zmysel nulovacieho vodiča.
- Opísať trojfázový elektromotor a vysvetliť jeho činnosť.

### 5.2.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Nakresliť časový diagram pre konkrétne obvody.
- Riešiť úlohy na transformáciu napätia.
- Nakresliť a vysvetliť zapojenie spotrebičov do hviezdy a trojuholníka.
- Opísať spôsoby výroby a prenosu elektrickej energie.
- Navrhnuť možnosti šetrenia elektrickej energie.

### 5.2.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Predviesť činnosť usmerňovača s polovodičovou diódou.
- Zostaviť transformátor, namerať transformačný pomer.
- Zistiť účinnosť transformátora.

## 6. MECHANICKÉ KMITANIE

### 6.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Rozlíšiť stacionárne a nestacionárne fyzikálne deje.
- Opísať na príkladoch kmitanie ako periodický dej.
- Definovať pojmy oscilátor, doba kmitu, frekvencia.
- Opísať priebeh harmonického kmitavého pohybu v súradnicovej vzťažnej sústave. Vysvetliť pojmy rovnovážna poloha, amplitúda, okamžitá výchylka.
- Znázorniť priebeh kmitavého pohybu časovým a fázorovým diagramom.
- Vysvetliť súvislosť medzi rovnomerným pohybom hmotného bodu po kružnici a harmonickým kmitavým pohybom.
- Vyjadriť vzťah medzi kinematickými veličinami okamžitá výchylka (okamžitá rýchlosť a okamžité zrýchlenie) a časom pohybu veličinovou rovnicou a opísať veličiny, ktoré vo vzťahu vystupujú.
- Vysvetliť význam veličiny fáza kmitavého pohybu.
- Opísať priebeh harmonického kmitavého pohybu z dynamického hľadiska.
- Charakterizovať vlastné kmitanie oscilátora.
- Vyjadriť vzťah medzi frekvenciou vlastných kmitov pružinového oscilátora a jeho parametrov veličinovou rovnicou a opísať veličiny, ktoré vo vzťahu vystupujú.
- Charakterizovať harmonický kmitavý pohyb pružinového oscilátora z hľadiska energie.
- Rozlíšiť tlmené a netlmené kmitanie oscilátora.
- Uviesť vlastnosti núteného kmitania.
- Vysvetliť pojem rezonancia. Uviesť príklady rezonančného núteného kmitania v technickej praxi.
- Vysloviť princíp superpozície.
- Opísať priebeh kmitov kyvadla. Vysvetliť súvislosť medzi dobou kmitu kyvadla a jeho dĺžkou.

### 6.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Určiť z časového diagramu kmitavého pohybu amplitúdu kmitania, začiatočnú fázu, periódu a frekvenciu kmitania.
- Vyjadriť zo známych veličín (amplitúda kmitavého pohybu, frekvencia a začiatočná fáza) okamžitú výchylku, okamžitú rýchlosť a okamžité zrýchlenie kmitavého pohybu.
- Z rovnice kmitavého pohybu určiť amplitúdu kmitania, periódu a frekvenciu kmitania a začiatočnú fázu kmitavého pohybu.
- Z veličinových rovníc pre okamžitú výchylku, okamžitú rýchlosť a okamžité zrýchlenie určiť hodnoty týchto veličín v rôznych časoch a časové okamihy rôznych hodnôt týchto veličín.
- Aplikovať vzťah pre frekvenciu vlastných kmitov pri riešení fyzikálnych úloh.

- Uplatniť princíp superpozície pri skladaní izochrónnych kmitov v časovom diagrame a vo fázo-rovom diagrame.
- Z rezonančnej krivky určiť rezonančnú frekvenciu oscilátora.
- Aplikovať vzťah pre dobu kmitu kyvadla pri riešení úloh.

### 6.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Určiť zotrvačnú hmotnosť telesa zaveseného na pružine meraním tuhosti pružiny a frekvencie (periódy) vlastných kmitov oscilátora.
- Meraním overiť nezávislosť frekvencie vlastných kmitov pružinového oscilátora od amplitúdy výchylky.
- Overiť vzťah pre periódu kyvadla.

## 7. VLNENIE

### 7.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Charakterizovať pružné prostredie.
- Opísať podmienky vzniku postupného mechanického vlnenia.
- Rozlíšiť a opísať vlastnosti postupného priečneho a pozdĺžneho mechanického vlnenia.
- Definovať fyzikálnu veličinu vlnová dĺžka.
- Vysvetliť vzťah medzi vlnovou dĺžkou, frekvenciou a rýchlosťou šírenia vlnenia v danom prostredí.
- Napísať a vysvetliť rovnicu postupnej mechanickej vlny.
- Definovať vlnoplochu, lúč a určiť ich vzájomnú polohu (graficky).
- Rozlíšiť guľovú a rovinnú vlnoplochu. Určiť podľa vlnoplochy možnosti tvaru a polohy zdroja vlnenia.
- Vysloviť Huygensov princíp.
- Opísať odraz vlnenia v rade bodov na pevnom a voľnom konci.
- Opísať odraz vlnenia v rade bodov pri prechode vlnenia do prostredia s inými fyzikálnymi vlastnosťami.
- Vysvetliť vznik a opísať vlastnosti stojatého mechanického vlnenia.
- Porovnať vlastnosti postupného a stojatého mechanického vlnenia.
- Vysvetliť interferenciu dvoch koherentných vlnení.
- Porovnať rozdielnosť funkčnej závislosti veličín, ktorými opisujeme kmitanie, a veličín, ktorými opisujeme vlnenie.
- Opísať podstatu vzniku elektromagnetického vlnenia.
- Rozlíšiť druhy elektromagnetického vlnenia podľa vlnových dĺžok, frekvencií a energií kvánt.
- Opísať experimenty, potvrdzujúce, že svetlo je elektromagnetické vlnenie.
- Zaradiť svetlo do spektra elektromagnetického vlnenia.
- Poznať približnú hodnotu rýchlosti svetla vo vákuu a zmenu rýchlosti svetla v závislosti od látkového zloženia prostredia.
- Definovať pojmy absolútny index lomu látky a relatívny index lomu.
- Vysloviť a zapísať rovnicou zákon odrazu a zákon lomu svetla.
- Opísať podstatu a využitie úplného odrazu svetla.
- Napísať a vysvetliť zobrazovaciu rovnicu zrkadla a šošovky.
- Definovať optickú mohutnosť šošovky a poznať jej jednotku.
- Posúdiť chyby vzniknuté zobrazovaním guľovým zrkadlom a šošovkou.
- Definovať priečne zväčšenie guľového zrkadla a tenkej šošovky.
- Vysvetliť princíp zobrazovania predmetu ľudským okom.
- Definovať pojmy zorný uhol a zotrvačnosť oka.

- Vysvetliť funkciu zreničky, šošovky a sietnice v oku.
- Rozlíšiť krátkozraké a ďalekozraké oko.
- Vysvetliť princíp a dôsledky ohybu svetla.
- Vysvetliť podstatu rozkladu bieleho svetla pri lome na rovinnom rozhraní.
- Charakterizovať infračervené, ultrafialové a röntgenové žiarenie.
- Charakterizovať čierne teleso a kvalitatívne opísať jeho vyžarovanie v závislosti od jeho teploty.

## 7.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Použiť súvislosť medzi smerom postupu vlnenia a smerom pohybu kmitania vybraného bodu pri riešení úloh.
- Aplikovať rovnicu postupnej mechanickej vlny pri riešení úloh.
- Načrtnúť tvar výsledného vlnenia pri skladaní dvoch vlnení rovnakého smeru.
- Napísať a vysvetliť fázový a dráhový rozdiel interferujúcich vlnení.
- Uviesť a vysvetliť podmienky pre zosilnenie a zoslabenie vlnenia interferenciou.
- Určiť na grafickom modeli polohu uzlov a kmitní, vlnovú dĺžku stojateho mechanického vlnenia.
- Aplikovať poznatky o vzdialenosti susedných uzlov a kmitní pri určení vlnovej dĺžky stojatej mechanickej vlny.
- Vysvetliť vzťah pre základnú frekvenciu a harmonické frekvencie kmitania struny, na oboch koncoch upevnenej, a aplikovať ho pri riešení úloh (aj grafických).
- Odvodiť vzťah pre základnú frekvenciu a harmonické frekvencie stojatej vlny vzniknutej na tyči, upevnenej na jednom konci.
- Aplikovať Huygensov princíp pri konštrukcii vlnoplôch.
- Použiť Huygensov princíp na vysvetlenie ohybu vlnenia.
- Charakterizovať zvuk, resp. zvukové vlnenie a jeho vlastnosti.
- Porovnať veľkosť rýchlosti zvuku v rôznych látkach a vyhľadať rýchlosti zvuku v rôznych látkach v tabuľkách.
- Poznať približnú hodnotu rýchlosti zvuku vo vákuu/vo vzduchu.
- Opísať odraz zvukového vlnenia, vznik ozveny a lom zvukového vlnenia.
- Vysvetliť obsah pojmu hluk a opísať rôzne spôsoby ochrany pred účinkami hluku.
- Opísať škodlivé účinky elektromagnetického žiarenia a spôsoby ochrany pred nimi.
- Opísať podmienky vzniku stojatej elektromagnetickej vlny.
- Analyzovať dej, ktorý prebieha v elektromagnetickom dipóle.
- Vysvetliť zákon lomu a aplikovať ho pri riešení výpočtových a grafických úloh.
- S využitím geometrickej optiky znázorniť zobrazenie predmetu zrkadlom, šošovkou alebo optickou sústavou.
- Využiť zobrazovaciu rovnicu na výpočet polohy a vlastností obrazu vytvoreného zrkadlom alebo šošovkou.
- Navrhnuť model korekcie krátkozrakosti a ďalekozrakosti šošovkami.
- Posúdiť efekty vyplývajúce zo zotrvačnosti oka.
- Posúdiť obmedzenosť pozorovania voľným okom.
- Aplikovať vedomosti z optiky pri vysvetlení vzniku dúhy.
- Aplikovať myšlienku úplného odrazu svetla pri jave fatamorgány.

## 7.3 Experiment

Žiak je schopný:

- Analýzou videozáznamu (videoanimácie) rozhodnúť
  - či je vlnenie priečne alebo pozdĺžne,
  - o smere postupu vlnenia,
  - o veľkosti vlnovej dĺžky vlnenia.

- Odmerať rýchlosť zvuku.
- Zobrazíť predmet zrkadlom, šošovkou alebo optickou sústavou.

## 8. ZÁKLADY FYZIKY MIKROSVETA

### 8.1 Zapamätanie a porozumenie

Žiak vie:

- Charakterizovať vývoj názorov na mikrosvet.
- Opísať podstatu fotoelektrického javu a Einsteinovej teórie a ohodnotiť ich vplyv na vývoj fyziky.
- Vysvetliť obsah pojmov: svetelné kvantum, fotón, hraničná vlnová dĺžka.
- Opísať korpuskulárno-vlnový dualizmus.
- Opísať zloženie atómov.
- Opísať elektrónový obal atómu so zdôraznením kvantovania energie atómov.
- Opísať kvalitatívne kvantové stavy ako stojaté vlny.
- Vyjadriť Pauliho princíp.
- Porovnať spontánnu a stimulovanú emisiu.
- Opísať princípy, ktoré viedli k objavu a skonštruovaniu lasera. Opísať súčasné spôsoby používania laserov.
- Opísať zloženie jadra atómu a objasniť funkciu jadrových síl.
- Vysvetliť vzťah medzi väzbovou energiou jadra a hmotnostným úbytkom jadra atómu.
- Charakterizovať závislosť väzbovej energie pripadajúcej na jeden nukleón k počtu nukleónov v jadrách a z toho vyplývajúce možnosti uvoľňovania jadrovej energie.
- Opísať podstatu syntézy ľahkých jadier a štiepenia veľmi ťažkých jadier ako reakcií, pri ktorých sa uvoľňuje energia.
- Vysvetliť reťazovú reakciu a posúdiť možnosti jej kontrolovania.
- Opísať zloženie jadrového reaktora a jadrovej elektrárne.
- Opísať nestabilitu niektorých jadier a z nich vyplývajúcu prirodzenú rádioaktivitu.
- Definovať pojmy polčas premeny (doba polpremeny, polčas rozpadu), aktivita žiariča a rozpadová konštanta.
- Načrtnúť závislosť počtu nepremených jadier od času.
- Vyjadriť vzťahom počet nepremených jadier v závislosti od času.
- Opísať spôsob využitia jadrovej energie.
- Opísať spôsob využitia rádionuklidov.
- Opísať základné zariadenia a metódy práce pre výskum elementárnych častíc.
- Opísať základné spôsoby ochrany pred žiarením.
- Opísať najnovšie objavy mikrosveta a elementárnych častíc.

### 8.2 Aplikácia

Žiak je schopný:

- Podrobnejšie opísať spektrum vodíka.
- Pracovať so svetelným kvantom a Planckovou konštantou.
- Aplikovať Einsteinovu teóriu fotoelektrického javu pri niektorých javoch a pri riešení úloh.
- Ilustrovať na príklade ľubovoľnej jadrovej reakcie platnosť zákonov zachovania energie, hmotnosti, hybnosti a elektrického náboja.
- Určiť počet premenených a nepremených jadier po istej dobe zo známeho polčasu premeny rádionuklidu a počiatočného počtu jadier.
- Aplikovať vedomosti o prirodzenej a umelej rádioaktivite pri riešení úloh.
- Aplikovať vedomosti z fyziky mikrosveta v záujme ochrany životného prostredia.
- Posúdiť význam vedeckého výskumu v oblasti elementárnych častíc vo fyzike.

## 2. PRÍKLADY MATURITNÝCH ÚLOH

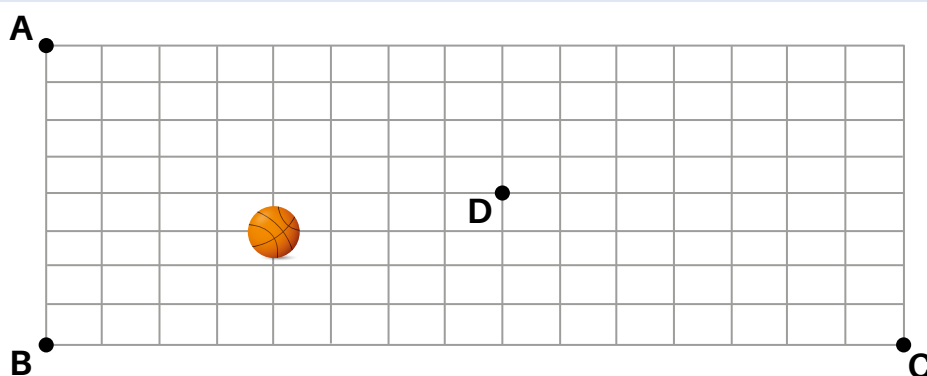
### 2.1 KINEMATIKA

#### 2.1.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Kinematika

1. Definujte pojmy hmotný bod, mechanický pohyb, trajektória, vzťažný bod, vzťažná sústava. Vysvetlite pojem relativnosť pokoja a pohybu.

Riešte úlohu:

Určte polohu lopty v zvolenej súradnicovej vzťažnej sústave. Ako vzťažné teleso si postupne zvolte body A, B, C a D. (Pri určovaní vzdialenosti použite mierku 1 dielik = 1 m.)



2. Vysvetlite súvislosť medzi vektorom zmeny okamžitej rýchlosti a vektorom zrýchlenia pohybu telesa pri rovnomerne zrýchlenom a rovnomerne spomalenom pohybe.

Riešte úlohu:

Automobil sa pohybuje rýchlosťou  $45 \text{ km.h}^{-1}$  a po ďalších 12 sekundách je rýchlosť jeho pohybu  $60 \text{ km.h}^{-1}$ .  
S akým zrýchlením sa automobil pohybuje?

3. Vyjadrite graficky a slovne závislosť rýchlosti od času a dráhy od času rovnomerného pohybu, rovnomerne zrýchleného pohybu a rovnomerne spomaleného pohybu.

Riešte úlohu:

Autobus pohybujúci sa rýchlosťou  $72 \text{ km.h}^{-1}$  znižuje svoju rýchlosť počas 20 sekúnd so stálym zrýchlením opačného smeru  $1,8 \text{ m.s}^{-2}$ .  
Akú dráhu prejde za tento čas?

4. Charakterizujte z kinematického hľadiska voľný pád a vplyv zemepisnej šírky na tento pohyb.

Riešte úlohu:

Kameň padá voľným pádom z výšky 1,3 m.  
Aká je jeho rýchlosť pri dopade?

5. Definujte veličiny perióda, frekvencia, uhlová rýchlosť a zrýchlenie pri rovnomernom pohybe hmotného bodu po kružnici. Definujte jednotku rovinného uhla v sústave SI – radián.

Riešte úlohu:

Kotúčová píla sa otáča 20-krát za sekundu.  
Určte periódu jej rotácie a uhlovú rýchlosť jej pohybu.

## 2.1.2 Štruktúrované úlohy

### Kinematika

#### 1. Niektoré hodinky majú sekundovú, minútovú a hodinovú ručičku.

- Určte v sekundách periódy otáčavého pohybu jednotlivých ručičiek.
- Určte v hertzoch frekvencie otáčavého pohybu jednotlivých ručičiek.
- Určte v jednotkách  $\text{rad.s}^{-1}$  uhlové rýchlosti jednotlivých ručičiek.
- Porovnajte rýchlosti koncového bodu a bodu v polovičnej vzdialenosti ako koncový bod minútovej ručičky.
- Porovnajte zrýchlenia koncového bodu a bodu v polovičnej vzdialenosti.

#### 2. Graf opisuje pohyb výťahu vychádzajúceho z prízemia.

Určte v jednotlivých úsekoch:

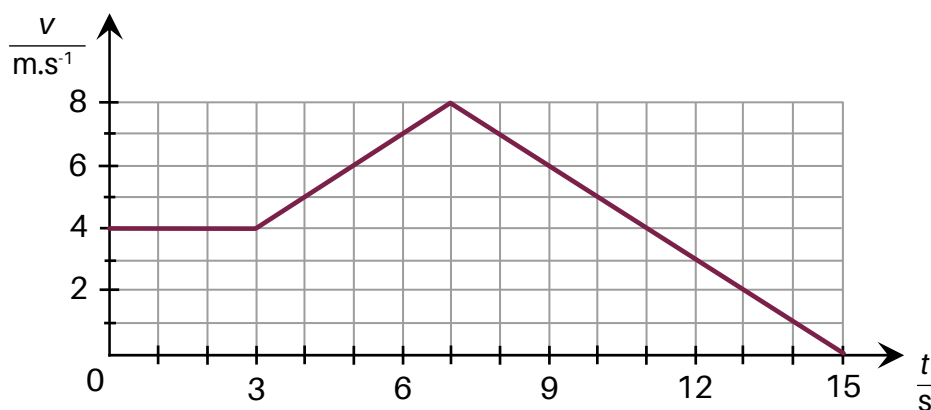
- charakter pohybu výťahu,
- smer a veľkosť zrýchlenia,
- závislosť dráhy od času (analyticky),
- priemernú rýchlosť na celom úseku,
- priemernú rýchlosť na prvom a treťom úseku.



#### 3. Charakterizujte uvedené pohyby z hľadiska vektora zrýchlenia:

- rovnomerný priamočiary pohyb telesa,
- rovnomerne zrýchlený priamočiary pohyb telesa,
- rovnomerne spomalený priamočiary pohyb telesa,
- voľný pád,
- rovnomerný pohyb hmotného bodu po kružnici.

4. Graf závislosti rýchlosti od času opisuje nerovnomerný pohyb automobilu.



- Určte v jednotlivých úsekoch charakter pohybu automobilu.
- Určte z grafu závislosti rýchlosti od času dráhu prejdenú automobilom v jednotlivých úsekoch pohybu.
- Načrtnite graf závislosti dráhy od času pre pohyb automobilu počas pätnástich sekúnd pohybu automobilu.
- Načrtnite graf závislosti zrýchlenia od času pre pohyb automobilu počas pätnástich sekúnd pohybu automobilu.

5. Chlapec vesluje na loďke rýchlosťou veľkosti  $6 \text{ km.h}^{-1}$ . Loďku nasmeroval kolmo na protiľahlý breh vzdialený  $600 \text{ m}$ . Rieka unáša loďku rýchlosťou veľkosti  $4 \text{ km.h}^{-1}$ .

- Nakreslite opísanú situáciu. Zakreslite do obrázka vektory rýchlosti pohybu loďky a rieky.
- Určte rýchlosť pohybu loďky vzhľadom na breh.
- Ako ďaleko unesie rieka loďku od miesta, ku ktorému chlapec loďku na začiatku pohybu nasmeroval?
- V akej vzdialenosti od miesta štartu loďka pristane?
- Ako by musel chlapec nasmerovať loďku pri štarte, aby pristál na protiľahlom brehu presne oproti miestu štartu?

## 2.1.3 Experimentálne úlohy

### Kinematika

#### 1. Experimentálne určte veľkosť zrýchlenia pohybu guľôčky na naklonenej rovine.

**Pomôcky:**

Naklonená rovina, oceľová guľôčka, stopky, meradlo dĺžky.



#### 2. Experimentálne určte veľkosť rýchlosti, ktorou guľôčka prechádza z naklonenej roviny na vodorovnú rovinu.

**Pomôcky:**

Naklonená rovina s prechodom na vodorovnú rovinu, oceľová guľôčka, stopky, meradlo dĺžky.



### 3. Experimentálne určte hustotu látky pravidelného tuhého telesa.

**Pomôcky:**

Pevné teleso (kocka, kváder, guľôčka), posuvné meradlo, laboratórne váhy.



### 4. Určte rozmer telesa meraním posuvným meradlom s nóniom. Opíšte postup pri určení výsledku merania z opakovaných meraní.

**Pomôcky:**

Pevné teleso (kocka, kváder, guľôčka), posuvné meradlo s nóniom.



5. Určte rozmer telesa meraním mikrometrickým meradlom. Opíšte postup pri určení výsledku merania z opakovaných meraní.

**Pomôcky:**

Pevné teleso (kocka, kváder, guľôčka), mikrometrické meradlo.



## 2.2 DYNAMIKA

### 2.2.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Dynamika

#### 1. Vysvetlite pojmy vzájomné silové pôsobenie, sila a jej účinky.

*Riešte úlohu:*

*Opíšte silové pôsobenie:*

- medzi telesom a podložkou, ak je teleso voľne položené na podložke,
- medzi telesom a závesom, ak teleso visí voľne zavesené,
- pri rovnomernom priamočiarom pohybe automobilu na vodorovnej ceste,
- pri rovnomernom priamočiarom pohybe automobilu na naklonenej rovine nahor.

#### 2. Vysvetlite pojem zotrvačnosť. Uved'te prvý Newtonov pohybový zákon.

*Riešte úlohu:*

*Vysvetlite:*

- Pohyb človeka v automobile pri zrýchľovaní, brzdení a prechode zákrutou.
- Prečo je výhodnejšie nosiť poháre s vodou v košíku ako položené na tácke.
- Ak vytiahneme papier spod pohára s vodou, pohár sa nemusí prevrátiť. Prečo?

#### 3. Opíšte z dynamického hľadiska pohyb priamočiary rovnomerný, rovnomerne zrýchlený, rovnomerne spomalený a rovnomerný pohyb po kružnici.

*Riešte úlohu:*

Vlečka traktora s hmotnosťou 2000 kg má byť posunutá po vodorovnej podložke. Aké zrýchlenie dosiahne, ak ju posunujú štyria robotníci a každý z nich pôsobí rovnako veľkou silou 500 N?

#### 4. Opíšte jav šmykového trenia. Zdôvodnite príčinu vzniku trecej sily. Uved'te závislosť veľkosti trecej sily od iných veličín.

*Riešte úlohu:*

Teleso s hmotnosťou 200 g udržíme po vodorovnej rovine v rovnomernom priamočiarom pohybe stálou silou, ktorá sa rovná 0,2-násobku tiaže telesa. Aký veľký je súčiniteľ šmykového trenia?

#### 5. Vysvetlite pojem neinerciálna vzťažná sústava. Vysvetlite spôsob určenia smeru a veľkosti zotrvačných síl v rôznych neinerciálnych vzťažných sústavách.

*Riešte úlohu:*

Človek hmotnosti 85 kg je vo výťahu, ktorý sa rozbieha zvislo nahor so zrýchlením  $1,2 \text{ m.s}^{-2}$ . Akou tlakovou silou pôsobí človek na podlahu výťahu?

