

## Státní bakalářská zkouška 2. 6. 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.

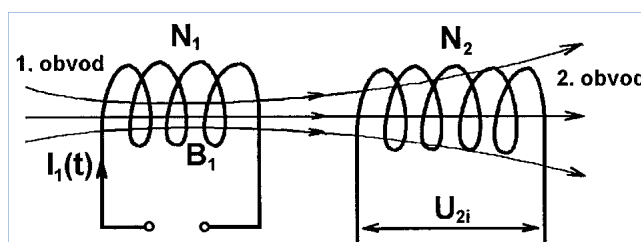
### Úlohy

1. Voda protéká vodorovnou trubicí o průměru 20 mm rychlostí 28 cm/s, trubice se poté zúží na průměr 15 mm. O jakou hodnotu  $\Delta p$  se liší tlak vody v užší trubici od tlaku v širší trubici? Předpokládejme, že ztráty energie způsobené třením můžeme zanedbat.  
a)  $\Delta p = 1,4$  kPa                      b)  $\Delta p = 240$  Pa                      c)  $\Delta p = -85$  Pa  
d)  $\Delta p = -8,3$  kPa                      e)  $\Delta p = 570$  Pa                      f)  $\Delta p = -1,4$  kPa
2. Keplerův dalekohled tvořený dvěma tenkými čočkami má úhlové zvětšení  $\Gamma = -20$  a jeho stavební délka (vzdálenost mezi objektivem a okulárem) je  $L = 550$  mm. Určete v jaké vzdálenosti za okulárem bude umístěno oko při optimálním pozorování. Optimální pozice oka odpovídá situaci, kdy šikmé paprsky procházející středem první čočky procházejí také středem oční čočky. V optické terminologii to znamená, že oko bude umístěno do výstupní pupily dalekohledu.  
a) 15 mm,                      b) 10,5 mm,                      c) 25 mm,  
d) 20 mm,                      e) 27,5 mm,                      f) 22,5 mm
3. Kolik práce vykoná vzduch ve válci tlačící na píst, pokud z původního objemu 500 ml a atmosférického tlaku izotermicky expanduje na objem 750 ml?  
a) 135 J                      b) 11 kJ                      c) 20 J  
d) 2,2 kJ                      e) 41 J                      f) 240 kJ

4. Ultrafialová  $\alpha$ -čára Lymanovy série atomu vodíku o vlnové délce 121,5 nm je emitována astronomickým objektem. Pozorovatel na Zemi zaznamená při zachycení tohoto signálu vlnovou délku 607,5 nm. Na základě těchto údajů lze rychlosti pohybu objektu ve směru k Zemi nebo od Země říci, že se pohybuje rychlostí

- a)  $2,4 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  k Zemi
- b)  $2,4 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  od Země
- c)  $2,8 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  k Zemi
- d)  $2,8 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  od Země
- e)  $12,8 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  od Země
- f)  $1,9 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  k Zemi

5. Dvě cívky mají vůči sobě pevnou polohu. První cívku o 800 závitů a délce 5,0 cm začíná protékat proud tak, že za každou desetinu sekundy se velikost proudu zvýší o 1,2 A. Druhá cívka má 1500 závitů, délku 7,0 cm a během zapínání proudu na první cívce se na ní indukuje napětí o velikosti 24 mV. Jaká je vzájemná indukčnost těchto cívek?



- a) 2,0 mH,
- b) 12 mH,
- c) 500  $\mu$ H,
- d) 80  $\mu$ H,
- e) 360 mH,
- f) 0

6. Válcová nádrž plná vody se musí na zimu vypustit. Technik proto otevřel ventil ve spodní části nádrže a všiml si, že se nádrž zpoloviny vypráznila za 30 minut. Za jak dlouho se poté vyprázdní i zbytek nádrže? Válec stojí svou podstavou na zpevněné základové desce.

- a) 18 min,
- b) 30 min,
- c) 44 min,
- d) 60 min,
- e) 73 min,
- f) 90 min

7. Závaží o hmotnosti 500 g zavěšené na pružině kmitá s periodou 0,84 s a amplitudou 36 mm. Jaká je celková mechanická energie této soustavy, pokud hodnota potenciální energie v rovnovážné poloze je rovna nule?

