

РЕШЕНИЯ
районной (городской) олимпиады
по учебному предмету «Астрономия»
10 класс

1. Голубая Луна

31 марта жители Земли увидят достаточно редкое явление — голубую Луну.

а. О каком явлении идёт речь? «Голубой Луной» обычно называют второе полнолуние, приходящееся на один календарный месяц.

б. Как часто происходит это явление? Ответ обоснуйте соответствующими расчётами.

Продолжительность синодического месяца — 29,5 сут.

Продолжительность календарного месяца примем равной 30,5 сут.

Следовательно, второе полнолуние за календарный месяц случается примерно 1 раз за 30 месяцев, т.е. 1 раз примерно за 2 с половиной года.

с. В каких созвездиях в этот день будут находиться Солнце и Луна?

Солнцев Рыбах, Лунав Деве.

д. Определите время восхода и захода Солнца в этот день.

Время восхода Солнца: $5^h 48^m$; время захода Солнца: $18^h 12^m$.

е. Определите время видимости Луны в этот день.

Время видимости Луны в этот день: с $18^h 16^m$ до $5^h 48^m$.

ф. В какой момент по звёздному времени наступит в этот день средняя полночь?

Весеннее равноденствие в этом году произошло 20 марта в 19 часов 15 минут по времени 3-го часового пояса. $\Delta T = 10$ сут. За это время между звёздным и солнечным временем набегает разбежка в 40 минут.

Следовательно, по звёздному времени средняя полночь в этот день наступит в 12 часов 40 минут.

2. Звёздное небо

Настройте подвижную карту звездного неба на полночь 31 марта.

а. Укажите собственные имена звёзд небесные координаты которых указаны в приведенной ниже таблице.

б. В каких созвездиях они находятся?

с. Что вы знаете об этих звездах.

д. Укажите недостающие координаты этих звёзд.

Азимут, A	Высота, h	Зенитное расстояние, z	Прямое восхождение, α	Часовой угол, t	Склонение, δ	Полярное расстояние, p	Созвездие	Собственное имя звезды
180°	21°	69°	$0^h 40^m$	$12^h 00^m$	56°	34°	Кассиопея	Шедар
180°	54°	36°	—	—	90°	0°	М.Медведица	Полярная
95°	31°	59°	$7^h 45^m$	$4^h 55^m$	28°	62°	Близнецы	Поллукс
103°	0°	90°	$5^h 55^m$	$6^h 40^m$	8°	82°	Орион	Бетельгейзе
48°	39°	51°	$10^h 10^m$	$2^h 28^m$	12°	78°	Лев	Регул

е. Укажите в каких созвездиях в указанный момент времени находятся следующие точки небесной сферы: север, юг, восток, запад, зенит, верхняя точка, нижняя точка.

Север, N	Юг, S	Восток, E	Запад, W	Зенит, Z	Верхняя точка, Q	Нижняя точка, Q'
Андромеда	Центавр	Змея/Орёл	Единорог	Б.Медведица	Дева	Кит

ф. Укажите в каких созвездиях находятся: северный полюс мира, точка весеннего равноденствия, точка осеннего равноденствия, точка летнего солнцестояния, точка зимнего солнцестояния, северный полюс эклиптики.

Северный полюс мира	Точка весеннего равноденствия	Точка осеннего равноденствия	Точка летнего солнцестояния	Точка зимнего солнцестояния	Северный полюс эклиптики
М.Медведица	Рыбы	Дева	Телец/Близнецы (до 1988 года)	Стрелец	Дракон

3. О времена...

Юный астроном 1 апреля в $02^{\text{ч}}38^{\text{м}}30^{\text{с}}$ ночи по часам, висящим на стене его комнаты, выложил в социальные сети, сделанную им фотографию голубой Луны.

а. Укажите в какие моменты истинного и среднего солнечного времени произошло это событие.

Время по Гринвичу $T_{\text{зп}} = 23^{\text{ч}}38^{\text{м}}30^{\text{с}}$.

Долгота Могилёва $\lambda = 30^{\circ}19' = 2^{\text{ч}}01^{\text{м}}16^{\text{с}}$.

Среднее солнечное время в Могилёве $T_{\text{м.ср.}} = 01^{\text{ч}}39^{\text{м}}46^{\text{с}}$.

