

## Státní bakalářská zkouška 1. 9. 2015

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.

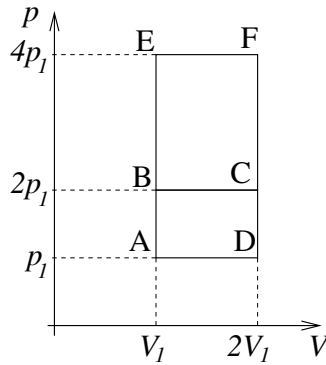
### Úlohy

1. Kolimovaný svazek He-Ne laseru o vlnové délce 632 nm, který lze považovat za rovinnou vlnu, dopadá v kolmém směru na štěrbinu šířky 1 mm. Těsně za štěrbinou je umístěná čočka s obrazovou ohniskovou vzdáleností  $f' = 1000$  mm. Na stínítku umístěném v obrazové ohniskové rovině čočky se vytvoří ohybový obrazec, který může být popsán v přístupu Fraunhoferovy teorie ohybu. Určete vzdálenost mezi centrálním maximem a třetím minimem ohybového obrazce.  
a) 2,365 mm,                      b) 0,452 mm,                      c) 0,632 mm,  
d) 1,896 mm,                      e) 1,264 mm,                      f) 0,175 mm,
2. Svazek mionů se v laboratorní soustavě pohybuje rychlostí  $v = 0,8c$ . Střední doba života mionů v jejich klidové soustavě je  $\tau = 2,2 \times 10^{-6}$  s. Jaká je střední vzdálenost, kterou miony urazí v laboratorní soustavě?  
a) 320 m                      b) 530 m                      c) 660 m  
d) 880 m                      e) 1100 m                      f) 1800 m
3. Jeden litr vody o teplotě 20°C smícháme s jedním litrem vody o teplotě 25°C. Jak se přitom změní entropie této soustavy?  
a) Klesne o 230 J/K                      b) Vzroste o 450 J/K                      c) Klesne o 44 J/K  
d) Vzroste o 20 J/K                      e) Klesne o 2,1 J/K                      f) Vzroste o 0,30 J/K

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

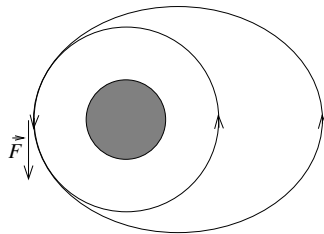
- a) 729 meV                      b) 910 meV                      c) 1,45 eV  
 d) 3,90 eV                      e) 12,3 eV                      f) 21,8 eV

5. Na obrázku jsou znázorněny dva kruhové děje ABCD a AEFD. Pracovní látkou je plyn s dvouatomovými molekulami, který má ve stavu zobrazeném bodem A termodynamickou teplotu  $T_1$ . Porovnejte účinnosti obou kruhových dějů  $\eta_1/\eta_2$ . Řešte pro hodnoty  $p_1 = 1,00 \times 10^5$  Pa,  $V_1 = 1,00$  dm<sup>3</sup>,  $T_1 = 300$  K.



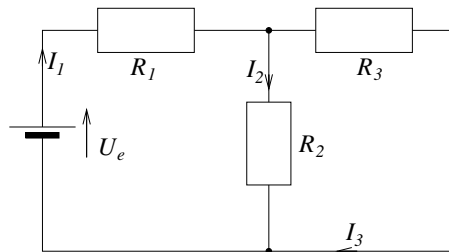
- a)  $\eta_1/\eta_2 = 0,75$ ,                      b)  $\eta_1/\eta_2 = 1,33$ ,                      c)  $\eta_1/\eta_2 = 0,43$ ,  
 d)  $\eta_1/\eta_2 = 2,33$ ,                      e)  $\eta_1/\eta_2 = 0,50$ ,                      f)  $\eta_1/\eta_2 = 1,00$ ,

6. Satelit obíhá po kruhové dráze kolem planety. V určitý okamžik na krátkou dobu zapne své motory a působením jejich síly zvýší svou rychlost o 10 %. Jak se poté změní oběžná dráha satelitu?



- a) Vzroste o 7,5 %.                      b) Klesne o 3,2 %.                      c) Vzroste o 23 %.  
 d) Klesne o 17 %.                      e) Vzroste o 42 %.                      f) Klesne o 52 %.

7. Určete proudy v jednotlivých větvích elektrického obvodu na obrázku, je-li vnitřní odpor zdroje  $R_i = 0$ , elektromotorické napětí je  $U_e = 22$  V a odpory rezistorů jsou  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = 15 \Omega$  a  $R_3 = 10 \Omega$ .



