

**Készült az FVM Vidékfejlesztési, Képzési és
Szaktanácsadási Intézet megbízásából**

Képlettár

Készült

**az Élelmiszer-ipari műveletek és folyamatok
tankönyvhöz**

Összeállította:

Papp László

Lektorálta:

Kovács Gáborné



Budapest, 2009



Képlettár

1. Áramlási sebesség	$v = \frac{s}{t}$	s = megtett út t = idő
2. Átlagos áramlási sebesség	$v = \frac{q_v}{A}$	q _v = térfogatáram A = áramlási keresztmetszet
3. Térfogatáram	$q_v = \frac{V}{t}$	V = térfogat t = idő
4. Tömegáram	$q_m = \frac{m}{t}$	m = tömeg t = idő
5. Kapcsolat a térfogatáram és tömegáram között	$q_m = q_v \cdot \rho$	q _v = térfogatáram ρ = sűrűség
6. Kapcsolat a kinematikai és a dinamikai viszkozitás között	$\nu = \frac{\eta}{\rho}$	ν = kinematikai viszkozitás η = dinamikai viszkozitás ρ = sűrűség
7. Reynolds-szám	$Re = \frac{d \cdot v \cdot \rho}{\eta}, \quad Re = \frac{d \cdot v}{\nu}$	d = csőátmérő v = áramlási sebesség ν = kinematikai viszkozitás η = dinamikai viszkozitás ρ = sűrűség
8. A folytonossági tétel általános alakja	$q_{m1} = q_{m2} = q_{m3} = q_{m4} = \text{áll.}$	q _m = tömegáram
9. A folytonossági tétel folyadékokra	$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$	v = áramlási sebesség A = áramlási keresztmetszet
10. A Bernoulli-egyenlet hosszúság-dimenziós alakja ideális közegre	$h_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = h_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = \text{állandó}$	h = vonatkozási szinttől mért távolság p = nyomás v = áramlási sebesség
11. A Bernoulli-egyenlet nyomás-dimenziós alakja ideális közegre	$h_1 \cdot \rho \cdot g + p_1 + \frac{v_1^2 \cdot \rho}{2} = h_2 \cdot \rho \cdot g + p_2 + \frac{v_2^2 \cdot \rho}{2} = \text{állandó}$	



<p>12. <i>A kifolyási sebesség állandó szintmagasság esetén</i></p> $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$	<p>h = a folyadék szintmagassága</p>
<p>13. <i>A tartály teljes kiürüléséhez szükséges idő</i></p> $t = \frac{2 \cdot A}{A_0} \cdot \sqrt{\frac{h}{2 \cdot g}}$	<p>A = a tartály keresztmetszete A_0 = a kifolyónyílás keresztmetszete h = a folyadékszint kezdeti magassága</p>
<p>14. <i>A súrlódási tag</i></p> $\Delta h_s = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}, \quad \Delta p_s = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2}$	<p>λ = súrlódási tényező L = csőhossz D = csőátmérő v = áramlási sebesség ρ = sűrűség</p>
<p>15. <i>A Bernoulli-egyenlet hosszúság-dimenziós alakja valóságos közegre</i></p> $h_1 + \frac{p_1}{\rho_1 \cdot g} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = h_2 + \frac{p_2}{\rho_2 \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + \Delta h_s$	
<p>16. <i>A Bernoulli-egyenlet nyomás-dimenziós alakja valóságos közegre</i></p> $h_1 \cdot \rho_1 \cdot g + p_1 + \frac{v_1^2 \cdot \rho_1}{2} = h_2 \cdot \rho_2 \cdot g + p_2 + \frac{v_2^2 \cdot \rho_2}{2} + \Delta p_s$	
<p>17. <i>Relatív érdesség</i></p> $\varepsilon = \frac{\varepsilon_a}{D}$	<p>ε_a = abszolút érdesség D = csőátmérő</p>
<p>18. <i>Egyenértékű csőhossz</i></p> $L_e = L_{e1} + L_{e2} + L_{e3} + \dots$	<p>$L_{e1}; L_{e2}; \dots$ = a beépített idomok és szerelvények egyenértékű csőhosszai</p>
<p>19. <i>Egyenértékű csőátmérő</i></p> $d_e = 4 \cdot \frac{A}{K_n}$	<p>A = áramlási keresztmetszet K_n = nedvesített kerület</p>
<p>20. <i>A súrlódási tag általános alakja</i></p> $\Delta h_s = \lambda \cdot \frac{L + L_e}{D_e} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}, \quad \Delta p_s = \lambda \cdot \frac{L + L_e}{D_e} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2}$	



