

## แหล่งกำเนิดพลังงานของดวงอาทิตย์

🕒 นำเสนอเมื่อ 3 ม.ค. 2551

### แหล่งกำเนิดพลังงานของดวงอาทิตย์ โดย ระวี ภาวิไล

ก๊าซไฮโดรเจนเป็นธาตุซึ่งมีปริมาณมากที่สุดในเอกภพ และมีมากที่สุดบนดวงอาทิตย์ด้วยเมื่ออะตอมของไฮโดรเจนรวมตัวกันเข้าเป็นอะตอมของธาตุฮีเลียม ในปฏิกิริยาเรียกว่า ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์นั้น มวลสารของไฮโดรเจน ๑ กรัมจะสูญหายไป ๐.๐๐๗ กรัม โดยการแปรรูปเป็นพลังงานและจะได้พลังงาน  $= ๐.๐๐๗ \times (๓ \times ๑๐^{๑๐})^๒$  เออร์กต่อทุกๆ ๑ กรัมของไฮโดรเจนที่เขาทำปฏิกิริยา ถ้าสมมุติว่ามวลของดวงอาทิตย์ทั้งหมดประมาณ  $๒ \times ๑๐^{๓๓}$  กรัม นั้นเป็นธาตุไฮโดรเจน ดังนั้น พลังงานทั้งหมดที่จะได้จากการแปรธาตุไฮโดรเจนทั้งหมดบนดวงอาทิตย์เป็นธาตุฮีเลียมจะเป็น  $๐.๐๐๗ \times (๓ \times ๑๐^{๑๐})^๒ \times ๒ \times ๑๐^{๓๓}$  เออร์ก เท่ากับ  $๑.๒๖ \times ๑๐^{๕๒}$  เออร์ก เอาปริมาณพลังงานที่อาจเกิดขึ้นได้จากการแปรธาตุไฮโดรเจนทั้งหมดนี้หารด้วย พลังงานที่ดวงอาทิตย์คายออกในการแผ่รังสี  $๓.๘ \times ๑๐^{๓๓}$  เออร์กต่อวินาที จะได้อายุหรือเวลาที่ดวงอาทิตย์จะแผ่รังสีเช่นนี้ได้  $๓.๒๓ \times ๑๐^{๑๘}$  วินาที หรือเท่ากับประมาณ  $๑๐^{๑๖}$  ปี (หนึ่งแสนล้านปี)

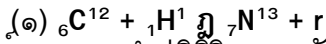
อายุของเอกภพ ตามการคำนวณทางดาราศาสตร์ จากอายุของดาวฤกษ์ที่เก่าแก่ที่สุดมีค่าประมาณ ๑ ถึง ๓ หมื่นล้านปี ดังนั้นการคำนวณอย่างหยาบๆ ดังกล่าวนี้ให้เห็นว่าแนวคิดเรื่องแหล่งพลังงานเทอร์โมนิวเคลียร์ของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ต่างๆ คงจะเป็นแนวคิดที่ถูกตอง นักฟิสิกส์ชื่อ เฮช เบธ (H. Bethe) ได้เป็นคนแรกที่ให้ความคิดเห็นว่ ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์อันเป็นแหล่งเกิดพลังงานของดวงอาทิตย์ อาจเป็นปฏิกิริยาสองชนิดดังต่อไปนี้

### หัวข้อ

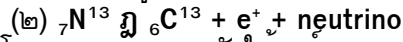
- [วัฏจักรคาร์บอน](#)
- [ปฏิกิริยาโปรตอน-โปรตอน](#)

## วัฏจักรคาร์บอน

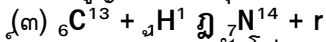
๑. **วัฏจักรคาร์บอน** ปฏิกิริยาชุดนี้มีธาตุคาร์บอนเป็นตัวชักนำหรือคะตะลิสต์ (catalyst) คาร์บอนเข้าร่วมในปฏิกิริยาในขั้นตอน และกลับคืนออกมาในขั้นสุดท้าย จึงไม่สูญเสียปริมาณไปปฏิกิริยามี ๖ ขั้นตอนด้วยกัน สมการที่แสดงต่อไปนี้เป็นข้อกษรสัญลักษณ์ของธาตุ โดยมีตัวเลขนำหน้าข้างกลางเป็น อะตอมิกนัมเบอร์ (atomic number) และตัวเลขตามหลังข้างบนเป็นแมสนัมเบอร์ (mass number) ของธาตุ สัญลักษณ์  $r$  แทน รั้งสีแกมมา ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (พลังงาน) และเครื่องหมาย  $e^+$  แทนอนุภาคโพสิตรอน ซึ่งมีมวลเท่าอิเล็กตรอน แต่มีประจุบวก



