

Розв'язки журі

18.11.22

II етап Всеукраїнської учнівської предметної олімпіади з

**АСТРОНОМІЇ**

**10 клас**

10 клас

N1

За умовою задачі дата народження гетьмана  
вказана за юліанським календарем. На кінець  
16 сторіччя (момент введення григоріанського  
календаря) це різниця становила 10 днів.

Отже, дата народження гетьмана за гри-  
горіанським календарем - в ігнє 1596 року.

Ювілей 450 років будемо святкувати 06.01.2046р.

Відповідь: 06.01.2046р

K3 BAN32

Штф Шит В М

# Критерії оцінювання

10 клас

N1

- п.1. 25 - перехід від юліанського календаря на григоріанський, або взавільно, що це необхідно зробити.
- п.2. 25 - правильним обрахунок дати народження за григоріанським календарем.
- п.3. 15 - правильний підрахунок дати новелою
- п.4. 0,58 - спроба розв'язку без врахування григоріанського календаря.

Максимальний бал - 5 балів.

K3 BA N32 шиф шит В.М.

Задача 2

Перевірів:  
Бондар Г.В. "ВЛ №21" $a = ?$  $S = 2 \text{ роки}$  $T_{\oplus} = 1 \text{ рік}$  $a_{\oplus} = 1 \text{ а.о.}$ 

1) За рівнянням синодичного руху для внутрішніх планет

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}$$

можливо

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{S} + \frac{1}{T_{\oplus}}$$

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{2} + 1 = \frac{3}{2}$$

$$T = \frac{2}{3} \text{ роки}$$

За III законом Кеплера

$$\frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3}$$

$$; \quad a = a_{\oplus} \sqrt[3]{\frac{T^2}{T_{\oplus}^2}}$$

$$a = 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{4}{9}} \approx 0,76 \text{ а.о.}$$

Ця уявна планета буде поперувати Венеру.

2) За рівнянням синодичного руху для зовнішніх планет

$$\frac{1}{S} = -\frac{1}{T} + \frac{1}{T_{\oplus}}$$

можливо

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{S}$$

$$\frac{1}{T} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}; \quad T = 2 \text{ роки}$$

За III законом Кеплера

$$\frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3};$$

$$a = a_{\oplus} \sqrt[3]{\frac{T^2}{T_{\oplus}^2}}$$

$$a = 1 \cdot \sqrt[3]{4} \approx 1,6 \text{ а.о.}$$

Ця уявна планета може поперувати Марс

Задача 2

Критерії оцінювання:

- 15 - якщо дано само рівняння синодичного руху для планет;
- 15 - правильно обрано середній період планети;
- 15 - якщо дано само IV закон Кеплера та правильно обрано врсоту втр Землі до планети;
- 15 - зроблено висновок, що ця уявна планета може бути Венера;
- 15 - якщо розглянуто другий випадок для зовнішніх планет то зроблено висновок, що це може бути Марс.

10 клас, 3-я задача (Окелицук С.Д.)

Зоря з екваторіальними координатами:  $\delta = 0^\circ$ ,  $\alpha = 5^h 33^m$   
 на певній широті сходить о 10:00 за місцевим часом.  
 Не користуючись картою, знайдіть приблизну дату коли  
 це відбувається.

