

Státní bakalářská zkouška 7. 6. 2023

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

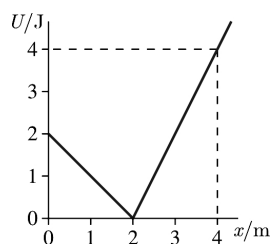
Jméno:

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.

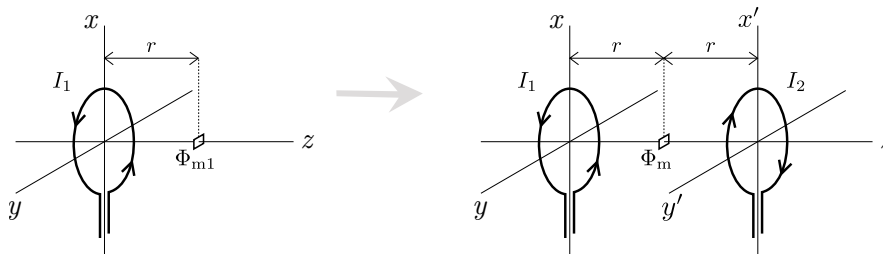
Úlohy

1. Částice se pohybuje podél osy x a její potenciální energie závisí na poloze podle grafu na obrázku. Jaká je x -ová složka síly působící na částici v poloze $x = 4$ m?



- a) 2 N b) -4 N c) 1 N
d) 5 N e) -2 N f) -1 N
2. Při α -rozpadu se uvolňuje jádro hélia s klidovou hmotností $3800 \text{ MeV}/c^2$ a kinetickou energií $5,00 \text{ MeV}$. Jakou rychlostí se α částice pohybuje?
- a) $0,051c$ b) $0,0026c$ c) $0,068c$
d) $0,095c$ e) $0,71c$ f) $1,05c$
3. Odhadněte řádově minimální kinetickou energii elektronu lokalizovaného v oblasti o rozměru $l = 0,10 \text{ nm}$.
- a) $10 \mu\text{eV}$ b) 10 meV c) 10 eV
d) 10 keV e) 10 MeV f) 10 GeV

4. Ve vzdálenosti r od středu závitů, jímž prochází proud I_1 , je umístěná velmi malá plocha orientovaná kolmo na osu závitů (osa z) podle obrázku. Velikost magnetického indukčního toku touto plochou je Φ_{m1} . Pokud na opačnou stranu od dané plochy do stejné vzdálenosti umístíme druhý, identický závit, jímž prochází poloviční proud $I_2 = I_1/2$, jak se změní velikost magnetického indukčního toku? Směry proudů jsou na obrázku označeny šipkami.



- a) Nezmění se
b) Bude nulový
c) Bude poloviční
d) Vzroste na 3/2 původní hodnoty
e) Bude nekonečný
f) Vzroste na dvojnásobek
5. Uvažujme elektrostatické pole pěti bodových nábojů o stejné velikosti $Q = 1$ nC, ležících na vzduchu a umístěných na ose x v bodech s hodnotami souřadnice $x = 1, 2, 3, 4, 5$ m. Určete normovaný skalární potenciál pole těchto nábojů v počátku souřadnicové soustavy.
- a) $\varphi(0) = 13,1$ V
b) $\varphi(0) = -120$ V
c) $\varphi(0) = 20,5$ V
d) $\varphi(0) = 120$ V
e) $\varphi(0) = 0$ V
f) $\varphi(0) = 8,85$ V
6. Předpokládejme, že učebna, ve které se nacházíme, má rozměry přibližně $11 \text{ m} \times 7,3 \text{ m} \times 3,3 \text{ m}$. Odhadněte, kolik se v ní nyní nachází molekul kyslíku.
- a) $2,2 \times 10^{23}$
b) $7,4 \times 10^{34}$
c) $8,5 \times 10^{21}$
d) $4,5 \times 10^{19}$
e) $3,7 \times 10^{31}$
f) $1,3 \times 10^{27}$
7. Měděná tyč s koeficientem tepelné vodivosti $\lambda = 385,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ je udržována jedním koncem na teplotě 100°C a druhým koncem je ve styku s ledovou lázní o teplotě 0°C . Tyč má délku $l = 1,0$ m, plošný průřez $S = 2,0 \text{ cm}^2$ a je dokonale izolovaná od okolí. Kolik ledu roztaje za 1 minutu?
- a) 3,1 kg
b) 1,4 g
c) 45 g
d) 1,8 kg
e) 57 mg
f) 240 g
8. Mrazicí box se nachází v místnosti o teplotě 25°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) 25 Wh
b) 120 Wh
c) 850 Wh
d) 1,7 kWh
e) 38 kWh
f) 650 kWh
9. Jaká je nejkratší vzdálenost, na které může zastavit automobil jedoucí po vodorovné silnici rychlostí 108 km/h, je-li součinitel smykového tření mezi pneumatikami a povrchem vozovky 0,4?
- a) 22 m
b) 38 m
c) 113 m
d) 15 m
e) 50 m
f) 82 m

10. Jaká je maximální kinetická energie elektronů vystupujících z rubidiové elektrody ozářené světlem o vlnové délce 430 nm?
- a) 729 meV b) 910 meV c) 1,45 eV
d) 3,90 eV e) 12,3 eV f) 21,8 eV
11. Zvuk sirény ve volném prostoru má hlasitost 90 dB, pokud jsme ve vzdálenosti 20 m. Jaká bude hlasitost ve vzdálenosti 50 m?
- a) 100 dB b) 92 dB c) 130 dB
d) 82 dB e) 87 dB f) 64 dB
12. Jaká část počátečního množství radioaktivních jader ^{90}Sr zůstane po 50 letech od jaderného výbuchu?
- a) 30% b) 79 % c) 1,2 %
d) 15 % e) 3,3 % f) 98 %
13. Na laně provlečeném přes pevnou kladku visí na jednom konci závaží o hmotnosti 1 kg a na druhém konci závaží o hmotnosti 3 kg. S jakým zrychlením se budou závaží pohybovat? Hmotnost lana a kladky zanedbejte.
- a) $\frac{1}{2}g$ b) $\frac{3}{4}g$ c) $\frac{5}{2}g$
d) $\frac{1}{3}g$ e) $\frac{2}{3}g$ f) $\frac{8}{7}g$
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. 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
16. 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
17. Úhlová velikost Měsíce při pohledu ze Země je přibližně půl stupně. Jakou úhlovou velikost bude mít Měsíc při pohledu Keplerovým dalekohledem, jehož objektiv má ohniskovou vzdálenost 40 cm a okulár je tvořený spojnou čočkou o optické mohutnosti 15 dioptrií?
- a) 1° b) $1^\circ 30'$ c) 2°
d) 3° e) $4^\circ 30'$ f) 6°

18. 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

19. 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

20. 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.

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

Fyzikální konstanty a materiálové parametry

$$\begin{aligned}
 G &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \\
 N_A &= 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
 R &= 8,314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \\
 c &= 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \\
 \epsilon_0 &= 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \\
 \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} \\
 e &= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \\
 u &= 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} \\
 m_p &= 1,00783u \\
 m_n &= 1,00867u \\
 m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \\
 h &= 6,62607015 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 \hbar &= 1,05457 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 k_B &= 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}
 \end{aligned}$$

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	^1H 1,008																												^2He 4,003	
2	^3Li 6,939	^4Be 9,012											^5B 10,81	^6C 12,01	^7N 14,01	^8O 16,00	^9F 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	^{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													
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																				
			^{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]														