

## Státní bakalářská zkouška 10. 6. 2009

Fyzika (učitelství)

Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

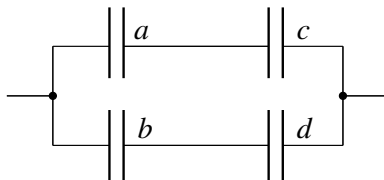
Jméno:

### 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.

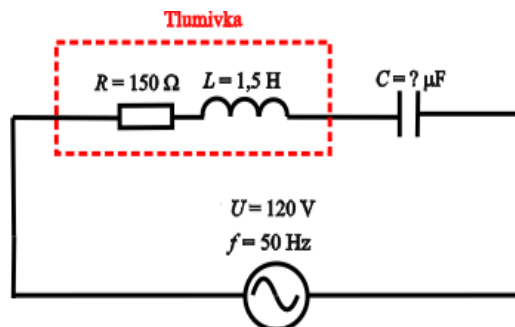
### Úlohy

1. Jaká je nejkratší vzdálenost, na které může zastavit automobil jedoucí po vodorovné silnici rychlostí 72 km/h, je-li součinitel smykového tření mezi pneumatikami a povrchem vozovky 0,4?  
a) 27 m                      b) 38 m                      c) 150 m  
d) 15 m                      e) 50 m                      f) 42 m
2. Určete výslednou kapacitu čtyř kondenzátorů zapojených jako na následujícím obrázku, jsou-li jejich kapacity  $C_a = 1$  nF,  $C_b = 2$  nF,  $C_c = 3$  nF a  $C_d = 4$  nF.  
a)  $C = 10$  nF                      b)  $C = 5,2$  nF                      c)  $C = 2,1$  nF  
d)  $C = 1,6$  nF                      e)  $C = 0,5$  nF                      f)  $C = 0,24$  nF

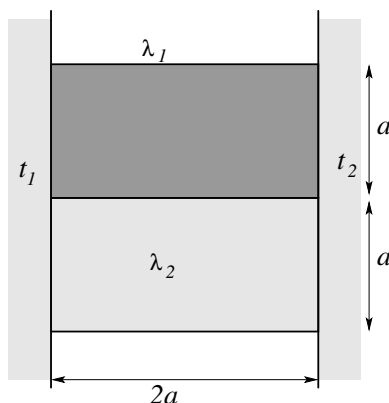


3. Trajektorie částice je dána parametricky rovnicemi  $x = A \sin(kt)$  a  $y = B \cos(kt)$ , kde  $A = 10$  cm,  $B = 4$  cm a  $k = 20$  rad/s. Určete poloměr křivosti trajektorie částice v okamžiku, kdy je  $x = 0$ .  
a) 5 cm                      b) 10 cm                      c) 15 cm  
d) 20 cm                      e) 25 cm                      f) 30 cm

4. Do obvodu střídavého proudu o frekvenci 50 Hz je zapojena tlumivka o indukčnosti 1,5 H a odporu 150  $\Omega$ . Jakou kapacitu musí mít kondenzátor připojený sériově k tlumivce, aby fázový rozdíl napětí a proudu byl nulový? Jaký proud bude procházet v tomto případě obvodem při napětí 120 V?



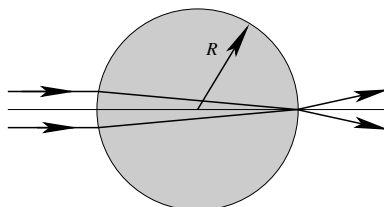
- a)  $C = 6,8 \mu\text{F}$ ;  $I = 1,25 \text{ A}$ ,      b)  $C = 4,7 \mu\text{F}$ ;  $I = 1,25 \text{ A}$ ,      c)  $C = 6,8 \mu\text{F}$ ;  $I = 0,35 \text{ A}$ ,  
d)  $C = 4,7 \mu\text{F}$ ;  $I = 0,8 \text{ A}$ ,      e)  $C = 6,8 \mu\text{F}$ ;  $I = 0,8 \text{ A}$ ,      f)  $C = 4,7 \mu\text{F}$ ;  $I = 0,35 \text{ A}$ ,
5. Dva rozměrově shodné hranoly z různých kovů se součiniteli tepelné vodivosti  $\lambda_1$  a  $\lambda_2$  jsou přiloženy na sebe a vytvoří krychli o straně  $2a$ . Tuto krychli vložíme mezi ohříváč a chladič, mezi kterými udržujeme konstantní teplotní rozdíl  $\Delta t = t_2 - t_1$ . Vyberte výraz odpovídající tepelnému toku krychli v případě, kdy okolí krychle se chová jako dokonalý tepelný izolátor.



