

8 класс.

День второй

Заполните листы ответов, выданные с комплектом заданий. Не забывайте делать необходимые пометки (например, отмечать измеряемые отрезки) на картах и чертежах. Дополнительные записи (обоснования, расчёты) и построения выполняйте на бланках решений (чистых листах). Пожалуйста, пишите коротко и по существу.

6) Страх и Ужас в Лас-Струвусе

На снимке экрана из компьютерного планетария Stellarium изображён вид неба с одного из спутников Марса. Яркая звезда слева недалеко от Регула — Солнце.

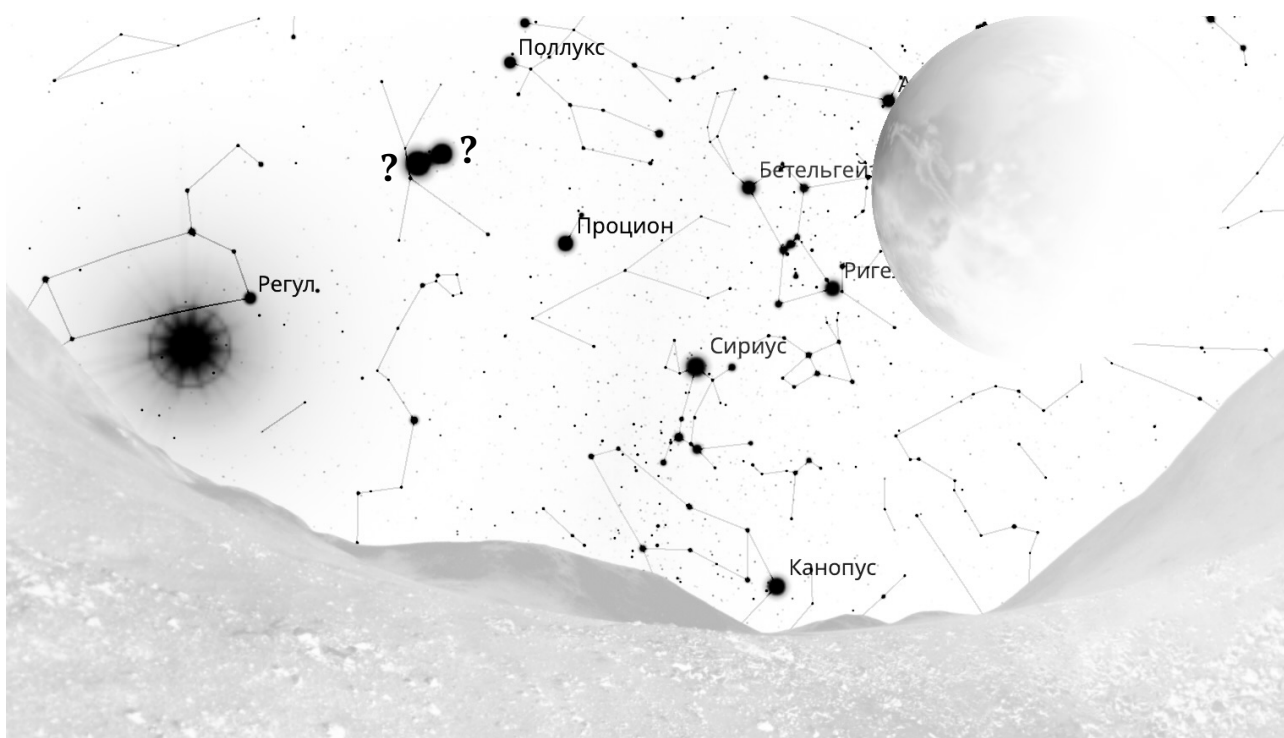


Рис. 1: Симуляция неба при наблюдении с одного из спутников Марса (негатив)

- Какие зодиакальные созвездия хотя бы частично попали на рис. 1?
- Какова средняя протяжённость зодиакального созвездия вдоль эклиптики?
- Используя данные о спутниках Марса (таблица 1) и, при необходимости, заготовку чертежа (рис. 2), найдите, под каким углом Марс виден с каждого из спутников.
- Определите по имеющимся данным, на каком спутнике находится наблюдатель.
- Выясните, может ли одним из двух ярких объектов, обозначенных на рис. 1 знаком «?», быть Меркурий.

