

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล กศ.ด. (การวัดและประเมินผล)
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
ผู้อำนวยการด้านการวัดและประเมินผล
2. นายรังสรรค์ ศรีสาคร กศ.บ.,กศ.ม.
สาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นักวิชาการสาขาฟิสิกส์ 20 ปี
3. นายวีรจันต์ นาคะนิเวศน์ ค.บ. ,กศ.ม. (เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา)
โรงเรียนพิมายวิทยา อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา
ชำนาญด้านการผลิตสื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา
4. นายศิลปชัย อ่วมวงศ์ ค.บ. (ฟิสิกส์),กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
โรงเรียนพิมายวิทยา อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา
ชำนาญด้านการสอนฟิสิกส์ และชำนาญการพัฒนาหลักสูตร

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

แบบทดสอบการเรียนรู้ (ก่อนเรียน)

เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์

คำชี้แจง เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบมี 30 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 1. อธิบาย บอกความหมายของ กัมมันตภาพรังสี และธาตุกัมมันตรังสี พร้อมทั้งบอกสมบัติ และวิเคราะห์แนวการเคลื่อนที่ของรังสีที่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสี

1. รังสีแคโทด ต่างกับ รังสีบีตา คือข้อใด (ความเข้าใจ)

ก. รังสีแคโทดมีค่า $\frac{e}{m}$ คงตัว

ข. รังสีแคโทดสามารถควบคุมด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กพร้อมๆกันได้

ค. รังสีบีตามีความเร็วไม่คงตัว

ง. รังสีบีตาเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

2. จากการทดลองหา กัมมันตภาพรังสีของสาร A โดยวิธีของเบ็กเคอเรล ปรากฏว่า ไม่มีรอยดำบนฟิล์ม เมื่อนำฟิล์มนั้นไปล้าง แสดงว่า A เป็นอย่างไร (ความเข้าใจ)

ก. เสถียร

ข. เสถียรหรือแผ่รังสีแอลฟา

ค. ไม่เสถียรหรือแผ่รังสีแอลฟา

ง. แผ่รังสีแอลฟาและรังสีบีตา

3. รังสีแอลฟามีอำนาจทะลุผ่านน้อยกว่ารังสีชนิดอื่นที่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสีเนื่องจากสาเหตุใด (ความเข้าใจ)

ก. รังสีแอลฟามีพลังงานน้อยกว่ารังสีชนิดอื่น

ข. รังสีแอลฟามีสมบัติในการทำให้สารที่รังสีผ่านแตกตัวเป็นไอออนได้ดี

ค. รังสีแอลฟาไม่มีประจุไฟฟ้า

ง. รังสีเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง

4. ถ้าให้รังสีบีตา แกมมา และแอลฟาเคลื่อนที่ในน้ำและรังสีทั้งสามชนิดมีพลังงานเท่ากัน เราจะพบว่ารังสีบีตาเคลื่อนที่ได้ระยะทางตามข้อใด (ความเข้าใจ)

ก. สั้นที่สุด

ข. กลางที่สุด

ค. กลางกว่ารังสีแกมมา แต่ใกล้กว่ารังสีแอลฟา

ง. ใกล้กว่ารังสีแอลฟา แต่ใกล้กว่ารังสีแกมมา

5. ถ้าปล่อยรังสีแอลฟาและบีตาที่ได้จากสารกัมมันตรังสีเข้าไปในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กพร้อมๆกัน โดยทดลองในสุญญากาศ ผลที่ได้ควรเป็นข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก. รังสีทั้งสองเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
- ข. รังสีทั้งสองจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่คงตัว
- ค. รังสีทั้งสองจะเคลื่อนที่ในสุญญากาศไม่ได้เพราะต่างก็เป็นอนุภาค
- ง. รังสีแอลฟาเบนไปจากแนวเดิมได้มากกว่ารังสีบีตาในเวลาเท่ากัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อที่2. อธิบายโครงสร้างการทำงานของกลไกการเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส การค้นพบนิวตรอน นิวคลีออนสมมุติฐานการสลายของธาตุกัมมันตรังสี และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสภาพนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี

6. อะตอมของธาตุ $^{222}_{86}\text{Rn}$ (ความเข้าใจ)

- ก. มีจำนวนนิวคลีออน = 222 และจำนวนนิวตรอน = 86
- ข. มีจำนวนอิเล็กตรอน = 86 และจำนวนนิวตรอน = 136
- ค. มีจำนวนอิเล็กตรอน = 136 และจำนวนโปรตอน = 86
- ง. มีจำนวนนิวคลีออน = 222 และจำนวนอิเล็กตรอน = 136

7. เมื่อนิวเคลียส $^{216}_{84}\text{Po}$ สลายตัวไปเป็นนิวเคลียส $^{212}_{82}\text{Pb}$ จะให้รังสีหรืออนุภาคนิวเคลียสใดออกมา (ความเข้าใจ)

- ก. แอลฟา
- ข. บีตา
- ค. แกมมา
- ง. นิวตรอน

8. ยูเรเนียม $^{238}_{92}\text{U}$ สลายตัวให้ 8 อนุภาคแอลฟา และ 6 อิเล็กตรอนและธาตุใหม่ที่ได้มีเลขมวล และเลขอะตอมอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. 82 , 206
- ข. 91 , 234
- ค. 206 , 82
- ง. 234 , 91

9. ถ้าสมมติฐาน โปรตอน – อิเล็กตรอน เป็นจริง ^7_3Li ควรมียุคประกอบอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. 3 โปรตอน กับ 4 นิวตรอน
- ข. 3 โปรตอน กับ 4 อิเล็กตรอน
- ค. 7 โปรตอน กับ 3 นิวตรอน
- ง. 7 โปรตอน กับ 4 อิเล็กตรอน

10. ยูเรเนียม – 238 ($^{238}_{92}\text{U}$) เมื่อสลายตัวให้ α , β , γ , β และ γ จะกลายเป็นนิวเคลียสของธาตุอะไร (ความเข้าใจ)

- ก. Th – 234
- ข. Pa – 234
- ค. Ra – 226
- ง. U – 234

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อที่3. อธิบายไอโซโทป เสถียรภาพนิวเคลียส แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างเลขมวลกับรัศมีนิวเคลียสของธาตุ และหารัศมีนิวเคลียสของธาตุต่างๆ เมื่อทราบปริมาณที่เกี่ยวข้อง

11. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีครึ่งชีวิต 10 วัน ถ้าเก็บธาตุนั้นจำนวน 12×10^{14} อะตอม ไว้ 20 วัน จะเหลือธาตุนั้นกี่อะตอม (การนำไปใช้)

ก. 12×10^{12} อะตอม

ข. 2×10^{14} อะตอม

ค. 3×10^{14} อะตอม

ง. 4×10^{14} อะตอม

12. ธาตุกัมมันตรังสีหนึ่งมีมวล 1 กิโลกรัม เมื่อเวลาผ่านไป 8 ปี เหลือมวลเพียง 250 กรัม จงหาครึ่งชีวิต (การนำไปใช้)

ก. 4 ปี

ข. 5 ปี

ค. 6 ปี

ง. 7 ปี

13. ครึ่งชีวิตของ Fe-55 เท่ากับ 3 ปี หลังจากเวลาผ่านไป 9 ปี เหลือมวลอยู่ 0.125 กิโลกรัม เดิมมีมวลอยู่เท่าใด (การนำไปใช้)

1. 0.5 กิโลกรัม

2. 1.0 กิโลกรัม

3. 1.5 กิโลกรัม

4. 2.0 กิโลกรัม

14. ลูกเต๋า 16 หน้า แด้มสีไว้ที่หน้าหนึ่งจำนวน 100 ลูก นำมาทอดแล้วตัดลูกที่หงายหน้าแด้มสีออก ทอดอีกครั้งจึงจะเหลือลูกเต๋า 50 ลูก (การนำไปใช้)

ก. 8 ครั้ง

ข. 9 ครั้ง

ค. 10 ครั้ง

ง. 11 ครั้ง

15. กำหนด $r_0 = 1.2 \times 10^{-15}$ m จงหารัศมีของนิวเคลียส Zn -64 (การนำไปใช้)

ก. 2.4×10^{-15} เมตร

ข. 4.8×10^{-15} เมตร

ค. 7.8×10^{-15} เมตร

ง. 9.6×10^{-15} เมตร

16. ไอโซโทปของธาตุชนิดเดียวกันนิวเคลียสของมันจะมีอนุภาคชนิดใดที่มีจำนวนแตกต่างกัน และอนุภาคชนิดใดที่มีจำนวนเท่ากัน (ความเข้าใจ)

ก. มีโปรตอนเท่ากัน และมีนิวตรอนเท่ากัน

ข. มีโปรตอนเท่ากัน แต่นิวตรอนต่างกัน

ค. มีโปรตอนต่างกัน แต่มีนิวตรอนเท่ากัน

ง. มีโปรตอนต่างกัน และมีนิวตรอนต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อที่ 4. อธิบายความหมายของพลังงานยึดเหนี่ยว มวลพร่อง และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานของไอน์สไตน์ ไปอธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียสได้

17. กำหนดให้

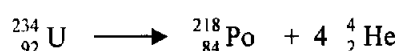
มวลอะตอมของ ${}^9_4\text{Be} = 9.01211 \text{ u}$ มวลของโปรตอน = 1.00727 u
 มวลของนิวตรอน = 1.00866 u มวลของอิเล็กตรอน = 0.00054 u
 (กำหนด $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$) จงหาพลังงานยึดเหนี่ยว (การนำไปใช้)

- ก. 6.49 MeV ข. 58.13 MeV
 ค. 162.67 MeV ง. 8.08 MeV

18. นิวเคลียส ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ มีมวลอะตอม 19.99243 u จะมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่าใด
 มวลของโปรตอน = 1.00727 u มวลของนิวตรอน = 1.00866 u
 มวลของอิเล็กตรอน = 0.00054 u (การนำไปใช้)