<p>21. <i>A szivattyú szállítómagassága ideális közeg esetén (elméleti szállítómagasság)</i></p> $h = \frac{p_{ny} - p_{sz}}{\rho \cdot g} + \frac{v_{ny}^2 + v_{sz}^2}{2 \cdot g}$	<p>p_{ny} = a nyomócsonton mért nyomás p_{sz} = a szívócsonton mért nyomás v_{ny} = áramlási sebesség a nyomócsőben v_{sz} = áramlási sebesség a szívócsőben</p>
<p>22. <i>A szivattyú szállítómagassága valóságos közeg esetén (összes szállítómagasság)</i></p> $h_{össz} = \frac{p_{ny} - p_{sz}}{\rho \cdot g} + \frac{v_{ny}^2 + v_{sz}^2}{2 \cdot g} + h_{s1} + h_{s2}$	<p>h_{s1} = a szívócső áramlási vesztesége h_{s2} = a nyomócső áramlási vesztesége</p>
<p>23. <i>A szivattyú szállítómagassága valóságos közeg esetén a csővezeték két végpontján mért nyomásokkal számolva (összes szállítómagasság)</i></p> $h_{össz} = h_{sz} + h_{ny} + \frac{p_2}{\rho \cdot g} - \frac{p_1}{\rho \cdot g} + h_{s1} + h_{s2}$	<p>h_{sz} = szívómélység h_{sz} = nyomómagasság p_1 = a szívótérben mért nyomás p_2 = a nyomótérben mért nyomás h_{s1} = a szívócső áramlási vesztesége h_{s2} = a nyomócső áramlási vesztesége</p>
<p>24. <i>Az ülepedésre alkalmazott Reynolds-szám</i></p> $Re_{ü} = \frac{d \cdot v_{ü} \cdot \rho}{\eta}$	<p>d = az ülepedő részecske átmérője, $v_{ü}$ = ülepedési sebesség, ρ = az eloszlató közeg sűrűsége, η = az eloszlató közeg viszkozitása</p>
<p>25. <i>Egyenértékű részecskeátmérő</i></p> $d_e = 1,24 \cdot \sqrt[3]{V_r}$	<p>V_r = a részecske térfogata</p>
<p>26. <i>Ülepedési sebesség lamináris ülepedés ($Re_{ü} < 1$) esetén</i></p> $v_{ü} = \frac{d_e^2 \cdot (\rho_r - \rho) \cdot g}{18 \cdot \eta}$	<p>d_e = a részecske (egyenértékű) átmérője ρ_r = a részecske sűrűsége ρ = a közeg sűrűsége η = a közeg viszkozitása</p>
<p>27. <i>Ülepedési sebesség turbulens ülepedés ($1 \leq Re_{ü} \leq 500$) esetén</i></p> $v_{ü} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_r - \rho}{\lambda_{ü} \cdot \rho} \cdot \frac{2}{3} \cdot d_e}$	<p>d_e = a részecske (egyenértékű) átmérője ρ_r = a részecske sűrűsége ρ = a közeg sűrűsége $\lambda_{ü}$ = az ülepedés súrlódási tényezője ($Re_{ü} > 500$ esetén $\lambda_{ü} = 0,44$)</p>



<p>28. <i>A részecskére ható centrifugális erő</i></p> $F_c = m \cdot \frac{v_k^2}{r} = m \cdot r \cdot \omega^2 = m \cdot r \cdot (2 \cdot \pi \cdot n)^2$	<p>m = a részecske tömege v_k = kerületi sebesség r = a részecske keringési sugara ω = szögsebesség n = a centrifuga fordulatszáma</p>
<p>29. <i>A centrifuga jelzőszáma</i></p> $Z = \frac{F_c}{G} = \frac{r \cdot (2 \cdot \pi \cdot n)^2}{g} \cong 4 \cdot r \cdot n^2$	<p>F_c = a részecskére ható centrifugális erő G = a részecskére ható gravitációs erő m = a részecske tömege r = a részecske keringési sugara n = a centrifuga fordulatszáma (1/s)</p>
<p>30. <i>Jelzőszám, ha a fordulatszámot 1/min mértékegységben adjuk meg</i></p> $Z \cong \frac{r \cdot n^2}{900} = \frac{d \cdot n^2}{1800}$	
<p>31. <i>Centrifugális ülepedési sebesség</i></p> $v_c = v_g \cdot Z, \quad v_c = \frac{d_e^2 \cdot (\rho_r - \rho) \cdot g}{18 \cdot \eta} \cdot Z$	<p>v_g = a gravitációs ülepedési sebesség Z = a centrifuga jelzőszáma d_e = a részecske (egyenértékű) átmérője ρ_r = a részecske sűrűsége ρ = a közeg sűrűsége η = a közeg viszkozitása</p>
<p>32. <i>A ciklonban kialakuló ülepedési sebesség</i></p> $v_c = v_g \cdot Z = \frac{d^2 \cdot \Delta\rho}{18 \cdot \eta} \cdot \frac{v^2}{r}$	<p>v_g = a gravitációs ülepedési sebesség Z = a ciklon jelzőszáma d = az elosztatott részecskék átmérője $\Delta\rho$ = a közeg és a részecskék közötti sűrűségkülönbség η = a közeg viszkozitása v = a közeg belépési sebessége</p>
<p>33. <i>A szűrő teljesítménye</i></p> $q_v = \frac{\Delta p \cdot A}{\eta \cdot \omega}$	<p>Δp = nyomáskülönbség A = szűrőfelület η = viszkozitás ω = kapillárisok ellenállása</p>



<p>34. <i>A keverő teljesítmény-szükséglete</i></p> $P = k \cdot n^3 \cdot d^5 \cdot \rho$	<p>n = a keverő fordulatszáma d = a keverőelem átmérője k = a keverőelem alaktényezője ρ = a folyadék sűrűsége</p>
<p>35. <i>Aprítási fok</i></p> $n = \frac{D}{d}$	<p>D = az aprítás előtti szemcseméret d = az aprítás utáni szemcseméret</p>
<p>36. <i>Porozitás</i></p> $\varepsilon = \frac{V_0}{V_h} = \frac{V_h - V_n}{V_h}$	<p>V₀ = a részecskék közötti térfogat V_h = a szemcsés halmaz térfogata V_n = töltettérfogat (a szemcsék össztérfogata)</p>
<p>37. <i>A szemcsés halmazt alkotó részecskék össztérfogata (töltettérfogat)</i></p> $V_n = (1 - \varepsilon) \cdot V_h, \quad V_n = n \cdot V_r$	<p>V_h = a szemcsés halmaz térfogata n = a részecskék darabszáma V_r = részecsketérfogat</p>
<p>38. <i>Fajlagos töltetfelület</i></p> $a = n \cdot A_r = n \cdot d^2 \cdot \pi$ $a = \frac{6}{d} \cdot (1 - \varepsilon)$	<p>n = az 1 m³-ben levő részecskék száma A_r = egy részecske (gömb) felszíne d = a részecske átmérője ε = a halmaz porozitása</p>
<p>39. <i>A szemcsék közötti hézagok egyenértékű átmérője</i></p> $D_e = \frac{2}{3} \cdot \frac{\varepsilon}{(1 - \varepsilon)} \cdot d$	<p>d = a részecskék jellemző átmérője</p>
<p>40. <i>A szemcsés halmazon átáramoltatott közeg nyomásesése</i></p> $\Delta p = L \cdot \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{a}{\varepsilon} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2}$	<p>L = a csővezeték hossza λ = súrlódási tényező a = fajlagos töltetfelület ε = porozitás v = a közeg áramlási sebessége ρ = a közeg sűrűsége</p>



