

Státní bakalářská zkouška 31. 8. 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

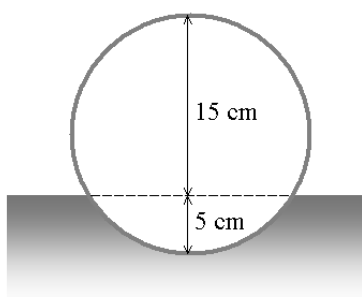
1. Jaká část počátečního množství radioaktivních jader ^{90}Sr zůstane po 10 a po 100 letech od jaderného výbuchu?
a) 24 %, 2,4 % b) 79 %, 9,0 % c) 1,2 %, 0,026 %
d) 15 %, 12 % e) 3,3 %, 0,033 % f) 98 %, 92 %
2. Na základě znalosti molární hmotnosti vody odhadněte průměr molekuly vody, pokud její tvar aproximujeme koulí.
a) $D = 0,1 \text{ \AA}$ b) $D = 0,3 \text{ \AA}$ c) $D = 1 \text{ \AA}$
d) $D = 3 \text{ \AA}$ e) $D = 10 \text{ \AA}$ f) $D = 30 \text{ \AA}$
3. V drátěném kruhovém závitě o plošném obsahu $S = 0,3 \text{ m}^2$ je zapojen kondenzátor o kapacitě $C = 10 \text{ \mu F}$. Závit je umístěný v homogenním magnetickém poli tak, že indukční čáry svírají s plochou závitu úhel 30° . Velikost magnetické indukce B se s časem rovnoměrně zmenšuje 5 mT/s . Jak velkým nábojem se během této změny nabije kondenzátor?
a) 7,5 nC b) 19 nC c) 230 nC
d) 1,1 μC e) 36 μC f) 420 μC
4. Jak se změní hustota hliníku, když jej z 50°C ochladíme na -10°C ?
a) poklesne o 2,7% b) vzroste o 0,43% c) poklesne o 1,8%
d) vzroste o 0,87% e) poklesne o 0,42% f) vzroste o 1,6%

5. Na vzduchu leží dva kladné bodové elektrické náboje. První náboj má velikost $Q_1 = 50\mu\text{C}$ a jeho poloha vzhledem k počátku souřadného systému je popsána polohovým vektorem $\vec{r}_1 = (-2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 - 3\vec{e}_3)\text{m}$. Druhý náboj má velikost $Q_2 = 20\mu\text{C}$ a jeho polohu určuje polohový vektor $\vec{r}_2 = (2\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2)\text{m}$, kde $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ jsou jednotkové vektory v kladných směrech souřadných os. Určete Coulombovu sílu \vec{F}_{21} , kterou náboj Q_2 působí na náboj Q_1 .

- a) $\vec{F}_{21} = 0,36 \cdot (0,2\vec{e}_1 + 0,35\vec{e}_2)$ N b) $\vec{F}_{21} = -0,28 \cdot (-0,8\vec{e}_1 + 0,6\vec{e}_3)$ N
 c) $\vec{F}_{21} = 0,36 \cdot (-0,8\vec{e}_1 - 0,6\vec{e}_3)$ N d) $\vec{F}_{21} = 0,18 \cdot (0,2\vec{e}_1 + 0,35\vec{e}_2 - 0,92\vec{e}_3)$ N
 e) $\vec{F}_{21} = 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot (0,2\vec{e}_1 + 0,98\vec{e}_3)$ N f) $\vec{F}_{21} = 0,28\vec{e}_3$ N

6. Kulatý míč o neznámé hustotě a složení spadl do vody. Určete hmotnost míče, když víte, že míč na vodě plave, jeho vrchol vyčnívá 15 cm nad hladinu vody a jeho spodek je ponořen do hloubky 5 cm.

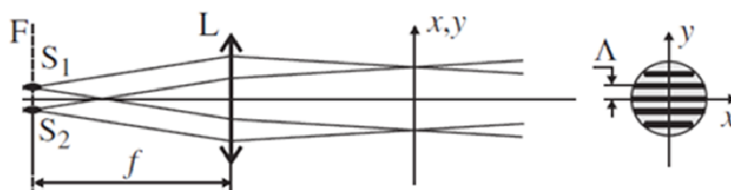
- a) 21 g b) 58 g c) 130 g
 d) 420 g e) 650 g f) 890 g



7. 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

8. Dva koherentní bodové zdroje S_1 a S_2 vysílající monochromatické záření s vlnovou délkou $\lambda = 632,8$ nm jsou umístěny do předmětové ohniskové roviny čočky o obrazové ohniskové vzdálenosti $f' = 500$ mm. Určete vzdálenost d mezi bodovými zdroji S_1 a S_2 , jestliže interferenční proužky vytvořené v oblasti překrytí svazků za čočkou mají periodu $\Lambda = 1,0$ mm.

