

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады

школьников по астрономии

2023

11 класс

Задание 1. Природные часы.

Условие:

Сегодня ,21 ноября 2023 года, тень гномона на солнечных часах в г. Улан-Удэ указала на 12 часов., Это, так называемое истинное солнечное время, которое отсчитывается по положению реального (истинного) Солнца .

- Сколько времени в момент истинного полдня в г. Улан-Удэ показывают природные часы в посёлке Муя Муйского района и в селе Орлик Окинского района нашей республики?

-Насколько отличается время в п.Муя и в с.Орлик?



Географические координаты населенных пунктов:

г.Улан-Удэ - широта $\varphi=51^{\circ}50'$,долгота $\lambda= 107^{\circ}35'$, п.Муя - $\varphi=56^{\circ}27'$, $\lambda= 115^{\circ}40'$, и с.Орлик - $\varphi= 52^{\circ}31'$, $\lambda= 99^{\circ}50'$.

Задание 2. Нептун и телескоп.

Условие:

Сегодня 21 ноября и завтра ночью рядом с самой далекой планетой Солнечной Системы пройдет Луна. Она будет служить надёжным ориентиром, чтобы найти Нептун на звёздном небе. Найти планету непросто, т.к. видимая звёздная величина составляет около 8^m ,а диаметр диска лишь чуть больше $2''$.

- Насколько поможет телескоп среднего класса с диаметром объектива 150мм справиться с этой непростой задачей?



Задание 3. Ночь зимнего солнцестояния.

Условие:

22 декабря 2023 года в Северном полушарии Земли наступит день зимнего солнцестояния. В эти сутки устанавливается самый короткий день и самая длинная ночь в году.

В эти сутки намечаются следующие астрономические явления:

- Меркурий проходит нижнее соединение с Солнцем
- Максимум метеорного потока Урсиды
- Самый крупный и яркий астероид Веста в противостоянии с Солнцем
- Сближение Юпитера с Луной до $2,5^\circ$

Какие из перечисленных явлений можно пронаблюдать в самую длинную ночь в году в нашей республике?

Задание 4. Суперлуние.

Условие:

17 октября 2024 года Луна будет пересекать перигей своей орбиты в полной фазе и на ближайшем расстоянии из всех своих приближений к Земле в этом году. Это явление называется суперлунием. Подойдет спутник к своей планете на расстояние-357172 км. Но ровно через 10 лет -26 ноября 2034 года это расстояние станет ещё меньше-356452 км.

Рисунок:



- Объекты каких размеров можно увидеть невооруженным глазом на Луне во времена этих супер-приближений к нам, если ночное разрешение глаза зоркого человека составляет около 1'?

- Насколько больше можно увидеть деталей невооруженным глазом на Луне во время суперлуний по сравнению с наблюдениями обычного полнолуния?

Задание 5. Венера, Луна, Спика.

Условие:

9 декабря 2023 года на небе очень красиво выстроятся в ряд самая яркая планета Венера, Луна и одна из ярчайших звёзд – Спика.

Рисунок:



- В каком созвездии будет это происходить?

- В какой фазе будет Луна на этом параде?

