

**Státní bakalářská zkouška 23. 5. 2011**  
Fyzika (učitelství)  
Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

Jméno:

**Pokyny k řešení testu:**

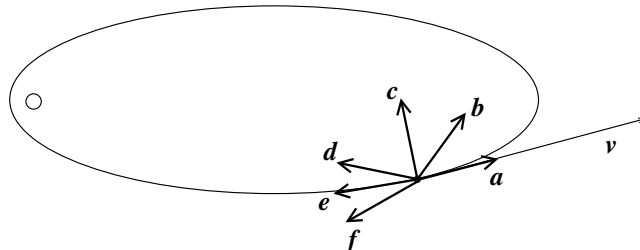
- Ke každé úloze je správně pouze jedna odpověď.
- Čas k řešení je 120 minut (6 minut na úlohu): snažte se nejprve rychle vyřešit ty nejsnazší úlohy, pak se vraťte ke složitějším.
- Při řešení smíte používat kalkulačku.
- Fyzikální konstanty a materiálové parametry, které budete při řešení potřebovat, 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. Kolik tepla se uvolní za jednu minutu na třech rezistorech, každý o odporu  $1,5 \text{ k}\Omega$ , zapojených do série v obvodu s baterií o napětí  $4,5 \text{ V}$ ?

- a) 34 mJ                      b) 270 mJ                      c) 5,1 J  
d) 66 J                        e) 810 J                        f) 2,2 kJ

2. Na obrázku je znázorněn pohyb asteroidu vzdalujícího se po eliptické trajektorii od Slunce, dlouhou šipkou je označen vektor rychlosti asteroidu. Která šipka označuje vektor zrychlení?



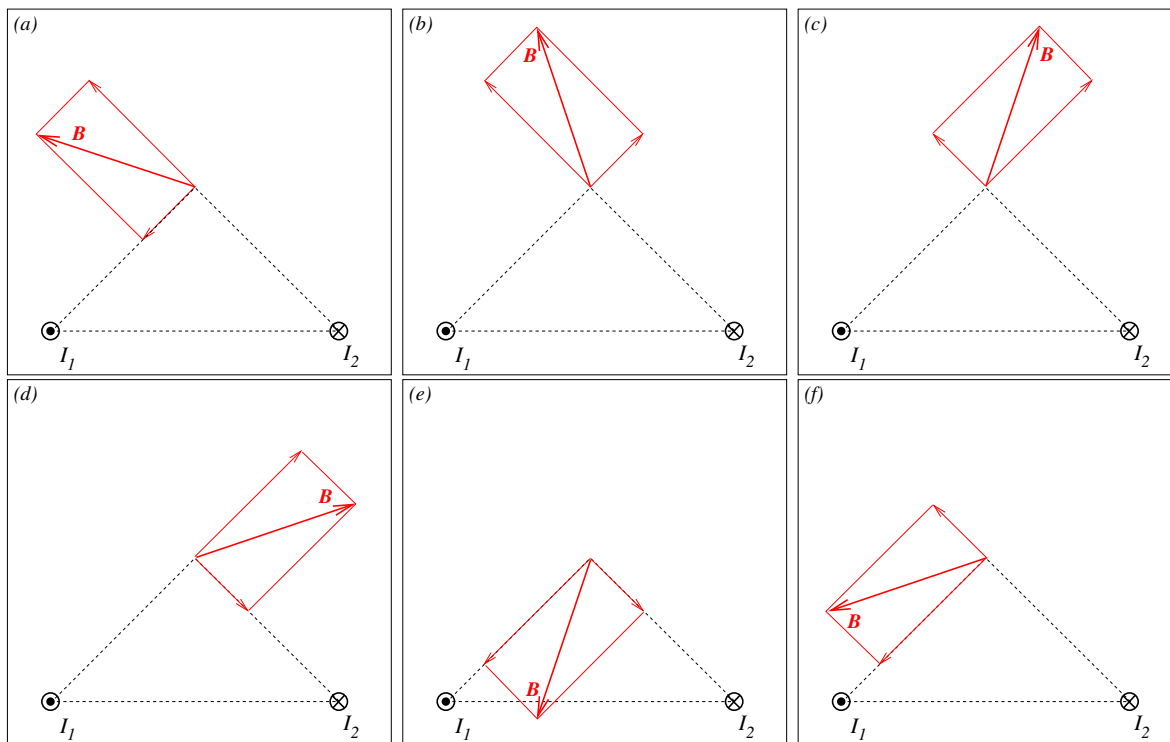
- a)                      b)                      c)                      d)                      e)                      f)

3. Hustota zářivého toku Slunce ve vzdálenosti Země je určena solární konstantou  $K = 1327 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Na základě této znalosti odhadněte úbytek hmotnosti Slunce za 1 s.

