

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 11 класса

2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

### Задание № 1.1

---

#### Условие:

Как известно, в Солнечной системе основным источником энергии, переносимой электромагнитными волнами, является Солнце.

Расставьте перечисленные дни года в порядке увеличения количества энергии, получаемой единичной площадкой поверхности Земли (на территории РФ) в истинный полдень за единицу времени.

#### Варианты ответов:

- День зимнего солнцестояния
- День весеннего равноденствия
- День летнего солнцестояния
- День прохождения Землей перигелия своей орбиты (2-5 января)

#### Правильный ответ:

- День зимнего солнцестояния
- День прохождения Землей перигелия своей орбиты (2-5 января)
- День весеннего равноденствия
- День летнего солнцестояния

**Точное совпадение ответа — 1 балл.**

**Максимальный балл — 4 балла.**

#### Решение.

Количество энергии, получаемой площадкой  $S$  поверхности Земли за единицу времени определяет световой поток:

$$\Phi = I * S \cos \alpha,$$

здесь  $I$  – интенсивность падающего света,  $S$  – величина площадки, на которую падает свет,  $\alpha$  – угол падения световых лучей. Если Земля есть шар, то угол падения равен зенитному расстоянию Солнца  $z_{\odot} = 90^{\circ} - h_{\odot}$ , где  $h_{\odot}$  – полуденная высота Солнца. В итоге искомый поток можно записать так

$$\Phi = I * S \sin h_{\odot}.$$

Из последнего выражения следует, что чем больше высота Солнца, тем больше энергии падает на данную площадку за единицу времени. В день зимнего солнцестояния эта высота наименьшая, чуть больше она в День прохождения Землей перигелия (2-5 января) своей орбиты. Еще больше она в День весеннего равноденствия и самое большое значение высота принимает в День летнего солнцестояния. Т.о. имеем  $3 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$ .

**Условие:**

В дни равноденствий Солнце в течение суток пересекает небесный экватор. В какой точке экватора должно пребывать Солнце, чтобы солнечная энергия, падающая за единицу времени на поверхность Земли (на территории РФ), была максимальной? Необходимо принять во внимание, что атмосфера Земли способна поглощать солнечный свет.

**Варианты ответов:**

- ☐ Северная точка экватора
- ☐ Южная точка экватора
- ☐ Точка востока
- ☐ Точка запада

**Правильный ответ:**

- ☐ Южная точка экватора

**Точное совпадение ответа — 3 балла.**

*Решение.*

По тем же соображениям высота Солнца в южной точке экватора будет наибольшей.

**Максимальный балл за задание — 7 баллов.**

## Задание № 1.2

---

### Условие:

Как известно, в Солнечной системе основным источником энергии, переносимой электромагнитными волнами, является Солнце.

Расставьте перечисленные дни года в порядке уменьшения количества энергии, получаемой единичной площадкой поверхности Земли (на территории РФ) в истинный полдень за единицу времени.

### Варианты ответов:

- ☐ День зимнего солнцестояния
- ☐ День весеннего равноденствия
- ☐ День летнего солнцестояния
- ☐ День прохождения Землей перигелия своей орбиты (2-5 января)

### Правильный ответ:

- ☐ День летнего солнцестояния
- ☐ День весеннего равноденствия
- ☐ День прохождения Землей перигелия своей орбиты (2-5 января)
- ☐ День зимнего солнцестояния

**Точное совпадение ответа — 1 балл.**

**Максимальный балл — 4 балла.**

*Решение.*

Решение по аналогии с заданием 1.1

### Условие:

В дни равноденствий Солнце в течение суток пересекает небесный экватор. В какой точке экватора должно пребывать Солнце, чтобы его высота над горизонтом была максимальной на территории Московской области?

### Варианты ответов:

- ☐ Северная точка экватора
- ☐ Южная точка экватора
- ☐ Точка востока
- ☐ Точка запада

### Правильный ответ:

- ☐ Южная точка экватора

**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.

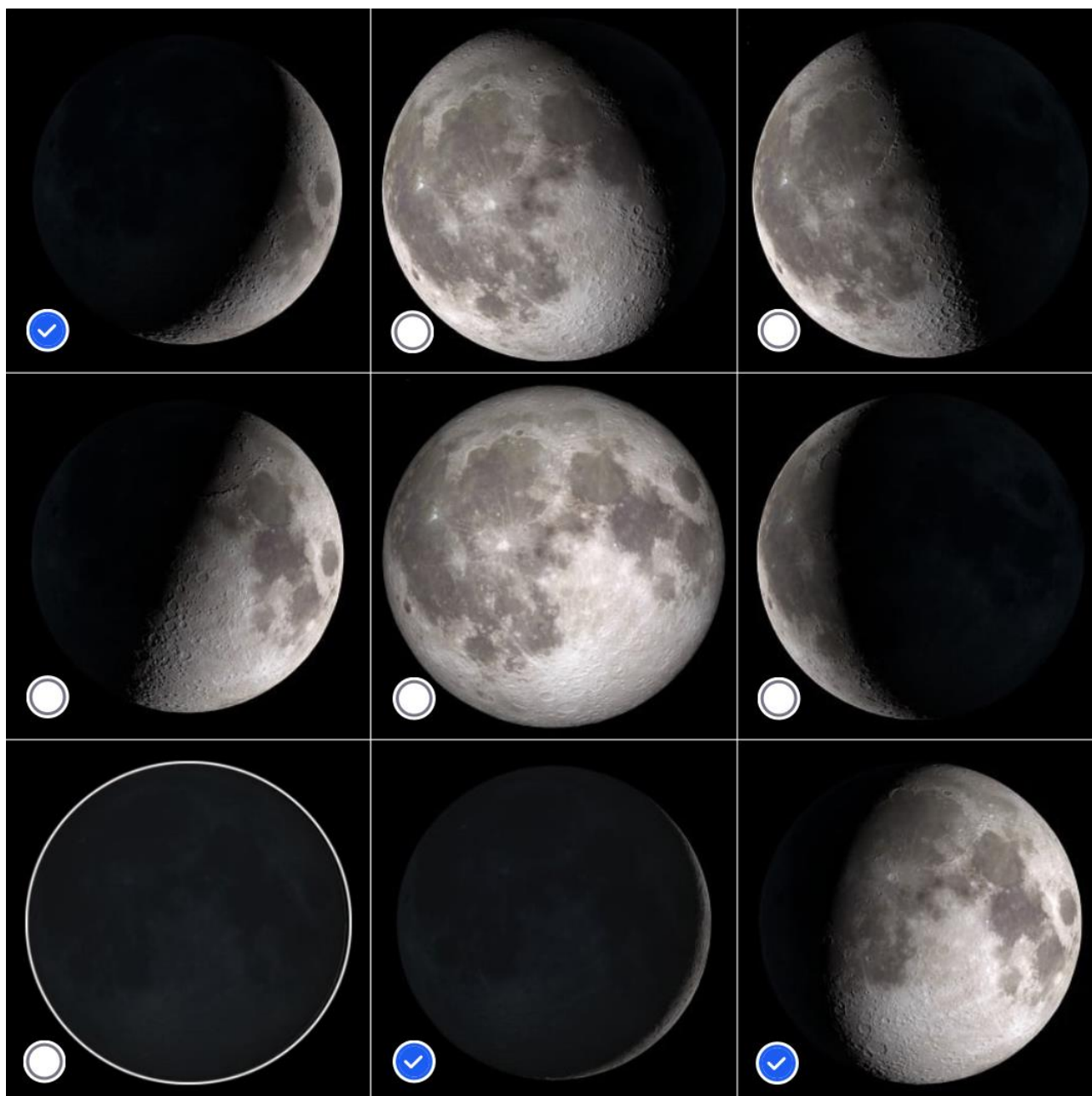


### Условие:

Выберите изображения, отвечающие фазам, наблюдаемым в первой половине синодического месяца.