<p>41. <i>A fluidizáció határsebessége</i></p> $v = \sqrt{\frac{8 \cdot \varepsilon \cdot p_{\text{rács}}}{\lambda \cdot L \cdot a \cdot \rho_l}}$	<p>$p_{\text{rács}}$ = rácsnyomás (= Δp) L = töltetmagasság λ = súrlódási tényező a = fajlagos töltetfelület ε = a töltet porozitása v = a levegő áramlási sebessége ρ_l = a levegő (közeg) sűrűsége</p>
<p>42. <i>Szlip a pneumatikus szállításnál</i></p> $S = \frac{v_l - v_a}{v_l}$	<p>v_l = a levegő áramlási sebessége v_a = a szemcsék haladási sebessége</p>
<p>43. <i>Hőmennyiség</i></p> $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$	<p>c = fajhő m = tömeg Δt = hőmérséklet-különbség</p>
<p>44. <i>Fajlagos entalpia</i></p> $h = \frac{H}{m}$	<p>H = entalpia m = tömeg</p>
<p>45. <i>Fajlagos entalpiaváltozás, ha nincs halmazállapot-változás</i></p> $\Delta h = \frac{Q}{m} = h_2 - h_1 = c_p \cdot (t_2 - t_1)$	<p>c_p = anyag fajhője (állandó nyomáson)</p>
<p>46. <i>Fajlagos entalpiaváltozás, ha van halmazállapot-változás</i></p> $\Delta h = \frac{Q}{m} = h_2 - h_1 = c_p \cdot (t_2 - t_1) + r$	<p>c_p = anyag fajhője (állandó nyomáson) r = az anyag halmazállapot-változás hője</p>
<p>47. <i>Hőáram, hőteljesítmény</i></p> $\Phi = \frac{Q}{\tau}$	<p>Q = hőmennyiség τ = idő</p>
<p>48. <i>A hővezetés egyenlete</i></p> $\Phi = \frac{\lambda}{\delta} \cdot A \cdot \Delta t$	<p>λ = hővezetési tényező δ = az anyag vastagsága A = hőátadó felület Δt = hőmérséklet-különbség</p>



<p>49. <i>A hősugárzás egyenlete</i></p> $\Phi = C \cdot A \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$	<p>C = sugárzási tényező A = felület T1 = a felület hőmérséklete kelvinben T2 = a környezet hőmérséklete kelvinben</p>
<p>50. <i>A hőátadás egyenlete</i></p> $\Phi = \alpha \cdot A \cdot \Delta t$	<p>α = hőátadási tényező A = hőátadó felület Δt = hőmérséklet-különbség</p>
<p>51. <i>A hőátbocsátás egyenlete</i></p> $\Phi = k \cdot A \cdot \Delta t$	<p>k = hőátbocsátási tényező A = hőátadó felület Δt = hőmérséklet-különbség</p>
<p>52. <i>Hőátbocsátási tényező</i></p> $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$	<p>α = hőátadási tényező λ = hővezetési tényező δ = a falvastagság</p>
<p>53. <i>A hőcserélőben átszármaztatott hőmennyiség</i></p> $\Phi = k \cdot A \cdot \Delta t_{köz}$	<p>k = hőátbocsátási tényező A = hőátadó felület $\Delta t_{köz}$ = közepes hőmérséklet-különbség</p>
<p>54. <i>A közepes hőmérséklet-különbség számítása</i></p> $\Delta t_{köz} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{2,3 \cdot \lg \left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} \right)}$	<p>A hőfoklefutási diagram alapján: Δt_1 = hőmérséklet-különbség belépéskor Δt_2 = hőmérséklet-különbség kilépéskor</p>
<p>55. <i>A közepes hőmérséklet-különbség számítása</i></p> $\Delta t_{köz} \cong \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2} \quad (\text{ha } \Delta t_1 < 2,5 \cdot \Delta t_2)$	
<p>56. <i>A bepárlás anyagmérlege</i></p> $\left. \begin{aligned} q_{m\,be} - q_{m\,ki} &= q_{m\,W} \\ \frac{q_{m\,be} \cdot s_{be}}{100} &= \frac{q_{m\,ki} \cdot s_{ki}}{100} \end{aligned} \right\}$	<p>$q_{m\,be}$ = az oldat tömegárama $q_{m\,ki}$ = a sűrítmény tömegárama s_{be} = az oldat szárazanyag-tartalma s_{ki} = a sűrítmény szárazanyag-tartalma</p>



57. *Az egyenlet-rendszer gyakoribb megoldásai*

$$q_{m\,ki} = \frac{q_{m\,W}}{\frac{s_{ki}}{s_{be}} - 1}, \quad s_{ki} = \frac{q_{m\,be} \cdot s_{be}}{q_{m\,be} - q_{m\,W}}, \quad q_{m\,W} = q_{m\,be} \cdot \left(1 - \frac{s_{be}}{s_{ki}}\right)$$

58. *A bepárlás hőmérele*

$$r_{göz} \cdot q_{m\,göz} = k \cdot A \cdot \Delta t = r_W \cdot q_{m\,W}$$

$r_{göz}$ = a kondenzációshője
 $q_{m\,göz}$ = a fűtőgőz tömegárama
 k = hőátbocsátási tényező
 A = fűtőfelület
 Δt = hőmérséklet-különbség
 r_W = az oldószer (víz) párolgáshője
 $q_{m\,W}$ = az oldószer (víz) tömegárama

59. *A hűtés során elvonandó hőmennyiség*

$$Q = c \cdot m \cdot (t_1 - t_2)$$

c = az áru fagypont feletti fajhője
 m = az áru tömege
 t_1 = az áru hőmérséklete a hűtés kezdetén
 t_2 = az áru hőmérséklete a hűtés végén

