OVERSIGT OVER DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS
FORHANDLINGER. 1912. N° 1

OM BEREGNINGEN AF FOTOGRAFISK IAGTTAGNE METEORERS BANER I LUFTEN.

AF

C. F. PECHÜLE.

FORELAGT PAA MØDET D. 1. DEC. 1911.

I det følgende vil der blive gjort Brug af følgende Betegnelser:

Et Meteor antages i den Tid, det har lyst, at have beskrevet en ret Linie i Luften, saa at dets sfæriske Baner, sete fra forskellige Steder, have været Storcirkelbuer. Dets Hastighed har været saa stor, at der ingen kendelig Forskel har været i de Tider, paa hvilke det har befundet sig i forskellige Punkter af sin lysende Bane. Meteoret har været set fra to Steder paa Jorden, O_v og $O_ø$ (det sidste det østligere). λ φ ψ R forsynede med Mærkerne v og $ø$ ere disse Steders geografiske Længder, geografiske Bredder, geocentriske Bredder og Afstande fra Jordcentret i Kilometer. Længderne regnes fra Kjøbenhavn (østlig $+$, vestlig $-$). Stjernetiden i Kjøbenhavn er θ, i O_v altsaa $\theta_v = \theta + \lambda_v$, i $O_ø$ $\theta_ø = \theta + \lambda_ø$.

α er Meteorets Rectascension, δ dets Declination, Σ dets tilsvarende sfæriske Sted, ρ dets Afstand fra Iagttagelsesstedet, Λ dets tilsvarende Sted i Luften. Forsynede med Mærkerne 1 og 3 tilhøre disse Betegnelser to Punkter af Banen iagttagne fra O_v. Forsynede med Mærkerne 2 og 4 tilhøre de to Punkter af Banen iagttagne fra $O_ø$.

Σ_r er Meteorets Radiationspunkt, α_r dettes Rectascension, δ_r dets Declination.

$æ_1\ d_1\ S_1\ r_1$ ere Rectasc., Decl., sfærisk Sted og Afstand af Λ_2 fra O_v. $æ_1$ og d_1 ere altsaa den Rectasc. og Decl., i hvilken man vilde have set Meteoret fra O_v i samme Nu, man fra $O_ø$ saa det i α_2 og δ_2. Paa samme Maade ses Λ_1 fra $O_ø$ i $æ_2\ d_2\ S_2\ r_2$, Λ_4 fra O_v i $æ_3\ d_3\ S_3\ r_3$, Λ_3 fra $O_ø$ i $æ_4\ d_4\ S_4\ r_4$.

Betegnelsen $|\Sigma_u\ \Sigma_v\ \Sigma_w|$ er =

(1) $$\sin(\alpha_u - \alpha_v)\cos\delta_u\cos\delta_v\sin\delta_w + \sin(\alpha_v - \alpha_w)\cos\delta_v\cos\delta_w\sin\delta_u + \sin(\alpha_w - \alpha_u)\cos\delta_w\cos\delta_u\sin\delta_v.$$

Forbinder man Verdenspolen P med Punkterne $\Sigma_u\ \Sigma_v$ og Σ_w, ser man af de derved fremkomne sfæriske Trekanter, at nævnte Betegnelse er lig det i enhver sfærisk Trekant især konstante Produkt af Sinusserne til to Sider Gange Sinus til den indesluttede Vinkel. Ligge Σ_u, Σ_v og Σ_w i en og samme Storcirkel, bliver Betegnelsen = 0.

Forlænges den rette Linie fra O_v til $O_ø$ ud til Himmelkuglen, træffer den denne i Σ_0, hvis Rectasc. er α_0, Decl. δ_0. ρ_0 er den rette Linie $O_v\ O_ø$. Disse bestemmes, som en let Betragtning viser, ved

(2) $$\begin{aligned} \rho_0\cos\delta_0\cos(\alpha_0 - \theta_v) &= R_ø\cos\psi_ø - R_v\cos\psi_v - 2R_ø\cos\psi_ø\sin^2\frac{\lambda_ø - \lambda_v}{2} \\ \rho_0\cos\delta_0\sin(\alpha_0 - \theta_v) &= R_ø\cos\psi_ø\sin(\lambda_ø - \lambda_v) \\ \rho_0\sin\delta_0 &= R_ø\sin\psi_ø - R_v\sin\psi_v \end{aligned}$$

hvor man godt kan nøjes med firecifret Logarithmetabel, naar man tager $R_ø\cos\psi_ø - R_v\cos\psi_v$ og $R_ø\sin\psi_ø - R_v\sin\psi_v$ ud af en forud beregnet Tabel. En saadan Tabel fra Grad til Grad hidsættes her

(A)

φ	$R\cos\psi$	$R\sin\psi$	$\psi - \varphi$	R
	km	km	′ ″	km
51°	4021.507	4933.001	−11 16.0	6364.5
52	3934.448	5002.252	11 10.7	6364.1
53	3846.177	5069.984	11 4.5	6363.8
54	3756.726	5136.175	10 57.5	6363.4
55	3666.114	5200.807	10 49.8	6363.1
56	3574.374	5263.857	10 41.2	6362.7
57	3481.534	5325.310	10 31.8	6362.4

Til Grund for denne Tabel ligger Værdien $1:299.1528$ for Jordens Fladtrykning og Værdien 6377.347^{km} for Jordens Ækvatorradius. Ved denne Tabel undgaas i (2) og flere andre af de følgende Formler Brugen af fem- eller flercifrede Logarithmer, der vilde blive nødvendig, hvor det store R forekom, undtagen naar det, som i den anden Ligning (2) skal multipliceres med en lille Brøk, eller naar det forekommer i Nævneren af en Brøk, hvis Tæller er lille i Forhold til Nævneren. Som Tabellen fremtræder her, er først tredie Differens i $R\cos\psi$ og $R\sin\psi$ konstant. Man vil derfor i Praksis ved Interpolationer reducere den til mindre Intervaller af Argumentet φ, og derfor er her medtaget saa mange Decimaler. Har nogen af Stationerne en betydelig Højde h over Havets Overflade, maa der tages Hensyn til denne. Dette kan med tilstrækkelig Nøjagtighed gøres ved at forøge Tabellens Kilometer-Angivelser med $\frac{h}{R}$ af deres Beløb. For $h = 100$ Meter vilde det kun blive omtrent $1:65000$.

