



ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

HANOI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



KHOA TOÁN - TIN

FACULTY OF MATHEMATICS AND INFOMATICS

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP CỬ NHÂN

Mô phỏng hiện tượng tự nhiên bằng hệ hạt

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Đặng Hữu

Giảng viên hướng dẫn: TS. Vương Mai Phương

Hà Nội, ngày 20 tháng 07 năm 2024.

ONE LOVE. ONE FUTURE.

1. Cơ sở lý thuyết

- 1.1. Đặt vấn đề
- 1.2. Lý thuyết hệ hạt

2. Mô phỏng hiện tượng

- 2.1. Hiện tượng cực quang
- 2.2. Vụ nổ lớn và các thiên hà

3. Kết quả

- 3.1. Mô phỏng
- 3.2. Đánh giá

4. Kết luận

1. Cơ sở lý thuyết

1.1. Đặt vấn đề

Mô phỏng đài phun nước



Video 1.1. Một số mô phỏng bằng kỹ thuật hệ hạt

1. Cơ sở lý thuyết

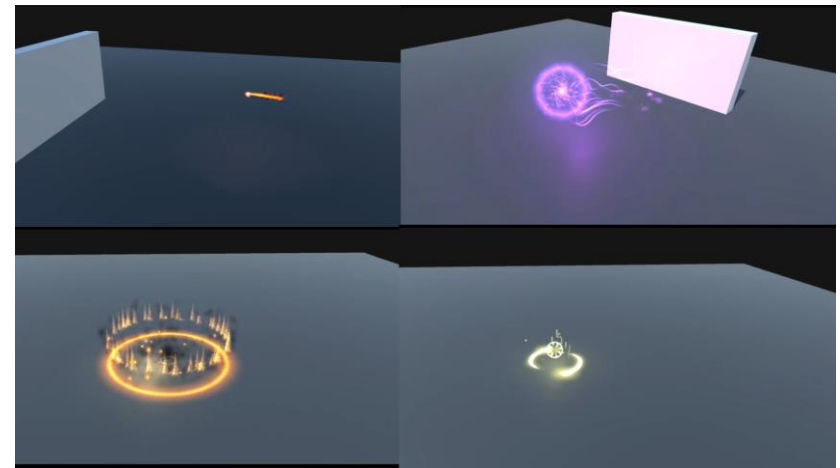
1.1. Đặt vấn đề

- Nhu cầu mô phỏng các hiện tượng
 - Tạo hiệu ứng trong các bộ phim
 - Tạo hiệu ứng trò chơi
- Gặp nhiều khó khăn khi sử dụng các kỹ thuật thông thường mô phỏng đối tượng
 - Kích thước lớn
 - Nhiều chi tiết

⇒ Yêu cầu xây dựng một kỹ thuật mô phỏng mới hiệu quả



Hình 1.1. Minh họa mô phỏng hiện tượng thiên nhiên



Video 1.2. Một số hiệu ứng trò chơi

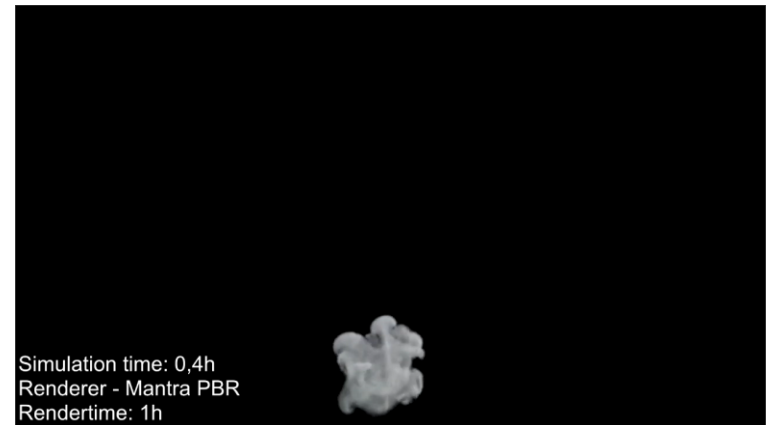
1. Cơ sở lý thuyết

1.2. Lý thuyết hệ hạt

- Năm 1983, William T. Reeves [3] giới thiệu kỹ thuật mới trong mô phỏng hình ảnh – hệ hạt
 - Sử dụng tập hợp gồm nhiều hạt nhỏ để thể hiện một đối tượng
 - Các hạt trong hệ hạt thay đổi và chuyển động theo thời gian
- Các thuộc tính cơ bản của hạt
 - Vị trí
 - Vận tốc
 - Màu sắc
 - Vòng đời
 - ...



