

# LXXVIII Московская астрономическая олимпиада

Теоретический тур. 2024 г.

7 класс

## Задача 1

Половина массы звёздного скопления находится в пределах  $R_2 = 30$  световых лет от центра, а радиус всего скопления равен  $R = 52$  пк. Определите концентрацию звёзд в единицах числа звёзд на кубический парсек в центральной и периферийной частях скопления, если его масса равна 2 млн масс Солнца, а все звёзды скопления одинаковые с массой  $\frac{2}{3}$  массы Солнца. Во сколько раз отличаются эти концентрации?

## Задача 2

В созвездии Щита (граничит с созвездиями Стрельца, Орла и Змеи) находится красивое рассеянное звёздное скопление M11 (Дикая утка). В какие месяцы стоит наблюдать это созвездие вечером после захода Солнца и до полуночи на широте Москвы? Ответ объясните.

## Задача 3

В 2024 году каждый раз, когда Луна будет проходить мимо звезды Антарес ( $\alpha$  Скорпиона), где-то на Земле можно будет наблюдать покрытие этой звезды Луной. Сколько таких событий может произойти в 2024 году? Может ли в каком-то месяце случиться больше одного такого покрытия? Если может, то в каком месяце? Первое такое событие в 2024 году произойдёт 8 января и будет видно в Америке. Сколько покрытий Антареса можно наблюдать на северном полюсе на тёмном небе?

## Задача 4

Космический корабль вышел на круговую орбиту радиусом 8000 км над экватором далёкой землеподобной экзопланеты, полностью закрытой облаками. Диаметр планеты по верхней кромке облаков составил 9700 км, а масса —  $3 \cdot 10^{24}$  кг. На корабле установлен радар, который смотрит точно вниз и облучает короткими импульсами небольшие участки поверхности планеты точно под кораблём. Импульсы, отражаясь от поверхности, приходят на корабль через 22 мс с отклонениями до 60 мкс. Определите среднюю плотность планеты без учёта атмосферы, высоту верхней кромки облаков и высоту гор на планете.

**Задача 5**

Космический корабль опустился на поверхность одного из галилеевых спутников Юпитера и сделал снимок участка неба вблизи горизонта (см. отдельный лист).

1. Напишите собственные имена помеченных цифрами ярких звёзд.
2. На какой из спутников сел космический аппарат?
3. Как сместится Юпитер относительно горизонта через два часа после момента, когда была сделана фотография?
4. Спустя какое время фаза Юпитера станет равна 50%? Какая часть останется освещённой?

**Характеристики галилеевых спутников**

Название	Радиус орбиты, км	Орбитальный период, сут	Осевого период, сут	Радиус, км
Ио	421 800	1.769	1.769	1800
Европа	671 100	3.551	3.551	1560
Ганимед	1 070 400	7.155	7.155	2630
Каллисто	1 882 700	16.689	16.689	2410

Орбиты всех четырёх спутников круговые и лежат в плоскости экватора Юпитера. Юпитер: экваториальный радиус — 71 500 км, полярный радиус — 66 850 км.

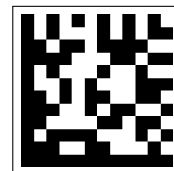
Угловые расстояния между яркими звёздами:

Альдебаран — Беллатрикс	15.75°	Бетельгейзе — Капелла	39.5°
Бетельгейзе — Поллукс	33.25°	Кастор — Поллукс	4.5°
Ригель — Альдебаран	26.5°	Процион — Сириус	25.75°

