

Výpočet průměru izolované částice

Předpokládáme kulovou částici, která se usazuje vlivem gravitace. Známe její usazovací rychlost, hustotu a hustotu tekutiny, ve které se částice pohybuje. Pokud potřebujeme vypočítat průměr částice d_p , je užití vztahů $\zeta_u = \zeta_u(\text{Re}_u)$ a $\text{Ar} = \text{Ar}(\text{Re}_u)$ nevýhodné (nutno užít iteračního výpočtu). Proto bylo zavedeno Ljaščenkovo kritérium

$$\text{Ly} = \frac{\text{Re}_u^3}{\text{Ar}} = \frac{v_u^3}{g \eta} \frac{\rho^2}{\rho_p - \rho} \quad ,$$

které neobsahuje průměr částice. Průběh usazování můžeme dále popisovat funkcí

$$\text{Ly} = \text{Ly}(\text{Ar}) \quad .$$

Pro jednotlivé oblasti usazování platí následující vztahy:

Laminární (Stokesova) oblast

$$(\text{Re}_u \leq 0,2; \text{Ar} \leq 3,6; \text{Ly} \leq 2,22 \cdot 10^{-3})$$

$$\text{Ly} = \frac{\text{Ar}^2}{5832} \Rightarrow d_p = \left(\frac{18 \eta v_u}{g (\rho_p - \rho)} \right)^{0,5}$$

Přechodná (Allenova) oblast

$$(0,2 < \text{Re}_u \leq 1000; 3,6 < \text{Ar} \leq 3,43 \cdot 10^5; 2,22 \cdot 10^{-3} < \text{Ly} \leq 2,92 \cdot 10^3)$$

$$\text{Ar}^{2/3} = 18 \text{Ly}^{1/3} [1 + 0,125 (\text{Ly} \text{Ar})^{0,24}]$$

Rovnice neumožňuje explicitní vyjádření Ar a Ly , a proto musí být řešena iteračně. Při výpočtech lze s výhodou užít grafickou závislost $\text{Ly}^{1/3} = \text{Ly}^{1/3}(\text{Ar}^{1/3})$, obr. 1.

Turbulentní (Newtonova) oblast

$$(500 < \text{Re}_u \leq 1,5 \cdot 10^5; 8,4 \cdot 10^4 < \text{Ar} \leq 7,4 \cdot 10^9; 1,5 \cdot 10^3 < \text{Ly} \leq 4,6 \cdot 10^5)$$

$$\text{Ly} = 5,27 \text{Ar}^{0,5} \Rightarrow d_p = \frac{0,33 \rho v_u^2}{g (\rho_p - \rho)}$$

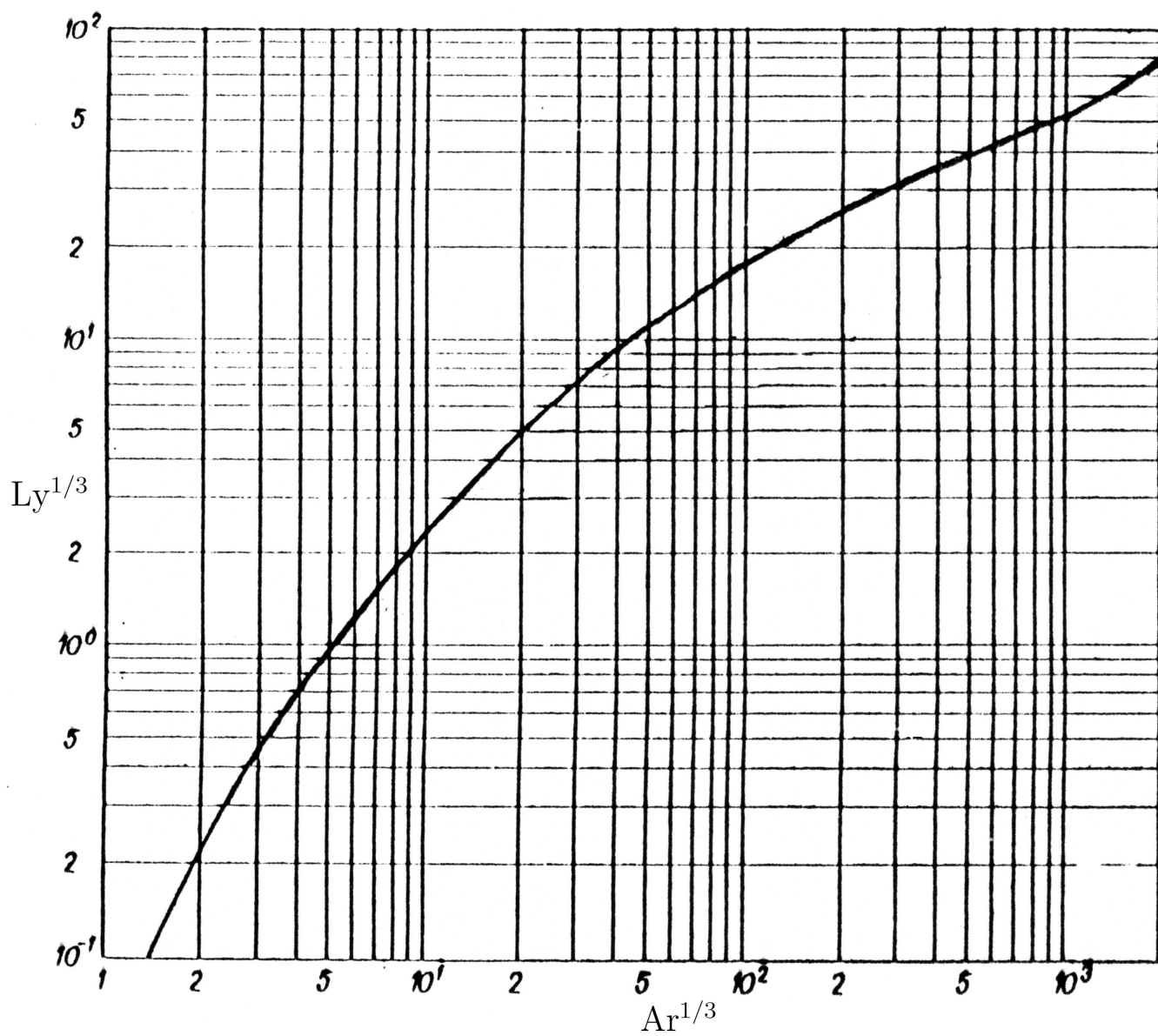
Úlohy

U5.A Kulová částice hustoty $3\,320 \text{ kg m}^{-3}$ urazí při teplotě 20°C v roztoku 30 hmot.% glycerinu ve vodě (hustota: $1\,072 \text{ kg m}^{-3}$, dyn. viskozita: $2,5 \cdot 10^{-3}$) svislou vzdálenost 162 cm za 6 s. Jaká bude její rychlost usazování a průměr?

Výsledek: Rychlost usazování částice je $0,27 \text{ m s}^{-1}$ a její průměr jsou 2 mm. Usazování probíhá v přechodné oblasti.

U5.B Kulové částice průměru 0,7 mm a hustoty $1\,320 \text{ kg m}^{-3}$ se usazují v čistém ethanolu o teplotě 30°C . Jaký průměr by musely částice mít, kdyby se usazovaly ve vodě při teplotě 20°C stejně rychle jako za původních podmínek?

Výsledek: Průměr částic by musel být 1 mm při rychlosti usazování 58 mm s^{-1} .



Obr. 1: Závislost $Ly(Ar)$ pro usazování kulových částic v přechodné a turbulentní oblasti