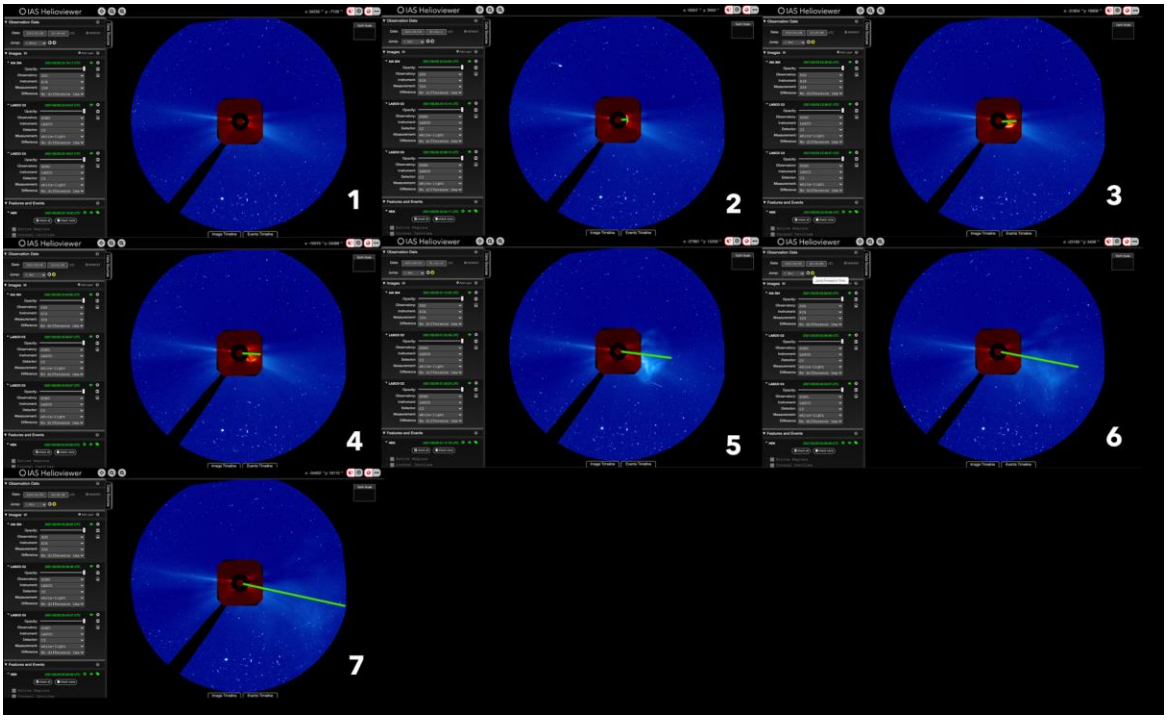
태양의 일격

풀이

1.

자료 고르기 (CME의 전개를 보여 주는 알맞은 영상 고르기)와 CME 앞면 알아보기.



CME의 전개를 따라가는 시간 구간을 모두 7개 고른다

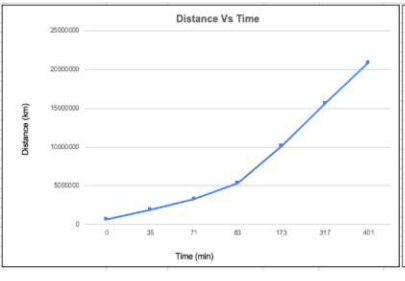
1. 2021/05/28 22:19:00 UT
2. 2021/05/28 22:54:11 UT
3. 2021/05/28 23:30:08 UT
4. 2021/05/29 23:42:08 UT
5. 2021/05/29 01:12:16 UT
6. 2021/05/29 03:36:08 UT
7. 2021/05/29 05:00:08 UT

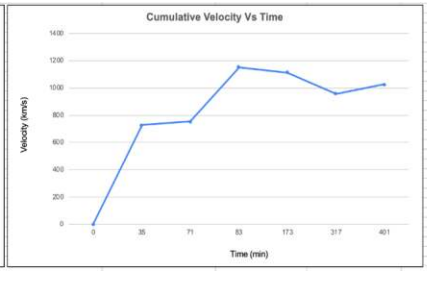
고른 모든 구간에 대해 영상에서 뽑아낸 정보의 요약

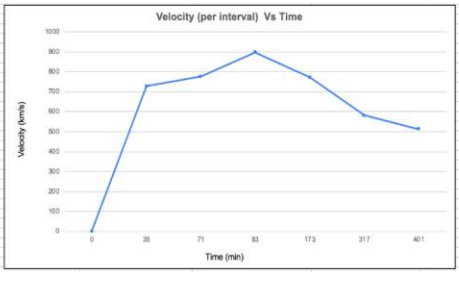
2. CME의 운동학적 전개 그리기

Interval	Date and Time	Time interval (minutes)	Time from CME onset (minutes)	Coordinates of the CME fron x"	y"	Distance from disc center (arcsec)	Distance from disc center (km)	Distance from onset (km)	Cumulative velocity plane of the sky (km)	Deprojection of velocity towards ParkerSP (km/s)	Distance per time interval (km)	Velocity on plane of he sky (km/s)	Deprojection of velocity towards ParkerSP (km/s)
1	2021/05/28 22:19:00 UT	0	0	950	144	961	696617	0	0	0	0	0	0
2	2021/05/28 22:54:11 UT	35	35	2682	174	2688	1948538	1252198	596	728	1252198	596	728
3	2021/05/28 23:30:08 UT	36	71	4579	97	4580	3320520	2624180	616	752	1371982	635	775
4	2021/05/28 23:42:08 UT	47	83	7441	116	7442	5395380	4699040	944	1152	2074861	736	898
5	2021/05/29 01:12:16 UT	126	173	14000	-891	14028	10170535	9474195	913	1114	4775155	632	771
6	2021/05/29 03:36:08 UT	191	317	21048	-4570	21538	15615349	14919009	784	958	5444814	475	580
7	2021/05/29 05:36:08 UT	210	401	27922	-7126	28817	20892306	20195966	839	1025	5276957	419	511

그래프: 시간에 대한 거리와 시간에 대한 속도







3. 파커 태양 탐사선(ParkerSP)에 이르는 CME 앞면의 속도 계산

마지막 구간(태양 반지름 30배에 이를 때까지)에 해당하는 속도는 511 km/s이며, 문제의 고려 사항에 따르면 CME 앞면이 ParkerSP에 이를 때의 속도도 이와 같다.

