00 - Intro

2016. szeptember 8.
13:42

ÉPÜLETSZERKEZETTANI TANSZÉK
Department of Building Constructions www.epszerk.bme.hu

MŰEGYETEM 1782

Épületszerkezetek transzportfolyamatai I.

ÉPÜLETSZERKEZETEK TRANSZPORTFOLYAMATAI I.	[tárgykód:BMEEPES0650]
Tárgyelőadók	Dr. Dobszay Gergely PhD Bakonyi Dániel
Évfolyamfelelős	Dr. Dobszay Gergely PhD
Kreditpont értéke	2
A tárgy kimérete	heti
Tantárgyi követelmények	Vizsga

Tantárgyleírás, Tantárgyi Adatlap
#DOC{;Tematika-ütemterv, 2016 ősz}
#DOC{;Feladatkiírás}

Segédanyagok:

Elérhetőségünk
1111 Budapest,
Műegyetem rkp. 3.
K.épület II.emelet 40.
telefon: +36 1 463 1306

EPES_EpszerkTraszportf_1_TAD_20160511_dg

01 - Az épületfizika tárgya

2016. szeptember 8.
11:25

Az **épületfizika** az alkalmazott fizika egy ága, az épületekben, ill. azok komponenseiben lezajló:

- hőtechnikai,
- nedvességtechnikai,
- áramlástani,
- hang- és rezgésterjedési
- tűzzel és magas hőmérsékleti hatásokkal kapcsolatos jelenségek,

és ezek kölcsönhatásainak a leírásával foglalkozik. Szinte minden területet érint a tartószerkezeti tervezésen és az anyagtudományok egy részén kívül.

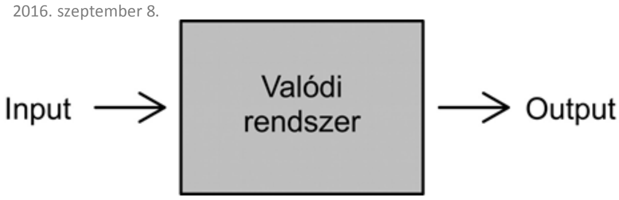
Épületszerkezetek transzportfolyamatai I. - hőtechnika
Épületszerkezetek transzportfolyamatai II. - nedvességtechnika

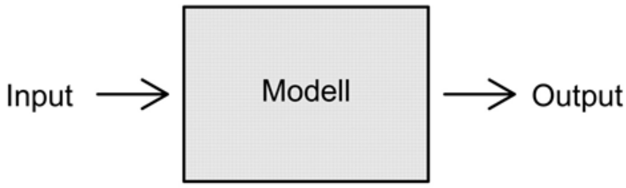
02 - Valóság, modell, szimuláció

2016. szeptember 8.

