

## Státní bakalářská zkouška 12. 6. 2007

Fyzika (učitelství)

Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

Jméno:

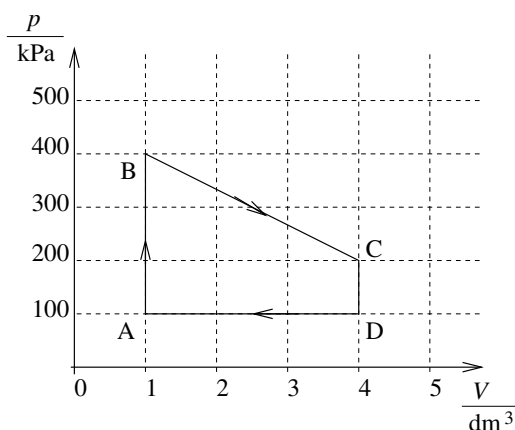
### Pokyny k řešení testu:

- 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. V nádobě je dusík  $N_2$  o teplotě  $27^\circ C$  a tlaku 4 MPa. Jaký bude jeho tlak, jestliže z nádoby vypustíme poloviční množství plynu a jeho teplota při tom klesne o  $15^\circ C$ ?  
a)  $8,9 \times 10^5 Pa$                       b)  $0,11 \times 10^5 Pa$                       c)  $1,9 \times 10^6 Pa$   
d)  $1,9 \times 10^5 Pa$                       e)  $5,2 \times 10^5 Pa$                       f)  $5,2 \times 10^4 Pa$
2. Určete hmotnost vařící vody, kterou je třeba přilít do vody o hmotnosti 5 kg a teplotě  $9^\circ C$ , aby výsledná teplota vody byla  $30^\circ C$ . Předpokládáme, že tepelná výměna nastala jen mezi teplejší a studenější vodou.  
a) 0,56 kg                      b) 0,8 kg                      c) 0,3 kg  
d) 1,5 kg                      e) 2,8 kg                      f) 0,06 kg
3. Určete výšku, do které je třeba zvednout těleso nad povrch Země, aby se gravitační síla, která na těleso působí, zmenšila dvakrát. Poloměr Země je 6 378 km.  
a) 2 640 km                      b) 3 290 km                      c) 6 170 km  
d) 11 100 km                      e) 8,5 km                      f) 14,3 km
4. Vesmírná loď nás míjí rychlostí  $0,85 c$ . Loď má ve své klidové soustavě délku 50 m. Palubní počítač na této kosmické lodi inicioval dva současné impulsy, jeden na předním a druhý na zadním konci lodi. Jak se tyto události jeví z hlediska naší vztažné soustavy?  
a) Impuls v přední části nastal o 1,2 ms dříve než v zadní části.  
b) Impuls v zadní části nastal o 269 ns dříve než v přední části.  
c) Impuls v přední části nastal o 348 fs dříve než v zadní části.  
d) Impuls v zadní části nastal o  $1,8 \mu s$  dříve než v přední části.  
e) Impuls v přední části nastal o 15 s dříve než v zadní části.  
f) Oba impulsy nastaly současně.
5. V nádobě o objemu 2 l je kyslík  $O_2$  o látkovém množství 0,2 mol. Určete jeho hustotu.  
a)  $3,2 kg \cdot m^{-3}$                       b)  $1,6 kg \cdot m^{-3}$                       c)  $0,8 kg \cdot m^{-3}$   
d)  $0,16 kg \cdot m^{-3}$                       e)  $0,32 kg \cdot m^{-3}$                       f)  $7,2 kg \cdot m^{-3}$

6. Připojíme-li ke svorkám baterie rezistor o odporu  $R_1 = 10\Omega$ , protéká obvodem proud  $I_1 = 3\text{ A}$ . Je-li na svorky téže baterie připojen rezistor o odporu  $R_2 = 20\Omega$ , prochází obvodem proud  $I_2 = 1,6\text{ A}$ . Vypočtete vnitřní odpor baterie.
- a)  $0,7\ \Omega$                       b)  $1,428\ \Omega$                       c)  $70\ \Omega$   
d)  $142\ \Omega$                       e)  $2,34\ \text{m}\Omega$                       f)  $0,142\ \Omega$
7. Nuklid  $^{244}\text{Pu}$  emituje  $\alpha$ -částice. Na který z uvedených nuklidů se rozpadá?
- a)  $^{240}\text{Np}$                       b)  $^{240}\text{U}$                       c)  $^{248}\text{Cm}$   
d)  $^{244}\text{Am}$                       e)  $^{238}\text{U}$                       f)  $^{251}\text{Pu}$
8. Jakou práci vykoná ideální plyn během jednoho cyklu kruhového děje zobrazeného na obrázku?
- a)  $300\text{ kJ}$                       b)  $400\text{ MJ}$                       c)  $500\text{ J}$   
d)  $600\text{ J}$                       e)  $900\text{ J}$                       f)  $600\text{ kJ}$



