

Státní bakalářská zkouška 7. 6. 2017

Fyzika (učitelství)
Zkouška - teoretická fyzika
(test s řešením)

Jméno:

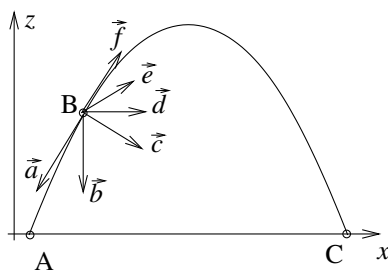
Pokyny k řešení testu:

- 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.

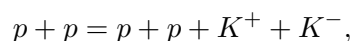
Úlohy

1. Jak se změní entropie 10 ml vody, pokud voda při teplotě 0°C zmrzne?
a) vzroste o 3,1 kJ/K b) klesne o 3,1 kJ/K c) vzroste o 12 J/K
d) klesne o 12 J/K e) vzroste o 210 J/K f) klesne o 210 J/K
2. Uran ^{238}U prochází α rozpadem, výsledný produkt pak prochází β^{-} rozpadem a výsledný produkt této reakce prochází dalším β^{-} rozpadem. Jaký nuklid je produktem poslední reakce?
a) ^{227}Ac b) ^{234}Ra c) ^{248}Cm
d) ^{227}Fr e) ^{234}U f) ^{227}Ra
3. Bílé světlo dopadá kolmo na skleněnou destičku, na kterou byla nanесena vrstva MgF_2 . Pro jakou nejmenší tloušťku vrstvy d nebude v odraženém světle zastoupeno zelené světlo, které má ve vakuu vlnovou délku 532 nm? Index lomu skleněné destičky pro tuto vlnovou délku je 1,535 a index lomu vrstvy 1,385.
a) 266 nm, b) 133 nm, c) 66 nm,
d) 96 nm, e) 354 nm, f) 186 nm
4. Jak velký by musel být poloměr osamocené hliníkové koule, která by se elektrickým nábojem $Q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$ nabíla na potenciál $\varphi = 104 \text{ V}$?
a) 9 m b) 4,5 km c) 4,5 m
d) 450 m e) 0,45 m f) 0,45 km

5. Islandský vápenec je jednoosý negativní krystal ($n_o > n_e$, řádný index lomu vykazuje ve směru optické osy). V systému hlavních os jsou dány dvě hlavní permitivity: $\epsilon_1 = 2,425 \cdot 10^{-11}$ F/m, $\epsilon_3 = 1,956 \cdot 10^{-11}$ F/m. Doplňte hlavní permitivitu ϵ_2 .
- a) $\epsilon_2 = 1$ F/m, b) $\epsilon_2 = 2,425 \cdot 10^{-11}$ F/m, c) $\epsilon_2 = 2,191 \cdot 10^{-11}$ F/m,
d) $\epsilon_2 = 4,381 \cdot 10^{-11}$ F/m, e) $\epsilon_2 = 7,111 \cdot 10^{-9}$ F/m, f) $\epsilon_2 = 1,956 \cdot 10^{-11}$ F/m.
6. Jaká tloušťka dřevovláknité izolace má stejné izolační vlastnosti jako zeď ze 30 cm silné plně pálené cihly? Koefficient tepelné vodivosti cihly $\lambda_c = 0,8$ W/(m·K), dřevovláknité izolace $\lambda_d = 0,04$ W/(m·K).
- a) 0,25 cm b) 0,55 cm c) 1,5 cm
d) 3,0 cm e) 5,2 cm f) 11 cm
7. Těleso bylo v bodě A vrženo v homogenním tíhovém poli ve vakuu šikmo vzhůru a dopadlo do bodu C. Trajektorie tělesa je znázorněna na obrázku. Který z vyznačených vektorů odpovídá vektoru zrychlení tělesa v bodě B?
- a) vektor \vec{a} b) vektor \vec{b} c) vektor \vec{c}
d) vektor \vec{d} e) vektor \vec{e} f) vektor \vec{f}



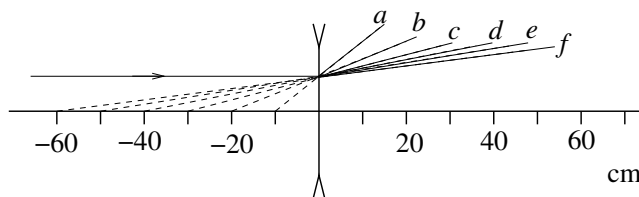
8. V experimentu č. 1 se elektron pohybuje proti směru elektrického pole, v experimentu č. 2 ve směru elektrického pole, v experimentu č. 3 ve směru magnetického pole a v experimentu č. 4 kolmo na směr magnetického pole. V každém experimentu je pole stacionární a je přítomno buď pouze elektrické nebo 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
9. Urychlený proton narazí v laboratorní soustavě na proton v terči, který je v klidu. Jaká je prahová *kinetická* energie urychleného protonu, aby mohla proběhnout reakce



je-li klidová energie protonu je 938,3 MeV a klidová energie každého z kaonů 493,7 MeV?

