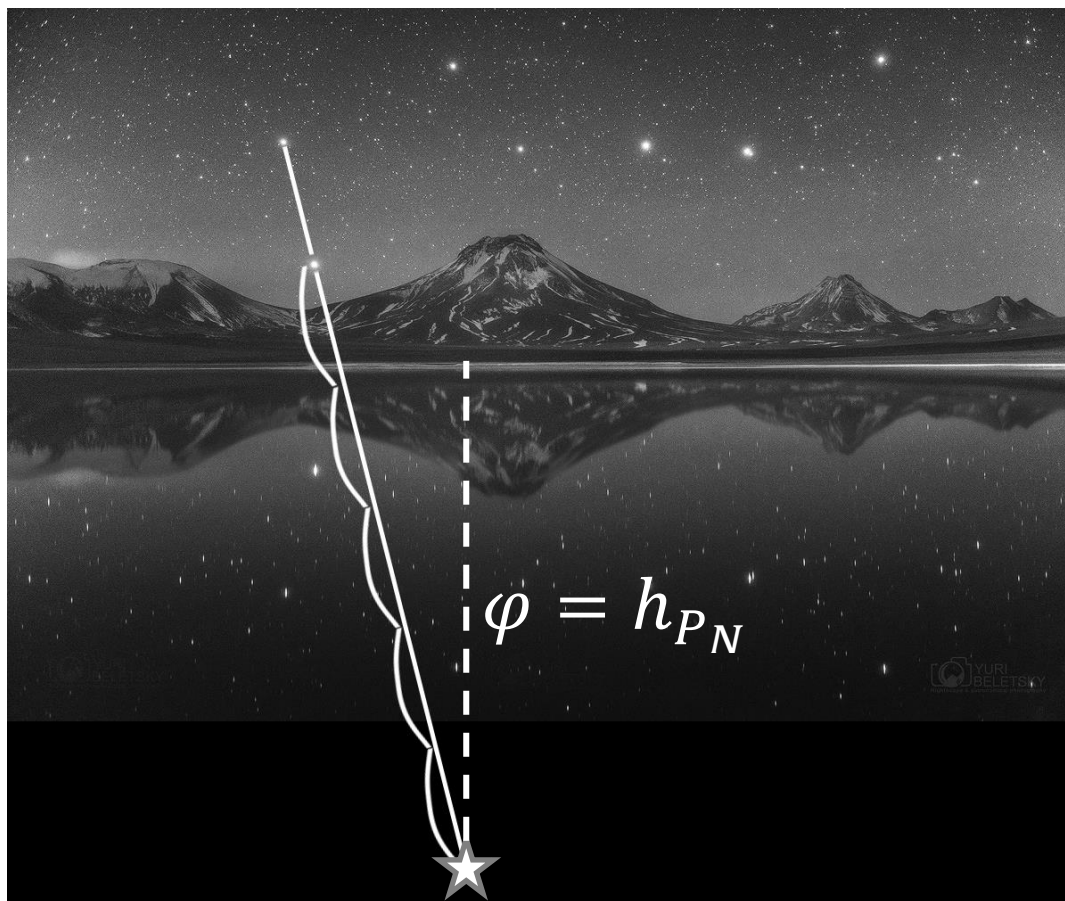


Практический тур  
Решения задач

6. (5 баллов, по 0.5 за каждый объект)

- ① Плутон
- ② Марс
- ③ Юпитер
- ④ Ио
- ⑤ Фобос
- ⑥ Галактика Водоворот, M51
- ⑦ Туманность Андромеды, M31
- ⑧ Туманность Ориона, M42 (и M43)
- ⑨ Туманность Гантель, M27
- ⑩ Туманность Кольцо, M57

7. (5 баллов) Широту местности можно определить по положению Полярной звезды. Отыщем ее по  $\alpha$  и  $\beta$  Большой Медведицы, отложив расстояние между этими звездами 5 раз:



Зная угловое расстояние между этими двумя звездами, можно определить масштаб снимка. Тогда высота Полярной звезды составит около  $-21^\circ$ . Это и есть широта места съемки.

Чтобы определить месяц съемки, заметим, что угол между сплошной и пунктирной линией на фотографии составляет около  $15^\circ$  ( $1^h$ ). Звезды вокруг северного полюса мира вращаются против часовой стрелки, следовательно, в верхней кульминации сейчас звезды с прямым восхождением около  $12^h$ . А Солнце по условию задачи было в нижней кульминации, т.е. имело  $\alpha_\odot \approx 0^h$ , что соответствует весеннему равноденствию. Следовательно, снимок был сделан в марте.

**8. (10 баллов за задачу)**

**а) (3 балла)** Доля, на которую ослабился блеск – это и есть отношение площадей дисков планеты и звезды  $R_{\text{пл}}^2/R_*^2$ . Измерим из графиков ослабления блеска для всех планет и определим их радиусы:

Планета	Ослабление блеска (%)	Радиус (км)	Планета	Ослабление блеска (%)	Радиус
TRAPPIST-1 b	0,81	7100	TRAPPIST-1 f	0,69	6600
TRAPPIST-1 c	0,75	6900	TRAPPIST-1 g	0,73	6800
TRAPPIST-1 d	0,41	5100	TRAPPIST-1 h	0,38	4900
TRAPPIST-1 e	0,59	6100			

**б) (1 балл)** Очевидно, что все размеры планет очень близки к земным. Существование планет-гигантов такой массы еще ни разу не было подтверждено, и, судя по всему, является невозможным. Поэтому все 7 планет можно отнести к земной группе.

**в) (3 балла)** Главное условие для зоны обитания – освещенность от звезды должна находиться в определенных пределах, от которых и зависит температура на планете. Сама освещенность будет прямо пропорциональна светимости звезды и обратно пропорциональна квадрату расстояния до нее. Приравняем освещенность от Солнца и от TRAPPIST-1 для внутренней и внешней границ зоны обитания:

$$\frac{L_{\odot}}{r_{\odot \min}^2} = \frac{L_*}{r_{* \min}^2}, \quad r_{* \min} = r_{\odot \min} \sqrt{L_*/L_{\odot}} = 0,017 \text{ а. е.}$$

$$\frac{L_{\odot}}{r_{\odot \max}^2} = \frac{L_*}{r_{* \max}^2}, \quad r_{* \max} = r_{\odot \max} \sqrt{L_*/L_{\odot}} = 0,031 \text{ а. е.}$$

**г) (2 балла)** Радиусы орбит планет можно определить из 3-го закона Кеплера, обобщенного Ньютоном:

$$a = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$$

Поставляя периоды и массу звезды, получаем радиусы орбит:

Планета	Радиус орбиты (а.е.)	Планета	Радиус орбиты (а.е.)
TRAPPIST-1 b	0,011	TRAPPIST-1 f	0,037
TRAPPIST-1 c	0,015	TRAPPIST-1 g	0,045
TRAPPIST-1 d	0,021	TRAPPIST-1 h	0,060
TRAPPIST-1 e	0,028		

**д) (1 балл)** Сопоставляя полученные расстояния с пределами зоны обитания, получаем, что в нее попадают только 2 планеты – d и e. Впрочем, возможность существования на них жизни тоже оспаривается многими учеными, так как на самой звезде часто происходят довольно мощные вспышки, способные уничтожить биосферу Земли на таком расстоянии.

**Всего - 20 баллов за практический тур**