

II етап Всеукраїнської
учнівської олімпіади з
астрономії

2024-2025 н.р.

10 клас

Розв'язки журі та
критерії оцінювання

08.11.2024 року

КЗ «ВЛ №21»

10 клас

Завдання №1-№8

Кількість балів: 11

Перевірщик: Гукса Л.В (КЗ „ВАН 20“)

№1 Всі набори відповідей правильні, крім тих, що містять відповідь з) (1 бал)

№2 б) 8 хв 20с (1 бал)

№3 з) космічний телескоп „Габбл“ 4 (1 бал)

№4 в) перша космічна швидкість біля фотосфери Сонця (1 бал)

№5 а) найбільша кількість виходів у відкритий космос (1 бал)

або
краще правильної відповіді

№6 б) 50 (2 бали)

№7 в, д, з, б, а (2 бали)

№8 а-4 (2 бали)

б-1

в-3

з-2

10 клас

Завдання №9

Кількість балів: 38

Перевірила: Чимель Н.С. (В.Л.Н.А.)

$$\rho_c \approx \rho_H$$

$$R_c = 9,45 R_\oplus$$

$$R_H = 3,88 R_\oplus$$

$$\frac{\rho_c}{\rho_H} = ?$$

$$M_c = \rho_c V_c$$

$$V_c = \frac{4}{3} \pi R_c^3$$

$$\rho_c = \frac{M_c}{V_c}$$

$$M_H = \rho_H V_H$$

$$V_H = \frac{4}{3} \pi R_H^3$$

$$\rho_H = \frac{M_H}{V_H}$$

За умового зусилля $\rho_c \approx \rho_H$

$$\rho_c = G \frac{M_c}{R_c^2}$$

$$\rho_H = G \frac{M_H}{R_H^2}$$

$$G \frac{M_c}{R_c^2} = G \frac{M_H}{R_H^2}$$

$$\frac{\frac{4}{3} \pi R_c^3 \rho_c}{R_c^2} = \frac{\frac{4}{3} \pi R_H^3 \rho_H}{R_H^2}$$

$$R_c \rho_c = R_H \rho_H \Rightarrow \frac{\rho_c}{\rho_H} = \frac{R_H}{R_c} = \frac{3,88 R_\oplus}{9,45 R_\oplus} =$$

$$\frac{\rho_c}{\rho_H} = 0,41 \text{ або } \frac{\rho_H}{\rho_c} = \frac{9,45 R_\oplus}{3,88 R_\oplus} = 2,43$$

Відповідь: $\rho_c < \rho_H$ (5)

Критерії оцінювання:

1б. - використана лише найбільш зашифр. бгз розв'язку.

2б - вказані відомості густини гідру формулу прискорення вільного падіння.

1б - правильно виконано математичні розрахунки.

Завдання №10

Кількість балів: 4

Зревірив: Васильківський В.М (ПНД)



Космонавти знаходяться на "світлій стороні" Місяця, оскільки в умові сказано що вони спостерігають за Сонцем і Землею з його поверхні (на малюнку ця частина зафарбована сірим). З цієї частини Місяця в т.1 видно і Землю і Сонце (за винятком контурації; коли Місяць потрапляє в тінь Землі). В т.2 космонавти можуть спостерігати лише Землю. Отже, Землю вони спостерігатимуть частіше.

Критерії оцінювання:

- в довільній формі вказана тільки правильна відповідь (1 бал);
- виконано правильний відповідний малюнок - 2 бали;
- вказано контурації з яких видно Землю і Сонце, а з яких тільки Землю - 2 бали.

10 клас

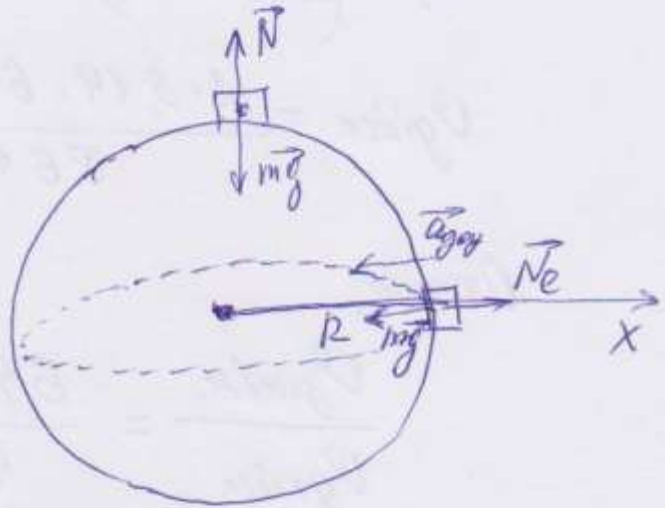
Завдання N 11

Кількість балів - 60

Перевірила: Стасюк Д. М. (ВЛ N 18)

