

Státní bakalářská zkouška 4. 6. 2013
Fyzika (učitelství)
Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

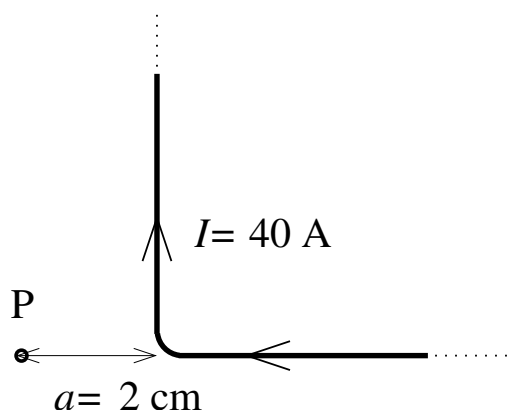
Jméno:

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. Dlouhým vodičem, který je ohnut do pravého úhlu, prochází proud 40 A. Vypočítejte velikost magnetické indukce v bodě P, který se nachází ve vzdálenosti 2 cm od ohybu ve směru jedné části drátu (viz obr.).



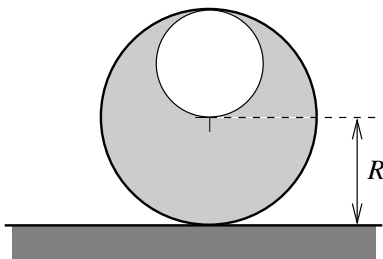
a) $B = 3 \times 10^{-6} \text{ T}$
d) $B = 1,2 \times 10^{-4} \text{ T}$

b) $B = 1,2 \times 10^{-5} \text{ T}$
e) $B = 2 \times 10^{-4} \text{ T}$

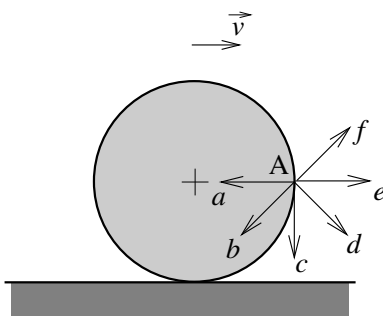
c) $B = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$
f) $B = 4 \times 10^{-4} \text{ T}$

2. Při kolaudaci budovy byla naměřena objemová aktivita radonu 230 Bq/m^3 . Odhadněte, kolik atomů radonu ^{222}Rn se nachází v jednom metru krychlovém vzduchu v budově.
- a) 12 b) $4,1 \times 10^2$ c) $1,7 \times 10^4$
d) $6,9 \times 10^6$ e) $1,1 \times 10^8$ f) $5,2 \times 10^{12}$
3. Rezonanční LC obvod je tvořen cívku o indukčnosti 250 mH a kondenzátorem o kapacitě 7,8 pF. Pokud je amplituda napětí na kondenzátoru rezonančně kmitajícího obvodu 140 V, jaká je amplituda proudu?
- a) $780 \mu\text{A}$ b) 2,4 mA c) 16 mA
d) 420 mA e) 1,2 A f) 29 A
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. Těleso o hmotnosti 280 g je zavěšeno na pružině o tuhosti $15,2 \text{ N/m}$. V čase $t_0 = 0 \text{ s}$ se nachází 1,00 cm pod rovnovážnou polohou a pohybuje se rychlostí 20,0 cm/s směrem vzhůru. Kde se bude nacházet v čase $t = 1,1 \text{ s}$?
- a) 0,53 cm pod rovnovážnou polohou
b) 0,53 cm nad rovnovážnou polohou
c) 2,88 cm pod rovnovážnou polohou
d) 2,88 cm nad rovnovážnou polohou
e) 4,10 cm pod rovnovážnou polohou
f) 4,10 cm nad rovnovážnou polohou
6. Jaký je počet x neutronů, které se uvolní při štěpné reakci $^{235}\text{U} + n \rightarrow ^{93}\text{Kr} + ^{140}\text{Ba} + xn$?
- a) $x = 0$ b) $x = 1$ c) $x = 2$
d) $x = 3$ e) $x = 4$ f) $x = 5$
7. Monochromatický světelný svazek o vlnové délce $\lambda = 550 \text{ nm}$ dopadá kolmo na rovinnou překážku s úzkou štěrbinou. Za štěrbinou vzniká difrakční obrazec s tím, že minima prvního řádu se nacházejí ve směru $1,0^\circ$ od původního směru šíření svazku. Jak široká je štěrbina?
- a) $15 \mu\text{m}$, b) $32 \mu\text{m}$, c) $120 \mu\text{m}$,
d) $230 \mu\text{m}$, e) $550 \mu\text{m}$, f) 1,2 mm,
8. Dielektrikum mezi deskami kondenzátoru se skládá ze dvou vrstev. První tvoří vzduch tloušťky 0,40 mm, druhou plexisklo o tloušťce 2,0 mm, jehož relativní permitivita je 3,4. Určete kapacitu kondenzátoru, je-li plošný obsah jedné desky $2,0 \text{ dm}^2$.
- a) 37 pF b) 180 pF
c) 680 pF d) 2,4 nF
e) 45 nF f) 720 nF

9. V homogenním válci poloměru 10 cm a výšky 20 cm je vyvrtána válcová dutina poloměru 5 cm s osou procházející středem poloměru cylindru. Určete periodu malých kmitů válce kolem jeho rovnovážné polohy, když jej položíme na vodorovnou podložku a lehce rozkýveme. Hmotnost dutého válce je 2,6 kg.