7 Старичок-шаровичок

Определять расстояния до далёких объектов весьма непросто, поэтому придумано довольно много методов *оценки* расстояний для объектов разного типа. Так, существовало мнение, что шаровые звёздные скопления обладают примерно одинаковыми пространственными размерами, поэтому по видимому угловому размеру (диаметру) можно оценить расстояние до такого скопления. В таблице 2 приведены *измеренные* расстояния и видимые угловые диаметры для некоторых шаровых скоплений.

- а) Вычислите линейные радиусы скоплений. Определите скопления с наибольшим и наименьшим линейными радиусами. Верно ли предположение, что шаровые скопления имеют примерно одинаковые линейные размеры?
- б) Постройте график зависимости углового размера скопления от расстояния (рис. 3). Какую зависимость показывает нанесённая на заготовку графика кривая?
- в) Предположим, скопление обладает средним для выборки размером. Каков будет его угловой диаметр при наблюдении с расстояния 50 тысяч световых лет?
- г) Характерное количество звёзд в шаровом звёздном скоплении составляет $\sim 10^5$. Оцените среднюю концентрацию звёзд в скоплении Pal 2.

8 Астрономия Петербурга

До конца XIX века для отсчёта географической долготы страны использовали свои собственные национальные нулевые меридианы, проходящие, как правило, через центральные обсерватории этих стран: в Англии нулевым считался Гринвичский меридиан, во Франции — Парижский и т. д. В Российской империи отсчёт долгот изначально вёлся от Петербургского меридиана, проходящего через Астрономическую обсерваторию Петербургской академии наук, которая находилась в башне Кунсткамеры. В 1844 году нулевым стал Пулковский меридиан, проходящий через центр Круглого зала главного здания Пулковской обсерватории (таблица 3).

- а) Для определения времени по Луне в России издавались месяцословы, в которых печатались таблицы с указанием точных моментов прохождения Луны через Петербургский меридиан. Какую поправку необходимо было внести в эти данные, чтобы узнать моменты прохождения Луны через Пулковский меридиан?
- б) Вдоль прямой, соединяющей Пулковскую обсерваторию и шпиль Петропавловского собора, проложена одна из главных магистралей города — Московский проспект и продолжающее его к югу Пулковское шоссе. Вопреки распространённому заблуждению, она не проходит в точности вдоль Пулковского меридиана. Определите расстояние между Петропавловским собором и Пулковской обсерваторией, а также угол между дорогой и меридианом.
- в) Отметьте на карте (рис. 4) Пулковскую обсерваторию и вышеуказанную магистраль. Определите масштаб карты, то есть отношение соответствующих расстояний на карте и на местности (например, 1 : 1 000 000).

Справочные данные

Некоторые основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Масса протона	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Данные о Солнце, Земле и Луне

Светимость Солнца	$L_{\odot} = 3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.8^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot, \text{eff}} = 5.8 \cdot 10^3 \text{ К}$
Поток энергии на расстоянии Земли	$E_{\odot} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут.}$
Средняя орбитальная скорость	$= 29.8 \text{ км/с}$
Звёздные сутки	$= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23.44^{\circ}$
Сидерический месяц	$= 27.32 \text{ сут.}$
Синодический месяц	$= 29.53 \text{ сут.}$
Видимая звёздная величина полной Луны	$m_{\zeta} = -12.7^{\text{m}}$