9. Jak velký by musel být poloměr osamocené měděné koule, která by se elektrickým nábojem  $Q = 5 \times 10^{-6}\text{ C}$  nabíla na potenciál  $\varphi = 104\text{ V}$ ?
- a)  $9\text{ m}$                       b)  $4,5\text{ km}$                       c)  $4,5\text{ m}$   
d)  $450\text{ m}$                       e)  $0,45\text{ m}$                       f)  $0,45\text{ km}$
10. Kolik žárovek o maximálním příkonu  $9,8\text{ W}$  a odporu  $R=20\ \Omega$  je možné zapojit do série při zapojení na spotřebitelskou síť  $230\text{ V}$ ?
- a)  $5$  a více                      b) maximálně  $3$                       c)  $15$   
d) maximálně  $24$                       e)  $17$  a více                      f) nelze připojit žádná
11. V experimentu č. 1 se elektron pohybuje proti směru elektrického pole, v experimentu č. 2 ve směru elektrického pole, v experimentu č. 3 ve směru magnetického pole a v experimentu č. 4 kolmo na směr magnetického pole. V každém experimentu je pole stacionární a je přítomno buď pouze elektrické nebo pouze magnetické pole. Ve kterých případech se de Broglieho vlnová délka elektronu zvětšuje, kdy se zmenšuje a kdy zůstává stejná?
- a) 1 zmenšuje, 2 zvětšuje, 3, 4 nemění  
b) 1 zvětšuje, 2 zmenšuje, 3, 4 nemění  
c) 1 zvětšuje, 2, 3 zmenšuje, 4 nemění  
d) 1 zmenšuje, 2, 3, zvětšuje, 4 nemění  
e) 1, 2, 3 nemění, 4 zvětšuje  
f) 1, 2, 3 nemění, 4 zmenšuje

