Formules Ceditec-cursus Vacuümtechniek

Omschrijving	Middelbare VT	Hogere VT
ideale gaswet	$pV = n_m RT$	$pV = n_m RT$
Van der Waals vergelijking		$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = n_m RT$
gemiddelde vrije weglengte	$\lambda = \frac{1}{n\pi\delta^2\sqrt{2}}$	$\lambda = \frac{1}{n\pi\delta^2\sqrt{2}}$
gemiddelde vrije weglengte in lucht	$\lambda = \frac{6{,}7 * 10^{-3}}{p_{Pa}}$ [m]	
gemiddelde vrije weg-lengte van moleculen m_1 in mengsel van twee gassen met massa's m_1 resp. m_2		$\frac{1}{\lambda_1} = n_1\pi\delta_1^2\sqrt{2} + n_1\pi\delta_{12}^2\sqrt{1 + \frac{m_1}{m_2}}$
dampdruk vaste stof of floeistof (wet van Clausius-Clapeyron)		$p_s = p_\infty e^{-\frac{L}{RT}}$
thermo-moleculair drukverschil		$\frac{p_A}{p_B} = \sqrt{\frac{T_A}{T_B}}$
1e diffusiewet van Fick		$\overline{j_d} = -D\nabla n(x, y, z)$
2e diffusiewet van Fick		$\frac{\partial n}{\partial t} = D\Delta n$
Lennard-Jones potentiaal		$U(r) = 4\varepsilon\left[\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r}\right)^{6}\right]$
adsorptiesnelheid		$\frac{dN_A}{dt} = 2{,}63 * 10^{24} \frac{pAs_a}{\sqrt{MT_g}}$

gemiddelde verblijftijd		$\tau = \tau_0 e^{E_a / kT_s}$
desorptiesnelheid		$\frac{dN_d}{dt} = \frac{N_s}{\tau_0} e^{-E_a / kT_s}$
adsorptie-desorptie evenwicht		$N_s = 2{,}63 * 10^{24} \frac{pAs_a \tau_0}{\sqrt{MT_s}} e^{\frac{E_a}{kT_s}}$
kengetal van Knudsen	$Kn = \frac{\lambda}{d}$	$Kn = \frac{\lambda}{d}$
kengetal van Reynolds	$\mathrm{Re} = \frac{\rho v d}{\eta}$	$\mathrm{Re} = \frac{\rho v d}{\eta}$
stromingswet van Poiseuille		$w = \frac{\pi d^4}{128 \eta l} \frac{M}{RT} \bar{p} (p_1 - p_2)$
definitie geleidingsvermogen	$C = \frac{Q}{\Delta p}$	$C = \frac{Q}{\Delta p}$
serieschakeling van elementen	$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$	$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$
parallelgeschakelde elementen	$C_{tot} = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots$	$C_{tot} = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots$
geleidingsvermogen Lavaltuit	$C_{lucht} \approx 160 d^2$ [$m^3.s^{-1}$]	$C \approx 0{,}7 \sqrt{\frac{RT_1}{M}} \frac{p_1}{p_{1-\kappa_2}} A_{min}$ [$m^3.s^{-1}$]
geleidingsvermogen bij laminaire stroming (voorwaarde)	$\frac{Q}{d} \leq 1250$	$Q < 53 p_1 d^2$
geleidingsvermogen cilindrische buis (laminair)	$C_{lucht} = 1{,}33 \cdot 10^3 \frac{d^4}{l} \bar{p}$ [$m^3.s^{-1}$]	$C = \frac{\pi d^4}{128 \pi l} \bar{p}$
geleidingsvermogen rechthoekige buis (laminair)	$C_{lucht} = 1{,}92 \cdot 10^3 \frac{a^2 b^2}{l} \bar{p} f$ [$m^3.s^{-1}$]	$C = 3{,}55 \cdot 10^{-2} \frac{a^2 b^2}{\pi l} \bar{p} f$

geleidingsvermogen bij geblokkeerde stroming (visceus)	$C_{lucht} = 260 d^2 \frac{q}{1-q}$ [m3.s-1]	$C = v_s \frac{1}{4} \pi d^2 \frac{q}{1-q}$
geleidingsvermogen opening (moleculaire stroming)	$C_{lucht} = 117 A$ [m3.s-1]	$C = \sqrt{\frac{RT}{2\pi M}} A$
geleidingsvermogen opening aan eind van grotere buis (moleculaire stroming)	$C_{lucht} = 117 \frac{A A}{A_b - A}$ [m3.s-1]	$C = \sqrt{\frac{RT}{2\pi M}} \frac{A_b A}{A_b - A}$
geleidingsvermogen ronde opening (moleculair)	$C_{lucht} = 92 d^2$ [m3.s-1]	$C = \frac{1}{8} \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} d^2$
geleidingsvermogen ringvormige opening (moleculair)	$C_{lucht} = 92 \left(d_u^2 - d_i^2\right)$ [m3.s-1]	$C = \frac{1}{8} \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \left(d_u^2 - d_i^2\right)$
geleidingsvermogen lange cilindrische buis (moleculair)	$C_{lucht} = 123 \frac{d^3}{l}$ [m3.s-1]	$C = \frac{1}{6} \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \frac{d^3}{l}$
geleidingsvermogen korte cilindrische buis (moleculair)	$C_{lucht} = 92 d^2 K$ [m3.s-1] K: Clausingfactor	$C = \frac{1}{8} \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} d^2 K$
geleidingsvermogen lange rechthoekige buis (moleculair)	$C_{lucht} = \frac{737 a^2 b^2}{(a+b) l} g$ [m3.s-1] *g* is vormfactor	$C = \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \frac{a^2 b^2}{(a+b) l} g$
geleidingsvermogen korte rechthoekige buis (moleculair)	$C_{lucht} = \frac{737 a^2 b^2}{(a+b) l + 2{,}66 ab} g$ [m3.s-1]	$C = \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \frac{a^2 b^2}{(a+b) l + 2{,}66 ab} g$
Geleidingsvermogen lange buis van willekeurige vorm (moleculair)	$C_{lucht} \approx 630 \frac{A^2}{Bl}$ [m3.s-1]	$C \approx 0{,}85 \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \frac{A^2}{Bl}$
Bochten (moleculair)	$C_{lucht} \approx 123 \frac{d^3}{l + \alpha d}$ [m3.s-1]	$C \approx \frac{1}{6} \sqrt{\frac{2\pi RT}{M}} \frac{d^3}{l + \alpha d}$

Moleculaire geleidingsvermogen als functie van molecuulmassa en temperatuur	$C_{M,T} = 9{,}8 \cdot 10^{-3} C_{lucht} \sqrt{\frac{T}{M}} \quad \Leftrightarrow$	$C_{M,T} = C_{lucht} \sqrt{\frac{28{,}8 \cdot 10^{-3}}{M}} \sqrt{\frac{T}{300}}$
Pompsnelheid	$Q = pS$	
Combinatie pomp en stromingsweerstand	$S_{eff} = \frac{CS_p}{C + S_p}$	$\frac{1}{S_{eff}} = \frac{1}{S_p} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$