Video 1.3. Hiệu ứng tuyết rơi

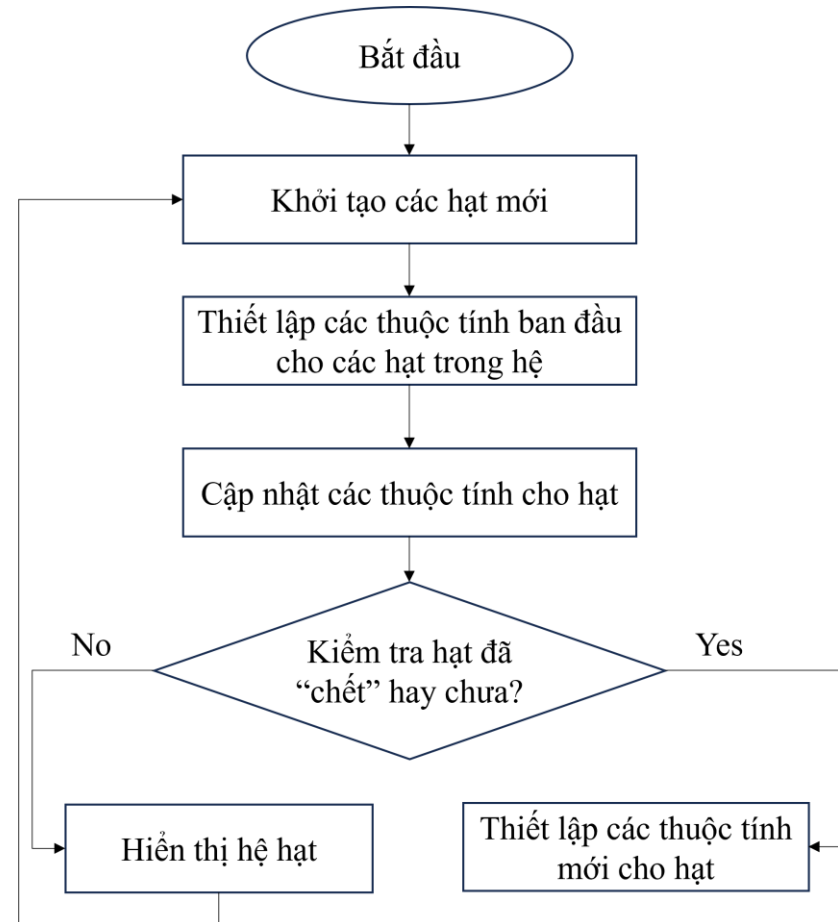


Video 1.4. Hiệu ứng khói và lửa

1. Cơ sở lý thuyết

1.2. Lý thuyết hệ hạt

- Quy trình xây dựng hệ hạt gồm 2 giai đoạn chính:
 - Giai đoạn 1: Khởi tạo
 - Giai đoạn 2: Cập nhật



Hình 1.2. Quy trình xây dựng hệ hạt

2. Mô phỏng hiện tượng

2.1. Hiện tượng cực quang

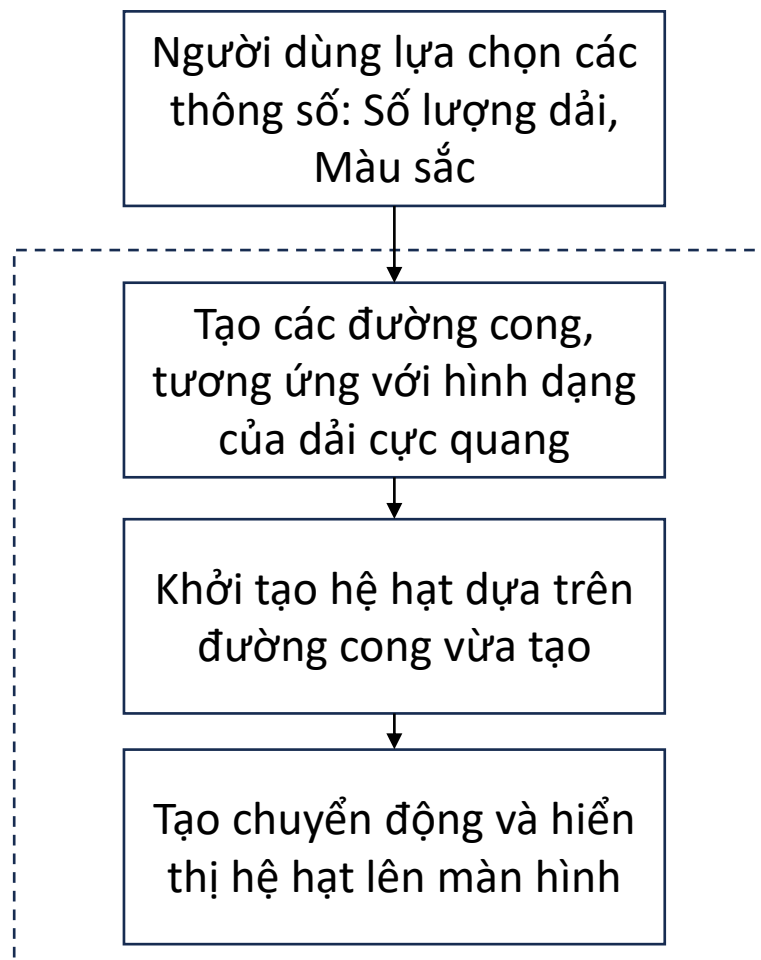
- Là những dải sáng trên bầu trời đêm ở các vùng cận cực
- Là kết quả của sự tương tác giữa Mặt trời và Trái đất
- Hình dạng chính [2]:
 - Đường cong gấp khúc
 - Dạng cuộn tròn