$$P_{\text{екв}} = \frac{1}{3} P_{\text{пол.}}$$

$$\frac{v_{\text{змі.}}}{v_{\text{зіш.}}} = ?$$



На полюсі: $N_n = P_n = mg$

На екваторі: $N_e = mg - ma_{\text{змі.}} = P_{\text{екв.}}$

За умовою: $P_e = m(g - a_g)$

$$P_{\text{екв}} = \frac{1}{3} P_{\text{пол.}}$$

$$\frac{1}{3} g_n = g_n - a_g$$

$$a_g = g_n - \frac{1}{3} g_n = \frac{2}{3} g_n$$

$$a_g = \frac{v_{\text{змі.}}^2}{R}$$

$$\frac{2}{3} g_n = \frac{v_{\text{змі.}}^2}{R}$$

$$v_{\text{змі.}}^2 = \frac{2}{3} gR$$

$$v_{\text{змі.}} = \sqrt{\frac{2gR}{3}}$$

$$v_{\text{змі.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 6400000 \text{ м}}{3}} \approx 6466,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

А фактична швидкість обертання
землі

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$T = (24 \cdot 3600) \text{ с} = 86400 \text{ с}$$

$$v_{\text{дійсн.}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6400000 \text{ м}}{86400 \text{ с}} \approx 465 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Отже,

$$\frac{v_{\text{земін.}}}{v_{\text{дійсн.}}} = \frac{6466,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{465 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \approx 13,9 \text{ рази.}$$

Критерії оцінювання.

- 0,5б - знання ваш тіло не палосі;
- 0,5б - знання ваш тіло не екваторі;
- 2б - виведення формули доцентрової прискорення через прискорення вільного падіння;
- 1б - знання змінної швидкості через прискорення вільного падіння;
- 1б - знання формули фактичної швидкості обертання землі;
- 1б - знайдено відношення або різницю швидкостей.

10 Клас. №12

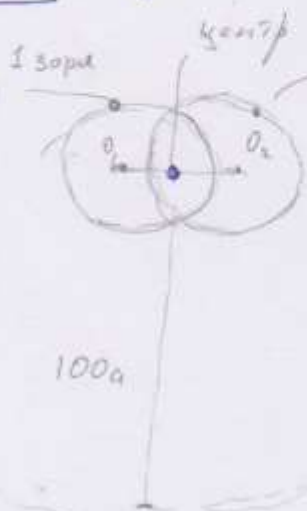
Критерію 0.6 ВФМШ17

$$T_1 = T_2 = 25 \text{ дів}$$

$$a_2 = 100 a_1$$

$$T_3 = ?$$

Розглянемо рух перших двох зірок.
Зобразимо його на малюнку.



Відстань між зорями буде a , отже діаметр піввісь кожної зорі буд a .

Розглянемо рух 3-ї зорі.

Так як не з'ясовано вид траєкторії то вважаємо рух рівновіддаленим і діаметр піввісь буде $100a$

Так як з. Коплера справедливий для центральної сили та застосуємо її з Коплера для 1-ї та 3-ї зорі. Отже.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{(100a_1)^3} \Rightarrow T_2^2 = \frac{T_1^2 \cdot (100)^3 \cdot a_1^3}{a_1^3}$$

$$T_2 = \sqrt{25^2 \cdot 100^3} = 25000 \text{ дів} = 68,5 \text{ земних років}$$

Критерії оцінювання.

Правильно

1. Траєкторія руху подвійних зір 1.5
2. Знаходження середньої відстані між зірками 1.5
3. Траєкторія руху третьої зорі 1.5
4. Визначення діаметру піввісі третьої зорі 1.5
5. Закон Коплера та знаходження періоду третьої зорі 1.5
6. Числова відповідь та її аналіз. 1.5

II етап Всеукраїнської
учнівської олімпіади з
астрономії

2024-2025 н.р.

11 клас

Розв'язки журі та
критерії оцінювання

08.11.2024 року

КЗ «ВЛ №21»

11 клас

Завдання №1 - 8

Кількість балів: 11

Адресувано: Баласан Р.А. (КЗ "ВА д/34")

№1 - δ, ϵ, z (7 б) (озна з спеком *signoligeti*)

№2 - a (1 б)

№3 - a (1 б)

№4 - δ (1 б)

№5 - z (1 б)

№6 - ϵ (2 б)

№7 - a, z, δ, ϵ (2 б)

№8 - 1) ϵ, η 2) a, δ, z



11 клас

Задача 9.

