

ΑΡΧΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πυκνότητα, ειδικό βάρος, ειδικός όγκος

Παρουσίαση 4

Καθ. Μ. Ταξιάρχου

Πυκνότητα, ειδικό βάρος, ειδικός όγκος

Πυκνότητα ενός υλικού είναι ο λόγος της μάζας του, m , προς τον όγκο, V , που αυτή καταλαμβάνει. Συμβολίζεται με το γράμμα ρ , και υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας στο μετρικό σύστημα είναι kg/m^3 .

Πυκνότητα, ειδικό βάρος, ειδικός όγκος

Ειδικό Βάρος, γ , ενός υλικού είναι ο λόγος του βάρους του, B , προς τον όγκο, V , που αυτό καταλαμβάνει. Το ειδικό βάρος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\gamma = \frac{B}{V} = \frac{m g}{V} = \rho g$$

Μονάδα μέτρησης του ειδικού βάρους στο σύστημα SI
είναι N/m^3

Πυκνότητα, ειδικό βάρος, ειδικός όγκος

Ειδικός Όγκος v , είναι το αντίστροφο της πυκνότητας και ορίζεται ως ο όγκος που καταλαμβάνει η μονάδα μάζας. Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$v = \frac{V}{m}$$

Η μονάδα μέτρησης του στο Μετρικό Σύστημα είναι m^3/kg

Πυκνότητα, ειδικό βάρος, ειδικός όγκος

Το *Σχετικό Ειδικό Βάρος* ενός υλικού, συμβολίζεται ως SG (Specific Gravity) και ορίζεται ως η πυκνότητα, ρ , ενός υλικού προς τη πυκνότητα κάποιας ουσίας αναφοράς σε μια καθορισμένη θερμοκρασία.

Στην περίπτωση που το υλικό είναι *υγρό ή στερεό* σαν ουσία αναφοράς συνήθως χρησιμοποιείται το *νερό σε θερμοκρασία 4°C*. Το σχετικό ειδικό βάρος σε αυτή την περίπτωση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$SG = \frac{\rho}{\rho_{H_2O, 4^\circ C}}$$

Πυκνότητα, ειδικό βάρος, ειδικός όγκος

Το σχετικό ειδικό βάρος των αερίων ορίζεται ως η πυκνότητα του αερίου προς την πυκνότητα του ξηρού αέρα σε κανονικές συνθήκες (0 °C, 760 mmHg).

$$SG_{gas} = \frac{\rho_{gas}}{\rho_{air\ 0^{\circ}\text{C}, 760\text{ mmHg}}}$$

Η πυκνότητα του ξηρού αέρα σε κανονικές συνθήκες είναι 1.29 kg/m³

Πυκνότητα, ειδικό βάρος, ειδικός όγκος

Η πυκνότητα του νερού, του καθαρού θειικού οξέος, και της καθαρής αιθανόλης, είναι αντίστοιχα:

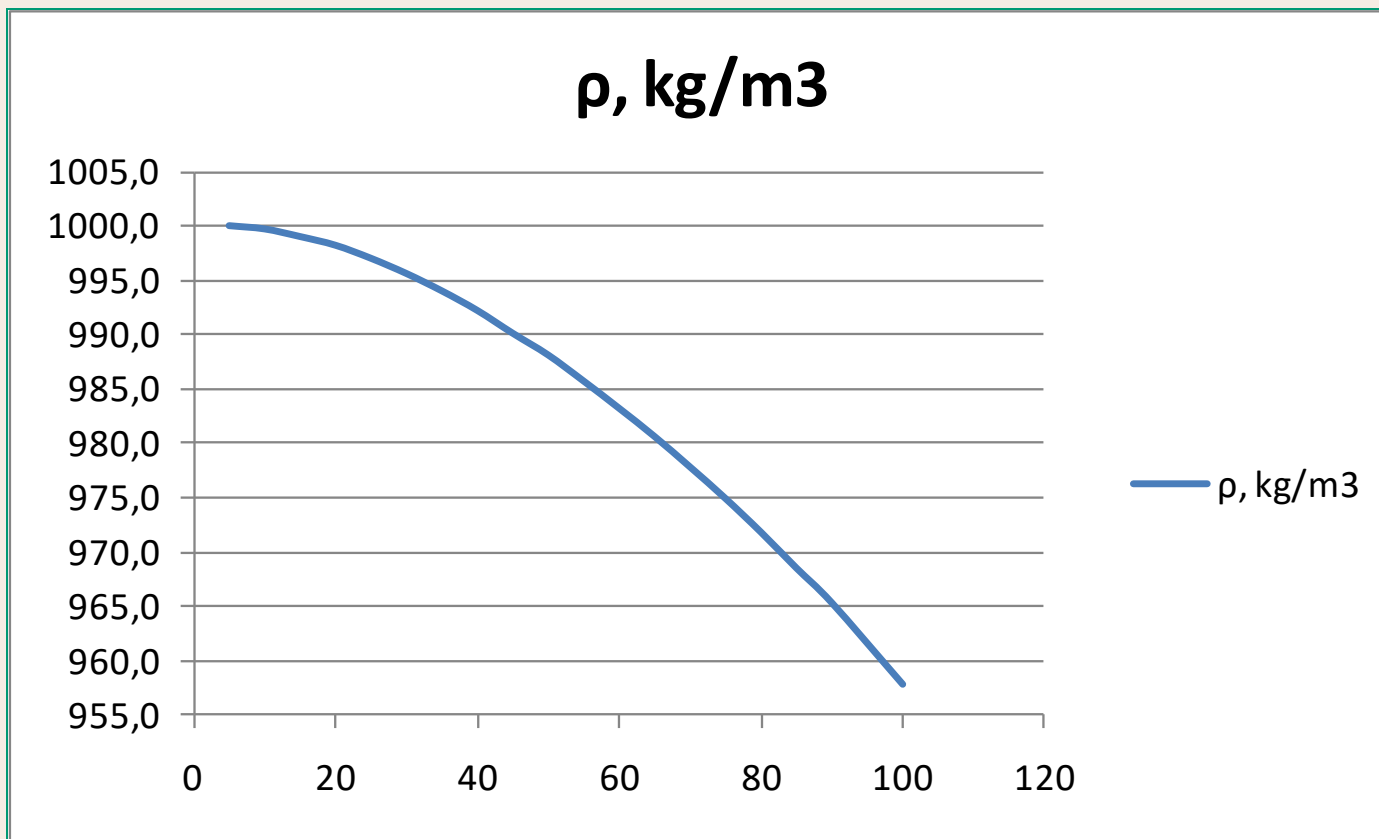
$$\begin{aligned}\rho_{\text{H}_2\text{O}} (4\text{ }^\circ\text{C}) &= 1.000\text{ g/cm}^3 \\ &= 1000\text{ kg/m}^3 \\ &= 62.43\text{ lb}_m/\text{ft}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4} (20\text{ }^\circ\text{C}) &= 1.805\text{ g/cm}^3 \\ &= 1805\text{ kg/m}^3 \\ &= 112.68\text{ lbm/ft}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} (20\text{ }^\circ\text{C}) &= 0.789\text{ g/cm}^3 \\ &= 789\text{ kg/m}^3 \\ &= 49.25\text{ lbm/ft}^3\end{aligned}$$

