

## Státní bakalářská zkouška 21. 5. 2024

Fyzika (učitelství)  
Zkouška - teoretická fyzika  
(test s řešením)

### 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.

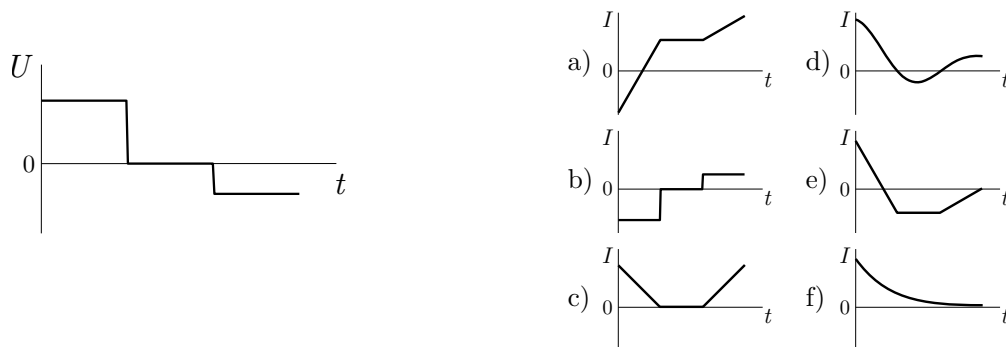
### Úlohy

1. Na laně provlečeném přes pevnou kladku visí na jednom konci závaží o hmotnosti 1 kg a na druhém konci závaží o hmotnosti 3 kg. S jakým zrychlením se budou závaží pohybovat? Hmotnost lana a kladky zanedbejte.  
a)  $\frac{1}{2}g$       b)  $\frac{3}{4}g$       c)  $\frac{5}{2}g$       d)  $\frac{1}{3}g$       e)  $\frac{2}{3}g$       f)  $\frac{8}{7}g$
2. V první nádobě o objemu 2 litry je dusík  $N_2$  pod tlakem 200 000 Pa a ve druhé nádobě o objemu 3 litry kyslík  $O_2$  pod tlakem 400 000 Pa. Jaký výsledný tlak se ustálí, jestliže obě nádoby propojíme. Objem propojovací trubičky zanedbáme. Předpokládáme, že nedojde k úniku plynů z nádob ani k chemické reakci mezi molekulami plynů. Dále předpokládejte, že se jedná o ideální plyny.  
a) 120 000 Pa      b) 170 000 Pa      c) 260 000 Pa  
d) 320 000 Pa      e) 560 000 Pa      f) 600 000 Pa
3. Tři bodové elektrické náboje o stejné velikosti  $Q = 20 \mu\text{C}$  jsou pravidelně rozmístěné na závitě šroubovice o poloměru rotační válcové obálkové plochy  $r = 0,1 \text{ mm}$  a výšce závitů  $h = 0,06 \text{ mm}$  tak, že jejich kartézské souřadnice jsou  $\left(-\frac{r}{2}, -\frac{\sqrt{3}r}{2}, -\frac{h}{3}\right)$ ,  $(r, 0, 0)$  a  $\left(-\frac{r}{2}, \frac{\sqrt{3}r}{2}, \frac{h}{3}\right)$ ; osa šroubovice je tak totožná se souřadnicovou osou z pravotočivého souřadnicového systému. Určete velikost elektrického dipólového momentu  $|\vec{p}|$  této soustavy.  
a)  $|\vec{p}| = 8 \times 10^{-10} \text{ C}\cdot\text{m}$       b)  $|\vec{p}| = 6 \times 10^{-9} \text{ C}\cdot\text{m}$       c)  $|\vec{p}| = 0 \text{ C}\cdot\text{m}$   
d)  $|\vec{p}| = 4 \times 10^{-9} \text{ C}\cdot\text{m}$       e)  $|\vec{p}| = 1,2 \times 10^{-13} \text{ C}\cdot\text{m}^2$       f)  $|\vec{p}| = -2 \times 10^{-9} \text{ C}\cdot\text{m}$

4. Otec a syn stojí proti sobě na rovné přímé ulici, vzdálenost mezi nimi je 5,2 m. Přímo na vodorovné spojnici mezi nimi leží na ulici rovinné zrcátko. V jednom okamžiku se oba podívají do zrcátka a vzájemně si vidí do očí. Otec má v daný okamžik oči ve výšce 170 cm, syn ve výšce 90 cm. Určete vzdálenost otce od zrcátka.