Зоря b екстремна зорі А, а зоря c екстремна зорі b на 7,5 зоряних величин.

Визначити всі зорі тверді тіла.

I варіант

$$\begin{array}{r} m_b - m_A = 4,5 \\ + \quad m_c - m_b = 4,5 \\ \hline \end{array}$$

$$m_c - m_A = 9$$

$$\frac{l_c}{l_A} = 2,5^{\Delta m}$$

$$\frac{l_c}{l_A} = 2,5^9 = 1000000 - \text{визначити правильної немає}$$

II варіант

$$\begin{array}{r} m_c - m_b = 4,5 \\ + \quad m_b - m_a \geq 0 \\ \hline m_c - m_a \geq 4,5 \end{array}$$

$$\frac{l_c}{l_a} = 2,5^{4,5} \approx 965 \geq 1000 \quad \text{Г}$$

Актас
Задача 9 - 35

15 - якщо замисати співвідношення,
якими пов'язати зорені веш-
тини;

15 - якщо замисати співвідношення
жоравості в загальному
випадку;

15 - якщо епрумане остаточно
підтвердіть.

11 клас

Завдання №10

Кількість балів: 45.

Перевірила: Трабовика О.М. (кз, вл №9)

Дано: 1 зоряна доба = 23 год 56 хв 04 с
150 років

зоряних?
днів - ?

Якщо кожна зоряна доба коротша на 4 хв, ця різниця накопичується щодня і створює додаткові зоряні доби з часом.

1) Визначимо к-ість днів у 150 роках з урахуванням високосних років

$$150 \cdot 365,25 = 54787,5 - \text{сонячних днів,}$$

2) Розрахуємо загальну різницю в хвилинах за цей період:

$$54787,5 \cdot 4 = 219150 \text{ хвилин}$$

3) Переведемо цю різницю в зоряні доби:

$$\frac{219150}{1436} \approx 152,611 \text{ додаткових зоряних днів}$$

Отже, за 150 років через накопичення різниці 4 хв кожного дня до загальної кількості днів додається ≈ 152 додаткових зоряних доби

Відповідь: 150 років і 152 зоряних доби

Критерії оцінювання

Клас

Завдання №10 (кількість балів - 45)

0,55 - правильно вказано тривалість зореної доби

1 бал - правильно розрахована різниця між сонячною та зореною добою (у хвиликах, або в секундах)

1 бал - правильно обчислена кількість сонячних днів за 150 років

0,55 - правильно розрахована загальна різниця в хвиликах (секундах)

0,55 - правильне переведення різниці в додаткові зорені доби

0,55 - зроблений правильний висновок (відповідь) про кількість зорених днів у 150 років

У випадку, коли розрахунок зорених днів був проведений через правильно вказану тривалість зореного року із подальшими правильними обрахунками, задача оцінюється в 4 бали

Грабовська О.М.
(КЗ "ВЛ №9")

11 клас

Задача 11

1) Дано:

$$M_c = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

$$R_c = 695,99 \cdot 10^6 \text{ м}$$

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

$T_{\min} = ?$

Мінімальний період обертання тіла буде мати тіло, що обертається біля поверхні Сонця, тобто

$$T_{\min} = \frac{2\pi R_c}{v_I}$$

де v_I - перша космічна швидкість для Сонця

$$v_I = \sqrt{G \frac{M_c}{R_c}}$$

$$v_I = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{695,99 \cdot 10^6 \text{ м}}} \approx 437 \cdot 10^3 \text{ м/с}$$

$$T_{\min} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 695,99 \cdot 10^6 \text{ м}}{437 \cdot 10^3 \text{ м/с}} \approx 10001,87 \text{ с} \approx 2,77,9 \text{ год} \approx 2,8 \text{ год}$$

Максимальний період обертання буде мати тіло, що буде знаходитися на краю Сонячної системи. Остання велика планета Сонячної системи - Нептун. Отже, максимальний період обертання найбільшою можливою вважатиме середній період Нептуна

$$T_{\max} = 164,79 \text{ р.}$$

Перевірять: Бондар Т. В.
Клануцян В. М.

Нкиас

Завдання №11.

Перевірять: Бондар П.В., Кломуцак В.М.

