

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 10 класса

2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

Задание № 1.1

Условие:

В какие дни года Солнце (в силу конечности углового размера) в своём суточном движении пересекает небесный экватор?

Варианты ответов:

- ☐ День зимнего солнцестояния
- ☐ День весеннего равноденствия
- ☐ День летнего солнцестояния
- ☐ День осеннего равноденствия

Правильные ответы:

- ☐ День весеннего равноденствия
- ☐ День осеннего равноденствия

Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 2 балла.

Штраф за лишний пункт — 1 балл.

Максимальный балл — 4 балла.

Решение.

Как известно, Солнце пересекает небесный экватор 2 раза в год: в день весеннего и осеннего равноденствия.

Условие:

В какие дни года угол падения солнечных лучей на единичную площадку территории РФ в истинный полдень будет минимальным?

Варианты ответов:

- ☐ День зимнего солнцестояния
- ☐ День весеннего равноденствия
- ☐ День летнего солнцестояния
- ☐ День осеннего равноденствия

Правильный ответ:

- ☐ День летнего солнцестояния

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение.

Угол падения световых лучей определяется между падающим лучом и нормалью к поверхности. В случае Земли-шара нормаль к поверхности земли совпадает с отвесной линией, а угол падения тождественно равен зенитному расстоянию Солнца. Минимум значения зенитного расстояния эквивалентен максимуму высоты солнца в полдень, что достигается в день летнего солнцестояния.

Максимальный балл за задание — 7 баллов.

Задание № 1.2

Условие:

В какие дни года Солнце (в силу конечности углового размера) в своём суточном движении пересекает суточные параллели, наиболее удалённые от небесного экватора?

Варианты ответов:

- ☐ День зимнего солнцестояния
- ☐ День весеннего равноденствия
- ☐ День летнего солнцестояния
- ☐ День осеннего равноденствия

Правильные ответы:

- ☐ День зимнего солнцестояния
- ☐ День летнего солнцестояния

Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 2 балла.

Штраф за лишний пункт — 1 балл.

Максимальный балл — 4 балла.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 1.1

Условие:

В какие дни года угол падения солнечных лучей на единичную площадку территории РФ в истинный полдень будет максимальным?

Варианты ответов:

- ☐ День зимнего солнцестояния
- ☐ День весеннего равноденствия
- ☐ День летнего солнцестояния
- ☐ День осеннего равноденствия

Правильный ответ:

- ☐ День зимнего солнцестояния

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение.

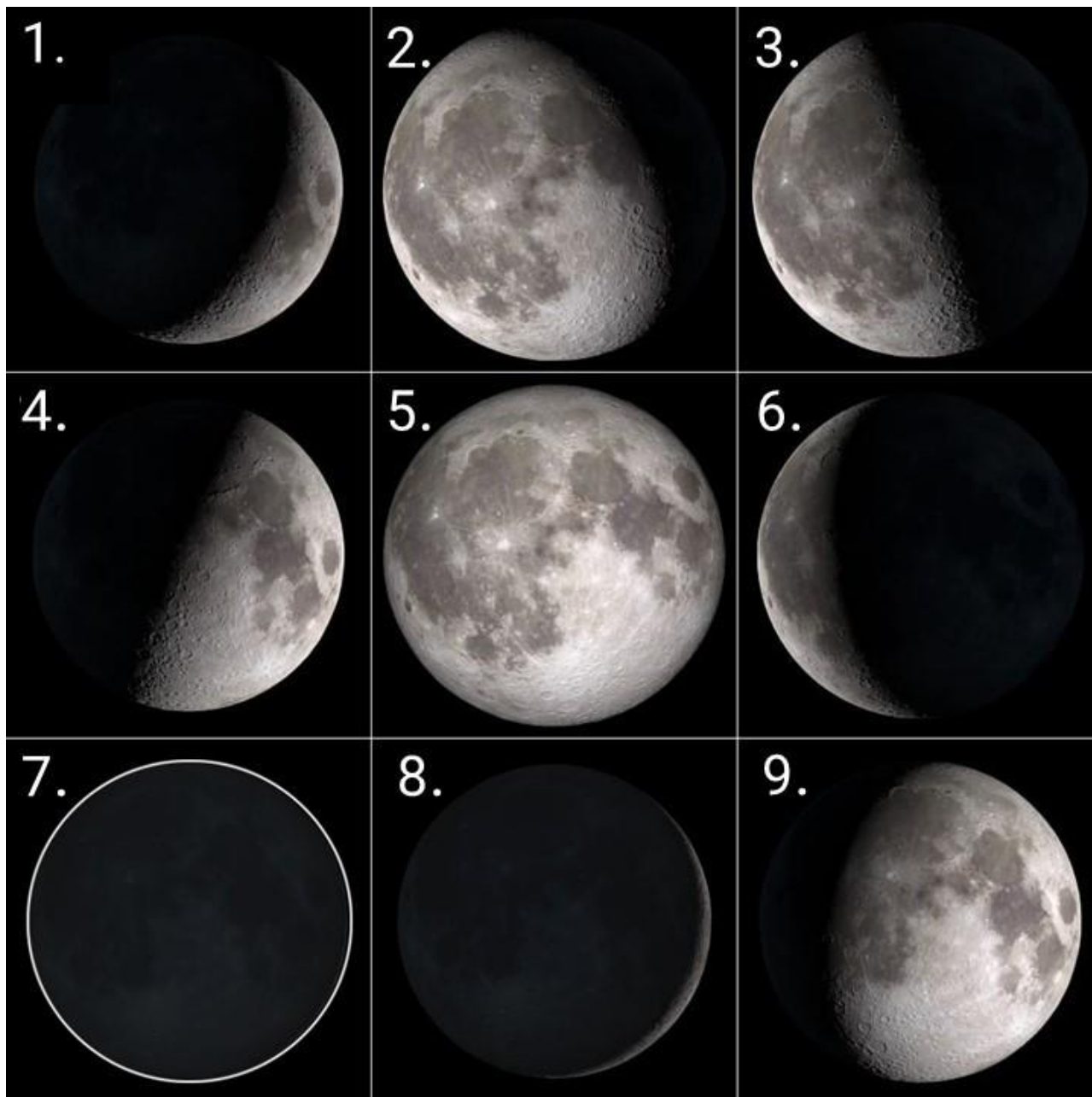
Решение по аналогии с заданием 1.1

Максимальный балл за задание — 7 баллов.