Ved visuelle Meteoriagttagelser antages i Almindelighed den første Observation paa hver af Stationerne at gælde Tændingspunktet, den anden Slukningspunktet, saa at Λ_1 bliver identisk med Λ_2 og Λ_3 identisk med Λ_4. Punkterne Σ_2 Σ_1 og Σ_0 maa da imidlertid ligge i en og samme Storcirkel, ligesaa Punkterne Σ_4 Σ_3 og Σ_0. Gøre de det ikke, antages dette at hidrøre fra Fejl i Observationerne, og man retter derfor lidt paa disse, saa at de komme til at tilfredsstille nævnte Storcirkelbetingelse med saa smaa Korrektioner som muligt, enten ved Regning eller almindeligvis ved Konstruktion. I dette sidste Tilfælde forsikrer man sig dog ved Regning om, at de korrigerede α og δ tilfredsstille Storcirkelbetingelsen, idet følgende Ligninger maa tilfredsstilles $|\Sigma_2 \; \Sigma_1 \; \Sigma_0| = 0$ og $|\Sigma_4 \; \Sigma_3 \; \Sigma_0| = 0$ (se (1)). Man faar da af de to plane Trekanter $O_v \, O_\o \Lambda_1$ og $O_v \, O_\o \Lambda_3$

$$
(3)\quad
\begin{aligned}
\frac{\rho_1}{\rho_0} &= \frac{\sin \Sigma_2\Sigma_0}{\sin \Sigma_2\Sigma_1} = \frac{\cos\delta_0 \sin(\alpha_2-\alpha_0)}{\cos\delta_1 \sin(\alpha_2-\alpha_1)}\\
\frac{\rho_2}{\rho_0} &= \frac{\sin \Sigma_1\Sigma_0}{\sin \Sigma_2\Sigma_1} = \frac{\cos\delta_0 \sin(\alpha_1-\alpha_0)}{\cos\delta_2 \sin(\alpha_2-\alpha_1)}\\
\frac{\rho_3}{\rho_0} &= \frac{\sin \Sigma_4\Sigma_0}{\sin \Sigma_4\Sigma_3} = \frac{\cos\delta_0 \sin(\alpha_4-\alpha_0)}{\cos\delta_3 \sin(\alpha_4-\alpha_3)}\\
\frac{\rho_4}{\rho_0} &= \frac{\sin \Sigma_3\Sigma_0}{\sin \Sigma_4\Sigma_3} = \frac{\cos\delta_0 \sin(\alpha_3-\alpha_0)}{\cos\delta_4 \sin(\alpha_4-\alpha_3)}
\end{aligned}
$$

De sidste Udtryk i disse Ligninger udledes af de første gennem de sfæriske Trekanter, der fremkomme ved at forbinde Verdenspolen P med hvert af de fem Σ, og ere de nemmeste, men kunne ikke bruges, naar Vinklerne i Tæller og Nævner ere nul eller nær nul. Er f. Eks. $\alpha_2-\alpha_0 = 0$, gaar Storcirklen $\Sigma_2\Sigma_1\Sigma_0$ gennem P, $\alpha_2-\alpha_1$ bliver ogsaa $= 0$, og Udtrykket bliver ubestemt. Man maa da bruge de første Udtryk, hvis Buer aldrig blive nul. De beregnes gennem følgende Udtryk, der kunne udledes af nævnte sfæriske Trekanter:

$$
(4)\quad
\begin{aligned}
&\cos\Sigma_2\Sigma_0 = \sin\delta_2 \sin\delta_0 + \cos\delta_2 \cos\delta_0 \cos(\alpha_2-\alpha_0),\\
&\text{hvor } \Sigma_2\Sigma_0 \text{ er} < 180^\circ, \text{ eller}\\
&\sin^2\frac{\Sigma_2\Sigma_0}{2} = \sin^2\frac{\delta_2-\delta_0}{2} + \cos\delta_2\cos\delta_0 \sin^2\frac{\alpha_2-\alpha_0}{2},
\end{aligned}
$$

der kan gøres logarithmisk ved at sætte

$$
\begin{aligned}
\sin\frac{\delta_2-\delta_0}{2} &= \sin q \sin Q\\
\sqrt{\cos\delta_2 \cos\delta_0}\,\sin\frac{\alpha_2-\alpha_0}{2} &= \sin q \cos Q;
\end{aligned}
$$

$\Sigma_2\Sigma_0$ bliver da $= 2q$.

Lignende Udtryk gælde for hver af de andre Buer i (3) med de til Buen svarende Mærker.

Ved ρ_1 eller ρ_2 er Tændingspunktets Sted i Luften bestemt, ved ρ_3 eller ρ_4 Slukningspunktets.

Ved fotografiske Meteoriagttagelser stiller Forholdet sig anderledes. Det lysende Meteors Spor vil gaa tværs over

Pladen uden i Almindelighed at vise hverken Begyndelse eller Ende. Det er kun et Stykke af Metereorets Bane, Pladen viser. Ved Hjælp af Stjernerne paa Pladen kan man med Nøjagtighed bestemme det sfæriske Sted for et hvilket som helst Punkt i dette Stykke, f. Eks. for to Punkter nær to modsatte Rande af Pladen, og der bliver her ikke Tale om Korrektioner. Er Iagttagelsen fotografisk baade paa den østlige og vestlige Station, faar man altsaa med stor Nøjagtighed $\Sigma_2 \Sigma_4 \Sigma_1$ og Σ_3. Det er indlysende, at Meteorets Bane i Luften har ligget i Skæringslinien mellem Planerne $O_v \Sigma_1 \Sigma_3$ og $O_ø \Sigma_2 \Sigma_4$ og Problemet reduceres her til at finde $\rho_1 \rho_3 \rho_2$ og ρ_4 af $\Sigma_1 \Sigma_3 \Sigma_2$ og Σ_4, uden at man dog, som ved de visuelle Iagttagelser, tør forudsætte, at Punktet A_1 er identisk med A_2 eller A_3 identisk med A_4.

Det samme gælder, hvis Meteoret f. Eks. paa den vestlige Station kun er blevet iagttaget visuelt med Begyndelse og Ende, som i nedenstaaende Eksempel, kun at Resultatets Nøjagtighed da kommer til at afhænge af de visuelle Iagttagelsers Nøjagtighed paa den vestlige Station, der langtfra kan maale sig med de fotografiskes paa den østlige. Noget Middel til at korrigere de visuelle Iagttagelser findes her ikke.

Er der f. Eks. paa den vestlige Station kun gjort én visuel Iagttagelse f. Eks. af Slukningen, er det indlysende, at Meteoret da har befundet sig i Skæringspunktet mellem Linien $O_v \Sigma_3$ og Planen $O_ø \Sigma_2 \Sigma_4$, saa at dette Punkts Beliggenhed i Luften bliver bestemt, medens Banen i Luften ellers ikke kan bestemmes.

I nedenstaaende Eksempel, der har givet Anledning til denne lille Afhandling, stillede Forholdene sig saaledes. Blandt de af Hr. Torvald Köhl ifjor til Selskabet indsendte Meteoriagttagelser fandtes en af Hr. Malling-Povlsen i Jyderup anstillet med Begyndelse og Ende. Det samme Meteor havde sat et retlinet Spor paa en Plade, som vor Landsmand Prof. Hertzsprung paa Observatoriet i Potsdam netop havde været i Færd med at optage over en Egn i Stjernebilledet Krebsen. Førend Resultatet af de paa disse Grundlag byggede Beregninger meddeles, skal der kortelig gøres Rede for de dertil benyttede Formler.