*Новолуние, полнолуние и первую четверть не учитывать.*

### Правильные ответы:



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

**Штраф за лишний пункт — 0 балл.**

**Максимальный балл — 6 баллов.**

*Решение.*

Луна в первой половине синодического месяца является растущей, тогда ей соответствуют номера изображений 1,8,9.

**Условие:**

Выберите изображения, отвечающие фазе, в которой Луна располагается на максимальном угловом расстоянии от Солнца:

**Правильный ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 балла.**

*Решение.*

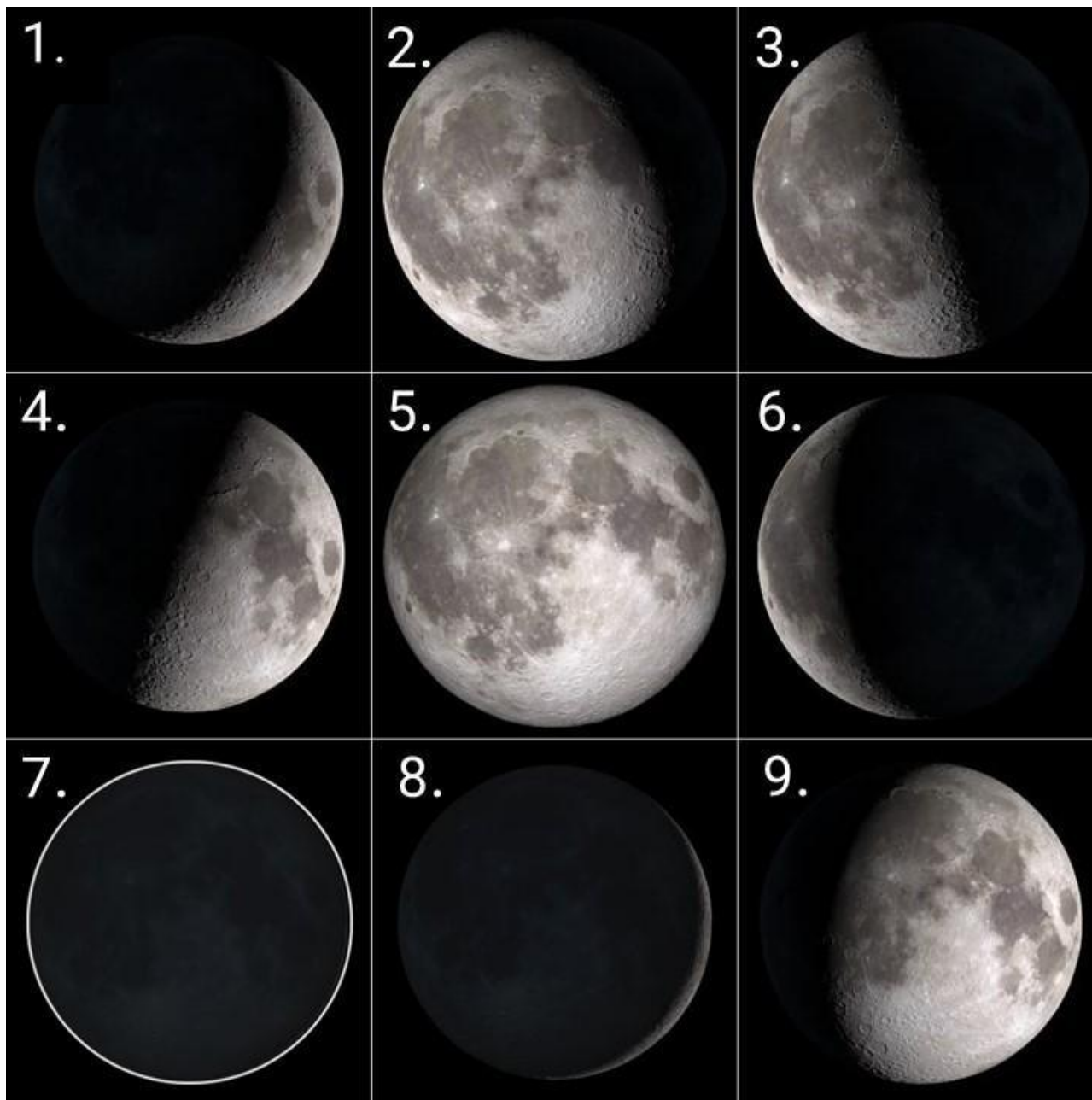
Луна располагается на максимальном угловом расстоянии от Солнца в фазе полнолуния. Указанная фаза представлена на рисунке под номером 5.

**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.



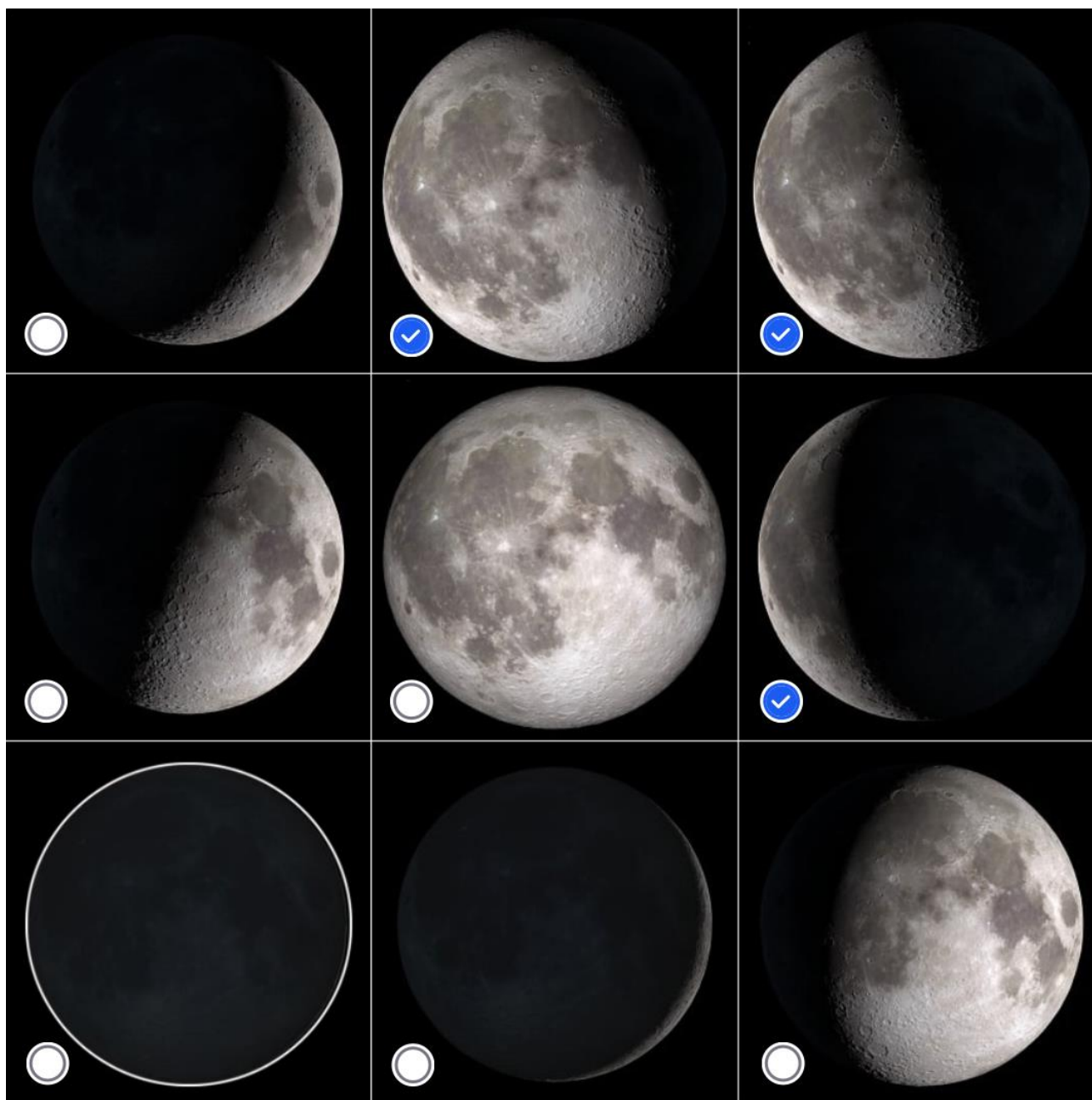
### Условие:

Выберите изображения, отвечающие фазам, наблюдаемым во второй половине синодического месяца.

*Новолуние и полнолуние не учитывать.*

### Правильные ответы:





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

**Штраф за лишний пункт — 0 балл.**

**Максимальный балл — 6 баллов.**

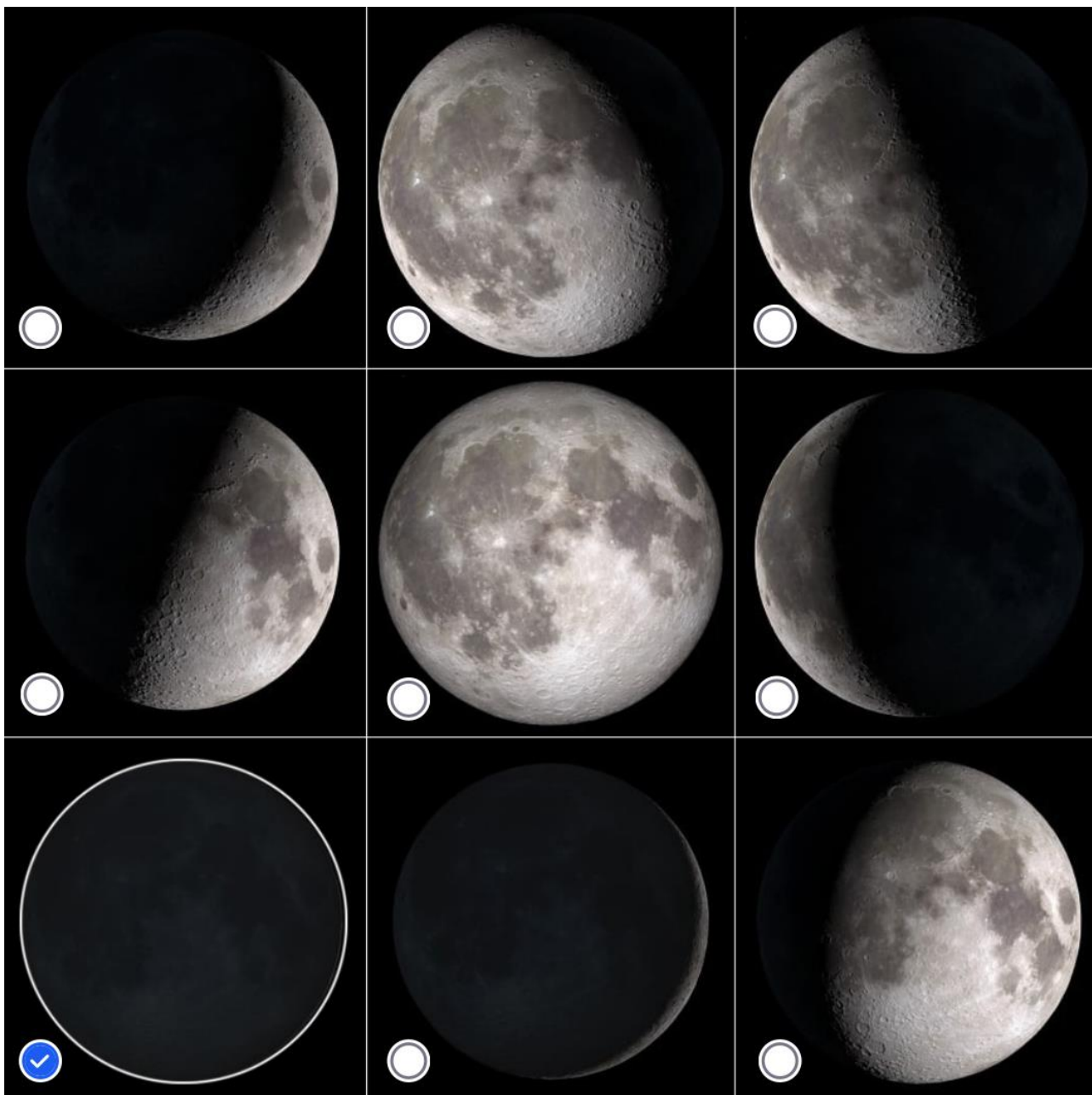
*Решение.*

Решение по аналогии с заданием 2.1

**Условие:**

Выберите изображения, отвечающие фазе, в которой Луна располагается на минимальном угловом расстоянии от Солнца:

**Правильный ответ:**



Точное совпадение ответа — 3 балла.

