

Státní bakalářská zkouška 8. 6. 2016

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

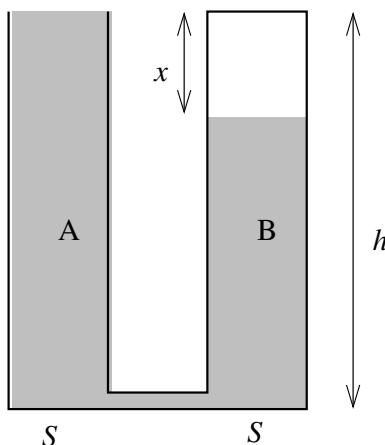
1. Jaká část počátečního množství radioaktivních jader ^{90}Sr zůstane po 10 a po 100 letech od jaderného výbuchu?
a) 24 %, 2,4 % b) 79 %, 9,0 % c) 1,2 %, 0,026 %
d) 15 %, 12 % e) 3,3 %, 0,033 % f) 98 %, 92 %
2. Automobil spotřebuje 6 litrů nafty na 100 km. Odhadněte, jak daleko by dojel stejný automobil, kdyby měl místo spalovacího motoru pohon na setrvačnick. Předpokládejte, že akumulární setrvačnick má zhruba tvar válce o průměru 1 metr, hmotnosti 600 kg a otáčí se rychlostí 7200 otáček za minutu. Současně zohledněte skutečnost, že účinnost pohonu setrvačnicku je prakticky stoprocentní, zatímco u spalovacího motoru činí jen 30%. Spalné teplo nafty 45 MJ/kg, hustota nafty 800 kg/m³.
a) 300 m b) 1 km c) 3 km
d) 10 km e) 30 km f) 100 km
3. Hanička dostala chuť na čaj. Do konvice dala 250 g vody o teplotě 20°C a led o hmotnosti 350 g a teplotě 0°C. Po čase (zrovna v době, kdy se v konvici ustálila tepelná rovnováha) ji napadlo konvici zapnout. Za jak dlouho od zapnutí se začne voda na čaj vařit, pokud má konvice příkon 1,8 kW a účinnost 80 %?
a) 153 s b) 199 s c) 241 s
d) 276 s e) 292 s f) 315 s

4. Určete velikost D vektoru elektrické indukce a velikost P vektoru polarizace pro homogenní izotropní dielektrikum, jestliže velikost vektoru elektrické intenzity působícího elektromagnetického pole má hodnotu 200 kV/m a elektrická susceptibilita prostředí je $\kappa_e = 1,65$.

- a) $D = 0,28 \text{ V/m}$, $P = 0,14 \text{ } \mu\text{C/m}$, b) $D = 4,69 \text{ } \mu\text{C/m}^2$, $P = 2,92 \text{ } \mu\text{C/m}^2$,
 c) $D = 3,14 \text{ C/m}^2$, $P = 3,14 \text{ C/m}^2$, d) $D = 7,25 \text{ mC/m}^2$, $P = 0$,
 e) $D = 200 \text{ kV/m}$ $P = 120 \text{ kV/m}$, f) $D = 0,69 \text{ } \mu\text{C/m}^2$ $P = 1,12 \text{ } \mu\text{C/m}^2$.

5. Na obrázku jsou dvě stejné nádoby spojené trubičkou. Jedna z obou nádob (B) je uzavřená. Do otevřené nádoby nalijeme vodu. Teplota je konstantní, 20°C , výška nádob je 100 cm , podstava nádob má obsah 1 dm^2 . Kolik vody můžeme do nádob nalít? Uvažujte normální atmosférický tlak.