## 2.2.2 Štruktúrované úlohy

### Dynamika

#### 1. Na naklonenej rovine je kváder.

- Vyznačte v obrázku tiažovú silu pôsobiacu na kváder. Rozložte tiažovú silu na zložky – pohybovú zložku tiažovej sily a normálovú zložku tiažovej sily.
- Určte veľkosti zložiek tiažovej sily, ak uhol sklonu naklonenej roviny je  $\alpha = 35^\circ$  a hmotnosť kvádra je 200 g.
- Vyznačte v obrázku treciu silu pôsobiacu na kváder. Vypočítajte jej veľkosť, ak súčiniteľ šmykového trenia je 0,15.
- Vypočítajte výslednú silu pôsobiacu na kváder na naklonenej rovine.

#### 2. Pohyb parašutistu s otvoreným padákom.

- Vyznačte v obrázku všetky sily pôsobiace na parašutistu s hmotnosťou 100 kg pri jeho páde, ak bočný vietor naňho pôsobí silou 20 N a odporová sila je 910 N.
- Graficky zložte sily pôsobiace na parašutistu.
- Výpočtom určte veľkosť výslednej sily pôsobiacej na parašutistu. Zdôvodnite pohyb parašutistu za opísaných podmienok.
- Určte veľkosť zrýchlenia pohybu parašutistu pri jeho pohybe za opísaných podmienok.
- Určte smer vektora zrýchlenia pohybu parašutistu.

#### 3. Po vodorovnej ceste sa pohybuje automobil hmotnosti 1 000 kg. Motor vyvíja ťažnú silu 1 600 N. Trecia sila, ktorá pôsobí proti pohybu, je rovná 0,15-násobku veľkosti tiaže automobilu.

- Vyznačte všetky sily pôsobiace na pohybujúci sa automobil.
- Určte veľkosť výslednej sily pôsobiacej na pohybujúci sa automobil. Podľa výsledku rozhodnite, aký druh pohybu automobil vykonáva. Svoje tvrdenie zdôvodnite.
- Ako sa zmení pohyb automobilu, ak ťažná sila motora automobilu klesne na 1 500 N?
- Ako sa zmení pohyb automobilu, ak ťažná sila motora klesne na 1 200 N pri nezmenenej trecej sile?
- Vypočítajte pre všetky prípady ťažných síl zrýchlenie pohybu automobilu.

#### 4. V plastovej dvojlitrovej fľaške je 0,5 l vody. Ak uchopíme otvorenú fľašku za jej hrdlo do ruky a budeme s ňou točiť vo vertikálnej rovine, voda sa z fľašky nevyleje, ani keď bude otvorená fľaška otočená hore dnom.

- Načrtnite opísanú situáciu. Zakreslite do obrázka sily, ktoré na vodu pri rotácii fľašky pôsobia. Zdôvodnite existenciu týchto síl.
- Vypočítajte veľkosti síl, ktoré na vodu v rotujúcej fľaške pôsobia. Polomer kružnice, po ktorej sa fľaška pohybuje, je 1 m, rýchlosť jej pohybu je  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- Graficky určte vektor výslednej sily, ktorá pri rotácii fľašky na vodu pôsobí.
- Vypočítajte veľkosť výslednej sily, ktorá pri rotácii fľašky na vodu pôsobí.
- Aká je minimálna rýchlosť rotácie fľašky pri uvedenom polomere kružnicovej trajektórie, aby sa voda z fľašky nevylievala?

**5. Strela s hmotnosťou 20 g preletí hlavnou pušky za 0,01 s a získa rýchlosť veľkosti  $150 \text{ m.s}^{-1}$ .**

- a. Určte zrýchlenie pohybu strely v hlavni, ak jej pohyb v hlavni považujeme za rovnomerne zrýchlený.
- b. Aká priemerná sila pri výstrele pôsobila na strelu?
- c. Aká priemerná sila pri výstrele pôsobila na pušku?
- d. Akú veľkú rýchlosť získala puška pri spätnom náraze, ak jej hmotnosť je 5 kg?
- e. Určte s využitím zadaných a vypočítaných údajov dĺžku hlavne pušky.

## 2.2.3 Experimentálne úlohy

### Dynamika

#### 1. Experimentálne určte koeficient šmykového trenia medzi podložkou a telesom.

**Pomôcky:**

Rovinné podložky z rôznych materiálov, teleso s háčikom, silomer.

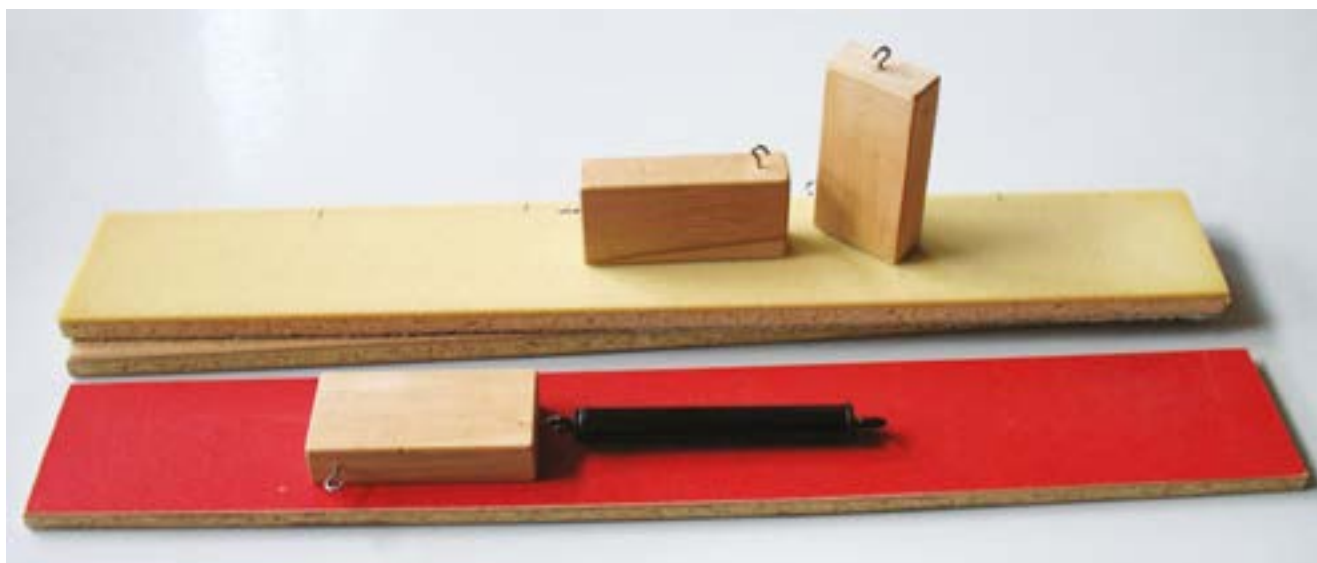


#### 2. Experimentálne overte závislosť trecej sily:

- od kolmej tlakovej sily na podložku,
- od veľkosti styčných plôch,
- od druhu a kvality styčných plôch.

**Pomôcky:**

Rovinné podložky z rôznych materiálov, teleso s háčikom, silomer.



### 3. Experimentálne určte koeficient statického šmykového trenia medzi podložkou a telesom.

**Pomôcky:**

Rovinná podložka, teleso s háčikom, silomer, uhlomer.



### 4. Experimentálne stanovte výslednicu síl pôsobiacich v jednom bode telesa, ak zložky pôsobia:

- v rovnakom smere,
- v opačných smeroch,
- v rôznych smeroch.

**Pomôcky:**

Podložka, pružina, silomery, uhlomer.



**5. Experimentálne určte uhol sklonu naklonenej roviny meraním kinematických veličín.****Pomôcky:**

Naklonená rovina, guľôčka, stopky, dĺžkové meradlo.



## 2.3 GRAVITAČNÉ POLE

### 2.3.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Gravitačné pole

1. Vysvetlite pojem gravitácia, uveďte Newtonov gravitačný zákon, uveďte vzťah pre veľkosť gravitačnej sily, vysvetlite fyzikálny význam gravitačnej konštanty.

Riešte úlohu:

Akou veľkou silou pôsobí Mesiak na  $1 \text{ m}^3$  morskej vody s hustotou  $1030 \text{ kg.m}^{-3}$  na povrchu Zeme? Aké javy v dôsledku tohto pôsobenia Mesiaca vznikajú?

2. Vysvetlite pojem gravitačné pole, definujte veličinu intenzita gravitačného poľa. Definujte siločiaru gravitačného poľa. Opíšte a znázornite homogénne a radiálne gravitačné pole.

Riešte úlohu:

Intenzita gravitačného poľa pri povrchu Zeme je približne  $10 \text{ N.kg}^{-1}$ .  
Určte veľkosť intenzity vo vzdialenosti trojnásobku polomeru Zeme od jej povrchu.

3. Opíšte pohyby vrhnutých telies v homogénnom tiažovom poli Zeme.

Riešte úlohu:

Teleso bolo vrhnuté v smere proti tiažovému zrýchleniu z povrchu Zeme rýchlosťou  $20 \text{ m.s}^{-1}$ .  
Určte jeho polohu po jednej sekunde od začiatku pohybu.

4. Opíšte pohyb telesa po kružnicovej trajektórii v radiálnom gravitačnom poli Zeme z dynamického hľadiska. Odvoďte vzťah pre kruhovú rýchlosť.

Riešte úlohu:

Vypočítajte dobu, za ktorú teleso obehne okolo Zeme po kružnicovej trajektórii vo výške  $200 \text{ km}$  nad povrchom Zeme.

5. Opíšte šikmý vrh. Opíšte postup pri odvodení vzťahov pre súradnice polohy telesa vrhnutého šikmo nahor vo zvolenej súradnicovej vzťažnej sústave.

Riešte úlohu:

Gulá bola vystrelená pod uhlom  $45^\circ$  začiatočnou rýchlosťou  $700 \text{ m.s}^{-1}$ .  
Vypočítajte čas, v ktorom guľa dopadne na vodorovnú rovinu.

## 2.3.2 Štruktúrované úlohy

### Gravitačné pole

#### 1. Intenzita gravitačného poľa pri povrchu Zeme je približne $10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

- Vysvetlite fyzikálny význam vektorovej veličiny intenzita gravitačného poľa  $K$ .
- Uved'te, ako závisí intenzita gravitačného poľa telesa v danom mieste poľa od hmotnosti telesa.
- Uved'te, ako závisí intenzita gravitačného poľa telesa v danom mieste poľa od vzdialenosti od telesa.
- Určte veľkosť intenzity vo vzdialenosti trojnásobku polomeru Zeme od jej povrchu.

#### 2. Zo stožiara vysokého 60 m bol hodený kameň vodorovným smerom rýchlosťou $60 \text{ m.s}^{-1}$ .

- Určte polohu kameňa na konci druhej sekundy vo vhodne zvolenej súradnicovej vzťažnej sústave.
- Určte veľkosť rýchlosti kameňa na konci druhej sekundy.
- Za aký čas kameň dopadne na zem?
- Určte súradnice miesta dopadu na zem.

#### 3. Guľa bola vystrelená pod uhlom $45^\circ$ začiatočnou rýchlosťou veľkosti $300 \text{ m.s}^{-1}$ .

- Určte polohu gule na konci desiatej sekundy od začiatku pohybu vo vhodne zvolenej súradnicovej vzťažnej sústave.
- Určte čas, za ktorý dopadne guľa na vodorovnú rovinu.
- V akej vzdialenosti od miesta vrhu dopadne guľa na vodorovnú rovinu?
- Porovnajte vypočítanú vzdialenosť dopadu od miesta vrhu s možnými inými elevačnými uhlami, pod ktorými by guľa mohla byť vrhnutá.
- Do akej maximálnej výšky guľa pri tomto pohybe vystúpi?

#### 4. Teleso bolo vrhnuté zvislo nahor začiatočnou rýchlosťou veľkosti $20 \text{ m.s}^{-1}$ . Súčasne z výšky, ktorú toto teleso maximálne dosiahne, začína padať zvislo nadol druhé teleso.

- Určte výšku, z ktorej padá druhé teleso.
- Za aký čas od začiatku pohybu telies sa telesá stretnú?
- V akej vzdialenosti od povrchu Zeme sa telesá stretnú?
- Určte rýchlosti pohybu oboch telies v okamihu ich stretnutia.
- Ako sa zmení riešenie úlohy za predpokladu, že druhé teleso nebude voľne padať, ale ho vrhneme zvislo nadol rovnako veľkou začiatočnou rýchlosťou ako prvé teleso?

#### 5. Družica obieha okolo Zeme po kružnicovej trajektórii vo výške 550 km nad jej povrchom.

- Opíšte z dynamického hľadiska pohyb družice okolo Zeme po kružnicovej trajektórii.
- Vypočítajte rýchlosť, ktorou sa družica v danej výške nad povrchom Zeme musí pohybovať, ak trajektória jej pohybu má byť kružnica. Hmotnosť Zeme je  $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ , polomer Zeme je  $6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ .
- Určte za opísaných podmienok obežnú dobu družice okolo Zeme.
- Koľkokrát v priebehu jedného dňa družica obehne okolo Zeme?

### 2.3.3 Experimentálne úlohy

#### Gravitačné pole

1. Experimentálne určte začiatočnú rýchlosť pohybu lopty pri vodorovnom vrhu.

**Pomôcky:**

Lopta, dĺžkové meradlo.



2. Experimentálne určte výtokovú rýchlosť kvapaliny malým otvorom v stene nádoby.

**Pomôcky:**

Nádoba s malým otvorom v stene, dĺžkové meradlo.



## 2.4 PRÁCA A ENERGIA

### 2.4.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Práca a energia

1. Opíšte konanie práce z fyzikálneho hľadiska. Uveďte a vysvetlite vzťah pre výpočet mechanickej práce, ak sila zvierá so smerom posunutia rôzne uhly. Uveďte jednotku mechanickej práce a jej vyjadrenie v základných jednotkách sústavy SI.

Riešte úlohu:

Elektrický rušeň pôsobí na vlak pri rozbiehaní po vodorovnej trati ťažnou silou 600 000 N; vlak sa rozbieha rovnomerne zrýchleným pohybom a za 2 minúty dosiahne rýchlosť  $10 \text{ m.s}^{-1}$ . Akú veľkú prácu vykoná rušeň? Trenie a odpor vzduchu zanedbajte.

2. Definujte fyzikálnu veličinu výkon. Vyjadrite jednotku výkonu pomocou základných jednotiek sústavy SI. Uveďte a vysvetlite vzťah pre výkon pri rovnomernom konaní práce. Vysvetlite jednotku s názvom kilowatthodina.

Riešte úlohu:

Určte výkon človeka, ktorý zdvihol pomocou pevnej kladky vrece cementu s hmotnosťou 50 kg do výšky 1,5 m za 7,5 s rovnomerným pohybom.

3. Vysvetlite súvislosť medzi mechanicou prácou a mechanicou energiou. Uveďte a vysvetlite vzťahy pre kinetickú a potenciálnu energiu tiažového telesa.

Riešte úlohu:

Akú kinetickú energiu má kameň s hmotnosťou 1 kg, ktorý padá voľným pádom 5 s od začiatku pohybu?

4. Vysvetlite zákon zachovania mechanickej energie. Vysvetlite pojem izolovaná sústava telies.

Riešte úlohu:

Vysvetlite z hľadiska zákona zachovania mechanickej energie:

- pohyb matematického kyvadla,
- kmitavý pohyb pružinového oscilátora,
- pád voľne pusteného telesa v homogénnom tiažovom poli Zeme.

5. Opíšte pojem účinnosť. Vyjadrite vzťah medzi účinnosťou a
  - vykonanou prácou a dodanou energiou,
  - výkonom a príkonom.

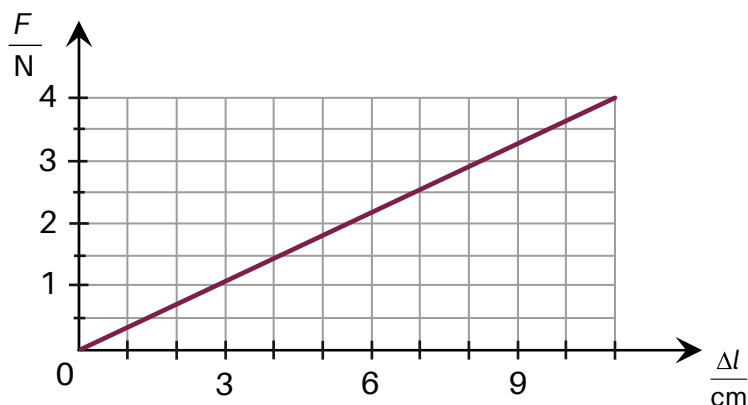
Riešte úlohu:

Výťah zdvihne rovnomerným pohybom náklad do výšky 24 m za čas 11 s; hmotnosť výťahu s nákladom je 800 kg. Aký veľký je príkon elektromotora, ak účinnosť zariadenia je 90 %?

## 2.4.2 Štruktúrované úlohy

### Práca a energia

- Žeriav zdvihol rovnomerným pohybom náklad s hmotnosťou 120 kg z výšky 2 m do výšky 6 m.
  - Akou silou na náklad pôsobil žeriav? Svoje tvrdenie zdôvodnite.
  - Vypočítajte prácu vykonanú žeriavom pri zdvíhaní nákladu.
  - Vypočítajte prácu vykonanú tiažovou silou pôsobiaceou na náklad pri jeho zdvíhaní.
  - Akú prácu vykonala výsledná sila pôsobiaca na náklad na danom úseku?
- Pri ťažovaní pružiny na ňu pôsobí sila  $F$ . Závislosť veľkosti sily  $F$  od predĺženia pružiny  $\Delta l$  je znázornená na obrázku.



- Ako je možné z uvedenej grafickej závislosti určiť veľkosť práce vykonanej vonkajšou silou pri ťažovaní pružiny?
  - Vypočítajte prácu vykonanú vonkajšou silou pri ťažovaní pružiny.
  - Ako sa prejaví práca vykonaná vonkajšou silou na energii pružiny?
  - Porovnajte prácu vykonanú vonkajšou silou s energiou natiahnutej pružiny.
  - Určte pre danú pružinu jej tuhosť. Vysvetlite fyzikálny význam číselnej hodnoty tuhosti pružiny.
- Kameň hmotnosti 50 g bol vrhnutý z výšky  $h = 20$  m nad zemským povrchom zvislo nahor rýchlosťou  $18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
    - Akou rýchlosťou dopadne kameň na povrch Zeme, ak odpor prostredia pri jeho pohybe zanedbávame?
    - Opíšte pohyb kameňa z hľadiska zákona zachovania energie, ak odpor prostredia pri jeho pohybe zanedbávame.
    - Určte prácu, ktorá sa vykoná pri prekonávaní odporu vzduchu, ak kameň dopadne na povrch Zeme rýchlosťou  $24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**4. Teleso s hmotnosťou 1 kg voľne padá z veže z výšky 45 m.**

- a. Určte potenciálnu energiu tiažovú a kinetickú energiu telesa na začiatku jeho pohybu.
- b. Určte výšku, v ktorej sa nachádza kameň po jednej sekunde od začiatku pohybu.
- c. Vypočítajte potenciálnu energiu kameňa po jednej sekunde od začiatku pohybu.
- d. Vypočítajte rýchlosť pohybu kameňa po jednej sekunde od začiatku pohybu.
- e. Vypočítajte kinetickú energiu kameňa po jednej sekunde od začiatku pohybu.
- f. Porovnajte zmenu potenciálnej energie kameňa so zmenou jeho kinetickej energie v priebehu prvej sekundy jeho pohybu. Vyslovte na základe porovnania zákon zachovania mechanickej energie.

**5. Vlak s hmotnosťou 200 t sa pohybuje rýchlosťou veľkosti  $54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Brzdy pri zastavovaní vlaku vyvíjajú silu veľkosti 200 N na každých 1 000 kg hmotnosti vlaku.**

- a. Určte kinetickú energiu vlaku pred brzdením.
- b. Určte prácu, ktorú musia brzdy vykonať, aby sa vlak zastavil.
- c. Vypočítajte dráhu, ktorú vlak prejde, kým zastaví.

### 2.4.3 Experimentálne úlohy

#### Práca a energia

1. Experimentálne určte, aká časť mechanickej energie lopty sa pri kolmom odraze od Zeme premení na iné formy energie.

**Pomôcky:**

Rôzne lopty (tenisová, squash, stolnotenisová a iné), dĺžkové meradlo.



2. Experimentálne určte, aká časť mechanickej energie lopty sa pri náraze na inú (resp. takú istú loptu) premení na iné formy energie.

**Pomôcky:**

Dve rovnaké lopty, jedna na bifilárnom závese, dĺžkové meradlo.



3. Experimentálne určte veľkosť rýchlosti pohybu voľne zavesenej guľôčky pri prechode rovnovážnou polohou.

**Pomôcky:**

Guľôčka na závese, dĺžkové meradlo.



4. Experimentálne určte veľkosť rýchlosti pohybu telesa zaveseného na pružine pri prechode rovnovážnou polohou.

**Pomôcky:**

Teleso na pružine, sada závaží, dĺžkové meradlo.



## 2.5 MECHANIKA TUHÉHO TELESA

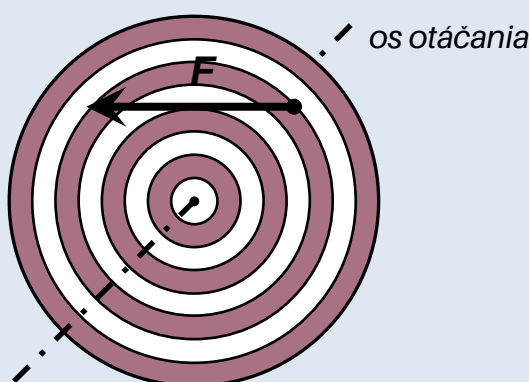
### 2.5.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Mechanika tuhého telesa

- Opíšte otáčavý pohyb tuhého telesa okolo nehybnej osi. Vysvetlite pojmy moment sily, jeho veľkosť a smer, rameno sily, otáčanie v kladnom a zápornom zmysle.

Riešte úlohu:

Určte veľkosť a smer momentu sily pôsobiacej na momentový kotúč.

Sila má veľkosť  $2\text{ N}$ , polomer najmenšej kružnice je  $5\text{ cm}$  a každá ďalšia kružnica má polomer o  $5\text{ cm}$  väčší.

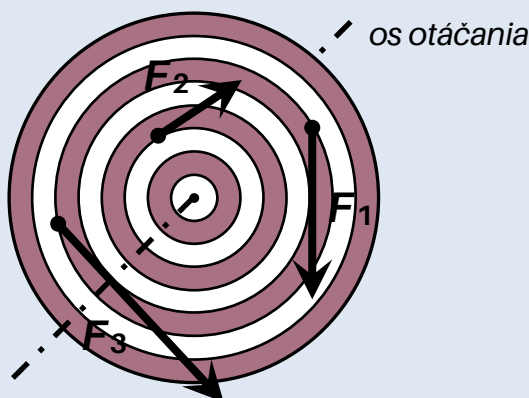


- Vysvetlite momentovú vetu. Uveďte a vysvetlite príklady využitia momentovej vety v praxi.

Riešte úlohu:

Rozhodnite, či sa momentový kotúč, na ktorý pôsobia tri sily (pozri obrázok), bude otáčať.

Sila  $F_1 = 2\text{ N}$ ,  $F_2 = 1\text{ N}$ ,  $F_3 = 3\text{ N}$ , polomer najmenšej kružnice je  $5\text{ cm}$  a každá ďalšia kružnica má polomer o  $5\text{ cm}$  väčší.



**3. Definujte rovnovážnu polohu a ťažisko. Opíšte rovnovážne polohy tuhého telesa.**

Riešte úlohu:

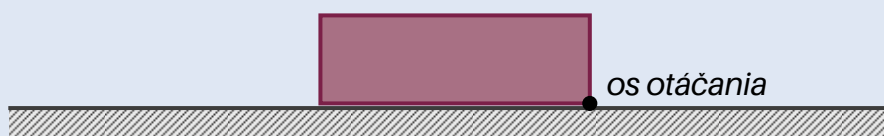
Na základe charakteristík rovnovážnych polôh rozhodnite, v akej rovnovážnej polohe je:

- teleso – guľôčka, ktorá je položená v miske,
- teleso – guľôčka, ktorá je položená na vodorovnej rovine,
- teleso – guľôčka, ktorá je položená na vrchole kopca tvaru kužeľa.

**4. Opíšte pojem stabilita telesa. Vysvetlite spôsoby zväčšovania stability telies.**

Riešte úlohu:

Vypočítajte prácu, ktorú je potrebné vykonať na prevrátenie kvádra s hmotnosťou 5 kg z rovnovážnej polohy stálej do rovnovážnej polohy vratkej. Ťažisko kvádra je vo výške 10 cm nad vodorovnou rovinou, stenová uhlopriečka kvádra je 60 cm.

