№1.

Решение: Для расчёта разности концентрации в двух звездных системах очевидно что будет правильно сначала посчитать их концентрацию по отдельности, а потом сравнить их. Рассмотрим сначала нашу с вами галактику:

Большинство звезд в нашей галактике являются близкими к Солнцу по физическим характеристикам, поэтому можно сказать, что количество звезд в галактике равно:

$K_з = 4 \cdot 10^6$ звезд, это число мы взяли из массы галактики.

Далее, найдем объем нашей галактики:

$$V_г = S \cdot h = \cancel{4} \pi R^2 \cdot h = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot h = 3{,}14 \cdot \left(\frac{100 \cdot 10^3 \text{св.л}}{2}\right)^2 \cdot 3 \cdot 10^3 \text{св.л} =$$

$$= 3{,}14 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot (50 \cdot 10^3)^2 = 9{,}42 \cdot 10^3 \cdot \cancel{2{,}5 \cdot 10^9} \cdot 2500 \cdot 10^9 =$$

$$= 2{,}355 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^9 = 2{,}355 \cdot 10^{15} \text{св.л}^3$$ — это объем галактики в „кубах" размерами 1 св.л на 1 св.л на 1 св.л.

Далее, зная количество звезд и ~~конц~~ объем, найдем концентрацию галактики:

$$N_г = \frac{V_г}{K_з} = \frac{2{,}355 \cdot 10^{15}}{4 \cdot 10^6} = \frac{2{,}355 \cdot 10^9}{4} = \frac{\overset{58875}{\cancel{235500}} \cdot 10^4}{\cancel{4}} = 5{,}8875 \cdot 10^4 \cdot 10^4 \approx 5{,}9 \cdot 10^8 \text{св.л}^3$$

на 1 звезду — то есть на $5{,}9 \cdot 10^8$ св.л^3 приходит лишь 1 звезда.

Теперь ~~раз~~ разберем 2-ю систему:

Диаметр шарового скопления равно 150 св.л; а масса $4 \cdot 10^6$ масс Солнца. Рассуждая аналогично 1-ому случаю, количество звезд в системе равно:

$K_2 = 4 \cdot 10^6$ звезд; а „объем" скопление (занимаемое пространство скоплением) равно:

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 = \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot \left(\frac{150\text{ св.л}}{2}\right)^3 = \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot 75^3 \text{ св.л}^3 =$$

$$= \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot 421875 \approx \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot 422000 \cong \frac{4 \cdot \cancel{1315080}^{438360}}{\cancel{3}} = 1753440 \text{ в.л}^3$$

Находим концентрацию:

$$N_1 = \frac{V_1}{K_2} = \frac{\cancel{1753440}^{438360} \text{ св.л}^3}{\cancel{4} \cdot 10^6} = 438360 \cdot 10^{-6} \text{ св.л} \Rightarrow 0{,}438 \text{ св.л}^3 \text{ на 1 звезду}$$

то есть, в шаровом скоплении на 0,438 св.л³ приходится одна звезда. Для ~~фра~~ сравнение концентрации будет достаточно сравнить объёмы пространства, занимаемых одной звездой и там, и там. Значит:

$$\Delta N = \frac{N_2}{N_1} = \frac{5{,}9 \cdot 10^8 \cancel{\text{св.л}^3}}{0{,}438 \cancel{\text{св.л}^3}} = \frac{5{,}9 \cdot 10^8}{0{,}438} \approx \frac{6 \cdot 10^8}{0{,}44} \approx 13{,}5 \cdot 10^8 \text{ раз}$$

Ответ: в шаровом скоплении концентрация звезд в ~~13,5~~ 13,5·10⁸ раз больше, чем в нашей галактике.

№3.

Решение: странная задача, я не могу найти в ней подводные камни, но я уверен, что они есть. Я заметил проблему со скоростью и распишу ее в решении. Но если подвох задачи не в этом, то вы меня „обыграли". Хотя, на то это и Интересная олимпиада, чего в ней только не найдешь...