Задание № 2.1

Общее условие:

На рисунке представлена Луна в девяти различных фазах с позиции наблюдателя, который находится в северном географическом полушарии.



Условие:

Установите соответствие между изображениями Луны и соответствующими фазами.

Варианты для сопоставления:

- | | |
|--|-------------------------|
| <input type="radio"/> Полнолуние | <input type="radio"/> 1 |
| <input type="radio"/> Молодой растущий месяц | <input type="radio"/> 2 |
| | <input type="radio"/> 3 |

- | | |
|--|-------------------------|
| <input type="radio"/> Новолуние | <input type="radio"/> 4 |
| <input type="radio"/> Растущая выпуклая Луна | <input type="radio"/> 5 |
| <input type="radio"/> Последняя четверть | <input type="radio"/> 6 |
| | <input type="radio"/> 7 |
| | <input type="radio"/> 8 |
| | <input type="radio"/> 9 |

Правильные ответы:

- | | |
|--|------|
| <input type="radio"/> Полнолуние | 5 |
| <input type="radio"/> Молодой растущий месяц | 1, 8 |
| <input type="radio"/> Новолуние | 7 |
| <input type="radio"/> Растущая выпуклая Луна | 9 |
| <input type="radio"/> Последняя четверть | 3 |

За каждую верную пару — 1 балл.

Максимальный балл — 6 баллов.

Решение.

Из рис. 2 очевидно, что Луна в фазе полнолуния представлена на изображении 5; молодой растущий месяц — на изображениях 1 и 8; Луна в фазе новолуния представлена на изображении 7; Растущая выпуклая Луна представлена на изображении 9; Луна в последней четверти представлена на изображении 3.

Условие:

В какой фазе Луна расположена на максимальном расстоянии от Солнца?

Орбиты Земли и Луны считать круговыми.

Варианты ответов:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9

Правильный ответ: 5

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение.

Как известно, в фазе полнолуния Луна расположена в наиболее далекой точке орбиты от Солнца. Указанная фаза представлена на рис. 2 под номером 5.

Максимальный балл за задание — 9 баллов.

Задание № 2.2

Общее условие:

На рисунке представлена Луна в девяти различных фазах с позиции наблюдателя, который находится в северном географическом полушарии.



Условие:

Установите соответствие между изображениями Луны и соответствующими фазами.

Варианты для сопоставления:

- | | |
|---|-------------------------|
| <input type="radio"/> Первая четверть | <input type="radio"/> 1 |
| <input type="radio"/> Убывающая выпуклая луна | <input type="radio"/> 2 |
| | <input type="radio"/> 3 |

- | | |
|--------------------------|-----|
| ○ Полнолуние | ○ 4 |
| ○ Растущая выпуклая Луна | ○ 5 |
| ○ Последняя четверть | ○ 6 |
| ○ Убывающий старый месяц | ○ 7 |
| | ○ 8 |
| | ○ 9 |

Правильные ответы:

- | | |
|---------------------------|---|
| ○ Первая четверть | 4 |
| ○ Убывающая выпуклая луна | 2 |
| ○ Полнолуние | 5 |
| ○ Растущая выпуклая Луна | 9 |
| ○ Последняя четверть | 3 |
| ○ Убывающий старый месяц | 6 |

За каждую верную пару — 1 балл.

Максимальный балл — 6 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 2.1

Условие:

В какой фазе Луна расположена на минимальном расстоянии от Солнца?

Орбиты Земли и Луны считать круговыми.

Варианты ответов:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Правильный ответ: 7

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение.

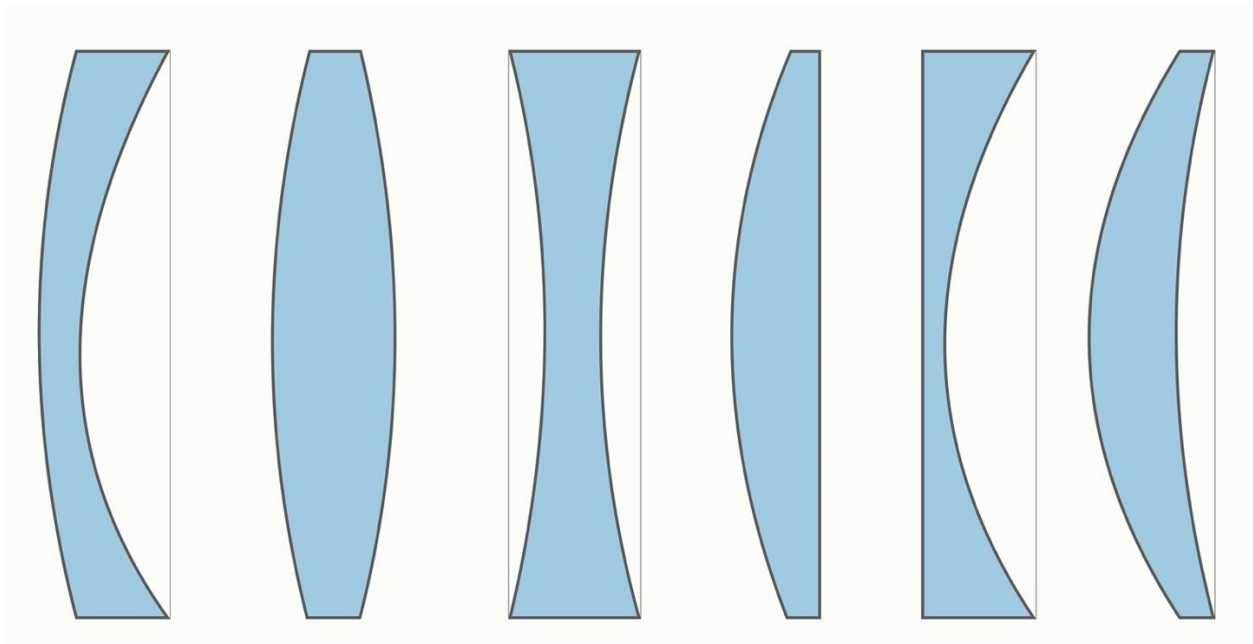
Решение по аналогии с заданием 2.1

Максимальный балл за задание — 9 баллов.

