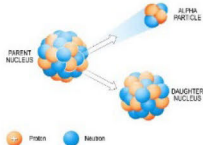
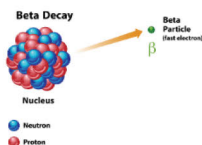
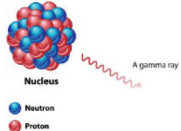




ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

กัมมันตภาพรังสี

สมบัติ	ชนิดรังสี		
	รังสีแอลฟา	รังสีบีตา	รังสีแกมมา
ภาพตัวอย่าง			
การสลายตัว	ส่วนใหญ่เป็นการสลายของนิวเคลียสธาตุหนัก	เกิดจากนิวเคลียสไม่เสถียร	เปลี่ยนระดับพลังงานของนิวเคลียส
สมการนิวเคลียร์	${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$	${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$	${}^{210}_{83}\text{Bi}^* \rightarrow {}^{210}_{83}\text{Bi} + \gamma$
องค์ประกอบ	นิวเคลียสฮีเลียม	อิเล็กตรอน	EMW
ประจุไฟฟ้า	+2	-1	ไม่มีประจุ
มวล	$6.645 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$	ไม่มีมวล
อำนาจทะลุผ่าน (อากาศ)	3 - 5 cm	1 - 30 m	มากกว่าแอลฟาและบีตา
การเปี้ยวเบนในสนามแม่เหล็ก	เปี้ยวเบน	เปี้ยวเบน	ไม่เปี้ยวเบน

สมการนิวเคลียร์

สมการนิวเคลียร์	$X(a, b)Y$	${}^{A_1}_{Z_1}X + {}^{A_2}_{Z_2}a = {}^{A_3}_{Z_3}Y + {}^{A_4}_{Z_4}b$
ผลรวมนิวคลีออนเท่ากัน	บน = บน	$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$
ผลรวมประจุเท่ากัน	ล่าง = ล่าง	$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

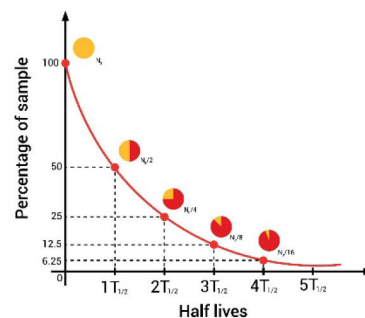
อนุภาคและรังสีสำคัญที่ควรจำ

รังสีแอลฟา	รังสีเบตา	รังสีโพซิตรอน	รังสีแกมมา
α หรือ ${}^4_2\text{He}$	β หรือ ${}^0_{-1}\text{e}$	β^+ หรือ ${}^0_1\text{e}$	γ หรือ ${}^0_0\gamma$
นิวตรอน	โปรตอน	ดิวเทรอน	ทริตรอน
${}^1_0\text{n}$	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$



การสลายตัวและครึ่งชีวิต

ปริมาณ	สมการ	
ค่ากัมมันตภาพ (A)*	$A = \lambda N$	
สมการการสลายตัว	$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$	$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$
	$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$	$A(t) = A_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$
ค่าคงที่การสลายตัว	$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{T_{1/2}}$	



*ค่ากัมมันตภาพ มีหน่วยเป็นนิวเคลียสต่อวินาที เรียกเป็นเบคเคอเรล (Bq) หรืออาจใช้หน่วยเป็น คูรี (Ci) โดยที่ 1 Ci มีค่าเท่ากับ 3.7×10^{10} Bq (นิวเคลียส/วินาที)

ปฏิกิริยานิวเคลียร์

ปริมาณ	ปฏิกิริยา ฝิชชัน (Fission)	ปฏิกิริยา ฝวชัน (Fusion)
ภาพ		
ตัวอย่าง สมการนิวเคลียร์	${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$	${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
รูปแบบ	ธาตุหนัก $\rightarrow$ ธาตุเบา	ธาตุเบา $\rightarrow$ ธาตุหนัก
ตัวอย่าง ปรากฏการณ์	ปฏิกิริยาในระเบิดปรมาณู, เตาปฏิกรณ์	ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันบนดวงอาทิตย์

พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) และ พลังงานยึดเหนี่ยว (Binding Energy)

$$E(\text{J}) = (\Delta m)c^2$$

$$E(\text{MeV}) = (\Delta m)(931.5 \text{ MeV/u})$$



ฟิสิกส์อนุภาค

Fermions	ควาร์ก (Quark) u, c, t, d, s, b	Standard Model of Elementary Particles three generations of matter (fermions) I II III interactions / force carriers (bosons) mass charge spin u c t d s b e μ τ ν_e ν_μ ν_τ up charm top down strange bottom electron muon tau electron neutrino muon neutrino tau neutrino g H γ Z W gluon higgs photon Z boson W boson QUARKS LEPTONS GAUGE BOSONS VECTOR BOSONS SCALAR BOSONS
----------	---------------------------------	--

