

Зная угловой радиус Луны ($16'$), можно определить масштаб фотографий:

1) $0,4 \text{ см} - 16' \Rightarrow 1 \text{ см} = 40'$; 2) $0,6 \text{ см} - 16' \Rightarrow 1 \text{ см} \approx 27'$

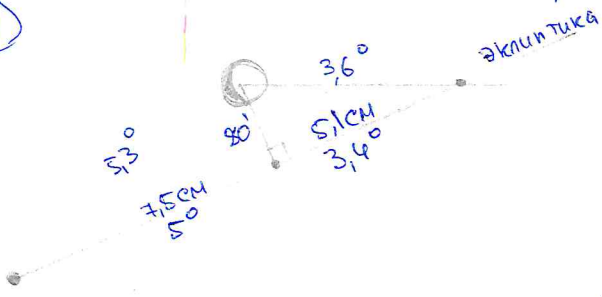
Фаза Луны на обеих фотографиях примерно $0,25$. Также, зная, что 21 января 2019 произошло лунное затмение (т.е. фаза Луны 1), можно определить, что к 31 января (за 10 суток) Луна повернулась вокруг Земли примерно на 120°

На фотографиях можно провести прямую, соединяющую обе планеты - это будет эклиптика. Тогда расстояние от Луны до эклиптики $80'$ на первой фотографии, $73'$ на второй фотографии.

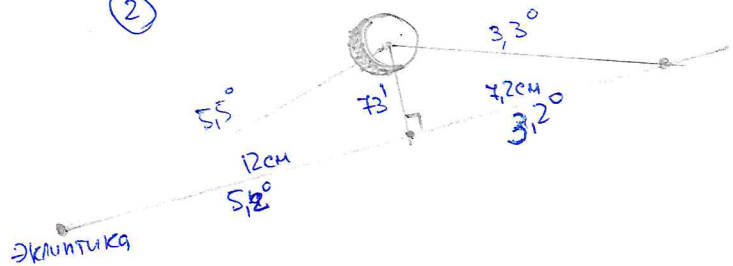
Угловое расстояние между Луной и левой планетой $75 \cdot 40' = 5^\circ$ на 1 фотографии, $12 \text{ см} \cdot 27' = 5,2^\circ$ на второй фотографии;

угловое расстояние между Луной и правой планетой $5,1 \cdot 40' = 3,4^\circ$ на первой фотографии, $7,2 \cdot 27' = 3,2^\circ$ на второй фотографии.

1



2

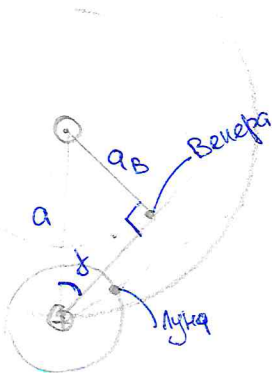


4) Рассмотрим максимальную элонгацию Венеры:

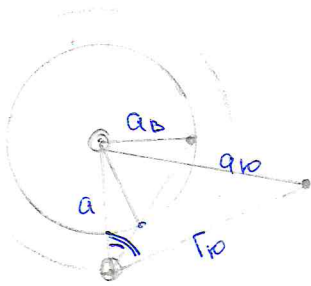
$$\sin \gamma = \frac{a_B}{a} = \frac{0,71 a_e}{1 a_e} = 0,7, \quad \gamma \approx 40^\circ$$

При этом в данной ситуации угол Солнце-Земля-Луна равен 60° (см. п 2), значит, на небе Венера не может находиться дальше от Солнца, чем Луна.

Значит, на фотографиях левая планета - Венера, правая - Юпитер



- 5) Учитывая данные об угловом расстоянии между Луной и планетами (см. п.3), угол Солнце-Земля-Венера $\chi_{В} \approx 60^\circ - 5^\circ = 55^\circ$, $\cos \chi_{В} \approx 0,56$
 угол Солнце-Земля-Юпитер $\chi_{Ю} = 60^\circ + 3^\circ = 63^\circ$, $\cos \chi_{Ю} \approx 0,44$



Юпитер: $a_{Ю}^2 = a^2 + \Gamma_{Ю}^2 - 2a\Gamma_{Ю}\cos\chi_{Ю}$

$$\Gamma_{Ю}^2 - 2a\cos\chi_{Ю}\Gamma_{Ю} + a^2 - a_{Ю}^2 = 0$$

$$\Gamma_{Ю}^2 - 2 \cdot 0,44 \Gamma_{Ю} + 1 - 5,2^2 = 0$$

$$\Gamma_{Ю}^2 - 0,88\Gamma_{Ю} - 26,04 = 0$$

$$D = 0,88^2 + 4 \cdot 26,04 \approx 10,2^2$$

$$\Gamma_{Ю} = \frac{0,88 + 10,2}{2} = \boxed{5,54 \text{ ае}} - \text{расстояние до Юпитера}$$