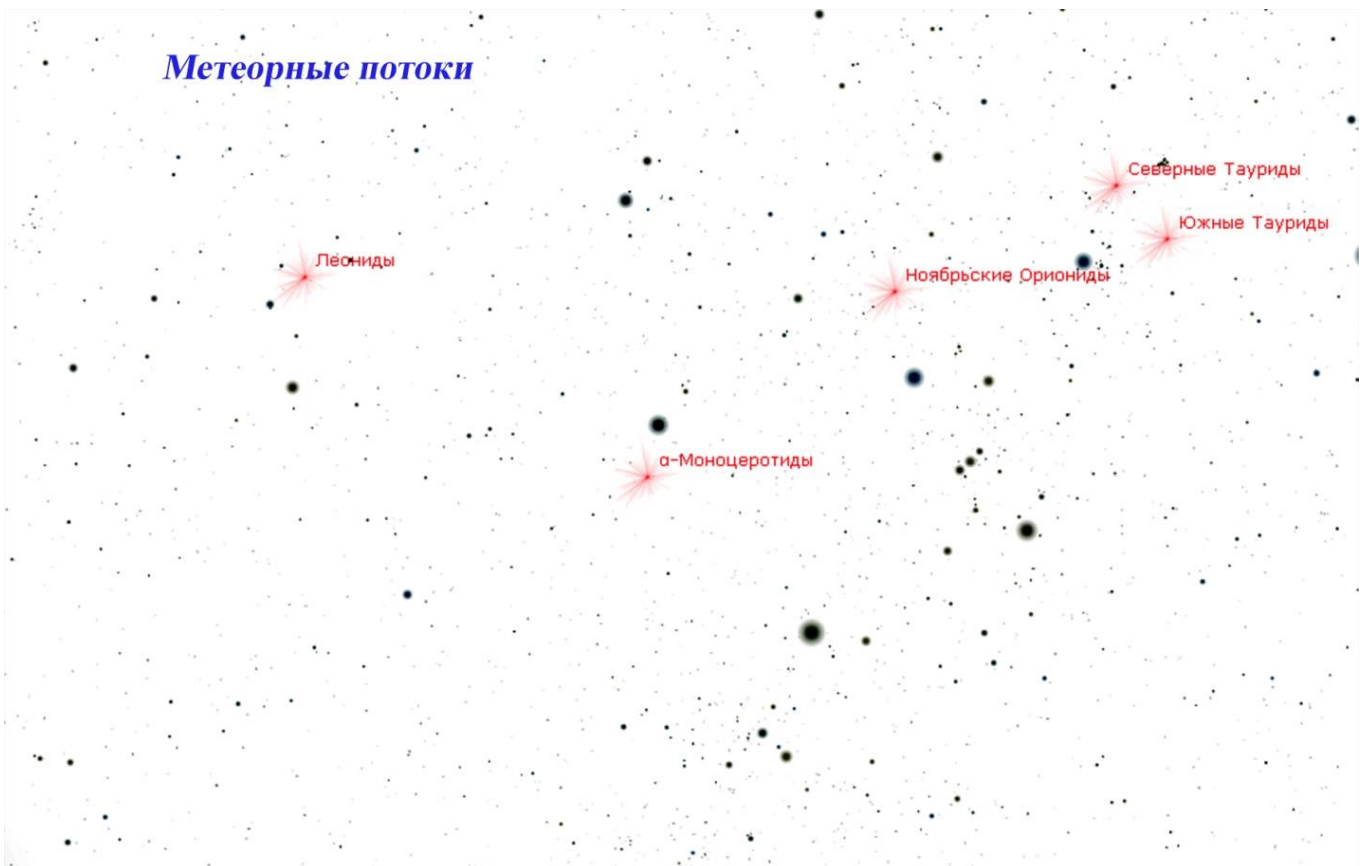
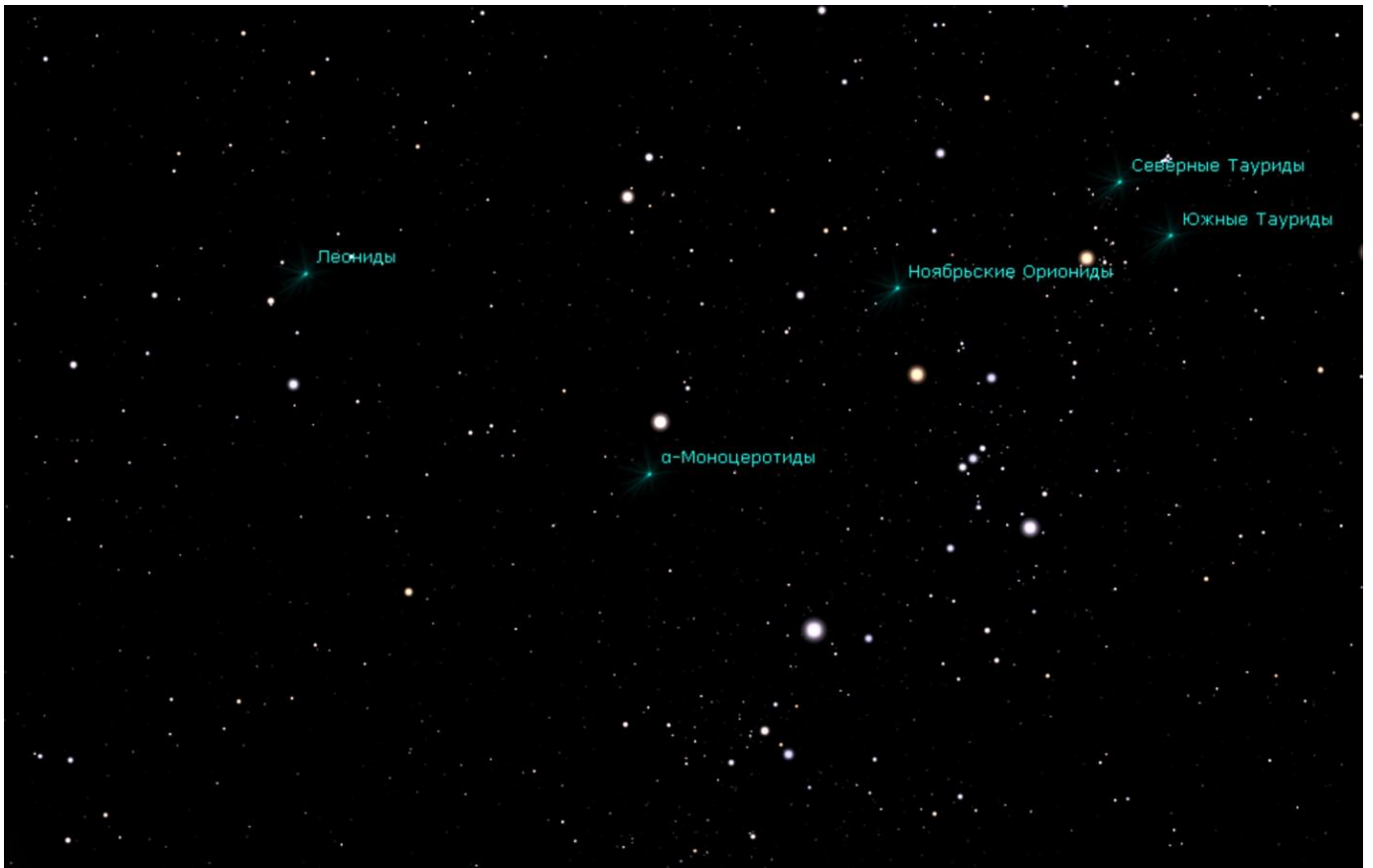
- В какое время суток можно наблюдать это красивое зрелище?

