

Státní bakalářská zkouška 2. 9. 2014
Fyzika (učitelství)
Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

Jméno:

Pokyny k řešení testu:

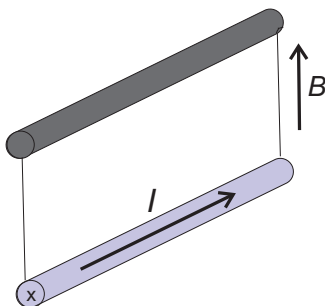
- Ke každé úloze je správně pouze jedna odpověď.
- Čas k řešení je 120 minut (6 minut na úlohu): snažte se nejprve rychle vyřešit ty nejsnazší úlohy, pak se vraťte ke složitějším.
- Při řešení smíte používat kalkulačku.
- Fyzikální konstanty a materiálové parametry, které budete při řešení potřebovat, 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

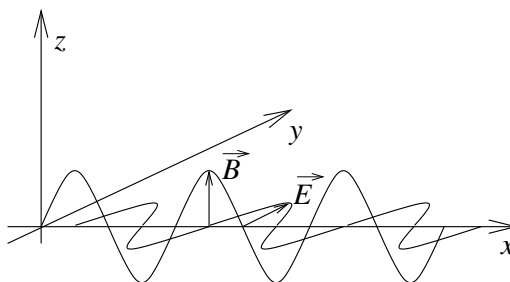
1. Částice s klidovou hmotností M se rozpadá na částici s klidovou hmotností m a foton. Jaká bude po rozpadu hybnost fotonu v soustavě hmotného středu?
a) $4 \frac{M^2+m^2}{M}c$ b) $\frac{M^2-m^2}{2M}c$ c) $\frac{M^2-m^2}{M}c$
d) $2 \frac{M^2-m^2}{M}c$ e) $\frac{M^2+m^2}{4M}c$ f) $\frac{M^2+m^2}{M}c$
2. Rybník, který má plochu 1 ha, zamrzne. Tloušťka ledu, která se na něm vytvoří, je 10 cm. Vypočtete množství energie, která se při zamrznutí rybníka uvolní. Předpokládejte, že počáteční teplota vody i ledu, který vznikne, je 0°C .
a) 3 MJ b) 300 MJ c) 3 GJ
d) 300 GJ e) 3 TJ f) 300 TJ
3. Rezonanční LC obvod je tvořen cívkou o indukčnosti 550 mH a kondenzátorem o kapacitě 14 pF. Pokud je amplituda proudu v obvodu 15 mA, jaká je amplituda napětí na kondenzátoru?
a) 3,0 kV b) 1,2 kV c) 260 V
d) 15 V e) 870 mV f) 67 mV