Характеристики Солнца, планет Солнечной системы и Луны

	Радиус орбиты, а. е.	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, 10^3 км	Осевого период
☉ Солнце			$1.989 \cdot 10^{30}$	697	25.38 сут.
☿ Меркурий	0.3871	87.97 сут.	$3.302 \cdot 10^{23}$	2.44	58.65 сут.
♀ Венера	0.7233	224.70 сут.	$4.869 \cdot 10^{24}$	6.05	243.02 сут.
⊕ Земля	1.0000	365.26 сут.	$5.974 \cdot 10^{24}$	6.37	23.93 ч
☾ ↪ Луна	0.0026	27.32 сут.	$7.348 \cdot 10^{22}$	1.74	синхр.
♂ Марс	1.5237	686.98 сут.	$6.419 \cdot 10^{23}$	3.40	24.62 ч
♃ Юпитер	5.2028	11.862 лет	$1.899 \cdot 10^{27}$	71.5	9.92 ч
♄ Сатурн	9.5388	29.458 лет	$5.685 \cdot 10^{26}$	60.3	10.66 ч
♅ Уран	19.1914	84.01 лет	$8.683 \cdot 10^{25}$	25.6	17.24 ч
♆ Нептун	30.0611	164.79 лет	$1.024 \cdot 10^{26}$	24.7	16.11 ч

8

класс

номер (код) участника

ЛИСТ ____ ИЗ ____

6 Страх и Ужас в Лас-Струвусе

а) Зодиакальные созвездия:

.....

б) Градусов на созвездие:°.

Обоснование:

.....

в) Расчёты приведите на бланке решения. Ответы впишите в таблицу ??.

Таблица 1: Спутники Марса

Спутник	Радиус орбиты км	Орбитальный период сут.	Средний диаметр км	Масса кг	Видимый угловой размер Марса °
Фобос	9 377.2	0.3189	22.5	$1.07 \cdot 10^{16}$
Деймос	23 458	1.2624	12.4	$1.48 \cdot 10^{15}$



Рис. 2: Заготовка чертежа: определение углового размера Марса

г) Наблюдатель на ☐ Фобосе ☐ Деймосе (поставьте галочку)

Обоснование:

.....

д) Может ли это быть Меркурий? ☐ Да ☐ Нет (поставьте галочку)

Обоснование и расчёты приведите на бланке решения.

Не забудьте сдать лист ответов!

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

номер (код) участника

7) Старичок-шаровичок (начало)

а) Метод опишите на бланке решения. Результаты расчётов впишите в таблицу 2.

Наименьший радиус: скопление — св. лет;

наибольший радиус: скопление — св. лет.

Верно ли предположение? ☐ Да ☐ Нет (поставьте галочку)

Обоснование:

Таблица 2: Некоторые шаровые звёздные скопления Млечного Пути

Скопление	Расстояние, тыс. св. лет	Угл. диаметр, угл. минуты (')		Радиус, св. лет
М 22	3.2	32		
М 15	10.3	18		
М 4	6.16	35		
М 5	7.5	23		
Pal 2	90	1.9		
Pal 12	64	2.9		
М 9	25.8	12		
М 55	17.3	19		
М 62	22.5	15		
М 72	54.7	6.6		
NGC 1261	53.1	6.8		
М 28	18.3	11.2		
М 30	26.0	11		
М 69	29.7	10.8		
М 75	67.5	6.8		
М 12	16.0	16		
М 14	30.3	11		
М 19	28.0	17		
М 56	32.9	8.8		
М 80	32.6	10		
NGC 6569	35.5	7.0		

Не забудьте сдать лист ответов!

8

класс

номер (код) участника

ЛИСТ ____ ИЗ ____

7) **Старичок-шаровичок (продолжение)**

б) Зависимость, показанная кривой:

.....