Итак, нам известно что 3 года назад расстояние до радиоисточника одним, а 3 года спустя (сейчас) другим. Запишем это:

$\Delta t = 3$ года

$r_1 = 6 \cdot 10^3$ св.л

$r_2 = 1{,}5 \cdot 10^3$ св.л ; из этих данных мы можем определить, что за 3 года радиоисточник прошёл расстояние в:

$\Delta r = r_1 - r_2 = 6 \cdot 10^3$ св.л $- 1{,}5 \cdot 10^3$ св.л $= 4{,}5 \cdot 10^3$ св.л ; и так как это расстояние было пройдено за 3 года, находим скорость радиоисточника:

$$v = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{4{,}5 \cdot 10^3 \text{ св.л}}{3 \text{ года}} = 1{,}5 \cdot 10^3 \text{ св.л/год}$$, что внимание, в $1{,}5 \cdot 10^3$ раз больше скорости света! В реальных условиях это впринципе невозможно (учитывая что это скорость некого физического тела и ~~пренебрежение~~ мы ещё пренебрегаем объектом на пути), но этому можно утверждать, что

данные, которые получили уфологи ложные и неправильные. Но на всякий случай я сделаю расчеты для ~~двух случаев~~ этого случая чтобы, в случае чего попасть на верное решение:

1) Допустим, мы игнорируем невозможность ситуации, и радиоисточник действительно имеет такую скорость. Тогда Находим время преодоления источником расстояния, в $1{,}5 \cdot 10^3$ св. л:

$$T_и = \frac{r_2}{v_и} = \frac{1{,}5 \cdot 10^3 \text{ св. л}}{1{,}5 \cdot 10^3 \text{ св.л/год}} = 1 \text{ год}$$; но опять же повторюсь, это

~~2) Допустим, уфологи~~ не имеет место быть.

Ответ: ситуация, рассматриваемая в задаче невозможна.

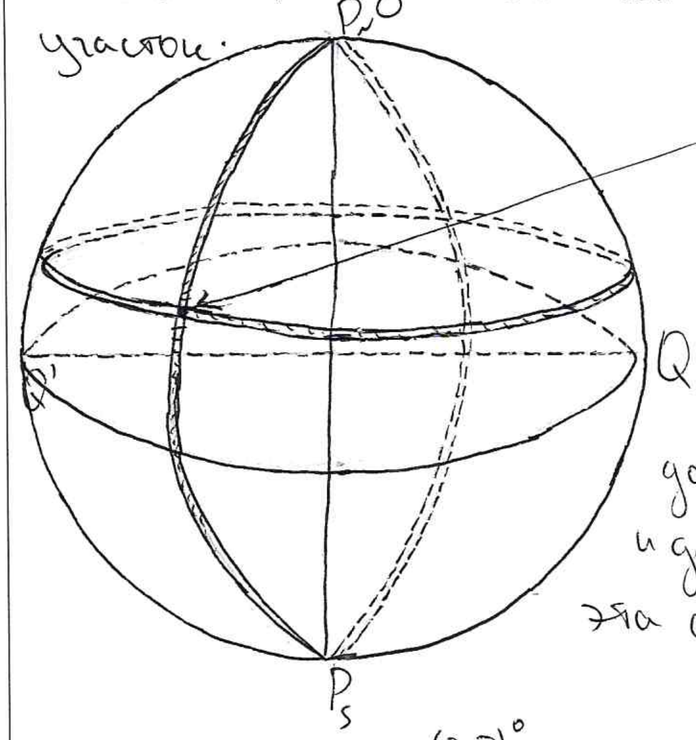
№5.

Решение: я не особо разбираюсь в теме оптики (на региональном за 5 задачу ноль), поэтому я попробую решить задачу тем способом, который я здесь вижу:

Мы знаем, что для съемки участка неба размерами 2,5' на 2,5' нужно было 99300 секунд. Учитывая что это задача для 7-го класса, длина волны, которая использовалась при съемке не потребуется (да и к тому же для разрешающей способности телескопа у нас слишком мало данных).

