

2002 Leonid Multi-Instrument Aircraft Campaign

Eerste Resultaten

Peter Jenniskens¹

1. SETI Institute, 2035 Landings Drive, Mountain View, CA 94043, USA

Inleiding

Tijdens de 2002 Leonid Multi-Instrument Aircraft Campaign hadden we het genoegen om voor de eerste maal de bekende NASA's DC-8 "Airborne Laboratory" te mogen gebruiken om op 10 km hoogte de Leoniden stormen waar te kunnen nemen. De DC-8 vloog in formatie voor stereoscopische waarnemingen met het USAF "FISTA" vliegtuig, een NKC-135 jet met vergelijkbaar vliegbereik and snelheid. Dit was onze vierde missie, maar ook de laatste, in het Leonid MAC programma. 38 onderzoekers uit zeven landen hadden nogmaals een kans om een tweetal Leoniden stormen onder ideale omstandigheden waar te nemen. We vlogen in een tweetal nacht vluchten van Edwards AFB (California) via Offutt AFB bij Omaha in Nebraska naar Torrejon air base nabij Madrid in Spanje. Onze route terug in de nacht van 19 November was een westwaartse vlucht van Madrid naar Omaha. Dat gaf ons een 10-urige nacht met de Leoniden radiant altijd hoog aan de hemel (35 graden in het begin en 67 graden tijdens landing) en met de bijna volle Maan altijd relatief laag aan de hemel en bij de neus van het vliegtuig.



Figuur 1: Het DC-8 "Airborne Laboratory" met bemanning en onderzoekers (Foto Eric James).



Figure 2: De NKC-135 "FISTA" met bemanning en onderzoekers (Foto: Eric James).

Experimenten.

Het "Centro de Astrobiologia" (CAB) in Torrejon de Ardoz, onder leiding van directeur Juan Perez-Mercader, was onze gastheer in Spanje. Zij regelden gemakkelijke douane faciliteiten en coördinatie met de overheid. Drie CAB onderzoekers vlogen met ons mee aan boord van de DC-8 met een speciaal ontworpen spectrograaf op zoek naar atomair koolstof emissie. Het hoofd instrument op de DC-8 was de "ASUR" submm spectrograaf van de Universiteit van Bremen (Duitsland), waarmee tijdens de vlucht herhaaldelijk de moleculen NO, O₃, HCL, HCN en H₂CO hoog in de atmosfeer werden gemeten, op zoek

naar toe- of afnames tijdens de regens. In de zelfde richting keek ook een optische spectrograaf van de universiteit van East Anglia, Engeland, waarmee OH, Na, O, en O₂ airglow werd gemeten, terwijl de Universiteit van Utah (USU) de hemel filmde in het licht van OH. Die nabij-infrarood camera werd ook gebruikt voor meteor spectroscopie. Het USU team filmde ook meteoren door interferentie filters om zo het licht van specifieke metaal emissies waar te nemen. Aan de andere kant van het vliegtuig waren drie hoge resolutie spectrografen gericht op het nabij-UV (met behulp van hoge-definitie TV - ISAS, Japan), het zichtbare gebied (SETI Institue) en het nabij-infrarood (CAB), de twee

laatst gebruikten gekoelde CCD cameras. Een eerste ontwerp voor een "AIMIT meteor tracker", een automatisch richtende kamera, werd bedient door George Varros in een technologie demonstratie in een project met Peter Gural en de auteur.

Achterin het vliegtuig was een groep van acht amateur astronomen gezeten, die meteoren telden met behulp van beeldversterkers die voor de ramen gemonteerd waren. De video werd bekeken met video hoofd sets, waarbij elke meteor werd genoteerd via een click op een computer muis. Een automatisch apparaat ontwikkeld door Chris Crawford en Mike Koop werd gebruikt om al die muis clicks op te tellen en te analyseren. Het resultaat,