Задание № 3.1

Общее условие:

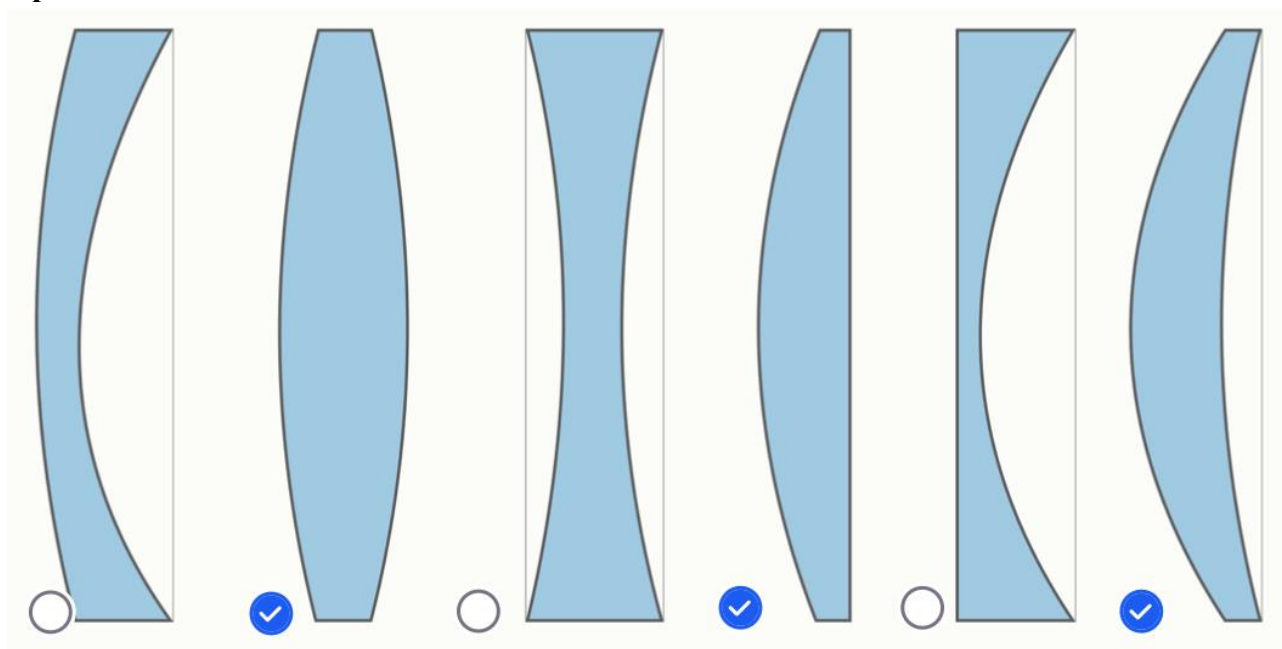
Даны шесть профилей различных тонких линз.



Условие:

Какие из представленных линз являются собирающими?

Правильные ответы:



Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 1 балла.

Штраф за лишний пункт — 1 балл.

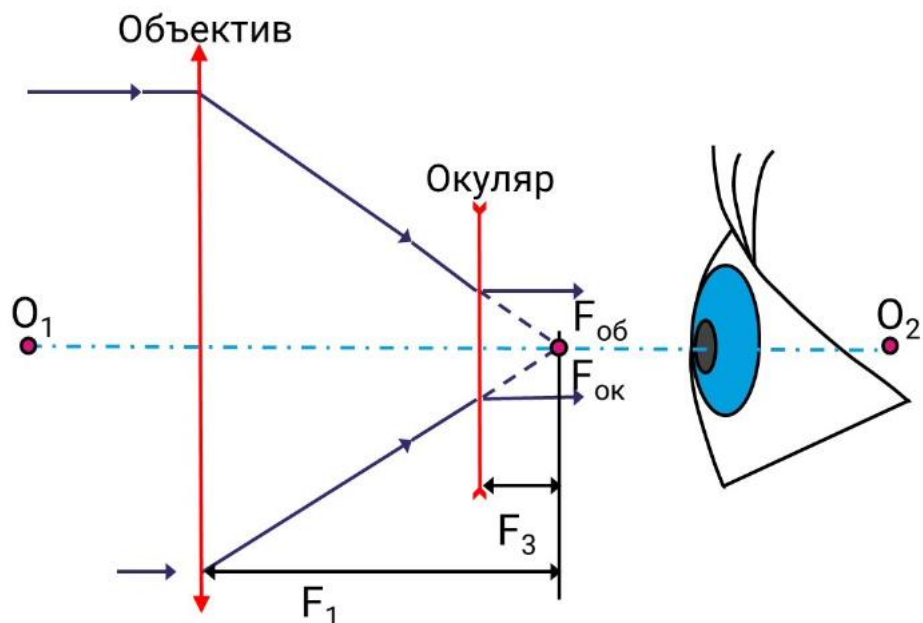
Максимальный балл — 3 балла.

Решение.