การรวมตัวของควาร์กที่ควรรู้

ชนิด	ชนิด	ภาพ	ประจุ	สปิน
Meson (เกิดจากควาร์ก 2 ตัว)	ไพออนบวก π^+		$\left(+\frac{2}{3} + \frac{1}{3}\right)e = +1e$	$+\frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$
	ไพออนลบ π^-		$\left(-\frac{2}{3} - \frac{1}{3}\right)e = -1e$	$+\frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$
Baryons (เกิดจากควาร์ก 3 ตัว)	โปรตอน		$\left(+\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3}\right)e = +1e$	$+\frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$
	นิวตรอน		$\left(+\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3}\right)e = 0$	$-\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$



ปฏิยานุภาค (Anti Particle)

คืออนุภาค ที่มีความสัมพันธ์กับ คู่อนุภาค แบบ มวลเท่ากัน แต่ ประจุไฟฟ้าที่ตรงกันข้ามกัน (ถ้ามีประจุ)
โดยคู่อนุภาค-ปฏิยานุภาคสามารถ เกิดการประลัย (Annihilation) ซึ่งกันและกันเกิดเป็นโฟตอนขึ้น

อนุภาค	สัญลักษณ์	ประจุ	ปฏิยานุภาค	สัญลักษณ์	ประจุ
electron	e, e^-	-1	positron	$\bar{e}, e^+$	+1
proton	p	+1	anti-proton	$\bar{p}$	-1
neutron	n	0	anti-neutron	$\bar{n}$	0
neutrino	ν	0	anti-neutrino	$\bar{\nu}$	0

ตัวอย่าง การประลัย (Annihilation) : $e^- + e^+ \rightarrow \gamma + \gamma$

แรงพื้นฐานในธรรมชาติ (Fundamental Force)

แรงโน้มถ่วง (Gravitation Force)	แรงดึงดูดระหว่างมวล
แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Force)	แรงดูดหรือผลักระหว่าง ประจุไฟฟ้า หรือ แม่เหล็ก
แรงเข้ม (Strong Force)	แรงที่ยึดเหนี่ยวควากส์ให้อยู่รวมกัน
แรงอ่อน (Weak Force)	เป็นแรงที่เกี่ยวข้องกับการสลายให้บีตาของธาตุกัมมันตรังสี

โบซอน (Boson)

ชนิด	สื่อแรง	ประจุ	มวล	ระยะในการส่งแรง	อนุภาคที่รับรู้
 gluon	แรงเข้ม	กลาง	0	สั้น	ควากส์
 photon	แรงแม่เหล็กไฟฟ้า	กลาง	0	ยาว	อนุภาคที่มีประจุ
 Z boson	แรงอ่อน	กลาง	มีมวล	สั้น	เลปตอน, ควากส์
 W boson	แรงอ่อน	บวก, ลบ	มีมวล	สั้น	เลปตอน, ควากส์
 Higgs boson	มีมวล แต่ไม่มีประจุ โดยเป็นอนุภาคที่เกี่ยวข้องกับอันตรกิริยาที่ทำให้อนุภาคมูลฐานมีมวล				

การสลายตัวบีตา (Beta Decay)

การสลายตัวแบบบีตาลบ (มีการปล่อย W^- -boson)	${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}_e$
การสลายตัวแบบบีตาบวก (มีการปล่อย W^+ -boson)	${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e + \nu_e$



แนวโจทย์สอบเข้ามหาลัย : ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

1. ข้อมูลของอนุภาคมูลฐานในกลุ่มอนุภาคสารเป็นดังนี้

ชนิดของควาร์ก	มวล	ประจุ	ชนิดของเลปตอน	มวล	ประจุ
อัพ	$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$+\frac{2}{3}e$	อิเล็กตรอน	$\approx 0.51 \text{ MeV}/c^2$	$-e$
ดาวน์	$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$	$-\frac{1}{3}e$	อิเล็กตรอนนิวตริโน	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	0
ชาร์ม	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$+\frac{2}{3}e$	มิวออน	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$-e$
สเตรนจ์	$\approx 96 \text{ MeV}/c^2$	$-\frac{1}{3}e$	มิวออนนิวตริโน	$\approx 0.17 \text{ MeV}/c^2$	0
ท็อป	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	$+\frac{2}{3}e$	ทาว	$\approx 1.78 \text{ GeV}/c^2$	$-e$
บอททอม	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	$-\frac{1}{3}e$	ทาวนิวตริโน	$\approx 18.2 \text{ MeV}/c^2$	0

ข้อมูลของอนุภาคมูลฐานในกลุ่มอนุภาคสื่อแรงเป็นดังนี้

ชนิด	มวล	ประจุ
กลูออน	0	0
โฟตอน	0	0
Z-โบซอน	$\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$	0
W-โบซอน	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$	$\pm e$