- a)  $(\lambda_1 + \lambda_2)(t_2 - t_1)a$   
b)  $(\lambda_1 - \lambda_2)(t_2 - t_1)/a$   
c)  $(\lambda_1 + \lambda_2)(t_2 - t_1)/a$   
d)  $(\lambda_1 + \lambda_2)(t_2 + t_1)/a^2$   
e)  $(\lambda_1 + \lambda_2)(t_2 + t_1)a^2$   
f)  $(\lambda_1 - \lambda_2)(t_2 + t_1)a^2$
6. Dva zdroje elektromagnetického záření stejné intenzity a vlnové délky 250 m jsou umístěny ve vzdálenosti 2 m od sebe. Kolikrát se zvětší intenzita ve směru osy spojnice obou zdrojů, vložíme-li doprostřed mezi ně ještě třetí stejný zdroj? Při řešení úlohy předpokládejte, že zdroje jsou plně koherentní.
- a) 3 krát,      b) 2,25 krát,      c) 1,5 krát,  
d) 1,75 krát,      e) 4 krát,      f) 3,25 krát,

7. Předpokládejme, že jádro  $^{238}\text{U}$  pohltí neutron a pak se rozpadá nikoliv štěpením ale  $\beta^-$  rozpadem. Jaký nuklid je produktem tohoto rozpadu?
- a)  $^{239}\text{U}$                       b)  $^{238}\text{Pa}$                       c)  $^{239}\text{Np}$   
d)  $^{237}\text{U}$                       e)  $^{238}\text{Np}$                       f)  $^{239}\text{Pa}$

8. Jaký je index lomu skleněné kuličky u které se úzký svazek rovnoběžných osových paprsků protíná přesně na zadní ploše kuličky? Průchod paprsků je znázorněn v obrázku.



- a)  $n = 4/3$                       b)  $n = 8/5$                       c)  $n = 2$   
d)  $n = 9/5$                       e)  $n = 3/2$                       f)  $n = 5/3$

9. Bimetalový pásek se skládá z měděného a železného pásku každého 1 mm silného. Při teplotě  $100^\circ\text{C}$  má bimetalový pásek tvar oblouku. Určete jeho poloměr, když víte, že při teplotě  $0^\circ\text{C}$  byl pásek přímý.

- a) 48 cm                      b) 85 cm                      c) 120 cm  
d) 200 cm                      e) 360 cm                      f) 850 cm

10. Proton a částice  $\alpha$  vletly do homogenního magnetického pole kolmo k indukčním čarám. Porovnejte poloměry trajektorií částic v případě, že mají stejnou energii.

- a)  $2r_\alpha = r_p$                       b)  $r_\alpha = 2r_p$                       c)  $r_\alpha = r_p$   
d)  $4r_\alpha = r_p$                       e)  $r_\alpha = 4r_p$                       f)  $8r_\alpha = r_p$

11. V kladném směru osy  $x$  se šíří lineárně polarizovaná elektromagnetická vlna. Směr vektoru elektrické intenzity svírá úhel  $30^\circ$  s kladným směrem osy  $y$  a  $60^\circ$  s kladným směrem osy  $z$ . Jak se změní intenzita této vlny (velikost efektivního Poyntingova vektoru  $P_{ef}$ ), jestliže vlna projde dalším polarizátorem orientovaným tak, že z něj vystupující elektromagnetická vlna je lineárně polarizovaná ve směru osy  $z$ ? Ztráty světla v polarizátoru zanedbejte.