Розв'язок

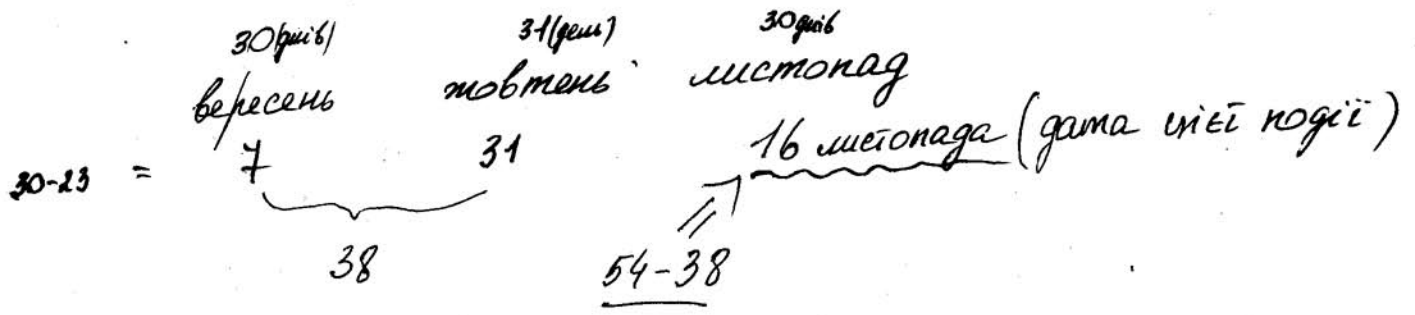
$\delta = 0^\circ$   
 $\alpha = 5^h 33^m$   
 $t_{соняч} = 20^h$   
 дата цієї події?

За умовою задачі  $\delta = 0^\circ$ , отже зоря перебуває на екваторі, отже в момент її сходження сонячий кути становить  $t = 18^h$  ( $24^h - 18^h = 6^h$ ), виходячи, що до верхньої кульмінації залишається  $6^h$ , відповідно зоряний час в момент сходження згідно з формулою:  $s = \alpha + t = 5^h 33^m + 18^h = 23^h 33^m$ .

Можно знайти різницю між зоряним і сонячним часом:  $23^h 33^m - t_{соняч} = 23^h 33^m - 20^h = 3^h 33^m$

Видно, що сонячний і зоряний час збігаються в день осіннього рівнодення 23 вересня в полудень.

Різниця між сонячним і зоряним часом становить  $\Delta t = 3 \times 656^s$ ; врахуємо скільки часу пройшло з дня осіннього рівнодення (з 23 вересня):  $\frac{3^h 33^m}{3^m 56^s} = \frac{3 \cdot 3600 + 33 \cdot 60}{3 \cdot 60 + 56} = 54$  днів



# Критерії оцінювання задачі 3 (10 клас)

Оксимчук С.В.

- ① Якщо учень вказав часовий кут зорі то (1б)
- ② Якщо учень виконав умову ①, вказав час до верхньої кульмінації і вказав зоряний час то (2б)
- ③ Якщо учень виконав умову ①, ②, знайшов різницю між зоряним і сонячним часом і вказав наші ці часи збігаються то (3б)
- ④ Якщо учень виконав умову ①, ②, ③ і врахував скільки часу пройшло з дня осіннього рівнодення то (4б)
- ⑤ Якщо учень виконав умову ①, ②, ③, ④ і вказав дату цієї події то (5б)

10 клас

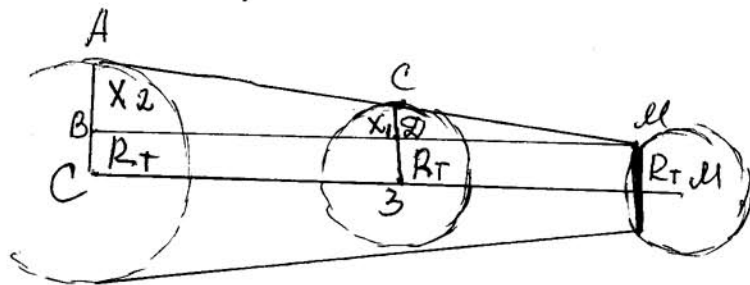
Задача 4.

Перевіримо:  
Смішко Д. М. (ВЛ №18)

$$l_3 = 60R_3$$

$$l_c = 23000R_3$$

Дімі - ?



