№5

Пусть ω – собств. ~~вращения~~ движение звезды. v_τ – тангенциальная скорость звезды, ~~R~~ R – расст. до неё.

$v_\tau = \sin\omega \cdot R \approx \omega R \quad \Rightarrow \quad R = \frac{v_\tau}{\omega}$

$\Rightarrow$ При уменьшении ω в 4 раза, R увелич. в 4 раза.

Если R увелич. в 4 раза, поток энергии от звезды упал в 16 раз.

1^m = отличие в 2,512 раз

$\Rightarrow 2{,}512^{\Delta m} = 16$

$\Rightarrow \Delta m \approx 3$, т.к. $2{,}512^3 \approx 16$

$\Rightarrow$ Вид. зв. в. упала на 3^m и стала равна $7^m + 3^m = 10^m$.

Ответ: 10^m.

№2

Напр. изменится, т.к. полярник увидит восход Солнца (вследствие его движ. по эклиптике) ровно через астрономический год ($\approx 365{,}2425$ сол. суток $\approx 365{,}25$ с.с.). За это время Солнце 365 раз вернётся на то же направление, но после этого сместится ещё на какой-то угол в течение ~ 0,25 солн. суток.

Пусть этот угол – α.

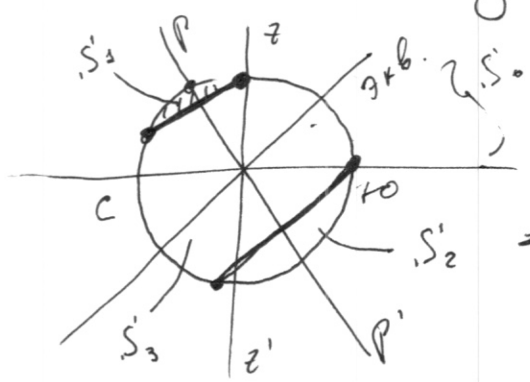
$\alpha = 360 \cdot \frac{(24 \cdot 0{,}25)}{24} = 90°$

При этом, т.к. Земля именно провернулась дальше, смещение будет отсчитываться по часовой стрелке (на запад, или вправо, смотря в сторону изн. направления).

Ответ: 90° по часовой стрелке (или на запад, или вправо, смотря в ст. изнач. напр.)

№4

Для сев. полушария формула верхн. кульминации к северу от зенита считается по ф. $h_в = 90 + \varphi - \delta$, где φ - широта местности, δ - склонение звезды. Заметим, что все невосходящие звёзды имеют в нашем случае верхн. кульминации к югу от зенита и имеют формулу её высоты такой:



$h_в = 90 - \varphi + \delta$.

=> Все видимые звёзды задаются неравенством:

$90 - \varphi + \delta > 0$ => При $\varphi_{СПб} = 60°$ $\delta > -30°$ и, что логично,

$\delta < +90°$ => $\delta \in (+90°; -30°)$

Все нужные к рассмотрению в задаче звёзды (в.к. севернее зенита) задаются неравенством:

$90 + \varphi - \delta < 90°$ => При $\varphi = 60°$ $\delta > 60°$ => $\delta \in (+60°; +90°)$.

Будем считать, что звёзды распределены по звёздной сфере равномерно. => Соотн. кол-ва = соотн. площадей

S'_0 (вся сфера) = 4π стер. $\approx 43000°^2$

$S'_2 \approx \pi \cdot 60^2 \approx 11000°^2$ (приближение к кругу)

