

Státní bakalářská zkouška 15. 5. 2007

Fyzika (učitelství)

Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

Jméno:

Pokyny k řešení testu:

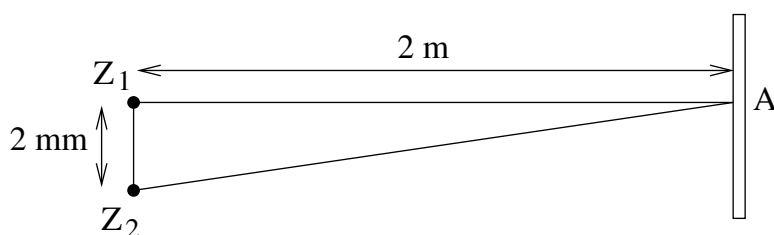
- Ke každé úloze je správně pouze jedna odpověď.
- Čas k řešení je 90 minut ($4 \frac{1}{2}$ minuty na úlohu): snažte se nejprve rychle vyřešit ty nejsnazší úlohy, pak se vraťte ke složitějším.
- Při řešení smíte používat kalkulačku.
- Fyzikální konstanty a materiálové parametry, které budete při řešení potřebovat, jsou na konci testu.
- Pracujte samostatně! Při pokusu o spolupráci s ostatními by Váš test byl okamžitě ukončen.

Úlohy

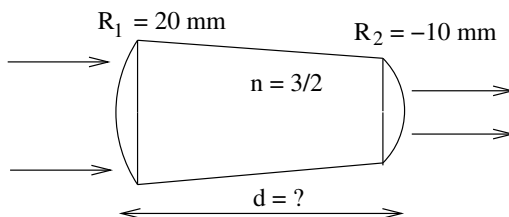
1. Do nádoby s 1 kg vody o teplotě 60°C bylo vhozeno 100 g sněhu o teplotě 0°C . Vypočítejte teplotu soustavy po ustavení termodynamické rovnováhy. Ztráty tepla a tepelnou kapacitu nádoby zanedbejte.
a) 39°C b) 41°C c) 45°C
d) 47°C e) 49°C f) 51°C
2. Určete molární hmotnost sloučeniny, která má vplynném stavu za normálních podmínek hustotu $1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Předpokládejme, že sloučeninu můžete považovat za ideální plyn.
a) 1,2 g/mol b) 16 g/mol c) 29 g/mol
d) 413 g/mol e) 39 g/mol f) 63 g/mol
3. Do válce Dieselova motoru je nasáto půl litru vzduchu při atmosférickém tlaku a teplotě 0°C . Píst potom tento vzduch stlačí na jednu dvacetinu původního objemu tak rychle, že teplo ze stlačeného vzduchu nestačí přejít do stěn válce. Vypočítejte, jaký bude tlak ve válci těsně po stlačení.
a) 13,26 MPa b) 6,63 MPa c) 2,0 MPa
d) 5,0 MPa e) 1,508 kPa f) 1,508 MPa
4. Ke zdroji střídavého napětí $U_{ef} = 220 \text{ V}$ frekvence $f = 50 \text{ Hz}$ je připojeno elektrické zařízení, které má činný příkon $P = 500 \text{ W}$. Zařízení se skládá z činného odporu R a indukčnosti L , za spojených v sérii. Ampérmetrem naměříme proud protékající přístrojem $I_{ef} = 2,5 \text{ A}$. Jaká je hodnota L ?
a) 117 mH b) 286 mH c) 1,2 H
d) 5,8 H e) 23,4 H f) 26,1 mH
5. Pět stejných koulí se nachází ve vrcholech pravidelného pětiúhelníka vepsaného do kružnice o poloměru 60 cm. O jakou vzdálenost se posune těžiště soustavy koulí, když jednu z koulí odebereme?
a) 6 cm b) 5 cm c) 20 cm
d) 10 cm e) 12 cm f) 15 cm