Тогда имеем:

для „площади" неба в 2,5' на 2,5' у нас ушли 99300 секунд.
Определим, какую часть всей небесной сферы составляет этот участок:



область неба, рассматриваемая телескопом (масштаб не соблюдён)

По рисунку можно сказать, что длина участка составляет малую долю как для круга склонений, так и для суточной параллели. ~~П~~ Причем эта доля равна:

$$D = \frac{2{,}5'}{360^\circ} = \frac{\left(\frac{2{,}5}{60}\right)^\circ}{360^\circ} = \frac{2{,}5^\circ}{360^\circ \cdot \cancel{360^\circ}} = \frac{2{,}5}{21600} = 0{,}00864 \text{ часть} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ то есть, мы сняли 0,00864 неба по суточному параллели и одновременно по кругу высот. ~~Значит, всего таких участков на небе:~~ По этим двум составляющим найдем долю участка на небе:

$$K_у = \frac{2{,}5' \cdot 2{,}5'}{360^\circ \cdot 360^\circ} = D^2 = 0{,}00864^2 = 7{,}44456 \cdot 10^{-10} \text{ часть} \Rightarrow$$ значит таких участков на небесной сфере будет:

$$K_н = \frac{1}{K_у} = \frac{1}{7{,}44496 \cdot 10^{-10}} = \frac{1 \cdot 10^{10}}{7{,}44456} \approx \frac{1 \cdot 10^{10}}{7{,}44} = \frac{1}{7{,}44} \cdot 10^{10} = \cancel{100}$$

$$= \frac{1000}{744} \cdot 10^{9} = 1{,}344 \cdot 10^{9}$$ таких участков всего на небе.

Далее, мы знаем, что на один участок 2,5' на 2,5' потребовалось 99300 секунд, а таких участков на всем небе $1{,}344 \cdot 10^9$. Значит, для съемки всего неба потребуется:

$$t_в = K_ч \cdot t_1 = 1{,}344 \cdot 10^9 \cdot 99300\,сек = 1344 \cdot 993 \cdot 10^6 \cdot 10^2 = 1344 \cdot 993 \cdot 10^8 =$$

$= 1333592 \cdot 10^8 \approx 1{,}33 \cdot 10^8 \cdot 10^6 = 1{,}33 \cdot 10^{14}$ секунд. Переведем в более „большие" единицы времени:

$$t_в = \frac{1{,}33 \cdot 10^{14}}{60 \cdot 60} = \frac{1{,}33 \cdot 10^{\cancel{14}\,12}}{36\cancel{00}} = \frac{1{,}33 \cdot 10^{12}}{36} \approx 1{,}3 \cdot 10^{10}\ часов \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_в = \frac{1{,}3 \cdot 10^{10}\,час.}{24} = \cancel{\frac{1{,}3 \cdot 100 \cdot 10^8}{24}} = \frac{130 \cdot 10^8}{24} \cong 5{,}4 \cdot 10^8\ дней \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_в = \frac{5{,}4 \cdot 10^8\,дн.}{365} = \frac{540 \cdot 10^6}{365} \approx 1{,}5 \cdot 10^6\ лет$$

