<실무시험>

[7] (주니어) 두 곳의 천문대(두 천문대 사이의 거리는 3172 km)에서 어느 지구근접 소행성(near earth asteroid)을 탐색하기 위해 하늘의 특정 영역에 대해 CCD 영상을 촬영했다. 천문대 1에서 이 영역에 대해 같은 날 각각 4^h 53^m UT와 7^h 16^m UT에 2장의 영상을 촬영했다. 이들 영상(negative 영상)이 그림 7.1과 그림 7.2에 주어져 있다. 같은 날 밤에 추가로 2장의 영상이 천문대 1과 천문대 2에서 동시에 촬영되었다. 이들 영상(negative 영상)은 그림 7.3과 그림 7.4에 주어져 있다. 모든 영상의 척도(scale)는 그림 7.1에 주어진 것과 동일하다. (※ 주의사항 : 소행성의 각변위 측정을 위해 투명지가 제공됨.)

(7.1) 주어진 그림들에서 이 소행성을 찾아서 표시하시오.

(7.2) 천문대 1에서 관측한 소행성의 각변위(angular displacement)를 각초(arcsec)의 단위로 측정해서 소행성의 각속도를 arcsec/s의 단위로 계산하시오.

(7.3) 소행성의 시차(parallax)를 각초(arcsec)의 단위로 측정해서 지구로부터 소행성까지의 거리를 계산하시오.

(7.4) 소행성의 접선선속도(tangential linear velocity, 시선방향에 수직인 속도)를 계산하시오.