6. Homogenní válec se pohybuje rychlostí 80 cm/s po rovině, a pak se skutálí ze svahu vysokého 6 cm. Určete rychlost válce pod svahem. Valivé tření neuvažujte a berte $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- a) 86 cm/s b) 120 cm/s c) 70 cm/s
d) 231 cm/s e) 180 cm/s f) 156 cm/s
7. Podle Bohrova modelu atomu vodíku obíhá elektron kolem jádra po kruhové dráze o poloměru $r = 5,3 \times 10^{-11} \text{ m}$. Frekvence oběhů elektronu je $f = 6,6 \times 10^{15} \text{ Hz}$. Pohyb elektronu kolem jádra představuje elektrický proud kruhovým závitem. Odhadněte hodnotu magnetické indukce v místě jádra atomu.
- a) 10 mT b) 10 μT c) 100 T
d) 10 T e) 0,1 T f) 1 T
8. Na stole leží pružina. Na jeden konec pružiny bylo připevněno závaží o hmotnosti 2 kg a na druhý konec 6 kg. Pružina pak kmitala s frekvencí 15 Hz. Jaká bude frekvence kmitů pružiny, jestliže připevníme na oba konce stejné závaží o hmotnosti 4 kg? Tření zanedbejte.
- a) 16 Hz b) 21,3 Hz c) 15,5 Hz
d) 18 Hz e) 14,6 Hz f) 13 Hz
9. Za jak dlouho ohřeje ponorný ohříváč 2 litry vody 20°C teplé na teplotu 90°C? Ohříváč je připojen na napětí $U = 230 \text{ V}$. Jeho odpor $R = 100 \Omega$. Účinnost je 75%. (Změnu odporu ohříváče s teplotou zanedbejte).
- a) 12 min b) 8,5 s c) 47 s
d) 2 h 30 min e) 25 min f) 5 min 30 s
10. Na laně provlečeném přes pevnou kladku visí na jednom konci závaží o hmotnosti 4 kg a na druhém konci větší závaží o hmotnosti 6 kg, proto se soustava těles dá do pohybu. Určete sílu, jakou je napínáno lano. Hmotnost lana a kladky zanedbejte, pro jednoduchost berte $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- a) 60 N b) 48 N c) 20 N d) 64 N
e) 52 N f) 12 N
11. Jaká je hodnota vazební energie na jeden nukleon pro ${}_{94}^{239}\text{Pu}$, je-li jeho atomová hmotnost 239,05216u?
- a) 7,56 MeV b) 23,8 keV c) 86,1 GeV
d) 45,2 MeV e) 1,02 GeV f) 14,0 keV
12. Radionuklid ${}^{32}\text{P}$ se často používá jako značený izotop pro sledování průběhu biochemických reakcí, kterých se účastní fosfor. Je-li v určitém experimentálním uspořádání naměřena četnost na počátku 3500 pulzů/s, po jaké době poklesne tato četnost na hodnotu 170 pulzů/s? Četnost odpovídající pozadí je 10 pulzů/s.
- a) 4,2 hod b) 17, 2 dní c) 28,3 hod
d) 278 let e) 63,5 dní f) 39 min
13. Jakou průměrnou vzdálenost urazí piony vzniklé při srážkách elementárních částic ve vztažné soustavě, vůči níž se pohybují rychlostí $0,95 c$? V soustavě, vůči které jsou piony v klidu, je jejich střední doba života $2,55 \cdot 10^{-8} \text{ s}$.
- a) 308 mm b) 23,3 m c) 8,71 mm
d) 179 m e) 15,8 m f) 11 mm

14. Příklad vyplývající z Millikanova pokusu: Ve vertikálním homogenním elektrickém poli deskového kondenzátoru, mezi jehož deskami je napětí $U = 6000 \text{ V}$ se vznáší záporně nabitá kapka oleje o hmotnosti $m = 10^{-8} \text{ g}$. Je-li vzdálenost desek $d = 2 \text{ cm}$, vypočítejte náboj kapky.
- a) $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ b) $3,3 \times 10^{-16} \text{ C}$ c) $1,6 \times 10^{-31} \text{ C}$
d) $2,7 \times 10^{-12} \text{ C}$ e) $4,2 \times 10^{-17} \text{ C}$ f) $1,2 \times 10^{-18} \text{ C}$
15. Lupa zvětšuje při pozorování okem bez akomodace 5 krát. Určete optickou mohutnost lupy.
- a) $K = 10 \text{ D}$, b) $K = 20 \text{ D}$, c) $K = 5 \text{ D}$,
d) $K = 15 \text{ D}$, e) $K = 2 \text{ D}$, f) $K = 0,5 \text{ D}$.
16. Dva zdroje Z_1 a Z_2 koherentního světelného záření o frekvenci $f = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ jsou navzájem vzdáleny 2 mm . Stínítko je umístěno rovnoběžně se spojnicí zdrojů ve vzdálenosti 2 m . Jaký bude fázový rozdíl vln v bodě A na stínítku, je-li spojnice zdroje Z_1 sbodem A kolmá na stínítko a celá sestava se nachází ve vzduchu?
- a) $\Delta\Phi = \pi/2$, b) $\Delta\Phi = \pi$, c) $\Delta\Phi = \pi/4$,
d) $\Delta\Phi = \pi/6$, e) $\Delta\Phi = 4\pi$, f) $\Delta\Phi = 12\pi$,



