

**Státní bakalářská zkouška 27. 8. 2013**  
Fyzika (učitelství)  
Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

Jméno:

**Pokyny k řešení testu:**

- Ke každé úloze je správně pouze jedna odpověď.
- Čas k řešení je 120 minut (6 minut na úlohu): snažte se nejprve rychle vyřešit ty nejsnazší úlohy, pak se vraťte ke složitějším.
- Při řešení smíte používat kalkulačku.
- Fyzikální konstanty a materiálové parametry, které budete při řešení potřebovat, jsou na konci testu.
- Pracujte samostatně! Při pokusu o spolupráci s ostatními by Váš test byl okamžitě ukončen.
- Pokud si budete myslet, že žádná z nabízených odpovědí není správná, uveďte vlastní řešení. Pokud si přesto nejste jisti svým výsledkem, můžete tipovat - za špatnou odpověď se body nestrhávají.

**Úlohy**

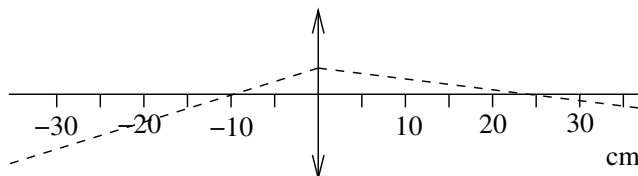
1. Z fólie o plošné hustotě  $100 \text{ g/m}^2$  vyrábíme balon plněný teplým vzduchem. Jaký je minimální průměr balonu, pokud se má sám unést za předpokladu, že teplota vzduchu uvnitř je  $80^\circ\text{C}$ , zatímco teplota okolního vzduchu je  $20^\circ\text{C}$ ?  
a) 12 cm                      b) 54 cm                      c) 1,3 m  
d) 3,1 m                      e) 11 m                      f) 27 m
2. Těleso o hmotnosti 280 g je zavěšeno na pružině o tuhosti  $15,2 \text{ N/m}$ . V čase  $t_0 = 0 \text{ s}$  se nachází 1,00 cm pod rovnovážnou polohou a pohybuje se rychlostí  $20,0 \text{ cm/s}$  směrem dolů. Kde se bude nacházet v čase  $t = 1,1 \text{ s}$ ?  
a) 0,51 cm pod rovnovážnou polohou  
b) 0,51 cm nad rovnovážnou polohou  
c) 2,38 cm pod rovnovážnou polohou  
d) 2,38 cm nad rovnovážnou polohou  
e) 6,10 cm pod rovnovážnou polohou  
f) 6,10 cm nad rovnovážnou polohou
3. Jakým momentem síly je nutno roztáčet obruč o průměru 1,5 m a hmotnosti 0,5 kg, aby se za 20 sekund roztočila z klidu na 300 otáček za minutu?  
a) 0,442 Nm                      b) 1,96 Nm                      c) 68,1 Nm  
d) 360 Nm                      e) 3,03 kNm                      f) 21,8 kNm

4. Jaká je maximální kinetická energie elektronů vystupujících z rubidiové elektrody ozářené světlem o vlnové délce 430 nm?

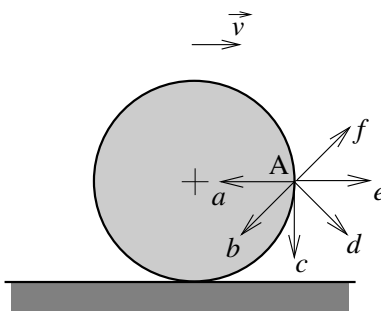
- a) 729 meV                      b) 910 meV                      c) 1,45 eV  
 d) 3,90 eV                        e) 12,3 eV                        f) 21,8 eV

5. Na obrázku je znázorněn chod paprsku spojnou čočkou umístěnou ve vzduchu. Jakou má tato čočka optickou mohutnost?

- a) 3,2 D                          b) 4,2 D                          c) 7,0 D  
 d) 0,2 D                        e) 8,2 D                        f) 14,0 D



6. Kotouč se valí po vodorovné podložce konstantní rychlostí  $\vec{v}$ . Bod  $A$  na obvodu kotouče se v daný okamžik nachází ve stejné výšce jako je střed kotouče. Která ze šipek na obrázku odpovídá vektoru rychlosti bodu  $A$ ?



