



Title	Untersuchung über Refraktion des Lichtes in der freien Atmosphäre
Author(s)	Sato, Takao
Citation	長崎大学教育学部自然科学研究報告. vol.27, p.173-179; 1976
Issue Date	1976-02-29
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10069/32840">http://hdl.handle.net/10069/32840</a>
Right	

This document is downloaded at: 2019-06-15T21:45:17Z

## Untersuchung über Refraktion des Lichtes in der freien Atmosphäre

Takao Sato

Fakultät von Erziehung, Nagasaki Universität

(eingenommen Oktober 31 1975)

### Zusammenfassung

Refraktion des aus Himmelskörper strahlenden Lichtes soll in Abhängigkeit von Wellenlänge und Zenitdistanz sein. Der Verfasser hat dazu gehörige Formel festgestellt. Mit Hilfe der Rechenmaschine hat er den Erfolg folgendermassen.

Je größer Zenitdistanz innerhalb  $80^\circ$ , umso kleiner wird die Refraktionskonstanz und zugleich auch sie wird umso kleiner, je größer Wellenlänge. Im Falle, wobei die scheinbare Zenitdistanz gerade  $90^\circ$  ist, wird die Refraktionsgröße umso kleiner, je größer Wellenlänge

### Einleitung

Die astronomische Strahlenbrechung oder die Refraktion rührt daher, daß der von einem Stern kommende Lichtstrahl die atmosphärischen Schichten durchlaufen muß, wobei er nach den optischen Gesetzen wird. Wir sehen den Stern endlich in der Richtung, in der der Lichtstrahl in unsere Auge gelangt. Um nun genau zu berechnen, um wieviel der Lichtstrahl von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt wird, müßten wir längs seines ganzen Verlaufes die meteorologischen Bedingungen kennen.

Der Verfasser denkt sich die Erdatmosphäre aus einer großen Anzahl 800 einander umschließender kugelförmiger Schichten mit 50 m Dicke zusammengesetzt, indem man als ihre vertikale Dicke 40Km annimmt.

Der Verfasser hat in diesem Falle über die vertikale Verteilung der Luftdichte mit der Höhe die von Humpherys geleistete Arbeit verwertet.

Es sei  $\mu_n$  der Brechungsexponent für den Übergang des Lichtstrahles vom leeren Raum in die Dichte der n-ten Schicht. Bezeichnen wir sogar nun die Einfallswinkel und den Abstand von der betreffenden Schicht bis Erdmittelpunkt der Reihe nach mit  $i_n$  und  $r$ , so ist

$$\gamma_{n+1} \mu_{n+1} \sin i_{n+1} = \gamma_n \mu_n \sin i_n$$

Das Produkt der drei zusammengehörigen  $r, \mu$  und  $\sin i$  ist also längs des Lichtstrahles konstant, daher ist

$$\gamma \mu \sin i = a \mu_0 \sin i_0$$

wo  $a$  der Erdradius,  $\mu$  der Brechungsindex der untersten Schicht und  $i_0$  (der letzte Einfallswinkel und somit die Zenitdistanz ist, in der wir den Stern sehen).

Wenn wir  $\mu$  als Funktion sowohl der Luftdichte als auch der Wellenlänge ausdrücken könnten und uns die Änderung der Dichte mit der Höhe bekannt wäre, so erhielten wir eine Gleichung zwischen  $\gamma$  und  $i$ , mit Hilfe deren wir den Verlauf des Einfallswinkels längs des Lichtstrahles berechnen könnten.

Der Verfasser hat diesen Bedarf durch die Vereinigung der von Cauchy für Wellenlänge aufgebauten Formel mit der im allgemeinen bekannten Formel,  $1 + \text{Dichte} \cdot \text{folgendermassen}$  verwirklicht, d. h.

$$\mu = 1 + 2,17 \cdot 10^{-9} \rho (1 + 451000/\lambda^2)$$

wo  $\lambda$  die Wellenlänge in Einheit von  $\text{\AA}$  und  $\rho$  der hundertmalige Wert der Luftmasse in  $1 \text{ m}^3$ , ausgedrückt in  $\text{gr}$ , ist.

## 2. Problemstellung, Erklärung des Programmes.

Man muß die verschiedenen Programme bei zwei Fällen, d. h. wenigeren Zenitdistanzen als  $80^\circ$  und gleich mit  $90^\circ$

A Im Falle wobei die scheinbare Zenitdistanz gerade rechtwinklich ist.

Hierbei muß man eine besondere Programm folgendermassen einführen.