- ก. 160.652 MeV ข. 16.065 MeV
 ค. 8.033 MeV ง. 5.355 MeV

19. พิจารณาปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้

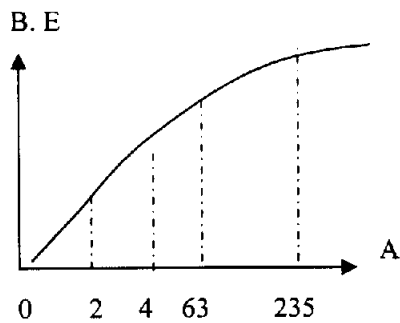
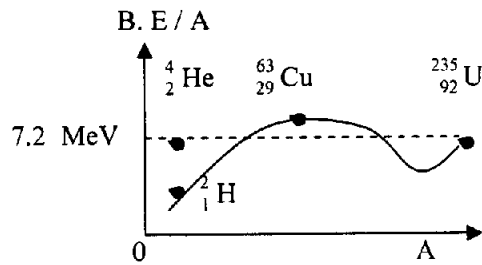


โดย ${}^{234}_{92}\text{U}$ มีมวล 234.11408 u ${}^{218}_{84}\text{Po}$ มีมวล 218.07702 u
 ${}^4_2\text{He}$ มีมวล 4.00260 u

พลังงานที่ปล่อยออกมาจากปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด (การนำไปใช้)

- ก. 0.0266 MeV ข. 6.0173 MeV
 ค. 12.0345 MeV ง. 24.8093 MeV

20. จากกราฟต่อไปนี้ ธาตุที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวสูงสุด คือธาตุใด (การนำไปใช้)



- ก. ${}^2_1\text{H}$ ข. ${}^4_2\text{He}$
 ค. ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ ง. ${}^{235}_{92}\text{U}$

21. เพราะเหตุใดนิวคลีออนจึงอยู่รวมกันในนิวเคลียสได้

- ก. แรงผลักระหว่างไฟฟ้า เท่ากับแรงนิวเคลียร์พหุคูณ
 ข. แรงผลักระหว่างไฟฟ้า เท่ากับแรงดึงดูดของนิวเคลียร์พหุคูณ
 ค. แรงผลักระหว่างไฟฟ้า เท่ากับผลรวมของแรงดึงดูดระหว่างมวลและแรงนิวเคลียร์
 ง. แรงผลักระหว่างไฟฟ้า น้อยมากเมื่อเทียบกับแรงนิวเคลียร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อที่ 5. อธิบายความหมายและบอกหลักการเขียนปฏิกิริยานิวเคลียร์ พร้อมทั้งคำนวณหาพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน แบบฟิวชันได้

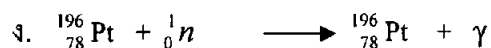
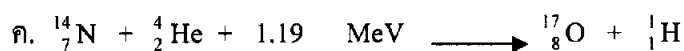
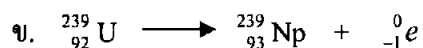
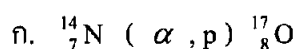
22. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ${}^{198}_{80}\text{Hg} (n, y) {}^{197}_{79}\text{Au}$ ถามว่า y คืออนุภาคอะไร (ความเข้าใจ)

- ก. คิวเทอรอน ข. อนุภาคแอลฟา
 ค. โปรตอน ง. ทริทอน

23. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้ ธาตุ X ในปฏิกิริยาใดที่เป็นธาตุชนิดเดียวกันกับธาตุก่อนปฏิกิริยา (ความเข้าใจ)

- ก. ${}^{58}_{28}\text{Ni} (p, n) X$ ข. ${}^{31}_{15}\text{P} (p, d) X$
 ค. ${}^{27}_{13}\text{Al} (d, \alpha) X$ ง. ${}^{27}_{13}\text{Al} (n, \alpha) X$

24. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้ สมการใด ผิด (การนำไปใช้)



25. ถ้าผลต่างของมวลก่อนเกิดปฏิกิริยา และหลังเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิกิริยาหนึ่งมีค่าเป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยานั้น (ความเข้าใจ)

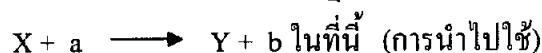
ก. สามารถเกิดขึ้นได้เอง

ข. ไม่สามารถเกิดได้โดยเด็ดขาด

ค. เป็นปฏิกิริยาที่ปลดปล่อยพลังงานออกมา

ง. อาจเกิดขึ้นจากการได้รับพลังงานภายนอก

26. พลังงานนิวเคลียร์ที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่กำหนดให้ จะมีค่าเท่าใด



X มีมวล 196.96660 u

Y มีมวล 194.96800 u

a มีมวล 2.01402 u

b มีมวล 4.00260 u

กำหนดให้มวล 1.0 u เทียบเท่ากับพลังงาน 931 MeV

ก. 0.01 MeV

ข. 9.31 MeV

ค. 93.10 MeV

ง. 100.00 MeV

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อที่ 6. อธิบายประโยชน์และวิธีป้องกันอันตรายจากการกัมมันตรังสี

27. ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ มอดอเรเตอร์ มีสมบัติอย่างไร (ความจำ)

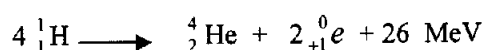
ก. เป็นธาตุที่เสถียร

ข. มีพลังงานยึดเหนี่ยวมาก

ค. มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับนิวตรอน

ง. จับนิวตรอนอิสระไว้ได้อย่างเหนียวแน่น

28. จากสมการนิวเคลียร์



สมการนี้แสดงปฏิกิริยานิวเคลียร์เรียกว่าอะไร (ความเข้าใจ)

ก. ฟิชชัน

ข. ฟิวชัน

ค. ปฏิกิริยาคายความร้อน

ง. ปฏิกิริยาอุกโช

29. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดใดที่ใช้ในการหาอายุของสัตว์หรือพืช (ความรู้ความจำ)

ก. P – 32

ข. N – 14

ค. C – 14

ง. I – 131

30. ข้อใด ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับหลักในการป้องกันอันตรายจากรังสี (การนำไปใช้)

ก. อยู่อยู่ในบริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีเป็นเวลานานๆ

ข. การใช้ตะกั่วหรือคอนกรีตเป็นเครื่องบังรังสีแกมมา รังสีบีตา และนิวตรอน (ต้องหนามาก)

ค. ไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีมากเกินไป

ง. ควรมีการตรวจสอบปริมาณกัมมันตรังสีที่ได้รับ ถ้ารับเกินอัตราปลอดภัย ให้รีบหาทางแก้ไขทันที

แบบทดสอบการเรียนรู้ (หลังเรียน)

เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์

คำชี้แจง เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบมี 30 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง1 อธิบาย บอกความหมายของ กัมมันตภาพรังสี และธาตุกัมมันตรังสี พร้อมทั้งบอกสมบัติ และวิเคราะห์แนวการเคลื่อนที่ของรังสีที่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสี

1. อนุภาคที่ประกอบด้วย 2 โปรตอน และ 2 อิเล็กตรอน คืออนุภาคใด (ความรู้ความจำ)

ก. อนุภาคแอลฟา

ข. อนุภาคบีตา

ค. อนุภาคแกมมา

ง. อนุภาคแคโทด

2. รังสีคาโทด ต่างกับ รังสีบีตา คือข้อใด (ความเข้าใจ)

ก. รังสีคาโทดมีค่า $\frac{e}{m}$ คงตัว

ข. รังสีคาโทดสามารถควบคุมด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กพร้อมๆกันได้

ค. รังสีบีตามีความเร็วไม่คงตัว

ง. รังสีบีตาเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

3. ตามการทดลองของเบ็กเคอเรล ถ้านำแผ่นฟิล์มที่ห่อด้วยกระดาษดำไปวางไว้ใกล้สาร A ปรากฏว่ามีรอยดำบนแผ่นฟิล์ม รอยดำดังกล่าวเกิดจากกัมมันตภาพรังสีใดได้บ้าง (ความเข้าใจ)

ก. รังสีแอลฟา และรังสีบีตา

ข. รังสีบีตา และรังสีแกมมา

ค. รังสีแกมมา และรังสีแอลฟา

ง. รังสีแกมมา และรังสีบีตา

4. คุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของรังสีแอลฟาคือข้อใด (ความรู้ความจำ)

ก. มีประจุไฟฟ้า

ข. มีอำนาจทะลุทะลวงสูง

ค. มีพลังงานจลน์สูงกว่าอนุภาคตัวอื่น

ง. ทำให้สารที่ผ่านแตกตัวเป็นไอออน

5. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง (ความเข้าใจ)

ก. รังสีบีตามีอำนาจทะลุผ่านสูงกว่า รังสีอื่นๆทุกชนิด

ข. รังสีบีตามีอำนาจทะลุผ่านสูงกว่ารังสีแอลฟา แต่น้อยกว่ารังสีแกมมา

ค. รังสีบีตามีอำนาจทะลุผ่านสูงกว่ารังสีแกมมา แต่น้อยกว่ารังสีเอกซ์

ง. รังสีบีตามีอำนาจทะลุผ่านสูงกว่ารังสีเอกซ์ แต่น้อยกว่ารังสีแอลฟา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2 อธิบายโครงสร้างการทำงานของกลไกการเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส การค้นพบนิวตรอน นิวคลีออนสมมุติฐานการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสภาพนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี

6. ธาตุ A สลายเป็นธาตุ B โดยปล่อยรังสีบีตาออกมา ธาตุทั้งสองจะมีจำนวนใดเท่ากัน (ความเข้าใจ)

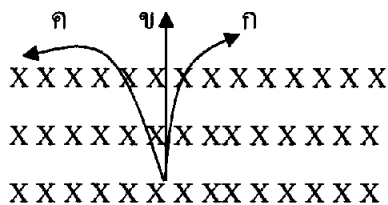
ก. นิวตรอน

ข. โปรตอน

ค. ผลรวมของนิวตรอนและโปรตอน

ง. ผลต่างของนิวตรอนและโปรตอน

7. นิวเคลียสคาร์บอน $^{14}_6\text{C}$ สลายตัวไปเป็นไนโตรเจน $^{14}_7\text{N}$ และรังสีชนิดหนึ่งซึ่งเมื่อให้สนามแม่เหล็กแก่รังสีนี้จะได้ (ความเข้าใจ)



