

Всероссийская олимпиада школьников 2021/2022 учебного года

Пригласительный этап

Астрономия

7-8 класс. Разбор заданий

Автор комплекта задач – Филиппов Юрий Петрович, к.ф.-м.н., доцент кафедры общей и теоретической физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева.»

Особенности комплекта задач:

1. Данный комплект содержит 8 поставленных задач, распределенных по трем блокам.
 2. На решение задач школьного этапа обучающимся отводится 50 минут.
 3. Каждая задача оценивается $2 \div 9$ баллами
 4. Максимально возможный балл в данной параллели – 100.
-
-

Блок задач №1. «Качественные задачи начального уровня»

Задача №1.1. «Полюсы мира и Солнце (5 баллов)»

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-I. В какой день года Солнце подходит к северному полюсу мира на минимальное угловое расстояние?

Варианты ответов:

1. День летнего солнцестояния,	2. День зимнего солнцестояния,	3. День весеннего равноденствия,
4. День осеннего равноденствия,	5. День прохождения Землей точки ее орбиты, наиболее близкой к Солнцу,	6. День прохождения Землей точки ее орбиты, наиболее далекой от Солнца.

Правильный ответ: День летнего солнцестояния.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-II. Что Вы можете сказать о продолжительности этого дня в г. Москве (широта – $+55^{\circ}45'$, долгота – $37^{\circ}37'$)?

Варианты ответов:

1. Она достигает максимального значения среди прочих дней года,	2. Она достигает минимального значения среди прочих дней года,	3. Она приблизительно равна 12 часов,
4. Ее невозможно точно определить из-за облачной погоды.	–	–

Правильный ответ: Она достигает максимального значения.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение.

I. Как известно склонение северного полюса мира составляет $\delta_{P_N} = 90^{\circ}$. В течение года склонение Солнца изменяется в пределах:

$$-\varepsilon \leq \delta_{\odot} \leq \varepsilon, \quad \text{где } \varepsilon = 23^{\circ}26'.$$

Очевидно, минимальное расстояние между северным полюсом мира и Солнцем достигается в тот день, когда склонение последнего будет максимальным, то есть в день летнего солнцестояния ($\delta_{\odot} = \varepsilon = 23^{\circ}26'$).

II. Судя по географическим координатам, г. Москва принадлежит северному полушарию Земли. Как известно, в день летнего солнцестояния во всех точках северного полушария продолжительность дня достигает максимального значения.

Задача №1.2. «Полюсы мира и Солнце (5 баллов)»

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-I. В какой день года Солнце подходит к южному полюсу мира на минимальное угловое расстояние?

Варианты ответов:

1. День летнего солнцестояния,	2. День зимнего солнцестояния,	3. День весеннего равноденствия,
4. День осеннего равноденствия,	5. День прохождения Землей точки ее орбиты, наиболее близкой к Солнцу,	6. День прохождения Землей точки ее орбиты, наиболее далекой от Солнца.

Правильный ответ: День зимнего солнцестояния.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-II. Что Вы можете сказать о продолжительности этого дня в г. Москве (широта – $+55^{\circ}45'$, долгота – $37^{\circ}37'$)?

Варианты ответов:

1. Она достигает максимального значения среди прочих дней года,	2. Она достигает минимального значения среди прочих дней года,	3. Она приблизительно равна 12 часов,
4. Ее невозможно точно определить из-за облачной погоды.	–	–

Правильный ответ: Она достигает минимального значения.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение.

I. Как известно склонение южного полюса мира составляет $\delta_{P_S} = -90^{\circ}$. В течение года склонение Солнца изменяется в пределах:

$$-\varepsilon \leq \delta_{\odot} \leq \varepsilon, \quad \text{где } \varepsilon = 23^{\circ}26'.$$

Очевидно, минимальное расстояние между южным полюсом мира и Солнцем достигается в тот день, когда склонение последнего будет минимальным, то есть в день зимнего солнцестояния ($\delta_{\odot} = -\varepsilon = -23^{\circ}26'$).

II. Судя по географическим координатам, г. Москва принадлежит северному полушарию Земли. Как известно, в день зимнего солнцестояния во всех точках северного полушария продолжительность дня достигает минимального значения.

Задача №1.3. «Полюсы мира и Солнце (5 баллов)»

Тип задания: *Выбор нескольких из списка.*

Условие-I. В какой день года Солнце находится на одинаковом угловом расстоянии от северного и южного полюсов мира?

Варианты ответов:

1. День летнего солнцестояния,	2. День зимнего солнцестояния,	3. День весеннего равноденствия,
4. День осеннего равноденствия,	5. День прохождения Землей точки ее орбиты, наиболее близкой к Солнцу,	6. День прохождения Землей точки ее орбиты, наиболее далекой от Солнца.

Правильный ответ: День весеннего равноденствия, День осеннего равноденствия.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: *Выбор одного из списка.*

Условие-II. Что Вы можете сказать о продолжительности этого дня в г. Москве (широта – $+55^{\circ}45'$, долгота – $37^{\circ}37'$)?

Варианты ответов:

1. Она достигает максимального значения среди прочих дней года,	2. Она достигает минимального значения среди прочих дней года,	3. Она приблизительно равна 12 часам,
4. Ее невозможно точно определить из-за облачной погоды.	–	–

Правильный ответ: Она приблизительно равна 12 часам.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение.

I. Как известно склонение северного полюса мира составляет $\delta_{P_N} = 90^{\circ}$, а южного – $\delta_{P_S} = -90^{\circ}$. В течение года склонение Солнца изменяется в пределах:

$$-\varepsilon \leq \delta_{\odot} \leq \varepsilon, \quad \text{где } \varepsilon = 23^{\circ}26'.$$

Очевидно, если Солнце находится на одинаковом угловом расстоянии от данных полюсов, то его склонение должно быть $\delta_{\odot} = 0^{\circ}$, что соответствует точкам весны и осени и достигается в дни весеннего и осеннего равноденствий.

II. В указанные дни продолжительности дня и ночи приблизительно одинаковы. Значит продолжительность этих дней в г. Москве приблизительно равна 12 часов.

Задача №2.1. «Фазы Луны и ее положение в пространстве (6 баллов)»

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-I. В какой фазе Луна находится определенно дальше от Солнца, чем Земля?

Варианты ответов:

1. Новолуние,	2. Полнолуние,	3. Первая четверть,
4. Последняя четверть,	5. Молодой месяц,	6. Старый месяц.

Правильный ответ: Полнолуние.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-II. Какой угол образуют световые лучи, пришедшие к Земле от Солнца и Луны при таком положении последней?

Варианты ответов:

1. 90° или близкий к тому,	2. 180° или близкий к тому,	3. 0° или близкий к тому,
4. 45° или близкий к тому,	5. 135° или близкий к тому.	

Правильный ответ: 180° или близкий к тому.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Согласно рис. 1, из всех вышеуказанных фаз в фазе полнолуния Луна находится определенно дальше от Солнца чем Земля.

II. Из того же рисунка следует, что угол между световыми лучами, пришедшими от Луны и Солнца к Земле равен 180° или близкий к тому.