CME 앞면이 시작부터 ParkerSP에 이르는 데 걸린 시간 계산.

그림 1에서 어림한 태양–ParkerSP 거리는 약 0.66 AU = 9.9×10^{7} km = 태양 반지름의 141배이다 (태양 반지름 10배가 약 7×10^{6} km라는 정보로부터)

앞의 분석으로부터 CME 앞면은 시작 뒤 401분(6.7시간)에 태양 반지름 30배의 거리에 이른다(표 참조). CME가 일정한 속력 511 km/s로 가는 거리는 141–30 = 태양 반지름의 111배 = 7.8×10^{7} km이므로, 그 구간에 걸린 시간은 42.4시간이다.

끝으로, CME 앞면이 시작부터 ParkerSP에 이르는 데 걸린 전체 시간은 6.7 + 42.4 = 49.1시간으로 계산된다.

4. 참·거짓 진술

A. 고른 영상이 많을수록 CME의 전개와 계산한 물리 매개변수에 대해 더 정밀한 정보를 준다. 참

B. CME 전개의 분석과 측정은 태양의 차등 자전을 고려해야 하며, 따라서 계산한 속도가 영향을 받는다. 거짓

C. 모자이크를 만들 때 영상 사이에 소프트웨어(수치) 정렬 오류가 있으면 계산의 정밀도에 직접 영향을 준다. 참

D. 그림 1의 태양권 밀도 지도에 나타낸 모형을 만드는 데 쓴 여러 가정이 태양–ParkerSP 거리의 어림에 영향을 줄 수 있다. 거짓

E. CME 앞면과 2019년 보리소프 혜성이 남긴 먼지의 상호 작용이 영상을 넓히고 흐리게 한다. 이는 영상의 대비 부족을 심하게 하여 CME 앞면과 그 전파를 정하는 불확도를 키운다. 거짓

5. 운동 에너지 계산

양성자:

$0.5 * (1.67262e^{-27}\ kg) * (511\ m/s)^2 = 1.4 \times 10^{-3}\ eV$

알파 입자:

$0.5 * (6.64e^{-27}\ kg) * (511\ m/s)^2 = 5.4 \times 10^{-3}\ eV$

채점 기준

75점

1. 표

다음 경우에 따라 총점을 준다 (하나만 고른다):

2점: 표에 날짜/시각과 해당 CME 크기(태양 가장자리에서 CME 앞면까지 잰 거리)를 영상 하나(프레임 1개)에서 뽑은 정보가 있으면.

7점: 표에 날짜/시각과 해당 CME 크기(태양 가장자리에서 CME 앞면까지 잰 거리)를 영상 둘(프레임 2개)에서 뽑은 정보가 있으면.

9점: 표에 날짜/시각과 해당 CME 크기(태양 가장자리에서 CME 앞면까지 잰 거리)를 영상 셋(프레임 3개)에서 뽑은 정보가 있으면.

11점: 표에 날짜/시각과 해당 CME 크기(태양 가장자리에서 CME 앞면까지 잰 거리)를 영상 넷(프레임 4개)에서 뽑은 정보가 있으면.

13점: 표에 날짜/시각과 해당 CME 크기(태양 가장자리에서 CME 앞면까지 잰 거리)를 영상 다섯 이상(프레임 5개 이상)에서 뽑은 정보가 있으면.

참고: 표의 한 행에 적은 자료는 JHelioviewer 프레임 하나에서 뽑은 것으로 보며, 이 프레임은 여러 망원경/기기, 특히 SDO/AIA, SOHO/LASCO1, SOHO/LASCO3로 얻은 태양 영상의 모자이크에 해당한다.

6점: 표의 자료에 대해 누적 속도를 계산하면

6점: 표의 자료에 대해 (시간 구간마다) 순간 속도를 계산하면.

5점: 속도의 역투영(하늘 평면에서 ParkerSP 위치 쪽 방향으로)을 고려하면.

2. 그래프

5점: 표의 자료에 대해 시간에 대한 거리를 그리면

5점: 시간에 대한 누적 속도를 그리면.

5점: 서로 다른 모든 시간 구간의 속도를 시간에 대해 그리면.

3. CME 앞면의 속도와 시간

5점: 그림 1과 알맞은 단위 환산을 바탕으로 태양에서 ParkerSP까지의 거리(km)를 어림하면.

3점: 마지막 구간(태양 반지름 30배까지)에서 계산한 속도(약 500-600 km/s여야 함)를 ParkerSP에 부딪치는 속도로 보면.

2점: CME 앞면이 시작부터 ParkerSP에 이르는 데 걸린 시간(시간 단위)을, 처음 태양 반지름 30배 안에서 걸린 시간과 CME가 일정한 속력으로 움직이는 시간(태양 반지름 30배에서 ParkerSP 위치까지)을 함께 고려하여 계산하면.

4. 참인 진술

2점 A. 참

2점 B. 거짓

2점 C. 참

2점 D. 거짓

2점 E. 거짓

5. 에너지

4점. 양성자 계산

6점. 알파 입자 계산