

Státní bakalářská zkouška 9. 6. 2021

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

Jméno:

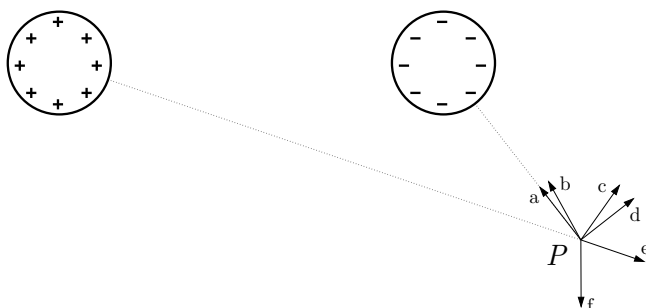
Pokyny k řešení testu:

- 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. Určete směr výsledné síly působící na kladně nabitou částici v bodě P v elektrostatickém poli dvou nabitých koulí podle obrázku.

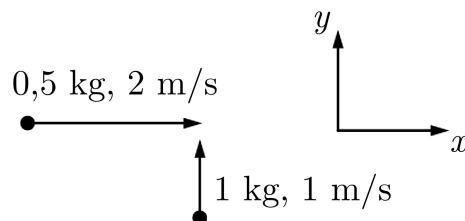
a) b) c) d) e) f)



2. Jakou délku musí mít hliníkový drát o průměru 0,88 mm, aby měl stejný odpor jako 20 m dlouhý měděný drát o průměru 0,55 mm?

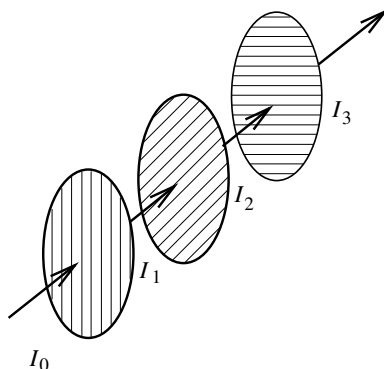
a) 12 m b) 15 m c) 18 m
d) 24 m e) 31 m f) 34 m

3. Vesmírná loď se pohybuje rychlostí $0,8 c$ vůči pozorovateli, který změřil, že doba, po kterou je loď míjela, je 120 ns . Jak je loď dlouhá ve své klidové soustavě?
- a) $d = 29 \text{ m}$ b) $d = 35 \text{ m}$ c) $d = 48 \text{ m}$
d) $d = 230 \text{ m}$ e) $d = 1,2 \text{ m}$ f) $d = 629 \text{ m}$
4. Mezi dvěma svislými vodivými deskami, jejichž vzdálenost je 8 mm , padá olejová kapka o hmotnosti $1,5 \times 10^{-13} \text{ kg}$, nabitá nábojem odpovídajícím stu elementárních nábojů. Určete úhel od svislého směru, pod kterým bude kapka padat po připojení napětí $U = 450 \text{ V}$ na vodivé desky.
- a) $0^\circ 23'$ b) $5^\circ 40'$ c) 12° d) 31° e) 45° f) 69°
5. Bimetalový pásek se skládá z měděného a železného pásku každého 1 mm silného. Při teplotě 80°C má bimetalový pásek tvar oblouku. Určete jeho poloměr, když víte, že při teplotě 20°C byl pásek přímý.
- a) 48 cm b) 85 cm c) 120 cm
d) 200 cm e) 330 cm f) 850 cm
6. Jaká je nejkratší vzdálenost, na které může zastavit automobil jedoucí po vodorovné silnici rychlostí 72 km/h , je-li součinitel smykového tření mezi pneumatikami a povrchem vozovky $0,4$?
- a) 27 m b) 38 m c) 150 m
d) 15 m e) 50 m f) 42 m
7. Kyvadlové hodiny se denně předbíhají o čtyři minuty. Jak musíme upravit délku kyvadla, aby šly hodiny správně?
- a) zkrátit o $0,17\%$ b) prodloužit o $0,56\%$ c) zkrátit o $3,1\%$
d) prodloužit o $1,8\%$ e) zkrátit o $5,2\%$ f) prodloužit o $2,3\%$
8. 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%
9. Zvuk sirény ve volném prostoru má hlasitost 80 dB , pokud jsme ve vzdálenosti 30 m . Jaká bude hlasitost, pokud se k siréně přiblížíme na vzdálenost 10 m ?
- a) 105 dB b) $92,2 \text{ dB}$ c) 130 dB
d) $96,4 \text{ dB}$ e) $89,5 \text{ dB}$ f) 104 dB
10. Dvě tělesa s hmotnostmi a rychlostmi podle obrázku kloužou bez tření po hladké vodorovné ploše a po nepružné srážce zůstanou spojena. Jaké množství z celkové počáteční kinetické energie těles se při srážce přeměnilo na vnitřní energii těles, podložky a okolního vzduchu?



