

10-11 класс

1. Один год на далекой планете составляет $T=456.789$ ее солнечных суток. Одни солнечные сутки на этой планете равны $s = 20$ земных часов, причем планета вращается вокруг своей оси в сторону, противоположную движению по орбите. Чему равны звездные сутки на этой планете?
2. Каким должен быть максимальный наклон лунной орбиты, чтобы раз в месяц на Земле наблюдались солнечные затмения? Будут ли при таком наклоне раз в месяц происходить теньевые лунные затмения? Орбиты Земли и Луны считайте круговыми.
3. Телескоп системы Ньютона имеет диаметр главного зеркала 130мм, фокусное расстояние 500 мм и максимальный размер не виньетированного трубой (т. е. не затененного трубой) поля зрения 1° . Плоское вторичное (диагональное) зеркало выносит фокус на расстояние 10 см от главной оптической оси системы. Оцените, на сколько звёздных величин ослабляется принимаемый свет вследствие экранирования от вторичного зеркала.
4. За три месяца положение некоторой звезды из-за параллакса изменилось на $0.014''$ по склонению, а по прямому восхождению не изменилось. Найдите расстояние до этой звезды от Земли. Экваториальные координаты звезды: $\delta = -66.5^\circ$, $\alpha = 6^h$.
5. После просмотра фильма «Интерстеллар» многие люди стали критиковать его за некоторые «ляпы» с точки зрения физики. Одним из таких «ляпов» было то, что главный герой мог находиться вблизи сверхмассивной черной дыры, которая не оказала на него никакого влияния, тогда как, согласно мнению критикующих, он должен был погибнуть из-за приливных сил со стороны черной дыры. Так ли это? Какое приливное ускорение испытает человек массой 80 кг и ростом 180 см, находящийся вблизи горизонта событий черной дыры с массой 10^7 масс Солнца? Считать, что человек может выдерживать длительное время перегрузки не более 10 g.
6. Определите, во сколько раз гравитационное красное смещение для излучения Бетельгейзе больше или меньше, чем для Солнца? Масса Бетельгейзе равна 17 масс Солнца, радиус – 800 радиусов Солнца.
7. Солнце еще на протяжении 5 миллиардов лет будет светить как звезда главной последовательности, постепенно увеличивая свою светимость на 10% каждый миллиард лет.
 - 7.1. Определите светимость Солнца перед превращением его в красный гигант (в единицах современной светимости L_0).
 - 7.2. Как далеко сдвинется зона жизни (зона обитаемости) в Солнечной системе к концу жизни Солнца? Принять текущие границы зоны жизни $0.8 — 1.1$ а.е.
 - 7.3. Текущая потеря массы Солнцем примерно $5 \cdot 10^{-12}$ масс Солнца в год. Если предположить, что рост темпа потери массы будет таким же как и рост светимости, какую часть массы Солнце потеряет до превращения в красный гигант?
 - 7.4. Сравните полученный результат с изменением массы Солнца за счет явления дефекта массы в термоядерных реакциях.