Πυκνότητα υγρών

Η πυκνότητα των υγρών μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία.



Πυκνότητα Αερίων

Τα αέρια είναι εξόχως συμπιεστά και συνεπώς **η πυκνότητα τους εξαρτάται άμεσα από την πίεση και τη θερμοκρασία**. Σε πιέσεις μικρότερες των 10 bar και συνήθεις θερμοκρασίες μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την **εξίσωση των τελείων αερίων**.

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{MB} RT$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{P MB}{RT}$$

- ρ είναι η πυκνότητα του αερίου
- P είναι η πίεση του αερίου
- MB το μοριακό του βάρος
- T η θερμοκρασία του σε K
- R η παγκόσμια σταθερά των αερίων

Πυκνότητα Αερίων

Η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων είναι:

$$R = 8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$1.986 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$1.986 \text{ Btu } ^\circ\text{R}^{-1} \text{ lb-mol}^{-1}$$

$$0.08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$



Παράδειγμα 1

Να υπολογιστεί η πυκνότητα του οξυγόνου στους 20°C και πίεση 1 atm με βάση την καταστατική εξίσωση των αερίων και να συγκριθεί με την πραγματική της τιμή.

Η παγκόσμια σταθερά των αερίων είναι: $R=8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Το μοριακό βάρος του οξυγόνου είναι: 32.00 g/mol

Παράδειγμα 1

Να υπολογιστεί η πυκνότητα του οξυγόνου στους 20°C και πίεση 1 atm .

$$\rho_{\text{O}_2} = \frac{P M_{\text{O}_2}}{RT}$$

- Η παγκόσμια σταθερά των αερίων είναι: $R=8.314\text{ Pa m}^3\text{ mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$
- Το M_{O_2} του οξυγόνου είναι 32.00 g/mol

Παράδειγμα 1

Να υπολογιστεί η πυκνότητα του οξυγόνου στους 20°C και πίεση 1 atm .

$$\rho_{\text{O}_2} = \frac{P \text{ MB}_{\text{O}_2}}{RT}$$

Μετατρέπουμε τη θερμοκρασία των 20°C σε K και την πίεση 1 atm σε kPa

- Η παγκόσμια σταθερά των αερίων είναι: $R=8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- Το MB του οξυγόνου είναι 32.00 g/mol
- $T=273.16 + 20^{\circ}\text{C} = 293.16^{\circ}\text{K}$
- $P=1 \text{ atm} \times 101.3 \text{ kPa/atm} = 101.3 \text{ kPa}$

και επομένως η πυκνότητα που υπολογίζεται από την εξίσωση των τελείων αερίων είναι:

Παράδειγμα 1

Να υπολογιστεί η πυκνότητα του οξυγόνου στους 20°C και πίεση 1 atm

$$\rho_{O_2} = \frac{101.3 \times 10^3 \text{ Pa} \times 32.00 \text{ g mol}^{-1}}{8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 293.5 \text{ K}} = 1328,4 \text{ g/m}^3$$

$$\rho_{O_2} = 1328,4 \text{ g/m}^3 \times 10^{-3} \text{ kg/g} = 1,328 \text{ kg/m}^3$$

Παράδειγμα 1

Να υπολογιστεί το σφάλμα στον υπολογισμό της πυκνότητας

Η πραγματική πυκνότητα του οξυγόνου στους 20 °C και πίεση 1 atm είναι 1,331 kg/m³,
επομένως το **σφάλμα** στον υπολογισμό της πυκνότητας του μέσω της εξίσωσης των τελείων αερίων είναι:

$$\text{σφαλμα}(\%) = \frac{\text{Υπολογιζόμενη Τιμη} - \text{Πραγματική Τιμη}}{\text{Πραγματική Τιμη}} \times 100$$

$$s(\%) = \frac{\rho_{O_2 \text{ υπολ.}} - \rho_{O_2 \text{ πραγ.}}}{\rho_{O_2 \text{ υπολ.}}} \times 100 = \frac{1,328 - 1,331}{1,331} \times 100 = -0,225\%$$