valóság

rendszer



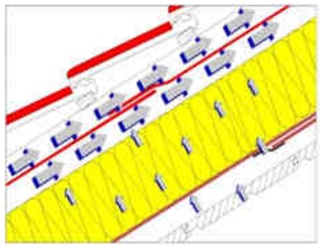


Szimuláció

03 - A modellek főbb típusai - 1

2016. szeptember 8.
12:01

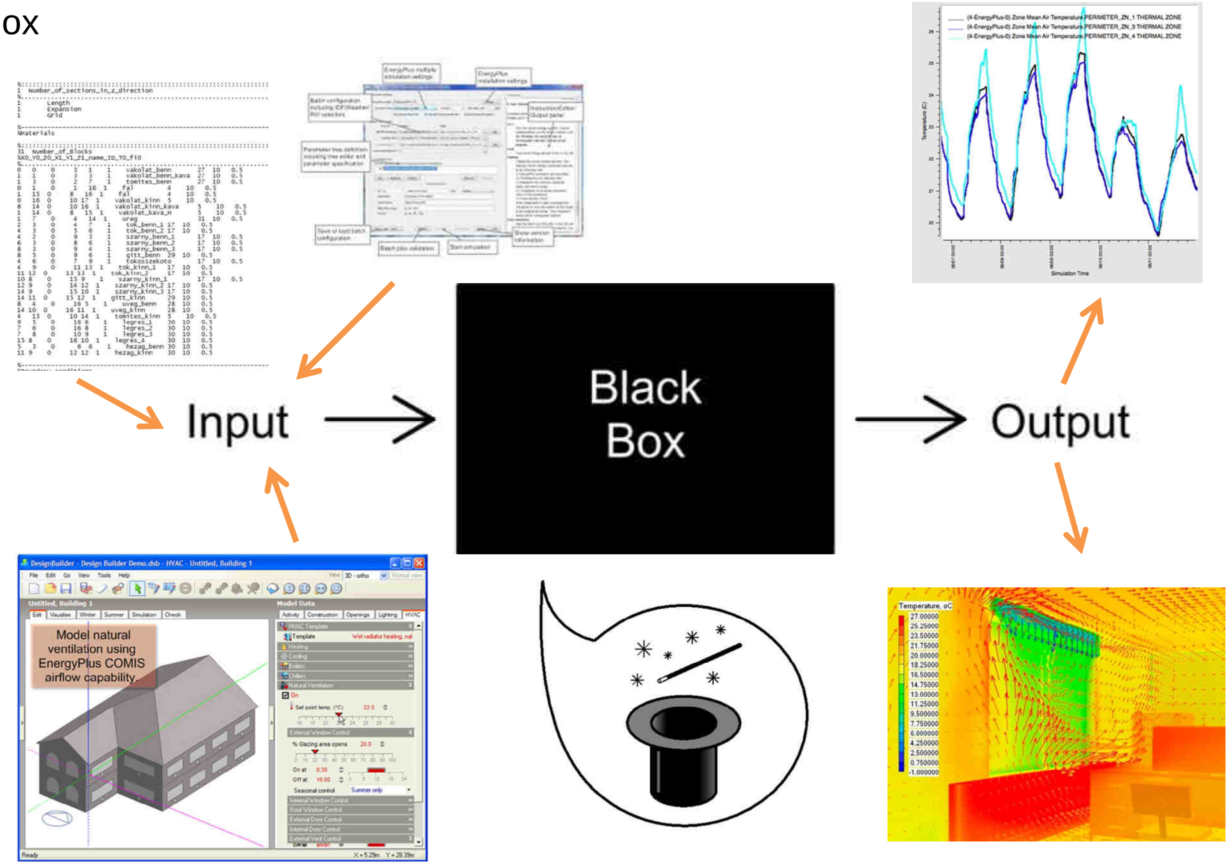
Konceptuális (mentális) modellek



Matematikai modellek

03b - Black Box

2016. szeptember 8.
16:55



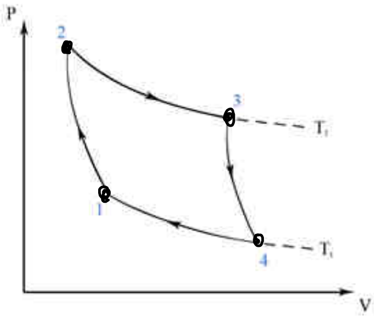
04 - Termodinamika

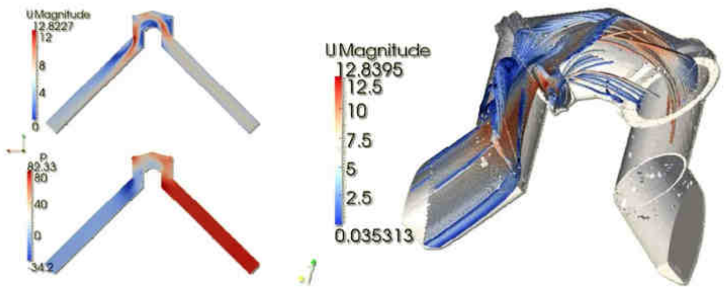
2016. szeptember 8.
13:38

Termodinamika - energiaátalakulásokkal foglalkozó tudomány

Temosztatika,
Koncentrált paramtéreű modellek

Nem egyensúlyi termodinamika,
Elosztott paraméterű modellek





Images: Flow pattern inside the valve

05 - Intenzív és extenzív mennyiségek

2016. szeptember 8.
14:25

A termodinamikau jelenségek leírására használt mennyiségek

Intenzív mennyiségek

- lokális jellemzők
- nem függenek a rendszer méretétől

→ nem additívak

$T[K]$, $\rho[kg/m^3]$, $c[J/kgK]$
$P[Pa]$, $C[kg/m^3]$, $\mu[kg/ms]$

Extenzív mennyiségek

- mérték jellegűek
- függenek a rendszer méret.

→ additívak

- cserélődhetnek, áramolhatnak forrásuk v. nyelőjük lehet
- 1-1 pontja nem értelmezhetőek