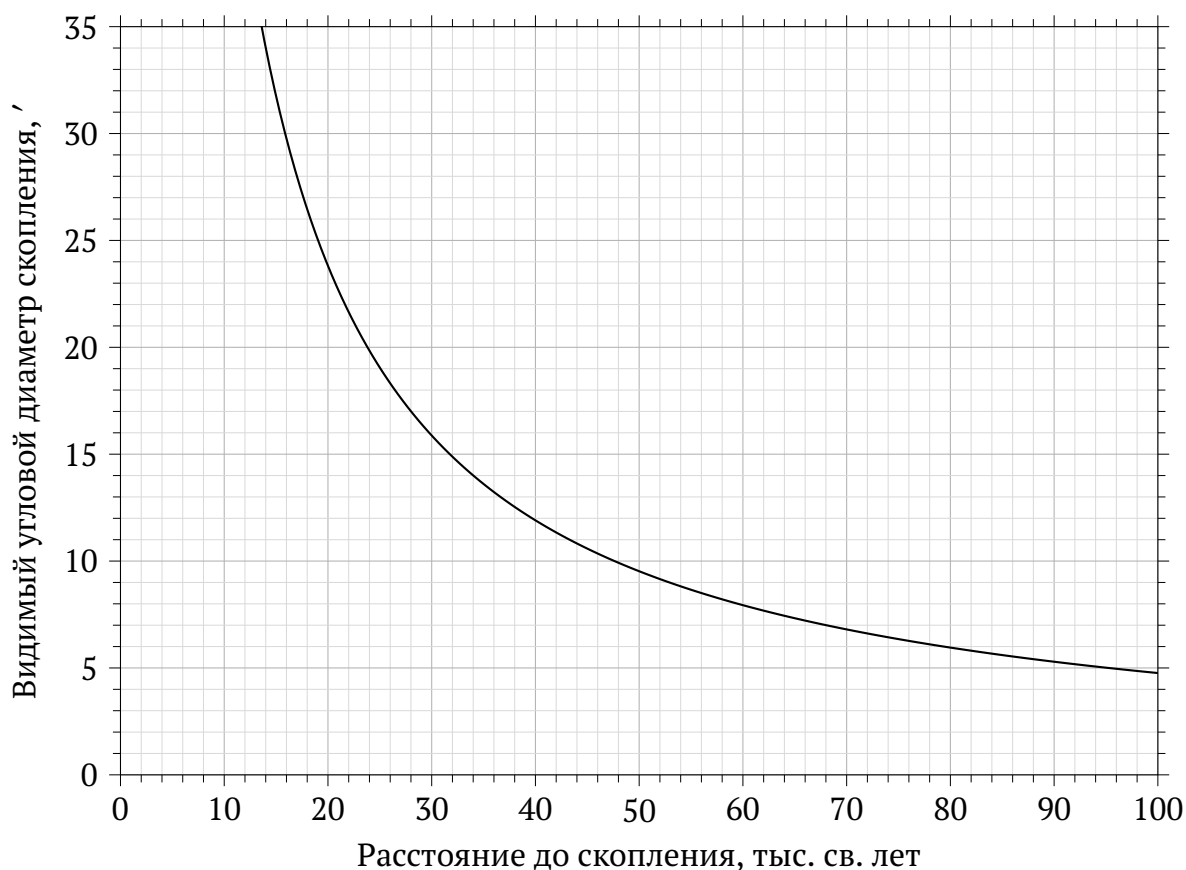


Рис. 3: Зависимость углового размера скопления от расстояния до скопления

в) Средний размер: св. лет; угловой размер с 50 тыс. св. лет: '.

Расчёт:

.....

г) Объём Pal 2 ~ (св. лет)³; концентрация ~ / (св. год)³

Расчёты:

.....

.....

Не забудьте сдать лист ответов!

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

номер (код) участника

8) Астрономия Петербурга (начало)

Таблица 3: Географические координаты упомянутых в условии задачи точек

Точка	Широта	Долгота
Кунсткамера, башня	59° 56' 30'' с. ш.	30° 18' 16'' в. д.
Пулковская обсерватория, центр Круглого зала	59° 46' 18'' с. ш.	30° 19' 34'' в. д.
Петропавловский собор, шпиль	59° 57' 01'' с. ш.	30° 18' 58'' в. д.

а) Поправка для Пулковского меридиана: $\frac{\square \text{ плюс}}{\square \text{ минус}}$ мин с.

Расчёт:
.....
.....

б) Расстояние между собором и обсерваторией: км.

Угол между Московским проспектом и меридианом:°.

Опишите метод и приведите расчёты:

Не забудьте сдать лист ответов!

8

класс

ЛИСТ ____ ИЗ ____

номер (код) участника

8) Астрономия Петербурга (продолжение)

в) Масштаб карты: 1 :, то есть 1 см на карте — км.

