

Státní bakalářská zkouška 9. 6. 2022

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

Jméno:

Pokyny k řešení testu:

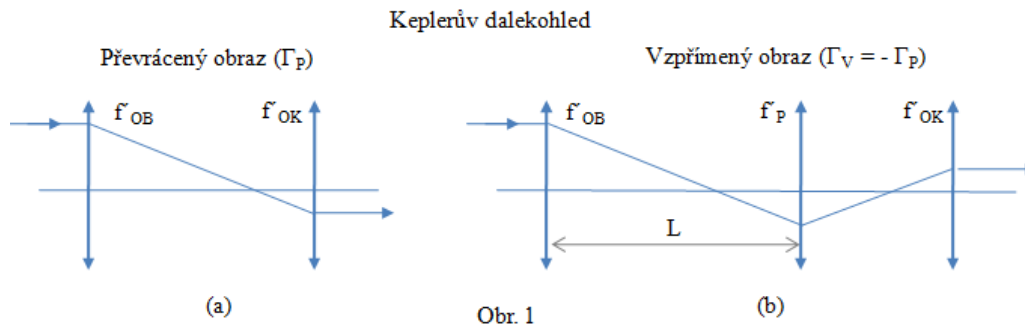
- Ke každé úloze je správně pouze jedna odpověď.
- Čas k řešení je 120 minut (6 minut na úlohu): snažte se nejprve rychle vyřešit ty nejsnazší úlohy, pak se vraťte ke složitějším.
- Při řešení smíte používat kalkulačku.
- Fyzikální konstanty a materiálové parametry, které budete při řešení potřebovat, 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 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
2. Jisté množství kapaliny A o měrné tepelné kapacitě $1,8 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ a teplotě 26°C bylo smícháno s jinou kapalinou B o měrné tepelné kapacitě $1,04 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ a teplotě 8°C . Výsledná teplota se ustálila na 20°C . V jakém poměru byly kapaliny A:B smíchány?
a) 1,16 b) 0,86 c) 3,46
d) 0,29 e) 1,73 f) 3,00
3. Rovinná elektromagnetická vlna se šíří ve vakuu. Vektor magnetické intenzity této vlny je $\vec{H} = \vec{e}_3 \cdot 3 \cdot e^{i(\omega t - kx)}$ (A/m). Určete vektor elektrické intenzity \vec{E} .
a) $\vec{E} = \vec{e}_1 \cdot 3\pi \cdot e^{i(\omega t - kz)}$ (V/m) b) $\vec{E} = -\vec{e}_1 \cdot 200\pi \cdot e^{i(\omega t - ky)}$ (V/m)
c) $\vec{E} = \vec{e}_2 \cdot 360\pi \cdot e^{i(\omega t - kx)}$ (V/m) d) $\vec{E} = \vec{e}_2 \cdot 3 \cdot e^{i(\omega t - kz)}$ (V/m)
e) $\vec{E} = \vec{e}_3 \cdot 3\pi \cdot e^{i(\omega t - ky)}$ (V/m) f) $\vec{E} = -\vec{e}_2 \cdot 1 \cdot e^{i(\omega t - kx)}$ (V/m)