60. *A fagyasztás során elvonandó hőmennyiség*

$$Q = x \cdot w \cdot r_v \cdot m$$

x = az áru víztartalma
 w = a megfagyott víz tömegaránya
 r_v = a víz fagyáshője
 m = az áru tömege
 t_1 = az áru hőmérséklete a hűtés kezdetén
 t_2 = az áru hőmérséklete a hűtés végén

61. *A fagyott áru tárolási hőmérsékletre való hűtése során elvonandó hőmennyiség*

$$Q = c_f \cdot m \cdot (t_1 - t_2)$$

c_f = az áru fagypont alatti fajhője
 m = az áru tömege
 t_1 = az áru hőmérséklete a hűtés kezdetén
 t_2 = a tárolási hőmérséklet

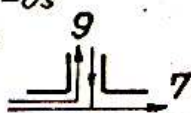


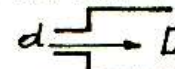




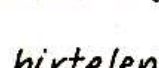
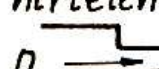
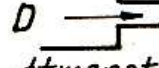



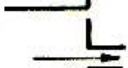
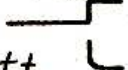



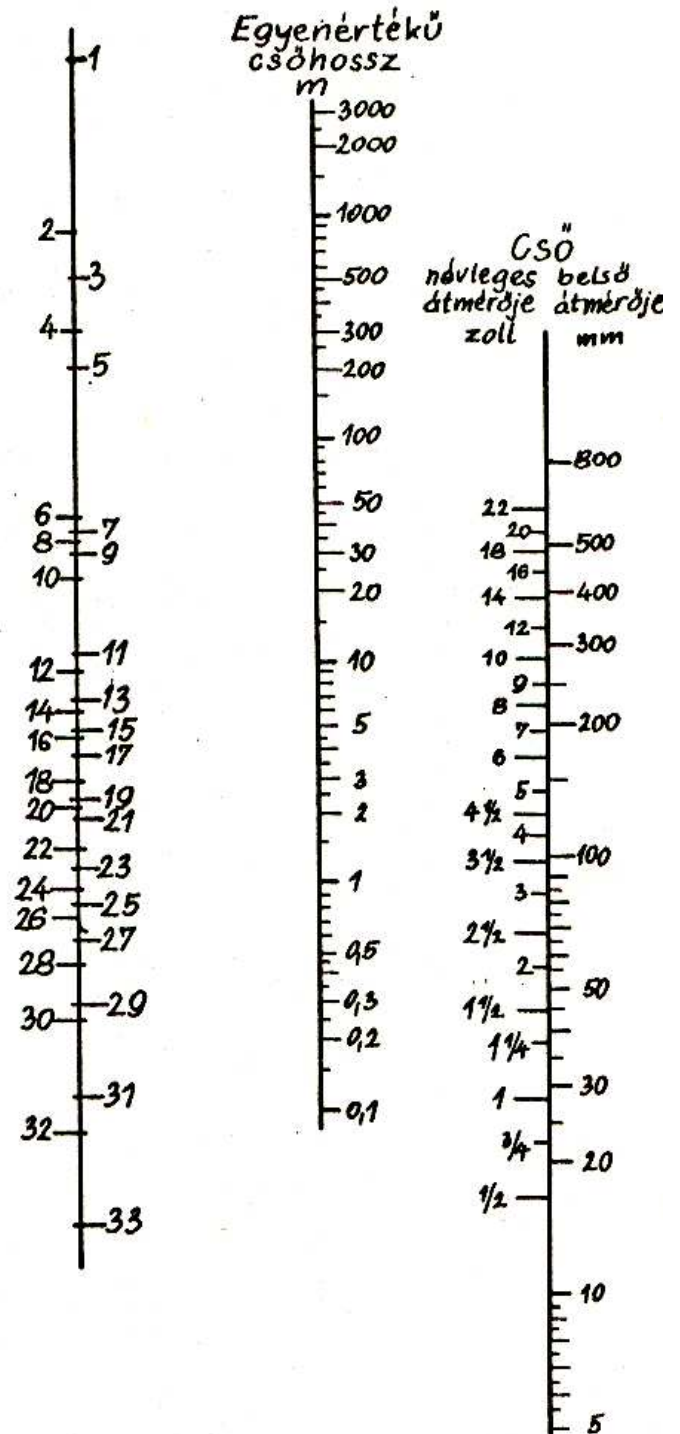
<p>62. Fick-törvény (molekuláris diffúzió)</p> $m = -D \cdot A \cdot \left(\frac{\Delta c}{\Delta x} \right) \cdot \tau$	<p>m = átdiffundált molekulák össztömege D = diffúziós állandó A = keresztmetszet Δc = koncentrációkülönbség Δx = diffúziós út τ = idő</p>
<p>63. Gibbs-féle fázistörvény</p> $F + S_z = K + 2$	<p>F = fázisok száma S_z = szabadsági fok K = komponensek száma</p>
<p>64. Kristályosodási sebesség</p> $q_m = k \cdot A \cdot (c - c_t)$	<p>q_m = a kristályosodás sebessége k = kristályosítási állandó A = a kristályok felülete $c - c_t$ = koncentrációkülönbség</p>
<p>65. A levegő relatív nedvességtartalma</p> $\varphi = \frac{p_g}{p_t}$	<p>p_g = a vízgőz parciális nyomása p_t = a telített levegőben levő vízgőz parciális nyomása (tenzió)</p>
<p>66. A levegő abszolút nedvességtartalma</p> $y = \frac{m_{\text{vígöz}}}{m_{\text{száraz levegő}}}$	<p>$m_{\text{vígöz}}$ = a vízgőz tömege $m_{\text{sz. lev.}}$ = a (száraz) levegő tömege</p>
<p>67. Kapcsolat a relatív és az abszolút nedvességtartalom között</p> $\varphi = \frac{y}{y + 0,622} \cdot \frac{p}{p_t}$	<p>p = a nedves levegő nyomása (a levegő össznyomása), p_t = a vízgőz parciális nyomása (tenzió)</p>
<p>68. A nedves levegő fajlagos entalpiája</p> $h_{\text{nedves lev.}} = t + y \cdot (2500 + 1,9 \cdot t)$	<p>t = a levegő hőmérséklete y = a levegő abszolút nedvességtartalma</p>