- a) 1,7 s b) 1,9 s c) 2,1 s
d) 2,5 s e) 2,9 s f) 3,2 s
10. Jakou kinetickou energii má proton, jestliže vlnová délka jeho příslušných de Broglieho vln je $\lambda_{dB} = 1,2 \times 10^{-13} \text{ m}$?
- a) 35 eV b) 450 eV c) 12 keV
d) 57 keV e) 170 keV f) 1,2 MeV
11. Uvažujme sopku, která se „probudila“ pod ledovcem. Na dno ledovce se rozlilo $0,5 \text{ km}^3$ lávy. Odhadněte, kolik ledu roztálo, byla-li počáteční teplota ledu -10°C , počáteční teplota lávy 1000°C , koncová teplota lávy 30°C za předpokladu, že láva má obdobné vlastnosti jako sklo s měrnou tepelnou kapacitou $1 \text{ kJ}/(\text{kg K})$.
- a) 30 m^3 b) $1\,000 \text{ m}^3$ c) $30\,000 \text{ m}^3$
d) $0,1 \text{ km}^3$ e) 3 km^3 f) 100 km^3
12. Kotouč se valí po vodorovné podložce konstantní rychlostí \vec{v} . Bod A na obvodu kotouče se v daný okamžik nachází ve stejné výšce jako je střed kotouče. Která ze šipek na obrázku odpovídá vektoru rychlosti bodu A?



- a) b) c) d) e) f)
13. Částice pohybující se v laboratoři rychlostí $0,9 c$ zanikla, když urazila dráhu 1,0 m od místa svého vzniku. Jaká je doba života částice v její klidové soustavě?
- a) 1,1 ns b) 1,6 ns c) 2,1 ns
d) 5,6 ns e) 8,5 ns f) 14 ns

14. Kolik práce vykoná vzduch ve válci tlačící na píst, pokud z původního objemu 1,00 litru a atmosférického tlaku izotermicky expanduje na objem 3,00 l?
- a) 35 J b) 110 J c) 280 J
d) 2,2 kJ e) 41 kJ f) 240 kJ
15. Vektor magnetické intenzity \vec{H} rovinné elektromagnetické vlny ve vakuu je dán vztahem $\vec{H} = \vec{e}_x C_x \sin(\omega t + kz)$, kde \vec{e}_x je jednotkový vektor ve směru osy x . Pomocí Maxwellových rovnic najděte vztah pro vektor elektrické intenzity \vec{E} této vlny.
- a) $\vec{E} = \vec{e}_z \omega C_x / (\epsilon_0 k) \cos(\omega t - kz)$ b) $\vec{E} = \vec{e}_x k C_x / (\epsilon_0 \omega) \sin(\omega t - kz)$
c) $\vec{E} = \vec{e}_y k C_x / (\epsilon_0 \omega) \sin(\omega t + kz)$ d) $\vec{E} = \vec{e}_z \omega C_x / (\epsilon_0 k) \cos(\omega t + kz)$
e) $\vec{E} = \vec{e}_x k C_x / (\epsilon_0 \omega) \cos(\omega t - kz)$ f) $\vec{E} = \vec{e}_y \omega C_x / (\epsilon_0 k) \sin(\omega t + kz)$
16. Foton o energii 200 MeV dopadá na proton, který je v laboratorní soustavě v klidu. Jakou rychlostí se pohybuje soustava hmotného středu pro tuto reakci vzhledem k laboratorní soustavě?
- a) 0,02 c b) 0,18 c c) 0,35 c
d) 0,74 c e) 0,99 c f) 1,1 c
17. Bimetalový pásek se skládá z měděného a železného pásku každého 1 mm silného. Při teplotě 40°C má bimetalový pásek tvar oblouku. Určete jeho poloměr, když víte, že při teplotě 0°C byl pásek přímý.
- a) 1,6 m b) 2,3 m c) 3,1 m
d) 5,0 m e) 7,8 m f) 9,3 m
18. Pro jaké úhly dopadu nastává totální odraz pro paprsek žlutého světla vystupující z diamantu do vody?
- a) 24°26' a větší b) 17°38' a menší c) 33°28' a větší
d) 5°11' a menší e) 58°54' a větší f) 41°15' a menší
19. Jakou oběžnou dobu by měl satelit obíhající po kruhové dráze nad povrchem Merkuru?
- a) 35 min b) 1 h 25 min c) 2 h 45 min
d) 5 h 12 min e) 12 h 30 min f) 23 h 20 min

20. Monochromatická rovinná vlna je lineárně polarizovaná ve směru, který s osou x svírá úhel ϕ . Vlna dopadá na polarizátor, jehož působení je určeno Jonesovou maticí

$$J = \begin{pmatrix} \cos^2 \alpha & \cos \alpha \sin \alpha \\ \cos \alpha \sin \alpha & \sin^2 \alpha \end{pmatrix}.$$

Určete kolikrát se průchodem přes polarizátor zeslabí intenzita dopadající vlny, jestliže víte, že $\alpha - \phi = \pi/5$.

- a) 2,5 krát, b) 4 krát, c) 1,5 krát,
d) 3 krát, e) 1 krát (nedojde k zeslabení), f) 2 krát,

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

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 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

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

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]		