**5. Objasnite rovnomerný otáčavý pohyb tuhého telesa okolo nehybnej osi z energetického hľadiska.**

Riešte úlohu:

Rotor elektromotora má moment zotrvačnosti  $2 \text{ kg.m}^2$  a vykonáva 20 otáčok za sekundu. Vypočítajte jeho kinetickú energiu.

## 2.5.2 Štruktúrované úlohy

### Mechanika tuhého telesa

1. Autíčko s hmotnosťou 200 g je poháňané zotrvačníkom s momentom zotrvačnosti  $0,01 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ , roztočeným na 300 otáčok za minútu.

- Vypočítajte energiu roztočeného zotrvačníka autíčka.
- Autíčko s roztočeným zotrvačníkom položíme na naklonenú rovinu a pustíme hore kopcom. Napíšte pre uvedenú situáciu zákon zachovania energie. Trenie a odpor vzduchu zanedbávame.
- Do akej maximálnej výšky autíčko na naklonenej rovine vystúpi?
- Akou rýchlosťou sa autíčko bude pohybovať v polovičnej výške z maximálnej, do ktorej vystúpi?

## 2. Skladanie rovnobežných síl

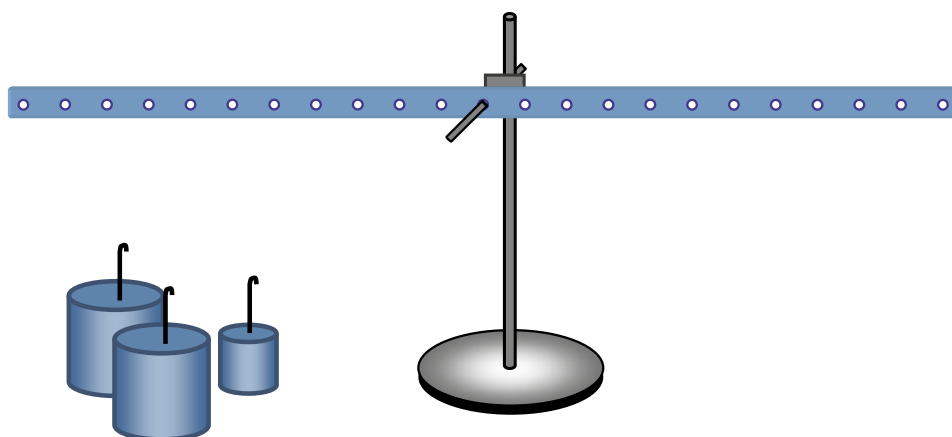
- Vysvetlite pojmy zložky sily, výslednica, čo znamená skladať sily.
- Uveďte, čo platí pre výslednicu dvoch rovnobežných síl rovnakého smeru pôsobiacich v dvoch rôznych bodoch tuhého telesa.
- Uveďte, čo platí pre výslednicu dvoch rovnobežných síl opačného smeru pôsobiacich v dvoch rôznych bodoch tuhého telesa.
- Zdôvodnite polohu pôsobiska výslednice dvoch rovnobežných síl. Aplikujte pri zdôvodnení momentovú vetu.
- Opíšte grafický postup pri určovaní polohy pôsobiska výslednice dvoch rovnobežných síl rovnakého a opačného smeru pôsobiacich v dvoch rôznych bodoch tuhého telesa.

3. Po naklonenej rovine sa valí z pokoja bez klzania guľa tak, že jej ťažisko zníži svoju polohu o 1 m.

- Napíšte a vysvetlite pre pohyb gule po naklonenej rovine zákon zachovania mechanickej energie.
- Vysvetlite, ako súvisí veľkosť postupnej rýchlosti gule pri jej pohybe po naklonenej rovine s uhlovou rýchlosťou pri jej otáčavom pohybe.
- Vypočítajte veľkosť rýchlosti pohybu gule v okamihu, keď jej ťažisko zníži svoju polohu o 1 meter.
- Riešte túto úlohu pre teleso valcovitého tvaru.
- Porovnajte výsledky pre obidve telesá a na ich základe porovnajte pohyb takýchto telies pri ich valivom pohybe po naklonenej rovine.

#### 4. Dvojzvratná páka

- Roztočte páku v kladnom zmysle. Určte smer vektora momentu sily, ktorým ste páku roztočili.
- Roztočte páku v zápornom zmysle. Určte smer vektora momentu sily, ktorým ste páku roztočili.
- Demonštrujte situáciu, keď na tuhé teleso otáčavé okolo nehybnej osi pôsobí sila a nespôsobí jej otáčanie.
- Vyslovte momentovú vetu. Zaveďte na páku dve závažia s rozličnými hmotnosťami tak, aby výsledný moment sily bol rovný nule. Určte výpočtom jednotlivé momenty síl.
- Zaveďte na páku tri závažia s rozličnými hmotnosťami tak, aby výsledný moment sily bol rovný nule. Určte výpočtom jednotlivé momenty síl a výsledný moment sily.



### 2.5.3 Experimentálne úlohy Mechanika tuhého telesa

#### 1. Experimentálne overte momentovú vetu.

**Pomôcky:**

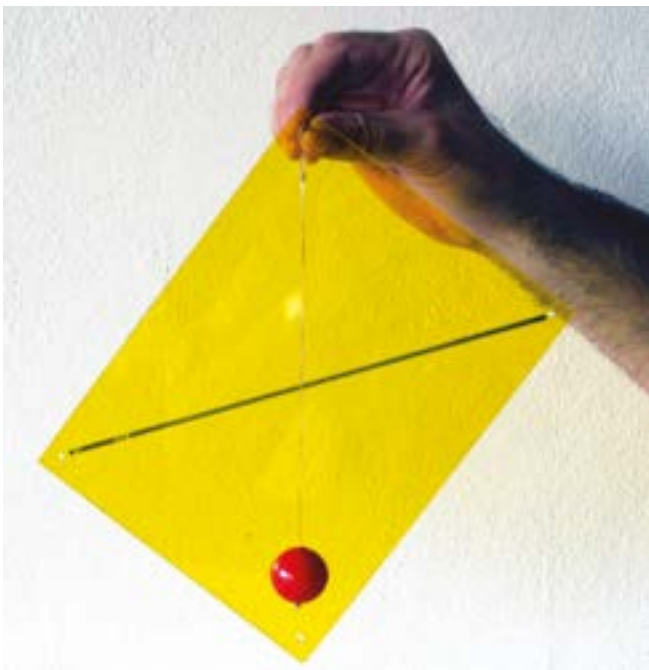
Dvojzvratná páka, sada závaží.



#### 2. Experimentálne určte polohu ťažiska určeného telesa.

**Pomôcky:**

Rôzne telesá (metla, tyč, plastová doska), sada závaží, tenký špagát.



### 3. Porovnajete momenty zotrvačnosti vybraných telies.

**Pomôcky:**

Rôzne loptičky, zotrvačníky.



## 2.6 MECHANIKA KVAPALÍN A PLYNOV

### 2.6.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Mechanika kvapalín a plynov

1. Definujte veličinu tlak a jej jednotku. Vysvetlite pojmy tlaková sila, hydrostatický tlak, hydrostatická tlaková sila, vztlaková sila. Vysvetlite Pascalov zákon a Archimedov zákon.

*Riešte úlohu:*

Akou veľkou silou treba zaťažiť drevenú kocku s hranou 1 dm a hustotou  $700 \text{ kg.m}^{-3}$ , aby sa vznášala vo vode?

2. Definujte ustálené a neustálené prúdenie kvapaliny. Definujte prúdnicu. Znázornite prúdenie kvapaliny pomocou prúdnic. Vysvetlite pojmy hmotnostný a objemový tok. Vysvetlite fyzikálny zmysel rovnice kontinuity.

*Riešte úlohu:*

Akou rýchlosťou prúdi voda v potrubí polomeru 10 cm, ak hmotnostný tok v potrubí je  $3,14 \text{ kg.m}^{-3}$ ?

3. Vysvetlite súvislosť medzi tlakom v kvapaline a tlakovou energiou jednotkového objemu kvapaliny. Vyjadrite vzťah medzi kinetickou energiou jednotkového objemu prúdiacej kvapaliny a veľkosťou jej rýchlosti. Opíšte tento vzťah. Vysvetlite zákon zachovania energie pre prúdiace kvapaliny.

*Riešte úlohu:*

Vo vodorovnej trubici, v ktorej prúdi voda rýchlosťou  $8 \text{ m.s}^{-1}$ , je tlak  $1,08 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Aký tlak má voda v potrubí, v ktorom prúdi rýchlosťou  $4 \text{ m.s}^{-1}$ ?

4. Vysvetlite princíp merania rýchlosti prúdiacej kvapaliny. Vysvetlite princíp určenia výtokovej rýchlosti kvapaliny vytekajúcej malým otvorom v stene nádoby.

*Riešte úlohu:*

Akou rýchlosťou strieka voda z nádoby otvorom v hĺbke 20 cm pod voľnou hladinou vody? Aký objem vody vytečie otvorom za 1 minútu, ak výšku vodnej hladiny pri experimente udržiavame v stálej výške a plošný obsah prierezu otvoru je  $2 \text{ cm}^2$ ?

5. Objasnite pojem odpor prostredia. Vysvetlite príčinu vzniku odporovej sily pri vzájomnom pohybe telesa a tekutiny. Vysvetlite závislosť veľkosti odporovej sily od iných veličín.

*Riešte úlohu:*

Padák hmotnosti 32 kg má pri otvorení priemer 12 m a predpokladáme, že polgula má súčiniteľ odporu 1,3.

Na akej rýchlosti sa ustáli rýchlosť pádu, ak hustota vzduchu je  $1,29 \text{ kg.m}^{-3}$  a hmotnosť výsadkára je 76 kg?

## 2.6.2 Štruktúrované úlohy

### Mechanika kvapalín a plynov

- Balón s hmotnosťou 600 kg a objemom 500 m<sup>3</sup> sa dvíha vo vzduchu zvislo nahor. Hustota vzduchu je 1,29 kg.m<sup>-3</sup>.**
  - Vysvetlite pohyb balóna z hľadiska druhého Newtonovho pohybového zákona.
  - Vypočítajte výslednú silu pôsobiacu na balón pri jeho pohybe.
  - Do akej výšky vystúpi balón za prvých 10 sekúnd, keď jeho pohyb za tento čas pokladáme za rovnomerne zrýchlený?
  - Akú rýchlosť dosiahne balón pri svojom pohybe po prvých desiatich sekundách?
- Na vode pláva homogénne teleso ponorené práve polovicou svojho objemu. Na jeho úplné vtlačenie do vody je potrebná sila 150 N.**
  - Opíšte silové pôsobenie na teleso v okamihu, keď pláva na vode ponorené polovicou svojho objemu. Vyjadrite tento stav druhým pohybovým zákonom.
  - Opíšte silové pôsobenie na teleso v okamihu, keď je silou 150 N úplne vtlačené do vody. Vyjadrite tento stav druhým pohybovým zákonom.
  - Určte hmotnosť opísaného telesa.
  - Určte objem telesa a jeho hustotu.
- Vodorovnou trubicou s obsahom prierezu 20 cm<sup>2</sup> prúdi voda rýchlosťou 8 m.s<sup>-1</sup>. Tlak vody je 1,08 · 10<sup>5</sup> Pa.**
  - Vypočítajte objemový tok kvapaliny v trubici.
  - Vypočítajte hmotnostný tok kvapaliny v trubici.
  - Akú rýchlosť má voda v rozšírenom mieste trubice s obsahom prierezu 40 cm<sup>2</sup>?
  - Vypočítajte tlak vody v rozšírenom mieste trubice.
- V stene nádoby naplnenej vodou sú dva otvory, jeden v hĺbke 20 cm, druhý v hĺbke 40 cm pod voľnou hladinou vody v nádobe.**
  - Vypočítajte rýchlosť, ktorou vystrekuje voda obidvoma otvormi, ak výška hladiny vody v nádobe ostáva stála.
  - Vypočítajte objemový tok kvapaliny otvorom v hĺbke 20 cm, ak obsah jeho prierezu je 0,3 cm<sup>2</sup>.
  - Vypočítajte objemový tok kvapaliny otvorom v hĺbke 40 cm, ak obsah jeho prierezu je 0,5 cm<sup>2</sup>.
  - Aký objem vody vytečie spolu oboma otvormi za 1 minútu?
- Drevenú guľu s polomerom 20 cm necháme voľne padať vo vzduchu. Hustota dreva je 700 kg.m<sup>-3</sup>, hustota vzduchu je 1,29 kg.m<sup>-3</sup>.**
  - Opíšte pohyb gule v odporujúcom prostredí z dynamického a kinematického hľadiska.
  - Na akej rýchlosti sa ustáli pohyb gule, ak súčiniteľ odporu gule je 0,48?
  - Na akej rýchlosti by sa ustálil pohyb telesa rovnakej hmotnosti a polomeru prierezu ako guľa, ak teleso má polguľovitý tvar so súčiniteľom odporu 0,7?

### 2.6.3 Experimentálne úlohy

#### Mechanika kvapalín a plynov

##### 1. Experimentálne určte hustotu látky pevného telesa pomocou Archimedovho zákona.

**Pomôcky:**

Teleso s háčikom, silomer, nádoba s vodou, odmerný valec.



##### 2. Určte výtokovú rýchlosť kvapaliny aplikáciou rovnice continuity.

**Pomôcky:**

Nádoba s otvorom v stene, dĺžkové meradlo, posuvné meradlo s nóniom, stopky.



### 3. Určte výtokovou rychlost kvapaliny aplikáciou Bernoulliho rovnice.

**Pomôcky:**

Nádoba s otvorom v stene, dĺžkové meradlo.



### 4. Experimentálne určte tlak vzduchu v nafúkanom balóne.

**Pomôcky:**

Nádoba s vodou, balón, dĺžkové meradlo, sklená trubička s priemerom cca 1,5 cm.



## 2.7 ZÁKLADNÉ POZNATKY MOLEKULOVEJ FYZIKY A TERMODYNAMIKY

### 2.7.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky

#### 1. Vysvetlite základné poznatky kinetickej teórie stavby látok a ich dôkazy.

Riešte úlohu:

Porovnajme hmotnosť molekuly kyseliny dusičnej  $\text{HNO}_3$  s hmotnosťou molekuly oxidu strieborného  $\text{Ag}_2\text{O}$ .

$$A_{r(\text{H})} = 1,0079$$

$$A_{r(\text{N})} = 14,007$$

$$A_{r(\text{O})} = 15,999$$

$$A_{r(\text{Ag})} = 107,87$$

#### 2. Znázornite a vysvetlite graf závislosti výslednej sily pôsobiacej medzi dvoma časticami (atómami, molekulami) od vzdialenosti častíc.

Riešte úlohu:

Vypočítajte, aké látkové množstvo predstavuje  $4,8 \cdot 10^{24}$  atómov vodíka.

#### 3. Opíšte modely štruktúry pevnej látky, kvapaliny a plynu.

Riešte úlohu:

Kolko atómov medi obsahuje medené teleso s hmotnosťou 190,6 g?

$$A_{r(\text{Cu})} = 63,546$$

#### 4. Charakterizujte vnútornú energiu sústavy a jej zložky. Vysvetlite zmenu vnútornej energie konaním práce a tepelnou výmenou.

Riešte úlohu:

Auto s hmotnosťou 900 kg pohybujúce sa po vodorovnej ceste rýchlosťou  $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  náhle zabrzdí.

Vypočítajte, ako sa po zastavení auta zmení vnútorná energia jeho pneumatík a brzdových diskov.

#### 5. Vysvetlite Prvý termodynamický zákon.

Riešte úlohu:

Môže plyn odovzdať chladnejšiemu telesu teplo  $2 \cdot 10^2 \text{ J}$  a vykonať pritom prácu  $3 \cdot 10^2 \text{ J}$ ?

Ako sa zmení pri tomto deji vnútorná energia plynu?

Ako sa zmení pri tomto deji teplota plynu?

## 2.7.2 Štruktúrované úlohy

### Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky

#### 1. Vysvetlite zmeny vnútornej energie jednotlivých telies pri nasledujúcich dejoch:

- olovená strela dopadne do nehybnej drevenej dosky a uviazne v nej,
- olovená strela preletí nehybnou drevenou doskou,
- lopta dopadne z výšky  $h_1$  na podložku a odrazí sa do výšky  $h_2 < h_1$ ,
- lopta dopadne z výšky  $h$  na podložku a neodrazí sa od nej,
- do teplej malinovky dáme kocku ľadu.

#### 2. Napíšte kalorimetrickú rovnicu a vysvetlite význam jej jednotlivých členov, ak:

- tepelná výmena nastáva iba medzi telesami v kalorimetri a nenastáva pri nej zmena skupenstva látky,
- tepelná výmena nastáva medzi telesami v kalorimetri a aj kalorimetrom a nenastáva pri nej zmena skupenstva látky,
- tepelná výmena nastáva medzi telesami v kalorimetri a aj kalorimetrom a nastáva pri nej zmena skupenstva látky.

#### 3. V zmiešavacom kalorimetri s tepelnou kapacitou $90 \text{ J.K}^{-1}$ je voda hmotnosti $200 \text{ g}$ . Teplota sústavy je $80^\circ\text{C}$ . Do vody v kalorimetri bol vložený kúsok ľadu s hmotnosťou $150 \text{ g}$ .

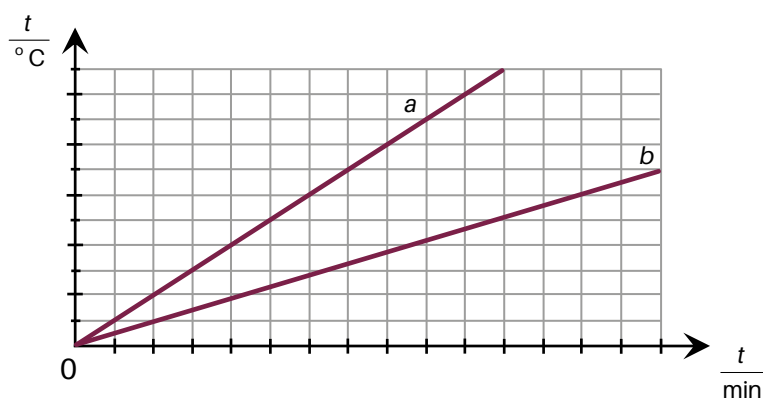
- Napíšte a vysvetlite kalorimetrickú rovnicu pre opísanú situáciu, ak teplota ľadu pred vložením do kalorimetra bola  $0^\circ\text{C}$ .
- Určte výslednú teplotu sústavy po dosiahnutí rovnovážneho stavu. Hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu je  $334 \text{ kJ.kg}^{-1}$ . Hmotnostná tepelná kapacita ľadu je  $2,1 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- Napíšte a vysvetlite kalorimetrickú rovnicu pre opísanú situáciu, ak teplota ľadu pred vložením do kalorimetra bola  $-15^\circ\text{C}$ .
- Určte výslednú teplotu sústavy po dosiahnutí rovnovážneho stavu.

#### 4. Ponorným varičom s výkonom $500 \text{ W}$ a s účinnosťou $75 \%$ chceme uviesť do varu $2 \text{ l}$ vody, pričom počiatočná teplota vody je $10^\circ\text{C}$ .

- Vypočítajte teplo, ktoré voda pri uvarení musí prijať.
- Vyjadrite vzťah medzi energiou prijatou vodou, výkonom variča, jeho účinnosťou a časom odovzdávania energie.
- Ako dlho trvá zohrievanie vody do varu?
- Riešte úlohu pre varič s výkonom  $800 \text{ W}$  a účinnosťou  $85 \%$ .

**5. Riešte nasledujúce úlohy:**

- Porovnajte vnútornú energiu vody s hmotnosťou 1 kg a teplotou 0 °C a vnútornú energiu ľadu s rovnakou hmotnosťou a teplotou.
- Vysvetlite správnosť tvrdenia: Voda s hmotnosťou 2 kg a teplotou 100 °C obsahuje teplo  $Q = mc\Delta t = 2 \cdot 4180 \cdot 100 \text{ J} = 8,36 \cdot 10^5 \text{ J}$ .
- Je možný dej, že sústava prijme teplo a pritom sa nezmení jej teplota? Svoje tvrdenie vysvetlite.
- Vysvetlite, prečo sa pri pílení dreva zahrieva viac píłka ako drevo.
- Pomocou dvoch rovnakých ponorných varičov sa v jednej nádobe ohrievala voda a v druhej glycerín s rovnakou hmotnosťou. Závislosť teploty od času je vyjadrená pre obidve kvapaliny graficky. Určte, ktorý graf vyjadruje túto závislosť pre vodu a ktorý pre glycerín.



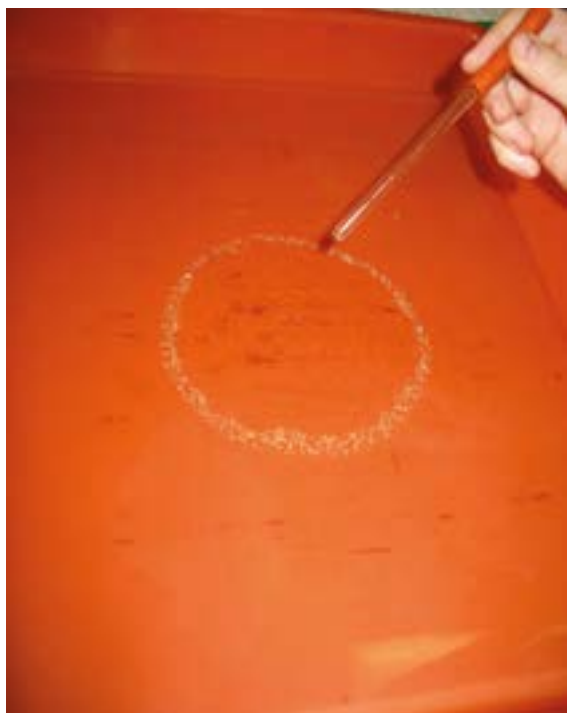
## 2.7.3 Experimentálne úlohy

### Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky

#### 1. Experimentálne určte približnú hodnotu priemeru molekuly kyseliny olejovej.

**Pomôcky:**

Nádoba s vodou, roztok kyseliny olejovej a technického benzínu, korkový prášok, kvapkadlo, odmerný valec, meradlo dĺžky.



#### 2. Experimentálne určte hmotnostnú tepelnú kapacitu neznámej látky.

**Pomôcky:**

Kalorimeter s príslušenstvom so známou hodnotou tepelnej kapacity, laboratórne váhy, varič, nádoba s vodou.



## 2.8 ŠTRUKTÚRA A VLASTNOSTI PLYNOV

### 2.8.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Štruktúra a vlastnosti plynov

1. Vysvetlite základnú rovnicu pre tlak ideálneho plynu a stavovú rovnicu ideálneho plynu.

*Riešte úlohu:*

Aký tlak má vzduch v pneumatike automobilu pri teplote 20 °C a hustote 8,0 kg.m<sup>-3</sup>?  
Molárna hmotnosť vzduchu je  $M_m = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$ .

2. Charakterizujte a porovnajte tepelné deje s ideálnym plynom – izotermický, izobarický a izochorický.

*Riešte úlohu:*

Ako sa zmení tlak vzduchu v pneumatike automobilu, ktorá je nahustená na tlak 250 kPa, ak sa počas jazdy jej teplota zvýšila zo 17 °C na 77 °C? Vnútorný objem pneumatiky sa nezmení.

3. Vysvetlite spôsob určenia práce plynu pri izobarickom, izotermickom a izochorickom deji s využitím pracovného diagramu.

*Riešte úlohu:*

Akú prácu vykoná 20 kg vzduchu, keď ho pri stálom tlaku zohrejeme z 25 °C na 160 °C?

4. Charakterizujte tepelné deje s ideálnym plynom z energetického hľadiska.

*Riešte úlohu:*

Aké teplo prijme kyslík s hmotnosťou 30 g, ak sa jeho teplota zvýši z 10 °C na 90 °C pri:

- stálom objeme,
- pri stálom tlaku?

Hmotnostná tepelná kapacita kyslíka pri stálom objeme je 651 J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>, pri stálom tlaku je 912 J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>.

5. Opíšte kruhový tepelný dej. Vysvetlite pojem účinnosť kruhového deja.

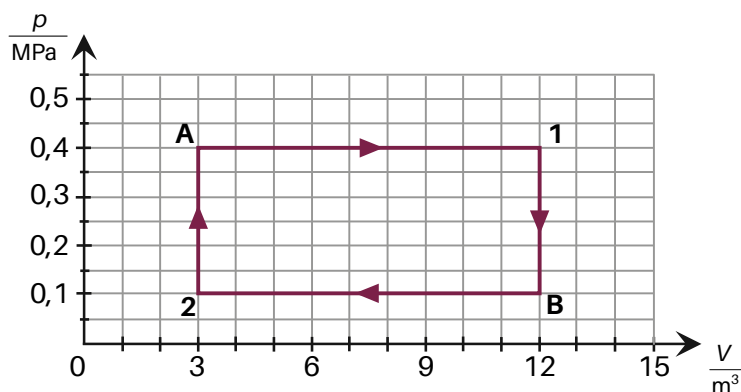
*Riešte úlohu:*

Tepelný stroj prijal počas jedného cyklu z ohrievača teplo 100 MJ a odovzdal chladiču teplo 60 MJ. Aká je účinnosť tepelného stroja?

