[첨부 1]

입자 산란 계측기 운영, 보정 및 자료처리 기법

(TSI 3563 Intergrating Nephelometer를 중심으로)



1.1. 배경

parallel beam light가 흡수/산란성의 매개체를 통과하여 감쇄되는 정도는 아래의 Beer-Lambert Law에 의해 설명될 수 있다.

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\sigma x} \tag{1.1}$$

*I*₀ = 광원의빛의세기
 I = 어떤경로를지난후의빛의세기
 x = 빛이지나간경로의길이(두께)
 σ = 총소산계수

빛이 매개체를 통과하면서 감쇄되는 정도를 소산 계수 (extinction coeffecient, σ_{ext})라고 하는데, 이는 크게 기체 분자에 의한 흡수/산란과 에어러솔에 의한 흡수 /산란 이렇게 4가지로 구성되어 있다. 특별히 지표면에 도달하는 태양단파에 있어 서 에어러솔에 의한 산란은 지표면과 대기층 전체에 있어서 중요한 감쇄의 원인으 로 기후복사강제력을 산정하는데 있어서 매우 중요하다.

이러한 에어러솔의 산란 계수는 아래의 식으로 표현되는 산란함수의 산란각에 대 한 적분을 통해 구할 수 있으며,

$$\sigma_{sp} = 2\pi \int_{0}^{\pi} \beta_{p}(\theta) \sin \theta d\theta$$
(1.2)

적분형 네펠로미터는 위의 원리를 이용하여 램버시안 광원과 그에 수직으로 위치 하는 광학 측정 장치를 통해 기체입자나 에어러솔에 의해 산란되는 빛을 기하학적 으로 적분하여 산란계수를 측정할 수 있는 관측 기기이다.

1.2. 기기 구조

네펠로미터의 관측이 이루어지는 주요부위는 직경 10cm, 길이 90cm의 알루미늄 튜브이다. 그림 1.1에서 보듯이 튜브의 좌측 끝은 측정부이고, 우측 끝은 광원에서 나온 빛이 반사되어 측정부 쪽으로 들어가는 것을 막기 위해 light trap이 설치되어 있다. 광원은 75W의 할로겐램프이며, 손실을 최소화하는 광파이프를 통과해 관측공 간으로 보내진다. light pipe에서 나온 빛은 인렛을 통해 들어와 관측공간상에 존재 하는 샘플공기에 의해 다양한 각도로 빛을 산란시키게 되는데, 기기 구조상 7도 이 상 170도 이하의 산란각을 가지는 빛만 측정부로 들어간다.

shadow plate 맞은편에 존재하는 후방 산란용 셔터가 작동하는 경우에는 관측 공
간상에서 셔터보다 우측에 존재하는 에어러솔 에게만 광원을 제공해 산란시킴으로
90도에서 170도 사이의 각을 가지는 후방산란신호만 관측된다.

이렇게 샘플공기에 의해 산란된 빛은 4개의 aperture(AP#1,2,3,4)를 지나 광전증배 관(Photo Multiplier Tube, PMT)에 도달해 세 파장에 대해 각각 광자수로 측정측정



그림 1.1. TSI 3563 네펠로미터의 구조

이 되는데, 첫 번째 aperture에 달려서 일정한 속도(23Hz)로 회전하는 참조변환기 (reference chopper)에 의해 세 종류의 신호형태로 측정된다. 그림 1.1 우측 하단에 서 보이듯이 참조변환기의 영역 중 1/2인 180°를 차지하는 신호영역(signal part)을 통해서는 샘플공기에 의해 산란된 빛이 통과되어 들어오며, 100°를 차지하는 암영역 (dark part)를 통해서는 샘플공기에 의해서 산란된 빛이 차단되기 때문에 광전증배 관의 배경 노이즈만이 측정된다. 80°에 해당하는 보정영역(calibrate part)에 의해서 는 광원에서 직접적으로 광전증배관으로 오는 일부의 빛을 측정해 광원의 안정성을 판단한다.

기기 내벽과 기체입자에 의한 산란을 보정해 주기 위해서는 주기적으로 외부 공기를 헤파(High Efficiency Particulate Air, HEPA)필터에 통과시켜, 에어러솔이 배제된 순수한 공기만의 산란정도를 측정한다. 이렇게 순수공기와 기기내부에서 발 생하는 산란만을 측정하는 것을 제로모드관측(Zero mode measurement)이라고 하 며, 이 결과는 기기 자체적으로 산란계수를 구하는데 사용된다.

1.3. 측정원리 및 기기보정

(1)측정원리

광전증배관 (PMT)에서 측정되는 물리량은 광자수인데, 여기에 참조변환기의 구조 에 따른 보정을 실시해 배증관 내부의 노이즈를 제거하면, 실제 관측 공간에서 젼 해져온 광자수를 구할 수 있다. 이를 통해 네펠로미터에서 산란계수를 구하는 과정 은 아래의 식 1.3으로 표현된다.

$$\sigma_{sp} = K_2 C_m - W - \sigma_{air}$$
(1.3)

위의 식에서 K₂는 보정계수, W는 기기 내부 벽면에 의한 산란, O_{s,air} 측정당시의 온도와 압력상태에서의 순수공기에 의한 산란계수를 의미한다. 즉, 보정된 광자수에 이를 산란계수로 바꿔주는 보정계수(calibration slope, K₂)를 곱하고, 여기서 일정한 온도와 압력상태에서 알려진 순수공기(O_{s,air})에 의한 산란과 제로모드관측을 통해 구 한 기기 내부의 산란(W)를 빼면 에어러솔만의 산란계수가 구해지는 것이다. 이 과 정에서 보정계수 K₂가 필요하며, 이를 구하기 위해 일정기간마다 기기보정 (calibration)을 실시해야 한다.

(2)기기보정

네펠로미터에 에어러솔의 영향이 전혀 없는 낮은 산란계수의 순수기체를 넣어주 면, 식 1.3은 다음 식 1.4와 같이 표현할 수 있다.

$$\sigma_{s,p} = K_2 C_{low} - W - \sigma_{k,low} = 0$$
(1.4)

즉, 광전배증관에서 측정되는 광자수(C_{low})를 통해 구해진 산란계수(K₂C_{low})는 기기내벽에 의한 산란(W)과 투입된 기체의 알려진 산란계수(O_{k,low})의 합과 동일하 며, 입자에 의한 산란은 전혀 없기 때문에 입자에 의한 산란계수는 0과 같다. 이를 동일하게 높은 산란계수를 가지는 기체에도 적용하면, 식 1.5를 얻는다.

$$\sigma_{sp} = K_2 C_{high} - W - \sigma_{k,high} = 0 \tag{1.5}$$

식 1.4와 식 1.5의 방정식을 풀어서 K2를 두 기체를 통해 측정된 광자수와 이미 알려진 두 기체의 산란계수를 통해 표현해 보면 다음 식 1.6과 같다.

$$K_2 = \frac{\sigma_{k,high} - \sigma_{k,low}}{C_{high} - C_{low}}$$
(1.6)

결국 이는 그림 1.2에서 볼 수 있듯이 x축을 측정된 광자수로 놓고, y축을 알려진 산란계수로 표현한 평면에서의 두 점 사이의 기울기와 같다.

전통적으로 산란계수가 높은 기체로는 CFC-12를 많이 사용했었으나, 기후변화 협 약에 의한 프레온 가스 제한 및 가격 등의 이유로 요즘은 이산화탄소가 많이 사용되 고 있으며, 산란계수가 낮은 기체로는 실내공기를 사용한다.

기기보정의 과정에서는 표준상태에서 선행연구를 통해 알려진 공기와 이산화탄소 의 산란계수와, 보정당시 필요한 기기 내부의 온도와 기압을 구하기 위해 사용된 기기 내부 온도계와 기압계의 관측오차 및 광자 수 측정 정밀도 등에 의해 관측 오차가 발 생할 수 있으며, 1% 정도로 알려져 있다.



그림 1.2. 낮은/높은 산란계수를 갖는 공기를 이용한 보정계수 (K2)

1.4. 작동법

①기기 인렛은 관측소의 메인 에어러솔 인렛에 연결하고, 데이터 저장 및 기기 관 리용 컴퓨터(제조사 제공 managing 프로그램 설치)와 기기를 연결한 후, 본체 전원 을 켠다.

②관리 컴퓨터에서 Nephlog프로그램을 열면, 그림 1.3과 같은 창이 뜬다.