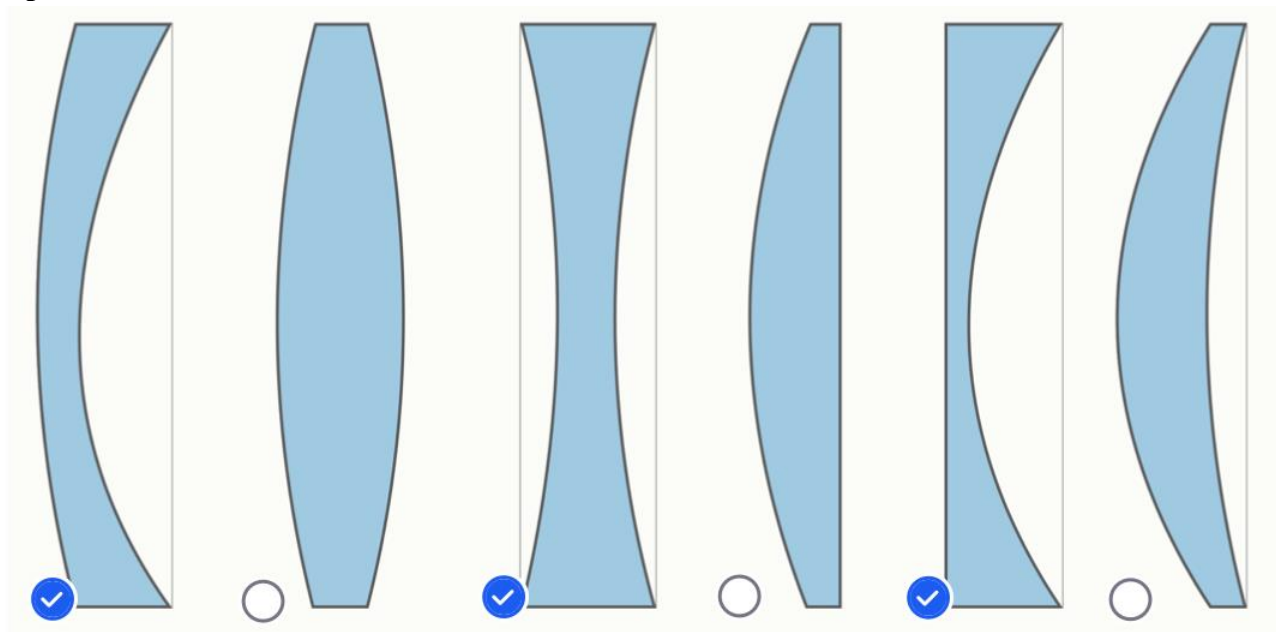
Анализируя профили представленных линз, можно утверждать, что к собирающим можно отнести линзы под номерами: 2,4,6.

Условие:

Какие из представленных линз можно использовать в качестве простейшего окуляра в трубе Галилея?



Правильные ответы:



Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 1 балла.

Штраф за лишний пункт — 1 балл.

Максимальный балл — 3 балла.

Решение.

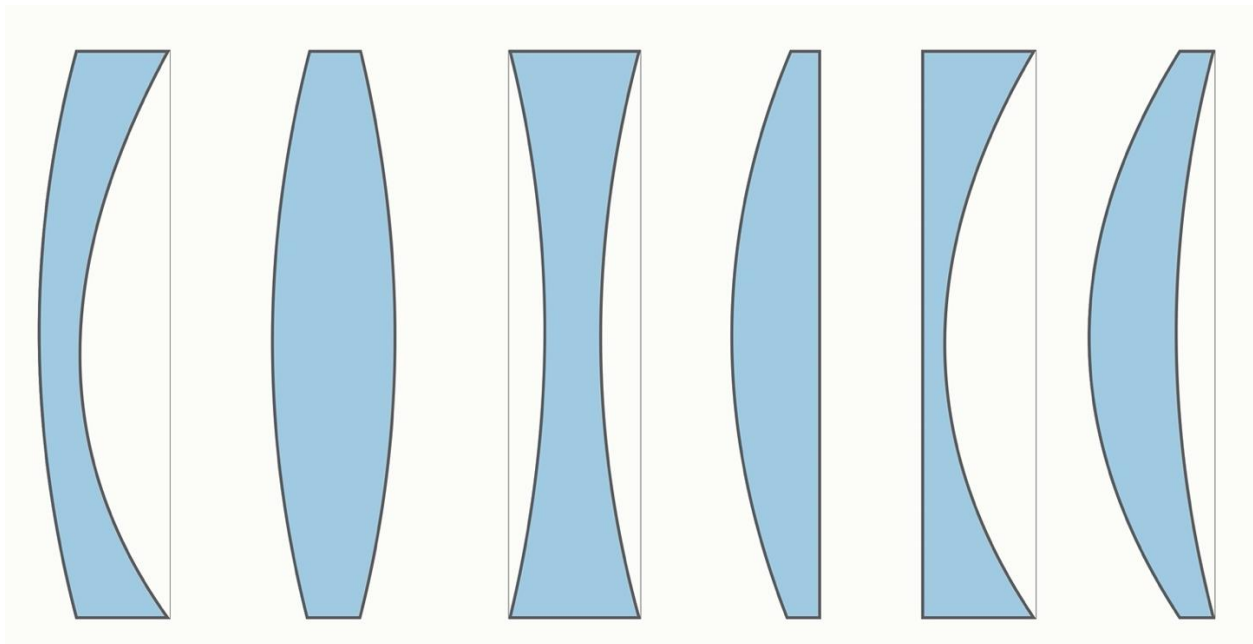
Из рис. 2 видно, что в качестве окуляра трубы Галилея используется рассеивающая линза. К таким можно отнести линзы под номерами 1,3,5 на рис. 1.

Максимальный балл за задание — 6 баллов.

Задание № 3.2

Общее условие:

