

František Link — Zdeněk Sekera:

Dioptrische Tafeln der Erdatmosphäre

Tables dioptriques de l'atmosphère
terrestre

*Vydáno s podporou Masarykova fondu
při České národní radě badatelské*

P R A H A 1 9 4 0

TISKÁRNA »PROMETHEUS«, P R A H A

1. Einleitung. Die dioptrischen Tafeln der Erdatmosphäre sind zur Lösung aller Probleme in der Astrophysik und Geophysik bestimmt, in den man den Gang der Lichtstrahlen durch die Erdatmosphäre verfolgt. Die Tafeln geben uns nämlich für jeden Punkt des Lichtstrahles—entweder direkt oder nach einer leichten Interpolation alle Angaben, die man in der Astrophysik, in der meteorologischen Optik und in der Physik der hohen Atmosphäre¹⁾ braucht.

Die Lichtkurve jedes Lichtstrahls ist durch zwei Parameter bestimmt: durch die Höhe h_0 des Punktes A , aus dem sie ausgeht, und durch die zugehörige Zenitdistanz z des ausgehenden Lichtstrahls in diesem Punkte. Durch einen anderen, ganz beliebigen Punkt B in der Höhe h können zwei verschiedene Typen solcher Lichtkurven durchgehen:

1. die schiefen Lichtkurven, die von der Erdoberfläche $h_0 = 0$ unter der Zenitdistanz $z < 90^\circ$ ausgehen (s. Fig. 2a),
2. die horizontalen Lichtkurven, die von einem Punkte in der Höhe h_0 ($0 \leq h_0 \leq h$) unter der Zenitdistanz $z = 90^\circ$ ausgehen (s. Fig. 2b).

Unsere Tafeln sind auch nach dieser Hinsicht in zwei Kategorien — auf die schiefen und horizontalen Lichtkurven — geteilt.

Bei dem oben erwähnten Gebrauch kommen in ganzem 6 von der Höhe h abhängige Elemente der schiefen, sowie der horizontalen Lichtkurve in Betracht, und zwar:

1. Der Winkel φ , (s. Fig. 1), der in seiner Abhängigkeit von der Höhe h die Gestalt der Lichtkurve bestimmt.
2. Der Winkel R , die s. g. Refraktion in dem beliebigen Punkte B .
3. Das Verhältnis $\frac{dR}{dz}$ für die schiefen, $\frac{d\bar{R}}{dh_0}$ für die horizontalen Lichtkurven.
4. Der Winkel i , den die Lichtkurve mit dem Radiusvektor des Punktes B einschließt.
5. Die in Kilometern der Luft von der normalen Dichte ausgedrückte Luftmasse M zwischen den Punkten A und B .
6. Die Länge der Lichtkurve s zwischen den Punkten A und B .

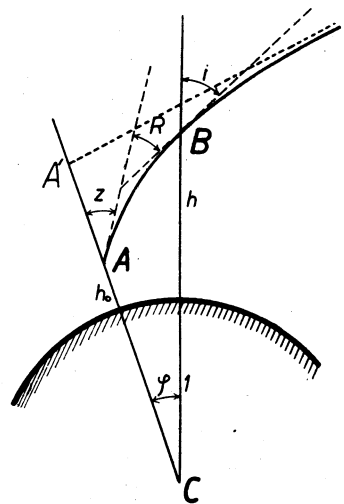


Fig. 1.

2. Die Struktur der Atmosphäre. Zur numerischen Berechnung der einzelnen, oben erwähnten Elemente ist es notwendig, die Luftdichte ρ und ihren relativen vertikalen Gradient β als Funktion der Höhe h zu kennen. Der ziemlich komplizierten meteorologischen Verhältnisse wegen kann man die Luftdichte durch keinen analytischen Ausdruck der Funktion $\rho = f(h)$ genügend präzise ausdrücken. Infolgedessen wurden bei den Berechnungen die numerischen Werte der Luftdichte benutzt, die teils aus den aerologischen Aufstiegen, teils aus der Forschung der hohen Atmosphäre gewonnen worden sind. Bis in die Höhe von 20 km wurden die für Mitteleuropa geltenden Luftdichten nach Humphreys³⁾ benutzt und zwar getrennt die Werte für Winter und Sommer, mit der Rücksicht auf die Luftfeuchtigkeit. Von 20 km bis 45 km der Höhe wurden die Luftdichten aus den Temperaturen der hohen Atmosphäre berechnet, die Duckert⁴⁾ aus den Anomalien der Schallausbreitung abgeleitet hat, und zwar wieder getrennt für Winter und Sommer. Die Luftdichten wurden an die Werte von Humphreys in der Höhe von 20 km angefügt, und durch die numerische Integration der bekannten Gleichung

$$\log \rho = \log \rho_{20} + \log T_{20} - \log T - \frac{0,4343 mg}{\mathfrak{R}} \int_{20}^h \frac{dh}{T} \quad (1)$$

gewonnen, wo T die Temperatur im absoluten Maß, m das Molekulargewicht, g die Erdbeschleunigung, \mathfrak{R} die Gaskonstante, \log den dekadischen Logarithmus bezeichnet. Die relative vertikale Dichteänderung wurde direkt aus den Temperaturangaben nach der Formel

$$\beta = \left| \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dh} \right| = \frac{1}{T} \left(\frac{mg}{\mathfrak{R}} + \frac{dT}{dh} \right) \quad (2)$$

berechnet.

Von der 45 km Höhe wurden die Werte von Luftdichte benutzt, die Lindemann und Dobson aus den Meteorbeobachtungen⁵⁾ und Link aus den Dämmerungserscheinungen⁶⁾ abgeleitet haben. Diese Angaben gelten nur für eine mittlere Jahreszeit und wurden an die Werte der Luftdichte in der Höhe von 45 km angefügt, da ihr Einfluß in meisten Fällen sehr gering ist. Die Größe β wurde durch numerische Differentiation der Werte von ρ berechnet.

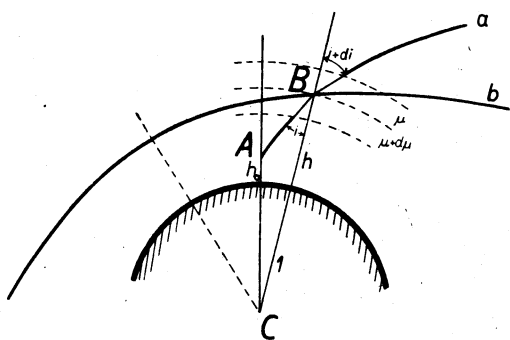


Fig. 2.

3. Die Grundformeln. Nach dem Gesetze von Snellius ist (s. Fig. 2)

$$\mu \sin(i + di) = (\mu + d\mu) \sin i, \quad (3)$$

wo μ den Brechungsindex der Luft und $d\mu$ seine Änderung bei der Änderung der Höhe um dh bezeichnet. Setzen wir $di = -dR$, dann bekommen wir aus (3) den Ausdruck für die Refraktion

$$R = - \int_{h_0}^h \frac{1}{\mu} \operatorname{tg} i \, d\mu. \quad (4)$$

Da der Brechungsindex μ von der Luftdichte durch die Relation

$$\mu = 1 + c\rho \quad (c \doteq 3 \cdot 10^{-4})$$

abhängt, ist der Winkel i durch die Gleichung

$$\sin i = (1 - k) \sin z, \quad k = h - h_0 - c(\rho_0 - \rho) \quad (5)$$

gegeben, die sich aus der bekannten Beziehung der Theorie der Refraktion

$$\mu(1 + h) \sin i = \mu_0(1 + h_0) \sin i_0 \quad (6)$$

ergibt, wenn wir — wie bei allen folgenden Betrachtungen — die Glieder von zweiter und höherer Ordnung der kleinen Größen $c\rho$ und h vernachlässigen. [Als Einheit der Höhe h ist der Erdradius (6370 km) gewählt.] Wegen (2) und (5) ist dann das Refraktionsintegral mit einer genügenden Genauigkeit, die der Genauigkeit der als Grund der Rechnung genommenen Angaben, sowie aller Anwendungen in der Astro- und Geophysik vollkommen entspricht, durch den Ausdruck

$$R = \int_{h_0}^h c\rho \beta \operatorname{tg} i \, dh \quad (7)$$

gegeben. Ganz analog ergibt sich

$$s = \int_{h_0}^h \sec i \, dh \quad (8)$$

$$M = \int_{h_0}^h \rho \sec i \, dh. \quad (9)$$

Aus einer rein geometrischen Beziehung (s. Fig. 1) folgt für den Winkel φ die Relation

$$\varphi = z + R - i. \quad (10)$$

Mit den oben erwähnten Werten der Luftdichte ρ und mit ihrem relativen vertikalen Gradienten β kann man die Integrale (7), (8), (9) durch numerische Integration berechnen. In der Nähe des Horizonten, wo sich der Winkel i zwischen den Grenzen $88^\circ < i < 90^\circ$ befindet, kann aber diese Integration mit genügender Genauigkeit nicht durchgeführt werden, und für den Wert $z = 90^\circ$ wachsen die Integranden über alle Grenze an. Darum führen wir vorteilhaft die neue Integrationsveränderliche²⁾

$$Z = \cos i \quad (11)$$

ein. Dann ist

$$dZ = (1 - c\rho\beta) \sin z \operatorname{tg} i \, dh \quad (12)$$

und

$$R = \frac{1}{\sin z} \int_{Z_0}^Z K \, dZ, \quad M = \frac{1}{\sin^2 z} \int_{Z_0}^Z L \, dZ, \quad s = \frac{1}{\sin^2 z} \int_{Z_0}^Z N \, dZ, \quad (13), (14), (15)$$

$$K \doteq \frac{c\rho\beta}{1 - c\rho\beta}, \quad L \doteq \frac{\rho}{1 - c\rho\beta}, \quad N \doteq \frac{1}{1 - c\rho\beta}$$

da wir der oben eingeführten Maßeinheit wegen, 1 gegen β , und k gegen $c\rho\beta$ gut vernachlässigen können. Nach dieser Transformation kann die numerische Integration auch in dem oben erwähnten Intervall durchgeführt werden. Bei der Berechnung der dioptrischen Tafeln wurde diese Transformation nur in diesem Intervalle angewendet, der übrige Teil der Integrale wurde dann nach den Grundformeln (7), (8), (9) berechnet.

4. Die Differentialausdrücke. Bei der Lösung mancher Probleme, besonders der photometrischen, ist es notwendig, auch die Ausdrücke $\frac{dR}{dz}$ bzw. $\frac{dR}{dh_0}$ und $\frac{di}{dz}$ zu kennen. Aus der Definition der Größen i und R ergibt sich durch Derivation

$$\frac{di}{dz} = (1 - k) \cos z \sec i \quad (16)$$

und den oben erwähnten Vernachlässigungen entsprechend

$$\frac{dR}{dz} = \cos z \int_{h_0}^h c\rho\beta \sec^3 i \, dh. \quad (17)$$

Im Intervalle $88^\circ < i < 90^\circ$ kann die numerische Integration aus denselben Gründen wie oben nicht durchgeführt werden. Um einen passenden Ausdruck für $\frac{dR}{dz}$ zu bekommen, umformen wir zuerst den Ausdruck (13) durch die partielle Integration in den folgenden,

$$R = \frac{1}{\sin z} [KZ - K_0 Z_0 - \int_{K_0}^K Z \, dK] \quad (18)$$

woraus sich nach einer leichten Umformung

$$\frac{dR}{dz} = K_0 - \cotg z [R + (1 - k) K \operatorname{tg} i - \int_{K_0}^K (1 - k) \operatorname{tg} i \, dK] \quad (19)$$

ergibt. Führen wir in das Integral von (19) die ursprüngliche Veränderliche h und wieder die Transformation (H) ein, dann bekommen wir den zur numerischen Integration anwendbaren Ausdruck

$$\frac{dR}{dz} = K_0 - \cotg z [R + (1 - k) K \operatorname{tg} i - \frac{1}{\sin z} \int_{Z_0}^Z H \, dZ], \quad (20)$$

wo

$$H = \frac{1 - k}{1 - c_{\rho}\beta} \frac{dK}{dh} \doteq N \frac{dK}{dh}.$$

In der Nähe des Horizonten teilen wir den Integrationsintervall $\langle h_0, h = h_2 \rangle$ in zwei Teile: im ersten Teile, in dem Intervalle $\langle h_0, h_1 \rangle$ benutzen wir den Ausdruck (20), in dem zweiten Teile den Ausdruck (17), indem wir darin i_1 anstatt z setzen. Es wird also $R = R_{02} = R_{01} + R_{12}$ und

$$\frac{dR}{dz} = \frac{dR_{01}}{dz} + \frac{dR_{12}}{di_1} \frac{di_1}{dz} = K_0 - \cotg z [R_{01} + (1 - k_1) K_1 \tg i_1 - \frac{1}{\sin z} \int_{z_0}^{z_1} H dZ - \sin z \int_{h_1}^{h=h_2} c_{\rho}\beta \sec^3 i dh]. \quad (21).$$

Am Horizont (d. h. für $z = 90^\circ$) ist dann $\frac{dR}{dz} = K_0$, unabhängig von der oberen Grenze des Integrals.

Für die horizontalen Lichtkurven verliert $\frac{dR}{dz}$ die frühere Bedeutung und an seiner Stelle tritt das Verhältnis $\frac{d\bar{R}}{dh_0}$, dessen Wert man wieder aus (18) ableiten kann, indem man darin $z = 90^\circ$ setzt. Somit ergibt sich

$$\frac{d\bar{R}}{dh_0} = K \frac{dZ}{dh_0} - \int_{z_0}^z \frac{dZ}{dh_0} dK,$$

woraus wegen (12)

$$\frac{dR}{dh_0} = -(1 - c_{\rho_0}\beta_0) [K \tg i - \int_{K_0}^K \tg i dK] = -(1 - c_{\rho_0}\beta_0) [K \tg i - \int_0^z H' dZ] \quad (22)$$

folgt, wo $H' = \frac{1}{1 - c_{\rho}\beta} \frac{dK}{dh} \doteq H$.

In den dioptrischen Tafeln führen wir aber das Verhältnis $\frac{d\bar{R}}{dD}$ an, wo D die Entfernung der Lichtkurvenasymptote von dem Erdmittelpunkt bedeutet. Nach dem Gesetze (6) ist $D = \mu (1 + h) \sin i$, und im Falle der horizontalen Lichtkurven ($z = 90^\circ$)

$$D = 1 + h_0 + c_{\rho_0}, \quad \frac{dD}{dh_0} = 1 - c_{\rho_0}\beta_0$$

und also

$$\frac{d\bar{R}}{dD} = -K \tg i + \int_0^z H' dZ. \quad (23)$$

In der Nähe des Horizonten teilen wir wieder das Integrationsintervall in zwei Teile: $\langle h_0, h_1 \rangle$, wo $i \geq 88^\circ$ ist, $\langle h_1, h = h_2 \rangle$, wo $i \leq 88^\circ$ ist. Es wird also

$$\frac{d\bar{R}}{dh_0} = \frac{d\bar{R}_{01}}{dh_0} + \frac{d\bar{R}_{12}}{dh_0}.$$

Im ersten Teilintervalle rechnen wir nach (22), in dem zweiten Teilintervalle derivieren wir das Integral (7) nach h_0 und wir bekommen

$$\frac{d\bar{R}_{12}}{dh_0} = (1 - c_{\rho_0}\beta_0) \int_{h_1}^{h_2} c_{\rho}\beta \sec^3 i dh \quad (24)$$

und schließlich

$$\frac{d\bar{R}}{dD} = -K_1 \tg i_1 + \int_0^z H dZ + \int_{h_1}^{h_2} c_{\rho}\beta \sec^3 i dh. \quad (25)$$

5. Berechnung und Anwendung der Tafeln. Der Grund aller Rechnungen war der nach (5) berechnete Winkel i . Mit seinem Wert wurden dann die Werte der einzelnen Funktionen in den Integralen (7), (8), (9), (17), (21) und (25) für jedes Kilometer der Höhe berechnet und die Integration nach der Trapezformel an der Rechenmaschine durchgeführt. Im Bereiche, wo $88^\circ < i < 90^\circ$ war, wurden die Formeln (13), (14), (15), und (22) angewendet, die Integrationen durch Planimetrieren der in einem großen Maßstabe gezeichneten Kurven der integrierten Funktionen durchgeführt und die Resultaten dann an die numerische Integration angeführt. Der Winkel φ wurde nach der Formel (10) berechnet.

Alle Berechnungen wurden unabhängig und getrennt für Winter und Sommer durchgeführt und die zugehörigen Werte der einzelnen Elemente nebeneinander geschrieben. Dann wurden die Differenzen der Werte für Winter und Sommer berechnet, und dadurch die zufälligen beim Rechnen und Abschreiben entstandenen Fehler gesucht. Bei den numerischen Rechnungen halfen bereitwillig Frau J. Sekerová und Frl. Z. Sládková. Einfacheren Gebrauchs wegen wurden die Elemente der schiefen Lichtkurven nicht nur für den Wert des Parameters $h_0 = 0$, sondern auch für weitere, nach 5 km fortschreitende Werte von dem Parameter d. h. für $h_0 = 0, 5, 10, 15, 20$ km, und in allen diesen Fällen für die folgenden Werte des zweiten Parameters $z = 89,5^\circ, 89^\circ, 88,5^\circ, 88^\circ, 87^\circ, 86^\circ, 85^\circ, 83^\circ, 80^\circ, 75^\circ$ berechnet. Für kleinere Zenitdistanzen sind die Annäherungsformeln des nächsten Abschnittes anzuwenden.

Die horizontalen Lichtkurven sind dem, bis 16 km Höhe nach 1 km fortschreitenden, von 16 km bis zu 30 km nach je 2 km fortschreitenden Parameter h_0 nach geordnet. Das Argument in der Zeilen aller Tafeln ist die relative Höhe $h - h_0$, die bis 20 km Höhe nach je 1 km, von 20 km bis 40 km Höhe nach je 5 km fortschreitet. In größeren Höhen sind die Lichtkurven schon genügend geradlinig, sodaß die Annäherungsformeln des nächsten Abschnittes gut benutzt werden können.