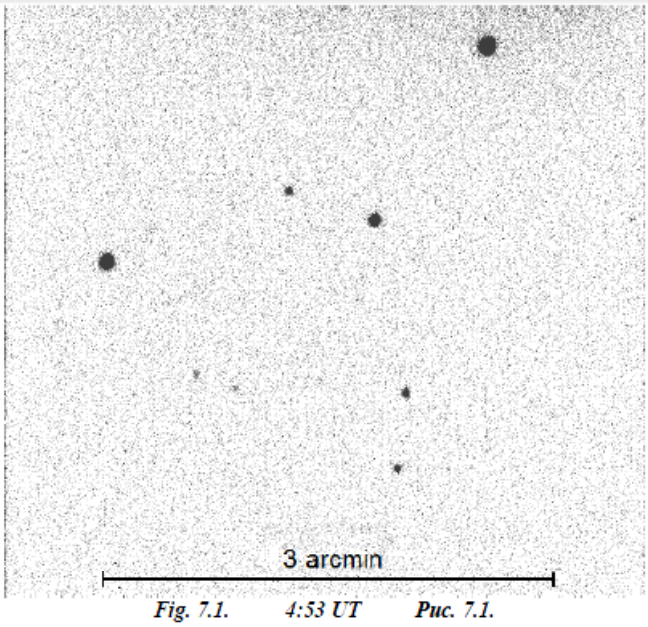


Fig. 7.1. *4:53 UT* *Рис. 7.1.*

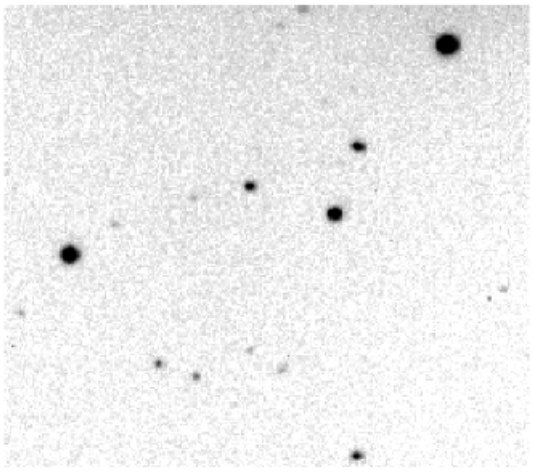


Fig. 7.2. *7:16 UT* *Рис. 7.2.*

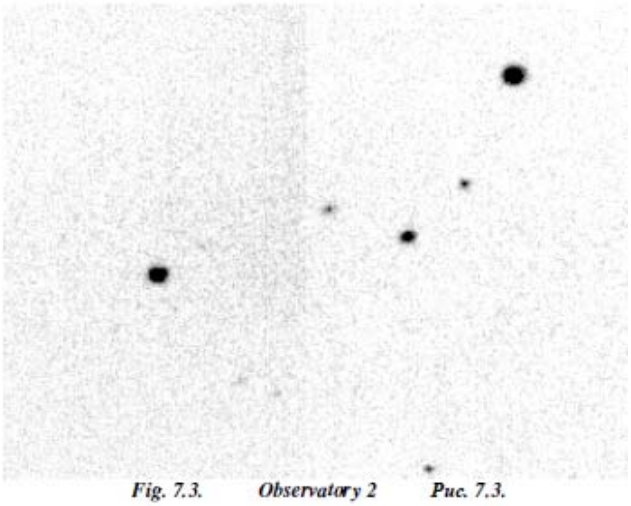


Fig. 7.3. *Observatory 2* *Puc. 7.3.*

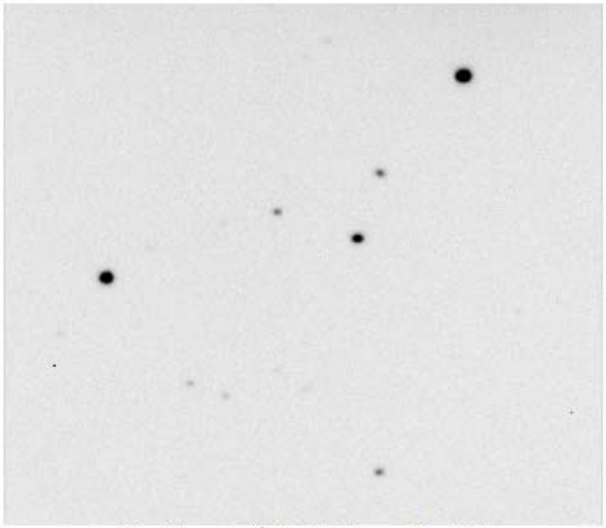


Fig. 7.4. *Observatory 1* *Puc. 7.4.*

[7] (시니어) 폭발하는 신성(nova)은 거리 측정에 사용될 수 있는데, 신성이 최대 밝기일 때의 신성의 절대등급과 신성의 밝기 감쇠율(rate of decline) 간에 상관관계가 있기 때문이다. 그 관계는 아래와 같다.

$$M_{V_{\max}} = a + b \log t_2 \quad (1)$$

a와 b는 상수로서 공간적으로 구분되는 구각(shell)들을 가진 일정 개수의 은하신성(galactic nova)의 관측 데이터를 사용하여 결정된다. t_2는 밝기 감쇠율로서 신성이 최대 밝기에서 2 등급만큼 감소하는데 걸리는 시간(단위는 day)이다. t_2는 신성의 광도곡선 그래프로부터 추정되어야 한다.

(7.1) 표 1의 자료를 사용하여 공식 (1)의 상수 a와 b을 결정하시오. 계산 결과는 표 $1a$에 기재해야 한다. 상수 a와 b의 추산과정에서, 그림 $1a$의 그래프용지를 이용하시오.

(7.2) 앞에서 얻은 공식과 NGC 4214 은하에서 폭발한 한 신성의 측광자료를 사용하여 이 은하까지의 거리를 계산하시오. 이 신성의 측광자료는 표 2에 주어져 있다. 신성의 광도곡선은 그림 $2a$의 그래프용지에 그려야 한다.

<표 1의 자료>

1행 : 신성의 번호

2행 : 신성이 최대 밝기일 때의 시간, T_o. 단위는 율리우스일(Julian Days = JD)

3행 : 최대 밝기일 때의 신성의 겉보기 등급, $m_{V_{\max}}$

4행 : 밝기 감쇠율, 즉 신성이 최대 밝기로부터 2등급만큼 감소하는데 걸리는 시간, t_2. 단위는 일(days = d)

5행 : 신성의 팽창하는 구각(shell)의 각반경, θ. 단위는 각초(arcsec).