Lægges gennem O_v som Begyndelsespunkt et retvinklet Koordinatsystem saaledes, at Z Aksen peger mod Verdens Nordpol P, X Aksen mod Rectascensionen 0^0, Y Aksen mod Rectascensionen $90°$, og forsynes Koordinaterne x y z til $A_1 A_3 A_2$ og A_4 med de tilsvarende Mærker 1 3 2 og 4, faas for A_1

$$(5)\quad \begin{aligned} x_1 &= \rho_1 \cos\delta_1 \cos\alpha_1 = r_2 \cos d_2 \cos æ_2 + \rho_0 \cos\delta_0 \cos\alpha_0 \\ y_1 &= \rho_1 \cos\delta_1 \sin\alpha_1 = r_2 \cos d_2 \sin æ_2 + \rho_0 \cos\delta_0 \sin\alpha_0 \\ z_1 &= \rho_1 \sin\delta_1 = r_2 \sin d_2 + \rho_0 \sin\delta_0 \end{aligned}$$

og for A_3 tilsvarende tre Ligninger med Mærkerne 3 i Stedet for 1 og 4 i Stedet for 2. Endvidere faas for A_2

$$(6)\quad \begin{aligned} x_2 &= \rho_2 \cos\delta_2 \cos\alpha_2 + \rho_0 \cos\delta_0 \cos\alpha_0 = r_1 \cos d_1 \cos æ_1 \\ y_2 &= \rho_2 \cos\delta_2 \sin\alpha_2 + \rho_0 \cos\delta_0 \sin\alpha_0 = r_1 \cos d_1 \sin æ_1 \\ z_3 &= \rho_2 \sin\delta_2 + \rho_0 \sin\delta_0 = r_1 \sin d_1 \end{aligned}$$

og for A_4 tilsvarende tre Ligninger med Mærkerne 4 i Stedet for 2 og 3 i Stedet for 1.

De sidste Udtryk i alle disse Ligninger ere her kun tilføjede for af dem at kunne finde Værdierne af r d og $æ$, naar Værdierne af ρ ere fundne.

Betænker man nu, at Punkterne A ligge i en ret Linie, og at denne, forlænget bagud i Retningen $A_3 A_1$ eller $A_4 A_2$, maa træffe Himmelkuglen i Radiationspunktet Σr, faas

$$(7)\quad \begin{aligned} x_1 - x_3 &= \rho_1 \cos\delta_1 \cos\alpha_1 - \rho_3 \cos\delta_3 \cos\alpha_3 = A_1 A_3 \cos\delta_r \cos\alpha_r \\ y_1 - y_3 &= \rho_1 \cos\delta_1 \sin\alpha_1 - \rho_3 \cos\delta_3 \sin\alpha_3 = A_1 A_3 \cos\delta_r \sin\alpha_r \\ z_1 - z_3 &= \rho_1 \sin\delta_1 - \rho_3 \sin\delta_3 = A_1 A_3 \sin\delta_r \end{aligned}$$

$$(8)\quad \begin{aligned} x_1 - x_2 &= \rho_1 \cos\delta_1 \cos\alpha_1 - \rho_2 \cos\delta_2 \cos\alpha_2 - \rho_0 \cos\delta_0 \cos\alpha_0 \\ &= A_1 A_2 \cos\delta_r \cos\alpha_r \\ y_1 - y_2 &= \rho_1 \cos\delta_1 \sin\alpha_1 - \rho_2 \cos\delta_2 \sin\alpha_2 - \rho_0 \cos\delta_0 \sin\alpha_0 \\ &= A_1 A_2 \cos\delta_r \sin\alpha_r \\ z_1 - z_2 &= \rho_1 \sin\delta_1 - \rho_2 \sin\delta_2 - \rho_0 \sin\delta_0 \\ &= A_1 A_2 \sin\delta_r \end{aligned}$$

$$
(9)\quad
\begin{aligned}
x_1 - x_4 &= \rho_1 \cos\delta_1 \cos\alpha_1 - \rho_4 \cos\delta_4 \cos\alpha_4 - \rho_0 \cos\delta_0 \cos\alpha_0 \\
&= \varDelta_1\varDelta_4 \cos\delta_r \cos\alpha_r \\
y_1 - y_4 &= \rho_1 \cos\delta_1 \sin\alpha_1 - \rho_4 \cos\delta_4 \sin\alpha_4 - \rho_0 \cos\delta_0 \sin\alpha_0 \\
&= \varDelta_1\varDelta_4 \cos\delta_r \sin\alpha_r \\
z_1 - z_4 &= \rho_1 \sin\delta_1 - \rho_4 \sin\delta_4 - \rho_0 \sin\delta_0 \\
&= \varDelta_1\varDelta_4 \sin\delta_r
\end{aligned}
$$

i alt, naar første Del i hver Ligning ikke regnes med, ni Ligninger, til hvilke der kunde føjes ni andre af hine dog ikke uafhængige Ligninger, der indeholde $\varDelta_2\varDelta_3$ $\varDelta_2\varDelta_4$ $\varDelta_3\varDelta_4$ explicite. Multipliceres Ligningerne (7) med $\frac{\varDelta_1\varDelta_2}{\varDelta_1\varDelta_3}$, trækkes de saa fra (8), og elimineres derpaa $\left(1 - \frac{\varDelta_1\varDelta_2}{\varDelta_1\varDelta_3}\right)\rho_1$ og $\frac{\varDelta_1\varDelta_2}{\varDelta_1\varDelta_3}\rho_3$, faas

$$
\frac{\rho_2}{\rho_0} = -\frac{\sin(\alpha_0-\alpha_1)\cos\delta_0\cos\delta_1\sin\delta_3+\sin(\alpha_1-\alpha_3)\cos\delta_1\cos\delta_3\sin\delta_0+\sin(\alpha_3-\alpha_0)\cos\delta_3\cos\delta_0\sin\delta_1}{\sin(\alpha_2-\alpha_1)\cos\delta_2\cos\delta_1\sin\delta_3+\sin(\alpha_1-\alpha_3)\cos\delta_1\cos\delta_3\sin\delta_2+\sin(\alpha_3-\alpha_2)\cos\delta_3\cos\delta_2\sin\delta_1}
$$

eller, hvis man benytter Betegnelsen (1),

$$
(10)\qquad \frac{\rho_2}{\rho_0} = -\frac{|\Sigma_0\Sigma_1\Sigma_3|}{|\Sigma_2\Sigma_1\Sigma_3|}
$$

Paa lignende Maade findes

$$
(11)\qquad \frac{\rho_4}{\rho_0} = -\frac{|\Sigma_0\Sigma_1\Sigma_3|}{|\Sigma_4\Sigma_1\Sigma_3|}
$$

$$
(12)\qquad \frac{\rho_1}{\rho_0} = \frac{|\Sigma_0\Sigma_2\Sigma_4|}{|\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_4|}
$$

$$
(13)\qquad \frac{\rho_3}{\rho_0} = \frac{|\Sigma_0\Sigma_2\Sigma_4|}{|\Sigma_3\Sigma_2\Sigma_4|}
$$

Minus Fortegnet i Udtrykkene ρ_2 og ρ_4 stammer fra, at Retningen fra den østlige Station til den vestlige træffer Himmelkuglen i et Punkt, der er diametralt modsat Σ_0.

