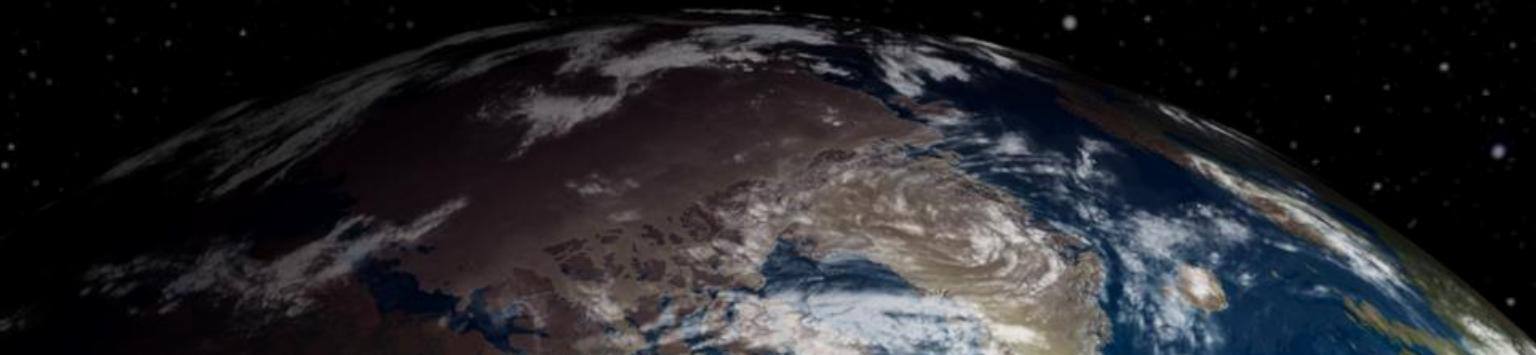
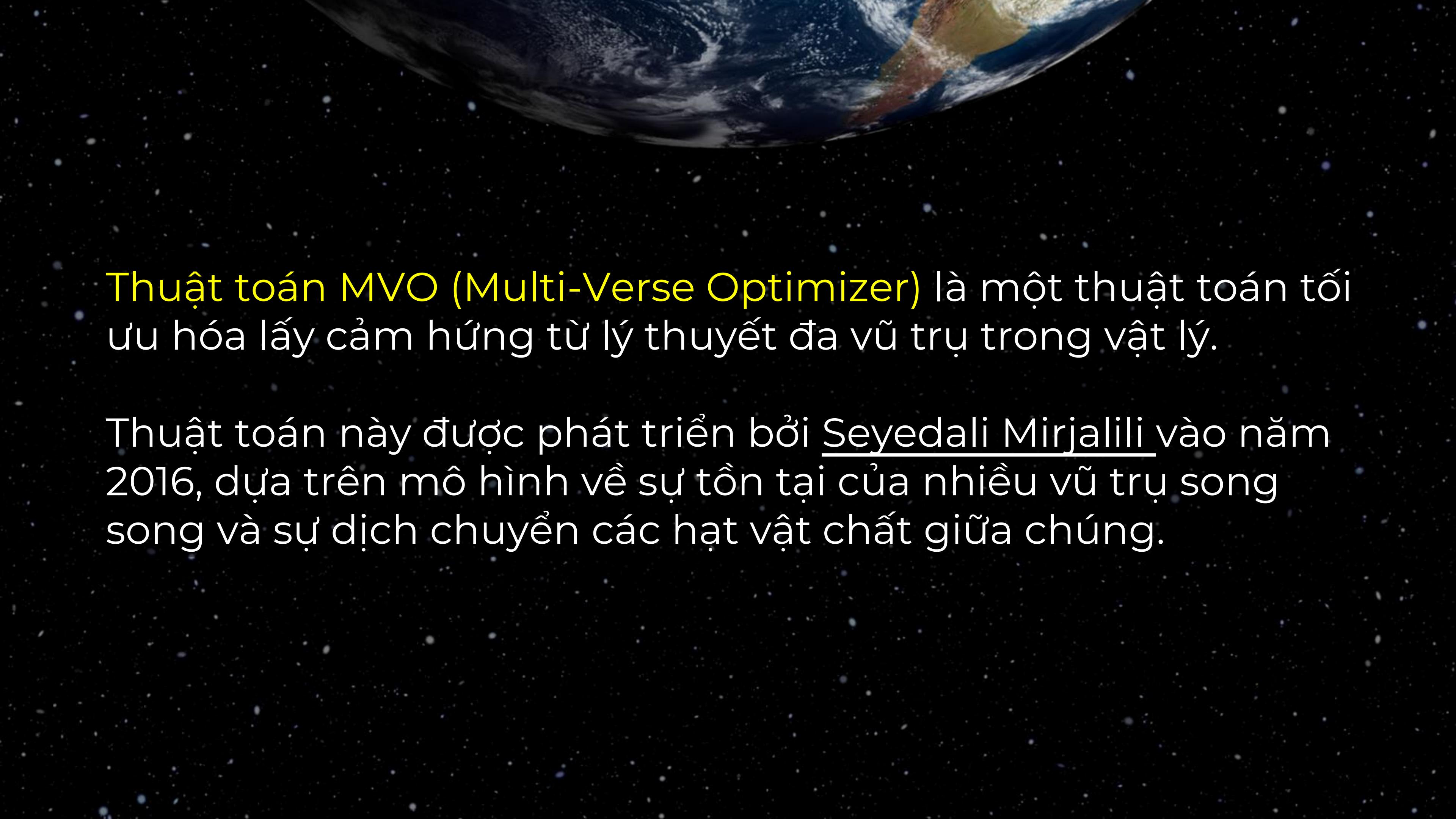


