

Státní bakalářská zkouška 20. 5. 2014
Fyzika (učitelství)
Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

Jméno:

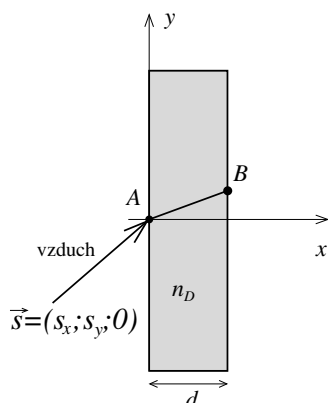
Pokyny k řešení testu:

- 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. Proton se pohybuje rychlostí 15 000 km/s. Jaké *relativní* chyby se dopustíme, jestliže kinetickou energii tohoto protonu vypočteme podle nerelativistické Newtonovy mechaniky?
a) 0,7 % b) 0,08 % c) 0,05 %
d) 0,1 % e) 0,9 % f) 0,2 %
2. Z fólie o plošné hustotě 140 g/m² vyrábíme balon plněný teplým vzduchem. Jaký je minimální průměr balonu, pokud se má sám unést za předpokladu, že teplota vzduchu uvnitř je 80°C, zatímco teplota okolního vzduchu je 20°C?
a) 12 m b) 54 cm c) 4,3 m
d) 3,1 m e) 1,1 m f) 27 m
3. Rezonanční LC obvod je tvořen cívkou o indukčnosti 420 mH a kondenzátorem o kapacitě 27 pF. Pokud je amplituda napětí na kondenzátoru rezonančně kmitajícího obvodu 140 V, jaká je amplituda proudu?
a) 430 μA b) 2,4 mA c) 1,1 mA
d) 420 mA e) 1,2 A f) 29 A

4. Na planparalelní skleněnou destičku umístěnou ve vzduchu dopadá monochromatická rovinná vlna, jejíž vlnová délka odpovídá žlutému světlu čáry D . Umístění destičky je znázorněno v obrázku a šíření dopadající vlny je určeno jednotkovým směrovým vektorem $\vec{s} = (0,81912; 0,57357; 0)$. Destička je vyrobena z lehkého korunového skla a její tloušťka je 5 mm. Určete optickou dráhu paprsku rovinné vlny při průchodu destičkou mezi body A a B.



- a) 6,354 mm b) 7,238 mm c) 8,184 mm
d) 9,156 mm e) 5,956 mm f) 9,987 mm
5. Mechanický oscilátor kmitá s periodou 62 ms. Když se inženýrům podařilo snížit tlumení oscilátoru na polovinu, kmital s periodou 48 ms. S jakou periodou by kmital stejný oscilátor, kdyby se podařilo jeho tlumení odstranit úplně?
- a) 52 ms b) 45 ms c) 41 ms
d) 38 ms e) 33 ms f) 19 ms
6. V laboratoři měříme teplotu kapalinovými teploměry. Odhadněte měřící rozsah lihového a rtuťového teploměru. Víme, že baňka ze skla, která je naplněna lihem popř. rtutí, má objem 4,0 cm³, kapilára má délku 20 cm a obsah vnitřního řezu 1 mm².
- a) lihový 45°C, rtuťový 270°C
b) lihový 58°C, rtuťový 180°C
c) lihový 24°C, rtuťový 130°C
d) lihový 90°C, rtuťový 90°C
e) lihový 170°C, rtuťový 55°C
f) lihový 240°C, rtuťový 22°C

7. Ve vakuu (volném prostoru) se šíří rovinná elektromagnetická vlna, popsána vektorem elektrické intenzity $\vec{E} = \vec{e}_x \exp[i(\omega t - kz)]$ V/m, kde \vec{e}_x je jednotkový vektor orientovaný v kladném směru osy x ortogonálního pravotočivého systému. Najděte vektor vektor magnetické intenzity \vec{H} této vlny a vztah pro efektivní (časově střední) Poyntingův vektor \vec{P}_{ef} .