ก. รังสีเคลื่อนที่ในเส้นทาง ก

ข. รังสีเคลื่อนที่ในเส้นทาง ข

ค. รังสีเคลื่อนที่ในเส้นทาง ค

ง. รังสีไม่มีการเคลื่อนที่

8. ถ้าสมมติฐาน โปรตอน – อิเล็กตรอน เป็นจริง ^7_3Li ควรมีองค์ประกอบอย่างไร (ความเข้าใจ)

ก. 3 โปรตอน กับ 4 นิวตรอน

ข. 3 โปรตอน กับ 4 อิเล็กตรอน

ค. 7 โปรตอน กับ 3 นิวตรอน

ง. 7 โปรตอน กับ 4 อิเล็กตรอน

9. ยูเรเนียม-238 ($^{238}_{92}\text{U}$) เมื่อสลายตัวให้ α , β , γ , β และ γ จะกลายเป็นนิวเคลียสของธาตุอะไร (ความเข้าใจ)

ก. Th - 234

ข. Pa - 234

ค. Ra - 226

ง. U - 234

10. เมื่อนิวเคลียส $^{216}_{84}\text{Po}$ สลายตัวไปเป็นนิวเคลียส $^{212}_{82}\text{Pb}$ จะให้รังสีหรืออนุภาคชนิดใดออกมา (ความเข้าใจ)

ก. แอลฟา

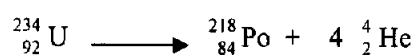
ข. บีตา

ค. แกมมา

ง. นิวตรอน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อที่ 3 อธิบายไอโซโทป เสถียรภาพนิวเคลียส แรงแม่เหล็กนิวเคลียส ความสัมพันธ์ระหว่างเลขมวลกับรัศมีนิวเคลียสของธาตุ และหารัศมีนิวเคลียสของธาตุต่างๆ เมื่อทราบปริมาณที่เกี่ยวข้อง

18. พิจารณาปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้



โดย ${}_{92}^{234}\text{U}$ มีมวล 234.11408 u ${}_{84}^{218}\text{Po}$ มีมวล 218.07702 u

${}_2^4\text{He}$ มีมวล 4.00260 u พลังงานที่ปล่อยออกมาจากปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด (การนำไปใช้)

ก. 0.0266 MeV

ข. 6.0173 MeV

ค. 12.0345 MeV

ง. 24.8093 MeV

19. นิวเคลียส ${}_{10}^2\text{Ne}$ มีมวลอะตอม 19.99243 u จะมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่าใด

มวลของโปรตอน = 1.00727 u มวลของนิวตรอน = 1.008665 u

มวลของอิเล็กตรอน = 0.00054 u (การนำไปใช้)

ก. 160.652 MeV

ข. 16.065 MeV

ค. 8.033 MeV

ง. 5.355 MeV

20. กำหนดให้

มวลอะตอมของ ${}_4^9\text{Be}$ = 9.01211 u

มวลของโปรตอน = 1.007276 u

มวลของนิวตรอน = 1.00866 u

มวลของอิเล็กตรอน = 0.000549 u

จงหาพลังงานยึดเหนี่ยว (การนำไปใช้)

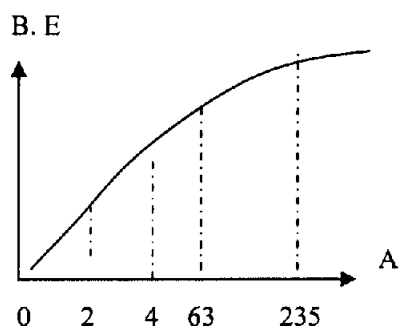
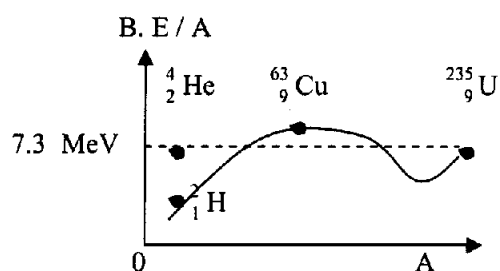
ก. 6.49 MeV

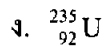
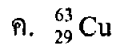
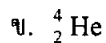
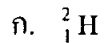
ข. 58.13 MeV

ค. 162.67 MeV

ง. 8.08 MeV

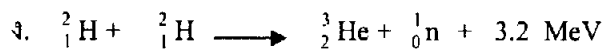
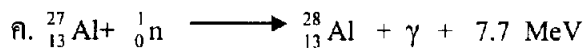
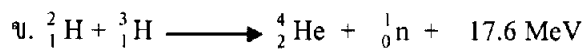
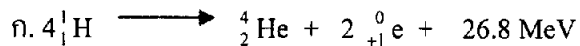
21. จากกราฟต่อไปนี้ ธาตุที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวสูงสุด คือธาตุใด (ด้านการนำไปใช้)





5.อธิบายความหมายและบอกหลักการเขียนปฏิกิริยานิวเคลียร์ พร้อมทั้งคำนวณหาพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน แบบฟิวชันได้

22. พลังงานจากปฏิกิริยาต่อไปนี้ ข้อใดได้พลังงานรวมต่อมวลมากที่สุด (การนำไปใช้)



23. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ${}^{198}_{80}\text{Hg} (n, \gamma) {}^{197}_{79}\text{Au}$ ถามว่า γ คืออนุภาคอะไร (ความเข้าใจ)

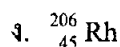
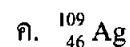
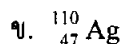
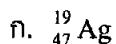
ก. ดิวเทรอน

ข. อนุภาคแอลฟา

ค. โปรตอน

ง. ทริทอน

24. ในปฏิกิริยา (n, γ) ของนิวเคลียส ${}^{109}_{47}\text{Ag}$ นิวเคลียสที่เกิดขึ้นคือข้อใด (การนำไปใช้)



25. พลังงานนิวเคลียร์ที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่กำหนดให้ จะมีค่ากี่ MeV (การนำไปใช้)



X มีมวล 196.966600 u y มีมวล 194.968008u

a มีมวล 2.01402 u b มีมวล 4.002604 u

และมีมวล $1.0u = 931 \text{ MeV}$

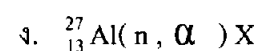
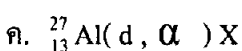
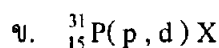
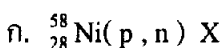
ก. 0.01 MeV

ข. 9.31 MeV

ค. 93.10 MeV

ง. 100.00 MeV

26. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้ธาตุ X ในปฏิกิริยาใดที่เป็นธาตุชนิดเดียวกันกับธาตุก่อนปฏิกิริยา (ความเข้าใจ)



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังข้อ 6. อธิบายประโยชน์และวิธีป้องกันอันตรายจากการกัมมันตรังสี

27. ข้อใด ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับหลักในการป้องกันอันตรายจากรังสี (การนำไปใช้)

ก. อยู่ภายในบริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีเป็นเวลานานๆ

ข. การใช้ตะกั่วหรือคอนกรีตเป็นเครื่องบังรังสีแกมมา รังสีบีตา และนิวตรอน

(ต้องหนามาก)

ค. ไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีมากเกินไป

ง. ควรมีการตรวจสอบปริมาณกัมมันตรังสีที่ได้รับ ถ้ารับเกินอัตราปลอดภัย ให้รับหาทางแก้ไขทันที

28. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดใดที่ใช้ในการหาอายุของสัตว์หรือพืช (ความรู้ความจำ)

1. P – 32

2. N – 14

3. C – 14

4. I – 131

29. ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ มอดิเรเตอร์ มีสมบัติอย่างไร (ความรู้ความจำ)

1. เป็นธาตุที่เสถียร

2. มีพลังงานยึดเหนี่ยวมาก

3. มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับนิวตรอน

4. จับนิวตรอนอิสระไว้ได้อย่างเหนียวแน่น

30. เพราะเหตุใด การหาอายุวัตถุโบราณต้องอัตราส่วนของ $^{14}_6\text{C}$, $^{12}_6\text{C}$ (ความเข้าใจ)

ก. เป็นไอโซโทปของธาตุคาร์บอน

ข. สิ่งที่ไม่มีชีวิตรับ $^{14}_6\text{C}$ อยู่เรื่อยๆ ทำให้อัตราส่วนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ค. เป็นอัตราส่วนคงที่ทั้งในสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต

ง. สิ่งไม่มีชีวิตรับ $^{14}_6\text{C}$ ไม่ได้ ทำให้อัตราส่วนลดลงเรื่อยๆ

ภาคผนวก ก

1. ตารางการวิเคราะห์ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและ
หลังเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์
2. ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน สำหรับการทดสอบแบบเดี่ยว
แบบกลุ่ม กลุ่มตัวอย่าง และค่า t

ตารางวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง (r_{tt})
ของแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ r_{tt}
1	0.47	0.22	0.93
2	0.40	0.35	
3	0.43	0.48	
4	0.40	0.70	
5	0.40	0.54	
6	0.43	0.90	
7	0.47	0.45	
8	0.47	0.73	
9	0.43	0.76	
10	0.47	0.58	
11	0.43	0.62	
12	0.43	0.32	
13	0.43	0.52	
14	0.40	0.53	
15	0.43	0.49	
16	0.47	0.52	
17	0.43	0.75	
18	0.43	0.88	
19	0.43	0.27	
20	0.47	0.59	
21	0.43	0.57	
22	0.40	0.38	
23	0.43	0.50	
24	0.47	0.48	

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ r_{tt}
25	0.43	0.88	0.93
26	0.37	0.20	
27	0.50	0.49	
28	0.43	0.88	
29	0.43	0.73	
30	0.43	0.52	