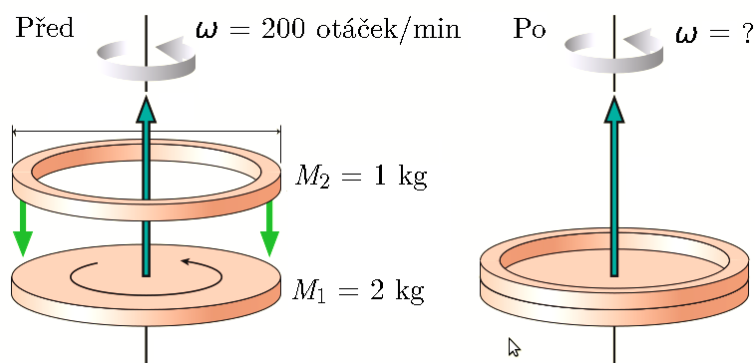
- a) 1,8 m                      b) 2,2 m                      c) 2,6 m  
d) 3,4 m                      e) 3,8 m                      f) 4,2 m

5. V dutině první cívky je umístěna druhá cívka, která je součástí otevřeného obvodu. Časový průběh napětí na druhé cívce je vykreslen v grafu na obrázku. Jaký časový průběh proudu procházejícího první cívkou mohl toto napětí vyvolat?



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

6. Pevný disk o průměru 20 cm a hmotnosti  $M_1 = 2,0$  kg se otáčí rychlostí 200 otáček za minutu. Původně nerotující kruhová obruč o průměru 20 cm a hmotnosti  $M_2 = 1,0$  kg je spuštěna přímo dolů na rotující disk. Tření způsobuje, že smyčka zrychluje, dokud „nejede“ na disku (rotuje spolu s ním). Jaká je konečná úhlová rychlost této kombinované soustavy?



- a) 150 otáček/min                      b) 50 otáček/min                      c) 250 otáček/min  
d) 200 otáček/min                      e) 100 otáček/min                      f) 75 otáček/min

7. Úhlová velikost Měsíce při pohledu ze Země je přibližně půl stupně. Jakou úhlovou velikost bude mít Měsíc při pohledu Keplerovým dalekohledem, jehož objektiv má ohniskovou vzdálenost 40 cm a okulár je tvořený spojnou čočkou o optické mohutnosti 15 dioptrií?

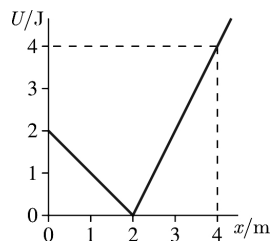
- a)  $1^\circ$                       b)  $1^\circ 30'$                       c)  $2^\circ$   
d)  $3^\circ$                       e)  $4^\circ 30'$                       f)  $6^\circ$

8. Elektron pohybující se v naší laboratorní soustavě doprava rychlostí  $0,90c$  se srazí s pozitronem pohybujícím se doleva rychlostí  $0,90c$ . Obě částice anihilují a vzniknou dva fotony záření gama. Jaká je vlnová délka fotonů v této laboratorní soustavě?
- a) 1,1 pm                      b) 0,53 pm                      c) 2,4 pm  
d) 8,5 pm                      e) 0,74 pm                      f) 3,6 pm
9. Vzorek neznámého nerostu o hmotnosti 220 g je zdrojem ionizujícího gama záření. Aktivita vzorku je v současnosti  $555 \times 10^6$  Bq. V záznamech se dochovalo, že aktivita tohoto zářiče byla před 10 lety  $207 \times 10^7$  Bq. Určete, za jak dlouhou dobu bude tento vzorek obsahovat právě čtvrtinu radioaktivních jader oproti současnosti.
- a) 2 roky a 4 měsíce                      b) 10 let a 6 měsíců                      c) 3,5 měsíce  
d) 25 dnů a 2 hodiny                      e) 21 let a 3 měsíce                      f) 58 let
10. Zvuk sirény ve volném prostoru má hlasitost 90 dB, pokud jsme ve vzdálenosti 20 m. Jaká bude hlasitost, pokud se k siréně přiblížíme na vzdálenost 10 m?
- a) 100 dB                      b) 92 dB                      c) 130 dB  
d) 96 dB                      e) 85 dB                      f) 104 dB
11. Izotop thallia  ${}_{81}^{210}\text{Tl}$  se postupně přeměnil cestou tří  $\beta^-$  rozpadů a jednoho  $\alpha$  rozpadu. Jaký vznikl izotop?
- a)  ${}_{80}^{207}\text{Hg}$ ,                      b)  ${}_{81}^{212}\text{Tl}$ ,                      c)  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ ,                      d)  ${}_{83}^{211}\text{Bi}$ ,                      e)  ${}_{84}^{209}\text{Po}$ ,                      f)  ${}_{85}^{212}\text{At}$ .
12. Kondenzátor o kapacitě 140 nF je nabit na napětí 800 V. Pokud jej zkratujeme rezistorem o odporu 4 k $\Omega$ , za jak dlouho klesne jeho napětí na 400 V?
- a) 4,1  $\mu\text{s}$ ,                      b) 15  $\mu\text{s}$ ,                      c) 390  $\mu\text{s}$ ,  
d) 2,8 ms,                      e) 55 ms,                      f) 670 ms.
13. Mezi dvěma svislými vodivými deskami, jejichž vzdálenost je 8 mm, padá olejová kapka o hmotnosti  $1,5 \times 10^{-13}$  kg, nabitá nábojem odpovídajícím stu elementárních nábojů. Určete úhel od svislého směru, pod kterým bude kapka padat po připojení napětí  $U = 450$  V na vodivé desky.
- a)  $0^\circ 23'$                       b)  $5^\circ 40'$                       c)  $12^\circ$                       d)  $31^\circ$                       e)  $45^\circ$                       f)  $69^\circ$
14. Odhadněte tlak krve v hlavě dospělé žirafy. Víme, že systolický tlak člověka na úrovni srdce je 120 mmHg, u žirafy 280 mmHg. Hustota krve žirafy je přibližně stejná jako hustota krve u člověka ( $1050 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Úlohu řešte pro případ, že žirafa stojí, rychlost proudění krve je konstantní. Uvažujte průměrnou výšku člověka 180 cm, srdce má ve výšce 130 cm. Průměrná výška žirafy je 5 m, srdce je přibližně ve výšce 250 cm.
- a) 86 mmHg                      b) 25 mmHg                      c) 320 mmHg  
d) 250 mmHg                      e) 190 mmHg                      f) 360 mmHg
15. Automobil jel z A do B určitou rychlostí, ale zpět z B do A jel rychlostí o 50 km/h menší. Průměrná rychlost automobilu přitom byla 120 km/h. Určete rychlost, jakou jel automobil tam a rychlost, jakou jel zpět.
- a) Tam 130 km/h, zpět 80 km/h.  
b) Tam 135 km/h, zpět 85 km/h.  
c) Tam 140 km/h, zpět 90 km/h.  
d) Tam 145 km/h, zpět 95 km/h.  
e) Tam 150 km/h, zpět 100 km/h.  
f) Tam 155 km/h, zpět 105 km/h.