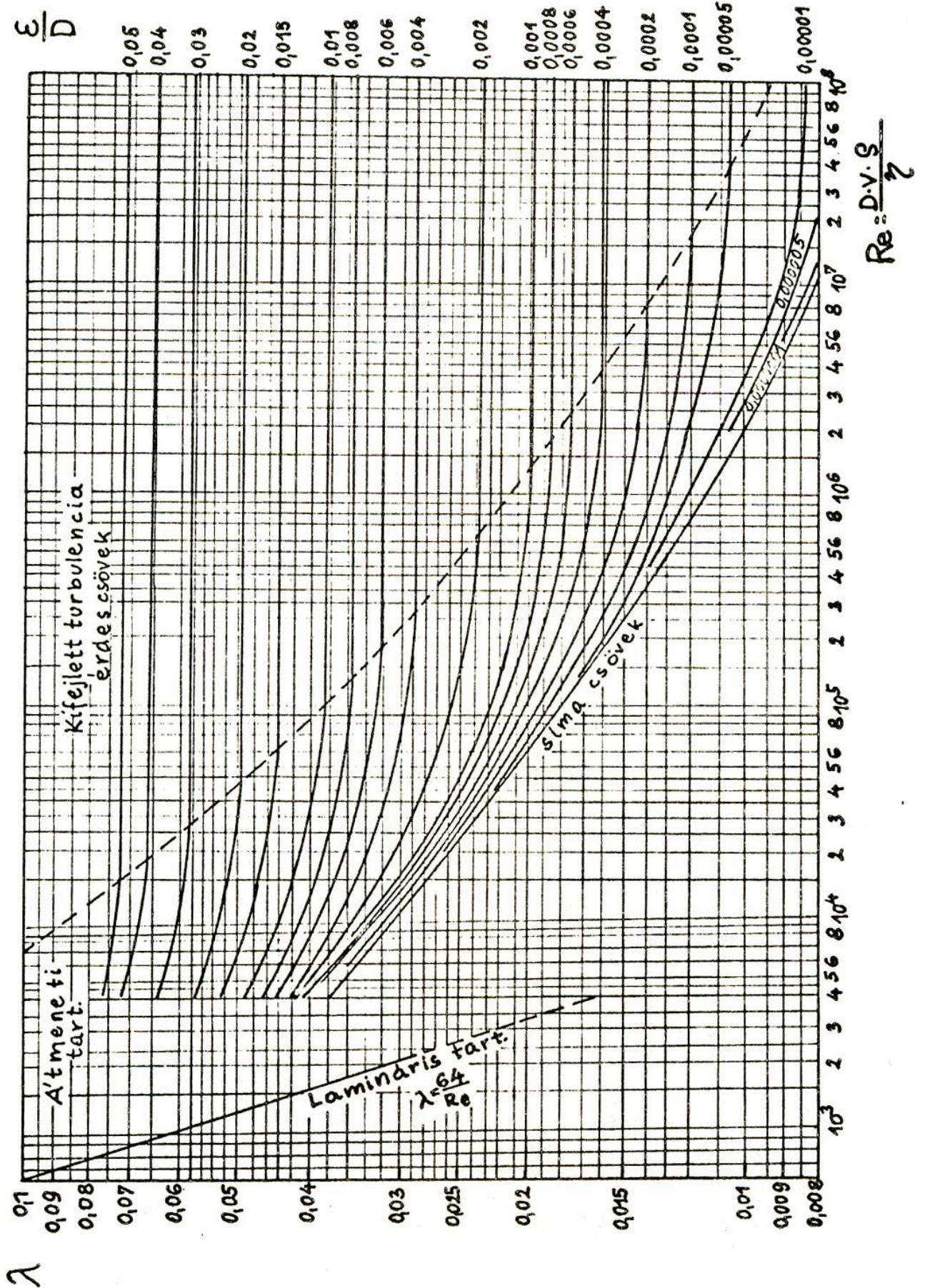
<p>69. <i>A szárítóberendezés anyagmérlege</i></p> $\left. \begin{aligned} q_{m\ be} - q_{m\ ki} &= q_{m\ w} \\ q_{m\ be} \cdot \frac{w_{be}}{100} - q_{m\ ki} \cdot \frac{w_{ki}}{100} &= q_{m\ w} \end{aligned} \right\}$	<p>$q_{m\ be}$ = a szárítandó anyag tömegárama $q_{m\ ki}$ = a szárítmány tömegárama $q_{m\ w}$ = az elpárolgott nedvesség tömegárama w_{be} = a szárítandó anyag nedvességtartalma w_{ki} = a szárítmány nedvességtartalma</p>
<p>70. <i>A nedves levegő tömegárama</i></p> $L_n = L \cdot (1 + y)$	<p>L = a száraz levegő tömegárama y = a nedves levegő abszolút nedvességtartalma</p>
<p>71. <i>Fajlagos levegőszükséglet</i></p> $\frac{L}{q_{m\ w}} = \frac{1}{y_{ki} - y_{be}}$	<p>L = a száraz levegő tömegárama $y_{ki} - y_{be}$ = absz. nedvességtartalom-változás $q_{m\ w}$ = az elpárolgott nedvesség tömegárama</p>
<p>72. <i>A szárításhoz szükséges hőáram</i></p> $\Phi = L \cdot (h_{ki} - h_{be})$	<p>L = a száraz levegő tömegárama $h_{ki} - h_{be}$ = fajlagos entalpiaváltozás (a kaloriferben)</p>
<p>73. <i>Fajlagos hőszükséglet</i></p> $\frac{\Phi}{q_{m\ w}} = \frac{L}{q_{m\ w}} \cdot (h_{ki} - h_{be}) \qquad \frac{\Phi}{q_{m\ w}} = \frac{h_{ki} - h_{be}}{y_{ki} - y_{be}}$	<p>$q_{m\ w}$ = az elpárolgott nedvesség tömegárama L = a száraz levegő tömegárama $h_{ki} - h_{be}$ = fajlagos entalpiaváltozás (a kaloriferben) $y_{ki} - y_{be}$ = absz. nedvességtartalom-változás (a szárítóban)</p>