ค่าของความยากง่ายแทนด้วย p ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1.00 โดยค่าที่ได้จะอ่านความหมายได้ดังนี้
 ค่า $p = 0 - 0.19$ หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ยากมาก เป็นข้อสอบที่ไม่ดีต้องปรับปรุงให้ง่ายขึ้น
 ค่า $p = 0.20 - 0.39$ หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก เป็นข้อสอบที่ดี
 ค่า $p = 0.40 - 0.60$ หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ยากง่ายปานกลาง เป็นข้อสอบที่ดี
 ค่า $p = 0.61 - 0.80$ หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย เป็นข้อสอบที่ดี
 ค่า $p = 0.81 - 1.00$ หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก เป็นข้อสอบที่ไม่ดีต้องปรับปรุงให้ยากขึ้น

ตารางวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง (r_u)
ของแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ r_u
1	0.57	0.34	0.95
2	0.50	0.62	
3	0.43	0.62	
4	0.56	0.37	
5	0.53	0.66	
6	0.40	0.26	
7	0.47	0.68	
8	0.50	0.97	
9	0.40	0.69	
10	0.43	0.71	
11	0.47	0.93	
12	0.53	0.67	
13	0.50	0.33	
14	0.56	0.86	
15	0.57	0.75	
16	0.40	0.44	
17	0.47	0.78	
18	0.43	0.56	
19	0.53	0.69	
20	0.50	0.63	
21	0.56	0.84	
22	0.47	0.24	
23	0.43	0.69	
24	0.47	0.78	

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ r_{tt}
25	0.53	0.69	0.95
26	0.40	0.40	
27	0.40	0.68	
28	0.57	0.61	
29	0.43	0.39	
30	0.43	0.47	

ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบเดี่ยว

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	20	28
2	14	25
3	9	19
รวม	43	72
เฉลี่ย	14.33	24.0

ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบกลุ่ม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	20	24
2	17	18
3	8	17
4	17	26
5	12	17
6	10	18
7	17	25
8	16	21
9	10	18
รวม	127	184
เฉลี่ย	14.11	20.44

ตารางแสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนสำหรับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	11	19
2	9	21
3	10	17
4	11	18
5	11	20
6	9	20
7	8	17
8	6	19
9	9	18
10	8	16
11	12	20
12	10	17
13	10	17
14	9	21
15	4	19
16	11	19
17	9	24
18	15	18
19	12	18
20	8	17
21	8	20
22	11	15
23	6	19
24	11	19
25	8	16
26	6	20

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	7	18
28	10	16
29	8	20
30	6	20
31	10	20
32	7	20
33	9	24
34	13	20
35	7	16
36	12	17
37	7	18
38	5	18
39	12	19
40	11	18
รวม	366	748
เฉลี่ย	9.13	17.70

T - Test

Paired Samples Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PRE	40	9.1250	2.33356	.36897
POST	40	17.7000	2.28933	.36197

Paired Samples Test

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence of the Difference	
							Lower	Upper
POSTTEST - PRETEST	16.731	39	.000	8.5750	3.24146	.51252	7.5383	9.6117

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตแยก
ตามหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนคนที่	คะแนนแบบฝึกหัด (หน่วยที่)							คะแนนรวม 130 คะแนน	การทดสอบ รวม 30 คะแนน
	1	2	3	4	5	6	7		
	12	26	15	10	22	25	20		
1	9	24	14	8	14	17	16	102	27
2	9	25	15	9	18	21	17	114	29
3	8	21	13	8	11	18	18	97	24
4	9	23	12	10	12	18	17	101	25
5	9	21	13	8	14	24	18	107	21
6	9	25	14	8	14	17	16	103	23
7	10	24	14	7	14	19	16	104	21
8	10	21	14	9	19	14	18	105	17

ผู้เรียนคนที่	คะแนนแบบฝึกหัด (หน่วยที่)							คะแนนรวม 130 คะแนน	การทดสอบ รวม 30 คะแนน
	1	2	3	4	5	6	7		
	12	26	15	10	22	25	20		
9	9	23	10	10	16	18	17	103	29
10	9	24	10	10	13	17	19	102	29
11	10	25	15	9	20	15	17	111	28
12	11	25	15	9	19	23	19	121	27
13	9	22	9	8	11	22	18	99	27
14	10	24	13	9	15	22	18	111	26
15	8	20	12	9	15	16	16	96	15
16	6	24	12	10	19	25	19	115	29
17	7	21	13	9	13	23	19	105	29
18	9	24	13	10	21	22	18	117	28
19	9	23	13	10	14	20	18	107	27
20	8	23	10	9	12	18	19	99	28
21	11	25	15	8	17	20	20	116	26
22	9	23	14	8	10	21	18	102	16
23	11	25	11	8	11	24	18	108	23
24	9	25	10	7	12	22	18	103	23
25	8	20	12	7	12	23	19	101	25
26	8	22	15	10	21	20	18	114	24
27	8	19	15	10	19	23	19	113	23
28	8	24	15	9	14	23	19	112	28
29	6	21	15	10	21	24	19	116	29
30	9	20	11	10	17	15	16	98	25
31	7	25	9	10	14	23	16	104	24
32	8	22	14	10	13	16	15	98	19

ผู้เรียนคนที่	คะแนนแบบฝึกหัด (หน่วยที่)							คะแนนรวม 130 คะแนน	การทดสอบ รวม 30 คะแนน
	1	2	3	4	5	6	7		
	12	26	15	10	22	25	20		
33	11	24	12	10	16	21	17	111	29
34	10	21	7	10	21	18	16	103	23
35	11	26	11	8	14	19	16	105	21
36	8	20	13	9	16	19	17	102	29
37	8	25	11	10	10	21	18	103	19
38	10	20	15	10	20	16	15	106	21
39	9	9	14	10	21	20	18	101	22
40	7	24	14	9	20	18	18	110	28
รวม								4,245	986

N = 40

 $E_1/E_2 = 81.63/82.17$

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์

**แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน
ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์**

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่แสดงความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งมี 5 ระดับ และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในข้อเสนอแนะที่นักเรียนต้องการ

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ มีความน่าสนใจ					
2. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากกว่าการเรียนปกติ					
3. เนื้อหาของบทเรียนมีการนำเสนอที่น่าสนใจ					
4. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ทำให้นักเรียนสามารถทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา					
5. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น การติดตามบทเรียน					
6. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง					

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
7. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนบทเรียนล่วงหน้าได้					
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วไปได้					
9. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและสอบถามปัญหาได้โดยตรงกับผู้สอน					
10. นักเรียนต้องการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในเรื่องอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์อีก					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สมัครสมาชิก

สมัครสมาชิก

ชื่อ:

อีเมล:

รหัสผ่าน:

ยืนยันรหัสผ่าน:

กฎการสมัครสมาชิก

1. ชื่อ - นามสกุลต้องจริง
2. อีเมลต้องใช้งานได้จริง และต้องกรอกชื่อโดเมนให้ถูกต้อง
3. รหัสผ่านต้องเป็นตัวเลขและตัวอักษรผสมกัน

วิธีใช้

วิธีใช้

การสมัครสมาชิกเว็บไซต์นกไทย (Birds of Thailand) มีขั้นตอนดังนี้

1. สมัครสมาชิก
2. กรอกข้อมูลส่วนตัว
3. กรอกข้อมูลการสมัครสมาชิก
4. กรอกรหัสผ่าน
5. กรอกรหัสยืนยัน

1. สมัครสมาชิก

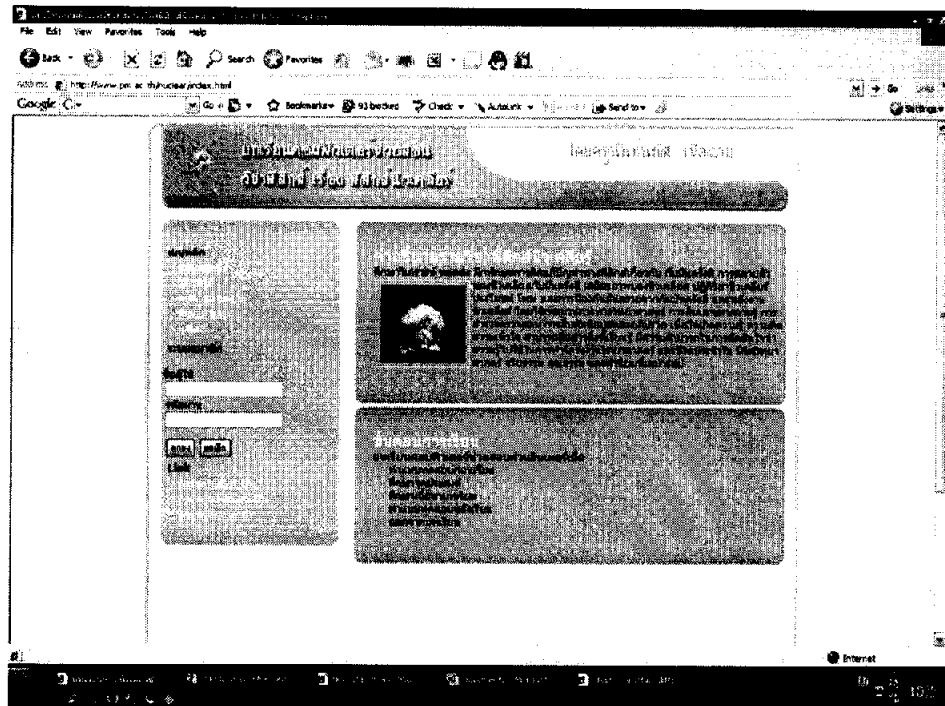
- 1.1 ชื่อ - นามสกุลต้องจริง
- 1.2 อีเมลต้องใช้งานได้จริง และต้องกรอกชื่อโดเมนให้ถูกต้อง
- 1.3 รหัสผ่านต้องเป็นตัวเลขและตัวอักษรผสมกัน
- 1.4 รหัสผ่านต้องเป็นตัวเลขและตัวอักษรผสมกัน
- 1.5 รหัสผ่านต้องเป็นตัวเลขและตัวอักษรผสมกัน

