

PHTH – vzorový test a příklady

1. Převed'te do složkového tvaru vztah $\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \vec{u} \bullet \nabla \vec{u}$ a vyjádřete pro směr x:

- A. $\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_x}{\partial z}$ C. $\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x}$
 B. $\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_x \frac{\partial u_y}{\partial y} + u_x \frac{\partial u_z}{\partial z}$ D. $\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + u_y \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} + u_z \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2}$

2. Rovnice kontinuity pro proudění nestlačitelných kapalin v diferenciálním tvaru:

- A. $\nabla x \vec{u} = 0$ B. $\nabla \vec{u} = 0$ C. $\nabla^2 \vec{u} = 0$ D. $\nabla \bullet \vec{u} = 0$

3. Tenzor rychlosti deformace $\vec{\bar{d}}$ je:

- A. symetrický tenzor 3. řádu C. symetrický tenzor 2. řádu
 B. antisymetrický tenzor 3. řádu D. antisymetrický tenzor 2. řádu

4. Konstitutivní rovnice newtonské kapaliny má tvar:

- A. $\vec{\tau} = 2\nu \vec{\bar{d}}$, kde $\vec{\bar{d}}$ je tenzor rychlosti deformace a ν je kinematická viskozita.
 B. $\vec{\tau} = 2\mu \vec{\bar{d}}$, kde $\vec{\bar{d}}$ je tenzor rychlosti deformace a μ je dynamická viskozita.
 C. $\vec{\tau} = 2\mu [\nabla \vec{u} + \nabla \vec{u}^T]$, kde $\vec{\bar{d}}$ je tenzor rychlosti deformace a μ je dynamická viskozita.
 D. $\vec{\tau} = 2\nu [\nabla \vec{u} - \nabla \vec{u}^T]$, kde $\vec{\bar{d}}$ je tenzor rychlosti deformace a μ je dynamická viskozita.

5. Jaký je rychlostní profil při laminárním proudění newtonské kapaliny ve štěrbině mezi dvěma rovnoběžnými deskami, když jedna deska stojí a druhá se pohybuje konstantní rychlostí rovnoměrným přímočarým pohybem?

- A. Logaritmický. B. Hyperbolický C. Parabolický D. Přímkový.

6. Eulerova rovnice je rovnice dynamické rovnováhy pro proudění ideálních tekutin. Jaký má tvar?

- A. $\rho \left[\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \vec{u} \bullet \nabla \vec{u} \right] = -\nabla p + \rho \vec{f}$ C. $\rho \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} = -\nabla p + \nabla \bullet \vec{\tau} + \rho \cdot \vec{f}$
 B. $0 = -\nabla p + \rho \vec{f}$ D. $\rho \left[\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \vec{u} \bullet \nabla \vec{u} \right] = -\nabla p + \nabla \bullet \vec{\tau} + \rho \cdot \vec{f}$

7. Ztráta mechanické energie vlivem tření při turbulentním proudění v kruhové hydraulicky zcela drsné trubce je:

- A. nepřímo úměrná rychlosti proudění $\propto u^{-1}$
 B. přímo úměrná rychlosti proudění $\propto u$
 C. nepřímo úměrná druhé mocnině rychlosti proudění $\propto u^{-2}$
 D. přímo úměrná druhé mocnině rychlosti proudění $\propto u^2$

8. Součinitel odporu c_D při plouživém obtékání koule ($Re < 1$):

- A. závisí kvadraticky na Reynoldsově čísle
- B. závisí exponenciálně na Reynoldsově čísle
- C. závisí nepřímo úměrně na Reynoldsově čísle
- D. na Reynoldsově čísle nezávisí a je roven konstantě

9. Jaké jsou jednotky tepelné vodivosti λ ?

- | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------|
| A. $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ | C. $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ | E. $W \cdot K^{-1}$ | G. $K \cdot W^{-1}$ |
| B. $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ | D. $W \cdot m^{-2}$ | F. $m^2 \cdot s^{-1}$ | H. $m \cdot s^{-2}$ |

10. Fourierův zákon popisující přenos tepla mechanismem vedení tepla v homogenním izotropním prostředí, který v roce 1822 postuloval J.B. Fourier, má tvar:

- | | |
|--|------------------------------------|
| A. $\vec{q} = -\lambda \cdot \nabla T$ | C. $\vec{q} = -\lambda \nabla^2 T$ |
| B. $\vec{q} = -\vec{\lambda} \nabla T$ | D. $\vec{q} = -\lambda \nabla T$ |

11. Které členy ve Fourier – Kirchhoffově rovnici vyjadřují rychlost akumulace entalpie v pevném kontrolním objemu?

$$\rho c_p \left[\underbrace{\frac{\partial T}{\partial t}}_1 + \underbrace{\vec{u} \cdot \nabla T}_2 \right] = \underbrace{\lambda \nabla^2 T}_3 + \underbrace{\vec{\tau} : \vec{d}}_4 + \underbrace{Q^{(g)}}_5$$

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| A. 1 | B. 2 | C. 3 | D. 4 | E. 5 |
|------|------|------|------|------|

12. Na jakých kritériích obvykle závisí hodnota Nusseltova čísla při nucené konvekci?

- A. Biotovo a Fourierovo číslo
- B. Rayleighovo a Prandtlovo číslo
- C. Reynoldsovo a Prandtlovo číslo
- D. Grashofovo a Prandtlovo číslo

13. Jaké bezrozměrné číslo vyjadřuje poměr v/a ?

- A. Fourierovo číslo
- B. Rayleighovo číslo
- C. Prandtlovo číslo
- D. Grashofovo číslo

14. Na čem závisí teplota uvnitř tělesa pro malé hodnoty Biotova čísla ($Bi \ll 1$)?

- | | | |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------|
| A. Na čase. | B. Na poloze uvnitř tělesa. | C. Na čase a poloze uvnitř tělesa. |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------|

15. Rovnice $0 = \lambda \nabla^2 T + \dot{Q}^{(g)}$ popisuje mimo jiné:

- A. Stacionární vedení tepla v proudící kapalině.
- B. Stacionární vedení tepla ve vodiči, jímž prochází elektrický proud.
- C. Nestacionární vedení tepla ve vodiči se zanedbatelným vnitřním termickým odporem.
- D. Nestacionární vedení tepla ve vodiči se zanedbatelným vnějším termickým odporem.

Příklad 1

Tlakový olej uniká prasklinou – štěrbinou do volného prostředí. Přetlak oleje je Δp . Ze štěrbin vytekl objem ΔV oleje během času Δt . Odhadnutá šířka trhliny **B**, délka **L**. Odhadněte výšku trhliny **H**. Dále vypočítejte střední a maximální rychlost vytékajícího oleje a nenulovou složku tenzoru dynamických napětí a tenzoru rychlosti deformace na stěně štěrbin ($y = 0$).

Fyzikální parametry oleje: dynamická viskozita oleje μ
hustota oleje ρ

μ (Pa.s)	ρ (kg/m ³)	ΔV (l)	Δt (min)	B (mm)	L (mm)	Δp (kPa)
0,010	895	10	10	20	2	50

Příklad 2

Stěna pece se skládá z vrstvy žárovzdorných šamotových cihel, vrstvy izolace a vnějšího krycího ocelového plechu tloušťky 1 mm. Teplota uvnitř pece je 900 °C. Teplota okolního prostředí 30 °C. Součinitel přestupu tepla uvnitř pece je 50 W/m².K, součinitel přestupu tepla na povrchu pece je 15 W/m².K. Maximální teplota izolace nesmí přesáhnout 700 °C. Maximální teplota vnějšího povrchu pece nesmí překročit 60 °C.

Vypočítejte:

- A. Tloušťku žárovzdorné vyzdívky.
- B. Tloušťku vrstvy izolace.
- C. Tepelné ztráty na 1 m² plochy pece.
- D. Tepelné ztráty celé pece, jsou – li její rozměry 4 x 3 x 3 m.

Termofyzikální vlastnosti:

Žárovzdorné cihly $\lambda = 1,28$ W/m.K, strusková vlna $\lambda = 0,070$ W/m.K, ocelový plech $\lambda = 48$ W/m.K.

Řešení testu:

1A, 2D, 3C, 4B, 5D, 6A, 7D, 8C, 9A, 10D, 11A, 12C, 13C, 14A, 15B