10-11 класс

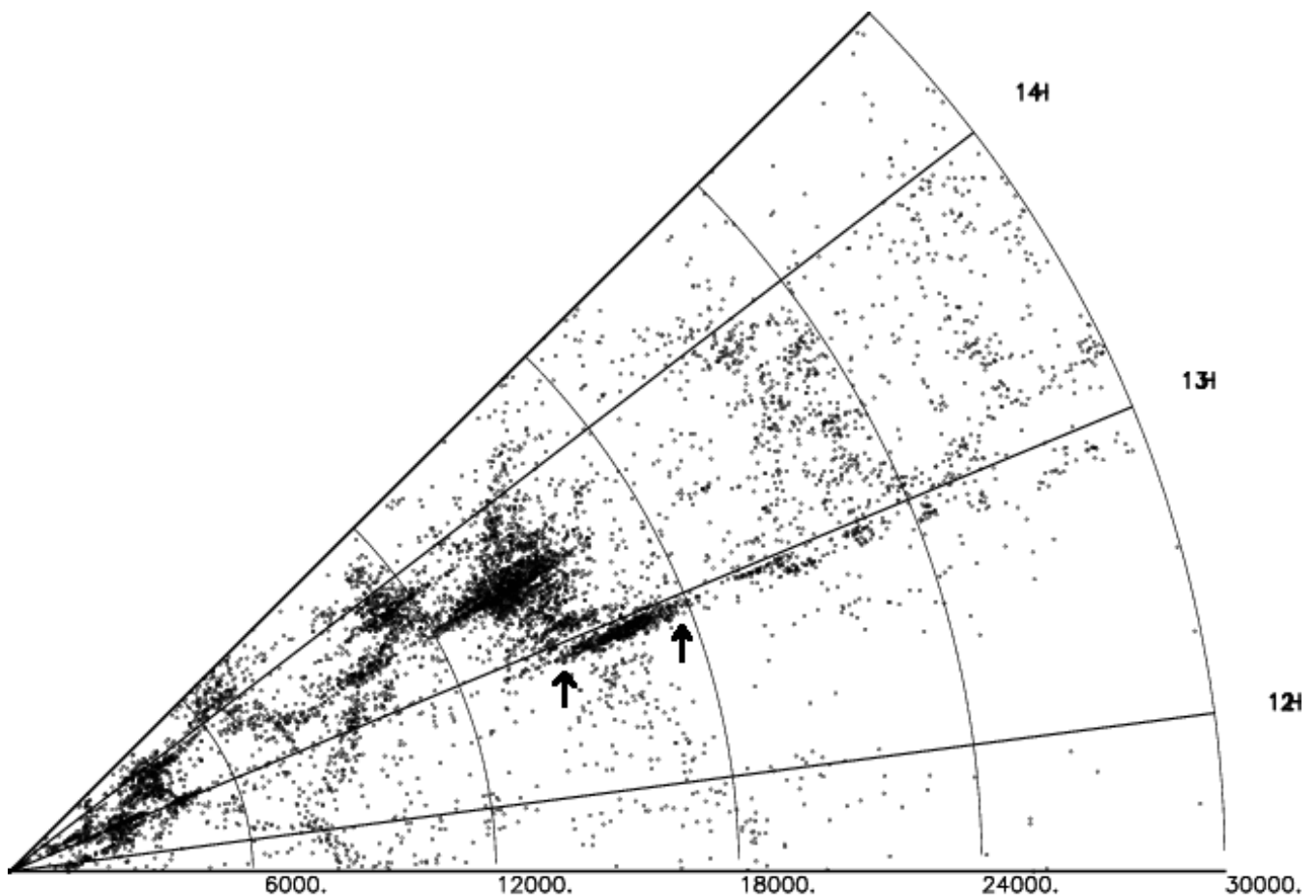
Стадия красного гиганта для Солнца продолжится на протяжении 100 миллионов лет пока постепенно не рассеется вся оболочка звезды, а Солнце не превратится в белый карлик массой 0.6 современной массы Солнца.

7.5. Определите скорость потери массы Солнцем (в массах Солнца в год) на этом этапе.

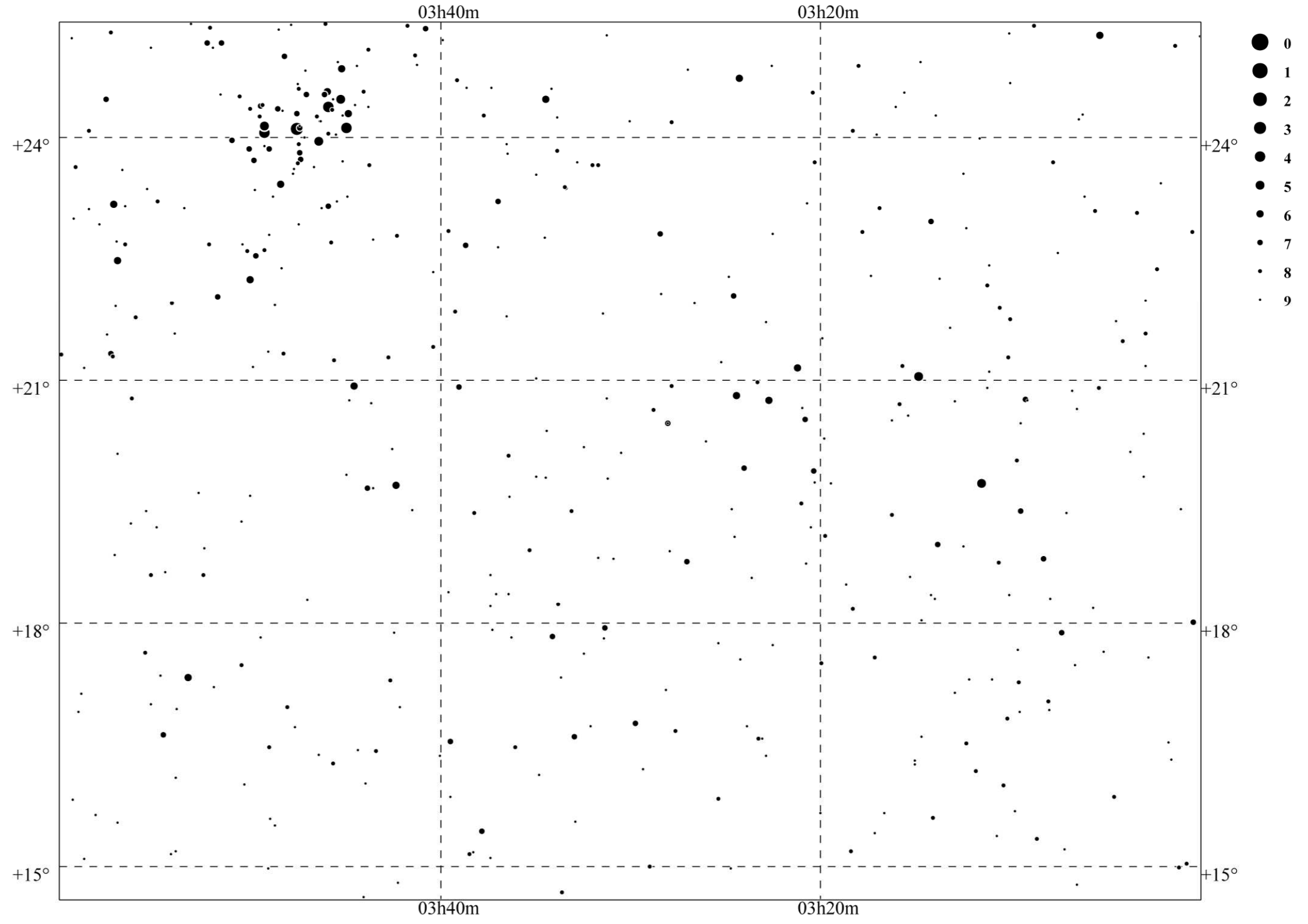
7.6. Определите, во сколько раз изменился радиус орбит уцелевших планет