4. Ve vakuu (volném prostoru) se šíří rovinná elektromagnetická vlna, popsaná vektorem elektrické intenzity $\vec{E} = \vec{e}_x 12 \exp[i(\omega t - kz)]$ V/m, kde \vec{e}_x je jednotkový vektor orientovaný v kladném směru osy x ortogonálního pravotočivého systému. Najděte vztah pro efektivní (časově střední) Poyntingův vektor \vec{P}_{ef} .
- $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_z 0,19$ W/m²
 - $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_z 12$ W/m²
 - $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_x 1440\pi$ W/m²
 - $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_y 0,29$ W/m²
 - $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_x 144$ W/m²
 - $\vec{P}_{\text{ef}} = \vec{e}_y 10\pi$ W/m²
5. Pavel odpálil míč vodorovně z okna rychlostí 20 m/s. Z jaké výšky nad zemí byl míč odpálen, jestliže dopadl na trávu před domem za 2,0 s? Odpor vzduchu zanedbejte, předpokádejte, že trávník před domem roste na vodorovné ploše.
- 5,0 m
 - 10 m
 - 15 m
 - 20 m
 - 25 m
 - 30 m
6. Určete vzdálenost L mezi dvěma tenkými spojnými čočkami o obrazových ohniskových vzdálenostech $f'_1 = f'$ ($f' > 0$) a $f'_2 = 2f'$ tak, aby výsledná obrazová ohnisková vzdálenost soustavy byla $f'_v = -f'$.
- $L = 2f'$
 - $L = 2,5f'$
 - $L = 3f'$
 - $L = 3,5f'$
 - $L = 4f'$
 - $L = 5f'$
7. Těleso o hmotnosti 60,0 g je zavěšeno na pružině o tuhosti 20,0 N/m. V čase $t_0 = 0$ s se nachází 8,00 cm pod rovnovážnou polohou a pohybuje se rychlostí 7,0 cm/s směrem dolů. Jakou rychlostí se bude pohybovat v čase $t = 500$ ms?
- 1,3 cm/s směrem dolů
 - 5,2 cm/s směrem vzhůru
 - 19 cm/s směrem dolů
 - 22 cm/s směrem vzhůru
 - 37 cm/s směrem dolů
 - 49 cm/s směrem vzhůru
8. Jádro nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ má relativní atomovou hmotnost $A_r = 12$ (přesně). Uvažujeme-li relativní atomové hmotnosti protonu $A_r(p) = 1,0072765$ a neutronu $A_r(n) = 1,0086649$, určete vazební energii jádra E_j , tj. práci, kterou bychom museli vykonat, abychom jádro rozdělili na vzájemně na sebe nepůsobící protony a neutrony.
- 90 MeV
 - 5,7 GeV
 - 8,1 MeV
 - 120 MeV
 - 23 GeV
 - 3,1 GeV
9. Dvě cívky mají vůči sobě pevnou polohu, cívka 1 je připojena ke zdroji střídavého proudu, cívka 2 o dvacetinásobném počtu závitů je zapojena naprázdno. Pokud první cívkou teče proud o efektivní hodnotě 36 mA a frekvenci 50 Hz, ve druhé cívkce se indukuje napětí o efektivní hodnotě 96 mV. Jaká je vzájemná indukčnost cívek?
- 5,2 mH
 - 30 μH
 - 0,48 H
 - 8,5 mH
 - 140 μH
 - 7,8 nH

10. Vodič protékající stejnosměrným proudem je zavěšen vodorovně na obou koncích tak, že proud prochází směrem do nákresny. Je-li vodič vložen do magnetického pole s orientací vektoru magnetické indukce svisle vzhůru, bude na něj působit magnetická síla. Určete směr a velikost úhlu vychýlení z pohledu osoby, která stojí čelem k nákresně. Hmotnost vodiče je 100 g, jeho délka je 30 cm. Vodičem prochází proud 3,0 A a je vložen do homogenního magnetického pole o velikosti magnetické indukce 100 mT.



- a) 5° vpravo b) 5° vlevo c) 10° vpravo
d) 10° vlevo e) 15° vpravo f) 15° vlevo
11. Na obrázku je znázorněno elektrické a magnetické pole elektromagnetické vlny v určitý časový okamžik. Jaké vlastnosti má tato vlna v tento okamžik?

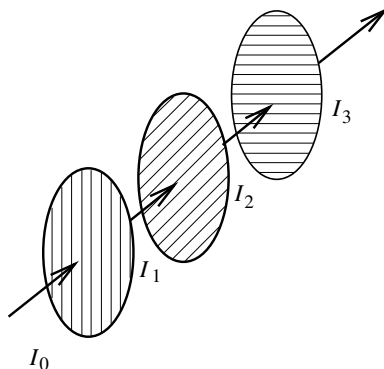


- a) Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v kladném směru osy x .
b) Postupná, lineárně polarizovaná, šířící se v záporném směru osy x .
c) Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v kladném směru osy x .
d) Postupná, kruhově polarizovaná, šířící se v záporném směru osy x .
e) Stojatá, $|E|$ roste, $|B|$ klesá.
f) Stojatá, $|E|$ klesá, $|B|$ roste.
12. V jaké výšce nad povrchem Země se nacházejí geostacionární družice?
a) 15 km b) 230 km c) 4,5 tis. km
d) 36 tis. km e) 620 tis. km f) 2,2 mil. km
13. Jakým momentem síly je nutno roztáčet obruč o průměru 1,5 m a hmotnosti 0,50 kg, aby se za 5,0 sekund roztočila z klidu na 600 otáček za minutu?
a) 0,47 Nm b) 1,7 Nm c) 3,6 Nm
d) 92 Nm e) 3,3 kNm f) 42 kNm

14. Plastový sáček naplněný vzduchem vezme potápěč pod vodu v jezeře. S rostoucím tlakem klesá objem vzduchu. Pokud by byla voda v jezeře všude o stejné teplotě, v jaké hloubce by objem vzduchu v sáčku klesl na třetinu původní hodnoty?