Compart 1 Compart 2	Iest
	Test Result:
	Connected to a - Nephelometer running al 9600bps. Version: Revision E May 17, 1995

그림 1.3. Nephlog 프로그램

③Nephlog창에서 Communications탭을 누르고 네펠로미터와 연결시켜 놓은 comport번호를 설정해 준다.(확실치 않을 경우 각 번호마다 지정해 놓고 오른편의 test 버튼을 눌러보면 알 수 있다.)

④Nephlog창에서 Setup탭을 누르고, 그림 1.4와 같이 설정해 준다.
-모델명은 3563설정.
-Mode는 zero measurement(배경 값 측정)를 주기적으로 시행하는 Nomal 설정
-Log는 data를 매일 하나씩의 파일로 자동 설정시키도록, Enable과 New daily설정
-Data records는 raw data에 저장하는 정보에 관한 것으로 모두 설정
-Timing을 위와 같이 설정하면, 5분에 하나씩 평균된 관측 값이 나오며, 매 1시간마다 zero measurement를 5분간 시행하며, zero measurement와 data measurement사이에는 30초의 간격을 둔다.

<u>Neph Model</u> 3563 <u>→</u> ØBackscatter Mode © Manual	Data Records	Ch Set Ni From	Apply anges eph Time PC Time
 ✓ Normal ✓ Enable ✓ New File Daily ✓ New File Weekly 	Timing Averaging Blank Zero Auto Zero Period	300 30 300 3600	

그림 1.4. Nephlog 프로그램

⑤위의 설정을 한 후, 아래쪽에 Query 버튼과 바로 옆의 Start data(현재 관측이 이 루어지고 있을 경우에는 그림 1.4처럼 Stop data버튼만 활성화 되어 있다.)버튼을 차례로 클릭하면 그림 1.5 처럼 데이터의 이름과 저장 경로를 지정하는 창이 나온 다. 파일명은 자유롭게 지정할 수 있으나, 그림 1.5의 예처럼 날짜정보를 담게 하는 것이 좋다. 간혹 기기가 다시 멈추었다가 작동되는 경우에는 데이터 파일 설정을 다시 해주어야 하는데, 파일이름을 그대로 유지할 경우 덮어쓰는 일이 발생하므로, NL050902-a등으로 같은 날에 앞서 저장되던 파일과 구분 시켜 주는 것이 좋다.

lpen		_?	''×
Look jn: 🔀) Nephlog	💌 🗢 🗈 📩	
 NL050330 NL050331 NL050506 NL050507 NL050507 	.dət .dət .dət .dət		
File game:	NLC50902 dai	Open	
Fies of type:	Data Log Files (*.DAT)	Cancel	

그림 1.5. Data 파일 대화 상자

⑥Nephlog창에서 Data 탭을 누르면, 그림 1.6과 같은 관측 현황을 볼 수 있다. 특별히 기기에 문제가 있을 경우에는 status에 빨간 불이 들어오고, 어느 부분에 문제가 있는지가 나타난다. 관측을 멈추었다가 5분후쯤 다시 켜보면 정상으로 돌아 오는 경우도 있다.(물론 이러한 경우에도 하루쯤은 계속 상태를 지켜봐야 한다.)

🛛 On Com1	- Log To C:₩Doo	cuments and	d Settings₩	AE 🔳 🗖 🚺		
Setup (Data	Communications	1				
MEASUBING	6 mode for 2279 cos	Neph Stat	us			
Next Data in		្តំ 🔵 ច្រ	kay			
Sc	attering Coefficiant-	-	Background			
П	Last Data at 08-11-07 12:05:55	Last Data at				
Blue	Total Back	Total	Back	Rayleigh		
Green 8	256e-5 9.072e-6	1.616e-	5 7.823e-6	1.092e-5		
Red 5	055e-5 6.774e-6	1.457e-	5 7.599e-6	4.070e-6		
Inlet Temp	299.3 K	Rel	42.2 %			
Sample	□ 301.3 K	Inlet	F 1007.6 n	nbars		
Query	Stop Data	Zero	E <u>x</u> it	도움말		

그림 1.6. Data display

1.5. 데이터처리

(1) 프로그래밍 전처리

①Nephwin 프로그램을(제조사가 제공하는 CD를 통해 설치)열고 File탭, open log file탭을 차례로 클릭하면 그림 1.7과 같은 창이 뜬다.

②데이터가 저장된 경로를 지정해주고, 특정한 날의 data를 선택한 후 ok 버튼을 누르면 그림 1.8과 같이 시간에 따른 각 변수들의 관측 값이 표시된다.

③ 그림 1.8의 창에서 좌측 하단의 Copy/Print 버튼을 누르면 어떤 형태로 데이터

를 저장할지를 설정하는 Destination 창이 뜬다. 원활한 데이터 처리를 위해서 include Header Message칸은 해제시키고, Copy to는 disk file, Data delimiter는 comma에 체크하고 ok버튼을 누르면, Save Disk File창이 뜨는데 파일 이름과 저장 경로를 설정한 후 확인버튼을 누르면 그림 1.8의 창으로 돌아온다.

④ 만약 여러 날의 데이터를 동시에 처리할 경우, 그림 1.8의 창으로 돌아왔을 때 에, 반드시 그림 1.8 왼쪽 하단에 Close 버튼을 누르고 File-->open log flie의 과정 을 반복해야 한다.

🐹 TSI Nephelometer Software	for Model 358	63 <mark>- 🗆 ×</mark>
File Config View Bun Window	<u>Pause H</u> elp	×
Log Filename:		
	_ Include	Autozero Data
7501, ppo acnlibdy.dll afarbit, dll afbarndr.dll	=	OK Cancel
atcasz.cmp afccmmn.cmp afcconf.cmp	_	
C:\	1	
asc backup	-	
.		
	Data Logging OFF	Idle