- a) 22 l b) 10,8 l c) 18,6 l
 d) 8,2 l e) 16,8 l f) 12,3 l

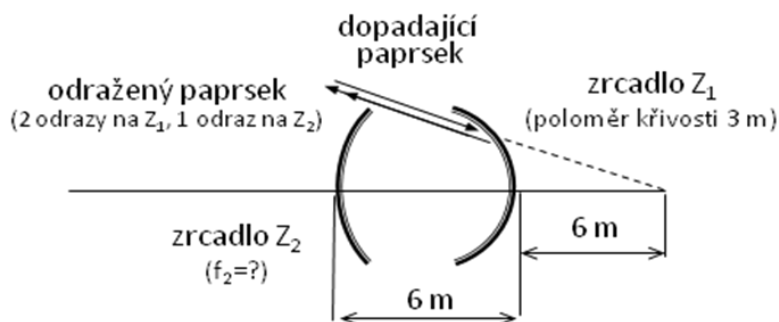


6. Mezon K se za pohybu rozpadne na dva stejné π mezony, z nichž jeden je v laboratorní soustavě v klidu. Jaká je celková energie druhého π mezonu vzniklého rozpadem? Uvažujte klidové energie částic $m_K c^2 = 494 \text{ MeV}$ a $m_\pi c^2 = 137 \text{ MeV}$.

- a) 544 MeV b) 754 MeV c) 631 MeV
 d) 357 MeV e) 869 MeV f) 225 MeV

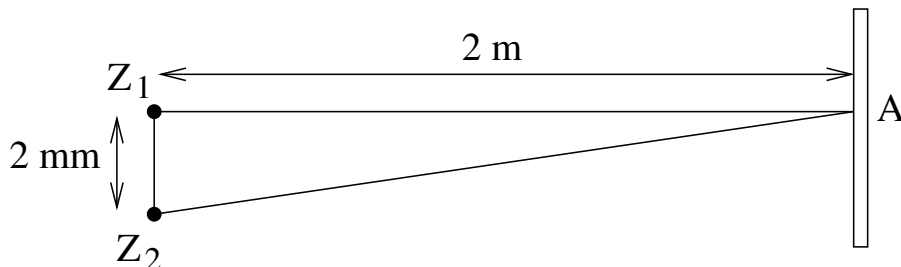
7. Dopadající paraxiální paprsek (označen jednou šipkou) se odráží na sférickém zrcadle Z_1 s poloměrem křivosti 3 m , následně na zrcadle Z_2 a nakonec znovu na zrcadle Z_1 (odražený paprsek označen dvěma šipkami). Pro geometrické parametry znázorněné v obrázku určete ohniskovou vzdálenost zrcadla Z_2 , jestliže víte, že odražený paprsek je totožný s dopadajícím a šíří se v opačném směru.

- a) $f_2 = 2,0 \text{ m}$ b) $f_2 = 3,25 \text{ m}$ c) $f_2 = 4,0 \text{ m}$
 d) $f_2 = 1,75 \text{ m}$ e) $f_2 = 2,4 \text{ m}$ f) $f_2 = 3,0 \text{ m}$



8. Dva zdroje Z_1 a Z_2 koherentního světelného záření o vlnové délce 400 nm jsou navzájem vzdáleny 2 mm. Stínítka je umístěno rovnoběžně se spojnicí zdrojů ve vzdálenosti 2 m. Jaký bude fázový rozdíl vln v bodě A na stínítku, je-li spojnice zdroje Z_1 s bodem A kolmá na stínítka a celá sestava se nachází ve vzduchu ?

- a) $\Delta\Phi = 5\pi$, b) $\Delta\Phi = \pi$, c) $\Delta\Phi = \pi/3$,
d) $\Delta\Phi = \pi/5$, e) $\Delta\Phi = 4\pi$, f) $\Delta\Phi = 8\pi$,

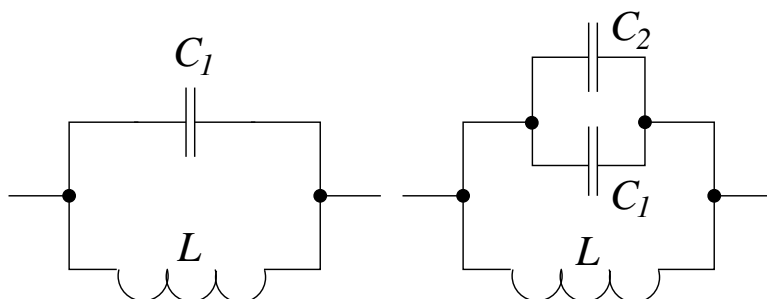


9. Jaká je maximální kinetická energie elektronů vystupujících z rubidiové elektrody ozářené světlem o vlnové délce 360 nm?

