

Státní bakalářská zkouška 18. 6. 2010
Fyzika (učitelství)
Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

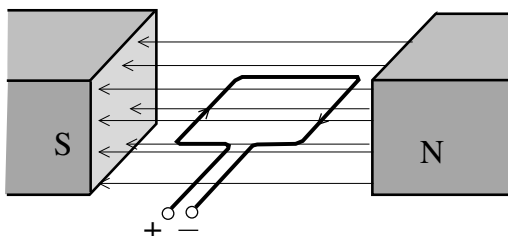
Jméno:

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. Mezi póly magnetu je otáčivě umístěna vodivá smyčka, kterou prochází proud. Určete, jakým směrem se cívka otočí a jakou zaujme polohu.



- a) Zůstane ve vodorovné poloze.
b) Otočí se ve směru hodinových ručiček a zůstane ve svislé poloze.
c) Otočí se ve směru hodinových ručiček pod úhlem 45° ke směru magnetických indukčních čar.
d) Otočí se proti směru hodinových ručiček a zůstane ve svislé poloze.
e) Otočí se do svislé polohy, nezáleží na směru.
f) Otočí se v protisměru hodinových ručiček pod úhlem 45° ke směru magnetických indukčních čar.
2. Velmi dlouhý tenký přímý drát je nabit nábojem rozloženým s konstantní lineární hustotou τ . Pomocí Gaussovy elektrostatické věty vypočtete velikost intenzity elektrického pole ve vzdálenosti r od drátu.

a) $E = \epsilon_0 \tau r$

b) $E = \tau / (2\pi \epsilon_0 r)$

c) $E = \epsilon_0 \tau / (4\pi r^3)$

d) $E = \epsilon_0 r / (4\pi \tau)$

e) $E = 2\pi \tau / (\epsilon_0 r)$

f) $E = \tau / (4\pi \epsilon_0 r^2)$

3. 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.

4. Z homogenního drátu hmotnosti 600 g byl vytvořen čtverec o straně 50 cm. Určete moment setrvačnosti tohoto čtverce vzhledem k ose kolmé k rovině čtverce a jdoucí středem čtverce.

- a) $I = 0,002 \text{ kg m}^2$
- b) $I = 0,25 \text{ kg m}^2$
- c) $I = 0,050 \text{ kg m}^2$
- d) $I = 0,44 \text{ kg m}^2$
- e) $I = 1,02 \text{ kg m}^2$
- f) $I = 2,7 \text{ kg m}^2$

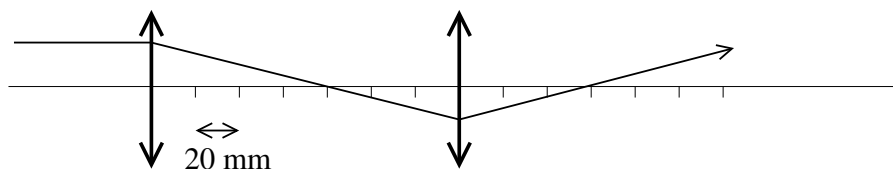
5. Lyžař sjede z kopce o výšce 80 m a pokračuje v jízdě do protilehlého kopce vysokého 35 m. Jakou rychlost by měl lyžař na vrcholu druhého kopce, pokud by bylo nulové tření lyží o sníh a nulový odpor vzduchu?

- a) 10 m/s
- b) 20 m/s
- c) 30 m/s
- d) 40 m/s
- e) 50 m/s
- f) 60 m/s

6. Určete vlnovou délku rozptýleného záření při Comptonově jevu, jestliže jej pozorujeme ve směru kolmém na dopadající svazek RTG paprsků o vlnové délce $\lambda = 5,00 \times 10^{-11} \text{ m}$.

- a) $3,02 \times 10^{-10} \text{ m}$
- b) $4,40 \times 10^{-11} \text{ m}$
- c) $6,10 \times 10^{-12} \text{ m}$
- d) $4,40 \times 10^{-10} \text{ m}$
- e) $5,24 \times 10^{-11} \text{ m}$
- f) $4,75 \times 10^{-11} \text{ m}$

7. Určete výslednou obrazovou ohniskovou vzdálenost soustavy dvou spojných tenkých čoček. Průchod paprsku, který je před soustavou rovnoběžný s optickou osou, je znázorněn v obrázku.