12. Uhlík obsažený v živočišných i rostlinných tkáních obsahuje malé množství radioaktivního izotopu  $^{14}\text{C}$ . Jeho koncentrace v živé tkáni odpovídá koncentraci  $^{14}\text{C}$  v atmosféře, kde vzniká působením kosmického záření a odpovídá zhruba 14 rozpadům za minutu na jeden gram uhlíku. V mrtvých biologických vzorcích frekvence rozpadů postupně klesá. Toho se využívá při odhadu stáří biologických vzorků. Za jak dlouho poklesne tato frekvence na hodnotu jeden rozpad za minutu na jeden gram uhlíku?
- a) 560 let                      b) 22 tis. let                      c) 1,8 tis. let  
d) 7,1 mil. let                      e) 86 let                      f) 80 tis. let
13. Na ose  $x$  leží ve vakuu dva kladné bodové náboje  $Q_1, Q_2$  o stejné velikosti. Náboj  $Q_1$  má souřadnici  $x = 0$  m, náboj  $Q_2$  má souřadnici  $x = -2$  m. Jak se změní potenciál elektrostatického pole  $\varphi$  v bodě P, ležícím také na ose  $x$  a majícím souřadnici  $x = 2$  m, jestliže se velikost náboje  $Q_2$  zvětší čtyřikrát?
- a)  $\varphi(P)$  se zvýší 8 krát  
b)  $\varphi(P)$  se zvýší 2 krát  
c)  $\varphi(P)$  se zmenší 2 krát  
d)  $\varphi(P)$  se zvýší 16 krát  
e)  $\varphi(P)$  se nezmění  
f)  $\varphi(P)$  klesne na nulu
14. Jakou průměrnou vzdálenost urazí piony vzniklé při srážkách elementárních částic ve vztažné soustavě, vůči níž se pohybují rychlostí  $0,98c$ ? V soustavě, vůči které jsou piony v klidu, je jejich střední doba života  $2,55 \cdot 10^{-8}$  s.
- a) 308 mm                      b) 23,3 m                      c) 8,71 mm  
d) 179 m                      e) 37,6 m                      f) 11 mm
15. Dvě koherentní světelné vlny o intenzitách  $I_1 = I$  a  $I_2 = 4I$  a vlnové délce 760 nm interferují a vytvářejí interferenční obrazec. Určete jeho kontrast.
- a) 75%                      b) 25%                      c) 50%  
d) 95%                      e) 80%                      f) 90%
16. Vnádří s vodou je vhloubce 26 cm pod hladinou umístěn bodový zdroj vysílající monochromatické záření o vlnové délce 589,3 nm. Určete poloměr kruhu na povrchu kapaliny, kterým vystupují paprsky ze zdroje do vzduchu.
- a) 55,5 cm,                      b) 75,0 cm,                      c) 12,5 cm,  
d) 29,5 cm,                      e) 5,5 cm,                      f) 35,0 cm.
17. Monochromatická rovinná elektromagnetická vlna, která se šíří dielektrickým prostředím podél osy  $z$ , má vektor elektrické intenzity určený vztahem
- $$\vec{E} = \vec{A} \cos \left[ 2\pi Q \left( ct - \frac{5}{3}z \right) \right],$$
- kde  $Q = 10^6 \text{m}^{-1}$ ,  $\vec{A}$  je amplituda vlny,  $c$  je fázová rychlost světla ve vakuu a  $t$  a  $z$  označují čas a souřadnici. Určete index lomu prostředí, kterým vlna prochází.
- a)  $n = 3/2$ ,                      b)  $n = 4/3$ ,                      c)  $n = 1$ ,  
d)  $n = 5/3$ ,                      e)  $n = 7/4$ ,                      f)  $n = 3/5$ ,
18. Vypočítejte moment setrvačnosti ocelového kruhového prstence o hmotnosti 20 kg, vnitřním poloměrem 20 cm a vnějším poloměrem 30 cm vzhledem k rotační ose prstence.
- a) 0,25 kg m<sup>2</sup>                      b) 4,8 kg m<sup>2</sup>                      c) 12,9 kg m<sup>2</sup>  
d) 0,023 kg m<sup>2</sup>                      e) 319 kg m<sup>2</sup>                      f) 1,3 kg m<sup>2</sup>

19. Určete polohu těžiště tyče délky 80 cm, jejíž jedna polovina je z mědi a druhá z hliníku. Tyč má všude stejný kruhový průřez o průměru 1,2 cm.
- 5,8 cm od středu v měděné části,
  - 15,2 cm od středu v měděné části,
  - 10,7 cm od středu v měděné části,
  - 5,8 cm od středu v hliníkové části,
  - 15,2 cm od středu v hliníkové části,
  - 10,7 cm od středu v hliníkové části
20. Elektrický dipólový moment  $\vec{p}$  elektrostatického dipólu je orientován v kladném směru souřadné osy  $z$ , počátek souřadné soustavy je totožný se středem dipólu. Skalární potenciál elektrostatického pole dipólu je dán vztahem  $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r^3}$ . Určete rovnici elektrických siločar v rovině  $yz$ . Rovnici vyjádřete v polárních souřadnicích  $r$  a  $\vartheta$ , kde  $\vartheta$  je úhel, který svírá vektor  $\vec{r}$  s kladným směrem souřadnice  $z$ . ( $K$  je volitelná konstanta, jejíž diskrétní hodnoty určují jednotlivé siločáry).
- $r = K \cdot \cos^2 \vartheta$ ,
  - $r = K \cdot \sin^2 \vartheta$ ,
  - $r^2 = K \cdot \sin^3 \vartheta$ ,
  - $r^2 = K \cdot (\sin^2 \vartheta + \cos^2 \vartheta)$ ,
  - $r = K \cdot \frac{\cos \vartheta}{\sin \vartheta}$ ,
  - $r = K \cdot \sin(2\vartheta)$

### Hodnocení:

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

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

### 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  $\lambda_D = 589,3$  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°C