Задание 6. Метеорные потоки.

Условие:

Сегодня ясной ночью 21 ноября 2023 года можно любоваться звездопадами, радианты которых указаны на рисунке.

- Из каких созвездий будут “падать” звёзды?



СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Постоянная Больцмана $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$
Универсальная газовая постоянная $\mathcal{R} = 8.31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$
Постоянная Планка $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$
Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Элементарный заряд $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Астрономическая единица 1 а.е. = $1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек 1 пк = 206265 а.е. = $3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Постоянная Хаббла $H = 68 \text{ (км/с)/Мпк}$

Данные о Солнце

Радиус 695 500 км
Светимость $3.827 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Видимая звездная величина -26.78^m
Абсолютная болометрическая звездная величина $+4.72^m$
Показатель цвета (B-V) $+0.67^m$
Эффективная температура 5800К
Средний горизонтальный параллакс $8.794''$
Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м^2
Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м^2
Масса $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Спектральный класс G2

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.0167
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: $23^\circ 26' 21.45''$
Экваториальный радиус 6378.14 км
Масса $5.973 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Объемный состав атмосферы: N₂ (78%), O₂ (21%), Ar (~1%).
Полярный радиус 6356.77 км
Средняя плотность $5.52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км
Минимальное расстояние от Земли 356410 км
Максимальное расстояние от Земли 406700 км
Средний эксцентриситет орбиты 0.055
Наклон плоскости орбиты к эклиптике $5^\circ 09'$
Сидерический (звездный) период обращения 27.321661 суток
Синодический период обращения 29.530588 суток
Радиус 1737 км
Период прецессии узлов орбиты 18.6 лет
Масса $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или 1/81.3 массы Земли