Истинное солнечное время в Могилёве $T_{\text{м.ист.}} = 01^{\text{ч}}32^{\text{м}}46^{\text{с}}$.

б. В котором часу по местному поясному времени эту фотографию сможет посмотреть друг юного астронома, живущий во Владивостоке ($UTC+10$).

Поясное время во Владивостоке $T_{\text{вл.}} = 09^{\text{ч}}38^{\text{м}}30^{\text{с}}$.

с. Какова дата этого события по юлианскому календарю? *14 апреля.*

Уравнение времени можно принять равным +7 минут. Считать, что фотография Луны стала доступна пользователям сразу после опубликования.

4. Луна

Как известно ускорение на поверхности Луны в 6 раз меньше земного. Средний видимый диаметр Луны равен $31'05''$, средний горизонтальный параллакс Луны — $57'$.

а. Рассчитайте первую и вторую космические скорости у поверхности Луны.

Среднее расстояние от Земли до Луны $r = 206265 \cdot R_{\text{з}}/\rho$. $r = 384,7 \cdot 10^3$ км.

Радиус Луны $R_{\text{л}} = 1739$ км.

$v_1 = (g_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}})^{1/2}$, $v_1 = 1,7$ км/ч.

$v_2 = (2 \cdot g_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}})^{1/2}$, $v_2 = 2,4$ км/ч.

б. Каков диаметр Луны и её плотность?

$D_{\text{л}} = 3478$ км.

$M_{\text{л}} = g_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}}^2 / G$;

$\rho = 3 \cdot g_{\text{л}} / (4 \cdot G \cdot \pi \cdot R_{\text{л}})$;

$\rho = 3,4 \cdot 10^3$ кг/м³.

5. Луна-10

31 марта 1966 года с космодрома Байконур был осуществлён пуск ракеты-носителя Молния-М, которая вывела на траекторию полета к Луне автоматическую станцию «Луна-10». 3 апреля 1966 года станция «Луна-10» вышла на орбиту вокруг Луны, став первым искусственным спутником Луны.

Максимальное расстояние от центра Луны, на которое удалялась станция при движении по орбите, составляло 2755 км. При максимальном сближении с Луной, расстояние до её центра сокращалось до 2088 км. Масса станции составляла 245 кг.

а. Чему был равен эксцентриситет орбиты космического аппарата, её большая и малая полуоси?

Большая полуось орбиты $a = (q + Q)/2$; $a = 2422$ км.

Эксцентриситет орбиты $e = (Q - q)/(Q + q)$; $e = 0,1377$.

Малая полуось орбиты $b = a(1 - e)^{1/2}$; $b = 2399$ км.

б. Рассчитайте период обращения станции вокруг Луны.

С учётом того, что $M_{\text{з}} = 82M_{\text{л}}$ 3-й закон Кеплера можно записать в следующем виде:

$(M_{\text{л}} T_{\text{ст}}^2)/(82M_{\text{л}} T_{\text{л}}^2) = a_{\text{ст}}^3/a_{\text{л}}^3$. $T_{\text{ст}} = 2$ ч. 58 мин.

с. Чему была равна средняя скорость станции, её скорость в апоцентре и в перицентре?

Средняя скорость станции $v_{\text{ср}} = 2\pi a/T_{\text{ст}}$; $v_{\text{ср}} = 1,42$ км/с.

Скорость в апоцентре $v_Q = v_{\text{ср}} \cdot ((1 - e)/(1 + e))^{1/2}$. $v_Q = 1,33$ км/с.

Скорость в перицентре $v_q = v_{\text{ср}} \cdot ((1 + e)/(1 - e))^{1/2}$. $v_q = 1,85$ км/с.

д. Кстати, а как называются апоцентр и перицентр космического аппарата движущегося по орбите вокруг Луны. *Периселений и апоселений.*

Справочные данные

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг².

Экваториальный радиус Земли: $R = 6378$ км.

Сидерический период обращения Земли (звёздный год): $T_0 = 365,26$ сут.

Сидерический месяц обращения Луны: $T_{\text{л}} = 27,32$ суток.

Координаты Могилёва: $\varphi = 53^{\circ}54'$, $\lambda = 30^{\circ}19'$.