# Multi-Verse Optimizer (MVO)

THUẬT TOÁN ĐA VŨ TRỤ

Báo cáo:  
Dương Trọng Đức  
Trần Huỳnh Phụng Quyên





Thuật toán MVO (Multi-Verse Optimizer) là một thuật toán tối ưu hóa lấy cảm hứng từ lý thuyết đa vũ trụ trong vật lý.

Thuật toán này được phát triển bởi Seyedali Mirjalili vào năm 2016, dựa trên mô hình về sự tồn tại của nhiều vũ trụ song song và sự dịch chuyển các hạt vật chất giữa chúng.



# THUYẾT ĐA VŨ TỤ

# Vũ trụ học

Dựa trên ba khái niệm chính trong vũ trụ học: **Blackhole**, **Whitehole** và **Wormhole**. Nó mô phỏng cách thức các vũ trụ (giải pháp tiềm năng) được hình thành, biến đổi, phát triển theo thời gian để tìm ra vũ trụ tốt nhất (giải pháp tối ưu).





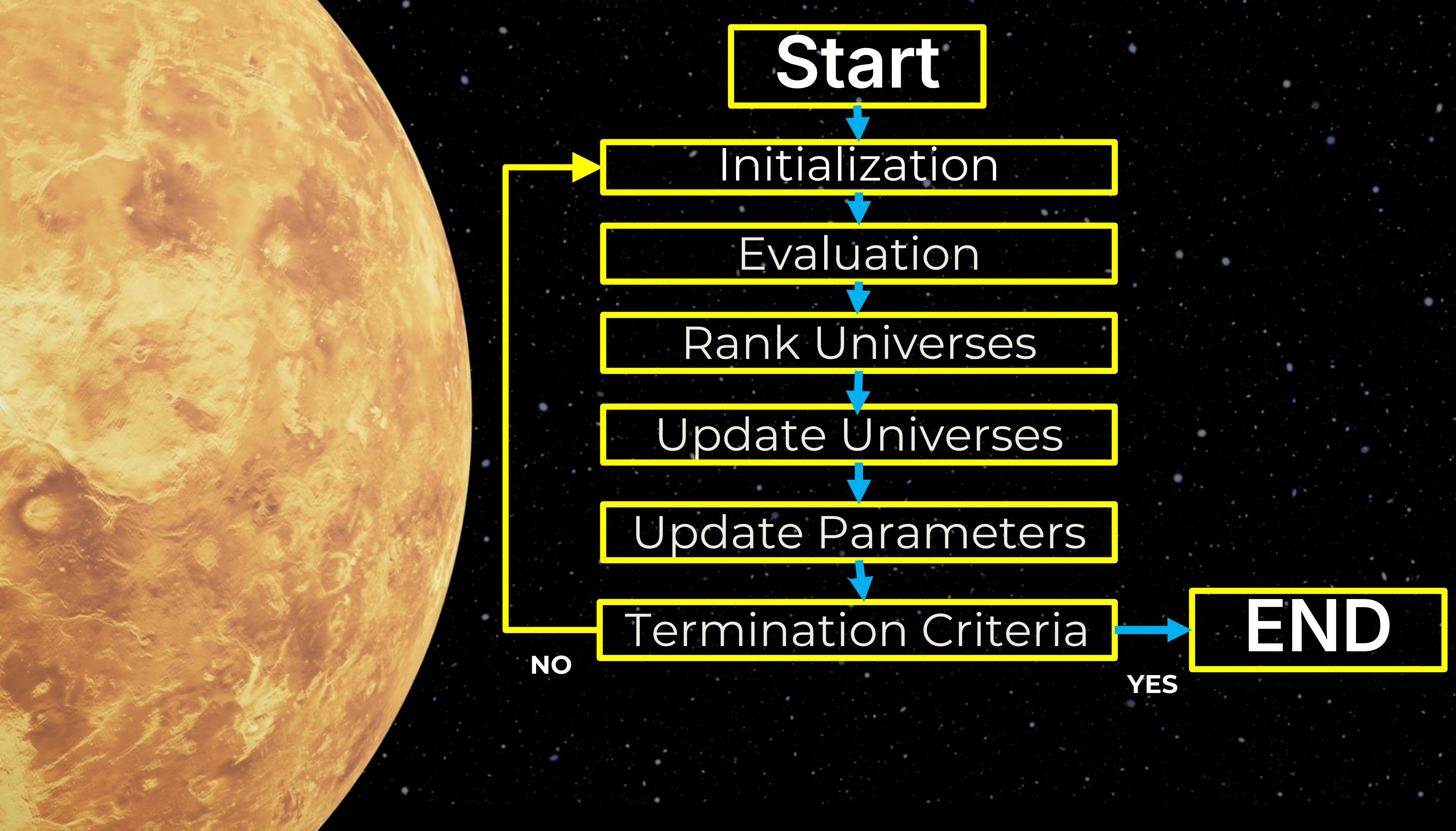
# QUY TẮC ĐƯỢC ÁP DỤNG TRONG CÁC VŨ TRỤ

1. The higher inflation rate, the higher probability of having white holes.
2. The higher inflation rate, the lower probability of having black holes.
3. Universes with higher inflation rate tend to send objects through white holes.
4. Universes with lower inflation rate tend to receive more objects through black holes.
5. The objects in all universes may face random movement towards the best universe via wormholes regardless of the inflation rate.

