

## Státní bakalářská zkouška 17. 6. 2009

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.

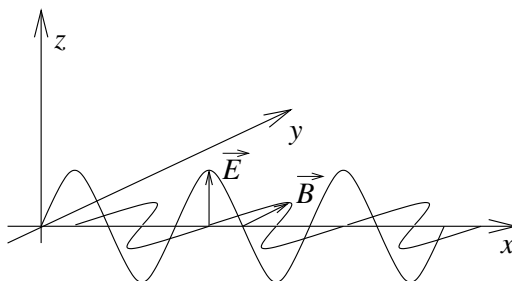
### Úlohy

1. Lukostřelec zkoušel nový luk a zjistil, že maximální vzdálenost, do které může jeho šíp o hmotnosti 85 g doletět, je 90 m. Jakou maximální rychlost dokáže luk šípů udělit?  
a) 15 m/s                      b) 20 m/s                      c) 25 m/s  
d) 30 m/s                      e) 35 m/s                      f) 40 m/s
2. Víme, že motorový člun se na jezeře dokáže pohybovat rychlostí 15 km/h. Jaká je rychlost proudu řeky, když víme, že tento člun urazí jistou vzdálenost proti proudu řeky a zpět za dvojnásobně delší dobu, než by mu to trvalo na jezeře?  
a) 10,6 km/h                      b) 3,8 km/h                      c) 15,2 km/h  
d) 1,26 km/h                      e) 52 km/h                      f) 89 km/h
3. Jak dlouhý je měděný drát o hmotnosti 20 g, který má odpor 1  $\Omega$ ?  
a) 98 cm                      b) 11,2 m                      c) 15 mm  
d) 23 m                      e) 8,6 m                      f) 45 cm
4. Jakou rychlostí se pohybují piony  $\pi^+$ , jejichž střední doba života je 26,0 ns, a které od svého vzniku do svého rozpadu  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$  urazí průměrnou vzdálenost 65,5 m?  
a) 0,55  $c$                       b) 0,9  $c$                       c) 0,97  $c$   
d) 0,993  $c$                       e) 0,998  $c$                       f) 0,9995  $c$
5. Jakou práci musíme vykonat, abychom za pokojové teploty izotermicky stlačili jeden litr vzduchu na pětinu původního objemu, pokud předpokládáme, že původní tlak byl atmosférický?  
a) 1,76 kJ                      b) 34,2 J                      c) 161 J  
d) 289 J                      e) 12,5 J                      f) 23,7 kJ

6. Na elektrické vrtačce je štítek jako na obrázku. Vrtačku potřebujeme použít ve větší vzdálenosti od elektrické zásuvky a musíme k tomu využít prodlužovací šňůru. Jaký je nejvyšší odpor šňůry, pokud chceme, aby napětí na vrtačce nekleslo o více než o 10 V?



- a) 1,2  $\Omega$                       b) 14  $\Omega$                       c) 29  $\Omega$   
d) 0,23  $\Omega$                       e) 0,05  $\Omega$                       f) 4,3  $\Omega$
7. Symetrická dvojbvypuklá tenká čočka (čočka se stejně zakřivenými vypuklými plochami a zanedbatelnou tloušťkou) je vyrobena ze skla o indexu lomu  $n = 3/2$  a má ve vzduchu optickou mohutnost 10 dioptrií. Určete poloměr křivosti ploch  $R$ , obrazovou ohniskovou vzdálenost čočky ve vzduchu  $f'$  a obrazovou ohniskovou vzdálenost  $f'_p$  čočky umístěné do prostředí s indexem lomu  $n = 4/3$ .
- a)  $R = 50$  mm,  $f' = 150$  mm,  $f'_p = 450$  mm  
b)  $R = 200$  mm,  $f' = 100$  mm,  $f'_p = 450$  mm  
c)  $R = 75$  mm,  $f' = 150$  mm,  $f'_p = 300$  mm  
d)  $R = 125$  mm,  $f' = 250$  mm,  $f'_p = 350$  mm  
e)  $R = 100$  mm,  $f' = 100$  mm,  $f'_p = 400$  mm  
f)  $R = 350$  mm,  $f' = 250$  mm,  $f'_p = 450$  mm
8. Na obrázku je znázorněno elektrické a magnetické pole elektromagnetické vlny v určitý časový okamžik. Jaké vlastnosti má tato vlna v tento okamžik?