Szelep: visszacsapó	2
sarok	3
átmenő	5
ferde	6
Csap: sarok	8
egyenes	12
Tolózár: teljesen nyitva	29
3/4 részben "	11
1/2 " "	4
1/4 " "	1
Könyök: 180°-os	7
90°-os	10
60°-os	23
45°-os	30
90°-os szögletes	7
Ív: 90°-os	13
90°-os nagyívű	16
45°-os	31
Idom:	
	9
	7
	18
Tágítás: hirtelen $d/D=1/4$	13
	1/2 19
	3/4 27
átmeneti $\alpha=10^\circ$	28
	20° 20
	30° 17
	40° 15
Szűklítés: szabványos 1/4	13
	1/4 16
hirtelen $d/D=1/4$	22
	1/2 25
	3/4 29
átmeneti	
	$\alpha=45^\circ$ 33
	60° 32
Kilépés:	
benyúló 	14
éles 	21
kerekített 	24
ívelt 	26



Nomogram a szerelvények és idomok egyenértékű csőhosszának meghatározásához



Nomogram a súrlódási tényező meghatározásához





A desztillált víz sűrűsége (ρ), viszkozitása (η), és fajhője (c_p) a hőmérséklet (t) függvényében

t ($^{\circ}\text{C}$)	ρ (kg/m^3)	η (mPa.s)	c_p (kJ/kg.K)
1	999,87	1,792	4,2141
2	999,93	1,731	4,2107
3	999,99	1,619	4,2077
4	1000,00	1,567	4,2048
5	999,99	1,519	4,2022
6	999,97	1,473	4,1999
7	999,93	1,428	4,1977
8	999,88	1,386	4,1957
9	999,81	1,346	4,1939
10	999,73	1,308	4,1922
11	999,63	1,271	4,1907
12	999,52	1,236	4,1893
13	999,40	1,203	4,1880
14	999,27	1,171	4,1869
15	999,13	1,140	4,1858
16	999,13	1,111	4,1849
17	999,80	1,083	4,1840
18	998,62	1,056	4,1832
19	998,43	1,030	4,1825
20	998,23	1,005	4,1819
21	998,02	0,981	4,1813
22	997,80	0,958	4,1808
23	997,57	0,936	4,1804
24	997,32	0,914	4,1800
25	997,07	0,894	4,1796
26	996,81	0,874	4,1793
27	996,54	0,855	4,1790
28	996,26	0,836	4,1788
29	995,97	0,818	4,1786
30	995,67	0,801	4,1785
35	994,06	0,723	4,1782
40	992,24	0,656	4,1786
45	990,25	0,599	4,1795
50	988,07	0,549	4,1807
55	985,73	0,506	4,1824
60	983,24	0,469	4,1844
65	980,59	0,436	4,1868
70	977,81	0,406	4,1896
75	974,89	0,380	4,1928
80	971,83	0,357	4,1964
85	968,65	0,336	4,2005
90	965,34	0,317	4,2051