2. กรอกข้อมูลการสมัครสมาชิก

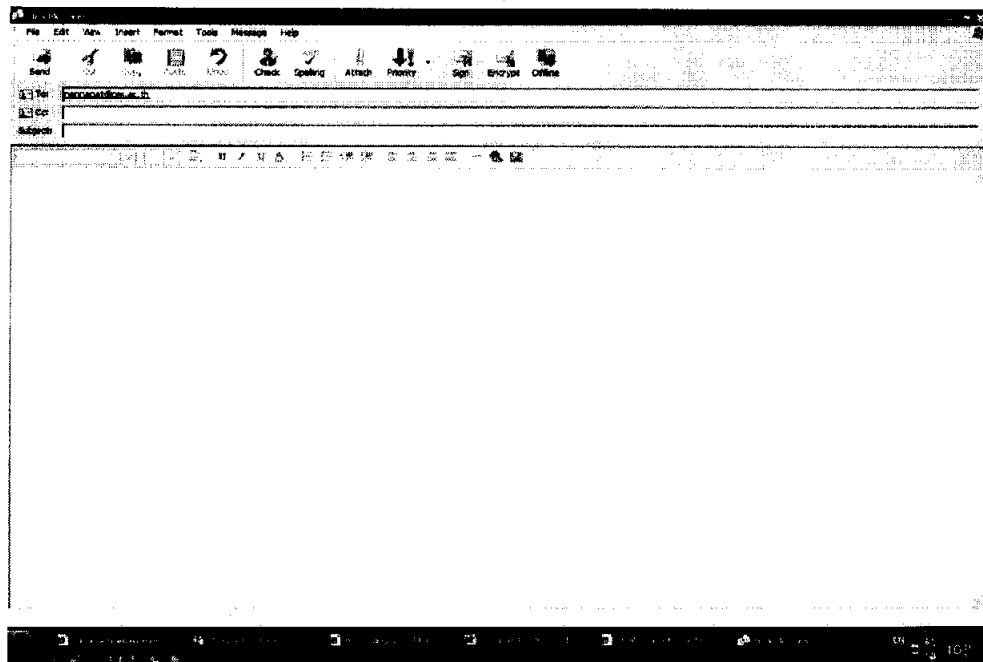
3. กรอกรหัสผ่าน

4. กรอกรหัสยืนยัน

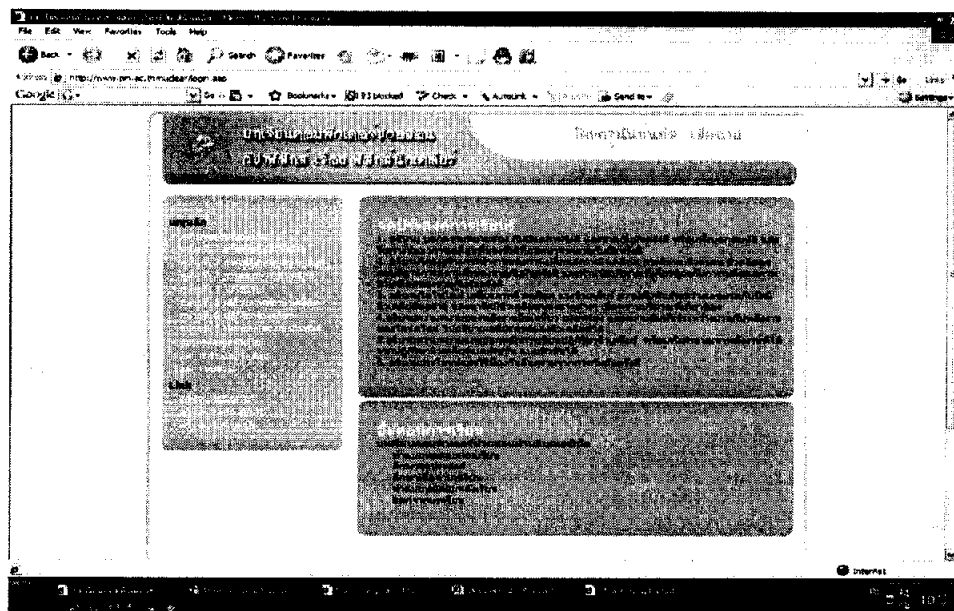
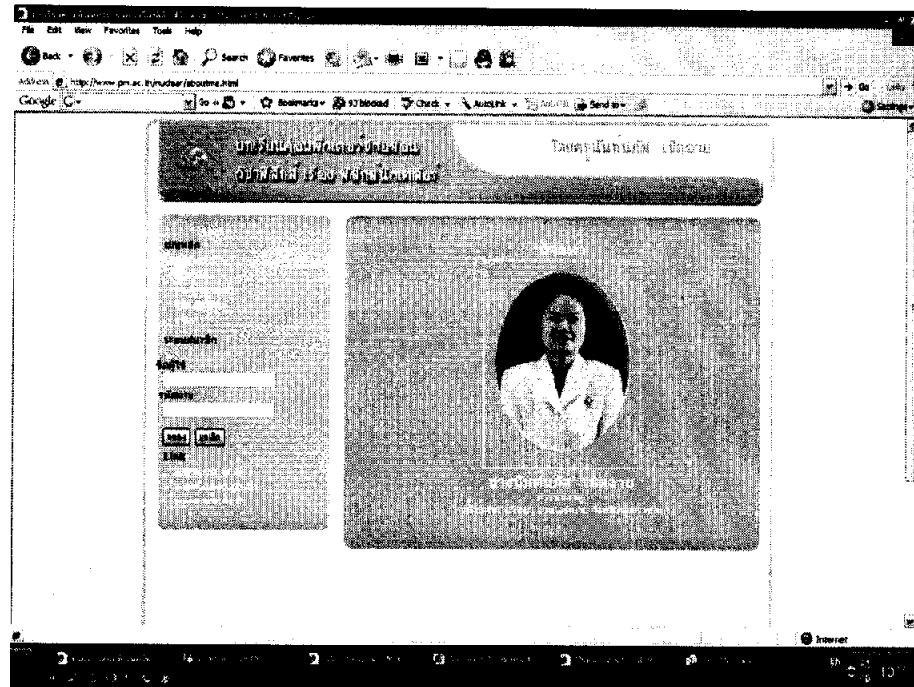
กระดานถามตอบ

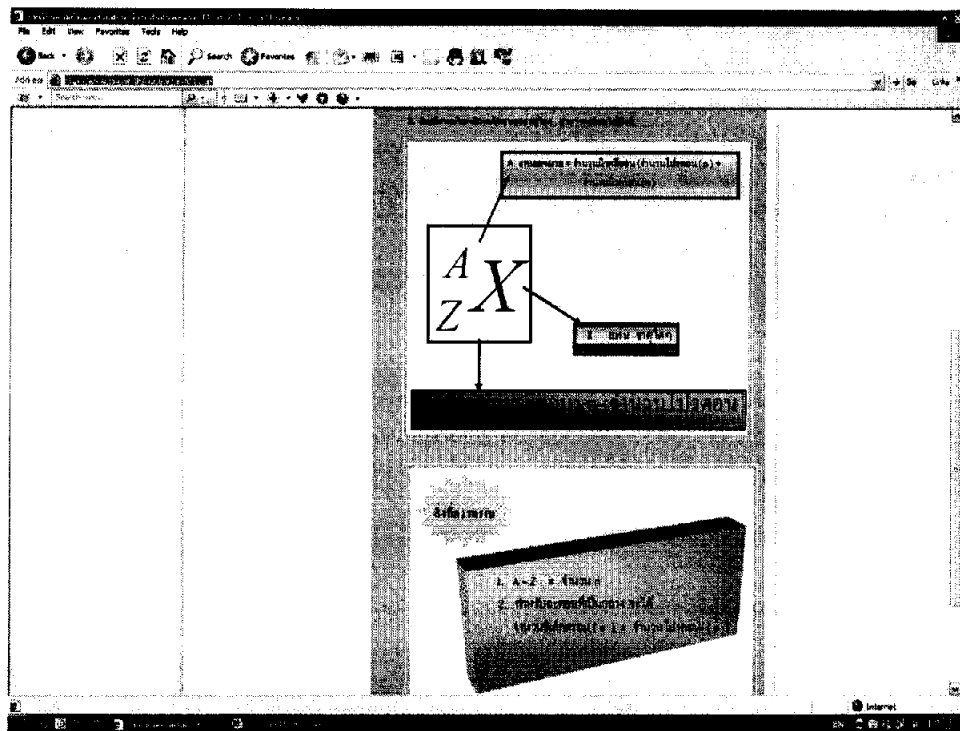
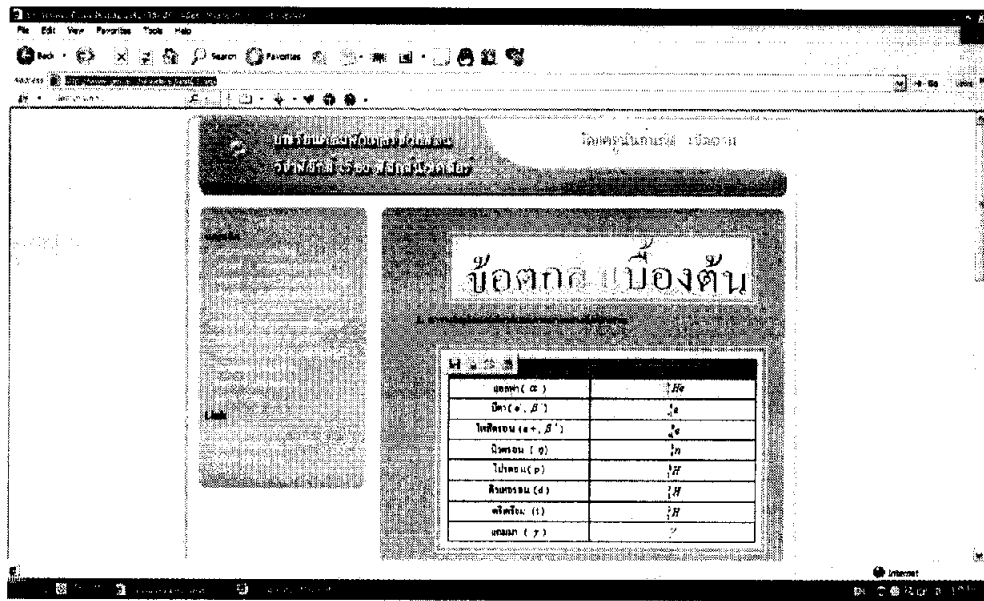