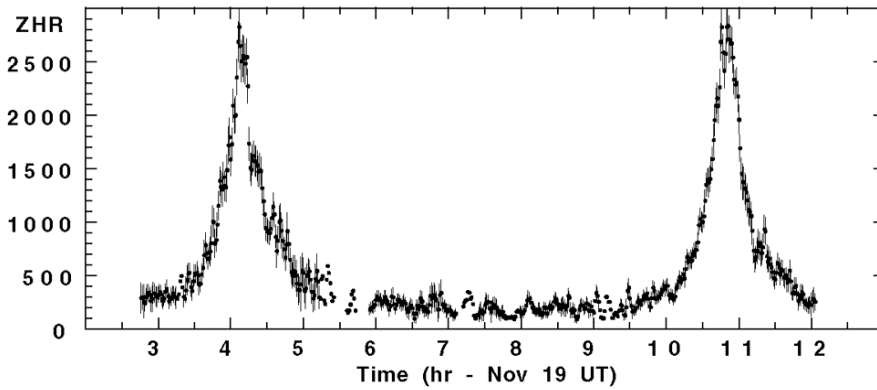


Figure 3. Samenvatting van 1-minuut tellingingen door het flux team.

een ZHR waarde, werd vervolgens in de vorm van een 1-regelig e-mail via *globalstar* satelliet verbinding naar NASA Ames gestuurd met behulp van een interactief programma ontwikkeld en bediend door Morris Jones. Dit maakte het mogelijk voor satelliet eigenaren om de meteor activiteit in de gaten te houden en te bepalen wanneer de storm voorbij was. Het flux team bestond uit (alfabetische volgorde) Chris Crawford, Peter Gural, David Holman, Morris Jones, Jane Houston-Jones, Bob Lunsford, David Nugent en Ruediger Jehn. De laatste was een afgevaardigde van ESA, die hielp met de verspreiding van de tellingen.

Voor het eerst was FISTA ook uitgerust met "sticky tape", een stof deeltjes collector van de universiteit van Nieuw Mexico, waarmee geprobeerd werd om gesmolten bolletjes van Leoniden gruis op te pikken in de uren na de storm. Het duurt enkele uren voor zulke bolletjes naar beneden te dwarrelen. Het FISTA vliegtuig had ook de 3-5.5 micron "MIRIS" infrarood spectrograaf aan boord, waarmee geprobeerd werd om de 3.4 micron band van complex organisch materiaal waar te nemen. FISTA had ook een aantal lage resolutie spectrografen in verschillende golflengte gebieden, in het nabij ultraviolet (Rick Rairden, Lockheed Palo Alto) en het visueel

