INFOPRESS

สรุปเข้มเนื้อหา + ข้อสอบ

ฟิสิกส์

ม.ปลาย ฉบับสมบูรณ์

มั่นใจเต็ม 100

เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4-5-6) ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและฟิสิกส์ ที่ต้องการเพิ่มเกรดในชั้นเรียนและเพิ่มคะแนนวิชาฟิสิกส์ในสนามสอบระดับประเทศ เพื่อสอบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาในระบบกลาง

- สรุปเนื้อหาอ่านง่าย แบ่งเป็น 6 Parts (บทนำ กลศาสตร์ สมบัติเชิงกลของสาร คลื่น ไฟฟ้า ฟิสิกส์ยุคใหม่) พร้อมยกตัวอย่างเพื่อเสริมความเข้าใจ
- ข้อสอบท้ายบท จากแนวข้อสอบจริงทุกสนามสอบ มากกว่า 300 ข้อ
- เฉลยละเอียด อธิบายชัดเจน ทำความเข้าใจง่าย ได้ด้วยตนเอง

จัดเต็มทุกกระบวนท่า

- ปรับจุดอ่อน เสริมสร้างจุดแข็ง มั่นใจทุกบทเรียน
- เทคนิคเก็บคะแนนทุกสนามสอบ
- เตรียมตัวน้อย ทบทวนได้ในเวลาจำกัด

เรียนฟิสิกส์ให้สนุก อย่าเครียดและกังวล

สร้างความเข้าใจ หมั่นฝึกฝนให้เต็มที่ พร้อมเสริมความมั่นใจ ได้คะแนนสอบเพิ่มขึ้นแน่นอน

ดร.ไตร อัญญโพธิ์
ภราไดย พันธุ์พานิช

จัดจำหน่ายโดย IDC PREMIER

สารบัญ

Part 1 บทนำ **2**

บทนำ การวัดและพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 3

ระบบหน่วยระหว่างชาติ “ระบบ SI” 3

เลขนัยสำคัญ (Sinificant figure) 6

ปริมาณทางฟิสิกส์ 7

ข้อสอบการวัดและพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 9

เฉลยข้อสอบการวัดและพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 11

Part 2 กลุ่มกลศาสตร์ **15**

บทที่ 1 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง 17

1.1 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ 17

1.2 กราฟและความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่ต่างๆ 19

1.3 เครื่องเคาะสัญญาณเวลา (Ticker timer) 21

1.4 สมการสำหรับการเคลื่อนที่ 22

1.5 การเคลื่อนที่แนวดิ่ง (การตกแบบเสรี) 23

ข้อสอบการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง 26

เฉลยข้อสอบการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง 28

บทที่ 2 แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 33

2.1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 33

2.2 ชนิดของแรง 34

2.3 การหาน้ำหนักวัตถุจากตาชั่ง 41

2.4 กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล 43

ข้อสอบแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 45

เฉลยข้อสอบแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 47

บทที่ 3 การเคลื่อนที่แบบต่างๆ 51

3.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 51

3.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม 55

3.3 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย 61

ข้อสอบการเคลื่อนที่แบบต่างๆ 65

เฉลยข้อสอบการเคลื่อนที่แบบต่างๆ 69

บทที่ 4 งานและพลังงาน **75**

4.1 งาน 75

4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัด (F-s) 76

4.3 กำลัง 77

4.4 พลังงานกล 78

4.5 กฎการอนุรักษ์พลังงาน 80

ข้อสอบงานและพลังงาน 83

เฉลยข้อสอบงานและพลังงาน 86

บทที่ 5 โมเมนตัมและการชน **93**

5.1 โมเมนตัม 93

5.2 การดลและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม 94

5.3 กราฟในเรื่องโมเมนตัม 96

5.4 กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม 97

5.5 ประเภทการชน 97

5.6 การระเบิด (การแยกออกจากกัน) 99

5.7 การชนใน 2 มิติ 100

ข้อสอบโมเมนตัมและการชน 102

เฉลยข้อสอบโมเมนตัมและการชน 106

บทที่ 6 การเคลื่อนที่แบบหมุน **113**

6.1 ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการหมุน 114

6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเชิงเส้นและเชิงมุม 114

6.3 การทดสอบความเร็วโดยโซ่และเฟือง 116

6.4 ทอร์ก 117

6.5 โมเมนต์ความเฉื่อย 118

6.6 กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม 120

6.7 พลังงานจลน์ของการหมุน 122

6.8 การเปรียบเทียบเชิงเส้นกับเชิงมุม 123

ข้อสอบการเคลื่อนที่แบบหมุน 124

เฉลยข้อสอบการเคลื่อนที่แบบหมุน 127

บทที่ 7 สภาพสมดุล **133**

7.1 สภาพสมดุล 133

7.2 โมเมนต์ของแรง 134

7.3 เทคนิคการแก้ปัญหาสมดุล 3 แรง 136

7.4 การไถลหรือล้มของวัตถุ 137
7.5 จุดศูนย์กลางมวล 139
ข้อสอบสภาพสมดุล 140
เฉลยข้อสอบสภาพสมดุล 144

Part 3 กลุ่มสมบัติเชิงกลของสาร 153

บทที่ 8 สภาพยืดหยุ่น 155
8.1 สภาพยืดหยุ่นและสภาพพลาสติก 155
8.2 ความเค้น 155
8.3 ความเครียด 156
8.4 มอดูลัสของยัง 156
8.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด (Stress-Strain Curve) 157
ข้อสอบสภาพยืดหยุ่น 158
เฉลยข้อสอบสภาพยืดหยุ่น 160

บทที่ 9 ของไหล 163
9.1 ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะ 163
9.2 ความดันในของเหลว 164
9.3 แรงดันที่ของเหลวกระทำต่อภาชนะ 167
9.4 กฎพาสคัลและเครื่องอัดไฮดรอลิก 169
9.5 แรงพยุงและหลักการของอาร์คีมีดีส 170
9.6 แรงตึงผิวและความตึงผิว 171
9.7 ความหนืด 173
9.8 พลศาสตร์ของของไหล 174
ข้อสอบของไหล 178
เฉลยข้อสอบของไหล 182

บทที่ 10 ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 189
10.1 ความร้อน 189
10.2 สมบัติของแก๊สในอุดมคติ 192
10.3 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 194
10.4 กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ 196
ข้อสอบความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 198
เฉลยข้อสอบความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 202