Средняя плотность $3.35 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$

Визуальное геометрическое альbedo 0.12

Видимая звездная величина в полнолуние -12.7^m

Видимая звездная величина в первой/последней четверти -10.5^m

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность $\text{г}\cdot\text{см}^{-3}$	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты градусы	Геометр. альbedo	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	$1.989\cdot 10^{30}$	332940	695500	109.3	1.41	25.380 сут	7.25	—	-26.8
Меркурий	$3.302\cdot 10^{23}$	0.05527	2439.7	0.3829	5.43	58.646 сут	0.00	0.10	-0.1
Венера	$4.869\cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.24	243.019 сут**	177.36	0.65	-4.4
Земля	$5.973\cdot 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 час	23.45	0.37	—
Марс	$6.417\cdot 10^{23}$	0.10743	3397.2	0.5326	3.93	24.623 час	25.19	0.15	-2.0
Юпитер	$1.899\cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	-2.7
Сатурн	$5.685\cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	26.73	0.47	0.4
Уран	$8.683\cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час**	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.024\cdot 10^{26}$	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.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРБИТ ПЛАНЕТ

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики градусы	Период обращения	Синодический период сут
	млн.км	а.е.				
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

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альbedo	Видимая звездная величина*
	кг	км	г/см ³	км	сут		m
Земля							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
Марс							
Фобос	$1.08 \cdot 10^{16}$	~10	2.0	9380	0.31910	0.06	11.3
Деймос	$1.8 \cdot 10^{15}$	~6	1.7	23460	1.26244	0.07	12.4
Юпитер							
Ио	$8.94 \cdot 10^{22}$	1821	3.53	421800	1.769138	0.61	5.0
Европа	$4.80 \cdot 10^{22}$	1561	3.01	671100	3.551181	0.64	5.3
Ганимед	$1.48 \cdot 10^{23}$	2634	1.94	1070400	7.154553	0.42	4.6
Каллисто	$1.08 \cdot 10^{23}$	2410	1.83	1882800	16.68902	0.20	5.7
Сатурн							
Тефия	$6.17 \cdot 10^{20}$	530	0.98	294660	1.887802	0.9	10.2
Диона	$1.10 \cdot 10^{21}$	562	1.48	377400	2.736915	0.7	10.4
Рея	$2.31 \cdot 10^{21}$	764	1.24	527040	4.517500	0.7	9.7
Титан	$1.35 \cdot 10^{23}$	2576	1.88	1221850	15.94542	0.21	8.2
Япет	$1.81 \cdot 10^{21}$	734	1.09	3560800	79.33018	0.2	~11.0
Уран							
Миранда	$6.59 \cdot 10^{19}$	236	1.21	129900	1.413479	0.27	16.3
Ариэль	$1.35 \cdot 10^{21}$	581	1.59	190900	2.520379	0.34	14.2
Умбриэль	$1.17 \cdot 10^{21}$	585	1.39	266000	4.144177	0.18	14.8
Титания	$3.53 \cdot 10^{21}$	788	1.71	436300	8.705872	0.27	13.7
Оберон	$3.01 \cdot 10^{21}$	761	1.63	583500	13.46324	0.24	13.9
Нептун							
Тритон	$2.14 \cdot 10^{22}$	1353	2.06	354800	5.87685**	0.7	13.5

* – для полнолуния или среднего противостояния внешних планет.

** – обратное направление вращения.

ФОРМУЛЫ ПРИБЛИЖЕННОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ

$$\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x;$$

$$\sin(\alpha + x) \approx \sin \alpha + x \cos \alpha;$$

$$\cos(\alpha + x) \approx \cos \alpha - x \sin \alpha;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + x) \approx \operatorname{tg} \alpha + \frac{x}{\cos^2 \alpha};$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx;$$

($x \ll 1$, углы выражаются в радианах).