Hình 2.1. Một số hình ảnh về cực quang

2. Mô phỏng hiện tượng

2.1. Hiện tượng cực quang



Hình 2.2. Kịch bản thực hiện mô phỏng cực quang

2. Mô phỏng hiện tượng

2.1. Hiện tượng cực quang

Tạo các đường cong, tương ứng với hình dạng của dải cực quang

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n + \Delta x \\ y_{n+1} = \sin(t + \varphi_0) \\ t = t + \Delta t \end{cases}$$

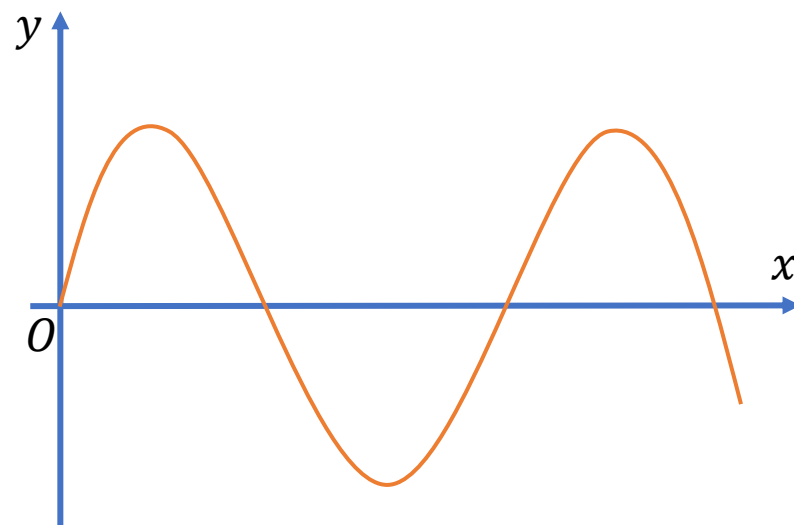
Trong đó:

x, y là tọa độ của các điểm

t là hệ số thời gian

φ_0 là góc lệch ban đầu

$\Delta x, \Delta t$ là giá trị tăng lên của x, t sau mỗi vòng lặp



Hình 2.3. Đồ thị của phương trình hình sin

2. Mô phỏng hiện tượng

2.1. Hiện tượng cực quang

*Tạo chuyển động và hiển thị hệ
hạt lên màn hình*

$$P_{new} = P_{old} + \sin(sp * sh) * h$$

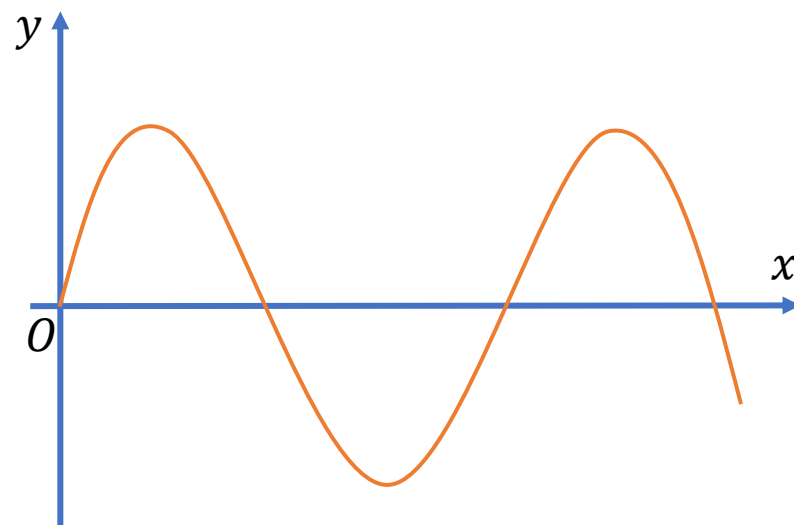
Trong đó:

P_{new} , P_{old} lần lượt là vị trí mới, vị trí cũ
của hạt

sp là hệ số điều khiển tốc độ của hạt

sh là chu kỳ sóng

h là độ lệch xa nhất khỏi vị trí gốc



Hình 2.3. Đồ thị của phương trình hình sin

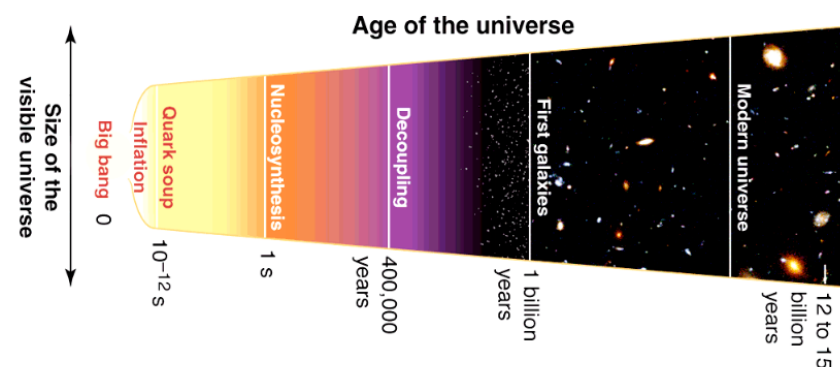
2. Mô phỏng hiện tượng

2.2. Vụ nổ lớn và các thiên hà

- Theo giả thuyết, vũ trụ được hình thành từ một “vụ nổ lớn” vào khoảng 15 tỷ năm trước
- Sau vụ nổ lớn, trải qua nhiều sự biến đổi, vũ trụ đã hình thành và phát triển như ngày nay [1]