## 2.8.2 Štruktúrované úlohy

### Štruktúra a vlastnosti plynov

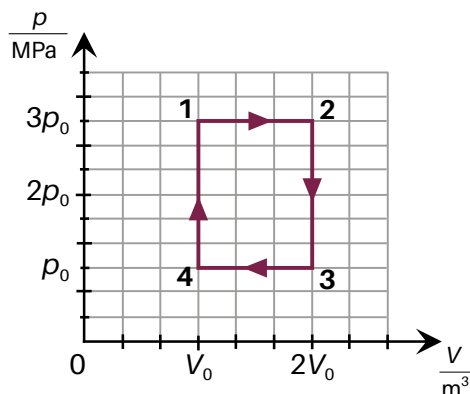
1. Ideálny plyn so stálou hmotnosťou prešiel zo stavu označeného bodom A do stavu označeného bodom B: A-1-B.



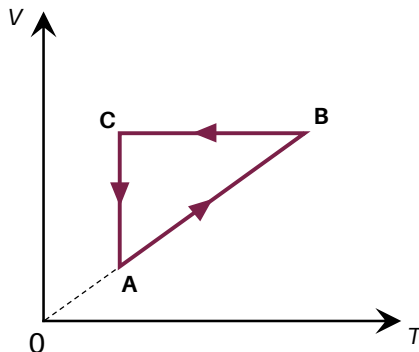
- Opíšte, akými dejmi plyn prechádzal medzi jednotlivými stavmi A→1, 1→B, B→2 a 2→A.
  - Akú prácu vykonal plyn pri dejoch, ktorými prechádzal medzi jednotlivými stavmi A→1, 1→B, B→2 a 2→A?
  - Pri ktorých častiach týchto dejov plyn prijíma teplo z okolia a pri ktorých teplo okoliu odovzdáva?
2. Vzduch s hmotnosťou 20 kg pri stálom tlaku zohrejeme z 25 °C na 160 °C.

- Určte teplo prijaté vzduchom pri zohrievaní. Hmotnostná tepelná kapacita vzduchu pri stálom tlaku  $c_p$  je 1,005 kJ.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>.
- Vysvetlite opísaný dej z hľadiska druhého termodynamického zákona.
- Napíšte stavové rovnice pre začiatočný a konečný stav vzduchu. Molárna hmotnosť vzduchu je  $M_m = 29$  kg.mol<sup>-1</sup>.
- Uveďte vzťah pre prácu vykonanú plynom pri izobarickom deji. Popíšte veličiny, ktoré v rovnici vystupujú.
- Vypočítajte prácu vykonanú vzduchom pri tomto deji.
- Určte zmenu vnútornej energie vzduchu pri tomto deji.

3. Ideálny plyn so stálou hmotnosťou  $m$  vykonal kruhový dej  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$  znázornený v  $pV$  diagrame na obrázku.



- Opíšte, akými dejmi plyn postupne prechádzal.
  - V stave 1 má plyn teplotu  $T_1$ . Určte teplotu plynu v stavoch znázornených bodmi 2, 3, 4.
4. Ideálny plyn so stálou hmotnosťou  $m$  vykonal kruhový dej  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  znázornený v  $VT$  diagrame na obrázku.



- Opíšte, akými dejmi plyn postupne prechádzal.
  - Znázornite tento dej v  $pV$  diagrame a v  $pT$  diagrame.
  - Zistite, pri ktorom z uvažovaných dejov AB, BC a CA plyn prijíma teplo od svojho okolia a pri ktorých okolitým telesám teplo odovzdáva.
5. Priemerný tlak pary na piest parného stroja je  $1,6 \cdot 10^6$  Pa. Plocha piesta je  $750 \text{ cm}^2$  a jeden zdvih 50 cm.
- Určte prírastok objemu pary počas jedného zdvihu piesta.
  - Akú prácu vykoná para počas jedného zdvihu?
  - Určte prácu vykonanú parou počas jedného zdvihu pomocou pracovného diagramu.
  - Aký je výkon stroja, ak vykoná 20 zdvihov za jednu minútu?

## 2.8.3 Experimentálne úlohy

### Štruktúra a vlastnosti plynov

#### 1. Experimentálne overte platnosť Boyle-Mariottovho zákona.

**Pomôcky:**

Injekčná striekačka, otvorený manometer – trubica tvaru písmena U.



#### 2. Demonštrujte a vysvetlite zmenu teploty plynu pri jeho stláčaní a rozpínaní a zmenu tlaku plynu pri jeho zohriatí a ochladení.

**Pomôcky:**

Hustilka na bicykel, sifónová bombička a sifónová fľaša, trubica tvaru písmena U, injekčná striekačka.



## 2.9 ŠTRUKTÚRA A VLASTNOSTI PEVNÝCH LÁTOK

### 2.9.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Štruktúra a vlastnosti pevných látok

1. Charakterizujte deformáciu pevného telesa. Opíšte a demonštrujte jednotlivé druhy deformácie.

Riešte úlohu:

Akou veľkou silou musíme napínať mosadzný drôt dĺhý 3 m a prierezu 1 mm<sup>2</sup>, aby sa predĺžil o 1,5 mm?

Modul pružnosti v ťahu mosadzného drôtu je 100 GPa.

2. Definujte pojmy absolútne a relatívne predĺženie. Vysvetlite vznik normálového napätia v telese. Definujte veličinu normálové napätie.

Riešte úlohu:

Vypočítajte normálové napätie v ocelovom drôte s priemerom 2 mm, ktorý je deformovaný ťahom silou veľkosti 0,5 kN.

3. Zdôvodnite a charakterizujte teplotnú dĺžkovú a objemovú rozťažnosť pevných telies. Uveďte príklady z praxe.

Riešte úlohu:

O koľko sa predĺži ocelová koľajnica, ktorá má pri teplote 0 °C dĺžku 25 m, pri zmene teploty z -30 °C na 30 °C?

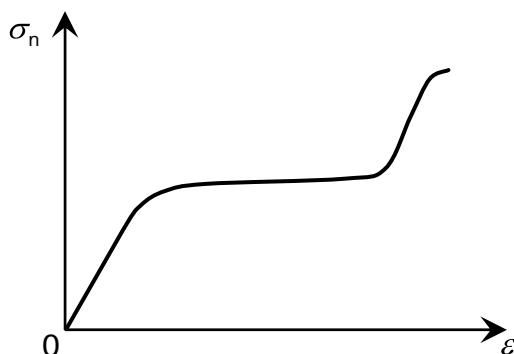
Koeficient teplotnej dĺžkovej rozťažnosti ocele je  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

4. Opíšte krivku deformácie. Vysvetlite pojmy medza úmernosti, medza pružnosti a medza pevnosti látok.

Riešte úlohu:

Ocelové lano je utvorené z 15 drôtov, z ktorých každý má priemer 2,0 mm. Akou silou sa lano pretrhne, ak je medza pevnosti v ťahu ocele na laná 1 000 MPa?

5. Formulujte a zapíšte Hookov zákon, určte hranice jeho platnosti s využitím krivky deformácie.



Riešte úlohu:

Drôt z ocele dĺžky 3 m sa pôsobením deformujúcich síl predĺži ťahom o 8,0 mm. Rozhodnite, či ide o pružnú deformáciu ťahom, ak medza úmernosti ocele je 572 MPa.

Modul pružnosti ocele v ťahu je  $2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ .

## 2.9.2 Štruktúrované úlohy

### Štruktúra a vlastnosti pevných látok

1. Hliníkový drôt s priemerom 3 mm je dlhý 6 m. Modul pružnosti hliníka je  $0,73 \cdot 10^{11}$  Pa.

- Aké najťažšie bremeno možno zavesiť na drôt, aby sa neprekročila medza pružnosti 98,5 MPa?
- O koľko sa predĺži drôt týmto bremenom?
- Vysvetlite, čo by sa stalo, ak by sme na drôt zavesili závažie s väčšou hmotnosťou, ako ste zistili v úlohe a.
- Aké závažie by sme museli na drôt zavesiť, aby spôsobilo jeho pretrhnutie? Medza pevnosti hliníka je 190 MPa.

2. Hustota ocele je  $7800 \text{ kg.m}^{-3}$ , medza pevnosti v ťahu ocele  $33 \cdot 10^8$  Pa.

- Akú dĺžku musí mať ocelový drôt zavesený vo vertikálnej polohe, aby sa roztrhol pôsobením vlastnej tiaže?
- V ktorom mieste by sa drôt najpravdepodobnejšie roztrhol pôsobením vlastnej tiaže? Svoje tvrdenie zdôvodnite.
- Ako sa zmení riešenie úlohy, ak by sme použili drôt z rovnakého materiálu, ale s dvojnásobným priemerom?

3. Zvislý ocelový prút s dĺžkou 10 m a konštantným prierezom je hore upevnený a na dolnom konci zaťažený silou 300 kN. Použitý materiál má objemovú hustotu  $7850 \text{ kg.m}^{-3}$  a dovolené namáhanie 70 MPa.

- Vyjadrite vzťah pre určenie tiažovej sily pôsobiacej na prút pri danej objemovej hustote. Objemová hustota vyjadruje hmotnosť jednotkového objemu materiálu.
- Určte prierez ocelového prúta pre dané dovolené namáhanie.
- Ako sa zmení prierez pre dané dovolené namáhanie, ak ocelový prút nahradíme hliníkovým s objemovou hustotou  $2700 \text{ kg.m}^{-3}$ ?

4. Železnú tyč s dĺžkou 1 m, ktorej obsah prierezu je  $2 \text{ cm}^2$ , naťahujeme silou 20 kN. Modul pružnosti železa je  $2 \cdot 10^{11}$  Pa. Vypočítajte:

- normálové napätie materiálu. Rozhodnite, či deformácia tyče je pružná. Medza pružnosti použitej ocele je  $3 \cdot 10^8$  Pa.
- absolútne predĺženie tyče,
- relatívne predĺženie tyče,
- veľkosť pôsobiacej sily, po prekročení ktorej nastane trvalá deformácia tyče.

5. Ocelová tyč má dĺžku 1,5 m, priemer 20 mm. Teplotný súčiniteľ dĺžkovej rozťažnosti ocele je  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

- Vypočítajte dĺžku tyče po jej zohratí o  $1^\circ\text{C}$ .
- Akú silu treba na to, aby sa tyč predĺžila o rovnakú hodnotu, ako pri zohratí o  $1^\circ\text{C}$ ? Modul pružnosti v ťahu použitej ocele je  $2,1 \cdot 10^{11}$  Pa.
- Aké normálové napätie vznikne v tyči pri tomto predĺžení?

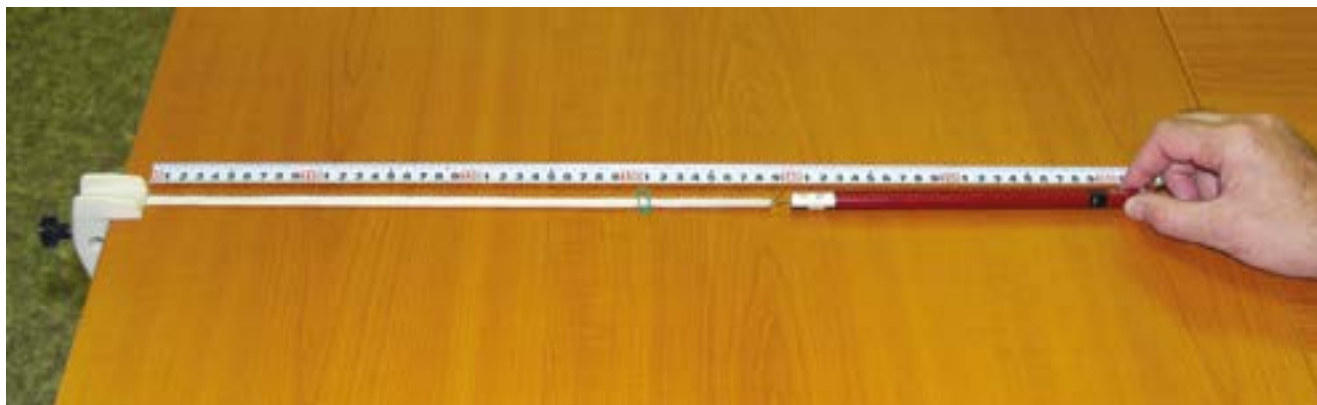
## 2.9.3 Experimentálne úlohy

### Štruktúra a vlastnosti pevných látok

#### 1. Overte platnosť Hookovho zákona.

**Pomôcky:**

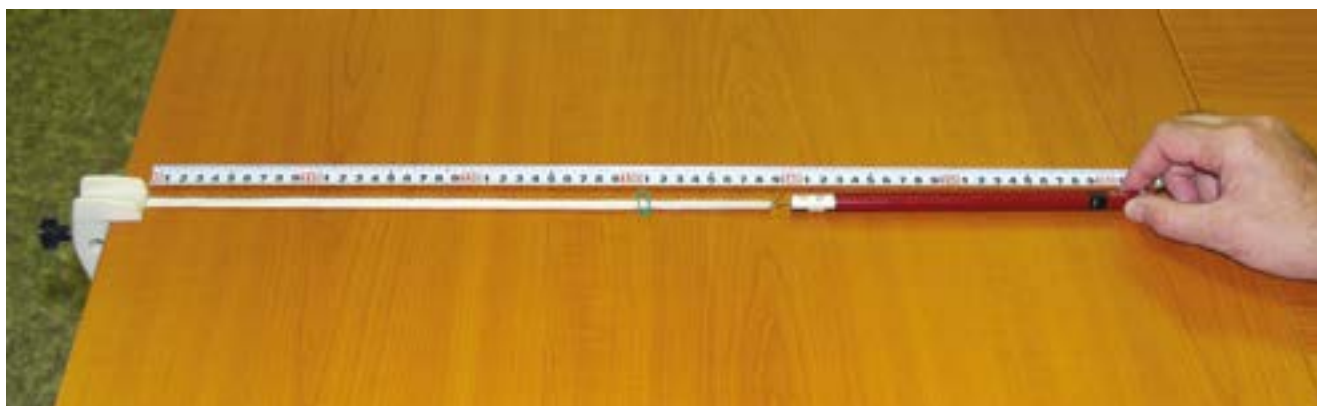
Stojan, dĺžkové meradlo, gumička, sada závaží, silomer.



#### 2. Určte modul pružnosti telesa v ťahu.

**Pomôcky:**

Stojan, dĺžkové meradlo, gumička, sada závaží, silomer.



## 2.10 ŠTRUKTÚRA A VLASTNOSTI KVAPALÍN

### 2.10.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Štruktúra a vlastnosti kvapalín

#### 1. Opíšte a vysvetlite vlastnosti povrchovej vrstvy kvapaliny.

*Riešte úlohy:*

- Aký tvar vytvárajú ľubovoľne veľké kvapky v beztiažovom stave a prečo?
- Rozlomením sklenej rúrky vznikajú ostré hrany, ktoré sa dajú zahriať nad plameňom horáka zaobliť. Vysvetlite prečo.

#### 2. Objasnite pojmy energia povrchovej vrstvy, povrchová sila a povrchové napätie.

*Riešte úlohu:*

Aká je hmotnosť kvapky, ktorá odkvapne z rúrky s priemerom 1 mm?  
Povrchové napätie vody v styku so vzduchom je  $73 \text{ mN.m}^{-1}$ .

#### 3. Vysvetlite javy vznikajúce na rozhraní pevného telesa a kvapaliny. Opíšte javy kapilárna elevácia a kapilárna depresia.

*Riešte úlohu:*

Znáznornite graficky závislosť zvýšenia vodnej hladiny v kapiláre od jej vnútorného priemeru.

#### 4. Charakterizujte a opíšte teplotnú objemovú rozťažnosť kvapalín. Uveďte a vysvetlite vzťah medzi hustotou a teplotou telesa.

*Riešte úlohu:*

Aký objem bude mať ortuť s teplotou  $39^\circ\text{C}$ , ak jej objem pri teplote  $18^\circ\text{C}$  bol  $50,0 \text{ cm}^3$  a  $\beta = 1,81 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ ?

## 2.10.2 Štruktúrované úlohy

### Štruktúra a vlastnosti kvapalín

#### 1. Rozprašovač (napríklad na vodné kropenie rastlín alebo chemický postrek) vytvára drobné kvapky.

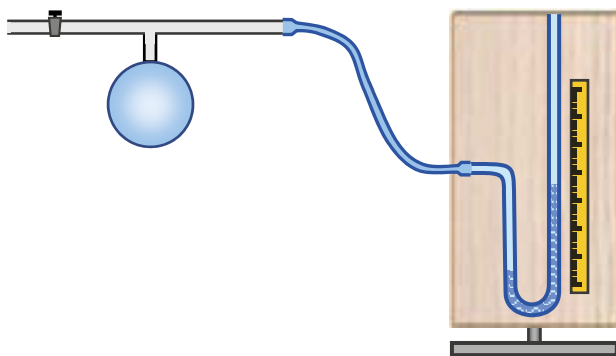
- Kolko vodných kvapiek s polomerom  $3 \cdot 10^{-5}$  mm vznikne rozprášením jednej vodnej kvapky s polomerom 3 mm?
- Porovnajme veľkosť povrchu vodnej kvapky s polomerom 3 mm s celkovou veľkosťou povrchu všetkých kvapiek vzniknutých jej rozprášením.
- Kolkokrát sa pri tomto rozprašovaní zväčší povrchová energia vodných kvapiek? Povrchové napätie vody v styku so vzduchom je  $73 \text{ mN.m}^{-1}$ .

#### 2. Kapilára má vnútorný priemer 0,2 mm.

- Ako vysoko vystúpi v kapiláre benzén, ak má teplotu  $18^\circ\text{C}$ , hustotu  $870 \text{ kg.m}^{-3}$  a povrchové napätie  $29,1 \text{ mN.m}^{-1}$ ?
- Ako sa zmení výška výstupu benzénu, ak použijeme kapiláru s dvojnásobným priemerom?
- Zmení sa dĺžka stĺpca v kapiláre, keď ju skloníme pod uhlom  $30^\circ$  vzhľadom na voľný povrch kvapaliny?
- Ako by sa zmenil výsledok pokusu, keby sme pokus urobili na Mesiaci, kde je tiažové zrýchlenie približne 6-krát menšie ako na Zemi?

#### 3. Na obrázku je schéma pokusu na demonštráciu tlaku vzduchu v mydlovej bubline.

- Vysvetlite fyzikálny princíp merania tlaku vzduchu prístrojom zobrazeným na obrázku.



- Vypočítajte tlak vzduchu v mydlovej bubline s polomerom 1 cm. Povrchové napätie mydlovej vody v styku so vzduchom je  $40,0 \text{ mN.m}^{-1}$ .
- Aké prevýšenie hladiny vody by zaznamenal prístroj v prípade merania tlaku vzduchu v mydlovej bubline s polomerom 3 cm?
- Aké prevýšenie hladiny by v tom istom prípade zaznamenal prístroj, ak by kvapalina v ňom bola ortuť? Hustota ortute je  $13546 \text{ kg.m}^{-3}$ .

4. Ocelový sud, ktorý má pri danej teplote vnútorný objem 100 l, je naplnený až po okraj petrolejom.
- a. Opíšte a zdôvodnite fyzikálne javy, ktoré nastanú pri zvýšení teploty prostredia, v ktorom sa sud naplnený petrolejom nachádza.
  - b. Vypočítajte vnútorný objem suda pri zvýšení teploty prostredia o 40 °C. Koeficient teplotnej objemovej rozťažnosti ocele je  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .
  - c. Akým objem má petrolej, ktorý vytečie zo suda pri zvýšení teploty prostredia o 40 °C? Koeficient teplotnej objemovej rozťažnosti petroleja je  $9,5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ .
  - d. Ako sa zmení hustota petroleja pri uvedenom zvýšení teploty?

### 2.10.3 Experimentálne úlohy

#### Štruktúra a vlastnosti kvapalín

#### 1. Zrealizujte experimenty na pozorovanie kapilárnych javov.

**Pomôcky:**

Pijavý papier, jemný piesok, nádoba s vodou.



#### 2. Experimentálne dokážte existenciu povrchovej vrstvy.

**Pomôcky:**

Drobné mince, žiletka, nádoba s vodou.



### 3. Experimentálne určte veľkosť povrchového napätia kvapaliny.

**Pomôcky:**

Kapilára, nádoba s vodou, dĺžkové meradlo.



## 2.11 PREMENY SKUPENSTVA LÁTOK

### 2.11.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Premeny skupenstva látok

1. Opíšte z hľadiska kinetickej teórie stavby látok topenie a tuhnutie. Vysvetlite a vyjadrite vzťahom skupenské teplo topenia a tuhnutia a hmotnostné skupenské teplo topenia a tuhnutia.

Riešte úlohu:

Ako sa zmení vnútorná energia telesa z cínu s hmotnosťou 3 kg a teplotou topenia, ak sa premení z pevného skupenstva na kvapalné s rovnakou teplotou?  
Hmotnostné skupenské teplo topenia cínu je  $61 \text{ kJ.kg}^{-1}$ .

2. Opíšte z hľadiska kinetickej teórie stavby látok vyparovanie a kondenzáciu. Vysvetlite rozdiel medzi vyparovaním a varom.

Riešte úlohu:

Voda s hmotnosťou 10 kg a teplotou  $0^\circ\text{C}$  sa zohreje na teplotu  $100^\circ\text{C}$  a potom sa premení na paru s rovnakou teplotou. Aké celkové teplo prijme?  
Hmotnostná tepelná kapacita vody je  $4180 \text{ J.kg}^{-1}\text{.K}^{-1}$ .  
Hmotnostné skupenské teplo varu vody je  $2,26 \cdot 10^6 \text{ J.kg}^{-1}$ .

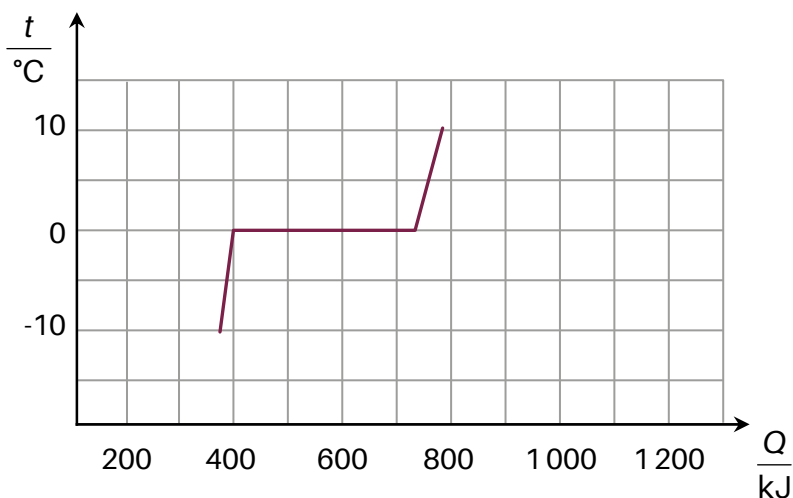
3. Opíšte fázový diagram. Vysvetlite možnosti skupenských premien s využitím fázového diagramu.

Riešte úlohu:

Opíšte dej, ktorý je vo fázovom diagrame znázornený prechodom po úsečke rovnobežnej:

- s osou  $T$  a pretínajúcej krivku nasýtenej pary,
- s osou  $T$  a pretínajúcej sublimačnú krivku.

4. Vysvetlite skupenskú premenu topenie s využitím grafu závislosti prijatého tepla a teploty telesa.



Riešte úlohu:

Posúďte reálnosť číselných hodnôt v grafe, ak by daný graf bol realizovaný pre vodu.

Hmotnostná tepelná kapacita vody je  $4\,200\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Hmotnostná tepelná kapacita ľadu je  $2\,100\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu je  $334\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

## 2.11.2 Štruktúrované úlohy

### Premeny skupenstva látok

#### 1. Olovená strela vystrelená z pušky sa pri dopade na oceľovú dosku zohrieva.

- Vysvetlite zohrievanie strely pri dopade z energetického hľadiska.
- Strela sa pred dopadom na oceľovú dosku pohybuje rýchlosťou veľkosti  $300 \text{ m.s}^{-1}$  a jej teplota je  $40^\circ\text{C}$ . Ako sa zmení jej teplota po dopade na dosku, ak predpokladáme, že teplo uvoľnené pri náraze sa spotrebuje len na zohriatie strely. Hmotnostná tepelná kapacita olova je  $125 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- Akou rýchlosťou sa musí pohybovať strela pred nárazom, aby sa po dopade zohriala na teplotu topenia olova  $327^\circ\text{C}$ ?
- Vysvetlite, čo sa stane so strelou po náraze, ak jej rýchlosť pred nárazom bude väčšia ako vypočítaná v časti c. tejto úlohy.