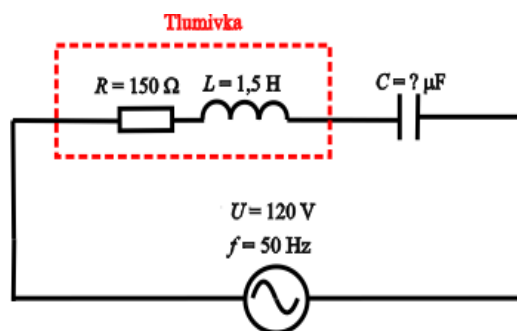
- a) 1481 MeV b) 1926 MeV c) 2864 MeV
d) 3433 MeV e) 2494 MeV f) 4741 MeV
10. Cívka o indukčnosti 0,5 H se zanedbatelným odporem vinutí R je připojena ke zdroji elektromotorického napětí 3 V, který má zanedbatelný vnitřní odpor R_i . Určete dobu, za kterou proud v cívkce po jejím připojení ke zdroji vzroste o 2,4 A.
- a) 0,2 s b) 1,0 s c) 0 s
d) 0,4 s e) 5,0 s f) 10 s

11. Obrázek znázorňuje paprsek dopadající na rozptylnou čočku o optické mohutnosti -10 dioptrií. Která čára odpovídá pokračování paprsku?
- a) čára a b) čára b c) čára c
d) čára d e) čára e f) čára f



12. Proton a částice α vletly do homogenního magnetického pole kolmo k indukčním čarám. Porovnejte poloměry trajektorií částic v případě, že mají stejnou kinetickou energii.
- a) $2r_\alpha = r_p$ b) $r_\alpha = 2r_p$ c) $r_\alpha = r_p$
d) $4r_\alpha = r_p$ e) $r_\alpha = 4r_p$ f) $8r_\alpha = r_p$

13. Do obvodu střídavého proudu o frekvenci 50 Hz je zapojena tlumivka o indukčnosti $1,5$ H a odporu 150Ω . Jakou kapacitu musí mít kondenzátor připojený sériově k tlumivce, aby fázový rozdíl napětí a proudu byl nulový? Jaký proud bude procházet v tomto případě obvodem při napětí 120 V?



- a) $C = 6,8 \mu\text{F}$; $I = 1,25$ A, b) $C = 4,7 \mu\text{F}$; $I = 1,25$ A, c) $C = 6,8 \mu\text{F}$; $I = 0,35$ A,
d) $C = 4,7 \mu\text{F}$; $I = 0,8$ A, e) $C = 6,8 \mu\text{F}$; $I = 0,8$ A, f) $C = 4,7 \mu\text{F}$; $I = 0,35$ A,
14. Částice o hmotnosti 1 kg je zavěšena na pružině a koná lineární harmonický pohyb, u něhož je výchylka z rovnovážné polohy popsána rovnicí

$$y(t) = A \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right),$$

kde $A = 1$ m a $\omega = 0,5 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Jestliže položíme potenciální energii v rovnovážné poloze rovnu 0 , jaká je celková mechanická energie částice?

- a) 2 J b) 1 J c) $1/8$ J
d) $1/2$ J e) 0 J f) $1/4$ J
15. Z homogenního drátu hmotnosti 600 g byl vytvořen čtverec o straně 50 cm. Určete moment setrvačnosti tohoto čtverce vzhledem k ose kolmé k rovině čtverce a jdoucí středem čtverce.
- a) $I = 0,002 \text{ kg m}^2$ b) $I = 0,25 \text{ kg m}^2$ c) $I = 0,050 \text{ kg m}^2$
d) $I = 0,44 \text{ kg m}^2$ e) $I = 1,02 \text{ kg m}^2$ f) $I = 2,7 \text{ kg m}^2$

16. Jaký je rozdíl mezi teplem Q_p potřebným k ohřátí $m = 7$ kg kyslíku za stálého tlaku a teplem Q_v potřebným k ohřátí téhož plynu při stálém objemu o $\Delta T = 100$ K?
- a) 180 kJ b) 24 kJ c) 670 J
d) 95 J e) 0 J f) 5,4 J

17. O jakou hodnotu se minimálně změní celková energie tělesa o hmotnosti 1 kg, které obíhá kolem Slunce po kruhové dráze ve vzdálenosti oběžné dráhy Země, pokud jej vyneseme do vzdálenosti mimo dosah sluneční gravitace?
- a) 28 kJ b) 760 kJ c) 3,3 MJ
d) 82 MJ e) 450 MJ f) 2,2 GJ

18. 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) $n = 3/5$,
19. Raketa A, jejíž klidová délka je 50 m, se pohybuje vůči pozorovateli na Zemi rychlostí $0,8 c$. V čase $t = 0$ se míjí s raketou B, která se vůči Zemi pohybuje rychlostí $0,6 c$ v opačném směru. Jaká je délka rakety A v soustavě spojené s raketou B?
- a) 48 m b) 69 m c) 11 m
d) 16 m e) 75 m f) 88 m

20. Kyvadlové hodiny jdou přesně při teplotě 20°C . O jakou dobu se budou každý den předbíhat či opožďovat za teploty 0°C , pokud je tyč kyvadla ze železa?
- a) předbíhat o 10 s b) opožďovat o 10 s c) předbíhat o 20 s
d) opožďovat o 20 s e) předbíhat o 40 s f) opožďovat o 40 s

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

Fyzikální konstanty a materiálové parametry

$$\begin{aligned}
 G &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \\
 N_A &= 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
 R &= 8,314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \\
 c &= 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \\
 \epsilon_0 &= 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \\
 \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} \\
 e &= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \\
 u &= 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} \\
 m_p &= 1,00783u \\
 m_n &= 1,00867u \\
 m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \\
 h &= 6,6256 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 \hbar &= 1,0545 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 k_B &= 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}
 \end{aligned}$$

Relativní permittivity

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 a hustota a součinitel objemové roztažnosti kapalin při 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

Kapalina	$\frac{\varrho_{20}}{\text{kg m}^{-3}}$	$\frac{\beta_{20}}{10^{-3}\text{K}^{-1}}$
aceton	791	1,43
etanol	789	1,10
glycerol	1260	0,50
metanol	792	1,19
terpentýnový olej	855	0,90
rtuť	13546	0,18
voda	998	0,18

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	^{210}Po	140 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]			