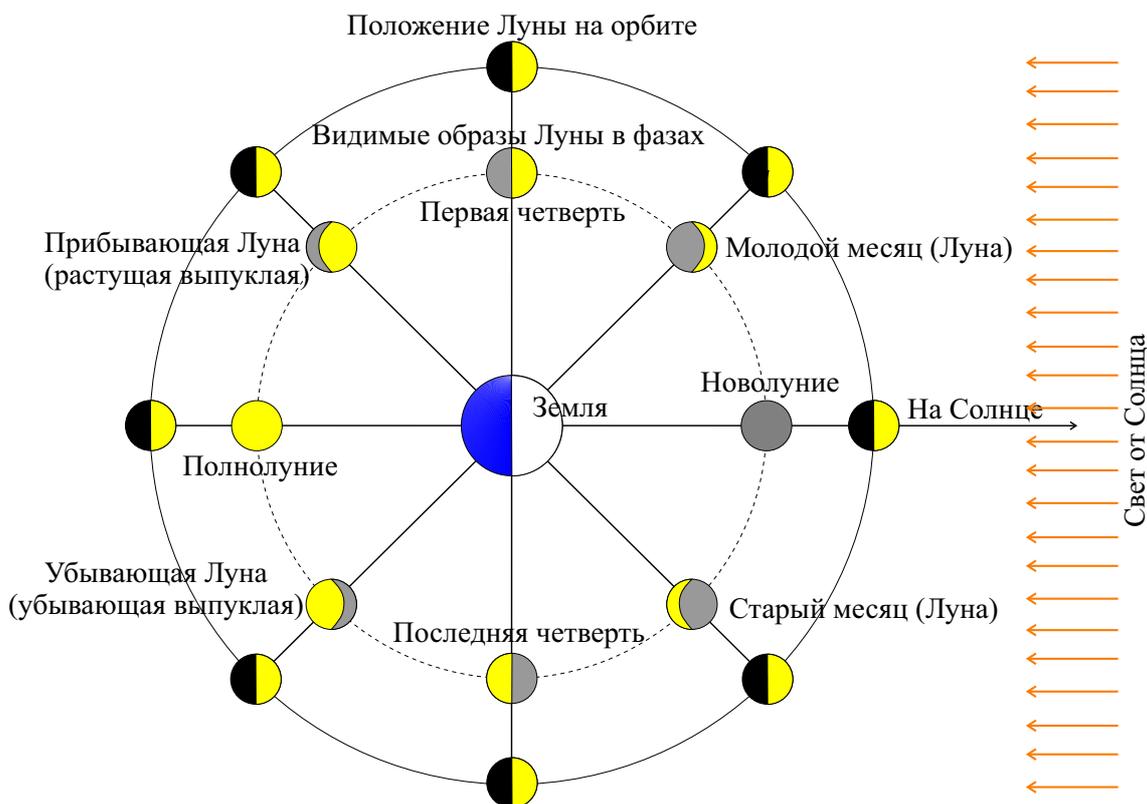


Рис. 1. К определению основных фаз Луны и соответствующих ее положений на орбите.

Задача №2.2. «Фазы Луны и ее положение в пространстве (6 баллов)»

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-I. В какой фазе Луна располагается ближе всего к Солнцу?

Варианты ответов:

1. Новолуние,	2. Полнолуние,	3. Первая четверть,
4. Последняя четверть,	5. Растущая выпуклая луна,	6. Убывающая выпуклая луна.

Правильный ответ: Новолуние.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-II. Какой угол образуют световые лучи, пришедшие к Земле от Солнца и Луны при таком положении последней?

Варианты ответов:

1. 90° или близкий к тому,	2. 180° или близкий к тому,	3. 0° или близкий к тому,
4. 45° или близкий к тому,	5. 135° или близкий к тому.	

Правильный ответ: 0° или близкий к тому.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Согласно рис. 2, из всех вышеуказанных фаз в фазе новолуния Луна располагается ближе всего к Солнцу.

II. Из того же рисунка следует, что угол между световыми лучами, пришедшими от Луны и Солнца к Земле равен 0° или близкий к тому.



Рис. 2. К определению основных фаз Луны и соответствующих ее положений на орбите.

Задача №2.3. «Фазы Луны и ее положение в пространстве (6 баллов)»

Тип задания: Выбор нескольких из списка.

Условие-I. В какой(их) фазе(ах) Луна располагается приблизительно на таком же расстоянии от Солнца, что и Земля?

Варианты ответов:

1. Новолуние,	2. Полнолуние,	3. Первая четверть,
4. Последняя четверть,	5. Молодой месяц,	6. Старый месяц.

Правильный ответ: Первая четверть, Последняя четверть.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-II. Какой угол образуют световые лучи, пришедшие к Земле от Солнца и Луны при таком положении последней?

Варианты ответов:

1. 90° или близкий к тому,	2. 180° или близкий к тому,	3. 0° или близкий к тому,
4. 45° или близкий к тому,	5. 135° или близкий к тому.	

Правильный ответ: 90° или близкий к тому.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Согласно рис. 3, из всех вышеуказанных фаз в первой и последней четвертях Луна располагается приблизительно на таком же расстоянии от Солнца, что и Земля.

II. Из того же рисунка следует, что угол между световыми лучами, пришедшими от Луны и Солнца к Земле равен 90° или близкий к тому.

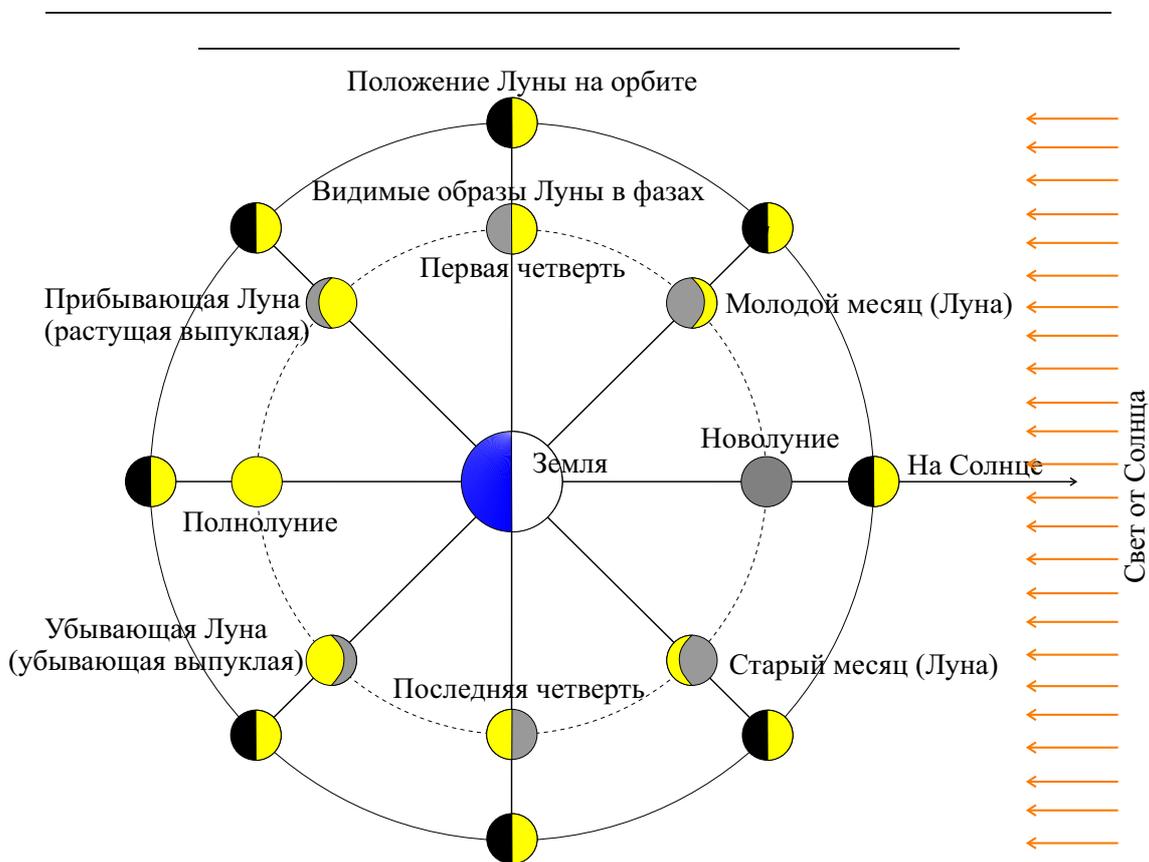


Рис. 3. К определению основных фаз Луны и соответствующих ее положений на орбите.

Задача №3.1. «Спутники классических планет (6 баллов)»

Тип задания: *Выбор одного из списка.*

Условие-I. Какой из перечисленных спутников Солнечной системы является самым большим среди спутников всех классических планет?

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

Правильный ответ: Ганимед.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: *Соответствие одного элемента одного списка элементу другого списка.*

Условие-II.

Установите соответствие между названиями классических планет и их спутников.

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

A) Меркурий,	B) Венера,	C) Земля,
D) Марс,	E) Юпитер,	F) Сатурн,
G) Уран,	H) Нептун.	–

Правильный ответ: (1,E), (4,E), (7,E), (10,E), (2,F), (5,F), (8,F), (11,F), (3,G), (6,G); (9,H), (12,H), (13,C).

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, самым большим среди спутников всех классических планет Солнечной системы является Ганимед.