Bliver f. Eks i (12) og (13) $|\Sigma_0\Sigma_2\Sigma_4| = 0$, ligge $\Sigma_0\Sigma_2$ og Σ_4 i en og samme Storcirkel, d. e. Linien $O_vO_ø$ og Meteorets Bane i Luften i en og samme Plan. Σ_1 og Σ_3 maa da ligge i selvsamme Plan; ligge visuelt iagttagne Σ_1 og Σ_3 lidt uden for denne Plan, maa det bero paa Iagttagelsesfejl. I dette

Tilfælde kan man altsaa se, at de ere fejlagtige, uden at en Korrektion dog nytter noget. Thi alle Tællerne og Nævnerne i (10)—(13) blive nul, saa at Værdierne af ρ forblive ubestemte. Det siger ogsaa sig selv, at naar en Linie ligger i en Plan, bliver Skæringspunktet ubestemt, og naar to Planer falde sammen, forbliver deres Skæringslinie ubestemt. Kun hvis man af en eller anden Omstændighed, f. Eks. Udsendelsen af Gnister, Maximum af Lysstyrke eller lignende, ser sig i Stand til at identificere to Punkter i de to apparente Baner som svarende til et og samme Punkt A i Luften, vilde man kunne finde dette Punkts Afstande fra O_v og $O_ø$ gennem (3). Ogsaa hvis man saa sig i Stand til med stor Nøjagtighed, lad os sige af en Hundredel af Sekunden, at bestemme Tiderne, til hvilke Meteoret havde været i de forskellige Punkter af de to apparente Baner, kunde man komme til saadanne Identifikationer. Er Heldningen mellem de to Storcirkler $\Sigma_1\Sigma_3$ og $\Sigma_2\Sigma_4$, om ikke Nul, saa dog lille, blive de af (10)—(13) beregnede Værdier af ρ naturligvis ikke videre paalidelige, særlig naar Iagttagelserne fra den ene Station kun ere visuelle.

Udtrykkene (10)—(13) have den Fordel, at de, afset fra α_0 δ_0 og ρ_0, der ere ens for ens Stationspar, kun indeholde de umiddelbart givne α og δ og af trigonometriske Funktioner kun Sinus og Cosinus med Udelukkelse af Tangens og Secans, der kunne blive store og saaledes genere ved Regningen. Men de ere lidt vidtløftige og kunne simplificeres ved Hjælpestørrelser.

Lad P være Verdenspolen, P_1 Polen for Storcirklen $\Sigma_1\Sigma_3$, P_2 Polen for Storcirklen $\Sigma_2\Sigma_4$, M og m Rectasc. og Decl. af P_1, N og n Rectasc. og Decl. af P_2.

De almindelige Ligninger for Storcirklerne $\Sigma_1\Sigma_3$ og $\Sigma_2\Sigma_4$ blive da

$$\operatorname{tg} m = -\operatorname{ctg}\delta\cos(M-\alpha) \quad \text{og} \quad \operatorname{tg} n = -\operatorname{ctg}\delta\cos(N-\alpha).$$

Af $\operatorname{tg} m = -\operatorname{ctg}\delta_1\cos(M-\alpha_1) = -\operatorname{ctg}\delta_3\cos(M-\alpha_3)$ findes til Beregning af M og m

$$(14)\quad \begin{aligned} k_1 \sin\left(M - \frac{\alpha_3+\alpha_1}{2}\right) &= \sin(\delta_3-\delta_1)\cos\frac{\alpha_3-\alpha_1}{2} \\ k_1 \cos\left(M - \frac{\alpha_3+\alpha_1}{2}\right) &= \sin(\delta_3+\delta_1)\sin\frac{\alpha_3-\alpha_1}{2} \\ k_1 &= \cos\delta_1\cos\delta_3\sin(\alpha_1-\alpha_3)\operatorname{ctg} m \end{aligned}$$

Paa lignende Maade faas til Beregning af N og n

$$(15)\quad \begin{aligned} k_2 \sin\left(N - \frac{\alpha_4+\alpha_2}{2}\right) &= \sin(\delta_4-\delta_2)\cos\frac{\alpha_4-\alpha_2}{2} \\ k_2 \cos\left(N - \frac{\alpha_4+\alpha_2}{2}\right) &= \sin(\delta_4+\delta_2)\sin\frac{\alpha_4-\alpha_2}{2} \\ k_2 &= \cos\delta_2\cos\delta_4\sin(\alpha_2-\alpha_4)\operatorname{ctg} n. \end{aligned}$$

Da Radiationspunktet Σ_r ligger baade i Storcirklen $\Sigma_1\Sigma_3$ og i Storcirklen $\Sigma_2\Sigma_4$, haves
$\operatorname{tg} m = -\operatorname{ctg}\delta_r\cos(M-\alpha_r)$ og $\operatorname{tg} n = -\operatorname{ctg}\delta_r\cos(N-\alpha_r)$,
hvoraf faas til Beregning af α_r og δ_r

$$(16)\quad \begin{aligned} k_r \sin\left(\alpha_r - \frac{N+M}{2}\right) &= \sin(n-m)\cos\frac{N-M}{2} \\ k_r \cos\left(\alpha_r - \frac{N+M}{2}\right) &= \sin(n+m)\sin\frac{N-M}{2} \\ k_r &= \cos m\cos n\sin(M-N)\operatorname{ctg}\delta_r \end{aligned}$$

Af de to diametralt modsatte Punkter af Himlen, som Ligningerne (16) give, er Radiationspunktet Σ_r, fra hvilket Meteoret syntes at udstraale, det, man først træffer paa, naar man gaar tilbage fra Σ_3 gennem Σ_1 eller fra Σ_4 gennem Σ_2. Ogsaa (14) og (15) give hver to Løsninger, Valget mellem hvilke dog er ligegyldigt, som man kan se af deres Anvendelse i (16) og i de kommende Formler.

Af den sfæriske Trekant PP_1P_2 faas til Beregning af Heldningen i mellem de to Storcirkler $\Sigma_1\Sigma_3$ og $\Sigma_2\Sigma_4$

$$(17)\quad \begin{aligned} \cos i &= \sin n\sin m + \cos n\cos m\cos(N-M) \qquad \text{eller} \\ \sin^2\frac{i}{2} &= \sin^2\frac{n-m}{2} + \cos n\cos m\sin^2\frac{N-M}{2}\ , \end{aligned}$$

Er $i = 0$, bliver, som før nævnt, Afstandene ρ ubestemte, og deres Bestemmelse bliver desto sikrere, jo mere i nærmer sig 90°.