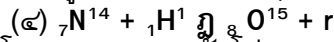
(คาร์บอน ๑๒ ทำปฏิกิริยารวมกับไฮโดรเจนอะตอม ไฮโดรเจน คือ โปรตอน เกิดเป็น ไนโตรเจน ๑๓ และมีพลังงานเกิดขึ้นในรูปร่างสีแกมมา)



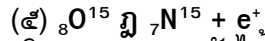
(ไนโตรเจน ๑๓ สลายตัวให้คาร์บอน ๑๓ กับโพสิตรอน และนิวตริโน ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีมวลสูญไม่มีประจุไฟฟ้า และมีความเร็วสูง)



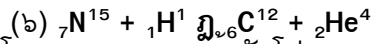
(คาร์บอน ๑๓ เข้าร่วมกับโปรตอนอีกหนึ่งตัว เกิดเป็นไนโตรเจน ๑๔ และได้พลังงานอีกในรูปของรั้งสีแกมมา)



(ไนโตรเจน ๑๔ รวมกับโปรตอนหนึ่งตัว เกิดเป็น ออกซิเจน ๑๕ ได้พลังงานในรูปร่างสีแกมมาอีก)



(ออกซิเจน ๑๕ สลายตัวได้ไนโตรเจน ๑๕ กับ โพสิตรอนหนึ่งตัว)



(ไนโตรเจน ๑๕ รวมเข้ากับโปรตอน ตัวที่สี่เกิดเป็นคาร์บอน ๑๒ กับ อนุภาคแอลฟา หรือแกนกลางอะตอมธาตุฮีเลียมหนึ่งตัว)

จะเห็นได้ว่าในสมการปฏิกิริยาหกขั้นข้างบนนี้ อะตอมคาร์บอน ๑๒ เริ่มเข้าทำปฏิกิริยาในขั้นต้น และกลับคืนออกมาจากปฏิกิริยาในขั้นสุดท้าย โปรตอนหรือแกนกลางอะตอมไฮโดรเจนเข้าสู่ปฏิกิริยาในขั้นที่หนึ่ง สาม สี่ และ หก ทีละตัว รวมสี่ตัวด้วยกัน เกิดเป็นแกนกลางอะตอมของธาตุฮีเลียมขึ้นมาในปฏิกิริยาขั้นที่หก ส่วนไนโตรเจน ๑๓ ไนโตรเจน ๑๔ ไนโตรเจน ๑๕ คาร์บอน ๑๓ และออกซิเจน ๑๕ นั้น เกิดมาชั่วระยะหนึ่ง แล้วก็สลายตัวหรือเข้าร่วมปฏิกิริยาขั้นต่อไปจนหมด โพสิตรอนนั้นทันทีที่เกิดขึ้นก็จะเข้าทำปฏิกิริยากับอิเล็กตรอนที่มีอยู่มากมายทั่วไป ทำลายซึ่งกันและกัน แปรมวลของทั้งคู่ให้เป็นพลังงานในรูปร่างสีแกมมา สำหรับนิวตริโนนั้นก็จะเล็ดลอดวิ่งออกไปจากดวงอาทิตย์โดยสะดวกเพราะเป็นของเล็ก เบา ไม่มีประจุไฟฟ้า และมีความเร็วสูง

พลังงานที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาในรูปร่างสีแกมมาจะแผ่กระจายออกจากบริเวณต้นกำเนิดในใจกลางของดวงอาทิตย์ และเนื่องจากเนื้อสารของดวงอาทิตย์ประกอบด้วยอะตอมของธาตุต่างๆมีปริมาณมากมาย หอหุ้มส่วนใจกลางอยู่ รังสีแกมมาจึงไม่สามารถไหลทะลุผ่านออกมาถึงพื้นผิวได้ แต่ก็จะมีการถ่ายเทและแปรสภาพเป็นรังสีธรรมดา ซึ่งมีขนาดคลื่นและพลังงานน้อย