*Решение.*

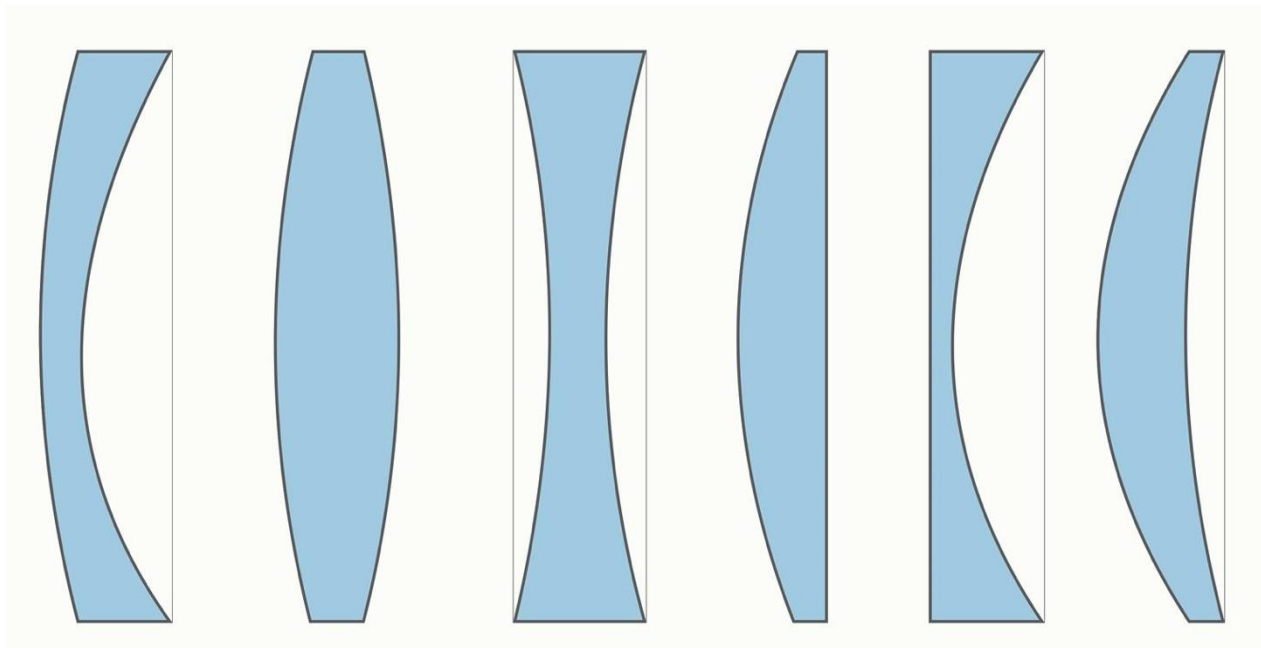
Решение по аналогии с заданием 2.1

Максимальный балл за задание — 9 баллов.

### Задание № 3.1

#### Общее условие:

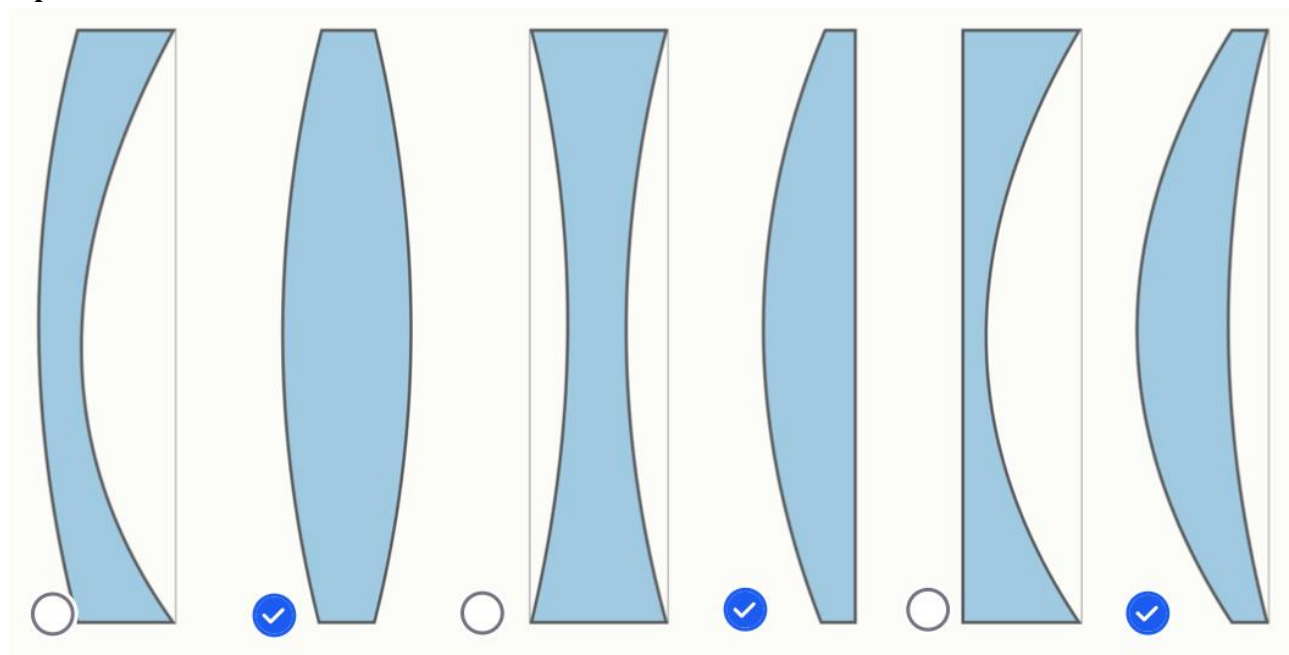
Даны шесть профилей различных тонких линз.



#### Условие:

Какие из представленных линз позволяют в ясный день сильно нагреть и даже поджечь лист бумаги с помощью солнечного света?

#### Правильные ответы:



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

Штраф за лишний пункт — 1 балл.

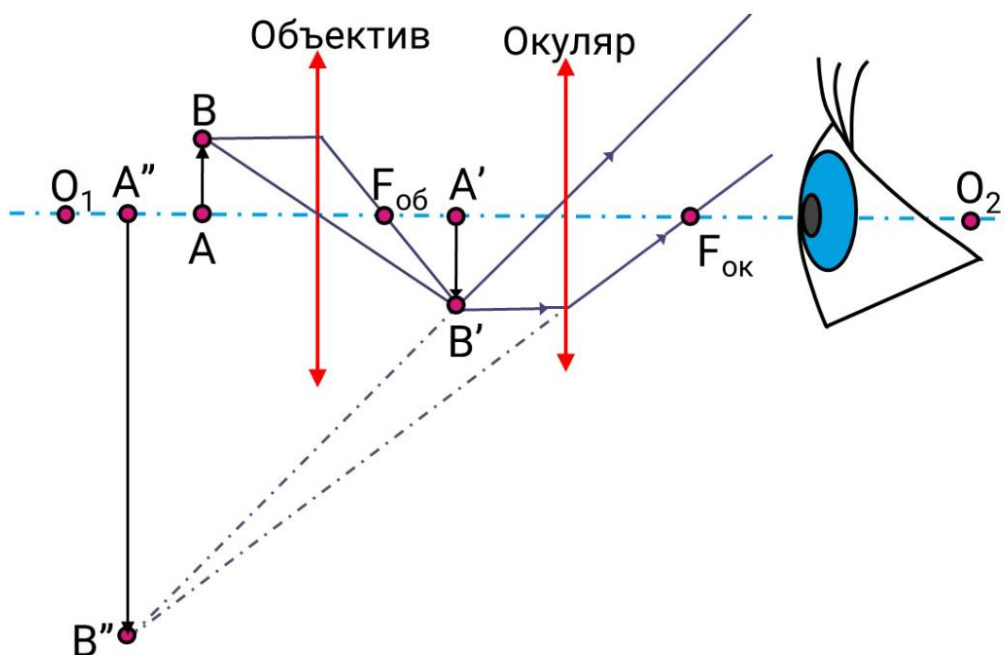
Максимальный балл — 3 балла.