- a) 350 kg                      b)  $2,5 \times 10^3 \text{ t}$                       c)  $4,2 \times 10^6 \text{ t}$   
 d)  $5,5 \times 10^9 \text{ t}$                       e)  $7,2 \times 10^{12} \text{ t}$                       f)  $4,1 \times 10^{15} \text{ t}$

4. Dvěma dlouhými, rovnoběžnými přímými vodiči procházejí proudy  $I_1 = 15 \text{ A}$  a  $I_2 = 30 \text{ A}$  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)



5. Na podlaze stojí nádoba tvaru válce a v ní je voda. Ve výšce 80 cm ode dna je ve stěně nádoby malý otvor, jímž voda vystřikuje kolmo ven. Do jaké výše ode dna musíme nalít vodu do nádoby tak, aby vodní paprsek dostříkl do vzdálenosti 120 cm od paty nádoby? Tření vody neuvažujte.

- a) 85 cm                      b) 95 cm                      c) 115 cm  
 d) 125 cm                      e) 145 cm                      f) 165 cm

6. Vypočítejte moment setrvačnosti homogenního hliníkového kužele vzhledem k jeho ose symetrie. Výška kužele je 20 cm, poloměr podstavy je 5 cm.

- a)  $1,06 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$                       b)  $5,22 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$                       c)  $2,12 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$   
 d)  $8,30 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$                       e)  $3,54 \times 10^{-1} \text{ kg m}^2$                       f)  $5,01 \times 10^{-1} \text{ kg m}^2$

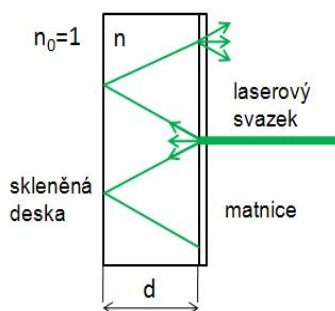
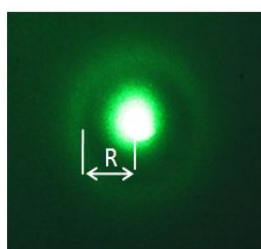
7. Elektron se pohybuje rychlostí  $0,7c$  po kruhové trajektorii v magnetickém poli  $0,02 \text{ T}$ . Jaký je poloměr trajektorie?

- a) 8,3 cm                      b) 25 cm                      c) 87 cm  
 d) 1,25 m                      e) 2,7 m                      f) 3,6 m

8. Dva bodové náboje o velikosti  $1,5 \times 10^{-7}$  C opačných znamének jsou od sebe vzdáleny 10 cm. Vypočtete velikost intenzity elektrického pole v bodě, který je od kladného náboje vzdálen 20 cm a od záporného 15 cm. (Pozn. pro řešení této úlohy může být vhodné použít kosinové věty.)

- a) 1,32 V/m                      b) 67,7 V/m                      c) 853 V/m  
d) 2,74 kV/m                      e) 34,5 kV/m                      f) 188 kV/m

9. Pomocí laserového ukazovátka, matnice a skleněné destičky je možné demonstrovat jednoduchý experiment, který umožňuje určit index lomu skleněné destičky. Laserovým svazkem se v kolmém směru posvítí na rozptylující vrstvu (matnice, filtrační papír), která je přiložena na měřenou skleněnou destičku. Při pohledu na rozptylující vrstvu uvidíte světelnou stopu znázorněnou na obrázku. Vyberte správný vztah, který umožňuje pro vlnovou délku laserového záření vypočítat indexu lomu skleněné destičky pomocí změřené tloušťky destičky  $d$  a vnitřního poloměru světlého mezikruží  $R$ . Experiment je realizován ve vzduchu ( $n_0=1$ ). Nápověda: uvažte, že matnice rozptyluje světlo do různých směrů a na zadní stěně destičky světlo vystupuje ze skla do vzduchu.



- a)  $n = (d/R)^2 + 1$                       b)  $n = (2d/R)^2 + 1$                       c)  $n = [(2d/R)^2 + 1]^{1/2}$   
d)  $n = [(d/R)^2 + 1]^{1/2}$                       e)  $n = [(R/d)^2 + 1]^{1/2}$                       f)  $n = [2(d/R)^2 - 1]^{1/2}$

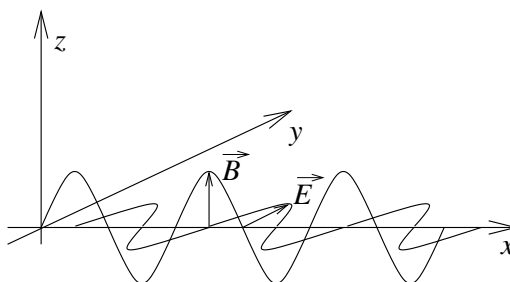
10. Dalekohled s objektivem o obrazové ohniskové vzdálenosti  $f_{OB}=500$  mm a spojným okulárem o ohniskové vzdálenosti  $f_{OK} = 10$  mm je nastaven tak, že nekonečně vzdálený objekt je pozorován neakomodovaným okem (obrazová ohnisková rovina objektivu splývá s předmětovou ohniskovou rovinou okuláru). Určete velikost a směr potřebného posunutí okuláru z původní pozice  $\Delta$ , při kterém bude neakomodovaným okem pozorován objekt ve vzdálenosti 20,5 m před objektivem.