Part 4 กลุ่มคลื่น **209**

บทที่ 11 คลื่นกล **211**

11.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคลื่น 211

11.2 สมบัติของคลื่น 214

11.2.1 การสะท้อน 214

11.2.2 การหักเห 215

11.2.3 การแทรกสอด 216

11.2.4 การเลี้ยวเบน 218

11.3 คลื่นนิ่ง 219

ข้อสอบคลื่นกล 221

เฉลยข้อสอบคลื่นกล 225

บทที่ 12 เสียง **231**

12.1 เสียงและการได้ยิน 231

12.2 สมบัติของคลื่นเสียง 232

12.3 ปรากฏการณ์บีตส์ 234

12.4 การสั่นพ้องของเสียง 235

12.5 ความดังของเสียง 237

12.6 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ 238

12.7 คลื่นกระแทก 240

ข้อสอบเสียง 241

เฉลยข้อสอบเสียง 244

บทที่ 13 แสง **251**

13.1 แสง 251

13.2 ปรากฏการณ์จากการหักเห 254

13.3 การเกิดภาพจากกระจกโค้งและเลนส์บาง 256

13.4 ความสว่าง 259

13.5 แสงสีและการเห็นสี 259

13.6 การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง 262

13.7 เกรตติง 262

ข้อสอบแสง 263

เฉลยข้อสอบแสง 267

□□□□□□.indd 4 15/2/2564 BE 16:29

Part 5 กลุ่มไฟฟ้า **275**

บทที่ 14 ไฟฟ้าสถิต **277**

14.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประจุไฟฟ้า 277

14.2 ปริมาณเวกเตอร์ในไฟฟ้าสถิต 279

14.3 ปริมาณสเกลาร์ในไฟฟ้าสถิต 283

ข้อสอบไฟฟ้าสถิต 286

เฉลยข้อสอบไฟฟ้าสถิต 290

บทที่ 15 ไฟฟ้ากระแส **299**

15.1 ไฟฟ้ากระแส 299

15.2 ความต้านทานและกฎของโอห์ม 300

15.3 วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 302

15.4 มิเตอร์ไฟฟ้า 305

15.5 กำลังไฟฟ้า 306

15.6 ไฟฟ้ากระแสสลับ 306

15.7 อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 307

15.8 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ RLC 309

15.9 กำลังของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 309

ข้อสอบไฟฟ้ากระแส 310

เฉลยข้อสอบไฟฟ้ากระแส 313

บทที่ 16 ไฟฟ้าแม่เหล็ก **321**

16.1 สนามแม่เหล็ก 321

16.2 แรงในสนามแม่เหล็ก 322

16.3 สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำ 325

16.4 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 326

16.5 หม้อแปลงไฟฟ้า 327

ข้อสอบไฟฟ้าแม่เหล็ก 328

เฉลยข้อสอบไฟฟ้าแม่เหล็ก 332

บทที่ 17 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า **337**

17.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 337

17.2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 338

17.3 โพลาไรเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 341

ข้อสอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 343

เฉลยข้อสอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 346

Part 6 กลุ่มฟิสิกส์ยุคใหม่ **349**

บทที่ 18 ฟิสิกส์อะตอม 351

18.1 การค้นพบอิเล็กตรอน 351

18.2 แบบจำลองอะตอม 353

18.3 การทดลองที่สอดคล้องกับแบบจำลองอะตอมของโบร์ 356

18.4 รังสีเอกซ์ (X-ray) 358

18.5 สเปกตรัมของไฮโดรเจนและแก๊สทั่วไป 360

18.6 ทวิภาคของคลื่นและอนุภาค 362

18.7 กลศาสตร์ควอนตัม 365

ข้อสอบฟิสิกส์อะตอม 367

เฉลยข้อสอบฟิสิกส์อะตอม 369

บทที่ 19 ฟิสิกส์นิวเคลียร์ 373

19.1 ความรู้เบื้องต้น 373

19.2 ชนิดและสมบัติของอนุภาคของธาตุกัมมันตรังสี 374

19.3 การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี 375

19.4 อนุกรมการสลายตัวของนิวเคลียสกัมมันตรังสี 376

19.5 รัศมีนิวเคลียสและความหนาแน่นของนิวเคลียส 378

19.6 อัตราการสลายตัวของนิวเคลียส 379

19.7 การอุปมาการสลายตัวโดยใช้ลูกเต๋า 381

19.8 ไอโซโทป 381

19.9 เสถียรภาพของนิวเคลียส 383

19.10 ปฏิกิริยานิวเคลียร์ 385

ข้อสอบฟิสิกส์นิวเคลียร์ 388

เฉลยข้อสอบฟิสิกส์นิวเคลียร์ 391

บทนำ
การวัดและพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

สำหรับบทนี้จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาบทต่างๆ ในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยการวัดค่าของปริมาณต่างๆ หน่วยที่ได้จากการวัด การเปลี่ยนหน่วย เลขนัยสำคัญ และการคำนวณตัวเลขที่ได้จากการวัด

ระบบหน่วยระหว่างชาติ “ระบบ SI”

การบอกปริมาณต่างๆ เมื่อต่างชาติต่างภาษาก็จะใช้หน่วยวัดไม่เหมือนกันทำให้คุยกันไม่รู้เรื่อง นักวิทยาศาสตร์จึงร่วมมือกันกำหนดหน่วยที่ใช้สำหรับเรียกสิ่งต่างๆ ขึ้นมา เรียกว่าระบบหน่วยระหว่างชาติ (International System of Units) หรือเรียกสั้นๆ ว่า “ระบบ SI” โดยแบ่งหน่วยต่างๆ ออกเป็น 3 แบบ คือ

หน่วยฐาน (Base Units) มี 7 ปริมาณ

ปริมาณฐาน	หน่วยฐาน	สัญลักษณ์
ความยาว (length)	เมตร (meter)	m
เวลา (time)	วินาที (second)	s
มวล (mass)	กิโลกรัม (kilogram)	kg
อุณหภูมิ (thermidynamic temperature)	เคลวิน (kelvin)	K
กระแสไฟฟ้า (electric current)	แอมแปร์ (ampere)	A
ปริมาณสาร (amount of substance)	โมล (mole)	mol
ความเข้มการส่องสว่าง (luminous intersity)	แคนเดลา (candela)	cd

Unit_00.indd 3 17/2/2564 BE 11:24

หน่วยเสริม (Supplementary Units) มี 2 ปริมาณ

ปริมาณเสริม	หน่วยเสริม	สัญลักษณ์
มุมในระนาบ	เรเดียน (radian)	rad
มุมตัน	สเตอเรเดียน (steradian)	sr

หน่วยอนุพัทธ์ (Derived Units) เป็นหน่วยที่สร้างจากหน่วยฐานและหน่วยเสริม

ปริมาณอนุพัทธ์	หน่วยอนุพัทธ์	สัญลักษณ์	หน่วยในรูปหน่วยฐาน
แรง	นิวตัน	N	$kg\ m/s^2$
พลังงาน หรือ งาน	จูล	J	$kg\ m^2/s^2$
กำลัง	วัตต์	W	$kg\ m^2/s^3$
ความดัน	ปาสคาล	Pa	kg/ms^2
ความถี่	เฮิรตซ์	Hz	s^{-1}
ประจุ	คูลอมบ์	C	A s

คำนำหน้าหน่วย (Prefix)

เมื่อเราต้องการเขียนค่าที่น้อยมาก หรือค่าที่มากมหาศาล การเขียนเลข 0 ตกหรือเกินไปหนึ่งตัวก็ทำให้ค่าเพิ่มหรือลดเป็นสิบเท่าได้ อีกทั้งการเขียน 0 ต่อกันยาวๆ ยังไม่ค่อยน่าอ่านอีกด้วย เราจึงเขียนให้ดูน่าอ่านกว่าด้วยสัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ ($\times 10^x$) แต่ก็ยังไม่สวยงามพอเราจึงใช้ **คำนำหน้าหน่วย**เพื่อให้เขียนง่ายและน่าอ่านมากกว่าตัวเลขยาวๆ

► ตารางแสดงคำนำหน้าหน่วย (Prefix) ที่ควรรู้

คำนำหน้าหน่วย	ค่า	ยกกำลัง	สัญลักษณ์
จิกะ (giga-)	1,000,000,000	10^9	G
เมกะ (mega-)	1,000,000	10^6	M
กิโล (kilo-)	1,000	10^3	k
เดซิ (deci-)	0.1	10^{-1}	d
เซนติ (centi-)	0.01	10^{-2}	c
มิลลิ (milli-)	0.001	10^{-3}	m
ไมโคร (micro-)	0.000001	10^{-6}	μ
นาโน (nano-)	0.000000001	10^{-9}	n

Unit_00.indd 4 17/2/2564 BE 11:24

การแปลงหน่วย : เปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม

- "ตัวเลข" เป็น "คำอุปสรรค"
  $3{,}000{,}000$ m $\Rightarrow 3\times10^{6}$ m $\Rightarrow 3$ Mm
  0.000003 m $\Rightarrow 3\times10^{-6}$ m $\Rightarrow 3\ \mu$m
- "คำอุปสรรค" เป็น "ตัวเลข"
  4 km $\Rightarrow 4\times10^{3}$ m $\Rightarrow 4{,}000$ m
  4 nm $\Rightarrow 4\times10^{-9}$ m $\Rightarrow 0.000000004$ m
- สูตรการแปลงหน่วย

$$\text{สูตรการแปลงหน่วย} = \text{ตัวเลข}\times\frac{\text{อุปสรรคที่มี}}{\text{อุปสรรคที่ต้องการเปลี่ยน}}$$