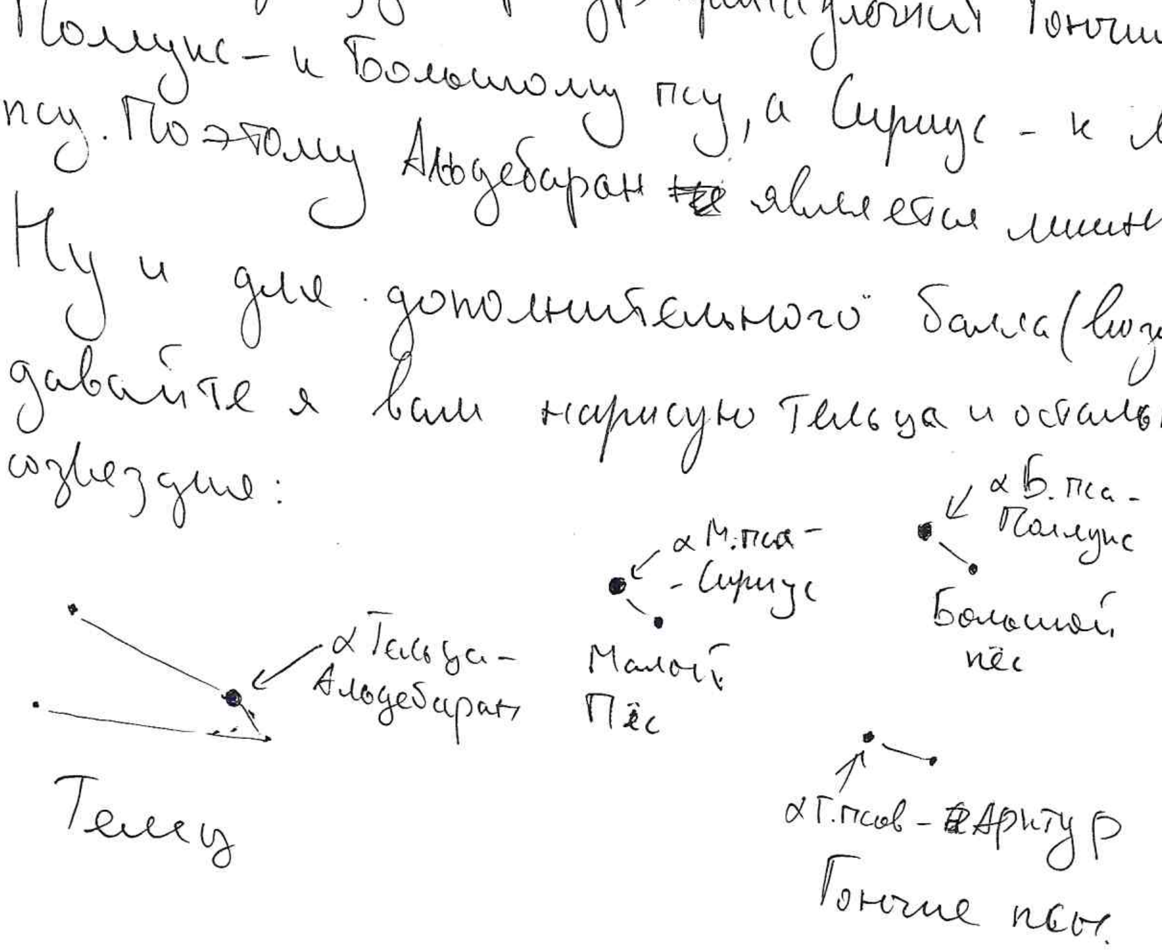
Ответ: Телескопу потребуется $1{,}5 \cdot 10^6$ лет.

№2.

Решение: это было довольно ожидаемо, что в Питерской олимпиаде будет задание на звездное небо, которым я конечно же не владею.

Я помню, что есть Процион и Поллукс. Один из них является ~~α М~~ α Большого пса, а другая - α Близнецов. ~~Сириус~~ Сириус является α Малого пса, а Альдебаран - α Тельца. ~~Допустим, что Поллукс это~~ Арктур - α Гончих псов. Тогда, КАЗ-41

допустим, что Поллукс – α Большого пса.
Тогда „лишняя" звезда из предложенных – Альдебаран.
Первая причина заключается в том, что Альдебаран принадлежит к созвездию Тельца, а это единственное зодиакальное созвездие из предложенных. (Остальные: Гончие псы, Малый пес и Большой пес зодиакальными не являются).
Вторая причина в том, что созвездие Тельца – единственное созвездие, которое „не является псом": звезда Арктур принадлежит Гончим псам, Поллукс – к Большому псу, а Сириус – к Малому псу. Поэтому Альдебаран ~~не~~ является лишним.
Ну и для дополнительного балла (возможно), давайте я вам нарисую Тельца и остальные созвездия:



№2.

Решение: Широта Санкт-Петербурга составляет 60° св. широты. И в даты 17-18 сентября Солнце проходит по эклиптике созвездие Девы. Противоположное ему созвездие - Овен - будет наблюдаться в противоположной части неба, а значит, будет виден ночью. Телец и водолей расположены не слишком далеко от него, но Телец ближе овна, поэтому скорее всего, его наблюдать будет лучше, нежели водолея. Про волопаса и Орла я не уверен, но если они видны на небе, то они будут выше, чем Телец и водолей, так как они более „северные" на небесной сфере (имеют более близкие расположения к Полярной звезде.

Поэтому пусть будет ответ: α Орла — α Волопаса — ζ Тельца — θ Водолея

P.S. Если эту фразу опубликуют на странице избранных фраз из олимпиадных работ на сайте питерской олимпиады, то я обязательно выучу все северное полушарие звездного неба.