Hình 2.4. Minh họa vụ nổ lớn

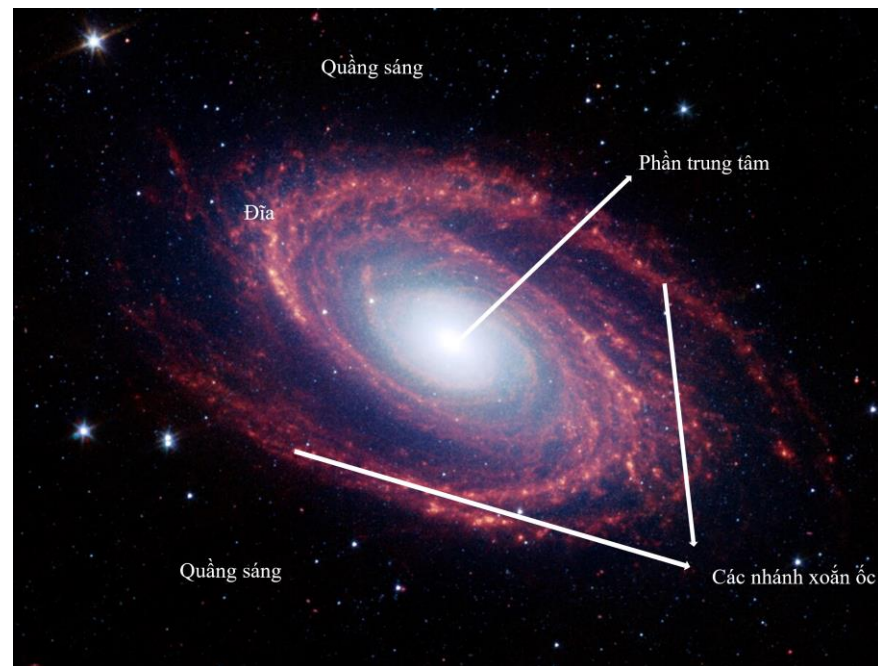


Hình 2.5. Lịch sử phát triển của vũ trụ

2. Mô phỏng hiện tượng

2.2. Vụ nổ lớn và các thiên hà

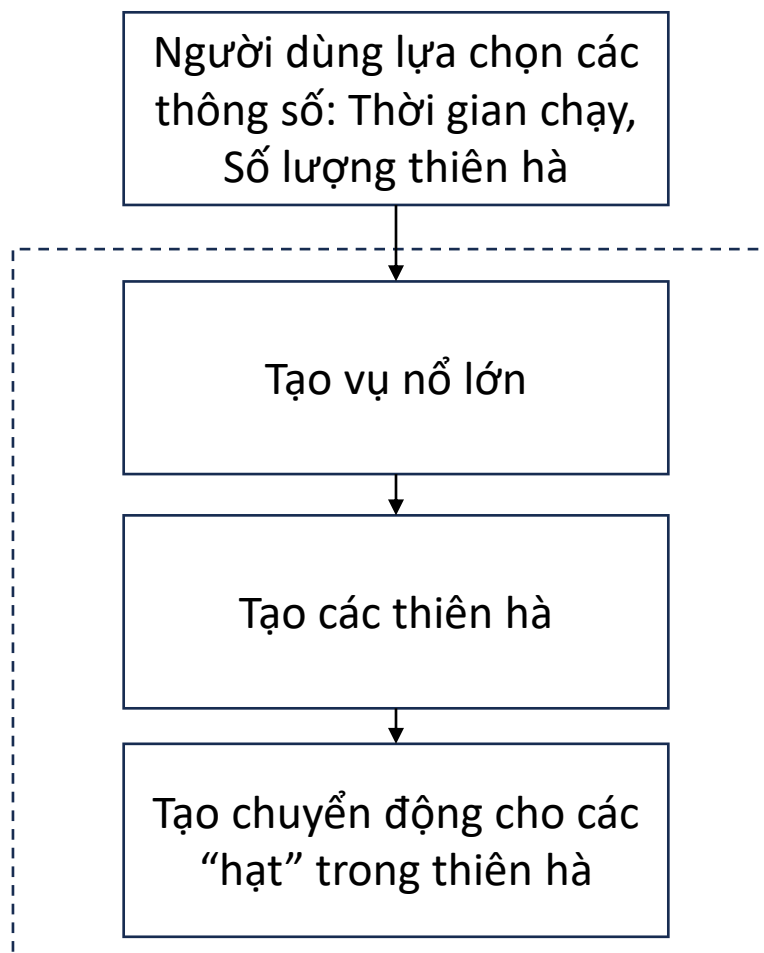
- Thiên hà là một tập hợp khổng lồ các ngôi sao, hành tinh, tinh vân,... liên kết với nhau bằng lực hấp dẫn
- Thành phần của một thiên hà dạng xoắn ốc bao gồm:
 - Phần trung tâm
 - Các nhánh xoắn ốc
 - Vùng quầng sáng xung quanh



Hình 2.6. Thành phần của thiên hà dạng xoắn ốc

2. Mô phỏng hiện tượng

2.2. Vụ nổ lớn và các thiên hà



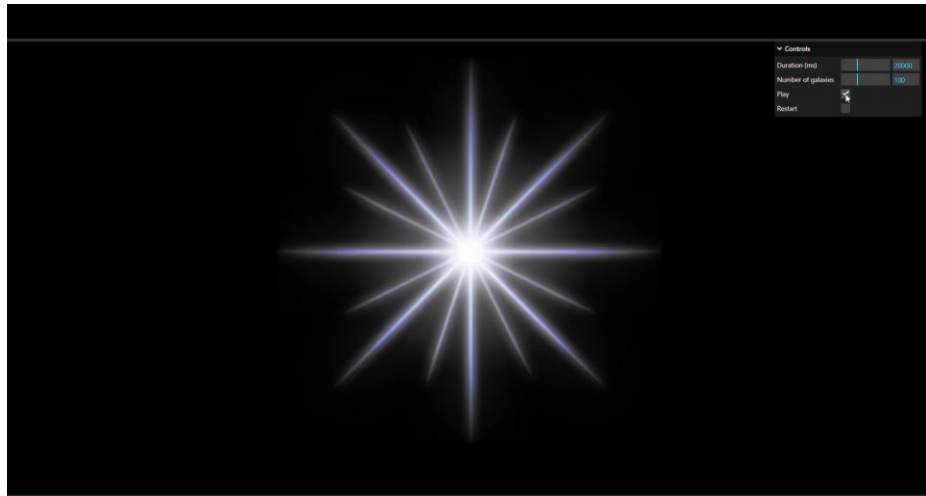
Hình 2.7. Kịch bản thực hiện mô phỏng vụ nổ lớn và các thiên hà