#### 2. V kalorimetri je voda s hmotnosťou 1 kg a teploty $50^\circ\text{C}$ . Kocka ľadu má hmotnosť 10 g a teplotu $0^\circ\text{C}$ .

- Vypočítajte teplotu rovnovážneho stavu sústavy v kalorimetri, ak doň vložíme jednu kocku ľadu. Predpokladáme, že tepelná výmena nastane iba medzi vodou a ľadom.
- Vypočítajte teplotu rovnovážneho stavu sústavy v kalorimetri, ak doň vložíme jednu kocku ľadu. Predpokladáme, že aj kalorimeter sa podieľa na tepelnej výmene, jeho tepelná kapacita je  $630 \text{ J.K}^{-1}$ .
- Koľko kociek ľadu musíme vložiť do kalorimetra, aby sa všetok ľad roztopil a teplota vody v kalorimetri bola  $0^\circ\text{C}$ ? Úlohu riešte za predpokladu, že tepelná výmena nastane iba medzi vodou a ľadom.
- Koľko kociek ľadu musíme vložiť do kalorimetra, aby sa všetok ľad roztopil a teplota vody v kalorimetri bola  $0^\circ\text{C}$ ? Úlohu riešte za predpokladu, že aj kalorimeter sa podieľa na tepelnej výmene.

#### 3. Ľad s hmotnosťou 1 kg a s teplotou $-10^\circ\text{C}$ postupne roztopíme tak, že z neho vznikne voda s teplotou $+10^\circ\text{C}$ .

- Vysvetlite opísanú premenu z hľadiska kinetickej teórie.
- Vypočítajte celkové teplo potrebné na opísanú premenu. Hmotnostná tepelná kapacita ľadu je  $2100 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu je  $334 \text{ kJ.kg}^{-1}$  a hmotnostná tepelná kapacita vody je  $4200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- Zostrojte graf závislosti teploty sústavy od prijatého tepla pre celkovú uvedenú premenu.

#### 4. Vodu s teplotou $+10^\circ\text{C}$ postupne ochladzujeme tak, že z nej vznikne ľad s teplotou $-10^\circ\text{C}$ .

- Vysvetlite opísanú premenu z hľadiska kinetickej teórie.
- Vypočítajte celkové odovzdané teplo potrebné na opísanú premenu. Hmotnostná tepelná kapacita ľadu je  $2100 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu je  $334 \text{ kJ.kg}^{-1}$  a hmotnostná tepelná kapacita vody je  $4200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- Zostrojte graf závislosti teploty sústavy od odovzdaného tepla pre celkovú uvedenú premenu.

### 2.11.3 Experimentálne úlohy

#### Premeny skupenstva látok

##### 1. Určte hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu.

**Pomôcky:**

Kalorimeter, ľad, laboratórne váhy, horúca voda, teplomer.



##### 2. Experimentálne určte priebeh krivky topenia kryštalickej látky.

**Pomôcky:**

Tiosíran sodný, skúmavka, teplomer, stopky, varič, nádoba s vodou.



## 2.12 ELEKTRICKÝ NÁBOJ A ELEKTRICKÉ POLE

### 2.12.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Elektrický náboj a elektrické pole

1. Predved'te, opíšte a vysvetlite jav elektrostatická indukcia. Uved'te praktické využitie tohto javu.

Riešte úlohu:

Vysvetlite rozdiel medzi zelekttrizovaním kovového nenabitého vodiča dotykom a elektrostatickou indukciou. Vysvetlenie experimentálne dokážte.

2. Vysvetlite jav polarizácia dielektrika a jeho vplyv na vonkajšie elektrické pole.

Riešte úlohu:

Veľkosť intenzity elektrického poľa nabitého platňového kondenzátora so vzduchom je  $6 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$ . Kondenzátor má kapacitu  $5 \text{ pF}$ . Ako sa zmení intenzita elektrického poľa a kapacita tohto kondenzátora, ak priestor medzi platňami vyplníme sklom s relatívnou permitivitou  $\epsilon$ ?

3. Opíšte silové pôsobenie elektrických nábojov na základe Coulombovho zákona.

Riešte úlohu:

Dva rovnaké bodové náboje  $5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  sa odpudzujú vo vzduchu silou  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ . Aká je vzdialenosť medzi nimi?

4. Definujte slovne i vzťahom veličiny elektrický potenciál a elektrické napätie. Opíšte znázorňovanie elektrického poľa pomocou hladín potenciálu.

Riešte úlohu:

Určte veľkosť intenzity elektrického poľa medzi dvoma rovnobežnými vodivými platňami, z ktorých jedna má vzhľadom na druhú uzemnenú platňu potenciál  $1 \text{ kV}$ . Vzdialenosť platní je  $20 \text{ cm}$ .

5. Opíšte prácu elektrických síl vykonanú pri prenesení častice s nábojom v homogénnom elektrickom poli. Uved'te vzťah pre prácu elektrických síl. Opíšte veličiny, ktoré v rovnici vystupujú.

Riešte úlohu:

Akú veľkú prácu vykoná sila, ktorá premiestni časticu s kladným elektrickým nábojom  $20 \mu\text{C}$  v homogénnom elektrickom poli s intenzitou  $10^4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$  pozdĺž siločiar po dráhe  $10 \text{ cm}$ ?

6. Vysvetlite a definujte slovne kapacitu vodiča. Odvod'te z definičného vzťahu jednotku kapacity. Vysvetlite vplyv konštrukcie platňového kondenzátora na jeho kapacitu.

Riešte úlohu:

Meraním elektrického náboja a potenciálu na guľovom vodiči sme dostali tieto hodnoty:

|                                    |     |     |     |     |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| $\frac{\varphi_e}{10^3 \text{ V}}$ | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,4 |
| $\frac{Q}{10^{-8} \text{ V}}$      | 2,4 | 3,6 | 4,8 | 7,2 |

Určte kapacitu guľového vodiča.

## 2.12.2 Štruktúrované úlohy

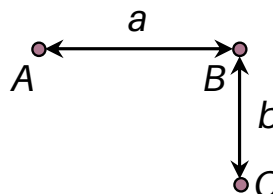
### Elektrický náboj a elektrické pole

1. Tri guľôčky A, B a C nabité rovnakým nábojom  $Q$  sú vo vákuu rozmiestnené tak, ako je to nakreslené na obrázku.

Vzdialenosť guľôčok A a B je  $a = \frac{2}{\sqrt{3}}$  cm a guľôčok b a c je  $b = 1$  cm.

Ak viete, že guľôčka C pôsobí na guľôčku B elektrickou silou  $F_{CB} = 4 \cdot 10^{-6}$  N, vypočítajte:

- náboj  $Q$  na guľôčkach,
- veľkosť sily  $F_{ab}$ , ktorou pôsobí guľôčka A na guľôčku B,
- výslednú silu  $F_b$  pôsobiacu na guľôčku B.



2. Dva bodové elektrické náboje  $Q_1 = +2 \cdot 10^{-8}$  C a  $Q_2 = +8 \cdot 10^{-8}$  C sú vo vákuu uložené vo vzdialenosti 21 cm.

- Nakreslite opísanú situáciu. Zakreslite vektory intenzít elektrických polí oboch nábojov v strede na ich spojnici.
- Vypočítajte veľkosť intenzity výsledného elektrického poľa v strede na spojnici nábojov. Stanovte smer vektora výslednej intenzity v tomto bode.
- Vypočítajte, v ktorom mieste na priamej spojnici nábojov bude intenzita elektrického poľa nulová.
- Zmenilo by sa riešenie úlohy, ak by náboje boli opačného znamienka?

3. V homogénnom elektrickom poli intenzity  $11,4 \text{ V.m}^{-1}$  sa nachádza elektrón.

- Vysvetlite z dynamického hľadiska, aký pohyb koná elektrón v homogénnom elektrickom poli.
- Vypočítajte zrýchlenie pohybu elektrónu, ak je jeho začiatočná rýchlosť nulová.
- Vypočítajte kinetickú energiu elektrónu v čase  $10^{-5}$  s od začiatku jeho pohybu.
- Vypočítajte potenciálový rozdiel, ktorým elektrón prejde za čas  $10^{-5}$  s.

4. Platňový kondenzátor má platne  $S_1$  a  $S_2$  nabité vo vákuu elektrickými nábojmi  $Q_1 = 6,6 \cdot 10^{-8}$  C,  $Q_2 = Q_1$ . Platne sú od seba vzdialené 3 mm a obsah každej z nich je  $0,01 \text{ m}^2$ . Určte:

- elektrické napätie medzi platňami kondenzátora,
- intenzitu elektrostatického poľa medzi platňami kondenzátora,
- kinetickú energiu, ktorú by účinkom síl elektrického poľa získal elektrón pri prechode z platne  $S_1$  na platňu  $S_2$ .

5. Tri kondenzátory s kapacitami  $2 \mu\text{F}$ ,  $4 \mu\text{F}$  a  $6 \mu\text{F}$  sú zapojené za sebou.

- Aká je výsledná kapacita sústavy kondenzátorov?
- Aké je napätie na jednotlivých kondenzátoroch, ak výsledné napätie, na ktoré sú kondenzátory pripojené, je 200 V?
- Vypočítajte elektrické náboje na jednotlivých kondenzátoroch.

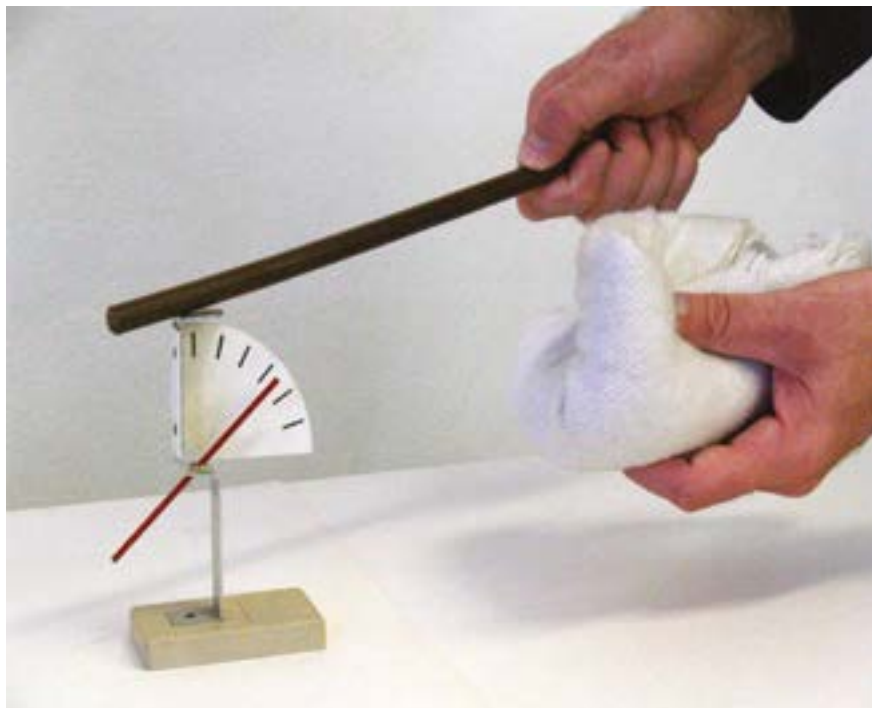
### 2.12.3 Experimentálne úlohy

#### Elektrický náboj a elektrické pole

1. Predved'te ukážku zelektrizovania telesa trením a experimentálne dokážte vlastnosti elektrického náboja.

**Pomôcky:**

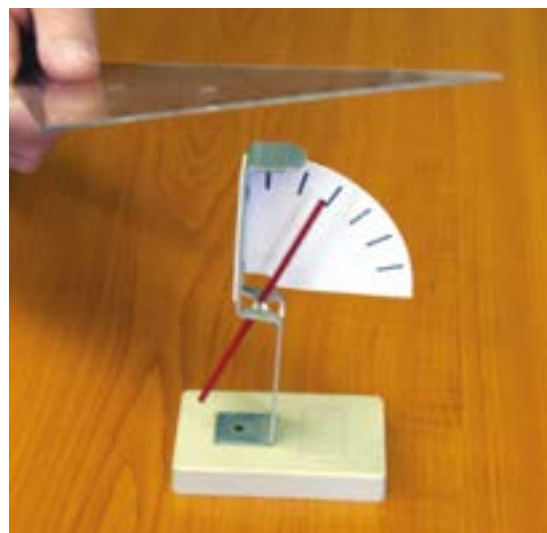
Sklená tyč, pravítko, koža, vodiče, elektroskop.



2. Experimentálne dokážte a vysvetlite jav elektrostatická indukcia.

**Pomôcky:**

Sklená tyč, pravítko, koža, elektroskop, hliníková plechovka a iné.



3. Na základe vybíjania nabitých kondenzátorov cez žiarovku porovnajme kapacity kondenzátorov.

**Pomôcky:**

Kondenzátory s rôznou kapacitou, žiarovka, jednosmerný elektrický zdroj.



4. Na základe vybíjania kondenzátora cez žiarovku určte vlastnosti sériového a paralelného zapojenia kondenzátorov.

**Pomôcky:**

Dva kondenzátory s rovnakou kapacitou, žiarovka, jednosmerný elektrický zdroj.



## 2.13 ELEKTRICKÝ PRÚD

### 2.13.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Elektrický prúd

1. Opíšte elektrický prúd ako fyzikálny jav a definujte elektrický prúd ako fyzikálnu veličinu.

*Riešte úlohu:*

Vodičom prešiel za 2 minúty náboj 30 C.

Koľko elektrónov vodičom prešlo a aký prúd prešiel vodičom?

2. Slovné a vzťahom vyjadrite Ohmov zákon pre časť elektrického obvodu. Vysvetlite závislosť elektrického odporu kovového vodiča od jeho parametrov a teploty.

*Riešte úlohu:*

Aké napätie je medzi dvoma bodmi 1 mm hrubého medeného drôtu, keď sú tieto body od seba vzdialené 50 cm a drôtom prechádza prúd 6 A?

Hmotnostný elektrický odpor medi je  $0,0178 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ .

3. Slovné i vzťahom vyjadrite Ohmov zákon pre uzavretý elektrický obvod. Vysvetlite pojmy svorkové napätie, úbytok napätia na zdroji a spojenie nakrátko.

*Riešte úlohu:*

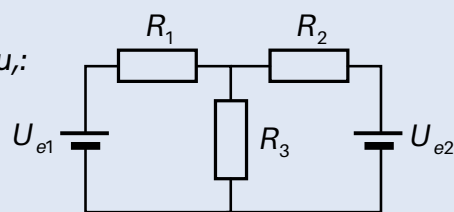
Na svorky batérie s elektromotorickým napätím 4,5 V a vnútorným odporom 0,9  $\Omega$  pripojíme rezistor s odporom 8,1  $\Omega$ . Aký elektrický prúd bude prechádzať obvodom? Aký bude skratový prúd?

4. Slovné a vzťahom vyjadrite Kirchhoffove zákony. Opíšte veličiny, ktoré v rovniciach vystupujú.

*Riešte úlohu:*

Určte v elektrickom obvode, ktorého schéma je na obrázku,:

- počet uzlov,
- počet vetiev,
- počet jednoduchých uzavretých obvodov.



Stanovte hodnotu elektrického prúdu, ktorý prechádza rezistorom  $R_3$ , ak viete, že rezistorom  $R_1$  prechádza prúd  $I_1 = 100 \text{ mA}$  a rezistorom  $R_2$  prechádza prúd  $I_2 = 150 \text{ mA}$ .

5. Vyslovte a vysvetlite Faradayove zákony elektrolýzy. Vyjadrite uvedené závislosti vzťahmi medzi veličinami. Opíšte veličiny, ktoré v rovniciach vystupujú.

*Riešte úlohu:*

Za koľko sekúnd sa vylúči z roztoku modrej skalice  $\text{CuSO}_4$  med' s hmotnosťou 1,778 g elektrickým prúdom 3 A? Elektrochemický ekvivalent medi je  $0,33 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{C}^{-1}$ .

6. Opíšte priebeh samostatného a nesamostatného výboja.

*Riešte úlohu:*

Platňový kondenzátor so vzduchovým dielektrikom je pripojený k zdroju napätia 6 kV. Pri akej vzdialenosti platní kondenzátora nastane medzi platňami elektrický výboj, ak lavínovitá ionizácia vzduchu začína pri intenzite elektrického poľa veľkosti 3  $\text{MV} \cdot \text{m}^{-1}$ ?

## 2.13.2 Štruktúrované úlohy

### Elektrický prúd

#### 1. Vodičom s odporom $15\ \Omega$ prešiel za 2 min náboj 30 C.

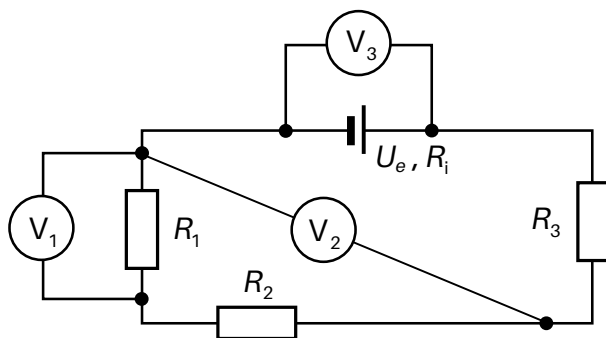
- Kolko elektrónov prešlo za tento čas vodičom?
- Definujte fyzikálnu veličinu elektrický prúd. Definujte jednotku elektrického prúdu. Vypočítajte elektrický prúd prechádzajúci vodičom.
- Definujte fyzikálnu veličinu elektrické napätie. Vypočítajte, aké veľké napätie bolo na koncoch vodiča.
- Zmenilo by sa riešenie úlohy, ak by elektrický odpor vodiča bol  $50\ \Omega$ ?

#### 2. V homogénnom kovovom vodiči dĺžky 5 m a priemeru 1,2 mm, ktorého konce sú pripojené ku svorkám zdroja s elektrickým napätím 4,5 V, je stály prúd 5 A.

- Určte smer pohybu elektrónov vo vodiči voči smeru elektrického prúdu. Vysvetlite zvolený smer.
- Vypočítajte počet elektrónov, ktorý prejde prierezom vodiča za 1 ms.
- Vypočítajte elektrický odpor vodiča. Vysvetlite príčinu elektrického odporu vodiča.
- Vypočítajte merný elektrický odpor vodiča.

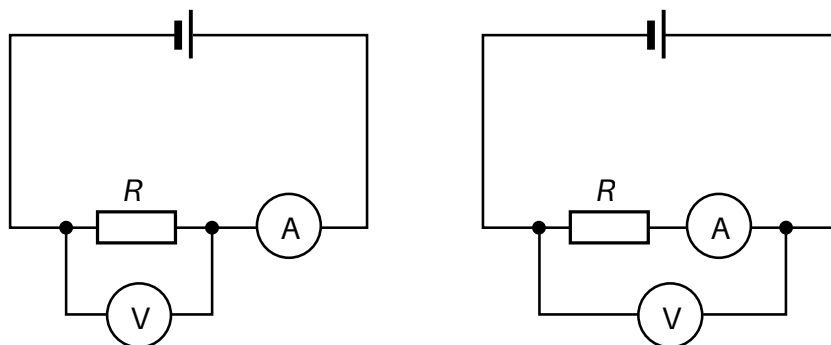
#### 3. Hodnoty veličín v grafickom zadaní sú:

$$\begin{aligned} U_e &= 12\ \text{V}, \\ R_i &= 0,2\ \Omega, \\ R_1 &= 10\ \Omega, \\ R_2 &= 20\ \Omega, \\ R_3 &= 10\ \Omega. \end{aligned}$$



- Vypočítajte celkový odpor rezistorov v obvode.
- Určte veľkosť elektrického prúdu, ktorý prechádza obvodom.
- Vypočítajte hodnoty elektrických napätí, ktoré ukazujú jednotlivé voltmetre.

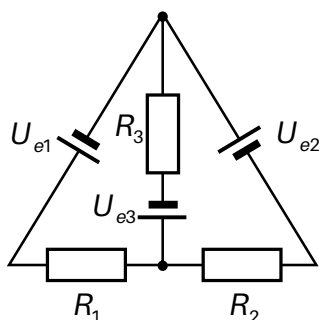
4. Na obrázkoch sú dve schémy zapojenia elektrických obvodov, v ktorých meraním elektrického napätia a elektrického prúdu môžeme určiť hodnotu odporu rezistora.



- Posúďte vplyv vnútorných odporov meracích prístrojov na presnosť merania napätia a prúdu. Opíšte nevýhody oboch zapojení z hľadiska určenia elektrického odporu rezistora z nameraného napätia a prúdu.
- Pre aké odpory sú vhodné jednotlivé zapojenia? Zdôvodnite.

5. Hodnoty veličín v grafickom zadání sú:

$$\begin{aligned} U_{e1} &= 15 \text{ V}, \\ U_{e2} &= 12 \text{ V}, \\ U_{e3} &= 6 \text{ V}, \\ R_1 &= 8 \, \Omega, \\ R_2 &= 6 \, \Omega, \\ R_3 &= 3 \, \Omega. \end{aligned}$$



- Určte prúdy prechádzajúce jednotlivými vetvami. Vnútorne odpory zdrojov zanedbajte.
- Určte smery prúdov v jednotlivých vetvách siete.

6. Poniklovanie kovového predmetu, ktorý má povrch  $120 \text{ cm}^2$ , trvalo 5 hodín pri elektrickom prúde  $0,3 \text{ A}$ .

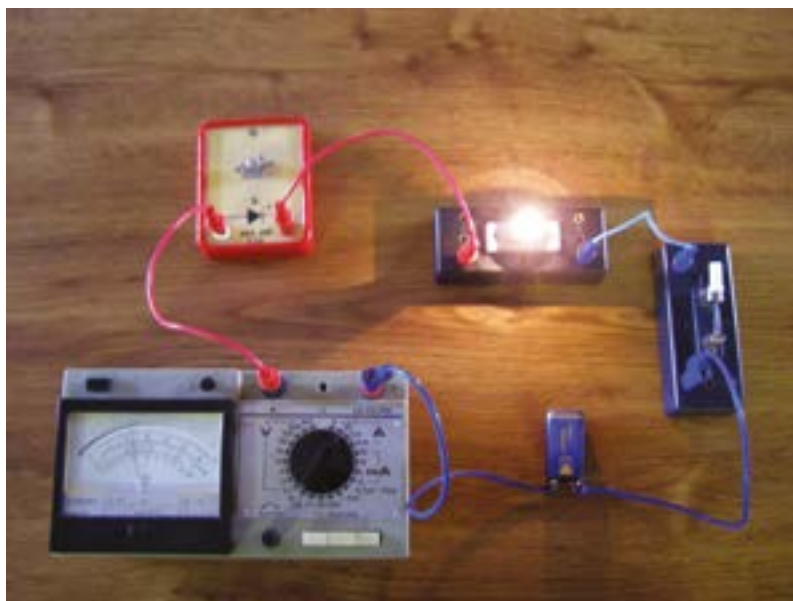
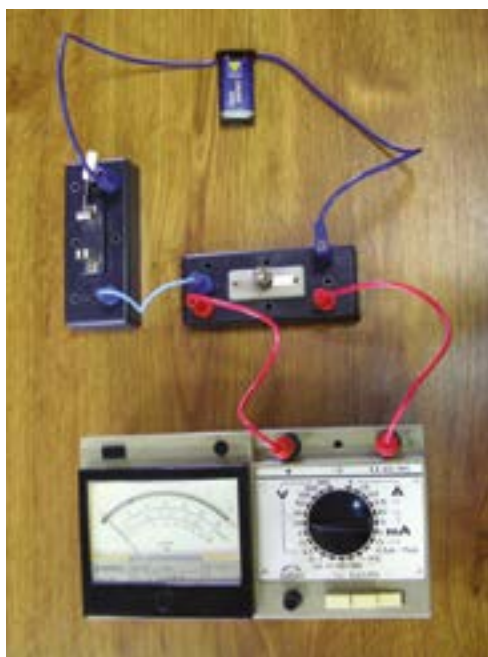
- Vypočítajte množstvo vylúčeného niklu. Hustota niklu je  $8,8 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ , molárna hmotnosť niklu je  $58,69 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$ . Nikel je dvojmocný.
- Určte hrúbku vrstvy, ktorá sa na predmete vylúčila.
- Riešte uvedenú úlohu pre čas poniklovania 10 hodín pri prúde  $0,3 \text{ A}$ .
- Riešte uvedenú úlohu pre prúd  $0,6 \text{ A}$  pre čas poniklovania 5 hodín. Porovnajte výsledky riešení v častiach c. a d.