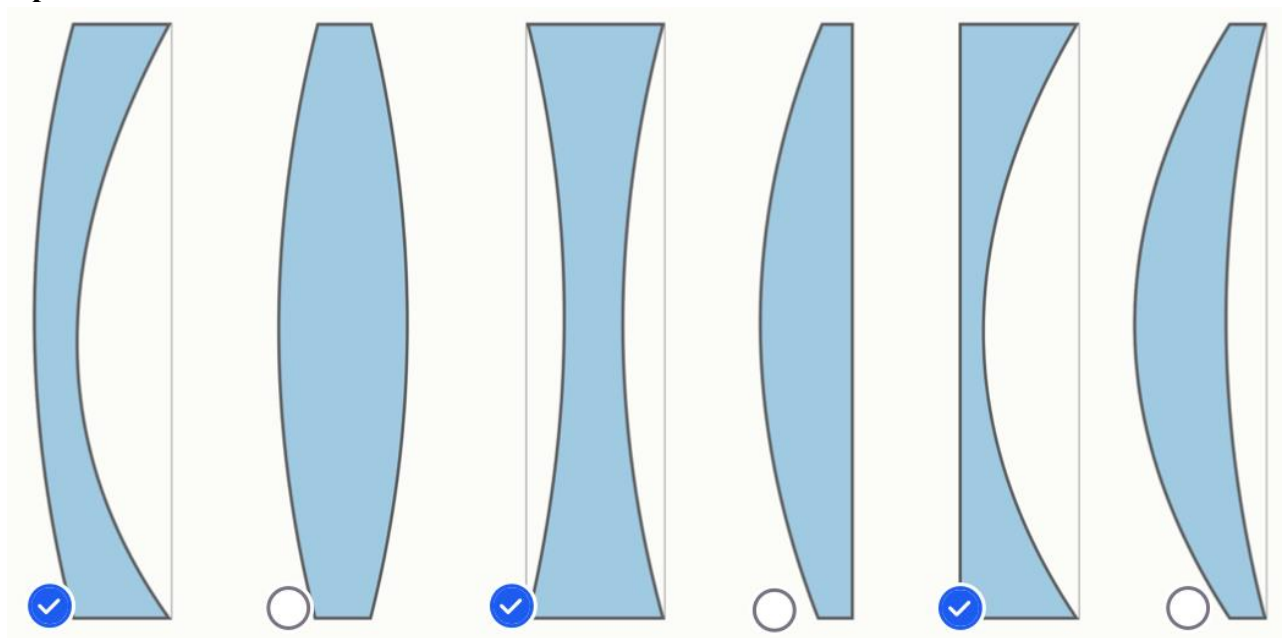
Даны шесть профилей различных тонких линз.



Условие:

Какие из представленных линз являются рассеивающими?

Правильные ответы:



Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 1 балла.

Штраф за лишний пункт — 1 балл.

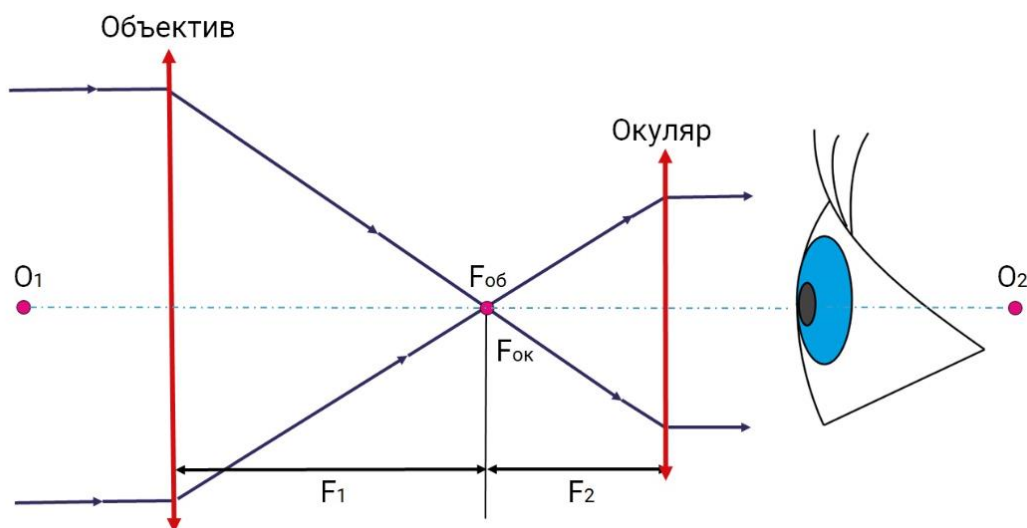
Максимальный балл — 3 балла.

Решение.

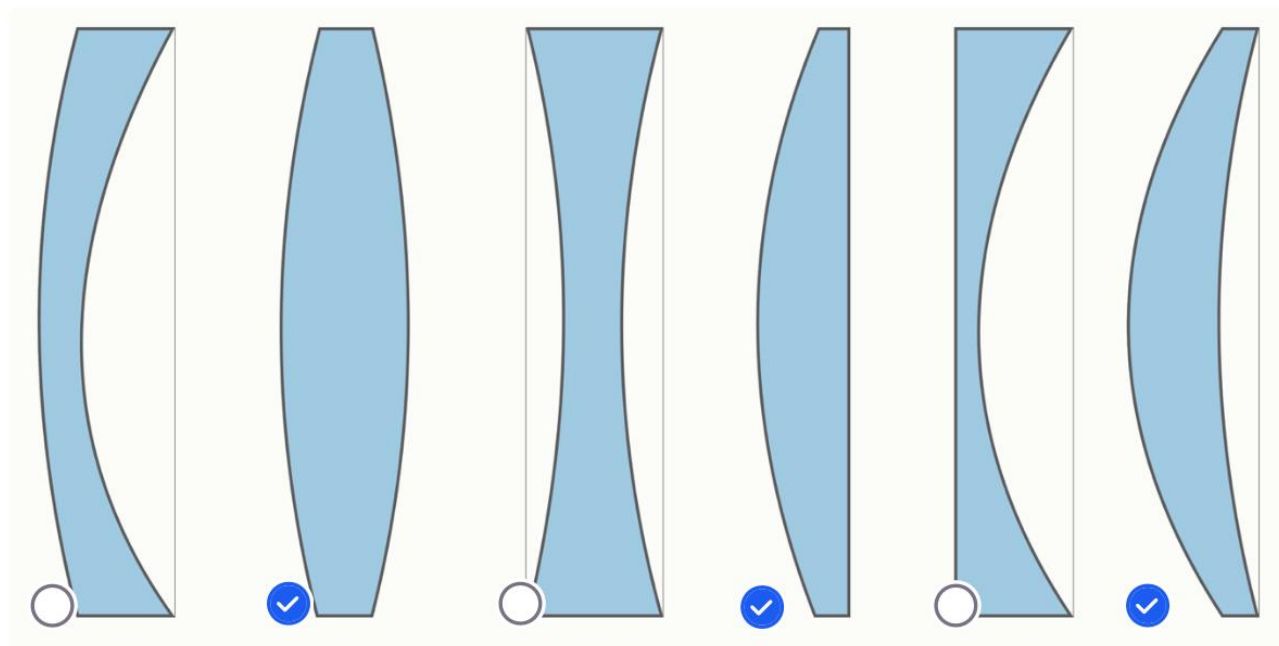
Решение по аналогии с заданием 3.1

Условие:

Какие из представленных линз можно использовать в качестве простейшего окуляра в трубе Кеплера?



