(D2) **달까지의 거리(Distance to the Moon)**

2015년 9월 동안, 매 00:00 UT마다 달의 모습을 지구에서 측정한 기록은 아래 표와 같다..

Date	R.A. (α)			Dec. (δ)			Angular Size(θ)	Phase(ϕ)	Elongation
	h	m	s	°	'	"	"		Of Moon
Sep 01	0	36	46.02	3	6	16.8	1991.2	0.927	148.6° W
Sep 02	1	33	51.34	7	32	26.1	1974.0	0.852	134.7° W
Sep 03	2	30	45.03	11	25	31.1	1950.7	0.759	121.1° W
Sep 04	3	27	28.48	14	32	4.3	1923.9	0.655	107.9° W
Sep 05	4	23	52.28	16	43	18.2	1896.3	0.546	95.2° W
Sep 06	5	19	37.25	17	55	4.4	1869.8	0.438	82.8° W
Sep 07	6	14	19.23	18	7	26.6	1845.5	0.336	70.7° W
Sep 08	7	7	35.58	17	23	55.6	1824.3	0.243	59.0° W
Sep 09	7	59	11.04	15	50	33.0	1806.5	0.163	47.5° W
Sep 10	8	49	0.93	13	34	55.6	1792.0	0.097	36.2° W
Sep 11	9	37	11.42	10	45	27.7	1780.6	0.047	25.1° W
Sep 12	10	23	57.77	7	30	47.7	1772.2	0.015	14.1° W
Sep 13	11	9	41.86	3	59	28.8	1766.5	0.001	3.3° W
Sep 14	11	54	49.80	0	19	50.2	1763.7	0.005	7.8° E
Sep 15	12	39	50.01	-3	20	3.7	1763.8	0.026	18.6° E
Sep 16	13	25	11.64	-6	52	18.8	1767.0	0.065	29.5° E
Sep 17	14	11	23.13	-10	9	4.4	1773.8	0.120	40.4° E
Sep 18	14	58	50.47	-13	2	24.7	1784.6	0.189	51.4° E
Sep 19	15	47	54.94	-15	24	14.6	1799.6	0.270	62.5° E
Sep 20	16	38	50.31	-17	6	22.8	1819.1	0.363	73.9° E
Sep 21	17	31	40.04	-18	0	52.3	1843.0	0.463	85.6° E
Sep 22	18	26	15.63	-18	0	41.7	1870.6	0.567	97.6° E
Sep 23	19	22	17.51	-17	0	50.6	1900.9	0.672	110.0° E
Sep 24	20	19	19.45	-14	59	38.0	1931.9	0.772	122.8° E
Sep 25	21	16	55.43	-11	59	59.6	1961.1	0.861	136.2° E
Sep 26	22	14	46.33	-8	10	18.3	1985.5	0.933	150.0° E
Sep 27	23	12	43.63	-3	44	28.7	2002.0	0.981	164.0° E
Sep 28	0	10	48.32	0	58	58.2	2008.3	1.000	178.3° E
Sep 29	1	9	5.89	5	38	54.3	2003.6	0.988	167.4° W
Sep 30	2	7	39.02	9	54	16.1	1988.4	0.947	153.2° W

아래의 그림은, 이 달에 발생한 월식 동안 시간대를 달리하여 찍은 사진을 하나로 합성한 것이다. 각각의 사진은 달 중심이 일치하도록 본영 수직선의 중심선에 일치시켰다.

이 문제에서, 관측자는 지구 중심에 있다고 가정하고 물체/그림자의 각 지름은 해당 물체의 각 크기라고 가정한다.



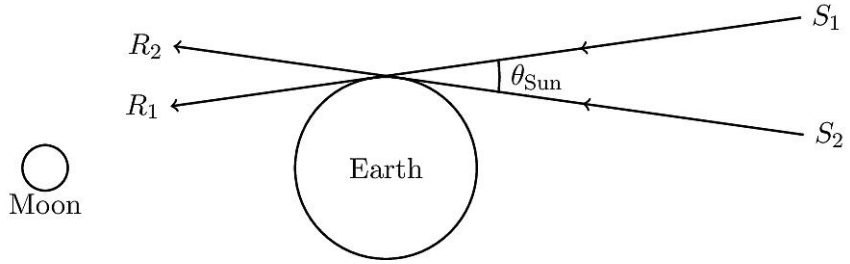
(D2.1) 2015년 9월, 달 궤도의 원지점(apogee)은 아래 중 하나에 제일 가깝다. **3**
초생(New Moon) / 상현(First Quarter) / 보름(Full Moon) / 하현(Third Quarter)
답안지에 해당하는 칸에 'V' 표시하시오. 관련된 설명은 하지 않아도 된다.

(D2.2) 2015년 9월, 황도 면에 대한 달 궤도의 승교점(ascending node)은 아래 중 하나에 제일 가깝다. **4**
초생 (New Moon) / 상현(First Quarter) / 보름(Full Moon) / 하현(Third Quarter).
답안지에 해당하는 칸에 'V' 표시하시오. 관련된 설명은 하지 않아도 된다.

(D2.3) 주어진 데이터를 이용해 달 궤도의 이심률(eccentricity, e)을 추정하시오. **4**

(D2.4) 달의 각 크기(θ_{Moon})를 이용하여 지구의 본영(umbra)의 각 크기(θ_{umbra}) 단위로 나타내시오. 답안지(Summary Answersheet)의 뒷면 달 그림에 이 값을 구하기 위한 과정을 보이시오. **8**

(D2.5) 월식이 일어난 날, 그림과 같이 태양 크기로 인해 지구를 빗겨가는 빛 줄기 간에 생겨난 각은 $\theta_{\text{Sun}} = 1915.0''$이다. 아래 그림의 S_1R_1 과 S_2R_2는 태양 표면의 양 끝에서 온 빛이 지나가는 선을 그린 것이다(그림의 크기와 실제 크기는 비례하지 않는다). **9**



반영(penumbra)의 각 크기 θ_{penumbra}를 달의 각 크기 θ_{Moon} 단위로 나타내시오. 단, 관측자는 지구의 중앙에 위치한다고 가정한다.

(D2.6) 달의 중앙에서 본 지구의 각 크기를 θ_{Earth}라고 가정한다. 식이 있는 날 지구 중심에서 본 달의 각 크기 θ_{Moon}를 지구의 각 크기 θ_{Earth}단위로 나타내시오. **5**

(D2.7) 위의 결과를 이용하여 달의 반경 R_{Moon}을 km 단위로 나타내시오. **3**

(D2.8) 달의 근지점 거리 r_{perigee}와 원지점 거리 r_{apogee}를 구하시오. **4**

(D2.9) 9월 10일의 데이터를 이용하여, 태양-지구의 거리(d_{Sun})를 구하시오 **10**