

Státní bakalářská zkouška 4. 2. 2014
Fyzika (učitelství)
Zkouška - teoretická fyzika (test s řešením)

Jméno:

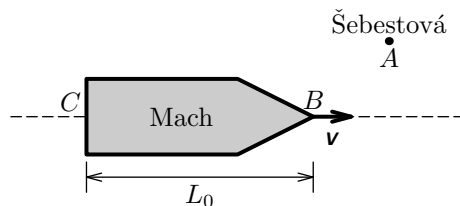
Pokyny k řešení testu:

- 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. Odhadněte střední volnou dráhu molekuly argonu, jestliže se normální atmosférický tlak zmenší na čtvrtinu a absolutní teplota se oproti pokojové teplotě zmenší na polovinu. Průměr molekuly argonu je 0,4 nm.
a) 3 nm b) 20 nm c) 100 nm
d) 600 nm e) 7 μm f) 80 μm
2. 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 300 otáček za minutu?
a) 0,442 Nm b) 1,8 Nm c) 78 Nm
d) 390 Nm e) 3,3 kNm f) 42 kNm
3. Mechanický oscilátor kmitá s periodou 243 ms. Když se inženýrům podařilo snížit tlumení oscilátoru na polovinu, kmital s periodou 200 ms. S jakou periodou by kmital stejný oscilátor, kdyby se podařilo jeho tlumení odstranit úplně?
a) 165 ms b) 250 ms c) 126 ms
d) 210 ms e) 190 ms f) 85 ms
4. Jaká je maximální kinetická energie elektronů vystupujících z rubidiové elektrody ozářené světlem o vlnové délce 360 nm?
a) 729 meV b) 920 meV c) 1,29 eV
d) 4,90 eV e) 13,2 eV f) 21,8 eV

5. Mach letí v kosmické lodi o vlastní délce $L_0 = 230$ m okolo Šebestové konstantní rychlostí v (viz obrázek). Šebestová v bodě A naměří časový interval $3,57 \mu\text{s}$ mezi okamžiky, kdy ji míví přední část lodí B a kdy ji míví konec lodí C . Jakou rychlostí se Machova raketa vůči Šebestové pohybuje?

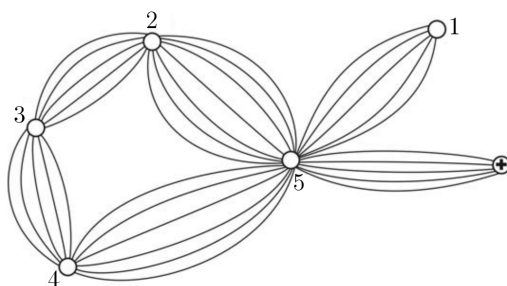


- a) $0,59 c$ b) $0,37 c$ c) $0,18 c$
d) $0,42 c$ e) $0,044 c$ f) $0,21 c$

6. Vypočítejte úbytek celkové klidové hmotnosti jaderného paliva a produktů jeho štěpení za jeden rok v jaderné elektrárně o výkonu 1000 MW a účinnosti 30% .

- a) 350 g b) $1,17$ kg c) 105 g
d) $13,2$ kg e) 124 kg f) $4,86$ t

7. Na obrázku jsou naznačeny nabitě kuličky a některé elektrické siločáry mezi nimi. Náboje všech kuliček mají stejnou velikost, ale liší se znaménkem. Určete znaménko náboje na jednotlivých kuličkách.



- a) $1:+, 2:+, 3:-, 4:+, 5:-$ b) $1:+, 2:-, 3:+, 4:-, 5:+$ c) $1:+, 2:-, 3:+, 4:+, 5:-$
d) $1:-, 2:+, 3:-, 4:+, 5:-$ b) $1:-, 2:-, 3:+, 4:-, 5:+$ d) $1:-, 2:+, 3:+, 4:+, 5:-$

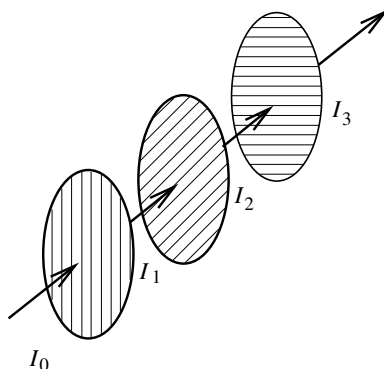
8. Dvoulitrová lahev je naplněná vodou. Jak se změní entropie této soustavy, pokud voda při teplotě 0°C zmrzne?

- a) vzroste o $2,4$ kJ/K b) klesne o $2,4$ kJ/K c) vzroste o 37 J/K
d) klesne o 37 J/K e) vzroste o 612 J/K f) klesne o 612 J/K

9. Vzorek plynu obsahuje radioaktivní radon ^{222}Rn o celkové aktivitě 100 Bq. Odhadněte nejkratší dobu, po jejímž uplynutí nebude vzorek s vysokou pravděpodobností obsahovat ani jeden atom radonu.

