

## Státní bakalářská zkouška 11. 6. 2008

Fyzika (učitelství)

Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

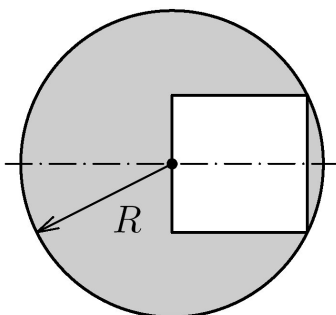
Jméno:

### Pokyny k řešení testu:

- Ke každé úloze je správně pouze jedna odpověď.
- Čas k řešení je 90 minut (4  $\frac{1}{2}$  minuty 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.

### Úlohy

1. Vypočítejte moment setrvačnosti homogenní krychle o hmotnosti 240 g vzhledem k její tělesové úhlopříčce. Délka hrany krychle je 10 cm.  
a)  $2,4 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$       b)  $6,0 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$       c)  $8,5 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$   
d)  $1,2 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$       e)  $4,0 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$       f)  $5,7 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$
2. Odhadněte hustotu polarizačních nábojů na povrchových rovinách slídové 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. Nalezněte polohu těžiště homogenní hliníkové kruhové desky o poloměru 100 cm se čtvercovým otvorem (viz obrázek). Deska má všude stejnou tloušťku 0,5 cm.



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

4. Předmět výšky 12 mm je ve vzdálenosti  $1,75 f'$  před tenkou spojnou čočkou o obrazové ohniskové vzdálenosti  $f'$ . Určete velikost převráceného obrazu vytvořeného spojkou.
- a)  $|y'| = 20$  mm                      b)  $|y'| = 16$  mm                      c)  $|y'| = 0,75 f'$   
d)  $|y'| = 0,25 f'$                       e)  $|y'| = 36$  mm                      f)  $|y'| = 24$  mm
5. Předpokládejme, že jádro  $^{238}\text{U}$  pohltí neutron a pak se rozpadá nikoliv štěpením ale  $\beta^-$  rozpadem. Jaký nuklid je produktem tohoto rozpadu?
- a)  $^{239}\text{U}$                       b)  $^{238}\text{Pa}$                       c)  $^{239}\text{Np}$   
d)  $^{237}\text{U}$                       e)  $^{238}\text{Np}$                       f)  $^{239}\text{Pa}$
6. Světelná vlna se šíří vakuem s frekvencí  $f = 6,0 \times 10^{14}$  Hz. Jaký je index lomu prostředí, ve kterém má vlnovou délku  $\lambda = 374,8$  nm?
- a)  $n = 4/3$                       b)  $n = 3/2$                       c)  $n = 5/3$   
d)  $n = 6/5$                       e)  $n = 8/5$                       f)  $n = 9/5$
7. Deuteron se pohybuje po kruhové dráze o poloměru  $R = 40$  cm v magnetickém poli o magnetické indukci  $B = 1,5$  T. Určete, za jakou dobu oběhne polovinu kruhové dráhy.
- a)  $2,9 \times 10^{-7}$  s                      b)  $5,1 \times 10^{-7}$  s                      c)  $4,3 \times 10^{-8}$  s  
d)  $2,2 \times 10^{-8}$  s                      e)  $8,6 \times 10^{-7}$  s                      f)  $8,6 \times 10^{-4}$  s
8. Na horizontální stůl dosedl vertikálně homogenní válec otáčející se kolem své horizontální osy rychlostí 6 ot./s. Vlivem tření o stůl se dal do zrychleného pohybu, až nakonec přešel v rovnoměrný valivý pohyb. Určete rychlost otáčení válce při tomto valivém pohybu, valivé tření neuvažujte.
- a) 2,0 ot./s                      b) 1,6 ot./s                      c) 5,8 ot./s  
d) 0,12 ot./s                      e) 0,85 ot./s                      f) 7,2 ot./s
9. Mezi dvěma svislými vodivými deskami, jejichž vzdálenost je 8 mm, padá olejová kapka o hmotnosti  $9,0 \times 10^{-14}$  kg, nabitá nábojem odpovídajícím stu elementárních nábojů. Určete úhel, pod kterým bude kapka padat po připojení napětí  $U = 450$  V na vodivé desky.
- a)  $0^\circ 23'$                       b)  $1^\circ 40'$                       c)  $8^\circ$   
d)  $26^\circ$                       e)  $45^\circ$                       f)  $68^\circ$
10. Na rozhraní vzduch-sklo dopadá pod úhlem  $56,66$  stupňů elipticky polarizovaná elektromagnetická vlna. Index lomu skla je  $n = 1,52$ . Jakou z uvedených vlastností bude mít odražená elektromagnetická vlna?
- a) Odražená vlna bude opět elipticky polarizovaná.  
b) Odražená vlna neexistuje, všechna energie dopadající vlny přechází do druhého prostředí—do skla.  
c) Jsou splněny podmínky totálního odrazu—energie odražené vlny se rovná energii vlny dopadající.  
d) Odražená vlna je lineárně polarizovaná v rovině kolmé k rovině dopadu.  
e) Odražená vlna je kruhově polarizovaná.  
f) Odražená vlna je lineárně polarizovaná v rovině dopadu.