- 6) На первой фотографии угловое расстояние между Венерой и Луной 5° , а на второй - $5,2^\circ$ (а между ~~Венерой~~ Луной и Юпитером на первой - $3,4^\circ$, а на второй - $3,2^\circ$)

Из пункта 2) можно сделать вывод, что ~~на фотографических~~ фотографии сделаны ^{около восхода} ~~на~~ ~~звезде~~ Солнца, сфер Луны выгнут в сторону ~~звезды~~ востока.

Луна движется по небу ^{относительно звезд} против часовой стрелки с угловой скоростью $\frac{360^\circ}{24 \text{ сут}} \approx \frac{5^\circ}{3 \text{ ч}}$, т.е. $33 \frac{1}{3} \frac{^\circ}{\text{ч}}$. Тогда можно сделать

вывод, что вторая ^(нижняя) фотография была сделана раньше первой (верхней).

Луна сдвинулась на $0,2^\circ = 12'$ на ~~звезде~~ ^{восток}

$$\frac{12'}{33 \frac{1}{3} \frac{^\circ}{\text{ч}}} \approx 0,36 \text{ ч} \approx \boxed{22 \text{ мин}} - \text{время между фотографиями}$$

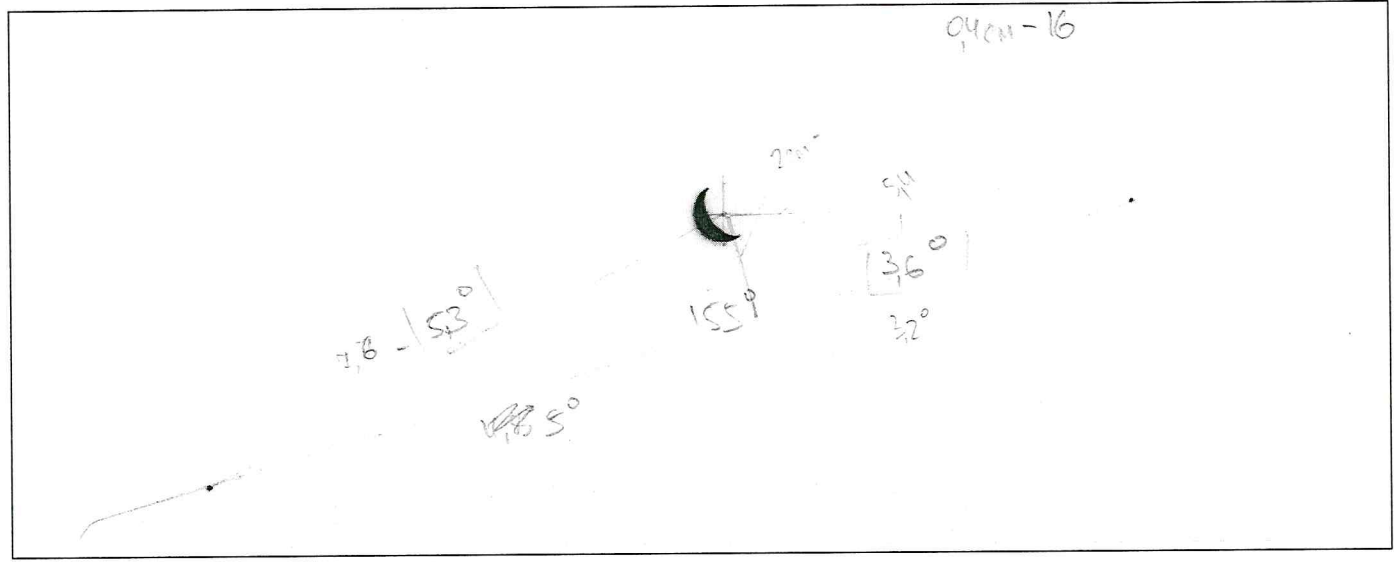
- 7) 31 января Солнце находится в Козероге. Луна отстоит от Солнца на 60° на запад \Rightarrow находится ~~на~~ примерно в Скорпионе

- Ответ:
- 1) слева - Венера, справа - Юпитер
 - 2) 22 минуты
 - 3) Луна находилась в Скорпионе
 - 4) Расстояние до Юпитера $5,5 \text{ ае}$

