

Státní bakalářská zkouška 6. 6. 2018

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

Jméno:

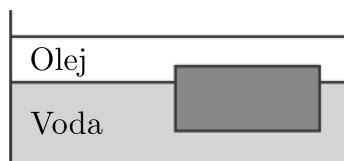
Pokyny k řešení testu:

- 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.

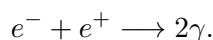
Úlohy

1. 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
2. V homogenním izotropním ztrátovém prostředí s relativní permitivitou $\epsilon_r = 2,2$ a měrnou vodivostí $\gamma = 10,2 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ se v kladném směru osy x šíří lineárně polarizovaná elektromagnetická vlna s vektorem elektrické intenzity $\vec{E} = \vec{e}_2 E_y e^{-\frac{\omega \kappa x}{c}} e^{i\omega(t - \frac{nx}{c})}$. Určete frekvenci této vlny pro případ, kdy se sobě rovnají velikosti vektorů proudové hustoty vodivého proudu j a hustoty Maxwellova proudu j_M .
a) $\omega = 1,02 \times 10^{16} \text{rad/s}$, b) $\omega = 2,24 \times 10^{12} \text{rad/s}$, c) $\omega = 6,89 \times 10^{10} \text{rad/s}$,
d) $\omega = 2,20 \times 10^9 \text{rad/s}$, e) $\omega = 5,24 \times 10^{11} \text{rad/s}$, f) $\omega = 8,01 \times 10^{14} \text{rad/s}$.
3. 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) ${}_{85}^{212}\text{At}$.
4. Kinetická energie jednoho protonu je devětkrát větší než energie druhého protonu. Určete poměr délky λ_1 de Broglieho vlny prvního protonu k délce λ_2 de Broglieho vlny druhého protonu. Rychlosti obou protonů jsou malé vzhledem k rychlosti světla.
a) $\lambda_1/\lambda_2 = 27$, b) $\lambda_1/\lambda_2 = 9$, c) $\lambda_1/\lambda_2 = 3$,
d) $\lambda_1/\lambda_2 = 1$, e) $\lambda_1/\lambda_2 = 1/3$, f) $\lambda_1/\lambda_2 = 1/9$.

5. Naběračka na polévku má délku 300 mm a hmotnost 118 g. Na konci rukojeti je kovové ouško pro zavěšení. Těžiště naběračky je ve vzdálenosti 200 mm od horního konce ouška. Měřením bylo zjištěno, že naběračka, je-li zavěšena za ouško, vykoná 20 kyvů za 10,0 s. Jaký je moment setrvačnosti naběračky vzhledem k ose procházející jejím těžištěm, která je kolmá na rovinu kyvů?
- a) $10,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$, b) $5,98 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$, c) $4,72 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$,
d) $1,14 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$, e) $3,46 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$, f) $7,24 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$.
6. Také jste již měli někdy dojem, že je horká čokoláda zakoupená v kavárně „vodová“? Možná je to dáno tím, jak je studené mléko zahříváno – do mléka je zavedena horká pára, která ve studeném mléce kondenzuje. Kolik vody se tímto způsobem dostane do čokolády? Vyjádřete v procentech. Mléko o hmotnosti 0,3 kg má teplotu 5°C , zahříváme je na teplotu 60°C . Měrná tepelná kapacita mléka je $3,9 \text{ kJ}/(\text{kg K})$.
- a) 2 %, b) 5 %, c) 8 %, d) 11 %, e) 14 %, f) 17 %.
7. 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) $m_I = -1$.
8. Mořský proud má rychlost přibližně 1 m/s. V daném místě působí zemské magnetické pole vertikálním směrem o indukci $B = 35 \mu\text{T}$. Měrná vodivost mořské vody je tam $\gamma = 0,4 \text{ S/m}$, koncentrace NaCl v mořské vodě je přibližně 2,7 %. Předpokládejte, že v mořské vodě není jiné elektrické pole než to, které je vázané na pohyb objemu mořské vody. Vypočítejte velikost horizontální složky proudové hustoty.
- a) $j = 1,2 \mu\text{A/m}^2$, b) $j = 14 \mu\text{A/m}^2$, c) $j = 150 \mu\text{A/m}^2$,
d) $j = 2,7 \text{ mA/m}^2$, e) $j = 44 \text{ mA/m}^2$, f) $j = 320 \text{ mA/m}^2$.
9. Vrstva oleje o hustotě $800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ je nalitá na vrstvě vody, kapaliny se navzájem nemísí. Jaká je hustota kvádru, který je 1/4 objemu ponořen v oleji a 3/4 objemu ve vodě?