Indsættes M m N og n fra (14) og (15) i (10)—(13), faas

$$
(18)\quad
\begin{aligned}
\frac{\rho_2}{\rho_0} &= -\frac{\sin m \sin \delta_0 + \cos m \cos \delta_0 \cos (M-\alpha_0)}{\sin m \sin \delta_2 + \cos m \cos \delta_2 \cos (M-\alpha_2)} = -\frac{\cos P_1 \Sigma_0}{\cos P_1 \Sigma_2} \\
\frac{\rho_4}{\rho_0} &= -\frac{\sin m \sin \delta_0 + \cos m \cos \delta_0 \cos (M-\alpha_0)}{\sin m \sin \delta_4 + \cos m \cos \delta_4 \cos (M-\alpha_4)} = -\frac{\cos P_1 \Sigma_0}{\cos P_1 \Sigma_4} \\
\frac{\rho_1}{\rho_0} &= \frac{\sin n \sin \delta_0 + \cos n \cos \delta_0 \cos (N-\alpha_0)}{\sin n \sin \delta_1 + \cos n \cos \delta_1 \cos (N-\alpha_1)} = \frac{\cos P_2 \Sigma_0}{\cos P_2 \Sigma_1} \\
\frac{\rho_3}{\rho_0} &= \frac{\sin n \sin \delta_0 + \cos n \cos \delta_0 \cos (N-\alpha_0)}{\sin n \sin \delta_3 + \cos n \cos \delta_3 \cos (N-\alpha_3)} = \frac{\cos P_2 \Sigma_0}{\cos P_2 \Sigma_3}
\end{aligned}
$$

De sidste Udtryk i disse Ligninger ere hidsatte for at vise den geometriske Betydning af Tællerne og Nævnerne i de første Udtryk, og de vise tillige, at Projektionerne ned paa Linien $O_\text{ø} P_1$ af ρ_0 ρ_2 og ρ_4 ere indbyrdes lige store, og at Projektionerne ned paa Linien $O_v P_2$ af ρ_0 ρ_1 og ρ_3 ogsaa ere indbyrdes lige store. Dette maa ogsaa være saa. Thi da Planen $O_\text{ø} A_2 A_4$ er vinkelret paa Linien $O_\text{ø} P_2$, maa den ogsaa være vinkelret paa den med denne parallele Linie $O_v P_2$, og det samme gælder om Planen $O_v A_1 A_3$ med Hensyn til Linien $O_\text{ø} P_1$.

For øvrigt kan man ogsaa betjene sig af disse sidste Udtryk i (18) til Beregning af de fire ρ, idet man, i Lighed med (4), har

$$\sin^2 \frac{P_1 \Sigma_0}{2} = \sin^2 \frac{m-\delta_0}{2} + \cos m \cos \delta_0 \sin^2 \frac{M-\alpha_0}{2}$$

og lignende to Udtryk for $P_1 \Sigma_2$ og $P_1 \Sigma_4$ henholdsvis med Mærkerne 2 og 4 i Stedet for 0, samt

$$\sin^2 \frac{P_2 \Sigma_0}{2} = \sin^2 \frac{n-\delta_0}{2} + \cos n \cos \delta_0 \sin^2 \frac{N-\alpha_0}{2}$$

og lignende to Udtryk for $P_2 \Sigma_1$ og $P_2 \Sigma_3$ henholdsvis med Mærkerne 1 og 3 i Stedet for 0, hvilke seks Udtryk kunne gøres logarithmiske i Lighed med (4).

Naar Værdierne af de fire ρ ere fundne, kan man beregne Længden i Kilometer af den Vej, Meteoret har gennemløbet i Luften, nemlig A_1A_2 A_1A_3 og A_1A_4 direkte af (7), (8) og (9). Men man kan finde simplerere Formler for dem. Af (7) udledes nemlig

$$(19)\quad \begin{aligned} \frac{A_1A_3}{\rho_1} &= \frac{\sin \Sigma_3\Sigma_1}{\sin \Sigma_3\Sigma_r} = \frac{\cos\delta_1 \sin(\alpha_3-\alpha_1)}{\cos\delta_r \sin(\alpha_3-\alpha_r)} \text{ eller} \\ \frac{A_1A_3}{\rho_3} &= \frac{\sin \Sigma_3\Sigma_1}{\sin \Sigma_1\Sigma_r} = \frac{\cos\delta_3 \sin(\alpha_3-\alpha_1)}{\cos\delta_r \sin(\alpha_1-\alpha_r)}\text{, hvor} \end{aligned}$$

$$\cos\Sigma_3\Sigma_r = \sin\delta_3 \sin\delta_r + \cos\delta_3 \cos\delta_r \cos(\alpha_3-\alpha_r),$$
$$\cos\Sigma_1\Sigma_r = \sin\delta_1 \sin\delta_r + \cos\delta_1 \cos\delta_r \cos(\alpha_1-\alpha_r),$$

der kunne behandles i Lighed med (4), og $\Sigma_3\Sigma_1 = \Sigma_3\Sigma_r - \Sigma_1\Sigma_r$. Udtrykkene (19) kunne ogsaa udledes af den plane Trekant $O_I A_1 A_3$ i Forbindelse med de tre sfæriske Trekanter $P\Sigma_3\Sigma_1$ $P\Sigma_1\Sigma_r$ og $P\Sigma_3\Sigma_r$.

Paa lignende Maade findes

$$(20)\quad \begin{aligned} \frac{A_1A_2}{\rho_1} &= \frac{\sin S_1\Sigma_1}{\sin S_1\Sigma_r} = \frac{\cos\delta_1 \sin(æ_1-\alpha_1)}{\cos\delta_r \sin(æ_1-\alpha_r)} \text{ eller} \\ \frac{A_1A_2}{r_1} &= \frac{\sin S_1\Sigma_1}{\sin \Sigma_1\Sigma_r} = \frac{\cos d_1 \sin(æ_1-\alpha_1)}{\cos\delta_r \sin(\alpha_1-\alpha_r)} \end{aligned}$$

$$(21)\quad \begin{aligned} \frac{A_1A_4}{\rho_1} &= \frac{\sin S_3\Sigma_1}{\sin S_3\Sigma_r} = \frac{\cos\delta_1 \sin(æ_3-\alpha_1)}{\cos\delta_r \sin(æ_3-\alpha_r)} \text{ eller} \\ \frac{A_1A_4}{r_3} &= \frac{\sin S_3\Sigma_1}{\sin \Sigma_1\Sigma_r} = \frac{\cos d_3 \sin(æ_3-\alpha_1)}{\cos\delta_r \sin(\alpha_1-\alpha_r)} \end{aligned}$$

Det maa her erindres, at til S_1 svarer $æ_1$ og d_1, til S_3 svarer $æ_3$ og d_3, hvilke Størrelser tillige med r_1 og r_3 findes af (6). Vil man undgaa Beregningen af $æ_1$ og d_1, kan man i Stedet for (20) benytte de senere forekommende (27) og (28).

Af (19) udledes

$$(22)\quad \frac{\rho_3}{\rho_1} = \frac{\sin\Sigma_1\Sigma_r}{\sin\Sigma_3\Sigma_r} = \frac{\cos\delta_1 \sin(\alpha_1-\alpha_r)}{\cos\delta_3 \sin(\alpha_3-\alpha_r)}\,,$$

der ogsaa kan udledes direkte af den plane Trekant $O_v A_1 A_3$

og kan tjene til Beregning af ρ_3, naar man har beregnet α_r δ_r og ρ_1.