- a)                      b)                      c)                      d)                      e)                      f)

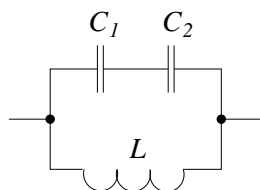
7. Částice pohybující se v laboratoři rychlostí  $0,9 c$  zanikla, když urazila dráhu 1,0 m od místa svého vzniku. Jaká je doba života částice v její klidové soustavě?

- a) 1,1 ns                      b) 1,6 ns                      c) 2,1 ns  
 d) 5,6 ns                      e) 8,5 ns                      f) 14 ns

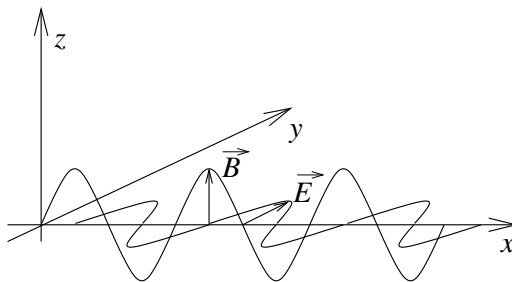
8. Galaxie A je od nás vzdálena 11,5 miliard světelných let a vzdaluje se od nás rychlostí  $2,30 \times 10^8$  m/s. Na stejné přímce za galaxií je kvasar B, vzdálený od nás 13,0 miliard světelných let, který se od nás vzdaluje rychlostí  $2,89 \times 10^8$  m/s. Jaká je rychlost galaxie A vzhledem ke kvasaru B?

- a) Vzdaluje se od něj rychlostí  $2,26 \times 10^8$  m/s.  
 b) Přibližuje se k němu rychlostí  $3,12 \times 10^7$  m/s.  
 c) Vzdaluje se od něj rychlostí  $1,89 \times 10^8$  m/s.  
 d) Přibližuje se k němu rychlostí  $2,93 \times 10^8$  m/s.  
 e) Vzdaluje se od něj rychlostí  $3,90 \times 10^7$  m/s.  
 f) Galaxie je vzhledem ke kvasaru v klidu.

9. V zapojení na obrázku má jeden kondenzátor kapacitu  $C_1=3,0$  nF a cívka má indukčnost 1,00 H. Jakou kapacitu musí mít druhý kondenzátor, aby bylo zapojení v rezonanci při frekvenci 3,5 kHz?



- a) 1,5 nF                      b) 6,6 nF                      c) 35 nF  
d) 85 nF                      e) 270 nF                      f) 850 nF
10. Půllitrová lahev je naplněná vodou. Jak se změní entropie této soustavy, pokud voda při teplotě  $0^\circ\text{C}$  zmrzne?
- a) vzroste o 4,2 J/K                      b) klesne o 4,2 J/K                      c) vzroste o 57 J/K  
d) klesne o 57 J/K                      e) vzroste o 612 J/K                      f) klesne o 612 J/K
11. Na obrázku je znázorněno elektrické a magnetické pole elektromagnetické vlny v určitý časový okamžik. Jaké vlastnosti má tato vlna v tento okamžik?