7  
класс

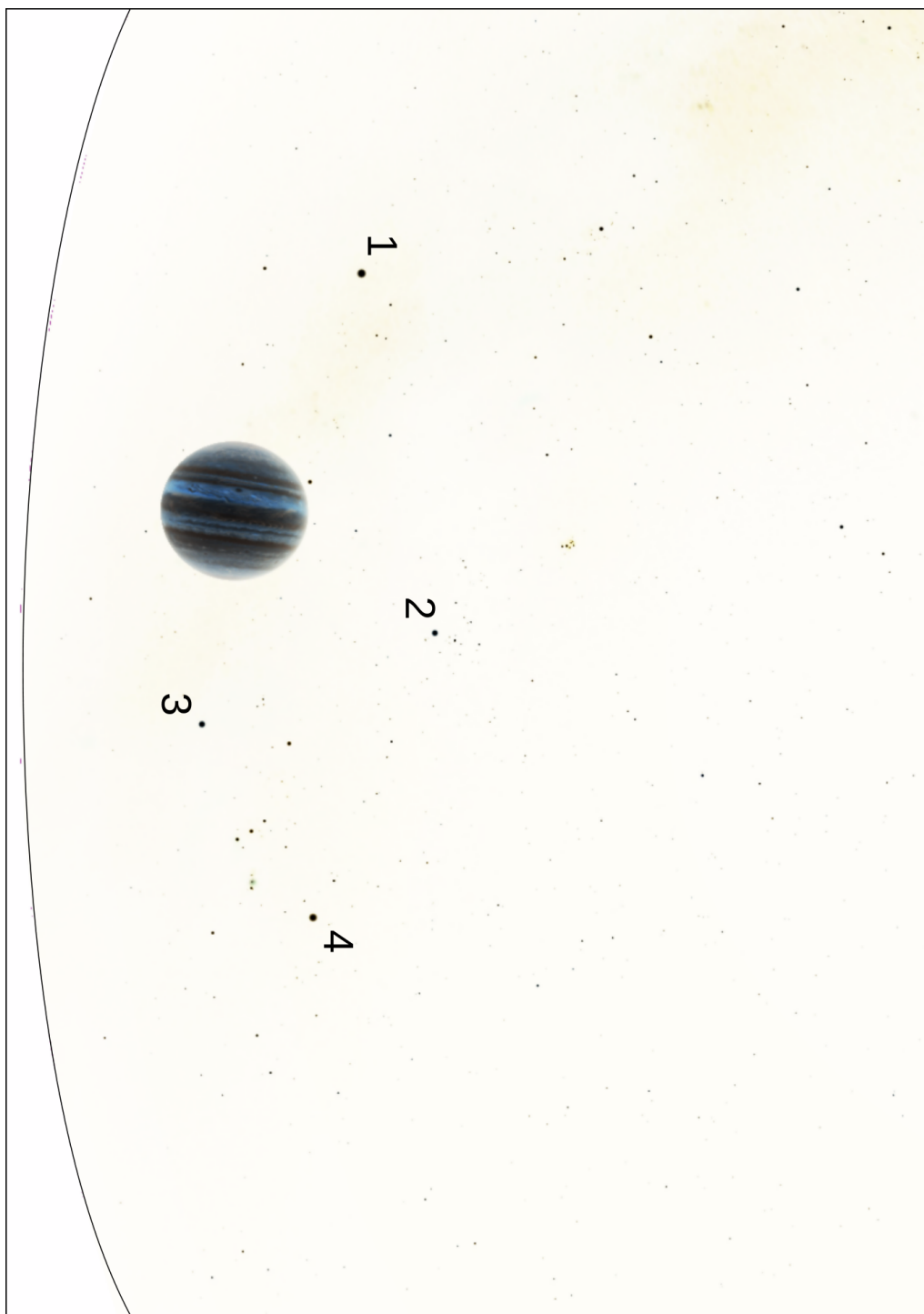
□ □ □ □ □ □ □ □  
номер работы

лист \_\_\_\_\_ из \_\_\_\_\_



*Сдайте этот лист вместе с работой!*

**К задаче 5**



## Справочные данные

## Данные о Солнце, Земле, Луне и Галактике

Светимость Солнца	$L_{\odot} = 3.827 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.78^{\text{m}}$
Абсолютная болометрическая звёздная величина Солнца	$M_{\odot} = 4.72^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot} = 5800 \text{ К}$
Солнечная постоянная	$E_{\odot} = 1360.8 \text{ Вт м}^{-2}$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут}$
Звёздные сутки	$T_{\zeta} = 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23^{\circ} 26' 21.45''$
Средняя плотность Земли	$\rho_{\oplus} = 5515 \text{ кг/м}^3$
Синодический месяц	$S_{\zeta} = 29.53059 \text{ сут}$
Видимая звёздная величина полной Луны	$m_{\zeta} = -12.7^{\text{m}}$
Число звёзд в нашей Галактике	$= 10 \cdot 10^{11}$
Радиус диска нашей Галактики	$= 20 \text{ кпк}$
Масса нашей Галактики (в массах Солнца)	$= 2 \cdot 10^{12}$

## Астрономические и физические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м с}^{-1}$
Постоянная Стефана-Больцмана	$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг с}^{-3} \text{ К}^{-4}$
Масса протона	$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

## Характеристики Солнца, планет и некоторых спутников

Объект	Большая полуось, а.е.	Эксцентриситет	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, тыс. км	Осевого периода
Солнце				$1.989 \times 10^{30}$	696	25.38 сут
Меркурий	0.3871	0.2056	87.97 сут	$3.302 \times 10^{23}$	2.44	58.65 сут
Венера	0.7233	0.0068	224.70 сут	$4.869 \times 10^{24}$	6.05	243.02 сут
Земля	1	0.0167	365.26 сут	$5.974 \times 10^{24}$	6.37	23.93 ч
Луна	0.00257	0.0549	27.322 сут	$7.348 \times 10^{22}$	1.74	27.32 сут
Марс	1.5237	0.0934	686.98 сут	$6.419 \times 10^{23}$	3.40	24.62 ч
Юпитер	5.2028	0.0483	11.862 лет	$1.899 \times 10^{27}$	69.9	9.92 ч
Сатурн	9.5388	0.0560	29.458 лет	$5.685 \times 10^{26}$	60.3	10.66 ч
Уран	19.1914	0.0461	84.01 лет	$8.683 \times 10^{25}$	25.6	17.24 ч
Нептун	30.0611	0.0097	164.79 лет	$1.024 \times 10^{26}$	24.7	16.11 ч