เช่น 5 มิลลิเมตร เป็นกี่เซนติเมตร

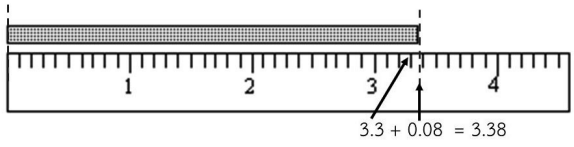
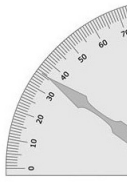
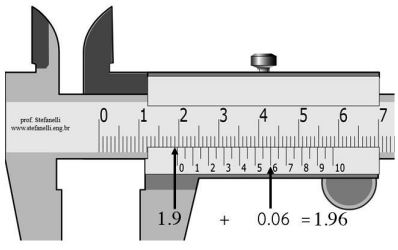
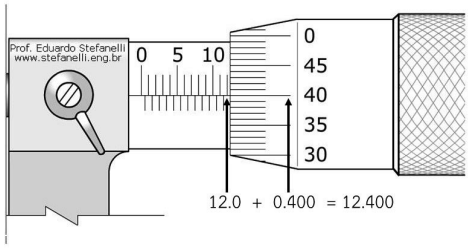
$$5\text{ mm} = 5\times\frac{10^{-3}}{10^{-2}} = 0.5\text{ cm}$$

- แปลง "กิโลเมตรต่อชั่วโมง" (km/hr) เป็น "เมตรต่อวินาที" (m/s) ให้นำ $\frac{5}{18}$ มาคูณกับค่าที่ต้องการแปลง
เช่น 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเป็นกี่เมตรต่อวินาที

$$36\text{ km/hr} \Rightarrow 36\times\frac{5}{18}\text{ m/s} \Rightarrow 10\text{ m/s}$$

การบันทึกค่าจากเครื่องมือวัด

การบันทึกค่าจากเครื่องมือวัดจะขึ้นกับชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัด แต่จะได้ตัวเลขชุดหนึ่ง ประกอบด้วย จำนวนที่รู้จักค่าแน่นอน รวมกับจำนวนที่ประมาณด้วยสายตาอยู่หนึ่งตำแหน่ง พร้อมค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือ

การอ่านค่าเครื่องมือที่แสดงด้วยขีดสเกล (ไม้บรรทัด)	การอ่านค่าเครื่องมือที่แสดงด้วยขีดสเกล
	
วัดได้ = 3.3 cm+0.08 cm = 3.38 cm±0.01 cm	วัดได้ = 35°+0.6° = 35.6°±0.1°
เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Caliper)	**ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)**
	
วัดได้ = 1.9 cm+0.06 cm = 1.96 cm±0.05cm	วัดได้ = 12.0 mm+0.400 mm = 12.400 mm±0.001 mm

Unit_00.indd 5 17/2/2564 BE 11:24

ข้อสอบแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

1) การเคลื่อนที่ในข้อใดต่อไปนี้ที่ความเร่งของวัตถุเป็นศูนย์

1. การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว
2. การตกลงตรงๆ ในแนวดิ่งโดยไม่มีแรงต้านอากาศ
3. การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว
4. การไถลลงเป็นเส้นตรงบนพื้นเอียงลื่นที่ไม่มีความเสียดทาน

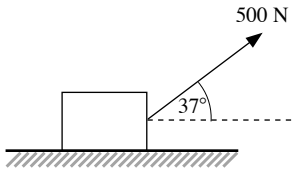
2) วัตถุมวล 5 kg ตกจากดาดฟ้าตึกสูง 100 เมตรอย่างอิสระ จงหาขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

1. 25 นิวตัน
2. 50 นิวตัน
3. 250 นิวตัน
4. 500 นิวตัน

3) แรงหนึ่งทำกับวัตถุ m_1 ทำให้เกิดความเร่ง 20 m/s^2 เมื่อแรงขนาดเดียวกันนี้กระทำกับวัตถุมวล m_2 ทำให้เกิดความเร่ง 5 m/s^2 จงหาอัตราส่วนของมวล $\frac{m_1}{m_2}$

1. 2
2. $\frac{1}{2}$
3. 4
4. $\frac{1}{4}$

4) ออกแรง 500 N ทำมุม 37° กับแนวระดับดังรูป ดึงวัตถุมวล 40 kg ซึ่งวางอยู่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.4 ให้เคลื่อนที่ไปในแนวระดับ จงหาความเร่งของวัตถุ



1. 9 m/s^2
2. 40 m/s^2
3. 150 m/s^2
4. 500 m/s^2

5) แรงขนาด 20 N กระทำต่อวัตถุก้อนหนึ่งให้เคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง ในเวลา 10 วินาทีวัตถุเคลื่อนที่ไปได้ 50 m วัตถุก้อนนี้มีมวลเท่าใด

1. 10 กิโลกรัม
2. 20 กิโลกรัม
3. 200 กิโลกรัม
4. 500 กิโลกรัม

6) รถยนต์มวล 2,000 kg กำลังเคลื่อนที่บนถนนด้วยอัตราเร็วคงตัว 20 m/s จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถยนต์

1. 4.0×10^4 N
2. 100 N
3. 2.0×10^4 N
4. 0 N

7) ถ้ามีแรงขนาด 12.0 N และ 16.0 N กระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล 4.0 kg โดยแรงทั้งสองกระทำในทิศตั้งฉากซึ่งกันและกัน วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด

1. 3.0 m/s^2
2. 4.0 m/s^2
3. 5.0 m/s^2
4. 6.0 m/s^2

8) ผูกเชือกเบาที่ทนแรงดึงได้ 30 N กับถุงทรายมวล 2 kg แล้วดึงขึ้นในแนวดิ่งอย่างรวดเร็วด้วยความเร่งสูงสุดเท่าใดเชือกจึงจะไม่ขาด

1. 5 m/s^2
2. 10 m/s^2
3. 15 m/s^2
4. 20 m/s^2

Unit_02.indd 45 17/2/2564 BE 11:27

9) รถเข็นมวล 100 kg เดิมอยู่นิ่งถูกแรงในแนวระดับขนาด 50 N ผลักให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบ ถ้าแรงเสียดทานทั้งหมดที่กระทำต่อรถเท่ากับ 30 N ถามว่าถ้าแรงกระทำเป็นเวลา 12 s จะทำให้รถเข็นมีความเร็วเท่าใด

1. 2.4 m/s
2. 7.2 m/s
3. 9.6 m/s
4. 14.4 m/s

10) เมื่อมวล 2 ก้อนวางอยู่ห่างกัน 10 หน่วย มีแรงดึงดูดระหว่างมวล F ถ้าเราเลื่อนวัตถุเข้าใกล้อีก 5 หน่วย จะมีแรงดึงดูดเท่าใด

1. $2F$
2. $4F$
3. $5F$
4. $10F$

Unit_02.indd 46 17/2/2564 BE 11:27

เฉลยข้อสอบแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

1) ตอบ ③ การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว

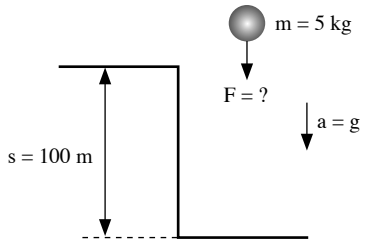
ตัวเลือก 1. ผิด เพราะความเร็วของการเคลื่อนที่แบบวงกลมมีการเปลี่ยนทิศ ทำให้วัตถุมีความเร่งจากการเปลี่ยนทิศของความเร็ว (ศึกษาได้จากการเคลื่อนที่แบบวงกลม)

ตัวเลือก 2. ผิด เพราะเป็นการตกเสรี จะมีความเร่งเท่ากับความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก g ในทิศชี้ลง

ตัวเลือก 3. ถูก เพราะวัตถุเคลื่อนที่แนวตรงด้วยอัตราเร็วคงตัว หมายถึงความเร่งเท่ากับศูนย์

ตัวเลือก 4. ผิด เพราะพบว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ลงพื้นเอียงทำมุม θ ด้วยความเร่ง g เท่ากับ θ โดยไม่ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ

2) ตอบ ② 50 นิวตัน

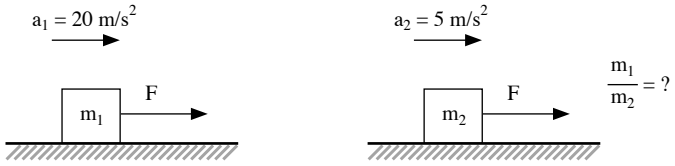


จากกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2. ของนิวตัน $\sum\vec{F} = m\vec{a}$

