

Кометные хвосты: механизмы образования и вариации

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данной статьи является исследовать механизмы образования кометных хвостов и выявить основные факторы, влияющие на их вариации. Данные получены путем анализа, от наблюдений космических телескопов и космических миссий, изучающих кометы. В результате данного исследования удалось установить, механизмы образования кометных хвостов и их вариации.

Ключевые слова: кометные хвосты, астрономия, кометы

Comet tails: formation mechanisms and variations

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the mechanisms of cometary tail formation and to identify the main factors affecting their variations. The data were obtained by analyzing observations from space telescopes and space missions studying comets. As a result of this study it was possible to establish the mechanisms of formation of comet tails and their variations.

Keywords: cometary tails, astronomy, comets

Введение

Актуальность исследования

Актуальность исследования механизмов образования и вариаций кометных хвостов обусловлена их важной ролью в понимании процессов, происходящих в ранней солнечной системе и за ее пределами. Кометы, являясь древними объектами, содержат первичный материал, из которого формировались планеты, и изучение их хвостов помогает раскрыть состав и эволюцию этих космических тел. Кроме того, исследование взаимодействия комет с солнечным ветром и излучением способствует развитию моделей космической погоды, что имеет значение для планирования и защиты космических миссий и спутников.

Обзор исследований

Р. А. Гуляев [1] показывает, что конфигурации кометных хвостов, наблюдавшихся в те годы, определенно свидетельствуют о присутствии солнечного ветра. А. А. Ибрагимову удалось выявить, что отношение кометоцентрических координат свидетельствует о плазменной природе кометного хвоста [2]. Е. Р. Моженов посвятил свою статью изучению плазменных хвостов комет [3]. В статье Г. И. Кохириной показано распределения яркости вдоль хвоста и выявлена структура пылевого хвоста [4]. А. Г. Сафаров рассматривает причины и условия образования аномального хвоста комет [5].

Цель исследования

Целью данной статьи является исследовать механизмы образования кометных хвостов и выявить основные факторы, влияющие на их вариации.

Результаты и обсуждения

Кометные хвосты — это яркие, вытянутые структуры, которые образуются, когда комета приближается к Солнцу и нагревается, вызывая сублимацию (прямой переход вещества из твердого состояния в газообразное) и высвобождение различных газов и пыли из её ядра. Существует два основных типа хвостов комет: газовый (ионный) хвост и пылевой хвост.

Газовый (ионный) хвост формируется из ионизированных молекул и атомов, которые высвобождаются из ядра кометы при сублимации льдов (в основном водяного льда, углекислого газа, аммиака и других летучих веществ). Солнечное излучение и солнечный ветер (поток заряженных частиц, исходящих от Солнца) ионизируют эти молекулы и атомы. Ионизированные частицы взаимодействуют с магнитным полем солнечного ветра, ионизированные молекулы и атомы отталкиваются от Солнца, формируя узкий и часто прямолинейный хвост.

Газовый хвост обычно имеет голубоватый цвет из-за флуоресценции ионов, таких как CO^+ (угарный газ) и CN (цианоген).

Пылевой хвост возникает из-за выброса мелких твердых частиц пыли, которые также высвобождаются при сублимации льдов с поверхности кометного ядра. Эти частицы взаимодействуют с солнечным излучением, которое оказывает давление на пыль и отталкивает её от кометы. Пылевой хвост обычно более широкий и изогнутый по сравнению с ионным хвостом, поскольку частицы пыли имеют разный размер и массу, что приводит к различной степени воздействия солнечного света (рис. 1)

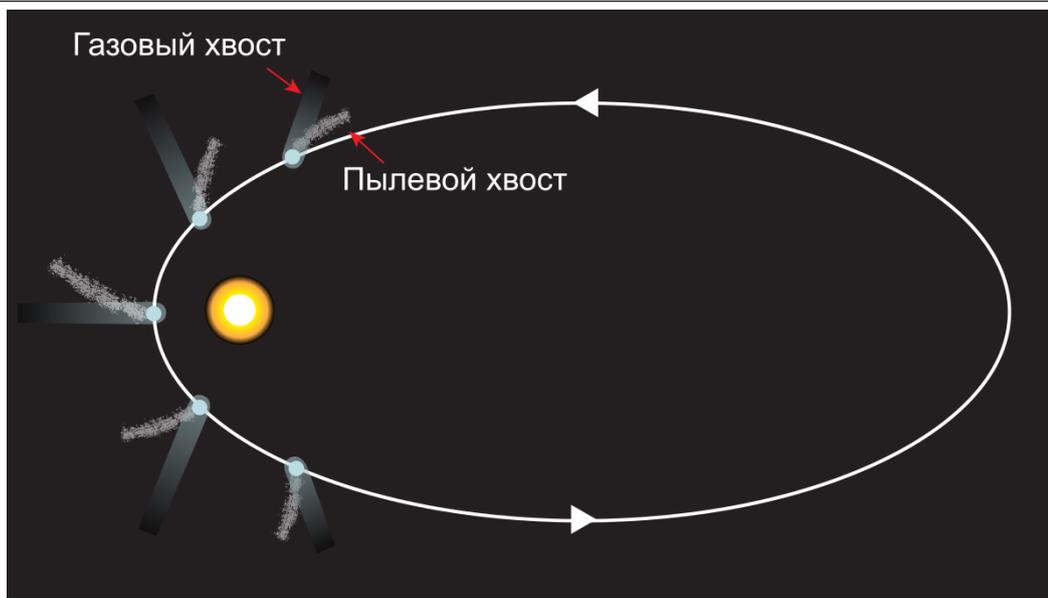


Рисунок 1 – Различие газового и пылевого хвостов

Пылевой хвост имеет желтоватый или беловатый цвет, так как пыль рассеивает солнечный свет.