*Решение.*

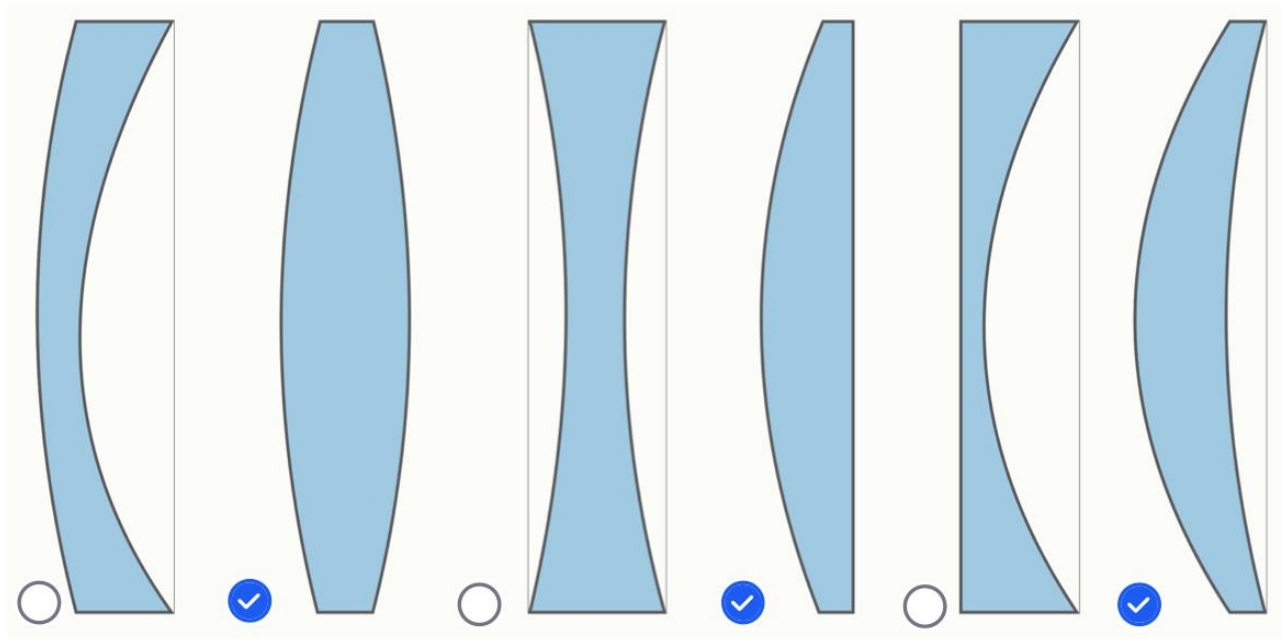
В ясный день, с помощью солнечного света можно сильно нагреть и даже под жечь лист бумаги лишь с помощью собирающих линз, которые способны создавать действительное изображение Солнца. К собирающим можно отнести линзы под номерами: 2,4,6.

**Условие:**

Какие из представленных линз можно использовать в качестве простейшего объектива оптического микроскопа?



**Правильные ответы:**



**Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 1 балла.  
Штраф за лишний пункт — 1 балл.**

**Максимальный балл — 3 балла.**

*Решение.*

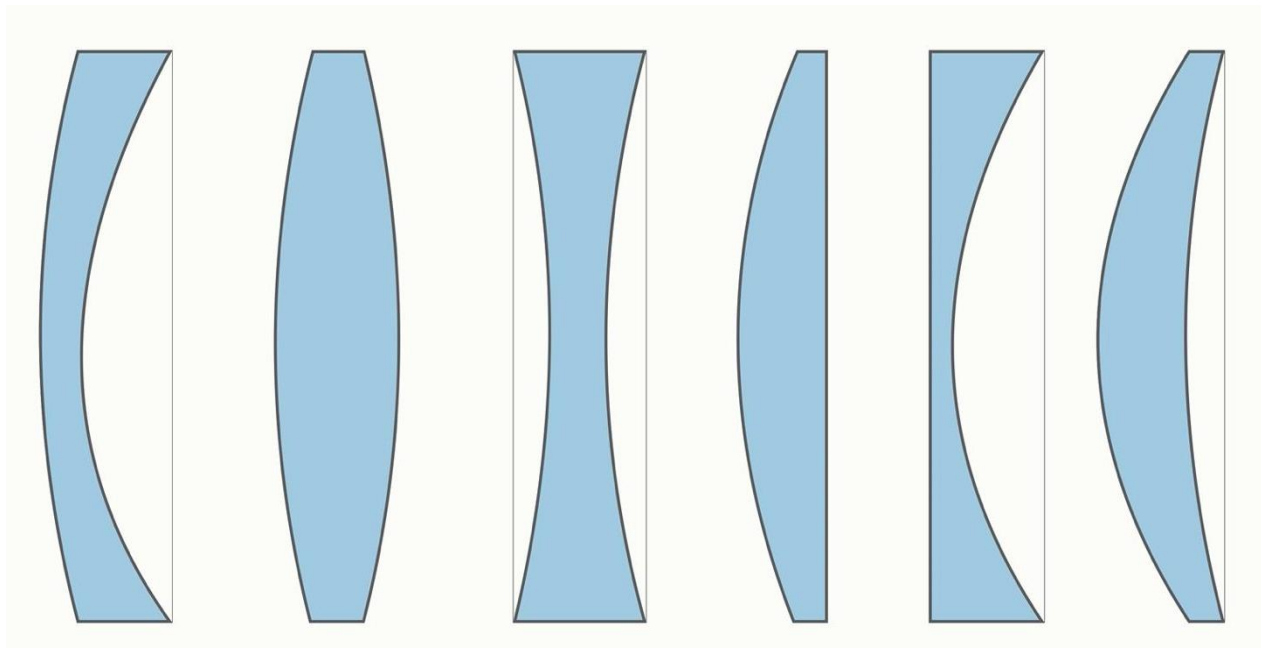
Из рисунка видно, что в качестве объектива используется собирающая линза. К таким можно отнести линзы под номерами 2,4,6.

**Максимальный балл за задание — 6 баллов.**

### Задание № 3.2

#### Общее условие:

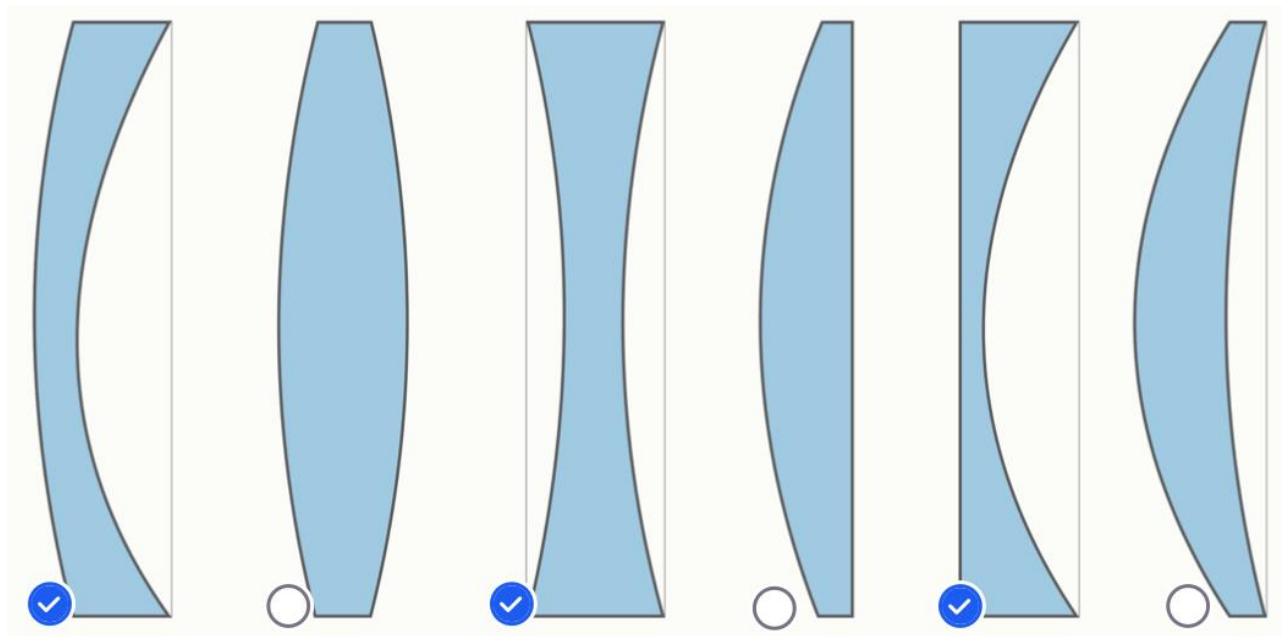
Даны шесть профилей различных тонких линз.