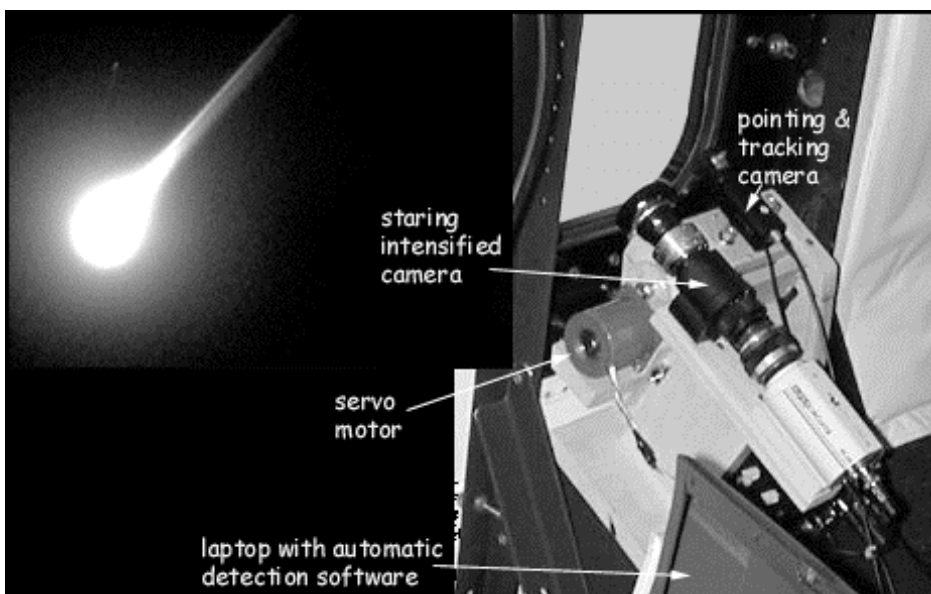


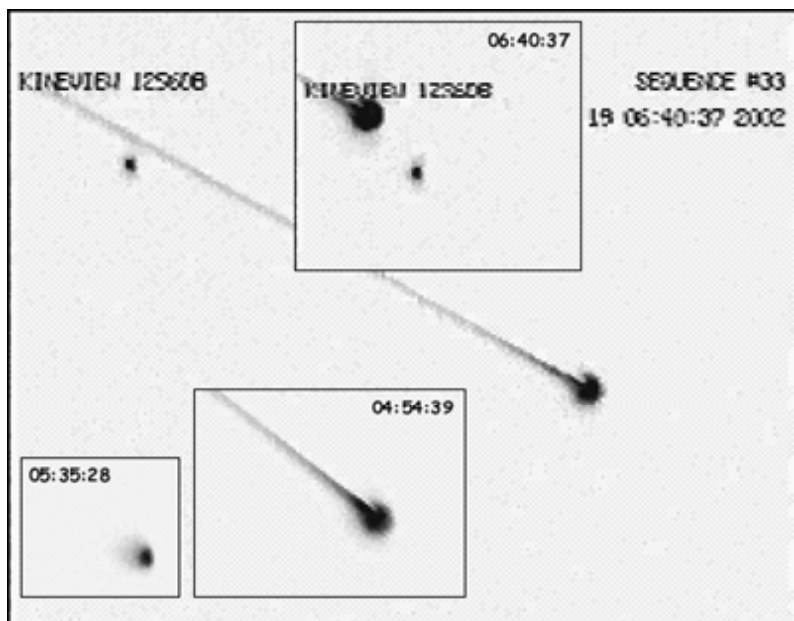
Figure 4. Heldere -8 magnitude Leonide van 06:49:55 UT (Nov 17), automatisch gericht en gevolgd (foto: George Varros)

gebied (Jiri Borovicka, Ondřejov). Kristina Smith bediende een Digital Array-Scanned Interferometer (DASY) spectrograaf als een technologie demonstratie. Een derde spectrograaf (SETI Institute) nam zwakke meteoren waar, de spectra werden gefilmd met een hoge-definitie TV (NASA Ames) voor metingen van meteoroïde samenstelling. En Ian Murray van de Universiteit van Regina in Canada bestudeerde de lichtcurves van meteoren, waarbij ook een dataset van 1998-2002 compleet gemaakt werd.

Resultaten.

1. Instantane flux metingen.

De Leoniden regens volgden de voorspellingen min of meer. Europese waarnemers zagen de piek om 04:06 UT (ZHR ~ 2,300/u - op intensity schaal van vroege IMO resultaten), terwijl waarnemers in Amerika de piek zagen om 10:47 UT (ZHR ~ 2,600/u), maar enkele minuten later dan voorspeld. De tijden zijn gecorrigeerd voor topografie. Beide pieken waren nauw, met een breedte bij halve piek-hoogte van slechts 0.52 en 0.50 uur. En beide pieken waren rijk in zwakke meteoren. De eerste resultaten van de 1-minuut tellingen (met een 3-punt gemiddelde in 2-minuut intervallen) is gegeven in Tabel 1 en Figuur 3. De gecorrigeerde tellingen laten heel mooi de vorm van het flux profiel zien, welke de vorm heeft van een Lorentz profiel met een kleine asymmetrie. Er zijn geen duidelijke filamenten of sub-pieken te zien. Merk op dat een hoge achtergrond activiteit was aanwezig tussen de beide storm pieken. Die achtergrond zou veroorzaakt kunnen zijn door het 1833 stofspoor (~ 6:36 UT volgens Esko Lyttinen). Echter, de hoge ZHR voor de eerste storm piek en de langzame afname tijdens de periode suggereert dat deze activiteit door een bredere component, waarschijnlijk het Leoniden filament, werd veroorzaakt, met een piek nog voor 03 UT. Inderdaad, de magnitude distributie index was lager in de periode tussen de stormen. Tijdens de



Figuur 5. Compositie van 1/1000s beeldjes van enkele meteoren (foto: Hans Stenbaek-Nielsen).

