**ВСЕРОССИЙСКАЯ олимпиада школьников по астрономии**

**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

**В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**

**2023–2024 учебный год**

**11 класс**

Максимальное время выполнения заданий: **3 астрономических часа (180 мин)**

Максимальное количество баллов за каждое задание: **10**

Максимальная сумма баллов за все задания: **50**

Использовать можно: инженерный (научный) калькулятор, канцелярские принадлежности (ручка, карандаш, линейка, резинка для стирания и т.п.), справочные данные, разрешённые к использованию участниками на муниципальном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Красноярском крае (Приложение 1).

1. **Всегда над головой**

Перечислите 10 созвездий, которые можно увидеть в любой сезон в Красноярске (*φ* = 56° с.ш.).

1. **Астероид Ганимед**

В 2024 году нас ожидает очередное сближение с астероидом Ганимед (№1036), который 25 августа достигнет наибольшего склонения +55,45° при блеске 10,2m и затем сблизится с Землей 13 октября до 0,37 а.е., достигнув блеска 9,0m. Экваториальные координаты астероида в эти дни: 13 октября – прямое восхождение 22 ч 18 мин 05 с, склонение +32°17′12″; 14 октября – прямое восхождение 22 ч 22 мин 33 с, склонение +31°11′16″. Определите угловую скорость перемещения астероида по небу в момент наибольшего сближения с Землей (угловых минут в час). И его максимальную высоту над горизонтом в Красноярске (φ = +56,05°) в верхних кульминациях 25 августа и 13 октября 2024 года. В какое время суток будет удобнее всего наблюдать астероид в дни наибольшего сближения?

1. **Сверхновые в М 61**

Галактика Мессье 61 из созвездия Девы является одним из рекордсменов по количеству обнаруженных там вспышек сверхновых звезд. На сегодняшний день известны как минимум 7 таких вспышек (с 1926 по 2014 годы), при которых в максимуме блеска эти звезды разгорались в среднем до 13 звездной величины. Оцените расстояние до этой галактики в световых годах, если считать, что типичная абсолютная звездная величина сверхновой в максимуме составляет –18m.

1. **Загадочный объект**

Астрономический объект вызывает в спектре солнцеподобной звезды смещения темных линий относительно их нормального положения то к красному, то к фиолетовому концу с периодом 73 дня. Определите массу этого объекта, если его среднее расстояние от звезды составляет 0,35 а.е. Как вы считаете, что это за объект и почему он вызывает смещение линий в спектре звезды?

1. **Новая комета**

Несмотря на развитие крупных автоматизированных телескопов, настоящее открытие все еще можно сделать и с помощью обычного цифрового фотоаппарата! Так, 12 августа 2023 года японец Хидео Нисимура обнаружил на своих снимках новую комету, которая в середине сентября приблизилась к Солнцу и достигла блеска второй звездной величины (яркая, но пряталась в «лучах Солнца»). Хидео снимал небо на фотоаппарат с полнокадровой матрицей (36 × 24 мм), обладающей разрешением 5472 × 3648 пикселей, и объективом с фокусным расстоянием 200 мм. Мог ли он с первого взгляда отличить на снимках комету от звезд, если считать, что за счет атмосферной турбулентности размеры слабых звезд на матрице составляют примерно 3 × 3 пикселей, а комета имела кому (газовую оболочку вокруг ядра) размером 2 угловых минуты? Другими словами – каких размеров в пикселях была комета на снимке?

**Приложение 1**

**Справочные данные,   
разрешённые к использованию участниками**

**на муниципальном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Красноярском крае и подлежащие к выдаче вместе с условиями задач**