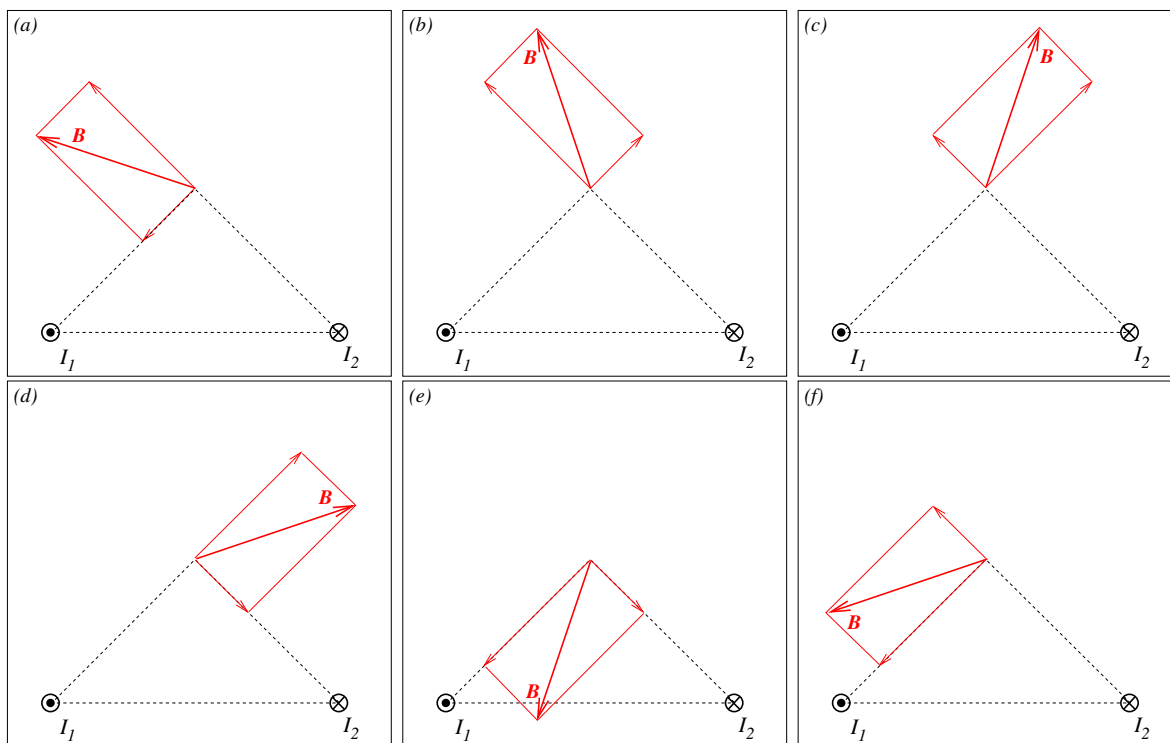
- a) Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v kladném směru osy  $x$ .  
b) Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v záporném směru osy  $x$ .  
c) Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v kladném směru osy  $x$ .  
d) Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v záporném směru osy  $x$ .  
e) Stojatá,  $|E|$  roste,  $|B|$  klesá.  
f) Stojatá,  $|E|$  klesá,  $|B|$  roste.
12. Velmi dlouhý tenký přímý drát je nabit nábojem rozloženým s konstantní lineární hustotou 25 nC/m. Jaká je velikost intenzity elektrického pole ve vzdálenosti 21 cm od drátu?
- a)  $E = 15,9$  mV/m                      b)  $E = 2,14$  kV/m                      c)  $E = 42,4$  V/m  
d)  $E = 374$  V/m                      e)  $E = 14,4$  kV/m                      f)  $E = 97$  mV/m
13. Atmosférický uhlík obsahuje radionuklid  $^{14}\text{C}$  přibližně v koncentraci  $10^{-12}$  (jeden z  $10^{12}$  atomů uhlíku je  $^{14}\text{C}$ ). Jakou aktivitu má jeden kilogram atmosférického  $\text{CO}_2$ ?
- a)  $2 \times 10^{-5}$  Bq                      b)  $4 \times 10^{-2}$  Bq                      c) 50 Bq  
d)  $3 \times 10^4$  Bq                      e)  $9 \times 10^7$  Bq                      f)  $8 \times 10^{10}$  Bq

14. Při přechodu z kvantového stavu s hlavním kvantovým číslem  $n = 2$  do stavu s  $n = 1$  vyzáří atom vodíku foton o vlnové délce 122 nm, odpovídající první čáře z Lymanovy série. Jakou vlnovou délku bude mít vyzářený foton, pokud vodíkový atom přejde ze stavu s  $n = 3$  do stavu s  $n = 1$ ?

- a) 147 nm                      b) 56,1 nm                      c) 103 nm  
d) 775 nm                      e) 208 nm                      f) 97,7 nm

15. Dvěma dlouhými, rovnoběžnými přímými vodiči procházejí proudy  $I_1 = 10$  A a  $I_2 = 5$  A opačného směru. Který z obrázků ukazuje výsledný vektor magnetické indukce v bodě, který tvoří vrchol pravoúhlého trojúhelníka spolu s body na obou vodičích?

- a)                      b)                      c)                      d)                      e)                      f)



16. Plastový sáček naplněný vzduchem vezme potápěč pod vodu v jezeře. S rostoucím tlakem klesá objem vzduchu. Pokud by byla voda v jezeře všude o stejné teplotě, v jaké hloubce by objem vzduchu v sáčku klesl na třetinu původní hodnoty?

