

Řešení:

- 1) Menší hustota ledu v souladu s Archimédovým zákonem zapříčiňuje plování ledu ve vodě. Vodní nádrže a toky tudíž zamrzají shora (od hladiny). Kdyby hustota ledu byla větší než hustota vody, docházelo by k zamrzání ode dna, což by mělo velmi nepříznivé důsledky pro přezimování vodních živočichů a pro průtok vody v tocích v zimním období.
- 2) Voda při tání za normálního tlaku svůj objem zmenšuje a tím zvětšuje hustotu. Při dalším ohřívání zmenšování objemu a zvětšování hustoty pokračuje asi do 4 °C, kdy má vody největší hustotu.
- 3) Voda o teplotě 4 °C má největší hustotu, proto se vždy drží u dna. V zimě se směrem k hladině teplota vody snižuje až k 0 °C (nad touto vodou může být led). V létě naopak směrem k hladině teplota stoupá.
- 4) Ve vnitrozemí se méně projevuje vliv oceánů a moří, jejichž voda se vzhledem k velké měrné tepelné kapacitě v létě ohřívá pomaleji než vzduch a horniny a tím přilehlou pevninu ochlazuje. V zimě voda naopak pomaleji chladne a tím pevninu ohřívá.
- 5) Voda začne dříve vařit v obyčejném hrnci, kde vaří prakticky za atmosférického tlaku. V Papinově hrnci vaří za zvýšeného tlaku a tudíž až po dosažení vyšší teploty. Maso však uvaříme dříve v Papinově hrnci, neboť je zde vystaveno působení vyšší teploty.
- 6) Atmosférický tlak na Marsu je nižší než tlak trojného bodu vody, tudíž podle fázového diagramu vody nemůže na povrchu Marsu vydržet H₂O v tekutém stavu. Voda vytékající z nádoby by rychle zčásti zmrzla a zčásti se vypařila.
- 7) Teplota na povrchu Venuše je vyšší než kritická teplota vody.
- 8) Stav **A**: teplota vzduchu je vysoká, voda při hladině je teplá, směrem ke dnu teplota klesá.

Tento stav **odpovídá létu.**

Stav **B**: Teplota vzduchu je nižší než teplota vody při hladině, vzduch vodu ochlazuje. Voda má velkou měrnou tepelnou kapacitu, chladne pomaleji než vzduch a horniny. Stav **odpovídá podzimu.**

Stav **C**: Voda je chladnější než vzduch, který se rychleji ohřál. Stav **odpovídá jaru.**

Stav **D**: **Zima.**

Kvíz varianta A

Ke každé otázce vyberte vždy nejvýstižnější z nabízených odpovědí:

1. Sublimační křivka ve fázovém diagramu představuje rozhraní mezi skupenstvími

- a) kapalným a pevným
- b) pevným a plynným
- c) kapalným a plynným

Správná odpověď je ____

2. Sublimační křivka ve fázovém diagramu je

- a) pro každou látku rostoucí
- b) pro většinu látek rostoucí
- c) rostoucí jen pro vodu

Správná odpověď je ____

3. Křivka tání ve fázovém diagramu je

- a) pro většinu látek klesající
- b) pro většinu látek rostoucí
- c) klesající jen pro vodu

Správná odpověď je ____

4. Voda mrzne při teplotě 0°C.

- a) ano
- b) ne
- c) záleží na tlaku

Správná odpověď je ____

5. Maso nebo zeleninu uvaříme v Papinově hrnci dříve než v obyčejném hrnci, protože

- a) působí na ně větší tlak
- b) působí na ně vyšší teplota
- c) tvrzení není pravdivé

Správná odpověď je ____

Kvíz varianta B

Ke každé otázce vyberte vždy nejvýstižnější z nabízených odpovědí:

1. Křivka syté páry ve fázovém diagramu představuje rozhraní mezi skupenstvími

- a) kapalným a pevným
- b) pevným a plynným
- c) kapalným a plynným

Správná odpověď je ____

2. Křivka syté páry ve fázovém diagramu je

- a) pro každou látku rostoucí
- b) pro většinu látek rostoucí
- c) rostoucí jen pro vodu

Správná odpověď je ____

3. Sublimační křivka ve fázovém diagramu je

- a) pro většinu látek klesající
- b) pro většinu látek rostoucí
- c) pro všechny látky rostoucí

Správná odpověď je ____

4. Voda vaří při teplotě 100°C.

- a) ano
- b) ne
- c) záleží na tlaku

Správná odpověď je ____

5. Na povrchu Měsíce nemůže být tekutá voda, protože

- a) by se rychle vsákla do prachu
- b) je tam tlak prakticky nulový
- c) tekutá voda tam být může, ale jen na osvětlené části Měsíce

Správná odpověď je ____

Kvíz varianta C

Ke každé otázce vyberte vždy nejvýstižnější z nabízených odpovědí:

1. Křivka tání ve fázovém diagramu představuje rozhraní mezi skupenstvími

- a) kapalným a pevným
- b) pevným a plynným
- c) kapalným a plynným

Správná odpověď je ____

2. Křivka tání ve fázovém diagramu je

- a) pro každou látku rostoucí
- b) pro většinu látek rostoucí
- c) rostoucí jen pro vodu

Správná odpověď je ____

3. Křivka syté páry ve fázovém diagramu je

- a) pro většinu látek klesající
- b) pro většinu látek rostoucí
- c) pro všechny látky rostoucí