Analogt hermed har man

$$(23)\qquad \frac{\rho_4}{\rho_2} = \frac{\sin \Sigma_2 \Sigma_r}{\sin \Sigma_4 \Sigma_r} = \frac{\cos \delta_2 \sin(\alpha_2 - \alpha_r)}{\cos \delta_4 \sin(\alpha_4 - \alpha_r)}$$

Til Beregning af de Steder paa Jorden, hvor Meteoret var i Zenith og H Kilometer oppe i Luften, da det passerede A_1 A_2 A_3 og A_4, kunne følgende Formler anvendes, i hvilke de til hvert A især hørende φ ψ λ R H θ ere forsynede med Mærkerne 1 2 3 og 4. Ved Zenith forstaas her det geocentriske Zenith, ved H den til dette svarende Højde.

Lægges et retvinklet Koordinatsystem gennem Jordens Centrum saaledes, at xy Planen ligger i Ækvator, xz Planen i Stedet O_v's Meridian, og at Retningen fra x Aksen til y Aksen er øst, faas for A_1

$$(24)\qquad \begin{aligned} (R_1 + H_1)\cos\psi_1 \cos(\lambda_1 - \lambda_v) &= R_v \cos\psi_v + \rho_1 \cos\delta_1 \cos(\alpha_1 - \theta_v) \\ (R_1 + H_1)\cos\psi_1 \sin(\lambda_1 - \lambda_v) &= \rho_1 \cos\delta_1 \sin(\alpha_1 - \theta_v) \\ (R_1 + H_1)\sin\psi_1 &= R_v \sin\psi_v + \rho_1 \sin\delta_1 \end{aligned}$$

Af de to første af disse Ligninger findes λ_1. Man kan ogsaa af disse Ligninger finde ψ_1 og H_1, men finder dem dog nøjagtigere ved

$$(25)\qquad \begin{aligned} (R_1 + H_1)\sin(\psi_1 - \psi_v) &= -\rho_1 \cos\delta_1 \cos(\theta_1 - \alpha_1)\sin\psi_v + \rho_1 \sin\delta_1 \cos\psi_v \\ &\quad + 2 R_v \sin\psi_v \cos\psi_v \sin^2\frac{\lambda_1 - \lambda_v}{2} \\ (R_1 + H_1)\cos(\psi_1 - \psi_v) &= \rho_1 \cos\delta_1 \cos(\theta_1 - \alpha_1)\cos\psi_v + \rho_1 \sin\delta_1 \sin\psi_v \\ &\quad - 2 R_v \cos^2\psi_v \sin^2\frac{\lambda_1 - \lambda_v}{2} + R_v\ , \end{aligned}$$

hvor $\theta_1 = \theta_\mathrm{I} + \lambda_1$, og

$H_1 \sin\psi_1 = \rho_1 \sin\delta_1 + R_v \sin\psi_v - R_1 \sin\psi_1$,

hvor de to sidste Led tages fra Tabellen (A), det sidste med det Argument φ_1, der svarer til det fundne ψ_1. Dette φ_1 kan ogsaa godt anses for den geografiske Bredde af det Sted, for hvilket A_1 stod i det *geografiske* Zenith, idet den kun skulde formindskes med det ret umærkelige Beløb $\frac{H_1}{R_1}\sin 2\psi_1\, 11',5$. Ogsaa Højden over dette Sted kan sættes $= H_1$, der kun skulde formindskes med det forsvindende Beløb $g\, H_1 \sin^2 2\psi_1$, hvor $\log g = 5.049 - 10$.

For A_3 findes de tilsvarende Størrelser ved i Formlerne (24) og (25) at beholde Mærket v og i Stedet for Mærket 1 at sætte Mærket 3.

For A_2 og A_4 sættes i Stedet for Mærket v Mærket $ø$, og i Stedet for Mærket 1 Mærket 2, henholdsvis 4.

Vil man undgaa Beregningen af Hjælpestørrelserne M m N og n og Beregningen af de forskelligmærkede $æ$ d og r, kan man, efter at have beregnet Værdierne af ρ gennem (10)—(13) og Værdierne af de forskelligmærkede λ ψ H gennem (24) og (25), beregne A_1A_4, α_r og δ_r af:

$$
(26)\quad
\begin{aligned}
A_1A_4\cos\delta_r\cos(\theta_4-\alpha_r) &= R_1\cos\psi_1 - R_4\cos\psi_4 + H_1\cos\psi_1 \\
&\quad - H_4\cos\psi_4 - 2(R_1+H_1)\cos\psi_1\sin^2\frac{\lambda_4-\lambda_1}{2} \\
A_1A_4\cos\delta_r\sin(\theta_4-\alpha_r) &= (R_1+H_1)\cos\psi_1\sin(\lambda_4-\lambda_1) \\
A_1A_4\sin\delta_r &= R_1\sin\psi_1 - R_4\sin\psi_4 + H_1\sin\psi_1 - H_4\sin\psi_4;
\end{aligned}
$$

dernæst A_2A_4 af

$$
(27)\quad
\begin{aligned}
\frac{A_2A_4}{\rho_2} &= \frac{\sin\Sigma_4\Sigma_2}{\sin\Sigma_4\Sigma_r} = \frac{\cos\delta_2\sin(\alpha_4-\alpha_2)}{\cos\delta_r\sin(\alpha_4-\alpha_r)} \text{ eller} \\
\frac{A_2A_4}{\rho_4} &= \frac{\sin\Sigma_4\Sigma_2}{\sin\Sigma_2\Sigma_r} = \frac{\cos\delta_4\sin(\alpha_4-\alpha_2)}{\cos\delta_r\sin(\alpha_2-\alpha_r)},
\end{aligned}
$$

hvor $\Sigma_4\Sigma_r$, $\Sigma_2\Sigma_r$ og $\Sigma_4\Sigma_2$ faas gennem lignende Udtryk som dem i (19).

$$
(28)\quad A_1A_3 \text{ faas af (19) og } A_1A_2 \text{ bliver } = A_1A_4 - A_2A_4.
$$

i kan da beregnes f. Eks. af Ligningen

$$
\cos\Sigma_4\Sigma_1 = \cos\Sigma_4\Sigma_r\cos\Sigma_1\Sigma_r + \sin\Sigma_4\Sigma_r\sin\Sigma_1\Sigma_r\cos i
$$

De Værdier for α_r og δ_r, der faas gennem (26), ville dog kun være lige saa gode som de, der faas af (16), naar de i (26) indgaaende Størrelser ere skarpt beregnede.

De her udviklede Formler skulle nu anvendes paa ovennævnte Tilfælde Jyderup (O_v) og Potsdam ($O_ø$). Meteoret iagttoges begge Steder den 11. April 1910 Kl. $9^h 47^m 32^s$ efter mellemeuropæisk Tid. Hertil svarer Stjernetiden i Kjøbenhavn $\theta = 163°38'38''$. For Jyderups Iagttagelsesstation O_v har Hr. Köhl opgivet den geografiske Bredde $\varphi_v = 55°39'48''$, Længden fra Kjøbenhavn 1°9.'3 vestlig eller $\lambda_v = -1°9'18''$, altsaa $\theta_v = 162°29'20''$. For Observatoriet i Potsdam haves $\varphi_ø = 52°22'56''$, $\lambda_ø = +0°29'18''$, altsaa $\theta_ø = 164°7'56''$. Af Formlerne (2) faas da $\alpha_0 = 183°19'.7$, $\delta_0 = -34°18'.0$ $\log \rho_0 = 2.5805$ eller $\rho_0 = 380.6$ km.