Die Winkelelemente sind in sexagesimalen Graden und ihren Dezimalbrüchen angegeben. Das Verhältnis $\frac{dR}{dz}$ ist an einen Radian des Winkels z und das Verhältnis $\frac{d\bar{R}}{dD}$ an den Erdradius (6370 km) bezogen. Die Luftmassen sind in Kilometern der Luft von dem spezifischen Gewicht $1,293 \text{ g/dm}^3$ und die Länge der Lichtkurven in Kilometern ausgedrückt. Die Genauigkeit, mit der alle Elemente tabuliert sind, entspricht vollständig der Genauigkeit der Angaben, die als Grund der Berechnungen dienten, der Genauigkeit der einzelnen Berechnungen, sowie der Genauigkeit, die bei allen Anwendungen in der Astro- und Geophysik erforderlich ist.

Alle Berechnungen wurden mit dem Wert $c = 293 \cdot 10^{-6}$ durchgeführt, der der Wellenlänge $\lambda = 5300 \text{ \AA}$ entspricht. Die Rücksicht auf die Dispersion der Luft, d. h. auf die Abhängigkeit der Konstante c von der Wellenlänge λ , kann leicht mittels der folgenden Beziehungen genommen werden. Bezeichnen wir mit c' , bzw. R' den der Wellenlänge λ' entsprechenden Wert von c , bzw. von R , dann gilt:

$$R' = \frac{c'}{c} R = 3,41 \cdot 10^3 c' R, \text{ und analog } \frac{dR'}{dz} = 3,41 \cdot 10^3 c' \frac{dR}{dz} \text{ oder } \frac{d\bar{R}'}{dD} = 3,41 \cdot 10^3 c' \frac{d\bar{R}}{dD}. \text{ Auf die Ele-}$$

mente i , s und M übt die Dispersion der Luft nur einen sehr geringen Einfluß, der vernachlässigt werden kann. Übrigens ist auch der Einfluß der Dispersion auf R und seine Derivation in meisten Fällen kleiner als 2% des tabulierten Wertes. Für die Korrektur des Winkels φ , der Dispersion der Luft wegen, bekommen wir offenbar die Formel

$$\varphi' = \varphi + R (3,41 \cdot 10^3 c' - 1).$$

Bei der Anwendung dieser Tafeln suchen wir durch den passenden Wahl der Verhältnisse eine Interpolation zu vermeiden, bei den schiefen Lichtkurven besonders die Interpolation hinsichtlich zu h_0 , da in diesem Falle die komplizierte Struktur der Atmosphäre in die Rechnung eintritt.

In groben Zügen können wir alle 6 Elemente nach dem Charakter ihres Verlaufs in zwei Gruppen anordnen. In der ersten Gruppe sind die Elemente R , $\frac{dR}{dz}$, $\frac{d\bar{R}}{dD}$ und M enthalten, ihr Verlauf ist in Fig. 3 graphisch dargestellt. In der zweiten Gruppe sind die Elemente φ , i , s , deren Verlauf in Fig. 4 dargestellt ist.

Vor den dioptrischen Tafeln führen wir die Tafel I ein, wo die Grundgrößen $\log \rho$ und β angegeben sind, sowie die Größe $K_0 = \frac{dR}{dz}$ für $z = 90^\circ$, die Luftmassen im Zenit M_0 , die Werte des Winkels $180^\circ - i$ für $h_0 = 0$ und $z = 90^\circ$, welche die Zenitdistanzen des Horizonten in den verschiedenen Höhen oder um 90° verkleinert, die Depression des Horizonten mit Rücksicht auf die Refraktion definieren.

Schließlich seien hier einige Beispiele der Anwendung dieser Tafeln angeführt: a) Aus einem Punkte in der Höhe $h_0 = 10$ km geht ein Lichtstrahl unter dem Winkel $z = 88^\circ$ aus. Wir fragen nach den

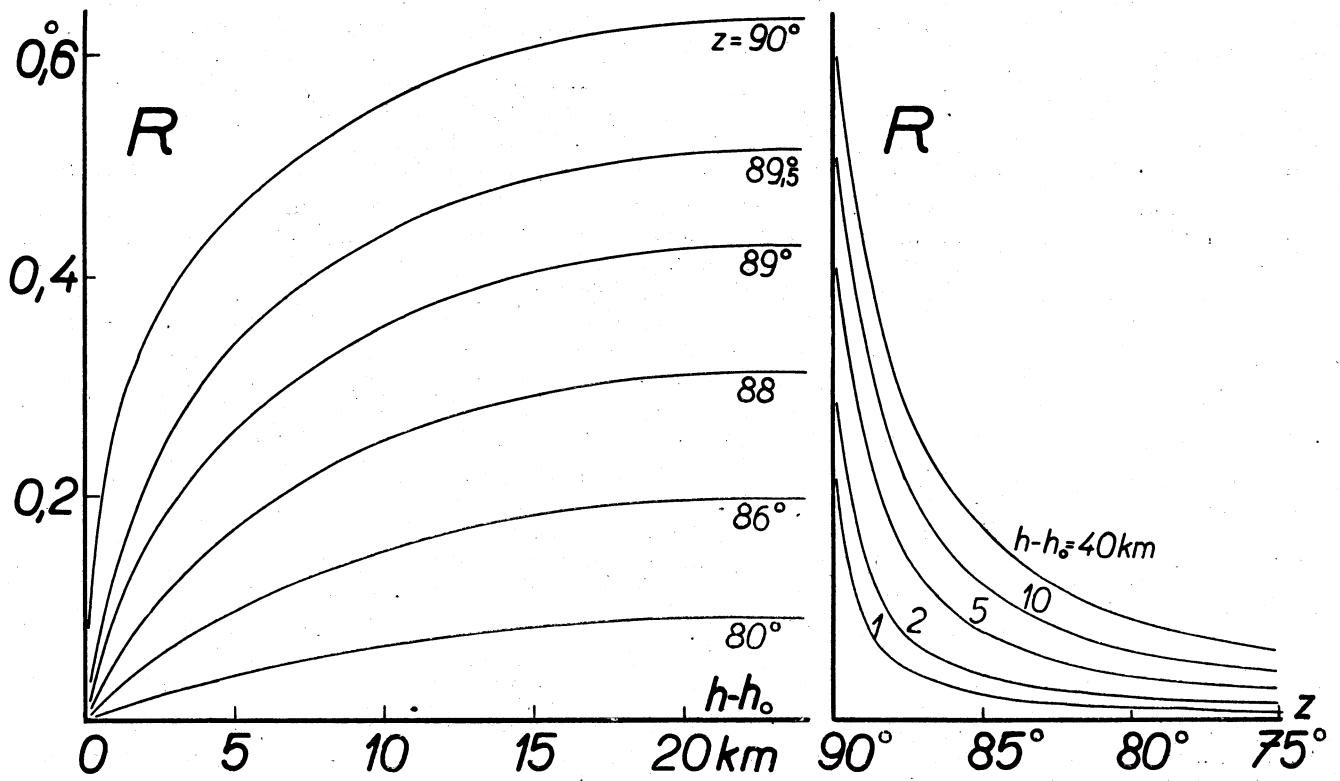


Fig. 3.

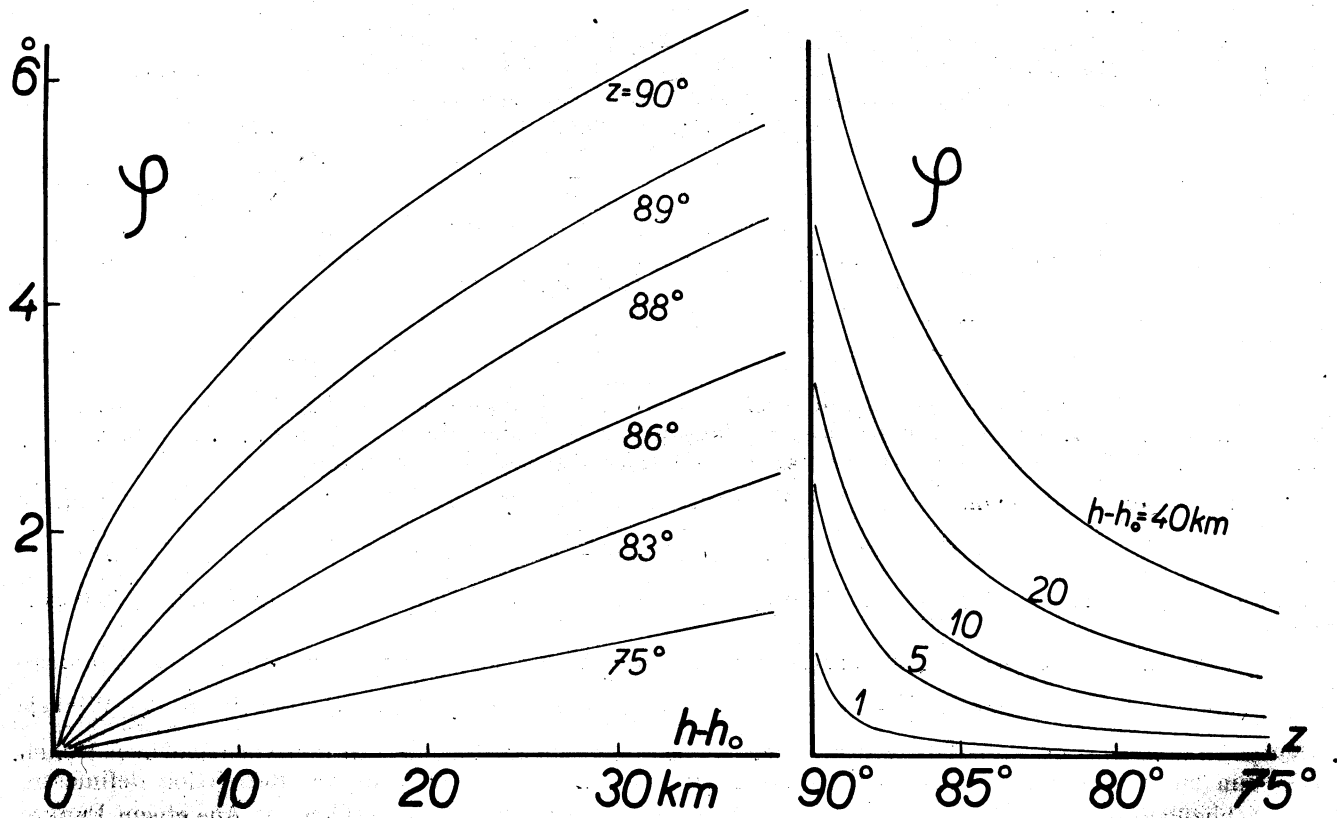


Fig. 4.

Elementen seiner Lichtkurve in der Höhe 28 km im Winter. Die zugehörige relative Höhe ist 18 km, und zu diesem Werte finden wir in den entsprechenden Tafeln der schiefen Lichtkurven

$$\varphi = 2,79^\circ, R = 0,103^\circ, \frac{dR}{dz} = 1,71^\circ, i = 85,31^\circ, M = 39,4 \text{ km}, s = 311 \text{ km}.$$

b) Der Lichtstrahl geht durch einen Punkt in der Höhe $h_0 = 8 \text{ km}$ horizontal ($z = 90^\circ$). Wir fragen nach den Elementen seiner Lichtkurve in der Höhe von 15 km im Winter. Die relative Höhe beträgt 7 km, und für dieses Argument finden wir in den Tafeln der horizontalen Lichtkurven

$$\varphi = 2,81^\circ, R = 0,219^\circ, \left| \frac{dR}{dD} \right| = 194^\circ, i = 87,41^\circ, M = 96,5 \text{ km}, s = 311 \text{ km}.$$

6. Die vereinfachten Beziehungen. Die dioptrischen Tafeln enden an den Stellen, von denen beginnend man die Elemente der Lichtkurven ohne Integration berechnen kann. Dies tritt in zwei Fällen ein, entweder für die Zenitdistanzen, die kleiner sind als 75° , oder für größere Höhen $h > h_0 + 40 \text{ km}$. Bei den kleinen Zenitdistanzen ($z < 75^\circ$) können wir das Refraktionsintegral mit genügender Genauigkeit auch in der Form

$$R = c \sin z \int_h^{h_0} \frac{d\rho}{\sqrt{\cos^2 z + 2k}} = c \operatorname{tg} z \int_h^{h_0} \left(1 - \frac{k}{\cos^2 z} + \dots \right) d\rho$$

schreiben. Das erste Glied in der Reihenentwicklung gibt schon eine gute Annäherung für die Refraktion, wenn $z < 75^\circ$ ist, sodaß für diesen Bereich

$$R = c (\rho_0 - \rho) \operatorname{tg} z$$

gesetzt werden kann. Ganz analog ergibt sich

$$M = M_0 \sec z, M_0 = \int_{h_0}^h \rho dh, s = (h - h_0) \sec z, \frac{dR}{dz} = c (\rho_0 - \rho) \sec^2 z.$$

Ist $90^\circ \leq z \leq 75^\circ$, aber $h > h_0 + 40 \text{ km}$, dann wird die Lichtkurve geradlinig. Bezeichnen wir mit Index 1 die Elemente der Lichtkurve, mit denen die dioptrischen Tafeln enden, d. h. in der Regel die der Höhe $h_1 = h_0 + 40 \text{ km}$ entsprechenden Werte, dann ändern sich die Elemente $R, M, \frac{dR}{dz}$, bzw. $\frac{dR}{dD}$ praktisch nicht mehr für $h > h_1$, und es bleibt übrig, die Ausdrücke für φ, i und s in der Abhängigkeit von h abzuleiten. Aus der Definition von i in (6) und wegen (10) folgt für i und φ in diesem Bereiche unmittelbar die Beziehung

$$\sin i = \sin (z + R_1 - \varphi) = \frac{(1 + h_1) \sin i_1}{1 + h}$$

und für s aus der Sinussatz

$$s - s_1 = \frac{1 + h}{\sin i_1} \sin (\varphi - \varphi_1).$$

Das Herausgeben dieser Tafeln wurde durch eine Subvention aus dem Masarykfonde beim Čechischen Nationalforschungsräte, sowie durch eine Unterstützung von der Leitung der Prager Sternwarte ermöglicht. Deswegen genügen wir hiemit der angenehmen Pflicht, der Leitung der beiden Institutionen für diese Unterstützungen aufs herzlichste zu danken.

RÉSUMÉ.

Tables dioptriques de l'atmosphère terrestre.

Les présentes Tables sont destinées à la solution d'un grand nombre de problèmes relatifs à l'atmosphère terrestre chaque fois où l'on suit la marche des rayons lumineux dans les parties basses de celle-ci.

Une trajectoire lumineuse possède deux paramètres suivants: h_0 l'altitude de son point de départ A (voir la fig. 1) et z la distance zénithale en ce point. Par un point quelconque B dans l'atmosphère passent deux catégories des trajectoires:

1. Trajectoires obliques pour lesquelles $h_0 = 0$ et $z < 90^\circ$.
2. Trajectoires horizontales pour lesquelles $0 \leq h_0 \leq h$ et $z = 90^\circ$.

Les Tables contiennent en fonction de l'altitude h du point B les six éléments suivants (voir la fig. 1):

1. L'angle φ qui définit la forme de la trajectoire lumineuse.
2. La réfraction R .
3. La rapport $\frac{dR}{dz}$ pour les trajectoires obliques et $\frac{d\bar{R}}{dh_0}$ pour les trajectoires horizontales.
4. L'angle i de la trajectoire avec le rayon vecteur en B .
5. La masse d'air M traversée par les rayons entre A et B exprimée en kilomètres d'air normal.
6. La longueur s de la trajectoire entre A et B .

La structure adoptée pour le calcul des éléments précédents est définie par le Tableau I. Les données de ce Tableau résultent des sondages aérologiques et autres de l'atmosphère.

Literatur:

1. F. Link — Z. Sekera: Tables of light path within the Earth's atmosphere. Int. Union Geod. Geophys. Washington, 1939.
2. F. Link: Nouvelles tables de masses d'air. Journ. Obs. XVII, 1934.
3. W. J. Humphreys: Physics of Air. 1929, p. 74.
4. P. Duckert: Erg. d. kosm. Physik, Vol. I, p. 236, 1931.
5. F. A. Lindemann - G. M. B. Dobson: Proc. Roy. Soc. London, Ser. A. Vol. 102, p. 441, 1922.
6. F. Link: Sondages etc. Jour. des Observ. Vol. XVIII, p. 161, 1934.

