

Státní bakalářská zkouška 12. 6. 2019

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

Jméno:

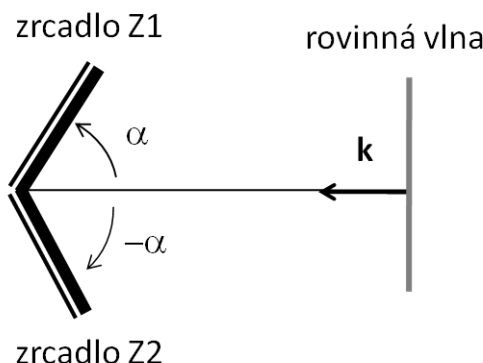
Pokyny k řešení testu:

- 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.

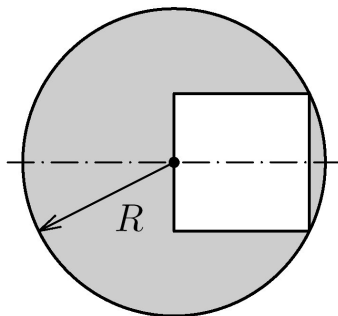
Úlohy

1. Za letního počasí při teplotě 20°C podnikneme let balónem, na cestu si vezmeme barometr. Pokud při zemi naměříme tlak 1025 hPa, odhadněte, v jaké se nacházíme výšce, když barometr ukazuje tlak 997 hPa.
a) 25 m b) 60 m c) 245 m
d) 380 m e) 525 m f) 1300 m
2. Odhadněte hustotu polarizačních nábojů na povrchových rovinách slídkové destičky o tloušťce 2 mm, která je izolátorem v rovinném kondenzátoru nabitým na napětí 400 V.
a) $9 \times 10^{-6} \text{ C m}^{-2}$ b) $2 \times 10^{-5} \text{ C m}^{-2}$ c) $3 \times 10^{-6} \text{ C m}^{-2}$
d) $4 \times 10^{-7} \text{ C m}^{-2}$ e) $5 \times 10^{-9} \text{ C m}^{-2}$ f) $8 \times 10^{-7} \text{ C m}^{-2}$
3. 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

4. Na zrcadla Z_1 a Z_2 dopadá monochromatická rovinná vlna s vlnovou délkou λ . Zrcadla svírají s vlnovým vektorem rovinné vlny k úhly α a $-\alpha$, jak naznačeno v obrázku. Jaký musí být úhel nastavení zrcadel α aby vytvořené interferenční proužky měly periodu, která je právě 4x větší než vlnová délka použitého světla, $\Lambda = 4\lambda$?

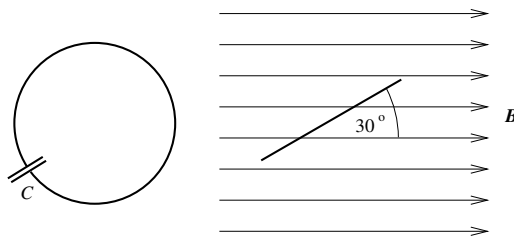


- a) $\alpha = 35,2^\circ$, b) $\alpha = 75,6^\circ$, c) $\alpha = 46,3^\circ$,
d) $\alpha = 86,4^\circ$, e) $\alpha = 27,1^\circ$, f) $\alpha = 88,5^\circ$.
5. V homogenním izotropním nevodivém prostředí s relativní permeabilitou $\mu_r = 1$ se šíří rovinná elektromagnetická vlna. Vektory elektrické a magnetické intenzity této vlny jsou $\vec{E} = \vec{e}_3 \cdot 60\pi \cdot e^{i(\omega t - ky)}$ (Vm^{-1}), $\vec{H} = \vec{e}_1 \cdot 1 \cdot e^{i(\omega t - ky)}$ (Am^{-1}). Jaká je relativní permitivita ϵ_r tohoto prostředí, je-li impedance vakua $Z = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0} = 120\pi$ (V/A)?
- a) $\epsilon_r = 2$, b) $\epsilon_r = 1,71$, c) $\epsilon_r = 4$,
d) $\epsilon_r = 1$, e) $\epsilon_r = 0,5\pi$, f) $\epsilon_r = 8,852$.
6. Je-li teplota v místnosti 25°C , je výkon vyzařování topného tělesa 80 Js^{-1} . Pokud se teplota v místnosti sníží na 20°C , vyzařování topného tělesa se zvýší na 95 Js^{-1} . Uvažujeme-li topné těleso jako absolutně černý zářič, určete jeho teplotu.
- a) 37 K , b) 48°C , c) 101°C ,
d) 84°C , e) 305 K , f) 128°C ,
7. V cívce elektromagnetického oscilátoru složeného z cívky o indukčnosti L a kondenzátoru s kapacitou 10 nF , se změnou proudu 500 mA za 10 ms indukovalo napětí $0,5 \text{ V}$. Magnetická energie cívky má hodnotu $1,25 \text{ mJ}$. Určete indukčnost cívky a frekvenci oscilátoru.
- a) 10 mH , 16 kHz , b) 34 mH , 78 kHz , c) 150 mH , 450 kHz ,
d) 420 mH , $1,2 \text{ MHz}$, e) 660 mH , 33 MHz , f) 890 mH , 60 MHz .
8. Nalezněte polohu těžiště homogenní hliníkové kruhové desky o poloměru 100 cm se čtvercovým otvorem (viz obrázek). Deska má všude stejnou tloušťku $0,5 \text{ cm}$.