그림 1.7. Nephwin program

Jow Date/Time TotScat-Blue TotScat-Blue DBScat-Green DBScat-Green <thdscat-green< th=""> DBScat-Green <</thdscat-green<>					Graph	Data - n1081001.dat				
1 10-01-08 0.01:34 7.12700E 5 5.28300E 5 3.23300E 5 8.43100E 6 7.44800E 6 6.17600E 6 2.15989.0 10 3 10-01.08 0.05:34 6.564000E 5 5.14000E 5 8.19900E 6 7.36000E 6 5.67000E 6 2.15980.0 10 3 10-01.08 0.15:34 7.02000E 5 5.22700E 5 3.19400E 5 7.0700E 6 6.677000E 6 5.68000E 6 2.15980.0 10 10 10.01.08 0.15:34 6.03500E 6 2.15980.0 10 10.01.08 0.15:34 6.03500E 6 2.15980.0 10 10.01.09 0.334 6.03500E 5 2.47500E 5 2.77500E 5 6.63500E 6 5.227500E 6 2.15200E 7 2.4200E 6 6.43000E 6 5.227500E 6 2.15200E 7 2.1510.0 10 10.01.08 0.45:34 6.03200E 5 2.4300E 5 2.25700E 6 6.43000E 6 5.24700E 6 2.1503.0 10 10 10.01.08 0.45:34 7.2700E 5 5.0400E 5 3.0500E 6 7.4700E 6 6.41400E 6 2.15053.0 10 10 10.01.08 0.45:34 7.2700E 5 5.9500E 5 3.3500E 6 7.47500E 6	0₩	Date/Time	TotScat-Blue	TotScat-Green	TotScat-Red	BkScat -Blue	BkScat -Green	BkScat -Red	Green Sensitivity	Pressure
2 10-01-08 0.6.34 6.96400E-5 5.14000E-5 3.15700E-5 8.18900E-6 7.33500E-6 5.87000E-6 2.15189.0 10 4 10-01-08 0.15.34 C.2000E-5 5.22700E-5 3.1400E-5 8.28500E-6 7.43000E-6 5.68900E-6 2.15241.0 10 4 10-01-08 0.15.34 6.54000E-5 4.27300E-5 2.93000E-5 7.80700E-6 6.51300E-6 5.54000E-6 2.15241.0 10 7 10-01-08 0.15.34 6.54000E-5 4.27200E-5 2.62200E-5 6.63500E-6 6.37600E-6 5.27500E-6 2.27500E-7 2.74500E-5 6.61700E-6 6.41400E-6 5.14400E-6 2.215971.0 10 9 10-01-08 0.45.34 2.2200E-5 5.44700E-5 2.87300E-6 6.41200E-6 5.14400E-6 2.215971.0 10 10 10-01-08 0.45.34 2.2200E-5 5.40700E-5 3.3900E-6 8.3300E-6 8.45100E-6 6.11400E-6 2.11607.0 10 10 10-01-08 0.55.34 7.2200E-5 5.3400E-5 3.3900E-5 8.3300E-6 8.45100E-6 6.3	1	10-01-08 0:01:34	7.12700E-5	5.28300E-5	3.23300E-5	8.45100E-6	7.44800E-6	6.17600E-6	215969.0	1001.4
3 10-01-08 0.11:34 7.02000E-5 5.22700E-5 3.19400E-5 8.28900E-6 7.49400E-6 6.06900E-6 2.15980.0 10 5 10-01-08 0.15:34 5.54300E-5 4.27500E-5 2.69200E-5 5.65800E-6 6.17800E-6 5.68800E-6 21621.0 10 5 10-01-08 0.21:34 5.64000E-5 4.22500E-5 2.65200E-5 6.65800E-6 5.7800E-6 5.72500E-6 21621.0 10 7 10-01-08 0.31:34 5.6800E-5 4.3800E-5 2.65200E-5 6.65300E-6 5.22200E-6 216121.0 10 8 10-01-08 0.36:34 6.03300E-5 4.45100E-5 2.74500E-5 6.34700E-6 6.41400E-6 21697.0 10 10 10-01-08 0.36:34 6.03700E-5 5.4040E-5 3.36900E-6 7.47500E-6 6.41400E-6 21697.0 10 10 10-01-08 0.36:34 7.2700E-5 5.54600E-5 3.39800E-6 7.47500E-6 6.3100E-6 2.3100E-6 2.3100E-6 6.3100E-6 2.3100E-6 2.3100E-6 2.3100E-6 2.3100E-6 2.3100E-6	2	10-01-08 0:06:34	6.96400E-5	5.14000E-5	3.15700E-5	8.19900E-6	7.33600E-6	5.87000E-6	216189.0	1001.3
4 10-01-08 0:16:34 6.54300E-5 4.87300E-5 2.9900E-5 7.0700E-6 6.77800E-6 5.68800E-6 2.11241.0 100 6 10-01-08 0:27:34 6.54300E-5 4.22500E-5 2.61200E-5 6.68500E-6 6.15800E-6 5.1400E-6 2.12230 0 0 6 10-01-08 0:26:34 6.02300E-5 4.42300E-5 2.27600E-5 7.0240E-6 6.43000E-6 5.3400E-6 2.15230 0 0 7 10-01-08 0:134 6.03700E-5 4.42500E-5 2.26270E-5 7.3470E-6 6.47000E-6 5.14400E-6 2.21571.0 10 9 10-01-08 0:13:34 6.03700E-5 5.44500E-5 2.65700E-5 9.3900E-6 6.41200E-6 6.14100E-6 2.215677.0 10 10 10-01-08 0:55:34 7.22500E-5 5.34600E-5 3.3900E-5 9.3900E-6 8.45100E-6 6.31100E-6 2.215677.0 10 10 10-01-08 0:55:34 7.2200E-5 5.34600E-5 3.3900E-5 9.39400E-6 8.45100E-6 6.51100E-6 2.215677.0 10	3	10-01-08 0:11:34	7.02000E-5	5.22700E-5	3.19400E-5	8.28500E-6	7.49400E-6	6.06900E-6	215960.0	1001.2
5 10-01-08 0.2:34 5.64000E-5 4.22500E-5 2.61200E-5 6.63500E-6 6.15800E-6 5.11400E-6 212623.0 10 7 10-01-08 0.2:534 6.02300E-5 4.22500E-5 2.62200E-5 6.63500E-6 6.27000E-6 5.27500E-6 215230 10 7 10-01-08 0.3:134 5.0800E-5 4.28500E-5 2.65200E-5 6.637000E-6 5.27500E-6 215270 10 10 10-01-08 0.4:34 5.0800E-5 3.26300E-5 7.34700E-6 6.41400E-6 215637.0 10 10 10-01-08 0.6:34 7.27000E-5 5.44400E-5 3.3000E-5 3.59300E-6 8.45100E-6 6.41400E-6 216657.0 10 10 10-01-08 0.5:34 7.22300E-5 5.45400E-5 3.3900E-6 8.45100E-6 6.31100E-6 216627.0 10 10 10-01-08 1.6:34 7.12400E-5 5.25300E-5 3.3900E-6 8.45100E-6 6.31100E-6 216267.0 10 10 10-01-08 1.6:34 7.12400E-5 5.22300E-5 3.39000E-6 8.3600E-6 6.5321	4	10-01-08 0:16:34	6.54300E-5	4.87300E-5	2.99000E-5	7.80700E-6	6.77800E-6	5.68800E-6	216241.0	1001.2
6 10-01-08 2.6:34 6.02300E-5 4.42300E-5 2.77600E-5 7.02400E-6 6.43000E-6 5.34600E-6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.15280.6 2.1510.3 0 0 0 0.08 0.63300.6 5.22300.6 2.1510.3 0 0 0 0.08 0.63300.6 5.22300.6 2.1510.3 0 0 0.0100.6 5.1400.6 5.22300.6 2.1510.3 0 0 0.0100.6 5.1400.6 5.22300.6 2.1500.7 0 0 0.0100.6 5.1400.6 5.22300.6 2.1500.7 0 0 0.0100.6 5.22300.6 5.33900.6 8.45100.6 6.53100.6 6.53100.6 2.2160.7 0 0 0 0.0100.7 2.2160.7 0 0 0.0100.6 6.1100.6 2.2160.7 0 0 0.0100.6 6.51100.6 6.5100.6 6.5100.6 0.1102.6 0 0.0100.6 0.0100.6 0.0100.6	5	10-01-08 0:21:34	5.64000E-5	4.22500E-5	2.61200E-5	6.68500E-6	6.15800E-6	5.11400E-6	216203.0	1001.2
7 10-01-08 0.31.34 5.08600E-5 4.38400E-5 2.6200E-5 6.837600E-6 5.27500E-6 2.216121.0 100 0 10-01-08 0.36.34 6.03800E-5 4.31000E-5 2.24500E-5 6.81700E-6 5.27500E-6 2.21200E-6 2.15121.0 100 10 10-01-08 0.36.34 6.03800E-5 2.2500E-5 7.3300E-6 6.41200E-6 5.14400E-6 2.2197.0 0 10 10-01-08 0.46.34 6.22700E-5 6.04700E-5 2.36700E-5 9.9300E-6 9.40200E-6 5.14400E-6 2.2197.0 0 100 10 10-01-08 0.56.34 7.72300E-5 5.55600E-5 3.3800E-5 9.9300E-6 8.46100E-6 6.32100E-6 2.21618.0 100 10 10-01-08 1.05.34 7.12400E-5 5.22300E-5 3.15300E-5 8.32300E-6 7.50200E-6 6.65300E-6 2.21618.0 100 10 10-01-08 1.05.34 7.19500E-5 5.42300E-5 3.32400E-5 8.32300E-6 7.45000E-6 6.73900E-6 2.29800E-6 2.216802.0 100 100-108 1.25.34 7.45	6	10-01-08 0:26:34	6.02300E-5	4.42900E-5	2.77600E-5	7.02400E-6	6.43000E-6	5.34800E-6	216289.0	1001.1