- a) 18 mJ
- b) 460 mJ
- c) 2,2 J
- d) 38 J
- e) 190 J
- f) 3,0 kJ

8. V nádobě je dusík  $N_2$  o teplotě  $27^\circ\text{C}$  a tlaku 4 MPa. Jaký bude jeho tlak, jestliže z nádoby vypustíme 25% plynu a jeho teplota při tom klesne o  $15^\circ\text{C}$ ?

- a)  $8,9 \times 10^5 \text{ Pa}$
- b)  $0,11 \times 10^5 \text{ Pa}$
- c)  $1,9 \times 10^6 \text{ Pa}$
- d)  $1,9 \times 10^5 \text{ Pa}$
- e)  $2,9 \times 10^6 \text{ Pa}$
- f)  $5,2 \times 10^4 \text{ Pa}$

9. 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)  $E = 15,9 \text{ mV/m}$
- b)  $E = 2,14 \text{ kV/m}$
- c)  $E = 42,4 \text{ V/m}$
- d)  $E = 374 \text{ V/m}$
- e)  $E = 14,4 \text{ kV/m}$
- f)  $E = 97 \text{ mV/m}$

10. 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)  $3 \times 10^{10} \text{ Bq}$

11. V laboratoři měříme teplotu kapalinovými teploměry. Odhadněte měřící rozsah lihového a rtuťového teploměru. Víme, že baňka ze skla, která je naplněna lihem popř. rtutí, má objem  $5,0 \text{ cm}^3$ , kapilára má délku  $15 \text{ cm}$  a obsah vnitřního řezu  $1 \text{ mm}^2$ .

- a) lihový  $45^\circ\text{C}$ , rtuťový  $275^\circ\text{C}$
- b) lihový  $58^\circ\text{C}$ , rtuťový  $190^\circ\text{C}$
- c) lihový  $27^\circ\text{C}$ , rtuťový  $167^\circ\text{C}$
- d) lihový  $90^\circ\text{C}$ , rtuťový  $90^\circ\text{C}$
- e) lihový  $170^\circ\text{C}$ , rtuťový  $55^\circ\text{C}$
- f) lihový  $240^\circ\text{C}$ , rtuťový  $22^\circ\text{C}$

12. Popište polarizaci elektromagnetické vlny, jejíž vektor elektrické intenzity je popsán výrazem

$$\vec{E} = \vec{e}_x 10 \cos\left(\omega t - kz + \frac{\pi}{4}\right) + \vec{e}_y 10 \sin\left(\omega t - kz + \frac{\pi}{4}\right) \left[\frac{\text{V}}{\text{m}}\right] \quad (1)$$

kde  $\vec{e}_x$ ,  $\vec{e}_y$  jsou jednotkové vektory ve směrech souřadných os  $x$  a  $y$  v ortogonálním pravotočivém souřadném systému.

- a) Vlna lineárně polarizovaná, vektor  $\vec{E}$  prochází prvním a třetím kvadrantem.
- b) Vlna levotočivě elipticky polarizovaná.
- c) Vlna nepolarizovaná.
- d) Vlna pravotočivě kruhově polarizovaná.
- e) Vlna lineárně polarizovaná, vektor  $\vec{E}$  má směr osy  $z$ .
- f) Vlna levotočivě kruhově polarizovaná.

13. Elektrické pole v okolí počátku souřadnicové soustavy je popsáno skalárním potenciálem  $\varphi(x, y, z)$ . Víme, že v této oblasti se nenachází elektrické náboje. Který z uvedených potenciálů může vyhovovat tomuto zadání? ( $A$  je konstanta s rozměrem  $\text{V}/\text{m}^2$ .)

- a)  $\varphi = A(2xy - z^2)$
- b)  $\varphi = A(x^2 + y^2 + xz)$
- c)  $\varphi = A(2x^2 - y^2 - z^2)$
- d)  $\varphi = A(5x^2 - y^2 - 2z^2)$
- e)  $\varphi = A(y^2 - 3xz)$
- f)  $\varphi = A(2x^2 - 3z^2)$

14. Jaká je maximální kinetická energie elektronů vystupujících z rubidiové elektrody ozářené světlem o vlnové délce  $430 \text{ nm}$ ?

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

15. Deset malých letadel letí rychlostí o velikosti  $150 \text{ km/h}$  v úplné tmě v prostoru  $20 \times 20 \times 1,5 \text{ km}^3$ . V jednom z těchto letadel se nacházíte vy. Letíte náhodným směrem a nevíte, kde jsou ostatní letadla. Odhadněte, jak dlouhá doba uplyne, než dojde ke srážce s druhým letadlem. Předpokládejte, že letadlo zaujímá objem ve tvaru koule o poloměru  $6 \text{ m}$ .