Нехай  $R_c = R_T + x_2$ ;  $DM = l_3$   
 $R_3 = R_T + x_1$ ;  $BM = l_3 + l_c$

Розглянемо подібність  $\triangle MCD$  та  $\triangle MAB$ .

$$\frac{CD}{AB} = \frac{DM}{BM}, \text{ маємо } \frac{x_1}{x_2} = \frac{l_3}{l_3 + l_c}$$

$$\frac{R_3 - R_T}{R_c - R_T} = \frac{l_3}{l_3 + l_c} = \frac{60R_3}{23000R_3 + 60R_3} = \frac{6}{2306}$$

$$\frac{R_3 - R_T}{R_c - R_T} = \frac{6}{2306}$$

$$(R_3 - R_T) \cdot 2306 = 6(R_c - R_T)$$

$$2306R_3 - 2306R_T = 6R_c - 6R_T$$

$$2306R_3 - 6R_c = 2306R_T - 6R_T$$

$$2306R_3 - 6 \cdot 109R_3 = 2300R_T$$

$$1652R_3 = 2300R_T$$

$$1652 \cdot 6400 = 2300R_T$$

$$105728 = 23R$$

$$R \approx 4596 \text{ мм}$$

$$D = 2R = 9193 \text{ мм.}$$



10 клас

критерії оцінювання  
до задачі 4.

Перевірено

Сашко Д.М.  
(В.М.18)

- 1 бал — Аналіз задачі та розглянуто подібність трикутників.
- 1,5 бал — Правильно складено пропорцію на основі подібності трикутників.
- 2,5 бал — Алгебраїчне перетворення, що призводить до правильної відповіді.

10 км/с

Шаг 6 руб:

№ 0.5 "БАН 29"

Задача 5.

Дано:

$$D = 1 \text{ км} = 10^3 \text{ м}$$

$$g = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$$v = \frac{L}{t}$$

$$L = \frac{L}{v}$$

$$L_{\min} = \frac{L}{v_1}$$

$$R = \frac{D}{2}$$

$t_{\min} = ?$

$$v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}$$

$$g = \frac{M}{V}$$

$$M = gV$$

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

$$v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 g}{R}} = R \sqrt{G \cdot \frac{4}{3} \pi g}$$

$$v_1 = 0,5 \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 2500}$$

$$v_1 \approx 0,4177 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

$$L_{\min} = \frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5}{0,4177 \cdot 10^{-3}}$$

$$L_{\min} \approx 7500 \text{ м} \approx 7,5 \text{ км}$$

$$L_{\min} = \frac{L}{v_1}$$

$$L_{\min} = \frac{2\pi R}{R \sqrt{G \cdot \frac{4}{3} \pi g}}$$

$$L_{\min} = \frac{2 \cdot \pi}{2 \sqrt{G \cdot \frac{4}{3} \pi g}}$$

$$L_{\min} = \sqrt{\frac{3 \cdot \pi}{G \cdot \pi \cdot g}}$$

$$L_{\min} = \sqrt{\frac{3 \cdot \pi}{G \cdot g}}$$

$$L_{\min} = \sqrt{\frac{3 \cdot 3,14}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2500}}$$

$$L_{\min} = 7500 \text{ м} \approx 7,5 \text{ км}$$

Итого:  $L_{\min} \approx 7,5 \text{ км}$

## Критерії оцінювання:

10 клас, задога 15

+ 1 бал - якщо учень записав формулу часу.

+ 1 бал - якщо учень вказав, що найбільш швидкий час буде при найбільшій швидкості, яка не може перевищувати першу космічну швидкість.

+ 1 бал - учень наступними кроками записав формулу 1 космічної швидкості.

+ 1 бал - наступними кроками отримана загальна формула.

+ 1 бал - отримано правильно-виготовлено.

Розв'язки журі

18.11.22

II етап Всеукраїнської учнівської предметної олімпіади з

**АСТРОНОМІЇ**

**11 клас**

11 клас

N1

$$\lambda_K = 150^\circ$$

$\Delta T_{\text{місц}} = ?$

Різниця довготи між Лондоном та Канберрою  $150^\circ$ , тому що  $\lambda_L = 0^\circ$  - Гринвічський меридіан  
1 годинний пояс =  $15^\circ$  довготи

$$\frac{150^\circ}{15^\circ} = 10, \text{ отже різниця часу складає } 10 \text{ годин}$$

Лондон знаходиться у північній півкулі - зима  
Канберра у південній півкулі - літо  
Отже, різниця часу складатиме  $10 \text{ год} + 1 \text{ год} = 11 \text{ год}$