6 10-01-08 0.36.34 6.03000E-5 4.45000E-5 2.74500E-5 6.61300E-6 5.22200E-6 2.216103.0 100 0 10-01-08 0.46.34 C.03700E-5 4.45500E-5 2.26700E-5 6.61300E-6 5.22200E-6 2.21600.7 2.01700.7 0 100 </td <td>7</td> <td>10-01-08 0:31:34</td> <td>5.88600E-5</td> <td>4.38400E-5</td> <td>2.69200E-5</td> <td>6.96500E-6</td> <td>6.37600E-6</td> <td>5.27500E-6</td> <td>216121.0</td> <td>1001.0</td>	7	10-01-08 0:31:34	5.88600E-5	4.38400E-5	2.69200E-5	6.96500E-6	6.37600E-6	5.27500E-6	216121.0	1001.0
9 10-01-08 0.41:34 6.03700E-5 7.4300E-5 7.3700E-5 7.3700E-6 6.40200E-6 5.14400E-6 2.15971.0 110 10 10-01-08 0.46:34 7.27000E-5 5.40400E-5 3.30100E-5 8.53800E-6 8.45100E-6 6.41400E-6 216057.0 100 10 10-01-08 0.51:34 7.27000E-5 5.54000E-5 3.37800E-5 8.30800E-6 8.45100E-6 6.31100E-6 216057.0 100 10 10-01-08 1.51:34 7.27900E-5 5.54000E-5 3.37800E-5 8.30800E-6 8.45100E-6 6.32100E-6 216138.0 100 10 10-01-08 1.51:34 7.27300E-5 5.55000E-5 3.15300E-5 8.33200E-6 7.45600E-6 216248.0 100 10 10-01-08 1.16:34 7.27300E-5 5.55000E-5 3.4200E-5 9.33200E-6 8.48300E-6 6.29800E-6 216345.0 100 10 10-01-08 1.12:34 8.15500E-5 5.47200E-5 3.32400E-6 8.48300E-6 E.29800E-6 216345.0 100 10 10-01-08 1.31:34 8.33000E-5 <td>8</td> <td>10-01-08 0:36:34</td> <td>6.03800E-5</td> <td>4.51000E-5</td> <td>2.74500E-5</td> <td>6.81700E-6</td> <td>6.61900E-6</td> <td>5.23200E-6</td> <td>216103.0</td> <td>1000.9</td>	8	10-01-08 0:36:34	6.03800E-5	4.51000E-5	2.74500E-5	6.81700E-6	6.61900E-6	5.23200E-6	216103.0	1000.9
10 10<	9	10-01-08 0:41:34	6.03700E-5	4.43500E-5	2.69700E-5	7.34700E-6	6.40200E-6	5.14400E-6	215971.0	1000.7
11 10-01-08 0:51:34 6.22400E-5 6.07/400E-5 3.67600E-5 3.0900E-6 6.45100E-6 6.91100E-6 2.16067.0 10 12 10-01-08 0:55:34 7.72900E-5 5.55600E-5 3.39600E-5 3.04300E-6 6.05500E-6 2.3100E-6 2.15306 0 0 13 10-01-08 1:01:34 7.12400E-5 5.55400E-5 3.13300E-5 8.23000E-6 7.51010E-6 6.05200E-6 2.15124.0 10 14 10-01-08 1:05:34 7.12700E-5 5.55000E-5 3.17100E-5 8.3400E-5 8.33400E-6 6.05200E-6 2.15124.0 10 10 10.01-08 1:15:34 7.72200E-5 5.55000E-5 3.41200E-5 8.33400E-6 8.49300E-6 6.89100E-6 2.15630E-0 10 10 10-01-08 1:15:34 7.45500E-5 5.47200E-5 3.2400E-5 8.33400E-6 8.48100E-6 7.05300E-6 2.15630E-0 10 10 10.01-08 1:33:34 8.33000E-5 6.32500E-5 3.2400E-5 9.35400E-6 7.52300E-6 2.15632.0 10 10 10-01-08 1:41:34 8.320	10	10-01-08 0:46:34	7.27000E-5	5.40400E-5	3.30100E-5	8.53800E-6	7.47600E-6	6.41400E-6	216053.0	1000.8
12 10-0-08 0:56:34 7.72900E:5 5.55900E:5 3.0900E:5 9.0490E:6 8.06500E:6 6.32100E:6 2.216138.0 110 3 10-0-08 0:55:34 7.12400E:5 5.25900E:5 3.29000E:6 8.2900E:6 7.50100E:6 6.632100E:6 2.16224.0 10 4 10-0-08 1:0:34 7.12400E:5 5.2200E:5 3.17100E:5 8.3900E:6 7.50100E:6 6.05300E:6 2.16224.0 10 4 10-0-08 1:0:34 7.12400E:5 5.2200E:5 3.37100E:5 8.39300E:6 8.09300E:6 6.09300E:6 2.21624:0 10 10 0-0 1:16:34 7.12400E:5 5.5700E:5 9.3300E:6 8.48900E:6 6.79300E:6 2.21624:0 10 10 10-0:08 1:26:34 7.45500E:5 5.47200E:5 3.22400E:5 8.6700E:6 7.3300E:6 6.29300E:6 216325.0 10 10 10-0:08 1:26:34 7.35000E:5 5.47200E:5 3.22400E:5 8.6700E:6 7.63300E:6 7.63400E:6 216326.0 10 10 0-0:08 1:36:34	11	10-01-08 0:51:34	8.22500E-5	6.07400E-5	3.67600E-5	9.50900E-6	8.45100E-6	6.91100E-6	216067.0	1000.9
33 10-01-08 1:01:34 7,12400E-5 5,22400E-5 3,15300E-5 8,2300E-6 7,50100E-6 6,06200E-6 216224.0 100 15 10-01-08 1:0E:34 7,10700E-5 5,22300E-5 3,117100E-5 8,2300E-6 7,50100E-6 6,06200E-6 216540.0 100 15 10-01-08 1:1E:34 7,0300E-5 5,2300E-5 3,317100E-5 8,3200E-6 7,43600E-6 5,66700E-6 216540.0 100 16 10-01-08 1:1E:34 7,72300E-5 5,19600E-5 3,3200E-5 8,3200E-6 6,89300E-6 5,68700E-6 216224.0 100 19 10-01-08 1:1E:34 7,72300E-5 5,47200E-5 3,22400E-5 8,2400E-6 8,61800E-6 7,62300E-6 216224.0 100 10 10-01-08 1:36:34 9,38000E-5 6,32500E-5 1,27300E-5 9,82400E-6 9,85300E-6 7,62300E-6 216239.0 100 10 10-01-08 1:36:34 9,38000E-5 5,3700E-5 1,09500E-5 9,35300E-6 7,62300E-6 216239.0 100 10 10-01-08 1:36:34 6,25500E-5 5,3700E-5 1,09500E-5 9,37100E-6 7,24300E-6	12	10-01-08 0:56:34	7.72900E-5	5.69600E-5	3.39800E-5	9.04900E-6	8.06500E-6	6.32100E-6	216138.0	1000.9
14 10-0-08 1:05:34 7.10700E-5 5.22200E-5 3.17100E-5 8.32400E-6 7.52200E-6 6.05300E-6 2.15160.0 100 15 10-0-08 1:10:34 7.10700E-5 5.122300E-5 3.17100E-5 8.32400E-6 7.4500E-6 6.65700E-6 2.15160.0 100 10-0-08 1:11:34 7.10300E-5 5.19500E-5 3.4010E-5 8.32400E-6 7.45500E-6 6.63100E-6 2.15240 100 10-0-08 1:21:34 7.45500E-5 5.47200E-5 3.22400E-5 8.42900E-6 7.45500E-6 2.25300E-6 2.25300E-5 10.0700E-6 2.25300E-5 10.0700E-6 2.25300E-6 2.15240.0 100 10-0-08 1:35:34 8.37000E-5 5.472500E-5 3.27300E-5 3.85400E-6 7.45300E-6 7.25300E-6 2.15240.0 100 10-0-08 1:36:34 3.38000E-5 6.37700E-5 3.17000E-5 3.95400E-6 3.56300E-6 7.63400E-6 2.15240.0 100 10-0-08 1:61:34 3.2300E-5 6.33700E-5 1.30500E-5 1.00500E-5 3.47300E-6 7.25400E-6 215637.0 100	13	10-01-08 1:01:34	7.12400E-5	5.24900E-5	3.15300E-5	8.29000E-6	7.50100E-6	6.06200E-6	216224.0	1001.0
15 10-01-08 1:1:34 7,03000:5 5,19600:5 3,11500:5 8,32000:6 7,43600:6 5,68700:6 2,16340.0 10 17 10-01-08 1:1:34 7,72300:5 5,59000:5 3,41200:5 8,32600:6 6,84900:6 6,84900:6 6,29300:6 2,16240.0 10 17 10-01-08 1:2:134 8,19500:5 5,63000:5 3,54100:5 8,49800:6 6,73900:6 2,16240.0 10 10 10-01-08 1:2:134 8,19500:5 5,27300:5 8,27300:6 7,48000:6 6,73900:6 2,16240.0 10 10 10-01-08 1:3:3 3,3000:5 6,32500:5 1,02700:5 9,95300:6 7,62300:6 2,16249.0 10 10 10-01-08 1:36:34 9,32000:5 6,32500:5 1,09500:5 9,35300:6 7,62400:6 2,16249.0 10 10 10-01-08 1:36:34 8,62500:5 5,33100:5 3,12700:5 9,96300:6 7,84400:6 2,16239.0 10 10 10-01-08 1:51:34 6,31500:5 5,33000:5 1,12700:5 8,08800:6	4	10-01-08 1:06:34	7.10700E-5	5.22300E-5	3.17100E-5	8.39400E-6	7.50200E-6	6.05300E-6	216160.0	1001.1
16 10-01-08 11-03 7,72300E-5 5,55900E-5 3,4200E-5 8,95800E-6 6,95900E-6 6,89100E-6 2,72900E-5 2,126245.0 10 10 0-01-08 12.13.4 8,15500E-5 6,35900E-5 3,45900E-6 6,89100E-6 2,79900E-6 2,16395.0 10 10 0-01-08 1.25.34 7,45500E-5 5,47200E-5 3,22400E-5 8,8700E-6 7,43800E-6 6,29800E-6 2,15395.0 10 10 0-01-08 1.31.34 8,3700E-5 6,19400E-5 3,27400E-5 3,82400E-6 8,61800E-6 7,62900E-6 2,15214.0 10 10 0-01-08 1.35.34 8,3000E-5 6,32700E-5 1,99500E-5 3,56300E-6 7,62900E-6 2,15214.0 10 10 0-01-08 1.45.34 5,6300E-5 5,13000E-5 1,99500E-5 3,12700E-5 1,96500E-6 7,49500E-6	15	10-01-08 1:11:34	7.03800E-5	5.19600E-5	3.11500E-5	8.33200E-6	7.43600E-6	5.66700E-6	216348.0	1001.2