II. Как известно, среди представленных к спутникам Юпитера относятся Ио, Амальтея, Ганимед, Каллисто. К спутникам Сатурна относятся Рея, Диона, Тефия, Титан. К спутникам Урана относятся Титания и Оберон; к спутникам Нептуна – Тритон и Нереида. Земля обладает лишь одним естественным спутником – Луной.

Задача №3.2. «Спутники классических планет (6 баллов)»

Тип задания: *Выбор одного из списка.*

Условие-И. На поверхности какого из перечисленных спутников планет Солнечной системы обнаружена регулярная вулканическая активность?

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

Правильный ответ: Ио.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: *Соответствие одного элемента одного списка элементу другого списка.*

Условие-ИИ.

Установите соответствие между названиями классических планет и их спутников.

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

A) Меркурий,	B) Венера,	C) Земля,
D) Марс,	E) Юпитер,	F) Сатурн,
G) Уран,	H) Нептун.	–

Правильный ответ: (1,E), (4,E), (7,E), (10,E), (2,F), (5,F), (8,F), (11,F), (3,G), (6,G); (9,H), (12,H), (13,C).

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, на поверхности Ио обнаружена регулярная вулканическая активность.

II. Как известно, среди представленных к спутникам Юпитера относятся Ио, Амальтея, Ганимед, Каллисто. К спутникам Сатурна относятся Рея, Диона, Тефия, Титан. К спутникам Урана относятся Титания и Оберон; к спутникам Нептуна – Тритон и Нереида. Земля обладает лишь одним естественным спутником – Луной.

Задача №3.3. «Спутники классических планет (6 баллов)»

Тип задания: Выбор одного из списка.

Условие-I. У какого из перечисленных спутников планет Солнечной системы обнаружена атмосфера, плотность которой у его поверхности превосходит земную?

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

Правильный ответ: Титан.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: Соответствие одного элемента одного списка элементу другого списка.

Условие-II.

Установите соответствие между названиями классических планет и их спутников.

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

A) Меркурий,	B) Венера,	C) Земля,
D) Марс,	E) Юпитер,	F) Сатурн,
G) Уран,	H) Нептун.	–

Правильный ответ: (1,E), (4,E), (7,E), (10,E), (2,F), (5,F), (8,F), (11,F), (3,G), (6,G); (9,H), (12,H), (13,C).

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, у Титана обнаружена атмосфера, плотность которой у его поверхности превосходит земную.

II. Как известно, среди представленных к спутникам Юпитера относятся Ио, Амальтея, Ганимед, Каллисто. К спутникам Сатурна относятся Рея, Диона, Тефия, Титан. К спутникам Урана относятся Титания и Оберон; к спутникам Нептуна – Тритон и Нереида. Земля обладает лишь одним естественным спутником – Луной.

Задача №3.4. «Спутники классических планет (6 баллов)»

Тип задания: *Выбор одного из списка.*

Условие-I. На поверхность какого из перечисленных спутников планет Солнечной системы спускался рукотворный космический аппарат с помощью парашютов?

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

Правильный ответ: Титан.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: *Соответствие одного элемента одного списка элементу другого списка.*

Условие-II.

Установите соответствие между названиями классических планет и их спутников.

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

A) Меркурий,	B) Венера,	C) Земля,
D) Марс,	E) Юпитер,	F) Сатурн,
G) Уран,	H) Нептун.	–

Правильный ответ: (1,E), (4,E), (7,E), (10,E), (2,F), (5,F), (8,F), (11,F), (3,G), (6,G); (9,H), (12,H), (13,C).

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, на поверхность Титана спускался рукотворный космический аппарат ("Гюйгенс") с помощью парашютов.

II. Как известно, среди представленных к спутникам Юпитера относятся Ио, Амальтея, Ганимед, Каллисто. К спутникам Сатурна относятся Рея, Диона, Тефия, Титан. К спутникам Урана относятся Титания и Оберон; к спутникам Нептуна – Тритон и Нереида. Земля обладает лишь одним естественным спутником – Луной.

Задача №3.5. «Спутники классических планет (6 баллов)»

Тип задания: *Выбор нескольких из списка.*

Условие-И. Какой из перечисленных спутников планет Солнечной системы является ближайшим к Солнцу?

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

Правильный ответ: Луна.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания: *Соответствие одного элемента одного списка элементу другого списка.*

Условие-ИИ.

Установите соответствие между названиями классических планет и их спутников.

Варианты ответов:

1. Ио,	2. Рея,	3. Титания
4. Амальтея,	5. Диона,	6. Оберон
7. Ганимед,	8. Тефия,	9. Тритон,
10. Каллисто,	11. Титан,	12. Нереида,
		13. Луна.

А) Меркурий,	В) Венера,	С) Земля,
Д) Марс,	Е) Юпитер,	Ф) Сатурн,
Г) Уран,	Н) Нептун.	–

Правильный ответ: (1,Е), (4,Е), (7,Е), (10,Е), (2,Ф), (5,Ф), (8,Ф), (11,Ф), (3,Г), (6,Г); (9,Н), (12,Н), (13,С).

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

И. Как известно, Луна является ближайшим к Солнцу спутником.

ИИ. Как известно, среди представленных к спутникам Юпитера относятся Ио, Амальтея, Ганимед, Каллисто. К спутникам Сатурна относятся Рея, Диона, Тефия, Титан. К спутникам Урана относятся Титания и Оберон; к спутникам Нептуна – Тритон и Нереида. Земля обладает лишь одним естественным спутником – Луной.

Блок задач №2. «Качественно-количественные задачи среднего уровня»

Задача №4.1. Суточное движение околополярной звезды (21 балл)

Общее условие. С территории г. Самары ($53^{\circ}12'$ с.ш., $50^{\circ}06'$ в.д.) в неподвижную безлинзовую цилиндрическую трубу, которая помогает уменьшить воздействие городской засветки, наблюдается суточное движение звезды, расположенной вблизи одного из полюсов небосвода (см. рис. 4). Труба расположена таким образом, что данный полюс (точка А) находится точно на границе поля зрения трубы (участка небосвода, доступного для наблюдения в эту трубу), а суточная параллель BOC звезды проходит точно через его центр.

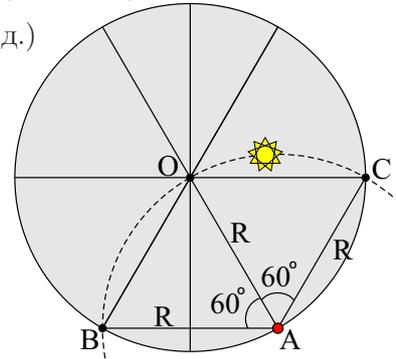


Рис. 4. К определению поля зрения трубы и суточной параллели звезды.

Тип задания-I: Выбор одного из списка.

Условие-I. Какой именно полюс находится в точке А?

Варианты ответов:

1. Северный географический полюс,	2. Южный географический полюс,	3. Северный полюс мира,
4. Южный полюс мира,	5. Северный полюс эклиптики,	6. Южный полюс эклиптики.

Правильный ответ: Северный полюс мира.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: Выбор одного из списка.

Условие-II. В каком именно направлении движется звезда вдоль суточной параллели BOC ?

Варианты ответов:

1. По часовой стрелке ($B \rightarrow O \rightarrow C$),	2. Против часовой стрелки ($C \rightarrow O \rightarrow B$),	3. Невозможно определить точно,
4. Совершает колебательное движение: сначала движется в одном направлении, затем – в обратном.		

Правильный ответ: Против часовой стрелки ($C \rightarrow O \rightarrow B$).

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Тип задания-III: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-III. Чему равно склонение звезды, если угловой радиус поля зрения трубы составляет $R = 0.5^{\circ}$. Ответ представьте в градусах, округлив до десятых.

Правильный ответ: [89.4, 89.6].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Тип задания-IV: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-IV. Чему равно время пребывания звезды в поле зрения трубы? Ответ представьте в часах, округлив до десятых.

Правильный ответ: [7.9, 8.1].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Решение.

I. Как известно, геометрический центр суточной параллели (из рисунка очевидно, что это точка А) любой звезды лежит на оси мира. При наблюдении с Земли данный центр будет точно проецироваться на видимый полюс мира. Поскольку г. Самара располагается в северном географическом полушарии (это понятно, согласно данным географическим координатам), значит точка А является *северным полюсом мира*.

