

**Záměnnost smíšených derivací:**  $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}$  (jsou-li všechny 2. derivace spojité)

**Účinnost tepelného stroje:**  $\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$

log(x)/y —

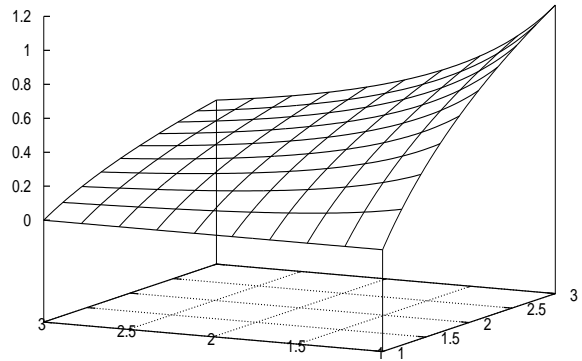
**1. – Totální diferenciál**

Platí

$$dz = \frac{1}{xy} dx - \frac{\ln x}{y^2} dy.$$

Existuje funkce  $z(x,y)$  taková, že  $dz$  je úplným (totálním) diferenciálem této funkce?

( $\hat{h}/x \text{ u} \eta = z$ ) – ome



**2. – Geotermální elektrárna**

Geotermální elektrárna využívá teplo ve velké hloubce pod povrchem, kam se pomocí vrtů vstřikuje voda a vzniklá pára pohání turbínu. Předpokládejte, že z podzemí o teplotě 250 °C se odebírá 2 GJ energie ve formě tepla za hodinu a že elektrárna používá ke chlazení řeku o teplotě vody 15 °C. Vypočtete teoretický maximální výkon elektrárny z hlediska termodynamiky (pro vratně pracující stroj mezi tepelnými zásobníky o uvedené teplotě).

250 K

**Entropie – přehled**

$S = S(T, V):$	$S(T_2, V) = S(T_1, V) + \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_V}{T} dT$	[V]
	$S(T, V_2) = S(T, V_1) + \int_{V_1}^{V_2} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V dV$	[T]
$S = S(T, p):$	$S(T_2, p) = S(T_1, p) + \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$	[p]
	$S(T, p_2) = S(T, p_1) - \int_{p_1}^{p_2} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dp$	[T]
Vratný fázový přechod:	$\Delta_{\text{fáz}} S = \frac{\Delta_{\text{fáz}} H}{T}$	[T, p]
Ideální směs:	$S_m = \sum_i x_i S_{m,i}^\bullet - R \sum_i x_i \ln x_i$	
Třetí věta:	$S = 0$	(krystal $T = 0$ )
Debye:	$C_p(T) = \text{konst} \cdot T^3$	( $T < 15 \text{ K}$ )

### 3. Entropie

Jeden mol ideálního plynu ( $\kappa = 1,4$ ) expandoval adiabaticky vratně ze stavu  $T_1 = 300 \text{ K}$ ,  $p_1 = 200 \text{ kPa}$  na teplotu  $T_2 = 250 \text{ K}$ . Určete změnu entropie tohoto plynu.

### 4. Entropie $S(T)$ [ $p$ ]

Vypočítejte změnu entropie 42 g oxidu uhelnatého při izobarickém ohřevu z  $0^\circ\text{C}$  na  $300^\circ\text{C}$ .  $C_{pm}^\circ(\text{CO}) = 29 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .

1-K 1 2,28

### 5. Entropie $S(V)$ [ $T$ ]

Vypočítejte změnu entropie jednoho molu ideálního plynu při izotermické expanzi za teploty  $300 \text{ K}$  z objemu  $200 \text{ cm}^3$  na objem  $15 \text{ dm}^3$ .

1/1 6,98

### 6. +Entropie

Vypočítejte změnu entropie, která doprovází zahřátí 1 mol  $\text{H}_2\text{S}$  (g) z teploty  $50^\circ\text{C}$  na teplotu  $100^\circ\text{C}$  za konstantního objemu (počáteční tlak je  $p=101,3 \text{ kPa}$ ) a následující izotermickou expanzi do stavu, kterému odpovídá tlak  $101,3 \text{ kPa}$ .  $C_{pm}/(\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) = 30 + 13,8 \cdot 10^{-3}(T/\text{K})$ .

1-K 1 10,9

### 7. Směšovací entropie

Vypočítejte molární entropii systému, který obsahuje 0,2 mol kyslíku a 0,8 mol dusíku při teplotě  $25^\circ\text{C}$  a při tlacích: **a)**  $101,3 \text{ kPa}$ , **b)**  $200 \text{ kPa}$ .

Absolutní entropie čistých látek při  $25^\circ\text{C}$  a tlaku  $101,3 \text{ kPa}$  jsou:

$S_{\text{O}_2} = 205,029 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $S_{\text{N}_2} = 191,481 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .

1/1 01,2761 'K/1 98,661

### 8. Směšovací Gibbsova energie

Jakou energii je nutno minimálně dodat na rozdělení  $1 \text{ m}^3$  vzduchu na kyslík a dusík? Teplota je  $300 \text{ K}$  a tlak  $1 \text{ bar}$ .

1 09

### 9. Entropie tání

Entalpie tání ledu je  $333,55 \text{ kJ/kg}$ . Jaká je molární entropie tání ledu?

1-[om 1-K 1 00,22

### 10. Entropie při nevratném ději

Do bazénu o objemu  $27 \text{ m}^3$  a teplotě vody  $15^\circ\text{C}$  nalili zhyčkaní majitelé  $3 \text{ m}^3$  vody o teplotě  $65^\circ\text{C}$ . Jak se změnila entropie vody po smíchání? Tepelná kapacita vody je  $4,2 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

1-K 1 1521

### 11. Modifikační přeměna

Normální teplota přeměny krystalických modifikací červeného selenu ( $\text{Se}_8$ ) je  $125^\circ\text{C}$ . Entropie modifikace  $\alpha$  při teplotě  $125^\circ\text{C}$  je  $30,93 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , entropie druhé modifikace  $\beta$  je  $41,96 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Za předpokladu, že rozdíl těchto entropií je nezávislý na teplotě (aproximace), vypočítejte  $\Delta G$  pro přechod 1 molu selenu z modifikace  $\alpha$  na  $\beta$  při  $25^\circ\text{C}$ . Která forma je stabilnější při  $25^\circ\text{C}$ ?

$$\Delta G(\alpha \rightarrow \beta, 25^\circ\text{C}) = 1103 \text{ J/mol} \leftarrow \alpha$$

