

# Přijímací zkouška pro NMgr. studium

## FYZIKA 2017

**Datum:**

**Přidělené číslo:**

**Počet získaných bodů:**

Pište na orazítkované papíry, na každém uveďte své přidělené číslo. (Nepodepisujte se jménem.)

Maximální počet bodů celkem je 100, jejich rozdělení pro jednotlivé úlohy najdete v zadání. Celková doba na vypracování testu je 60 minut. Finální výsledky zřetelně vyznačte rámečkem, u kterého bude napsáno číslo a písmeno příslušné části úlohy - kupříkladu 2 a), ...

Ve všech příkladech považujte za zadané: gravitační zrychlení  $g$ , Boltzmannovu konstantu  $k_B$ , Avogadrovu konstantu  $N_A$ , rychlost světla  $c$ , univerzální gravitační konstantu  $G$ , Planckovu konstantu  $h$ , Stefan-Boltzmannovu konstantu  $\sigma$ , konstantu  $b$  z Wienova posunovacího zákona, dynamickou viskozitu vzduchu  $\mu$ . Tyto symboly se tedy mohou vyskytnout ve výsledcích spolu s ostatními, které jsou prezentovány jako součást zadání v jednotlivých úlohách. Je potřeba zkontrolovat, zda Vaše finální řešení neobsahuje i symboly jiných veličin, které jste si možná zavedli v rámci pomocných průběžných výpočtů. Jestliže ano, je potřeba všechno ještě vyjádřit pomocí zadaných veličin.

Jediné úlohy, u kterých je kromě odvození požadovaného vzorce třeba provést také numerický výpočet, jsou: [1]a), [1]b), [2]e), [3]d), [4]d)

Planckovu konstantu, gravitační konstantu a rychlost světla v nich můžete zaokrouhlit následovně:

$$h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

### Úloha [1] (35 bodů)

---

Planeta hmotnosti  $m_P$  obíhá kolem hvězdy hmotnosti  $M_H$  po kruhové orbitě o poloměru  $r$ .

( $M_H \gg m_P$ .)

a) Jak velikou silou  $F_{HP}$  působí hvězda na planetu? Jaké zrychlení  $a_P$  bude uděleno planetě?

(Tuto úlohu řešte obecně, číselně pak pro hodnoty  $m_P = 6 \times 10^{24}$  kg,  $M_H = 2 \times 10^{30}$  kg,  $r = 1,5 \times 10^8$  km.)  
[4body]

b) Jak velikou silou  $F_{PH}$  působí planeta na hvězdu? Jaké zrychlení  $a_H$  bude uděleno hvězdě?

(Tuto úlohu řešte obecně, číselně pak pro hodnoty  $m_P = 6 \times 10^{24}$  kg,  $M_H = 2 \times 10^{30}$  kg,  $r = 1,5 \times 10^8$  km.)  
[4body]

c) Jaká je vzdálenost  $x_T$  středu hvězdy a těžiště soustavy? [5bodů]

V přiblížení, kde hvězda je nehybná v počátku souřadné soustavy (těžiště je v jejím středu),  
vypočítejte pro planetu:

d) obvodovou rychlost  $v$ , úhlovou rychlost  $\omega$ , periodu oběhu  $T$  a velikost momentu hybnosti  $L$   
[17bodů]

e) Z předcházejících výpočtů najděte poměr  $T^2/r^3$  a rozhodněte, jaký by byl pro případné ostatní planety soustavy (Všechny podstatně méně hmotné než centrální hvězda.) [5bodů]

### Úloha [2] (20 bodů)

---

Slunce má hmotnost  $M_S$ , poloměr  $R_S$ , povrchovou teplotu  $T_S$ , vzdálenost Země-Slunce je  $r_{ZS}$ , vzdálenost Mars-Slunce je  $r_{MS}$ , poloměr Země  $R_Z$ , poloměr Marsu  $R_M$ .

a) Jaký je výkon Slunce  $P_S$ ? (Energie vyzařená z celého povrchu za sekundu) [4body]

b) Označme  $I_Z$  energii, která dopadne v poledne za 1s na  $1\text{m}^2$  na zemském rovníku. Určete  $I_Z$ ? [3body]

c) Označme  $I_M$  energii, která dopadne v poledne za 1s na  $1\text{m}^2$  na rovníku Marsu. Určete  $I_M$ ? [3body]

d) Na kterou vlnovou délku  $\lambda_m$  připadá maximum spektrální hustoty vyzařování Slunce? [3body]

e) Kolik ( $N$ =?) fotonů vlnové délky  $\lambda$  by mělo dohromady energii  $E$ ?