17. Magnetický dipólový moment \vec{m} permanentního magnetu je orientován v kladném směru souřadné osy z , počátek souřadné soustavy pólů vzdálenost mezi póly. Magnetostatický potenciál je obecně dán vztahem $\varphi_m = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\vec{m} \cdot \vec{r}}{r^3}$. Určete rovnici indukčních čar v rovině yz . Rovnici vyjádřete v polárních souřadnicích r a ϑ , kde ϑ je úhel, který svírá vektor \vec{r} s kladným směrem souřadnice z . K je volitelná konstanta a každá zvolená hodnota K určuje právě jednu indukční čáru.
- a) $r = K \cdot \cos^2 \vartheta$
b) $r = K \cdot \sin^2 \vartheta$
c) $r^2 = K \cdot \sin \vartheta$
d) $r^2 = K \cdot (\sin^2 \vartheta + \cos^2 \vartheta)$
e) $r = K \cdot \frac{\cos \vartheta}{\sin \vartheta}$
f) $r = K \cdot \sin(2\vartheta)$
18. Čočka vyrobená ze skla o indexu lomu $n=3/2$ má poloměry křivosti optických ploch $R_1=20 \text{ mm}$ a $R_2=-10 \text{ mm}$. Určete tloušťku čočky, při které bude afokální a bude pracovat podobně jako Keplerův dalekohled (rovnoběžné paprsky dopadající na čočku budou rovnoběžné i po průchodu čočkou). Čočka je umístěna ve vzduchu.
- a) $d = 50 \text{ mm}$, b) $d = 25 \text{ mm}$, c) $d = 90 \text{ mm}$,
d) $d = 20 \text{ mm}$, e) $d = 120 \text{ mm}$, f) $d = 145 \text{ mm}$



19. Vesmírná loď se pohybuje rychlostí $0,7 c$ vůči pozorovateli, který změřil, že doba, po kterou je loď míjela, je 119 ns . Jak je loď dlouhá ve své klidové soustavě?
- a) $d = 29 \text{ m}$ b) $d = 35 \text{ m}$ c) $d = 41 \text{ m}$
d) $d = 230 \text{ m}$ e) $d = 1,2 \text{ m}$ f) $d = 629 \text{ m}$
20. Bodový náboj $Q_1 = 1 \mu\text{C}$ je umístěn v počátku souřadné soustavy. V bodě o souřadnicích $x = 1 \text{ m}$, $y = 2 \text{ m}$, $z = 2 \text{ m}$ je umístěn druhý bodový náboj o velikosti $Q_2 = 0,5 \mu\text{C}$. Určete velikost práce, kterou může vykonat elektrostatické pole náboje Q_1 na náboji Q_2 , jestliže oba náboje leží na vzduchu.
- a) $1,5 \text{ mJ}$ b) $23,5 \mu\text{J}$ c) 31 nJ
d) 150 mJ e) 30 J f) $1,8 \text{ pJ}$

Hodnocení:

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

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

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
dušík	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	$\frac{\varrho}{\mu\Omega\text{m}}$	$\frac{\alpha}{10^{-3}K^{-1}}$	Látka	$\frac{\varrho}{\mu\Omega\text{m}}$	$\frac{\alpha}{10^{-3}K^{-1}}$
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	$\frac{\varrho_{20}}{\text{kg m}^{-3}}$	$\frac{\alpha_{20}}{10^{-3}K^{-1}}$	$\frac{c_{20}}{\text{kJ kg}^{-1}K^{-1}}$
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 H	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

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	$4,2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
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}