ถ้าอนุภาคชนิดหนึ่งมีองค์ประกอบเป็นควาร์กอัพ 1 อนุภาค และแอนติควาร์กสเตรนจ์ 1 อนุภาคพิจารณาข้อความต่อไปนี้

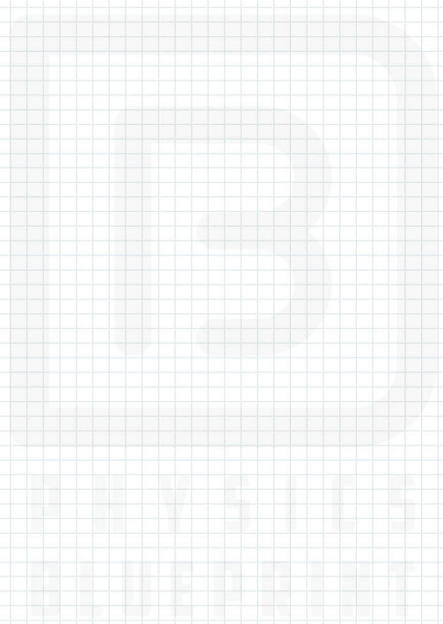
- อนุภาควัดกล่าว่ามีประจุไฟฟ้าเท่ากับประจุไฟฟ้าของ Z-โบซอน
 - ปฏิกิริยานุภาคของอนุภาควัดกล่าว่ามีมวลมากกว่ามวลของทาวนิวตริโน
 - อนุภาควัดกล่าว่ามีโฟตอนเป็นอนุภาคสื่อแรงของแรงที่ยึดเหนี่ยวควาร์กและแอนติควาร์กให้อยู่รวมกัน
- ข้อความใดถูกต้อง (วิชาสามัญ เม.ย. 64)

- ก. เท่านั้น
- ข. เท่านั้น
- ค. เท่านั้น
- ก. และ ข.
- ข. และ ค.



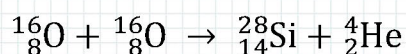
2. ถ้าเริ่มต้นมีเรเดียม-221 จำนวน 1.85×10^9 นิวเคลียส ซึ่งมีกัมมันตภาพ 1 มิลลิวูท
ต่อใช้เวลาประมาณกี่วินาที จำนวนนิวเคลียสของเรเดียม-221 จึงจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง
ของจำนวนเริ่มต้น (กำหนดให้ กัมมันตภาพ 1 คูรี เท่ากับอัตราการสลายของนิวเคลียส
จำนวน 3.7×10^{10} นิวเคลียสต่อวินาที) (วิชาสามัญ เม.ย. 64)

1. 3.73×10^{-10}
2. 1.38×10^{-2}
3. 2.00×10^{-2}
4. 3.45×10^1
5. 1.28×10^9





3. ปฏิกิริยานิวเคลียร์หนึ่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ



กำหนดให้ มวล 1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 932 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

m_o เป็นมวลของออกซิเจนในหน่วย u

m_{He} เป็นมวลของฮีเลียมในหน่วย u

E เป็นพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์นี้ในหน่วยเมกะอิเล็กตรอนโวลต์

ปฏิกิริยานิวเคลียร์นี้ เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ชนิดใด และ มวลในหน่วย u ของซิลิคอนมีค่าเท่าใด (วิชาสามัญ 65)

1. ฟิชชัน และ $2m_o + m_{\text{He}} - 932E$

2. ฟิชชัน และ $2m_o + m_{\text{He}} - \frac{E}{932}$

3. ฟิชชัน และ $2m_o - m_{\text{He}} - 932E$

4. ฟิวชัน และ $2m_o - m_{\text{He}} - \frac{E}{932}$

5. ฟิวชัน และ $2m_o - m_{\text{He}} - 932E$



4. ในปรากฏการณ์หนึ่ง อนุภาค A เคลื่อนที่มาพบอนุภาค B แล้วทำให้ได้รังสีแกมมา ดังสมการ

$$\text{อนุภาค A} + \text{อนุภาค B} \rightarrow \text{รังสีแกมมา}$$

โดยที่อนุภาค A และ B เป็นอนุภาคที่ประกอบด้วย ควาร์กและแอนติควาร์ก
พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. อนุภาค A และ อนุภาค B มีขนาดของประจุไฟฟ้าเท่ากัน
 - ข. อนุภาคมูลฐานในอนุภาค B ยึดเหนี่ยวกันด้วยการแลกเปลี่ยนกลูออนระหว่างกัน
 - ค. ผลรวมมวลของอนุภาค A กับอนุภาค B เท่ากับ มวลของโฟตอนของรังสีแกมมาโฟตอนเดียว
- ข้อความใดถูกต้อง (วิชาสามัญ 65)

- 1. ก. เท่านั้น
- 2. ข. เท่านั้น
- 3. ก. และ ข.
- 4. ก. และ ค.
- 5. ข. และ ค.