Tafeln

Fundamentalgrößen der Erdatmosphäre	S. 13
Schiefe Lichtkurven.	S. 14—23
Horizontale Lichtkurven	S. 24—28

Tafel I.

h km	$-\log \varrho$		$\frac{\beta}{6370 \text{ km}}$		K_0		M_0		$180^\circ - i$ $h_0 = 0 \text{ km}$	
	w	s	w	s	w	s	w km	s km	w	s
0	—0,003	0,024	0,124	0,119	17,10	15,34	8,03	8,05	90,00	90,00
1	+0,054	071	114	105	13,30	11,46	7,09	7,15	90,91	90,92
2	102	114	111	103	11,22	9,95	6,26	6,34	91,29	91,31
3	149	159	108	105	9,58	9,01	5,51	5,61	91,60	91,62
4	196	205	108	107	8,39	8,11	4,83	4,95	91,86	91,87
5	242	251	108	107	7,48	7,23	4,23	4,36	92,08	92,10
6	288	297	111	107	6,85	6,51	3,68	3,82	30	31
7	336	342	115	108	6,29	5,77	3,20	3,34	49	50
8	388	390	121	110	5,84	5,22	2,76	2,91	67	68
9	442	437	129	116	5,44	4,90	2,38	2,53	84	86
10	500	490	140	124	5,18	4,64	2,04	2,18	93,00	93,02
11	563	543	152	135	4,83	4,44	1,74	1,88	16	17
12	631	608	159	149	4,27	4,21	1,45	1,61	30	32
13	700	674	159	156	3,59	3,75	1,27	1,38	44	46
14	767	741	156	157	3,01	3,21	1,09	1,19	58	60
15	836	808	157	157	2,56	2,76	0,93	1,02	72	73
16	904	875	158	156	2,19	2,30	0,79	0,88	85	86
17	972	941	158	155	1,87	1,95	0,68	0,75	98	99
18	1,041	1,009	159	157	1,59	1,69	0,58	0,65	94,10	94,12
19	110	076	157	158	1,34	1,45	0,49	0,56	22	24
20	178	142	161	154	1,17	1,21	0,42	0,48	34	35
21	247	208	161	153	0,99	1,03	0,36	0,41	46	47
22	317	274	161	153	0,84	0,88	0,31	0,35	57	58
23	387	341	160	153	0,71	0,75	0,26	0,30	68	69
24	456	407	160	153	0,61	0,65	0,22	0,26	79	80
25	526	473	171	153	0,55	0,56	0,19	0,22	89	90
26	604	539	176	153	0,47	0,48	0,16	0,19	99	95,00
27	679	604	174	153	0,39	0,41	0,14	0,17	95,10	11
28	755	670	172	153	0,33	0,35	0,12	0,14	20	21
29	828	737	169	152	0,27	0,30	0,11	0,12	29	30
30	1,904	1,803	0,169	0,152	0,23	0,26	0,09	0,11	95,38	95,40

h km	$-\log \varrho$		$\frac{\beta}{6370 \text{ km}}$		h km	$-\log \varrho$		h km	$-\log \varrho$		h km	$\frac{\beta}{6370 \text{ km}}$	
	w	s	w	s		w,s	$\frac{\beta}{6370 \text{ km}}$ w,s		w,s	w,s		w,s	
31	1,973	1,868	0,165	0,151	46	2,82	0,095	61	3,36	0,074			
32	2,046	934	162	153	47	86	92	62	39	73			
33	115	2,023	158	182	48	90	90	63	43	73			
34	182	108	154	188	49	94	88	64	46	72			
35	247	187	151	168	50	98	86	65	49	72			
36	312	255	144	163	51	3,02	84	66	53	71			
37	375	325	139	157	52	05	83	67	56	70			
38	433	393	135	151	53	09	82	68	59	69			
39	490	456	131	141	54	12	81	69	62	68			
40	546	518	122	136	55	16	80	70	65	67			
41	597	575	114	128	56	19	79	71	68	66			
42	644	629	112	121	57	23	78	72	71	65			
43	696	680	107	116	58	26	77	73	73	64			
44	739	731	104	111	59	30	76	74	76	64			
45	2,786	2,779	0,103	0,105	60	3,33	0,075	75	3,79	0,063			

$z = 89,5^\circ$ R $z = 89,0^\circ$

h_0	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	140	126	071	071	060	048	026	028	012	012	094	081	047	047	034	031	018	018	008	008
2	216	193	118	111	087	075	040	042	018	019	152	135	082	080	059	054	028	030	013	013
3	268	239	147	137	108	096	050	053	022	023	197	176	110	105	077	072	036	038	017	017
4	307	275	173	163	122	112	055	059	025	026	232	209	133	125	091	085	042	045	020	020
5	338	307	194	182	134	124	060	064	027	028	260	237	152	142	101	096	047	050	022	022
6	364	331	212	198	143	133	065	069	029	030	285	259	169	158	109	105	050	054	024	024
7	385	352	227	213	150	140	068	072	031	032	305	279	183	171	116	112	053	057	025	026
8	404	369	239	225	155	146	070	074	032	033	323	297	195	183	121	117	056	060	026	027
9	421	384	249	235	160	151	072	077	033	034	339	311	204	193	125	122	058	062	027	028
10	436	397	257	244	163	155	074	078	033	034	353	324	211	201	129	125	059	063	028	028
11	449	409	263	250	166	158	075	080	034	034	366	335	218	207	131	128	061	065	028	028
12	460	420	268	256	168	160	076	081	034	034	377	346	223	213	134	131	062	066	029	028
13	470	430	273	260	170	162	077	082	035	034	386	355	227	217	136	133	063	067	029	028
14	478	438	276	264	172	164	078	083	035	034	394	363	230	221	137	134	063	067	030	028
15	484	445	279	267	173	165	078	083	035	034	400	370	233	224	139	136	064	068	030	028
16	490	450	282	270	174	167	079	084	035	034	406	376	236	226	140	137	064	069	030	028
17	494	455	284	272	175	167	079	084	036	034	410	380	238	228	141	138	065	069	030	028
18	498	459	285	274	176	168	080	085	036	034	414	384	239	230	141	138	065	069	030	028
19	501	462	287	275	177	169	080	085	036	034	417	387	241	232	142	139	065	070	030	028
20	504	465	288	276	177	170	080	085	036	034	419	390	242	233	142	140	065	070	030	028
25	511	473	291	280	179	171	081	086	036	034	427	398	245	236	144	141	066	071	030	028
30	515	476	293	282	179	172	081	086	036	034	430	401	246	238	144	142	066	071	030	028
35	516	478	293	282	179	172	081	086	036	034	431	402	247	239	144	142	066	071	030	028
40	516	478	293	282	180	172	081	086	036	034	431	403	247	239	145	142	066	071	030	028

 $z = 88,5^\circ$ $z = 88,0^\circ$

h_0	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	067	058	036	035	025	023	013	014	005	006	052	047	027	026	020	018	010	010	005	005
2	116	103	064	061	045	041	022	023	010	010	091	082	050	048	036	034	017	018	008	008
3	154	137	087	082	061	057	029	030	013	013	123	112	070	066	049	047	023	024	011	011
4	185	166	107	100	072	069	034	036	016	016	149	137	087	081	060	058	028	030	013	014
5	210	191	124	116	082	079	039	041	018	018	172	159	102	095	068	067	032	034	015	015
6	232	211	140	130	089	087	042	044	019	020	191	177	116	107	075	074	035	037	016	017
7	251	229	153	142	095	093	045	047	021	021	208	193	128	119	080	080	037	039	017	018
8	267	244	164	153	100	098	047	049	022	022	223	207	138	129	085	084	039	042	018	019
9	282	257	172	162	104	103	049	051	023	023	237	219	146	137	088	088	041	043	019	020
10	295	269	179	170	107	106	050	053	023	023	249	230	153	144	091	091	042	045	020	020
11	307	280	185	176	110	109	052	054	024	023	260	240	158	150	094	094	044	046	020	020
12	318	290	190	181	112	112	053	055	024	023	270	250	163	155	096	096	045	047	021	020
13	327	299	194	185	114	113	053	056	025	023	279	258	167	159	098	098	045	048	021	020
14	334	307	197	189	116	114	054	057	025	023	286	266	170	162	099	099	046	048	021	020
15	340	314	200	192	117	115	055	057	025	023	292	272	172	165	100	101	047	049	021	020
16	346	319	202	194	118	116	055	058	025	023	296	277	174	167	101	102	047	050	021	020
17	350	323	204	196	119	117	055	058	025	023	300	281	176	169	102	103	047	050	022	020
18	353	327	206	198	120	118	055	059	026	023	304	284	178	171	103	103	048	050	022	020
19	356	330	207	199	120	119	056	059	026	023	306	287	179	172	103	104	048	051	022	020
20	359	333	208	200	121	119	056	059	026	023	309	290	180	173	104	104	048	051	022	020
25	366	340	212	204	122	121	057	060	026	023	316	297	183	177	105	106	049	052	022	020
30	369	344	213	205	122	122	057	060	026	023	319	300	184	178	106	107	049	052	022	020
35	370	345	213	206	123	122	057	060	026	023	320	302	185	178	106	107	049	052	022	020
40	371	346	214	206	123	122	057	060	026	023	320	302	185	179	106	107	049	052	022	020

$z = 87^\circ$ R $z = 86^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	035	032	019	018	013	012	007	007	003	003	027	024	014	014	010	009	005	005	002	002
2	063	057	035	033	025	024	012	013	006	006	048	043	027	025	019	018	009	010	004	004
3	087	079	050	047	035	033	017	017	008	008	067	061	038	036	027	026	013	013	006	006
4	107	098	063	059	043	042	020	021	009	010	083	076	049	045	033	032	016	017	007	008
5	125	115	075	070	050	049	023	025	011	011	097	090	059	054	039	038	018	019	008	009
6	140	130	086	080	055	055	026	027	012	013	110	102	068	062	043	043	020	021	009	010
7	154	143	096	089	059	059	028	029	013	014	121	112	076	070	047	047	022	023	010	011
8	166	154	104	097	063	063	029	031	014	014	131	121	082	077	050	050	023	025	011	011
9	178	164	111	104	066	066	031	033	014	014	141	130	088	083	053	053	024	026	011	011
10	188	174	116	110	069	069	032	034	015	014	150	138	093	088	055	055	025	027	012	011
11	198	183	121	115	071	071	033	035	015	014	158	146	097	092	057	057	026	028	012	011
12	206	191	125	119	073	073	034	036	016	014	165	153	100	096	058	059	027	028	012	011
13	214	198	128	123	074	074	035	036	016	014	171	159	103	099	059	060	028	029	013	011
14	220	205	131	126	076	076	035	037	016	014	177	165	106	101	060	061	028	030	013	011
15	225	210	133	128	076	077	036	038	016	014	181	169	108	104	061	062	029	030	013	011
16	230	214	135	130	078	078	036	038	016	014	185	173	109	105	062	063	029	030	013	011
17	236	218	137	132	078	079	036	038	017	014	188	176	111	107	063	064	029	031	013	011
18	241	221	138	133	079	080	037	039	017	014	191	179	112	108	063	064	029	031	013	011
19	244	224	139	135	079	080	037	039	017	014	193	182	113	109	064	065	030	031	013	011
20	246	226	140	136	080	081	037	039	017	014	195	184	114	110	064	065	030	032	013	011
25	253	233	143	139	081	082	037	040	017	014	200	190	116	113	065	066	030	032	013	011
30	256	236	144	140	082	083	038	040	017	014	203	192	118	114	066	067	030	032	013	011
35	257	237	145	141	082	083	038	040	017	014	204	194	118	115	066	067	030	032	013	011
40	257	238	145	141	082	083	038	040	017	014	204	194	118	115	066	067	030	032	013	011

 $z = 85^\circ$ $z = 83^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	021	019	011	011	008	007	004	004	002	002	015	014	008	008	006	005	003	003	001	001
2	039	035	022	020	016	015	007	008	004	004	028	025	016	015	011	010	005	006	002	003
3	054	049	031	029	022	021	010	011	005	005	039	035	022	021	016	015	007	008	003	004
4	067	062	040	037	027	026	013	013	006	006	049	045	029	027	020	019	009	010	004	004
5	079	073	048	044	032	031	015	016	007	007	057	053	035	032	023	023	011	011	005	004
6	089	083	055	051	035	035	016	017	008	008	065	060	040	037	026	026	012	013	005	004
7	099	092	062	058	038	038	018	019	008	008	072	067	045	042	028	028	013	014	006	004
8	108	100	068	064	041	041	019	020	009	008	079	073	050	047	030	030	014	015	006	004
9	116	107	073	069	043	043	020	021	009	008	085	079	053	050	032	032	015	016	007	004
10	123	114	077	073	045	045	021	022	010	008	091	084	057	054	033	033	015	016	007	004
11	130	120	080	077	047	047	022	023	010	008	096	089	059	057	034	035	016	017	007	004
12	137	127	083	080	048	049	022	024	010	008	101	093	062	059	035	036	017	017	007	004
13	142	132	086	082	049	050	023	024	011	008	105	098	063	061	036	037	017	018	008	004
14	147	137	088	085	050	051	023	025	011	008	109	101	065	063	037	037	017	018	008	004
15	151	141	090	086	051	052	024	025	011	008	112	105	066	064	038	038	018	018	008	004
16	154	144	091	088	052	052	024	025	011	008	114	107	068	065	038	039	018	019	008	004
17	157	147	092	089	052	053	024	026	011	008	116	110	069	066	039	039	018	019	008	004
18	159	150	093	090	053	053	024	026	011	008	118	112	069	067	039	040	018	019	008	004
19	161	152	094	091	053	054	025	026	011	008	120	113	070	068	039	040	018	019	008	004
20	163	154	095	092	053	054	025	026	011	008	121	115	071	069	040	040	018	020	008	004
25	168	159	097	095	054	055	025	027	011	008	126	119	073	071	040	041	019	020	008	004
30	170	161	098	096	055	056	025	027	011	008	127	121	074	072	041	042	019	020	008	004
35	171	163	099	096	055	056	025	027	011	008	128	122	074	072	041	042	019	020	008	004
40	171	163	099	096	055	056	025	027	011	008	129	122	074	072	041	042	019	020	008	004

$z = 80^\circ$ **R** $z = 75^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	011	010	006	005	004	004	002	002	001	001	007	006	004	004	003	002	001	001	001	001
2	020	018	011	010	008	007	004	004	002	002	013	012	007	007	005	005	002	003	001	001
3	027	025	016	015	011	011	005	006	002	002	018	016	010	010	007	007	003	004	002	001
4	034	031	020	019	014	013	006	007	003	002	023	021	013	012	009	009	004	004	002	001
5	040	037	024	023	016	016	008	008	004	002	027	025	016	015	011	011	005	005	002	001
6	046	043	028	026	018	018	008	009	004	002	030	028	019	017	012	012	006	006	003	001
7	051	047	032	030	020	020	009	010	004	002	034	031	021	020	013	013	006	006	003	001
8	056	052	035	033	021	021	010	010	005	002	037	034	023	022	014	014	007	007	003	001
9	060	056	038	036	022	023	010	011	005	002	040	037	025	024	015	015	007	007	003	001
10	064	059	040	038	023	024	011	012	005	002	043	039	027	025	016	016	007	008	003	001
11	068	063	042	040	024	025	011	012	005	002	045	042	028	027	016	016	008	008	004	001
12	072	066	044	042	025	025	012	012	005	002	048	044	029	028	017	017	008	008	004	001
13	075	069	045	043	026	026	012	013	006	002	050	046	030	029	017	017	008	008	004	001
14	077	072	046	045	026	027	012	013	006	002	052	048	031	030	018	018	008	009	004	001
15	080	075	047	046	027	027	012	013	006	002	053	050	032	031	018	018	008	009	004	001
16	081	077	048	047	027	028	013	013	006	002	054	051	032	031	018	018	009	009	004	001
17	083	078	049	047	028	028	013	014	006	002	055	052	033	032	018	019	009	009	004	001
18	085	080	050	048	028	028	013	014	006	002	056	053	033	032	019	019	009	009	004	001
19	086	081	050	049	028	029	013	014	006	002	057	054	034	033	019	019	009	009	004	001
20	087	082	051	049	028	029	013	014	006	002	058	055	034	033	019	019	009	009	004	001
25	090	085	052	051	029	030	013	014	006	002	060	057	035	034	019	020	009	009	004	001
30	091	087	053	051	029	030	013	014	006	002	061	058	035	034	019	020	009	010	004	001
35	092	088	053	052	029	030	013	014	006	002	062	059	035	035	020	020	009	010	004	001
40	092	088	053	052	029	030	013	014	006	002	062	059	036	035	020	020	009	010	004	001

 $z = 89,5^\circ$ **M** $z = 89,0^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	70,8	67,9	39,6	39,7	21,0	21,7	9,2	10,3	4,4	4,8	46,1	44,5	26,2	25,7	14,0	14,5	6,5	7,0	3,0	3,2
2	110,3	106,4	61,5	60,5	32,3	33,6	15,5	15,6	5,3	7,2	78,2	75,9	45,4	43,6	23,4	24,3	10,5	11,3	4,9	5,4
3	140,4	134,0	77,0	76,1	40,0	41,8	18,6	19,4	8,2	9,0	104,2	99,5	59,1	57,2	30,1	31,4	13,8	14,6	6,3	6,9
4	162,0	154,6	89,0	87,9	46,6	47,9	20,9	22,1	9,4	10,3	123,5	118,3	69,6	68,0	35,2	36,8	15,8	17,2	7,3	8,0
5	179,2	171,8	98,3	97,3	51,5	52,4	22,8	24,2	10,3	11,2	139,3	133,6	78,2	76,7	39,2	41,0	17,6	19,1	8,1	8,9
6	193,1	185,4	105,6	104,8	54,6	55,9	24,3	25,8	10,9	12,0	152,3	146,3	85,0	83,8	42,3	44,2	19,0	20,6	8,7	9,6
7	204,6	196,6	111,4	110,6	56,9	58,4	25,5	27,0	11,4	12,6	163,1	156,9	90,5	89,5	44,8	46,8	20,1	21,8	9,2	10,2
8	214,1	205,9	116,1	115,7	59,0	60,6	26,4	28,1	11,8	13,0	172,1	165,8	94,9	94,1	46,8	48,9	20,9	22,8	9,6	10,6
9	222,0	213,8	119,8	119,7	60,7	62,4	27,1	28,9	12,1	13,4	179,6	173,3	98,4	97,9	48,4	50,7	21,6	23,6	9,9	11,0
10	228,6	220,4	122,7	122,8	62,0	63,9	27,7	29,6	12,4	13,7	186,0	179,7	101,3	100,9	49,7	52,0	22,2	24,2	10,1	11,3
11	234,1	226,0	125,2	125,4	63,1	65,1	28,2	30,1	12,6	14,0	191,2	185,0	103,7	103,4	50,9	53,2	22,7	24,8	10,3	11,5
12	238,5	230,7	127,2	127,5	64,0	66,0	28,6	30,6	12,7	14,2	195,5	189,5	105,6	105,4	51,6	54,1	23,0	25,2	10,5	11,7
13	242,2	234,5	128,8	129,2	64,7	66,8	28,9	30,9	12,9	14,4	199,1	193,3	107,2	107,1	52,3	54,9	23,4	25,6	10,6	11,9
14	245,2	237,8	130,1	130,7	65,3	67,5	29,1	31,2	13,0	14,5	202,0	196,3	108,6	108,5	52,8	55,5	23,6	25,9	10,7	12,0
15	247,6	240,3	131,2	131,9	65,8	68,0	29,3	31,5	13,1	14,6	204,2	198,9	109,6	109,7	53,4	56,1	23,8	26,1	10,8	12,1
16	249,6	242,4	132,1	132,9	66,2	68,5	29,5	31,7	13,2	14,7	206,4	201,0	110,5	110,6	53,7	56,6	24,0	26,3	10,9	12,2
17	251,3	244,2	132,9	133,7	66,5	68,9	29,6	31,9	13,2	14,8	208,0	202,7	111,2	111,4	54,1	56,9	24,1	26,5	10,9	12,3
18	252,7	245,7	133,5	134,3	66,7	69,1	29,7	32,0	13,3	14,8	209,4	204,2	111,8	112,1	54,3	57,3	24,2	26,6	11,0	12,3
19	253,8	247,0	134,0	134,9	67,0	69,5	29,8	32,1	13,3	14,9	210,5	205,3	112,3	112,6	54,5	57,5	24,3	26,7	11,0	12,4
20	254,8	248,0	134,4	135,4	67,1	69,7	29,9	32,2	13,4	14,9	211,5	206,9	112,8	113,1	54,7	57,8	24,4	26,8	11,1	12,4
25	257,6	251,1	135,6	136,9	67,7	70,3	30,2	32,5	13,5	15,1	214,3	210,1	114,0	114,5	55,2	58,2	24,6	27,1	11,2	12,6
30	258,8	252,5	136,1	137,4	67,9	70,6	30,3	32,6	13,6	15,2	215,4	211,4	114,4	115,1	55,4	58,6	24,7	27,2	11,3	12,6
35	259,3	253,1	136,3	137,7	68,0	70,7	30,3	32,6	13,6	15,2	215,8	211,9	114,6	115,3	55,5	58,7	24,8	27,3	11,3	12,6
40	259,4	253,2	136,4	137,8	68,0	70,7	30,4	32,7	13,6	15,2	215,9	212,1	114,7	115,4	55,6	58,8	24,8	27,3	11,3	12,7