- a) $f' = 80 \text{ mm}$
- b) $f' = 60 \text{ mm}$
- c) $f' = -80 \text{ mm}$
- d) $f' = -60 \text{ mm}$
- e) $f' = 120 \text{ mm}$
- f) $f' = -120 \text{ mm}$

8. Ideální spojná čočka s průměrem $D = 10 \text{ mm}$ zobrazuje dva monochromatické bodové zdroje, které vysílají nekoherentní záření o vlnové délce $\lambda = 500 \text{ nm}$. Zdroje mají stejnou intenzitu a leží v rovině kolmé k optické ose. Jejich vzájemná vzdálenost je $\Delta x = 1 \text{ m}$ (zdroje mají stejnou vzdálenost od optické osy). Do jaké největší vzdálenosti před čočku mohou být zdroje umístěny, aby podle Rayleighova kritéria byly ještě rozlišeny?

- a) 350 m
- b) 890 m
- c) 1,14 km
- d) 2,80 km
- e) 8,9 km
- f) 16,4 km

9. Určete funkci času, podle které narůstá led na hladině rybníka. Předpokládejte teplotu vody 0°C a stálou teplotu vzduchu nad ledem. Parametry vystupující v rovnici jsou koeficient teplotní vodivosti ledu λ , rozdíl mezi teplotou vzduchu a teplotou vody ΔT , hustota vody ρ a měrné skupenské teplo tání ledu l_t .

a) $h(t) = \sqrt{\frac{2\lambda\Delta T}{l_t\rho}}t^{1/2}$

b) $h(t) = \sqrt{\frac{\lambda\Delta T}{l_t\rho}}t$

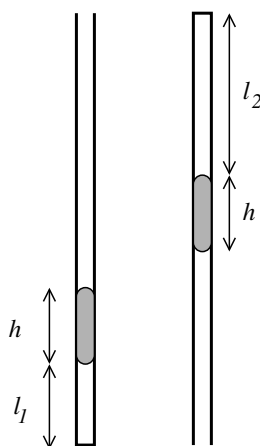
c) $h(t) = \sqrt{\frac{2\lambda\Delta T}{l_t\rho}}$

d) $h(t) = \frac{2\lambda\Delta T}{l_t\rho}t$

e) $h(t) = \frac{2\lambda\Delta T}{l_t\rho t}$

f) $h(t) = \frac{\lambda\Delta T}{l_t\rho}$

10. Ve skleněné kapilární trubici na jednom konci zatavené je uzavřen vzduch sloupcem rtuti o délce 10 cm. Je-li trubice postavena zataveným koncem dolů, má sloupec vzduchu délku 16 cm, je-li postavena zataveným koncem nahoru, je délka vzduchového sloupce 21 cm (viz obrázek). Vypočtete vnější tlak za předpokladu, že teplota je konstantní a trubice je dostatečně dlouhá, takže rtuť nevytéká.



a) $7,2 \times 10^6 \text{ Pa}$

b) $3,4 \times 10^6 \text{ Pa}$

c) $6,9 \times 10^5 \text{ Pa}$

d) $2,7 \times 10^5 \text{ Pa}$

e) $9,9 \times 10^4 \text{ Pa}$

f) $1,2 \times 10^4 \text{ Pa}$

11. V bodě P se nachází bodový elektrický náboj o velikosti $2Q$. Na přímce procházející bodem P leží na opačných stranách od tohoto bodu další dva bodové náboje, každý o velikosti Q . Vzdálenost každého z těchto nábojů od bodu P je 1 m. Jak se změní vzdálenost prvního z těchto nábojů od bodu P, jestliže se zároveň jeho velikost zmenší na hodnotu $Q/2$ a přitom požadujeme, aby se hodnota potenciální energie coulombovské interakce mezi všemi náboji nezměnila? Předpokládejme, že prostředí okolí nábojů lze považovat za homogenní a izotropní.

a) Vzdálenost prvního náboje od bodu P se zmenší na polovinu.

b) Vzdálenost prvního náboje od bodu P se zvětší na hodnotu 1,232 m.

c) Změnou vzdálenosti prvního náboje od P nelze změnu potenciální energie vykompenzovat.

d) Vzdálenost prvního náboje od bodu P se zmenší na hodnotu 0,463 m.

e) Vzdálenost prvního náboje od bodu P se nezmění.

f) Vzdálenost prvního náboje od bodu P se zmenší na hodnotu 0,805 m.