II. Поскольку точка А является северным полюсом мира, а наблюдения ведутся из центра небесной сферы, то данная звезда как и другие видимые звезды совершает свое суточное движение по своей суточной параллели *против часовой стрелки*.

III. Поскольку центр суточной параллели лежит на краю поля зрения трубы (являющегося кругом), а дуга суточной параллели проходит через его центр, то полярное расстояние (p_*) звезды равно радиусу R поля зрения трубы, т. е. $p_* = R = 0.5^\circ$. Полярное расстояние звезды связано с ее склонением соотношением вида: $p_* + \delta_* = 90^\circ$, откуда следует значение склонения: $\delta_* = 90^\circ - p_* = 89.5^\circ$.

IV. Из рисунка видно, что часть суточной параллели звезды, попавшая в поле зрения трубы, соответствует углу раствора 120° . Как известно, звезда за одни сутки (24 часа) совершает один полный оборот, соответствующий углу 360° . Следовательно данную дугу звезда описала за $1/3$ суток, т.е. за 8.0 часов.

Задача №4.2. Суточное движение околополярной звезды (21 балл)

Общее условие. С территории г. Мельбурна ($37^{\circ}49'$ ю.ш., $144^{\circ}58'$ в.д.; Австралия) в неподвижную безлинзовую цилиндрическую трубу, которая помогает уменьшить воздействие городской засветки, наблюдается суточное движение звезды, расположенной вблизи одного из полюсов небосвода (см. рис. 5). Труба расположена таким образом, что данный полюс (точка А) находится точно на границе поля зрения трубы (участка небосвода, доступного для наблюдения в эту трубу), а суточная параллель BOC звезды проходит точно через его центр.

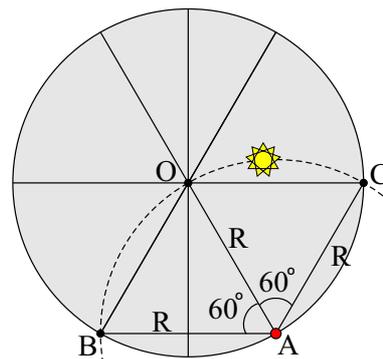


Рис. 5. К определению поля зрения трубы и суточной параллели звезды.

Тип задания-I: Выбор одного из списка.

Условие-I. Какой именно полюс находится в точке А?

Варианты ответов:

1. Северный географический полюс,	2. Южный географический полюс,	3. Северный полюс мира,
4. Южный полюс мира,	5. Северный полюс эклиптики,	6. Южный полюс эклиптики.

Правильный ответ: Южный полюс мира.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: Выбор одного из списка.

Условие-II. В каком именно направлении движется звезда вдоль суточной параллели BOC ?

Варианты ответов:

1. По часовой стрелке ($B \rightarrow O \rightarrow C$),	2. Против часовой стрелки ($C \rightarrow O \rightarrow B$),	3. Невозможно определить точно,
4. Совершает колебательное движение: сначала движется в одном направлении, затем – в обратном.		

Правильный ответ: По часовой стрелке ($B \rightarrow O \rightarrow C$).

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Тип задания-III: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-III. Чему равно склонение звезды, если угловой радиус поля зрения трубы составляет $R = 0.5^{\circ}$. Ответ представьте в градусах, округлив до десятых.

Правильный ответ: $[-89.4, -89.6]$.

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Тип задания-IV: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-IV. Чему равно время пребывания звезды в поле зрения трубы? Ответ представьте в часах, округлив до десятых.

Правильный ответ: $[7.9, 8.1]$.

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Решение.

I. Как известно, геометрический центр суточной параллели (из рисунка очевидно, что это точка А) любой звезды лежит на оси мира. При наблюдении с Земли данный центр будет точно проецироваться на видимый полюс мира. Поскольку г. Мельбурн располагается в южном географическом полушарии (это понятно, согласно данным географическим координатам), значит точка А является *южным полюсом мира*.

II. Поскольку точка А является южным полюсом мира, а наблюдения ведутся из центра небесной сферы, то данная звезда как и другие видимые звезды совершает свое суточное движение по своей суточной параллели *по часовой стрелке*.

III. Поскольку центр суточной параллели лежит на краю поля зрения трубы (являющегося кругом), а дуга суточной параллели проходит через его центр, то радиус R поля зрения трубы равен $180^\circ - p_*$, где p_* – полярное расстояние звезды, т. е. $180 - p_* = R = 0.5^\circ$. Полярное расстояние звезды связано с ее склонением соотношением вида: $p_* + \delta_* = 90^\circ$, откуда следует значение склонения: $\delta_* = 90^\circ - p_* = -90^\circ + R = -89.5^\circ$.

IV. Из рисунка видно, что часть суточной параллели звезды, попавшая в поле зрения трубы, соответствует углу раствора 120° . Как известно, звезда за одни сутки (24 часа) совершает один полный оборот, соответствующий углу 360° . Следовательно данную дугу звезда описала за $1/3$ суток, т.е. за 8.0 часов.

Задача №4.3. Суточное движение околополярной звезды (21 балл)

Общее условие. С территории г. Москвы ($55^{\circ}45'$ с.ш., $37^{\circ}37'$ в.д.) в неподвижную безлинзовую цилиндрическую трубу, которая помогает уменьшить воздействие городской засветки, наблюдается суточное движение звезды, расположенной вблизи одного из полюсов небосвода (см. рис. 6). Труба расположена таким образом, что данный полюс (точка А) находится точно на границе поля зрения трубы (участка небосвода, доступного для наблюдения в эту трубу), а суточная параллель BOC звезды проходит точно через его центр.

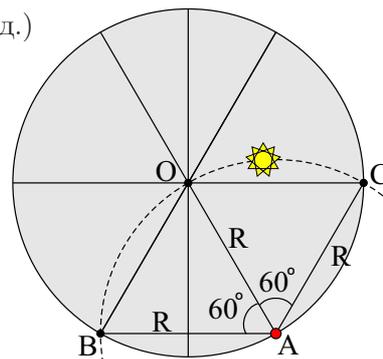


Рис. 6. К определению поля зрения трубы и суточной параллели звезды.

Тип задания-I: Выбор одного из списка.

Условие-I. Какой именно полюс находится в точке А?

Варианты ответов:

1. Северный географический полюс,	2. Южный географический полюс,	3. Северный полюс мира,
4. Южный полюс мира,	5. Северный полюс эклиптики,	6. Южный полюс эклиптики.

Правильный ответ: Северный полюс мира.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: Выбор одного из списка.

Условие-II. В каком именно направлении движется звезда вдоль суточной параллели BOC ?

Варианты ответов:

1. По часовой стрелке ($B \rightarrow O \rightarrow C$),	2. Против часовой стрелки ($C \rightarrow O \rightarrow B$),	3. Невозможно определить точно,
4. Совершает колебательное движение: сначала движется в одном направлении, затем – в обратном.		

Правильный ответ: Против часовой стрелки ($C \rightarrow O \rightarrow B$).

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Тип задания-III: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-III. Чему равно склонение звезды, если угловой радиус поля зрения трубы составляет $R = 1.0^{\circ}$. Ответ представьте в градусах, округлив до десятых.

Правильный ответ: [88.9, 89.1].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Тип задания-IV: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-IV. Чему равно время пребывания звезды в поле зрения трубы? Ответ представьте в часах, округлив до десятых.

Правильный ответ: [7.9, 8.1].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Решение.

I. Как известно, геометрический центр суточной параллели (из рисунка очевидно, что это точка А) любой звезды лежит на оси мира. При наблюдении с Земли данный центр будет точно проецироваться на видимый полюс мира. Поскольку г. Москва располагается в северном географическом полушарии (это понятно, согласно данным географическим координатам), значит точка А является *северным полюсом мира*.

II. Поскольку точка А является северным полюсом мира, а наблюдения ведутся из центра небесной сферы, то данная звезда как и другие видимые звезды совершает свое суточное движение по своей суточной параллели *против часовой стрелки*.

III. Поскольку центр суточной параллели лежит на краю поля зрения трубы (являющегося кругом), а дуга суточной параллели проходит через его центр, то полярное расстояние (p_*) звезды равно радиусу R поля зрения трубы, т. е. $p_* = R = 1.0^\circ$. Полярное расстояние звезды связано с ее склонением соотношением вида: $p_* + \delta_* = 90^\circ$, откуда следует значение склонения: $\delta_* = 90^\circ - p_* = 89.0^\circ$.