vlucht, Chris Crawford met waarden van $r = 1.7 \pm 0.3$ (2.1 ± 0.3 tijdens de stormen). Die getallen zullen in toekomstige analyses ongetwijfeld verbeterd worden. De absolute schaal van de flux metingen zijn ook nog onzeker. In eerste instantie kwamen we niet hoger dan $ZHR = 1000$ en $1400/\text{uur}$. Het grond team van visuele waarnemers op Mount Lemmon Observatory (Arizona) die daar met eenzelfde techniek waarnamen kwamen niet hoger dan $800/\text{hr}$. Vreemd genoeg, zij hadden hogere $r = 2.5$ tussen de stormen en $r = 3.5$ tijdens de stormen. De grensmagnitude en r -waarden zullen in meer detail bestudeerd worden om zo tot een beter resultaat te komen. We hebben alle meteoren op video band, inclusief een subset van data van FISTA (Mike Koop), die nog niet zijn uitgekeken. Jammer genoeg was het niet mogelijk om vanuit Spanje op een zelfde manier waar te nemen. Casper ter Kuile en een team van DMS waarnemers deed een galante poging, maar werd als Don Quichote verslagen door wolken en wind.

De nieuwe waarnemingen zijn belangrijk om de stofspoor modellen te verbeteren. De nauwe profielen zijn binnen de foute marges in overeenstemming met mijn voorspellingen (0.64

en 0.60 uur) en laten zien dat de stofsporen niet breder worden na verloop van tijd. In tegenstelling, in de modellen van Lyytinen, Asher, en Vaubaillon zijn stralingsdruk of planetaire verstoringen op dynamisch onderscheidene banen verantwoordelijk voor een geleidelijk breder worden van de stofsporen.

De relatief sterke storm over Europa laat nogmaals zien dat het hele patroon van stofsporen wat richting de zon verschoven zit in vergelijking tot de berekeningen van Asher et al. Het 1767 stof spoor zat dicht bij de aardbaan en het 1866 er wat verder vandaan. Het belangrijkste resultaat is echter de rijkdom aan zwakke meteoren in beide stormen. Dit was in feite voorspeld in vrijwel alle theoretische modellen, omdat de kleinere stofdeeltjes een grotere oppervlakte-tot-massa verhouding hebben en daardoor meer door stralingsdruk en uitstromend water damp worden beïnvloed. De kleinste stofjes zouden dus de breedste baan hebben en daardoor het laatste terugkeren. Echter, de Leoniden regens van afgelopen jaar lieten daar niets van zien en dus kwam dit toch nog als een verrassing.

2. Spectroscopie en morfologie

Andere hoogtepunten van de 2002 Leonid MAC missie waren met name de -8 magnitude Leoniden vuurbol van $06:49:55$ UT (Nov 17), die door de automatisch gerichte camera gefilmd kon worden. Dit prachtige resultaat, en de vangst van veel zwakkere meteoren, laat voor het eerst zien dat zulke waarnemingen mogelijk zijn vanuit een vliegtuig. Na de verblindende flits op de foto dooft de meteor uit, maar een stukje blijft nog even over voordat het volledig verdwijnt. Een nalichtend spoor was zichtbaar gedurende ten minste 4 minuten.

Succesvol was ook de hoge-snelheid camera van Hans Stenbaek-Nielsen van de Universiteit van Alaska. De camera registreerde 59 meteoren met 1000 beeldjes per seconde. Jammer genoeg was geen van deze meteoren helderder dan de geweldige -3 magnitude Leonide die afgelopen jaar werd vastgelegd en liet zien dat zulke meteoren een schokgolf laten zien. De nieuwe waarnemingen bewijzen echter dat zulke "schokken" niet ongevoelbaar zijn. Verschillende stadia van dit verschijnsel zijn mooi vastgelegd. Hans nam ook de diffuse gloed van meteoren op grote hoogte waar, een verschijnsel dat door Pavel Spurný en Hans Betlem tijdens de 1998 actie ontdekt is.