- a) Intenzita se nezmění.  
b) Intenzita klesne na  $1/4$  původní hodnoty.  
c) Intenzita klesne na  $0,85$  původní hodnoty.  
d) Intenzita klesne na nulu.  
e) Intenzita klesne na  $1/2$  původní hodnoty.  
f) Intenzita klesne na  $3/4$  původní hodnoty.

12. Do jezera, které má průměrnou hloubku 10 m a povrch o obsahu  $10\text{ km}^2$ , byl vhozen krystal kamenné soli  $\text{NaCl}$  o hmotnosti 0,01 g. Odhadněte, kolik iontů chloru z tohoto krystalu bude obsahovat kalíšek vody z jezera o objemu  $2\text{ cm}^3$  po úplném promíchání.

- a)  $6 \times 10^{18}$                       b)  $1 \times 10^{12}$                       c)  $7 \times 10^9$   
d)  $2 \times 10^6$                       e)  $5 \times 10^3$                       f)  $3 \times 10^2$

13. Dipólový moment  $p$  elektrostatického dipólu, tvořeného dvěma bodovými náboji  $+Q$  a  $-Q$  ve vzdálenosti  $d$  je orientován vkladným směrem osy  $z$ , počátek souřadného systému pólí vzdálenost mezi náboji a kladný náboj leží v kladném směru osy  $z$ . Určete hodnoty skalárního potenciálu  $\varphi$  elektrostatického pole tohoto dipólu v bodech  $P_1$  a  $P_2$  o souřadnicích  $(0, 0, l)$  a  $(l, 0, 0)$  za předpokladu, že rozměr dipólu  $d$  je značně menší, než vzdálenosti  $l$  bodů  $P_1$  a  $P_2$  od dipólu.

- a)  $\varphi_1 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 l^2}$ ,  $\varphi_2 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 l^2}$   
 b)  $\varphi_1 = 0$ ,  $\varphi_2 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 l^2}$   
 c)  $\varphi_1 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 l^2}$ ,  $\varphi_2 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 l^2}$   
 d)  $\varphi_1 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 l}$ ,  $\varphi_2 = -\frac{p}{4\pi\epsilon_0 l}$   
 e)  $\varphi_1 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 l}$ ,  $\varphi_2 = 0$   
 f)  $\varphi_1 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 l^2}$ ,  $\varphi_2 = 0$

14. Na optickém stole je ve stojánku upevněna spojná čočka o ohniskové vzdálenosti 60 cm. Směrem k čočce podél optické osy letí moucha rychlostí 1 m/s. Jakou rychlostí a jakým směrem se bude pohybovat obraz mouchy v okamžiku, kdy se tato nachází ve vzdálenosti 80 cm od čočky?

- a) 2 m/s k čočce                      b) 9 m/s od čočky                      c) 0,5 m/s k čočce  
 d) 1 m/s od čočky                      e) 4,5 m/s k čočce                      f) 3 m/s od čočky

15. V tabulce jsou uvedena kvantová čísla pro pět stavů atomu vodíku. Která z nich nejsou možná?

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

- a) nemožná jsou  $a, c, d$                       b) nemožná jsou  $b, c, d$                       c) nemožná jsou  $a, d$   
 d) všechny jsou možné                      e) nemožná jsou  $b, e$                       f) žádný není možný

16. Galileův dalekohled je tvořen objektivem o obrazové ohniskové vzdálenosti  $f'_1 = 500$  mm a rozptylným okulárem o optické mohutnosti  $K_2 = -20$  dioptrií. Označte správné hodnoty stavební délky dalekohledu  $L$  (vzdálenosti mezi objektivem a okulárem) a úhlového zvětšení  $\Gamma$ . Objektiv i okulár považujte za tenké čočky.