Правильные ответы:



Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 1 балла.

Штраф за лишний пункт — 1 балл.

Максимальный балл — 3 балла.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 3.1

Максимальный балл за задание — 6 баллов.

Задание № 4.1

Условие:

Установите соответствие между объектами и утверждениями о них.

Варианты для сопоставления:

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Принадлежит Солнечной системе | <input type="radio"/> Юпитер |
| <input type="radio"/> Принадлежит нашей Галактике | <input type="radio"/> Туманность Андромеды |
| <input type="radio"/> Светит отражённым светом | <input type="radio"/> Плеяды |
| | <input type="radio"/> Ганимед |
| | <input type="radio"/> Веста |
| | <input type="radio"/> 1P/Галлея |

Правильные ответы:

<input type="radio"/> Принадлежит Солнечной системе	<input type="radio"/> Юпитер <input type="radio"/> Ганимед <input type="radio"/> Веста <input type="radio"/> 1P/Галлея
<input type="radio"/> Принадлежит нашей Галактике	<input type="radio"/> Юпитер <input type="radio"/> Плеяды <input type="radio"/> Ганимед <input type="radio"/> Веста <input type="radio"/> 1P/Галлея
<input type="radio"/> Светит отражённым светом	<input type="radio"/> Юпитер <input type="radio"/> Ганимед <input type="radio"/> Веста <input type="radio"/> 1P/Галлея

За каждую верную пару — 1 балл.

Максимальный балл — 13 баллов.

Решение.

Очевидно, что Солнечной системе принадлежат следующие объекты: Юпитер, Ганимед, Веста, 1P/Галлея.

Нашей Галактике принадлежат следующие объекты: Юпитер, Плеяды, Ганимед, Веста, 1P/Галлея.

Светят отраженным светом следующие объекты: Юпитер, Ганимед, Веста, 1P/Галлея.

Задание № 4.2

Условие:

Установите соответствие между объектами и утверждениями о них.

Варианты для сопоставления:

- | | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Принадлежит Солнечной системе | <input type="radio"/> Сатурн |
| <input type="radio"/> Принадлежит нашей Галактике | <input type="radio"/> Туманность Треугольника |
| <input type="radio"/> Светит отражённым светом | <input type="radio"/> Гиады |
| | <input type="radio"/> Титан |
| | <input type="radio"/> Юнона |
| | <input type="radio"/> 2P/Энке |

Правильные ответы:

<input type="radio"/> Принадлежит Солнечной системе	<input type="radio"/> Сатурн <input type="radio"/> Титан <input type="radio"/> Юнона <input type="radio"/> 2P/Энке
<input type="radio"/> Принадлежит нашей Галактике	<input type="radio"/> Сатурн <input type="radio"/> Гиады <input type="radio"/> Титан <input type="radio"/> Юнона <input type="radio"/> 2P/Энке
<input type="radio"/> Светит отражённым светом	<input type="radio"/> Сатурн <input type="radio"/> Титан <input type="radio"/> Юнона <input type="radio"/> 2P/Энке

За каждую верную пару — 1 балл.

Максимальный балл — 13 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 4.1

Задание № 5.1

Условие:

Установите соответствие между характеристикой места наблюдения и изменением, которое происходит при увеличении его широты от 0° до 90° .

Варианты ответов:

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Угловая скорость суточного вращения места наблюдения | <input type="radio"/> Увеличивается |
| <input type="radio"/> Линейная скорость суточного вращения места наблюдения | <input type="radio"/> Уменьшается |
| | <input type="radio"/> Не изменяется |
| | <input type="radio"/> Изменяется периодически по гармоническому закону |

Правильные ответы:

<input type="radio"/> Угловая скорость суточного вращения места наблюдения	<input type="radio"/> Не изменяется
<input type="radio"/> Линейная скорость суточного вращения места наблюдения	<input type="radio"/> Уменьшается

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл — 4 балла.

Решение.

Угловую скорость суточного вращения можно представить в виде:

$$\omega = \frac{2\pi}{T},$$

где T — период суточного вращения Земли. Поскольку Земля является твердым телом, а все его точки движутся с одинаковым периодом, следовательно и угловая скорость всех точек тела Земли одна и та же. Т.о., она не зависит от широты места наблюдения и потому не изменяется.

Линейную скорость суточного вращения можно представить в виде:

$$V = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi R \sin \varphi \quad (1)$$

здесь r — радиус географической параллели, который можно записать как $r = R \sin \varphi$, R — средний радиус Земли, φ — широта места наблюдения. Из формулы (1) очевидно, что с увеличением φ скорость V уменьшается.

Условие:

Определите радиус географической параллели г. Самары (широта $\varphi = 53^\circ 12'$, долгота — $\lambda = 50^\circ 06'$). Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Правильный ответ: 3850; [3800;3900]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Радиус географической параллели г. Самары есть

$$r = R_{\oplus} \cos \varphi = 3816 \text{ км.}$$

Условие:

Определите линейную скорость суточного вращения г. Самары (широта $\varphi = 53^\circ 12'$, долгота $\lambda = 50^\circ 06'$). Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

Радиус Земли считать равным 6371 км.

Правильный ответ: 280; [275;285]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

С использованием формулы (1) получаем значение линейной скорости суточного вращения г. Самары $V = 278 \text{ м/с}$.

Максимальный балл за задание — 16 баллов.

Задание № 5.2

Условие:

Установите соответствие между характеристикой места наблюдения и изменением, которое происходит при уменьшении его широты от 0° до -90° .