De gekoelde CCD camera van de auteur registreerde ongeveer 40 fantastische visuele spectra in hoge resolutie, twee keer de oogst uit de 2001 Leonid MAC missie. Het instrument werd bediend door Emily Schaller van Caltech, die er in slaagde om een vette vuurbol te vangen en het spectrum van Figuur 6. Deze meteor heeft een moleculaire band van zuurstof in een vroeg deel van het traject waar de ijzer lijnen nog relatief zwak zijn. Voor zover mij bekend is, is zulke zuurstof emissie is nog niet eerder waargenomen in het spectrum van de meteor zelf.

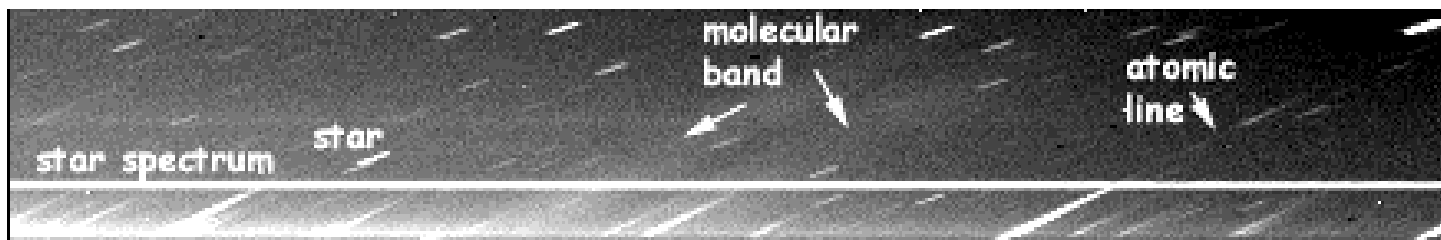


Figure 6. Gekoeld CCD spectrum van een Leonide vuurbol (06:15:59 UT, Nov 19) met een nieuw ontdekte moleculaire emissie van zuurstof (foto Peter Jenniskens and Emily Schaller).

Tenslotte kan ook Jiri Borovicka van Ondřejov melden dat hij ten minste 130 lage resolutie spectra van meteoren van verschillende kwaliteit heeft gedetecteerd in de eerste 90 minuten van de waarnemingen, tijdens de eerste storm piek. Daarmee heeft hij een homogene reeks waarnemingen van Leoniden spectra van de jaren 1998-2002. Shinsuke Abe of ISAS had een oogst van ongeveer 30 spectra in het nabij-UV op zijn hoge definitie TV camera, waarvan enkele van goede kwaliteit. Mike Taylor en Kim Nielsen (USU) konden het eerste nabij-infrarood spectrum van een meteor rapporteren in het nog weinig waargenomen golflengte gebied boven 1 micron. George Rossano van de Aerospace Corporation kon 1 nalichtend spoor waarnemen met MIRIS. John Plane rapporteerde drie nalichtende sporen te hebben waargenomen. De airglow en submm metingen verliepen zeer geslaagd en kunnen mooi met de storm profielen vergeleken worden. Bovendien gaf een mooi noorderlicht het geheel een heel sferische indruk, spectaculaire beelden op de all-sky camera, en een extra verschijnsel om te onderzoeken.

3. Stof collectie

Tot op vandaag zijn verschillende pogingen om Leoniden gruis op te vangen in de stratosfeer niet gelukt. Een weerballon ving slechts twee stofjes van twijfelachtige oorsprong op tijdens de 1999 Leonidenactie. Tijdens het schrijven van dit verslag melden Frans Rietmeijer en Melissa Pfeffer echter een duizend tal stofjes op de "sticky tape". Het overgrote deel daarvan zullen vulkanisch stof en

vliegtuig roet blijken te zijn. In ieder geval zijn enkele stofjes van buiten de aarde, een mooie pluizig aggregaat en een bolletje dat op de weg naar Spanje werd opgevangen. De stofjes op de terugweg gaan nu ook nader bekeken worden.