- a)  $I_1 = 4,25$  A,  $I_2 = 1,7$  A,  $I_3 = 2,55$  A,                      b)  $I_1 = 2,0$  A,  $I_2 = 0,8$  A,  $I_3 = 1,2$  A,  
 c)  $I_1 = 5,86$  A,  $I_2 = 3,53$  A,  $I_3 = 2,33$  A,                      d)  $I_1 = 0,8$  A,  $I_2 = 2,0$  A,  $I_3 = 1,2$  A,  
 e)  $I_1 = 4,25$  A,  $I_2 = 2,55$  A,  $I_3 = 1,7$  A,                      f)  $I_1 = 0,5$  A,  $I_2 = 1,5$  A,  $I_3 = 1,0$  A,

8. Vektor elektrické intenzity elektrostatického pole je popsán výrazem

$$\vec{E} = E_0 \left( \frac{x + 2y}{2R_0}, \frac{x}{R_0}, -\frac{z}{2R_0} \right),$$

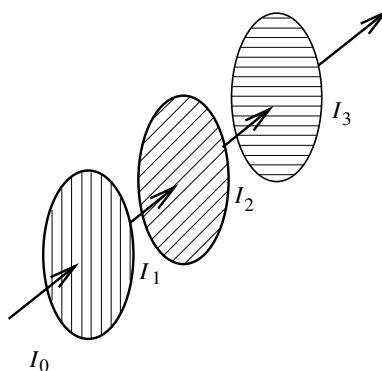
kde  $E_0 = 1 \text{ V/m}$  a  $R_0 = 1 \text{ m}$ . Jakou práci toto pole vykoná při přenesení bodového náboje  $Q = 10 \text{ } \mu\text{C}$  z počátku souřadnicového systému do bodu  $(4, 0, 0) \text{ m}$ ?

- a) 0,22 J                      b) 12 mJ                      c) 40  $\mu\text{J}$   
 d)  $-4,1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$                       e) 0 J                      f)  $-2 \text{ } \mu\text{J}$

9. V prostředí o relativní permitivitě 4,4 je v okolí počátku souřadnicové soustavy vektor elektrické intenzity dán vztahem  $\vec{E} = E_0 \vec{r} / R_0$ , kde  $E_0 = 240 \text{ V/m}$ ,  $R_0 = 1 \text{ m}$  a  $\vec{r}$  je polohový vektor. Jaké množství náboje se nachází v kuličce se středem v počátku souřadnicové soustavy o poloměru 1 mm?

- a)  $1,2 \times 10^{-16} \text{ C}$                       b)  $4,0 \times 10^{-14} \text{ C}$                       c)  $3,9 \times 10^{-12} \text{ C}$   
 d)  $5,2 \times 10^{-10} \text{ C}$                       e)  $1,7 \times 10^{-8} \text{ C}$                       f)  $4,2 \times 10^{-6} \text{ C}$

10. Svazek světla prochází postupně třemi polarizátory, přičemž druhý polarizátor má rovinu polarizace vůči prvnímu otočenou o  $45^\circ$  a třetí vůči prvnímu o  $90^\circ$  (viz obrázek). Pokud je intenzita světla za prvním polarizátorem  $I_1$ , jaká je intenzita  $I_3$  za třetím polarizátorem?



- a) 0                      b) 6,5%  $I_1$                       c) 15%  $I_1$   
 d) 25%  $I_1$                       e) 59%  $I_1$                       f) 86%  $I_1$

11. Závaží o hmotnosti 4,5 g zavěšené na pružině kmitá s frekvencí 18 Hz a amplitudou 15 mm. Jaká je celková mechanická energie této soustavy, pokud hodnota potenciální energie v rovnovážné poloze je rovna nule?

- a) 18 mJ                      b) 6,5 mJ                      c) 11 J  
 d) 560  $\mu\text{J}$                       e) 21  $\mu\text{J}$                       f) 3,0 J

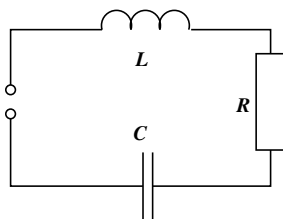
12. Atmosférický uhlík obsahuje radionuklid  $^{14}\text{C}$  přibližně v koncentraci  $10^{-12}$  (jeden z  $10^{12}$  atomů uhlíku je  $^{14}\text{C}$ ). Jakou aktivitu má jeden gram atmosférického  $\text{CO}_2$ ?

- a)  $3 \times 10^{-5} \text{ Bq}$                       b)  $5 \times 10^{-2} \text{ Bq}$                       c) 50 Bq  
 d)  $2 \times 10^4 \text{ Bq}$                       e)  $7 \times 10^7 \text{ Bq}$                       f)  $3 \times 10^{10} \text{ Bq}$

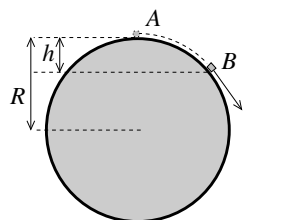
13. Měrná tepelná kapacita se při nízké teplotě u mnoha kovů mění s teplotou  $T$  podle vztahu  $c = AT^3$ , kde  $A$  je konstanta. Odhadněte množství tepla potřebného k ohřátí 2 g olova z 5 K na 15 K, jestliže pro olovo je  $A = 8,1 \times 10^{-3} \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-4}$ .