Aus dieser Untersuchung hat man den folgenden Erfolg. Je größer Zenitdistanz innerhalb  $80^\circ$ , umso kleiner wird die Refraktionskonstanz und zugleich auch sie wird umso kleiner, je größer Wellenlänge. Dieser Prozeß ist in der Abbildung schematisch gegeben, für Zenitdistanz  $45^\circ$ .

(Ende)

```

      IMPLICIT DOUBLE (A-H,O-Z)
      DIMENSION RI(810),RN(802),SZ(802),ST(802),Z(802),T(802),G(802)
1)      ,GG(802)
1,RS(802) ,HH(802) ,D(20)
      READ(5,300) (RI(I),I=1,810)
300      FORMAT(10F6.0)
      A=6370.0
      Q=3.14159/180.0
      DO 11 I=1,802
11      HH(I)=A+Q.05*FLOAT(I-1)
      CONTINUE
      DO 1 L=1,20
          D(L)=FLOAT(L)*1000.0
      WRITE(6,5) D(L),D(L),Q(L), D(L),D(L)
5      FORMAT(1H0,5(2HL=,F6.0,3X),/)
      DO 2 K=1,801
          RN(K) = 1.0+2.17*RI(K)*10.0**(-9)*(1.0+451000.0/D(L)**2)
          IF(K.EQ.1) GO TO 3
          SZ(K)=ST(K-1)*RN(K-1)/RN(K)
          Z(K)=ATAN(SZ(K)/DSORT(1.0-SZ(K)**2))
          GO TO 4
3      SZ(K)=1.0
          Z(K) = 3.141592/2.0
4      ST(K) = HH(K)*SZ(K)/HH(K+1)
          T(K) = ATAN(ST(K)/DSORT(1.0-ST(K)**2))
          Z(K) = Z(K)/Q
          T(K) = T(K)/Q
2      CONTINUE
          Z(802) = T(801)
          S=0.0
          DO 6 K=1,801
              RS(K) = RN(K)/R(K+1)
              G(K) = ABS(Z(K+1)-T(K))
              S=S+G(K)
              GG(K) = S
          WRITE(6,7) K,SZ(K),ST(K),Z(K),T(K),G(K),GG(K),RS(K)
7      FORMAT(1H ,I3,7F13.7)
          CONTINUE
6      WRITE(6,600)
600      FORMAT(1H0)
1      CONTINUE
      STOP
      END

```

Aus der Untersuchung hat man den nachstehenden Erfolg als die horizontale

Refraktionsgröße .

1000 Å	48.87
2000	36.31
3000	34.08
4000	33.31
5000	32.95
6000	32.75
7000	32.63
8000	32.56

Es ist ersichtlich, daß die horizontale Refraktionsgröße mit zunehmender Wellenlänge kleiner wird .

B Dagegen im Falle wobei die scheinbare Zenitdistanz weniger als 80 Grade ist , hat man eine andere Programm folgendermassen .

```

C      REFRAKTIONSKONST. FUER WELLENLAENGE 12 UND HOEHE GROESSER ALS
C      45 GRADE
      IMPLICIT REAL*8(A-H,D-Z)
      REAL*8 RI(810), DK(12), HH(803), RN(12,803), SZ(803), Z(803), ST(803),
1 T(803), G(12,803), GR(12,256), D(12)
      Q=3.14159/180.0
      A=6370.0
      READ(5,500) (D(L),L=1,12)
500    FORMAT(12F5.0)
      READ(5,300) (RI(N),N=1,810)
300    FORMAT(10F6.0)
      DO 60 L=1,12
      DK(L)= 10.0**(-9)* ( 1.0+451000.0/D(L)**2 )
60     CONTINUE
      DO 10 I=1,803
      HH(I)=A+0.05*FLOAT(I-1)
      DO 11 L=1,12
      RN(L,I)=1.0+2.17*RI(I)*DK(L)
11     CONTINUE
10     CONTINUE
      DO 1 JJ=1,256
      JJ=J+20
      ZZ=Q*FLOAT(JJ)
      SZ(1)=SIN(ZZ)
      ST(1)=HH(1)*SZ(1)
      T(1)=ARSIN(ST(1))
      DO 12 L=1,12
      DO 13 K=2,802
      SZ(K)=ST(K-1)*RN(L,K-1)/RN(L,K)
      Z(K)=ARSIN(SZ(K))
      ST(K)=HH(K)*SZ(K)/HH(K+1)
      T(K)=ARSIN(ST(K))
      G(L,K-1)=ABS(Z(K)-T(K-1))
13     CONTINUE
      S=0.0
      DO 6 K=1,801
      S=S+G(L,K)
6     CONTINUE
      GR(L,J)=S/TAN(ZZ)
      GR(L,J)=GR(L,J)*3600.0/Q
12     CONTINUE
1     CONTINUE
      WRITE(6,15) (L,L=1,12)
15     FORMAT(1H0,7H JJ / L,12I10,/)
      DO 14 JJ=1,256
      JJ=J+20
      WRITE(6,16) JJ, (GR(L,J),L=1,12)
16     FORMAT(1H ,I3,4X,12F10.6)
14     CONTINUE
      STOP
      END