6행 : 신성의 구각 반경의 측정시간, T. 단위는 율리우스일(Julian Days = JD)

7행 : 신성 구각의 팽창율, ν. 단위는 km/s

8행 : 신성이 위치한 방향의 성간소광, A_V

<표 2의 자료>

1행 : 관측시간, 단위는 율리우스일(Julian Days = JD)

2행 : 신성의 겉보기 등급

표 1	상수 a와 b의 결정에 사용될 은하 신성의 데이터
표 2	NGC 4214에서 발견된 신성의 관측
표 1a	은하 신성들의 물리량 계산 결과
그림 1a	공식 1의 상수 결정에 사용되는 그래프용지
그림 2a	NGC 4214에서 발견된 신성의 광도곡선 그리기에 사용되는 그래프용지

Table 1. **Таблица 1.**

No.	$T_{\max}$ (JD)	$m_{V\max}$	t_2, (d)	θ (arcsec)	T (JD)	v (km/s)	A_V (mag)
1	2412083	4.5	45	9	2444798	600	1.3
2	2442655	1.9	2	1.5	2445707	1500	1.4
3	2427794	1.6	39	10	2444798	500	0.3
4	2438061	3.5	22	3.5	2445707	1100	0.6
5	2428340	2.0	5	11	2444798	1600	0.8
6	2430676	0.7	6	9	2450898	800	0.3

Table 2. **Таблица 2.**

Time (JD)	Apparent magnitude m_V
2455233.1	17.6
2455233.8	17.3
2455234.5	17.6
2455236.5	18.7
2455237.5	19.4
2455238.5	19.8

Table 1a. **Таблица 1a.**

No.	Δt (JD)	R (AU)	d (pc)	$M_{V\max}$	$\log t_2$
1					
2					
3					
4					
5					
6					

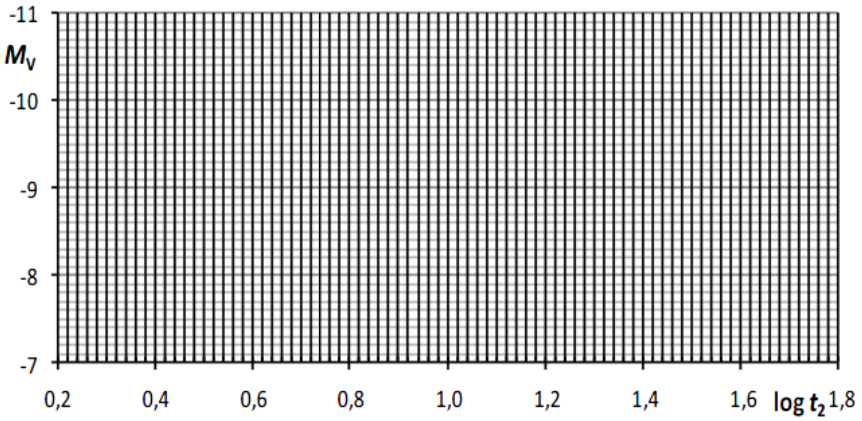


Fig. 1a.

Рис. 1a.

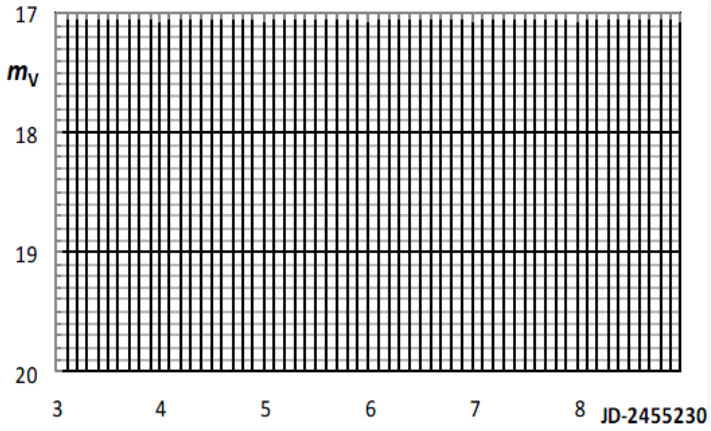
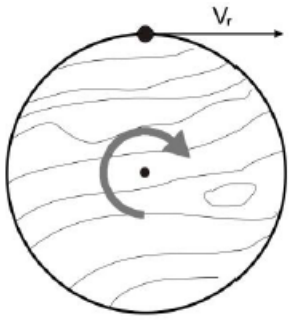


Fig. 2a.