- a) 729 meV b) 920 meV c) 1,29 eV
d) 4,90 eV e) 13,2 eV f) 21,8 eV

10. Vlnová délka vyzařovaná oscilačním obvodem s kondenzátorem o kapacitě C_1 a cívce s indukčností L je $\lambda_1 = 10$ m (obrázek vlevo). Pokud ke kondenzátoru C_1 připojíme paralelně kondenzátor $C_2 = 1$ nF, bude oscilační obvod vysílat elektromagnetickou vlnu o $\lambda_2 = 20$ m. Určete kapacitu kondenzátoru C_1 .

- a) 3 nF b) 330 pF c) 660 pF
d) 33 pF e) 6 nF f) 12 nF



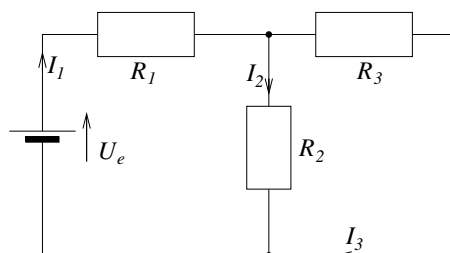
11. Jak je třeba změnit teplotu měděného drátu, aby hustota mědi klesla o 0,30%?

- a) ochladit o 60°C b) ohřát o 60°C c) ochladit o 20°C
d) ohřát o 20°C e) ochladit o 30°C f) ohřát o 30°C

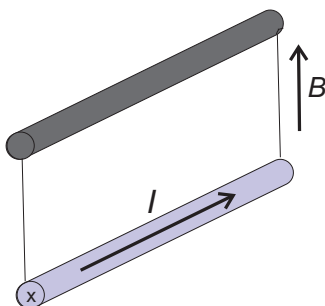
12. S jakou periodou by obíhal satelit po kruhové dráze těsně nad povrchem Neptunu?

- a) 1 h 15 min b) 12 h 30 min c) 45 min 13 s
d) 20 min 40 s e) 1 min 20 s f) 2 h 34 min

13. Určete proudy v jednotlivých větvích elektrického obvodu na obrázku, je-li vnitřní odpor zdroje $R_i = 0$, elektromotorické napětí je $U_e = 27 \text{ V}$ a odpory rezistorů jsou $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$ a $R_3 = 60 \Omega$.



- a) $I_1 = 4,2 \text{ A}$, $I_2 = 1,7 \text{ A}$, $I_3 = 3,5 \text{ A}$, b) $I_1 = 0,8 \text{ A}$, $I_2 = 0,2 \text{ A}$, $I_3 = 0,6 \text{ A}$,
c) $I_1 = 5,86 \text{ A}$, $I_2 = 3,53 \text{ A}$, $I_3 = 2,33 \text{ A}$, d) $I_1 = 0,5 \text{ A}$, $I_2 = 0,3 \text{ A}$, $I_3 = 0,2 \text{ A}$,
e) $I_1 = 1,0 \text{ A}$, $I_2 = 2,2 \text{ A}$, $I_3 = 4,4 \text{ A}$, f) $I_1 = 0,9 \text{ A}$, $I_2 = 0,1 \text{ A}$, $I_3 = 0,5 \text{ A}$,
14. 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 $2,1 \text{ J/K}$ f) Vzroste o $0,30 \text{ J/K}$
15. Mrazicí box se nachází v místnosti o teplotě 20°C , uvnitř je 5 litrů vody o teplotě 0°C . Kolik elektrické energie by zařízení spotřebovalo na zmrazení vody, kdyby pracovalo jako reverzibilní Carnotův stroj?
- a) 34 Wh b) 20 Wh c) 140 Wh
d) $1,3 \text{ kWh}$ e) 74 kWh f) 120 kWh
16. Vodič protékaný stejnosměrným proudem je zavěšen vodorovně na obou koncích tak, že proud prochází směrem do nánkresny. Je-li vodič vložen do magnetického pole s orientací vektoru magnetické indukce svisle vzhůru, bude na něj působit magnetická síla. Určete směr a velikost úhlu vychýlení z pohledu osoby, která stojí čelem k nánkresně. Hmotnost vodiče je 20 g na každý metr délky. Vodičem prochází proud $2,0 \text{ A}$ a je vložen do homogenního magnetického pole o velikosti magnetické indukce 100 mT .