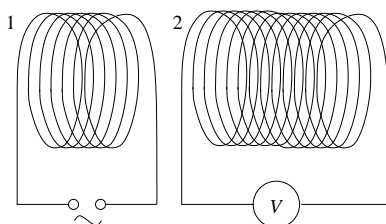


- a) Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v kladném směru osy  $x$ .  
b) Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v záporném směru osy  $x$ .  
c) Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v kladném směru osy  $x$ .  
d) Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v záporném směru osy  $x$ .  
e) Stojatá,  $|E|$  roste,  $|B|$  klesá.  
f) Stojatá,  $|E|$  klesá,  $|B|$  roste.
9. Nádoba o objemu  $V$  obsahující určité množství jednoatomového plynu se pohybuje rychlostí  $v$ . Nádoba se náhle zastaví a veškerá kinetická energie plynu se přemění ve vnitřní energii. Jak se přitom zvětší střední kvadratická rychlost molekul plynu?
- a)  $\Delta v_k = v$                       b)  $\Delta v_k = 2v$                       c)  $\Delta v_k^2 = 2v^2$   
d)  $\Delta v_k^2 = \frac{1}{2}v^2$                       e)  $\Delta v_k^2 = v^2$                       f)  $\Delta v_k = \frac{1}{2}v$

10. Máme-li na počátku experimentu radioaktivní vzorek s  $12 \mu\text{g}$  izotopu síry  $^{35}\text{S}$ , kolik z něj zbude po jednom roce?
- a)  $680 \text{ ng}$                       b)  $24 \text{ pg}$                       c)  $1,2 \mu\text{g}$   
d)  $2,8 \mu\text{g}$                       e)  $34 \text{ ng}$                       f)  $890 \text{ pg}$

11. Kyvadlové hodiny se denně předbíhají o čtyři minuty. Jak musíme upravit délku kyvadla, aby šly hodiny správně?
- a) zkrátit o  $0,17\%$                       b) prodloužit o  $0,56\%$                       c) zkrátit o  $3,1\%$   
d) prodloužit o  $1,8\%$                       e) zkrátit o  $5,2\%$                       f) prodloužit o  $2,3\%$

12. Dvě cívky mají vůči sobě pevnou polohu, cívka 1 je připojena ke zdroji střídavého proudu, cívka 2 o dvojnásobném počtu závitů je zapojena naprázdno. Pokud první cívkou teče proud o efektivní hodnotě  $0,65 \text{ A}$  a frekvenci  $50 \text{ Hz}$ , ve druhé cívce se indukuje napětí o efektivní hodnotě  $286 \text{ mV}$ . Jaká je vzájemná indukčnost cívek?



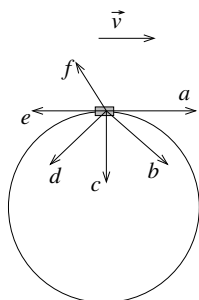
- a)  $1,4 \text{ mH}$                       b)  $85 \mu\text{H}$                       c)  $0,22 \text{ H}$   
d)  $8,4 \text{ mH}$                       e)  $110 \mu\text{H}$                       f)  $1,8 \text{ nH}$
13. Pružina se prodlouží působením síly  $10 \text{ N}$  o délku  $8 \text{ mm}$ . Jakou práci vykonáme, protáhneme-li pružinu o délku  $2 \text{ cm}$ ?
- a)  $6,0 \text{ J}$                       b)  $14,5 \text{ J}$                       c)  $0,25 \text{ J}$   
d)  $11,5 \text{ J}$                       e)  $24 \text{ J}$                       f)  $30 \text{ J}$

14. Jak se liší rychlost zvuku v heliu od rychlosti zvuku ve vzduchu za stejné teploty a stejného tlaku?
- (a) je asi  $1,4\times$  větší                      (b) je asi  $70\times$  větší  
(c) je asi  $2,9\times$  větší                      (d) je asi o polovinu menší  
(e) je asi dvanáctkrát menší                      (f) je zhruba stejná

15. Při přechodu z kvantového stavu s hlavním kvantovým číslem  $n = 2$  do stavu s  $n = 1$  vyzáří atom vodíku foton o energii  $10,15 \text{ eV}$ . Jakou energii bude mít vyzářený foton, pokud vodíkový atom přejde ze stavu s  $n = 4$  do stavu s  $n = 2$ ?
- a)  $2,54 \text{ eV}$                       b)  $1,88 \text{ eV}$                       c)  $0,31 \text{ eV}$   
d)  $15,4 \text{ eV}$                       e)  $71,2 \text{ eV}$                       f)  $8,32 \text{ eV}$

16. Jak velkou silou přitahuje Slunce těleso o hmotnosti  $1 \text{ kg}$  ve vzdálenosti oběžné dráhy Země?
- a)  $25 \mu\text{N}$                       b)  $6 \text{ mN}$                       c)  $58 \text{ mN}$   
d)  $0,24 \text{ N}$                       e)  $1,2 \text{ N}$                       f)  $28 \text{ N}$

17. Jakou vlnovou délku musí mít elektromagnetické záření dopadající na zinkovou elektrodu, abychom pozorovali fotoelektrický jev?
- (a) 270 nm a delší                      (b) 650 nm a kratší  
(c) 542 nm a delší                      (d) 286 nm a kratší  
(e) 970 nm a delší                      (f) 855 nm a kratší
18. Automobil se pohybuje po kruhové trajektorii o poloměru 50 m ve směru hodinových ručiček. V daný okamžik, který je znázorněn na obrázku, má okamžitou rychlost  $\vec{v}$  o velikosti 10 m/s a zpomaluje se zrychlením o velikosti 2 m/s<sup>2</sup>. Která šipka odpovídá výslednici všech sil, které v tento okamžik na auto působí?