- a) 200 mJ                      b) 2,3 J                      c) 63 J  
 d) 65  $\mu\text{J}$                       e) 3,3  $\mu\text{J}$                       f) 19 mJ

14. Elektrické zařízení připojené ke zdroji střídavého napětí o efektivní hodnotě 230 V a frekvenci 50 Hz se chová jako sériově zapojený RLC obvod s parametry  $R = 27 \Omega$ ,  $L = 85 \text{ mH}$ ,  $C = 320 \mu\text{F}$ . Jaká je efektivní hodnota proudu tekoucího tímto zařízením?



- a) 9,5 A                      b) 6,3 A                      c) 1,8 A  
d) 7,2 A                      e) 14 A                      f) 26 A
15. Částice o klidové hmotnosti  $M$  se rozpadá na částici s klidovou hmotností  $m$  a foton. Jaká je hybnost fotonu v soustavě hmotného středu?
- a)  $\frac{M^2-m^2}{4M}c$                       b)  $\frac{M^2-m^2}{2M}c$                       c)  $\frac{M^2-m^2}{M}c$   
d)  $2\frac{M^2-m^2}{M}c$                       e)  $4\frac{M^2-m^2}{M}c$                       f)  $\frac{M^2+m^2}{M}c$
16. Na laně provlečeném přes pevnou kladku visí na jednom konci závaží o hmotnosti 1 kg a na druhém konci závaží o hmotnosti 5 kg. S jakým zrychlením se budou závaží pohybovat? Hmotnost lana a kladky zanedbejte.
- a)  $\frac{1}{5}g$                       b)  $\frac{3}{4}g$                       c)  $\frac{5}{3}g$   
d)  $\frac{5}{6}g$                       e)  $\frac{2}{3}g$                       f)  $\frac{8}{7}g$
17. Z nejvyššího bodu  $A$  koule o poloměru  $R = 60 \text{ mm}$  klouže bez tření malé těleso po povrchu koule dolů a v bodě  $B$  se od koule oddělí. Jakou rychlostí se těleso pohybuje v bodě  $B$ ?



- a) 3,2 cm/s                      b) 79 cm/s                      c) 41 cm/s  
d) 890 cm/s                      e) 52 cm/s                      f) 63 cm/s
18. V tabulce jsou uvedena kvantová čísla pro šest stavů atomu vodíku. Ve kterém ze stavů má vodíkový elektron největší velikost orbitálního momentu hybnosti?

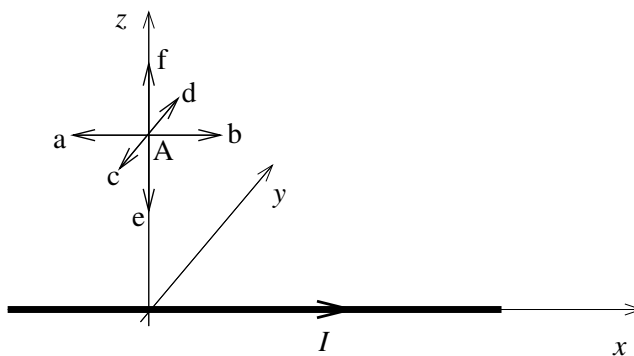
	$n$	$l$	$m_l$	$s$
$a$	3	2	0	$\frac{1}{2}$
$b$	2	1	1	$-\frac{1}{2}$
$c$	5	1	0	$\frac{1}{2}$
$d$	6	2	0	$-\frac{1}{2}$
$e$	4	3	-2	$\frac{1}{2}$
$f$	1	0	0	$-\frac{1}{2}$

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

19. 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)  $f' = 30$  mm,
- b)  $f' = 40$  mm,
- c)  $f' = 50$  mm,
- d)  $f' = 60$  mm,
- e)  $f' = 70$  mm,
- f)  $f' = 80$  mm,

20. Vodič protékáný proudem leží v ose  $x$ , proud teče v kladném směru osy  $x$ , jak je znázorněno na obrázku. V bodě A je umístěna magnetka, která se může volně otáčet v libovolném směru. Ve směru které šipky se vychýlí jižní pól magnetky pod vlivem magnetického pole proudu?



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

**Hodnocení:**

A: 20, 19;      B: 18, 17;      C: 16, 15;      D: 14, 13;      E: 12, 11.

**ODPOVĚDI:**

1d, 2d, 3f, 4a, 5a, 6e, 7b, 8c, 9a, 10d,  
 11b, 12b, 13a, 14d, 15b, 16e, 17f, 18e, 19d, 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	aceton	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  $20^\circ\text{C}$  a hustota a součinitel objemové roztažnosti kapalin při  $20^\circ\text{C}$

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

Kapalina	$\frac{\varrho_{20}}{\text{kg m}^{-3}}$	$\frac{\beta_{20}}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$
aceton	791	1,43
etanol	789	1,10
glycerol	1260	0,50
metanol	792	1,19
terpentýnový olej	855	0,90
rtuť	13546	0,18
voda	998	0,18

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