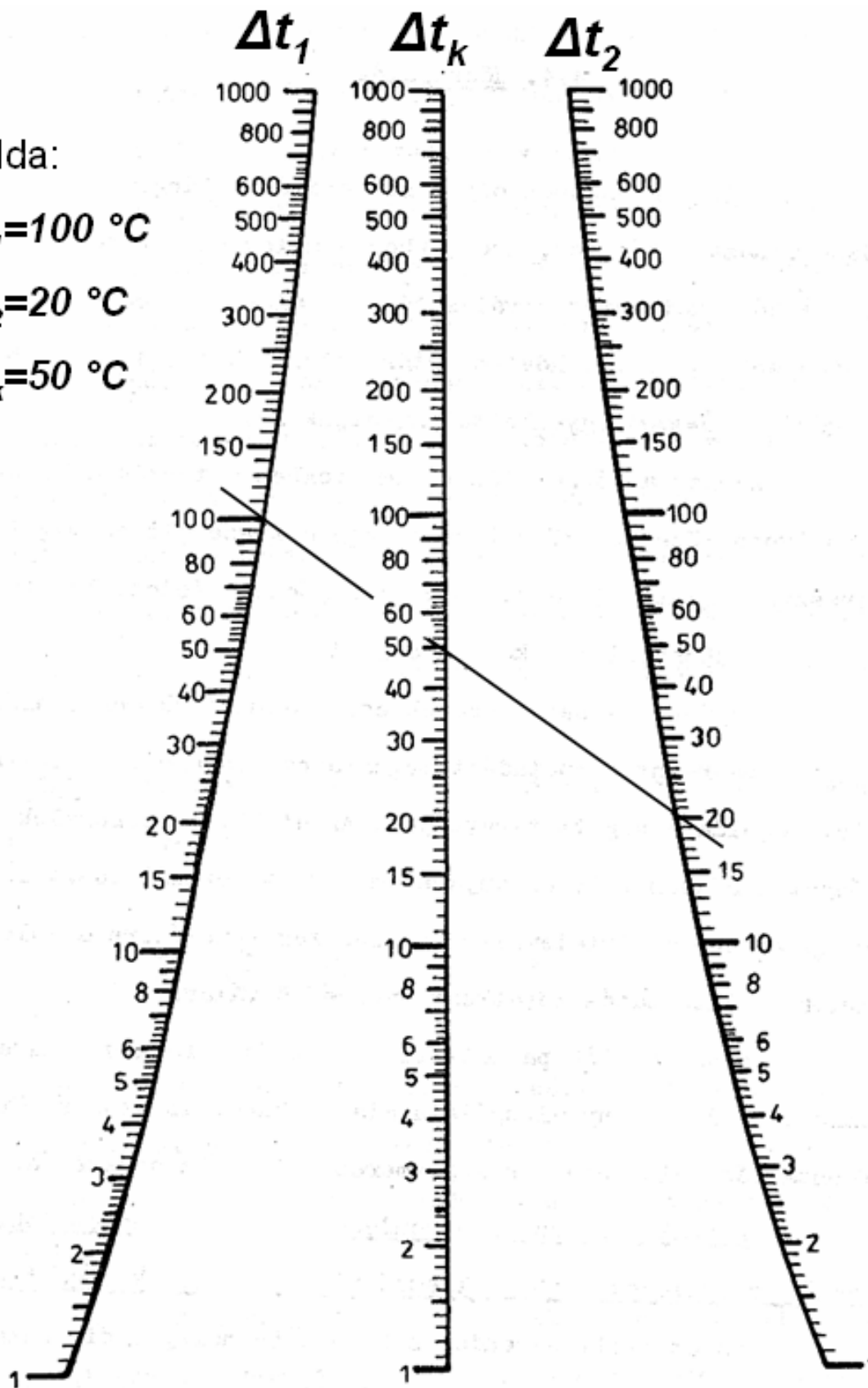


Példa:

$$\Delta t_1 = 100 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_k = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Nomogram a logaritmikus közepes hőmérséklet-különbség meghatározásához



Vízgőztáblázat – 1.

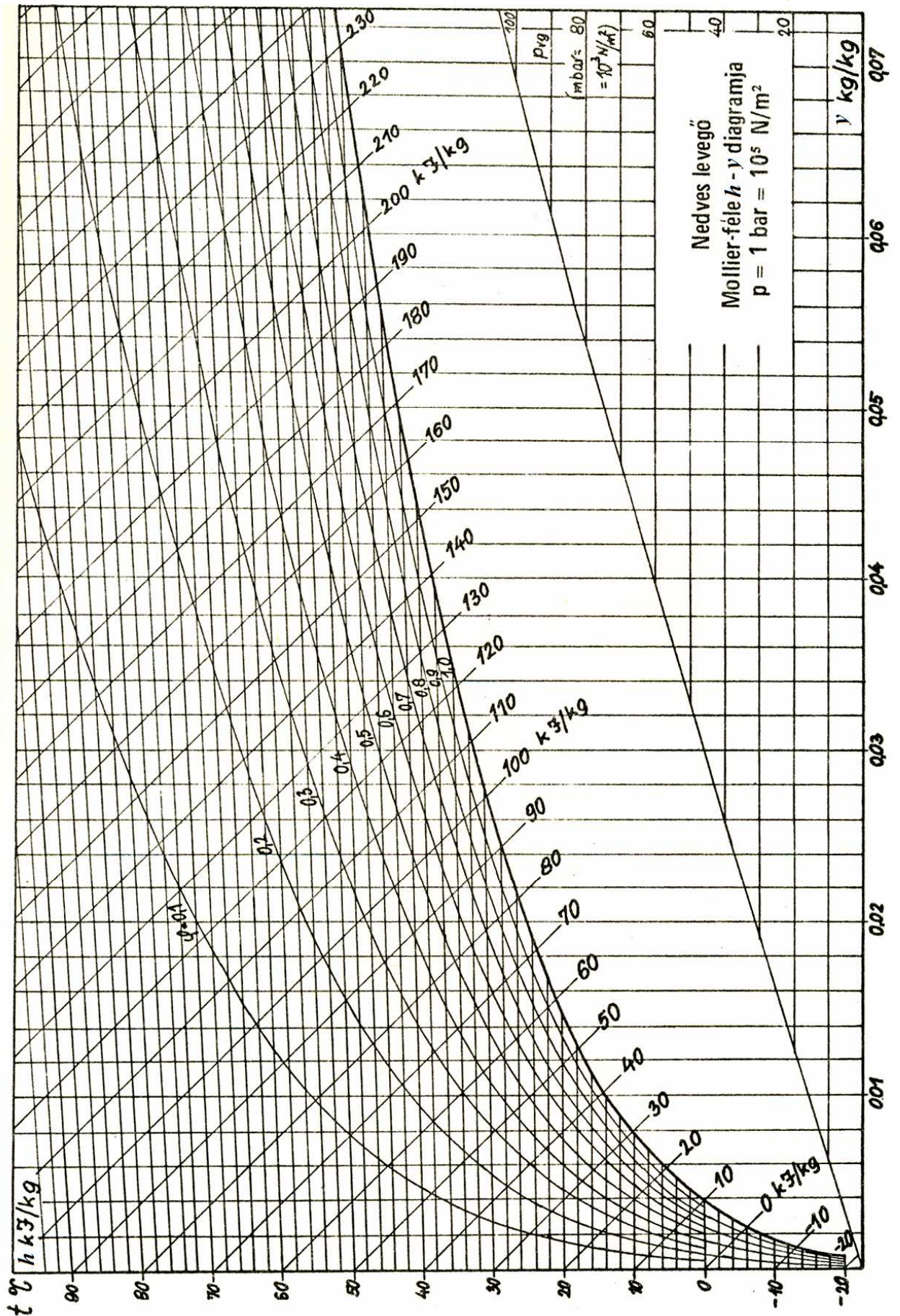
nyomás p (MPa)	hőmérséklet t (°C)	entalpia		párolgáshő
		h'	h''	r
		kJ/kg		kJ/kg
0,003	24,09	101,00	2 545,20	2 444,20
0,004	28,98	123,41	2 554,10	2 430,69
0,005	32,9	137,77	2 561,20	2 423,43
0,006	36,18	151,50	2 567,10	2 415,60
0,007	39,02	163,38	2 572,20	2 408,82
0,008	41,53	173,87	2 576,70	2 402,83
0,009	43,79	183,28	2 580,80	2 397,52
0,01	45,83	191,84	2 584,40	2 392,56
0,02	60,09	251,46	2 609,60	2 358,14
0,03	69,12	289,31	2 625,30	2 335,99
0,04	75,89	317,65	2 636,80	2 319,15
0,05	81,35	340,57	2 646,00	2 305,43
0,06	85,95	359,93	2 653,60	2 293,67
0,07	89,96	376,77	2 660,20	2 283,43
0,08	93,51	391,72	2 666,00	2 274,28
0,09	96,71	405,21	2 671,10	2 265,89
0,10	99,63	417,51	2 675,70	2 258,19
0,15	111,37	467,13	2 693,90	2 226,77
0,2	120,23	504,70	2 706,90	2 202,20
0,25	127,43	535,40	2 717,20	2 181,80
0,3	133,54	561,40	2 725,50	2 164,10
0,35	138,88	584,30	2 732,50	2 148,20
0,4	143,62	604,70	2 738,50	2 133,80
0,45	147,92	623,30	2 743,80	2 120,50
0,5	151,85	640,10	2 748,50	2 108,40
0,6	158,84	670,40	2 756,40	2 086,00
0,7	164,96	697,10	2 762,90	2 065,80
0,8	170,42	720,90	2 768,40	2 047,50
0,9	175,36	742,60	2 773,00	2 030,40
1,0	179,88	762,60	2 777,00	2 014,40
2,0	212,37	908,60	2 797,40	1 888,80
3,0	233,84	1 008,40	2 801,90	1 793,50
4,0	250,33	1 087,50	2 799,40	1 711,90
5,0	263,92	1 154,60	2 792,80	1 638,20
6,0	275,56	1 213,90	2 783,30	1 569,40
8,0	294,98	1 317,50	2 757,50	1 440,00
10	310,96	1 408,60	2 724,40	1 315,80
12	324,64	1 492,60	2 684,80	1 192,20
14	336,63	1 572,80	2 638,30	1 065,50
16	347,32	1 651,50	2 583,70	932,20
18	356,96	1 733,40	2 514,40	781,00
20	365,71	1 828,80	2 413,80	585,00
22	373,68	2 007,70	2 192,50	184,80