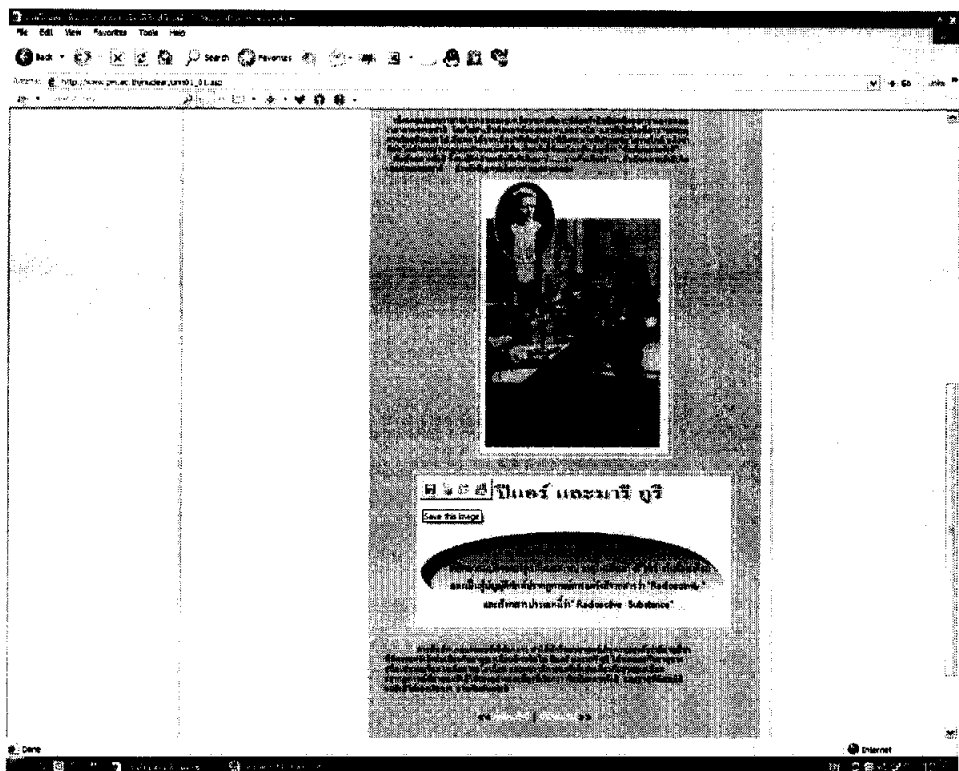
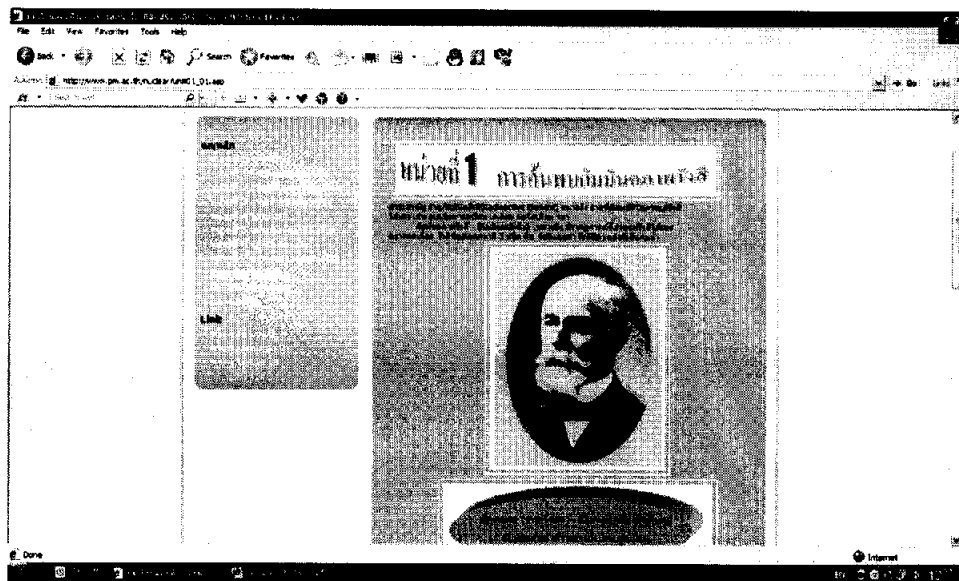
ติดต่อผู้จัดทำ

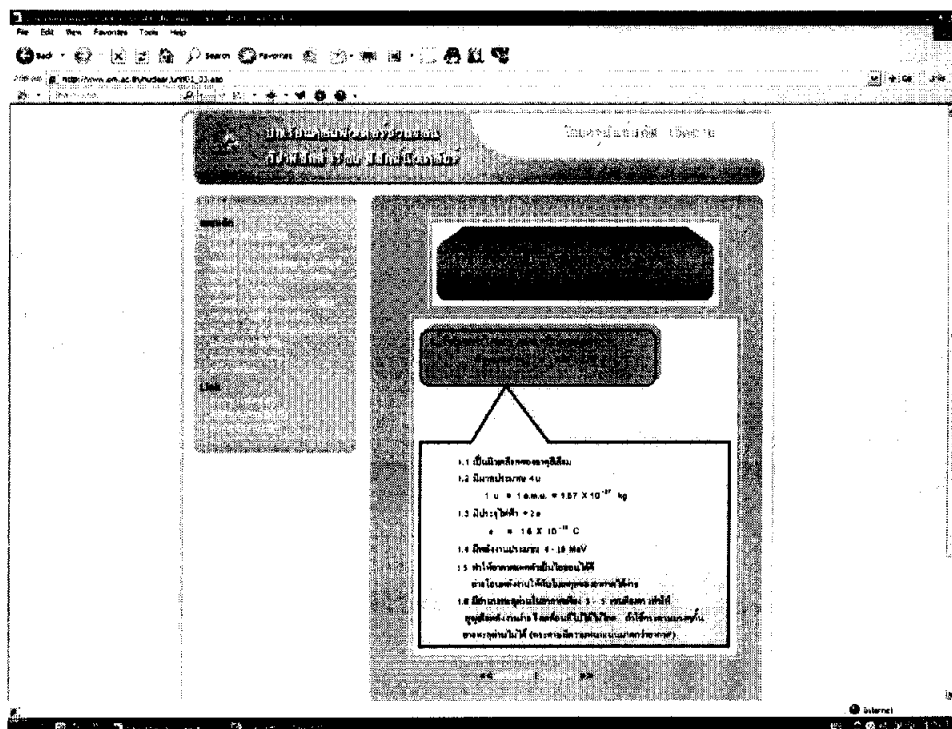
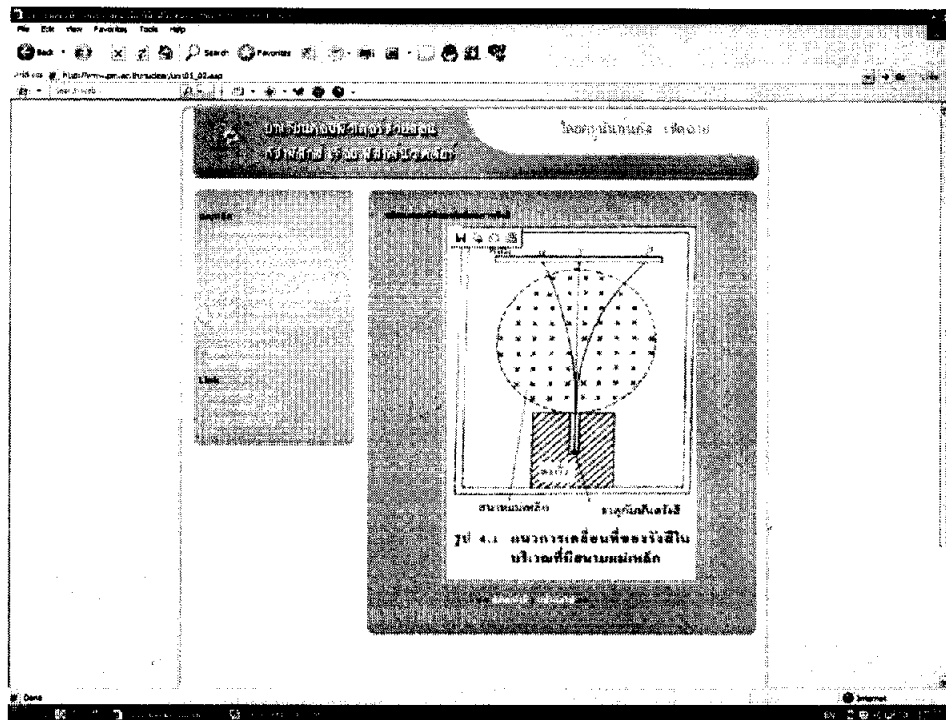