Варианты ответов:

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Угловая скорость суточного вращения места наблюдения | <input type="radio"/> Увеличивается |
| <input type="radio"/> Линейная скорость суточного вращения места наблюдения | <input type="radio"/> Уменьшается |
| | <input type="radio"/> Не изменяется |
| | <input type="radio"/> Изменяется периодически по гармоническому закону |

Правильные ответы:

<input type="radio"/> Угловая скорость суточного вращения места наблюдения	<input type="radio"/> Не изменяется
<input type="radio"/> Линейная скорость суточного вращения места наблюдения	<input type="radio"/> Уменьшается

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл — 4 балла.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 5.1

Условие:

Определите радиус географической параллели г. Санкт-Петербурга (широта $\phi = 59^\circ 57'$, долгота $-\lambda = 30^\circ 19'$). Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Правильный ответ: 3195; [3180;3210]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 5.1

Условие:

Определите линейную скорость суточного вращения г. Санкт-Петербурга (широта $\phi = 59^\circ 57'$, долгота $-\lambda = 30^\circ 19'$). Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

Радиус Земли считать равным 6371 км.

Правильный ответ: 232.5; [225;240]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 5.1

Максимальный балл за задание — 16 баллов.

Задание № 6.1

Условие:

Установите соответствие между характеристиками некоторых примечательных точек земного шара и значениями их географической широты.

Варианты ответов:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ В ясный полдень дня равноденствия человек не отбрасывает тени ○ Высота Полярной звезды равна её зенитному расстоянию ○ Полярный день можно наблюдать лишь вблизи солнцестояний | <ul style="list-style-type: none"> ○ $0^{\circ}00'$ ○ $23^{\circ}26'$ ○ $45^{\circ}00'$ ○ $66^{\circ}34'$ ○ $90^{\circ}00'$ ○ $-23^{\circ}26'$ ○ $-66^{\circ}34'$ ○ $-90^{\circ}00'$ |
|--|--|

Правильные ответы:

○ В ясный полдень дня равноденствия человек не отбрасывает тени	○ $0^{\circ}00'$
○ Высота Полярной звезды равна её зенитному расстоянию	○ $45^{\circ}00'$
○ Полярный день можно наблюдать лишь вблизи солнцестояний	○ $66^{\circ}34'$ ○ $-66^{\circ}34'$

За каждую верную пару — 3 балла.

Штраф за неверную пару — 1 балл.

Максимальный балл — 12 баллов.

Решение.

1. Если в ясный полдень дня равноденствия человек не отбрасывает тени, значит Солнце в этот момент находится в зените. Следовательно, широта местоположения человека равна склонению Солнца, которое в эти сутки равно нулю. Значит широта этих точек равна нулю, т.е. человек находится на географическом экваторе.

2. Если высота h_* Полярной звезды равна её зенитному расстоянию z_* , и при этом выполняется равенство вида:

$$h_* + z_* = 90^{\circ}, \Rightarrow 2h_* = 90^{\circ}, \Rightarrow h_* = 45^{\circ}.$$

Согласно теореме о связи широты местности и высоты полюса мира, искомая широта есть $\varphi = h_* = 45^{\circ}$.

3. Полярный день лишь вблизи солнцестояний наблюдается лишь на полярных кругах, широты которых $\pm 66^{\circ}34'$.

Задание № 6.2

Условие:

Установите соответствие между характеристиками некоторых примечательных точек земного шара и значениями их географической широты.

Варианты ответов:

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Полярная звезда видна на горизонте | <input type="radio"/> $0^{\circ}00'$ |
| <input type="radio"/> Высота Полярной звезды равна | <input type="radio"/> $23^{\circ}26'$ |
| наибольшей высоте экваториальной | <input type="radio"/> $45^{\circ}00'$ |
| звезды | <input type="radio"/> $66^{\circ}34'$ |
| <input type="radio"/> Можно наблюдать Солнце в зените | <input type="radio"/> $90^{\circ}00'$ |
| лишь один раз в году | <input type="radio"/> $-23^{\circ}26'$ |
| | <input type="radio"/> $-66^{\circ}34'$ |
| | <input type="radio"/> $-90^{\circ}00'$ |

Правильные ответы:

<input type="radio"/> Полярная звезда видна на горизонте	<input type="radio"/> $0^{\circ}00'$
<input type="radio"/> Высота Полярной звезды равна наибольшей высоте экваториальной звезды	<input type="radio"/> $45^{\circ}00'$
<input type="radio"/> Можно наблюдать Солнце в зените лишь один раз в году	<input type="radio"/> $23^{\circ}26'$ <input type="radio"/> $-23^{\circ}26'$

За каждую верную пару — 3 балла.

Штраф за неверную пару — 1 балл.

Максимальный балл — 12 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Условие:

Выберите верные утверждения о конфигурациях.

Внутренняя планета образует вместе с Солнцем и Землей прямоугольный треугольник:

Варианты ответов:

- ☐ Верхнее соединение
- ☐ Нижнее соединение
- ☐ Восточная элонгация
- ☐ Западная элонгация

Правильные ответы:

- ☐ Восточная элонгация
- ☐ Западная элонгация

Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 2 балла.

Штраф за лишний пункт — 2 балл.

Максимальный балл — 4 балла.

Решение.

Внутренняя планета образует вместе с Солнцем и Землей прямоугольный треугольник лишь в восточной и западной элонгациях.

Условие:

Угловой диаметр внутренней планеты достигает максимального значения:

Варианты ответов:

- ☐ Верхнее соединение
- ☐ Нижнее соединение
- ☐ Восточная элонгация
- ☐ Западная элонгация

Правильный ответ:

- ☐ Нижнее соединение

Точное совпадение ответа — 3 баллов.

Решение.

Угловой диаметр внутренней планеты достигает максимального значения в точке, в которой её геоцентрическое расстояние минимально, т.е. в нижнем соединении.

Условие:

Внешняя планета расположена (почти) на одной прямой с Солнцем и Землей:

Варианты ответов:

- Соединение
- Противостояние
- Восточная квадратура
- Западная квадратура

Правильные ответы:

- Соединение
- Противостояние

Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 2 балла.

Штраф за лишний пункт — 2 балл.

Максимальный балл — 4 балла.

Решение.

Внешняя планета расположена (почти) на одной прямой с Солнцем и Землей лишь в соединении и противостоянии.

Условие:

Определите расстояние между Землей и Венерой в момент, когда последняя наблюдалась в наибольшей восточной элонгации. Радиусы круговых орбит планет равны 1.000 а.е. и 0.723 а.е. соответственно, 1 а.е. = 149.6 млн км. Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых.