$z = 88,5^\circ$ M $z = 88,0^\circ$

$h-h_0$	$h_0=0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	33,4	32,4	19,1	18,8	10,2	10,5	4,6	5,1	2,3	2,3	25,6	24,6	14,8	14,6	8,1	8,3	3,7	3,9	1,7	1,8
2	59,1	58,1	33,7	33,2	17,8	18,6	8,0	8,7	3,8	4,0	47,9	44,9	27,0	26,4	14,4	14,9	6,6	7,0	3,0	3,2
3	81,0	77,5	45,4	44,8	23,7	24,7	10,6	11,5	5,0	5,3	64,4	61,9	36,9	36,3	19,3	20,1	8,8	9,4	4,0	4,3
4	97,9	94,0	54,9	54,3	27,2	29,5	12,7	13,7	5,9	6,3	78,5	76,1	45,2	44,5	23,2	24,3	10,6	11,3	4,8	5,2
5	111,9	107,6	62,6	62,1	31,7	33,3	14,3	15,4	6,6	7,1	91,3	88,2	52,0	51,4	26,4	27,6	12,0	12,8	5,4	6,0
6	123,7	119,1	68,8	68,5	34,6	36,3	15,5	16,8	7,2	7,7	101,9	98,5	57,6	57,2	29,0	30,3	13,1	14,1	5,9	6,5
7	133,6	129,1	74,1	73,8	36,8	38,7	16,6	17,9	7,6	8,2	110,8	107,3	62,2	62,0	31,0	32,5	14,1	15,1	6,3	7,0
8	142,0	137,5	78,4	78,1	38,7	40,7	17,4	18,8	8,0	8,7	118,5	114,8	66,0	66,0	32,7	34,3	14,8	15,9	6,6	7,4
9	149,0	144,6	81,7	81,6	40,2	42,3	18,0	19,6	8,3	9,0	125,0	121,3	69,0	69,2	34,1	35,8	15,4	16,6	6,9	7,7
10	155,0	150,6	84,4	84,5	41,4	43,6	18,6	20,2	8,5	9,3	130,5	126,9	71,5	71,9	35,2	37,1	15,9	17,2	7,1	8,0
11	159,9	155,7	86,7	86,8	42,4	44,7	19,0	20,7	8,7	9,5	135,1	131,6	73,6	74,1	36,2	38,1	16,4	17,6	7,3	8,2
12	164,0	159,9	88,5	88,8	43,2	45,6	19,4	21,1	8,8	9,7	139,0	135,6	75,4	75,9	36,9	38,9	16,7	18,0	7,4	8,4
13	167,4	163,5	90,0	90,4	43,9	46,3	19,6	21,4	9,0	9,9	142,1	139,0	76,7	77,4	37,6	39,6	17,0	18,4	7,5	8,5
14	170,2	166,4	91,2	91,7	44,4	46,9	19,9	21,7	9,0	10,0	144,8	141,7	77,9	78,7	38,1	40,2	17,2	18,6	7,6	8,7
15	172,5	168,8	92,2	92,8	44,9	47,5	20,1	22,0	9,1	10,1	146,9	144,0	78,9	79,8	38,5	40,7	17,4	18,9	7,7	8,8
16	174,6	170,9	93,1	93,7	45,3	47,9	20,2	22,2	9,2	10,2	148,8	146,0	79,7	80,6	38,9	41,1	17,5	19,0	7,8	8,8
17	176,5	172,6	93,8	94,5	45,6	48,2	20,4	22,3	9,3	10,2	150,3	147,6	80,4	81,4	39,2	41,4	17,6	19,2	7,8	8,9
18	177,3	174,0	94,4	95,1	45,8	48,5	20,5	22,5	9,3	10,3	151,5	148,9	80,9	82,0	39,4	41,7	17,7	19,3	7,9	9,0
19	178,4	175,1	94,8	95,7	46,0	48,8	20,6	22,6	9,4	10,4	152,6	150,1	81,4	82,5	39,6	42,0	17,8	19,4	7,9	9,0
20	179,3	176,1	95,3	96,2	46,2	49,0	20,6	22,7	9,4	10,4	153,5	151,0	81,8	83,0	39,8	42,2	17,9	19,5	8,0	9,0
25	182,0	179,1	96,4	97,5	46,7	49,6	20,9	22,9	9,5	10,5	156,1	153,9	82,9	84,3	40,2	42,8	18,1	19,8	8,1	9,1
30	183,1	180,4	96,9	98,1	46,9	49,8	21,0	23,0	9,6	10,5	157,1	155,1	83,3	84,8	40,5	43,0	18,2	19,9	8,2	9,1
35	183,5	180,9	97,1	98,3	47,0	49,9	21,1	23,1	9,6	10,5	157,5	155,6	83,5	85,1	40,6	43,1	18,3	20,0	8,2	9,2
40	183,7	181,1	97,2	98,4	47,1	49,9	21,1	23,1	9,6	10,5	157,7	155,8	83,6	85,2	40,6	43,1	18,3	20,0	8,2	9,2

 $z = 87^\circ$ $z = 86^\circ$

$h-h_0$	$h_0=0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	17,6	16,8	10,2	10,0	5,5	5,7	2,5	2,7	1,2	1,2	13,3	12,7	7,7	7,5	4,2	4,3	1,9	2,0	0,9	0,9
2	32,6	31,3	18,9	18,5	10,0	10,4	4,6	4,9	2,1	2,3	24,8	23,9	14,4	14,1	7,7	8,0	3,5	3,7	1,6	1,7
3	45,5	43,9	26,3	25,8	13,7	14,3	6,3	6,7	2,8	3,1	35,0	33,8	20,2	19,9	10,6	11,0	4,8	5,2	2,2	2,4
4	56,7	54,8	32,6	32,1	16,8	17,5	7,6	8,2	3,4	3,8	43,8	42,4	25,3	25,0	13,0	13,6	5,9	6,3	2,7	3,0
5	66,2	64,2	32,9	37,6	19,3	20,2	8,8	9,4	4,0	4,4	51,6	50,0	29,6	29,4	15,0	15,7	6,8	7,3	3,1	3,4
6	74,6	72,5	42,5	42,2	21,3	22,4	9,7	10,4	4,3	4,8	58,4	56,8	33,3	33,2	16,7	17,5	7,6	8,2	3,4	3,8
7	81,9	79,6	46,2	46,1	23,0	24,2	10,5	11,2	4,7	5,2	64,4	62,6	36,4	36,4	18,1	19,0	8,2	8,8	3,7	4,1
8	88,2	85,8	49,3	49,4	24,4	25,7	11,1	11,9	5,0	5,6	69,7	67,8	39,0	39,1	19,3	20,3	8,8	9,4	3,9	4,4
9	93,6	91,3	51,9	52,2	25,6	26,9	11,6	12,5	5,2	5,8	74,2	72,4	41,1	41,4	20,3	21,3	9,2	9,9	4,1	4,6
10	98,3	96,0	54,0	54,4	26,6	28,0	12,0	13,0	5,4	6,0	78,2	76,4	43,0	43,3	21,1	22,2	9,6	10,3	4,3	4,8
11	102,2	100,0	55,8	56,3	27,4	28,9	12,4	13,4	5,5	6,2	81,5	79,8	44,5	45,0	21,8	23,0	9,9	10,7	4,4	5,0
12	105,6	103,5	57,3	57,9	28,0	29,6	12,7	13,7	5,6	6,4	84,4	82,8	45,8	46,3	22,3	23,6	10,1	11,0	4,5	5,1
13	108,3	106,4	58,6	59,2	28,6	30,2	12,9	14,0	5,7	6,5	86,7	85,3	46,8	47,5	22,8	24,2	10,3	11,2	4,6	5,2
14	110,6	108,8	59,6	60,3	29,0	30,7	13,1	14,2	5,8	6,6	88,7	87,4	47,7	48,4	23,2	24,6	10,5	11,4	4,7	5,3
15	112,6	110,9	60,4	61,3	29,4	31,1	13,3	14,4	5,9	6,7	90,4	89,2	48,5	49,3	23,6	25,0	10,7	11,6	4,7	5,4
16	114,1	112,6	61,2	62,1	29,8	31,5	13,4	14,6	6,0	6,8	91,8	90,7	49,1	50,0	23,8	25,3	10,8	11,8	4,8	5,4
17	115,5	114,0	61,8	62,7	30,0	31,8	13,5	14,8	6,0	6,8	93,0	92,0	49,6	50,5	24,1	25,6	10,9	11,9	4,8	5,5
18	116,6	115,2	62,3	63,3	30,2	32,1	13,6	14,9	6,1	6,9	94,0	93,0	50,1	51,0	24,3	25,8	11,0	12,0	4,9	5,6
19	117,6	116,2	62,7	63,7	30,4	32,3	13,7	15,0	6,1	6,9	94,8	93,9	50,5	51,4	24,4	26,0	11,0	12,1	4,9	5,6
20	118,4	117,1	63,0	64,1	30,6	32,5	13,8	15,0	6,1	7,0	95,6	94,7	50,8	51,8	24,6	26,2	11,1	12,2	4,9	5,6
25	120,6	119,7	64,1	65,4	30,9	33,0	14,0	15,3	6,2	7,1	97,7	97,1	51,7	52,9	25,0	26,7	11,3	12,4	5,0	5,7
30	121,7	120,9	64,5	65,9	31,2	33,2	14,1	15,4	6,3	7,2	98,6	98,1	52,1	53,4	25,1	26,8	11,4	12,5	5,1	5,8
35	122,1	121,3	64,6	66,1	31,3	33,3	14,1	15,4	6,3	7,2	99,0	98,6	52,3	53,6	25,2	27,0	11,5	12,6	5,1	5,8
40	122,4	121,5	64,8	66,2	31,4	33,3	14,1	15,4	6,3	7,2	99,2	98,7	52,4	53,7	25,3	27,1	11,5	12,6	5,1	5,8

$z = 85^\circ$ M $z = 83^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km		
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	10,4	10,2	6,2	6,1	3,4	3,5	1,5	1,6	0,7	0,8	7,7	7,4	4,4	4,4	2,4	2,5	1,1	1,2	0,5	0,6	0,6
2	20,0	19,3	11,6	11,4	6,2	6,4	2,8	3,0	1,3	1,4	14,4	13,9	8,4	8,2	4,5	4,6	2,0	2,2	0,9	1,0	1,0
3	28,3	27,3	16,4	16,2	8,6	8,9	3,9	4,2	1,8	1,9	20,5	19,8	11,9	11,7	6,2	6,5	2,8	3,0	1,3	1,4	1,4
4	35,6	34,5	20,5	20,3	10,6	11,1	4,8	5,2	2,2	2,4	25,8	25,0	15,0	14,8	7,7	8,0	3,5	3,8	1,6	1,8	1,8
5	42,1	40,8	24,2	24,0	12,2	12,8	5,6	6,0	2,6	2,8	30,6	29,7	17,6	17,5	8,9	9,4	4,1	4,4	1,8	2,0	2,0
6	47,8	46,4	27,3	27,2	13,7	14,3	6,2	6,7	2,8	3,1	34,9	33,9	19,9	19,8	10,0	10,5	4,6	4,9	2,0	2,3	2,3
7	52,8	51,4	29,8	29,9	14,9	15,6	6,8	7,3	3,0	3,4	38,7	37,6	21,9	21,9	10,9	11,4	5,0	5,3	2,2	2,5	2,5
8	57,3	55,8	32,1	32,2	15,9	16,7	7,2	7,8	3,2	3,6	42,0	41,0	23,6	23,7	11,6	12,2	5,3	5,7	2,4	2,7	2,7
9	61,1	59,6	33,9	34,2	16,7	17,6	7,6	8,2	3,4	3,8	45,0	43,9	25,0	25,2	12,3	12,9	5,6	6,0	2,5	2,8	2,8
10	64,5	63,0	35,5	35,8	17,4	18,4	7,9	8,6	3,5	4,0	47,5	46,5	26,2	26,4	12,8	13,5	5,8	6,3	2,6	2,9	2,9
11	67,4	66,0	36,8	37,2	18,0	19,0	8,2	8,9	3,6	4,1	49,8	48,8	27,2	27,5	13,3	14,0	6,0	6,5	2,7	3,0	3,0
12	69,8	68,6	37,9	38,4	18,5	19,5	8,4	9,1	3,7	4,2	51,7	50,8	28,0	28,4	13,7	14,4	6,2	6,7	2,8	3,1	3,1
13	71,9	70,8	38,8	39,4	18,9	20,0	8,6	9,3	3,8	4,3	53,3	52,5	28,8	29,2	14,0	14,8	6,3	6,9	2,8	3,2	3,2
14	73,6	72,6	39,6	40,3	19,3	20,4	8,7	9,5	3,9	4,4	54,6	53,9	29,4	29,9	14,3	15,1	6,5	7,1	2,9	3,3	3,3
15	75,1	74,2	40,3	41,0	19,6	20,7	8,8	9,7	3,9	4,5	55,8	55,2	29,9	30,4	14,5	15,4	6,6	7,2	2,9	3,3	3,3
16	76,4	75,5	40,8	41,6	19,8	21,0	9,0	9,8	4,0	4,5	56,8	56,2	30,3	30,9	14,7	15,6	6,6	7,3	2,9	3,4	3,4
17	77,4	76,6	41,3	42,1	20,0	21,3	9,0	9,9	4,0	4,6	57,6	57,1	30,7	31,3	14,9	15,8	6,7	7,4	3,0	3,4	3,4
18	78,3	77,5	41,7	42,5	20,2	21,5	9,1	10,0	4,0	4,6	58,3	57,8	31,0	31,7	15,0	16,0	6,8	7,4	3,0	3,4	3,4
19	79,0	78,3	42,0	42,9	20,3	21,6	9,2	10,1	4,1	4,6	58,9	58,5	31,3	32,0	15,1	16,1	6,8	7,5	3,0	3,5	3,5
20	79,6	79,0	42,3	43,2	20,4	21,8	9,2	10,1	4,1	4,7	59,4	59,0	31,5	32,2	15,2	16,2	6,9	7,6	3,1	3,5	3,5
25	81,6	81,2	43,1	44,2	20,8	22,2	9,4	10,3	4,2	4,8	61,0	60,8	32,2	33,0	15,5	16,6	7,0	7,7	3,1	3,6	3,6
30	82,2	82,1	43,5	44,6	21,0	22,4	9,5	10,4	4,2	4,8	61,6	61,5	32,5	33,4	15,6	16,7	7,1	7,8	3,2	3,7	3,7
35	82,7	82,5	43,6	44,8	21,1	22,5	9,5	10,4	4,3	4,9	61,9	61,9	32,6	33,5	15,7	16,8	7,1	7,8	3,2	3,7	3,7
40	82,9	82,7	43,7	44,9	21,1	22,5	9,5	10,4	4,3	4,9	62,0	62,1	32,7	33,6	15,8	16,8	7,1	7,8	3,2	3,7	3,7

 $z = 80^\circ$ $z = 75^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km		
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5,4	5,2	3,1	3,1	1,8	1,7	0,8	0,8	0,4	0,4	3,6	3,5	2,1	2,1	1,1	1,2	0,5	0,6	0,2	0,3	0,3
2	10,2	9,8	5,9	5,8	3,2	3,3	1,4	1,5	0,6	0,7	6,8	6,6	4,0	3,9	2,1	2,2	1,0	1,0	0,4	0,5	0,5
3	14,5	14,0	8,4	8,3	4,4	4,6	2,0	2,1	0,9	1,0	9,7	9,4	5,7	5,6	3,0	3,1	1,4	1,4	0,6	0,7	0,7
4	18,3	17,7	10,6	10,4	5,4	5,7	2,5	2,7	1,1	1,2	12,3	11,9	7,1	7,0	3,7	3,8	1,7	1,8	0,8	0,8	0,8
5	21,7	21,0	12,5	12,4	6,3	6,6	2,9	3,1	1,3	1,4	14,6	14,2	8,4	8,4	4,3	4,5	2,0	2,1	0,9	1,0	1,0
6	24,8	24,0	14,2	14,1	7,1	7,4	3,2	3,5	1,5	1,6	16,7	16,2	9,6	9,5	4,8	5,0	2,2	2,3	1,0	1,1	1,1
7	27,5	26,7	15,6	15,6	7,7	8,1	3,5	3,8	1,6	1,8	18,6	18,1	10,5	10,5	5,2	5,5	2,4	2,6	1,1	1,2	1,2
8	29,9	29,1	16,8	16,9	8,3	8,7	3,8	4,1	1,7	1,9	20,2	19,7	11,4	11,4	5,6	5,9	2,6	2,8	1,1	1,2	1,2
9	32,1	31,3	17,8	18,0	8,8	9,2	4,0	4,3	1,8	2,0	21,7	21,2	12,1	12,2	5,9	6,2	2,7	2,9	1,2	1,3	1,3
10	34,0	33,2	18,6	18,9	9,2	9,7	4,2	4,5	1,9	2,1	23,0	22,5	12,7	12,8	6,2	6,5	2,8	3,0	1,3	1,4	1,4
11	35,6	34,9	19,4	19,7	9,5	10,0	4,3	4,7	1,9	2,2	24,1	23,6	13,2	13,3	6,4	6,8	2,9	3,2	1,3	1,4	1,4
12	37,0	36,3	20,2	20,3	9,8	10,3	4,4	4,8	2,0	2,3	25,1	24,6	13,7	13,8	6,6	7,0	3,0	3,3	1,3	1,5	1,5
13	38,2	37,6	20,6	20,9	10,0	10,6	4,5	4,9	2,0	2,3	25,9	25,5	14,0	14,2	6,8	7,2	3,1	3,4	1,4	1,5	1,5
14	39,2	38,6	21,0	21,4	10,2	10,8	4,6	5,1	2,0	2,4	26,6	26,3	14,3	14,6	7,0	7,4	3,2	3,4	1,4	1,6	1,6
15	40,0	39,6	21,4	21,8	10,4	11,0	4,7	5,2	2,1	2,4	27,2	26,7	14,6	14,8	7,1	7,5	3,2	3,5	1,4	1,6	1,6
16	40,7	40,3	21,7	22,2	10,5	11,2	4,8	5,2	2,1	2,4	27,7	27,4	14,9	15,1	7,2	7,6	3,2	3,6	1,4	1,6	1,6
17	41,4	41,0	22,0	22,5	10,7	11,4	4,8	5,3	2,1	2,4	28,1	27,9	15,1	15,3	7,3	7,7	3,3	3,6	1,5	1,6	1,6
18	41,9	41,6	22,3	22,8	10,8	11,5	4,9	5,3	2,2	2,5	28,5	28,3	15,2	15,5	7,4	7,8	3,3	3,6	1,5	1,6	1,6
19	42,3	42,0	22,5	23,0	10,9	11,6	4,9	5,4	2,2	2,5	28,8	28,6	15,4	15,6	7,4	7,9	3,3	3,7	1,5	1,7	1,7
20	42,7	42,5	22,6	23,2	10,9	11,7	4,9	5,4	2,2	2,5	29,1	28,9	15,5	15,8	7,5	7,9	3,4	3,7	1,5	1,7	1,7
25	44,0	43,8	23,2	23,8	11,2	11,9	5,0	5,5	2,3	2,6	29,9	29,8	15,9	16,2	7,6	8,1	3,4	3,8	1,6	1,7	1,7
30	44,5	44,4	23,4	24,1	11,3	12,1	5,1	5,6	2,3	2,6	30,3	30,3	16,0	16,4	7,7	8,2	3,4	3,8	1,6	1,7	1,7
35	44,7	44,7	23,5	24,2	11,3	12,1	5,1	5,6	2,3	2,6	30,5	30,6	16,1	16,5	7,7	8,3	3,5	3,8	1,6	1,7	1,7
40	44,8	44,8	23,5	24,2	11,3	12,1	5,1	5,6	2,3	2,6	30,6	30,7	16,2	16,5	7,7	8,3	3,5	3,8	1,6	1,7	1,7

