

Státní bakalářská zkouška 8. 2. 2017

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

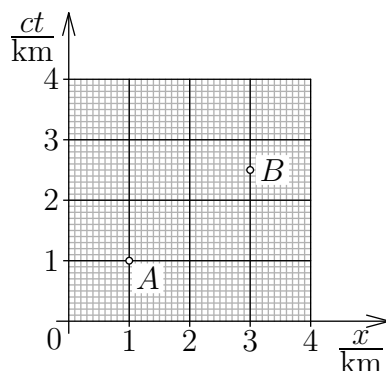
Jméno:

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.

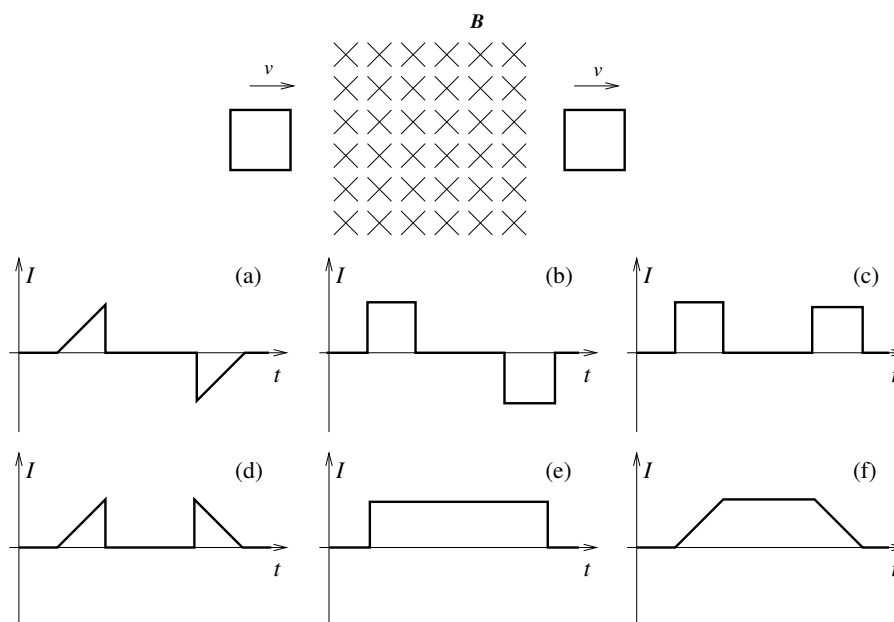
Úlohy

1. Na obrázku je znázorněn Minkowského diagram dvou prostorčasových událostí A a B v nějaké inerciální vztažné soustavě S . Jaká musí být rychlost soustavy S' vzhledem s S , aby v soustavě S' byly události A a B současné?



- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| a) 0,91 c | b) 0,43 c | c) 0,83 c |
| d) 0,50 c | e) 0,62 c | f) 0,75 c |

2. Vyberte graf, který správně znázorňuje proud v závitě jako funkci času. Čtvercový závit se zasune stálou rychlostí do homogenního magnetického pole a následně se stejnou rychlostí z magnetického pole vysune.



3. Určete výšku, do které je třeba zvednout těleso nad povrch Země, aby se gravitační síla, která na těleso působí, zmenšila dvakrát.

- a) 2 640 km b) 3 290 km c) 6 170 km
d) 11 100 km e) 8,5 km f) 14,3 km

4. Částice o hmotnosti 1 kg je zavěšena na pružině a koná lineární harmonický pohyb, u něhož je výchylka z rovnovážné polohy popsána rovnicí

$$y(t) = A \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right),$$

kde $A = 1 \text{ m}$ a $\omega = 0,5 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Jestliže položíme potenciální energii v rovnovážné poloze rovnu 0, jaká je celková mechanická energie částice?

- a) 2 J b) 1 J c) 1/8 J
d) 1/2 J e) 0 J f) 1/4 J

5. Jaký je rozdíl mezi teplem Q_p potřebným k ohřátí $m = 7 \text{ kg}$ kyslíku za stálého tlaku a teplem Q_v potřebným k ohřátí téhož plynu při stálém objemu o $\Delta T = 100 \text{ K}$?