16. Jakou rychlost by měl satelit obíhající po kruhové dráze nad povrchem Marsu?

- a) 660 m/s                      b) 530 km/s                      c) 3,6 km/s  
 d) 580 m/s                      e) 980 km/s                      f) 43 km/s

17. Částice se pohybuje podél osy  $x$  a její potenciální energie závisí na poloze podle grafu na obrázku. Jaká je  $x$ -ová složka síly působící na částici v poloze  $x = 4$  m?



- a) 2 N                      b) -4 N                      c) 1 N  
 d) 5 N                      e) -2 N                      f) -1 N

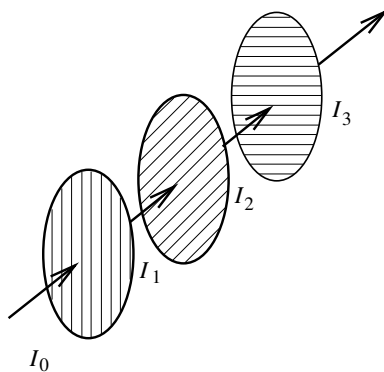
18. Jak se změní hustota zlata, když jej z  $0^\circ\text{C}$  ohřejeme na  $100^\circ\text{C}$ ?

- a) poklesne o 2,6%                      b) vzroste o 0,54%                      c) poklesne o 3,8%  
 d) vzroste o 0,87%                      e) poklesne o 0,42%                      f) vzroste o 1,6%

19. Jakou práci musíme vykonat, abychom za pokojové teploty izotermicky stlačili dva litry vzduchu na desetinu původního objemu, pokud předpokládáme, že původní tlak byl atmosférický?

- a) 4,76 kJ                      b) 24,2 J                      c) 151 J  
 d) 460 J                      e) 13,5 J                      f) 43,7 kJ

20. Svazek světla prochází postupně třemi polarizátory, přičemž druhý polarizátor má rovinu polarizace vůči prvnímu otočenou o  $30^\circ$  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%  $I_1$                       c) 19%  $I_1$   
 d) 25%  $I_1$                       e) 59%  $I_1$                       f) 86%  $I_1$

**Hodnocení:**

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

**ODPOVĚDI:**

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

## Fyzikální konstanty a materiálové parametry

$$\begin{aligned}
 G &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \\
 N_A &= 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
 R &= 8,314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \\
 c &= 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \\
 \epsilon_0 &= 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \\
 \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} \\
 e &= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \\
 u &= 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} \\
 m_p &= 1,00783u \\
 m_n &= 1,00867u \\
 m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \\
 h &= 6,62607015 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 \hbar &= 1,05457 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 k_B &= 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}
 \end{aligned}$$

### Relativní permittivity

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	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	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]	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]	104 Rf [261]	105 Db [261]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [265]	109 Mt [268]	110 Ds [271]								