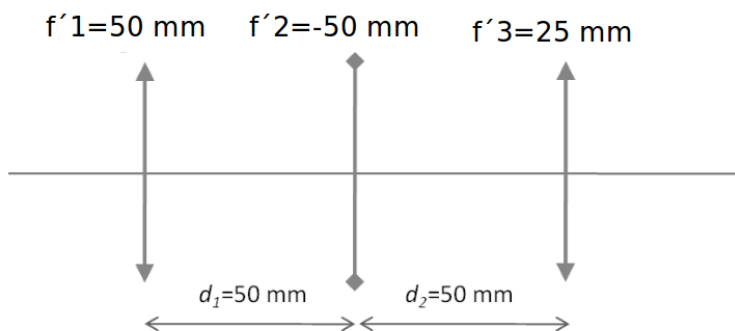
- a) $\frac{1}{9} \text{ J}$ b) $\frac{1}{8} \text{ J}$ c) $\frac{1}{6} \text{ J}$ d) $\frac{1}{2} \text{ J}$ e) $\frac{3}{4} \text{ J}$ f) $\frac{5}{6} \text{ J}$

11. Elektron s klidovou hmotností $E_0 = 0,511 \text{ MeV}/c^2$ je urychlen napětím $U = 1,5 \text{ MV}$. Jaká bude jeho konečná rychlost?
- a) $0,170 c$ b) $0,940 c$ c) $0,805 c$
d) $0,967 c$ e) $0,935 c$ f) $0,746 c$
12. Svazek světla prochází postupně třemi polarizátory, přičemž druhý polarizátor má rovinu polarizace vůči prvnímu otočenou o 30° 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) $6\% I_1$ c) $19\% I_1$
d) $25\% I_1$ e) $59\% I_1$ f) $86\% I_1$
13. Závaží o hmotnosti $4,5 \text{ g}$ zavěšené na pružině kmitá s frekvencí 18 Hz a amplitudou 15 mm . Jaká je celková mechanická energie této soustavy, pokud hodnota potenciální energie v rovnovážné poloze je rovna nule?
- a) 18 mJ b) $6,5 \text{ mJ}$ c) 11 J
d) $560 \mu\text{J}$ e) $21 \mu\text{J}$ f) $3,0 \text{ J}$
14. Kondenzátor o kapacitě 140 nF je nabit na napětí 800 V . Pokud jej zkratujeme rezistorem o odporu $4 \text{ k}\Omega$, za jak dlouho klesne jeho napětí na 400 V ?
- a) $4,1 \mu\text{s}$, b) $15 \mu\text{s}$, c) $390 \mu\text{s}$,
d) $2,8 \text{ ms}$, e) 55 ms , f) 670 ms .
15. Rovinná elektromagnetická vlna se šíří ve vakuu. Vektor elektrické intenzity této vlny je $\vec{E} = \vec{e}_2 120\pi e^{i(10^8 t/s - kx)} \text{ V/m}$, vektor magnetické intenzity je $\vec{H} = \vec{e}_3 H_z e^{i(10^8 t/s - kx)}$. Určete H_z a k .
- a) $H_z = 0, 12\pi \text{ A/m}$, $k = 150 \text{ rad/m}$
b) $H_z = 1 \text{ A/m}$, $k = 1/3 \text{ rad/m}$
c) $H_z = -120\pi \text{ A/m}$, $k = 1 \text{ rad/m}$
d) $H_z = \frac{1}{120\pi} \text{ A/m}$, $k = 12,3 \text{ rad/m}$
e) $H_z = -240 \text{ A/m}$, $k = 632,8 \text{ rad/m}$
f) $H_z = 120\pi \text{ A/m}$, $k = 0,15 \text{ rad/m}$
16. Uzavřená nádoba je rozdělená pohyblivým pístem na části 1 a 2. Část 1 obsahuje 25 mg dusíku N_2 , část 2 obsahuje 40 mg helia. Pokud nastane rovnovážný stav, jaký bude poměr objemů částí nádob V_1/V_2 ?
- a) $0,0893$ b) $1,21$ c) $0,341$
d) $15,7$ e) $0,00352$ f) 107

17. Optická soustava tenkých čoček umístěných ve vzduchu je tvořena spojkou o obrazové ohniskové vzdálenosti $f'_1 = 50$ mm, za kterou následují rozptylka s $f'_2 = -50$ mm a další spojka s $f'_3 = 25$ mm. Vzdálenosti mezi čočkami jsou $d_1 = 50$ mm a $d_2 = 50$ mm (viz obrázek). Určete obrazovou ohniskovou vzdálenost f' celé soustavy a vzdálenost obrazového ohniskového bodu celé soustavy z'_F od poslední čočky.



- a) $f' = -50$ mm, $z'_F = -50$ mm,
 b) $f' = 100$ mm, $z'_F = 50$ mm,
 c) $f' = 50$ mm, $z'_F = -50$ mm,
 d) $f' = -50$ mm, $z'_F = 50$ mm,
 e) $f' = 50$ mm, $z'_F = 100$ mm,
 f) $f' = 100$ mm, $z'_F = -100$ mm,
18. Při přechodu z kvantového stavu s hlavním kvantovým číslem $n = 2$ do stavu s $n = 1$ vyzáří atom vodíku foton o energii 10,15 eV. Jakou energii bude mít vyzářený foton, pokud vodíkový atom přejde ze stavu s $n = 4$ do stavu s $n = 2$?
- a) 2,54 eV b) 1,88 eV c) 0,31 eV
 d) 15,4 eV e) 71,2 eV f) 8,32 eV
19. Jaká tloušťka dřevoláknité izolace má stejné izolační vlastnosti jako zeď ze 30 cm silné plné pálené cihly? Koefficient tepelné vodivosti cihly $\lambda_c = 0,8$ W/(m·K), dřevoláknité 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
20. 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

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

Fyzikální konstanty a materiálové parametry

$$\begin{aligned}
 G &= 6,674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \\
 N_A &= 6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
 R &= 8,314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1} \\
 c &= 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1} \\
 \epsilon_0 &= 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \\
 \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} \\
 e &= 1,602176634 \times 10^{-19} \text{ C} \\
 u &= 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} \\
 m_p &= 1,00783u \\
 m_n &= 1,00867u \\
 m_e &= 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \\
 h &= 6,62607015 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 \hbar &= 1,05457 \times 10^{-34} \text{ J s} \\
 k_B &= 1,380649 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \\
 \sigma &= 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-4}
 \end{aligned}$$

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]			