

Dichte

wurde im Auftrag der Subkommission 30:

Dr. A. HOFSTETTER, Kantonales Laboratorium, Zürich (Präsident)
Prof. Dr. E. BAUMGARTNER, a. Kantonschemiker Bern, Belp (bis 1988)
W. BLUM, Bundesamt für Gesundheit, Bern
W. ETTTEL, Kantonschemiker, Steinhausen (ab Sept. 1986)
Dr. H. HADORN, a. Chef-Chemiker, COOP Schweiz, Basel (bis 1986)
Dr. E. MARTIN, Kantonales Laboratorium, Genf
H. TANNER, ehem. Eidg. Forschungsanstalt, Wädenswil (bis Juli 1986)
A. TUOR, Kantonschemiker, Luzern

von

J.-F. PERROCHET, dipl. ing. phys., Eidg. Amt für Messwesen, Wabern-Bern,
ausgearbeitet

Deutsche Übersetzung:

Dr. A. HOFSTETTER, Kantonales Laboratorium, Zürich

Erstausgabe, Mai 1994

Dichte

INHALTSVERZEICHNIS

Definitionen

Bestimmung

mittels Aräometer

mittels hydrostatischer Waage

mittels Biegeschwinger (elektronisches Densimeter)

mittels Pyknometer

Alte Einheiten

Alkoholtabellen, Alkoholmeter

Anwendungen

Literatur

Definitionen

Die Dichte ρ_t bei t °C eines homogenen Körpers ist das Verhältnis seiner Masse zu seinem Volumen bei t °C (volumenbezogene Masse, masse volumique).

$$\rho_t = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen bei } t \text{ °C}}$$

Die Einheit der Dichte im Internationalen Einheitensystem SI ist das kg/m^3 . Zum Beispiel die Dichte von reinem und entgastem Wasser bei 20 °C beträgt $998,202 \text{ kg/m}^3$.

Von Flüssigkeiten kann die Dichte direkt, d. h. ohne Berechnung, nur mit dem Aräometer bestimmt werden.

Die *relative Dichte* D_t^t bei t °C eines homogenen Körpers ist das Verhältnis seiner Dichte bei t °C und jener von Wasser bei t °C

$$D_t^t = \frac{\rho_t(\text{Körper})}{\rho_t(\text{Wasser})}$$

Diese Grösse ist dimensionslos (Verhältnis). Von Gesetzes wegen ist sie nicht mehr anerkannt. Die Kenntnis der Dichte von Wasser bei t °C erlaubt die Umrechnung der relativen Dichte eines Körpers in seine Dichte bei t °C.

Die relative Dichte eines Körpers kann ohne Berücksichtigung des Luftauftriebes mit einem Pyknometer nicht gemessen werden.

Weitere Dichte-Angaben existierten. Sie werden pro memoria zitiert. Sie sind gesetzlich nicht mehr anerkannt und sind Quellen von Verwechslungen.

Die reduzierte Dichte D_4^t eines homogenen Körpers bei der Temperatur t °C ist das Verhältnis seiner Dichte ρ_t zur Dichte von Wasser bei 4 °C.

$$D_4^t = \frac{\rho_t(\text{Körper})}{\rho_4(\text{Wasser})} = \frac{\rho_t(\text{Körper})}{999,972 \text{ kg/m}^3}$$

Diese Grösse war gerechtfertigt, solange der Liter definitionsgemäss auf Wasser von 4 °C bezogen war. Um Konfusionen zu vermeiden, hat die Conférence Générale des Poids et Mesures 1964 beschlossen, dass die Definition

1 Liter = $0,001 \text{ m}^3$ = 1 dm^3 gilt,
somit auch 1000 kg/m^3 = 1 g/cm^3 = 1 g/ml .

Die scheinbare relative Dichte D_t^t bei t °C eines homogenen Körpers ist das Verhältnis seines Wägewertes desselben Volumens Wasser bei t °C. Diese Grösse, direkt hervorgehend aus den Pyknometer-Wägungen, wurde oft allein angewendet. Man hielt die relative Dichte und die scheinbare relative Dichte in keiner Weise auseinander.

Die scheinbare relative Dichte ist definitionsgemäss ungenau, denn sie vernachlässigt ausdrücklich den Einfluss des Luftauftriebes. Sie war gerechtfertigt, solange die Berechnungen manuell, ohne Hilfe von elektronischen Rechnern erfolgte.

Die elektronischen Dichte-Messgeräte können die scheinbare relative Dichte nicht messen.

Bestimmung

Die Bestimmung der Dichte erfolgt mittels des Aräometers, der hydrostatischen Waage, des Biegeschwinger-Messgerätes oder des Pyknometers. Die offizielle Methode ist jene, die auf dem Pyknometer basiert. Die Verwendung eines Biegeschwinger-Gerätes kann oft als gerechtfertigte Alternative betrachtet werden.

Für Lebensmittel beträgt die Bezugstemperatur 20 °C

$$\rho_{20} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen bei } 20^\circ\text{C}}$$

Mit dieser Formel wird das Volumen im allgemeinen mit Hilfe einer Flüssigkeit, deren Dichte bekannt ist, bestimmt. Ausser in ganz speziellen Fällen ist diese Bezugsflüssigkeit reines und entgastes Wasser, dessen Dichte nach der von *Bettin und Spieweck* an die internationale Temperaturskala von 1990 angepassten Formel von *Wagenbreth und Blanke* bestimmt wird.

$$\rho_t (\text{Wasser}) = K_0 + K_1 \cdot t + K_2 \cdot t^2 + K_3 \cdot t^3 + K_4 \cdot t^4 + K_5 \cdot t^5$$

wobei

$$\rho_t (\text{Wasser}) = \text{Dichte von reinem und entgastem Wasser bei } t \text{ }^\circ\text{C in kg/m}^3$$

$$t = \text{Temperatur des Wassers in } ^\circ\text{C}$$

$$K_0 = + 9,99839564 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$$

$$K_1 = + 6,7998613 \cdot 10^{-2} \text{ kg/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C)}$$

$$K_2 = - 9,1101468 \cdot 10^{-3} \text{ kg/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C}^2)$$

$$K_3 = + 1,0058299 \cdot 10^{-4} \text{ kg/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C}^3)$$

$$K_4 = - 1,1275659 \cdot 10^{-6} \text{ kg/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C}^4)$$

$$K_5 = + 6,5985371 \cdot 10^{-9} \text{ kg/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C}^5)$$

Diese Erfahrungsformel gilt für den Temperaturbereich von 0 bis 40 °C mit einer geschätzten Genauigkeit besser als $\pm 0,005 \text{ kg/m}^3$. Die Tabelle 67.1 enthält die Dichte von Wasser zwischen 10 und 29,8 °C.

Die bei der Dichtemessung allgemein vorherrschende Einflussgrösse ist die Temperatur. Bei Temperaturen um 20 °C zieht ein Fehler von 0,5 °C eine Abweichung der Dichte von ungefähr

- 0,1 kg/m³ für Wasser (998,2 kg/m³)
- 0,3 kg/m³, d. h. 0,2 % Vol. für Alkohol von 40 % Vol. (948,1 kg/m³) nach sich.

DAS ARÄOMETER

Das *Aräometer* (von griechisch araios = wenig dicht) ist ein praktisches Gerät ohne Anspruch auf extreme Genauigkeit. Es ist ein Schwimmgerät, welches aufgrund der Eintauchtiefe eine direkte Dichteablesung von Flüssigkeiten ermöglicht. Die wichtigsten Korrekturen, die mit dem Messwert verrechnet werden können, sind

1. Die Meniskus-Korrektur:

Erfolgt die Ablesung auf dem höchsten Punkt des Meniskus (bei undurchsichtigen Flüssigkeiten wie Milch), obwohl das Aräometer hierfür nicht ausdrücklich vorgesehen ist (Abb. 67.1), muss zum abgelesenen Wert die Meniskus-Korrektur K_m hinzugerechnet werden, welche annäherungsweise durch die Formel von Langberg erhalten wird.

$$K_m = \frac{1000 \cdot \Delta d \cdot \gamma}{g \cdot \Delta 1 \cdot D \cdot \rho} \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot g \cdot D^2 \cdot \rho}{1000 \cdot \gamma}} - 1 \right)$$

Symbole: siehe unter Punkt 3.

undurchsichtige
Flüssigkeit:
Ablesung oben

Normalfall
durchsichtige Flüssigkeit:
Ablesung unten

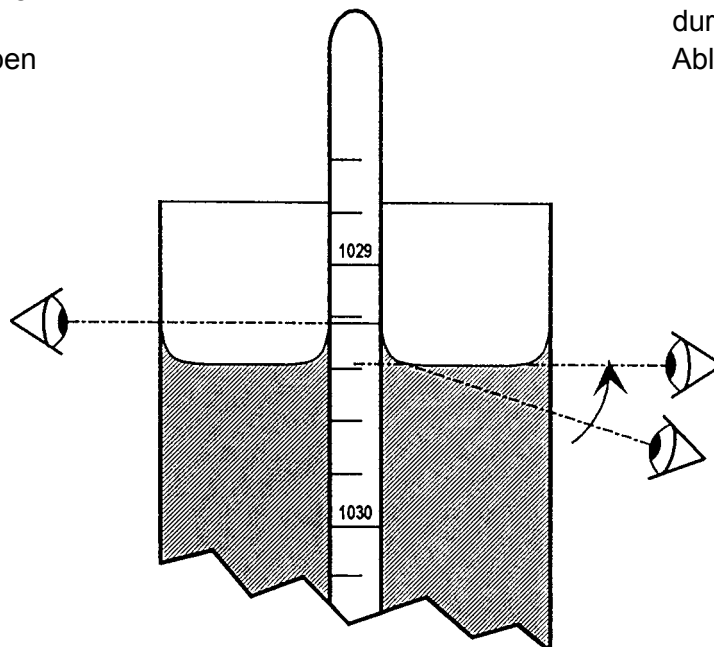


Abb. 67.1

Ablesung unten (auf der freien Oberfläche der Flüssigkeit) oder oben (Kuppe des Meniskus).

Bemerkung:

Ohne besondere Aufschrift (Ableseung oben) sind die Aräometer für eine Ableseung auf der Höhe der freien Flüssigkeitsoberfläche konzipiert, die Ableseung oben ist weniger reproduzierbar und kommt nur für undurchsichtige Flüssigkeiten in Frage.

2. Die Temperatur-Korrektur:

Zur Bestimmung der Dichte einer Flüssigkeit bei einer von der Bezugstemperatur verschiedenen Temperatur ist der Temperatur-Korrekturwert K_t zu berücksichtigen, nach folgender Formel ist er positiv oder negativ.

$$K_t = 3\alpha \cdot (t_R - t) \cdot \rho$$

Symbole: siehe unter Punkt 3.

Bemerkung:

Diese Korrektur dient einzig dazu, den Einfluss der Temperatur auf das *Instrument* zu korrigieren. Sie berücksichtigt Dichte-Änderungen der Flüssigkeit nicht. Sie wird deshalb in der Praxis selten verwendet, z. B. für die Bestimmung der Dichte eines alkoholischen Getränkes bei 20 °C, wenn dazu nur ein altes Aräometer mit einer Bezugstemperatur von 15 °C vorhanden ist. Der im Laboratorium abgelesene Wert betrage bei 20 °C z. B. 934,75 kg/m³. Dann ist die Temperatur-Korrektur für dieses Gerät:

$$K_t = 25 \cdot 10^{-6} \cdot (15 - 20) \cdot 934,75 \text{ kg/m}^3 = - 0,12 \text{ kg/m}^3$$

wobei

$$\rho_{20} = 934,75 \text{ kg/m}^3 - 0,12 \text{ kg/m}^3 = 934,63 \text{ kg/m}^3 = 934,6 \text{ kg/m}^3$$

3. Die Oberflächenspannungs-Korrektur:

Wenn die Oberflächenspannung der zu messenden Flüssigkeit verschieden ist von derjenigen, für welche das Aräometer bestimmt ist, muss der Korrekturwert K_s hinzugerechnet werden, gemäss nachstehender Formel ist er positiv oder negativ.

$$K_s = 4000 \frac{(\gamma - \gamma_R) \cdot \Delta d}{g \cdot \Delta l \cdot D \cdot \rho}$$

Symbol-Erklärung

Δd : Skalenwert (Einteilung) in kg/m^3

Δl : Länge der Skala in mm

g : Erdbeschleunigung in m/s^2 (9,81 m/s^2)

D : Durchmesser der Spindel des Aräometers in mm

γ : Oberflächenspannung der Flüssigkeit in mN/m

γ_R : Bezugs-Oberflächenspannung in mN/m

ρ : Dichte der Flüssigkeit in kg/m^3 (der abgelesene Wert ist in genügender Näherung für diese Korrekturen)

3α : kubischer Ausdehnungskoeffizient des Glases des Aräometers in $^\circ\text{C}^{-1}$ ($25 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

t : Temperatur der Flüssigkeit in $^\circ\text{C}$

t_R : Bezugstemperatur in $^\circ\text{C}$ (20 $^\circ\text{C}$)

Bei den gebräuchlichen Aräometer, z. B. bei jenen nach ISO-, DIN- und NF-Normen (siehe Literatur)

- liegt die Meniskus-Korrektur in der Grössenordnung von 1 bis 2 Skalenteilen
- liegt die Oberflächenspannungs-Korrektur in der Grösse des 0,5- bis 1,5fachen Wertes von einem Skalenteil für die Oberflächenspannungs-Differenz von 10 mN/m .
Verschiedene einfache Methoden ermöglichen die Bestimmung der Oberflächenspannung einer Flüssigkeit.¹ Deren Wert kann in der Grössenordnung von 10 - 100 mN/m durch den Reinheits-Zustand der Flüssigkeitsoberfläche beeinflusst werden. Diese muss deshalb z. B. durch Überlaufenlassen gereinigt werden.

DIE HYDROSTATISCHE WAAGE

Dieses Messprinzip basiert auf dem Auftriebsprinzip von Körpern in Flüssigkeiten (Archimedes-Prinzip):

Ein fester Körper wird in der Luft, dann in der Flüssigkeit gewogen; die Differenz zwischen beiden Wägungen erlaubt die Messung der Dichte entweder der Flüssigkeit (Volumen des Festkörpers bekannt) oder des Festkörpers (Dichte der Flüssigkeit bekannt).

Sie wird für Lebensmittel selten verwendet, man gibt dem Pyknometer den Vorzug.

Wichtigste Nachteile im Vergleich zum Pyknometer:

- Stabilisierung und Homogenisierung temperaturempfindlich. Im Gegensatz zum Pyknometer ist der volumetrische Teil (Stabilisierung und einheitliche Verteilung der Flüssigkeitstemperatur) von der Wägung nicht getrennt. Dies kompliziert die Geräteausstattung besonders für Wägungen mit hoher Genauigkeit. Das grosse Stabilisierungsbad und seine Vibrationen können die Wägungen stören.
- Das Gerät als Ganzes ist in der Handhabung ebenso empfindlich wie das Pyknometer und weniger leicht zu handhaben und zu transportieren.
- hohe Kosten, sofern eine Waage nur für diesen Zweck ausgerüstet wird.

¹ Siehe z. B. ISO-Norm 304

Wichtigste Vorteile im Vergleich zum Pyknometer:

- Möglichkeit, die Dichte von Flüssigkeiten und Festkörpern zu bestimmen
- erleichterte Anwendung für hochviskose Flüssigkeiten.

Es existiert ein einfaches und an oberschalige Waagen angepasstes System². Es erlaubt Messungen, die an Einfachheit und Vergleichbarkeit solchen ähnlich sind, die mit einem Aräometer ausgeführt worden sind, sofern die Raumtemperatur nahe bei 20 °C liegt.

DER BIEGESCHWINGER-DICHTEMESSER (elektronisches Densimeter)

Dieses Gerät beruht auf dem Prinzip eines U-Rohres, das eine Resonanzfrequenz aufweist, die umgekehrt proportional zur Quadratwurzel seiner Masse ist. Das Volumen des Rohres ist gegeben, die Dichte der darin eingefüllten Flüssigkeit berechnet sich ausgehend von ihrer Resonanzfrequenz.

Dies ist ein Gerät, das mehr und mehr das Pyknometer ersetzt.

Wichtigste Nachteile im Vergleich zum Pyknometer:

- Hoher Preis
- Grosse Empfindlichkeit gegenüber Partikeln in Suspension und kleinsten Gasbläschen
- Bereich für Präzisionsmessungen praktisch beschränkt auf 500 - 1500 kg/m³.

Wichtigste Vorteile im Vergleich zum Pyknometer:

- Messungen viel schneller und einfacher
- Möglichkeit automatisierter Messungen
- grosse Genauigkeit sogar bei kleinen Probemengen (1 bis 2 ml).

Bemerkungen

- Für homogene Flüssigkeiten genügen kleine Mengen.
Dagegen können bei mehr oder weniger homogenen Flüssigkeiten, z. B. bei Fruchtsäften, die für die Messung notwendigen kleinen Mengen zur Bestimmung eines Mittelwertes nachteilig sein.
- Die Handhabung ist einfach, aber wesentlich für die Genauigkeit der Ergebnisse.
Insbesondere muss das Gerät mindestens zu Beginn jedes Tages, an dem es benützt wird, kontrolliert und kalibriert werden. Ebenso ermöglicht die Überprüfung der Dichte der Luft vor jeder Füllung der Messzelle, sich zu versichern, ob diese völlig leer und trocken ist.
- Sogar unsichtbare, kleinste Gasblasen können die Ergebnisse stark verfälschen. Jede Probe muss deshalb mindestens zweimal gemessen werden.
- Gewisse Geräte gestatten die Dichte nur in g/cm³ zu erhalten.