- a)  $\Delta = 15,5$  mm, směrem k objektivu,  
b)  $\Delta = 7,5$  mm, směrem k objektivu,  
c)  $\Delta = 18,5$  mm, směrem k objektivu,  
d)  $\Delta = 12,5$  mm, směrem od objektivu,  
e)  $\Delta = 7,5$  mm, směrem od objektivu,  
f)  $\Delta = 20,5$  mm, směrem od objektivu.

11. Kapilára má vnitřní poloměr 0,5 mm. Na Měsíci v ní voda vystoupí do určité výšky. Jak by se musel změnit poloměr kapiláry, aby v ní voda vystoupila na Zemi do stejné výšky, jako v původní kapiláře na Měsíci? (Předpokládejme, že pokus se koná na lunární stanici za pokojové teploty při atmosférickém tlaku.)

- a) šestkrát zvětšit                      b) šestkrát zmenšit                      c) poloměr se nezmění  
d) dvakrát zmenšit                      e) dvakrát zvětšit                      f) třikrát zmenšit

12. Jakou kinetickou energii má proton, jestliže vlnová délka jeho příslušných de Broglieho vln je  $\lambda_{dB} = 9,04 \times 10^{-13} \text{ m}$  ?
- a) 10,0 eV                      b) 100 eV                      c) 1,00 keV  
d) 10,0 keV                      e) 100 keV                      f) 1,00 MeV
13. Vypočtete energii potřebnou pro oddělení protonu z jádra  $^{121}\text{Sb}$ . Potřebné atomové hmotnosti jsou  $m(^{121}\text{Sb}) = 120,9038 \text{ u}$ ,  $m(^{120}\text{Sn}) = 119,9022 \text{ u}$ .
- a) 1,0 MeV                      b) 5,8 MeV                      c) 6,2 MeV  
d) 7,8 MeV                      e) 9,3 MeV                      f) 10 MeV
14. 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%
15. Tepelné čerpadlo odebírá teplo z řeky, jejíž voda má teplotu  $5^\circ\text{C}$  a ohřívá místnost o teplotě  $20^\circ\text{C}$ . Kolik elektrické energie by toto čerpadlo spotřebovalo, kdyby pracovalo jako reverzibilní Carnotův stroj, na to, aby do místnosti dodalo teplo 20 MJ?
- a) 276 kJ                      b) 870 kJ                      c) 1,02 MJ  
d) 14,9 MJ                      e) 25,7 MJ                      f) 76,2 MJ
16. 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.
17. Při kolaudaci budovy byla naměřena objemová aktivita radonu  $145 \text{ Bq/m}^3$ . Odhadněte, kolik atomů radonu  $^{222}\text{Rn}$  se nachází v jednom metru krychlovém vzduchu v budově.
- a) 25                      b)  $3,4 \times 10^3$                       c)  $1,7 \times 10^5$   
d)  $6,9 \times 10^7$                       e)  $4,0 \times 10^9$                       f)  $6,1 \times 10^{11}$
18. Kolik energie by bylo zapotřebí k vynesení tělesa o hmotnosti 1 kg z povrchu Země do nekonečné vzdálenosti za předpokladu, že se ve vesmíru jiná tělesa nenacházejí?
- a) 350 J                      b) 56 kJ                      c) 62 MJ  
d) 2,1 GJ                      e) 870 GJ                      f) 7,0 TJ

19. Za letního počasí při teplotě  $20^{\circ}\text{C}$  podnikneme let balónem, na cestu si vezmeme barometr. Pokud při zemi naměříme tlak 1025 hPa, odhadněte, v jaké se nacházíme výšce, když barometr ukazuje tlak 982 hPa.

- a) 35 m                      b) 80 m                      c) 140 m  
d) 380 m                      e) 720 m                      f) 1300 m

20. Jakým momentem síly je nutno roztáčet obruč o průměru 1 m a hmotnosti 0,5 kg, aby se za 5 sekund roztočila z klidu na 300 otáček za minutu?

- a) 0,785 Nm                      b) 1,23 Nm                      c) 67,2 Nm  
d) 860 Nm                      e) 3,03 kNm                      f) 22,9 kNm

### Hodnocení:

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

### ODPOVĚDI:

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

### 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  $20^\circ\text{C}$

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 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]		