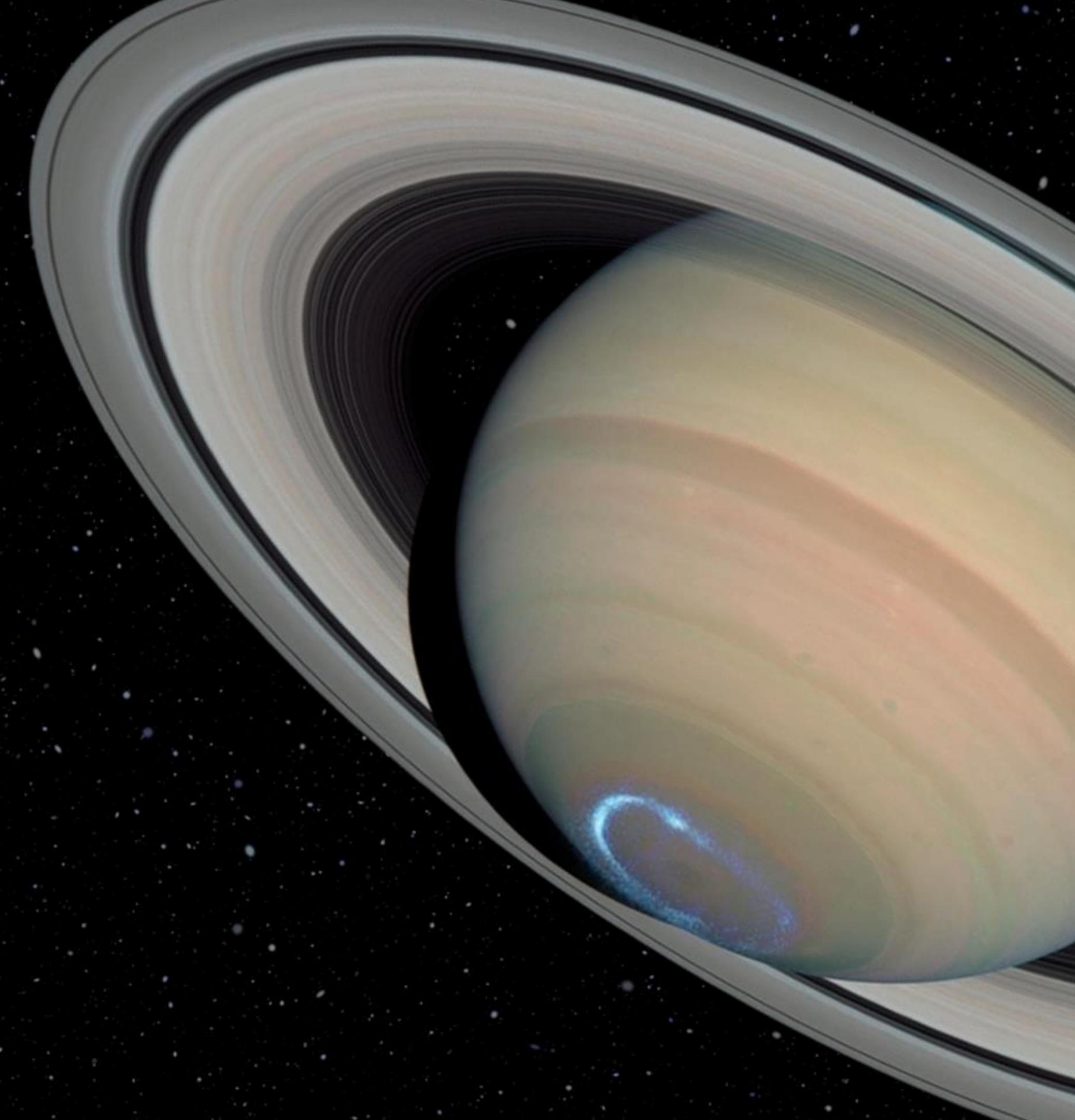


OUR PRODUCTS

# QUÁ TRÌNH HOẠT ĐỘNG



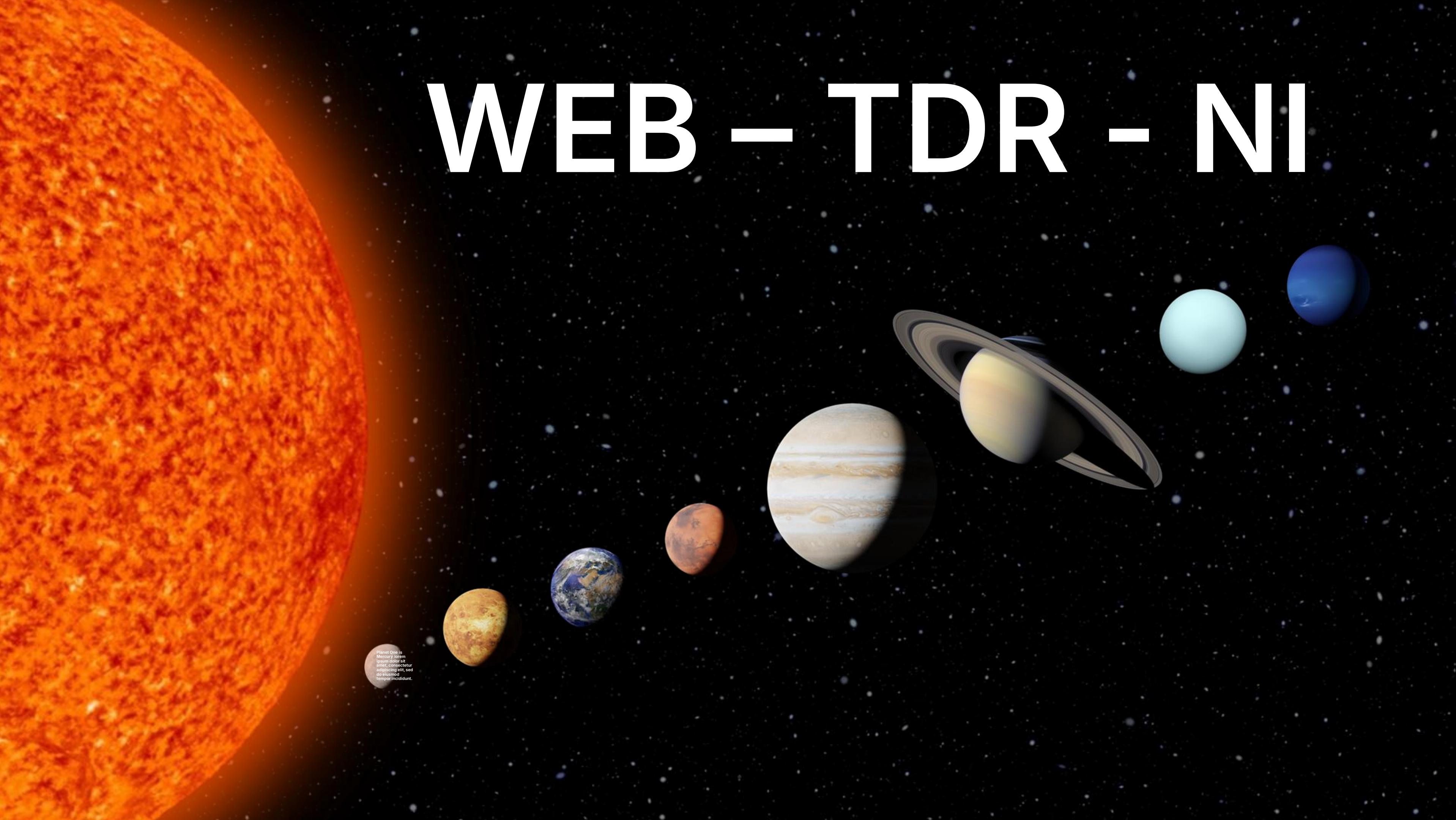
# CÁC THAM SỐ ĐẦU VÀO



$$f(x_1, x_2, x_3) = \left(\frac{x_1}{4}\right)^2 + \left(\frac{x_2}{2}\right)^2 + x_3^2$$

- pop\_size = 5
- bounds = [-2, 2]
- max\_iter = 20
- fitness =  $f(x_1, x_2, x_3)$
- NI(i): chuẩn hóa
- WEPmin = 0.2, WEPmax = 0.8
- TDR = 1.0
- R1 = random[0,1]
- R2 = random[0,1]
- R3 = random[0,1]
- R4 = random[0,1]

# WEB - TDR - NI



\*NI (Normalize inflation rate  
*(fitness)* of the universes)

(Chuẩn hóa tỷ lệ giãn nở (khả năng thích nghi) của vũ trụ)

\*WEP:

Wormhole\_existance\_probability

\*TDR: Travelling\_distance\_rate