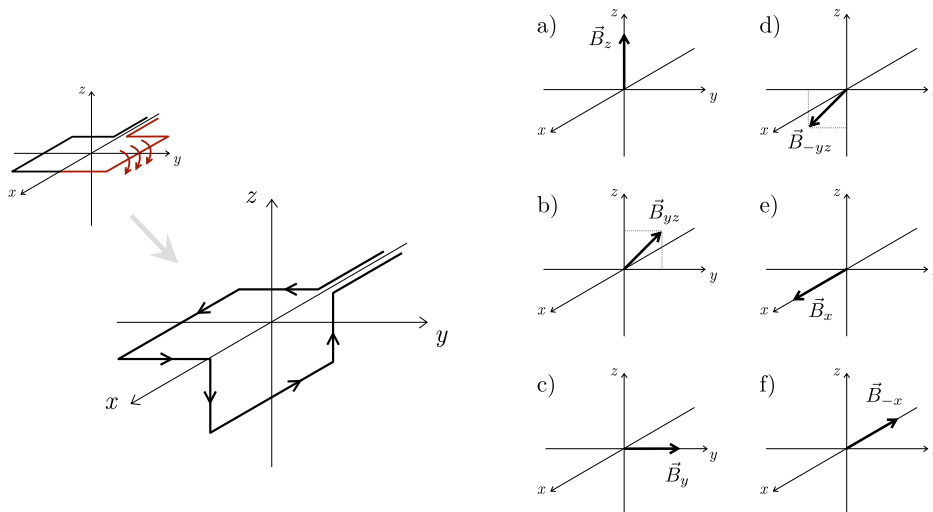
4. Elektron s klidovou hmotností $511 \text{ keV}/c^2$ zpomalil z rychlosti $0,998c$ na rychlost $0,500c$. O kolik se změnila jeho hybnost?
- a) $2,17 \text{ MeV}/c$ b) $4,36 \text{ MeV}/c$ c) $5,28 \text{ MeV}/c$
 d) $7,77 \text{ MeV}/c$ e) $12,4 \text{ MeV}/c$ f) $17,9 \text{ MeV}/c$

5. Keplerův dalekohled podle obr. 1a) je tvořen objektivem s obrazovou ohniskovou vzdáleností $f'_{OB} = 425 \text{ mm}$ a spojným okulem ($f'_{OK} > 0$). Dalekohled vytváří převrácený obraz s úhlovým zvětšením $\Gamma_P = -50$. Aby bylo dosaženo vzpřímení obrazu, dalekohled byl doplněn spojnou čočkou o obrazové ohniskové vzdálenosti $f'_P = 37.5 \text{ mm}$ podle obr. 1b). Určete, do jaké vzdálenosti od objektivu L byla čočka umístěna, když úhlové zvětšení vzpřímeného obrazu bylo $\Gamma_V = -\Gamma_P = 50$.



- a) $L = 575 \text{ mm}$ b) $L = 500 \text{ mm}$ c) $L = 485 \text{ mm}$
 d) $L = 525 \text{ mm}$ e) $L = 537,5 \text{ mm}$ f) $L = 515 \text{ mm}$
6. Otvorem o průměru 1 cm při dně sudu o výšce H vyteče voda z plného sudu za určitou dobu. Do jaké výšky H' by se měl naplnit sud, aby z něj vytekla voda otvorem o polovičním průměru za stejnou dobu?
- a) $H' = (3/4)H$ b) $H' = (1/8)H$ c) $H' = (1/2)H$
 d) $H' = (2/3)H$ e) $H' = (3/5)H$ f) $H' = (1/16)H$
7. 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) $3 \ 210 \text{ km}$ b) 345 km c) $7 \ 880 \text{ km}$
 d) $12 \ 500 \text{ km}$ e) $2,9 \text{ km}$ f) $15,8 \text{ km}$
8. Jaká je maximální kinetická energie elektronů vystupujících z rubidiové elektrody ozářené světlem o vlnové délce 430 nm ?
- a) 729 meV b) 910 meV c) $1,45 \text{ eV}$
 d) $3,90 \text{ eV}$ e) $12,3 \text{ eV}$ f) $21,8 \text{ eV}$
9. 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) $\frac{8}{7}g$

10. Čtvercový závit se středem v počátku soustavy souřadnic ležící v rovině xy byl ohnutý podél osy x o 90° tak, že ohnutá polovina závitu nyní leží v rovině xz podle obrázku. Závitem protéká elektrický proud ve vyznačeném směru. Určete směr vektoru magnetické indukce v počátku soustavy souřadnic.