#### Условие:

Какие из представленных линз ни при каких условиях **НЕ** позволяют получить в ясный день изображение Солнца, спроецированное на белый экран?

#### Правильные ответы:



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

Штраф за лишний пункт — 1 балл.

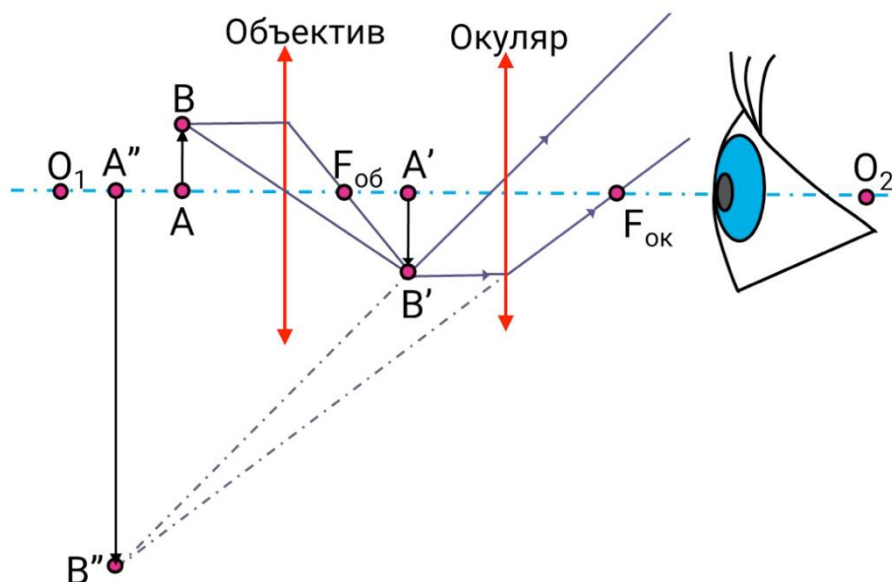
Максимальный балл — 3 балла.

Решение.

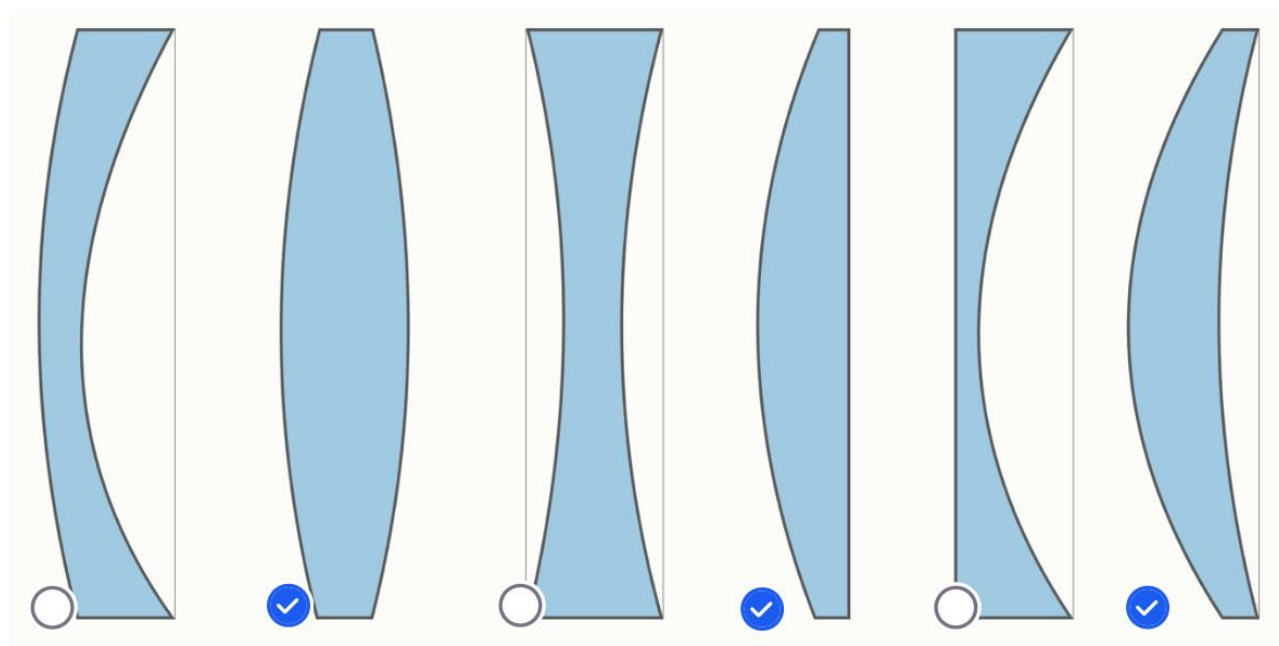
Решение по аналогии с заданием 3.1

**Условие:**

Какие из представленных линз можно использовать в качестве простейшего окуляра оптического микроскопа?



**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"/> Уран                       |
| <input type="radio"/> Принадлежит нашей Галактике   | <input type="radio"/> Большое Магелланово облако |
| <input type="radio"/> Светит отражённым светом      | <input type="radio"/> Ясли (М44)                 |
|   | <input type="radio"/> Рея                        |
|   | <input type="radio"/> Паллада                    |
|   | <input type="radio"/> 67Р/Чурюмова-Герасименко   |

#### Правильные ответы:

<input type="radio"/> Принадлежит Солнечной системе	<input type="radio"/> Уран <input type="radio"/> Рея <input type="radio"/> Паллада <input type="radio"/> 67Р/Чурюмова-Герасименко
<input type="radio"/> Принадлежит нашей Галактике	<input type="radio"/> Уран <input type="radio"/> Ясли (М44) <input type="radio"/> Рея <input type="radio"/> Паллада <input type="radio"/> 67Р/Чурюмова-Герасименко
<input type="radio"/> Светит отражённым светом	<input type="radio"/> Уран <input type="radio"/> Рея <input type="radio"/> Паллада <input type="radio"/> 67Р/Чурюмова-Герасименко

За каждую верную пару — 1 балл.

Штраф за неверную пару — 1 балл.

Максимальный балл — 13 баллов.