² Zum Beispiel die Gamma-Kugel von EIC (Epprecht Instruments + Controls AG, 8303 Bassersdorf)

- Die Dichte des Wassers dient allgemein als Bezugsdichte wie beim Pyknometer.
- Im Unterschied zu den Pyknometer-Messungen werden die Bruttoergebnisse des elektronischen Dichtemessers nicht durch die Dichte der Luft beeinflusst. Im Gegenteil, diese Grösse wird im allgemeinen für die Kalibrierung des Gerätes benützt, und ein Fehler bezüglich der Dichte der Luft (Tabelle 67.2) zieht eine fehlerhafte Dichtemessung nach wie folgt:

$$\Delta\rho_{20}(\text{liq}) = \Delta\rho_{20}(\text{Luft}) \cdot [998,20 - \rho_{20}(\text{liq})] \cdot 10^{-3}$$

wobei

$$\Delta\rho_{20}(\text{liq}) = \text{Fehler in bezug auf gemessene Dichte bei } 20\text{ }^\circ\text{C in kg/m}^3$$

$$\Delta\rho_{20}(\text{Luft}) = \text{Fehler in bezug auf die Dichte der Luft bei } 20\text{ }^\circ\text{C in kg/m}^3$$

$$\rho_{20}(\text{liq}) = \text{Dichte der Flüssigkeit bei } 20\text{ }^\circ\text{C in kg/m}^3.$$

DAS PYKNOMETER

Die offizielle Methode der Dichtebestimmung ist diejenige mit dem Pyknometer. In Wirklichkeit bestimmt man die Masse eines bekannten Volumens, ein Verfahren, das sich aus der Definition der Dichte selbst herleitet. Die Handhabung des Pyknometers ist dennoch viel heikler und zeitaufwendiger als jene des Biegeschwinger-Dichtemessers.

Für die 3 geläufigsten Pyknometer-Typen siehe Abb. 67.2.

Das Pyknometer nach *Gay-Lussac*: Es wird insbesondere bei nichtflüchtigen Flüssigkeiten angewendet. Wichtigste Nachteile: Die Reproduzierbarkeit des Volumens hängt von der Qualität der Schiffe ab. Weil die Flüssigkeit mit dem Stopfen in Berührung steht, kann sie durch die Stopfenöffnung austreten, sofern während der Wägungen Aufwärmvorgänge stattfinden.

Wichtigster Vorteil: Einfache Handhabung.

Das Pyknometer nach *Jaulmes*: Ursprünglich geschaffen für die genaue Bestimmung der Dichte wässrig-alkoholischer Flüssigkeiten (Nenn-Volumen 100 ml anstatt 25 oder 50 ml bei den andern Pyknometern).

Wichtigste Nachteile: Grosse Leermasse (über 100 g), welche dessen Anwendung auf den analytischen Waagen mit der Tragkraft von 160 g verhindert. Zwei Stopfen und ein Thermometer in Berührung mit der Flüssigkeit schränken die Reproduzierbarkeit seines Volumens ein. Die Wasserbäder mit genauer Temperaturregulierung und die elektronischen Thermometer vermindern die Vorteile dieses Pyknometer-Typs wesentlich.

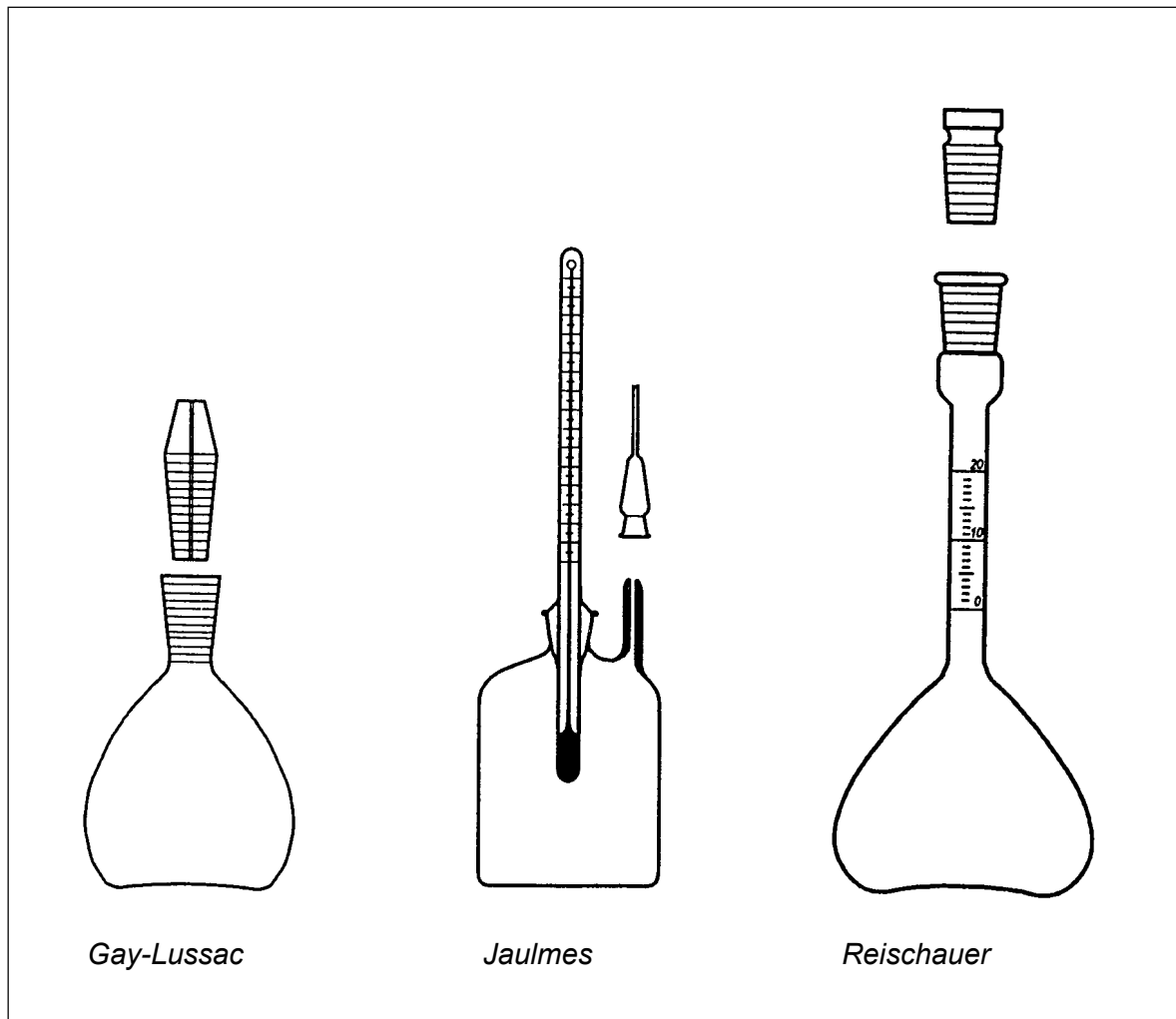


Abb. 67.2
Pyknometertypen nach Gay-Lussac, nach Jaulmes, nach Reischauer

Das Pyknometer nach *Reischauer*: Es wird für flüchtige und nichtflüchtige Flüssigkeiten verwendet, deren kinematische Viskosität unterhalb $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ liegt, d. h. nicht viskoser als z. B. Olivenöl.

Wichtigste Nachteile: Langer Hals, der gut getrocknet werden muss, langes Verfahren zur Bestimmung des innern Volumens in Abhängigkeit von der Graduierung.

Wichtigste Vorteile: Der Stopfen berührt die Flüssigkeit nicht, daraus ergibt sich ein besser reproduzierbares Volumen als bei den andern Typen, keine Manipulation zur Endeinstellung des Volumens und keine Verdampfung. Es ist zwar schwieriger zu handhaben als die beiden andern Typen, dieses Pyknometer ermöglicht jedoch unter guten Bedingungen eine Genauigkeit zu erreichen, die bei einem Pyknometer von 100 ml besser ist als $\pm 0,01 \text{ kg/m}^3$.

Es existieren weitere, in vielen Fällen normierte Pyknometer-Typen (siehe ISO-, DIN- und NF-Normen in der Literatur).

1. Für Messungen, für welche eine *bessere Genauigkeit als $\pm 0,1 \text{ kg/m}^3$* erforderlich ist, sollten die Wägungen immer mittels Substitution³ und Präzisionsgewichten erfolgen. Diese sollten alle 3 bis 6 Jahre überprüft werden, z. B. beim Bundesamt für Messwesen, um ihre Masse und Dichte zu kennen und nicht nur ihren konventionellen Wert. Dies erlaubt eine optimale Korrektur des Luftauftriebes (Tab. 67.2).

Die Dichte einer Flüssigkeit bei 20 °C entspricht somit

$$\rho_{20} = \frac{m_t - m_p}{V_p}$$

wobei

ρ_{20} = Dichte der Flüssigkeit

m_t = Masse des mit Flüssigkeit gefüllten Pyknometers

m_p = Masse des leeren Pyknometers (Masse des Glases)

V_p = Volumen der Flüssigkeit im Pyknometer bei 20 °C, genannt "Volumen des Pyknometers": gesamtes inneres Volumen beim Modell Gay-Lussac, aber inneres Volumen bis zum oberen Niveau der Flüssigkeit z. B. für das Modell Reichauer.

Die verschiedenen Grössen lassen sich von den Substitutionswägungen ablesen.

³ Die Wägemethode mittels Substitution wird für Wägungen von hoher Genauigkeit verwendet. Der Begriff hierfür ist nicht festgelegt. Im Falle von elektronischen Waagen kann diese wie folgt beschrieben werden:

- Der zu wägende Gegenstand wird auf die Waage gelegt, die Anzeige der Waage wird festgehalten. Es ist der für den Gegenstand abgelesene Wert.
- Der Gegenstand wird durch Präzisionsgewichte ersetzt, deren Masse bekannt ist (und nicht der konventionelle Wert für den Luftauftrieb). Die Wahl der Gewichte muss gestatten, bis auf 0,1 bis 5 g an die gleiche Anzeige heranzukommen wie beim zu wägenden Gegenstand. Es ist der für die Gewichte abgelesene Wert.
- Für die Masse der Substitutionsgewichte gilt also:

Masse der verwendeten Gewichte + (abgelesener Wägewert für den Gegenstand - abgelesener Wägewert für die Gewichte).

Dieses Vorgehen verwendet die Waage zum Vergleich der Massen und nicht als Gerät zur direkten Messung. Es rechtfertigt sich durch die Tatsache, dass man die Masse und die Dichte der Gewichte mit grösserer Genauigkeit kennen kann als die Parameter der Waage wie etwa ihre Linearität und der Einfluss des barometrischen Druckes auf die Werte gemäss Angaben für die Waage.

Masse des leeren Pyknometers:

$$m_p = m_1 \frac{1 - \frac{\rho_{al}}{\rho_m}}{1 - \frac{\rho_{al}}{\rho_v}}$$

wobei

m_1 = Masse der Substitutionsgewichte, Pyknometer leer

ρ_{al} = Dichte der Luft im Moment dieser Bestimmung

ρ_m = Dichte der verwendeten Gewichte

ρ_v = Dichte des Pyknometer-Glases (2500 kg/m³)

Inneres Volumen des Pyknometers

$$V_p = \frac{1}{\rho_w - \rho_{a2}} \cdot \left[m_2 \left(1 - \frac{\rho_{a2}}{\rho_m} \right) - m_p \left(1 - \frac{\rho_{a2}}{\rho_v} \right) \right]$$

wobei (als neue Parameter)

m_2 = Masse der Substitutionsgewichte, Pyknometer gefüllt mit reinem und entgastem Wasser

ρ_w = Dichte des reinen und entgasten Wassers bei 20 °C (998,201 kg/m³, Tab. 67.1)

ρ_{a2} = Dichte der Luft im Moment dieser Bestimmung ($\rho_{a2} \neq \rho_{a1}$)

Masse des mit Messflüssigkeit gefüllten Pyknometers

$$m_t = m_3 \left(1 - \frac{\rho_{a3}}{\rho_m} \right) + \rho_{a3} \left(V_p + \frac{m_p}{\rho_v} \right)$$

wobei (als neue Parameter)

m_3 = Masse der Substitutionsgewichte, Pyknometer gefüllt mit Messflüssigkeit

ρ_{a3} = Dichte der Luft im Moment dieser Bestimmung

2. Wenn die angestrebte *Genauigkeit im Bereich von $\pm 0,2$ bis $\pm 0,5 \text{ kg/m}^3$* bleibt, genügen die Anzeigen der regelmässig kontrollierten Waage. Durch Vereinfachung obgenannter Formeln erhält man:

$$\rho_{20} (\text{kg/m}^3) = 997,00 \cdot \frac{c-a}{b-a} + 1,20$$

wobei

- a = Waagen-Anzeige mit leerem Pyknometer (= m_1)
- b = Waagen-Anzeige mit Pyknometer gefüllt mit reinem und entgastem Wasser bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (= m_2)
- c = Waagen-Anzeige, Pyknometer gefüllt mit Messflüssigkeit (= m_3)

Bemerkung

Diese Formel ist gültig für eine Dichte von Luft von $1,20 \text{ kg/m}^3$.

Alte Einheiten

Die Definition dieser alten Einheiten kann ein wenig variieren. Dies verursacht Unklarheiten, die sich mit der verbesserten Genauigkeit der Messungen häufen.

Die alten Einheiten haben seit 1983 keine gesetzliche Geltung mehr. Geräte mit solchen Einheiten können nicht mehr amtlich geprüft werden. Die nachstehend genannten 4 "Grade" werden nur für Flüssigkeiten gebraucht, deren Dichte ρ_t grösser ist als jene von Wasser bei der Temperatur t °C ρ_t (Wasser).

1. Das Grad *Cartier* kann umgerechnet werden durch die Beziehung

$$\rho_{15} \text{ (kg/m}^3\text{)} = 999,1 \frac{132}{122 + n_c}$$

wobei

n_c = Grad Cartier bei 15 °C.

2. Das Grad *Oechsle* kann umgerechnet werden durch die Beziehung

$$\rho_t = \rho_t \text{ (Wasser)} \cdot (1 + n_{Oe} \cdot 10^{-3})$$

wobei

n_{Oe} = Grad Oechsle bei t °C

Die wichtigsten Bezugstemperaturen für die Oechslegrade sind 15 °C, 17,5 °C und 20 °C. Für Traubensaft übersteigen die zahlenmässigen Unterschiede bei diesen drei Temperaturen 0,5 °Oe nicht. Somit kann unter Vernachlässigung der Bezugstemperatur in erster Näherung die Beziehung

$$\rho_{20} \text{ (kg/m}^3\text{)} = 998,2 \cdot (1 + n_{Oe} \cdot 10^{-3})$$

verwendet werden.

3. Das *Lactodensimetergrad* kann durch nachfolgende Beziehung umgerechnet werden:

$$\rho_{15} \text{ (kg/m}^3\text{)} = 999,1 \cdot (1 + n_1 \cdot 10^{-3})$$

wobei

n_1 = Lactodensimetergrad bei 15 °C

Da die Bezugstemperatur für Lebensmittel bei 20 °C liegt, kann der Unterschied der Dichten zwischen 15 und 20 °C nach der von Short empfohlenen Methode berechnet werden.

Man erhält:

für Vollmilch: $\rho_{20} \text{ (kg/m}^3\text{)} = \rho_{15} - 1,4$

für Magermilch: $\rho_{20} \text{ (kg/m}^3\text{)} = \rho_{15} - 1,1$

4. Grad Brix (% Saccharose, Brix)

Das Grad Brix, mitunter mit °Bx angegeben, ist streng genommen keine Einheit. Es ist eine Bezeichnung zur Angabe des Äquivalentes eines Massengehaltes an Saccharose. Dies bedeutet, dass eine bei 10 Grad Brix gemessene Mischung dieselbe Dichte wie eine Mischung von 10 Massenprozent Saccharose in reinem Wasser aufweist. Das Grad Brix wird vor allem verwendet als qualitative Masszahl (es handelt sich um einen herkömmlichen Wert) für Mischungen bestehend im wesentlichen aus Wasser und verschiedenen Zuckerarten.

Die nach Massen % Saccharose graduierten Aräometer heissen Saccharimeter. Sie können amtlich geprüft werden, wenn sie für eine Bezugstemperatur von 20 °C ausgelegt sind. Es besteht nämlich eine international anerkannte Tabelle seit Beginn dieses Jahrhunderts⁴.

Die wässrigen Mischungen, welche verschiedene Zuckerarten enthalten, werden mehr und mehr mittels Refraktometrie (Messung des Brechungsindex) analysiert. Die Ergebnisse werden zu Unrecht in Grad Brix ausgedrückt. Die beiden Methoden, die Messung der Dichte und die Refraktometrie, liefern dasselbe zahlenmässige Ergebnis (Gehalt an Saccharose) einzig für eine Wasser-Saccharose-Mischung. Wenn somit ein Ergebnis in Grad Brix (oder Massenprozent Saccharose) geliefert oder erhalten wird, müssten immer die Messmethoden angegeben oder bekannt sein. Ohne das ist jeder Zahlenvergleich um so weniger aussagekräftig, je mehr andere Stoffe als Wasser und Saccharose die Mischung enthält.

⁴ Für die Umrechnung der Grad Brix in die reduzierte Dichte d_{4}^{20} ist im Jahre 1900 von *Domke, Harting und Plato* eine Tabelle erstellt worden, welche 1909 von der ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) übernommen wurde (siehe Literatur)

Alkoholtabellen, Alkoholmeter

1972 wurde auf Empfehlung der Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) eine komplexe Formel festgelegt, welche erlaubt, die Dichte einer Alkohol-Wasser-Mischung in Funktion ihrer Temperatur (von -20 °C bis $+40\text{ °C}$) und ihrer Massenzusammensetzung zu bestimmen. Diese Formel wurde aufgrund sehr zahlreicher neuerer und auch älterer Ergebnisse aufgestellt, die aus der ganzen Welt gesammelt wurden. Sie dient dazu, internationale Alkoholtabellen aufzustellen, welche fortan anstelle sämtlicher anderer Tabellen benützt werden. Die Bezugstemperatur ist 20 °C . Die Tabelle 67.3 entspricht der internationalen Tabelle V (Massenanteil und Volumenanteil in Abhängigkeit der Dichte ρ_{20} .)