7 10.01-08 1:21:34 8.15500:55 6.038000:55 3.561000:55 8.468000:66 6.799000:65 279000:65 215082.0 100 9 10.01-08 1:25:34 8.159000:55 5.472000:5 3.22400:55 8.67000:66 7.93800:66 7.93800:66 216082.0 100 9 10.01-08 1:35:34 8.37000:55 5.32400:55 3.62400:55 8.61800:66 7.93800:66 216305.0 100 10 10.01-08 1:35:34 8.37000:55 5.32400:55 3.61000:67 7.93800:66 216082.0 100 10 10.01-08 1:45:34 8.25000:55 6.372000:5 1.18000:55 9.96400:6 9.7600:67 7.23600:67 216032.0 100 10 10.01-08 1:55:34 8.95500:55 5.33000:55 1.02000:5 9.372000:6 7.43600:6 216037.0 100 10 10.01-08 1:55:34 9.158000:5 6.332000:5 1.20000:5 9.372000:6 7.34000:6 21637.0 100 10 10.01-08 2:15:34 9.24400:5 5.328000:5 1.12000:5 9.31600:6	6	10-01-08 1:16:34	7.72300E-5	5.69000E-5	3.40200E-5	8.93600E-6	8.09800E-6	6.89100E-6	216245.0	1001.2
8 10-01-08 126:24 7.45500E-5 5.47200E-5 3.32400E-5 8.6700E-6 7.3380E-6 6.23800E-6 2.13326.0 110 9 10-01-08 131:34 8.3700E-5 6.15800E-5 3.32400E-5 8.61700E-6 7.63300E-6 2.16245.0 100 00 10-01-08 131:34 8.3700E-5 6.32500E-5 3.27300E-5 9.356300E-6 7.62900E-6 2.16249.0 100 10 10-01-08 136:34 9.3200E-5 6.32500E-5 1.0500E-5 9.37160E-6 7.62900E-6 2.16249.0 100 2 10-01-08 146:34 0.62500E-5 6.37200E-5 3.9100E-5 9.5400E-6 7.23500E-6 2.16139.0 100 2 10-01-08 146:34 0.62500E-5 6.37200E-5 3.9100E-5 9.3000E-6 7.4300E-6 2.16139.0 100 10-01-08 20:134 9.24400E-5 6.32500E-5 1.2200E-5 1.090E-6 9.55900E-6 7.26900E-6 2.16347.0 100 10-01-08 2:134 9.24400E-5 6.32500E-5 1.11800E-5 9.55900E-6 7.48600E-6 216347.0 <td>7</td> <td>10-01-08 1:21:34</td> <td>8.19500E-5</td> <td>6.03800E-5</td> <td>3.58100E-5</td> <td>9.45900E-6</td> <td>8.48800E-6</td> <td>6.79900E-6</td> <td>216082.0</td> <td>1001.2</td>	7	10-01-08 1:21:34	8.19500E-5	6.03800E-5	3.58100E-5	9.45900E-6	8.48800E-6	6.79900E-6	216082.0	1001.2
9 10.01.08 1:31:34 8.37000E-5 3.73000E-5 9.82400E-6 8.61800E-6 7.05300E-6 2.16214.0 110 10 0.01.08 1:36:34 9.38000E-5 6.32500E-5 1.21500E-5 1.09500E-5 9.56300E-6 7.63400E-6 2.16214.0 110 10 0.01.01.08 1:36:34 9.38000E-5 6.39200E-5 1.09500E-5 9.56300E-6 7.63400E-6 2.16336.0 110 10 0.01.01.08 1:41:34 9.3200E-5 6.39700E-5 1.09500E-5 9.37800E-6 7.63400E-6 2.16336.0 110 10 0.01.01.01.51:34 6.31500E-5 5.33600E-5 1.09800E-5 9.47800E-6 7.4500E-6 7.63400E-6 2.166330.0 100 10 0.01.08 2:01:34 9.24400E-5 6.32500E-5 1.08000E-5 9.37500E-6 7.80400E-6 2.166330.0 100 10 0.01.08 2:01:34 9.24400E-5 6.32500E-5 1.10800E-5 9.37500E-6 7.80400E-6 2.166330.0 100 10 10.01.08 2:11:34 9.24400E-5 6.32000E-5 1.17400E-5 9	8	10-01-08 1:26:34	7.45500E-5	5.47200E-5	3.32400E-5	8.60700E-6	7.93800E-6	6.29800E-6	216305.0	1001.3
0 10 0.01	9	10-01-08 1:31:34	8.37000E-5	6.19600E-5	3.73900E-5	9.82400E-6	8.61800E-6	7.05300E-6	216214.0	1001.4
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	20	10-01-08 1:36:34	9.38000E-5	6.92500E-5	4.21500E-5	1.09500E-5	9.56300E-6	7.62900E-6	216289.0	1001.4
22 10.01-08 1:46:34 0.62500E-5 6.37200E-5 3.9100E-5 9.96400E-6 7.23600E-6 7.23600E-6 2.16193.0 10.01 21 10.01-08 1:51:34 6.91500E-5 5.1300E-5 5.1300E-5 9.96400E-6 7.43500E-6 7.23600E-6 2.16193.0 10.01 24 10.01-08 1:55:34 5.1500E-5 5.1300E-5 1.1200E-5 9.47900E-6 7.94400E-6 2.1603.0 0 10.01 24 10.01-08 1:55:34 5.24400E-5 6.3200E-5 4.22000E-5 1.0900E-5 9.5500E-6 7.8000E-6 7.8000E-6 2.1637.0 10 27 10.01-08 2:11:34 9.82400E-5 6.1200E-5 1.10900E-5 9.1700E-6 7.84500E-6 2.1637.0 10 29 10.01-08 2:16:34 9.82500E-5 4.12900E-5 1.07900E-5 9.1700E-6 7.84500E-6 2.1637.0 10 29 10.01-08 2:16:34 9.82400E-5 6.1200E-5 1.1200E-5 9.1700E-6 7.84500E-6 2.1637.0 10 29 10.01-08 2:16:34 9.37500E-5 6.3	21	10-01-08 1:41:34	9.32000E-5	6.98700E-5	4.18800E-5	1.05000E-5	9.71800E-6	7.68400E-6	216036.0	1001.5
23 10-01-08 1:51:34 6.91500E-5 5.13000E-5 3.12700E-5 8.08000E-6 7.46500E-6 6.24040E-6 216075.0 10 25 10-01-08 1:55:34 9.15600E-5 6.3300E-5 4.22000E-5 1.0500E-5 9.47300E-6 7.44500E-6 216075.0 10 00 25 10-01-08 2:01:34 9.15600E-5 6.32500E-5 4.22000E-5 1.0500E-5 9.37500E-6 7.44400E-6 216387.0 10 26 10-01-08 2:01:34 9.354500E-5 7.26100E-5 4.22400E-5 1.11800E-5 9.37500E-6 7.84000E-6 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216236 216341.0 100 29 10-01-08 2:16:34 9.324400E-5 6.32400E-5 1.1200E-5 9.37100E-6 7.84600E-6 216342.0 100 20 10-01-08 2:16:34 9.34300E-5 7.0500E-5 4.2200E-5 1.1200E-5 9.75100E-6 <	22	10-01-08 1:46:34	8.62500E-5	6.37200E-5	3.91000E-5	9.96400E-6	9.08000E-6	7.23600E-6	216199.0	1001.5
24 10-01-00 156.34 9.16000E-5 6.83300E-5 4.22000E-5 9.17500E-5 9.47500E-6 7.94400E-6 216330 0 10 25 10-01-08 2:01.34 5.24400E-5 6.25200E-5 1.0600E-5 9.55800E-6 7.58000E-6 216337.0 10 26 10-01-08 2:01.34 5.54500E-5 7.24400E-5 4.22600E-5 1.0600E-5 9.55800E-6 7.58000E-6 216337.0 10 26 10-01-08 2:0E.34 5.54500E-5 7.24400E-5 4.22600E-5 1.1080E-5 9.3100DE-6 7.9070E-6 216337.0 10 20 10-01-08 2:16:34 3.24400E-5 6.21520E-5 1.1200E-5 9.31700E-6 9.46400E-6 216370.0 10 20 10-01-08 2:16:34 3.24400E-5 6.38500E-5 1.1200E-5 9.275100E-6 7.26200E-6 216374.0 10 21 10-01-08 2:26:34 9.31700E-5 7.32500E-5 1.1200E-5 9.275100E-6 7.25200E-6 216374.0 10 21 10-01-08 2:36:34 9.375500E-5 7.32500E-5 1.12	23	10-01-08 1:51:34	6.91500E-5	5.13800E-5	3.12700E-5	8.08800E-6	7.48500E-6	6.20400E-6	216075.0	1001.6
$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	24	10-01-08 1:56:34	9.16800E-5	6.83900E-5	4.22000E-5	1.10500E-5	9.47900E-6	7.90400E-6	216030.0	1001.7
65 10-01-08 2-06:34 9.54500E-5 7.04400E-5 4.25400E-5 1.11400E-5 9.31000E-6 7.90700E-6 216265.0 10 70 10-01-08 2-11:34 5.88200E-5 7.66100E-5 1.3100E-5 1.31600E-6 216340 10 10 80 10-01-08 2-11:34 5.24400E-5 6.31200E-5 1.17400E-5 9.31700E-6 216340 216340 10 10 10 0.08 2-16:34 5.24400E-5 6.31200E-5 1.17400E-5 9.31700E-6 216340 10 10 10 10-01-08 2-16:34 5.24400E-5 6.32200E-5 1.1200E-5 9.31700E-6 7.35600E-6 216314.0 10 10 10-01-08 2-16:34 9.34700E-5 7.05200E-5 1.12200E-5 9.76400E-6 7.98900E-6 216314.0 10 10 10-01-08 2-36:34 9.75500E-5 7.05200E-5 1.13200E-5 9.78400E-6 7.98900E-6 216574.0 10 10 10-01-08 2-16:34 9.75	25	10-01-08 2:01:34	9.24400E-5	6.92600E-5	4.20800E-5	1.08000E-5	9.55800E-6	7.68000E-6	216387.0	1001.6