$z = 85^\circ$ M $z = 83^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	10,4	10,2	6,2	6,1	3,4	3,5	1,5	1,6	0,7	0,8	7,7	7,4	4,4	4,4	2,4	2,5	1,1	1,2	0,5	0,6
2	20,0	19,3	11,6	11,4	6,2	6,4	2,8	3,0	1,3	1,4	14,4	13,9	8,4	8,2	4,5	4,6	2,0	2,2	0,9	1,0
3	28,3	27,3	16,4	16,2	8,6	8,9	3,9	4,2	1,8	1,9	20,5	19,8	11,9	11,7	6,2	6,5	2,8	3,0	1,3	1,4
4	35,6	34,5	20,5	20,3	10,6	11,1	4,8	5,2	2,2	2,4	25,8	25,0	15,0	14,8	7,7	8,0	3,5	3,8	1,6	1,8
5	42,1	40,8	24,2	24,0	12,2	12,8	5,6	6,0	2,6	2,8	30,6	29,7	17,6	17,5	8,9	9,4	4,1	4,4	1,8	2,0
6	47,8	46,4	27,3	27,2	13,7	14,3	6,2	6,7	2,8	3,1	34,9	33,9	19,9	19,8	10,0	10,5	4,6	4,9	2,0	2,3
7	52,8	51,4	29,8	29,9	14,9	15,6	6,8	7,3	3,0	3,4	38,7	37,6	21,9	21,9	10,9	11,4	5,0	5,3	2,2	2,5
8	57,3	55,8	32,1	32,2	15,9	16,7	7,2	7,8	3,2	3,6	42,0	41,0	23,6	23,7	11,6	12,2	5,3	5,7	2,4	2,7
9	61,1	59,6	33,9	34,2	16,7	17,6	7,6	8,2	3,4	3,8	45,0	43,9	25,0	25,2	12,3	12,9	5,6	6,0	2,5	2,8
10	64,5	63,0	35,5	35,8	17,4	18,4	7,9	8,6	3,5	4,0	47,5	46,5	26,2	26,4	12,8	13,5	5,8	6,3	2,6	2,9
11	67,4	66,0	36,8	37,2	18,0	19,0	8,2	8,9	3,6	4,1	49,8	48,8	27,2	27,5	13,3	14,0	6,0	6,5	2,7	3,0
12	69,8	68,6	37,9	38,4	18,5	19,5	8,4	9,1	3,7	4,2	51,7	50,8	28,0	28,4	13,7	14,4	6,2	6,7	2,8	3,1
13	71,9	70,8	38,8	39,4	18,9	20,0	8,6	9,3	3,8	4,3	53,3	52,5	28,8	29,2	14,0	14,8	6,3	6,9	2,8	3,2
14	73,6	72,6	39,6	40,3	19,3	20,4	8,7	9,5	3,9	4,4	54,6	53,9	29,4	29,9	14,3	15,1	6,5	7,1	2,9	3,3
15	75,1	74,2	40,3	41,0	19,6	20,7	8,8	9,7	3,9	4,5	55,8	55,2	29,9	30,4	14,5	15,4	6,6	7,2	2,9	3,3
16	76,4	75,5	40,8	41,6	19,8	21,0	9,0	9,8	4,0	4,5	56,8	56,2	30,3	30,9	14,7	15,6	6,6	7,3	2,9	3,4
17	77,4	76,6	41,3	42,1	20,0	21,3	9,0	9,9	4,0	4,6	57,6	57,1	30,7	31,3	14,9	15,8	6,7	7,4	3,0	3,4
18	78,3	77,5	41,7	42,5	20,2	21,5	9,1	10,0	4,0	4,6	58,3	57,8	31,0	31,7	15,0	16,0	6,8	7,4	3,0	3,4
19	79,0	78,3	42,0	42,9	20,3	21,6	9,2	10,1	4,1	4,6	58,9	58,5	31,3	32,0	15,1	16,1	6,8	7,5	3,0	3,5
20	79,6	79,0	42,3	43,2	20,4	21,8	9,2	10,1	4,1	4,7	59,4	59,0	31,5	32,2	15,2	16,2	6,9	7,6	3,1	3,5
25	81,6	81,2	43,1	44,2	20,8	22,2	9,4	10,3	4,2	4,8	61,0	60,8	32,2	33,0	15,5	16,6	7,0	7,7	3,1	3,6
30	82,2	82,1	43,5	44,6	21,0	22,4	9,5	10,4	4,2	4,8	61,6	61,5	32,5	33,4	15,6	16,7	7,1	7,8	3,2	3,7
35	82,7	82,5	43,6	44,8	21,1	22,5	9,5	10,4	4,3	4,9	61,9	61,9	32,6	33,5	15,7	16,8	7,1	7,8	3,2	3,7
40	82,9	82,7	43,7	44,9	21,1	22,5	9,5	10,4	4,3	4,9	62,0	62,1	32,7	33,6	15,8	16,8	7,1	7,8	3,2	3,7

 $z = 80^\circ$ $z = 75^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5,4	5,2	3,1	3,1	1,8	1,7	0,8	0,8	0,4	0,4	3,6	3,5	2,1	2,1	1,1	1,2	0,5	0,6	0,2	0,3
2	10,2	9,8	5,9	5,8	3,2	3,3	1,4	1,5	0,6	0,7	6,8	6,6	4,0	3,9	2,1	2,2	1,0	1,0	0,4	0,5
3	14,5	14,0	8,4	8,3	4,4	4,6	2,0	2,1	0,9	1,0	9,7	9,4	5,7	5,6	3,0	3,1	1,4	1,4	0,6	0,7
4	18,3	17,7	10,6	10,4	5,4	5,7	2,5	2,7	1,1	1,2	12,3	11,9	7,1	7,0	3,7	3,8	1,7	1,8	0,8	0,8
5	21,7	21,0	12,5	12,4	6,3	6,6	2,9	3,1	1,3	1,4	14,6	14,2	8,4	8,4	4,3	4,5	2,0	2,1	0,9	1,0
6	24,8	24,0	14,2	14,1	7,1	7,4	3,2	3,5	1,5	1,6	16,7	16,2	9,6	9,5	4,8	5,0	2,2	2,3	1,0	1,1
7	27,5	26,7	15,6	15,6	7,7	8,1	3,5	3,8	1,6	1,8	18,6	18,1	10,5	10,5	5,2	5,5	2,4	2,6	1,1	1,2
8	29,9	29,1	16,8	16,9	8,3	8,7	3,8	4,1	1,7	1,9	20,2	19,7	11,4	11,4	5,6	5,9	2,6	2,8	1,1	1,2
9	32,1	31,3	17,8	18,0	8,8	9,2	4,0	4,3	1,8	2,0	21,7	21,2	12,1	12,2	5,9	6,2	2,7	2,9	1,2	1,3
10	34,0	33,2	18,6	18,9	9,2	9,7	4,2	4,5	1,9	2,1	23,0	22,5	12,7	12,8	6,2	6,5	2,8	3,0	1,3	1,4
11	35,6	34,9	19,4	19,7	9,5	10,0	4,3	4,7	1,9	2,2	24,1	23,6	13,2	13,3	6,4	6,8	2,9	3,2	1,3	1,4
12	37,0	36,3	20,2	20,3	9,8	10,3	4,4	4,8	2,0	2,3	25,1	24,6	13,7	13,8	6,6	7,0	3,0	3,3	1,3	1,5
13	38,2	37,6	20,6	20,9	10,0	10,6	4,5	4,9	2,0	2,3	25,9	25,5	14,0	14,2	6,8	7,2	3,1	3,4	1,4	1,5
14	39,2	38,6	21,0	21,4	10,2	10,8	4,6	5,1	2,0	2,4	26,6	26,3	14,3	14,6	7,0	7,4	3,2	3,4	1,4	1,6
15	40,0	39,6	21,4	21,8	10,4	11,0	4,7	5,2	2,1	2,4	27,2	26,7	14,6	14,8	7,1	7,5	3,2	3,5	1,4	1,6
16	40,7	40,3	21,7	22,2	10,5	11,2	4,8	5,2	2,1	2,4	27,7	27,4	14,9	15,1	7,2	7,6	3,2	3,6	1,4	1,6
17	41,4	41,0	22,0	22,5	10,7	11,4	4,8	5,3	2,1	2,4	28,1	27,9	15,1	15,3	7,3	7,7	3,3	3,6	1,5	1,6
18	41,9	41,6	22,3	22,8	10,8	11,5	4,9	5,3	2,2	2,5	28,5	28,3	15,2	15,5	7,4	7,8	3,3	3,6	1,5	1,6
19	42,3	42,0	22,5	23,0	10,9	11,6	4,9	5,4	2,2	2,5	28,8	28,6	15,4	15,6	7,4	7,9	3,3	3,7	1,5	1,7
20	42,7	42,5	22,6	23,2	10,9	11,7	4,9	5,4	2,2	2,5	29,1	28,9	15,5	15,8	7,5	7,9	3,4	3,7	1,5	1,7
25	44,0	43,8	23,2	23,8	11,2	11,9	5,0	5,5	2,3	2,6	29,9	29,8	15,9	16,2	7,6	8,1	3,4	3,8	1,6	1,7
30	44,5	44,4	23,4	24,1	11,3	12,1	5,1	5,6	2,3	2,6	30,3	30,3	16,0	16,4	7,7	8,2	3,4	3,8	1,6	1,7
35	44,7	44,7	23,5	24,2	11,3	12,1	5,1	5,6	2,3	2,6	30,5	30,6	16,1	16,5	7,7	8,3	3,5	3,8	1,6	1,7
40	44,8	44,8	23,5	24,2	11,3	12,1	5,1	5,6	2,3	2,6	30,6	30,7	16,2	16,5	7,7	8,3	3,5	3,8	1,6	1,7

$\frac{dR}{dz}$

$z = 87^\circ$

$z = 86^\circ$

$h-h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,65	0,59	34	33	25	22	12	13	06	06	37	34	20	19	14	13	07	08	03	03
2	1,13	1,01	62	58	44	44	21	22	10	10	67	60	37	35	26	24	13	13	06	06
3	50	35	0,84	78	59	56	28	29	13	13	0,90	0,82	51	48	36	34	17	18	08	08
4	1,79	63	1,03	0,95	70	68	33	35	15	16	1,10	1,00	64	59	44	42	20	22	09	10
5	2,02	1,86	18	1,10	79	77	37	39	17	18	26	16	75	69	50	49	23	24	11	11
6	22	2,04	32	22	86	84	40	42	18	19	40	29	85	78	54	54	25	27	12	12
7	38	19	43	32	91	89	42	44	19	20	52	40	0,93	86	58	58	27	29	12	13
8	52	31	52	41	95	94	44	46	20	21	63	50	1,00	93	61	61	29	30	13	14
9	64	42	59	49	0,98	97	45	48	21	22	72	58	05	0,99	64	64	30	31	14	14
10	74	51	64	54	1,00	0,99	46	49	21	22	80	66	10	1,04	66	66	31	32	14	15
11	83	60	69	59	02	1,01	47	50	22	23	88	73	13	07	67	68	31	33	14	15
12	91	67	72	62	04	03	48	51	22	23	1,94	79	16	10	69	69	32	34	15	15
13	2,97	73	75	65	05	04	48	51	22	23	2,00	84	19	13	70	70	32	34	15	16
14	3,02	78	77	68	06	05	49	52	22	24	04	89	20	15	71	71	33	35	15	16
15	06	82	79	70	06	06	49	52	22	24	07	92	22	16	71	72	33	35	15	16
16	09	86	80	71	07	07	49	52	23	24	10	95	23	18	72	72	33	35	15	16
17	12	88	81	72	08	07	50	53	23	24	12	1,98	24	19	72	73	34	35	15	16
18	14	90	82	73	08	08	50	53	23	24	14	2,00	25	20	73	73	34	36	15	16
19	15	92	83	74	08	08	50	53	23	24	16	01	26	20	73	73	34	36	15	16
20	17	94	83	74	09	08	50	53	24	24	17	03	26	21	73	74	34	36	15	16
25	20	97	85	76	09	09	50	53	24	24	21	06	28	23	73	74	34	36	15	16
30	22	2,99	86	77	10	09	50	53	24	24	22	08	28	24	73	74	34	36	15	16
35	22	3,00	86	77	10	09	50	53	24	24	22	08	28	24	73	74	34	36	15	16
40	3,22	3,00	1,86	1,77	1,10	1,09	0,50	0,53	0,24	0,24	2,22	2,08	1,28	1,24	0,73	0,74	0,34	0,36	0,15	0,16

$z = 85^\circ$

$z = 83^\circ$

$z = 80^\circ$

$z = 75^\circ$

$h-h_0$	$h_0 = 0$		5		10		15		20		0		5		10		15		20		0		5		10		15		km
	w	s	w	s	w,s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	24	22	13	12	09	05	02	12	11	07	05	02	01	06	03	02	01	01	03	02	01	00	00	00	00	00	00	00	00
2	44	39	24	23	17	08	04	23	20	13	09	04	02	11	06	04	02	01	05	03	02	01	00	00	00	00	00	00	00
3	60	54	34	32	24	11	05	32	28	18	13	06	03	15	09	06	03	01	07	04	03	02	01	00	00	00	00	00	00
4	73	67	43	40	29	14	06	39	36	22	16	07	03	19	12	08	04	02	09	05	04	03	02	01	00	00	00	00	00
5	85	78	51	47	34	16	07	46	42	27	18	08	04	22	14	09	04	02	11	06	04	02	01	00	00	00	00	00	00
6	0,95	88	58	54	37	17	08	52	48	31	20	09	04	25	16	10	05	02	12	08	05	02	01	00	00	00	00	00	00
7	1,04	0,96	64	60	40	19	09	57	53	34	22	10	05	28	18	11	05	02	13	08	05	02	01	00	00	00	00	00	00
8	12	1,04	70	65	42	20	09	62	57	37	23	11	05	30	20	12	06	03	15	09	06	03	02	01	00	00	00	00	00
9	19	10	74	70	44	21	10	66	61	40	25	11	05	33	21	13	06	03	16	10	06	03	02	01	00	00	00	00	00
10	26	16	77	73	46	21	10	70	65	42	26	12	06	35	23	13	06	03	17	10	06	03	02	01	00	00	00	00	00
11	32	21	80	76	47	22	10	74	68	44	26	12	06	37	24	14	06	03	18	11	06	03	02	01	00	00	00	00	00
12	37	26	83	79	48	23	10	77	71	46	27	13	06	38	24	14	07	03	18	12	07	03	02	01	00	00	00	00	00
13	41	31	85	81	49	23	10	80	74	47	28	13	06	41	25	14	07	03	19	12	07	03	02	01	00	00	00	00	00
14	45	34	86	82	50	23	11	82	77	48	28	13	06	42	26	15	07	03	20	12	07	03	02	01	00	00	00	00	00
15	48	37	87	84	50	23	11	84	79	49	29	13	06	43	26	15	07	03	21	12	07	03	02	01	00	00	00	00	00
16	50	40	88	85	51	24	11	86	80	50	29	14	06	44	27	15	07	03	21	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00
17	52	42	89	86	51	24	11	87	82	51	29	14	06	45	27	15	07	03	22	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00
18	54	44	90	87	52	24	11	89	83	51	30	14	06	46	28	16	07	03	22	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00
19	55	45	91	87	52	24	11	90	84	52	30	14	06	47	28	16	07	03	22	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00
20	56	46	91	88	52	24	11	90	85	52	30	14	06	48	28	16	07	03	23	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00
25	59	50	93	89	52	24	11	93	88	53	30	14	06	48	29	16	07	03	23	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00
30	61	51	94	90	52	25	12	94	89	53	30	14	06	49	29	16	07	03	23	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00
35	62	52	94	90	53	25	12	94	89	53	30	14	06	49	29	16	07	03	23	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00
40	1,62	1,52	0,94	0,90	0,53	0,25	0,12	0,94	0,89	0,53	0,30	0,14	0,06	49	29	16	07	03	23	13	07	03	02	01	00	00	00	00	00