- a) 5 m                      b) 10 m                      c) 15 m  
d) 20 m                      e) 25 m                      f) 30 m

17. Kvádr sklouzl dolů po nakloněné rovině o délce 7 m, která svírá s vodorovnou rovinou úhel  $45^\circ$ , za dobu 2,0 s. Počáteční rychlost kvádrů je nulová. Najděte součinitel smykového tření mezi kvádrem a povrchem nakloněné roviny.

- a) 0,29                      b) 0,50                      c) 0,87  
d) 1,20                      e) 1,47                      f) 1,82

18. Ke zdroji střídavého napětí  $U_{ef} = 230 \text{ V}$  frekvence  $f = 50 \text{ Hz}$  je připojeno elektrické zařízení, které má činný výkon  $P = 500 \text{ W}$ . Zařízení se skládá ze sériově zapojeného rezistoru o odporu  $R$  a cívky o indukčnosti  $L$ . Ampérmetrem naměříme proud  $I_{ef} = 2,5 \text{ A}$ . Určete hodnoty  $R$  a  $L$ .

a)  $R = 80 \text{ } \Omega$ ,  $L = 0,260 \text{ H}$

b)  $R = 106 \text{ } \Omega$ ,  $L = 0,260 \text{ H}$

c)  $R = 80 \text{ } \Omega$ ,  $L = 0,145 \text{ H}$

d)  $R = 106 \text{ } \Omega$ ,  $L = 0,145 \text{ H}$

e)  $R = 106 \text{ } \Omega$ ,  $L = 0,593 \text{ H}$

f)  $R = 80 \text{ } \Omega$ ,  $L = 0,593 \text{ H}$

19. Jakou oběžnou dobu by měl satelit obíhající po kruhové dráze nad povrchem Měsíce?

a) 37 min

b) 1 h 5 min

c) 1 h 48 min

d) 2 h 12 min

e) 7 h 30 min

f) 23 h 20 min

20. Spojná čočka vytváří obraz s příčným měřítkem zobrazení  $m_1 = -2$ . Jestliže přiblížíme předmět k čočce o 15 mm, změní se příčné měřítko zobrazení na hodnotu  $m_2 = -4$ . Jaká je ohnisková vzdálenost čočky?

a)  $f' = 30 \text{ mm}$ ,

b)  $f' = 40 \text{ mm}$ ,

c)  $f' = 50 \text{ mm}$ ,

d)  $f' = 60 \text{ mm}$ ,

e)  $f' = 70 \text{ mm}$ ,

f)  $f' = 80 \text{ mm}$ ,

#### Hodnocení:

A: 20, 19;

B: 18, 17;

C: 16, 15;

D: 14, 13;

E: 12, 11.

#### ODPOVĚDI:

1d, 2c, 3a, 4a, 5f, 6d, 7b, 8a, 9b, 10f,

11e, 12b, 13c, 14c, 15b, 16d, 17b, 18c, 19c, 20d

## Fyzikální konstanty a materiálové parametry

$$\begin{aligned} \kappa &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \\ N_A &= 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ R &= 8,314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \\ c &= 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \\ \epsilon_0 &= 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \\ \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} \\ e &= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \\ u &= 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} \\ m_p &= 1,00783u \\ m_n &= 1,00867u \\ m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \\ h &= 6,6256 \times 10^{-34} \text{ J s} \\ \hbar &= 1,0545 \times 10^{-34} \text{ J s} \\ k_B &= 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \end{aligned}$$

### Relativní permitivity

| Pevné látky   | $\epsilon_r$ | Kapaliny      | $\epsilon_r$ | Plyny         | $\epsilon_r$ |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| dřevo (suché) | 2—8          | benzen        | 2,3          | dusík         | 1,00061      |
| kamenná sůl   | 5,6          | etanol        | 24           | amoniak       | 1,0072       |
| kaučuk        | 2,2—3        | glycerol      | 43           | helium        | 1,00007      |
| křemen        | 4,4          | chloroform    | 5,2          | chlorovodík   | 1,003        |
| papír         | 2—2,5        | kys. mravenčí | 58           | kyslík        | 1,00055      |
| parafín       | 2            | metanol       | 34           | metan         | 1,00094      |
| porcelán      | 6            | nitrobenzen   | 36,4         | oxid siřičitý | 1,0095       |
| sklo          | 5—10         | petrolej      | 2,0          | vodík         | 1,00026      |
| slída         | 6—8          | voda          | 81           | vzduch        | 1,00060      |