1. Die Unterschiede zwischen den neuen und den alten amtlichen *Alkoholmetern* sind gering. Die alten auf Massenanteile kalibrierten Alkoholmeter liefern leicht zu hohe Ergebnisse (0 bis 0,05 % Masse) und die alten auf Volumenanteile kalibrierten Geräte liefern etwas zu tiefe Werte (0,03 bis 0,09 % Vol.) Diese Differenzen gehen im allgemeinen in den andern Fehlerquellen unter.

Die Ergebnisse sind nur vergleichbar, wenn die verschiedenen Bezugstemperaturen beachtet werden. Ein *altes* Alkoholmeter, eingetaucht in eine Alkohol-Wasser-Mischung bei 15 °C , wird praktisch denselben Massen- oder Volumenanteil anzeigen wie ein *neues* Alkoholmeter, eingetaucht in die gleiche Mischung, bei der Temperatur von 20 °C .

2. Die Unterschiede zwischen den internationalen *Alkoholtabellen* und den älteren in der Schweiz seinerzeit angewendeten Tabellen sind gering, für genaue Messungen jedoch nicht vernachlässigbar. Unter Bezugnahme auf die Internationalen Tabellen ergibt sich nachstehende Situation.

In bezug auf die vom Eidg. Amt für Mass und Gewicht (alter Name für das Bundesamt für Messwesen) 1912 veröffentlichten und auf einer Bezugstemperatur von 15 °C basierenden Tabellen waren

- die Angaben in Massenprozenten um 0 bis 0,05 % zu hoch;
- die Angaben in Volumenprozenten um 0,03 bis 0,09 % zu tief.

In bezug auf die Tabellen von Reichard bei 20 °C (Tabelle II, SLMB 5. Auflage, 1. Band, heute nicht mehr auslieferbar) waren

- die Angaben in Massenprozenten bis zu Gehalten von 20 % um 0 bis 0,06 % zu hoch und im Bereich von 25 bis 90 % um 0,05 bis 0,13 % zu tief;
- die Angaben in Volumenprozenten waren im Bereich von 0 bis 25 % Vol um 0 bis 0,11 % Vol zu hoch und von 25 bis 90 % Vol um 0 bis 0,06 % Vol zu tief.

In bezug auf die Tabellen nach Osborne bei 20 °C (Anhang des Kapitels 30 "Wein" des SLMB, 1967) waren

- die erhaltenen Massen- oder Volumenanteile um maximal 0,02 % Vol oder % Mas zu hoch oder zu tief.

Anwendungen

Die Kenntnis der Dichte einer Lösung ermöglicht im wesentlichen:

- Den Massen- oder Volumenanteil einer Komponente, gelöst in einer andern, vor allem in Wasser, mit Hilfe von Tabellen herauszufinden, z. B. den Gehalt an Alkohol oder Saccharose.
- Die Qualität von Lebensmitteln zu *beurteilen* aufgrund von Kriterien, aufgestellt durch die Erfahrung und die Praxis, z. B. bei Milch.
- Die Konzentration einer Komponente in Getränken *abzuschätzen*, indem man in konventioneller Weise Tabellen für binäre Lösungen verwendet, z. B. den Gehalt von Saccharose in Fruchtsäften.

Wenn es sich um Lebensmittel von komplexer und mannigfaltiger Zusammensetzung handelt, ermöglicht die Dichte oft keine brauchbare Schätzung des Gehaltes eines Inhaltsstoffes. Der Wert der Dichte ist effektiv abhängig von sämtlichen in Lösung befindlichen Stoffen. Gewisse Stoffe setzen diesen Wert herab (z. B. Alkohol, Fett, Öl), andere erhöhen ihn (z. B. Salze, Zucker). In diesem Falle müssen vor der Messung der Dichte die fraglichen Komponenten abgetrennt werden. Z. B. bei einer Weinprobe ermöglicht die Kenntnis der Dichte des unveränderten Weines und der Masse und Dichte des Destillates den wahren Gehalt an Alkohol in diesem Wein zu berechnen.

Literatur

Normen

Labor-Glaswaren: Aräometer für Dichtemessungen zum allgemeinen Gebrauch, Internationale Norm ISO 649, Teile 1 und 2.
(Gleichwertigkeit D: DIN 12791, Teil 1 bis 3, gleichwertig F: NF; B; 35 - 510).

Pyknometer, internationale Norm ISO 3507.

| | | |
|------------|--|---------------------------|
| Pyknometer | nach Gay-Lussac | (NF B 35-040, DIN 12797), |
| | nach Reischauer | (NF B 35-041, DIN 12801), |
| | nach Jaulmes | (NF B 35-042, DIN 12808), |
| | nach Hubbard | (NF B 35-043, DIN 12806), |
| | nach Lipkin | (NF B 35-044, DIN 12798), |
| Pyknometer | nach Sprengel | (DIN 12800), |
| | nach Bingham | (DIN 12807), |
| | mit eingeschliffenem Thermometer und Seitenkapillaren | (DIN 12808). |

Internationale Empfehlung Nr. 22, Alcoométrie, Internationale Alkoholtabellen, OIML, Paris 1973.

Bettin, H. und Spieweck, F.: Die Dichte des Wassers als Funktion der Temperatur nach Einführung der Internationalen Temperaturskala von 1990, PTB-Mitteilungen **100**, 195 - 196 (1990).

Schneider, F. (Editor): Sugar, Analysis, ICUMSA Methods, International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, Peterborough (1979).

Wagenbreth, H.: Die Tauchkugel zur Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten, PTB-Mitteilungen **11**, 427 - 430 (1979).

Tables alcoométriques pratiques, Vol. 1 - 3, Commission des Communautés Européennes, Bruxelles-Luxembourg 1978.

Einheiten-Verordnung des Bundesrates vom 23. Nov. 1977.

Recommandation internationale n°22, Alcoométrie, Tables alcoométriques internationales, OIML, Paris 1973.

Wagenbreth, H. und Blanke, W.: Die Dichte des Wassers im internationalen Einheitensystem und in der internationalen praktischen Temperaturskala von 1968, PTB-Mitteilungen **81**, 412 - 415 (1971).

Procès-verbaux du Comité International des Poids et Mesures: Formule pour la détermination de la masse volumique de l'air humide **49**, cl - c15, Sèvres 1968).

Short, A.L.: The temperature coefficient of expansion of raw milk, J. Dairy Res. **22**, 69 - 73 (1955).

Domke, J. und Reimerdes, E.: Handbuch der Aräometrie, Springer-Verlag, Berlin (1912).

Norme internationale ISO 304: Agent de surface: détermination de la tension superficielle par étirement de films liquides.

Domke, J., Harting, H., Plato, F.: Die Dichte, Ausdehnung und Kapillarität von Lösungen reinen Rohzuckers in Wasser, Wissenschaftliche Abhandlungen der Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission, II. Heft, Springer-Verlag, Berlin (1900).

Tabelle 67.1

Dichte von reinem und entgastem Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur EIT-90
(nach Wagenbreth und Blanke)

| Dichte von reinem und entgastem Wasser in kg/m ³ | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| t [°C] | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| 10 | 999,699 | 999,681 | 999,662 | 999,643 | 999,624 |
| 11 | 999,604 | 999,583 | 999,562 | 999,540 | 999,518 |
| 12 | 999,496 | 999,473 | 999,449 | 999,425 | 999,400 |
| 13 | 999,375 | 999,350 | 999,323 | 999,297 | 999,270 |
| 14 | 999,242 | 999,214 | 999,186 | 999,157 | 999,127 |
| 15 | 999,097 | 999,067 | 999,036 | 999,004 | 998,973 |
| 16 | 998,940 | 998,908 | 998,874 | 998,841 | 998,807 |
| 17 | 998,772 | 998,737 | 998,702 | 998,666 | 998,629 |
| 18 | 998,593 | 998,555 | 998,518 | 998,480 | 998,441 |
| 19 | 998,402 | 998,363 | 998,323 | 998,283 | 998,242 |
| 20 | 998,201 | 998,159 | 998,117 | 998,075 | 998,032 |
| 21 | 997,989 | 997,946 | 997,902 | 997,857 | 997,812 |
| 22 | 997,767 | 997,721 | 997,675 | 997,629 | 997,582 |
| 23 | 997,535 | 997,487 | 997,439 | 997,391 | 997,342 |
| 24 | 997,293 | 997,243 | 997,193 | 997,143 | 997,092 |
| 25 | 997,041 | 996,990 | 996,938 | 996,886 | 996,833 |
| 26 | 996,780 | 996,727 | 996,673 | 996,619 | 996,564 |
| 27 | 996,509 | 996,454 | 996,399 | 996,343 | 996,286 |
| 28 | 996,230 | 996,173 | 996,115 | 996,057 | 995,999 |
| 29 | 995,941 | 995,882 | 995,823 | 995,763 | 995,703 |

Tabelle 67.2

Dichte von Luft in Abhängigkeit des Luftdruckes (in mbar), der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit (Berechnungen auf der Basis der Protokolle 49 der CIPM, 1981, "formule pour la détermination de la masse volumique de l'air humide").

| Dichte von Luft in kg/m ³ bei einer relativen Feuchtigkeit von 50 % | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| p mbar/t: | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 °C |
| 825 | 0,994 | 0,990 | 0,986 | 0,983 | 0,979 | 0,975 | 0,972 | 0,968 | 0,964 | 0,961 | 0,957 |
| 830 | 1,000 | 0,996 | 0,992 | 0,989 | 0,985 | 0,981 | 0,978 | 0,974 | 0,970 | 0,967 | 0,963 |
| 835 | 1,006 | 1,002 | 0,998 | 0,995 | 0,991 | 0,987 | 0,984 | 0,980 | 0,976 | 0,973 | 0,969 |
| 840 | 1,012 | 1,008 | 1,004 | 1,001 | 0,997 | 0,993 | 0,990 | 0,986 | 0,982 | 0,978 | 0,975 |
| 845 | 1,018 | 1,014 | 1,010 | 1,007 | 1,003 | 0,999 | 0,995 | 0,992 | 0,988 | 0,984 | 0,981 |
| 850 | 1,024 | 1,020 | 1,016 | 1,013 | 1,009 | 1,005 | 1,001 | 0,998 | 0,994 | 0,990 | 0,986 |
| 855 | 1,030 | 1,026 | 1,022 | 1,019 | 1,015 | 1,011 | 1,007 | 1,004 | 1,000 | 0,996 | 0,992 |
| 860 | 1,036 | 1,032 | 1,028 | 1,025 | 1,021 | 1,017 | 1,013 | 1,009 | 1,006 | 1,002 | 0,998 |
| 865 | 1,042 | 1,038 | 1,034 | 1,031 | 1,027 | 1,023 | 1,019 | 1,015 | 1,012 | 1,008 | 1,004 |
| 870 | 1,048 | 1,044 | 1,040 | 1,037 | 1,033 | 1,029 | 1,025 | 1,021 | 1,017 | 1,014 | 1,010 |
| 875 | 1,054 | 1,050 | 1,046 | 1,043 | 1,039 | 1,035 | 1,031 | 1,027 | 1,023 | 1,019 | 1,016 |
| 880 | 1,060 | 1,056 | 1,053 | 1,049 | 1,045 | 1,041 | 1,037 | 1,033 | 1,029 | 1,025 | 1,021 |
| 885 | 1,066 | 1,062 | 1,059 | 1,055 | 1,051 | 1,047 | 1,043 | 1,039 | 1,035 | 1,031 | 1,027 |
| 890 | 1,072 | 1,068 | 1,065 | 1,061 | 1,057 | 1,053 | 1,049 | 1,045 | 1,041 | 1,037 | 1,033 |
| 895 | 1,079 | 1,075 | 1,071 | 1,067 | 1,063 | 1,059 | 1,055 | 1,051 | 1,047 | 1,043 | 1,039 |
| 900 | 1,085 | 1,081 | 1,077 | 1,073 | 1,069 | 1,065 | 1,061 | 1,057 | 1,053 | 1,049 | 1,045 |
| 905 | 1,091 | 1,087 | 1,083 | 1,079 | 1,075 | 1,071 | 1,067 | 1,063 | 1,059 | 1,055 | 1,051 |
| 910 | 1,097 | 1,093 | 1,089 | 1,085 | 1,080 | 1,076 | 1,072 | 1,068 | 1,065 | 1,061 | 1,057 |
| 915 | 1,103 | 1,099 | 1,095 | 1,091 | 1,086 | 1,082 | 1,078 | 1,074 | 1,070 | 1,066 | 1,062 |
| 920 | 1,109 | 1,105 | 1,101 | 1,096 | 1,092 | 1,088 | 1,084 | 1,080 | 1,076 | 1,072 | 1,068 |
| 925 | 1,115 | 1,111 | 1,107 | 1,102 | 1,098 | 1,094 | 1,090 | 1,086 | 1,082 | 1,078 | 1,074 |
| 930 | 1,121 | 1,117 | 1,113 | 1,108 | 1,104 | 1,100 | 1,096 | 1,092 | 1,088 | 1,084 | 1,080 |
| 935 | 1,127 | 1,123 | 1,119 | 1,114 | 1,110 | 1,106 | 1,102 | 1,098 | 1,094 | 1,090 | 1,086 |
| 940 | 1,133 | 1,129 | 1,125 | 1,120 | 1,116 | 1,112 | 1,108 | 1,104 | 1,100 | 1,096 | 1,092 |
| 945 | 1,139 | 1,135 | 1,131 | 1,126 | 1,122 | 1,118 | 1,114 | 1,110 | 1,106 | 1,102 | 1,097 |
| 950 | 1,145 | 1,141 | 1,137 | 1,132 | 1,128 | 1,124 | 1,120 | 1,116 | 1,112 | 1,107 | 1,103 |
| 955 | 1,151 | 1,147 | 1,143 | 1,138 | 1,134 | 1,130 | 1,126 | 1,122 | 1,117 | 1,113 | 1,109 |
| 960 | 1,157 | 1,153 | 1,149 | 1,144 | 1,140 | 1,136 | 1,132 | 1,128 | 1,123 | 1,119 | 1,115 |
| 965 | 1,163 | 1,159 | 1,155 | 1,150 | 1,146 | 1,142 | 1,138 | 1,133 | 1,129 | 1,125 | 1,121 |
| 970 | 1,169 | 1,165 | 1,161 | 1,156 | 1,152 | 1,148 | 1,144 | 1,139 | 1,135 | 1,131 | 1,127 |

Tabelle 67.2 (Fortsetzung)

| Dichte von Luft in kg/m ³ bei einer relativen Feuchtigkeit von 50 % | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| p mbar/t: | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 °C |
| 975 | 1,175 | 1,171 | 1,167 | 1,162 | 1,158 | 1,154 | 1,150 | 1,145 | 1,141 | 1,137 | 1,133 |
| 980 | 1,181 | 1,177 | 1,173 | 1,168 | 1,164 | 1,160 | 1,155 | 1,151 | 1,147 | 1,143 | 1,138 |
| 985 | 1,187 | 1,183 | 1,179 | 1,174 | 1,170 | 1,166 | 1,161 | 1,157 | 1,153 | 1,149 | 1,144 |
| 990 | 1,193 | 1,189 | 1,185 | 1,180 | 1,176 | 1,172 | 1,167 | 1,163 | 1,159 | 1,154 | 1,150 |
| 995 | 1,199 | 1,195 | 1,191 | 1,186 | 1,182 | 1,178 | 1,173 | 1,169 | 1,165 | 1,160 | 1,156 |
| 1000 | 1,206 | 1,201 | 1,197 | 1,192 | 1,188 | 1,184 | 1,179 | 1,175 | 1,170 | 1,166 | 1,162 |
| 1005 | 1,212 | 1,207 | 1,203 | 1,198 | 1,194 | 1,189 | 1,185 | 1,181 | 1,176 | 1,172 | 1,168 |
| 1010 | 1,218 | 1,213 | 1,209 | 1,204 | 1,200 | 1,195 | 1,191 | 1,187 | 1,182 | 1,178 | 1,173 |
| 1015 | 1,224 | 1,219 | 1,215 | 1,210 | 1,206 | 1,201 | 1,197 | 1,193 | 1,188 | 1,184 | 1,179 |
| 1020 | 1,230 | 1,225 | 1,221 | 1,216 | 1,212 | 1,207 | 1,203 | 1,198 | 1,194 | 1,190 | 1,185 |

Für eine relative Feuchtigkeit von 60 % (40 %) müssen, 0,001 kg/m³ obgenannter Werte subtrahiert (addiert) werden.

*Tabelle 67.3***Alkoholtabelle**

Für die Ermittlung des Alkoholgehaltes (% Vol oder % Mas) aus der Dichte (kg/m^3) von Alkohol-Wasser-Mischungen bei 20 °C⁵

⁵ gemäss Tabelle 6 der offiziellen Alkoholtabellen (BRD) und den anerkannten Empfehlungen der "Organisation Internationale de Métrologie légale" (OIML).