У Лондоні - літо

У Канберрі - зима

Отже, різниця часу складатиме  $10 \text{ год} - 1 \text{ год} = 9 \text{ год}$

Отже, місцевий час може відрізнятися на 9 год  
або 11 годин

# N1 Критеріи

Визначення зовнішньої мови - 15

Перехід від рідної мови - до рідної мови 15

Рідна мовна місцевість  $T_{\text{місцева}} = T_0 + \lambda$  15

Рідна мовна місцевість де Лондон-зима, Канберра-літо 15

Рідна мовна місцевість де Лондон-літо, Канберра-зима 15

11 клас

Степанів В.І.  
Барабанов В.І. „ВАНІ”

Задача №2

Дано:

$$h_b = 66^{\circ}30'$$

$$h_m = 35^{\circ}42'$$

$$\delta = ?$$

$$\varphi = ?$$

Р-ма:

$$\begin{cases} h_b = (90^{\circ} + \varphi) - \delta \\ h_m = \delta - (90^{\circ} + \varphi) \end{cases}$$

$$h_b + h_m = 2\varphi$$

$$\varphi = \frac{h_b + h_m}{2}; \quad \varphi = \frac{66^{\circ}30' + 35^{\circ}42'}{2}$$

$$= 51^{\circ}06'$$

$$\varphi = \delta \pm (90 - h_b)$$

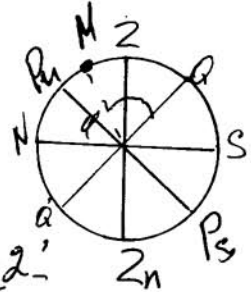
Оскільки на півносі від зеніту буде знак „-“

$$\varphi = \delta - (90 - h_b)$$

$$\delta = \varphi + (90 - h_b)$$

$$\delta = 51^{\circ}06' + (90^{\circ} - 66^{\circ}30') = 74^{\circ}36'$$

Відповідь:  $\varphi = 51^{\circ}06'$ ;  $\delta = 74^{\circ}36'$



# Критерії оцінювання

11 клас, Задача №2

- + 10 - записана скорочена умова задачі;
- + 10 - введена формула для знаходження ексцентриситету зорі;
- + 10 - зроблені числові обрахунки для ексцентриситету;
- + 10 - введена формула для знаходження широти місця спостереження.
- + 10 - зроблені числові обрахунки для знаходження широти.



Дано:

$$T_1 = 4 \cdot 10^3 \text{ K}$$

$$m_1 = 5^m$$

$$T_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ K}$$

$$m_2 = 0^m$$

$$\frac{R_1}{R_2} = ?$$

$E_1 = 4\pi R_1^2 \sigma T_1^4$  (1) - енергія, яку випромінює поверхня першої зорі

$E_2 = 4\pi R_2^2 \sigma T_2^4$  (2) - другої

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{R_2^2 T_2^4}{R_1^2 T_1^4}$$

За законом Пойнсона

$$\frac{E_2}{E_1} = 2,5^{m_1 - m_2}$$

Зорі входять в подвійну систему, тому відстань від обох компонентів до спостерігача одна і та ж. Тому різниця величин зоряних величин визначається різною енергією, яку вони випромінюють

$$\frac{E_2}{E_1} = 2,5^{m_1 - m_2}; \quad m_1 - m_2 = 5$$

$$\frac{E_2}{E_1} = 2,5^5 = 100; \quad \frac{R_2^2 T_2^4}{R_1^2 T_1^4} = 100$$

$$\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = 100 \cdot \frac{T_1^4}{T_2^4}; \quad \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = 100 \cdot \frac{10^3}{10^4}; \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{10 \cdot 10^{-2}}{10^2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{10^2}{10 \cdot 10^{-2}}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{10 \cdot 10^8 \text{ K}^2}{10 \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ K}^2} = 10$$

Відповідь: радіус першої зорі більший в 10 разів.

