

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 пишите) 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 $\tau = 141,7\text{ с}$. 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 $u = 2,2 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ 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 Δv_1 и Δv_2 (в $\frac{\text{км}}{\text{с}}$) 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 межзвездной среде обнаружено облако молекулярного водорода сферической формы с концентрацией частиц газа $n_0 = 100 \text{ см}^{-3}$ и температурой газа $T_0 = 20 \text{ K}$.

- а) Объясните, почему будет происходить гравитационное сжатие газового облака с радиусом $R_0 = 2,2 \text{ пк}$.
- б) Определите минимальный радиус R_{\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) Λ -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 $\rho_{инф} = 6,6 \cdot 10^{76} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

плотность Λ -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) .

Шифр участника _____
Лист ответа – Задание 2

Ответ: а) ; б) ;
в) ; г) .

Шифр участника _____
Лист ответа – Задание 3

Ответ: а) ; б) ;
в) ; г) .

Шифр участника _____
Лист ответа – Задание 4

Ответ: а) ; б) ;
в) ; г) .

Шифр участника _____
Лист ответа – Задание 5

Ответ: а) ; б) ;
в) ; г) .