### 2.13.3 Experimentálne úlohy Elektrický prúd

1. Zostavte jednoduchý elektrický obvod. Predved'te meranie elektrického napätia a prúdu. Určte výsledky merania formou intervalu a priemernej relatívnej odchýlky merania.

**Pomôcky:**

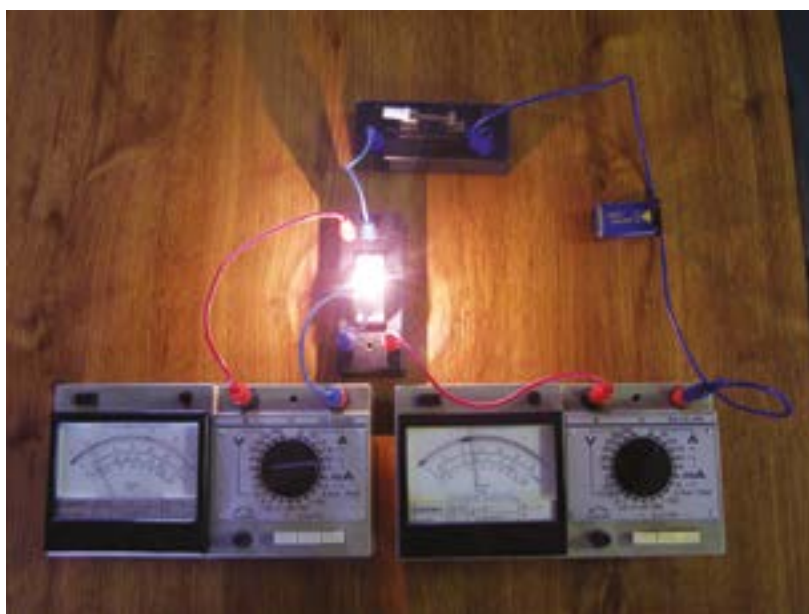
Elektrický zdroj, rezistor, voltmeter, ampérmeter, spojovacie vodiče.



2. Meraním veličín určte elektrický odpor spotrebiča.

**Pomôcky:**

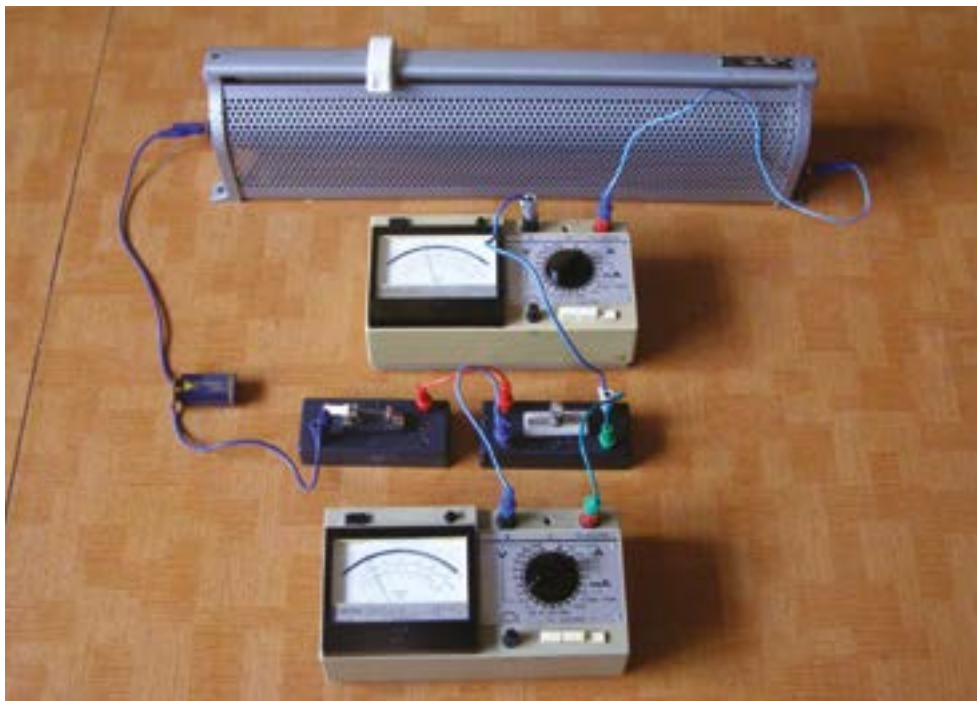
Elektrický zdroj, rezistor alebo žiarovka, voltmeter, ampérmeter, ohmmeter, spojovacie vodiče.



### 3. Meraním určte závislosť svorkového napätia zdroja od elektrického prúdu v obvode.

**Pomôcky:**

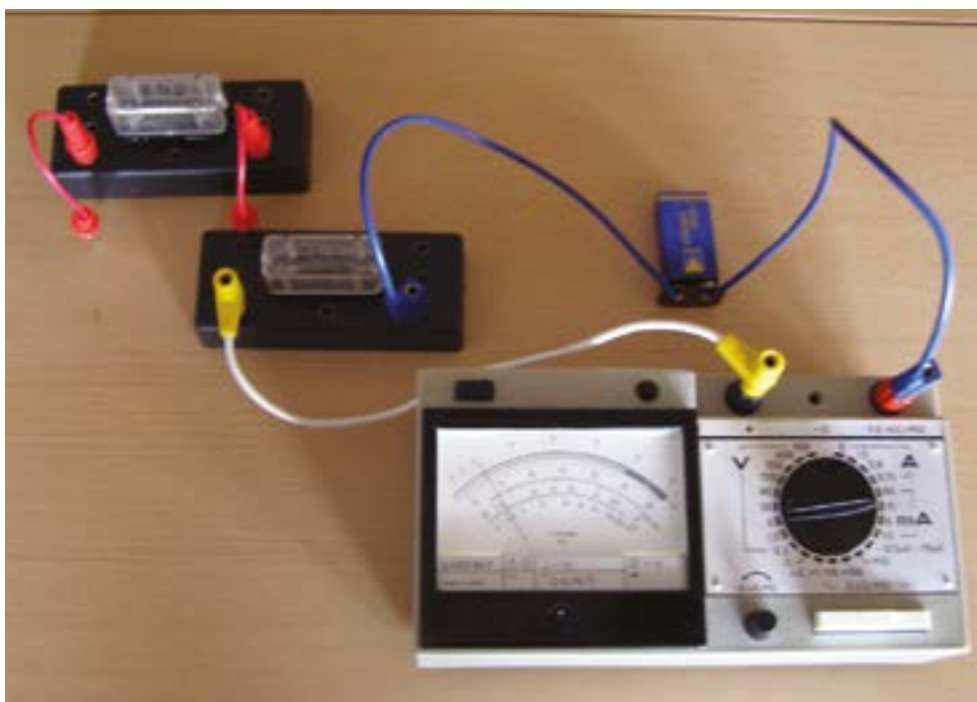
Elektrický zdroj, potenciometer, voltmeter, ampérmeter, spojovacie vodiče.



### 4. Experimentálne dokážte vplyv sériového a paralelného zarad'ovania rezistorov do obvodu na veľkosť prúdu v obvode.

**Pomôcky:**

Elektrický zdroj, rezistory, ampérmeter, spojovacie vodiče.



## 5. Experimentálne dokážte vlastnosti termistora v elektrickom obvode.

### Pomôcky:

Elektrický zdroj, termistor, žiarovka, spojovacie vodiče.



## 2.14 STACIONÁRNE A NESTACIONÁRNE MAGNETICKÉ POLE

### 2.14.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Stacionárne a nestacionárne magnetické pole

1. Definujte veličinu magnetická indukcia. Vyjadrite jednotku magnetickej indukcie pomocou základných jednotiek sústavy SI. Určte smer vektora magnetickej indukcie voči magnetickej indukčnej čiare.

Riešte úlohu:

Vodičom, ktorý je umiestnený v homogénnom magnetickom poli kolmo k magnetickým indukčným čiarom a má aktívnu dĺžku 5 cm, prechádza prúd 25 A. Magnetické pole pôsobí na vodič silou veľkosti 50 mN.

Určte veľkosť magnetickej indukcie homogénneho magnetického poľa.

2. Opíšte vzájomné silové pôsobenie dvoch priamych rovnobežných vodičov s prúdmi. Aplikáciou Ampérovho pravidla pravej ruky a Flemingovho pravidla ľavej ruky zdôvodnite opísané silové pôsobenie.

Riešte úlohu:

Dvoma priamymi rovnobežnými vodičmi, ktoré sú od seba vzdialené 5 cm, prechádza rovnaký prúd 20 A. Určte veľkosť magnetickej sily, ktorá pôsobí na časť každého vodiča s dĺžkou 1 m, ak prúdy majú: a) rovnaký smer, b) opačný smer.

Permeabilita vákua je  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ .

3. Opíšte vzťah pre určenie veľkosti magnetickej sily pôsobiacej na pohybujúcu sa časticu s nábojom v magnetickom poli. Opíšte spôsob určenia smeru tejto sily.

Riešte úlohu:

Protón sa pohybuje rýchlosťou veľkosti  $1,0 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$  v homogénnom magnetickom poli kolmo na vektor magnetickej indukcie s veľkosťou 1,0 T.

Načrtnite opísanú situáciu, určte smer sily pôsobiacej na protón a vypočítajte jej veľkosť.

4. Definujte veličinu magnetický indukčný tok. Vysvetlite pojem časová zmena magnetického indukčného toku.

Riešte úlohu:

Magnetická indukcia homogénneho magnetického poľa je 1,4 T.

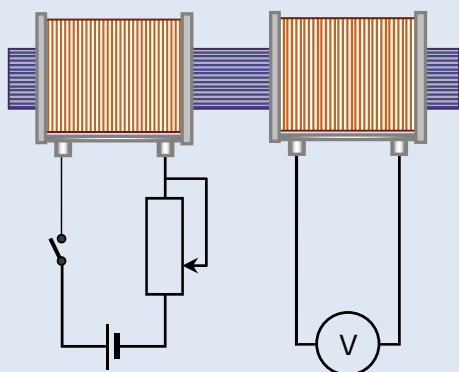
Vypočítajte magnetický indukčný tok cez kruhovú plochu s polomerom 10 cm, ak rovina plochy zvierá so smerom indukcie uhol  $60^\circ$ .

## 5. Opíšte jav elektromagnetická indukcia.

*Riešte úlohu:*

*Opíšte deje prebiehajúce pri experimentoch:*

- zapnutí a vypnutie vypínača,
- pohybe jazdca reostatu pri zapnutom vypínači.



## 6. Vyslovte a vysvetlite Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie.

*Riešte úlohu:*

*Akou rýchlosťou by sa mal pohybovať vodič dĺžky 20 cm v smere kolmom na indukčné čiary homogénneho magnetického poľa s indukciou 0,1 T, aby sa na koncoch vodiča indukovalo napätie 0,01 V?*

## 2.14.2 Štruktúrované úlohy

### Stacionárne a nestacionárne magnetické pole

1. Priamy vodič s dĺžkou 0,2 m zvierá s vektorom magnetickej indukcie homogénneho magnetického poľa uhol  $30^\circ$ . Veľkosť magnetickej indukcie poľa je  $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ T}$  a vodičom prechádza prúd 15 A.
  - a. Nakreslite opísanú situáciu. Aplikovaním Flemingovho pravidla určte smer magnetickej sily pôsobiacej na vodič s prúdom.
  - b. Ako vplýva na smer magnetickej sily:
    - smer prúdu vo vodiči,
    - orientácia magnetického poľa?
  - c. Určte veľkosť magnetickej sily pôsobiacej na vodič s prúdom.
  - d. V ktorej polohe vodiča má magnetická sila najväčšiu veľkosť a v ktorej polohe najmenšiu?
  - e. Na základe opísaného javu definujte fyzikálnu veličinu magnetická indukcia.
  - f. Vyjadrite jednotku magnetickej indukcie pomocou základných jednotiek sústavy SI.
2. Dvoma veľmi dlhými rovnobežnými vodičmi, umiestnenými vo vzduchu vo vzájomnej vzdialenosti 16 cm, prechádzajú elektrické prúdy rovnakým smerom s navzájom rovnajúcimi sa hodnotami 10 A.
  - a. Načrtnite opísanú situáciu.
  - b. Opíšte závislosť magnetickej indukcie magnetického poľa v okolí priameho vodiča s prúdom od veľkosti prúdu vo vodiči a od vzdialenosti od vodiča.
  - c. Vyznačte v obrázku vektory magnetickej indukcie magnetických polí oboch vodičov v strede ich spojnice. Zdôvodnite zvolené smery vektorov magnetických indukcií.
  - d. Vypočítajte veľkosť magnetickej indukcie v bode, ktorý leží uprostred medzi vodičmi.
  - e. Riešte uvedenú úlohu, ak vodičmi prechádzajú prúdy opačného smeru.
3. Protón sa pohybuje rýchlosťou veľkosti  $1,0 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$  v homogénnom magnetickom poli kolmo na vektor magnetickej indukcie s veľkosťou 1,0 T.
  - a. Načrtnite opísanú situáciu.
  - b. Opíšte závislosť veľkosti magnetickej sily pôsobiacej na pohybujúci sa protón v homogénnom magnetickom poli od veľkosti rýchlosti jeho pohybu a iných veličín. Aplikovaním Flemingovho pravidla určte smer magnetickej sily pôsobiacej na protón.
  - c. Načrtnite a zdôvodnite trajektóriu pohybu protónu v magnetickom poli.
  - d. Výpočtom určte parameter trajektórie pohybu protónu v magnetickom poli.

**4. Elektróny urýchlené v elektrickom poli na trajektórii s potenciálovým rozdielom 100 V vletujú do homogénneho magnetického poľa s indukciou veľkosti  $10^{-4}$  T kolmo na indukčné čiary.**

- Načrtnite opísanú situáciu. Aplikovaním Flemingovho pravidla určte smer magnetickej sily pôsobiacej na elektrón.
- Určte veľkosť rýchlosti, ktorú elektrón získa pri prechode potenciálovým rozdielom 100 V a ktorou vletí do homogénneho magnetického poľa.
- Načrtnite a zdôvodnite trajektóriu pohybu elektrónu v magnetickom poli.
- Výpočtom určte parameter trajektórie pohybu elektrónu v magnetickom poli.

**5. Dvoma priamymi rovnobežnými vodičmi, ktoré sú od seba vzdialené 5 cm, prechádza rovnaký prúd 20 A.**

- Znázornite magnetické polia oboch vodičov s prúdmi pomocou magnetických indukčných čiar, ak vodičmi prechádzajú prúdy:
  - rovnakého smeru,
  - opačného smeru.Aplikovaním Ampérového pravidla pravej ruky určte ich orientáciu.
- Aplikovaním Flemingovho pravidla ľavej ruky určte smery magnetických síl pôsobiacich na vodiče v oboch prípadoch.
- Analyzujte závislosť veľkosti magnetickej sily pôsobiacej medzi dvoma rovnobežnými vodičmi s prúdmi od iných fyzikálnych veličín.
- Určte veľkosť magnetickej sily, ktorá pôsobí na časť každého vodiča s dĺžkou 1 m. Porovnajte výsledky v prípade prúdov rovnakého a opačného smeru.
- Určte veľkosť magnetickej sily, ktorá pôsobí na časť každého vodiča s dĺžkou 1 m, pre prípad, ak vodičmi prechádza rovnaký prúd 1 A a vodiče sú od seba vzdialené 1 m.
- Definujte jednotku elektrického prúdu.

**6. Drôtený závit s obsahom  $50 \text{ cm}^2$  je uložený v homogénnom magnetickom poli s magnetickou indukciou 0,2 T, ktorého magnetické indukčné čiary zvierajú s rovinou závit uhol  $30^\circ$ .**

- Nakreslite opísanú situáciu. Definujte veličinu magnetický indukčný tok.
- Vypočítajte magnetický indukčný tok plochou závit.
- Určte indukované napätie v závite, ak sa veľkosť magnetickej indukcie za čas 0,02 s rovnomerne zmenšovala zo začiatkovej hodnoty na nulovú hodnotu.
- Určte indukované napätie v závite, ak sa veľkosť magnetickej indukcie za čas 0,02 s rovnomerne zväčšovala zo začiatkovej hodnoty na dvojnásobnú hodnotu.
- Porovnajte výsledky riešení časti c. a d. Vysvetlite, v čom spočíva rozdiel v indukovaných napätiach v oboch prípadoch.

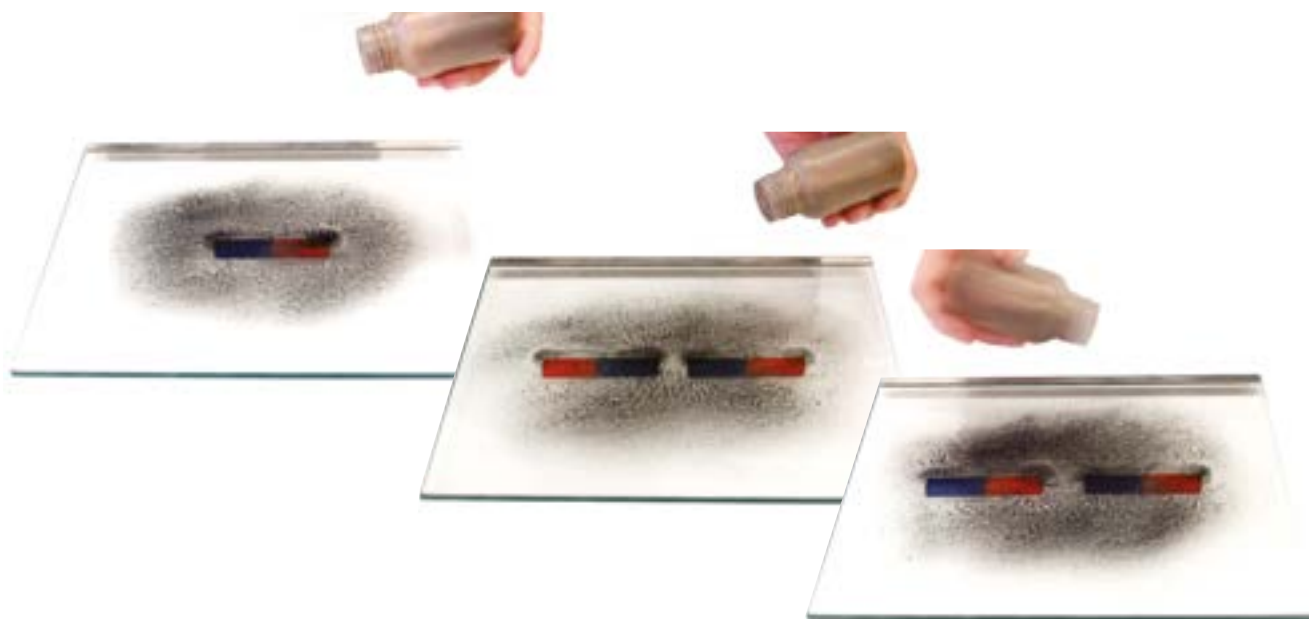
### 2.14.3 Experimentálne úlohy

#### Stacionárne a nestacionárne magnetické pole

1. Predved'te a vysvetlite javy spojené s vytvorením pilinových obrazcov v okolí permanentného magnetu, súhlasných magnetických pólů, nesúhlasných magnetických pólů, priameho vodiča s prúdom a závitů s prúdom.

**Pomôcky:**

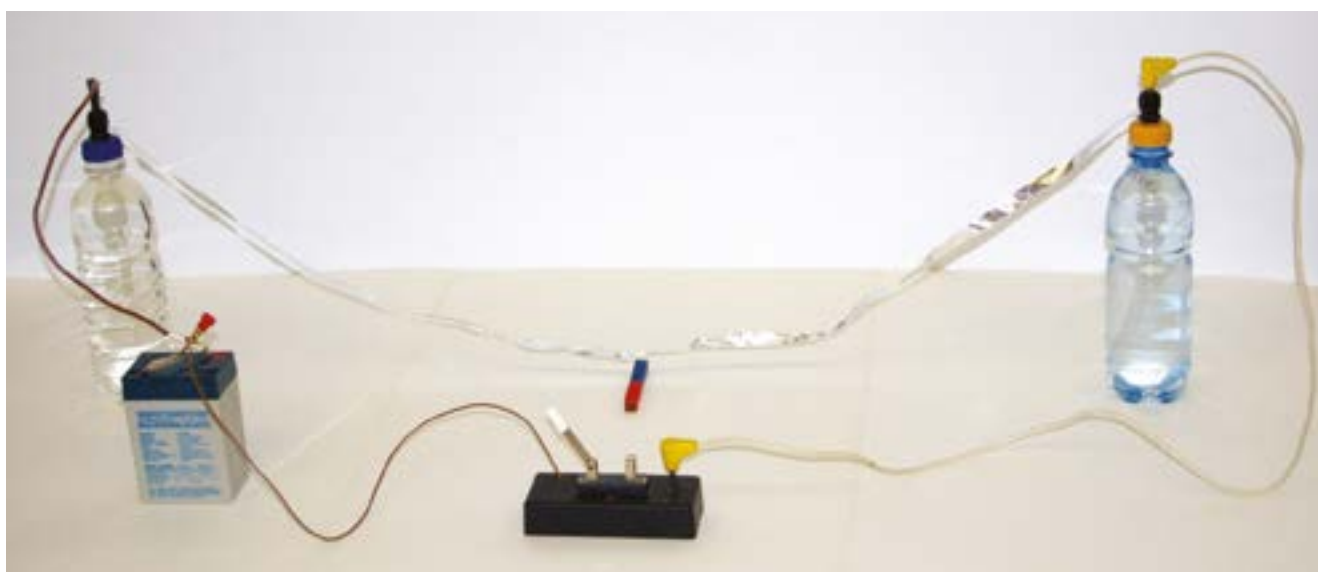
Piliny z feromagnetického materiálu, tyčové magnety, priamy vodič, závit, elektrický zdroj, papier.



2. Demonštrujte a opíšte magnetické pole v okolí priameho vodiča s prúdom.

**Pomôcky:**

Priamy vodič, elektrický zdroj, magnetky.



3. Demonštrujte a vysvetlite silové pôsobenie magnetického poľa Zeme na vodič s prúdom.

**Pomôcky:**

Priamy vodič, elektrický zdroj.



4. Demonštrujte a vysvetlite vzájomné magnetické silové pôsobenie dvoch vodičov s prúdom rovnakého smeru a opačného smeru.

**Pomôcky:**

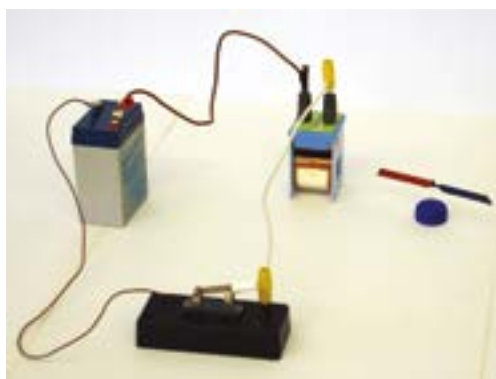
Priame vodiče, elektrický zdroj.



5. Experimentálne určte a teoreticky potvrdíte magnetické póly magnetického poľa cievky s prúdom.

**Pomôcky:**

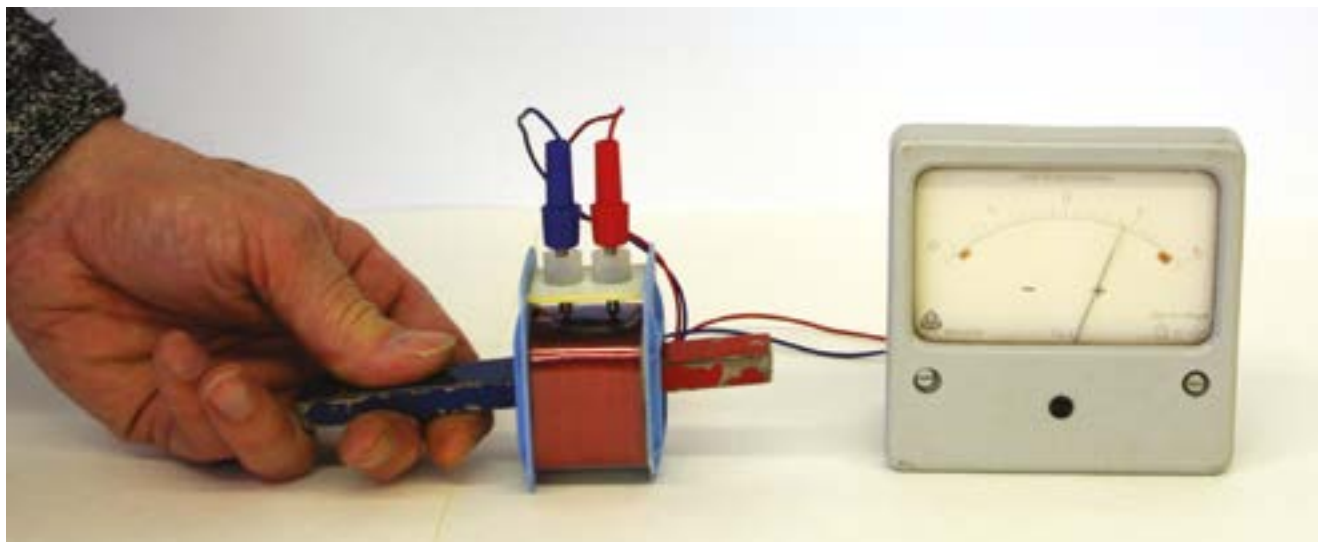
Cievka, elektrický zdroj, magnet alebo magnetka.