- a) 12 dní b) 110 dní c) 5 let
d) 32 let e) 630 let f) 3700 let

10. Svazek světla prochází postupně třemi polarizátory, přičemž druhý polarizátor má rovinu polarizace vůči prvnímu otočenou o 15° 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) 6,3% I_1 c) 12% I_1
d) 25% I_1 e) 54% I_1 f) 78% I_1
11. Při přechodu z kvantového stavu s hlavním kvantovým číslem $n = 2$ do stavu s $n = 1$ vyzáří atom vodíku foton o vlnové délce 122 nm, odpovídající první čáře z Lymanovy série. Jakou vlnovou délku bude mít vyzářený foton, pokud vodíkový atom přejde ze stavu s $n = 3$ do stavu s $n = 1$?
- a) 147 nm b) 56,1 nm c) 103 nm
d) 775 nm e) 208 nm f) 97,7 nm
12. 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
13. Tři stejné kondenzátory zapojené paralelně mají kapacitu 30 nF. Jakou kapacitu budou mít v sériovém zapojení?
- a) 0,85 nF b) 5,0 nF c) 3,3 nF
d) 18 nF e) 0,052 nF f) 0,22 nF
14. Plastový sáček naplněný vzduchem vezme potápeč 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 čtvrtinu původní hodnoty?
- a) 5 m b) 10 m c) 15 m
d) 20 m e) 25 m f) 30 m
15. Z homogenního drátu hmotnosti 600 g byl vytvořen čtverec o straně 60 cm. Určete moment setrvačnosti tohoto čtverce vzhledem k ose v níž leží úhlopříčka čtverce.
- a) $I = 2,3 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$ b) $I = 1,3 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$ c) $I = 3,1 \times 10^{-1} \text{ kg m}^2$
d) $I = 3,6 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$ e) $I = 1,8 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$ f) $I = 2,7 \times 10^{-1} \text{ kg m}^2$

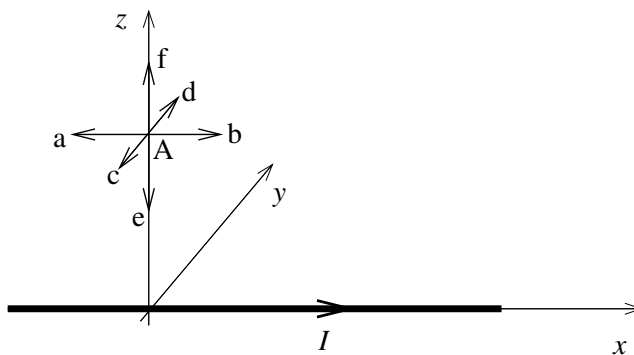
16. Roku 1676 si Olaf Roemer všiml, že je-li Jupiter v opozici, okamžiky zákrytů jeho měsíců se významně předbíhají oproti předpovědím vycházejícím z Galileiho předpokladu, že Jupiterovy měsíce obíhají svoji planetu rovnoměrně. Roemer jev správně vysvětlil velkou vzdáleností Jupitera od Země a konečnou rychlostí šíření světla. Znáte-li rychlost světla, vypočtete, jaké průměrné zpoždění zákrytů měsíců Jupitera při jeho konjunkci oproti okamžikům zákrytů měsíců Jupitera při jeho opozici Roemer pozoroval?

- a) 3 min 20 s b) 17 min c) 48 min
d) 1 h 40 min e) 5 h 20 min f) 15 h

17. Jak je třeba změnit teplotu měděného drátu, aby hustota mědi klesla o 0,15%?

- a) ochladit o 10°C b) ohřát o 10°C c) ochladit o 20°C
d) ohřát o 20°C e) ochladit o 30°C f) ohřát o 30°C

18. Vodič protékáný proudem leží v ose x , proud teče v kladném směru osy x , jak je znázorněno na obrázku. V bodě A je umístěna magnetka, která se může volně otáčet v libovolném směru. Ve směru které šípky se vychýlí **jižní** pól magnetky pod vlivem magnetického pole proudu?



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

19. Jakou rychlost by měl satelit obíhající po kruhové dráze těsně nad povrchem Měsíce?

- a) 35 m/s b) 280 m/s c) 1,7 km/s
d) 42 km/s e) 160 km/s f) 980 km/s

20. Tenká spojná čočka vyrobená ze skla o indexu lomu $n = 1,5$ je vložena do neznámé kapaliny. Určete index lomu této kapaliny n_k , jestliže víte, že obrazová ohnisková vzdálenost čočky byla v kapalině dvanáctkrát větší než ve vzduchu ($f'_k/f'_0 = 12$, f'_k je ohnisková vzdálenost v kapalině, f'_0 je ohnisková vzdálenost ve vzduchu).

- a) $n_k = 1,33$, b) $n_k = 1,44$, c) $n_k = 1,28$,
d) $n_k = 1,66$, e) $n_k = 1,52$, f) $n_k = 1,72$,

Hodnocení:

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

ODPOVĚDI:

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

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 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

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

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				

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]			