กล่าวคือกลายเป็นแสงสว่างและความร้อนแผ่กระจายจากผิวดวงอาทิตย์ออกไปในอวกาศโดยรอบ

แต่ก่อนเคยคิดว่าปฏิกิริยาให้พลังงานของดวงอาทิตย์

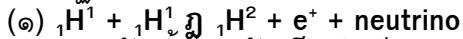
ส่วนใหญ่เป็นแบบวัฏจักรคาร์บอนในปัจจุบันข้อมูลทางวิชานิวเคลียร์ฟิสิกส์บ่งให้เห็นว่า ในกรณีของดวงอาทิตย์ ปฏิกิริยาโปรตอน-โปรตอน ซึ่งจะกล่าวต่อไปตามข้อ ๒

มีความสำคัญกว่าวัฏจักรคาร์บอนซึ่งเกิดเป็นส่วนใหญ่ในดาวฤกษ์ ที่มีอุณหภูมิที่ใจกลางสูงกว่าดวงอาทิตย์ของเรา

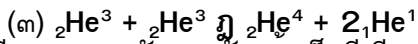
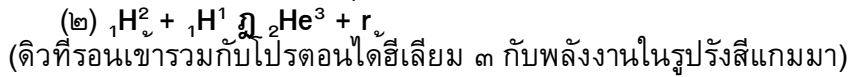
[กลับหัวข้อหลัก]

## ปฏิกิริยาโปรตอน-โปรตอน

**๒. ปฏิกิริยาโปรตอน-โปรตอน** ในปฏิกิริยาแบบนี้มีโปรตอนหกตัว  
เข้าสู่วงปฏิกิริยาซึ่งทำให้เกิดฮีเลียม ๔ ขึ้นหนึ่งตัว มีโปรตอนสองตัว  
เหลือและกลับเข้าทำปฏิกิริยาในรอบต่อไป



(โปรตอนสองตัวเขารวมกันเป็น ดิวทีรอน  
ซึ่งเป็นแกนกลางของอะตอมไฮโดรเจนของธาตุไฮโดร-เจน  
เกิดโพสิตรอนและนิวตริโนขึ้นอย่างละตัว)



(ฮีเลียม ๓ สองตัวรวมกันเข้าเป็นฮีเลียม ๔ ตัวหนึ่ง และเกิดโปรตอน  
ขึ้นสองตัว) เราอาจเขียนสมการทั้งสามขึ้นรวมกันได้เป็น  $4\text{}^1_1\text{H} \rightarrow \text{}^4_2\text{He} + 2\text{e}^+ + 2\text{r} + 2\text{ neutrino}$   
ทั้งนี้เพราะสมการ (๑) และ (๒) จะต้องเกิดขึ้นสองครั้งเมื่อมี ฮีเลียม ๓

จำนวนสองตัวมาทำปฏิกิริยาขั้นที่ (๓) ครั้งหนึ่ง

ปฏิกิริยาทั้งสองชนิดจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อโปรตอนและอนุภาคแกนกลางประมาณอื่นๆ  
นั้น มีความหนาแน่นสูง (กล่าวคือมีจำนวนมากในปริมาตรจำกัด)

และดาวมีความเร็วสูงพอที่จะวิ่งฝ่าแรงผลักระหว่างประจุไฟฟ้าเข้าชนกันได้ สภาวะเหมาะสมดังกล่าว  
คือความหนาแน่นและอุณหภูมิสูงมากนั้น มีอยู่ในบริเวณใจกลางของดวงอาทิตย์

ซึ่งคำนวณกันว่ามีอุณหภูมิ ๑๓.๖ ล้านองศาสัมบูรณ์ และมีความกดดัน  $2 \times 10^{10}$

ต่อตารางเซนติเมตร หรือประมาณ ๒

แสนล้านเท่าของความกดดันของบรรยากาศที่พื้นผิวโลกของเรา

**ดูเพิ่มเติม เรื่อง ทองฟากกลางคืน และ อุปราดา**

**[กลับหัวข้อหลัก]**



**บรรณานุกรม**

- [ระวี ภาวิไล](#)