# NI(i) – Tỉ lệ chuẩn hóa

\*NI luôn nằm trong khoảng [0, 1]:

NI = 0: Vũ trụ có giá trị hàm mục tiêu nhỏ nhất (tốt nhất).

NI = 1: Vũ trụ có giá trị hàm mục tiêu lớn nhất (tệ nhất).

NI càng nhỏ, vũ trụ đó càng có khả năng được chọn làm white hole trong quá trình tương tác giữa các vũ trụ.



**NI(U<sub>i</sub>) =**  
**(fitness(U<sub>i</sub>) - best(fitness)) / (max(fitness) - min(fitness))**

**WEP =**  
**WEPmin + (vòng lặp hiện tại/max\_iter) \* (WEPmax - WEPmin)**

**TDR =**  
**1-( vòng lặp hiện tại/max\_iter)**





**BƯỚC XÁC ĐỊNH WHITEHOLE &  
BLACKHOLE**

SU=Sorted universes

NI=Normalize inflation rate (fitness) of the universes

for each universe indexed by i

    Black\_hole\_index=i;

    for each object indexed by j

        r1=random([0,1]);

        if r1<NI(Ui)

            White\_hole\_index= RouletteWheelSelection(-NI);

            U(Black\_hole\_index,j)= SU(White\_hole\_index,j);

        end if

    end for

end for



# TỶ LỆ XUẤT HIỆN WORMHOLE

```
for each universe indexed by i
    for each object indexed by j
        r2=random([0,1]);
        if r2<WEP
            r3= random([0,1]);
            r4= random([0,1]);
            if r3<0.5
                U(i,j)=Best_universe(j) + TDR* (( ub(j) - lb(j)) * r4 + lb(j));
            else
                U(i,j)=Best_universe(j) - TDR * (( ub(j) - lb(j)) * r4 + lb(j));
            end if
        end if
    end for
end for
```

**DEMO EXCEL**