Необходимые рассуждения и расчёты приведите на бланке решения.

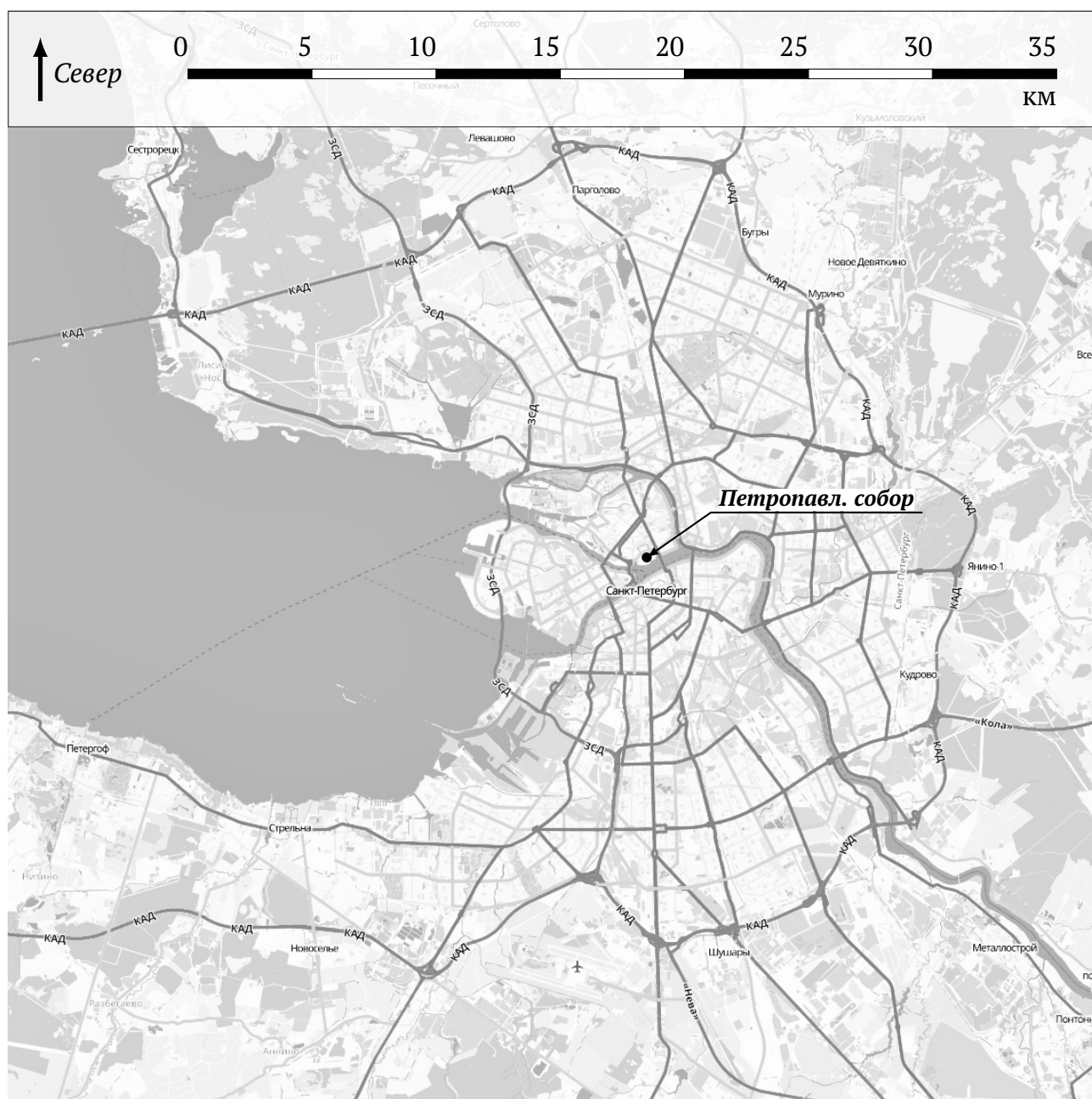


Рис. 4: Фрагмент карты Санкт-Петербурга

Не забудьте сдать лист ответов!