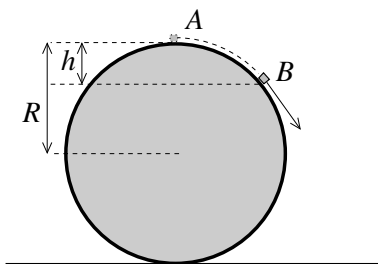
- a) $\vec{H} = \vec{e}_x 120\pi \exp[i(\omega t - kz)]$ A/m, $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_x 120\pi$ W/m²
b) $\vec{H} = \vec{e}_y 120\pi \exp[i(\omega t - kz)]$ A/m, $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_z 60\pi$ W/m²
c) $\vec{H} = -\vec{e}_z \frac{1}{120\pi} \exp[i(\omega t - kz)]$ A/m, $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_y \frac{1}{240\pi}$ W/m²
d) $\vec{H} = -\vec{e}_x \frac{1}{240\pi} \exp[i(\omega t - kz)]$ A/m, $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_z \frac{1}{120\pi}$ W/m²
e) $\vec{H} = \vec{e}_z 240\pi \exp[i(\omega t - kz)]$ A/m, $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_x 240\pi$ W/m²
f) $\vec{H} = \vec{e}_y \frac{1}{120\pi} \exp[i(\omega t - kz)]$ A/m, $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_z \frac{1}{240\pi}$ W/m²

8. Spojná čočka vytváří obraz s příčným měřítkem zobrazení $m_1 = -3$. Jestliže přiblížíme předmět k čočce o 20 mm, změní se příčné měřítko zobrazení na hodnotu $m_2 = -4$. Jaká je ohnisková vzdálenost čočky?
- a) $f' = 20$ mm, b) $f' = 30$ mm, c) $f' = 40$ mm,
d) $f' = 60$ mm, e) $f' = 120$ mm, f) $f' = 240$ mm,
9. Určete celkový náboj volných (vodivostních) elektronů v 1 dm³ mědi. Předpokládejte, že každý atom mědi přispívá jedním volným elektronem.
- a) $3,4 \times 10^8$ C b) $-2,8 \times 10^4$ C c) $2,1 \times 10^3$ C
d) $-5,5 \times 10^9$ C e) $6,0 \times 10^{12}$ C f) $-1,3 \times 10^7$ C
10. Vypočítejte úbytek celkové klidové hmotnosti jaderného paliva a produktů jeho štěpení za jeden rok v jaderné elektrárně o výkonu 2000 MW a účinnosti 30 %.
- a) 450 g b) 1,17 kg c) 905 g
d) 2,3 kg e) 124 kg f) 4,86 t
11. Na svah délky $s_1 = 70$ m se stálým sklonem navazuje vodorovná rovina. Chlapec na vrcholu svahu nasedl na saně a z klidu začal sjíždět dolů. Na vodorovné rovině pod svahem pak zastavil na dráze $s_2 = 58$ m během doby $t_2 = 12$ s. Předpokládáme-li, že součinitel smykového tření je po celou dobu pohybu konstantní, určete celkový čas pohybu z vrcholu svahu až po zastavení.
- a) 22,5 s b) 26,5 s c) 19,7 s
d) 33,6 s e) 29,1 s f) 24,0 s
12. Jak se změní entropie 10 ml vody, pokud voda při teplotě 0°C zmrzne?
- a) vzroste o 3,1 kJ/K b) klesne o 3,1 kJ/K c) vzroste o 12 J/K
d) klesne o 12 J/K e) vzroste o 210 J/K f) klesne o 210 J/K
13. Uran ²³⁸U prochází α rozpadem, výsledný produkt pak prochází β^- rozpadem a výsledný produkt této reakce prochází dalším β^- rozpadem. Jaký nuklid je produktem poslední reakce?
- a) ²²⁷Ac b) ²³⁴Ra c) ²⁴⁸Cm
d) ²²⁷Fr e) ²³⁴U f) ²²⁷Ra
14. Těleso o hmotnosti 240 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) 8,2 cm/s směrem dolů
b) 2,5 cm/s směrem vzhůru
c) 12 cm/s směrem dolů
d) 18 cm/s směrem vzhůru
e) 23 cm/s směrem dolů
f) 37 cm/s směrem vzhůru
15. Dielektrikum o relativní permitivitě 1,4 je nabitě tak, že v určité oblasti kolem počátku souřadnicové soustavy je vektor elektrické intenzity dán vztahem $\vec{E}(x, y, z) = E_0 \left[\frac{12x+3z}{r_0}; \frac{xy}{r_0^2}; \frac{x^2}{r_0^2} \right]$, kde $E_0 = 140$ V/m, $r_0 = 1$ mm a x, y, z označují souřadnice bodu. Jaká je hustota elektrického náboje v počátku souřadnicové soustavy?
- a) 230 nC/m³ b) 21 μ C/m³ c) $-1,8$ mC/m³
d) 4,2 nC/m³ e) -23 μ C/m³ f) -26 nC/m³