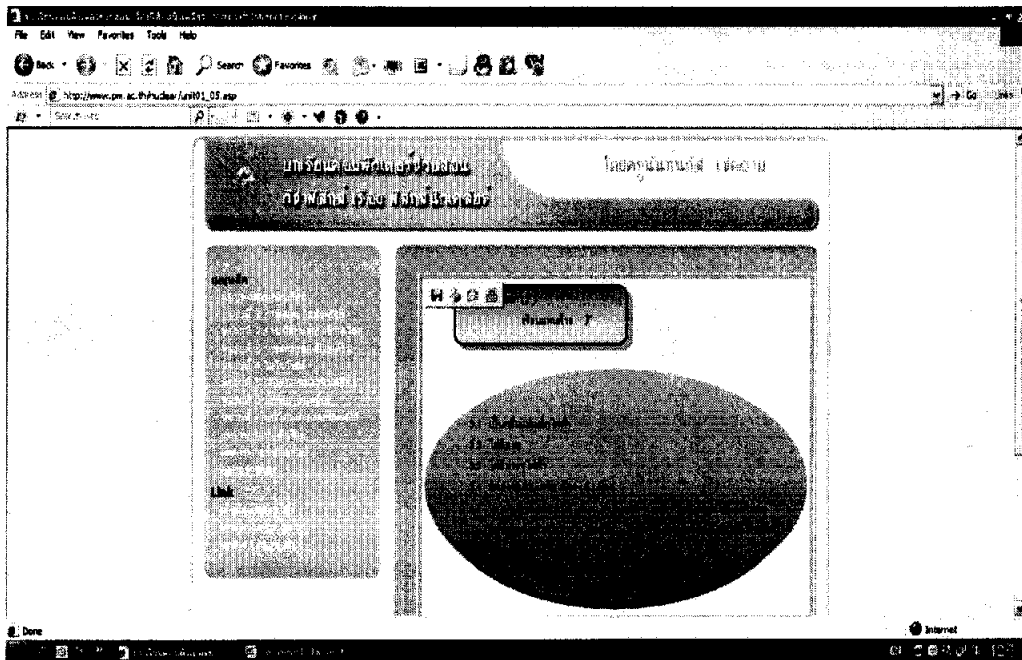
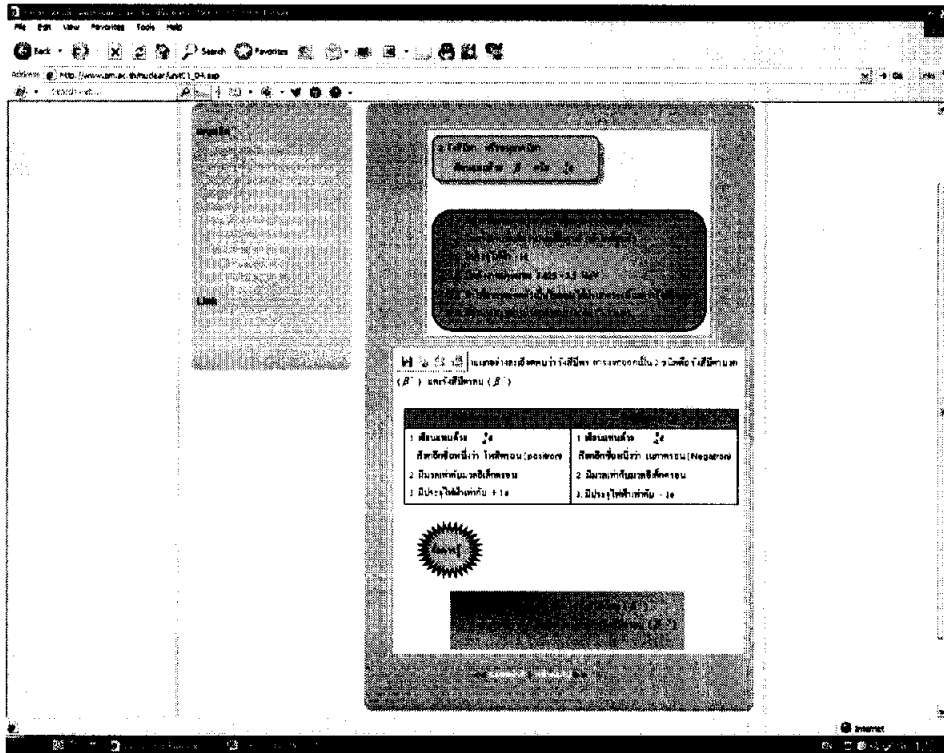
ผู้จัดทำ

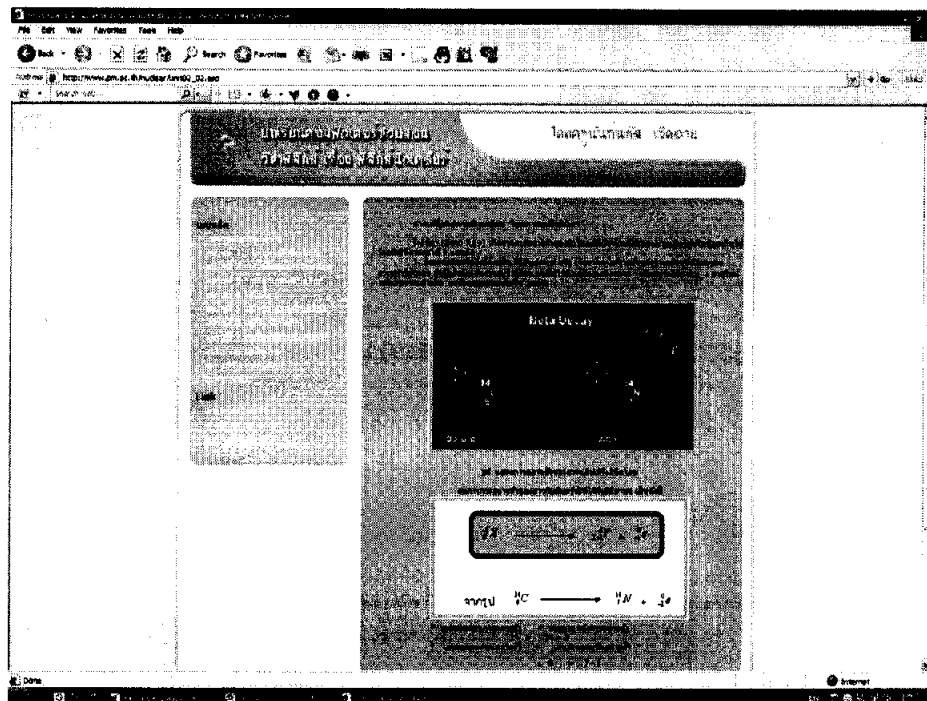
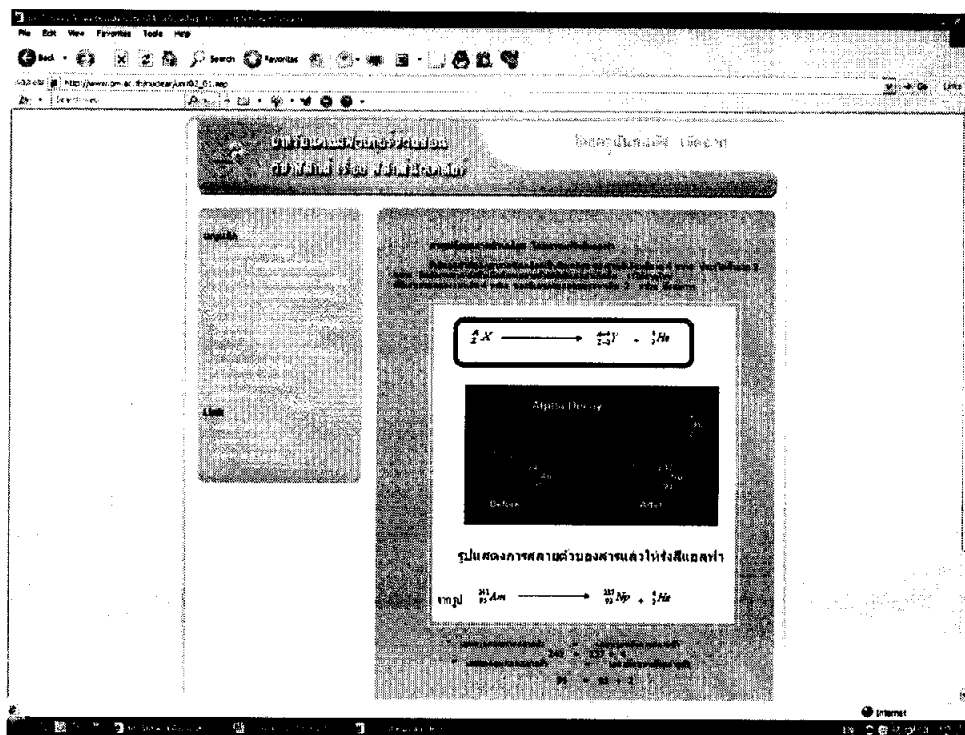












Internet Explorer 7.0.5.6327.129

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://www.psu.ac.th/physics/101/03.asp

Search

Page 1 of 1

โดยคุณนิพนธ์ นิลพัฒน์

โพสตรอน Emission

Diagram showing a positron emission process where a proton (p) decays into a neutron (n) and a positron (e⁺).

Chemical equation: $p \rightarrow n + e^+$

Example: ${}^{11}_{11}\text{B} \rightarrow {}^{11}_{10}\text{B} + e^+$

Text describing the process: การสลายตัวแบบโพสตรอนคือการที่โปรตอนในนิวเคลียสเปลี่ยนเป็นนิวตรอนและโพสิตรอน (อนุภาคที่มีมวลเท่ากับอิเล็กตรอนแต่มีประจุตรงข้าม) และโพสิตรอนจะเคลื่อนที่ออกจากนิวเคลียสไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมันชนกับอิเล็กตรอนและเกิดการสูญพันธุ์ (annihilation) ผลิตโฟตอนพลังงานสูง (gamma rays) ออกมา

Diagram showing the annihilation of a positron (e⁺) and an electron (e⁻) to produce two gamma rays (γ).

Chemical equation: $e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$

Text describing the process: เมื่อโพสิตรอนเคลื่อนที่ออกจากนิวเคลียสไปเรื่อยๆ มันจะชนกับอิเล็กตรอนในสสารรอบๆ และเกิดการสูญพันธุ์ (annihilation) ผลิตโฟตอนพลังงานสูง (gamma rays) ออกมา

Diagram showing the production of a positron (e⁺) from a neutron (n) and a proton (p) via beta-minus decay.

Chemical equation: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

Text describing the process: การสลายตัวแบบโพสตรอนสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อนิวเคลียสมีโปรตอนมากเกินไป และต้องการลดจำนวนโปรตอนลงเพื่อให้มีความเสถียร

Diagram showing the production of a positron (e⁺) from a neutron (n) and a proton (p) via beta-minus decay.