Правильный ответ: 103; [103;104]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Поскольку Солнце, Земля и Венера образуют прямоугольный треугольник, когда последняя находится в наибольшей восточной элонгации, то искомое расстояние легко определить по теореме Пифагора:

$$\Delta = 149.6 \text{ млн км} \times \sqrt{a_{\oplus}^2 - a_p^2} = 103 \text{ млн км.}$$

Максимальный балл за задание — 17 баллов.

Задание № 7.2

Условие:

Выберите верные утверждения о конфигурациях.

Нижняя планета расположена (почти) на одной прямой с Солнцем и Землей:

Варианты ответов:

- ☐ Верхнее соединение
- ☐ Нижнее соединение
- ☐ Восточная элонгация
- ☐ Западная элонгация

Правильные ответы:

- ☐ Верхнее соединение
- ☐ Нижнее соединение

Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 2 балла.

Штраф за лишний пункт — 2 балл.

Максимальный балл — 4 балла.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 7.1

Условие:

Угловой диаметр внешней планеты достигает максимального значения:

Варианты ответов:

- ☐ Соединение
- ☐ Противостояние
- ☐ Восточная квадратура
- ☐ Западная квадратура

Правильный ответ:

- ☐ Противостояние

Точное совпадение ответа — 3 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 7.1

Условие:

Внешняя планета образует вместе с Солнцем и Землей прямоугольный треугольник:

Варианты ответов:

- ☐ Соединение
- ☐ Противостояние
- ☐ Восточная квадратура

- Западная квадратура

Правильные ответы:

- Восточная квадратура
- Западная квадратура

Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 2 балла.

Штраф за лишний пункт — 2 балл.

Максимальный балл — 4 балла.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 7.1

Условие:

Определите расстояние между Землей и Марсом в момент, когда последний наблюдался в восточной квадратуре. Радиусы круговых орбит планет равны 1.000 а.е. и 1.523 а.е. соответственно, 1 а.е. = 149.6 млн км. Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых.

Правильный ответ: 172; [172;173]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 7.1

Максимальный балл за задание — 17 баллов.

Задание № 8.1

Условие:

Масса Солнца равна $1.99 \cdot 10^{30}$ кг, а масса одного атома водорода составляет $1.67 \cdot 10^{-27}$ кг. Полагая, что звезда состоит лишь из водорода, а галактика *Млечный Путь* состоит из 400 млрд звёзд, подобных Солнцу, оцените количество атомов, содержащихся в этой галактике. Ответ должен иметь представление вида:

$$K \cdot 10^E$$

где K — коэффициент, округлённый до десятых, E степень числа 10, округлённая до целых и задающая порядок величины.

Правильный ответ: $4.8 \cdot 10^{68}$

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Точное совпадение ответа — 5 балла.

Максимальный балл – 7 баллов.

Решение.

$$N_a = \frac{M_{\odot} N_{*}}{m_0} = \frac{1.99 \cdot 10^{30} \text{ кг} \times 4 \cdot 10^{11}}{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 4.8 \cdot 10^{68}.$$

Задание № 8.2

Условие:

Масса Солнца равна $1.99 \cdot 10^{30}$ кг, а масса одного атома водорода составляет $1.67 \cdot 10^{-27}$ кг. Полагая, что звезда состоит лишь из водорода, а галактика *Туманность Андромеды* состоит из 1000 млрд звёзд, подобных Солнцу, оцените количество атомов, содержащихся в этой галактике. Ответ должен иметь представление вида:

$$K \cdot 10^E$$

где K — коэффициент, округлённый до десятых, E степень числа 10, округлённая до целых и задающая порядок величины.

Правильный ответ: $1.2 \cdot 10^{69}$

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Точное совпадение ответа — 5 балла.

Максимальный балл – 7 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 8.1

Задание № 9.1

Условие:

Два города *A* и *B* находятся на одном географическом меридиане, симметрично относительно экватора. Их географические широты равны $+5^\circ$ и -5° , соответственно. Определите расстояние по поверхности Земли между городами. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Длина дуги меридиана (от северного полюса до южного полюса) равна 20004 км.

Правильный ответ: 1110; [1100;1120].

Точное совпадение ответа — 7 баллов.

Решение.

Как известно, длина дуги меридиана (от северного полюса до южного полюса) равна 20004 км и соответствует дуге в 180° . Тогда дуга меридиана в 10° должна иметь длину:

$$L = \frac{20004 \text{ км}}{180^\circ} \times 10^\circ = 1111 \text{ км.}$$

Задание № 9.2

Условие:

Два города A и B находятся на одном географическом меридиане, симметрично относительно экватора. Их географические широты равны $+10^\circ$ и -5° , соответственно. Определите расстояние по поверхности Земли между городами. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Длина дуги меридиана (от северного полюса до южного полюса) равна 20004 км.

Правильный ответ: 2225; [2210;2240].

Точное совпадение ответа — 7 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 10.1

Условие:

Шаровое скопление М13 содержит приблизительно 150 тысяч звёзд и имеет диаметр 50 пк. Оцените среднюю концентрацию звёзд (количество звёзд, приходящихся на единицу объёма) в этом скоплении. Ответ выразите в пк^{-3} , округлите до десятых.

Принять, что скопление имеет форму шара. Формула для объёма шара:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3,$$

где R – радиус шара, $\pi = 3.14$.

Правильный ответ: 2.3; [2.2;2.4]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Среднюю концентрацию звёзд в этом скоплении, согласно определению, можно записать так

$$n = \frac{N_*}{V} = \frac{N_*}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{3}{4} \frac{N_*}{\pi R^3} = \frac{1.5 \cdot 10^5}{65450} = 2.3 \text{ пк}^{-3}.$$

Задание № 10.2

Условие:

Шаровое скопление M22 содержит приблизительно 185 тысяч звёзд и имеет диаметр 30 пк. Оцените среднюю концентрацию звёзд (количество звёзд, приходящихся на единицу объёма) в этом скоплении. Ответ выразите в пк⁻³, округлите до десятых.

Принять, что скопление имеет форму шара. Формула для объёма шара:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

где R – радиус шара, $\pi = 3.14$.

Правильный ответ: 6.1; [6.0;6.1]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Решение по аналогии с заданием 10.1