IV. Из рисунка видно, что часть суточной параллели звезды, попавшая в поле зрения трубы, соответствует углу раствора 120° . Как известно, звезда за одни сутки (24 часа) совершает один полный оборот, соответствующий углу 360° . Следовательно данную дугу звезда описала за $1/3$ суток, т.е. за 8.0 часов.

Задача №4.4. Суточное движение околополярной звезды (21 балл)

Общее условие.

С территории г. Буэнос-Айрес ($34^{\circ}36'$ ю.ш., $58^{\circ}23'$ з.д.; Аргентина, Южная Америка) в неподвижную безлинзовую цилиндрическую трубу, которая помогает уменьшить воздействие городской засветки, наблюдается суточное движение звезды, расположенной вблизи одного из полюсов небосвода (см. рис. 7). Труба расположена таким образом, что данный полюс (точка А) находится точно на границе поля зрения трубы (участка небосвода, доступного для наблюдения в эту трубу), а суточная параллель $В\dot{O}C$ звезды проходит точно через его центр.

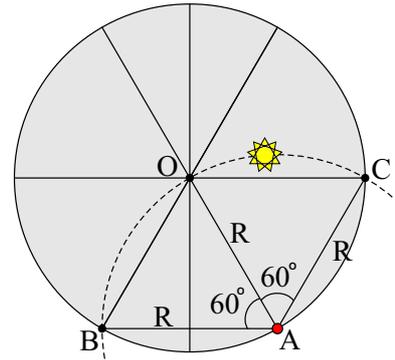


Рис. 7. К определению поля зрения трубы и суточной параллели звезды.

Тип задания-I: Выбор одного из списка.

Условие-I. Какой именно полюс находится в точке А?

Варианты ответов:

1. Северный географический полюс,	2. Южный географический полюс,	3. Северный полюс мира,
4. Южный полюс мира,	5. Северный полюс эклиптики,	6. Южный полюс эклиптики.

Правильный ответ: Южный полюс мира.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: Выбор одного из списка.

Условие-II. В каком именно направлении движется звезда вдоль суточной параллели $В\dot{O}C$?

Варианты ответов:

1. По часовой стрелке ($B \rightarrow O \rightarrow C$),	2. Против часовой стрелки ($C \rightarrow O \rightarrow B$),	3. Невозможно определить точно,
4. Совершает колебательное движение: сначала движется в одном направлении, затем – в обратном.		

Правильный ответ: По часовой стрелке ($B \rightarrow O \rightarrow C$).

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Тип задания-III: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-III. Чему равно склонение звезды, если угловой радиус поля зрения трубы составляет $R = 1.0^{\circ}$. Ответ представьте в градусах, округлив до десятых.

Правильный ответ: $[-88.9, -89.1]$.

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Тип задания-IV: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-IV. Чему равно время пребывания звезды в поле зрения трубы? Ответ представьте в часах, округлив до десятых.

Правильный ответ: $[7.9, 8.1]$.

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

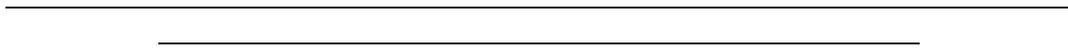
Решение.

I. Как известно, геометрический центр суточной параллели (из рисунка очевидно, что это точка А) любой звезды лежит на оси мира. При наблюдении с Земли данный центр будет точно проецироваться на видимый полюс мира. Поскольку г. Буэнос-Айрес располагается в южном географическом полушарии (это понятно, согласно данным географическим координатам), значит точка А является *южным полюсом мира*.

II. Поскольку точка А является южным полюсом мира, а наблюдения ведутся из центра небесной сферы, то данная звезда как и другие видимые звезды совершает свое суточное движение по своей суточной параллели *по часовой стрелке*.

III. Поскольку центр суточной параллели лежит на краю поля зрения трубы (являющегося кругом), а дуга суточной параллели проходит через его центр, то радиус R поля зрения трубы равен $180^\circ - p_*$, где p_* – полярное расстояние звезды, т. е. $180 - p_* = R = 1.0^\circ$. Полярное расстояние звезды связано с ее склонением соотношением вида: $p_* + \delta_* = 90^\circ$, откуда следует значение склонения: $\delta_* = 90^\circ - p_* = -90^\circ + R = -89.0^\circ$.

IV. Из рисунка видно, что часть суточной параллели звезды, попавшая в поле зрения трубы, соответствует углу раствора 120° . Как известно, звезда за одни сутки (24 часа) совершает один полный оборот, соответствующий углу 360° . Следовательно данную дугу звезда описала за $1/3$ суток, т.е. за 8.0 часов.



Задача №5.1. Звездные треки (21 балл)

Общее условие. На рис. 8 представлены звездные треки, полученные где-то на территории РФ с помощью неподвижной цифровой фотокамеры при длительной выдержке.



Рис. 8. Звездные треки ночного небосвода.

Тип задания-I: *Выбор одного из списка.*

Условие-I. Плоскости какого большого круга небесной сферы параллельны дуги этих треков?

Варианты ответов:

1. Математический горизонт,	2. Небесный экватор,	3. Первый вертикал,
4. Эклиптика,	5. Небесный меридиан,	6. Вертикал светила.

Правильный ответ: Небесный экватор.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: *Выбор одного из списка.*

Условие-II. Какая сторона горизонта преимущественно представлена на фотографии?

Варианты ответов:

1. Север,	2. Юг,	3. Запад,
4. Восток.	–	–

Правильный ответ: Восток.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Тип задания-III: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-III. Этот большой круг пересекает математический горизонт в некоей точке, находящейся в поле кадра, но не отмеченной на фотографии. Определите ее часовой угол. Ответ выразите положительным числом в градусах, округлите до целых.

Правильный ответ: [269,271].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Тип задания-IV: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-IV. С использованием лишь данной фотографии, оцените широту места съемки данных треков. Ответ представить в градусах, округлив до целых.

Правильный ответ: [50,56].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Решение.

I. Звездные треки, полученные на фотографии, демонстрируют части дуг суточных параллелей, вдоль которых данные звезды совершают свое суточное движение. Как известно, плоскость любой суточной параллели параллельна плоскости *небесного экватора*.

II. Согласно условию задачи, фотография была получена на территории Российской Федерации, которая полностью располагается в северном географическом полушарии. Очевидно, при движении взора по кадру слева направо высота звезд увеличивается, значит где-то справа (за полем кадра) располагается направление на юг (ибо в северном полушарии верхняя кульминация достигается над точкой юга), слева – север, а прямо по центру кадра – *восток*.

III. Как известно, небесный экватор пересекает математический горизонт в двух точках – точках востока и запада. В данном случае речь идет, очевидно, о точке востока, часовой угол которой равен 270° .

IV. Для определения широты местности воспользуемся транспортиром: совместим горизонтальную кромку транспортира с уровнем земного горизонта на фотографии, а его центр кривизны – с точкой пересечения самых прямых треков (именно там располагается плоскость небесного экватора) с земным горизонтом. Определим угол между небесным экватором и горизонтом – $\psi = 37^\circ$. С другой стороны, $\psi = 90 - \varphi$, где φ – широта места съемки данных треков. Откуда искомая величина есть $\varphi = 53^\circ$.

Задача №5.2. Звездные треки (21 балл)

Общее условие. На рис. 9 представлены звездные треки, полученные где-то в северном географическом полушарии с помощью неподвижной цифровой фотокамеры при длительной выдержке.



Рис. 9. Звездные треки ночного небосвода.

Тип задания-I: Выбор одного из списка.

Условие-I. Плоскости какого большого круга небесной сферы параллельны дуги этих треков?

Варианты ответов:

1. Математический горизонт,	2. Небесный экватор,	3. Первый вертикал,
4. Эклиптика,	5. Небесный меридиан,	6. Вертикал светила.

Правильный ответ: Небесный экватор.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: Выбор одного из списка.

Условие-II. Какая сторона горизонта преимущественно представлена на фотографии?

Варианты ответов:

1. Север,	2. Юг,	3. Запад,
4. Восток.	–	–

Правильный ответ: Запад.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Тип задания-III: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-III. Этот большой круг пересекает математический горизонт в некой точке, находящейся в поле кадра, но не отмеченной на фотографии. Определите ее часовой угол. Ответ выразите положительным числом в градусах, округлите до целых.