Acknowledgements: We thank the aircraft operators at NASA Dryden Flight Research Center, notably mission managers Bob Curry and Chris Jennison, and at the USAF Edwards Air Force Base, especially mission managers Don Bustillos and Jon Haser for their heroic efforts to make the 2002 Leonid MAC mission possible. Some 300 people took responsibility for bringing various aspects of the campaign together. Our host at Torrejon de Ardoz in Spain was Juan Perez-Mercader, the director of the *Centro de Astrobiologia*. Capt. Rafael Gomez-Blanco made the logistic arrangements. The mission was sponsored by NASA's Astrobiology Program (Mike Meyer), NASA's Planetary Astronomy program (John Hillman), and by NASA Ames Research Center (Greg Schmidt). Support was also received from CAB and the European Space Agency. The participation of individual research teams was made possible by local institutes and organizations. The mission was executed as part of the Aerospace MOIE program (Ray Russell). I also thank Hal Roey, Brenda Simmons, Debbie Kolyer, Sue Lehr, Edna DeVore, and Chris Chyba of the SETI Institute for their efforts on behalf of this final Leonid MAC mission. Finally, I thank Charlie Hasselbach for moral support and many good ideas.

References

- [1] P. Jenniskens and S. Butow, "Successful Leonid Airborne Mission Validation Flight during August 1997 Perseids", *WGN* **25**, 215-217 (1997).
- [2] P. Jenniskens and S. Butow, "Successful Leonid Airborne Mission", *WGN* **26**, 249-252 (1998).
- [3] P. Jenniskens and S. Butow, "The 1998 Leonid multi-instrument aircraft campaign - an early review", *Meteoritics & Plan. Science* **34**, 933-943 (1999).
- [4] P. Jenniskens and S. Butow, "The 1999 Leonid Multi-Instrument Aircraft Campaign: The Storm from Altitude", *WGN* **27**, 305-307 (1999).
- [5] P. Jenniskens, S.J. Butow, M. Fonda, "The 1999 Leonid Multi-Instrument Aircraft Campaign - an early review", *Earth, Moon and Planets* **82-83**, 1-26 (2000).
- [6] P. Jenniskens and B.Å.S. Gustafson, "The Rare 1932 Dust Trail Encounter of November 17, 2000, As Observed from Aircraft" *WGN*, **28**, 209-211 (2000).
- [7] P. Jenniskens, "The 2001 Storm from 11 Kilometers Altitude: First Results", *WGN* **29**, 195-199 (2001).
- [8] P. Jenniskens and R.W. Russell, "The 2001 Leonid Multi-Instrument Aircraft Campaign - an early review. Tokyo 2002 Leonid MAC Workshop proceedings (in press).
- [9] V. Krumov, M. Gyssens, R. Arlt, "IMO Shower Circular,

LEONIDS 2002", (electronic circular Nov. 22, 2002)

[10] McNaught R.H. and Asher D.J., "Variation of Leonid maximum times with location of observer", *Meteoritics & Planetary Science* **34**, 975-978 (1999).
 [11] E. Lyytinen, T. Van Flandern, "Improved 2001 Leonid Storm Predictions from a Refined

Model", *WGN* **29**, 110-118 (2001).

[12] P. Jenniskens and H. Betlem, "Massive Remnant of Evolved Cometary Dust Trail Detected in the Orbit of Halley-Type Comet 55P/Tempel-Tuttle", *Astrophysical Journal* **531**, 1161-1167 (2000).
 [13] P. Spurny, H. Betlem, K. Jobse, P. Koten, J. van't Leven "New

type of radiation of bright Leonid meteors above 130 km", *Meteoritics & Plan. Science* **35**, 1109-1115 (2000).

[14] P. Jenniskens, "Model of a One-Revolution Comet Dust Trail from Leonid Outburst Observations." *WGN* **28**, 221-226 (2000).