Alkoholtabelle

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| | | | 794,0 | 99,05 | 98,46 | 799,0 | 97,98 | 96,78 |
| | | | ,1 | 99,03 | 98,43 | ,1 | 97,96 | 96,75 |
| | | | ,2 | 99,01 | 98,39 | ,2 | 97,93 | 96,71 |
| 789,3 | 99,99 | 99,98 | ,3 | 98,99 | 98,36 | ,3 | 97,91 | 96,68 |
| ,4 | 99,97 | 99,95 | ,4 | 98,97 | 98,33 | ,4 | 97,89 | 96,64 |
| ,5 | 99,95 | 99,92 | ,5 | 98,95 | 98,29 | ,5 | 97,87 | 96,61 |
| ,6 | 99,93 | 99,89 | ,6 | 98,93 | 98,26 | ,6 | 97,84 | 96,58 |
| ,7 | 99,91 | 99,85 | ,7 | 98,91 | 98,23 | ,7 | 97,82 | 96,54 |
| ,8 | 99,89 | 99,82 | ,8 | 98,89 | 98,19 | ,8 | 97,80 | 96,51 |
| ,9 | 99,87 | 99,79 | ,9 | 98,86 | 98,16 | ,9 | 97,78 | 96,47 |
| 790,0 | 99,85 | 99,76 | 795,0 | 98,84 | 98,13 | 800,0 | 97,75 | 96,44 |
| ,1 | 99,83 | 99,73 | ,1 | 98,82 | 98,09 | ,1 | 97,73 | 96,40 |
| ,2 | 99,81 | 99,69 | ,2 | 98,80 | 98,06 | ,2 | 97,71 | 96,37 |
| ,3 | 99,80 | 99,66 | ,3 | 98,78 | 98,03 | ,3 | 97,69 | 96,34 |
| ,4 | 99,78 | 99,63 | ,4 | 98,76 | 97,99 | ,4 | 97,66 | 96,30 |
| ,5 | 99,76 | 99,60 | ,5 | 98,74 | 97,96 | ,5 | 97,64 | 96,27 |
| ,6 | 99,74 | 99,57 | ,6 | 98,72 | 97,93 | ,6 | 97,62 | 96,23 |
| ,7 | 99,72 | 99,53 | ,7 | 98,70 | 97,89 | ,7 | 97,60 | 96,20 |
| ,8 | 99,70 | 99,50 | ,8 | 98,67 | 97,86 | ,8 | 97,57 | 96,16 |
| ,9 | 99,68 | 99,47 | ,9 | 98,65 | 97,83 | ,9 | 97,55 | 96,13 |
| 791,0 | 99,66 | 99,44 | 796,0 | 98,63 | 97,79 | 801,0 | 97,53 | 96,09 |
| ,1 | 99,64 | 99,40 | ,1 | 98,61 | 97,76 | ,1 | 97,50 | 96,06 |
| ,2 | 99,62 | 99,37 | ,2 | 98,59 | 97,73 | ,2 | 97,48 | 96,03 |
| ,3 | 99,60 | 99,34 | ,3 | 98,57 | 97,69 | ,3 | 97,46 | 95,99 |
| ,4 | 99,58 | 99,31 | ,4 | 98,55 | 97,66 | ,4 | 97,44 | 95,96 |
| ,5 | 99,56 | 99,27 | ,5 | 98,52 | 97,63 | ,5 | 97,41 | 95,92 |
| ,6 | 99,54 | 99,24 | ,6 | 98,50 | 97,59 | ,6 | 97,39 | 95,89 |
| ,7 | 99,52 | 99,21 | ,7 | 98,48 | 97,56 | ,7 | 97,37 | 95,85 |
| ,8 | 99,50 | 99,18 | ,8 | 98,46 | 97,53 | ,8 | 97,34 | 95,82 |
| ,9 | 99,48 | 99,15 | ,9 | 98,44 | 97,49 | ,9 | 97,32 | 95,78 |
| 792,0 | 99,46 | 99,11 | 797,0 | 98,42 | 97,46 | 802,0 | 97,30 | 95,75 |
| ,1 | 99,44 | 99,08 | ,1 | 98,40 | 97,42 | ,1 | 97,27 | 95,71 |
| ,2 | 99,42 | 99,05 | ,2 | 98,37 | 97,39 | ,2 | 97,25 | 95,68 |
| ,3 | 99,40 | 99,02 | ,3 | 98,35 | 97,36 | ,3 | 97,23 | 95,64 |
| ,4 | 99,38 | 98,98 | ,4 | 98,33 | 97,32 | ,4 | 97,20 | 95,61 |
| ,5 | 99,36 | 98,95 | ,5 | 98,31 | 97,29 | ,5 | 97,18 | 95,57 |
| ,6 | 99,34 | 98,92 | ,6 | 98,29 | 97,26 | ,6 | 97,16 | 95,54 |
| ,7 | 99,32 | 98,88 | ,7 | 98,26 | 97,22 | ,7 | 97,13 | 95,51 |
| ,8 | 99,30 | 98,85 | ,8 | 98,24 | 97,19 | ,8 | 97,11 | 95,47 |
| ,9 | 99,28 | 98,82 | ,9 | 98,22 | 97,15 | ,9 | 97,09 | 95,44 |
| 793,0 | 99,26 | 98,79 | 798,0 | 98,20 | 97,12 | 803,0 | 97,06 | 95,40 |
| ,1 | 99,24 | 98,75 | ,1 | 98,18 | 97,09 | ,1 | 97,04 | 95,37 |
| ,2 | 99,22 | 98,72 | ,2 | 98,15 | 97,05 | ,2 | 97,02 | 95,33 |
| ,3 | 99,20 | 98,69 | ,3 | 98,13 | 97,02 | ,3 | 96,99 | 95,30 |
| ,4 | 99,18 | 98,66 | ,4 | 98,11 | 96,99 | ,4 | 96,97 | 95,26 |
| ,5 | 99,16 | 98,62 | ,5 | 98,09 | 96,95 | ,5 | 96,95 | 95,23 |
| ,6 | 99,13 | 98,59 | ,6 | 98,07 | 96,92 | ,6 | 96,92 | 95,19 |
| ,7 | 99,11 | 98,56 | ,7 | 98,04 | 96,88 | ,7 | 96,90 | 95,16 |
| ,8 | 99,09 | 98,52 | ,8 | 98,02 | 96,85 | ,8 | 96,88 | 95,12 |
| ,9 | 99,07 | 98,49 | ,9 | 98,00 | 96,82 | ,9 | 96,85 | 95,09 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 804,0 | 96,83 | 95,05 | 809,0 | 95,61 | 93,27 | 814,0 | 94,32 | 91,45 |
| ,1 | 96,80 | 95,02 | ,1 | 95,58 | 93,23 | ,1 | 94,29 | 91,41 |
| ,2 | 96,78 | 94,98 | ,2 | 95,56 | 93,20 | ,2 | 94,26 | 91,37 |
| ,3 | 96,76 | 94,94 | ,3 | 95,53 | 93,16 | ,3 | 94,24 | 91,34 |
| ,4 | 96,73 | 94,91 | ,4 | 95,51 | 93,13 | ,4 | 94,21 | 91,30 |
| ,5 | 96,71 | 94,87 | ,5 | 95,48 | 93,09 | ,5 | 94,18 | 91,26 |
| ,6 | 96,69 | 94,84 | ,6 | 95,45 | 93,05 | ,6 | 94,16 | 91,22 |
| ,7 | 96,66 | 94,80 | ,7 | 95,43 | 93,02 | ,7 | 94,13 | 91,19 |
| ,8 | 96,64 | 94,77 | ,8 | 95,40 | 92,98 | ,8 | 94,10 | 91,15 |
| ,9 | 96,61 | 94,73 | ,9 | 95,38 | 92,95 | ,9 | 94,08 | 91,11 |
| 805,0 | 96,59 | 94,70 | 810,0 | 95,35 | 92,91 | 815,0 | 94,05 | 91,08 |
| ,1 | 96,57 | 94,66 | ,1 | 95,33 | 92,87 | ,1 | 94,02 | 91,04 |
| ,2 | 96,54 | 94,63 | ,2 | 95,30 | 92,84 | ,2 | 94,00 | 91,00 |
| ,3 | 96,52 | 94,59 | ,3 | 95,28 | 92,80 | ,3 | 93,97 | 90,96 |
| ,4 | 96,49 | 94,56 | ,4 | 95,25 | 92,76 | ,4 | 93,94 | 90,93 |
| ,5 | 96,47 | 94,52 | ,5 | 95,23 | 92,73 | ,5 | 93,91 | 90,89 |
| ,6 | 96,44 | 94,49 | ,6 | 95,20 | 92,69 | ,6 | 93,89 | 90,85 |
| ,7 | 96,42 | 94,45 | ,7 | 95,17 | 92,66 | ,7 | 93,86 | 90,82 |
| ,8 | 96,40 | 94,42 | ,8 | 95,15 | 92,62 | ,8 | 93,83 | 90,78 |
| ,9 | 96,37 | 94,38 | ,9 | 95,12 | 92,58 | ,9 | 93,81 | 90,74 |
| 806,0 | 96,35 | 94,34 | 811,0 | 95,10 | 92,55 | 816,0 | 93,78 | 90,70 |
| ,1 | 96,32 | 94,31 | ,1 | 95,07 | 92,51 | ,1 | 93,75 | 90,67 |
| ,2 | 96,30 | 94,27 | ,2 | 95,05 | 92,47 | ,2 | 93,73 | 90,63 |
| ,3 | 96,27 | 94,24 | ,3 | 95,02 | 92,44 | ,3 | 93,70 | 90,59 |
| ,4 | 96,25 | 94,20 | ,4 | 94,99 | 92,40 | ,4 | 93,67 | 90,56 |
| ,5 | 96,23 | 94,17 | ,5 | 94,97 | 92,36 | ,5 | 93,64 | 90,52 |
| ,6 | 96,20 | 94,13 | ,6 | 94,94 | 92,33 | ,6 | 93,62 | 90,48 |
| ,7 | 96,18 | 94,10 | ,7 | 94,92 | 92,29 | ,7 | 93,59 | 90,44 |
| ,8 | 96,15 | 94,06 | ,8 | 94,89 | 92,25 | ,8 | 93,56 | 90,41 |
| ,9 | 96,13 | 94,02 | ,9 | 94,87 | 92,22 | ,9 | 93,54 | 90,37 |
| 807,0 | 96,10 | 93,99 | 812,0 | 94,84 | 92,18 | 817,0 | 93,51 | 90,33 |
| ,1 | 96,08 | 93,95 | ,1 | 94,81 | 92,14 | ,1 | 93,48 | 90,29 |
| ,2 | 96,05 | 93,92 | ,2 | 94,79 | 92,11 | ,2 | 93,45 | 90,26 |
| ,3 | 96,03 | 93,88 | ,3 | 94,76 | 92,07 | ,3 | 93,43 | 90,22 |
| ,4 | 96,00 | 93,85 | ,4 | 94,74 | 92,03 | ,4 | 93,40 | 90,18 |
| ,5 | 95,98 | 93,81 | ,5 | 94,71 | 92,00 | ,5 | 93,37 | 90,14 |
| ,6 | 95,96 | 93,77 | ,6 | 94,68 | 91,96 | ,6 | 93,34 | 90,11 |
| ,7 | 95,93 | 93,74 | ,7 | 94,66 | 91,92 | ,7 | 93,32 | 90,07 |
| ,8 | 95,91 | 93,70 | ,8 | 94,63 | 91,89 | ,8 | 93,29 | 90,03 |
| ,9 | 95,88 | 93,67 | ,9 | 94,60 | 91,85 | ,9 | 93,26 | 89,99 |
| 808,0 | 95,86 | 93,63 | 813,0 | 94,58 | 91,81 | 818,0 | 93,23 | 89,96 |
| ,1 | 95,83 | 93,59 | ,1 | 94,55 | 91,78 | ,1 | 93,21 | 89,92 |
| ,2 | 95,81 | 93,56 | ,2 | 94,53 | 91,74 | ,2 | 93,18 | 89,88 |
| ,3 | 95,78 | 93,52 | ,3 | 94,50 | 91,70 | ,3 | 93,15 | 89,84 |
| ,4 | 95,76 | 93,49 | ,4 | 94,47 | 91,67 | ,4 | 93,12 | 89,81 |
| ,5 | 95,73 | 93,45 | ,5 | 94,45 | 91,63 | ,5 | 93,10 | 89,77 |
| ,6 | 95,71 | 93,41 | ,6 | 94,42 | 91,59 | ,6 | 93,07 | 89,73 |
| ,7 | 95,68 | 93,38 | ,7 | 94,39 | 91,56 | ,7 | 93,04 | 89,69 |
| ,8 | 95,66 | 93,34 | ,8 | 94,37 | 91,52 | ,8 | 93,01 | 89,66 |
| ,9 | 95,63 | 93,31 | ,9 | 94,34 | 91,48 | ,9 | 92,99 | 89,62 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 819,0 | 92,96 | 89,58 | 824,0 | 91,54 | 87,67 | 829,0 | 90,05 | 85,74 |
| ,1 | 92,93 | 89,54 | ,1 | 91,51 | 87,64 | ,1 | 90,02 | 85,70 |
| ,2 | 92,90 | 89,50 | ,2 | 91,48 | 87,60 | ,2 | 89,99 | 85,66 |
| ,3 | 92,87 | 89,47 | ,3 | 91,45 | 87,56 | ,3 | 89,96 | 85,62 |
| ,4 | 92,85 | 89,43 | ,4 | 91,42 | 87,52 | ,4 | 89,93 | 85,58 |
| ,5 | 92,82 | 89,39 | ,5 | 91,39 | 87,48 | ,5 | 89,90 | 85,54 |
| ,6 | 92,79 | 89,35 | ,6 | 91,36 | 87,44 | ,6 | 89,87 | 85,50 |
| ,7 | 92,76 | 89,32 | ,7 | 91,33 | 87,41 | ,7 | 89,84 | 85,46 |
| ,8 | 92,73 | 89,28 | ,8 | 91,30 | 87,37 | ,8 | 89,81 | 85,42 |
| ,9 | 92,71 | 89,24 | ,9 | 91,27 | 87,33 | ,9 | 89,78 | 85,38 |
| 820,0 | 92,68 | 89,20 | 825,0 | 91,24 | 87,29 | 830,0 | 89,75 | 85,34 |
| ,1 | 92,65 | 89,16 | ,1 | 91,22 | 87,25 | ,1 | 89,72 | 85,30 |
| ,2 | 92,62 | 89,13 | ,2 | 91,19 | 87,21 | ,2 | 89,69 | 85,27 |
| ,3 | 92,59 | 89,09 | ,3 | 91,16 | 87,17 | ,3 | 89,66 | 85,23 |
| ,4 | 92,57 | 89,05 | ,4 | 91,13 | 87,14 | ,4 | 89,63 | 85,19 |
| ,5 | 92,54 | 89,01 | ,5 | 91,10 | 87,10 | ,5 | 89,60 | 85,15 |
| ,6 | 92,51 | 88,97 | ,6 | 91,07 | 87,06 | ,6 | 89,57 | 85,11 |
| ,7 | 92,48 | 88,94 | ,7 | 91,04 | 87,02 | ,7 | 89,54 | 85,07 |
| ,8 | 92,45 | 88,90 | ,8 | 91,01 | 86,98 | ,8 | 89,51 | 85,03 |
| ,9 | 92,42 | 88,86 | ,9 | 90,98 | 86,94 | ,9 | 89,48 | 84,99 |
| 821,0 | 92,40 | 88,82 | 826,0 | 90,95 | 86,90 | 831,0 | 89,45 | 84,95 |
| ,1 | 92,37 | 88,78 | ,1 | 90,92 | 86,86 | ,1 | 89,42 | 84,91 |
| ,2 | 92,34 | 88,75 | ,2 | 90,89 | 86,83 | ,2 | 89,38 | 84,87 |
| ,3 | 92,31 | 88,71 | ,3 | 90,86 | 86,79 | ,3 | 89,35 | 84,83 |
| ,4 | 92,28 | 88,67 | ,4 | 90,83 | 86,75 | ,4 | 89,32 | 84,79 |
| ,5 | 92,25 | 88,63 | ,5 | 90,80 | 86,71 | ,5 | 89,29 | 84,75 |
| ,6 | 92,23 | 88,59 | ,6 | 90,77 | 86,67 | ,6 | 89,26 | 84,71 |
| ,7 | 92,20 | 88,56 | ,7 | 90,74 | 86,63 | ,7 | 89,23 | 84,68 |
| ,8 | 92,17 | 88,52 | ,8 | 90,71 | 86,59 | ,8 | 89,20 | 84,64 |
| ,9 | 92,14 | 88,48 | ,9 | 90,68 | 86,55 | ,9 | 89,17 | 84,60 |
| 822,0 | 92,11 | 88,44 | 827,0 | 90,65 | 86,52 | 832,0 | 89,14 | 84,56 |
| ,1 | 92,08 | 88,40 | ,1 | 90,62 | 86,48 | ,1 | 89,11 | 84,52 |
| ,2 | 92,06 | 88,36 | ,2 | 90,59 | 86,44 | ,2 | 89,08 | 84,48 |
| ,3 | 92,03 | 88,33 | ,3 | 90,57 | 86,40 | ,3 | 89,05 | 84,44 |
| ,4 | 92,00 | 88,29 | ,4 | 90,54 | 86,36 | ,4 | 89,01 | 84,40 |
| ,5 | 91,97 | 88,25 | ,5 | 90,51 | 86,32 | ,5 | 88,98 | 84,36 |
| ,6 | 91,94 | 88,21 | ,6 | 90,48 | 86,28 | ,6 | 88,95 | 84,32 |
| ,7 | 91,91 | 88,17 | ,7 | 90,45 | 86,24 | ,7 | 88,92 | 84,28 |
| ,8 | 91,88 | 88,14 | ,8 | 90,42 | 86,20 | ,8 | 88,89 | 84,24 |
| ,9 | 91,85 | 88,10 | ,9 | 90,39 | 86,17 | ,9 | 88,86 | 84,20 |
| 823,0 | 91,83 | 88,06 | 828,0 | 90,36 | 86,13 | 833,0 | 88,83 | 84,16 |
| ,1 | 91,80 | 88,02 | ,1 | 90,33 | 86,09 | ,1 | 88,80 | 84,12 |
| ,2 | 91,77 | 87,98 | ,2 | 90,30 | 86,05 | ,2 | 88,77 | 84,08 |
| ,3 | 91,74 | 87,94 | ,3 | 90,27 | 86,01 | ,3 | 88,74 | 84,04 |
| ,4 | 91,71 | 87,91 | ,4 | 90,24 | 85,97 | ,4 | 88,70 | 84,00 |
| ,5 | 91,68 | 87,87 | ,5 | 90,21 | 85,93 | ,5 | 88,67 | 83,96 |
| ,6 | 91,65 | 87,83 | ,6 | 90,18 | 85,89 | ,6 | 88,64 | 83,92 |
| ,7 | 91,62 | 87,79 | ,7 | 90,15 | 85,85 | ,7 | 88,61 | 83,88 |
| ,8 | 91,59 | 87,75 | ,8 | 90,12 | 85,81 | ,8 | 88,58 | 83,85 |
| ,9 | 91,57 | 87,71 | ,9 | 90,09 | 85,77 | ,9 | 88,55 | 83,81 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 834,0 | 88,52 | 83,77 | 839,0 | 86,93 | 81,77 | 844,0 | 85,28 | 79,75 |
| ,1 | 88,49 | 83,73 | ,1 | 86,89 | 81,73 | ,1 | 85,25 | 79,71 |
| ,2 | 88,45 | 83,69 | ,2 | 86,86 | 81,69 | ,2 | 85,22 | 79,67 |
| ,3 | 88,42 | 83,65 | ,3 | 86,83 | 81,65 | ,3 | 85,18 | 79,63 |
| ,4 | 88,39 | 83,61 | ,4 | 86,80 | 81,61 | ,4 | 85,15 | 79,59 |
| ,5 | 88,36 | 83,57 | ,5 | 86,76 | 81,57 | ,5 | 85,12 | 79,55 |
| ,6 | 88,33 | 83,53 | ,6 | 86,73 | 81,53 | ,6 | 85,08 | 79,51 |
| ,7 | 88,30 | 83,49 | ,7 | 86,70 | 81,49 | ,7 | 85,05 | 79,47 |
| ,8 | 88,27 | 83,45 | ,8 | 86,67 | 81,45 | ,8 | 85,02 | 79,43 |
| ,9 | 88,23 | 83,41 | ,9 | 86,63 | 81,41 | ,9 | 84,98 | 79,39 |
| 835,0 | 88,20 | 83,37 | 840,0 | 86,60 | 81,37 | 845,0 | 84,95 | 79,34 |
| ,1 | 88,17 | 83,33 | ,1 | 86,57 | 81,33 | ,1 | 84,92 | 79,30 |