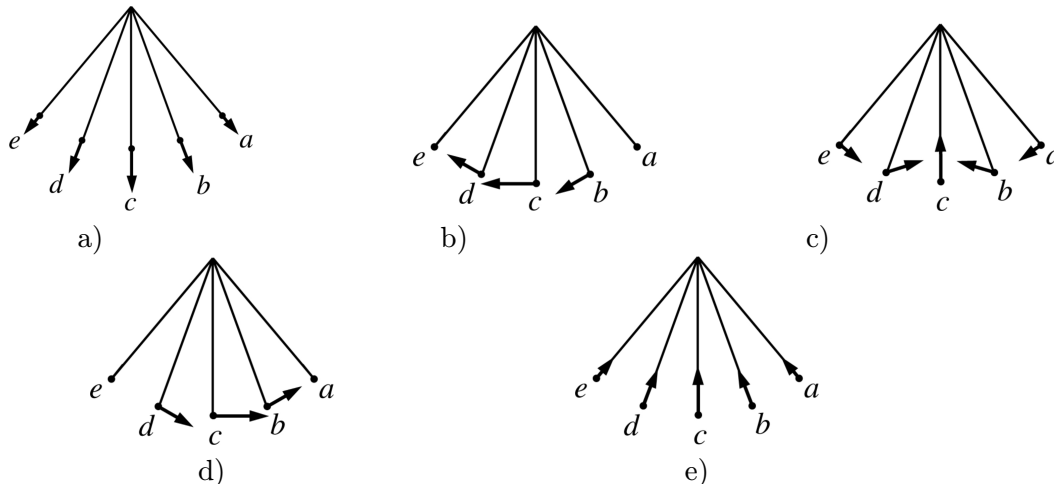
- a)  $150 \text{ h}$ ,                              b)  $3000 \text{ h}$ ,                              c)  $700 \text{ h}$ ,
- d)  $2 \text{ h}$ ,                                e)  $16 \text{ h}$ ,                                f)  $80 \text{ h}$

16. Jaké množství hliníku je zapotřebí na výrobu drátu dlouhého  $1 \text{ km}$  tak, aby jeho odpor byl  $25 \Omega$ ?

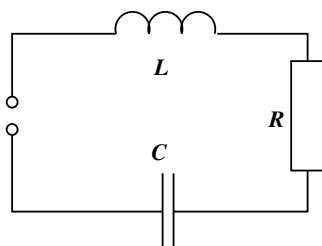
- a)  $48 \text{ kg}$                               b)  $2,9 \text{ kg}$                               c)  $390 \text{ g}$
- d)  $6,4 \text{ kg}$                               e)  $750 \text{ kg}$                               f)  $23 \text{ kg}$

17. 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 1 g olova z 5 K na 10 K, jestliže pro olovo je  $A = 8,1 \times 10^{-3} \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-4}$ .
- a) 340 mJ                      b) 1,7 J                      c) 23 J  
d) 40  $\mu\text{J}$                       e) 3,3  $\mu\text{J}$                       f) 19 mJ

18. Který z následujících obrázků nejlépe popisuje zrychlení kyvadla při pohybu z bodu  $a$  do bodu  $e$ ?



19. Elektrické zařízení připojené ke zdroji střídavého napětí 230 V o frekvenci 50 Hz se chová jako sériově zapojený RLC obvod s parametry  $R = 27\Omega$ ,  $L = 35 \text{ mH}$ ,  $C = 82 \mu\text{F}$ . Jaký je účinník tohoto zařízení?



- a) 1,2 %                      b) 70 %                      c) 98 %  
d) 64 %                      e) 5,5 %                      f) 83 %

20. Střední doba života částice v její klidové soustavě je  $2,8 \cdot 10^{-10} \text{ s}$ . Jaká je střední doba života této částice vzhledem k laboratoři, vůči níž se pohybuje rychlostí  $0,96c$ ?
- a) 78 ps                      b) 23 ns                      c) 870 ns  
d) 550 ps                      e) 1,0 ns                      f) 430 ns

**Hodnocení:**

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

**ODPOVĚDI:**

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

## 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 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	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]		