#### Решение.

Очевидно, что Солнечной системе принадлежат следующие объекты: Уран, Рея, Паллада, 67Р/Чурюмова-Герасименко.

Нашей Галактике принадлежат следующие объекты: Уран, Ясли (М44), Рея, Паллада, 67Р/Чурюмова-Герасименко.

Светят отраженным светом следующие объекты: Уран, Рея, Паллада, 67Р/Чурюмова-Герасименко.

## Задание № 4.2

### Условие:

Установите соответствие между объектами и утверждениями о них.

### Варианты для сопоставления:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="radio"/> Принадлежит Солнечной системе | <input type="radio"/> Нептун                   |
| <input type="radio"/> Принадлежит нашей Галактике   | <input type="radio"/> Малое Магелланово облако |
| <input type="radio"/> Светит отражённым светом      | <input type="radio"/> Хи и Аш Персея           |
|   | <input type="radio"/> Тритон                   |
|   | <input type="radio"/> Гигия                    |
|   | <input type="radio"/> 4P/Фая                   |

### Правильные ответы:

<input type="radio"/> Принадлежит Солнечной системе	<input type="radio"/> Нептун <input type="radio"/> Тритон <input type="radio"/> Гигия <input type="radio"/> 4P/Фая
<input type="radio"/> Принадлежит нашей Галактике	<input type="radio"/> Нептун <input type="radio"/> Хи и Аш Персея <input type="radio"/> Тритон <input type="radio"/> Гигия <input type="radio"/> 4P/Фая
<input type="radio"/> Светит отражённым светом	<input type="radio"/> Нептун <input type="radio"/> Тритон <input type="radio"/> Гигия <input type="radio"/> 4P/Фая

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  $0^\circ$  до  $90^\circ$ .

#### Варианты ответов:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="radio"/> Период суточного вращения                 | <input type="radio"/> Увеличивается                                    |
| <input type="radio"/> Центробежное ускорение суточного вращения | <input type="radio"/> Уменьшается                                      |
|   | <input type="radio"/> Не изменяется                                    |
|   | <input type="radio"/> Изменяется периодически по гармоническому закону |

#### Правильные ответы:

<input type="radio"/> Период суточного вращения	<input type="radio"/> Не изменяется
<input type="radio"/> Центробежное ускорение суточного вращения	<input type="radio"/> Уменьшается

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл — 4 балла.

*Решение.*

Поскольку Земля является твердым телом, а все его точки движутся с одинаковым периодом, следовательно он не зависит от широты места наблюдения и потому не изменяется.

Центробежное ускорение суточного вращения места наблюдения можно представить

$$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 R_\oplus \cos \varphi}{T^2}, \quad (1)$$

здесь  $r$  — радиус географической параллели, который можно записать как  $r = R_\oplus \cos \varphi$ ,  $R_\oplus$  — средний радиус Земли,  $\varphi$  — широта места наблюдения. Из формулы (1) очевидно, что с увеличением  $\varphi$  ускорение  $a_c$  уменьшается.

#### Условие:

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

**Правильный ответ:** 280; [275;285]

**Точное совпадение ответа — 6 баллов.**

*Решение.*

Линейная скорость суточного вращения г. Самары

$$V = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi R_{\oplus} \cos \varphi}{T} = 278 \text{ м/с},$$

**Условие:**

Чему равно центростремительное ускорение суточного вращения г. Самары (широта  $\varphi = 53^\circ 12'$ , долгота  $-\lambda = 50^\circ 06'$ )? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до тысячных.

*Радиус Земли считать равным 6371 км.*

**Правильный ответ:** 0.020; [0.019;0.021]

**Точное совпадение ответа — 6 баллов.**

*Решение.*

С использованием формулы (1) получаем значение центростремительного ускорения суточного вращения г. Самары  $a_c = 0.020 \text{ м/с}^2$ .

**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  $0^\circ$  до  $-90^\circ$ .

### Варианты ответов:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="radio"/> Период суточного вращения                 | <input type="radio"/> Увеличивается                                    |
| <input type="radio"/> Центробежное ускорение                    | <input type="radio"/> Уменьшается                                      |
| <input type="radio"/> Центробежное ускорение суточного вращения | <input type="radio"/> Не изменяется                                    |
|   | <input type="radio"/> Изменяется периодически по гармоническому закону |

### Правильные ответы:

<input type="radio"/> Период суточного вращения	<input type="radio"/> Не изменяется
<input type="radio"/> Центробежное ускорение суточного вращения	<input type="radio"/> Уменьшается

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл — 4 балла.

*Решение.*

Решение по аналогии с заданием 5.1

### Условие:

Чему равна линейная скорость суточного вращения г. Санкт-Петербурга (широта  $\phi = 59^\circ 57'$ , долгота  $-\lambda = 30^\circ 19'$ )? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целых.

**Правильный ответ:** 231.5; [225;240]

**Точное совпадение ответа — 6 баллов.**

*Решение.*

Решение по аналогии с заданием 5.1

### Условие:

Чему равно центробежное ускорение суточного вращения г. Санкт-Петербурга (широта  $\phi = 59^\circ 57'$ , долгота  $-\lambda = 30^\circ 19'$ )? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целых.

Радиус Земли считать равным 6371 км.

**Правильный ответ:** 0.017; [0.016;0.018]

**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"> <li>○ Можно одновременно увидеть оба полюса мира</li> <li>○ В день зимнего солнцестояния, в полдень высота Солнца равна <math>90^\circ</math></li> <li>○ Ось мира совпадает с отвесной линией наблюдателя</li> <li>○</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>0^\circ 00'</math></li> <li>○ <math>23^\circ 26'</math></li> <li>○ <math>45^\circ 00'</math></li> <li>○ <math>66^\circ 34'</math></li> <li>○ <math>90^\circ 00'</math></li> <li>○ <math>-23^\circ 26'</math></li> <li>○ <math>-66^\circ 34'</math></li> <li>○ <math>-90^\circ 00'</math></li> </ul> |
|--|--|

### Правильные ответы:

○ Можно одновременно увидеть оба полюса мира	○ $0^\circ 00'$
○ В день зимнего солнцестояния, в полдень высота Солнца равна $90^\circ$	○ $-23^\circ 26'$
○ Ось мира совпадает с отвесной линией наблюдателя	○ $90^\circ 00'$ ○ $-90^\circ 00'$

**За каждую верную пару — 3 балла.**

**Штраф за неверную пару — 1 балл.**

**Максимальный балл — 12 баллов.**

### Решение.

1. Очевидно, оба полюса мира можно видеть лишь на горизонте. Значит высота Северного полюса мира должна быть равна нулю, т.е.  $h_{PN} = 0^\circ$ . Согласно теореме о связи широты местности и высоты полюса мира, искомая широта есть  $\varphi = h_{PN} = 0^\circ$ .
2. Если высота  $h^*$  Солнца в полдень равна  $90^\circ$ , значит Солнце здесь находится в зените. Тогда широта местности должна быть равна склонению Солнца, которое в день зимнего солнцестояния есть  $-23^\circ 26'$ .
3. Если ось мира совпадает с отвесной линии, значит Северный полюс мира совпадает либо с зенитом либо с надиром. По теореме о связи широты местности и высоты полюса мира искомая широта равна либо  $+90^\circ 00'$  либо  $-90^\circ 00'$ .

