

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA – STARŠÍ – ZÁVĚREČNÝ DEATH MATCH

Úlohy řešte nejprve obecně, po té případně pro konkrétní hodnoty.

1. Mějme ocelovou kuličku o poloměru 1 cm, která je nabitá elektrickým nábojem o velikosti 1 C. Kuličky ostřelujeme protony z urychlovače umístěného ve vzdálenosti 1 km. Spočtěte minimální potřebné elektrické napětí potřebné pro urychlení protonů, aby kuličku zasáhly.
(12 bodů)
2. Těleso (hmotný bod) klouže bez tření po kouli o poloměru R pod vlivem gravitační síly. V nejvyšším bodě koule mělo těleso rychlost v_0 . Určete, v jaké výšce se těleso odtrhne od koule.
(8 bodů)
3. Energie základního stavu atomu vodíku 1 s je -13,6 eV. Energie prvního excitovaného stavu 2 s je -3,4 eV. Spočtěte poměr zastoupení těchto stavů
 - a) při teplotě 298 K (1 bod)
 - b) při teplotě 1 273 K (1 bod)
 - c) při teplotě 10 273 K (1 bod)
 - d) při teplotě 100 273 K (1 bod)
4. Určete bod varu vody na Mount Everestu. Řešte nejprve obecně, po té pro konkrétní hodnoty. Skupenské teplo výparné vody je 2 257 kJ kg⁻¹.
(12 bodů)
5. Mějme dva dvouhladinové systémy (energie prvního E_{11} a E_{12} , energie druhého E_{21} a E_{22}), které si mohou vyměňovat teplo. Pro danou střední hodnotu celkové energie \bar{E} spočtěte pravděpodobnosti obsazení jednotlivých hladin
(13 bodů)
6. Mějme vzduchovku pracující s tlakem 1 MPa a rezervoárem vzduchu o objemu 1 cm³. Vzduchovka má hlaveň o průřezu 5 mm² a délce 1 m. Spočtěte ústovou rychlost střely o hmotnosti 1 g za předpokladu, že plyn expanduje adiabaticky.
(9 bodů)
7. Pro soubor klasických harmonických oscilátorů $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ spočtěte
 - a) Entropii (7 bodů)
 - b) Tepelnou kapacitu (7 bodů)
8. Hrajeme go, jako kameny používáme jednotlivé atomy (nanotechnologie!). Jak se mění entropie gobanu (považujte goban o rozměrech 19x19 s kameny na něj vloženými za mikrokanonický soubor) náhodným zahráním prvních dvou tahů (vložení 2 černých a 2 bílých kamenů) pro pozorovatele, který goban nevidí? A jak se změní entropie pro hráče hrající hru?
(9 bodů)

9. Mějme dusík o teplotě 295 K ($M = 28 \text{ g mol}^{-1}$). Spočtěte
- | | |
|--|----------|
| a) Střední velikost rychlosti molekul | (2 body) |
| b) Střední vektor rychlosti molekul | (1 bod) |
| c) Medián velikosti rychlosti molekul | (2 body) |
| d) Medián vektoru rychlosti molekul | (1 body) |
| e) Fluktuaci velikosti rychlosti molekul | (1 body) |
| f) Fluktuaci vektoru rychlosti molekul | (2 body) |

Mediánem rozumíme hodnotu s nejvyšší hustotou pravděpodobnosti.

10. Johnny, řečený též Zařikáváč dešťů, se vratkým krokem vrací z hostince. Okolí hostince je nekonečná rovná plocha. Johnny má každou sekundu pravděpodobnost 25 %, že se pohne o 1 m severním směrem; 25 %, že se pohne o 1 m jižním směrem; 25 %, že se pohne o 1 m východním směrem a 25 %, že se pohne o 1 m západním směrem. Spočtete závislost fluktuace Johnnyho vzdálenosti od hostince (počátku) na čase. (10 bodů)