→ véges kicsi térfogata

$m[kg]$, $V[m^3]$, $E[J]$, $Q[J]$
$n[mol]$,

$$\frac{ext}{ext} = int \qquad \text{pl. } \frac{m}{V} = \rho$$

06 - Transzportfolyamatok

2016. szeptember 8.
14:26

egy intenzív mennyiség inhomogénitása

→ csatlakozó extenzív mennyiség áramát indítja el

~~extenzív mennyiség időbeli megváltozása egy elemi térfogatban~~ = extenzív mennyiség vezetéses ki- és beáramlásának előjeles összege az elemi térfogatban + ~~extenzív mennyiség forrása az elemi térfogatban~~ + ~~extenzív mennyiség konvektív ki- és beáramlásának előjeles összege az elemi térfogatban~~

jelenség	intenzív m.	áramló	vezetési tényező	törvény
hővezetés	T	Q, hő	λ	Fourier törv.
diffúzió	C	n	D	Fick
viszkózus áramlás	v	I	μ	Newton-féle viszk. törvény
Darcy v. Stokes féle áramlás	P	V	B	Darcy

07 - Matematikai alapok

2016. szeptember 8.
14:57

Matematikai alapok!

08 - ODE

2016. szeptember 8.
15:04

Közönséges differenciál egyenlet

Ordinary Differential Equation

egyenlet, ahol az ismeretlen egyváltozós fv.
az egyenlet a fv.-t és deriváltjait tartalmazza

pl: $T(x)$ ← ismeretlen fv.