- a) $27,5 \text{ cm}$ vpravo od středu b) $28,6 \text{ cm}$ vlevo od středu c) $21,2 \text{ cm}$ vpravo od středu
d) $23,3 \text{ cm}$ vlevo od středu e) $12,0 \text{ cm}$ vpravo od středu f) $15,3 \text{ cm}$ vlevo od středu

9. Částice o neznámé (klidové) hmotnosti M se rozpadá na dvě částice s (klidovými) hmotnostmi $m_1 = 0,50 \text{ GeV}/c^2$ a $m_2 = 1,00 \text{ GeV}/c^2$. První z nich má hybnost o velikosti $p_1 = 2,00 \text{ GeV}/c$ ve směru osy y , druhá o velikosti $p_2 = 1,50 \text{ GeV}/c$ ve směru osy x . Jaká byla klidová hmotnost M částice před rozpadem?
- a) $2,46 \text{ GeV}/c^2$, b) $3,50 \text{ GeV}/c^2$, c) $3,86 \text{ GeV}/c^2$,
d) $2,95 \text{ GeV}/c^2$, e) $1,50 \text{ GeV}/c^2$, f) $4,27 \text{ GeV}/c^2$.
10. Rotor helikoptéry tvoří 4 listy, každý z nich můžeme považovat za tyč o délce 4,0 m a hmotnosti 50 kg otáčející se podél osy procházející jejím koncem. Jaká je celková kinetická energie rotoru při frekvenci 300 otáček za minutu?
- a) 232 kJ, b) 1,90 GJ, c) 13,3 MJ,
d) 46,7 kJ, e) 1,05 MJ, f) 526 kJ.
11. V kruhovém závitě z měděného vodiče s obsahem plochy $S = 0,3 \text{ m}^2$ je zapojen kondenzátor o kapacitě $20 \mu\text{F}$. Závit je umístěn v homogenním magnetickém poli, jehož indukční čáry svírají s plochou závitu úhel 30° . Velikost magnetické indukce B se s časem rovnoměrně zmenšuje $2 \cdot 10^{-3} \text{ T} \cdot \text{s}^{-1}$. Určete náboj, kterým se při této změně nabije kondenzátor.