**Основные физические и астрономические постоянные**

Гравитационная постоянная *G* = 6,672∙10–11 м3∙кг–1∙с–2

Скорость света в вакууме *c* = 2,998∙108 м/с

Универсальная газовая постоянная *R* = 8,31 м2∙кг∙с–2∙K–1∙моль–1

Постоянная Стефана-Больцмана *σ* = 5,67∙10–8 кг∙с–3∙K–4

Масса протона *m*p = 1,67∙10–27 кг

Масса электрона *m*e = 9,11∙10–31 кг

Астрономическая единица 1 а.е. = 1,496∙1011 м

Парсек 1 пк = 206265 а.е. = 3,086∙1016 м

Постоянная Хаббла *H* = 72 (км/c)/Мпк

**Данные о Солнце**

Радиус 695 000 км

Масса 1,989∙1030 кг

Светимость 3,88∙1026 Вт

Спектральный класс G2

Видимая звёздная величина –26.78m

Абсолютная болометрическая звёздная величина +4,72m

Показатель цвета (B–V) +0,67m

Эффективная температура 5800K

Средний горизонтальный параллакс 8,794″

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м2

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м2

**Данные о Земле**

Эксцентриситет орбиты 0,017

Тропический год 365,24219 суток

Средняя орбитальная скорость 29,8 км/с

Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды

Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года 23° 26′ 21,45″

Экваториальный радиус 6378,14 км

Полярный радиус 6356,77 км

Масса 5,974∙1024 кг

Средняя плотность 5,52 г∙см–3

Объёмный состав атмосферы N2 (78%), O2 (21%), Ar (~1%)

Атмосферное давление на уровне моря 1,013·105 Па (1 атм)

**Данные о Луне**

Среднее расстояние от Земли 384400 км

Минимальное расстояние от Земли 356410 км

Максимальное расстояние от Земли 406700 км

Эксцентриситет орбиты 0,055

Наклон плоскости орбиты к эклиптике 5°09′

Сидерический (звёздный) период обращения 27,321662 суток

Синодический период обращения 29,530589 суток

Радиус 1738 км

Масса 7,348∙1022 кг или 1/81,3 массы Земли

Средняя плотность 3,34 г∙см–3

Визуальное геометрическое альбедо 0,12

Видимая звёздная величина в полнолуние –12,7m

Таблица 1

**Физические характеристики Солнца и планет**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планета | Масса | | Радиус | | Плот-ность | Период вращения вокруг оси | Наклон экватора к  плоскости орбиты | Гео-метр. аль-бедо | Види-мая звезд-ная вели-чина\* |
| кг | массы Земли | км | радиусы Земли | г∙см–3 | градусы |
| Солнце | 1,989∙1030 | 332946 | 697000 | 109,3 | 1,41 | 25,380 сут | 7,25 | – | –26,8 |
| Меркурий | 3,302∙1023 | 0,05271 | 2439,7 | 0,3825 | 5,42 | 58,646 сут | 0,00 | 0,10 | –0,1 |
| Венера | 4,869∙1024 | 0,81476 | 6051,8 | 0,9488 | 5,20 | 243,019 сут\*\* | 177,36 | 0,65 | –4,4 |
| Земля | 5,974∙1024 | 1,00000 | 6378,1 | 1,0000 | 5,52 | 23,934 час | 23,45 | 0,37 | – |
| Марс | 6,419∙1023 | 0,10745 | 3397,2 | 0,5326 | 3,93 | 24,623 час | 25,19 | 0,15 | –2,0 |
| Юпитер | 1,899∙1027 | 317,94 | 71492 | 11,209 | 1,33 | 9,924 час | 3,13 | 0,52 | –2,7 |
| Сатурн | 5,685∙1026 | 95,181 | 60268 | 9,4494 | 0,69 | 10,656 час | 26,73 | 0,47 | 0,4 |
| Уран | 8,683∙1025 | 14,535 | 25559 | 4,0073 | 1,32 | 17,24 час\* | 97,86 | 0,51 | 5,7 |
| Нептун | 1,024∙1026 | 17,135 | 24746 | 3,8799 | 1,64 | 16,11 час | 28,31 | 0,41 | 7,8 |

\* для наибольшей элонгации внутренних планет и среднего противостояния внешних планет;

\*\* обратное вращение.

Таблица 2

**Характеристики орбит планет**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Планета | Большая полуось | | Эксцент-риситет | Наклон к плоскости эклиптики | Период  обращения | Синодический период |
| млн км | а.е. | градусы | сут |
| Меркурий | 57,9 | 0,3871 | 0,2056 | 7,004 | 87,97 сут | 115,9 |
| Венера | 108,2 | 0,7233 | 0,0068 | 3,394 | 224,70 сут | 583,9 |
| Земля | 149,6 | 1,0000 | 0,0167 | 0,000 | 365,26 сут | — |
| Марс | 227,9 | 1,5237 | 0,0934 | 1,850 | 686,98 сут | 780,0 |
| Юпитер | 778,3 | 5,2028 | 0,0483 | 1,308 | 11,862 лет | 398,9 |
| Сатурн | 1429,4 | 9,5388 | 0,0560 | 2,488 | 29,458 лет | 378,1 |
| Уран | 2871,0 | 19,1914 | 0,0461 | 0,774 | 84,01 лет | 369,7 |
| Нептун | 4504,3 | 30,0611 | 0,0097 | 1,774 | 164,79 лет | 367,5 |