Vízgőztáblázat – 2.

hőmérséklet t (°C)	nyomás p (MPa)	entalpia		párolgáshő
		h'	h''	r
		kJ/kg		kJ/kg
0,01	0,000 611 2	0,000614	2 501,0	2 501,00
5	0,000 871 9	21,01	2 510,2	2 489,19
10	0,001 227 1	41,99	2 519,4	2 477,41
15	0,001 704 1	62,94	2 528,6	2 465,66
20	0,002 336 8	83,86	2 537,7	2 453,84
25	0,003 166 3	104,77	2 546,8	2 442,03
30	0,004 241 7	125,66	2 555,9	2 430,24
35	0,005 621 7	146,56	2 565,0	2 418,44
40	0,007 374 9	167,45	2 574,0	2 406,55
45	0,009 518 7	188,35	2 582,9	2 394,55
50	0,012 335	209,26	2 591,8	2 382,54
55	0,015 740	230,17	2 600,7	2 370,53
60	0,019 929	251,09	2 609,5	2 358,41
65	0,025 008	272,02	2 618,2	2 346,18
70	0,031 161	292,97	2 626,8	2 333,83
75	0,038 448	313,94	2 635,3	2 321,36
80	0,047 359	334,92	2 634,8	2 299,88
85	0,057 803	355,92	2 652,1	2 296,18
90	0,070 108	376,94	2 660,3	2 283,36
95	0,048 525	397,99	2 668,4	2 270,41
100	0,101 325	419,06	2 676,3	2 257,24
110	0,143 26	461,32	2 691,8	2 230,48
120	0,198 54	503,70	2 706,6	2 202,90
130	0,270 12	546,30	2 720,7	2 174,40
140	0,361 36	589,10	2 734,0	2 144,90
150	0,475 97	632,20	2 746,3	2 114,10
160	0,618 04	675,50	2 757,7	2 082,20
170	0,792 02	719,10	2 768,0	2 048,90
180	1,002 7	763,10	2 777,1	2 014,00
190	1,255 2	807,50	2 784,9	1 977,40
200	1,555 1	852,40	2 791,4	1 939,00
210	1,907 9	897,70	2 796,4	1 898,70
220	2,320 1	943,70	2 799,9	1 856,20
230	2,797 9	990,30	2 801,7	1 811,40
240	3,348 0	1 037,60	2 801,6	1 764,00
250	3,977 6	1 085,80	2 799,5	1 713,70
260	4,694 0	1 135,00	2 795,2	1 660,20
270	5,505 1	1 185,40	2 788,3	1 602,90
280	6,419 1	1 237,00	2 778,6	1 541,60
290	7,444 8	1 290,30	2 765,4	1 475,10
300	8,591 7	1 345,40	2 748,4	1 403,00
310	9,869 7	1 402,90	2 726,8	1 323,90
320	11,29	1 463,40	2 699,6	1 236,20
330	12,865	1 527,50	2 665,5	1 138,00
340	14,608	1 596,80	2 622,3	1 025,50
350	16,537	1 672,90	2 566,1	893,20
360	18,674	1 763,10	2 485,7	722,60
370	21,053	1 896,20	2 335,7	439,50





Mollier-féle „h-y” diagram





Harmatpont

		Relatív páratartalom (%)													
		30	35	40	45 %	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Levegőhőmérséklet (°C)	30	10,5	12,9	14,9	16,	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
	29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
	28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
	27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
	26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
	25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
	24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
	23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
	22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
	21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
	20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
	19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
	18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
	17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
	16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
	15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
	14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
	13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
	12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
	11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2	

Példa:

Ha a környezeti levegő hőmérséklete 24 °C , a relatív páratartalom pedig 65% , akkor a párakicsapódás 17 °C -on következik be (*harmatpont*).