12. Vektor elektrické intenzity rovinné elektromagnetické vlny šířící se v homogenním izotropním prostředí, má vortogonálním pravotočivém souřadném systému složky $E_x = A_x \exp[i(\omega(t - \frac{y}{v}) + \delta)]$, $E_z = A_z \exp[i(\omega(t - \frac{y}{v}))]$. Určete směr šíření energie přenášené touto vlnou, a intenzitu I (efektivní hodnotu toku výkonu P_{ef}) této vlny.
- Přenášena energie se šíří ve směru osy x , $I = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} (\delta 2A_x^2 + A_z^2)$.
 - Energie se šíří v rovině xz , směr šíření energie pólí úhel mezi kladnými směry os x a z , $I = \frac{\epsilon \mu}{2} (A_x^2 + A_z^2)$
 - Přenášena energie se šíří ve směru osy y , $I = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} (A_x^2 + A_z^2)$.
 - Přenášena energie se šíří ve směru osy x , $I = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} (A_x^2 \cos \delta + A_z^2)$.
 - Přenášena energie se šíří ve směru osy y , $I = \frac{\epsilon \mu}{2} (A_x^2 + A_z^2)$.
 - Přenášena energie se šíří ve směru osy x , $I = \frac{\epsilon \mu}{2} (A_x^2 \cos \delta + A_z^2)$.
13. Galaxie A je od nás vzdálena 11,5 miliard světelných let a vzdaluje se od nás rychlostí $2,50 \times 10^8$ m/s. Na stejné přímce za galaxií je kvasar B, vzdálený od nás 13,0 miliard světelných let, který se od nás vzdaluje rychlostí $2,89 \times 10^8$ m/s. Jaká je rychlost galaxie A vzhledem ke kvasaru B?
- Vzdaluje se od něj rychlostí $1,34 \times 10^8$ m/s.
 - Přibližuje se k němu rychlostí $3,02 \times 10^7$ m/s.
 - Vzdaluje se od něj rychlostí $1,99 \times 10^8$ m/s.
 - Přibližuje se k němu rychlostí $2,93 \times 10^8$ m/s.
 - Vzdaluje se od něj rychlostí $3,90 \times 10^7$ m/s.
 - Galaxie je vzhledem ke kvasaru v klidu.
14. Jak je třeba změnit teplotu měděného drátu, aby hustota mědi klesla o 0,1%?
- ochladit o 5°C
 - ohřát o 5°C
 - ochladit o 20°C
 - ohřát o 20°C
 - ochladit o 40°C
 - ohřát o 40°C
15. Jakým napětím je třeba urychlit elektrony, aby se jejich celková energie rovnala dvojnásobku klidové energie?
- 511 kV
 - 28,1 MV
 - 182 V
 - 34,8 V
 - 760 mV
 - 1,76 V
16. Za jakou dobu klesne v radioaktivním vzorku obsah izotopu síry ^{35}S na 5% původní hodnoty?
- 380 dní
 - 4,5 dní
 - 2,5 let
 - 160 dní
 - 15 let
 - 5,7 let
17. Kondenzátor je tvořen dvěma paralelními deskami, každá o ploše 5 cm^2 , které jsou ve vzdálenosti 1 mm od sebe. Mezi deskami je vzduch a kondenzátor je připojen ke zdroji stejnosměrného napětí 12 V. K jaké změně dojde, když do prostoru mezi desky nalijeme minerální olej o relativní permitivitě $\epsilon_r = 2$?
- Napětí na kondenzátoru se zdvojnásobí.
 - Napětí na kondenzátoru klesne na polovinu.
 - Náboj na kondenzátoru se zdvojnásobí.
 - Náboj na kondenzátoru klesne na polovinu.
 - Náboj na kondenzátoru vzroste čtyřikrát.
 - Nedojde k žádné změně elektrostatických veličin.

18. Těleso o hmotnosti m zavěšené na pružině kmitá v homogenním tíhovém poli o tíhovém zrychlením g s periodou T . Jak by se změnila perioda kmitů, jestliže bychom zvýšili hmotnost tělesa na $2m$ a tíhové zrychlení na $2g$?

- a) $T' = T$, b) $T' = 1,41T$, c) $T' = 0,71T$,
d) $T' = 2,5T$, e) $T' = 0,5T$, f) $T' = 4T$

19. Atom vodíku přešel z kvantového stavu s kvantovými čísly $n = 3$, $l = 1$, $m = 0$ do stavu $n = 2$, $l = 0$, $m = 0$, přičemž vyzářil jeden foton. Jak se změnila velikost momentu hybnosti vodíkového atomu?

- a) Vzrostla z 0 na \hbar . b) Klesla z \hbar na 0. c) Zůstala rovna 0.
d) Vzrostla z 0 na $\hbar/2$. e) Klesla z $\hbar/2$ na 0. f) Zůstala rovna $\hbar/2$.

20. Jak velkou silou přitahuje Slunce těleso o hmotnosti 10 kg ve vzdálenosti oběžné dráhy Země?

- a) $17 \mu\text{N}$ b) $0,24 \text{ N}$ c) 60 mN
d) 30 mN e) $1,2 \text{ N}$ f) 28 N

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

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	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

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	$t_{1/2}$
^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

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	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]		