16. Při přechodu z kvantového stavu s hlavním kvantovým číslem $n = 2$ do stavu s $n = 1$ vyzáří atom vodíku foton o vlnové délce 122 nm, odpovídající první čáře z Lymanovy série. Jakou vlnovou délku bude mít vyzářený foton, pokud vodíkový atom přejde ze stavu s $n = 3$ do stavu s $n = 1$?

- a) 147 nm b) 56,1 nm c) 103 nm
d) 775 nm e) 208 nm f) 97,7 nm

17. Z nejvyššího bodu A koule o poloměru R klouže bez tření malé těleso po povrchu koule dolů a v bodě B se od koule oddělí. V jaké hloubce h pod nejvyšším bodem A se bod B nachází?



- a) $h = R/2$ b) $h = R/\sqrt{2}$ c) $h = R/\sqrt{3}$
d) $h = R/3$ e) $h = 2R/\sqrt{3}$ f) $h = 3R/7$

18. Roku 1676 si Olaf Roemer všiml, že je-li Jupiter v opozici, okamžiky zákrytů jeho měsíců se významně předbíhají oproti předpovědím vycházejícím z Galileiho předpokladu, že Jupiterovy měsíce obíhají svoji planetu rovnoměrně. Roemer jev správně vysvětlil velkou vzdáleností Jupitera od Země a konečnou rychlostí šíření světla. Znáte-li rychlost světla, vypočtete, jaké průměrné zpoždění zákrytů měsíců Jupitera při jeho konjunkci oproti okamžikům zákrytů měsíců Jupitera při jeho opozici Roemer pozoroval?

- a) 3 min 20 s b) 1 h 40 min c) 48 min
d) 17 min e) 5 h 20 min f) 15 h

19. Dvě cívky mají vůči sobě pevnou polohu, cívka 1 je připojena ke zdroji střídavého proudu, cívka 2 o dvacetinásobném počtu závitů je zapojena naprázdno. Pokud první cívkou teče proud o efektivní hodnotě 36 mA a frekvenci 50 Hz, ve druhé cívce se indukuje napětí o efektivní hodnotě 48 mV. Jaká je vzájemná indukčnost cívek?

- a) 1,2 mH b) 30 μ H c) 0,48 H
d) 4,2 mH e) 240 μ H f) 6,8 nH

20. Planetka Eros obíhá kolem Slunce po eliptické trajektorii s periodou $T_E = 1,76$ y, v aféliu je její vzdálenost od Slunce $r_a = 1,78$ au. Určete vzdálenost planety Eros od Slunce v periheliu r_p .

- a) 0,555 au b) 0,890 au c) 1,33 au
d) 1,14 au e) 0,93 au f) 1,47 au

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

Fyzikální konstanty a materiálové parametry

$$\begin{aligned} \kappa &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \\ N_A &= 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ R &= 8,314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \\ c &= 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \\ \epsilon_0 &= 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \\ \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} \\ e &= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \\ u &= 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} \\ m_p &= 1,00783u \\ m_n &= 1,00867u \\ m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \\ h &= 6,6256 \times 10^{-34} \text{ J s} \\ \hbar &= 1,0545 \times 10^{-34} \text{ J s} \\ k_B &= 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \end{aligned}$$

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				

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]			