Рис. 2a.

[8] (공통) 목성과 목성 위성들의 관측 자료는 별도로 주어진다.
답(측정값, 계산결과, 사용된 공식)은 각 해당 표에 기재해야 한다.

A. (주니어)



$V_r = 12.6$ km/s

A. (시니어) **자전속도**

목성의 스펙트럼(그림 1)은 분광카메라의 슬릿(slit)을 목성의 적도에 나란하게 정렬시켜 얻어졌다. 서너 개의 확인된 분광선의 파장(λ)이 표시되어 있다. 반사된 태양광은 목성의 자전으로 인해 도플러 효과의 영향을 받았다. 분광선이 기울어진 이유는 목성의 후퇴영역에서 반사된 빛은 적색편이 되고 접근영역에서 반사된 빛은 청색편이 되기 때문이다. 스펙트럼에 보이는 기울지 않은 선들은 지구대기에서 형성되었다.

Fig. 1



A.1. 주어진 분광간격(spectral interval)의 평균척도(mean scale), N을 nm/mm의 단위로 추산하시오.

A.2. 기울어진 한 분광선의 상단과 하단의 차이를 mm의 단위(dx)로 측정하고 그 값을 nm 단위($d\lambda$)로 변환하시오. 분광선 3개에 대해 같은 과정을 반복하시오.

A.3. 각각의 측정된 선으로부터 목성의 적도자전속도(V_r)을 계산하시오. 최종적으로 적도자전속도의 평균값(V_{r-avg})을 계산하시오.

B. **적도자전주기와 반경**

그림 2와 그림 3에 목성의 CCD 영상이 2장 주어져 있다. 그림의 수직선들은 목성 자전축의 투영된 위치를 나타낸다(시선 방향에 수직하다고 가정). 자전주기는 적도에 상대적으로 가까이 위치한 안정적인 대기 특징(패턴, 무늬)의 수평방향 이동으로부터 구해질 수 있다.

B.1. 이들 영상 간의 시간 간격(dt)은 초(second)의 단위로 얼마인가?

B.2. 측정에 유용한 대기 특징 하나는 이미 "1"로 표시되어 있다. 두 영상에서 추가로 2개의 특징들을 선택해서 "2"와 "3"으로 표시하시오.

B.3. 두 영상에서, 표시한 각 특징과 중심 수직선 사이의 거리(x_1 및 x_2)를 측정하고, 각 특징이 위치한 위도의 목성 가장자리(limb)에서 중심수직선까지의 거리(L_x)를 측정하시오.

B.4. 각 특징에 대해 자전각(ϕ)(rotational angle)을 계산하시오.

B.5. 자전각의 평균값(ϕ_{-avg})을 계산하시오.

B.6. 자전주기(P_{Je})을 시(hour)의 단위로 계산하시오.

B.7. 목성의 적도반경(R_{Je})을 km의 단위로 계산하시오.

C. 질량과 밀도

그림 4~6은 2011년 9월에 목성의 3개 위성들을 5일간 연속해서 관측한 결과이다. 이들 그림의 가로축은 관측기간의 시작점에서부터 측정된 관측시간으로서 시(hour)의 단위로 주어진다. 세로축은 관측 순간에 목성 중심으로부터 위성까지의 각거리(각분, arcmin의 단위)이다. 목성의 적도반경(각초, arcsec의 단위)도 일부 관측시간에 주어져 있다.

C.1. 목성의 각 위성의 공전주기(P_m)을 시(hour)의 단위로 추산하시오.

C.2. 목성의 각 위성의 궤도 장반경을 목성의 적도반경 단위로 추산(a_{-Je})하고 그 값을 m 단위로 환산(a)하시오.