(Tuto úlohu řešte obecně, číselně pak pro hodnoty  $\lambda = 500$  nm,  $E = 1$  J) [3body]

f) Jakému úbytku hmotnosti ( $\Delta M_S$ =?) odpovídá energie vyzařená povrchem Slunce za určitý čas  $t$ , kdybychom mohli pokládat teplotu  $T_S$  za konstantní v celém tomhle období? [4body]

### Úloha [3] (20 bodů)

---

Představme si experiment podobný Millikanovu experimentu, určený ke zjištění elektrického náboje záporně nabitých olejových kapek o poloměru  $r$ , hustoty  $\rho$ , padající mezi dvěma nad sebou umístěnými vodorovnými deskami, jejichž vzdálenost je  $d$ . V první části experimentu kapka padá v gravitačním poli (tíhové zrychlení  $g$  je dané) a zrychluje, dokud se odporová síla vzduchu  $F_o = 6\pi\mu r v$  (kde  $\mu$  je zadaná dynamická viskozita vzduchu,  $r$  poloměr kapky,  $v$  je velikost okamžité rychlosti) nevyrovná gravitační síle, potom kapka padá konstantní rychlostí  $v_1$ . V druhé části experimentu mezi deskami vytvoříme homogenní elektrické pole: je mezi nimi potenciálový rozdíl  $V$ , horní deska je kladná, dolní záporná. Kapku znova necháme padat, a zase bude zrychlovat, dokud se všechny působící síly nevyrovnají. Tentokrát označme konečnou ustálenou rychlost  $v_2$ .

- a) Napište rovnici popisující vyrovnaní působících sil v první části experimentu, před zapnutím vnějšího elektrického pole. Vyjádřete z rovnice „ustálenou“ rychlost  $v_1$ . [5bodů]
- b) Napište rovnici popisující vyrovnaní působících sil ve druhé části experimentu, kdy působí taky vnější elektrická síla. Velikost neznámého náboje kapky označte  $Q$  (její náboj je záporný, tedy  $-Q$ ). Vyjádřete z rovnice „ustálenou“ rychlost  $v_2$ . [5bodů]
- c) Vyjádřete velikost náboje kapky  $Q$  jako funkci rozdílu rychlostí  $v_1$  a  $v_2$ . [5bodů]
- d) Předpokládejme, že bychom chtěli měření  $Q$  vykonat jiným experimentem s využitím homogenního magnetického pole indukce  $B$ , přičemž kapka hustoty  $\rho$  a poloměru  $r$  by do magnetického pole vletěla ve směru kolmém na indukční čáry rychlostí o velikosti  $v$ . Vyjádřete náboj  $Q$  jako funkci zakřivení trajektorie pod vlivem magnetického pole (poloměr křivosti dráhy označme  $R$ ). (Tuto úlohu řešte obecně aj číselně pro hodnoty  $B = 0,2$  T,  $\rho = 930$  kg.m<sup>-3</sup>,  $r = 0,5$  mm,  $v = 180$  m.s<sup>-1</sup>,  $R = 1,5$  m) [5bodů]

### Úloha [4] (25 bodů)

---

V nádobě s posuvným pístem byl plyn hmotnosti  $m$ , na začátku pod tlakem  $p_1$ , o objemu  $V_1$  a teplotě  $T_1$ . Abychom umožnili izotermické rozpínání plynu na konečný objem  $V_2$ , nádobu s plynem jsme dali do kontaktu s ohřívačem.

- a) Jaká je molární hmotnost  $M_m$  plynu? [10bodů]
- b) Jaký je konečný tlak  $p_2$ ? [4bodů]
- c) Nakreslete  $p$ - $V$  diagram pro náš izotermický děj a na křivce  $p(V)$  vyznačte počáteční a koncový stav. Označme plochu pod takto ohraničenou křivkou symbolem  $A$ . Jakou fyzikální veličinu představuje plocha  $A$ ? [5bodů]
- d) Vypočítejte plochu  $A$  (Tuto úlohu řešte obecně, číselně pak pro hodnoty  $p_1 = 300$  kPa,  $V_1 = 0,4$  m<sup>3</sup>,  $T_1 = 300$  K,  $V_2 = 0,6$  m<sup>3</sup>) [6bodů]