จะได้ $\sum F = 5(10) = 50$ N

3) ตอบ ④ $\frac{1}{4}$

จากโจทย์วาดรูปได้ดังนี้



ข้อมูลจากรูป จาก $\sum\vec{F} = m\vec{a}$

จะได้ $F = m_1a_1$ .....①

$F = m_2a_2$ .....②

สมการ ① = ②, $m_1a_1 = m_2a_2$

ดังนั้น $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$

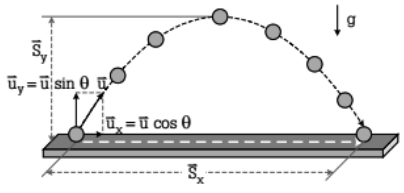
Unit_02.indd 47 17/2/2564 BE 11:27

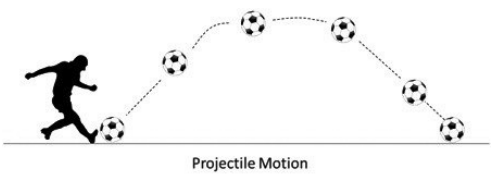
บทที่ 3
การเคลื่อนที่แบบต่างๆ

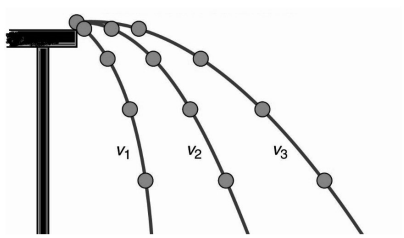
สำหรับบทนี้จะเป็นการศึกษาการเคลื่อนที่ในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยอาศัยพื้นฐานความรู้จากบทก่อนหน้า โดยการเคลื่อนที่ที่เราจะศึกษาในบทนี้มีด้วยกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ “การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์” อาศัยความรู้จากการเคลื่อนที่เส้นตรง “การเคลื่อนที่แบบวงกลม” และ “การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย” อาศัยความรู้จากกฎของนิวตันเป็นหลัก ซึ่งแต่ละการเคลื่อนที่จะมีอะไรที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในบทนี้จึงขอแบ่งเนื้อหาออกเป็นสามส่วนใหญ่ๆ ตามลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ

3.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (การเคลื่อนที่วิถีโค้ง) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วง ทำให้วัตถุมีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นแบบโค้งพาราโบลา ตัวอย่างที่ง่ายที่สุด คือ การโยนหรือเตะลูกบอลให้ลอยไปในอากาศ วัตถุจะเคลื่อนที่ในแนวราบด้วยความเร็วคงที่ และเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง g ดังนั้น วัตถุจะเคลื่อนที่ในแนวราบ (แกน X) และแนวดิ่ง (แกน Y) ไปพร้อมกัน







Unit_03.indd 51 17/2/2564 BE 11:28

หลักการคำนวณ

ขั้นที่ 1) แยกองค์ประกอบเวกเตอร์ความเร็วเป็นแนวราบและแนวดิ่ง

ขั้นที่ 2) คำนวณตามแต่ละแกน

แนวราบ (ความเร็วคงที่)	แนวดิ่ง (ความเร่งคงที่ = g)
$\vec{s}_x = \vec{u}_x t$	$\vec{v}_y = \vec{u}_y + \vec{g}t$ $\vec{s}_y = \vec{u}_y t + \frac{1}{2}\vec{g}t^2$ $\vec{s}_y = \left(\frac{\vec{u}_y + \vec{v}_y}{2}\right)t$ $v_y^2 = u_y^2 + 2gs_y$

ตัวอย่างที่ 1 ขว้างวัตถุขึ้นไปในอากาศด้วยความเร็วต้น 10 m/s ทำมุม 53 องศากับแนวราบ เมื่อเวลาผ่านไป 1.6 s วัตถุจะมีความเร็วขนาดกี่เมตร/วินาที กำหนดให้ g = 10 m/s^2

วิธีคิด

แนวราบ ความเร็วคงที่

$u_x = u\cos 53°$

$u_x = 10\left(\frac{3}{5}\right)$

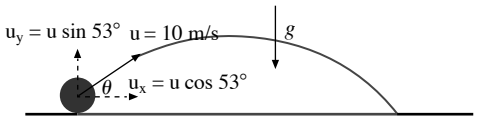
$u_x = 6 \text{ m/s} = v_x$

แนวดิ่ง

$v_y = u_y + gt$

$v_y = 10\left(\frac{4}{5}\right) - 10(1.6)$

$v_y = -8 \text{ m/s}$



ความเร็ว

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{6^2 + 8^2}$

$v = 10 \text{ m/s}$

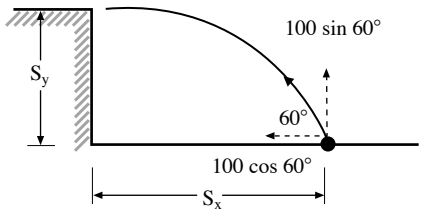
ตัวอย่างที่ 2 ยิงกระสุนปืนมวล 80 กรัม ด้วยความเร็วต้น 100 เมตร/วินาที ทำมุม 60 องศากับแนวระดับ หลังจากนั้น 5 วินาที กระสุนตกกระทบหน้าผา จงหาว่าหน้าผานั้นสูงเท่าใด

วิธีคิด

$s_y = u_y t + \frac{1}{2}gt^2$

$s_y = (u \sin\theta)t + \frac{1}{2}gt^2 = (100 \sin 60°)(5) + \frac{1}{2}(-10)(5)^2$

$s_y = 308 \text{ m}$

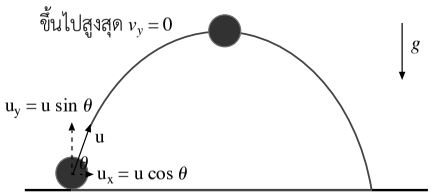


Unit_03.indd 52 17/2/2564 BE 11:28

กรณีโยนวัตถุขึ้นแล้วตกกลับมาบนพื้นระดับเดิม (โพรเจกไทล์เต็มรูป)

ในกรณีนี้เราสามารถใช้สูตรลัดเหล่านี้ได้เพื่อการคำนวณหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว

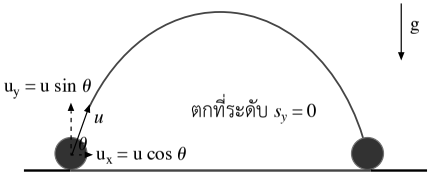
เวลาจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสูงสุด



$$\begin{aligned} v_y &= u_y + gt \\ 0 &= u_y - gt \\ t &= \frac{u_y}{g} \end{aligned}$$

$$t = \frac{u \sin\theta}{g}$$

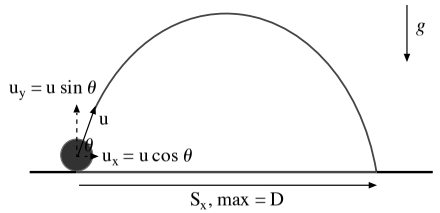
เวลาทั้งหมดที่อยู่ในอากาศ



$$\begin{aligned} s_y &= u_y t - \frac{1}{2}gt^2 \\ 0 &= u_y t - \frac{1}{2}gt^2 \\ t &= \frac{2u_y}{g} \end{aligned}$$

$$t = \frac{2u \sin\theta}{g}$$

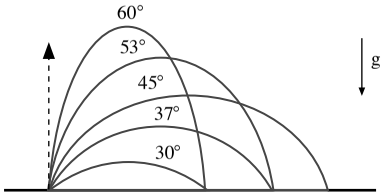
ระยะไกลสุดในแนวระดับ



$$\begin{aligned} s_x &= u_x t \\ s_x &= u \cos\theta \left[\frac{2u \sin\theta}{g}\right] \end{aligned}$$

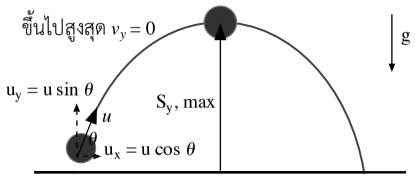
$$D_{max} = \frac{2u^2 \sin\theta \cos\theta}{g} \; or \; \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$$