| ,2 | 88,14 | 83,29 | ,2 | 86,54 | 81,29 | ,2 | 84,88 | 79,26 |
| ,3 | 88,11 | 83,25 | ,3 | 86,50 | 81,25 | ,3 | 84,85 | 79,22 |
| ,4 | 88,08 | 83,21 | ,4 | 86,47 | 81,21 | ,4 | 84,82 | 79,18 |
| ,5 | 88,04 | 83,17 | ,5 | 86,44 | 81,17 | ,5 | 84,78 | 79,14 |
| ,6 | 88,01 | 83,13 | ,6 | 86,41 | 81,13 | ,6 | 84,75 | 79,10 |
| ,7 | 87,98 | 83,09 | ,7 | 86,37 | 81,09 | ,7 | 84,72 | 79,06 |
| ,8 | 87,95 | 83,05 | ,8 | 86,34 | 81,05 | ,8 | 84,68 | 79,02 |
| ,9 | 87,92 | 83,01 | ,9 | 86,31 | 81,01 | ,9 | 84,65 | 78,98 |
| 836,0 | 87,89 | 82,97 | 841,0 | 86,27 | 80,96 | 846,0 | 84,62 | 78,94 |
| ,1 | 87,85 | 82,93 | ,1 | 86,24 | 80,92 | ,1 | 84,58 | 78,90 |
| ,2 | 87,82 | 82,89 | ,2 | 86,21 | 80,88 | ,2 | 84,55 | 78,86 |
| ,3 | 87,79 | 82,85 | ,3 | 86,18 | 80,84 | ,3 | 84,51 | 78,82 |
| ,4 | 87,76 | 82,81 | ,4 | 86,14 | 80,80 | ,4 | 84,48 | 78,78 |
| ,5 | 87,73 | 82,77 | ,5 | 86,11 | 80,76 | ,5 | 84,45 | 78,73 |
| ,6 | 87,70 | 82,73 | ,6 | 86,08 | 80,72 | ,6 | 84,41 | 78,69 |
| ,7 | 87,66 | 82,69 | ,7 | 86,05 | 80,68 | ,7 | 84,38 | 78,65 |
| ,8 | 87,63 | 82,65 | ,8 | 86,01 | 80,64 | ,8 | 84,35 | 78,61 |
| ,9 | 87,60 | 82,61 | ,9 | 85,98 | 80,60 | ,9 | 84,31 | 78,57 |
| 837,0 | 87,57 | 82,57 | 842,0 | 85,95 | 80,56 | 847,0 | 84,28 | 78,53 |
| ,1 | 87,54 | 82,53 | ,1 | 85,91 | 80,52 | ,1 | 84,24 | 78,49 |
| ,2 | 87,50 | 82,49 | ,2 | 85,88 | 80,48 | ,2 | 84,21 | 78,45 |
| ,3 | 87,47 | 82,45 | ,3 | 85,85 | 80,44 | ,3 | 84,18 | 78,41 |
| ,4 | 87,44 | 82,41 | ,4 | 85,81 | 80,40 | ,4 | 84,14 | 78,37 |
| ,5 | 87,41 | 82,37 | ,5 | 85,78 | 80,36 | ,5 | 84,11 | 78,33 |
| ,6 | 87,38 | 82,33 | ,6 | 85,75 | 80,32 | ,6 | 84,07 | 78,29 |
| ,7 | 87,34 | 82,29 | ,7 | 85,72 | 80,28 | ,7 | 84,04 | 78,24 |
| ,8 | 87,31 | 82,25 | ,8 | 85,68 | 80,24 | ,8 | 84,01 | 78,20 |
| ,9 | 87,28 | 82,21 | ,9 | 85,65 | 80,20 | ,9 | 83,97 | 78,16 |
| 838,0 | 87,25 | 82,17 | 843,0 | 85,62 | 80,16 | 848,0 | 83,94 | 78,12 |
| ,1 | 87,22 | 82,13 | ,1 | 85,58 | 80,12 | ,1 | 83,90 | 78,08 |
| ,2 | 87,18 | 82,09 | ,2 | 85,55 | 80,08 | ,2 | 83,87 | 78,04 |
| ,3 | 87,15 | 82,05 | ,3 | 85,52 | 80,03 | ,3 | 83,84 | 78,00 |
| ,4 | 87,12 | 82,01 | ,4 | 85,48 | 79,99 | ,4 | 83,80 | 77,96 |
| ,5 | 87,09 | 81,97 | ,5 | 85,45 | 79,95 | ,5 | 83,77 | 77,92 |
| ,6 | 87,05 | 81,93 | ,6 | 85,42 | 79,91 | ,6 | 83,73 | 77,88 |
| ,7 | 87,02 | 81,89 | ,7 | 85,38 | 79,87 | ,7 | 83,70 | 77,84 |
| ,8 | 86,99 | 81,85 | ,8 | 85,35 | 79,83 | ,8 | 83,67 | 77,80 |
| ,9 | 86,96 | 81,81 | ,9 | 85,32 | 79,79 | ,9 | 83,63 | 77,75 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 849,0 | 83,60 | 77,71 | 854,0 | 81,87 | 75,66 | 859,0 | 80,10 | 73,59 |
| ,1 | 83,56 | 77,67 | ,1 | 81,83 | 75,62 | ,1 | 80,06 | 73,55 |
| ,2 | 83,53 | 77,63 | ,2 | 81,80 | 75,58 | ,2 | 80,02 | 73,51 |
| ,3 | 83,50 | 77,59 | ,3 | 81,76 | 75,54 | ,3 | 79,99 | 73,47 |
| ,4 | 83,46 | 77,55 | ,4 | 81,73 | 75,49 | ,4 | 79,95 | 73,43 |
| ,5 | 83,43 | 77,51 | ,5 | 81,69 | 75,45 | ,5 | 79,92 | 73,38 |
| ,6 | 83,39 | 77,47 | ,6 | 81,66 | 75,41 | ,6 | 79,88 | 73,34 |
| ,7 | 83,36 | 77,43 | ,7 | 81,62 | 75,37 | ,7 | 79,85 | 73,30 |
| ,8 | 83,32 | 77,39 | ,8 | 81,59 | 75,33 | ,8 | 79,81 | 73,26 |
| ,9 | 83,29 | 77,34 | ,9 | 81,55 | 75,29 | ,9 | 79,77 | 73,22 |
| 850,0 | 83,26 | 77,30 | 855,0 | 81,52 | 75,25 | 860,0 | 79,74 | 73,18 |
| ,1 | 83,22 | 77,26 | ,1 | 81,48 | 75,21 | ,1 | 79,70 | 73,14 |
| ,2 | 83,19 | 77,22 | ,2 | 81,45 | 75,16 | ,2 | 79,67 | 73,09 |
| ,3 | 83,15 | 77,18 | ,3 | 81,41 | 75,12 | ,3 | 79,63 | 73,05 |
| ,4 | 83,12 | 77,14 | ,4 | 81,38 | 75,08 | ,4 | 79,59 | 73,01 |
| ,5 | 83,08 | 77,10 | ,5 | 81,34 | 75,04 | ,5 | 79,56 | 72,97 |
| ,6 | 83,05 | 77,06 | ,6 | 81,31 | 75,00 | ,6 | 79,52 | 72,93 |
| ,7 | 83,01 | 77,02 | ,7 | 81,27 | 74,96 | ,7 | 79,49 | 72,89 |
| ,8 | 82,98 | 76,98 | ,8 | 81,24 | 74,92 | ,8 | 79,45 | 72,84 |
| ,9 | 82,95 | 76,93 | ,9 | 81,20 | 74,88 | ,9 | 79,41 | 72,80 |
| 851,0 | 82,91 | 76,89 | 856,0 | 81,16 | 74,83 | 861,0 | 79,38 | 72,76 |
| ,1 | 82,88 | 76,85 | ,1 | 81,13 | 74,79 | ,1 | 79,34 | 72,72 |
| ,2 | 82,84 | 76,81 | ,2 | 81,09 | 74,75 | ,2 | 79,30 | 72,68 |
| ,3 | 82,81 | 76,77 | ,3 | 81,06 | 74,71 | ,3 | 79,27 | 72,64 |
| ,4 | 82,77 | 76,73 | ,4 | 81,02 | 74,67 | ,4 | 79,23 | 72,59 |
| ,5 | 82,74 | 76,69 | ,5 | 80,99 | 74,63 | ,5 | 79,20 | 72,55 |
| ,6 | 82,70 | 76,65 | ,6 | 80,95 | 74,59 | ,6 | 79,16 | 72,51 |
| ,7 | 82,67 | 76,61 | ,7 | 80,92 | 74,54 | ,7 | 79,12 | 72,47 |
| ,8 | 82,63 | 76,57 | ,8 | 80,88 | 74,50 | ,8 | 79,09 | 72,43 |
| ,9 | 82,60 | 76,52 | ,9 | 80,85 | 74,46 | ,9 | 79,05 | 72,39 |
| 852,0 | 82,57 | 76,48 | 857,0 | 80,81 | 74,42 | 862,0 | 79,01 | 72,34 |
| ,1 | 82,53 | 76,44 | ,1 | 80,77 | 74,38 | ,1 | 78,98 | 72,30 |
| ,2 | 82,50 | 76,40 | ,2 | 80,74 | 74,34 | ,2 | 78,94 | 72,26 |
| ,3 | 82,46 | 76,36 | ,3 | 80,70 | 74,30 | ,3 | 78,91 | 72,22 |
| ,4 | 82,43 | 76,32 | ,4 | 80,67 | 74,26 | ,4 | 78,87 | 72,18 |
| ,5 | 82,39 | 76,28 | ,5 | 80,63 | 74,21 | ,5 | 78,83 | 72,14 |
| ,6 | 82,36 | 76,24 | ,6 | 80,60 | 74,17 | ,6 | 78,80 | 72,09 |
| ,7 | 82,32 | 76,20 | ,7 | 80,56 | 74,13 | ,7 | 78,76 | 72,05 |
| ,8 | 82,29 | 76,15 | ,8 | 80,53 | 74,09 | ,8 | 78,72 | 72,01 |
| ,9 | 82,25 | 76,11 | ,9 | 80,49 | 74,05 | ,9 | 78,69 | 71,97 |
| 853,0 | 82,22 | 76,07 | 858,0 | 80,45 | 74,01 | 863,0 | 78,65 | 71,93 |
| ,1 | 82,18 | 76,03 | ,1 | 80,42 | 73,97 | ,1 | 78,61 | 71,89 |
| ,2 | 82,15 | 75,99 | ,2 | 80,38 | 73,92 | ,2 | 78,58 | 71,84 |
| ,3 | 82,11 | 75,95 | ,3 | 80,35 | 73,88 | ,3 | 78,54 | 71,80 |
| ,4 | 82,08 | 75,91 | ,4 | 80,31 | 73,84 | ,4 | 78,50 | 71,76 |
| ,5 | 82,04 | 75,87 | ,5 | 80,28 | 73,80 | ,5 | 78,47 | 71,72 |
| ,6 | 82,01 | 75,82 | ,6 | 80,24 | 73,76 | ,6 | 78,43 | 71,68 |
| ,7 | 81,97 | 75,78 | ,7 | 80,20 | 73,72 | ,7 | 78,39 | 71,64 |
| ,8 | 81,94 | 75,74 | ,8 | 80,17 | 73,67 | ,8 | 78,36 | 71,59 |
| ,9 | 81,90 | 75,70 | ,9 | 80,13 | 73,63 | ,9 | 78,32 | 71,55 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 864,0 | 78,28 | 71,51 | 869,0 | 76,43 | 69,42 | 874,0 | 74,54 | 67,31 |
| ,1 | 78,25 | 71,47 | ,1 | 76,39 | 69,37 | ,1 | 74,50 | 67,27 |
| ,2 | 78,21 | 71,43 | ,2 | 76,36 | 69,33 | ,2 | 74,46 | 67,23 |
| ,3 | 78,17 | 71,39 | ,3 | 76,32 | 69,29 | ,3 | 74,42 | 67,18 |
| ,4 | 78,14 | 71,34 | ,4 | 76,28 | 69,25 | ,4 | 74,39 | 67,14 |
| ,5 | 78,10 | 71,30 | ,5 | 76,24 | 69,21 | ,5 | 74,35 | 67,10 |
| ,6 | 78,06 | 71,26 | ,6 | 76,21 | 69,16 | ,6 | 74,31 | 67,06 |
| ,7 | 78,03 | 71,22 | ,7 | 76,17 | 69,12 | ,7 | 74,27 | 67,01 |
| ,8 | 77,99 | 71,18 | ,8 | 76,13 | 69,08 | ,8 | 74,23 | 66,97 |
| ,9 | 77,95 | 71,13 | ,9 | 76,09 | 69,04 | ,9 | 74,19 | 66,93 |
| 865,0 | 77,92 | 71,09 | 870,0 | 76,06 | 69,00 | 875,0 | 74,16 | 66,89 |
| ,1 | 77,88 | 71,05 | ,1 | 76,02 | 68,95 | ,1 | 74,12 | 66,84 |
| ,2 | 77,84 | 71,01 | ,2 | 75,98 | 68,91 | ,2 | 74,08 | 66,80 |
| ,3 | 77,81 | 70,97 | ,3 | 75,94 | 68,87 | ,3 | 74,04 | 66,76 |
| ,4 | 77,77 | 70,93 | ,4 | 75,91 | 68,83 | ,4 | 74,00 | 66,72 |
| ,5 | 77,73 | 70,88 | ,5 | 75,87 | 68,79 | ,5 | 73,96 | 66,68 |
| ,6 | 77,70 | 70,84 | ,6 | 75,83 | 68,74 | ,6 | 73,92 | 66,63 |
| ,7 | 77,66 | 70,80 | ,7 | 75,79 | 68,70 | ,7 | 73,89 | 66,59 |
| ,8 | 77,62 | 70,76 | ,8 | 75,76 | 68,66 | ,8 | 73,85 | 66,55 |
| ,9 | 77,59 | 70,72 | ,9 | 75,72 | 68,62 | ,9 | 73,81 | 66,51 |
| 866,0 | 77,55 | 70,67 | 871,0 | 75,68 | 68,58 | 876,0 | 73,77 | 66,46 |
| ,1 | 77,51 | 70,63 | ,1 | 75,64 | 68,53 | ,1 | 73,73 | 66,42 |
| ,2 | 77,47 | 70,59 | ,2 | 75,60 | 68,49 | ,2 | 73,69 | 66,38 |
| ,3 | 77,44 | 70,55 | ,3 | 75,57 | 68,45 | ,3 | 73,65 | 66,34 |
| ,4 | 77,40 | 70,51 | ,4 | 75,53 | 68,41 | ,4 | 73,62 | 66,29 |
| ,5 | 77,36 | 70,47 | ,5 | 75,49 | 68,37 | ,5 | 73,58 | 66,25 |
| ,6 | 77,33 | 70,42 | ,6 | 75,45 | 68,32 | ,6 | 73,54 | 66,21 |
| ,7 | 77,29 | 70,38 | ,7 | 75,42 | 68,28 | ,7 | 73,50 | 66,17 |
| ,8 | 77,25 | 70,34 | ,8 | 75,38 | 68,24 | ,8 | 73,46 | 66,12 |
| ,9 | 77,22 | 70,30 | ,9 | 75,34 | 68,20 | ,9 | 73,42 | 66,08 |
| 867,0 | 77,18 | 70,26 | 872,0 | 75,30 | 68,15 | 877,0 | 73,38 | 66,04 |
| ,1 | 77,14 | 70,21 | ,1 | 75,26 | 68,11 | ,1 | 73,34 | 66,00 |
| ,2 | 77,10 | 70,17 | ,2 | 75,23 | 68,07 | ,2 | 73,31 | 65,95 |
| ,3 | 77,07 | 70,13 | ,3 | 75,19 | 68,03 | ,3 | 73,27 | 65,91 |
| ,4 | 77,03 | 70,09 | ,4 | 75,15 | 67,99 | ,4 | 73,23 | 65,87 |
| ,5 | 76,99 | 70,05 | ,5 | 75,11 | 67,94 | ,5 | 73,19 | 65,83 |
| ,6 | 76,96 | 70,00 | ,6 | 75,07 | 67,90 | ,6 | 73,15 | 65,79 |
| ,7 | 76,92 | 69,96 | ,7 | 75,04 | 67,86 | ,7 | 73,11 | 65,74 |
| ,8 | 76,88 | 69,92 | ,8 | 75,00 | 67,82 | ,8 | 73,07 | 65,70 |
| ,9 | 76,84 | 69,88 | ,9 | 74,96 | 67,77 | ,9 | 73,03 | 65,66 |
| 868,0 | 76,81 | 69,84 | 873,0 | 74,92 | 67,73 | 878,0 | 72,99 | 65,62 |
| ,1 | 76,77 | 69,79 | ,1 | 74,88 | 67,69 | ,1 | 72,96 | 65,57 |
| ,2 | 76,73 | 69,75 | ,2 | 74,84 | 67,65 | ,2 | 72,92 | 65,53 |
| ,3 | 76,69 | 69,71 | ,3 | 74,81 | 67,61 | ,3 | 72,88 | 65,49 |
| ,4 | 76,66 | 69,67 | ,4 | 74,77 | 67,56 | ,4 | 72,84 | 65,45 |
| ,5 | 76,62 | 69,63 | ,5 | 74,73 | 67,52 | ,5 | 72,80 | 65,40 |
| ,6 | 76,58 | 69,58 | ,6 | 74,69 | 67,48 | ,6 | 72,76 | 65,36 |
| ,7 | 76,54 | 69,54 | ,7 | 74,65 | 67,44 | ,7 | 72,72 | 65,32 |
| ,8 | 76,51 | 69,50 | ,8 | 74,62 | 67,39 | ,8 | 72,68 | 65,28 |
| ,9 | 76,47 | 69,46 | ,9 | 74,58 | 67,35 | ,9 | 72,64 | 65,23 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 879,0 | 72,60 | 65,19 | 884,0 | 70,63 | 63,06 | 889,0 | 68,61 | 60,91 |
| ,1 | 72,57 | 65,15 | ,1 | 70,59 | 63,01 | ,1 | 68,56 | 60,86 |
| ,2 | 72,53 | 65,10 | ,2 | 70,55 | 62,97 | ,2 | 68,52 | 60,82 |
| ,3 | 72,49 | 65,06 | ,3 | 70,51 | 62,93 | ,3 | 68,48 | 60,78 |
| ,4 | 72,45 | 65,02 | ,4 | 70,47 | 62,88 | ,4 | 68,44 | 60,73 |
| ,5 | 72,41 | 64,98 | ,5 | 70,43 | 62,84 | ,5 | 68,40 | 60,69 |
| ,6 | 72,37 | 64,93 | ,6 | 70,39 | 62,80 | ,6 | 68,36 | 60,65 |
| ,7 | 72,33 | 64,89 | ,7 | 70,35 | 62,76 | ,7 | 68,32 | 60,60 |
| ,8 | 72,29 | 64,85 | ,8 | 70,31 | 62,71 | ,8 | 68,28 | 60,56 |
| ,9 | 72,25 | 64,81 | ,9 | 70,27 | 62,67 | ,9 | 68,24 | 60,52 |
| 880,0 | 72,21 | 64,76 | 885,0 | 70,23 | 62,63 | 890,0 | 68,20 | 60,47 |
| ,1 | 72,17 | 64,72 | ,1 | 70,19 | 62,58 | ,1 | 68,15 | 60,43 |
| ,2 | 72,13 | 64,68 | ,2 | 70,15 | 62,54 | ,2 | 68,11 | 60,39 |
| ,3 | 72,09 | 64,64 | ,3 | 70,11 | 62,50 | ,3 | 68,07 | 60,35 |
| ,4 | 72,05 | 64,59 | ,4 | 70,07 | 62,46 | ,4 | 68,03 | 60,30 |
| ,5 | 72,02 | 64,55 | ,5 | 70,02 | 62,41 | ,5 | 67,99 | 60,26 |
| ,6 | 71,98 | 64,51 | ,6 | 69,98 | 62,37 | ,6 | 67,95 | 60,22 |
| ,7 | 71,94 | 64,47 | ,7 | 69,94 | 62,33 | ,7 | 67,91 | 60,17 |
| ,8 | 71,90 | 64,42 | ,8 | 69,90 | 62,28 | ,8 | 67,87 | 60,13 |
| ,9 | 71,86 | 64,38 | ,9 | 69,86 | 62,24 | ,9 | 67,83 | 60,09 |
| 881,0 | 71,82 | 64,34 | 886,0 | 69,82 | 62,20 | 891,0 | 67,78 | 60,04 |
| ,1 | 71,78 | 64,30 | ,1 | 69,78 | 62,15 | ,1 | 67,74 | 60,00 |
| ,2 | 71,74 | 64,25 | ,2 | 69,74 | 62,11 | ,2 | 67,70 | 59,96 |
| ,3 | 71,70 | 64,21 | ,3 | 69,70 | 62,07 | ,3 | 67,66 | 59,91 |
| ,4 | 71,66 | 64,17 | ,4 | 69,66 | 62,03 | ,4 | 67,62 | 59,87 |