11. Do nádoby s 1 kg vody o teplotě 30°C bylo vhozeno 200 g sněhu o teplotě -5°C. Vypočítejte teplotu soustavy po ustavení termodynamické rovnováhy. Ztráty tepla a tepelnou kapacitu nádoby zanedbejte.
- a) 11,3°C                      b) 23,1°C                      c) 0,4°C  
d) -1,2°C                      e) -0,5°C                      f) 5,1°C

12. Soustava tří bodových elektrických nábojů leží v rovině  $z = 0$ . Elektrický náboj o velikosti  $+2Q$  (v jednotkách Coulomb) leží v počátku souřadné soustavy. Náboj o velikosti  $-Q$  leží v bodě o souřadnicích  $(0, 3, 0)$  a náboj o velikosti  $+Q$  leží v bodě o souřadnicích  $(4, 3, 0)$ . Určete výraz pro skalární potenciál elektrického pole této soustavy nábojů v bodě o souřadnicích  $(4, 0, 0)$ , jestliže soustava je ve vakuu. Souřadnice nábojů jsou uvedeny v metrech.

- a)  $\phi(P) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{19Q}{30}$  [V]                      b)  $\phi(P) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{2}$  [V]                      c)  $\phi(P) = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{3}$  [V]  
d)  $\phi(P) = 0$  [V]                      e)  $\phi(P) = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{19Q}{30}$  [V]                      f)  $\phi(P) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{9}$  [V]

13. Na laně provlečeném přes pevnou kladku visí na jednom konci závaží o hmotnosti 4 kg a na druhém konci závaží o hmotnosti 6 kg. Soustava těles se dá do pohybu. Určete sílu, kterou je napínáno lano. Hmotnost lana a kladky zanedbejte.
- a) 98 N                      b) 47 N                      c) 56 N  
d) 82 N                      e) 34 N                      f) 28 N

14. V tabulce jsou uvedena kvantová čísla pro pět stavů atomu vodíku. Která z nich nejsou možná?

	$n$	$l$	$m_l$	$s$
$a$	3	2	0	$\frac{1}{2}$
$b$	2	3	1	$-\frac{1}{2}$
$c$	4	3	-4	$\frac{1}{2}$
$d$	5	5	0	$-\frac{1}{2}$
$e$	5	3	-2	$\frac{1}{2}$

- a) nemožná jsou  $a, c, d$                       b) nemožná jsou  $b, c, d$                       c) nemožná jsou  $a, d$   
d) všechny jsou možné                      e) nemožná jsou  $b, e$                       f) žádný není možný

15. Na rozhraní vzduchu a skla o indexu lomu 1,50 dopadá kolmo elektromagnetická vlna. Jak by se musel změnit index lomu  $n$  skla, aby se odraznost rozhraní vzduch-sklo zdvojnásobila?
- a) zvýšit dvakrát                      b) snížit na 1,42                      c) zvýšit na 1,79  
d) žádnou změnou  $n$  nelze dosáhnout                      e) zvýšit na 2,15                      f) snížit o 0,28