- a) šipka *a*                      b) šipka *b*                      c) šipka *c*  
d) šipka *d*                      e) šipka *e*                      f) šipka *f*
19. Vektor elektrické intenzity rovinné elektromagnetické vlny je dán (v SI jednotkách) vztahem  $E(x, t) = (0,9063\vec{j} + 0,4226\vec{p})E_0 \cos[10^6\pi(10^9\frac{t}{s} - 10\frac{x}{3m})]$ . Vlna je lineárně polarizovaná a šíří se vakuem podél směru osy *x*,  $\vec{j}$  a  $\vec{p}$  jsou jednotkové vektory orientované v kladném směru osy *y* a *z*. Stanovte úhel  $\alpha$ , který určuje směr kmitů elektrické intenzity vztahovaný ke kladnému směru osy *y*, frekvenci *f* a vlnovou délku  $\lambda$ :
- a)  $\alpha = 35^\circ$ ,  $f = 3 \times 10^{14}$  Hz,  $\lambda = 1\mu\text{m}$   
b)  $\alpha = 25^\circ$ ,  $f = 5 \times 10^{14}$  Hz,  $\lambda = 0,6\mu\text{m}$   
c)  $\alpha = 45^\circ$ ,  $f = 4 \times 10^{14}$  Hz,  $\lambda = 0,75\mu\text{m}$   
d)  $\alpha = 15^\circ$ ,  $f = 3 \times 10^{14}$  Hz,  $\lambda = 1\mu\text{m}$   
e)  $\alpha = 60^\circ$ ,  $f = 6 \times 10^{14}$  Hz,  $\lambda = 0,5\mu\text{m}$   
f)  $\alpha = 85^\circ$ ,  $f = 5 \times 10^{14}$  Hz,  $\lambda = 0,2\mu\text{m}$
20. Kondenzátor je tvořen dvěma paralelními deskami, každá o ploše 5 cm<sup>2</sup>, které jsou ve vzdálenosti 1 mm od sebe. Mezi deskami je vzduch a kondenzátor je připojen ke zdroji stejnosměrného napětí 12 V. K jaké změně dojde, když do prostoru mezi deskami nalijeme petrolej?
- a) Náboj na kondenzátoru se zdvojnásobí.  
b) Náboj na kondenzátoru klesne na polovinu.  
c) Napětí na kondenzátoru se zdvojnásobí.  
d) Napětí na kondenzátoru klesne na polovinu.  
e) Elektrická intenzita mezi deskami se zdvojnásobí.  
f) Elektrická intenzita mezi deskami klesne na polovinu.

**Hodnocení:**

- 17-20b. výborně
- 14-16b. velmi dobře
- 11-13b. dobře.

**ODPOVĚDI:**

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

## 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	$\epsilon_r$	Kapaliny	$\epsilon_r$	Plyny	$\epsilon_r$
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 ( $\varrho$  je měrný odpor při  $0^\circ\text{C}$ ,  $\alpha$  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  $20^\circ\text{C}$

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	$t_{1/2}$
$^3\text{H}$	12,3 let	$^{20}\text{F}$	11,2 s	$^{14}\text{C}$	5 730 let
$^{24}\text{Na}$	15,0 h	$^{32}\text{P}$	14,28 d	$^{35}\text{S}$	88 d
$^{36}\text{Cl}$	$3,01 \times 10^5$ let	$^{40}\text{K}$	$1,28 \times 10^9$ let	$^{45}\text{Ca}$	163 d
$^{59}\text{Fe}$	44,5 d	$^{60}\text{Co}$	5,27 let	$^{82}\text{Br}$	35,3 h
$^{90}\text{Sr}$	28,8 let	$^{129}\text{I}$	$1,6 \times 10^7$ let	$^{131}\text{I}$	8,02 d
$^{137}\text{Cs}$	30 let	$^{198}\text{Au}$	2,69 d	$^{226}\text{Ra}$	1 600 let
$^{235}\text{U}$	$7,04 \times 10^8$ let	$^{238}\text{U}$	$4,47 \times 10^9$ let	$^{239}\text{Pu}$	$2,44 \times 10^4$ let

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	$334 \text{ kJ kg}^{-1}$
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	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds								
			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]		