- a) 5 m b) 10 m c) 15 m
d) 20 m e) 25 m f) 30 m

15. Svazek světla prochází postupně třemi polarizátory, přičemž druhý polarizátor má rovinu polarizace vůči prvnímu otočenou o 25° a třetí vůči prvnímu o 90° (viz obrázek). Pokud je intenzita světla za prvním polarizátorem I_1 , jaká je intenzita I_3 za třetím polarizátorem?



- a) 0 b) 6,5% I_1 c) 15% I_1
d) 27% I_1 e) 59% I_1 f) 86% I_1

16. Kondenzátor je tvořen dvěma paralelními deskami, každá o ploše 5 cm^2 , 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 desky nalijeme minerální olej o relativní permitivitě $\epsilon_r = 2$?

- a) Napětí na kondenzátoru se zdvojnásobí.
b) Napětí na kondenzátoru klesne na polovinu.
c) Náboj na kondenzátoru se zdvojnásobí.
d) Náboj na kondenzátoru klesne na polovinu.
e) Náboj na kondenzátoru vzroste čtyřikrát.
f) Nedojde k žádné změně elektrostatických veličin.

17. Mrazicí box se nachází v místnosti o teplotě 20°C , uvnitř jsou 3 litry vody o teplotě 0°C . Kolik elektrické energie by zařízení spotřebovalo na zmrazení vody, kdyby pracovalo jako reverzibilní Carnotův stroj?

- a) 6,0 Wh b) 20 Wh c) 340 Wh
d) 1,8 kWh e) 74 kWh f) 550 kWh

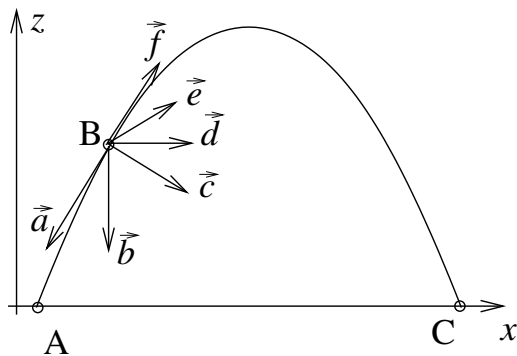
18. Elektrické pole v okolí počátku souřadnicové soustavy je popsáno skalárním potenciálem $\varphi(x, y, z)$. Víme, že v této oblasti se nenachází elektrické náboje. Který z uvedených potenciálů může vyhovovat tomuto zadání? (A je konstanta s rozměrem V/m^3 .)

- a) $\varphi = A(xz^2 + 4xyz - 5z^3)$
b) $\varphi = A(x^3 - 2xy^2 - xz^2)$
c) $\varphi = A(xy^2 + 2xyz)$
d) $\varphi = Axz^2$
e) $\varphi = A(x^3 + y^3 + z^3)$
f) $\varphi = A(y^2z - z^3)$

19. Kolik práce vykoná vzduch ve válci tlačící na píst, pokud z původního objemu 1,00 litru a atmosférického tlaku izotermicky expanduje na objem 3,00 l?

- a) 35 J b) 110 J c) 280 J
 d) 2,2 kJ e) 41 kJ f) 240 kJ

20. Obrázek znázorňuje trajektorii hmotného bodu při šikmém vrhu v homogenním tíhovém poli ve vakuu. Hmotný bod se pohybuje z bodu A přes bod B do bodu C. Která šipka znázorňuje vektor rychlosti hmotného bodu v bodě B?



- a) b) c)
 d) e) f)

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

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

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]			