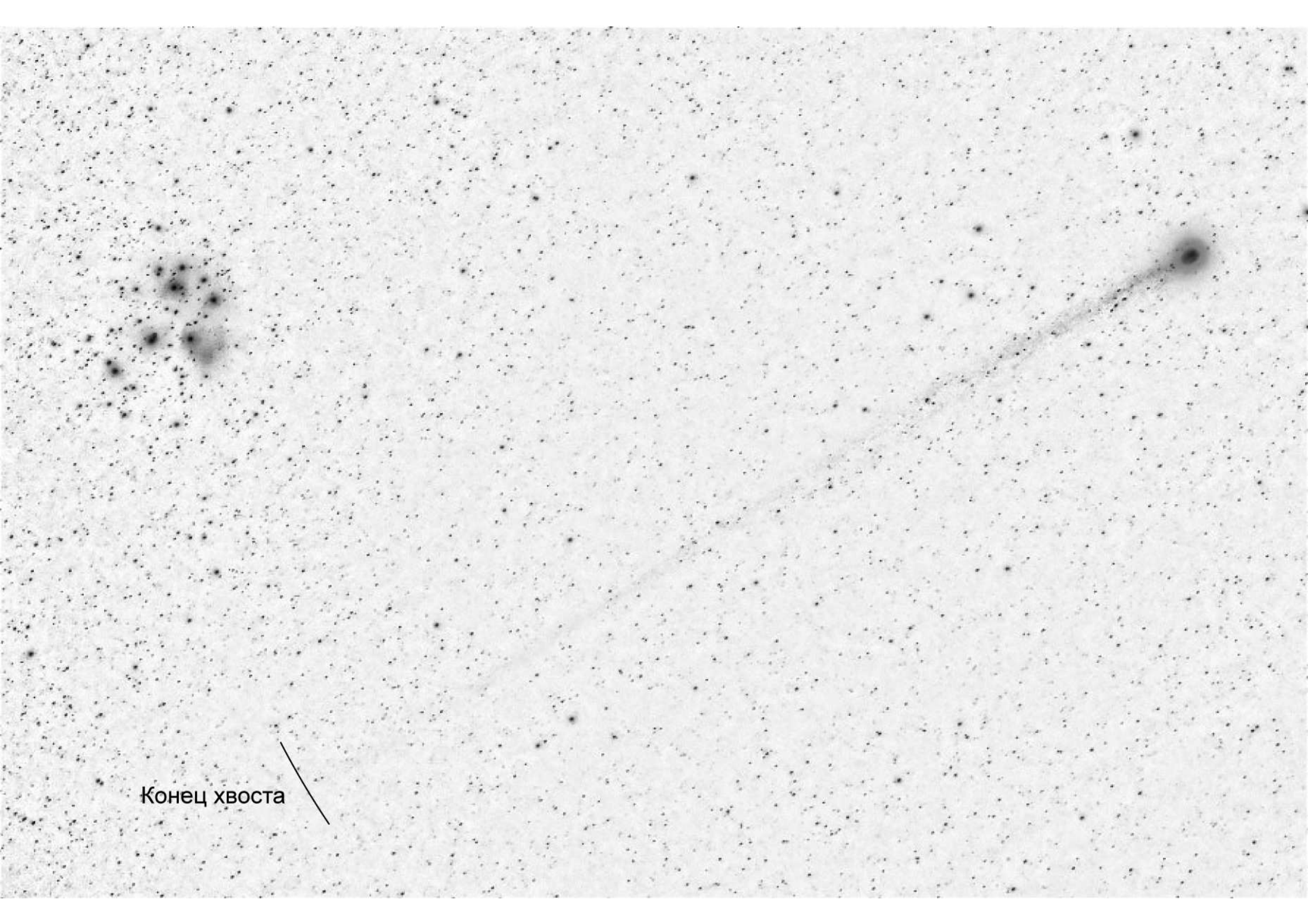
8. Скопления галактик представляют собой гравитационно-связанные объекты, имеющие форму, близкую к сферической. Гравитационная связанность означает, что галактики, входящие в скопления, не участвуют в хаббловском расширении, а движутся хаотически по отношению к центру масс скопления. Это приводит к тому, что на картах «прямое восхождение» – «лучевая скорость», наподобие изображенной на рисунке, скопления сильно вытянуты по направлению к наблюдателю и имеют веретенообразную форму. Оцените из этой карты массу скопления, помеченного стрелками. Ответ выразите в массах Солнца. Укажите погрешность полученной величины.