| ,5 | 71,62 | 64,12 | ,5 | 69,62 | 61,98 | ,5 | 67,58 | 59,83 |
| ,6 | 71,58 | 64,08 | ,6 | 69,58 | 61,94 | ,6 | 67,54 | 59,78 |
| ,7 | 71,54 | 64,04 | ,7 | 69,54 | 61,90 | ,7 | 67,49 | 59,74 |
| ,8 | 71,50 | 64,00 | ,8 | 69,50 | 61,85 | ,8 | 67,45 | 59,70 |
| ,9 | 71,46 | 63,95 | ,9 | 69,46 | 61,81 | ,9 | 67,41 | 59,65 |
| 882,0 | 71,42 | 63,91 | 887,0 | 69,42 | 61,77 | 892,0 | 67,37 | 59,61 |
| ,1 | 71,38 | 63,87 | ,1 | 69,38 | 61,72 | ,1 | 67,33 | 59,57 |
| ,2 | 71,34 | 63,83 | ,2 | 69,34 | 61,68 | ,2 | 67,29 | 59,52 |
| ,3 | 71,30 | 63,78 | ,3 | 69,30 | 61,64 | ,3 | 67,25 | 59,48 |
| ,4 | 71,26 | 63,74 | ,4 | 69,26 | 61,60 | ,4 | 67,20 | 59,44 |
| ,5 | 71,22 | 63,70 | ,5 | 69,22 | 61,55 | ,5 | 67,16 | 59,39 |
| ,6 | 71,18 | 63,65 | ,6 | 69,18 | 61,51 | ,6 | 67,12 | 59,35 |
| ,7 | 71,14 | 63,61 | ,7 | 69,13 | 61,47 | ,7 | 67,08 | 59,31 |
| ,8 | 71,11 | 63,57 | ,8 | 69,09 | 61,42 | ,8 | 67,04 | 59,26 |
| ,9 | 71,07 | 63,53 | ,9 | 69,05 | 61,38 | ,9 | 67,00 | 59,22 |
| 883,0 | 71,03 | 63,48 | 888,0 | 69,01 | 61,34 | 893,0 | 66,96 | 59,18 |
| ,1 | 70,99 | 63,44 | ,1 | 68,97 | 61,29 | ,1 | 66,91 | 59,13 |
| ,2 | 70,95 | 63,40 | ,2 | 68,93 | 61,25 | ,2 | 66,87 | 59,09 |
| ,3 | 70,91 | 63,36 | ,3 | 68,89 | 61,21 | ,3 | 66,83 | 59,05 |
| ,4 | 70,87 | 63,31 | ,4 | 68,85 | 61,17 | ,4 | 66,79 | 59,00 |
| ,5 | 70,83 | 63,27 | ,5 | 68,81 | 61,12 | ,5 | 66,75 | 58,96 |
| ,6 | 70,79 | 63,23 | ,6 | 68,77 | 61,08 | ,6 | 66,71 | 58,92 |
| ,7 | 70,75 | 63,18 | ,7 | 68,73 | 61,04 | ,7 | 66,66 | 58,87 |
| ,8 | 70,71 | 63,14 | ,8 | 68,69 | 60,99 | ,8 | 66,62 | 58,83 |
| ,9 | 70,67 | 63,10 | ,9 | 68,65 | 60,95 | ,9 | 66,58 | 58,78 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 894,0 | 66,54 | 58,74 | 899,0 | 64,43 | 56,56 | 904,0 | 62,26 | 54,36 |
| ,1 | 66,50 | 58,70 | ,1 | 64,38 | 56,52 | ,1 | 62,22 | 54,32 |
| ,2 | 66,45 | 58,65 | ,2 | 64,34 | 56,47 | ,2 | 62,18 | 54,27 |
| ,3 | 66,41 | 58,61 | ,3 | 64,30 | 56,43 | ,3 | 62,13 | 54,23 |
| ,4 | 66,37 | 58,57 | ,4 | 64,25 | 56,38 | ,4 | 62,09 | 54,18 |
| ,5 | 66,33 | 58,52 | ,5 | 64,21 | 56,34 | ,5 | 62,04 | 54,14 |
| ,6 | 66,29 | 58,48 | ,6 | 64,17 | 56,30 | ,6 | 62,00 | 54,09 |
| ,7 | 66,25 | 58,44 | ,7 | 64,13 | 56,25 | ,7 | 61,96 | 54,05 |
| ,8 | 66,20 | 58,39 | ,8 | 64,08 | 56,21 | ,8 | 61,91 | 54,01 |
| ,9 | 66,16 | 58,35 | ,9 | 64,04 | 56,16 | ,9 | 61,87 | 53,96 |
| 895,0 | 66,12 | 58,31 | 900,0 | 64,00 | 56,12 | 905,0 | 61,83 | 53,92 |
| ,1 | 66,08 | 58,26 | ,1 | 63,95 | 56,08 | ,1 | 61,78 | 53,87 |
| ,2 | 66,04 | 58,22 | ,2 | 63,91 | 56,03 | ,2 | 61,74 | 53,83 |
| ,3 | 65,99 | 58,18 | ,3 | 63,87 | 55,99 | ,3 | 61,69 | 53,78 |
| ,4 | 65,95 | 58,13 | ,4 | 63,82 | 55,95 | ,4 | 61,65 | 53,74 |
| ,5 | 65,91 | 58,09 | ,5 | 63,78 | 55,90 | ,5 | 61,61 | 53,70 |
| ,6 | 65,87 | 58,04 | ,6 | 63,74 | 55,86 | ,6 | 61,56 | 53,65 |
| ,7 | 65,83 | 58,00 | ,7 | 63,70 | 55,81 | ,7 | 61,52 | 53,61 |
| ,8 | 65,78 | 57,96 | ,8 | 63,65 | 55,77 | ,8 | 61,47 | 53,56 |
| ,9 | 65,74 | 57,91 | ,9 | 63,61 | 55,73 | ,9 | 61,43 | 53,52 |
| 896,0 | 65,70 | 57,87 | 901,0 | 63,57 | 55,68 | 906,0 | 61,39 | 53,47 |
| ,1 | 65,66 | 57,83 | ,1 | 63,52 | 55,64 | ,1 | 61,34 | 53,43 |
| ,2 | 65,61 | 57,78 | ,2 | 63,48 | 55,59 | ,2 | 61,30 | 53,39 |
| ,3 | 65,57 | 57,74 | ,3 | 63,44 | 55,55 | ,3 | 61,25 | 53,34 |
| ,4 | 65,53 | 57,70 | ,4 | 63,39 | 55,51 | ,4 | 61,21 | 53,30 |
| ,5 | 65,49 | 57,65 | ,5 | 63,35 | 55,46 | ,5 | 61,16 | 53,25 |
| ,6 | 65,45 | 57,61 | ,6 | 63,31 | 55,42 | ,6 | 61,12 | 53,21 |
| ,7 | 65,40 | 57,57 | ,7 | 63,26 | 55,37 | ,7 | 61,08 | 53,16 |
| ,8 | 65,36 | 57,52 | ,8 | 63,22 | 55,33 | ,8 | 61,03 | 53,12 |
| ,9 | 65,32 | 57,48 | ,9 | 63,18 | 55,29 | ,9 | 60,99 | 53,07 |
| 897,0 | 65,28 | 57,43 | 902,0 | 63,13 | 55,24 | 907,0 | 60,94 | 53,03 |
| ,1 | 65,23 | 57,39 | ,1 | 63,09 | 55,20 | ,1 | 60,90 | 52,99 |
| ,2 | 65,19 | 57,35 | ,2 | 63,05 | 55,15 | ,2 | 60,85 | 52,94 |
| ,3 | 65,15 | 57,30 | ,3 | 63,00 | 55,11 | ,3 | 60,81 | 52,90 |
| ,4 | 65,11 | 57,26 | ,4 | 62,96 | 55,07 | ,4 | 60,77 | 52,85 |
| ,5 | 65,06 | 57,22 | ,5 | 62,92 | 55,02 | ,5 | 60,72 | 52,81 |
| ,6 | 65,02 | 57,17 | ,6 | 62,87 | 54,98 | ,6 | 60,68 | 52,76 |
| ,7 | 64,98 | 57,13 | ,7 | 62,83 | 54,93 | ,7 | 60,63 | 52,72 |
| ,8 | 64,94 | 57,08 | ,8 | 62,79 | 54,89 | ,8 | 60,59 | 52,67 |
| ,9 | 64,89 | 57,04 | ,9 | 62,74 | 54,85 | ,9 | 60,54 | 52,63 |
| 898,0 | 64,85 | 57,00 | 903,0 | 62,70 | 54,80 | 908,0 | 60,50 | 52,59 |
| ,1 | 64,81 | 56,95 | ,1 | 62,66 | 54,76 | ,1 | 60,45 | 52,54 |
| ,2 | 64,77 | 56,91 | ,2 | 62,61 | 54,71 | ,2 | 60,41 | 52,50 |
| ,3 | 64,72 | 56,87 | ,3 | 62,57 | 54,67 | ,3 | 60,36 | 52,45 |
| ,4 | 64,68 | 56,82 | ,4 | 62,53 | 54,62 | ,4 | 60,32 | 52,41 |
| ,5 | 64,64 | 56,78 | ,5 | 62,48 | 54,58 | ,5 | 60,27 | 52,36 |
| ,6 | 64,60 | 56,73 | ,6 | 62,44 | 54,54 | ,6 | 60,23 | 52,32 |
| ,7 | 64,55 | 56,69 | ,7 | 62,39 | 54,49 | ,7 | 60,19 | 52,27 |
| ,8 | 64,51 | 56,65 | ,8 | 62,35 | 54,45 | ,8 | 60,14 | 52,23 |
| ,9 | 64,47 | 56,60 | ,9 | 62,31 | 54,40 | ,9 | 60,10 | 52,18 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 909,0 | 60,05 | 52,14 | 914,0 | 57,78 | 49,90 | 919,0 | 55,46 | 47,63 |
| ,1 | 60,01 | 52,09 | ,1 | 57,74 | 49,85 | ,1 | 55,41 | 47,58 |
| ,2 | 59,96 | 52,05 | ,2 | 57,69 | 49,81 | ,2 | 55,36 | 47,53 |
| ,3 | 59,92 | 52,01 | ,3 | 57,65 | 49,76 | ,3 | 55,31 | 47,49 |
| ,4 | 59,87 | 51,96 | ,4 | 57,60 | 49,72 | ,4 | 55,27 | 47,44 |
| ,5 | 59,83 | 51,92 | ,5 | 57,55 | 49,67 | ,5 | 55,22 | 47,40 |
| ,6 | 59,78 | 51,87 | ,6 | 57,51 | 49,63 | ,6 | 55,17 | 47,35 |
| ,7 | 59,74 | 51,83 | ,7 | 57,46 | 49,58 | ,7 | 55,12 | 47,31 |
| ,8 | 59,69 | 51,78 | ,8 | 57,42 | 49,54 | ,8 | 55,08 | 47,26 |
| ,9 | 59,65 | 51,74 | ,9 | 57,37 | 49,49 | ,9 | 55,03 | 47,21 |
| 910,0 | 59,60 | 51,69 | 915,0 | 57,32 | 49,44 | 920,0 | 54,98 | 47,17 |
| ,1 | 59,56 | 51,65 | ,1 | 57,28 | 49,40 | ,1 | 54,93 | 47,12 |
| ,2 | 59,51 | 51,60 | ,2 | 57,23 | 49,35 | ,2 | 54,89 | 47,08 |
| ,3 | 59,47 | 51,56 | ,3 | 57,18 | 49,31 | ,3 | 54,84 | 47,03 |
| ,4 | 59,42 | 51,51 | ,4 | 57,14 | 49,26 | ,4 | 54,79 | 46,98 |
| ,5 | 59,38 | 51,47 | ,5 | 57,09 | 49,22 | ,5 | 54,74 | 46,94 |
| ,6 | 59,33 | 51,42 | ,6 | 57,05 | 49,17 | ,6 | 54,70 | 46,89 |
| ,7 | 59,29 | 51,38 | ,7 | 57,00 | 49,13 | ,7 | 54,65 | 46,85 |
| ,8 | 59,24 | 51,33 | ,8 | 56,95 | 49,08 | ,8 | 54,60 | 46,80 |
| ,9 | 59,20 | 51,29 | ,9 | 56,91 | 49,04 | ,9 | 54,55 | 46,75 |
| 911,0 | 59,15 | 51,25 | 916,0 | 56,86 | 48,99 | 921,0 | 54,51 | 46,71 |
| ,1 | 59,11 | 51,20 | ,1 | 56,81 | 48,95 | ,1 | 54,46 | 46,66 |
| ,2 | 59,06 | 51,16 | ,2 | 56,77 | 48,90 | ,2 | 54,41 | 46,62 |
| ,3 | 59,02 | 51,11 | ,3 | 56,72 | 48,86 | ,3 | 54,36 | 46,57 |
| ,4 | 58,97 | 51,07 | ,4 | 56,67 | 48,81 | ,4 | 54,31 | 46,52 |
| ,5 | 58,92 | 51,02 | ,5 | 56,63 | 48,76 | ,5 | 54,27 | 46,48 |
| ,6 | 58,88 | 50,98 | ,6 | 56,58 | 48,72 | ,6 | 54,22 | 46,43 |
| ,7 | 58,83 | 50,93 | ,7 | 56,53 | 48,67 | ,7 | 54,17 | 46,39 |
| ,8 | 58,79 | 50,89 | ,8 | 56,49 | 48,63 | ,8 | 54,12 | 46,34 |
| ,9 | 58,74 | 50,84 | ,9 | 56,44 | 48,58 | ,9 | 54,07 | 46,29 |
| 912,0 | 58,70 | 50,80 | 917,0 | 56,39 | 48,54 | 922,0 | 54,03 | 46,25 |
| ,1 | 58,65 | 50,75 | ,1 | 56,35 | 48,49 | ,1 | 53,98 | 46,20 |
| ,2 | 58,61 | 50,71 | ,2 | 56,30 | 48,45 | ,2 | 53,93 | 46,15 |
| ,3 | 58,56 | 50,66 | ,3 | 56,25 | 48,40 | ,3 | 53,88 | 46,11 |
| ,4 | 58,52 | 50,62 | ,4 | 56,21 | 48,36 | ,4 | 53,83 | 46,06 |
| ,5 | 58,47 | 50,57 | ,5 | 56,16 | 48,31 | ,5 | 53,79 | 46,02 |
| ,6 | 58,42 | 50,53 | ,6 | 56,11 | 48,26 | ,6 | 53,74 | 45,97 |
| ,7 | 58,38 | 50,48 | ,7 | 56,07 | 48,22 | ,7 | 53,69 | 45,92 |
| ,8 | 58,33 | 50,44 | ,8 | 56,02 | 48,17 | ,8 | 53,64 | 45,88 |
| ,9 | 58,29 | 50,39 | ,9 | 55,97 | 48,13 | ,9 | 53,59 | 45,83 |
| 913,0 | 58,24 | 50,35 | 918,0 | 55,93 | 48,08 | 923,0 | 53,54 | 45,78 |
| ,1 | 58,20 | 50,30 | ,1 | 55,88 | 48,04 | ,1 | 53,50 | 45,74 |
| ,2 | 58,15 | 50,26 | ,2 | 55,83 | 47,99 | ,2 | 53,45 | 45,69 |
| ,3 | 58,10 | 50,21 | ,3 | 55,79 | 47,95 | ,3 | 53,40 | 45,65 |
| ,4 | 58,06 | 50,17 | ,4 | 55,74 | 47,90 | ,4 | 53,35 | 45,60 |
| ,5 | 58,01 | 50,12 | ,5 | 55,69 | 47,85 | ,5 | 53,30 | 45,55 |
| ,6 | 57,97 | 50,08 | ,6 | 55,64 | 47,81 | ,6 | 53,25 | 45,51 |
| ,7 | 57,92 | 50,03 | ,7 | 55,60 | 47,76 | ,7 | 53,20 | 45,46 |
| ,8 | 57,88 | 49,99 | ,8 | 55,55 | 47,72 | ,8 | 53,16 | 45,41 |
| ,9 | 57,83 | 49,94 | ,9 | 55,50 | 47,67 | ,9 | 53,11 | 45,37 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 924,0 | 53,06 | 45,32 | 929,0 | 50,58 | 42,97 | 934,0 | 48,00 | 40,56 |
| ,1 | 53,01 | 45,27 | ,1 | 50,53 | 42,92 | ,1 | 47,95 | 40,51 |
| ,2 | 52,96 | 45,23 | ,2 | 50,48 | 42,87 | ,2 | 47,90 | 40,46 |
| ,3 | 52,91 | 45,18 | ,3 | 50,43 | 42,83 | ,3 | 47,84 | 40,41 |
| ,4 | 52,86 | 45,13 | ,4 | 50,38 | 42,78 | ,4 | 47,79 | 40,37 |
| ,5 | 52,81 | 45,09 | ,5 | 50,33 | 42,73 | ,5 | 47,74 | 40,32 |
| ,6 | 52,77 | 45,04 | ,6 | 50,28 | 42,68 | ,6 | 47,68 | 40,27 |
| ,7 | 52,72 | 44,99 | ,7 | 50,22 | 42,64 | ,7 | 47,63 | 40,22 |
| ,8 | 52,67 | 44,95 | ,8 | 50,17 | 42,59 | ,8 | 47,58 | 40,17 |
| ,9 | 52,62 | 44,90 | ,9 | 50,12 | 42,54 | ,9 | 47,53 | 40,12 |
| 925,0 | 52,57 | 44,85 | 930,0 | 50,07 | 42,49 | 935,0 | 47,47 | 40,07 |
| ,1 | 52,52 | 44,81 | ,1 | 50,02 | 42,45 | ,1 | 47,42 | 40,02 |
| ,2 | 52,47 | 44,76 | ,2 | 49,97 | 42,40 | ,2 | 47,37 | 39,97 |
| ,3 | 52,42 | 44,71 | ,3 | 49,92 | 42,35 | ,3 | 47,31 | 39,92 |
| ,4 | 52,37 | 44,67 | ,4 | 49,87 | 42,30 | ,4 | 47,26 | 39,87 |
| ,5 | 52,32 | 44,62 | ,5 | 49,82 | 42,25 | ,5 | 47,21 | 39,83 |
| ,6 | 52,27 | 44,57 | ,6 | 49,77 | 42,21 | ,6 | 47,15 | 39,78 |
| ,7 | 52,23 | 44,53 | ,7 | 49,71 | 42,16 | ,7 | 47,10 | 39,73 |
| ,8 | 52,18 | 44,48 | ,8 | 49,66 | 42,11 | ,8 | 47,04 | 39,68 |
| ,9 | 52,13 | 44,43 | ,9 | 49,61 | 42,06 | ,9 | 46,99 | 39,63 |
| 926,0 | 52,08 | 44,39 | 931,0 | 49,56 | 42,01 | 936,0 | 46,94 | 39,58 |
| ,1 | 52,03 | 44,34 | ,1 | 49,51 | 41,97 | ,1 | 46,88 | 39,53 |
| ,2 | 51,98 | 44,29 | ,2 | 49,46 | 41,92 | ,2 | 46,83 | 39,48 |
| ,3 | 51,93 | 44,25 | ,3 | 49,41 | 41,87 | ,3 | 46,78 | 39,43 |
| ,4 | 51,88 | 44,20 | ,4 | 49,36 | 41,82 | ,4 | 46,72 | 39,38 |
| ,5 | 51,83 | 44,15 | ,5 | 49,30 | 41,77 | ,5 | 46,67 | 39,33 |
| ,6 | 51,78 | 44,10 | ,6 | 49,25 | 41,73 | ,6 | 46,61 | 39,28 |
| ,7 | 51,73 | 44,06 | ,7 | 49,20 | 41,68 | ,7 | 46,56 | 39,23 |
| ,8 | 51,68 | 44,01 | ,8 | 49,15 | 41,63 | ,8 | 46,51 | 39,18 |
| ,9 | 51,63 | 43,96 | ,9 | 49,10 | 41,58 | ,9 | 46,45 | 39,13 |
| 927,0 | 51,58 | 43,92 | 932,0 | 49,05 | 41,53 | 937,0 | 46,40 | 39,08 |
| ,1 | 51,53 | 43,87 | ,1 | 48,99 | 41,48 | ,1 | 46,34 | 39,03 |
| ,2 | 51,48 | 43,82 | ,2 | 48,94 | 41,44 | ,2 | 46,29 | 38,98 |
| ,3 | 51,43 | 43,77 | ,3 | 48,89 | 41,39 | ,3 | 46,23 | 38,93 |
| ,4 | 51,38 | 43,73 | ,4 | 48,84 | 41,34 | ,4 | 46,18 | 38,88 |
| ,5 | 51,33 | 43,68 | ,5 | 48,79 | 41,29 | ,5 | 46,13 | 38,83 |
| ,6 | 51,28 | 43,63 | ,6 | 48,73 | 41,24 | ,6 | 46,07 | 38,78 |