# Критерії оцінювання завдання №3

- 15 1. Учень знає, що енергія, яку випромінює зоря пропорційна радіусу в квадраті
- $$S = 4\pi R^2$$
- 15 2. Учень знає, що ця енергія пропорційна  $\pi^4$
- 15 3. Учень знає ф-лу Тодсона і записав правильний варіант цього закону
- 15 4. Учень знає шов правильне відношення енергій, що випромінюють зорі доо при логарифмуванні, доо при різниці великих величин на 5 згідно
- 15 5. Правильно порівняно і отримана правильна відповідь

О. Шерф

11 клас, задаток 4

Центрально зорка має масу Сонця і радіус 10 км.  
Супутник центральної зорки має масу 100 кг і рухається  
по коловидній орбіті, висотою 1 км. Визначити: орбітальний  
період  $T$  та орбітальну швидкість супутника  $v$   
і добу сили притягання  $F$  до центральної зорки.

Дано:

$$M = M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

$$R = 10 \text{ км} = 10 \cdot 10^3 \text{ м} = 10^4 \text{ м}$$

$$m = 100 \text{ кг}$$

$$h = 1 \text{ км} = 10^3 \text{ м}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$T = ?$

$v = ?$

$F = ?$

За законом всеуниверсальності

$$F = \frac{G M m}{(R+h)^2} = \frac{6,67 \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 100 \cdot 10^{-11}}{(10^4 + 10^3)^2} =$$
$$= \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 100}{(11 \cdot 10^3)^2} = \frac{6,67 \cdot 2 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{30} \cdot 10^2}{121 \cdot 10^6} =$$

$$\approx 0,11 \cdot 10^{15} \text{ (Н)}$$

І космічну швидкість

$$v = \sqrt{\frac{G M}{R+h}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{11 \cdot 10^3}} =$$

$$\approx \sqrt{1,21 \cdot 10^{16}} \approx 1,1 \cdot 10^8 \text{ (м/с)}$$

$$T = \frac{2\pi(R+h)}{v} = \frac{2\pi(R+h)}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 11 \cdot 10^3}{1,1 \cdot 10^8} = 62,8 \cdot 10^{-5} \text{ (с)}$$
$$\approx 0,63 \cdot 10^{-2} \text{ с.}$$

*[Signature]*

*[Signature]*  
Володимир У. О.

1.1 клас 4 загоде  
Критерій оцінювання.

① 2 бали

Учень записав формулу закону  
всесвітнього тяжіння та  
правильно знайшов масу  
планети Венери (всім  
примігалим  $F$  сформулює до задачі).

② 2 бали

Учень записав формулу для  
обчислення періоду коливаний  
математичного маятника  
правильно знайшов масу  
планети Венери  
(орбітальною швидкістю сформулює).

③ 1 бал

Учень виконав умову 2, записав  
правильно формулу для знаходження  
періоду обертання сатурна  
знайшов правильне число  
планети Венери  
(орбітальною швидкістю  $T$  сформулює).

Л. С. С. А. В. С. П. О.  
Васильєв 4-Д. Ж. П.

Задані №5 Кривченко О.В.

1) Сонячна стала це потік світлової енергії яка падає на площу  $1 \text{ м}^2$  на відстані  $1 \text{ а.о.}$  від сонця.  $q = 1,37 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$ .

2) Вона буде запекати від теплої енергії яку буде випромінювати зоря.  
В першому випадку це Сонце  
в другому випадку це нейтрона зоря

3) Потужність

~~W~~  $W = 4\pi R^2 \sigma T^4$  де  $R$  - радіус зорі  
 $T$  - температура  
 $\sigma$  - стала Больцмана.

$$4) \frac{W_1}{W_2} = \frac{4\pi R_1^2 \sigma T_1^4}{4\pi R_2^2 \sigma T_2^4} = \frac{R_1^2 T_1^4}{R_2^2 T_2^4}$$

5) Підрахунок

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{(7 \cdot 10^5)^2 \cdot 6000^4}{14^2 \cdot (6 \cdot 10^6)^4} = \frac{1}{400} = 0,0025$$

Критерій по 1 балу за кожний виконавчий пункт