Chemical equation: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

Text describing the process: การสลายตัวแบบโพสตรอนสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อนิวเคลียสมีโปรตอนมากเกินไป และต้องการลดจำนวนโปรตอนลงเพื่อให้มีความเสถียร

Internet Explorer 7.0.5.6327.129

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://www.psu.ac.th/physics/101/04.asp

Search

Page 1 of 1

โดยคุณนิพนธ์ นิลพัฒน์

Gamma Decay

Diagram showing a nucleus in an excited state (X*) decaying to a ground state (X) by emitting a gamma ray (γ).

Chemical equation: $X^* \rightarrow X + \gamma$

Example: ${}^{60}_{27}\text{Co}^* \rightarrow {}^{60}_{27}\text{Co} + \gamma$

Text describing the process: การสลายตัวแบบแกมมาคือการที่นิวเคลียสที่อยู่ในสถานะกระตุ้น (excited state) เปลี่ยนไปเป็นสถานะพื้น (ground state) โดยปล่อยรังสีแกมมา (gamma rays) ออกมา

Diagram showing the production of a gamma ray (γ) from a neutron (n) and a proton (p) via beta-minus decay.

Chemical equation: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

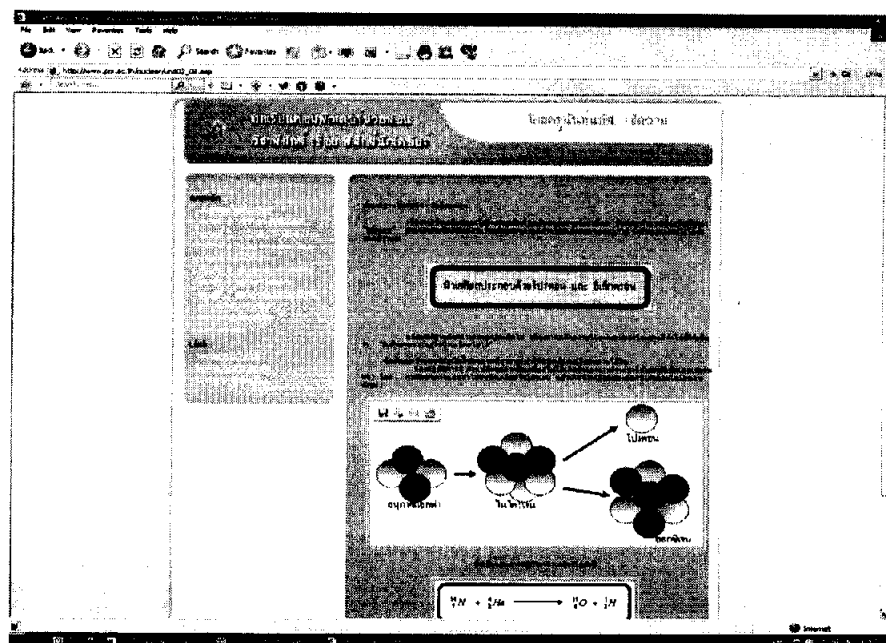
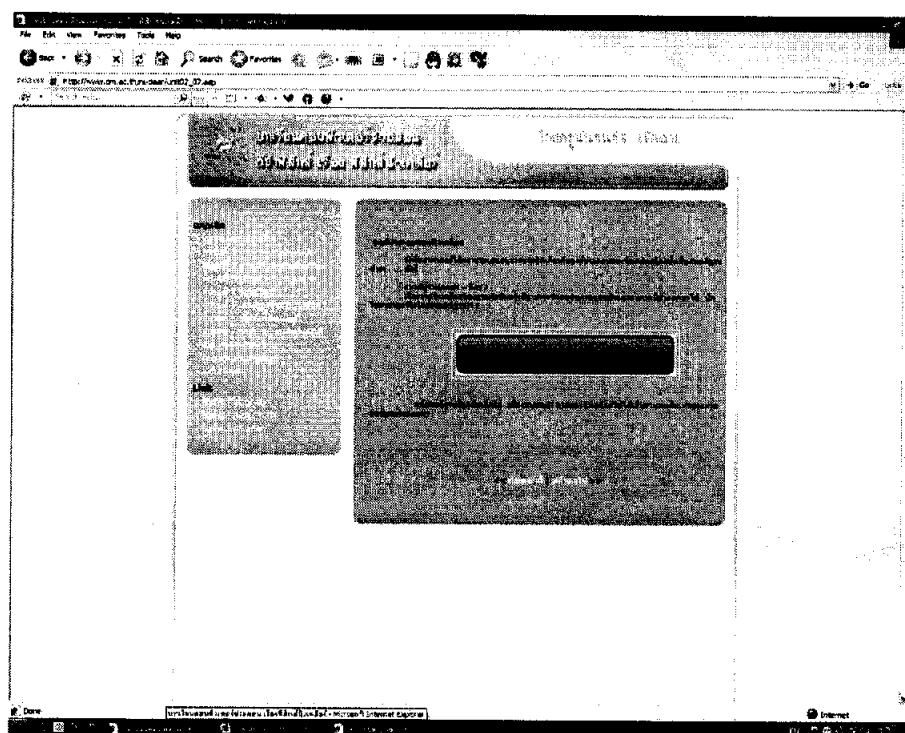
Text describing the process: การสลายตัวแบบแกมมาสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อนิวเคลียสอยู่ในสถานะกระตุ้น และต้องการลดพลังงานลงเพื่อให้มีความเสถียร

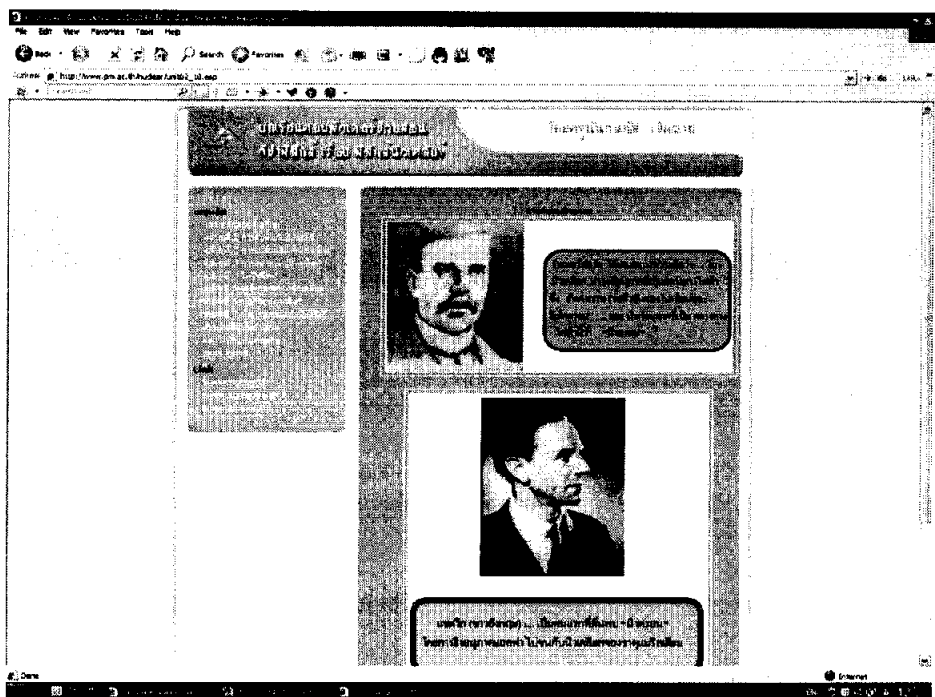
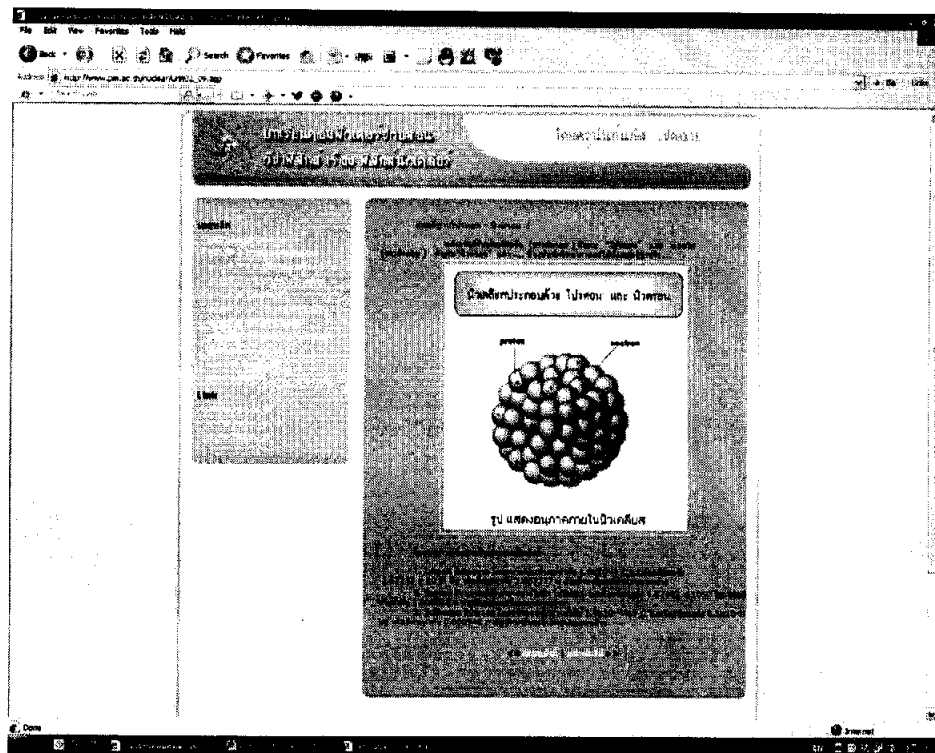
Diagram showing the production of a gamma ray (γ) from a neutron (n) and a proton (p) via beta-minus decay.

Chemical equation: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

Text describing the process: การสลายตัวแบบแกมมาสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อนิวเคลียสอยู่ในสถานะกระตุ้น และต้องการลดพลังงานลงเพื่อให้มีความเสถียร

[illegible]





[illegible]