6. Predved'te a vysvetlite vznik indukovaného elektromotorického napätia na vodiči.

**Pomôcky:**

Cievka, magnet, voltmeter, vodiče.



7. Predved'te a vysvetlite experimenty na dôkaz Foucaultových prúdov.

**Pomôcky:**

Neferomagnetický vodič, magnet.



## 2.15 STRIEDAVÝ PRÚD

### 2.15.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Striedavý prúd

#### 1. Vysvetlite vznik striedavého napätia a prúdu.

Riešte úlohu:

Pri otáčaní závitov v homogénnom magnetickom poli je amplitúda striedavého napätia 100 V a perióda 0,02 s.

Určte okamžitú hodnotu napätia v časoch 0,005 s a 0,01 s.

#### 2. Vysvetlite činnosť usmerňovača s polovodičovou diódou.

Riešte úlohu:

Efektívna hodnota striedavého napätia v elektrickom obvode so striedavým zdrojom a rezistorom je 24 V. Ak do obvodu zaradíme polovodičovú diódu, napätie bude jednocestne usmernené.

Určte strednú hodnotu jednocestne usmerneného napätia.

Po usmernení pomocou štyroch diód v Graetzovom zapojení sa stredná hodnota usmerneného napätia zmení. Určte jej hodnotu.

#### 3. Vysvetlite činnosť generátora striedavého prúdu.

Riešte úlohu:

Pri rovnomernom otáčaní závitov v homogénnom magnetickom poli je amplitúda striedavého napätia 20 V a perióda 0,01 s.

Určte okamžitú hodnotu napätia v čase 0,0025 s.

#### 4. Vysvetlite činnosť transformátora.

Riešte úlohu:

Transformátor, ktorého primárna cievka má 500 závitov a sekundárna cievka 2500 závitov, je pripojený k sieťovému napätiu 230 V.

Aké je napätie na sekundárnej cievke nezaťaženého transformátora?

Aký je jeho transformačný pomer?

#### 5. Opíšte a vysvetlite trojfázovú sústavu striedavých napätí.

Riešte úlohu:

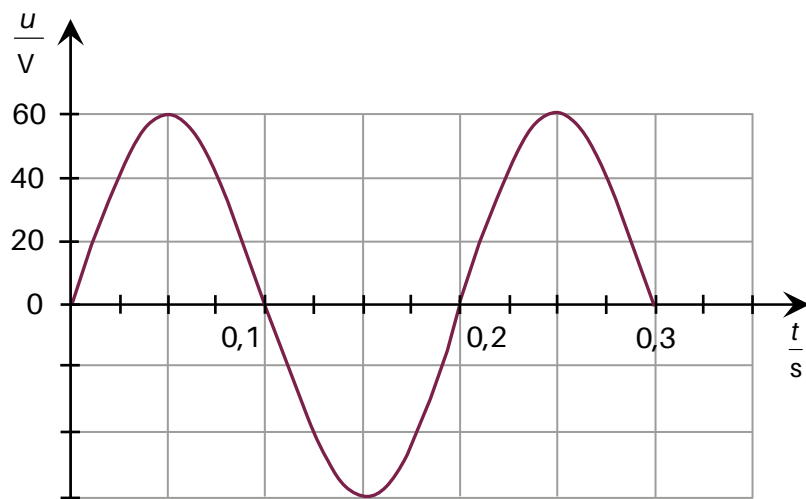
Elektrická energia sa prenáša z elektrárne do miesta spotreby diaľkovým vedením s odporom 0,4  $\Omega$ . Výkon elektrárne je 69 kW a napätie, pri ktorom sa tento výkon prenáša, je 23 kV.

Určte stratový výkon spôsobený Joulovým teplom, ktorým sa zahrieva diaľkové vedenie.

## 2.15.2 Štruktúrované úlohy

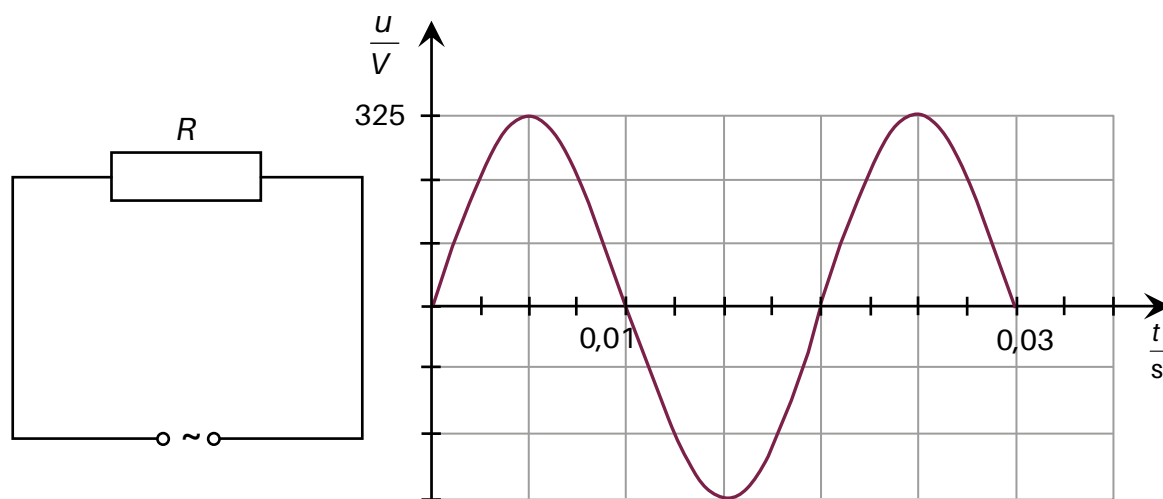
### Striedavý prúd

1. Na obrázku je časový diagram striedavého napätia.



- Z diagramu určte:
  - amplitúdu napätia,
  - periódu,
  - frekvenciu napätia.
- Napíšte rovnicu pre okamžitú hodnotu striedavého napätia.
- Určte okamžitú hodnotu striedavého napätia v čase 125 ms.

2. V elektrickom obvode striedavého prúdu je zapojený rezistor s odporom  $100\ \Omega$  a zdroj striedavého napätia, ktorého časový diagram je na obrázku.



- S využitím časového diagramu určte amplitúdu, periódu a frekvenciu napätia.
- Napíšte rovnicu pre okamžitú hodnotu napätia.
- Určte amplitúdu, periódu a frekvenciu prúdu.
- Napíšte rovnicu pre okamžitú hodnotu prúdu.
- Znázornite časový diagram striedavého prúdu.
- Určte fázový rozdiel medzi prúdom a napätím.
- Určte efektívne hodnoty striedavého prúdu a napätia.

**3. Primárnym vinutím transformátora, ktoré má 1100 závitov, preteká pri napätí 220 V prúd 0,2 A.**

- Opíšte stavbu a vysvetlite fyzikálny princíp činnosti transformátora.
- Uved'te a vysvetlite základnú rovnicu transformátora, vysvetlite pojem transformačný pomer.
- Vypočítajte transformačný pomer opísaného transformátora, ak sekundárne vinutie transformátora má 10 000 závitov.
- Vypočítajte napätie v sekundárnom vinutí nezaťažného transformátora.
- Vypočítajte prúd v sekundárnom vinutí nezaťažného transformátora.

**4. Primárna cievka transformátora má 2400 závitov a odpor  $120\ \Omega$ , sekundárna cievka 120 závitov a odpor  $5 \cdot 10^{-2}\ \Omega$ . Účinnosť transformátora je 90 %. Napätie na primárnej cievke je 2200 V, príkon 2 kW.**

- Opíšte stavbu a vysvetlite fyzikálny princíp činnosti transformátora.
- Uved'te a vysvetlite rovnicu transformátora.
- Vypočítajte napätie na sekundárnej cievke transformátora.
- Uved'te a vysvetlite vzťah pre účinnosť transformátora.
- Vypočítajte prúd v sekundárnom vinutí transformátora.
- Uved'te a vysvetlite vzťah pre straty energie pripadajúce na zahriatie cievok (Joulovo teplo).
- Vypočítajte straty energie pripadajúce na zahriatie primárnej a sekundárnej cievky.

## 2.15.3 Experimentálne úlohy

### Striedavý prúd

#### 1. Predved'te činnosť usmerňovača s polovodičovou diódou.

**Pomôcky:**

Polovodičová dióda, striedavý zdroj, žiarovka, voltmeter, spojovacie vodiče, osciloskop.



#### 2. Predved'te činnosť transformátora.

**Pomôcky:**

Transformátor, striedavý zdroj, voltmetre, spojovacie vodiče.



### 3. Experimentálne určte transformačný pomer transformátora.

**Pomôcky:**

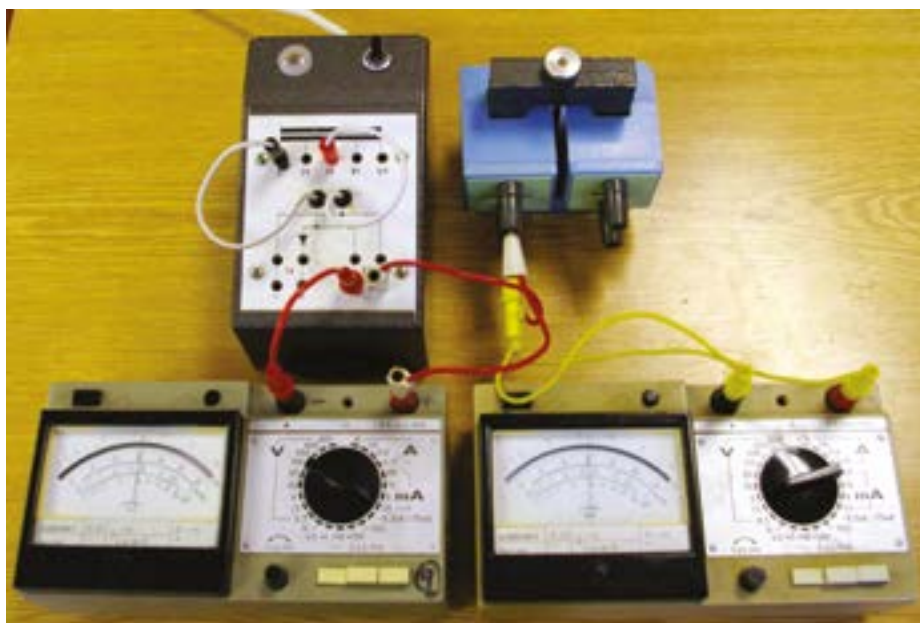
Transformátor, striedavý zdroj, voltmetre, spojovacie vodiče.



### 4. Experimentálne zistite účinnosť transformátora.

**Pomôcky:**

Transformátor, striedavý zdroj, voltmetre, ampérmetre, spojovacie vodiče.



## 2.16 MECHANICKÉ KMITANIE

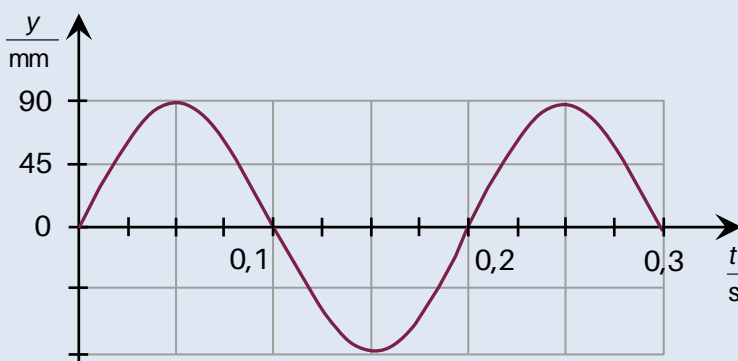
### 2.16.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Mechanické kmitanie

1. Rozlíšte stacionárne a nestacionárne fyzikálne deje. Definujte pojmy oscilátor, doba kmitu, frekvencia. Opíšte priebeh harmonického kmitavého pohybu v súradnicovej vzťažnej sústave. Vysvetlite pojmy rovnovážna poloha, amplitúda, okamžitá výchylka.

Riešte úlohu:

Z časového diagramu kmitavého pohybu určte:

- amplitúdu kmitania,
- periódu kmitania,
- frekvenciu kmitania,
- začiatočnú fázu kmitania.



2. Vysvetlite súvislosť medzi rovnomerným pohybom hmotného bodu po kružnici a harmonickým kmitavým pohybom. Vyjadrite a opíšte vzťahy medzi kinematickými veličinami (okamžitá výchylka, okamžitá rýchlosť a okamžité zrýchlenie) a časom veličinovou rovnicou.

Riešte úlohu:

Teleso vykonáva harmonický pohyb s amplitúdou výchylky 12 cm a s frekvenciou 4 kHz a začiatočnou fázou 0 rad.

Vypočítajte okamžitú rýchlosť kmitavého pohybu v čase 0,02 s od začiatku kmitania.

3. Znázornite priebeh kmitavého pohybu časovým diagramom. Vysvetlite význam veličiny fáza kmitavého pohybu.

Riešte úlohu:

Hmotný bod harmonicky kmitá s frekvenciou 40 Hz a s amplitúdou výchylky 20 mm. Začiatočná fáza kmitania je  $30^\circ$ . Napíšte rovnicu pre okamžitú výchylku hmotného bodu.

4. Opíšte priebeh harmonického kmitavého pohybu z dynamického hľadiska.

Riešte úlohu:

Harmonický oscilátor (závažie na pružine) kmitá s periódou 0,5 s.

O koľko sa pružina skráti, keď odstránime závažie?

**5. Charakterizujte harmonický kmitavý pohyb pružinového oscilátora z hľadiska energie.**

*Riešte úlohu:*

Teleso zavesené na pružine harmonicky kmitá s amplitúdou výchylky 2 cm a jeho celková energia je  $3 \cdot 10^{-7}$  J. Určte tuhosť pružiny.

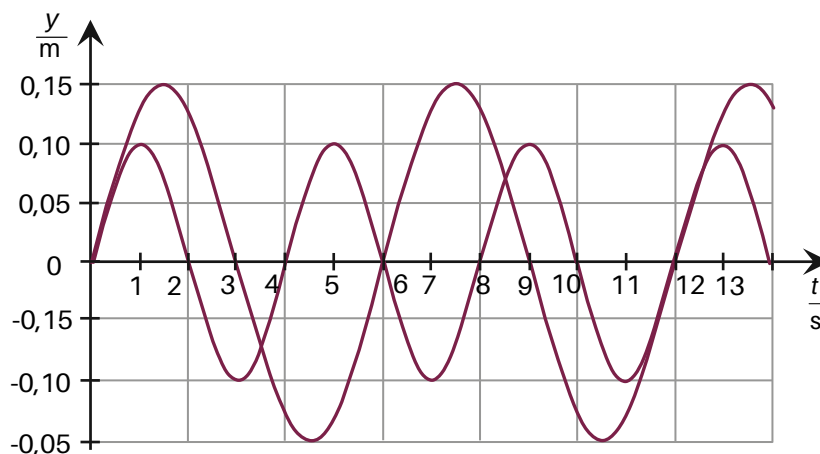
**6. Charakterizujte a uveďte vlastnosti vlastného kmitania oscilátora, tlmeného, netlmeného a núteného kmitania.**

*Riešte úlohu:*

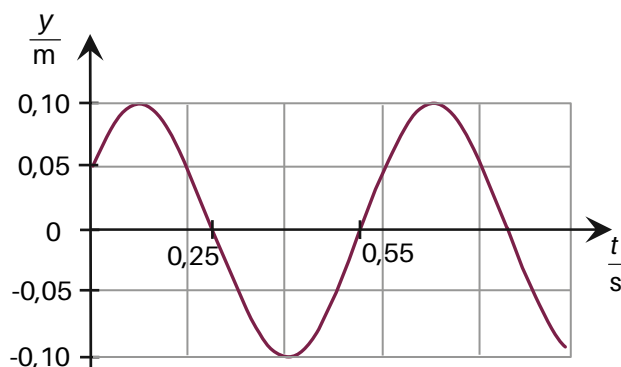
Aká je doba kmitu harmonického oscilátora, keď teleso zavesené na pružine má hmotnosť 10 g a pri jeho zavesení na pružinu sa pružina predĺži o 3 cm?

## 2.16.2 Štruktúrované úlohy Mechanické kmitanie

1. Amplitúda výchylky harmonického kmitavého pohybu závažia na pružine je 0,02 m a doba kmitu 1 s.
  - a. Opíšte priebeh harmonického kmitavého pohybu v súradnicovej vzťažnej sústave. Vysvetlite pojmy rovnovážna poloha, amplitúda, okamžitá výchylka.
  - b. Napíšte rovnicu pre okamžitú výchylku.
  - c. Ako dlho trvá pohyb závažia z rovnovážnej polohy do krajnej polohy?
  - d. Za aký čas závažie prejde prvú polovicu dráhy určenej v bode c.?
  - e. Za aký čas závažie prejde druhú polovicu dráhy určenej v bode c.?
  
2. Hmotný bod koná harmonický kmitavý pohyb s amplitúdou výchylky 10 cm a s periódou 2 s.
  - a. Opíšte postup pri vyjadrení vzťahov pre okamžitú výchylku, rýchlosť a zrýchlenie harmonického kmitavého pohybu zo súvislosti medzi rovnomerným pohybom hmotného bodu po kružnici a harmonickým kmitavým pohybom.
  - b. Určte okamžitú výchylku v čase 0,2 s od začiatku pohybu.
  - c. Určte okamžitú rýchlosť v čase 0,2 s od začiatku pohybu.
  - d. Určte okamžité zrýchlenie v čase 0,2 s od začiatku pohybu.
  
3. Na obrázku je časový diagram harmonického kmitania dvoch závaží zavesených na dvoch pružinách.
  - a. Napíšte rovnice pre okamžité výchylky oboch harmonických kmitavých pohybov.
  - b. Napíšte rovnice pre okamžité rýchlosti oboch harmonických kmitavých pohybov.
  - c. Napíšte rovnice pre okamžité zrýchlenia oboch harmonických kmitavých pohybov.
  - d. Vysvetlite pojem fázorový diagram.
  - e. Nakreslite fázorové diagramy oboch harmonických kmitavých pohybov.



**4. Na obrázku je časový diagram harmonického kmitania závažia zaveseného na pružine.**



- a. Určte z diagramu:
  - amplitúdu kmitania oscilátora,
  - periódu kmitania oscilátora,
  - začiatočnú fázu kmitania oscilátora.
- b. Napíšte rovnicu pre okamžitú výchylku kmitania oscilátora.
- c. Nakreslite fázorový diagram harmonického kmitania.

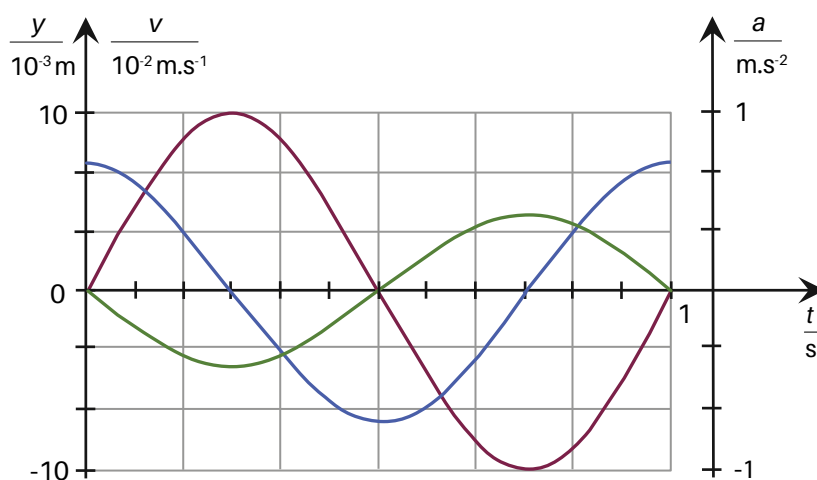
**5. Závažie s hmotnosťou 0,3 kg zavesené na pružine vykonáva harmonický kmitavý pohyb daný rovnicou:**

$$y = 0,2 \sin\left(\frac{3\pi}{5}t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ m.}$$

- a. Určte z rovnice:
  - amplitúdu kmitania oscilátora,
  - uhlovú frekvenciu,
  - periódu kmitania oscilátora,
  - začiatočnú fázu kmitania oscilátora.
- b. Určte tuhosť použitej pružiny.
- c. Určte maximálnu silu, ktorá pôsobí počas pohybu kyvadla na závažie.

**6.** Na obrázku je grafická závislosť výchylky, rýchlosti a zrýchlenia harmonického kmitavého pohybu od času.

- Opíšte, ako sa mení okamžitá výchylka, okamžitá rýchlosť a okamžité zrýchlenie harmonického kmitavého pohybu počas jednej periódy.
- Určte z grafu:
  - amplitúdu kmitania oscilátora,
  - uhlovú frekvenciu,
  - periódu kmitania oscilátora,
  - začiatočnú fázu kmitania oscilátora.
- Napíšte rovnicu pre okamžitú výchylku harmonického kmitania.
- Určte amplitúdy rýchlosti a zrýchlenia kmitavého pohybu.



## 2.16.3 Experimentálne úlohy Mechanické kmitanie

### 1. Experimentálne určte tuhosť pružiny.

**Pomôcky:**

Pružina, sada závaží, milimetrové meradlo.



### 2. Experimentálne určte hmotnosť telesa zaveseného na pružine meraním frekvencie vlastných kmitov oscilátora.

**Pomôcky:**

Pružina so známou tuhosťou, teleso neznámej hmotnosti, stopky.

### 3. Overte nezávislosť frekvencie vlastných kmitov pružinového oscilátora od amplitúdy výchylky.

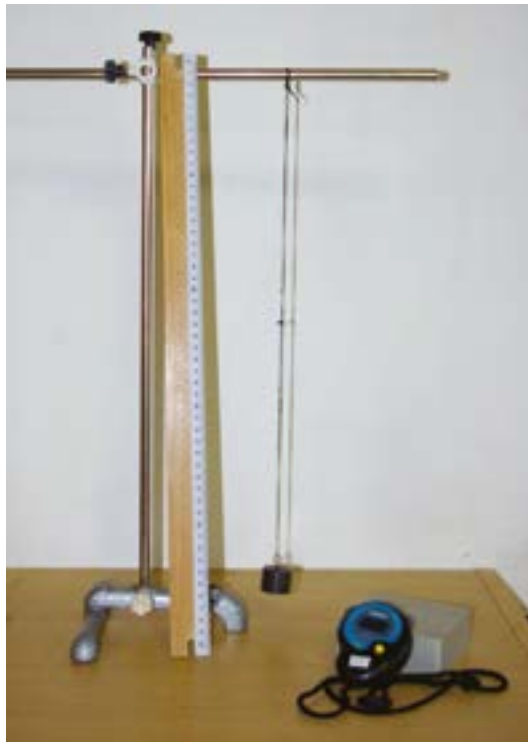
**Pomôcky:**

Pružina so známou tuhosťou, milimetrové meradlo, teleso, stopky.



**4. Overte vzťah pre periódu kyvadla.****Pomôcky:**

Kyvadlo, milimetrové meradlo, stopky.

**5. Demonštrujte skladanie kolmých kmitov a vysvetlite pojem Lissajouseve krivky. Opíšte postup využitia princípu superpozície pri grafickom skladaní kolmých kmitov.****Pomôcky:**

Kyvadlo na bifilárnom závese.