For Potsdam har Hr. Prof. Hertzsprung været saa venlig at opgive mig to af ham paa sin Plade udmaalte Positioner paa Meteorstriben, nemlig for Σ_2: $\alpha_2 = 131°30'27''$, $\delta_2 = +20°38'1''$ og for Σ_4: $\alpha_4 = 127°21'20''$ og $\delta_4 = +21°48'37''$.

For Jyderup iagttog Hr. Malling-Povlsen efter Hr. Köhls Angivelse Meteorets Tænding i Σ_1, hvis $\alpha_1 = 181°$, $\delta_1 = -22°$, og dets Slukning i Σ_3, hvis $\alpha_3 = 170°$, $\delta_3 = -24°$. Disse Angivelser kunne ifølge Sagens Natur kun betragtes som omtrentlig rigtige, men skulle dog her for Eksemplets Skyld betragtes som havende fotografisk Nøjagtighed.

Af de saaledes opgivne α og δ faas gennem Formlerne (10)—(13) følgende Værdier af de fire ρ, der hidsættes her sammen med de allerede nævnde α og δ:

For Λ_1 set fra Jyderup

$\alpha_1 = 181°0'$ $\delta_1 = -22°0'$ $\rho_1 = 563.0$ km

For Λ_2 set fra Potsdam

$\alpha_2 = 131°30'.45$ $\delta_2 = +20°38'.0$ $\rho_2 = 116.6$ km

For Λ_3 set fra Jyderup

$\alpha_3 = 170°0'$ $\delta_3 = -24°0'$ $\rho_3 = 421.9$ km

For Λ_4 set fra Potsdam

$\alpha_4 = 127°21'.33$ $\delta_4 = +21°48'.6$ $\rho_4 = 115.8$ km.

Endvidere faas af (5) og (6):

For A_1 set fra Potsdam

$$\alpha_2 = 177°29' \quad d_2 = +0°59' \quad r_2 = 208.5 \text{ km}$$

For A_2 set fra Jyderup

$$\alpha_1 = 170°40' \quad d_1 = -23°54' \quad r_1 = 428.1 \text{ km}$$

For A_3 set fra Potsdam

$$\alpha_4 = 127°39' \quad d_4 = +21°44' \quad r_4 = 115.8 \text{ km}$$

For A_4 set fra Jyderup

$$\alpha_3 = 169°57' \quad d_3 \quad -24°1' \quad r_3 = 421.5 \text{ km.}$$

Heraf fremgaar f. Eks., at hvis man i Potsdam havde set Meteoret i det Nu, man saa det tændes i Jyderup, vilde man have set det i Rectasc. 177° og Decl. + 1°, og at Meteoret da var 208 km fra Potsdam og 563 km fra Jyderup. Der fremgaar endvidere den Besynderlighed, at da Meteoret slukkedes i Jyderup, saas det endnu paa Pladen i Potsdam (og endog stærkt lysende), hvortil yderligere maa bemærkes, at de to her benyttede Punkter af Meteorstriben, Σ_2 og Σ_4, kun omfatte et Stykke af Striben, omtrent 4°, og at Striben strækker sig endnu 2° videre end Σ_4 (og 1° forud for Σ_2). Nævnte Besynderlighed kan hidrøre fra Fejl i Jyderup-Observationen, men kan mulig ogsaa forklares ved, at Meteoret da var kun 116 km fra Potsdam og dér saas højt paa Himlen, medens det i Jyderup saas meget lavt paa Himlen og var 422 km borte.

Formlerne (14), (15) og (16) give:

$$\begin{aligned} M &= 148°45'.7 & m &= +64°28'.0 \\ N &= 269\ 25.4 & n &= +63\ \ 5.9 \\ a_r &= 208\ \ 6.5 & \delta_r &= -13\ 41.25 \end{aligned}$$

Anvendes disse Værdier i (18), findes de samme Værdier for de fire ρ som før. Ogsaa Formlerne (22) og (23) give de samme Værdier for ρ_3 og ρ_4 som før.

Af (17) findes $i = 45°9'$, saa at man her er langt fra det Tilfælde, i hvilket Værdierne af ρ forblive ubestemte.

Af (19), (20) og (21) findes

$A_1A_2 = 158.4$ km, $A_1A_3 = 165.9$ km, $A_1A_4 = 166.7$ km.

Heraf ses atter, at Slukningsstedet for Jyderup (A_3) ligger lidt forud for A_4. Endvidere ses, at, medens den Bue $\Sigma_1\Sigma_3$, Meteoret saas at beskrive fra Jyderup, svarede til 166 km, svarede Buen $\Sigma_2\Sigma_4$ paa Potsdammer Pladen kun til lidt over 8 km.

Af Formlerne (24) og (25) for A_1 og tilsvarende for A_2 A_3 og A_4 faas følgende Længder (fra Kjøbenhavn) og Bredder for de Steder, hvor vedkommende A stod i Zenith, tillige med dets Højde over Jordoverfladen:

For A_1 :	λ_1 =	$+1^\circ\ 9'.6$	φ_1 =	$50^\circ 59'.4$	H_1 =	128.6 km
„ A_2	λ_2	$-0\ 21.3$	φ_2	$51\ 57.5$	H_2	89.1
„ A_3	λ_3	$-0\ 25.9$	φ_3	$52\ 0.4$	H_3	87.2
„ A_4	λ_4	$-0\ 26.2$	φ_4	$52\ 0.6$	H_4	87.1

Meteoret er altsaa i sin Flugt fra A_1 til A_4 passeret hen over Dresden indtil noget øst for Magdeborg, hvorfra det, inden det formodentlig er brændt op, har fortsat sin Flugt lidt endnu, stadig nærmende sig Jordens Overflade.

Det kan have sin Interesse at beregne, hvilket Sted af Jordens Overflade Meteoret styrede henimod i denne Flugt.

Lægges et retvinklet Koordinatsystem gennem Jordens Centrum saaledes, at xy Planen falder sammen med Ækvator, xz Planen med Meridianen for λ_1, og antages Meteoret at have fortsat sin retlinede Vej A_1A_3 indtil A_n, hvor $A_1A_n = n\,A_1A_3$, faas, idet $\theta_1 = \theta + \lambda_1$:

$$
\begin{aligned}
(R_n+H_n)\cos\psi_n\cos(\lambda_n-\lambda_1) &= (R_1+H_1)\cos\psi_1 - n\,A_1A_3\cos\delta_r\cos(\alpha_r-\theta_1)\\
(R_n+H_n)\cos\psi_n\sin(\lambda_n-\lambda_1) &= \qquad\qquad\qquad\qquad - n\,A_1A_3\cos\delta_r\sin(\alpha_r-\theta_1)\\
(R_n+H_n)\sin\psi_n &= (R_1+H_1)\sin\psi_1 - n\,A_1A_3\sin\delta_r
\end{aligned}
$$

Da det her kun kommer an paa et omtrentligt Resultat, ere disse Ligninger ikke blevne omformede for at undgaa den direkte Brug af R. Beregnede med firecifrede Logarithmer give de

For n:	λ	φ	H
0	$+1°10'$	$50°59'$	129 km
1	$-0\ 26$	$52\ \ 0$	87
2	$-2\ \ 7$	$53\ \ 1$	50
3	$-3\ 54$	$54\ \ 0$	17
4	$-5\ 47$	$54\ 59$	-13

H bliver altsaa Nul for n omtrent $= 3^1/_2$, d. e. $A_1 A_n =$ henved 600 km, hvortil svarer $\lambda = -4°.9$ $\varphi = 54°.5$, et Sted, der ligger ude i Nordsøen noget vest for Slesvigs Kyst i Højde med Byen Slesvig. Det skal dog ikke dermed være sagt, at Meteoret vilde være faldet ned paa dette Sted, hvis det ikke var brændt op forinden. Det kan nemlig ikke forudsættes, at det vilde have fortsat sin Vej i ret Linie paa en saa lang Strækning, og efterhaanden som det kom ned i tættere og tættere Luft.