### Vlastnosti vesmírných těles

|         |                                    |                |                                  |
|---------|------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| Slunce  | $3,846 \times 10^{26} \text{ W}$ , | 1,391 mil. km, | $1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ |
| Merkur  | 0,387 AU,                          | 2 439 km,      | $3,30 \times 10^{23} \text{ kg}$ |
| Venuše  | 0,723 AU,                          | 6 052 km,      | $4,87 \times 10^{24} \text{ kg}$ |
| Země    | 149 mil. km,                       | 6 371 km,      | $5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ |
| Mars    | 1,52 AU,                           | 3 390 km,      | $6,42 \times 10^{23} \text{ kg}$ |
| Jupiter | 5,20 AU,                           | 70 000 km,     | $1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$ |
| Saturn  | 9,58 AU,                           | 60 000 km,     | $5,68 \times 10^{26} \text{ kg}$ |
| Uran    | 19,2 AU,                           | 25 000 km,     | $8,68 \times 10^{25} \text{ kg}$ |
| Neptun  | 30 AU,                             | 24 500 km,     | $1,02 \times 10^{26} \text{ kg}$ |
| Měsíc   | 384 tis. km,                       | 1 738 km,      | $7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$ |

Indexy lomu ( $n_D$  je index lomu dané látky vůči vzduchu pro žluté světlo  $\lambda_D = 589,3 \text{ nm}$ )

| Látka      | $n_D$   | Látka               | $n_D$ | Látka           | $n_D$ |
|------------|---------|---------------------|-------|-----------------|-------|
| vakuum     | 0,99971 | lněný olej          | 1,486 | led             | 1,31  |
| vodík      | 0,99985 | korunové sklo lehké | 1,515 | metanol         | 1,329 |
| kyslík     | 0,99998 | flintové sklo lehké | 1,608 | voda            | 1,333 |
| vzduch     | 1,00000 | korunové sklo těžké | 1,615 | etanol          | 1,362 |
| dusík      | 1,00001 | flintové sklo těžké | 1,752 | glycerol        | 1,469 |
| vodní pára | 0,99996 | diamant             | 2,417 | kanadský balzám | 1,542 |

Měrný odpor vodičů ( $\varrho$  je měrný odpor při  $0^\circ\text{C}$ ,  $\alpha$  je teplotní součinitel odporu)

| Látka   | $\frac{\varrho}{\mu\Omega\text{m}}$ | $\frac{\alpha}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$ | Látka  | $\frac{\varrho}{\mu\Omega\text{m}}$ | $\frac{\alpha}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$ |
|---------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| bronz   | 0,17                                | 2                                     | cín    | 0,17                                | 0,4                                   |
| hliník  | 0,027                               | 4,0                                   | hořčík | 0,044                               | 4,0                                   |
| měď     | 0,0178                              | 4,0                                   | mosaz  | 0,08                                | 1,5                                   |
| nikl    | 0,07                                | 6,7                                   | olovo  | 0,21                                | 4,2                                   |
| platina | 0,105                               | 3,9                                   | rtuť   | 0,958                               | 0,9                                   |
| stříbro | 0,016                               | 4,0                                   | zinek  | 0,06                                | 4,0                                   |

#### Hustoty pevných látek a kapalin

| Látka           | $\frac{\varrho}{\text{kg m}^{-3}}$ | Látka         | $\frac{\varrho}{\text{kg m}^{-3}}$ | Látka    | $\frac{\varrho}{\text{kg m}^{-3}}$ |
|-----------------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|----------|------------------------------------|
| asfalt          | 1300                               | beton         | 1800–2200                          | acetón   | 791                                |
| bronz           | 8700–89000                         | cukr          | 1600                               | benzín   | 700–750                            |
| diamant         | 3500                               | korek         | 200–350                            | benzen   | 879                                |
| křemen          | 2600                               | máslo         | 920                                | etanol   | 789                                |
| mosaz           | 8600                               | ocel          | 7400–8000                          | glycerol | 1260                               |
| parafín         | 870–930                            | plexisklo     | 1180                               | metanol  | 792                                |
| sklo (tabulové) | 2400–2600                          | sůl kuchyňská | 2160                               | petrolej | 760–860                            |
| vosk            | 950–980                            | žula          | 2600–2900                          | rtuť     | 13546                              |