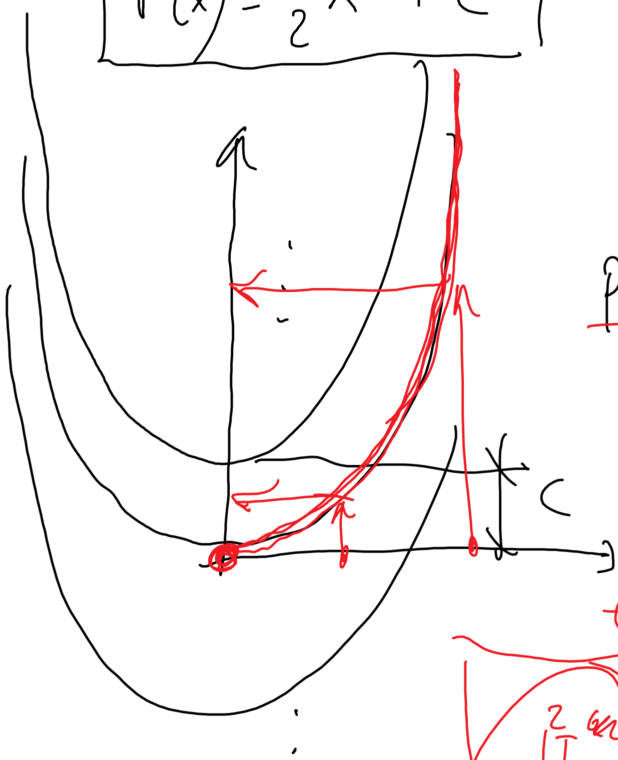
$$\frac{dT}{dx} = x$$

$$\boxed{T(x) = \frac{1}{2}x^2 + C}$$

általános megoldás

↓

partikuláris megoldás



$$\frac{dT}{dt} = t$$

$$T(t) = \frac{1}{2}t^2 + c$$

$$t \in \{0, \infty\}$$

$$T(t=0) = 0$$

kezdeti érték

n-ed rendű ODE

→ fv. értéke egy pontban
+ első n-1 deriválthoz tartozó fv. értéke

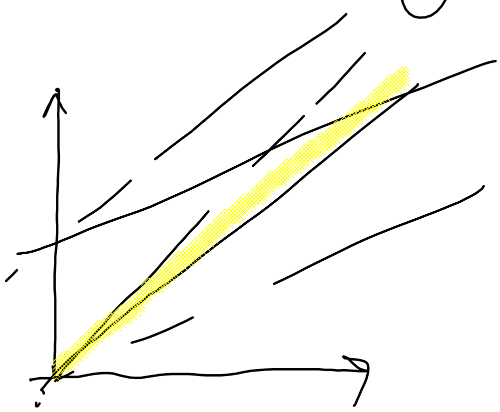
$$\boxed{\begin{gathered}\frac{d^2T}{dt^2} + \frac{dT}{dt} = t \\ T(t=0) = \dots \\ T'(t=0) = \dots\end{gathered}}$$

peremérték v. kezdetiérték probléma

$$\frac{dT}{dx} = x$$

n pontban kell megadni a függvény értéket

$$\frac{d^2T}{dx^2} = 0 \rightarrow T(x) = a x + c$$



$T(x=0) = 0$

$\hookrightarrow T(x=0) = 0 = a \cdot 0 + c$

$\rightarrow c = 0$

$T(x=1) = 1$

$a \cdot 1 + 0 = 1 \Rightarrow \underline{a = 1}$

$$\Rightarrow T(x) = x$$

Parciális Differenciálegyenletek
Partial Differential Equations

ismeretlen fv. több független változó fv.-e, és az egyenlet több változó szerinti deriváltakat is tartalmaz

pl: ismeretlen fv.: u változók: $x_1, x_2, \dots x_n$

$$\rightarrow \text{PDE}: \quad F\left(x_1, x_2, \dots x_n, u, \frac{\partial u}{\partial x_1}, \dots \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2}, \dots\right) = 0$$