2. Mô phỏng hiện tượng

2.2. Vụ nổ lớn và các thiên hà

Tạo vụ nổ lớn

- Các hạt được khởi tạo vị trí ban đầu xung quanh điểm gốc (0,0,0)
- Các hạt chuyển động ra xa vị trí ban đầu theo các hướng



Video 2.1. Mô phỏng vụ nổ lớn

2. Mô phỏng hiện tượng

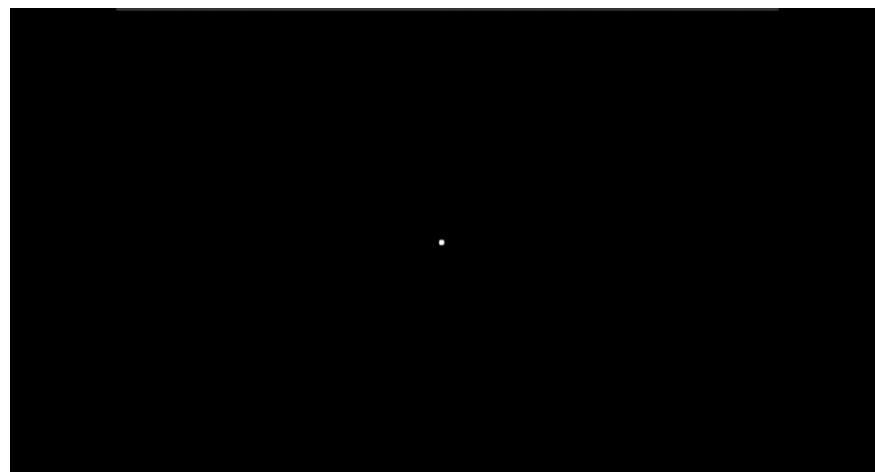
2.2. Vụ nổ lớn và các thiên hà

Tạo các thiên hà và tạo chuyển động

- Các hạt được khởi tạo vị trí ban đầu xung quanh điểm tâm thiên hà
- Sau đó, các hạt chuyển động tròn quanh tâm mỗi thiên hà

$$P' = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{bmatrix} * P$$

với P, P' là tọa độ cũ, mới của hạt; θ là góc quay



Video 2.2. Mô phỏng một thiên hà

3. Kết quả

Mô phỏng

1. Mô phỏng cực quang

Video 3.1. Kết quả mô phỏng

3. Kết quả

Đánh giá mô hình

- Mục tiêu:
 - Ứng dụng công nghệ WebGL trong mô phỏng hình ảnh
 - Tạo ra các mô phỏng trực quan, chân thực về các hiện tượng
 - Tăng cường tương tác người dùng
- Ưu điểm:
 - Hai mô hình đạt được hiệu ứng mô phỏng hình ảnh trực quan
 - Khả năng tùy chỉnh của người dùng
 - Tính tương thích trên nền tảng web
- Nhược điểm:
 - Độ chính xác và mượt mà chưa cao
 - Khả năng đáp ứng khi số lượng hạt tăng lên

4. Kết luận

- Công việc đã làm được
 - Tìm hiểu về kỹ thuật hệ hạt trong việc mô phỏng hiện tượng thiên nhiên, tạo hiệu ứng trò chơi
 - Sử dụng hệ hạt để mô phỏng hiện tượng cực quang, vụ nổ lớn và các thiên hà
- Hướng phát triển trong tương lai
 - Nâng cấp, cải tiến chất lượng của chương trình mô phỏng
 - Nghiên cứu và mô phỏng thêm nhiều hiện tượng khác bằng hệ hạt

- [1] D. L. Alles, “The evolution of the universe,” 2014.
- [2] G. Baranoski, J. Rokne, P. Shirley, T. Trondsen, and R. Bastos, “Simulating the aurora borealis,” *Proceedings the Eighth Pacific Conference on Computer Graphics and Applications*, 2000.
- [3] W. T. Reeves, “Particle systems - a technique for modeling a class of fuzzy objects,” *Computer Graphics*, vol. 7, no. 3, pp. 359–375, 1983.

A large, stylized graphic on the left side of the slide. It consists of a red background with a pattern of white dots arranged in concentric, slightly irregular circles, creating a sense of depth and movement. The word "HUST" is centered within this graphic.

HUST

THANK YOU !