Hustota, součinitel délkové roztažnosti a měrná tepelná kapacita některých prvků při teplotě  $20^\circ\text{C}$

| Prvek   | $\frac{\varrho_{20}}{\text{kg m}^{-3}}$ | $\frac{\alpha_{20}}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$ | $\frac{c_{20}}{\text{kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}}$ |
|---------|---|--|---|
| cesium  | 1870                                    | 0,097                                      | 0,230   |
| cín     | 7280                                    | 0,027                                      | 0,227   |
| hliník  | 2700                                    | 0,024                                      | 0,869   |
| chrom   | 7100                                    | 0,008                                      | 0,440   |
| křemík  | 2330                                    | 0,002                                      | 0,703   |
| měď     | 8930                                    | 0,017                                      | 0,383   |
| nikl    | 8900                                    | 0,013                                      | 0,446   |
| olovo   | 11340                                   | 0,029                                      | 0,129   |
| stříbro | 10500                                   | 0,019                                      | 0,234   |
| uran    | 19050                                   | -  | 0,117   |
| zlato   | 19290                                   | 0,014                                      | 0,129   |
| železo  | 7860                                    | 0,012                                      | 0,452   |

Poločasy rozpadu některých izotopů

| Izotop            | $t_{1/2}$              | Izotop            | $t_{1/2}$              | Izotop            | $t_{1/2}$              |
|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| $^3\text{H}$      | 12,3 let               | $^{20}\text{F}$   | 11,2 s                 | $^{14}\text{C}$   | 5 730 let              |
| $^{24}\text{Na}$  | 15,0 h                 | $^{32}\text{P}$   | 14,28 d                | $^{35}\text{S}$   | 88 d                   |
| $^{36}\text{Cl}$  | $3,01 \times 10^5$ let | $^{40}\text{K}$   | $1,28 \times 10^9$ let | $^{45}\text{Ca}$  | 163 d                  |
| $^{59}\text{Fe}$  | 44,5 d                 | $^{60}\text{Co}$  | 5,27 let               | $^{82}\text{Br}$  | 35,3 h                 |
| $^{90}\text{Sr}$  | 28,8 let               | $^{129}\text{I}$  | $1,6 \times 10^7$ let  | $^{131}\text{I}$  | 8,02 d                 |
| $^{137}\text{Cs}$ | 30 let                 | $^{198}\text{Au}$ | 2,69 d                 | $^{226}\text{Ra}$ | 1 600 let              |
| $^{235}\text{U}$  | $7,04 \times 10^8$ let | $^{238}\text{U}$  | $4,47 \times 10^9$ let | $^{239}\text{Pu}$ | $2,44 \times 10^4$ let |
| $^{222}\text{Rn}$ | 3,8 d                  |                   |                        |                   |                        |

Výstupní práce pro některé prvky

| Prvek | $W$ [eV] | Prvek | $W$ [eV] | Prvek | $W$ [eV] |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| Li    | 2,9      | Be    | 4,98     | Na    | 2,75     |
| Mg    | 3,66     | Al    | 4,28     | Si    | 4,85     |
| K     | 2,30     | Ca    | 2,87     | Ti    | 4,33     |
| Cr    | 4,5      | Fe    | 4,5      | Cu    | 4,51     |
| Zn    | 4,33     | Se    | 5,9      | Rb    | 2,16     |
| Cs    | 2,14     | Ba    | 2,7      | Ta    | 4,25     |
| W     | 4,55     | Ir    | 5,27     | Au    | 5,1      |

Důležité parametry vody

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Měrná tepelná kapacita vody     | $4,2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ |
| Měrná tepelná kapacita ledu     | $2,1 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ |
| Měrné skupenské teplo varu vody | $2,26 \text{ MJ kg}^{-1}$               |
| Měrné skupenské teplo tání ledu | $334 \text{ kJ kg}^{-1}$                |
| Povrchové napětí                | $73 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$    |