| ,7 | 51,23 | 43,59 | ,7 | 48,68 | 41,19 | ,7 | 46,02 | 38,73 |
| ,8 | 51,18 | 43,54 | ,8 | 48,63 | 41,15 | ,8 | 45,96 | 38,68 |
| ,9 | 51,13 | 43,49 | ,9 | 48,58 | 41,10 | ,9 | 45,91 | 38,63 |
| 928,0 | 51,08 | 43,44 | 933,0 | 48,53 | 41,05 | 938,0 | 45,85 | 38,58 |
| ,1 | 51,03 | 43,40 | ,1 | 48,47 | 41,00 | ,1 | 45,80 | 38,53 |
| ,2 | 50,98 | 43,35 | ,2 | 48,42 | 40,95 | ,2 | 45,74 | 38,48 |
| ,3 | 50,93 | 43,30 | ,3 | 48,37 | 40,90 | ,3 | 45,69 | 38,43 |
| ,4 | 50,88 | 43,25 | ,4 | 48,32 | 40,85 | ,4 | 45,63 | 38,38 |
| ,5 | 50,83 | 43,21 | ,5 | 48,26 | 40,81 | ,5 | 45,58 | 38,33 |
| ,6 | 50,78 | 43,16 | ,6 | 48,21 | 40,76 | ,6 | 45,52 | 38,28 |
| ,7 | 50,73 | 43,11 | ,7 | 48,16 | 40,71 | ,7 | 45,47 | 38,23 |
| ,8 | 50,68 | 43,07 | ,8 | 48,11 | 40,66 | ,8 | 45,41 | 38,18 |
| ,9 | 50,63 | 43,02 | ,9 | 48,05 | 40,61 | ,9 | 45,36 | 38,13 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 939,0 | 45,30 | 38,08 | 944,0 | 42,45 | 35,49 | 949,0 | 39,40 | 32,77 |
| ,1 | 45,25 | 38,03 | ,1 | 42,39 | 35,44 | ,1 | 39,34 | 32,71 |
| ,2 | 45,19 | 37,97 | ,2 | 42,33 | 35,38 | ,2 | 39,27 | 32,66 |
| ,3 | 45,13 | 37,92 | ,3 | 42,27 | 35,33 | ,3 | 39,21 | 32,60 |
| ,4 | 45,08 | 37,87 | ,4 | 42,21 | 35,28 | ,4 | 39,15 | 32,54 |
| ,5 | 45,02 | 37,82 | ,5 | 42,15 | 35,22 | ,5 | 39,08 | 32,49 |
| ,6 | 44,97 | 37,77 | ,6 | 42,09 | 35,17 | ,6 | 39,02 | 32,43 |
| ,7 | 44,91 | 37,72 | ,7 | 42,03 | 35,12 | ,7 | 38,96 | 32,37 |
| ,8 | 44,86 | 37,67 | ,8 | 41,97 | 35,06 | ,8 | 38,89 | 32,32 |
| ,9 | 44,80 | 37,62 | ,9 | 41,92 | 35,01 | ,9 | 38,83 | 32,26 |
| 940,0 | 44,74 | 37,57 | 945,0 | 41,86 | 34,96 | 950,0 | 38,76 | 32,20 |
| ,1 | 44,69 | 37,52 | ,1 | 41,80 | 34,90 | ,1 | 38,70 | 32,15 |
| ,2 | 44,63 | 37,47 | ,2 | 41,74 | 34,85 | ,2 | 38,63 | 32,09 |
| ,3 | 44,58 | 37,41 | ,3 | 41,68 | 34,80 | ,3 | 38,57 | 32,03 |
| ,4 | 44,52 | 37,36 | ,4 | 41,62 | 34,74 | ,4 | 38,51 | 31,98 |
| ,5 | 44,46 | 37,31 | ,5 | 41,56 | 34,69 | ,5 | 38,44 | 31,92 |
| ,6 | 44,41 | 37,26 | ,6 | 41,50 | 34,63 | ,6 | 38,38 | 31,86 |
| ,7 | 44,35 | 37,21 | ,7 | 41,44 | 34,58 | ,7 | 38,31 | 31,80 |
| ,8 | 44,29 | 37,16 | ,8 | 41,38 | 34,53 | ,8 | 38,25 | 31,75 |
| ,9 | 44,24 | 37,11 | ,9 | 41,32 | 34,47 | ,9 | 38,18 | 31,69 |
| 941,0 | 44,18 | 37,06 | 946,0 | 41,26 | 34,42 | 951,0 | 38,12 | 31,63 |
| ,1 | 44,12 | 37,00 | ,1 | 41,19 | 34,36 | ,1 | 38,05 | 31,58 |
| ,2 | 44,07 | 36,95 | ,2 | 41,13 | 34,31 | ,2 | 37,99 | 31,52 |
| ,3 | 44,01 | 36,90 | ,3 | 41,07 | 34,26 | ,3 | 37,92 | 31,46 |
| ,4 | 43,95 | 36,85 | ,4 | 41,01 | 34,20 | ,4 | 37,85 | 31,40 |
| ,5 | 43,90 | 36,80 | ,5 | 40,95 | 34,15 | ,5 | 37,79 | 31,34 |
| ,6 | 43,84 | 36,75 | ,6 | 40,89 | 34,09 | ,6 | 37,72 | 31,29 |
| ,7 | 43,78 | 36,69 | ,7 | 40,83 | 34,04 | ,7 | 37,66 | 31,23 |
| ,8 | 43,72 | 36,64 | ,8 | 40,77 | 33,98 | ,8 | 37,59 | 31,17 |
| ,9 | 43,67 | 36,59 | ,9 | 40,71 | 33,93 | ,9 | 37,52 | 31,11 |
| 942,0 | 43,61 | 36,54 | 947,0 | 40,65 | 33,87 | 952,0 | 37,46 | 31,05 |
| ,1 | 43,55 | 36,49 | ,1 | 40,58 | 33,82 | ,1 | 37,39 | 31,00 |
| ,2 | 43,50 | 36,43 | ,2 | 40,52 | 33,77 | ,2 | 37,32 | 30,94 |
| ,3 | 43,44 | 36,38 | ,3 | 40,46 | 33,71 | ,3 | 37,26 | 30,88 |
| ,4 | 43,38 | 36,33 | ,4 | 40,40 | 33,66 | ,4 | 37,19 | 30,82 |
| ,5 | 43,32 | 36,28 | ,5 | 40,34 | 33,60 | ,5 | 37,12 | 30,76 |
| ,6 | 43,26 | 36,23 | ,6 | 40,28 | 33,55 | ,6 | 37,06 | 30,70 |
| ,7 | 43,21 | 36,17 | ,7 | 40,21 | 33,49 | ,7 | 36,99 | 30,64 |
| ,8 | 43,15 | 36,12 | ,8 | 40,15 | 33,44 | ,8 | 36,92 | 30,58 |
| ,9 | 43,09 | 36,07 | ,9 | 40,09 | 33,38 | ,9 | 36,86 | 30,53 |
| 943,0 | 43,03 | 36,02 | 948,0 | 40,03 | 33,32 | 953,0 | 36,79 | 30,47 |
| ,1 | 42,97 | 35,96 | ,1 | 39,97 | 33,27 | ,1 | 36,72 | 30,41 |
| ,2 | 42,92 | 35,91 | ,2 | 39,90 | 33,21 | ,2 | 36,65 | 30,35 |
| ,3 | 42,86 | 35,86 | ,3 | 39,84 | 33,16 | ,3 | 36,58 | 30,29 |
| ,4 | 42,80 | 35,81 | ,4 | 39,78 | 33,10 | ,4 | 36,52 | 30,23 |
| ,5 | 42,74 | 35,75 | ,5 | 39,72 | 33,05 | ,5 | 36,45 | 30,17 |
| ,6 | 42,68 | 35,70 | ,6 | 39,65 | 32,99 | ,6 | 36,38 | 30,11 |
| ,7 | 42,62 | 35,65 | ,7 | 39,59 | 32,94 | ,7 | 36,31 | 30,05 |
| ,8 | 42,57 | 35,59 | ,8 | 39,53 | 32,88 | ,8 | 36,24 | 29,99 |
| ,9 | 42,51 | 35,54 | ,9 | 39,46 | 32,82 | ,9 | 36,18 | 29,93 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 954,0 | 36,11 | 29,87 | 959,0 | 32,50 | 26,75 | 964,0 | 28,54 | 23,36 |
| ,1 | 36,04 | 29,81 | ,1 | 32,43 | 26,69 | ,1 | 28,45 | 23,29 |
| ,2 | 35,97 | 29,75 | ,2 | 32,35 | 26,62 | ,2 | 28,37 | 23,22 |
| ,3 | 35,90 | 29,69 | ,3 | 32,28 | 26,55 | ,3 | 28,28 | 23,15 |
| ,4 | 35,83 | 29,63 | ,4 | 32,20 | 26,49 | ,4 | 28,20 | 23,08 |
| ,5 | 35,76 | 29,57 | ,5 | 32,12 | 26,42 | ,5 | 28,12 | 23,01 |
| ,6 | 35,69 | 29,51 | ,6 | 32,05 | 26,36 | ,6 | 28,03 | 22,94 |
| ,7 | 35,62 | 29,45 | ,7 | 31,97 | 26,29 | ,7 | 27,95 | 22,87 |
| ,8 | 35,55 | 29,39 | ,8 | 31,89 | 26,23 | ,8 | 27,86 | 22,79 |
| ,9 | 35,48 | 29,33 | ,9 | 31,82 | 26,16 | ,9 | 27,78 | 22,72 |
| 955,0 | 35,41 | 29,27 | 960,0 | 31,74 | 26,09 | 965,0 | 27,70 | 22,65 |
| ,1 | 35,34 | 29,21 | ,1 | 31,66 | 26,03 | ,1 | 27,61 | 22,58 |
| ,2 | 35,27 | 29,14 | ,2 | 31,59 | 25,96 | ,2 | 27,53 | 22,51 |
| ,3 | 35,20 | 29,08 | ,3 | 31,51 | 25,90 | ,3 | 27,44 | 22,44 |
| ,4 | 35,13 | 29,02 | ,4 | 31,43 | 25,83 | ,4 | 27,35 | 22,36 |
| ,5 | 35,06 | 28,96 | ,5 | 31,35 | 25,76 | ,5 | 27,27 | 22,29 |
| ,6 | 34,99 | 28,90 | ,6 | 31,28 | 25,70 | ,6 | 27,18 | 22,22 |
| ,7 | 34,92 | 28,84 | ,7 | 31,20 | 25,63 | ,7 | 27,10 | 22,15 |
| ,8 | 34,85 | 28,78 | ,8 | 31,12 | 25,56 | ,8 | 27,01 | 22,07 |
| ,9 | 34,78 | 28,71 | ,9 | 31,04 | 25,50 | ,9 | 26,93 | 22,00 |
| 956,0 | 34,71 | 28,65 | 961,0 | 30,96 | 25,43 | 966,0 | 26,84 | 21,93 |
| ,1 | 34,63 | 28,59 | ,1 | 30,88 | 25,36 | ,1 | 26,75 | 21,86 |
| ,2 | 34,56 | 28,53 | ,2 | 30,81 | 25,29 | ,2 | 26,67 | 21,78 |
| ,3 | 34,49 | 28,47 | ,3 | 30,73 | 25,23 | ,3 | 26,58 | 21,71 |
| ,4 | 34,42 | 28,40 | ,4 | 30,65 | 25,16 | ,4 | 26,49 | 21,64 |
| ,5 | 34,35 | 28,34 | ,5 | 30,57 | 25,09 | ,5 | 26,41 | 21,56 |
| ,6 | 34,28 | 28,28 | ,6 | 30,49 | 25,02 | ,6 | 26,32 | 21,49 |
| ,7 | 34,20 | 28,22 | ,7 | 30,41 | 24,96 | ,7 | 26,23 | 21,42 |
| ,8 | 34,13 | 28,15 | ,8 | 30,33 | 24,89 | ,8 | 26,15 | 21,34 |
| ,9 | 34,06 | 28,09 | ,9 | 30,25 | 24,82 | ,9 | 26,06 | 21,27 |
| 957,0 | 33,99 | 28,03 | 962,0 | 30,17 | 24,75 | 967,0 | 25,97 | 21,20 |
| ,1 | 33,91 | 27,97 | ,1 | 30,09 | 24,68 | ,1 | 25,88 | 21,12 |
| ,2 | 33,84 | 27,90 | ,2 | 30,01 | 24,61 | ,2 | 25,79 | 21,05 |
| ,3 | 33,77 | 27,84 | ,3 | 29,93 | 24,55 | ,3 | 25,71 | 20,97 |
| ,4 | 33,69 | 27,78 | ,4 | 29,85 | 24,48 | ,4 | 25,62 | 20,90 |
| ,5 | 33,62 | 27,71 | ,5 | 29,77 | 24,41 | ,5 | 25,53 | 20,83 |
| ,6 | 33,55 | 27,65 | ,6 | 29,69 | 24,34 | ,6 | 25,44 | 20,75 |
| ,7 | 33,47 | 27,59 | ,7 | 29,60 | 24,27 | ,7 | 25,35 | 20,68 |
| ,8 | 33,40 | 27,52 | ,8 | 29,52 | 24,20 | ,8 | 25,27 | 20,60 |
| ,9 | 33,33 | 27,46 | ,9 | 29,44 | 24,13 | ,9 | 25,18 | 20,53 |
| 958,0 | 33,25 | 27,39 | 963,0 | 29,36 | 24,06 | 968,0 | 25,09 | 20,45 |
| ,1 | 33,18 | 27,33 | ,1 | 29,28 | 23,99 | ,1 | 25,00 | 20,38 |
| ,2 | 33,10 | 27,27 | ,2 | 29,20 | 23,92 | ,2 | 24,91 | 20,31 |
| ,3 | 33,03 | 27,20 | ,3 | 29,11 | 23,85 | ,3 | 24,82 | 20,23 |
| ,4 | 32,95 | 27,14 | ,4 | 29,03 | 23,78 | ,4 | 24,73 | 20,16 |
| ,5 | 32,88 | 27,07 | ,5 | 28,95 | 23,71 | ,5 | 24,64 | 20,08 |
| ,6 | 32,80 | 27,01 | ,6 | 28,87 | 23,64 | ,6 | 24,55 | 20,01 |
| ,7 | 32,73 | 26,94 | ,7 | 28,78 | 23,57 | ,7 | 24,46 | 19,93 |
| ,8 | 32,65 | 26,88 | ,8 | 28,70 | 23,50 | ,8 | 24,37 | 19,85 |
| ,9 | 32,58 | 26,81 | ,9 | 28,62 | 23,43 | ,9 | 24,28 | 19,78 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 969,0 | 24,19 | 19,70 | 974,0 | 19,59 | 15,87 | 979,0 | 14,97 | 12,07 |
| ,1 | 24,10 | 19,63 | ,1 | 19,49 | 15,79 | ,1 | 14,88 | 12,00 |
| ,2 | 24,01 | 19,55 | ,2 | 19,40 | 15,72 | ,2 | 14,79 | 11,92 |
| ,3 | 23,92 | 19,48 | ,3 | 19,31 | 15,64 | ,3 | 14,70 | 11,85 |
| ,4 | 23,83 | 19,40 | ,4 | 19,22 | 15,56 | ,4 | 14,61 | 11,78 |
| ,5 | 23,74 | 19,33 | ,5 | 19,12 | 15,49 | ,5 | 14,52 | 11,70 |
| ,6 | 23,65 | 19,25 | ,6 | 19,03 | 15,41 | ,6 | 14,43 | 11,63 |
| ,7 | 23,56 | 19,17 | ,7 | 18,94 | 15,33 | ,7 | 14,34 | 11,55 |
| ,8 | 23,47 | 19,10 | ,8 | 18,84 | 15,26 | ,8 | 14,25 | 11,48 |
| ,9 | 23,38 | 19,02 | ,9 | 18,75 | 15,18 | ,9 | 14,16 | 11,41 |
| 970,0 | 23,29 | 18,95 | 975,0 | 18,66 | 15,10 | 980,0 | 14,07 | 11,33 |
| ,1 | 23,19 | 18,87 | ,1 | 18,56 | 15,03 | ,1 | 13,98 | 11,26 |
| ,2 | 23,10 | 18,79 | ,2 | 18,47 | 14,95 | ,2 | 13,89 | 11,19 |
| ,3 | 23,01 | 18,72 | ,3 | 18,38 | 14,87 | ,3 | 13,81 | 11,11 |
| ,4 | 22,92 | 18,64 | ,4 | 18,28 | 14,79 | ,4 | 13,72 | 11,04 |
| ,5 | 22,83 | 18,56 | ,5 | 18,19 | 14,72 | ,5 | 13,63 | 10,97 |
| ,6 | 22,74 | 18,49 | ,6 | 18,10 | 14,64 | ,6 | 13,54 | 10,90 |
| ,7 | 22,65 | 18,41 | ,7 | 18,01 | 14,56 | ,7 | 13,45 | 10,82 |
| ,8 | 22,55 | 18,34 | ,8 | 17,91 | 14,49 | ,8 | 13,36 | 10,75 |
| ,9 | 22,46 | 18,26 | ,9 | 17,82 | 14,41 | ,9 | 13,27 | 10,68 |
| 971,0 | 22,37 | 18,18 | 976,0 | 17,73 | 14,34 | 981,0 | 13,18 | 10,61 |
| ,1 | 22,28 | 18,11 | ,1 | 17,63 | 14,26 | ,1 | 13,10 | 10,54 |
| ,2 | 22,19 | 18,03 | ,2 | 17,54 | 14,18 | ,2 | 13,01 | 10,46 |
| ,3 | 22,09 | 17,95 | ,3 | 17,45 | 14,11 | ,3 | 12,92 | 10,39 |
| ,4 | 22,00 | 17,88 | ,4 | 17,36 | 14,03 | ,4 | 12,83 | 10,32 |
| ,5 | 21,91 | 17,80 | ,5 | 17,26 | 13,95 | ,5 | 12,74 | 10,25 |
| ,6 | 21,82 | 17,72 | ,6 | 17,17 | 13,88 | ,6 | 12,66 | 10,18 |
| ,7 | 21,72 | 17,65 | ,7 | 17,08 | 13,80 | ,7 | 12,57 | 10,11 |
| ,8 | 21,63 | 17,57 | ,8 | 16,99 | 13,73 | ,8 | 12,48 | 10,03 |
| ,9 | 21,54 | 17,49 | ,9 | 16,89 | 13,65 | ,9 | 12,39 | 9,96 |
| 972,0 | 21,45 | 17,41 | 977,0 | 16,80 | 13,57 | 982,0 | 12,31 | 9,89 |
| ,1 | 21,35 | 17,34 | ,1 | 16,71 | 13,50 | ,1 | 12,22 | 9,82 |
| ,2 | 21,26 | 17,26 | ,2 | 16,62 | 13,42 | ,2 | 12,13 | 9,75 |
| ,3 | 21,17 | 17,18 | ,3 | 16,53 | 13,35 | ,3 | 12,05 | 9,68 |
| ,4 | 21,08 | 17,11 | ,4 | 16,43 | 13,27 | ,4 | 11,96 | 9,61 |
| ,5 | 20,98 | 17,03 | ,5 | 16,34 | 13,19 | ,5 | 11,87 | 9,54 |
| ,6 | 20,89 | 16,95 | ,6 | 16,25 | 13,12 | ,6 | 11,79 | 9,47 |
| ,7 | 20,80 | 16,87 | ,7 | 16,16 | 13,04 | ,7 | 11,70 | 9,40 |
| ,8 | 20,70 | 16,80 | ,8 | 16,07 | 12,97 | ,8 | 11,62 | 9,33 |
| ,9 | 20,61 | 16,72 | ,9 | 15,98 | 12,89 | ,9 | 11,53 | 9,26 |
| 973,0 | 20,52 | 16,64 | 978,0 | 15,88 | 12,82 | 983,0 | 11,44 | 9,19 |
| ,1 | 20,43 | 16,57 | ,1 | 15,79 | 12,74 | ,1 | 11,36 | 9,12 |
| ,2 | 20,33 | 16,49 | ,2 | 15,70 | 12,67 | ,2 | 11,27 | 9,05 |
| ,3 | 20,24 | 16,41 | ,3 | 15,61 | 12,59 | ,3 | 11,19 | 8,98 |
| ,4 | 20,15 | 16,33 | ,4 | 15,52 | 12,52 | ,4 | 11,10 | 8,91 |
| ,5 | 20,05 | 16,26 | ,5 | 15,43 | 12,44 | ,5 | 11,02 | 8,84 |
| ,6 | 19,96 | 16,18 | ,6 | 15,34 | 12,37 | ,6 | 10,93 | 8,77 |
| ,7 | 19,87 | 16,10 | ,7 | 15,25 | 12,29 | ,7 | 10,85 | 8,70 |
| ,8 | 19,77 | 16,03 | ,8 | 15,15 | 12,22 | ,8 | 10,76 | 8,64 |
| ,9 | 19,68 | 15,95 | ,9 | 15,06 | 12,15 | ,9 | 10,68 | 8,57 |

| ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | | ρ (20 °C) | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | % Vol | % mas |
| 984,0 | 10,60 | 8,50 | 989,0 | 6,56 | 5,23 | 994,0 | 2,86 | 2,27 |
| ,1 | 10,51 | 8,43 | ,1 | 6,48 | 5,17 | ,1 | 2,79 | 2,22 |
| ,2 | 10,43 | 8,36 | ,2 | 6,40 | 5,11 | ,2 | 2,72 | 2,16 |
| ,3 | 10,34 | 8,29 | ,3 | 6,33 | 5,05 | ,3 | 2,65 | 2,10 |
| ,4 | 10,26 | 8,23 | ,4 | 6,25 | 4,99 | ,4 | 2,58 | 2,05 |
| ,5 | 10,18 | 8,16 | ,5 | 6,17 | 4,92 | ,5 | 2,51 | 1,99 |
| ,6 | 10,09 | 8,09 | ,6 | 6,10 | 4,86 | ,6 | 2,44 | 1,94 |
| ,7 | 10,01 | 8,02 | ,7 | 6,02 | 4,80 | ,7 | 2,37 | 1,88 |
| ,8 | 9,93 | 7,95 | ,8 | 5,95 | 4,74 | ,8 | 2,30 | 1,83 |
| ,9 | 9,84 | 7,89 | ,9 | 5,87 | 4,68 | ,9 | 2,23 | 1,77 |
| 985,0 | 9,76 | 7,82 | 990,0 | 5,79 | 4,62 | 995,0 | 2,16 | 1,71 |
| ,1 | 9,68 | 7,75 | ,1 | 5,72 | 4,56 | ,1 | 2,09 | 1,66 |
| ,2 | 9,59 | 7,69 | ,2 | 5,64 | 4,50 | ,2 | 2,02 | 1,60 |
| ,3 | 9,51 | 7,62 | ,3 | 5,57 | 4,44 | ,3 | 1,95 | 1,55 |
| ,4 | 9,43 | 7,55 | ,4 | 5,49 | 4,38 | ,4 | 1,88 | 1,49 |
| ,5 | 9,35 | 7,49 | ,5 | 5,42 | 4,32 | ,5 | 1,82 | 1,44 |
| ,6 | 9,27 | 7,42 | ,6 | 5,34 | 4,25 | ,6 | 1,75 | 1,38 |
| ,7 | 9,18 | 7,35 | ,7 | 5,27 | 4,19 | ,7 | 1,68 | 1,33 |
| ,8 | 9,10 | 7,29 | ,8 | 5,19 | 4,13 | ,8 | 1,61 | 1,28 |
| ,9 | 9,02 | 7,22 | ,9 | 5,12 | 4,07 | ,9 | 1,54 | 1,22 |
| 986,0 | 8,94 | 7,15 | 991,0 | 5,04 | 4,01 | 996,0 | 1,47 | 1,17 |
| ,1 | 8,86 | 7,09 | ,1 | 4,97 | 3,96 | ,1 | 1,40 | 1,11 |
| ,2 | 8,78 | 7,02 | ,2 | 4,89 | 3,90 | ,2 | 1,34 | 1,06 |
| ,3 | 8,69 | 6,96 | ,3 | 4,82 | 3,84 | ,3 | 1,27 | 1,00 |
| ,4 | 8,61 | 6,89 | ,4 | 4,74 | 3,78 | ,4 | 1,20 | 0,95 |
| ,5 | 8,53 | 6,83 | ,5 | 4,67 | 3,72 | ,5 | 1,13 | 0,90 |
| ,6 | 8,45 | 6,76 | ,6 | 4,60 | 3,66 | ,6 | 1,07 | 0,84 |
| ,7 | 8,37 | 6,70 | ,7 | 4,52 | 3,60 | ,7 | 1,00 | 0,79 |
| ,8 | 8,29 | 6,63 | ,8 | 4,45 | 3,54 | ,8 | 0,93 | 0,74 |
| ,9 | 8,21 | 6,57 | ,9 | 4,38 | 3,48 | ,9 | 0,86 | 0,68 |
| 987,0 | 8,13 | 6,50 | 992,0 | 4,30 | 3,42 | 997,0 | 0,80 | 0,63 |
| ,1 | 8,05 | 6,44 | ,1 | 4,23 | 3,36 | ,1 | 0,73 | 0,58 |
| ,2 | 7,97 | 6,37 | ,2 | 4,16 | 3,31 | ,2 | 0,66 | 0,52 |
| ,3 | 7,89 | 6,31 | ,3 | 4,08 | 3,25 | ,3 | 0,60 | 0,47 |
| ,4 | 7,81 | 6,24 | ,4 | 4,01 | 3,19 | ,4 | 0,53 | 0,42 |
| ,5 | 7,73 | 6,18 | ,5 | 3,94 | 3,13 | ,5 | 0,46 | 0,37 |
| ,6 | 7,65 | 6,12 | ,6 | 3,86 | 3,07 | ,6 | 0,40 | 0,31 |
| ,7 | 7,57 | 6,05 | ,7 | 3,79 | 3,02 | ,7 | 0,33 | 0,26 |
| ,8 | 7,50 | 5,99 | ,8 | 3,72 | 2,96 | ,8 | 0,26 | 0,21 |
| ,9 | 7,42 | 5,93 | ,9 | 3,65 | 2,90 | ,9 | 0,20 | 0,16 |
| 988,0 | 7,34 | 5,86 | 993,0 | 3,58 | 2,84 | 998,0 | 0,13 | 0,10 |
| ,1 | 7,26 | 5,80 | ,1 | 3,50 | 2,78 | ,1 | 0,07 | 0,05 |
| ,2 | 7,18 | 5,74 | ,2 | 3,43 | 2,73 | ,2 | 0,0 | 0,0 |
| ,3 | 7,10 | 5,67 | ,3 | 3,36 | 2,67 | | | |
| ,4 | 7,02 | 5,61 | ,4 | 3,29 | 2,61 | | | |
| ,5 | 6,95 | 5,55 | ,5 | 3,22 | 2,56 | | | |
| ,6 | 6,87 | 5,48 | ,6 | 3,15 | 2,50 | | | |
| ,7 | 6,79 | 5,42 | ,7 | 3,08 | 2,44 | | | |
| ,8 | 6,71 | 5,36 | ,8 | 3,00 | 2,39 | | | |
| ,9 | 6,64 | 5,30 | ,9 | 2,93 | 2,33 | | | |