ตกที่เดียวกันด้วย u เท่ากัน



$\theta_1 + \theta_2 = 90°$ ตกที่เดียวกัน, $\theta = 45°$ ตกไกลสุด

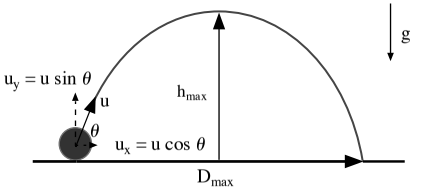
ระยะสูงสุด



$$\begin{aligned} v_y^2 &= u_y^2 + 2gs_y \\ 0 &= (u \sin\theta)^2 - 2gh_{max} \\ 2gh_{max} &= u^2 \sin^2\theta \end{aligned}$$

$$h_{max} = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$$

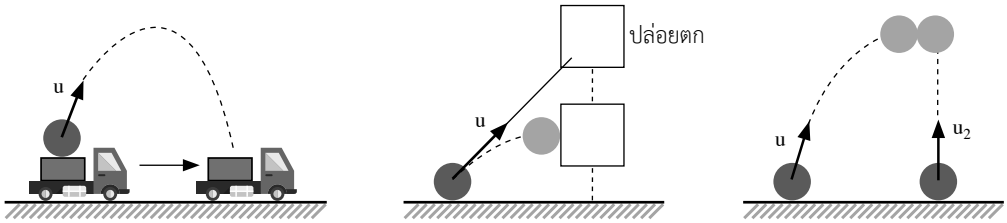
ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสูงสุดและตกไกลสุด



$$\frac{h_{max}}{D_{max}} = \frac{\frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}}{\frac{2u^2 \sin\theta \cos\theta}{g}}$$

$$\frac{h_{max}}{D_{max}} = \frac{1}{4}\tan\theta$$

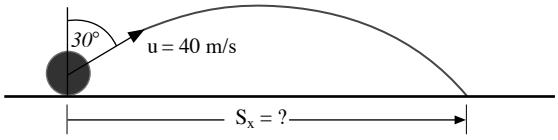
กรณีที่วัตถุเข้าชนกัน



วัตถุที่เริ่มเคลื่อนที่พร้อมกันแล้วมาพบหรือชนกันได้นั้น แสดงว่า t เท่ากัน ดังนั้น ถ้าเราทราบเวลาของก้อนหนึ่ง เราก็สามารถนำไปใช้กับอีกก้อนหนึ่งได้

ตัวอย่างที่ 3 ลูกหินถูกยิงขึ้นจากพื้นราบด้วยอัตราเร็วต้น 40 m/s ในทิศทำมุม 30° กับแนวดิ่ง จงหาว่าลูกหินจะตกถึงพื้นที่ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นเท่าใด กำหนดให้ $g = 10\ m/s^2$

วิธีคิด



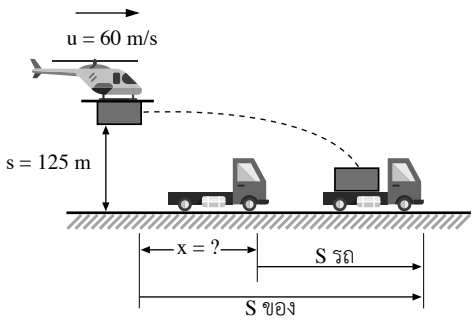
จาก $$s_x = \frac{u^2(2\sin\theta\cos\theta)}{g}$$

$$s_x = \frac{2(40)^2\sin 60°\cos 60°}{g}$$

$$s_x = 80\sqrt{3}\ m$$

ตัวอย่างที่ 4 เฮลิคอปเตอร์กำลังบินอยู่เหนือรถที่กำลังวิ่งด้วยอัตราเร็ว 30 m/s ที่ระดับความสูง 125 m ดังรูป ทันใดนั้นได้ยิงสิ่งของออกมาในแนวระดับด้วยความเร็ว 60 m/s ในทิศทางเดียวกับรถ หากของนั้นตกไปที่รถพอดี จงหาว่าตอนยิงวัตถุออกไปรถอยู่หน้าเฮลิคอปเตอร์เป็นระยะเท่าใด

วิธีคิด



- หาเวลาที่ของตกถึงพื้น

จาก $$s_y = u_y t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$125 = 0 + \frac{1}{2}(10)t^2$$

$$t = 5\ s$$

จากรูป จะได้

$$s_{ของ} = x + s_{รถ}$$

$$u_x t = x + ut$$

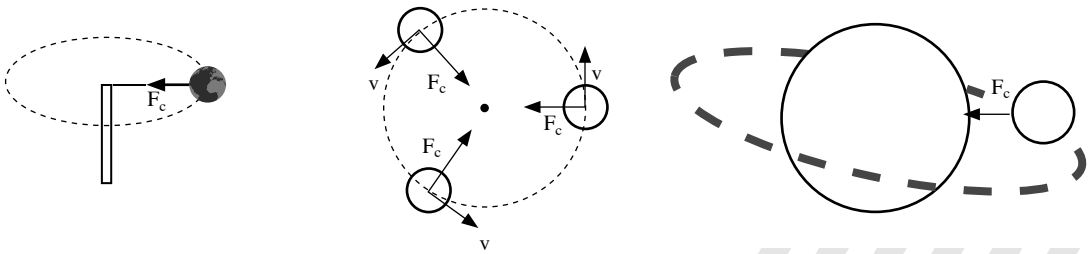
$$60(5) = x + 30(5)$$

$$x = 150\ m$$

Unit_03.indd 54 17/2/2564 BE 11:28

3.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

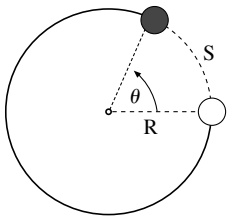
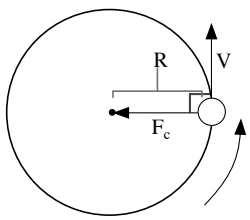
วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้นั้นจะต้องมีแรงมาเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม โดยแรงนี้จะมีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม และตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่เสมอ โดยแรงที่มาทำหน้าที่นี้เราเรียกว่า “แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง” (Centripetal Force: F_c)



ข้อควรจำ

- F_c กับ v ตั้งฉากกันเสมอ
- ความเร็ว ความเร่ง และแรงไม่คงที่ เพราะทิศทางเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่วงกลม

คาบ (Period: T)	ความถี่ (Frequency: f)
คือ เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็นวินาที $T = \frac{\text{เวลา}}{\text{จำนวนรอบ}}$	จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือเฮิรตซ์ (Hz) $f = \frac{\text{จำนวนรอบ}}{\text{เวลา}}$
$f = \frac{1}{T}$	
อัตราเร็วเชิงมุม (Angular speed: ω)	**แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal force: F_C)**
คือ การกระจัดเชิงมุมที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น rad/s  $\omega = \frac{v}{R}$ $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$	คือ หน้าที่ของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ซึ่งเป็นผลรวมของแรงตามแนวรัศมี  $F_c = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$

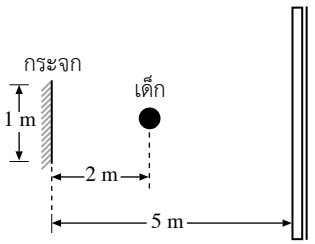
Unit_03.indd 55 17/2/2564 BE 11:28

ข้อสอบแสง

1) ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับฟ้าร้อง ฟ้าแลบ

1. จะเห็นฟ้าแลบก่อนได้ยินเสียงฟ้าร้อง
2. จะได้ยินเสียงฟ้าร้องก่อนเห็นฟ้าแลบ
3. เมื่อเห็นฟ้าแลบจะได้ยินเสียงฟ้าร้องเสมอ
4. จะเห็นหรือได้ยินอะไรก่อนก็ได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ยืนอยู่

2) เด็กคนหนึ่งกำลังตัดผมอยู่ เขาได้พยายามมองภาพต่างๆ ที่ติดบนผนังด้านหลัง โดยมองผ่านกระจกเงาราบที่อยู่ข้างหน้า จงหาว่าส่วนของผนังที่เด็กเห็นในกระจกกว้างเท่าใด ถ้ากระจกมีความกว้าง 1 เมตร ผนังด้านหลังขนานกับระนาบกระจก และห่างจากกระจกเงาเป็นระยะ 5 เมตร ตำแหน่งตรงที่นั่งห่างจากกระจกเป็นระยะ 2 เมตร และเขามองเห็นตัวเขาอยู่กลางกระจกพอดี (ให้ตอบในหน่วยเมตร)