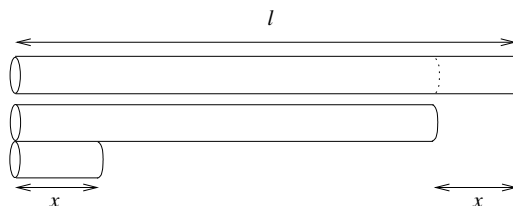


- a) 3,160 mm b) 0,968 mm c) 0,158 mm
 d) 1,628 mm e) 0,632 mm f) 0,316 mm

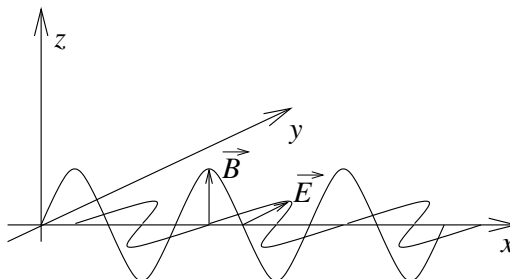
9. Čemu je rovna de Broglieho délka vlny pro proton urychlený potenciálovým rozdílem $U = 3$ MV?

- a) $1,4 \times 10^{-17}$ m b) $3,0 \times 10^{-16}$ m c) $2,5 \times 10^{-15}$ m
 d) $1,7 \times 10^{-14}$ m e) $4,4 \times 10^{-13}$ m f) $2,7 \times 10^{-12}$ m

10. 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) $D = 0,69 \text{ } \mu\text{C/m}^2$ $P = 1,12 \text{ } \mu\text{C/m}^2$.
11. 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
12. Z homogenního drátu hmotnosti 600 g byl vytvořen čtverec o straně 60 cm . Určete moment setrvačnosti tohoto čtverce vzhledem k ose v níž leží úhlopříčka čtverce.
- a) $I = 2,3 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$ b) $I = 1,3 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$ c) $I = 3,1 \times 10^{-1} \text{ kg m}^2$
d) $I = 3,6 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$ e) $I = 1,8 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$ f) $I = 2,7 \times 10^{-1} \text{ kg m}^2$
13. Kvádr sklouzl dolů po nakloněné rovině o délce 7 m , která svírá s vodorovnou rovinou úhel 60° , za dobu $2,0 \text{ s}$. Počáteční rychlost kvádrů je nulová. Najděte součinitel smykového tření mezi kvádrem a povrchem nakloněné roviny.
- a) $0,39$ b) $0,50$ c) $0,87$
d) $1,03$ e) $1,62$ f) $1,82$
14. Jeden litr vody o teplotě 20°C smícháme se čtyřmi litry vody o teplotě 30°C . Jak se přitom změní entropie této soustavy?
- a) Klesne o 130 J/K b) Vzroste o $1,9 \text{ J/K}$ c) Klesne o 44 J/K
d) Vzroste o 15 J/K e) Klesne o $2,1 \text{ J/K}$ f) Vzroste o $0,30 \text{ J/K}$
15. Při prodloužení pružiny z její rovnovážné polohy o 5 cm jsme vykonali práci $0,50 \text{ J}$. Jakou dodatečnou práci musíme vykonat, abychom pružinu prodloužili o další centimetr? Předpokládáme, že pro pružinu platí Hookův zákon.
- a) $0,39 \text{ J}$ b) $0,22 \text{ J}$ c) $1,3 \text{ J}$
d) $0,12 \text{ J}$ e) $2,1 \text{ J}$ f) $0,6 \text{ J}$
16. Z odporového drátu délky l o obsahu průřezu S a odporu R odstříhneme část drátu o délce x a přiložíme ho těsně podél zbytku drátu. Jak dlouhý musí být odstřižený drát, aby po této úpravě klesl celkový odpor na třetinu původní hodnoty?
- a) $x = l/6$ b) $x = l/3$ c) $x = l/4$
d) $x = 3l/7$ e) $x = 2l/5$ f) $x = 4l/9$



17. Duté zrcadlo o poloměru křivosti 46 cm zobrazuje plamen svíčky umístěný ve vzdálenosti 18 cm od vrcholu zrcadla. Jaké vlastnosti má obraz plamene?
- Je skutečný, zvětšený a přímý.
 - Je skutečný, zvětšený a převrácený.
 - Je skutečný, zmenšený a přímý.
 - Je skutečný, zmenšený a převrácený.
 - Je zdánlivý, zvětšený a přímý.
 - Je zdánlivý, zvětšený a převrácený.
 - Je zdánlivý, zmenšený a přímý.
 - Je zdánlivý, zmenšený a převrácený.
18. Měrná tepelná kapacita se při nízké teplotě u mnoha kovů mění s teplotou T podle vztahu $c = AT^3$, kde A je konstanta. Odhadněte množství tepla potřebného k ohřátí 2 g olova z 8 K na 16 K, jestliže pro olovo je $A = 8,1 \times 10^{-3} \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-4}$.
- 100 mJ
 - 7,3 J
 - 63 J
 - 65 μJ
 - 3,3 μJ
 - 250 mJ
19. Střední doba života částice v její klidové soustavě je $2,8 \cdot 10^{-10}$ s. Jaká je střední doba života této částice vzhledem k laboratoři, vůči níž se pohybuje rychlostí $0,98c$?
- 78 ps
 - 1,4 ns
 - 870 ns
 - 550 ps
 - 1,0 ns
 - 25 ns
20. Na obrázku je znázorněno elektrické a magnetické pole elektromagnetické vlny v určitý časový okamžik. Jaké vlastnosti má tato vlna v tento okamžik?



- Stojatá, $|E|$ roste, $|B|$ klesá.
- Stojatá, $|E|$ klesá, $|B|$ roste.
- Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v kladném směru osy x .
- Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v záporném směru osy x .
- Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v kladném směru osy x .
- Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v záporném směru osy x .

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

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]		