27 10.01.08 2:11:34 9.88200E-5 7.26100E-5 4.38900E-5 1.17400E-5 1.10100E-6 8.13600E-6 216341.0 10 28 10.01.08 2:11:34 3.84200E-5 6.81200E-5 1.1200E-5 9.81700E-6 7.84600E-6 216370.0 100 29 10.01.08 2:11:34 3.35500E-5 6.665500E-5 4.12200E-5 1.0700E-5 9.81700E-6 7.84600E-6 216370.0 100 10 10.01.08 2:61:34 3.31700E-5 6.82500E-5 4.13200E-5 1.01000E-6 9.81700E-6 7.84200E-6 216370.0 100 10 10.01.08 2:61:34 9.31700E-5 6.52400E-5 4.13200E-5 9.82700E-6 7.73500E-6 216370.0 100 10 10.01.08 2:61:34 9.75500E-5 7.02500E-5 4.23700E-5 9.7400E-5 9.7400E-6 216370.0 100 10 10.01.08 2:61:34 9.75500E-5 7.22500E-5 1.13200E-5 9.7400E-6 7.52800E-6 215370.0 100 10 10.01.08 2:46:34 9.24200E-5 6.55000E-5 1.1700E-5	26	10-01-08 2:06:34	9.54500E-5	7.04400E-5	4.25400E-5	1.11800E-5	9.91000E-6	7.90700E-6	216265.0	1001.6
88 10-01-08 2:16:34 9:24400E-5 6:81200E-5 1.0700E-5 9:81700E-6 7:84600E-6 2:16370.0 10 10 01-008 2:11:34 9:35500E-5 6:65500E-5 1.03700E-5 9:87100E-6 7:63200E-6 2:162370.0 10 10 01-01-08 2:11:34 9:35500E-5 6:65500E-5 1.03700E-5 9:57100E-6 7:63200E-6 2:162370.0 10 10 10:01-08 2:11:34 9:35500E-5 6:22400E-5 1.12300E-5 9:62000E-6 7:99300E-6 2:16370.0 10 10 10:01-08 2:31:34 9:55300E-5 7:32200E-5 1.12300E-5 9:76400E-6 7:99300E-6 2:16370.0 10 10 10:01-08 2:41:34 8:92400E-5 7:32200E-5 1.12300E-5 9:8200E-6 2:16370.0 10 10 10:01-08 2:41:34 8:92400E-5 5:331900E-5 1.02200E-5 9:8500E-6 7:52800E-6 2:16370.0 10 10 10:01-08 2:41:34 8:92400E-5 5:4:9390E-5 <td>27</td> <td>10-01-08 2:11:34</td> <td>9.88200E-5</td> <td>7.26100E-5</td> <td>4.38900E-5</td> <td>1.17400E-5</td> <td>1.01000E-5</td> <td>8.13600E-6</td> <td>216341.0</td> <td>1001.6</td>	27	10-01-08 2:11:34	9.88200E-5	7.26100E-5	4.38900E-5	1.17400E-5	1.01000E-5	8.13600E-6	216341.0	1001.6
29 10.01-08 2.21:34 3.35500E-5 6.46500E-5 1.0200E-5 1.02100E-5 9.75100E-6 7.63200E-6 2.1524.2 100 10 0.01-08 2.26:34 3.31700E-5 6.32400E-5 1.1200E-5 9.26200E-6 7.75300E-6 2.1534.0 100 11 0.01-08 2.36:34 9.35300E-5 7.06300E-5 4.22700E-5 9.7400E-6 7.73500E-6 2.15314.0 100 10 0.01-08 2.36:34 9.75500E-5 7.2200E-5 4.23700E-5 9.7400E-5 9.56600E-6 2.15314.0 100 10 0.01-08 2.36:34 9.75500E-5 7.2200E-5 4.43900E-5 1.13200E-5 9.7400E-6 2.15314.0 100 10 0.01-08 2.36:34 9.75500E-5 7.2200E-5 4.3900E-5 1.13200E-5 9.36900E-6 7.5200E-6 2.1557.0 100 10 0.01-08 2.46:34 9.22200E-5 6.55000E-5 1.07700E-5 9.36500E-6 7.57800E-6 2.1515.0 100 10 0.01-08 2.46:34 9.61300E-5 7.02300E-5 1.03000E-5 9.36500E-6	28	10-01-08 2:16:34	9.24400E-5	6.81200E-5	4.12800E-5	1.07800E-5	9.81700E-6	7.84600E-6	216370.0	1001.6
00 10-01-08 2.26:34 9.31700E-5 6.322400E-5 1.1200E-5 9.52000E-6 7.73500E-6 216090.0 10 10-01-08 2.31:34 9.54300E-5 7.05500E-5 1.2300E-5 1.12300E-5 9.86400E-6 7.99900E-6 216314.0 10 10-01-08 2.31:34 9.75500E-5 7.32200E-5 1.12300E-5 1.12300E-5 9.86400E-6 216314.0 10 10 10-01-08 2.31:34 9.75500E-5 7.32200E-5 1.12300E-5 1.03700E-6 2.5900E-6 216314.0 10 10 10-01-08 2.41:34 8.92400E-5 5.391900E-5 1.03700E-5 9.56500E-6 215979.0 10 10 10-01-08 2.41:34 8.92400E-5 6.85900E-5 1.02700E-5 9.85600E-6 7.52800E-6 216314.0 10 10 10-01-08 2.41:34 9.61300E-5 7.02290E-5 1.03700E-5 9.85600E-6 7.67600E-6 215977.0 10 10 10-01-08 2.51:34 9.61300E-5 7.02290E-5 4.18300E-5 9.86600E-6 7.9700E-6 216218.0 10	29	10-01-08 2:21:34	9.36500E-5	6.86500E-5	4.13700E-5	1.09100E-5	9.75100E-6	7.69200E-6	216242.0	1001.6
11 10.01-08 2.31:34 9.54300E-5 7.06300E-5 1.12300E-5 9.76400E-6 7.98900E-6 216314.0 110 21 10.01-08 2.36:34 9.75500E-5 7.32200E-5 1.32200E-5 1.32200E-5 1.03700E-6 216970-0 10 33 10.01-08 2.41:34 8.92400E-5 6.56000E-5 3.91900E-5 1.03700E-5 9.36500E-6 7.52800E-6 21597.0 10 40 10.01-08 2.41:34 8.92400E-5 6.55000E-5 1.07700E-5 9.36500E-6 7.52800E-6 21597.0 10 55 10.01-08 2.41:34 8.92400E-5 6.55000E-5 1.07700E-5 9.36500E-6 7.57600E-6 21597.0 10 56 10.01-08 2.41:34 9.24220E-5 6.55000E-5 1.07700E-5 9.36500E-6 7.57600E-6 21597.0 10 56 10.01-08 2.51:34 9.61300E-5 7.02300E-5 1.03000E-5 9.36500E-6 7.5700E-6 216218.0 10	30	10-01-08 2:26:34	9.31700E-5	6.92400E-5	4.14200E-5	1.10800E-5	9.62000E-6	7.73500E-6	216090.0	1001.7
12 10-01-08 2:36:34 9.75500E-5 7.32200E-5 1.13200E-5 1.13200E-5 8.50600E-6 215979.0 10 10-01-08 2:41:34 8.92400E-5 6.56000E-5 3.91900E-5 1.02000E-5 9.365000E-6 7.52200E-6 216150 10 14 10-01-08 2:46:34 9.23200E-5 6.85900E-5 1.02700E-5 9.365000E-6 7.52200E-6 216150 10 15 10-01-08 2:41:34 9.61300E-5 7.02200E-5 1.02700E-5 9.86500E-6 7.57200E-6 216150 10 10-01-08 2:41:34 9.61300E-5 7.02200E-5 4.18300E-5 1.09000E-5 9.86500E-6 7.97000E-6 216218.0 10	31	10-01-08 2:31:34	9.54300E-5	7.06300E-5	4.23700E-5	1.12300E-5	9.78400E-6	7.98900E-6	216314.0	1001.7
33 10-01-08 2-41:34 8.92400E-5 6.56000E-5 3.91900E-5 1.02000E-5 9.36500E-6 7.52800E-6 2151155.0 100 40 10-01-08 2-46:34 9.28200E-5 6.85500E-5 1.07700E-5 9.56500E-6 7.67600E-6 215977.0 100 55 10.01-08 2-61:34 9.61300E-5 7.02300E-5 4.18300E-5 1.09300E-5 9.86600E-6 7.97000E-6 215977.0 100	32	10-01-08 2:36:34	9.75500E-5	7.32200E-5	4.49300E-5	1.13200E-5	1.03700E-5	8.50600E-6	215979.0	1001.7
34 10-01-08 2.46:34 9.23200E-5 6.85300E-5 4.11700E-5 1.07700E-5 9.60500E-6 7.67500E-6 215977.0 10 55 10-01-08 2.51:34 9.61300E-5 7.02300E-5 4.18300E-5 1.09700E-5 9.86500E-6 7.97000E-6 215218.0 10	33	10-01-08 2:41:34	8.92400E-5	6.56000E-5	3.91900E-5	1.02000E-5	9.36900E-6	7.52800E-6	216195.0	1001.6
35 10-01-08 2:51:34 9.61300E-5 7.02300E-5 4.18300E-5 1.09000E-5 9.86600E-6 7.97000E-6 216218.0 10	34	10-01-08 2:46:34	9.29200E-5	6.85900E-5	4.11700E-5	1.07700E-5	9.60600E-6	7.67600E-6	215977.0	1001.6
	35	10-01-08 2:51:34	9.61300E-5	7.02900E-5	4.18300E-5	1.09000E-5	9.86600E-6	7.97000E-6	216218.0	1001.6
			/	'			'			