1. 2.5 เมตร
2. 3.5 เมตร
3. 4.0 เมตร
4. 4.5 เมตร

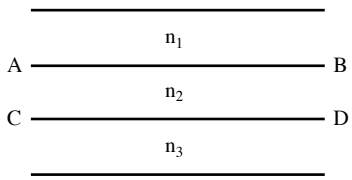
3) แสงความยาวคลื่นเดียวผ่านจากอากาศเข้าไปในปริซึมที่มีดรรชนีหักเห 1.5 ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของแสงนี้ในปริซึม

1. มีความถี่เท่าเดิม แต่ความยาวคลื่นลดลง
2. มีความถี่เท่าเดิม แต่ความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น
3. มีความยาวคลื่นเท่าเดิม แต่ความถี่เพิ่มขึ้น
4. มีความยาวคลื่นเท่าเดิม แต่ความถี่ลดลง

4) แสงตกกระทบผิวน้ำแข็งทำมุมตกกระทบเท่ากัน 60° แล้วปรากฏว่ามีแสงส่วนหนึ่งสะท้อน ส่วนหนึ่งหักเห และรังสีสะท้อนกับรังสีหักเหตั้งฉากพอดี จงหาดรรชนีหักเหของน้ำแข็ง

1. 1.2
2. $\sqrt{2}$
3. $\frac{2}{\sqrt{3}}$
4. $\sqrt{3}$

5) แผ่นตัวกลางโปร่งใสสามชนิด ดรรชนีหักเห n_1, n_2 และ n_3 วางซ้อนกันดังรูป ให้แสงตกกระทบในแผ่นแก้วแผ่นแรกที่มีดรรชนีหักเห n_1 และผ่านต่อไปยังแผ่นที่สองและสามได้ ถ้าต้องการให้การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นได้เฉพาะที่ผิว CD ดังรูปเท่านั้น ดรรชนีหักเหทั้งสามค่าจะมีความสัมพันธ์ดังข้อใด



1. $n_1 > n_2 > n_3$
2. $n_1 < n_2 < n_3$
3. $n_1 > n_2 < n_3$
4. $n_1 < n_2 > n_3$

Unit_13.indd 263 17/2/2564 BE 11:30

6) แหล่งกำเนิดแสงแบบจุดที่ส่องแสงออกทุกทิศทางอยู่ลึกลงไป 1 เมตรจากผิวหน้าของเหลวชนิดหนึ่งที่มีค่าดัชนีหักเห 2.0 เมื่อมองจากด้านบน จะเห็นผิวหน้าของเหลวสว่างเป็นวงกลมที่มีรัศมีมากที่สุดกี่เมตร

1. $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 2. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 3. 1 4. $\sqrt{3}$

7) ชายคนหนึ่งมองวัตถุในน้ำตามแนวดิ่ง เห็นภาพของวัตถุสูงจากตำแหน่งของวัตถุ 10 เซนติเมตร ตำแหน่งภาพที่เขามองเห็นอยู่ห่างจากผิวน้ำกี่เซนติเมตร กำหนดให้ดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $\frac{4}{3}$ และดัชนีหักเหของอากาศเท่ากับ 1

1. 15 เซนติเมตร 2. 20 เซนติเมตร 3. 30 เซนติเมตร 4. 40 เซนติเมตร

8) เสากลมต้นหนึ่งมีแผ่นสแตนเลสหุ้มอยู่ แผ่นสแตนเลสมีผิวเรียบมากและสะท้อนแสงได้ดีเหมือนกระจกนูน ถ้าเรายืนห่างจากเสาต้นนี้มากกว่าระยะสองเท่าของความยาวโฟกัสของกระจกนูนนี้ เราจะเห็นภาพของตนเองในกระจกเป็นอย่างไร

1. ผอมลงและยืนหัวตั้ง
2. อ้วนขึ้นและยืนหัวตั้ง
3. ผอมลงและยืนกลับหัว
4. อ้วนขึ้นและยืนกลับหัว

9) วางวัตถุอันหนึ่งไว้หน้ากระจกเว้าที่มีความยาวโฟกัส 4.0 เซนติเมตรโดยอยู่ห่างจากกระจกเว้า 2.0 เซนติเมตร ถ้าภาพที่เกิดขึ้นมีความสูง 2.0 เซนติเมตร วัตถุนี้มีความสูงกี่เซนติเมตร

1. 0.5 เซนติเมตร 2. 1 เซนติเมตร 3. 2 เซนติเมตร 4. 4 เซนติเมตร

10) กระจกเว้าบานหนึ่งให้ภาพหัวตั้งขนาดเป็น 2 เท่าของวัตถุ เมื่อระยะวัตถุเป็น 30 เซนติเมตรความยาวโฟกัสของกระจกเว้าบานนี้เท่ากับกี่เซนติเมตร

1. $+10$ เซนติเมตร 2. $+20$ เซนติเมตร 3. -30 เซนติเมตร 4. $+60$ เซนติเมตร

11) วางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัส 8.0 เซนติเมตร โดยวางที่ตำาแหน่ง 20 เซนติเมตรหน้าเลนส์ วัตถุกับภาพอยู่ห่างกันกี่เซนติเมตร

1. 30.30 เซนติเมตร 2. 33.33 เซนติเมตร 3. 43.33 เซนติเมตร 4. 52.55 เซนติเมตร

12) ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

1. ภาพเสมือนจะเกิดขึ้นเสมอ หากวัตถุอยู่ด้านหน้าของกระจกนูน
2. ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบเป็นภาพจริงเสมอ
3. ภาพที่เกิดจากกระจกเว้ามีได้กรณีเดียว คือ วัตถุจะต้องอยู่ห่างจากผิวกระจกน้อยกว่าความยาวโฟกัสของกระจก
4. ภาพที่เกิดจากเลนส์เว้าเป็นได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน

13) เมื่อวางเลนส์อันหนึ่งห่างจากวัตถุเป็นระยะ X พบว่าเกิดภาพจริงขนาดขยายเป็น 3 เท่า จงหาว่าถ้าลดระยะวัตถุลงเหลือ $\frac{X}{2}$ จะทำให้เกิดภาพชนิดใดและมีขนาดเป็นกี่เท่าของขนาดวัตถุ

1. ภาพจริง ขนาด $\frac{3}{2}$ เท่า
2. ภาพเสมือน ขนาด $\frac{3}{2}$ เท่า
3. ภาพเสมือน ขนาด 3 เท่า
4. ภาพจริง ขนาด 3 เท่า

Unit_13.indd 264 17/2/2564 BE 11:30

บทที่ 14
ไฟฟ้าสถิต

14.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประจุไฟฟ้า

วัตถุต่างๆ ประกอบด้วยอะตอมจำนวนมาก ซึ่งอนุภาคในอะตอมประกอบด้วย โปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน ซึ่งอนุภาคทั้งสามมีสมบัติ ดังนี้

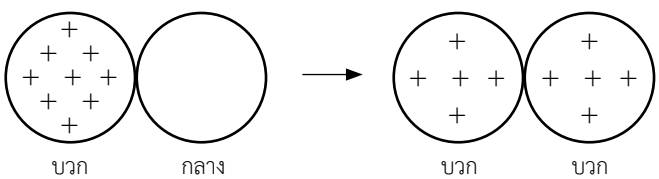
อนุภาค	ประจุ (C, คูลอมบ์)	มวล (kg, กิโลกรัม)
โปรตอน	$+1.6\times10^{-19}$	1.6×10^{-27}
อิเล็กตรอน	-1.6×10^{-19}	9.1×10^{-31}
นิวตรอน	-	1.6×10^{-27}

* วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าอะตอมจะมีจำนวนของโปรตอนกับอิเล็กตรอนเท่ากัน
* วัตถุที่อะตอมเสียอิเล็กตรอนให้กับอะตอมอื่น จะมีสมบัติเป็นประจุบวก
* วัตถุที่อะตอมได้รับอิเล็กตรอนจากอะตอมอื่น จะมีสมบัติเป็นประจุลบ