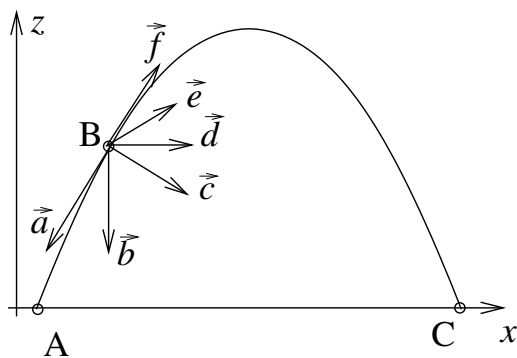


11. Zvuk sirény ve volném prostoru má hlasitost 90 dB, pokud jsme ve vzdálenosti 20 m. Jaká bude hlasitost, pokud se k siréně přiblížíme na vzdálenost 10 m?
 a) 100 dB b) 92 dB c) 130 dB
 d) 96 dB e) 85 dB f) 104 dB
12. Izotop thallia ${}_{81}^{210}\text{Tl}$ se postupně přeměnil cestou tří β^- rozpadů a jednoho α rozpadu. Jaký vznikl izotop?
 a) ${}_{80}^{207}\text{Hg}$, b) ${}_{81}^{212}\text{Tl}$, c) ${}_{82}^{206}\text{Pb}$, d) ${}_{83}^{211}\text{Bi}$, e) ${}_{84}^{209}\text{Po}$, f) ${}_{85}^{212}\text{At}$.
13. Kondenzátor o kapacitě 140 nF je nabit na napětí 800 V. Pokud jej zkratujeme rezistorem o odporu 4 k Ω , za jak dlouho klesne jeho napětí na 400 V?
 a) 4,1 μs , b) 15 μs , c) 390 μs ,
 d) 2,8 ms, e) 55 ms, f) 670 ms.
14. Jaké množství hliníku je zapotřebí na výrobu drátu dlouhého 1 km tak, aby jeho odpor byl 25 Ω ?
 a) 48 kg b) 2,9 kg c) 390 g
 d) 6,4 kg e) 750 kg f) 23 kg
15. Jakým momentem síly je nutno roztáčet obruč o průměru 1,5 m a hmotnosti 0,50 kg, aby se za 5,0 sekund roztočila z klidu na 300 otáček za minutu?
 a) 0,442 Nm b) 1,8 Nm c) 78 Nm
 d) 390 Nm e) 3,3 kNm f) 42 kNm
16. Jakou rychlost by měl satelit obíhající po kruhové dráze nad povrchem Jupiteru?
 a) 190 m/s b) 530 km/s c) 12 km/s
 d) 580 m/s e) 980 km/s f) 43 km/s

17. Jaká je nejkratší vzdálenost, na které může zastavit automobil jedoucí po vodorovné silnici rychlostí 108 km/h, je-li součinitel smykového tření mezi pneumatikami a povrchem vozovky 0,4?

- a) 22 m b) 38 m c) 115 m
 d) 15 m e) 50 m f) 82 m

18. Obrázek znázorňuje trajektorii hmotného bodu při šikmém vrhu v homogenním tíhovém poli ve vakuu. Hmotný bod se pohybuje z bodu A přes bod B do bodu C. Která šipka znázorňuje vektor zrychlení hmotného bodu v bodě B?

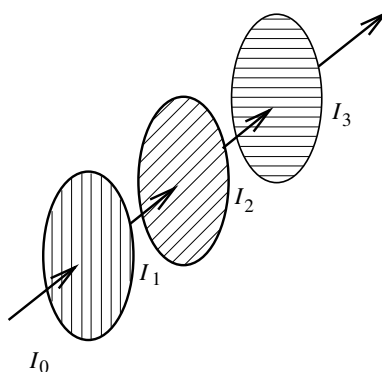


- a) b) c) d) e) f)

19. Jak se změní hustota zlata, když jej z 0°C ohřejeme na 100°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%

20. Svazek světla prochází postupně třemi polarizátory, přičemž druhý polarizátor má rovinu polarizace vůči prvnímu otočenou o 15° a třetí vůči prvnímu o 90° (viz obrázek). Pokud je intenzita světla za prvním polarizátorem I_1 , jaká je intenzita I_3 za třetím polarizátorem?



- a) 0 b) 6,3% I_1 c) 12% I_1
 d) 25% I_1 e) 54% I_1 f) 78% I_1

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

1c, 2a, 3c, 4d, 5b, 6f, 7c, 8a, 9a, 10b,
 11d, 12c, 13c, 14b, 15b, 16f, 17c, 18b, 19e, 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 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 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	^1H 1,008																	^2He 4,003
2	^3Li 6,939	^4Be 9,012										^5B 10,81	^6C 12,01	^7N 14,01	^8O 16,00	^9F 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]		