		$z = 89,5^\circ$					$z = 89,0^\circ$					$z = 88,5^\circ$					$z = 88,0^\circ$								
$h - h_0$		$h_0 = 0$		5	10	15	20	0		5	10	15	20	0		5	10	15	20	0		5	10	15	20km
		w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s
		$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$
0	0	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
1	1	8,97	8,95	8,92	8,91	8,89	8,88	8,65	8,64	8,61	8,61	8,59	8,58	8,25	8,24	8,22	8,21	8,20	8,19	7,80	7,80	7,78	7,78	7,77	7,76
2	2	62	60	55	53	51	49	37	35	31	30	27	26	8,02	8,01	7,97	7,96	7,94	7,93	62	61	58	57	55	54
3	3	33	31	26	24	22	20	8,12	8,10	8,05	8,03	8,00	7,99	7,81	7,80	7,75	7,74	7,71	7,70	44	43	40	38	36	35
4	4	8,08	8,06	8,00	7,98	7,94	7,92	7,89	7,88	7,82	7,80	7,77	7,75	61	60	55	53	50	49	27	26	22	20	18	7,16
5	5	7,86	7,84	7,78	7,75	7,71	7,69	69	67	62	59	55	53	43	42	37	34	31	29	7,11	7,10	7,05	7,03	7,00	6,99
6	6	65	64	58	54	50	48	50	48	43	39	35	34	26	24	19	16	13	11	6,96	6,94	6,90	6,87	6,84	82
7	7	46	45	39	34	30	28	32	30	25	21	17	15	7,09	7,08	7,03	6,99	6,95	6,94	81	80	75	71	68	66
8	8	28	27	21	17,16	12,10	7,15	7,14	7,08	7,03	6,99	6,98	6,98	6,94	6,92	6,87	6,83	6,79	6,77	66	65	60	56	53	51
9	9	7,12	7,10	7,04	6,99	6,95	6,93	6,99	6,97	6,91	6,87	6,83	6,81	7,9	7,7	7,2	6,7	6,4	6,2	53	51	46	42	39	37
10	10	6,96	6,94	6,88	6,83	6,79	6,77	6,84	6,82	6,76	6,71	6,67	6,65	6,4	6,3	5,7	5,3	4,9	4,7	3,9	3,8	3,3	2,8	2,5	2,3
11	11	80	79	72	67	63	61	69	67	61	56	52	50	51	49	43	38	35	33	26	25	19	15	6,11	6,10
12	12	66	64	57	52	48	46	55	53	47	42	38	36	37	36	29	24	21	19	14	12	6,06	6,02	5,98	5,97
13	13	52	50	43	38	34	32	41	40	33	28	24	22	24	23	16	11	6,08	6,06	6,02	6,00	5,94	5,89	86	84
14	14	38	36	29	24	20	18	28	26	19	14	6,10	6,09	6,11	6,10	6,03	5,98	5,95	5,93	5,90	5,88	82	77	74	72
15	15	25	23	16	6,11	6,07	6,05	15	14	6,06	6,01	5,97	5,96	5,99	5,98	5,91	86	82	80	78	76	70	65	62	60
16	16	6,12	6,10	6,03	5,98	5,94	5,92	6,02	6,01	5,94	5,89	5,85	5,83	87	86	78	74	70	68	66	65	58	54	50	49
17	17	5,99	5,98	5,90	85	82	80	5,90	5,89	81	76	73	71	75	74	67	62	58	57	55	54	47	42	39	37
18	18	87	86	78	73	69	68	78	77	69	64	61	59	63	62	55	50	47	45	44	43	36	31	28	26
19	19	75	74	66	61	58	56	66	65	58	53	49	48	52	51	44	39	36	34	33	32	25	20	17	16
20	20	63	62	54	5,50	5,46	5,44	5,5	5,54	5,46	5,41	5,38	5,36	5,41	5,40	5,33	5,28	5,25	5,23	5,22	5,21	5,14	5,10	5,07	5,05
25	25	5,08	5,07	5,00	4,96	4,93	4,91	5,01	5,00	4,93	4,88	4,85	4,84	4,88	4,87	4,81	4,76	4,73	4,72	4,72	4,71	4,64	4,60	4,57	4,56
30	30	4,59	4,58	4,51	4,47	4,44	4,43	4,52	4,51	4,44	4,40	4,37	4,36	4,40	4,40	4,33	4,29	4,26	4,25	4,25	4,24	4,18	4,14	4,11	4,10
35	35	4,13	4,12	4,06	4,02	3,99	3,98	4,07	4,06	4,00	3,96	3,93	3,92	3,96	3,96	3,90	3,86	3,83	3,82	3,82	3,81	3,75	3,72	3,69	3,68
40	40	3,71	3,70	3,64	3,60	3,58	—	3,65	3,64	3,58	3,55	3,52	—	3,55	3,54	3,49	3,45	3,42	—	3,42	3,41	3,35	3,32	3,29	—

		$z = 87^\circ$					$z = 86^\circ$					$z = 85^\circ$					$z = 83^\circ$					$z = 80^\circ$				
$h - h_0$		0		5	10	15	20	0		5	10	15	20	0		5	10	15	20	0		5	10	15	20km	
		w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s		
		$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$	$80^\circ+$		
0	0	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	80,00	80,00	80,00	80,00	
1	1	6,86	6,85	6,85	6,84	6,84	5,90	5,89	5,88	5,88	5,88	4,92	4,91	4,91	4,90	4,90	2,94	2,93	2,93	2,93	2,93	79,96	79,95	79,95	79,95	
2	2	73	71	70	69	68	79	78	77	76	75	83	82	81	81	80	88	87	87	86	86	92	91	91	90	
3	3	60	57	56	54	53	69	67	66	64	64	75	73	72	71	71	82	80	80	79	79	87	86	86	85	
4	4	47	43	42	40	39	59	56	55	53	52	66	64	63	62	61	76	74	73	72	72	83	82	81	80	
5	5	34	30	28	26	25	49	45	44	42	41	58	55	54	52	52	70	67	66	65	65	79	77	76	75	
6	6	22	18	15	13	6,11	39	35	33	31	30	50	47	45	43	42	63	61	60	58	58	74	72	72	70	
7	7	6,10	6,05	6,03	6,00	5,99	29	25	23	20	19	41	38	36	34	33	57	55	53	52	51	70	68	67	65	
8	8	5,98	5,93	5,90	5,87	86	19	15	12	10	5,09	33	30	27	25	24	51	48	46	45	44	65	63	62	60	
9	9	86	81	78	75	74	09	5,05	5,02	5,00	4,98	25	21	19	17	16	45	42	40	38	38	61	59	57	56	
10	10	75	70	66	63	62	5,00	4,95	4,92	4,89	88	17	13	10	4,08	4,07	38	35	33	32	31	56	54	52	51	
11	11	64	59	55	52	50	4,90	85	82	80	78	09	4,04	4,02	3,99	3,98	32	29	27	25	24	52	49	48	46	
12	12	53	47	44	40	39	81	76	72	70	69	4,00	3,96	3,93	91	90	26	23	20	19	18	47	45	43	41	
13	13	43	36	32	30	28	72	66	63	60	59	3,93	88	85	83	82	20	16	14	12	11	43	40	38	36	
14	14	32	26	22	19	17	62	57	54	51	50	85	80	77	74	73	14	10	07	2,06	2,05	38	35	34	32	
15	15	22	15	11	5,08	5,07	54	48	44	42	40	77	72	69	66	65	07	2,04	2,01	1,99	1,98	33	31	29	27	
16	16	11	5,05	5,01	4,98	4,96	44	39	35	32	31	69	64	61	58	57	2,01	1,97	1,95	93	92	29	26	24	22	
17	17	5,01	4,95	4,91	88	86	36	30	26	24	22	61	56	53	50	49	1,95	91	88	86	86	24	21	19	17	
18	18	4,91	85	81	78	76	27	21	17	15	13	53	48	45	42	41	89	85	82	80	79	20	17	15	13	
19	19	82	75	71	68	67	18	12	09	4,06	4,05	45	40	37	35	34	83	78	76	74	73	15	12	10	08	
20	20	72	65	61	58	57	4,10	4,04	4,00	3,97	3,96	38	3,33	3,29	3,27	3,26	77	72	70	68	67	9,11	9,07	9,05	9,04	
25	25	4,26	4,19	4,16	4,13	4,12	3,68	3,62	3,59	56	55	3,01	2,95	2,92	2,90	2,89	46	42	40	38	37	8,88	8,84	8,82	8,81	
30	30	3,83	3,77	3,73	3,70	3,69	3,29	3,23	3,20	3,17	3,16	2,65	60	57	54	53	1,17	1,13	1,10	1,08	1,07	65	62	60	58	
35	35	4,2	3,37	3,33	3,31	3,30	2,91	2,86	2,83	2,81	2,80	2,31	2,26	2,23	2,21	2,20	0,88	0,84	0,82	0,80	0,79	43	40	38	36	
40	40	3,04	2,99	2,96	2,93	—	2,56	2,51	2,48	2,46	—	1,98	1,93	1,90	1,88	—	0,61	0,57	0,54	0,52	—	78,21	78,18	78,16	78,14	

Die Werte von i für $z = 75^\circ$ sind an d. S. 22 unten angeführt.

φ

		$z = 89,5^\circ$						$z = 89,0^\circ$						$z = 88,5^\circ$						$z = 88,0^\circ$												
$h - h_0$	$h = 0$	5		10		15		20		0		5		10		15		20		0		5		10		15		20km				
		w	s	w	s	w,s	w,s	w,s	w	s	w	s	w,s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
1	0,67	0,67	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64			
2	1,10	1,10	1,06	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,03	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75			
3	44	43	39	38	37	35	34	34	34	1,08	1,07	1,05	1,05	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81			
4	73	71	66	66	64	62	60	60	60	34	33	30	30	29	28	27	27	27	27	27	1,07	1,07	1,05	1,04	1,03	1,03	0,88	0,88	0,86	0,86	0,85	0,85
5	1,98	1,97	1,91	1,91	1,88	1,85	1,84	1,84	1,84	57	56	53	53	51	50	49	49	49	49	49	28	27	25	24	23	23	23	23	23	23		
6	2,21	2,20	2,13	2,13	2,10	2,07	2,05	2,05	2,05	79	78	74	74	72	70	69	69	69	69	69	47	47	44	43	42	41	41	41	41	41		
7	42	41	34	33	30	27	25	25	25	1,99	1,98	1,93	1,93	1,91	1,89	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	66	65	62	60	59	58	58	58	58	58		
8	62	60	53	52	48	45	43	43	43	2,17	2,16	2,11	2,11	2,09	2,06	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	83	82	79	77	76	75	75	75	75	75		
9	80	78	71	70	67	63	60	60	60	35	34	29	28	26	23	22	22	22	22	22	1,99	1,98	1,95	1,93	1,91	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90		
10	2,98	2,96	2,88	2,87	84	79	77	77	77	52	50	45	44	42	39	38	38	38	38	38	2,15	2,14	2,10	2,08	2,06	2,05	1,86	85	82	81	80	79
11	3,14	3,12	3,04	3,03	2,99	2,95	2,92	2,92	2,92	68	66	61	60	57	54	53	53	53	53	53	30	29	25	23	21	20	2,00	1,99	1,96	1,94	1,93	1,92
12	30	28	19	19	3,14	3,10	3,07	3,07	3,07	83	81	75	75	72	69	67	67	67	67	67	44	43	39	37	35	33	13	2,13	2,09	2,08	2,06	2,05
13	45	43	34	33	29	24	21	21	21	2,97	2,96	2,90	2,89	86	83	81	81	81	81	81	58	57	53	50	48	47	26	26	22	20	19	18
14	60	57	48	47	43	38	35	35	35	3,12	3,10	3,03	3,03	2,99	2,96	2,94	2,94	2,94	2,94	72	71	66	63	61	59	39	38	35	33	31	30	
15	74	71	62	61	56	51	48	48	48	25	24	17	16	3,13	3,09	3,07	3,07	3,07	3,07	85	84	79	76	73	72	52	51	47	45	43	42	
16	3,87	3,85	3,75	3,74	69	64	61	61	61	38	37	30	29	25	22	20	20	20	20	2,98	2,96	2,91	2,88	2,86	2,84	64	63	59	56	55	53	
17	4,00	3,98	3,88	3,87	82	77	74	74	74	51	49	42	42	38	34	32	32	32	32	3,10	3,09	3,04	3,00	2,97	2,96	75	74	70	68	66	65	
18	13	14	10	10	3,94	3,89	3,86	3,86	3,86	64	62	54	54	50	46	44	44	44	44	22	21	15	12	3,09	3,07	87	86	82	79	77	76	
19	25	23	12	12	4,06	4,01	3,98	3,98	3,98	76	74	66	66	61	57	55	55	55	55	34	32	27	23	20	18	2,98	2,97	2,93	2,90	88	86	
20	37	35	24	23	18	12	4,09	4,09	4,09	3,87	3,86	3,78	3,77	3,73	3,69	3,67	3,67	3,67	3,67	44	44	38	34	31	29	3,09	3,08	3,03	3,01	2,98	2,97	
25	4,93	4,90	4,79	4,78	4,72	4,66	4,62	4,62	4,62	4,42	4,40	4,32	4,31	4,26	4,22	4,19	4,19	4,19	4,19	3,98	3,97	3,90	3,86	3,83	3,81	3,60	3,59	3,54	3,51	3,48	3,46	
30	5,43	5,40	5,28	5,27	5,21	5,14	5,11	5,11	5,11	4,91	4,89	4,80	4,80	4,74	4,70	4,67	4,67	4,67	4,67	4,46	4,45	4,38	4,33	4,30	4,28	4,07	4,06	4,00	3,96	3,94	3,92	
35	5,89	5,86	5,73	5,72	5,66	5,59	5,55	5,55	5,55	5,36	5,34	5,25	5,24	5,18	5,13	5,11	5,11	5,11	5,11	4,91	4,89	4,82	4,76	4,73	4,71	50	49	43	4,39	4,36	4,34	
40	6,31	6,28	6,15	6,14	6,08	6,00	5,96	5,96	5,96	78	76	66	66	60	55	54	54	54	54	5,32	5,30	5,22	5,17	5,13	5,11	90	89	83	79	76	74	

i

		$z = 87^\circ$						$z = 86^\circ$						$z = 85^\circ$						$z = 83^\circ$						$z = 80^\circ 75'$						$z = 75^\circ$											
$h - h_0$	$h = 0$	5		10		15		20		0		5		10		15		20		0		5		10		15		20		0-5		10-10		0		5		10		15		20	
		w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1	17	17	17	17	17	17	13	13	13	13	13	13	13	10	10	10	10	10	10	10	07	07	07	07	07	05	05	03	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97	
2	33	33	33	32	33	33	25	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	20	20	20	15	15	14	15	15	10	10	07	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	
3	48	48	48	48	48	48	37	37	37	37	37	37	30	30	30	30	30	30	30	30	22	22	22	22	22	15	15	10	92	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	
4	63	63	63	62	62	62	49	49	49	49	49	49	40	40	40	40	40	40	40	40	29	29	29	29	29	20	20	13	89	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88		
5	78	78	77	77	76	76	61	60	60	60	60	60	50	49	49	49	49	49	49	49	36	36	36	36	36	25	25	17	86	85	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84		
6	0,92	0,92	0,91	0,90	0,90	0,90	72	71	71	71	71	71	59	59	58	58	58	58	58	58	43	43	43	43	43	30	30	20	83	82	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81		
7	1,05	1,05	1,04	1,03	1,03	1,03	83	82	82	82	82	82	68	68	68	68	68	68	68	68	50	50	50	50	49	35	35	23	80	79	78	77	77	77	77	77	77	77	77	77			
8	18	18	17	16	16	15	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	77	77	77	77	77	77	77	77	77	64	63	63	63	63	45	45	30	74	72	72	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71		
9	31	31	29	28	28	28	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	86	86	86	85	85	85	85	85	85	64	63	63	63	63	45	45	30	74	72	72	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71		
10	43	43	41	41	40	40	15	14	14	14	13	13	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	70	70	70	70	70	50	50	33	71	69	68	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67			
11	55	55	53	52	52	51	25	24	24	24	23	23	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	77	77	77	77	76	55	55	36	68	66	65	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64			
12	67	66	65	64	63	62	35	34	33	33	33	33	13	12	12	11	11	11	11	84	83	83	83	83	60	59	40	65	63	62	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61		
13	78	78	76	75	74	73	45	44	43	43	42	42	21	20	20	20	20	20	20	90	90	90	90	89	65	64	43	62	60	59	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57		
14	1,89	1,89	87	86	85	84	55	53	53	52	52	29	29	28	28	28	28	28	28	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	69	69	46	59	57	55	5												

h - h ₀	z = 89,5°										z = 89,0°					z = 88,5°					z = 88,0°									
	h ₀ = 0		5		10		15		20		0		5		10		15		20		0		5		10		15		20 km	
	w	s	w	s	w	s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w	s	w,s	w	s	w,s	w,s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	75	75	73	73	71	72	71	71	49	49	48	47	48	48	36	36	35	35	35	35	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
2	122	122	118	118	116	116	115	114	86	86	85	84	84	84	66	66	65	64	65	64	52	52	52	52	52	52	52	52	52	
3	160	159	154	154	151	152	150	149	119	119	116	115	115	114	94	94	92	91	91	91	76	75	75	75	74	74	74	74	74	
4	192	191	185	185	182	182	179	178	148	147	144	143	142	141	119	118	117	115	115	114	98	97	96	96	95	95	95	95	95	
5	220	219	212	212	209	209	206	204	174	173	169	168	167	166	142	142	139	138	137	136	118	117	116	116	115	115	115	115	115	
6	246	244	237	236	233	233	230	228	198	197	192	191	188	188	164	163	160	159	158	157	136	137	135	134	134	134	133	133	133	
7	269	267	260	259	255	255	252	250	220	219	214	212	210	209	184	183	180	178	177	176	156	155	153	152	151	151	151	151	151	
8	291	289	281	280	276	276	272	270	241	240	234	232	229	228	203	202	199	197	195	194	173	172	170	169	168	168	168	168	168	
9	312	310	301	300	296	296	292	290	260	258	253	251	248	247	221	221	217	215	213	212	190	189	187	186	184	184	184	184	184	
10	331	329	320	319	314	314	310	308	279	277	272	268	266	264	239	238	234	231	230	228	206	205	203	201	200	200	199	199	199	
11	349	347	338	337	332	332	328	325	296	295	289	286	282	281	256	255	250	248	246	244	222	221	218	217	215	215	214	214	214	
12	367	365	355	354	349	349	344	342	314	312	305	302	298	297	272	271	266	263	261	260	237	236	233	231	230	229	229	229	229	
13	384	381	371	370	365	365	360	358	330	329	321	318	314	313	287	286	282	278	271	274	252	251	248	245	244	243	243	243	243	
14	400	397	387	386	381	381	375	373	346	344	337	333	329	327	302	301	296	293	290	289	266	265	262	259	257	256	256	256	256	
15	415	413	402	401	396	396	390	388	361	359	352	347	344	341	317	316	310	307	304	303	280	278	275	273	270	269	269	269	269	
16	430	428	417	416	410	410	405	402	375	373	366	362	358	356	331	330	324	320	318	316	293	292	288	286	283	282	282	282	282	
17	445	442	431	430	424	424	418	417	389	387	380	375	371	369	345	343	339	334	331	329	306	305	301	298	296	295	295	295	295	
18	459	456	445	444	438	438	432	429	403	401	393	388	384	383	358	357	351	347	344	342	319	318	314	311	308	307	307	307	307	
19	473	470	458	458	456	456	445	442	417	415	406	402	397	396	371	370	363	359	356	355	331	329	326	323	320	319	319	319	319	
20	486	483	471	470	464	464	458	455	430	428	419	414	410	408	384	382	376	371	368	367	343	342	337	335	332	331	331	331	331	
25	548	545	532	531	524	524	518	515	490	488	479	473	469	466	443	441	434	429	426	424	400	399	394	390	387	386	386	386	386	
30	603	600	587	585	578	578	572	568	545	543	533	527	522	520	496	495	487	482	478	476	452	451	445	442	438	437	437	437	437	
35	654	651	637	636	628	628	621	618	596	593	583	576	571	569	546	544	536	530	526	524	500	499	493	489	—	—	—	—	—	
40	701	698	684	683	675	674	667	—	642	640	629	622	617	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