На рисунке по радиусу – лучевая скорость в км/с, по углу – прямое восхождение в часах. Каждая точка представляет собой отдельную галактику.



9. **Условие.** Вам предоставлена фотография кометы C/2014 Q2 (Lovejoy) и карта данного участка звездного неба. Фотография была сделана 17 января 2015 года. В это время комета находилась на расстоянии 0.53 а.е. от Земли. Определите размер комы и размер хвоста кометы в километрах. Для удобства граница хвоста помечена.





Конец хвоста

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Постоянная Больцмана $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$

Постоянная Планка $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Универсальная газовая постоянная $R = 8.31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$

Масса протона $m_p = 1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$,

Масса нейтрона $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса электрона $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Масса ядра гелия $m_\alpha = 6,6467 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Постоянная Хаббла $H = 70 \text{ (км/с)/Мпк}$

Планета	Физические характеристики					Характеристики орбит			
	Радиус	Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Гео-метр. альbedo	Большая полуось	Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения
	км	г·см ⁻³		градусы		а. е.		градусы	лет
Солнце	695000	1.41	25.380 сут	7.25	–	–	–	–	–
Меркурий	2439.7	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	0.3871	0.2056	7.004	0.2408
Венера	6051.8	5.20	243.019 сут*	177.36	0.65	0.7233	0.0068	3.394	0.6152
Земля	6378.1	5.52	23.934 час	23.45	0.37	1.000	0.0167	0.000	1
Марс	3397.2	3.93	24.623 час	25.19	0.15	1.523	0.0934	1.850	1.881
Юпитер	71492	1.33	9.924 час	3.13	0.52	5.202	0.0483	1.308	11.86
Веста	289 × 280 × 226	3.5	5.342 час	–	0.42	2.361	0.089	7.135	3.628
Церера	487.3	2.08	8.074 час	3	0.09	2.765	0,0793	10.535	4.601

* – обратное вращение.

Данные о Луне	Формулы приближенного вычисления
Среднее расстояние от Земли 384400 км Эксцентриситет орбиты 0.055 Наклон плоскости орбиты к эклиптике 5°09' Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток Радиус 1738 км Масса $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или 1/81.3 массы Земли Средняя плотность $3.34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ Видимая звездная величина в полнолуние -12.7^m Видимая звездная величина в первой и последней четверти -10^m	$\sin x \approx \text{tg } x \approx x$; $\cos x \approx 1 - \frac{x^2}{2}$; $(1+x)^n \approx 1 + nx$; ($x \ll 1$, углы выражаются в радианах).
	Разрешение телескопа
	$R = \frac{140}{D}$
	R получается в угловых секундах, если диаметр объектива D в миллиметрах.
Объемы некоторых фигур	Энергия фотона
Шар $\frac{4}{3} \pi R^3$, Цилиндр $\pi r^2 h$, Конус $\frac{1}{3} \pi r^2 h$ R – радиус шара, r – радиус основания, h - высота	$\varepsilon = h \nu$, h – постоянная Планка, ν – частота фотона