### Задание № 6.2

**Условие:**

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

**Варианты ответов:**

- |   |                    |
|---|--------------------|
| ○ Ось мира перпендикулярна отвесной линии                                     | ○ $0^{\circ}00'$   |
|   | ○ $23^{\circ}26'$  |
|   | ○ $45^{\circ}00'$  |
| ○ В день летнего солнцестояния, в полдень высота Солнца равна $90^{\circ}$    | ○ $66^{\circ}34'$  |
|   | ○ $90^{\circ}00'$  |
| ○ В дни равноденствий Солнце постоянно находится на горизонте в течение суток | ○ $-23^{\circ}26'$ |
|   | ○ $-66^{\circ}34'$ |
|   | ○ $-90^{\circ}00'$ |

**Правильные ответы:**

○ Ось мира перпендикулярна отвесной линии	○ $0^{\circ}00'$
○ В день летнего солнцестояния, в полдень высота Солнца равна $90^{\circ}$	○ $23^{\circ}26'$
○ В дни равноденствий Солнце постоянно находится на горизонте в течение суток	○ $90^{\circ}00'$ ○ $-90^{\circ}00'$

**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.

Видимый диск внутренней планеты освещён ровно наполовину:

**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.*

Видимый диск внутренней планеты освещен ровно наполовину лишь в восточной и западной элонгациях.

**Условие:**

Угловой диаметр внутренней планеты достигает минимального значения:

**Варианты ответов:**

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

**Правильный ответ:**

- ☐ Верхнее соединение

**Точное совпадение ответа — 3 баллов.**

*Решение.*

Угловой диаметр внутренней планеты достигает минимального значения в точке, в которой её геоцентрическое расстояние максимально, т.е. в верхнем соединении.

**Условие:**

Видимый диск внешней планеты полностью освещён солнечным светом:

**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.*

Видимый диск внешней планеты полностью освещен солнечным светом лишь в соединении и противостоянии.

**Условие:**

Определите расстояние между Землей и Меркурием в момент, когда последний наблюдался в наибольшей западной элонгации. Радиусы круговых орбит планет равны 1.000 а.е. и 0.387 а.е. соответственно, 1 а.е. = 149.6 млн км. Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых.

**Правильный ответ:** 138; [138;139]

**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:

$$\Delta = 149.6 \text{ млн км} \times \sqrt{a_{\oplus}^2 - a_p^2} = 138 \text{ млн км.}$$

**Максимальный балл за задание — 17 баллов.**

## Задание № 7.2

---

### Условие:

Выберите верные утверждения о конфигурациях.

Видимый диск нижней планеты либо полностью освещён Солнцем, либо не освещён вовсе:

### 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 минимального значения:

### Варианты ответов:

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

### Правильный ответ:

- ☐ Соединение

**Точное совпадение ответа — 3 баллов.**

*Решение.*

Решение по аналогии с заданием 7.1

### Условие:

Освещённая часть видимого диска внешней планеты минимальна:

### 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 Юпитером в момент, когда последний наблюдался в западной квадратуре. Радиусы круговых орбит планет равны 1.000 а.е. и 5.204 а.е. соответственно, 1 а.е. = 149.6 млн км. Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых.

**Правильный ответ: 764; [762;766]**

**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 125 млрд галактик (считать их подобными Млечному Пути), видимых в настоящее время с Земли. 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:**  $6.0 \cdot 10^{79}$

**Точное совпадение ответа — 2 балла.**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов.**

**Максимальный балл – 7 баллов.**

*Решение.*

Искомое количество атомов, содержащихся в теле Млечного Пути, есть

$$N_a = \frac{M_{\odot} \times N_* \times N_{Galaxies}}{m_0} = \frac{1.99 \cdot 10^{30} \text{ кг} \times 4 \cdot 10^{11} \times 1.25 \cdot 10^{11}}{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 6.0 \cdot 10^{79}.$$

## 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 *Млечный Путь* состоит из 400 млрд звёзд, подобных Солнцу, оцените количество атомов, содержащихся во Вселенной, если полагать, что её составляют 1000 млрд галактик (считать их подобными Млечному Пути). 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:**  $4.8 \cdot 10^{80}$

**Точное совпадение ответа — 2 балла.**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов.**

**Максимальный балл – 7 баллов.**

*Решение.*

Решение по аналогии с заданием 8.1

### Задание № 9.1

---

**Условие:**

В самый миниатюрный театральный бинокль можно визуально наблюдать звёзды величиной до  $+8.5^m$ . Учитывая, что видимая звёздная величина Сириуса равна  $-1.5^m$ , определите, во сколько раз освещённость, создаваемая Сириусом, больше освещённости самых тусклых звёзд, видимых в этот бинокль. Ответ округлите до целых.

*Формула Погсона:*

$$m_2 - m_1 = -2.5 \lg \frac{E_2}{E_1},$$

где  $m_1, m_2$  – видимые звёздные величины двух источников света;  $E_1, E_2$ , – освещённости, создаваемые источниками в месте, где находится наблюдатель.

**Правильный ответ:** 10000; [9980;10020]

**Точное совпадение ответа — 7 баллов.**

*Решение.*

Из формулы Погсона следует, что

$$\frac{E_2}{E_1} = 10^{-0.4(m_2 - m_1)} = 10^{-0.4(-1.5 - 8.5)} = 10^4 = 10000.$$

### Задание № 9.2

---

**Условие:**

В телескоп-рефлектор с диаметром объектива, равным 200 мм, можно визуально наблюдать звёзды величиной  $+13.5^m$ . Учитывая, что видимая звёздная величина Сириуса равна  $-1.5^m$ , определите, во сколько раз освещённость, создаваемая Сириусом, больше освещённости самых тусклых звёзд, видимых в этот бинокль. Ответ округлите до целых.

*Формула Погсона:*

$$m_2 - m_1 = -2.5 \lg \frac{E_2}{E_1},$$

где  $m_1, m_2$  – видимые звёздные величины двух источников света;  $E_1, E_2$ , – освещённости, создаваемые источниками в месте, где находится наблюдатель.

**Правильный ответ:** 1000000; [999000;1001000]

**Точное совпадение ответа — 7 баллов.**

*Решение.*

Решение по аналогии с заданием 9.1



### Задание № 10.1

---

**Условие:**

Шаровое скопление М5 содержит приблизительно 400 тысяч звёзд и имеет диаметр 50 пк. Оцените среднюю концентрацию звёзд (количество звёзд, приходящихся на единицу объёма) в этом скоплении. Ответ выразите в  $\text{пк}^{-3}$ , 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:** 6.15; [6.1;6.2]

**Точное совпадение ответа — 6 баллов.**

*Решение.*

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

$$n = \frac{N_*}{V} = \frac{N_*}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{3}{4} \frac{N_*}{\pi R^3} = \frac{4.0 \cdot 10^5}{65450} = 6.1 \text{ пк}^{-3}.$$

### Задание № 10.2

---

**Условие:**

Шаровое скопление М3 содержит приблизительно 500 тысяч звёзд и имеет диаметр 110 пк. Оцените среднюю концентрацию звёзд (количество звёзд, приходящихся на единицу объёма) в этом скоплении. Ответ выразите в  $\text{пк}^{-3}$ , 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:** 0.70; [0.60;0.80]

**Точное совпадение ответа — 6 баллов.**

*Решение.*

Решение по аналогии с заданием 10.1