

Перед тем, как приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте эти указания:

а) Для оформления решений Вам предлагается 1 титульный лист (на нем Вы ничего не пишете) и 5 листов ответа: 1 лист – одно задание.

Окошко «Шифр участника» **НЕ ЗАПОЛНЯЕТЕ!!!**

б) В листе ответа приведите основные формулы и результаты расчетов, в конце запишите ответ.

в) Все записи производите на одной стороне листа.

г) Для проведения преобразований, вывода формул, расчетов, и т.д., используйте черновик, который после окончания работы вложите в файл с титульным листом и листами ответов. Записи в черновике не оцениваются и не учитываются при выставлении оценки.

## Вариант 2

### Задания теоретического тура

#### Задание 1. Антиподы. (20 баллов)

Два антипода одного роста в одни и те же сутки 2022 года наблюдали прохождение Солнца через небесный меридиан в течение  $\tau = 141,7c$ . Измеренный угловой диаметр Солнца в момент наблюдения был равен  $d'' = 1950,1''$ . Тень, которую отбрасывал первый антипод, длиннее, чем тень, которую отбрасывал второй антипод, в два раза.

а) В какую дату происходили данные наблюдения?

б) На каких географических широтах находились первый и второй антиподы соответственно?

в) Как двигалось Солнце относительно первого и второго наблюдателя?

г) Во сколько раз продолжительность дня (во время наблюдения) для первого наблюдателя была больше, чем для второго?

Подсказка: изменением экваториальных координат Солнца пренебречь.

#### Задание 2. Расстыковка. (20 баллов)

Космический аппарат (КА) с общей массой  $M$ , состоящий из двух автоматических модулей, движется по круговой орбите вокруг Солнца. В некоторый момент произошло отсоединение модуля с меньшей массой  $m_2$  со скоростью  $u = 2,2 \frac{км}{с}$  относительно другого, направленной по касательной к орбите КА. После отсоединения оба модуля стали двигаться по разным эллиптическим орбитам с одинаковым эксцентриситетом  $e = 0,72$  в одном направлении, причем меньший модуль – по меньшей орбите.

а) Вычислите отношение масс  $\frac{m_1}{m_2}$  автоматических модулей.

б) Вычислите приращения скоростей  $\Delta v_1$  и  $\Delta v_2$  (в  $\frac{км}{с}$ ) автоматических модулей сразу после отсоединения.

в) Определите радиус  $a_0$  (а.е.) круговой орбиты КА до отсоединения модулей.

г) Найдите отношение периодов  $\frac{T_1}{T_2}$  обращения модулей вокруг Солнца.

Подсказка: закон сохранения импульса самый главный.

Задание 3. Фотометрия бесконечности. (20 баллов)

Вблизи луча зрения, на одинаковом  $r = 9 \text{ пк}$  расстоянии от наблюдателя, находящегося на Земле, и друг от друга последовательно находится бесконечно большое количество солнцеподобных звезд. Используя значение солнечной постоянной  $b_0 = 1370 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ :

а) Определите освещенность  $b_7 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right)$ , создаваемую седьмой по счету от наблюдателя звездой.

б) Вычислите, на сколько единиц суммарная звездная величина 11-й и 21-й звезд меньше суммарной звездной величины 51-й и 61-й звезд?

в) Получите выражение для определения освещенности, создаваемой всеми звездами в единицах  $(b_0, r)$ .

г) Используя выражение, полученное в пункте в) рассчитайте суммарную видимую звездную величину всех звезд.

Подсказка: «базельская» задача Вам в помощь.

Задание 4. Газовое облако. (20 баллов)

В межзвёздной среде обнаружено облако молекулярного водорода сферической формы с концентрацией частиц газа  $n_0 = 100 \text{ см}^{-3}$  и температурой газа  $T_0 = 20 \text{ К}$ .

а) Объясните, почему будет происходить гравитационное сжатие газового облака с радиусом  $R_0 = 2,2 \text{ пк}$ .

б) Определите минимальный радиус  $R_{\text{min}}$  (в пк) облака (при заданных  $n_0$  и  $T_0$ ), которое еще сможет сжиматься под действием гравитации.

в) Оцените количество выделившейся гравитационной энергии при сжатии облака с параметрами  $n_0$ ,  $T_0$  и  $R_0$  в два раза (по радиусу).

г) На сколько кельвинов при этом изменится температура облака газа?

Подсказка: используйте теорему о вириале:

Задание 5. Вселенная. (20 баллов)

Поверим одной из современных гипотез, в которой предложена следующая периодизация в развитии Вселенной:

а) инфляционная стадия ( $t_1 = 10^{-34} \text{ с} \div t_2 = 10^{-32} \text{ с}$ );

б) радиационное доминирование ( $t_2 = 10^{-32} \text{ с} \div t_3 = 70000 \text{ лет}$ );

в) пылевая стадия ( $t_3 = 70000 \text{ лет} \div t_4 = 7,9 \text{ млрд.лет}$ );

г)  $\Lambda$  – доминирование ( $t_4 = 7,9 \text{ млрд.лет} \div t_5 = \text{настоящее время}$ ).

Во сколько раз масштабный фактор  $a(t)$  в конце каждого из четырех вышеперечисленных периодов больше, чем в его начале?

Используйте в решении значения следующих величин:

плотность во время инфляции  $\rho_{\text{инф}} = 6,6 \cdot 10^{76} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;

плотность  $\Lambda$ -члена:  $\rho_{\Lambda} = 8,51 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

Подсказка: используйте первую линию Интернета.

Шифр участника \_\_\_\_\_

Титульный лист

Результаты оценивания (заполняют члены жюри):

	а)	б)	в)	г)	Итого	Подпись
Задание 1						
Задание 2						
Задание 3						
Задание 4						
Задание 5						
Итого:						

Шифр участника \_\_\_\_\_

Лист ответа – Задание 1

Ответ: а) ; б) ;  
в) ; г) .

Лист ответа – Задание 2

Шифр участника \_\_\_\_\_

Ответ: а) ; б) ;  
в) ; г) .

Лист ответа – Задание 3

Шифр участника \_\_\_\_\_

Ответ: а) ; б) ;  
в) ; г) .

Лист ответа – Задание 4

Шифр участника \_\_\_\_\_

Ответ: а) ; б) ;  
в) ; г) .

Лист ответа – Задание 5

Шифр участника \_\_\_\_\_

Ответ: а) ; б) ;  
в) ; г) .