h - h ₀	z = 87°										z = 86°					z = 85°					z = 83°					z = 80°					z = 75°					
	h ₀ = 0		5		10		15		20		0		5		10		15		20		0		5		10		15-20		0		5		10-20		10-20 km	
	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	19	19	19	19	19	19	14	14	14	14	14	11	11	11	11	11	8	8	8	8	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
2	37	37	36	36	36	36	28	28	28	28	28	23	22	22	22	22	16	16	16	16	12	12	12	12	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
3	54	54	53	53	53	53	41	41	41	41	41	34	34	34	33	33	24	24	24	24	17	17	17	17	12	12	12	12	12	12	12	12	12			
4	70	70	70	70	70	69	55	54	54	54	54	44	44	44	44	44	32	32	32	32	23	23	23	23	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
5	86	86	86	85	85	85	67	67	67	67	67	55	55	55	55	55	40	40	40	40	28	28	28	28	19	19	19	19	19	19	19	19	19			
6	102	102	101	101	100	100	80	80	79	79	79	66	65	65	65	65	48	48	48	48	34	34	34	34	23	23	23	23	23	23	23	23	23			
7	117	116	116	115	115	114	92	92	92	91	91	76	76	76	75	75	56	56	56	56	40	40	40	40	27	27	27	27	27	27	27	27	27			
8	131	131	130	130	129	129	104	104	103	103	103	86	86	86	86	85	63	63	63	63	45	45	45	45	31	31	31	31	31	31	31	31	31			
9	145	145	144	143	143	142	116	115	115	115	114	96	96	96	95	95	71	71	71	71	51	51	51	51	34	34	34	34	34	34	34	34	34			
10	159	159	157	157	156	156	128	127	126	126	126	106	106	105	105	105	79	78	78	78	56	56	56	56	38	38	38	38	38	38	38	38	38			
11	172	172	171	170	169	168	139	138	138	137	137	116	115	115	115	115	86	86	86	86	62	62	62	62	42	42	42	42	42	42	42	42	42			
12	185	185	183	182	182	181	150	149	149	148	148	126	125	125	124	124	94	93	93	93	67	67	67	67	46	46	46	46	46	46	46	46	46			
13	198	198	196	195	194	193	161	160	159	159	159	135	134	134	134	133	101	101	100	100	73	73	73	73	50	50	50	50	50	50	50	50	50			
14	210	210	208	207	206	205	172	171	170	169	169	144	144	143	143	143	108	108	108	108	78	78	78	78	53	53	53	53	53	53	53	53	53			
15	223	222	220	219	218	217	188	181	180	180	179	154	153	152	152	152	116	115	115	115	84	84	83	83	57	57	57	57	57	57	57	57	57			
16	234	234	232	230	229	229	193	191	191	190	190	163	162	161	161	161	123	122	122	122	89	89	89	89	61	61	61	61	61	61	61	61	61			
17	246	246	243	242	240	240	203	202	201	200	200	172	171	170	170	170	130	130	129	129	94	94	94	94	65	65	65	65	65	65	65	65	65			
18	258	257	255	253	252	251	213	212	211	210	210	181	180	179	179	178	137	137	136	136	100	100	99	99	68	68	68	68	68	68	68	68	68			
19	269	268	266	264	262	262	223	222	221	220	219	190	189	188	187	187	144	144	143	143	105	105	105	105	72	72	72	72	72	72	72	72	72			
20	280	279	276	275	273	272	233	231	230	229	229	198	197	196	196	196	151	151	150	150	110	110	110	110	76	76	76	76	76	76	76	76	76			
25	332	331	328	326	324	323	280																													

R

$\alpha = 90^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10 km		
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	244	223	201	177	173	157	151	143	134	129	122	117	111	105	103	094	096	088	091	082	086	078	
2	327	296	277	241	236	216	206	197	184	177	168	161	154	143	143	130	134	121	126	114	118	109	
3	385	346	317	289	279	258	245	234	219	211	202	191	184	171	171	156	161	146	151	138	140	131	
4	426	385	357	323	311	290	274	261	246	237	227	214	209	193	195	177	182	166	169	158	156	147	
5	457	415	385	351	338	314	299	284	266	257	247	233	230	211	214	194	197	182	182	172	167	159	
6	483	440	409	373	360	334	320	303	285	275	265	250	247	227	229	209	209	195	193	183	176	168	
7	505	461	429	392	379	351	337	319	302	290	280	264	260	240	240	221	219	205	201	192	183	175	
8	524	478	447	408	396	366	353	333	316	304	293	277	271	251	249	230	227	213	207	199	189	181	
9	541	493	463	422	411	380	367	346	328	315	303	287	279	260	256	238	233	220	212	205	193	186	
10	556	507	477	435	424	392	378	357	338	325	311	296	286	267	262	244	238	225	216	210	197	190	
11	569	519	489	447	434	403	387	367	345	333	317	303	292	273	267	249	242	229	220	214	200	193	
12	581	530	499	457	443	412	394	374	351	340	322	308	296	278	270	253	245	233	223	217	202	196	
13	591	540	508	465	450	419	400	381	356	345	327	313	300	282	274	256	248	236	225	219	204	198	
14	599	548	514	472	455	425	405	386	361	349	330	317	303	285	276	259	250	238	227	221	206	200	
15	605	555	520	478	460	430	409	390	364	353	333	320	305	288	279	261	252	240	228	223	207	201	
16	611	561	524	483	464	434	412	393	367	356	336	321	307	290	280	263	253	242	229	224	208	202	
17	615	566	528	487	467	438	415	396	369	359	338	324	309	292	282	265	255	243	230	225	209	203	
18	619	570	531	490	470	441	417	399	371	361	340	326	311	293	283	266	256	244	231	226	210	204	
19	622	573	534	493	472	443	419	401	373	362	341	328	312	295	284	267	257	245	232	227	211	205	
20	625	576	536	495	474	445	421	402	374	364	342	329	313	296	285	268	257	246	233	228	212	206	
25	633	584	543	502	480	451	426	407	378	368	346	333	316	299	288	270	259	248	234	230	212	206	
30	636	587	545	505	482	454	428	410	380	370	347	334	317	300	289	272	260	249	234	230	212	206	
35	637	588	546	507	483	455	428	411	380	371	347	335	317	301	289	272	260	249	234	230	212	206	
40	637	588	546	507	483	455	428	411	380	371	347	335	317	301	289	272	260	249	234	230	212	206	

$h - h_0$	$h_0 = 11$		12		13		14		15		16		18		20		22		24		26		28		30 km		
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	080	075	070	070	059	060	050	054	43	46	37	42	27	28	20	21	14	15	010	008	006	004	004	004	004	004	
2	108	103	093	095	079	081	068	072	58	61	50	55	36	38	27	28	19	20	15	11	08	05	05	05	05	05	
3	126	122	108	112	093	095	079	083	68	71	57	64	42	44	31	33	22	23	16	13	09	06	06	06	06	06	
4	139	136	120	123	102	105	087	092	75	78	63	71	46	48	34	36	24	26	18	14	10	07	07	07	07	07	
5	149	146	128	132	109	113	093	098	80	83	68	76	49	51	36	38	26	28	20	15	10	07	07	07	07	07	
6	157	154	135	139	115	118	098	103	84	87	71	79	52	54	38	40	27	29	21	16	11	07	07	07	07	07	
7	163	160	140	144	119	123	102	107	87	91	74	82	54	56	40	42	28	30	22	16	11	07	07	07	07	07	
8	168	165	144	148	122	127	105	110	90	93	76	84	55	58	41	43	29	31	22	16	11	07	07	07	07	07	
9	172	169	147	152	125	130	107	113	92	96	78	86	57	59	42	44	30	32	22	16	11	07	07	07	07	07	
10	175	172	150	154	127	132	109	115	93	97	79	88	58	60	43	45	30	32	23	17	11	07	07	07	07	07	
11	177	175	152	157	129	134	110	117	95	99	80	89	59	61	43	46	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
12	179	177	154	158	131	136	111	118	96	100	81	90	59	62	44	46	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
13	181	179	156	160	132	137	113	119	97	101	82	91	60	62	44	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
14	182	180	157	161	133	138	113	120	98	101	82	92	60	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
15	183	181	158	162	134	139	114	121	98	102	83	92	60	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
16	184	182	159	163	135	140	115	121	99	103	83	92	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
17	185	183	160	164	136	140	115	122	99	103	83	92	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
18	186	184	161	164	136	141	116	122	99	103	83	93	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
19	186	185	161	165	136	141	116	122	100	104	83	93	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
20	187	186	162	165	136	141	116	123	100	104	83	93	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
25	187	186	163	166	137	142	117	123	100	105	83	93	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
30	187	186	163	166	137	142	117	123	100	105	83	93	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
35	187	186	163	166	137	142	117	123	100	105	83	93	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	
40	187	186	163	166	137	142	117	123	100	105	83	93	61	63	45	47	31	33	23	17	11	07	07	07	07	07	

M

$z = 90^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10 km		
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	122,1	119,5	106,8	102,0	95,0	90,0	82,3	80,0	73,4	72,2	66,3	65,2	58,9	57,9	52,5	51,8	46,6	46,8	41,4	41,7	35,7	36,7	
2	165,8	162,1	146,0	139,0	129,0	122,2	110,4	109,5	101,0	99,0	90,4	88,8	80,6	79,6	71,4	70,9	63,6	63,5	55,6	56,5	48,0	49,2	
3	195,6	190,6	171,7	165,8	152,6	146,0	134,0	130,9	119,7	117,2	106,9	105,1	95,2	94,2	84,1	84,0	74,3	74,8	65,0	66,4	56,1	57,8	
4	218,8	212,2	192,4	184,7	170,0	163,8	149,8	147,0	133,7	131,2	119,1	117,5	106,1	105,1	93,4	93,6	82,4	83,0	71,9	73,5	61,9	64,0	
5	235,5	229,2	208,0	200,2	184,0	177,6	162,0	158,8	144,8	142,2	128,8	127,0	114,3	113,5	101,0	101,0	88,2	89,5	77,0	79,0	66,2	68,5	
6	249,8	242,8	220,7	212,6	195,2	188,7	171,9	168,7	153,5	151,0	136,3	134,7	120,7	120,2	106,5	106,8	92,9	94,4	81,0	83,2	69,6	72,1	
7	261,6	254,0	231,1	222,8	204,3	197,8	179,8	176,8	160,4	158,1	142,3	140,9	125,8	125,5	110,8	111,3	96,5	98,3	84,1	86,5	72,3	74,9	
8	271,3	263,3	239,6	231,3	211,8	205,3	186,3	183,4	165,9	163,8	147,0	145,8	129,8	129,8	114,2	114,9	99,4	101,4	86,6	89,1	74,4	77,2	
9	279,4	271,2	246,6	238,4	217,9	211,5	191,5	188,8	170,3	168,5	150,7	149,8	133,0	133,1	116,9	117,8	101,8	103,9	88,6	91,2	76,1	79,0	
10	286,0	277,9	252,4	244,3	222,8	216,7	195,7	193,2	173,9	172,3	153,8	153,0	135,6	135,9	119,1	120,2	103,6	105,9	90,1	93,0	77,4	80,5	
11	291,6	283,4	257,1	249,2	226,8	220,9	199,1	196,8	176,8	175,4	156,2	155,6	137,7	138,1	120,9	122,1	105,2	107,5	91,4	94,4	78,5	81,7	
12	296,1	288,1	260,9	253,3	230,0	224,3	201,9	199,7	179,1	177,9	158,2	157,8	139,4	139,9	122,4	123,6	106,4	108,8	92,5	95,5	79,4	82,6	
13	299,8	291,2	264,0	256,6	232,7	227,2	204,1	202,1	181,1	179,9	159,9	159,5	140,8	141,4	123,5	124,9	107,4	109,9	93,3	96,5	80,1	83,4	
14	302,8	295,1	266,6	259,3	234,9	229,5	206,0	204,1	182,7	181,6	161,2	161,0	141,9	142,7	124,5	126,0	108,2	110,8	94,1	97,2	80,7	84,1	
15	305,4	297,7	268,7	261,5	236,7	231,4	207,5	205,8	184,0	183,0	162,3	162,2	142,9	143,7	125,3	126,9	108,9	111,6	94,6	97,9	81,5	84,6	
16	307,5	299,8	270,4	263,4	238,2	233,0	208,8	207,1	185,0	184,2	163,2	163,2	143,7	144,5	126,0	127,6	109,5	112,2	95,1	98,4	81,6	85,1	
17	309,2	301,6	271,9	264,9	239,4	234,3	209,8	208,2	185,9	185,1	164,0	164,0	144,3	145,2	126,5	128,2	109,9	112,7	95,5	98,8	82,0	85,5	
18	310,6	303,1	273,1	266,2	240,4	235,4	210,7	209,2	186,6	186,0	164,6	164,7	144,8	145,8	127,0	128,7	110,3	113,2	95,8	99,2	82,2	85,8	
19	311,7	304,4	274,1	267,3	241,2	236,3	211,4	210,0	187,2	186,6	165,1	165,2	145,3	146,3	127,4	129,1	110,6	113,5	96,1	99,5	82,4	86,1	
20	312,7	305,4	274,9	268,2	241,9	237,1	212,0	210,6	187,7	187,2	165,5	165,7	145,6	146,7	127,6	129,5	110,9	113,8	96,3	99,8	82,6	86,3	
25	315,6	308,6	277,3	270,9	244,0	239,4	213,7	212,6	189,2	188,9	166,8	167,2	146,6	148,0	128,5	130,5	111,6	114,7	96,9	100,5	83,2	86,9	
30	316,7	309,9	278,3	272,0	244,8	240,3	214,3	213,4	189,8	189,6	167,2	167,8	147,1	148,4	128,8	130,9	111,9	115,1	97,1	100,8	83,4	87,2	
35	317,3	310,4	278,6	272,5	245,1	240,7	214,6	213,7	190,0	189,8	167,4	168,0	147,2	148,7	129,0	131,1	112,0	115,2	97,2	100,9	83,5	87,3	
40	317,4	310,6	278,8	272,7	245,3	240,9	214,7	213,8	190,1	189,9	167,4	168,1	147,3	148,8	129,1	131,1	112,0	115,2	97,2	100,9	83,5	87,3	