Lon-15

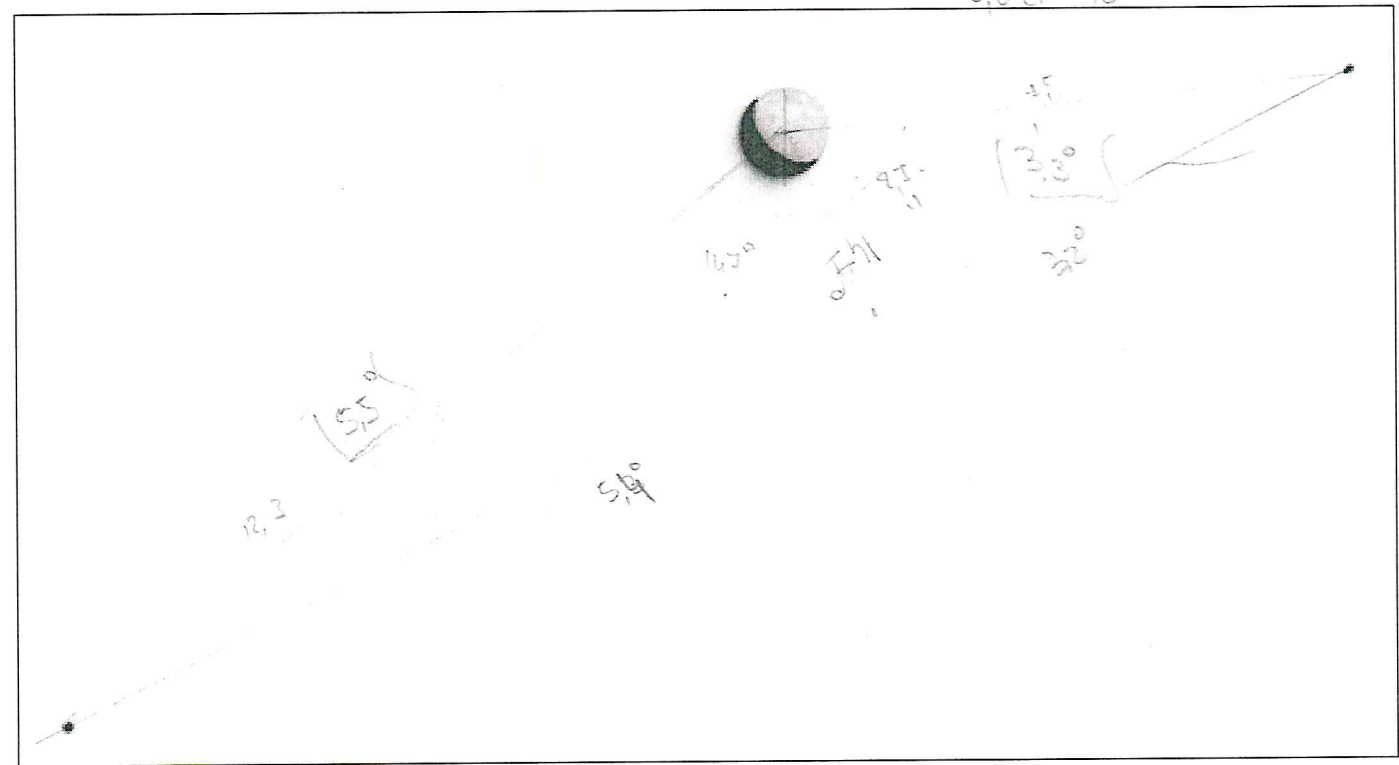
$$Q = \frac{1}{4} \Rightarrow \varphi = 120^\circ$$

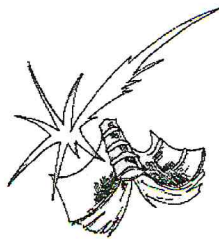
0,4 cm - 16



$$Q = \frac{1}{6}$$

0,6 cm - 16





XXVI Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2019
3
марта

10 класс

31 января 2019 года на небе можно было наблюдать Луну рядом с Юпитером и Венерой. Этим воспользовались два любителя астрономии, живущие в Северном полушарии, которые сфотографировали это явление. Вам даны вырезки из их фотографий (негативы). Воспользовавшись фотографиями, сделайте следующее:

- ✓ ● отождествите небесные тела на фотографиях;
- определите как можно точнее время, прошедшее между снимками;
- определите, в каком созвездии в это время находилась Луна;
- оцените расстояния до планет в момент события;
- оцените расстояние между точками на Земле, где были сделаны фотографии, если известно, что азимуты центров фотографий в обеих точках были примерно одинаковы.

Можно считать, что нижние границы каждой из вырезок параллельны горизонту, а все планеты движутся вокруг Солнца по круговым орбитам в плоскости эклиптики.