- a) 180 kJ b) 24 kJ c) 670 J
d) 95 J e) 0 J f) 5,4 J

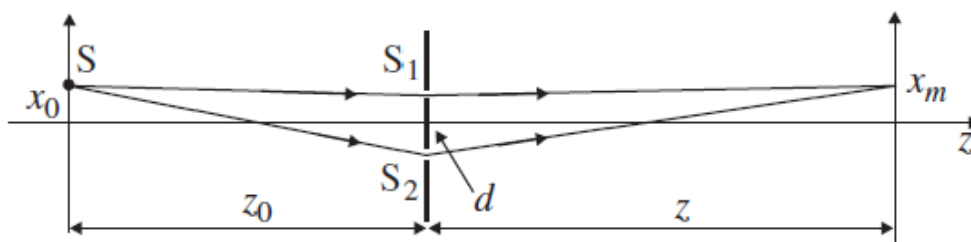
6. Jakou minimální plochu musí mít ledová kra o tloušťce 20 cm plovoucí na řece, aby unesla dobrodruha o hmotnosti 70 kg? Hustota ledu je 900 kg/m^3 .

- a) $1,8 \text{ m}^2$ b) $0,5 \text{ m}^2$ c) $3,5 \text{ m}^2$
d) $17,4 \text{ m}^2$ e) $10,0 \text{ m}^2$ f) 22 m^2

7. Carnotův stroj pracuje se dvěma moly ideálního jednoatomového plynu. Z ohříváče o teplotě 150°C odebere 250 J tepla, z něhož část předá chladiči o teplotě 10°C . Kolik práce vykoná, pracuje-li s ideální účinností?

- a) 233 J b) 32,1 J c) 287 J
d) 166 J e) 140 J f) 82,7 J

8. Štěrby S_1 a S_2 v Youngově experimentu jsou osvětleny bodovým monochromatickým zdrojem světla s vlnovou délkou $\lambda_0 = 600$ nm, který je ve vzdálenosti $z_0 = 1$ m před štěrbinami a jeho příčné posunutí nad optickou osu je $x_0 = 1$ mm. Vzdálenost mezi štěrbinami je $d = 2$ mm. Určete vzdálenost Δx mezi sousedními světlými maximy interferenčního obrazce, který vzniká na stínítku umístěném ve vzdálenosti $z = 2$ m za štěrbinami.



- a) 1,5 mm b) 2,0 mm c) 0,6 mm
d) 1,05 mm e) 0,25 mm f) 0,05 mm

9. Monochromatická rovinná elektromagnetická vlna, která se šíří dielektrickým prostředím podél osy z , má vektor elektrické intenzity určený vztahem

$$\vec{E} = \vec{A} \cos \left[2\pi Q \left(ct - \frac{5}{3}z \right) \right],$$

kde $Q = 10^6 \text{ m}^{-1}$, \vec{A} je amplituda vlny, c je fázová rychlost světla ve vakuu a t a z označují čas a souřadnici. Určete index lomu prostředí, kterým vlna prochází.

- a) $n = 3/2$, b) $n = 4/3$, c) $n = 1$,
d) $n = 5/3$, e) $n = 7/4$, f) $n = 3/5$,

10. Vektor elektrické intenzity \vec{E} elektromagnetického pole v homogenním izotropním prostředí je v okolí bodu o souřadnicích $x = 1$ mm, $y = 1$ mm, $z = -2$ mm, popsán vztahem

$$\vec{E} = E_0 \left[\vec{e}_1 \left(\frac{2yz}{r_0^2} + \frac{7}{x} r_0 \right) + \vec{e}_2 \left(\frac{2xz}{r_0^2} - \frac{11y^3}{r_0^3} \right) + \vec{e}_3 \left(\frac{2xy + 4z^2}{r_0^2} \right) \right],$$

kde $r_0 = 1$ mm a $E_0 = 5$ V/m. Jaké vlastnosti má toto pole?

- a) Nevírové a nezřídlové, potenciálové.
b) Vírové a zřídlové.
c) Nevírové a zřídlové.
d) Nezřídlové a nevírové, avšak není potenciálové.
e) Vírové a nezřídlové.
f) Pouze zřídlové. Zda je pole tohoto vektoru vírové či nevírové, není možné z daného zadání rozhodnout.

11. Měděný drát o průřezu $0,2 \text{ mm}^2$ a délce 150 m je připojen ke zdroji napětí 0,5 V. Jaká je hustota proudu protékajícího drátem?