การทำให้เกิดอำนาจไฟฟ้ามี 3 วิธี

► การขัดสี เมื่อนำวัตถุมาถูกัน จะมีผลทำให้เกิดการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากวัตถุหนึ่งไปยังวัตถุหนึ่ง ทำให้วัตถุเกิดอำนาจไฟฟ้า

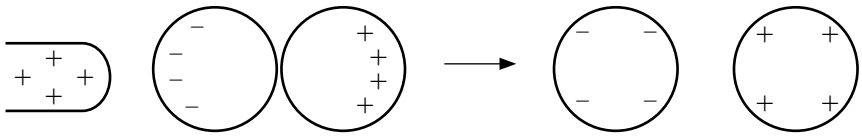
► การแตะ (สัมผัส) ถ้านำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปแตะ หรือเชื่อมต่อกันด้วยตัวนำกับวัตถุที่เป็นกลาง จะทำให้สุดท้ายแล้ววัตถุทั้งสองจะมีประจุชนิดเดียวกันกับวัตถุที่นำมาแตะตอนแรก



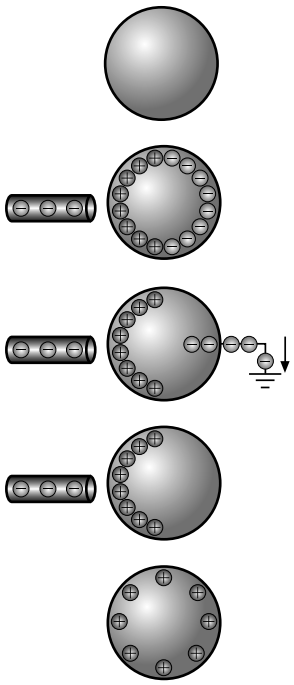
Unit_14.indd 277 17/2/2564 BE 11:33

► การเหนี่ยวนำ (ไม่สัมผัส) การเหนี่ยวนำมี 2 แบบ

• แบบที่ 1 นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาเข้าใกล้วัตถุที่เป็นกลางสองก้อนที่แตะกันอยู่ แล้วแยกวัตถุอีกก้อนออกขณะที่ยังมีการเหนี่ยวนำอยู่ ต่อจากนั้นเอาตัวเหนี่ยวนำออกก็จะทำให้วัตถุทั้งสองมีประจุชนิดตรงข้ามกัน



• แบบที่ 2 การเหนี่ยวนำแบบนี้ต้องใช้สายดินช่วยถ่ายเทประจุส่วนเกินลงดิน โดยมีขั้นตอนดังนี้



ตัวอย่างที่ 1 ในการทำให้อะตอมกลายเป็นไอออนที่มีประจุ +1 คูลอมบ์ จะต้องทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกไปประมาณกี่ตัว

1. 1.6×10^{-19} 2. 6.25×10^{18} 3. 1.6×10^{19} 4. 3.2×10^{19}

วิธีคิด

อะตอมจะกลายเป็นไอออน+เมื่อมีการเสียอิเล็กตรอน

จาก $Q = ne$

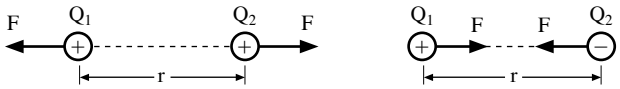
$+1 = n\left(1.6\times10^{-19}\right)$

$n = 6.25\times10^{18}$ ตัว

Unit_14.indd 278 17/2/2564 BE 11:33

14.2 ปริมาณเวกเตอร์ในไฟฟ้าสถิต

กฎของคูลอมบ์ เป็นกฎที่อธิบายแรงกระทำระหว่างประจุคู่หนึ่ง แรงกระทำระหว่างประจุมีสองแบบ คือ แรงดูด (ประจุต่างกัน) และแรงผลัก (ประจุเหมือนกัน) โดยที่แรงดูดหรือแรงผลักระหว่างประจุเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณระหว่างประจุและสัดส่วนโดยผกผันกับกำลังสองของระยะห่างของประจุทั้งสอง (ในกรณีประจุมีขนาดจะวัดจากกึ่งกลางไปถึงกึ่งกลางของวัตถุ)



โดยแรงกระทำสามารถหาได้จากสูตร

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{r^2}$$

เมื่อ Q_1 และ Q_2 คือ ประจุไฟฟ้า (C)

r คือ ระยะห่างระหว่างประจุ (m)

F คือ แรงกระทำระหว่างประจุทั้งสอง (N)

K คือ ค่าคงที่ของคูลอมบ์ ซึ่ง $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9\ \mathrm{Nm^2/C^2}$

**** ไม่ต้องแทนเครื่องหมายประจุ Q_1 และ Q_2

สนามไฟฟ้า บริเวณที่มีอำนาจทางไฟฟ้ากระทำต่อวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเราจะเรียกว่าบริเวณนั้นมีสนามไฟฟ้า ซึ่งสนามไฟฟ้า คือ แรงที่กระทำต่อประจุ 1 หน่วย (คูลอมบ์) เป็นปริมาณเวกเตอร์ (ทิศทางหาจากเส้นแรงไฟฟ้า) โดยความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับสนามไฟฟ้าหาได้จาก

$$F = qE$$

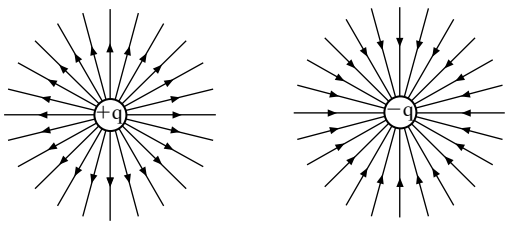
F คือ แรงที่กระทำต่อประจุ (N)

q คือ ประจุไฟฟ้า (C)

E คือ สนามไฟฟ้า มีหน่วยเป็นนิวตันต่อคูลอมบ์ (N/C) หรือโวลต์ต่อเมตร (V/m)

เส้นแรงไฟฟ้า คือ เส้นที่แสดงถึงแนวของแรงไฟฟ้า ซึ่งมีสมบัติดังนี้

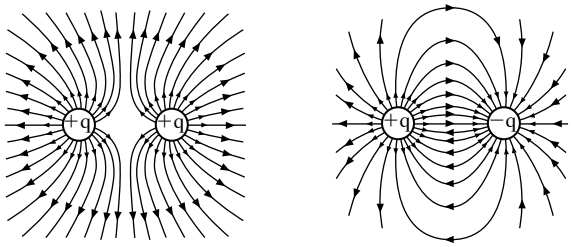
- มีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและมีทิศทางพุ่งเข้าหาประจุลบ



- เส้นแรงไฟฟ้าจะไม่ตัดกันเลย เพราะฉะนั้นจุดหนึ่งจะมีเส้นแรงไฟฟ้าผ่านเส้นเดียว

Unit_14.indd 279 17/2/2564 BE 11:33

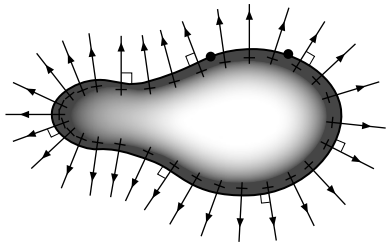
• เส้นแรงไฟฟ้าจากประจุชนิดเดียวกันไม่เสริมกันเป็นแนวเดียวแต่จะเบนออกจากกัน ส่วนเส้นแรงไฟฟ้าจากประจุชนิดตรงข้ามกันจะเสริมเป็นแนวเดียวกัน



บริเวณที่ไม่มีเส้นแรงไฟฟ้าจะไม่มีสนามไฟฟ้าเลย ซึ่งเราเรียกบริเวณนี้ว่า จุดสะเทิน $\sum E = 0$

• เส้นแรงไฟฟ้าที่พุ่งออกหรือเข้าผิววัตถุจะมีทิศตั้งฉากกับผิววัตถุเสมอ

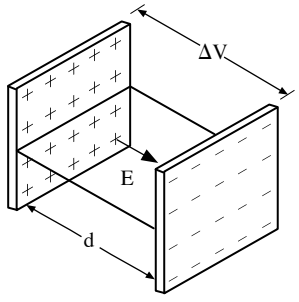
• ภายในตัวนำจะไม่มีเส้นแรงไฟฟ้า ทำให้สนามไฟฟ้าภายในตัวนำมีค่าเป็นศูนย์