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

Tepelné 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>

## Periodická tabulka prvků s relativními atomovými hmotnostmi

	I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII																																						
1	1 <b>H</b> 1,008												2 <b>He</b> 4,003																																											
2	3 <b>Li</b> 6,939		4 <b>Be</b> 9,012												5 <b>B</b> 10,81		6 <b>C</b> 12,01		7 <b>N</b> 14,01		8 <b>O</b> 16,00		9 <b>F</b> 19,00		10 <b>Ne</b> 20,18																															
3	11 <b>Na</b> 22,99		12 <b>Mg</b> 24,31												13 <b>Al</b> 26,98		14 <b>Si</b> 28,09		15 <b>P</b> 30,97		16 <b>S</b> 32,06		17 <b>Cl</b> 35,45		18 <b>Ar</b> 39,95																															
4	19 <b>K</b> 39,10		20 <b>Ca</b> 40,08		21 <b>Sc</b> 44,96		22 <b>Ti</b> 47,90		23 <b>V</b> 50,94		24 <b>Cr</b> 52,00		25 <b>Mn</b> 54,94		26 <b>Fe</b> 55,85		27 <b>Co</b> 58,93		28 <b>Ni</b> 58,71		29 <b>Cu</b> 63,55		30 <b>Zn</b> 65,37		31 <b>Ga</b> 69,72		32 <b>Ge</b> 72,59		33 <b>As</b> 74,92		34 <b>Se</b> 78,96		35 <b>Br</b> 79,90		36 <b>Kr</b> 83,80																					
5	37 <b>Rb</b> 85,47		38 <b>Sr</b> 87,62		39 <b>Y</b> 88,91		40 <b>Zr</b> 91,22		41 <b>Nb</b> 92,91		42 <b>Mo</b> 95,94		43 <b>Tc</b> [99]		44 <b>Ru</b> 101,1		45 <b>Rh</b> 102,9		46 <b>Pd</b> 106,4		47 <b>Ag</b> 107,9		48 <b>Cd</b> 112,4		49 <b>In</b> 114,8		50 <b>Sn</b> 118,7		51 <b>Sb</b> 121,8		52 <b>Te</b> 127,6		53 <b>I</b> 126,9		54 <b>Xe</b> 131,3																					
6	55 <b>Cs</b> 132,9		56 <b>Ba</b> 137,3		57 <b>La</b> 138,9		72 <b>Hf</b> 178,5		73 <b>Ta</b> 180,9		74 <b>W</b> 183,9		75 <b>Re</b> 186,2		76 <b>Os</b> 190,2		77 <b>Ir</b> 192,2		78 <b>Pt</b> 195,1		79 <b>Au</b> 197,0		80 <b>Hg</b> 200,6		81 <b>Tl</b> 204,4		82 <b>Pb</b> 207,2		83 <b>Bi</b> 209,0		84 <b>Po</b> [209]		85 <b>At</b> [210]		86 <b>Rn</b> [222]																					
7	87 <b>Fr</b> [223]		88 <b>Ra</b> [226]		89 <b>Ac</b> [227]		104 <b>Rf</b> [261]		105 <b>Db</b>		106 <b>Sg</b>		107 <b>Bh</b>		108 <b>Hs</b>		109 <b>Mt</b>		110 <b>Ds</b>																																					
																													58 <b>Ce</b> 140,1		59 <b>Pr</b> 140,9		60 <b>Nd</b> 144,2		61 <b>Pm</b> [145]		62 <b>Sm</b> 150,4		63 <b>Eu</b> 152,0		64 <b>Gd</b> 157,3		65 <b>Tb</b> 158,9		66 <b>Dy</b> 162,5		67 <b>Ho</b> 164,9		68 <b>Er</b> 167,3		69 <b>Tm</b> 168,9		70 <b>Yb</b> 173,0		71 <b>Lu</b> 175,0	
																													90 <b>Th</b> 232,0		91 <b>Pa</b> [231]		92 <b>U</b> 238,0		93 <b>Np</b> [237]		94 <b>Pu</b> [244]		95 <b>Am</b> [243]		96 <b>Cm</b> [247]		97 <b>Bk</b> [247]		98 <b>Cf</b> [251]		99 <b>Es</b> [252]		100 <b>Fm</b> [257]		101 <b>Md</b> [258]		102 <b>No</b> [259]		103 <b>Lr</b> [260]	