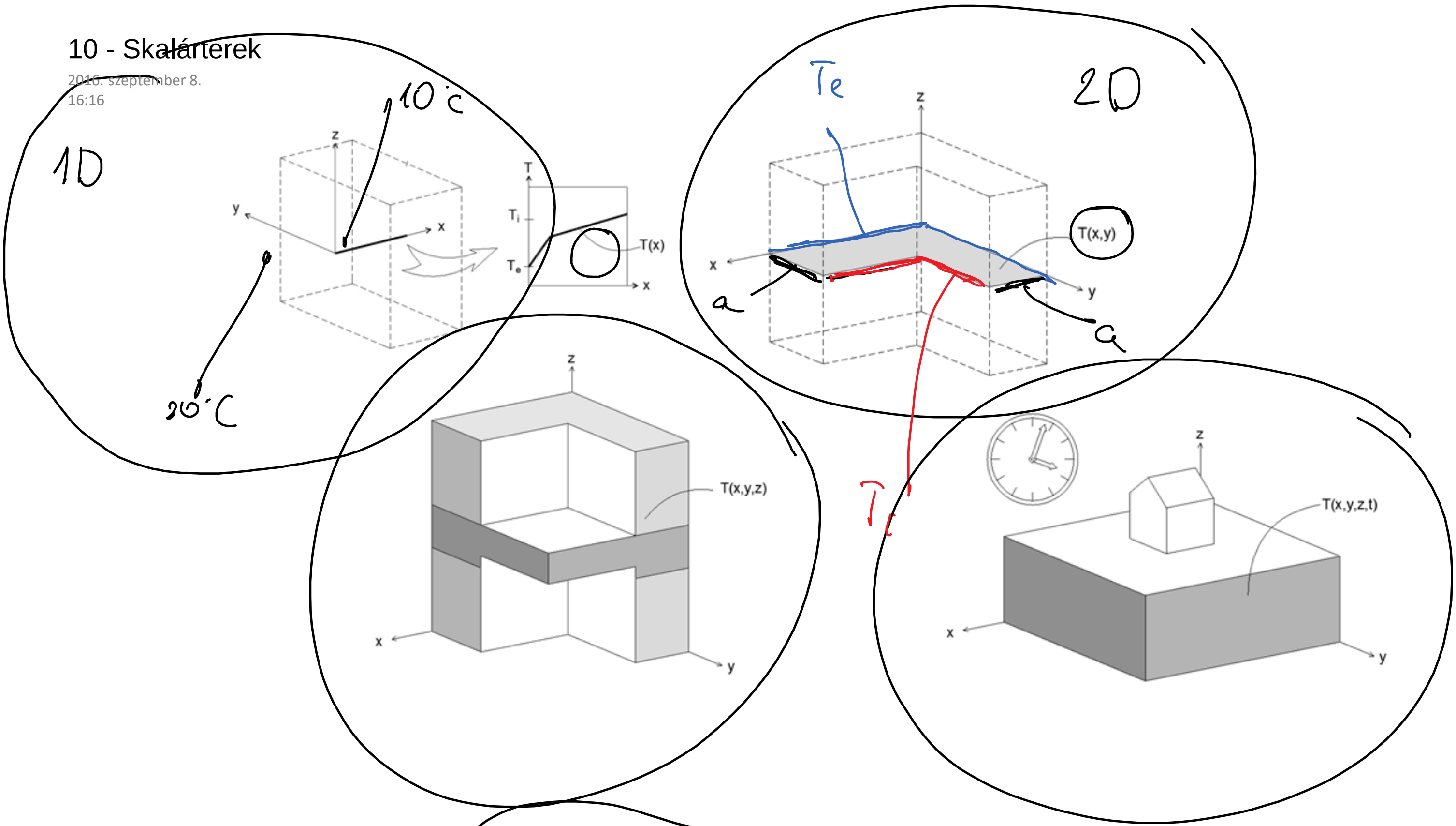
$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

kezdeti érték + peremfeltételek

- → elsőfokú pf. pl.: $T(x=0) = 1$ Dirichlet féle
- → másodfokú pf. $\frac{\partial T}{\partial n} = 0$ Neumann féle
- → harmadfokú pf.

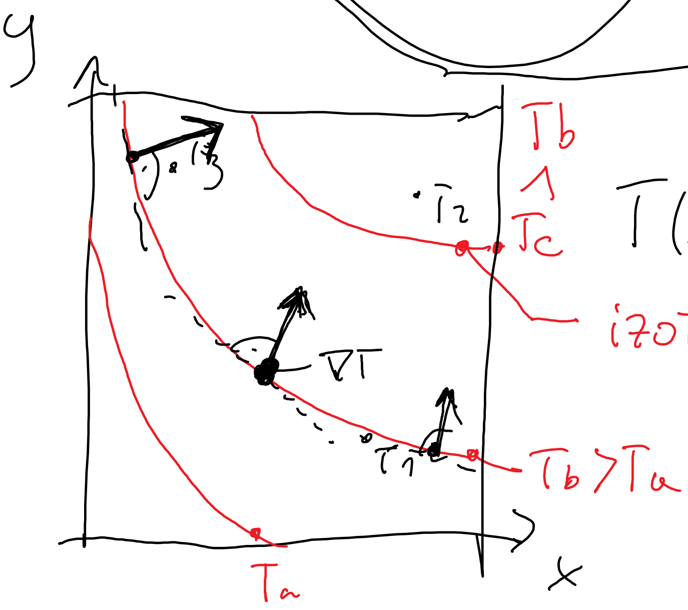
...