Alle de her meddelte Resultater kunne naturligvis ikke gøre Fordring paa den Sikkerhed, de vilde have haft, hvis ogsaa Iagttagelsen i Jyderup havde været fotografisk.

Som før omtalt, plejer man ved visuelle Iagttagelser før Beregningen af Meteorets Bane at faa de to Stationers sfæriske Tændings-, henholdsvis Slukningssteder til at svare til et og samme Sted i Luften. Men angaaende Tændingen blive Iagttagerne jo altid overraskede af den, saa at den ene Iagttager let kan komme til at blive Meteoret vaer noget efter den anden. Ogsaa angaaende Slukningen kan lignende hænde paa Grund af forskellig Højde over Horizonten, forskellig Lysning af Meteoret i forskellige Retninger m. m. Allerede i 1839 behandlede Bessel derfor Problemet om Meteorers Baneberegning efter ukorrigerede visuelle Observationer i Astr. Nachr. Nro 380—81.

Som Eksempel paa en saadan Beregning udført efter ovenstaaende Formler skal her tages Hr. Köhls Nro 104 (se

Oversigterne 1911 Nro 4 pag. 265), hvor de anbragte Korrektioner ere indtil 4°. Meteoret var iagttaget fra Odder af Hr. Dolleris, fra Fakse af Hr. Stakke, begge Steder med Tænding og Slukning. Her skal kun meddeles Resultatet. Ifølge Hr. Köhls Beregning efter korrigerede Iagttagelser tændtes Meteoret over Østersøen en Snes Kilometer øst for Stevns i en Højde af 89 km og fløj derfra i Retning N. til Øst 41 km, indtil det slukkedes omtrent over Malmø i en Højde af 82 km. Ifølge Beregningen efter de ukorrigerede Iagttagelser var Stedet for Meteorets Flugt meget nær det samme, men saaledes, at Meteoret først saas fra Odder. Da det saa var fløjet 10 km, blev man det vaer fra Fakse. Da det var fløjet endnu 20 km videre, saa man det slukkes fra Odder, og først da det var fløjet yderligere 20 km videre, saa man det slukkes fra Fakse. I denne Flugt paa i alt 50 km sank det fra en Højde af 95 km til en Højde af 78 km. Atter her skulde Meteoret have været forfulgt længere fra den nærmere Station (Fakse, c. 100 km) end fra den fjernere Station (Odder, c. 200 km). Henset til den Usikkerhed, der nødvendigvis maa klæbe ved den Slags visuelle Iagttagelser, er det ikke godt at sige, hvilket af de to Resultater er det rigtigste. Man ser dog, at de ikke afvige meget fra hinanden med Hensyn til Meteorbanens Beliggenhed og Højde i Luften. Det kan i det hele antages, at Beregningen efter korrigerede visuelle Iagttagelser i Almindelighed giver en ganske god Forestilling om, hvor og hvor højt i Luften et Meteor har bevæget sig. Grunden hertil er, at Afstanden mellem de to Stationer, der danne Grundlinien i Trekanten: de to Stationer — Meteoret, ikke er lille i Forhold til Trekantens to andre Sider, d. e. Meteorets Afstande fra Stationerne, saa at mindre Forandringer i Vinklerne ved Grundlinien i Almindelighed ikke forandre Trekantens Størrelse og Beliggenhed stærkt.

Kaldes de to Buer, Meteoret har beskrevet, set fra Stationerne O_v og $O_ø$ for K_v og $K_ø$, og drages fra Σ_0 en Storcirkel gennem et hvilket som helst Punkt Σ_v af K_v, saa vil det

Punkt $S_ø$, i hvilket denne Storcirkel skærer $K_ø$, svare til samme Punkt A_v i Meteorets Bane i Luften som Σ_v, d. e. i samme Nu, man fra O_v saa Meteoret i Σ_v, maatte man fra $O_ø$ se det i $S_ø$. Σ_v og $S_ø$ anvendte paa Formlerne (3) give da Punktet A_v's Afstande fra O_v og $O_ø$. Skæringspunktet $S_ø$ kan man finde ved Konstruktion eller nøjagtigere ved Regning gennem Formler analoge med (14)—(16), hvor Σ_r var Skæringspunktet mellem Storcirklerne $\Sigma_1\Sigma_3$ og $\Sigma_2\Sigma_4$. Ogsaa ad denne Vej kan man for øvrigt komme til de før angivne Udtryk for de fire ρ. Disse gælde dog kun, i alt Fald umiddelbart, naar K_v og $K_ø$ ere Storcirkelbuer. Det kan hænde, at man paa to Fotogrammer tagne i O_v og $O_ø$ ser, at de ere krumme, altsaa ikke Storcirkelbuer. I saa Tilfælde kan man paa Pladerne udmaale α og δ for saa mange Punkter i K_v og $K_ø$, at man kan interpolere sig til mellemliggende Punkter, og saa derefter interpolere sig til Skæringspunktet $S_ø$. Ved at udføre samme Beregning for andre Storcirkler, dragne fra Σ_0 gennem andre Punkter af K_v, kan man finde Beliggenheden i Luften for andre Punkter af Meteorets Bane. Fotografiske Iagttagelser af et Meteor kunne altsaa ogsaa tjene til at bestemme Meteorets Bane i Luften, selv om den ikke er retlinet, ja det kan endog tænkes, at man ad denne Vej, især hvis de anvendte Apparater have stort Felt, kan slutte sig til, hvor et Meteor er faldet ned.

Have de to Striber, optagne paa de to Stationer, hverken Begyndelse eller Ende (som Tilfældet var paa Potsdammer Pladen), kan det let hænde, at de enten slet ikke eller kun delvis repræsentere et og samme Stykke af Meteorets Vej i Luften. Storcirkler dragne fra Σ_0 gennem Punkter i K_v ville da enten slet ikke eller kun delvis træffe $K_ø$, og man er saa henvist til Ekstrapolationer. Resultatets Sikkerhed kommer da til at afhænge af den Sikkerhed, med hvilken man har set sig i Stand til at ekstrapolere, en Sikkerhed, der bliver desto mindre, jo uregelmæssigere Kurverne K_v og $K_ø$ ere.