- a) $6,32 \times 10^3 \text{ A/m}^2$ b) $8,58 \times 10^{-2} \text{ A/m}^2$ c) $2,73 \times 10^4 \text{ A/m}^2$
d) $2,05 \times 10^8 \text{ A/m}^2$ e) $1,87 \times 10^5 \text{ A/m}^2$ f) $7,2 \times 10^{-4} \text{ A/m}^2$

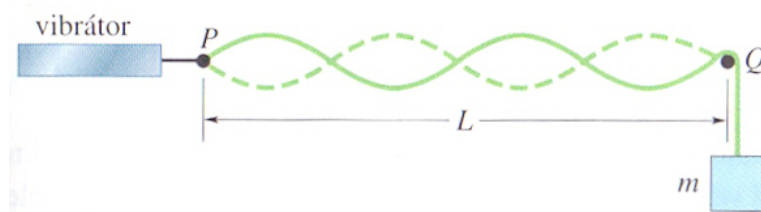
12. Určete stáří dřevěného předmětu, ve kterém aktivita nuklidu ^{14}C činí $3/5$ aktivity tohoto nuklidu ve dřevě právě pokáceného stromu.

- a) 60 let b) 270 let c) 890 let
d) 1600 let e) 4200 let f) 8300 let

13. Raketa A, jejíž klidová délka je 50 m, se pohybuje vůči pozorovateli na Zemi rychlostí $0,8 c$. V čase $t = 0$ se míjí s raketou B, která se vůči Zemi pohybuje rychlostí $0,6 c$ v opačném směru. Jaká je délka rakety A v soustavě spojené s raketou B?
- a) 48 m b) 69 m c) 11 m
d) 16 m e) 75 m f) 88 m

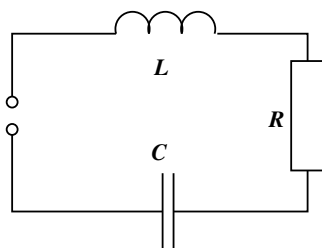
14. Kyvadlové hodiny se denně předbíhají o čtyři minuty. Jak musíme upravit délku kyvadla, aby šly hodiny správně?
- a) zkrátit o 0,17% b) prodloužit o 0,56% c) zkrátit o 3,1 %
d) prodloužit o 1,8% e) zkrátit o 5,2% f) prodloužit o 2,3%

15. Na obrázku je zobrazena struna spojená na jednom konci v bodě P s generátorem sinusových kmitů a na druhém konci zatížená přes držák Q závažím o hmotnosti m . Vzdálenost L bodů P a Q činí 1 m, délková hustota struny je $1,6 \text{ g m}^{-1}$. Frekvence generátoru je nastavena na hodnotu 100 Hz, body P a Q lze považovat za uzly. Při jaké hmotnosti závaží je struna rozvibrována na čtvrté harmonické frekvenci?



- a) 0,1 kg b) 0,2 kg c) 0,3 kg
d) 0,4 kg e) 0,5 kg f) 0,6 kg
16. Jakou kapacitu má kondenzátor, který při napětí 2,50 kV nese energii 2,22 J?
- a) 340 nF b) 62,1 μF c) 55,8 pF
d) 8,20 μF e) 710 nF f) 653 pF
17. Při přechodu z kvantového stavu s hlavním kvantovým číslem $n = 2$ do stavu s $n = 1$ vyzáří atom vodíku foton o energii 10,15 eV. Jakou energii bude mít vyzářený foton, pokud vodíkový atom přejde ze stavu s $n = 4$ do stavu s $n = 2$?
- a) 2,54 eV b) 1,88 eV c) 0,31 eV
d) 15,4 eV e) 71,2 eV f) 8,32 eV
18. Rezonanční LC obvod je tvořen cívku o indukčnosti 250 mH a kondenzátorem o kapacitě 7,8 pF. Pokud je amplituda napětí na kondenzátoru rezonančně kmitajícího obvodu 140 V, jaká je amplituda proudu?
- a) 780 μA b) 2,4 mA c) 16 mA
d) 420 mA e) 1,2 A f) 29 A
19. Jakou oběžnou dobu by měl satelit obíhající po kruhové dráze nad povrchem Merkuru?
- a) 35 min b) 1 h 25 min c) 2 h 45 min
d) 5 h 12 min e) 12 h 30 min f) 23 h 20 min

20. 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) 72 % | c) 98 % |
| d) 64 % | e) 5,5 % | f) 83 % |

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

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]			