Time(hr)	Sol long	ZHR	+/-	Time(hr)	Sol long	ZHR	+/-	Time(hr)	Sol long	ZHR	+/-	Time(hr)	Sol long	ZHR	+/-
02 Nov 19	(J2000)	(/hr)	(/hr)	02 Nov 19	(J2000)	(/hr)	(/hr)	02 Nov 19	(J2000)	(/hr)	(/hr)	02 Nov 19	(J2000)	(/hr)	(/hr)
2.767	236.5580	284	99	4.950	236.6497	365	83	7.467	236.7554	136	41	09.567	236.8437	175	32
2.800	236.5594	253	108	4.983	236.6511	546	110	7.500	236.7569	221	47	09.600	236.8451	250	36
2.833	236.5607	292	56	5.017	236.6525	355	76	7.533	236.7583	248	40	09.633	236.8465	238	40
2.867	236.5621	336	52	5.050	236.6539	496	73	7.567	236.7597	188	43	09.667	236.8479	261	33
2.900	236.5636	257	69	5.083	236.6553	533	76	7.600	236.7611	195	45	09.700	236.8493	282	36
2.933	236.5650	332	67	5.117	236.6567	345	74	7.633	236.7625	216	58	09.733	236.8507	328	39
2.967	236.5664	304	58	5.150	236.6581	309	93	7.667	236.7639	185	56	09.767	236.8521	203	31
3.000	236.5677	316	49	5.183	236.6595	539	108	7.700	236.7653	140	38	09.800	236.8535	285	39
3.033	236.5692	324	52	5.217	236.6609	293	72	7.733	236.7667	156	39	09.833	236.8549	354	52
3.067	236.5706	257	47	5.250	236.6623	462	163	7.767	236.7681	117	29	09.867	236.8563	275	33
3.100	236.5720	345	48	5.283	236.6637	261	92	7.800	236.7695	95	24	09.900	236.8577	297	39
3.133	236.5733	302	43	5.317	236.6651	456	161	7.833	236.7709	100	25	09.933	236.8591	335	41
3.167	236.5748	275	36	5.350	236.6665	520	184	7.867	236.7723	111	28	09.967	236.8605	397	38
3.200	236.5762	332	45	5.383	236.6679	324	115	7.900	236.7737	89	22	10.000	236.8619	395	39
3.233	236.5776	293	49	5.417	236.6693	291	103	7.933	236.7751	155	39	10.033	236.8633	314	38
3.267	236.5790	295	63	5.450	236.6707	169	42	7.967	236.7765	155	39	10.067	236.8647	322	31
3.300	236.5804	359	82	5.483	236.6721	168	42	8.000	236.7779	144	39	10.100	236.8661	271	34
3.333	236.5818	514	66	5.517	236.6735	318	79	8.033	236.7793	158	36	10.133	236.8675	376	34
3.367	236.5832	385	56	5.550	236.6749	280	70	8.067	236.7807	214	34	10.167	236.8689	438	42
3.400	236.5846	444	56	5.583	236.6763	175	33	8.100	236.7821	278	48	10.200	236.8703	434	41
3.433	236.5860	511	58	5.617	236.6777	200	33	8.133	236.7835	245	38	10.233	236.8717	507	41
3.467	236.5874	501	51	5.650	236.6791	217	38	8.167	236.7849	196	36	10.267	236.8731	559	53
3.500	236.5888	419	51	5.683	236.6805	297	38	8.200	236.7863	147	24	10.300	236.8745	625	52
3.533	236.5902	566	61	5.717	236.6819	273	36	8.233	236.7877	178	41	10.333	236.8759	652	53
3.567	236.5916	779	82	5.750	236.6833	231	37	8.267	236.7891	154	28	10.367	236.8773	680	47
3.600	236.5930	655	68	5.783	236.6847	294	40	8.300	236.7905	142	30	10.400	236.8787	732	53
3.633	236.5944	718	90	5.817	236.6861	251	40	8.333	236.7919	196	30	10.433	236.8801	805	59
3.667	236.5958	1000	101	5.850	236.6875	175	40	8.367	236.7933	136	21	10.467	236.8815	1022	68
3.700	236.5972	797	91	5.883	236.6889	302	43	8.400	236.7947	212	33	10.500	236.8829	993	61
3.733	236.5986	970	74	5.917	236.6903	227	31	8.433	236.7961	199	35	10.533	236.8843	1195	69
3.767	236.5999	1379	94	5.950	236.6917	224	33	8.467	236.7975	283	40	10.567	236.8857	1393	74