16. Která z následujících veličin u fotoelektrického jevu (pro daný terč a danou vlnovou délku dopadajícího světla), pokud vůbec nějaká, závisí na intenzitě dopadajícího světla?
- a) maximální kinetická energie emitovaných elektronů  
b) maximální proud fotoelektronů  
c) brzdový potenciál  
d) prahová frekvence  
e) minimální kinetická energie emitovaných elektronů  
f) žádná z uvedených veličin

17. Vodní kapku poloměru  $r_1 = 0,30$  cm rozprášíme na drobné kapičky o poloměrech  $r_2 = 3,0 \times 10^{-6}$  cm. Jak se změní hodnota celkové povrchové energie vody po rozprášení?
- vzroste na stopadesátinásobek původní hodnoty
  - poklesne o  $7,1 \mu\text{J}$
  - vzroste o  $2,4$  mJ
  - vzroste o  $0,83$  J
  - poklesne na miliontinu původní hodnoty
  - zůstane nezměněná
18. Raketa, jejíž klidová délka je  $50$  m, se pohybuje vůči pozorovateli na Zemi rychlostí  $0,8 c$ . V okamžik, kdy palubní hodiny na čele rakety ukazují čas  $t_0 = 0$ , je vyslán světelný impuls z čela rakety směrem k jejímu zadnímu konci. Jaký čas budou ukazovat palubní hodiny na zadním konci rakety v moment příchodu impulsu? (Palubní hodiny jsou v soustavě spojené s raketou synchronizované.)
- $t_1 = 12$  ns
  - $t_1 = 100$  ns
  - $t_1 = 36$  ns
  - $t_1 = 278$  ns
  - $t_1 = 0$  ns
  - $t_1 = 167$  ns
19. Na dně bazénu, který má hloubku  $h = 1,50$  m a je naplněn po okraj vodou je umístěn bodový zdroj vysílající žluté světlo o vlnové délce  $\lambda = 589,3$  nm. Určete poloměr kruhu na hladině, kterým vystupují paprsky ze zdroje do vzduchu.
- $r = 0,85$  m
  - $r = 1,25$  m
  - $r = 1,70$  m
  - $r = 1,13$  m
  - $r = 0,50$  m
  - $r = 2,00$  m
20. Tepelný stroj pracuje jako Carnotův cyklus tak, že odebírá teplo z ohřívače o teplotě  $250^\circ\text{C}$  a odpadní teplo předává do chladiče o teplotě  $25^\circ\text{C}$ . Kolik tepla musí odebrat z ohřívače, aby mohl vykonat práci  $150$  J?
- $518$  J
  - $349$  J
  - $273$  J
  - $167$  J
  - $135$  J
  - $120$  J

### Hodnocení:

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

### ODPOVĚDI:

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

Doba řešení byla po souhlase členů komise pro SZZ prodloužena na 120 min.

Řešilo 5 studentů, bodová hodnocení 19, 17, 11, 7, 6.

## 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

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 ( $\rho$  je měrný odpor při  $0^\circ\text{C}$ ,  $\alpha$  je teplotní součinitel odporu)

Látka	$\frac{\rho}{\mu\Omega\text{m}}$	$\frac{\alpha}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$	Látka	$\frac{\rho}{\mu\Omega\text{m}}$	$\frac{\alpha}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$
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	$\frac{\rho}{\text{kg m}^{-3}}$	Látka	$\frac{\rho}{\text{kg m}^{-3}}$	Látka	$\frac{\rho}{\text{kg m}^{-3}}$
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	$\frac{\rho_{20}}{\text{kg m}^{-3}}$	$\frac{\alpha_{20}}{10^{-3} \text{K}^{-1}}$	$\frac{c_{20}}{\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}}$
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 kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Měrná tepelná kapacita ledu	2,1 kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Měrné skupenské teplo varu vody	2,26 MJ kg <sup>-1</sup>
Měrné skupenské teplo tání ledu	334 kJ kg <sup>-1</sup>
Povrchové napětí	73 × 10 <sup>-3</sup> N m <sup>-1</sup>

### 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]		