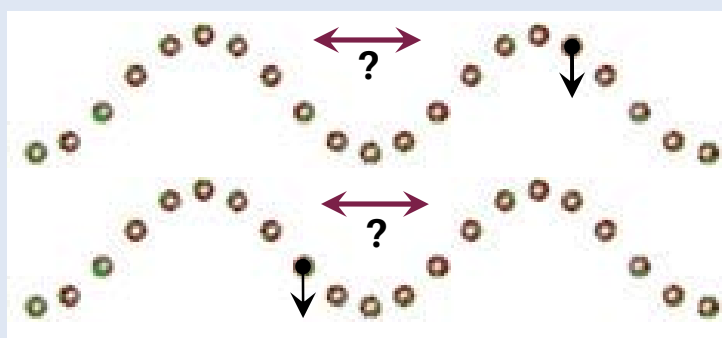
## 2.17 VLNIENIE

### 2.17.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Vlnenie

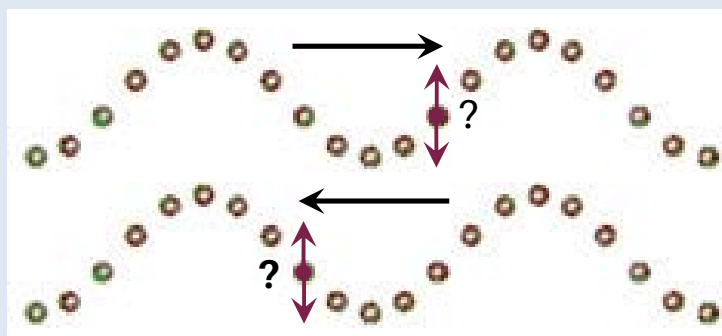
- Opíšte podmienky vzniku postupného mechanického vlnenia. Rozlíšte a opíšte vlastnosti postupného priečného a pozdĺžneho mechanického vlnenia. Definujte veličinu vlnová dĺžka.

*Riešte úlohu (alternatívy):*

- Akou rýchlosťou sa šíri vlna, ak jej vlnová dĺžka je 0,425 m a frekvencia 2,5 kHz?
- Ktorým smerom postupuje vlnenie, ak sa daný bod pohybuje nahor?



Ktorým smerom sa pohybuje daný bod, ak vlnenie postupuje doľava?



- Vysvetlite vznik a opíšte vlastnosti stojatého mechanického vlnenia. Porovnajte vlastnosti postupného a stojatého mechanického vlnenia.

*Riešte úlohu:*

Určte vlnovú dĺžku stojatého mechanického vlnenia, ak vzdialenosť medzi prvým a tretím uzlom je 0,20 m.

- Vysvetlite interferenciu dvoch koherentných vlnení.

*Riešte úlohu:*

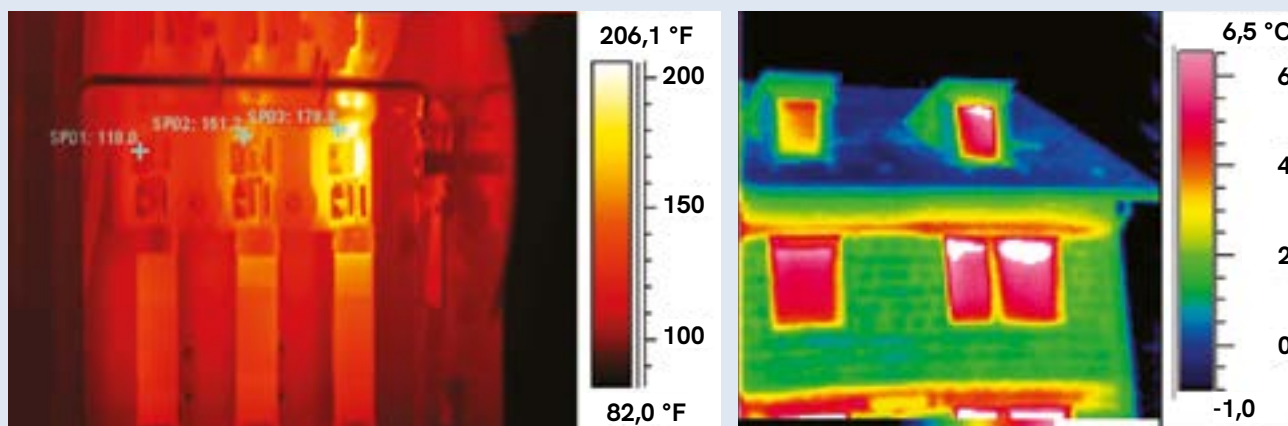
Interferenciou dvoch vlnení s periódou  $21 \cdot 10^{-4}$  s vzniká stojaté vlnenie. Vzájomná vzdialenosť susedných uzlov je 1,5 m.

Akou veľkou rýchlosťou sa šíri postupné vlnenie?

4. Rozlíšte druhy elektromagnetického žiarenia podľa vlnových dĺžok a frekvencií. Zarad'te do spektra elektromagnetického vlnenia svetlo. Charakterizujte vlastnosti infračerveného, ultrafialového a röntgenového žiarenia.

Riešte úlohu:

Vysvetlite zmeny vo farbe na fotografii.



5. Uved'te zákon lomu. Vysvetlite princíp zobrazovania lomom.

Riešte úlohu:

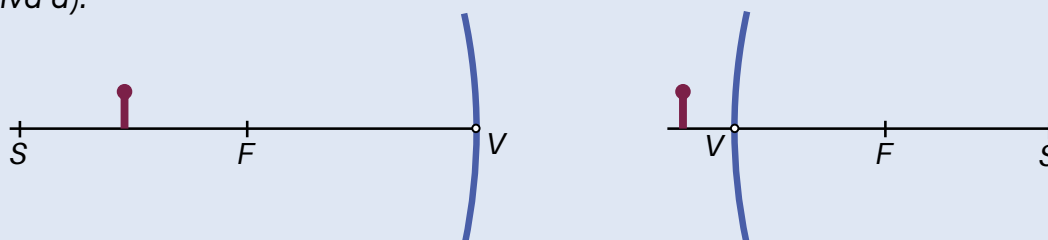
Určte, o aký uhol sa odchýli od svojho pôvodného smeru lúč, ktorý dopadá na rozhranie skla a vzduchu pod uhlom  $30^\circ$ .

6. Napíšte a vysvetlite zobrazovaciu rovnicu zrkadla a šošovky. Vysvetlite pojmy znamienková konvencia a priečne zväčšenie.

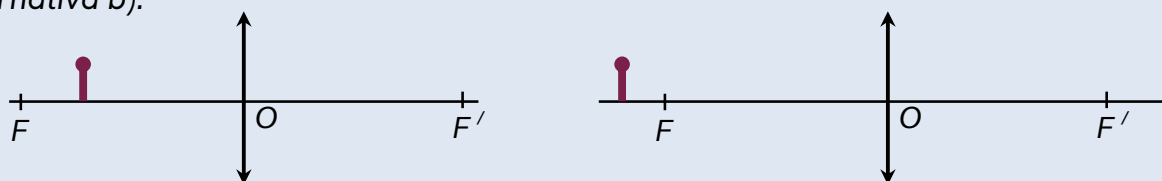
Riešte úlohu:

Graficky zostrojte obraz predmetu a určte jeho vlastnosti.

Alternatíva a).



Alternatíva b).



7. Vysvetlite princíp zobrazovania predmetu ľudským okom. Rozlíšte krátkozraké a ďalekozraké oko a spôsob korekcie ich chýb.

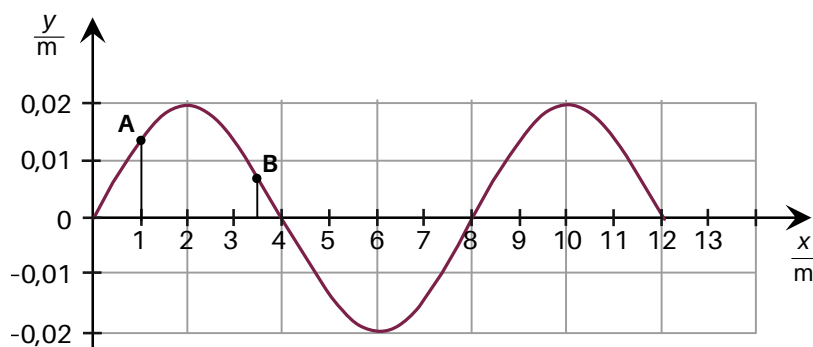
Riešte úlohu:

Odhadnite výšku obrazu, ktorý sa vytvorí na sietnici oka, ak sa dívame na človeka vysokého 2 m zo vzdialenosti 10 m. Hrúbka oka je asi 2 cm. Aké vlastnosti má obraz?

## 2.17.2 Štruktúrované úlohy

### Vlnenie

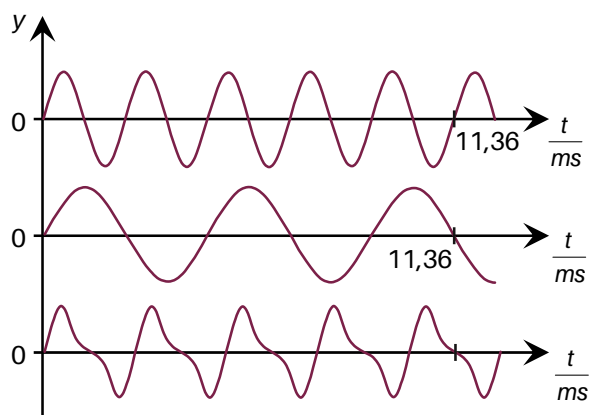
1. Na obrázku je znázornená v určitom časovom okamihu priečna postupná sinusová vlna, ktorá sa šíri v kladnom smere osi  $x$  rýchlosťou  $20 \text{ m.s}^{-1}$ .



- Charakterizujte pružné prostredie.
  - Definujte mechanické vlnenie a rozlíšte postupné priečne a pozdĺžne mechanické vlnenie.
  - Definujte vlnovú dĺžku.
  - Určte:
    - vlnovú dĺžku postupnej vlny,
    - periódu a frekvenciu postupnej vlny,
    - amplitúdu výchylky bodov A a B.
  - Napište rovnicu postupnej mechanickej vlny znázornenej na obrázku.
2. Zvukové vlnenie je opísané rovnicou  $y = 0,05 \sin(1980\{t\} - 6\{x\}) \text{ m}$ .

- Charakterizujte zvuk a jeho vlastnosti:
  - absolútnu a relatívnu výšku,
  - hlasitosť,
  - farbu.

Využite pri opise vlastností zvuku grafické závislosti.
- Vypočítajte:
  - vlnovú dĺžku zvukovej vlny zadanej rovnicou,
  - rýchlosť zvukovej vlny,
  - absolútnu a relatívnu výšku zvuku.
- Stanovte vzdialenosť prekážky od zdroja zvukového vlnenia, ak má pre pozorovateľa vzniknúť ozvena.



**3. Lúč bieleho svetla dopadá na flintové sklo (druh skla používaný v optike) pod uhlom  $60^\circ$ . Index lomu flintového skla pre červené svetlo vlnovej dĺžky 761 nm je 1,735, pre fialové svetlo vlnovej dĺžky 397 nm je 1,811.**

- Opíšte jav, ktorý nastáva pri lome bieleho svetla pri jeho prechode rozhraním vzduch – sklo.
- Nakreslite opísanú situáciu. Vyznačte v obrázku dopadajúci biely lúč, lomený fialový a lomený červený lúč.
- Vyslovte zákon lomu svetla. Definujte uhol dopadu a uhol lomu.
- Určte uhol medzi lomeným červeným a fialovým lúčom.
- Uveďte príklad, kde a kedy k opísanému javu v prírode dochádza.

**4. Predmet vysoký 1 cm stojí kolmo na optickú os vo vzdialenosti 6 cm od vrcholu dutého guľového zrkadla s polomerom krivosti 4 cm.**

- Opíšte fyzikálny princíp zobrazovania guľovým zrkadlom.
- Uveďte a vysvetlite zobrazovaciu rovnicu guľového zrkadla.
- Vysvetlite pojem priečne zväčšenie.
- Vysvetlite znamienkovú konvenciu pri zobrazovaní guľovými zrkadlami.
- Určte výpočtom polohu a vlastnosti obrazu predmetu vytvoreného dutým guľovým zrkadlom.
- Určte polohu a vlastnosti obrazu geometrickou konštrukciou a porovnajte veličiny, ktoré zistíte z obrázka, s veličinami určenými výpočtom.

**5. Predmet vysoký 0,5 cm stojí kolmo na optickú os vo vzdialenosti 1 cm od vrcholu dutého guľového zrkadla s polomerom krivosti 4 cm.**

- Opíšte fyzikálny princíp zobrazovania guľovým zrkadlom.
- Uveďte a vysvetlite zobrazovaciu rovnicu guľového zrkadla.
- Vysvetlite pojem priečne zväčšenie.
- Vysvetlite znamienkovú konvenciu pri zobrazovaní guľovými zrkadlami.
- Určte výpočtom polohu a vlastnosti obrazu predmetu vytvoreného dutým guľovým zrkadlom.
- Určte polohu a vlastnosti obrazu geometrickou konštrukciou a porovnajte veličiny, ktoré zistíte z obrázka, s veličinami určenými výpočtom.

**6. Predmet vysoký 1,5 cm stojí kolmo na optickú os vo vzdialenosti 4 cm od spojky s ohniskovou vzdialenosťou 1,5 cm.**

- Opíšte fyzikálny princíp zobrazovania šošovkami.
- Uveďte a vysvetlite zobrazovaciu rovnicu šošoviek.
- Vysvetlite pojem priečne zväčšenie.
- Vysvetlite znamienkovú konvenciu pri zobrazovaní šošovkami.
- Určte výpočtom polohu a vlastnosti obrazu predmetu vytvoreného spojkou.
- Určte polohu a vlastnosti obrazu geometrickou konštrukciou a porovnajte veličiny, ktoré zistíte z obrázka, s veličinami určenými výpočtom.

## 2.17.3 Experimentálne úlohy

### Vlnenie

#### 1. Určte rýchlosť zvuku otvoreným rezonátorom.

**Pomôcky:**

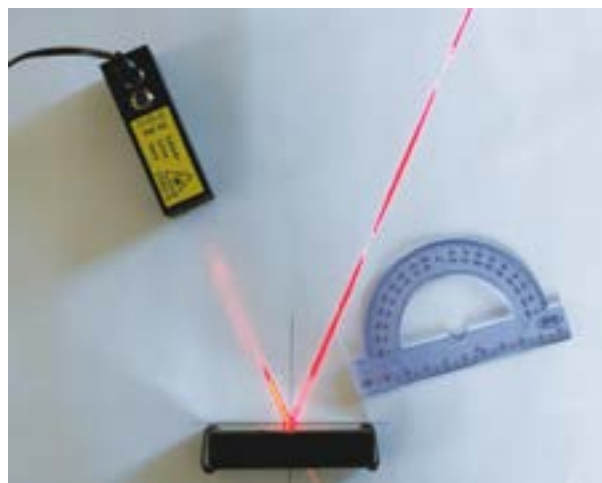
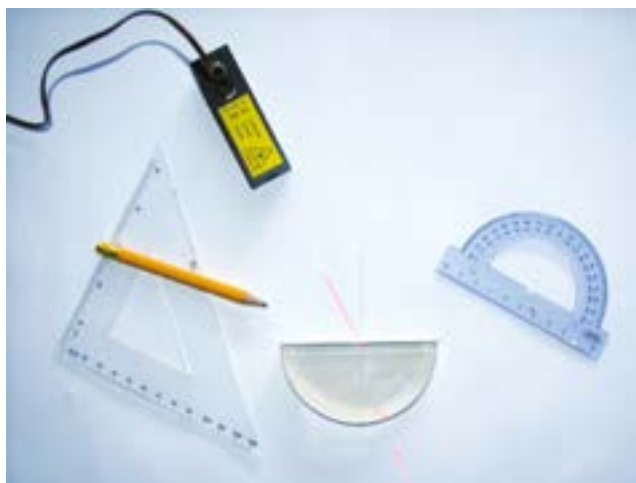
Otvorený rezonátor, zdroj zvuku s meniteľnou frekvenciou.



#### 2. Experimentálne overte zákon odrazu a lomu svetla.

**Pomôcky:**

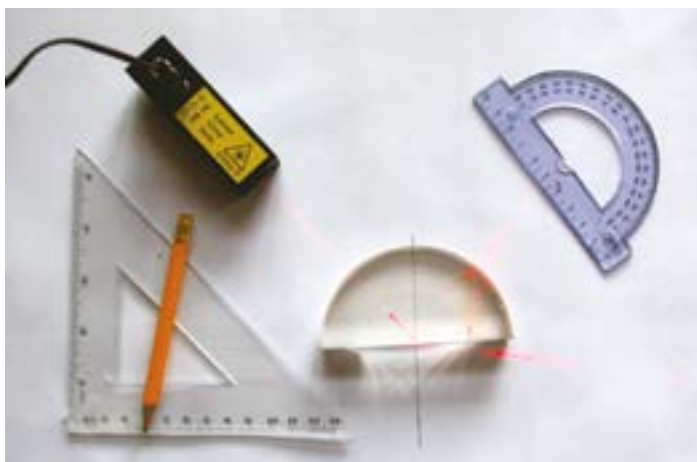
Svetelný zdroj, zrkadlo, optické prostredie – hranol, uhlomer.



#### 3. Experimentálne určte index lomu optického prostredia.

**Pomôcky:**

Svetelný zdroj, optické prostredie – hranol, uhlomer.



#### 4. Demonštrujte zobrazenie predmetu odrazom na optickej ploche.

**Pomôcky:**

Rovinné zrkadlo, duté a vypuklé guľové zrkadlo, predmet (horiaca sviečka).



#### 5. Demonštrujte zobrazenie predmetu lomom.

**Pomôcky:**

Spojná šošovka, rozptylná šošovka, tienidlo, predmet (horiaca sviečka).



## 6. Experimentálne určte ohniskovú vzdialenosť dutého guľového zrkadla.

### Pomôcky:

Duté guľové zrkadlo, tienidlo, svetelný zdroj, predmet (horiaca sviečka), dĺžkové meradlo.



## 7. Experimentálne určte ohniskovú vzdialenosť spojnej šošovky.

### Pomôcky:

Spojná šošovka, tienidlo, svetelný zdroj, predmet (horiaca sviečka).



## 2.18 ZÁKLADY FYZIKY MIKROSVETA

### 2.18.1 Úlohy na opis fyzikálneho javu, pojmu, vzťahu Základy fyziky mikrosвета

1. Opíšte podstatu fotoelektrického javu. Vysvetlite obsah pojmov svetelné kvantum, fotón, medzná vlnová dĺžka.

*Riešte úlohu (alternatívy):*

- a. Vypočítajte energiu fotónov zodpovedajúcich okrajovým vlnovým dĺžkam spektra viditeľného žiarenia. Dolná (fialová) hranica viditeľného svetla má vlnovú dĺžku 390 nm, horná (červená) hranica má vlnovú dĺžku 790 nm. Energiu vyjadrite v elektrónvoltoch.
- b. Akému druhu monofrekvenčného elektromagnetického žiarenia prislúchajú fotóny s energiou  $1,92 \cdot 10^{-18}$  J?

2. Opíšte zloženie atómov. Opíšte elektrónový obal atómu so zdôraznením kvantovania energie atómov. Vysvetlite súvislosť medzi emisným spektrom atómu a stavbou elektrónového obalu.

*Riešte úlohu:*

Pri prechode elektrónu atómu vodíka z jednej energetickej hladiny na druhú bol vyžiarený fotón s frekvenciou  $4,57 \cdot 10^{14}$  Hz. Určte v jouloch a elektrónvoltoch, ako sa pritom zmenila energia atómu vodíka.

3. Porovnajzte spontánnu a stimulovanú emisiu. Vysvetlite princíp lasera.

*Riešte úlohu:*

Atóm vodíka, ktorý je v základnom stave, získal energiu 10,2 eV.

- a. Na ktorú energetickú hladinu prešiel jeho elektrón? Energia elektrónu v základnom stave je -13,6 eV.
- b. Akú vlnovú dĺžku má žiarenie, ktoré vyžiari atóm vodíka pri spätnom prechode elektrónu z tejto hladiny do základného stavu?

4. Opíšte zloženie jadra atómu. Vysvetlite vzťah medzi väzbovou energiou jadra a hmotnostným úbytkom jadra atómu.

*Riešte úlohu:*

Vypočítajte hmotnostný úbytok jadra  ${}^{238}_{92}\text{U}$ .

Pokoiová hmotnosť protónu je  $1,6726 \cdot 10^{-27}$  kg, neutrónu  $1,6749 \cdot 10^{-27}$  kg, relatívna atómová hmotnosť uránu je 238,05.

5. Charakterizujte závislosť väzbovej energie pripadajúcej na jeden nukleón k počtu nukleónov v jadrách a z toho vyplývajúce možnosti uvoľňovania jadrovej energie.

*Riešte úlohu:*

Vypočítajte väzbovú energiu pripadajúcu na jeden nukleón jadra  ${}^{238}_{92}\text{U}$ . Hmotnostný úbytok jadra  ${}^{238}_{92}\text{U}$  je  $3,1326 \cdot 10^{-27}$  kg.

6. Opíšte nestabilitu niektorých jadier a z nich vyplývajúcu prirodzenú rádioaktivitu.

*Riešte úlohu:*

Jadro  ${}^{16}_8\text{O}$  bolo ostreľované  $\alpha$  časticou, ktorá v ňom uviazla a pritom sa uvoľnil neutrón. Zapište príslušnú reakciu a určte, aký nuklid v dôsledku tejto reakcie vznikol.

## 2.18.2 Štruktúrované úlohy

### Základy fyziky mikrosвета

1. **Helium-neonový laser s výkonom 2 mW vysiela svetlo s vlnovou dĺžkou 632,8 nm.**
  - a. Vysvetlite pojem svetelné kvantum – fotón.
  - b. Vysvetlite pojmy spontánna a stimulovaná emisia žiarenia, laser.
  - c. Určte energiu emitovaných fotónov.
  - d. Určte veľkosť hybnosti emitovaných fotónov.
  - e. Koľko fotónov vyžiari laser za 1 s?
  
2. **Ľudské oko môže vnímať svetlo, ktorého žiarivý tok (výkon svetelného žiarenia prechádzajúci danou plochou) je  $2 \cdot 10^{-17} \text{ W}$ .**
  - a. Uved'te vzťah pre energiu svetelného kvanta – fotónu. Popíšte veličiny, ktoré v rovnici vystupujú.
  - b. Vyjadrite vzťah medzi frekvenciou elektromagnetického žiarenia a jeho vlnovou dĺžkou. Popíšte veličiny, ktoré v rovnici vystupujú.
  - c. Určte, koľko fotónov s vlnovou dĺžkou 500 nm dopadne za 1 s do ľudského oka, ak má nastať svetelný vnem.
  
3. **Povrch cézia osvetlíme monofrekvenčným svetlom s vlnovou dĺžkou 590 nm.**
  - a. Vysvetlite pojem svetelné kvantum – fotón.
  - b. Opíšte fotoelektrický jav a vysvetlite podmienku jeho vzniku. Využite pritom Einsteinovu rovnicu fotoelektrického javu.
  - c. Vypočítajte medznú vlnovú dĺžku pre cézium. Výstupná práca cézia je 1,93 eV.
  - d. Určte energiu elektrónov uvoľnených z povrchu cézia pri jeho osvetlení daným monofrekvenčným svetlom.
  - e. Akou rýchlosťou elektróny z povrchu cézia v tomto prípade vyletujú?
  
4. **Elektrón bol urýchlený v elektrickom poli napätím 100 V.**
  - a. Vysvetlite súvislosť medzi prácou elektrických síl a kinetickou energiou elektrónu. Zapište túto súvislosť veličinovou rovnicou. Popíšte veličiny, ktoré v rovnici vystupujú.
  - b. Vypočítajte rýchlosť, ktorú elektrón urýchlený v elektrickom poli dosiahne.
  - c. Vysvetlite pojem de Broglieho vlnová dĺžka.
  - d. Určte de Broglieho vlnovú dĺžku elektrónu urýchleného v elektrickom poli napätím 100 V.
  
5. **Fotón s energiou 15 eV bol pohltý atómom vodíka a spôsobil jeho ionizáciu.**
  - a. Vysvetlite kvantovanie energie atómu podľa Bohrovho modelu.
  - b. Vyjadrite vzťahom energie stacionárnych stavov atómu vodíka. Vysvetlite pojmy energia základného stavu, excitovaný stav a ionizačná energia.
  - c. Vypočítajte kinetickú energiu uvoľneného elektrónu z atómu vodíka pri jeho ionizácii fotónom, ak atóm vodíka bol pred požitím fotónu v základnom stave.
  - d. Určte veľkosť rýchlosti uvoľneného elektrónu pri ionizácii.

### 2.18.3 Experimentálne úlohy

#### Základy fyziky mikrosveta

1. Experimentálne dokážte pravdepodobnostný charakter javu určením jeho relatívnej početnosti.

**Pomôcky:**

Mince, krabíčka.



[illegible]



NÁRODNÝ INŠTITÚT VZDELÁVANIA A MLÁDEŽE

ISBN 978-80-565-1525-9



9 788056 515259