Правильный ответ: [89,91].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Тип задания-IV: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-IV. С использованием лишь данной фотографии, оцените широту места съемки данных треков. Ответ представить в градусах, округлив до целых.

Правильный ответ: [7,13].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Решение.

I. Звездные треки, полученные на фотографии, демонстрируют части дуг суточных параллелей, вдоль которых данные звезды совершают свое суточное движение. Как известно, плоскость любой суточной параллели параллельна плоскости *небесного экватора*.

II. Согласно условию задачи, фотография была получена где-то в северном географическом полушарии. Очевидно, при движении взора по кадру слева направо высота звезд уменьшается, значит где-то слева (за полем кадра) располагается направление на юг (ибо в северном полушарии верхняя кульминация достигается над точкой юга), справа – север, а прямо по центру кадра – *запад*.

III. Как известно, небесный экватор пересекает математический горизонт в двух точках – точках востока и запада. В данном случае речь идет, очевидно, о точке запада, часовой угол которой равен 90° .

IV. Для определения широты местности воспользуемся транспортиром: совместим горизонтальную кромку транспортира с уровнем земного горизонта на фотографии, а его центр кривизны – с точкой пересечения самых прямых треков (именно там располагается плоскость небесного экватора) с земным горизонтом. Определим угол между небесным экватором и горизонтом – $\psi = 80^\circ$. С другой стороны, $\psi = 90 - \varphi$, где φ – широта места съемки данных треков. Откуда искомая величина есть $\varphi = 10^\circ$.

Задача №5.3. Звездные треки (21 балл)

Общее условие. На рис. 10 представлены звездные треки, полученные где-то в северном географическом полушарии с помощью неподвижной цифровой фотокамеры при длительной выдержке.



Рис. 10. Звездные треки ночного небосвода.

Тип задания-I: Выбор одного из списка.

Условие-I. Плоскости какого большого круга небесной сферы параллельны дуги всех этих треков?

Варианты ответов:

1. Математический горизонт,	2. Небесный экватор,	3. Первый вертикал,
4. Эклиптика,	5. Небесный меридиан,	6. Вертикал светила.

Правильный ответ: Небесный экватор.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: Выбор одного из списка.

Условие-II. Какая сторона горизонта преимущественно представлена на фотографии?

Варианты ответов:

1. Север,	2. Юг,	3. Запад,
4. Восток.	–	–

Правильный ответ: Восток.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Тип задания-III: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-III. Этот большой круг пересекает математический горизонт в некой точке, находящейся в поле кадра, но не отмеченной на фотографии. Определите ее часовой угол. Ответ выразите положительным числом в градусах, округлите до целых.

Правильный ответ: [269,271].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Тип задания-IV: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-IV. С использованием лишь данной фотографии, оцените широту места съемки данных треков. Ответ представить в градусах, округлив до целых.

Правильный ответ: [37,43].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Решение.

I. Звездные треки, полученные на фотографии, демонстрируют части дуг суточных параллелей, вдоль которых данные звезды совершают свое суточное движение. Как известно, плоскость любой суточной параллели параллельна плоскости *небесного экватора*.

II. Согласно условию задачи, фотография была получена где-то в северном географическом полушарии. Очевидно, при движении взора по кадру слева направо высота звезд увеличивается, значит где-то справа (за полем кадра) располагается направление на юг (ибо в северном полушарии верхняя кульминация достигается над точкой юга), слева – север, а прямо по центру кадра – *восток*.

III. Как известно, небесный экватор пересекает математический горизонт в двух точках – точках востока и запада. В данном случае речь идет, очевидно, о точке востока, часовой угол которой равен 270° .

IV. Для определения широты местности воспользуемся транспортиром: совместим горизонтальную кромку транспортира с уровнем земного горизонта на фотографии, а его центр кривизны – с точкой пересечения самых прямых треков (именно там располагается плоскость небесного экватора) с земным горизонтом. Определим угол между небесным экватором и горизонтом – $\psi = 50^\circ$. С другой стороны, $\psi = 90 - \varphi$, где φ – широта места съемки данных треков. Откуда искомая величина есть $\varphi = 40^\circ$.

Задача №5.4. Звездные треки (21 балл)

Общее условие. На рис. 11 представлены звездные треки, полученные где-то на территории РФ с помощью неподвижной цифровой фотокамеры при длительной выдержке.



Рис. 11. Звездные треки ночного небосвода.

Тип задания-I: Выбор одного из списка.

Условие-I. Плоскости какого большого круга небесной сферы параллельны дуги всех этих треков?

Варианты ответов:

1. Математический горизонт,	2. Небесный экватор,	3. Первый вертикал,
4. Эклиптика,	5. Небесный меридиан,	6. Вертикал светила.

Правильный ответ: Небесный экватор.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: Выбор одного из списка.

Условие-II. Какая сторона горизонта преимущественно представлена на фотографии?

Варианты ответов:

1. Север,	2. Юг,	3. Запад,
4. Восток.	–	–

Правильный ответ: Запад.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Тип задания-III: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-III. Этот большой круг пересекает математический горизонт в некой точке, находящейся в поле кадра, но не отмеченной на фотографии. Определите ее часовой угол. Ответ выразите положительным числом в градусах, округлите до целых.

Правильный ответ: [89,91].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Тип задания-IV: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-IV. С использованием лишь данной фотографии, оцените широту места съемки данных треков. Ответ представить в градусах, округлив до целых.

Правильный ответ: [50,56].

Точное совпадение ответа: 8 баллов.

Решение.

I. Звездные треки, полученные на фотографии, демонстрируют части дуг суточных параллелей, вдоль которых данные звезды совершают свое суточное движение. Как известно, плоскость любой суточной параллели параллельна плоскости *небесного экватора*.

II. Согласно условию задачи, фотография была получена на территории Российской Федерации, которая полностью располагается в северном географическом полушарии. Очевидно, при движении зора по кадру слева направо высота звезд уменьшается, значит где-то слева (за полем кадра) располагается направление на юг (ибо в северном полушарии верхняя кульминация достигается над точкой юга), справа – север, а прямо по центру кадра – *запад*.

III. Как известно, небесный экватор пересекает математический горизонт в двух точках – точках востока и запада. В данном случае речь идет, очевидно, о точке запада, часовой угол которой равен 90° .

IV. Для определения широты местности воспользуемся транспортиром: совместим горизонтальную кромку транспортира с уровнем земного горизонта на фотографии, а его центр кривизны – с точкой пересечения самых прямых треков (именно там располагается плоскость небесного экватора) с земным горизонтом. Определим угол между небесным экватором и горизонтом – $\psi = 37^\circ$. С другой стороны, $\psi = 90 - \varphi$, где φ – широта места съемки данных треков. Откуда искомая величина есть $\varphi = 53^\circ$.

Задача №6.1. Большие и малые круги земного шара (13 баллов)

Тип задания-I: *Выбор одного из списка.*

Условие-I. Над точками какого круга земного шара Солнце находится в зените лишь один раз в год, будучи в северной полусфере небесной сферы?

Варианты ответов:

1. Нулевой меридиан,	2. Земной экватор,	3. Тропик Рака,
4. Тропик Козерога,	5. Северный полярный круг,	6. Южный полярный круг.

Правильный ответ: Тропик Рака.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-II. Чему равна широта точек данного круга? Ответ представить в градусах до целых. Примечание: если точка находится в северном полушарии Земли, ее широта считается положительной величиной, если в южном – отрицательной (со знаком «минус»).

Правильный ответ: [23,24].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания-III: *Выбор одного из списка.*

Условие-III. В какой месяц года можно наблюдать эту ситуацию?

Варианты ответов:

1. Январь,	2. Февраль,	3. Март,
4. Апрель,	5. Май,	6. Июнь,
7. Июль,	8. Август,	9. Сентябрь,
10. Октябрь,	11. Ноябрь,	12. Декабрь.

Правильный ответ: Июнь.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, в течение года склонение Солнца изменяется в пределах:

$$-\varepsilon \leq \delta_{\odot} \leq \varepsilon, \quad \text{где } \varepsilon = 23^{\circ}26'.$$

При этом пограничные значения Солнце достигает лишь один раз в год. Поскольку Солнце располагалось в северной полусфере небосвода, то его склонение было положительным, значит оно было равно $\delta_{\odot}^{(\max)} = \varepsilon = 23^{\circ}26'$. Если светило находится в зените, то его склонение равно широте места наблюдения. Значит Солнце в эти сутки располагалось в зените на точках *тропика Рака*.