- a) 66 C, b) 0,60 nC, c) 6,0 nC,
d) 1,5 C, e) $1,5 \mu\text{C}$, f) $35 \mu\text{C}$,
12. Mezi dvěma svislými vodivými deskami, jejichž vzdálenost je 8 mm, padá olejová kapka o hmotnosti $9,0 \times 10^{-14} \text{ kg}$, nabitá nábojem odpovídajícím stu elementárních nábojů. Určete úhel, pod kterým bude kapka padat po připojení napětí $U = 450 \text{ V}$ na vodivé desky.
- a) $0^\circ 23'$ b) $1^\circ 40'$ c) 8°
d) 26° e) 45° f) 68°
13. Před tenkou spojnou čočkou o obrazové ohniskové vzdálenosti 5 mm je umístěn předmět, který je zobrazen s příčným měřítkem zobrazení $m = -2$. Čočka je při tomto zobrazení umístěna ve vzduchu. Jaké bude příčné měřítko zobrazení m_I , jestliže poloha předmětu vzhledem k čočce zůstane nezměněna ale předmětový prostor bude zaplněn vodní imerzí? Pro zobrazení je použito monochromatické světlo odpovídající Fraunhoferově čáře D ($\lambda_D = 589,3 \text{ nm}$). Úlohu řešte v přístupu paraxiálního zobrazování.
- a) $m_I = -2$, b) $m_I = -4$, c) $m_I = -6$,
d) $m_I = -8$, e) $m_I = -10$, f) $m_I = -1$.
14. Při kolaudaci budovy byla naměřena objemová aktivita radonu $145 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Odhadněte, kolik atomů radonu ^{222}Rn se nachází v jednom metru krychlovém vzduchu v budově.
- a) 25 b) $3,4 \times 10^3$ c) $1,7 \times 10^5$
d) $6,9 \times 10^7$ e) $4,0 \times 10^9$ f) $6,1 \times 10^{11}$
15. Kolik energie by bylo zapotřebí k vynesení tělesa o hmotnosti 1 kg z povrchu Země do nekonečné vzdálenosti za předpokladu, že se ve vesmíru jiná tělesa nenacházejí?
- a) 350 J b) 56 kJ c) 62 MJ
d) 2,1 GJ e) 870 GJ f) 7,0 TJ

16. Jakou kinetickou energii má proton, jestliže vlnová délka jeho příslušných de Broglieho vln je $\lambda_{dB} = 9,04 \times 10^{-13} \text{ m}$?
- a) 10,0 eV b) 100 eV c) 1,00 keV
d) 10,0 keV e) 100 keV f) 1,00 MeV
17. Hustota zářivého toku Slunce ve vzdálenosti Země je určena solární konstantou $K = 1327 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Na základě této znalosti odhadněte úbytek hmotnosti Slunce za 1 s.
- a) 350 kg b) $2,5 \times 10^3 \text{ t}$ c) $4,2 \times 10^6 \text{ t}$
d) $5,5 \times 10^9 \text{ t}$ e) $7,2 \times 10^{12} \text{ t}$ f) $4,1 \times 10^{15} \text{ t}$
18. Vodní kapku poloměru $r_1 = 0,30 \text{ cm}$ rozprášíme na drobné kapičky o poloměrech $r_2 = 3,0 \times 10^{-6} \text{ cm}$. Jak se změní hodnota celkové povrchové energie vody po rozprášení?
- a) vzroste na stopadesátinásobek původní hodnoty
b) poklesne o $7,1 \mu\text{J}$
c) vzroste o $2,4 \text{ mJ}$
d) vzroste o $0,83 \text{ J}$
e) poklesne na miliontinu původní hodnoty
f) zůstane nezměněná
19. Těleso o hmotnosti 25 g je zavěšeno na pružině o tuhosti $20,0 \text{ N/m}$. V čase $t_0 = 0 \text{ s}$ se nachází $5,00 \text{ cm}$ pod rovnovážnou polohou a pohybuje se rychlostí $12,0 \text{ cm/s}$ směrem vzhůru. Kde se bude nacházet v čase $t = 300 \text{ ms}$?
- a) $2,2 \text{ cm}$ pod rovnovážnou polohou
b) $14,8 \text{ cm}$ nad rovnovážnou polohou
c) $7,5 \text{ cm}$ pod rovnovážnou polohou
d) $8,2 \text{ cm}$ nad rovnovážnou polohou
e) 23 cm pod rovnovážnou polohou
f) $3,3 \text{ cm}$ nad rovnovážnou polohou
20. Jakou práci musíme vykonat, abychom za pokojové teploty izotermicky stlačili dva litry vzduchu na desetinu původního objemu, pokud předpokládáme, že původní tlak byl atmosférický?
- a) $4,76 \text{ kJ}$ b) $24,2 \text{ J}$ c) 151 J
d) 460 J e) $13,5 \text{ J}$ f) $43,7 \text{ kJ}$

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

Fyzikální konstanty a materiálové parametry

$$\begin{aligned}
 G &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \\
 N_A &= 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
 R &= 8,314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \\
 c &= 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \\
 \epsilon_0 &= 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \\
 \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} \\
 e &= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \\
 u &= 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} \\
 m_p &= 1,00783u \\
 m_n &= 1,00867u \\
 m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \\
 h &= 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 \hbar &= 1,0545 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 k_B &= 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}
 \end{aligned}$$

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]			