Характеристики хвостов:

Длина и направление: хвосты комет могут простираются на миллионы километров и всегда направлены в сторону, противоположную солнцу, из-за давления солнечного ветра и излучения.

Временные изменения: структура и яркость хвостов могут изменяться со временем по мере приближения кометы к Солнцу и изменения её активности.

Механизмы образования кометных хвостов связаны с взаимодействием кометы с солнечным излучением и солнечным ветром, что приводит к сублимации льдов и высвобождению газов и пыли из ядра кометы. Рассмотрим подробнее процессы, участвующие в формировании газового (ионного) и пылевого хвостов:

Сублимация льдов:

Когда комета приближается к Солнцу, её поверхность начинает нагреваться. Температура на поверхности кометы увеличивается, и твёрдые вещества, такие как водяной лёд, углекислый газ, аммиак и метан, начинают переходить из твёрдого состояния в газообразное (сублимировать).

В результате сублимации на поверхности кометы образуются газовые облака, состоящие из молекул воды, углекислого газа, метана, аммиака и других летучих веществ, которые окружают кометное ядро, формируя кометную кому (оболочку).

Формирование газового (ионного) хвоста:

Ионизация: молекулы, высвобожденные при сублимации, ионизируются под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца. Это приводит к образованию положительно заряженных ионов и свободных электронов.

Солнечный ветер: поток заряженных частиц, известный как солнечный ветер, взаимодействует с ионизированными молекулами. Магнитное поле солнечного ветра захватывает и ускоряет ионы, заставляя их двигаться в направлении, противоположном солнцу.

Образование хвоста: ионы, захваченные солнечным ветром, образуют узкий, прямолинейный газовый хвост, который светится в результате флуоресценции ионов, таких как CO⁺ (угарный газ) и CN (цианоген).

Формирование пылевого хвоста:

Выброс пыли: одновременно с сублимацией льдов из ядра кометы высвобождаются мелкие твердые частицы пыли, состоящие из силикатов, углеродистых соединений и других материалов.

Световое давление: солнечное излучение оказывает давление на частицы пыли, отталкивая их от ядра кометы. Частицы разного размера и массы реагируют на давление солнечного света по-разному, что приводит к различной скорости их движения.

Образование хвоста: частицы пыли, выброшенные с кометы, образуют широкий и изогнутый пылевой хвост, который рассеивает солнечный свет и светится жёлтоватым или беловатым цветом. Пылевой хвост более массивен и заметен, чем газовый хвост.

Влияние расстояния до Солнца:

Изменение активности: по мере приближения кометы к Солнцу активность сублимации увеличивается, что приводит к увеличению объёма высвобождаемых газов и пыли. Это, в свою очередь, усиливает образование хвостов.

Изменение структуры: взаимодействие кометы с солнечным ветром и излучением также зависит от расстояния до солнца, что может приводить к изменениям в структуре и яркости хвостов.

Таким образом, кометные хвосты формируются в результате сложного взаимодействия кометы с солнечным излучением и солнечным ветром, включающего процессы сублимации, ионизации и светового давления, что приводит к образованию впечатляющих и разнообразных структур, наблюдаемых с Земли.

Выводы

Исследование показало, что кометные хвосты формируются вследствие сублимации льдов и выброса газов под воздействием солнечного излучения и солнечного ветра, а их вариации зависят от состава кометного ядра и расстояния до Солнца.

Библиографический список

1. Гуляев Р.А. Кометные хвосты типа I и солнечный ветер в эпоху маундеровского минимума // *Астрономический журнал*. 2015. Т. 92. № 8. 665 с.
2. Ибрагимов А.А. Кометоцентрические координаты оси хвоста кометы 67P /

- Churyumov-Gerasimenko // Научные труды Института астрономии РАН. 2022. Т. 7. № 1. 30-35 с.
3. Моженков Е.Р. Вайсберг О. Л. К вопросу о классификации плазменных хвостов комет // Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы. 2017. Т. 51. № 4. 285-296 с.
 4. Кохирова Г.И. Рахматуллаева Ф. Д., Борисенко С. А. Результаты наблюдений кометы P/2019 LD2 в обсерватории Санглох // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. 2021. Т. 64. № 5-6. 291-302 с.
 5. Сафаров А.Г. Ибадинов Х. И. Механизмы образования аномального хвоста комет // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2019. № 2. 143-149 с.