C.3. 각 위성의 측정값을 사용하여 목성의 질량(M_J)을 각각 따로 계산하시오.

C.4. 목성 질량의 평균값(M_{J-avg})을 계산하시오.

C.5. 목성의 영상으로부터 목성의 극반경과 적도반경의 비(R_p/R_e)를 추산하시오.

C.6. 목성의 평균 반경(R_{J-avg})을 계산하시오.

C.7. 목성의 밀도(ρ_J)을 계산하시오.

Fig. 2
2011-11-20
21:37:01 UTC

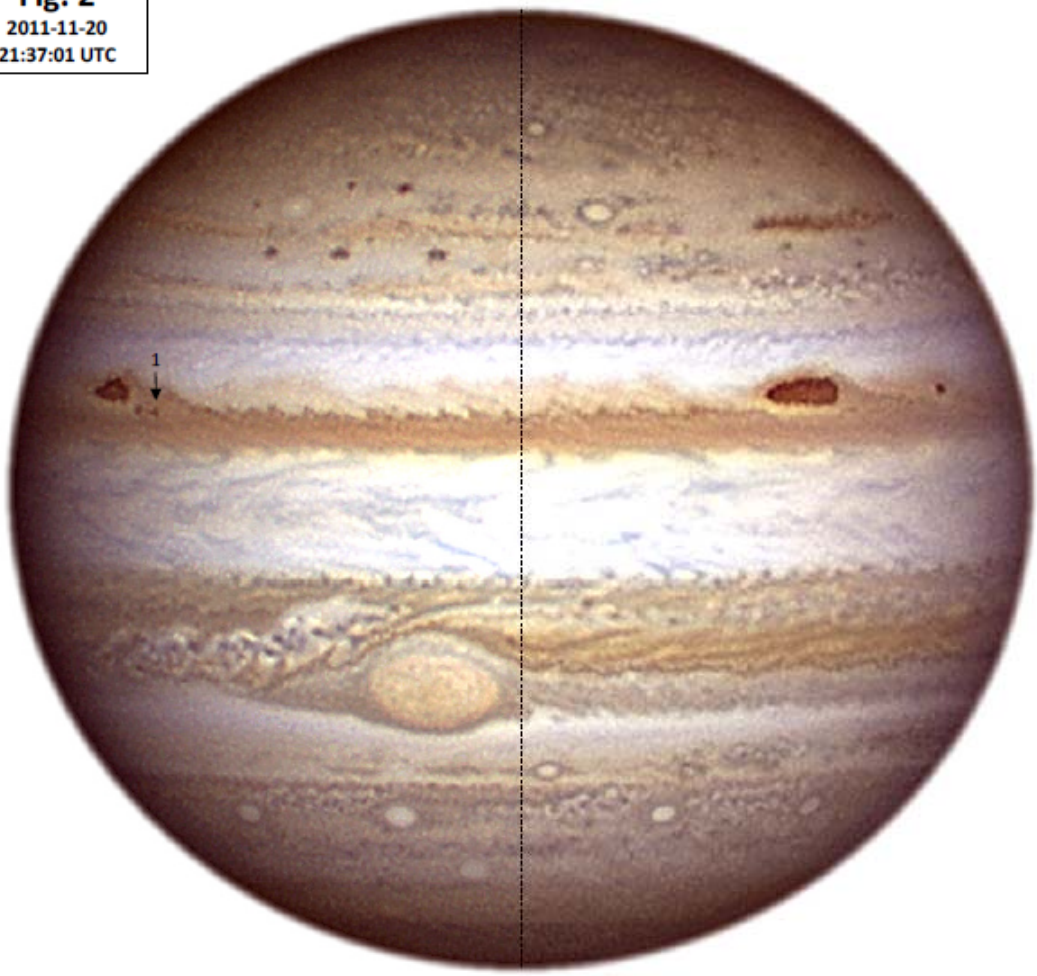


Fig. 3