$h - h_0$	11		12		13		14		15		16		18		20		22		24		26		28		30 km		
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	30,7	32,1	26,1	27,5	22,2	23,4	19,0	20,0	16,4	17,4	13,8	14,6	9,9	10,5	7,5	7,8	5,4	5,9	3,9	4,4	2,8	3,2	2,0	2,3	1,4	1,9	
2	41,2	43,2	35,0	37,1	29,8	31,5	25,5	26,9	21,9	23,3	18,6	19,6	13,3	14,2	9,9	10,5	7,2	7,9	5,1	5,9	3,7	4,3	2,6	3,0	1,9	2,5	
3	48,2	50,6	40,9	43,3	34,8	36,8	29,7	31,5	25,2	27,2	21,6	22,9	15,6	16,6	11,5	12,4	8,4	9,2	6,0	7,5	4,3	5,0	3,0	3,6	2,2	2,8	
4	53,3	55,8	45,1	47,8	38,4	40,6	32,7	34,8	28,1	30,0	23,9	25,4	17,2	18,4	12,4	13,6	9,2	10,2	6,6	8,0	4,7	5,5	3,3	4,0	2,4	3,1	
5	57,0	59,8	48,3	51,1	41,1	43,5	35,0	37,3	30,1	32,1	25,6	27,2	18,4	19,7	13,3	14,6	9,8	10,9	7,0	8,4	5,0	5,9	3,5	4,3	2,6	3,3	
6	59,9	62,9	50,7	53,8	43,2	45,7	36,8	39,2	31,6	33,7	26,8	28,6	19,3	20,8	13,9	15,3	10,3	11,5	7,4	8,8	5,2	6,2	3,7	4,5	2,7	3,4	
7	62,2	65,3	52,6	55,8	44,8	47,5	38,2	40,7	32,3	35,0	27,8	29,7	20,1	21,6	14,5	15,9	10,6	11,9	7,6	9,0	5,4	6,4	3,8	4,6	2,8	3,5	
8	64,0	67,2	54,2	57,5	46,1	48,9	39,3	41,9	33,7	36,1	28,6	30,6	20,6	22,2	14,9	16,4	10,9	12,3	7,8	9,2	5,6	6,6	4,0	4,8	2,9	3,6	
9	65,4	68,7	55,4	58,8	47,1	50,0	40,2	42,9	34,5	36,9	29,3	31,3	21,1	22,8	15,2	16,8	11,2	12,6	8,0	9,4	5,7	6,7	4,0	4,9	2,9	3,7	
10	66,6	70,0	56,4	59,9	48,0	51,0	40,9	43,7	35,1	37,6	29,8	31,9	21,4	23,2	15,4	17,1	11,3	12,8	8,1	9,5	5,8	6,8	4,1	5,0	3,0	3,8	
11	67,5	71,0	57,2	60,7	48,6	51,7	41,4	44,3	35,5	38,1	30,2	32,4	21,7	23,5	15,6	17,4	11,5	13,0	8,2	9,6	5,9	6,9	4,2	5,0	3,0	3,8	
12	68,3	71,9	57,8	61,5	49,2	52,3	41,9	44,9	35,9	38,6	30,5	32,8	22,0	23,8	15,8	17,6	11,6	13,1	8,3	9,7	5,9	7,0	4,2	5,1	3,1	3,8	
13	68,9	72,5	58,3	62,1	49,6	52,8	42,3	45,3	36,2	38,9	30,8	33,1	22,1	24,1	15,9	17,7	11,7	13,2	8,4	9,8	6,0	7,1	4,3	5,1	3,1	3,9	
14	69,4	73,1	58,8	62,6	50,0	53,3	42,6	45,7	36,5	39,2	31,0	33,4	22,3	24,3	16,0	17,9	11,8	13,3	8,4	9,8	6,0	7,1	4,3	5,2	3,2	3,9	
15	69,8	73,6	59,1	63,0	50,3	53,6	42,8	46,0	36,7	39,5	31,1	33,6	22,4	24,4	16,1	18,0	11,9	13,4	8,5	9,9	6,1	7,2	4,3	5,2	3,2	3,9	
16	70,1	74,0	59,4	63,3	50,5	53,9	43,0	46,2	36,8	39,7	31,3	33,8	22,5	24,6	16,2	18,1	12,0	13,5	8,5	9,9	6,1	7,2	4,4	5,2	3,2	3,9	
17	70,4	74,3	59,6	63,6	50,7	54,1	43,2	46,4	37,0	39,9	31,4	33,9	22,6	24,6	16,3	18,1	12,0	13,5	8,6	9,9	6,1	7,2	4,4	5,2	3,2	3,9	
18	70,6	74,6	59,8	63,8	50,9	54,3	43,3	46,6	37,1	40,0	31,5	34,0	22,7	24,7	16,3	18,2	12,0	13,6	8,6	10,0	6,2	7,2	4,4	5,2	3,2	3,9	
19	70,8	74,8	60,0	64,0	51,0	54,5	43,4	46,7	37,2	40,1	31,6	34,1	22,8	24,8	16,3	18,2	12,1	13,6	8,6	10,0	6,2	7,3	4,4	5,2	3,3	3,9	
20	71,0	75,0	60,1	64,2	51,1	54,8	43,5	46,8	37,3	40,2	31,6	34,2	22,8	24,9	16,4	18,3	12,1	13,6	8,6	10,0	6,2	7,3	4,4	5,2	3,3	3,9	
25	71,4	75,5	60,5	64,6	51,4	55,0	43,8	47,1	37,5	40,5	31,9	34,4	23,0	25,0	16,5	18,4	12,2	13,7	8,7	10,1	6,3	7,3	4,5	5,3	3,3	3,9	
30	71,6	75,8	60,6	64,8	51,6	55,2	43,9	47,3	37,6	40,6	32,0	34,5	23,1	25,1	16,6	18,5	12,2	13,7	8,8	10,2	6,3	7,4	4,5	5,3	3,3	3,9	

$z = 90^\circ$

$$\frac{dR}{dD}$$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1345	1273	974	834	793	679	660	601	571	541	489	484	441	428	403	378	367	336	344	305	329	247
2	1113	1070	792	666	631	523	520	463	428	415	374	373	334	332	303	290	277	248	259	227	248	213
3	1022	995	718	599	566	461	464	411	384	371	326	329	290	292	265	256	241	215	228	195	226	182
4	984	946	677	560	531	431	431	379	355	343	298	307	266	271	242	232	221	194	207	175	203	166
5	956	928	655	538	509	409	412	361	336	328	281	292	253	257	228	219	207	183	196	164	195	156
6	938	911	639	523	494	396	398	349	323	317	269	281	242	247	219	210	199	175	189	157	189	151
7	925	899	627	512	484	386	388	340	314	308	260	273	235	239	212	203	194	169	185	152	186	147
8	916	891	618	505	476	378	381	333	307	302	254	268	230	234	208	199	190	166	182	149	183	144
9	908	884	612	499	469	373	375	328	302	297	250	263	226	231	205	196	188	163	180	147	181	142
10	902	879	606	494	464	368	371	323	299	293	248	260	224	228	203	193	186	161	178	145	180	141
11	898	874	602	490	461	365	368	320	296	291	245	258	222	226	202	192	185	160	177	144	179	140
12	894	871	599	486	458	362	365	318	294	289	244	256	221	225	200	191	184	159	176	143	179	139
13	891	868	597	484	456	360	364	316	293	287	243	255	220	224	199	190	183	158	176	142	178	138
14	889	866	595	482	455	358	362	314	292	286	242	254	219	223	199	189	183	157	175	142	178	138
15	888	864	594	481	453	357	362	314	291	285	241	253	218	222	198	189	183	157	175	141	177	138
16	886	863	593	480	452	356	361	313	290	285	240	253	218	222	198	188	182	157	175	141	177	138
17	885	862	592	479	452	356	360	312	290	284	240	252	218	221	198	188	182	156	174	141	177	137
18	885	861	591	478	451	355	360	312	289	284	240	252	217	221	197	188	182	156	174	141	177	137
19	884	860	591	477	451	355	360	312	289	283	240	252	217	221	197	187	182	156	174	140	177	137
20	884	860	590	477	451	354	359	311	289	283	240	252	217	221	197	187	182	156	174	140	177	137
25	882	859	589	476	450	353	359	310	288	283	239	251	217	220	197	187	182	156	174	140	177	137
30	881	858	589	476	450	353	358	310	288	283	239	251	217	220	197	187	182	156	174	140	177	137

$h - h_0$	11		12		13		14		15		16		18		20		22		24		26		28		30 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w,s	w,s		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	315	273	286	267	242	243	204	221	173	183	145	153	103	111	76	81	63	68	40	44	26	31	22	16	16	
2	245	203	229	206	196	190	163	178	131	147	116	123	83	88	61	66	44	46	31	35	25	25	20	13	13	
3	218	175	208	184	177	167	148	165	123	134	103	111	75	80	55	59	40	42	28	31	23	23	16	12	12	
4	207	162	197	172	167	157	139	156	116	127	97	105	71	75	52	56	38	40	26	29	22	22	16	11	11	
5	199	154	190	166	162	151	135	151	112	122	94	101	68	73	50	54	36	38	25	28	21	21	16	10	10	
6	195	149	186	161	158	147	132	148	110	120	92	99	67	71	49	53	36	37	25	28	21	20	15	10	10	
7	191	146	184	158	156	145	130	146	108	118	90	98	66	70	48	52	35	37	24	27	21	20	15	10	10	
8	189	143	182	156	155	143	129	145	107	117	89	97	65	70	48	51	35	37	24	27	20	20	15	10	10	
9	188	142	180	155	154	142	128	144	106	116	89	96	65	69	47	51	35	36	24	27	20	20	14	10	10	
10	187	141	180	154	153	141	127	143	106	116	88	95	64	69	47	51	34	36	24	27	20	20	14	10	10	
11	186	140	179	153	152	141	127	143	105	115	88	95	64	68	47	50	34	36	24	26	20	20	14	10	10	
12	185	139	178	153	152	140	126	142	105	115	88	95	64	68	47	50	34	36	24	26	20	20	14	10	10	
13	185	139	178	152	152	140	126	142	105	115	87	94	64	68	47	50	34	36	24	26	20	20	14	10	10	
14	184	138	178	152	151	140	126	142	105	114	87	94	64	68	47	50	34	35	24	26	20	20	14	10	10	
15	184	138	177	152	151	140	125	142	104	114	87	94	64	68	47	50	34	34	24	26	20	20	14	10	10	
16	184	138	177	152	151	139	125	141	104	114	87	94	64	68	47	50	34	34	24	26	20	20	14	10	10	
17	184	138	177	152	151	139	125	141	104	114	87	94	64	68	47	50	34	34	24	26	20	20	14	10	10	
18	184	138	177	151	151	139	125	141	104	114	87	94	64	68	47	50	34	34	24	26	20	20	14	10	10	
19	184	137	177	151	151	139	125	141	104	114	87	94	64	68	47	50	34	34	24	26	20	20	14	10	10	
20	184	137	177	151	151	139	125	141	104	114	87	94	64	68	47	50	34	34	24	26	20	20	14	10	10	
25	184	137	177	151	151	139	125	141	104	114	87	94	64	68	47	50	34	34	24	26	20	20	14	10	10	
30	184	137	177	151	151	139	125	141	104	114	87	94	64	68	47	50	34	34	24	26	20	20	14	10	10	

φ

$z = 90^\circ$

h_0	$h_0 = 0$		1		2		3		4		5		6		7 km	
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1,15	1,14	1,12	1,11	1,11	1,10	1,10	1,09	1,09	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	1,07	1,06
2	62	61	59	57	57	55	55	54	54	53	52	52	52	51	51	50
3	1,98	1,96	1,94	1,92	1,92	1,90	1,89	1,89	1,88	1,87	1,87	1,86	1,86	1,85	1,85	1,84
4	2,28	2,26	2,24	2,21	2,21	2,19	2,18	2,18	2,16	2,16	2,15	2,15	2,14	2,14	2,14	2,12
5	54	52	49	47	46	45	44	43	42	42	41	40	40	38	38	37
6	78	75	73	70	70	68	67	66	65	64	63	63	62	61	61	60
7	2,99	2,96	2,94	2,91	2,91	2,89	2,88	2,88	2,85	2,85	2,84	2,84	2,83	2,82	2,82	2,81
8	3,19	3,16	3,14	3,11	3,11	3,08	3,08	3,06	3,05	3,05	3,04	3,03	3,02	3,01	3,01	3,00
9	38	35	33	30	29	27	26	25	23	23	22	21	21	19	20	18
10	56	53	50	47	46	44	43	42	41	40	39	38	38	36	36	35
11	72	69	66	64	63	61	60	58	57	56	55	55	54	53	53	51
12	3,88	3,85	3,82	3,80	3,79	3,76	3,75	3,74	3,73	3,72	3,71	3,70	3,70	3,68	3,68	3,67
13	4,04	4,00	3,98	3,95	3,94	3,92	3,90	3,89	3,88	3,87	3,86	3,85	3,84	3,83	3,83	3,82
14	18	15	14,12	4,09	4,08	4,06	4,05	4,04	4,02	4,01	4,00	3,99	3,99	3,97	3,97	3,96
15	32	29	26	23	22	20	19	18	16	15	14	4,13	4,12	4,11	4,11	4,10
16	46	43	40	37	36	33	32	31	29	28	27	26	26	24	24	23
17	59	56	53	50	49	46	45	44	42	42	40	39	38	37	37	36
18	72	68	66	62	61	59	58	56	54	54	53	52	51	50	49	48
19	84	81	78	75	74	71	70	69	67	66	65	64	63	62	62	60
20	4,96	4,93	4,90	4,87	4,86	4,83	4,82	4,80	4,79	4,78	4,77	4,76	4,75	4,74	4,73	4,72
25	5,52	5,49	5,46	5,42	5,41	5,39	5,37	5,36	5,34	5,33	5,32	5,31	5,30	5,28	5,28	5,26
30	6,03	5,99	5,96	5,92	5,91	5,88	5,87	5,85	5,83	5,82	5,81	5,80	5,79	5,78	5,77	5,76
35	6,49	6,44	6,41	6,38	6,36	6,34	6,32	6,31	6,29	6,28	—	—	—	—	—	—

h_0	$h_0 = 8$		9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30 km
	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1,06	1,06	1,05	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
2	51	50	49	49	49	48	48	48	47	47	46	45	44	44	44	44	44
3	1,84	1,83	1,83	1,83	1,82	1,81	1,80	1,80	1,80	1,79	1,78	1,78	1,77	1,77	1,77	1,76	1,76
4	2,12	2,12	2,11	2,11	2,10	2,09	2,08	2,07	2,07	2,07	2,06	2,05	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
5	37	37	36	35	34	33	32	32	31	30	29	28	28	28	28	28	28
6	60	59	58	58	57	55	55	54	53	52	51	50	50	50	49	49	49
7	2,80	2,80	2,79	2,78	2,77	2,76	2,75	2,74	2,73	2,72	2,71	2,70	2,70	2,70	2,69	2,69	2,69
8	3,00	2,99	2,98	2,97	2,96	2,95	2,94	2,93	2,92	2,90	2,90	2,89	2,89	2,89	2,88	2,88	2,88
9	18	3,17	3,16	3,15	3,14	3,12	3,11	3,10	3,10	3,10	3,08	3,07	3,06	3,06	3,06	3,05	3,05
10	35	34	33	32	31	29	30	27	26	25	24	23	23	22	22	22	22
11	51	50	49	48	47	45	44	43	42	40	40	39	38	38	38	38	37
12	66	65	64	63	62	60	59	58	57	56	55	54	53	53	52	52	52
13	81	80	79	78	76	75	74	73	72	70	69	68	68	67	67	67	67
14	3,95	3,94	3,93	3,92	3,90	3,89	3,88	3,86	86	84	83	82	82	81	81	81	80
15	4,09	4,08	4,06	4,05	4,04	4,02	4,01	4,00	3,99	3,97	3,96	3,95	3,95	3,95	3,94	3,94	3,94
16	22	21	20	18	17	15	14	13	4,12	4,10	4,09	4,08	4,08	4,07	4,07	4,07	4,07
17	35	34	32	31	30	28	27	26	25	23	22	21	20	20	19	19	19
18	47	46	45	43	42	40	39	38	37	35	34	33	32	32	32	31	31
19	59	58	57	55	54	52	51	50	49	47	46	45	44	44	43	43	43
20	4,71	4,70	4,68	4,67	4,66	4,64	4,63	4,61	4,60	4,58	4,57	4,56	4,56	4,55	4,55	4,55	4,55
25	5,26	5,24	5,23	5,21	5,20	5,18	5,16	5,15	5,14	5,12	5,11	5,10	5,10	5,09	5,09	5,08	5,08
30	75	73	72	70	69	67	65	64	63	61	60	49	58	58	57	57	57

$z = 90^\circ$

S

$h - h_0$	$h_0 = 0$		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		18		20		22		24		28					
	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s						
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
1	128	127	125	124	124	122	121	121	120	120	120	120	119	120	118	118	118	118	117	117	117	117	116	116	116	116	115	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	113	113						
2	180	178	176	174	174	174	172	172	170	170	170	169	168	168	168	168	167	166	166	166	165	164	164	163	163	162	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	160	160					
3	220	218	215	213	213	212	210	210	208	208	208	207	206	206	206	205	204	204	204	203	203	202	201	200	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	196	196				
4	253	251	248	246	245	244	242	242	241	240	240	239	238	238	237	236	236	235	235	234	233	232	231	230	231	230	231	230	231	230	231	230	231	230	231	230	231	230	231	230	231	230	231	226	226			
5	282	279	277	274	274	272	270	270	269	269	268	267	266	265	265	264	263	263	262	262	261	259	258	257	258	256	255	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	253	253				
6	308	305	303	300	296	298	296	296	294	294	293	292	291	290	290	289	288	288	287	286	286	284	283	282	282	280	279	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	277	277				
7	332	329	327	324	323	321	320	319	318	318	317	315	315	313	313	312	311	311	310	309	308	307	306	304	305	303	302	301	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300			
8	354	351	349	346	345	343	341	340	339	339	338	337	336	335	335	334	333	332	331	330	329	328	327	325	325	323	322	321	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320			
9	375	372	369	367	366	364	362	361	360	360	358	357	356	355	355	354	353	352	351	350	349	348	346	345	345	343	342	341	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340		
10	395	392	389	386	385	383	381	380	379	379	378	376	375	374	374	373	372	371	370	369	368	366	365	363	364	362	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360		
11	413	410	407	404	403	401	399	398	397	397	396	394	394	392	392	391	389	389	388	387	386	384	383	381	381	379	378	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376	376			
12	431	428	425	422	421	419	417	416	414	414	413	411	411	409	409	408	407	406	405	404	402	401	399	398	398	396	395	394	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393	392	392		
13	448	445	442	439	438	435	434	433	431	431	430	428	427	426	425	425	423	422	421	420	419	417	416	414	414	412	411	410	409	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408		
14	464	461	458	455	454	451	450	449	447	447	446	444	443	442	442	440	439	438	437	436	434	432	431	429	430	427	426	425	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424		
15	480	476	474	470	469	467	465	464	462	462	461	459	458	457	456	456	454	453	452	451	449	447	446	444	445	442	441	440	439	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438		
16	495	492	489	486	484	482	480	479	477	477	476	474	473	472	471	470	469	468	467	465	463	462	461	459	459	457	456	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	453	453	
17	510	506	503	500	499	496	494	493	492	491	490	488	488	486	485	485	483	482	481	479	478	476	474	473	473	471	469	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	467	467	
18	524	520	518	514	513	510	508	507	506	505	504	502	501	500	499	498	497	496	494	493	492	490	488	486	487	484	483	482	481	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
19	538	534	531	528	526	524	522	521	519	519	518	516	515	513	513	512	510	509	508	506	505	503	502	500	500	497	496	495	494	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493
20	551	548	544	541	540	537	535	534	532	532	531	529	528	526	526	525	523	522	521	519	518	516	514	513	510	509	508	507	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	506	
25	613	609	606	603	601	599	597	595	594	593	592	590	589	587	587	586	584	583	581	580	578	576	574	572	573	570	569	568	567	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	566	
30	669	665	662	659	657	654	652	651	649	648	647	645	644	642	641	641	638	637	636	634	632	630	629	627	626	624	623	622	621	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620		
35	720	716	713	710	707	705	702	701	699	699	697	695	694	692	692	691	689	687	686	684	682	680	679	677	676	674	673	672	671	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	

 $z = 90^\circ$ $i - 80^\circ$

$h - h_0$	$h_0 = 0$		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		18		20		22		24		28		
	w	s	w	s	w	s	w	s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s	w,s			
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	9,09	9,08	9,08	9,07	9,06	9,06	9,06	9,05	9,05	9,04	9,04	9,03	9,03	9,02	9,02	9,02	9,02	9,01	9,01	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
2	8,71	8,69	8,69	8,67	8,67	8,66	8,66	8,66	8,65	8,64	8,63	8,63	8,62	8,62	8,62	8,61	8,61	8,60	8,60	8,59	8,59	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58
3	40	38	38	37	36	36	35	35	34	33	32	32	31	31	31	30	29	28	28	27	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
4	14	13	12	11	10	10	09																																						