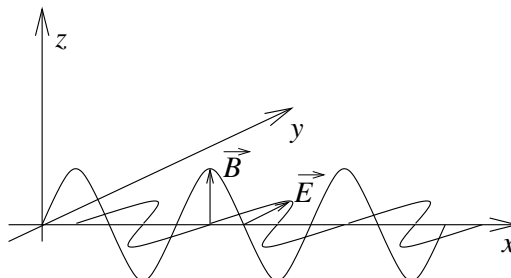
- a) $1050 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, b) $850 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, c) $950 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$,
d) $1800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, e) $200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, f) $750 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.
10. Elektron e^- s klidovou energií 0,511 MeV a kinetickou energií 1,000 MeV se čelně srazí s pozitronem e^+ , který je v klidu. Po anihilaci popsané rovnicí



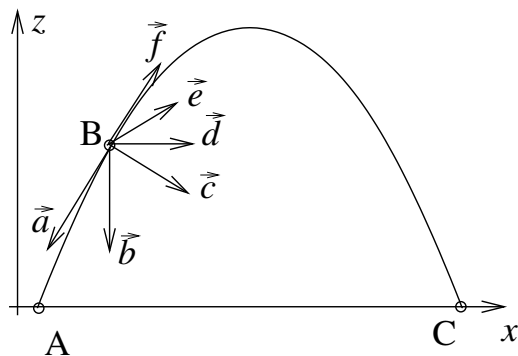
vniknou dva fotony γ o stejné energii, které se pohybují ve směrech svírajících úhel ϑ se směrem pohybu elektronu. Určete úhel ϑ .

- a) $27,5^\circ$, b) $45,3^\circ$, c) $63,1^\circ$,
d) $18,9^\circ$, e) $56,2^\circ$, f) $33,7^\circ$.

11. 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 μ s, b) 15 μ s, c) 390 μ s,
d) 2,8 ms, e) 55 ms, f) 670 ms.
12. Na obrázku je znázorněno elektrické a magnetické pole elektromagnetické vlny v určitý časový okamžik. Jaké vlastnosti má tato vlna v tento okamžik?



- a) Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v kladném směru osy x .
b) Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v záporném směru osy x .
c) Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v kladném směru osy x .
d) Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v záporném směru osy x .
e) Stojatá, $|E|$ roste, $|B|$ klesá.
f) Stojatá, $|E|$ klesá, $|B|$ roste.
13. Těleso o hmotnosti 60 g je zavěšeno na pružině o tuhosti 20,0 N/m. V čase $t_0 = 0$ s se nachází 1,00 cm pod rovnovážnou polohou a pohybuje se rychlostí 20,0 cm/s směrem vzhůru. Jakou rychlostí se bude pohybovat v čase $t = 500$ ms?
- a) 8,5 cm/s směrem dolů
b) 2,6 cm/s směrem vzhůru
c) 4,2 cm/s směrem dolů
d) 22 cm/s směrem vzhůru
e) 14 cm/s směrem dolů
f) 57 cm/s směrem vzhůru
14. 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)

15. 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.
- Tam 130 km/h, zpět 80 km/h.
 - Tam 135 km/h, zpět 85 km/h.
 - Tam 140 km/h, zpět 90 km/h.
 - Tam 145 km/h, zpět 95 km/h.
 - Tam 150 km/h, zpět 100 km/h.
 - Tam 155 km/h, zpět 105 km/h.
16. 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?
- 22 m
 - 38 m
 - 115 m
 - 15 m
 - 50 m
 - 82 m
17. Jakou rychlost by měl satelit obíhající po kruhové dráze nad povrchem Jupiteru?
- 190 m/s
 - 530 km/s
 - 12 km/s
 - 580 m/s
 - 980 km/s
 - 43 km/s
18. Jak se změní hustota zlata, když jej z 0°C ohřejeme na 100°C?
- poklesne o 2,6%
 - vzroste o 0,54%
 - poklesne o 3,8%
 - vzroste o 0,87%
 - poklesne o 0,42%
 - vzroste o 1,6%
19. Jakou práci musíme vykonat, abychom za pokojové teploty izotermicky stlačili dva litry vzduchu na desetinu původního objemu, pokud předpokládáme, že původní tlak byl atmosférický?
- 4,76 kJ
 - 24,2 J
 - 151 J
 - 460 J
 - 13,5 J
 - 43,7 kJ
20. Keplerovým dalekohledem sledujeme oblohu. Dalekohled se skládá z objektivu o ohniskové vzdálenosti 120 cm a okuláru o ohniskové vzdálenosti 2 cm. Jak se změní zvětšení dalekohledu, pokud použijeme okulár o ohniskové vzdálenosti 4 cm?
- Klesne na jednu čtvrtinu.
 - Klesne na jednu polovinu.
 - Nezmění se.
 - Bude dvakrát větší.
 - Bude čtyřikrát větší.
 - Ze zadání nelze určit.

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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