```

JJ / L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	57.932329	57.279568	57.001246	56.875448	56.635343	56.506211	56.403411	56.298488	56.214567	56.148782	56.067224	55.993715
22	57.931282	57.273531	57.000214	56.804619	56.634316	56.505187	56.407227	56.297284	56.213547	56.147763	56.066206	55.992698
23	57.930165	57.277425	56.999112	56.803521	56.633221	56.504094	56.405299	56.296197	56.212459	56.146676	56.065121	55.991614
24	57.928975	57.276247	56.997939	56.802351	56.632055	56.502943	56.404134	56.295037	56.211301	56.145519	56.063964	55.990460
25	57.927708	57.274993	56.996691	56.801106	56.630813	56.501691	56.402989	56.293882	56.210067	56.144286	56.062734	55.989230
26	57.926361	57.273659	56.995363	56.799782	56.629492	56.500373	56.401798	56.292488	56.208755	56.142976	56.061425	55.987923
27	57.924929	57.272241	56.993951	56.798374	56.628088	56.498971	56.400534	56.291081	56.207360	56.141582	56.060033	55.986533
28	57.923407	57.270734	56.992450	56.796878	56.626596	56.497482	56.399201	56.289407	56.205873	56.140102	56.058554	55.985056
29	57.921798	57.269133	56.990856	56.795289	56.625011	56.495902	56.398018	56.288331	56.204303	56.138529	56.056983	55.983487
30	57.920172	57.267432	56.989163	56.793601	56.623328	56.494223	56.396747	56.286457	56.202631	56.136858	56.055315	55.981820
31	57.918248	57.265626	56.987364	56.791808	56.621539	56.492435	56.395488	56.284574	56.200854	56.135083	56.053542	55.980049
32	57.916310	57.263703	56.985454	56.789903	56.619639	56.490539	56.394219	56.282487	56.198967	56.133198	56.051659	55.978168
33	57.914252	57.261669	56.983424	56.787880	56.617621	56.488525	56.392954	56.280379	56.196962	56.131195	56.049659	55.976171
34	57.912064	57.259504	56.981268	56.785730	56.615477	56.486383	56.388811	56.278346	56.194832	56.129067	56.047534	55.974048
35	57.909739	57.257202	56.978975	56.783444	56.613198	56.484111	56.386744	56.276220	56.192567	56.126805	56.045275	55.971791
36	57.907267	57.254754	56.976538	56.781013	56.610774	56.481692	56.384931	56.274102	56.190160	56.124400	56.042872	55.969392
37	57.904637	57.252150	56.973946	56.778430	56.608196	56.479114	56.381382	56.271904	56.187599	56.121841	56.040317	55.966840
38	57.901838	57.249379	56.971186	56.775679	56.605452	56.476381	56.378627	56.269634	56.184873	56.119118	56.037598	55.964123
39	57.898957	57.246427	56.968247	56.772749	56.602530	56.473464	56.375711	56.267567	56.181969	56.116218	56.034701	55.961230
40	57.895988	57.243281	56.965115	56.769426	56.599416	56.470354	56.372618	56.265409	56.178875	56.113127	56.031614	55.958147
41	57.892291	57.239926	56.961774	56.765895	56.596094	56.467041	56.369307	56.263264	56.175575	56.109830	56.028322	55.954858
42	57.888674	57.236345	56.958208	56.762140	56.592544	56.463502	56.365774	56.261137	56.172253	56.106311	56.024807	55.951347
43	57.884809	57.232519	56.954398	56.758241	56.588759	56.459721	56.361971	56.259048	56.168289	56.102551	56.021052	55.947597
44	57.880676	57.228426	56.950323	56.754879	56.584707	56.455578	56.357988	56.256738	56.164263	56.098530	56.017036	55.943585
45	57.876251	57.224045	56.945960	56.750829	56.580369	56.451348	56.353834	56.254327	56.160954	56.094225	56.012736	55.939291