II. Из предыдущего пункта следует, что широта точек данного круга составляет $\varphi = 23^{\circ}$.

III. Значение склонения $\delta_{\odot}^{(\max)} = \varepsilon = 23^{\circ}26'$ Солнце достигает лишь в день летнего солнцестояния, который приходится на *июнь*.

Задача №6.2. Большие и малые круги земного шара (13 баллов)

Тип задания-I: Выбор одного из списка.

Условие-I. Над точками какого круга земного шара Солнце находится в зените лишь один раз в год, будучи в южной полусфере небосвода?

Варианты ответов:

1. Нулевой меридиан,	2. Земной экватор,	3. Тропик Рака,
4. Тропик Козерога,	5. Северный полярный круг,	6. Южный полярный круг.

Правильный ответ: Тропик Козерога.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-II. Чему равна широта точек данного круга? Ответ представить в градусах до целых. Примечание: если точка находится в северном полушарии Земли, ее широта считается положительной величиной, если в южном – отрицательной (со знаком «минус»).

Правильный ответ: [-23,-24].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания-III: Выбор одного из списка.

Условие-III. В какой месяц года можно наблюдать эту ситуацию?

Варианты ответов:

1. Январь,	2. Февраль,	3. Март,
4. Апрель,	5. Май,	6. Июнь,
7. Июль,	8. Август,	9. Сентябрь,
10. Октябрь,	11. Ноябрь,	12. Декабрь.

Правильный ответ: Декабрь.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, в течение года склонение Солнца изменяется в пределах:

$$-\varepsilon \leq \delta_{\odot} \leq \varepsilon, \quad \text{где } \varepsilon = 23^{\circ}26'.$$

При этом пограничные значения Солнце достигает лишь один раз в год. Поскольку Солнце располагалось в южной полусфере небосвода, то его склонение было отрицательным, значит оно было равно $\delta_{\odot}^{(\max)} = -\varepsilon = -23^{\circ}26'$. Если светило находится в зените, то его склонение равно широте места наблюдения. Значит Солнце в эти сутки располагалось в зените на точках *тропика Козерога*.

II. Из предыдущего пункта следует, что широта точек данного круга составляет $\varphi = -23^{\circ}$.

III. Значение склонения $\delta_{\odot}^{(\max)} = -23^{\circ}26'$ Солнце достигает лишь в день зимнего солнцестояния, который приходится на *декабрь*.

Задача №6.3. Большие и малые круги земного шара (13 баллов)

Тип задания-I: *Выбор одного из списка.*

Условие-I. Для какого круга земного шара в день летнего солнцестояния характерна возможность наблюдать полярный день во всех точках данного круга?

Варианты ответов:

1. Нулевой меридиан,	2. Земной экватор,	3. Тропик Рака,
4. Тропик Козерога,	5. Северный полярный круг,	6. Южный полярный круг.

Правильный ответ: Северный полярный круг.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-II. Чему равна широта точек данного круга? Ответ представить в градусах до целых. Примечание: если точка находится в северном полушарии Земли, ее широта считается положительной величиной, если в южном – отрицательной (со знаком «минус»).

Правильный ответ: [65,67].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания-III: *Выбор одного из списка.*

Условие-III. В какой месяц года явление полярного дня на данном круге можно наблюдать? Рефракцией света пренебречь.

Варианты ответов:

1. Январь,	2. Февраль,	3. Март,
4. Апрель,	5. Май,	6. Июнь,
7. Июль,	8. Август,	9. Сентябрь,
10. Октябрь,	11. Ноябрь,	12. Декабрь.

Правильный ответ: Июнь.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, в день летнего солнцестояния есть возможность наблюдать полярный день во всех точках *Северного полярного круга* и на бóльших широтах.

II. Широта точек северного полярного круга равна 66° .

III. День летнего солнцестояния приходится на *июнь*.

Задача №6.4. Большие и малые круги земного шара (13 баллов)

Тип задания-I: *Выбор одного из списка.*

Условие-I. Для какого круга земного шара в день зимнего солнцестояния характерна возможность наблюдать полярный день во всех точках данного круга?

Варианты ответов:

1. Нулевой меридиан,	2. Земной экватор,	3. Тропик Рака,
4. Тропик Козерога,	5. Северный полярный круг,	6. Южный полярный круг.

Правильный ответ: Южный полярный круг.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Тип задания-II: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-II. Чему равна широта точек данного круга? Ответ представить в градусах до целых. Примечание: если точка находится в северном полушарии Земли, ее широта считается положительной величиной, если в южном – отрицательной (со знаком «минус»).

Правильный ответ: [-65,-67].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания-III: *Выбор одного из списка.*

Условие-III. В какой месяц года явление полярного дня на данном круге можно наблюдать? Рефракцией света пренебречь.

Варианты ответов:

1. Январь,	2. Февраль,	3. Март,
4. Апрель,	5. Май,	6. Июнь,
7. Июль,	8. Август,	9. Сентябрь,
10. Октябрь,	11. Ноябрь,	12. Декабрь.

Правильный ответ: Декабрь.

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, в день зимнего солнцестояния есть возможность наблюдать полярный день во всех точках *Южного полярного круга* и на меньших широтах.

II. Широта точек южного полярного круга равна -66° .

III. День зимнего солнцестояния приходится на *декабрь*.

Блок задач №3. «Количественные задачи»

Задача №7.1. «Солнечные и звездные сутки (14 баллов)»

Тип задания: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-I. Чему равна разность в количестве звездных и среднесолнечных суток, которая набегаёт за 6 звездных лет Земли? Полученный результат округлите до целого числа. Продолжительность звездного года равна 365.2564 сут.

Правильный ответ: 6.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-II. Какое целое количество оборотов вокруг своей оси совершит Земля за 6 звездных лет?

Правильный ответ: 2197.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Другой ответ: 2198.

Точное совпадение другого ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, один звездный год Земли содержит 365.2564 средних солнечных суток и 366.2564 звездных суток. Следовательно разность суток, набегающих за один звездный год, равна одним суткам, а за 6 звездных лет – 6 суткам.

II. Целое количество оборотов (звездных суток) вокруг своей оси, которое совершит Земля за 6 звездных лет, можно вычислить так:

$$N = [6 \cdot 366.2564] = 2197.$$

Здесь квадратными скобками обозначена операция взятия целой части.

Задача №7.2. «Солнечные и звездные сутки (14 баллов)»

Тип задания: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-I. Чему равна разность в количестве звездных и среднесолнечных суток, которая набегаёт за 2 звездных года Земли? Полученный результат округлите до целого числа. Продолжительность звездного года равна 365.2564 сут.

Правильный ответ: 2.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-II. Какое целое количество оборотов вокруг своей оси совершит Земля за 2 звездных года?

Правильный ответ: 732.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Другой ответ: 733.

Точное совпадение другого ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, один звездный год Земли содержит 365.2564 средних солнечных суток и 366.2564 звездных суток. Следовательно разность суток, набегающих за один звездный год, равна одним суткам, а за 2 звездных года – 2 суткам.

II. Целое количество оборотов (звездных суток) вокруг своей оси, которое совершит Земля за 2 звездных года, можно вычислить так:

$$N = [2 \cdot 366.2564] = 732.$$

Здесь квадратными скобками обозначена операция взятия целой части.

Задача №7.3. «Солнечные и звездные сутки (14 баллов)»

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-I. Чему равна разность в количестве звездных и среднесолнечных суток, которая набегаёт за 3 звездных года Земли? Полученный результат округлите до целого числа. Продолжительность звездного года равна 365.2564 сут.

Правильный ответ: 3.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-II. Какое целое количество оборотов вокруг своей оси совершит Земля за 3 звездных года?

Правильный ответ: 1098.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Другой ответ: 1099.

Точное совпадение другого ответа: 3 балла.

Решение.

I. Как известно, один звездный год Земли содержит 365.2564 средних солнечных суток и 366.2564 звездных суток. Следовательно разность суток, набегающих за один звездный год, равна одним суткам, а за 3 звездных года – 3 суткам.