Periodická tabulka prvků s relativními atomovými hmotnostmi

|   | I                 | II                |                   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                   | III                | IV                 | V                  | VI                 | VII               | VIII              |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 1<br>H<br>1,008   |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                   | 2<br>He<br>4,003  |
| 2 | 3<br>Li<br>6,939  | 4<br>Be<br>9,012  |                   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   | 5<br>B<br>10,81   | 6<br>C<br>12,01    | 7<br>N<br>14,01    | 8<br>O<br>16,00    | 9<br>F<br>19,00    | 10<br>Ne<br>20,18 |                   |
| 3 | 11<br>Na<br>22,99 | 12<br>Mg<br>24,31 |                   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   | 13<br>Al<br>26,98 | 14<br>Si<br>28,09  | 15<br>P<br>30,97   | 16<br>S<br>32,06   | 17<br>Cl<br>35,45  | 18<br>Ar<br>39,95 |                   |
| 4 | 19<br>K<br>39,10  | 20<br>Ca<br>40,08 | 21<br>Sc<br>44,96 | 22<br>Ti<br>47,90  | 23<br>V<br>50,94   | 24<br>Cr<br>52,00  | 25<br>Mn<br>54,94  | 26<br>Fe<br>55,85  | 27<br>Co<br>58,93  | 28<br>Ni<br>58,71  | 29<br>Cu<br>63,55 | 30<br>Zn<br>65,37 | 31<br>Ga<br>69,72  | 32<br>Ge<br>72,59  | 33<br>As<br>74,92  | 34<br>Se<br>78,96  | 35<br>Br<br>79,90 | 36<br>Kr<br>83,80 |
| 5 | 37<br>Rb<br>85,47 | 38<br>Sr<br>87,62 | 39<br>Y<br>88,91  | 40<br>Zr<br>91,22  | 41<br>Nb<br>92,91  | 42<br>Mo<br>95,94  | 43<br>Tc<br>[99]   | 44<br>Ru<br>101,1  | 45<br>Rh<br>102,9  | 46<br>Pd<br>106,4  | 47<br>Ag<br>107,9 | 48<br>Cd<br>112,4 | 49<br>In<br>114,8  | 50<br>Sn<br>118,7  | 51<br>Sb<br>121,8  | 52<br>Te<br>127,6  | 53<br>I<br>126,9  | 54<br>Xe<br>131,3 |
| 6 | 55<br>Cs<br>132,9 | 56<br>Ba<br>137,3 | 57<br>La<br>138,9 | 72<br>Hf<br>178,5  | 73<br>Ta<br>180,9  | 74<br>W<br>183,9   | 75<br>Re<br>186,2  | 76<br>Os<br>190,2  | 77<br>Ir<br>192,2  | 78<br>Pt<br>195,1  | 79<br>Au<br>197,0 | 80<br>Hg<br>200,6 | 81<br>Tl<br>204,4  | 82<br>Pb<br>207,2  | 83<br>Bi<br>209,0  | 84<br>Po<br>[209]  | 85<br>At<br>[210] | 86<br>Rn<br>[222] |
| 7 | 87<br>Fr<br>[223] | 88<br>Ra<br>[226] | 89<br>Ac<br>[227] | 104<br>Rf<br>[261] | 105<br>Db<br>[261] | 106<br>Sg<br>[261] | 107<br>Bh<br>[264] | 108<br>Hs<br>[265] | 109<br>Mt<br>[268] | 110<br>Ds<br>[271] |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                   |                   |
|   |                   |                   | 58<br>Ce<br>140,1 | 59<br>Pr<br>140,9  | 60<br>Nd<br>144,2  | 61<br>Pm<br>[145]  | 62<br>Sm<br>150,4  | 63<br>Eu<br>152,0  | 64<br>Gd<br>157,3  | 65<br>Tb<br>158,9  | 66<br>Dy<br>162,5 | 67<br>Ho<br>164,9 | 68<br>Er<br>167,3  | 69<br>Tm<br>168,9  | 70<br>Yb<br>173,0  | 71<br>Lu<br>175,0  |                   |                   |
|   |                   |                   | 90<br>Th<br>232,0 | 91<br>Pa<br>[231]  | 92<br>U<br>238,0   | 93<br>Np<br>[237]  | 94<br>Pu<br>[244]  | 95<br>Am<br>[243]  | 96<br>Cm<br>[247]  | 97<br>Bk<br>[247]  | 98<br>Cf<br>[251] | 99<br>Es<br>[252] | 100<br>Fm<br>[257] | 101<br>Md<br>[258] | 102<br>No<br>[259] | 103<br>Lr<br>[260] |                   |                   |