Správná odpověď je ____

4. Voda má největší hustotu při teplotě

- a) 0°C
- b) 4°C
- c) záleží na tlaku

Správná odpověď je ____

5. Na povrchu Venuše nemůže být tekutá voda, protože

- a) je tam příliš vysoká teplota
- b) je tam tlak prakticky nulový
- c) tekutá voda tam být může, ale jen na neosvětlené části Venuše

Správná odpověď je ____

8 Výběrové úkoly pro nadané žáky, například pro účastníky fyzikální olympiády:

1. Množství tepla L_v potřebné pro vypaření kapaliny o hmotnosti m se vypočte podle vzorce $L_v = ml_v$, kde l_v je měrné skupenské teplo vypařování. Jeho velikost závisí na druhu látky a na teplotě, při které k vypařování dochází. S rostoucí teplotou se velikost měrného skupenského tepla vypařování zmenšuje.

Kolik tepla je zapotřebí k tomu, aby se vlivem vypařování snížila hladina pětihektarového rybníka o dva centimetry?

Povrchová teplota vody je dvacet stupňů Celsia, hustotu vody počítejte 1000 kilogramů na metr krychlový, měrné skupenské teplo vypařování vody při dvaceti stupních Celsia je asi 2,5 megajoulů na kilogram.

2. Množství tepla L_t potřebné pro roztátí tělesa o hmotnosti m ohřátého na teplotu tání se vypočte podle vzorce $L_t = ml_t$, kde l_t je měrné skupenské teplo tání. Jeho velikost závisí na druhu látky. Podobně pro sublimaci platí $L_s = ml_s$.

Ledový kvádr o rozměrech 2 m x 1,5 m x 50 cm o teplotě 0 °C z 80% roztaje a zbytek vysublimuje. Hustota ledu je asi 900 kg/m³. Měrné skupenské teplo tání ledu je 334 kJ/kg, měrné skupenské teplo sublimační je 2,8 MJ/kg.

Kolik tepla kvádr přijal ze svého okolí?

8.1 Řešení:

1. Vypíšeme zadané veličiny a převedeme jednotky na základní nebo odvozené:

$$S = 5 \text{ ha} = 50\,000 \text{ m}^2, h = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}, l_v = 2,5 \text{ MJ / kg} = 2\,500\,000 \text{ J / kg}, \rho = 1000 \text{ kg/m}^3.$$

Označíme hledanou veličinu: $L_v = ?$

Použijeme vzorec $L_v = ml_v$, hmotnost vyjádříme pomocí hustoty a objemu:

$$m = \rho V = \rho Sh$$

$$\boxed{L_v = \rho Sh l_v}$$

$$\text{Numericky: } L_v = 1000 \cdot 50000 \cdot 0,02 \cdot 2500000 \text{ J} = 2,5 \cdot 10^{12} \text{ J} = 2\,500 \text{ GJ} = \underline{2,5 \text{ TJ}}$$

Odpověď: Ke snížení hladiny rybníka výparem je zapotřebí 2,5 terajoulů tepla.

2. Označení:

$$a = 2 \text{ m}, b = 1,5 \text{ m}, c = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m},$$

$$m_t = 0,8 \text{ m}, m_s = 0,2 \text{ m}, l_t = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, l_s$$

$$= 2,8 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 2800000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}; Q = ?$$

$$\text{Řešení: } Q = L_t + L_s = 0,8ml_t + 0,2ml_s = m(0,8l_t + 0,2l_s)$$

$$\text{Řešení: } Q = L_t + L_s = 0,8ml_t + 0,2ml_s = m(0,8l_t + 0,2l_s)$$

$$Q = abcp(0,8l_t + 0,2l_s)$$

Numericky:

$$Q = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,5 \cdot 900 \cdot (0,8 \cdot 334000 + 0,2 \cdot 2800000) \text{ J} = 1116720000 \text{ J} \doteq \underline{11 \text{ GJ}}$$

Odpověď: Kvádř přijal asi 11 GJ tepla.

9 Metodické poznámky

- Pokus s regelací ledu je třeba zahájit vždy na začátku hodiny, je třeba počítat s delším průběhem. Pokud led připravujeme v „mrazáku“ s teplotou nižší než -15°C , je vhodné láhev s ledem vyjmout zhruba dvacet minut před začátkem hodiny.
- Trojný bod udává nejnižší tlak, při kterém může látka existovat v kapalném skupenství. Za nižší ho tlaku může být H_2O pouze ve skupenství pevném – led, nebo ve skupenství plynném – vodní pára. Nižší než tlak trojného bodu vody je například atmosférický tlak na Marsu.
- Kritický bod udává nejvyšší teplotu, při kterém může látka existovat v kapalném skupenství. Za teploty vyšší než asi 374°C může být H_2O pouze ve formě vodní páry. Vyšší teplota je například v atmosféře Venuše.
- Křivka tání je klesající pro látku, která má v pevném skupenství menší hustotu než ve skupenství kapalném. Za zvýšeného tlaku se látka „snaží“ zaujmout to skupenství, ve kterém má větší hustotu.
- Kvíz můžeme promítnout pomocí diaprojektoru a žáky necháme zapsat na papír správné odpovědi. Nutné je, aby dodrželi správné pořadí odpovědí. Tam, kde odpověď neznají, uvedou například „0“.

Je také možné kvíz vytisknout a nechat psát odpovědi přímo do zadání. Zde je vhodné text před tiskem zmenšit tak, aby se na stránku zadání vešlo dvakrát.