II. Целое количество оборотов (звездных суток) вокруг своей оси, которое совершит Земля за 3 звездных года, можно вычислить так:

$$N = [3 \cdot 366.2564] = 1098.$$

Здесь квадратными скобками обозначена операция взятия целой части.

Задача №7.4. «Солнечные и звездные сутки (14 баллов)»

Тип задания: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-I. Чему равна разность в количестве звездных и среднесолнечных суток, которая набегаёт за 4 звездных года Земли? Полученный результат округлите до целого числа. Продолжительность звездного года равна 365.2564 сут.

Правильный ответ: 4.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-II. Какое целое количество оборотов вокруг своей оси совершит Земля за 4 звездных года?

Правильный ответ: 1465.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Решение.

I. Как известно, один звездный год Земли содержит 365.2564 средних солнечных суток и 366.2564 звездных суток. Следовательно разность суток, набегающих за один звездный год, равна одним суткам, а за 4 звездных года – 4 суткам.

II. Целое количество оборотов (звездных суток) вокруг своей оси, которое совершит Земля за 4 звездных года, можно вычислить так:

$$N = [4 \cdot 366.2564] = 1465.$$

Здесь квадратными скобками обозначена операция взятия целой части.

Задача №7.5. «Солнечные и звездные сутки (14 баллов)»

Тип задания: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-I. Чему равна разность в количестве звездных и среднесолнечных суток, которая набегаёт за 5 звездных лет Земли? Полученный результат округлите до целого числа. Продолжительность звездного года равна 365.2564 сут.

Правильный ответ: 5.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: *Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.*

Условие-II. Какое целое количество оборотов вокруг своей оси совершит Земля за 5 звездных лет?

Правильный ответ: 1831.

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Решение.

I. Как известно, один звездный год Земли содержит 365.2564 средних солнечных суток и 366.2564 звездных суток. Следовательно разность суток, набегающих за один звездный год, равна одним суткам, а за 5 звездных лет – 5 суткам.

II. Целое количество оборотов (звездных суток) вокруг своей оси, которое совершит Земля за 5 звездных лет, можно вычислить так:

$$N = [5 \cdot 366.2564] = 1831.$$

Здесь квадратными скобками обозначена операция взятия целой части.

Задача №8.1. «Орбитальное движение классической планеты (14 баллов)»

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-I. Как известно, планета Венера движется вокруг Солнца по круговой орбите, радиус которой – 0.723 а.е. Чему равен путь, пройденный Венерой за время, в течение которого эта планета совершила один полный оборот вокруг центрального светила? Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых. Следует полагать, что 1 а.е.=149.6 млн км.

Правильный ответ: [679, 682].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-II. Чему равна орбитальная скорость этой планеты, если известно, что она совершает один полный оборот вокруг Солнца за 225 суток? Ответ выразите в км/с, округлите до целых.

Правильный ответ: [35, 36].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Решение.

I. Путь, пройденный планетой за 1 полный оборот по круговой орбите, есть

$$s = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 0.723 \text{ а.е.} \times 1.496 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 680 \text{ млн км}$$

Здесь учтено, что 1 а.е.= 1.496 · 10⁸ км.

II. Орбитальную скорость этой планеты можно определить как

$$V = \frac{s}{T} = \frac{680 \text{ млн. км.}}{225 \cdot 86400 \text{ с.}} = 35 \text{ км/с.}$$

Задача №8.2. «Орбитальное движение классической планеты (14 баллов)»

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-I. Как известно, Юпитер движется вокруг Солнца по круговой орбите, радиус которой – 5.204 а.е. Чему равен путь, пройденный Юпитером за время, в течение которого эта планета совершила один полный оборот вокруг центрального светила? Ответ выразите в миллиардах километров, округлите до сотых. Следует полагать, что 1 а.е.=149.6 млн км.

Правильный ответ: [4.89, 4.90].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-II. Чему равна орбитальная скорость этой планеты, если известно, что она совершает один полный оборот вокруг Солнца за 4333 суток? Ответ выразите в км/с, округлите до десятых.

Правильный ответ: [13.0, 13.2].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Решение.

I. Путь, пройденный планетой за 1 полный оборот по круговой орбите, есть

$$s = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 5.204 \text{ а.е.} \times 1.496 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 4.89 \text{ млрд км.}$$

Здесь учтено, что 1 а.е.= 1.496 · 10⁸ км.

II. Орбитальную скорость этой планеты можно определить как

$$V = \frac{s}{T} = \frac{4.89 \text{ млрд км}}{4333 \cdot 86400 \text{ с.}} = 13.1 \text{ км/с.}$$

Задача №8.3. «Орбитальное движение классической планеты (14 баллов)»

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-I. Как известно, Сатурн движется вокруг Солнца по круговой орбите, радиус которой – 9.583 а.е. Чему равен путь, пройденный Сатурном за время, в течение которого эта планета совершила один полный оборот вокруг центрального светила? Ответ выразите в миллиардах километров, округлите до сотых. Следует полагать, что 1 а.е.=149.6 млн км.

Правильный ответ: [9.00, 9.03].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-II. Чему равна орбитальная скорость этой планеты, если известно, что она совершает один полный оборот вокруг Солнца за 10759 суток? Ответ выразите в км/с, округлите до сотых.

Правильный ответ: [9.68, 9.72].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Решение.

I. Путь, пройденный планетой за 1 полный оборот по круговой орбите, есть

$$s = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 9.583 \text{ а.е.} \times 1.496 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 9.01 \text{ млрд км.}$$

Здесь учтено, что 1 а.е.= 1.496 · 10⁸ км.

II. Орбитальную скорость этой планеты можно определить как

$$V = \frac{s}{T} = \frac{9.01 \text{ млрд км}}{10759 \cdot 86400 \text{ с.}} = 9.69 \text{ км/с.}$$

Задача №8.4. «Орбитальное движение классической планеты (14 баллов)»

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-I. Как известно, Уран движется вокруг Солнца по круговой орбите, радиус которой – 19.229 а.е. Чему равен путь, пройденный Ураном за время, в течение которого эта планета совершила один полный оборот вокруг центрального светила? Ответ выразите в миллиардах километров, округлите до сотых. Следует полагать, что 1 а.е.=149.6 млн км.

Правильный ответ: [18.07, 18.12].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-II. Чему равна орбитальная скорость этой планеты, если известно, что она совершает один полный оборот вокруг Солнца за 30685 суток? Ответ выразите в км/с, округлите до сотых.

Правильный ответ: [6.82, 6.84].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Решение.

I. Путь, пройденный планетой за 1 полный оборот по круговой орбите, есть

$$s = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 19.229 \text{ а.е.} \times 1.496 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 18.07 \text{ млрд км.}$$

Здесь учтено, что 1 а.е.= 1.496 · 10⁸ км.

II. Орбитальную скорость этой планеты можно определить как

$$V = \frac{s}{T} = \frac{18.07 \text{ млрд км}}{30685 \cdot 86400 \text{ с.}} = 6.82 \text{ км/с.}$$

Задача №8.5. «Орбитальное движение классической планеты (14 баллов)»

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-I. Как известно, Нептун движется вокруг Солнца по круговой орбите, радиус которой – 30.104 а.е. Чему равен путь, пройденный Нептуном за время, в течение которого эта планета совершила один полный оборот вокруг центрального светила? Ответ выразите в миллиардах километров, округлите до десятых. Следует полагать, что 1 а.е.=149.6 млн км.

Правильный ответ: [28.3, 28.4].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Тип задания: Ввод числа в текстовое поле, ответ в диапазоне.

Условие-II. Чему равна орбитальная скорость этой планеты, если известно, что она совершает один полный оборот вокруг Солнца за 60190 суток? Ответ выразите в км/с, округлите до сотых.

Правильный ответ: [5.44, 5.46].

Точное совпадение ответа: 7 баллов.

Решение.

I. Путь, пройденный планетой за 1 полный оборот по круговой орбите, есть

$$s = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 30.104 \text{ а.е.} \times 1.496 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 28.3 \text{ млрд км.}$$

Здесь учтено, что 1 а.е.= 1.496 · 10⁸ км.

II. Орбитальную скорость этой планеты можно определить как

$$V = \frac{s}{T} = \frac{28.3 \text{ млрд км}}{60190 \cdot 86400 \text{ с.}} = 5.44 \text{ км/с.}$$