=> $S'_1 + S'_3 \approx 30000°^2$

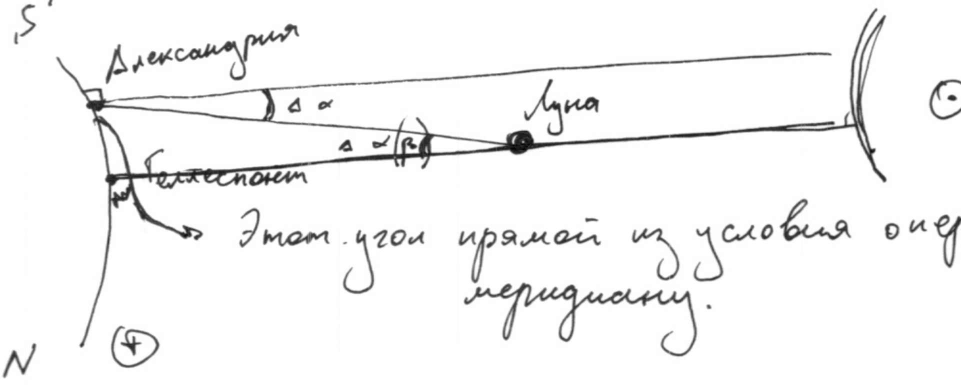
$S'_1 \approx \pi \cdot 30^2 \approx 3000°^2$ (так же)

$\frac{S'_1}{S'_1 + S'_3} \approx \underline{\underline{0,1}}$

Ответ: ~ одна десятая.

№3

Заметим, что угол смещения Луны относительно условно неподвижного объекта на небе (в данном случае – Солнце, т.к. из-за расстояния и размеров при смене широты его склонение почти не изменится) приблизительно равно углу, под которым расстояние, ~~под~~ на которое мы сместились, видно с Луны.



Этот угол прямой из условия о перпендикулярности меридиану.

Из-за наличия прямого угла участок можно считать прямым и с углом наклона к лучу зрения наблюдателя с Луны $\approx 90°$. ~~Он равен~~ Участок по протяжённости равен:

$$R_\oplus \cdot (40° - 30°) : 60 \approx \frac{1}{6} \cdot 6400 \text{ км} \approx 1065 \text{ км}$$

Перевод в рад. (1 рад. ≈ 60°)

Смещение по долготе ≈ 0. (т.к. долготы совпадают).

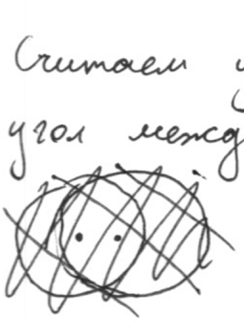
С Луны такой участок ~~рад~~ виден под углом β:

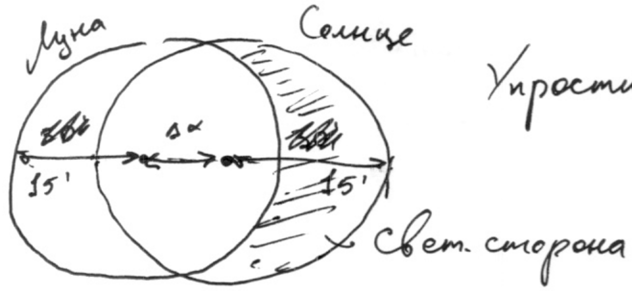
$$\cancel{\operatorname{tg}\beta} \quad \beta \approx \operatorname{tg}\beta \approx \frac{1065}{384000 - 8000} \approx \frac{1}{376} \text{ рад.} \approx \frac{1}{360} \text{ рад.} \approx$$

расст. от Земли до Луны – их радиусы

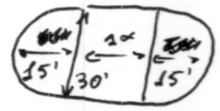
$$\approx \frac{1}{6}^\circ \approx 10' \approx \Delta\alpha$$

Считаем угл. диаметры Луны и Солнца ≈ 30'. ~~Имеем.~~ $\Delta\alpha$ – угол между центрами светил. Имеем:





Упростим фигуру до «пельмени»:



=> Её площадь равна: $\pi \cdot 15^2 + 30 \cdot \Delta\alpha \approx 700 + 300 \approx 1000'^2$

Площадь Луны: $\pi \cdot 15^2 = 700'^2$

=> Доля Луны равна $\frac{700}{1000} = 0,7$

=> Фаза равна $1 - 0,7 = \underline{\underline{0,3}}$

Ответ: 0,3

P.S. Само собой, $\Delta\alpha$ - минимальное отдаление центров, при котором фаза максимальна.

№1

Для расчёта периода применим III з. Кеплера:

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2}{GM} \cdot R^3}$$

$M \approx 6 \cdot 10^{24}$ кг

Грав. пост. $\approx 6,67 \cdot 10^{-11}$

-> Для решения необходимо знать R орбиты.