- a) 5° vpravo b) 5° vlevo c) 20° vpravo
d) 20° vlevo e) 45° vpravo f) 45° vlevo
17. Z fólie o plošné hustotě 70 g/m^2 vyrábíme balon plněný teplým vzduchem. Jaký je minimální průměr balonu, pokud se má sám unést za předpokladu, že teplota vzduchu uvnitř je 80°C , zatímco teplota okolního vzduchu je 20°C ?
- a) 15 m b) 54 cm c) $4,3 \text{ m}$
d) $3,1 \text{ m}$ e) $2,2 \text{ m}$ f) 25 m

18. 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) $\frac{8}{7}g$
19. Těleso o hmotnosti 60 g je zavěšeno na pružině o tuhosti 20,0 N/m. V čase $t_0 = 0$ s se nachází 1,00 cm pod rovnovážnou polohou a pohybuje se rychlostí 20,0 cm/s směrem vzhůru. Jakou rychlostí se bude pohybovat v čase $t = 500$ ms?
- a) 8,5 cm/s směrem dolů
b) 2,6 cm/s směrem vzhůru
c) 4,2 cm/s směrem dolů
d) 22 cm/s směrem vzhůru
e) 14 cm/s směrem dolů
f) 57 cm/s směrem vzhůru
20. Určete výšku, do které je třeba zvednout těleso nad povrch Země, aby se gravitační síla, která na těleso působí, zmenšila na 20 % hodnoty na povrchu Země.
- a) 3 210 km b) 345 km c) 7 880 km
d) 12 500 km e) 2,9 km f) 15,8 km

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

Fyzikální konstanty a materiálové parametry

$$\begin{aligned}
 G &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \\
 N_A &= 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
 R &= 8,314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \\
 c &= 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \\
 \epsilon_0 &= 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \\
 \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} \\
 e &= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \\
 u &= 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} \\
 m_p &= 1,00783u \\
 m_n &= 1,00867u \\
 m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \\
 h &= 6,6256 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 \hbar &= 1,0545 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 k_B &= 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}
 \end{aligned}$$

Relativní permitivity

Pevné látky	ϵ_r	Kapaliny	ϵ_r	Plyny	ϵ_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 (ϱ je měrný odpor při 0°C , α 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°C a hustota a součinitel objemové roztažnosti kapalin při 20°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	$t_{1/2}$
^3H	12,3 let	^{20}F	11,2 s	^{14}C	5 730 let
^{24}Na	15,0 h	^{32}P	14,28 d	^{35}S	88 d
^{36}Cl	$3,01 \times 10^5$ let	^{40}K	$1,28 \times 10^9$ let	^{45}Ca	163 d
^{59}Fe	44,5 d	^{60}Co	5,27 let	^{82}Br	35,3 h
^{90}Sr	28,8 let	^{129}I	$1,6 \times 10^7$ let	^{131}I	8,02 d
^{137}Cs	30 let	^{198}Au	2,69 d	^{226}Ra	1 600 let
^{235}U	$7,04 \times 10^8$ let	^{238}U	$4,47 \times 10^9$ let	^{239}Pu	$2,44 \times 10^4$ let
^{222}Rn	3,8 d	^{210}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 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]			