$$\frac{\partial T}{\partial n} = \underbrace{k}_{\text{konstans}}(T - \underbrace{T_0}_{\text{konstans}})$$



$T(x,y,z)$

$T(x,y,z,t)$



$T(x,y)$

- ∥ T legnagyobb megvált. irányával
- T növek. irányába mutat
- hossza ~ a megv. rohamosságával
- ⊥ szintvonalra / szintfelületre

$$\mathrm{grad}\, T = \nabla T$$

$$T = (T_x, T_y) \leftarrow \text{skalár}$$

Nabla vektor $$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x} i, \frac{\partial}{\partial y} j\right)$$

$$\Rightarrow \nabla T = \left(\frac{\partial T}{\partial x} i, \frac{\partial T}{\partial y} j\right) \leftarrow \text{vektor}$$

$$\Rightarrow \nabla T = \left(\frac{\partial T}{\partial x}\underline{i} + \frac{\partial T}{\partial y}\underline{j}\right) \leftarrow \underline{\text{vektor}}$$

$$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}\underline{i} + \frac{\partial}{\partial y}\underline{j} + \frac{\partial}{\partial z}\underline{k}\right)$$

$$\rightarrow \nabla T = \left(\frac{\partial T}{\partial x}\underline{i} + \frac{\partial T}{\partial y}\underline{j} + \frac{\partial T}{\partial z}\underline{k}\right)$$

__Fourier törvénye:__

az egységnyi felületen áthaladó hőáram:

- $\sim \nabla T$ a hőmérséklet térbeli megv. rohamosságával

- az arányossági tényező: λ $[W/mK]$ ← hővez. tényező

hőáram sűrűség

$$\Rightarrow q = -\lambda \nabla T$$

$$\left[\frac{W}{m^2}\right] \quad \left[\frac{W}{mK}\right]\left[\frac{K}{m}\right]$$

hőáram

$$\dot{Q} = A \cdot -\lambda \cdot \nabla T$$

$$[W] \quad m^2 \ \frac{W}{m^2 K} \ \frac{K}{m}$$

$$\left[\frac{J}{s}\right]$$

$$\left[\frac{W}{m^2}\right] \quad \left[\frac{W}{mK}\right]\left[\frac{K}{m}\right]$$

$$\dot{Q} = A \cdot -\lambda \cdot \nabla T$$

$$[W] \quad \cancel{m^2} \; \frac{W}{\cancel{m^2} \cancel{K}} \; \frac{\cancel{K}}{\cancel{m}}$$

$$\left[\frac{J}{s}\right]$$

$$q = (q_x, q_y, q_z) = \left(-\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x}, -\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y}, -\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z}\right)$$

$$\operatorname{grad} T = \nabla T = \left(\frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial y}, \frac{\partial T}{\partial z}\right) = \left(\frac{\partial T}{\partial x} i, \frac{\partial T}{\partial y} j, \frac{\partial T}{\partial z} k\right)$$

$$\nabla T = \begin{bmatrix} \frac{\partial T}{\partial x} \\ \frac{\partial T}{\partial y} \\ \frac{\partial T}{\partial z} \end{bmatrix} =$$

$$q = -\lambda \begin{bmatrix} \frac{\partial T}{\partial x} \\ \frac{\partial T}{\partial y} \\ \frac{\partial T}{\partial z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \\ -\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \\ -\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \end{bmatrix}$$

$$\bar{q} \swarrow$$

$$\begin{bmatrix} -\lambda_x & 0 & 0 \\ 0 & -\lambda_y & 0 \\ 0 & 0 & -\lambda_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial T}{\partial x} \\ \frac{\partial T}{\partial y} \\ \frac{\partial T}{\partial z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} \\ -\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \\ -\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} \end{bmatrix}$$

λ $\qquad \nabla T$

11 - Gradiens és vektorterek

2016. szeptember 8.
17:05

xx - Az épületfizikai szerepe az épületszerkezetek tervezésében

2016. szeptember 8.
12:40