3.800	236.6013	1302	107	5.983	236.6931	265	39	8.500	236.7989	227	43	10.600	236.8871	1398	83
3.833	236.6027	1331	95	6.017	236.6945	219	38	8.533	236.8003	188	31	10.633	236.8885	1588	77
3.867	236.6041	1481	102	6.050	236.6959	260	39	8.567	236.8017	226	41	10.667	236.8899	1945	103
3.900	236.6055	1790	121	6.083	236.6973	184	37	8.600	236.8031	194	52	10.700	236.8913	2154	99
3.933	236.6069	1727	103	6.117	236.6987	161	49	8.633	236.8045	212	48	10.733	236.8927	2255	114
3.967	236.6083	1985	111	6.150	236.7001	217	44	8.667	236.8059	286	41	10.767	236.8941	2817	124
4.000	236.6097	2350	118	6.183	236.7015	227	31	8.700	236.8073	147	31	10.800	236.8955	2410	110
4.033	236.6111	2819	121	6.217	236.7029	224	33	8.733	236.8087	171	34	10.833	236.8969	2820	111
4.067	236.6125	2499	134	6.250	236.7043	180	55	8.767	236.8101	86	23	10.867	236.8983	2702	151
4.100	236.6139	2520	148	6.283	236.7057	280	51	8.800	236.8115	180	33	10.900	236.8997	2667	106
4.133	236.6153	2539	120	6.317	236.7071	204	41	8.833	236.8129	219	44	10.933	236.9011	2329	95
4.167	236.6167	1728	109	6.350	236.7085	164	35	8.867	236.8143	187	43	10.967	236.9025	2298	97
4.200	236.6181	1486	104	6.383	236.7099	155	42	8.900	236.8157	234	43	11.000	236.9039	1954	93
4.233	236.6195	1613	97	6.417	236.7113	307	62	8.933	236.8171	167	45	11.033	236.9053	1447	101
4.267	236.6209	1562	99	6.450	236.7127	299	68	8.967	236.8185	206	38	11.067	236.9067	1360	105
4.300	236.6223	1467	97	6.483	236.7141	281	85	9.000	236.8199	146	37	11.100	236.9081	1270	112
4.333	236.6237	1471	91	6.517	236.7155	175	75	9.033	236.8213	335	44	11.133	236.9095	1111	99
4.367	236.6251	1193	83	6.550	236.7169	315	72	9.067	236.8227	248	36	11.167	236.9109	1051	91
4.400	236.6265	941	81	6.583	236.7183	224	43	9.100	236.8241	104	26	11.200	236.9123	726	79
4.433	236.6279	899	73	6.617	236.7197	219	34	9.133	236.8255	96	24	11.233	236.9137	667	70
4.467	236.6293	933	72	6.650	236.7211	157	29	9.167	236.8269	297	74	11.267	236.9151	803	83
4.500	236.6307	1139	88	6.683	236.7225	162	37	9.200	236.8283	250	62	11.300	236.9165	705	85
4.533	236.6321	859	73	6.717	236.7239	147	24	9.233	236.8297	176	44	11.333	236.9179	763	86
4.567	236.6335	818	95	6.750	236.7253	123	28	9.267	236.8311	103	26	11.367	236.9193	908	87
4.600	236.6349	1009	111	6.783	236.7267	206	52	9.300	236.8325	145	36	11.400	236.9207	625	69
4.633	236.6363	821	111	6.817	236.7281	261	65	9.333	236.8339	116	29	11.433	236.9221	595	90
4.667	236.6377	663	80	6.850	236.7295	344	86	9.367	236.8353	217	38	11.467	236.9235	531	56
4.700	236.6391	909	123	6.883	236.7309	278	70	9.400	236.8367	172	27	11.500	236.9249	462	62
4.733	236.6405	645	74	6.917	236.7323	231	58	9.433	236.8381	121	23	11.533	236.9263	612	60
4.767	236.6419	495	80	6.950	236.7337	94	24	9.467	236.8395	352	49	11.567	236.9277	510	71
4.800	236.6433	535	102	6.983	236.7351	131	33	9.500	236.8409	284	54	11.600	236.9291	543	64
4.833	236.6447	417	80	7.017	236.7365	159	48	9.533	236.8423	156	42	11.633	236.9305	470	62