- a)  $L=450$  mm,  $\Gamma = 10$ ,                      b)  $L=550$  mm,  $\Gamma = -10$ ,                      c)  $L=575$  mm,  $\Gamma = 20$ ,  
 d)  $L=550$  mm,  $\Gamma = -10$ ,                      e)  $L=575$  mm,  $\Gamma = 10$ ,                      f)  $L=450$  mm,  $\Gamma = -20$ ,

17. Jaká je řádově neurčitost rychlosti elektronu v atomu s rozměrem  $10^{-8}$  cm?

- a)  $10^6$  m/s                      b)  $10^8$  m/s                      c)  $10^{10}$  m/s  
 d)  $10^4$  m/s                      e)  $10^2$  m/s                      f) 10 m/s

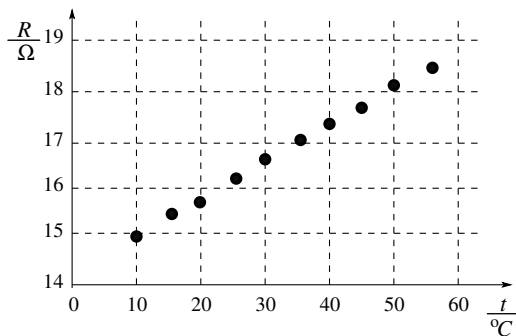
18. Určete měrnou tepelnou kapacitu při stálém tlaku  $c_p$  směsi tří plynů o složení  $m_1 = 3$  g CO,  $m_2 = 1$  g N<sub>2</sub> a  $m_3 = 2,2$  g O<sub>2</sub>.

- a)  $c_p = 23,5$  kJ kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>                      b)  $c_p = 37,2$  J kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>                      c)  $c_p = 245$  J kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>  
 d)  $c_p = 13,1$  kJ kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>                      e)  $c_p = 458$  kJ kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>                      f)  $c_p = 993$  J kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>

19. Raketa A, jejíž klidová délka je 50 m, se pohybuje vůči pozorovateli na Zemi rychlostí 0,8  $c$ . V čase  $t = 0$  se míjí s raketou B, která se vůči Zemi pohybuje rychlostí 0,6  $c$  v opačném směru. Jaká je délka rakety A v soustavě spojené s raketou B?

- a) 48 m                      b) 69 m                      c) 11 m  
 d) 16 m                      e) 75 m                      f) 88 m

20. V grafu je vyznačena naměřená závislost odporu kovového vodiče na teplotě. Určete teplotní součinitel odporu tohoto vodiče.



- a)  $\alpha = 5 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$                       b)  $\alpha = -5 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$                       c)  $\alpha = 0,075 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$   
 d)  $\alpha = -4,16 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$                       e)  $\alpha = -0,075 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$                       f)  $\alpha = 4,16 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

**Hodnocení:**

- 17-20b. výborně
- 14-16b. velmi dobře
- 11-13b. dobře.

**ODPOVĚDI:**

1e, 2c, 3e, 4e, 5a, 6b, 7c, 8c, 9d, 10c,  
 11b, 12d, 13f, 14b, 15b, 16a, 17a, 18f, 19d, 20a

## 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

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

Látka	$\frac{\rho}{\mu\Omega\text{m}}$	$\frac{\alpha}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$	Látka	$\frac{\rho}{\mu\Omega\text{m}}$	$\frac{\alpha}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$
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	$\frac{\rho}{\text{kg m}^{-3}}$	Látka	$\frac{\rho}{\text{kg m}^{-3}}$	Látka	$\frac{\rho}{\text{kg m}^{-3}}$
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°C

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

### 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 kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Měrná tepelná kapacita ledu	2,1 kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Měrné skupenské teplo varu vody	2,26 MJ kg <sup>-1</sup>
Měrné skupenské teplo tání ledu	334 kJ kg <sup>-1</sup>
Povrchové napětí	73 × 10 <sup>-3</sup> N m <sup>-1</sup>

### 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	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds								
			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]		