그림 1.8. Display log file record

(2) 프로그래밍 작업

①1mon.csh

프로그램 작업이 용이하도록 CSV파일 변수들간의 대시(-), 콤마(,)등을 공백으로 바꾸어 주는 프로그램. 같은 달의 자료를 한꺼번에 처리할 수 있으며, set의 s3에는 시작하는 날짜를 yymmdd의 형태로 써주고, e3에는 끝나는 날짜를 yymmdd로 표 현해 표현해주면 된다. csh 1mon.csh라고 명령어를 치면 이 프로그램이 실행되고, CSV파일은 사라지고 변수간 공백이 있는 yymmdd.dat의 파일이 생긴다.

21mon.f

1mon.csh 프로그램을 통해 생겨난 yymmdd.dat 파일들을 읽어들어 헤더를 달고, 음수값의 자료들을 제외하여 1달씩 묶어주는 프로그램. 7line의 do문 day에 YYMMDD의 포맷으로 시작날짜와 끝나는 날짜를 써주고, 13line에서 저장할 파일의 이름을 지정하면 된다. 3파장의 총 산란계수와 후방산란계수 및 산란계수로부터 계 산한 옹스트롬지수 및 기기내부에서 관측한 기압, 기온 등의 변수가 시간별로 정리 되어 파일에 쓰여진다. 총 산란계수가 양수인 경우의 데이터만 저장되며, 후방산란 계수와 옹스트롬지수가 음수인 경우에는 -9999의 값이 저장되도록 되어 있다.

1.6. 기기관리 및 유지



Bottom Cover Screws (4)

그림 1.9. Top/Bottom cover screws

maintenance의 필요로 인해 top/bottom cover를 제거해야 할 경우 그림 1.9에 보 이는 top cover screws/ bottom cover screws들을 푸른 후 제거한다. bottom cover 를 제거해야 할 경우 먼저 top cover를 제거해야 한다.

(1) calibration

①Hardware setup

- 보정 시작 전에 gas set up
- Gas가 nephelometer에 이르렀을 때 실내 기온과 거의 비슷해야 함

```
- 한 방법으로 6~9 m, 6 mm 직경의 튜브를 사용 (CO2 tank와 Nephelometer 연
결)
```

- 튜브의 길이가 CO2 온도에 영향
- 99.9% 순도 또는 그 이상의 gas와 ambient air 사용

②Nephlog program-->run 탭-->calibration

```
- Top section : 현재 Nephelometer에 저장된 보정값과 아직 저장되지 않은 새로운 보정값을 보여줌.
```

- Middle section : 각각의 파장 (blue, green, red)에서 low span gas (air), high span gas (CO2)의 photon frequency (Hz) 보여줌, Total and backscatter mode 나 타남

- Bottom section : 각 단계별로 실행하고 각각의 단계가 끝나면 <enter>, 각 단계를 체크하면 명령 실행 후 다음 단계로 넘어감

Calibration							- 🗆 ×	
			Cali	bration Data				
	Current (B)	New (B) Curre	nt (G)	New(G)	Current(R)	New(R)	
K2	2.42300E-	3 2.522808	-3 2.85	100E-3 3	00666E-3	2.12100E-3	2.07768E-3	
K4	5.08000E-	5.27213	-1 5.13	000E-1 5	.23500E-1	4.91000E-1	4.07458E-1	
			Phote	n Data in Hz				
		TotS-Cal	TotS-Meas	TotS-Dark	k BkS-Cal	BkS-Mea	ns BkS-Dark	
Low Span	Blue	9.61996E+4	1.14217E+	3 3.36498E+	0 5.70919E	+4 6.01369E	+2 1.00949E+1	
Gas	Green	2.44878E+5	1.26908E+	3 0.00000E+	0 1.46669E	+5 6.07138E	+2 3.36498E+0	
	Red	1.01696E+5	1.09602E+	3 3.86972E+	2 6.07816E	+4 6.56170	+2 3.12943E+2	
High Span	Blue	8.99077E+4	2.54987E+	3 1.03473E+	1 5.22642E	+4 1.30376E	+3 2.06946E+1	
uas	Green	2.28955E+5	2.59422E+	3 0.00000E+	0 1.34349E	+5 1.26237E	+3 0.00000E+0	
	Red	9.64730E+4	1.28602E+	3 3.24215E+	2 5.46544E	+4 7.58309E	+2 3.58706E+2	
1 Set Los	u Span Ga	* Air	- 8	Z Plug inlet a	nd outlet (ma	anual)	Graph Meas	
JUST LO	n opun da		- 9	Eeed High	Span Gas int	o line	Data	
2 🔽 Set Hig	h Span Ga	s CO2	- 10	Start Data	Collection Hi	ah Gao	Press	
3 V Switch	Valve Filte	r (ZERO) 11	Clear Duffe	concectori m		Fause	
4 🔽 Start D	ata Colleci	tion-Low Gas	12	12 V Store High Span Gas Data			New Avg Time	
5 🔽 Clear B	5 🔽 Clear Buffer		13	13 🔽 Write Calibration Label			Setup	
6 🔽 Store L	ow Span (ias Data	14	14 🔽 Save Cal Data to Neph			Evit	
7 🔽 Toggle	Blower Of	f (ON)	15	Zero w/ Cl	ean Air			