2011-11-20
23:28:36 UTC

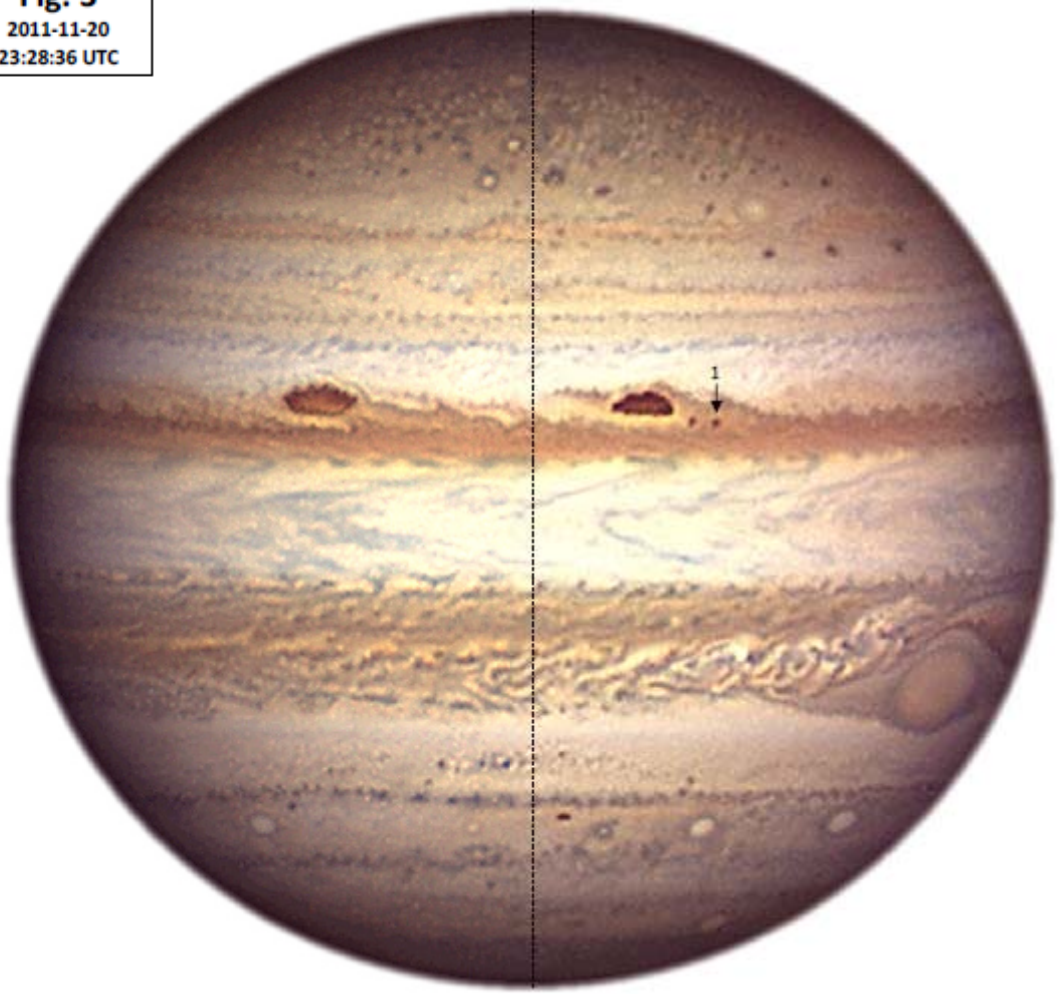


Fig. 4. Moon-1

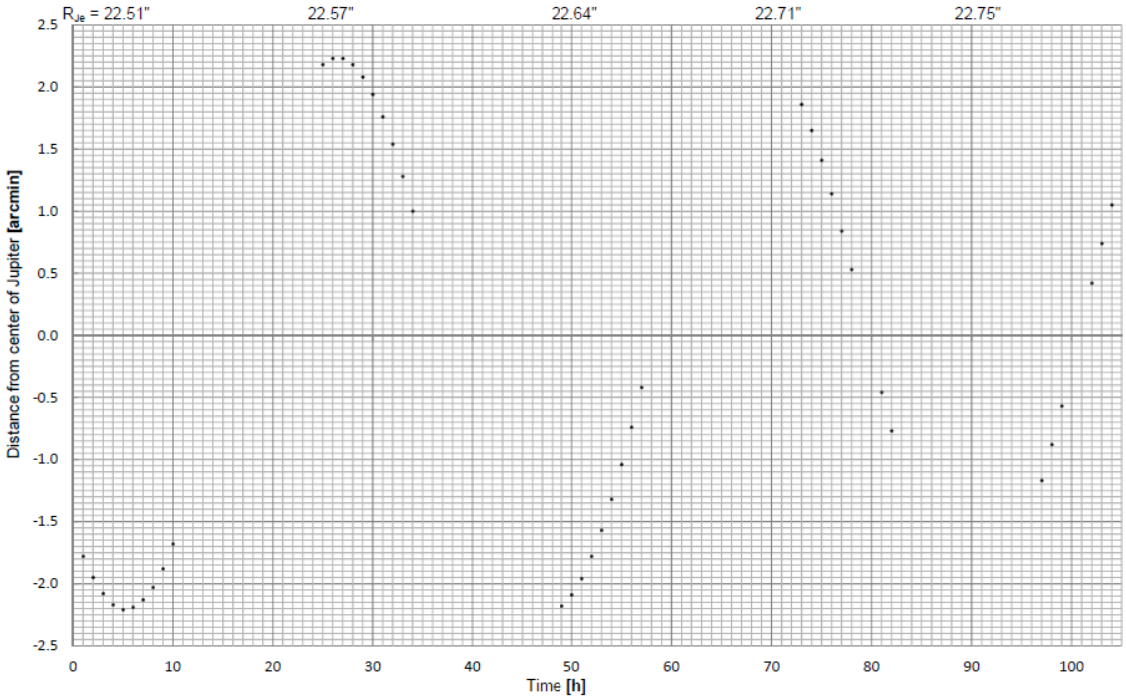


Fig. 5. Moon-2

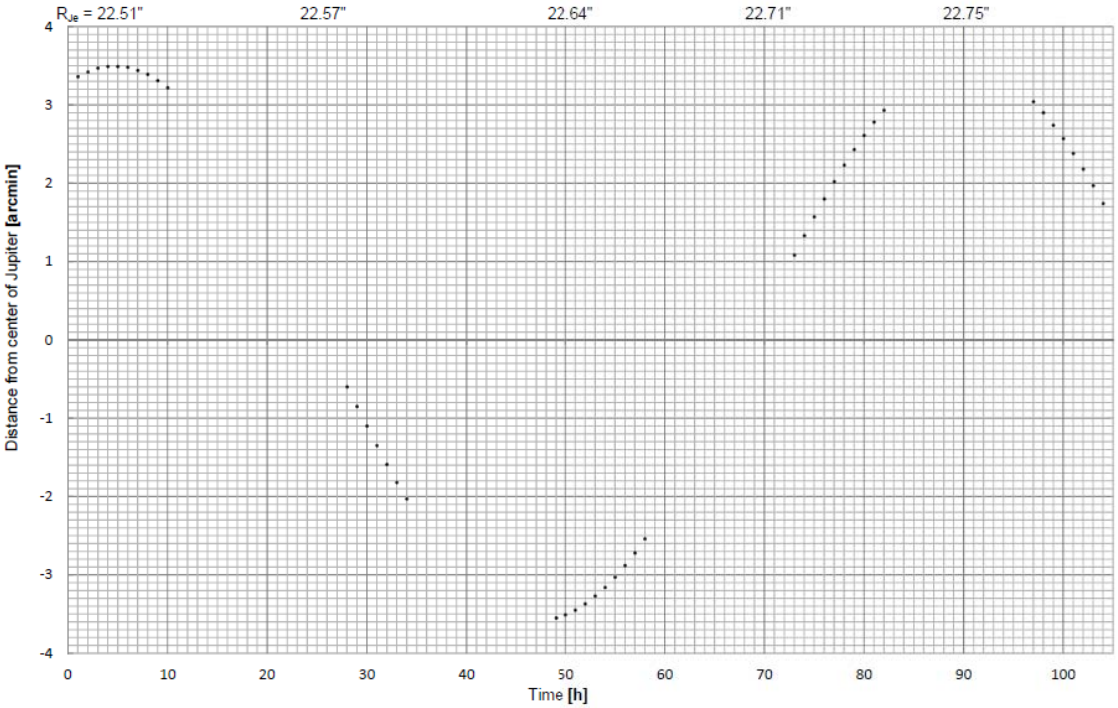


Fig. 6. Moon-3

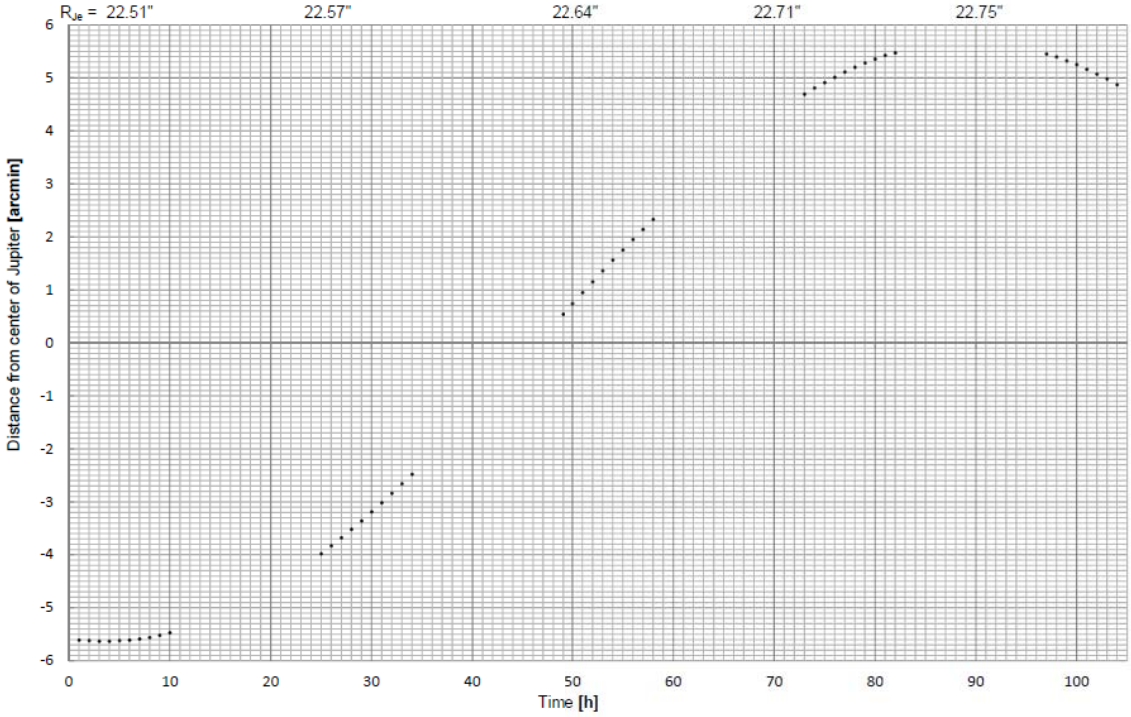

R_{Je} = 22.51"
22.57"
22.64"
22.71"
22.75"
Distance from center of Jupiter [arcmin]
Time [h]
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

Table A

N [nm/mm] =	

λ [nm]	dx [mm]	dλ[nm]	v_r [km/s]
		v_r_avg [km/s] =	

FORMULAE

v_r [km/s] =

Table B

dt[s] =	

Feature	x_1 [mm]	x_2 [mm]	L_x [mm]	ϕ [°]
1				
2				
3				
			ϕ_avg =	

P_{Je} [h] =	
R_{Je} [km] =	

FORMULAE

ϕ [°] =

P_{Je} [h] =

R_{Je} [km] =

Table C

Moon	P_m [h]	a_Je	a [m]	M_J [kg]
1				
2				
3				
			M_J_avg [kg] =	

R_p/R_e =	
R_J_avg [km] =	
V [m^3] =	
ρ_J [kg/m^3] =	

FORMULAE

M_J [kg] =

R_J_avg [km] =