Максимальна кількість балів - 6

Критерії оцінювання:

- 15 - зн вірності вказано середній період Меркурія та Венути;
- 15 - зазначено, що мінімальний період обертання буде мати тіло, що знаход. на поверхні Сонця (на фотосфері);
- 15 - застосовано формули закону всесвітнього тяжіння, роцентрового прискорення та періоду обертання;
- 15 - виведено формулу для обчислення періоду обертання;
- 15 - обчислено мінімальний період обертання;
- 15 - обґрунтовано значення T_{\max} , зн період обертання Венути.
Примітка: у випадку, якщо за межю Сонячної системи взято вірраїї (т. об'єкти (ж. Орта, поле Койпера і т. д.)

Астероїд щорічно зближується з Землею, знаходячись в цей же час в точці афелію своєї витягнутої орбіти. Знайти відстань від Сонця в точці перигелію його орбіти. Орбіту Землі вважати коловою.

Дано:

$$S = 1 \text{ рік}$$

$$T_{\oplus} = 1 \text{ рік}$$

$$a_{\oplus} = 1 \text{ а.о.}$$

$$r_{\text{min}} = ?$$

Знайдемо зоряний період обертання астероїда, оскільки конфігурація зближення астероїда з Землею повторюється через період який в синодичний.

Якби астероїд був зовнішнім об'єктом для орбіти Землі, то

$$\frac{1}{T_{\text{аст}}} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{S} \quad \frac{1}{T_{\text{аст}}} = 0, \text{ а це неможливо}$$

Отже, астероїд є внутрішнім об'єктом для орбіти Землі.

Знайдемо його зоряний період обертання навколо Сонця

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\text{аст}}} - \frac{1}{T_{\oplus}}; \quad \frac{1}{T_{\text{аст}}} = \frac{1}{T_{\oplus}} + \frac{1}{S}; \quad \frac{1}{T_{\text{аст}}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1}$$

$$\frac{1}{T_{\text{аст}}} = 2 \frac{1}{\text{рік}}$$

$$T_{\text{аст}} = 0,5 \text{ р.}$$

Виконаємо малюнок з урахуванням,

що орбіта Землі колова, в центрі - Сонце, а орбіта астероїда - еліптична, в одному з фокусів еліпса знаходиться Сонце. В точці афелію положення Землі та астероїда практично співпадають. Тому $r_{\text{max}} = a_{\oplus} = 1 \text{ а.о.}$

Знайдемо велику піввісь орбіти астероїда за III з-м Кеплера

$$\frac{T_{\oplus}^2}{T_{\text{аст}}^2} = \frac{a_{\oplus}^3}{a_{\text{аст}}^3}; \quad a_{\text{аст}}^3 = \frac{a_{\oplus}^3 T_{\oplus}^2}{T_{\text{аст}}^2}$$

$$a_{\text{аст}} = \sqrt[3]{\left(\frac{T_{\oplus}}{T_{\text{аст}}}\right)^2} a_{\oplus}$$

$$a_{\text{аст}} = \sqrt[3]{0,25} a_{\oplus} = 0,63 a_{\oplus}$$

$$a_{\text{аст}} = 0,63 a_{\oplus}$$

$$r_{\text{min}} + r_{\text{max}} = 2a_{\text{аст}}$$

$$r_{\text{min}} = 2a_{\text{аст}} - r_{\text{max}}; \quad r_{\text{min}} = 2 \cdot 0,63 - 1 \text{ а.о.}$$

$$r_{\text{min}} = 1,26 a_{\oplus} - 1 a_{\oplus} = 0,26 a_{\oplus}$$

Відповідь: $r_{\text{min}} = 0,26 a_{\oplus}$

Перевірила вч. астрономії Віталієвою Ліною №1 ш. М.І.Парубова
Шарбатюк О.С. О.Шарбатюк

Критерії оцінювання
задачі №12 11 клас

1. Правильний висновок про синодичний період одертання астероїда - 1 бал.
2. Правильне визначення зоряного періоду одертання астероїда - 1 бал.
3. Виконання малюнка, або аналіз взаємного розміщення об'єктів, що дає змогу встановити правильну зрозуміти умову задачі - 1 бал.
4. Висновок про співвідношення (практичне) середньої відстані Землі від Сонця і афелійної відстані астероїда - 1 бал.
5. Співвідношення між перигелійною та афелійною відстанями та подвійною великою піввіссю орбіти астероїда, з якою впливає формула для знаходження шуканої величини - 1 бал.
6. Правильні розрахунки 1 бал.

Σ 6 балів