그림 1.10. Calibration data display

③Calibration 단계별 지침 (그림 1.10 참조)

☑ 1. Set low span gas : Air선택

✓ 2. Set high span gas : CO2 선택(공기보다 scattering coefficient큰 기체 중 이용 가능한 한가지 선택)

\checkmark 3. Switch valve filter

- Zero position을 위해 filtered air valve switch : valve close (valve light off)
- 파란색의 DQ filter를 공기 inlet과 연결
- blanking time : zero position + filtered air purge (깨끗해짐) 되는 시간 (30초)

✓ 4. Start data collection - low gas (그래프 보면서 안정화 될 때까지 기다림)
- Low span gas 영역의 보정값 update
- 만약 filtered air purge를 보길 원한다면 averaging time을 5초로 바꿔줌
- 그래프를 통해 증가 또는 감소가 없는 안정화 상태가 되면 다시 averaging time 을 300초로 바꿔줌
□ 5. Clear buffer (선택 안해도 무방, 체크 안함) : 최소한 300초 이상 기다려라
✓ 6. Store low span gas data : low span gas data가 더 이상 변하지 않고 고정
✓ 7. Toggle blower to off (OFF) : blower를 꺼라 (체크하면 꺼짐)
✓ 8. Plug inlet & outlet (손으로) : inlet과 outlet을 cap으로 막아라
✓ 9. Feed CO2 into line (손으로)
- 파란색 DQ filter의 inlet에서 튜브를 제거하고, CO2를 inlet tube 또는 inlet block 에 연결해라

- 약 5 lpm의 유량

- DQ filter를 통해 gas가 빠져 나오는 것을 느낄 것이다 (필터에서 화살표 반대 방향)



그림 1.11. inlet과 outlet의 플러그, 그리고 DQ 필터와 가스 주입선

☑ 10. Start data collection - high gas (그래프 보면서 안정화 될 때까지 기다림)

- High span gas 영역의 보정값 update

- 4번 과정과 동일
- □ 11. Clear buffer (체크 안함): 5번 과정과 동일
- \checkmark 12. Store high span gas
- Calibration constant (K2, K4) 값 계산
- Top section 값 update

- 만약 새로운 constant가 맘에 들지 않는다면 recalibration

☑ 13. Write calibration label : Nephelometer의 serial number, 날짜, 사용한 gas, 보정한 사람의 initial 등

✓ 14. Save cal data (K2 & K4) to Neph

```
- Nephelometer에서 CO2와 cap (inlet, outlet plug) 제거
- Inlet block에 DQ filter 다시 연결, 화살표 방향은 inlet block에서 밖으로 향하도
록 함
- Nephelometer의 top cover를 덮어라
- "run-terminal" 창을 띄워서 vz (valve close) : 기기 안의 CO2 gas 밖으로 내보냄
- 7번 선택, blower on, high span gas가 purge 되도록 함 (zeroing 전에 CO2 제
거)
- 최소 600초 이상 blower on
- Blower 작동안하면 메뉴바 "config-nephelometer"에서 blower 100%로 바꿀 것
☑ 15. Zero with clean air : clean air로 깨끗하게 함, zero background
measurement (300초 이상)
④ 보정된 화면 저장
- 컴퓨터의 print screen 키 (클립보드에 저장)
-시작-보조프로그램-그림판
-ctrl+v (붙여넣기)
-파일-다른 이름으로 저장 (jpg, bmp, gif 등)
```

-TSI window 닫음 : exit

(2) lamp 교체 (3000시간 주기)

-top cover를 제거한다. -그림 1.12의 lamp shield screw를 제거한다.



그림 1.12. Lamp shield

-lamp lever를 올려 소켓에서 lamp제거

-새 lamp로 교체하고, lamp lever를 내려 고정시킨다.

주의:lamp는 뜨거울 수 있으므로, 교체전에 기기 작동을 멈추어 충분히 식힌 상태 여야 한다.

(4) filter replacing (HEPA filter:6개월, DQ filter:12개월)

①HEPA filter

-filter제거 용이를 위해 end plate를 제거

-렌치를 이용해 filter 뒤쪽 연결부위인 Elbow fitting의 nut제거 한 후, filter를 돌려 서 앞쪽의 brass fitting으로부터 떼어낸다.

-Coat the threads on the brass fitting on the inlet block with RTV silicone sealer. -새로운 필터를 brass fitting에 끼운다.

-구 필터에서 nylon fitting을 제거해 RTV silicone으로 coating 해준 뒤, 뉴 필터를 끝쪽 부분에 연결시킨다.

-nylone nut를 이용해 새로운 필터를 Elbow fitting에 연결해 준다.



그림 1.13. HEPA 필터 제거



그림 1.14. HEPA 필터 위치 조정

② DQ filter

-filter 양쪽 silicone tube에서 filter를 분리시킨 후, 새필터로 교체해 준다.



그림 1.15. 파란 DQ 필터

(5) fan filter 청소



그림 1.16. fan cover

filter에 먼지가 많으면, lamp의 수명이 줄어들므로, 압축공기로 fan cover와 foam inserts를 잘 청소해 준다.

(6)light pipe lens청소

light pipe는 lamp에서 measurement volume사이에서 lamp의 빛을 전달시켜주는 통로이다.

①top cover제거, 그림 1.12의 lamp shield screw제거해, 그림 1.17처럼 만든다.



그림 1.17. Light pipe lens

②lamp를 빼낸뒤 헝겊으로 lens를 닦아 준다.

(7)reference chopper 청소

- ① top/bottom cover 제거
- ②그림 1.18의 board screw 제거



그림 1.18. Board screws

③ digital circuit board와 PMT box를 연결하는 J25 connector(wide ribbob이 달린 cable)

④그림 1.19의 end plate screw제거



그림 1.19. End plate screws

⑤그림 1.19에서 보이는 원통안으로 있는 그림 1.20의 aperature assembly를 잘 끄 집에 낸다. 벽에 닿지 않게 조심히.



그림 1.20. Aperture assembly

⑥그림 1.20의 aperture nuts제거

⑦J13 connector 제거하고, 그림 1.21의 plate1(circuit board)와 plate2 분리 ⑧그림 1.22의 reference의 chopper의 reflective 알루미늄 부분을 헝겊으로 닦는다.



그림 1.21. Aperute Plates와 회로판

그림 1.22. Reference chopper

(8) light pipe outlet, backscatter shutter and flocked paper 청소

- ①top cover 제거
- ② lamp shield 제거(그림 1.12 참조)
- ③ bottom cover 제거
- ④그림 1.23을 참조하여 connecotor 분리
- -lamp connector analog board에서 분리
- -inlet block에서 ribbon cable 분리
- -1(lamp T),2(valve position), 3(valve monitor), 4(heator), 6(fan) connector분리
- DQ 필터 분리



그림 1.23. Disconnect connectors and tubing



그림 1.25. Sections apart



그림 1.24. Sections together

⑤그림 1.24의 section screw제거해 그림 1.25처럼 두 section을 분리시킨다.

- ⑥ floced paper를 조심히 끄집어내 압축공기로 청소
- ⑦ 그림 1.26의 lamp base screw제거

⑧ backscatter shutter가 light pipe바로 아래쪽에 오도록 손으로 회전시킨다.
 ⑨ 그림 1.27처럼 lamp base assembly를 본체에서 분리시킨다.



그림 1.26. Lamp base

① 헝겊으로 그림 1.28의 back scatter shutter와 light pipe outlet을 청소



그림 1.27. Removing the lamp base assembly