การหาสนามไฟฟ้าจากกรณีต่างๆ

จากคุณสมบัติของเส้นแรงไฟฟ้าทำให้สนามไฟฟ้าจากวัตถุมีประจุที่มีรูปร่างต่างกัน จะมีวิธีที่หาค่าสนามไฟฟ้านั้นแตกต่างกัน ซึ่งในระดับนี้เราจะพิจารณาการหาสนามไฟฟ้าจาก 3 กรณีดังนี้

► สนามไฟฟ้าจากแผ่นโลหะคู่ขนาน บริเวณระหว่างแผ่นคู่ขนานที่วางห่างกันเป็นระยะ d ที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า ΔV จะมีสนามไฟฟ้าที่มีขนาดสม่ำเสมอเท่ากันทุกจุด โดยมีทิศทางพุ่งจากแผ่นบวกไปยังแผ่นลบ ดังรูป



สามารถหาค่าสนามไฟฟ้าได้จากสูตร

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

ซึ่งในบางครั้งสนามไฟฟ้าจะใช้หน่วยเป็นโวลต์/เมตร (V/m) เพื่อแสดงให้เห็นว่าเป็นสนามไฟฟ้าที่มาจากแผ่นโลหะขนาน

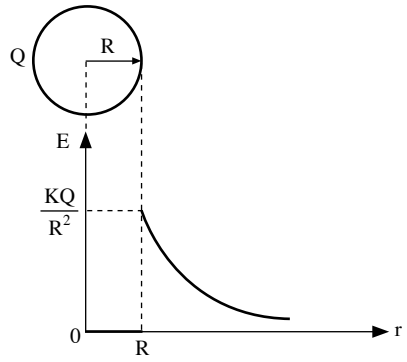
► สนามไฟฟ้าจากจุดประจุ สามารถหาค่าสนามไฟฟ้าจากจุดประจุ Q ที่ระยะห่าง r จากจุดประจุได้จากสูตร

$$E = \frac{KQ}{r^2}$$

Unit_14.indd 280 17/2/2564 BE 11:33

► สนามไฟฟ้าจากตัวนำทรงกลม สามารถหาค่าสนามไฟฟ้าจากตัวนำทรงกลมประจุ Q ที่ระยะห่าง r วัดจากจุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลม ได้จากสูตร

$$E = \frac{KQ}{r^2}$$



ข้อควรระวัง

ข้อสอบจะชอบหลอกถามสนามไฟฟ้าภายในตัวนำทรงกลม เช่น ถามว่าสนามไฟฟ้าที่ระยะห่าง 10 cm จากจุดศูนย์กลางของตัวนำทรงกลมรัศมี 20 cm มีค่าเป็นเท่าไร ซึ่งจุดที่ถามนั้นอยู่ภายในตัวนำทรงกลม ดังนั้น ต้องตอบ ศูนย์ ถึงแม้ว่าจะแทนค่า 10 cm ไปในสูตรแล้วมีคำตอบก็ตาม

*** สนามไฟฟ้าทุกกรณีเวลาคำนวณไม่ต้องแทนเครื่องหมายประจุ

ตัวอย่างที่ 2 ก้อนทองแดง 2 ก้อนวางห่างกัน 0.3 เมตร แต่ละก้อนมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่ 5×10^{14} ตัว จงหาขนาดของแรงผลักที่เกิดขึ้นในหน่วยนิวตัน

วิธีคิด

หาจำนวนประจุบนก้อนทองแดง จาก $Q = ne$

$$Q = \left(5\times10^{14}\right)\left(1.6\times10^{-19}\right)$$

$$Q = 8\times10^{-5} \text{ C ตัว}$$

จากกฎคูลอมบ์ $F = \frac{KQ_1Q_2}{r^2}$

$$= \frac{\left(9\times10^{9}\right)\left(8\times10^{-5}\right)\left(8\times10^{-5}\right)}{\left(0.3\right)^2}$$

$$F = 640 \text{ N}$$

Unit_14.indd 281 17/2/2564 BE 11:33

บทที่ 19
ฟิสิกส์นิวเคลียร์

จากบทที่แล้วที่เรารู้ว่าสสารประกอบด้วยอะตอม ซึ่งมีนิวเคลียสอยู่เป็นแกนกลาง และมีอิเล็กตรอนโครจรอยู่โดยรอบ โดยบทนี้จะเน้นศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับนิวเคลียสเป็นหลัก

19.1 ความรู้เบื้องต้น

ธาตุกัมมันตรังสี คือ ธาตุที่มีสมบัติในการแผ่รังสีเองได้ และเมื่อแผ่รังสีแล้วมวลก็จะลดลงด้วย เช่น ยูเรเนียม ทอเรียม เรเดียม พอโลเนียม เป็นต้น

การค้นพบธาตุกัมมันตรังสี

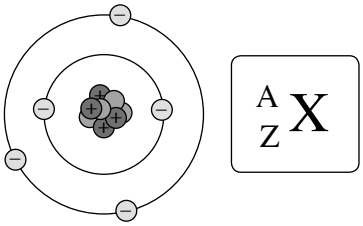
► อังตวน อองรี เบ็กเคอเรล (Antoine Henri Becquerel)

ค้นพบว่า สารยูเรเนียมจะปล่อยรังสีชนิดหนึ่งออกมาตลอดเวลา มีคุณสมบัติคล้ายรังสีเอกซ์ แต่สามารถเกิดขึ้นเองได้ตามธรรมชาติ แตกต่างจากรังสีเอกซ์ที่ต้องสร้างขึ้นเท่านั้น เขาจึงเสนอแนวคิดที่ว่า “รังสีนี้เกิดจากธาตุยูเรนียมเป็นรังสีเฉพาะตัวของธาตุยูเรเนียม”

► ปิแอร์ กูรี (Pierre Curie) และมารี กูรี (Marie Curie)

ค้นพบว่า มีธาตุบางชนิดสามารถปล่อยรังสีออกมาได้คล้ายกับ ยูเรเนียม เช่น ทอเรียม เรเดียม พอโลเนียม เป็นต้น

สัญลักษณ์ธาตุ



- X แทนธาตุใดๆ
- A เลขมวล แทนจำนวนนิวคลีออน (จำนวนโปรตอน + จำนวนนิวตรอน)
- Z เลขอะตอม แทนจำนวนโปรตอน (อะตอมที่เป็นกลางจะมีจำนวนโปรตอน = จำนวนอิเล็กตรอน)

นิวเคลียสที่อยู่ในสถานะกระตุ้นจะมีเครื่องหมาย “*” กำกับไว้ ${}^{A}_{Z}X^{*}$ เช่น ${}^{214}_{83}Bi^{*}$

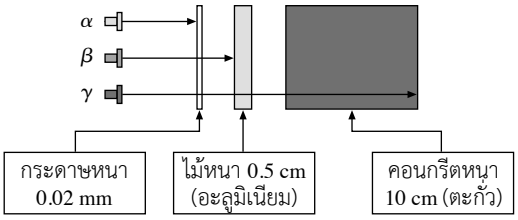
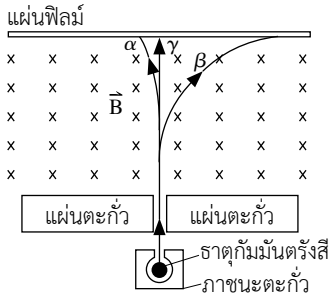
Unit_19.indd 373 17/2/2564 BE 11:35

19.2 ชนิดและสมบัติของอนุภาคของธาตุกัมมันตรังสี

รังสีแอลฟา (α) หรือ ${}^{4}_{2}He$	รังสีบีตา (β) หรือ ${}^{0}_{-1}e$	รังสีแกมมา (γ)
• มีมวลประมาณ 4u • มีพลังงานประมาณ 4−10 MeV • ทำให้อากาศแตกตัวได้ดี • มีประจุไฟฟ้า $+2e$ • มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ	• มีมวลประมาณมวลอิเล็กตรอน • มีพลังงานประมาณ 0.025−3.5 MeV • ทำให้อากาศแตกตัวได้ปานกลาง • มีประจุไฟฟ้า $-e$ • มีอำนาจทะลุทะลวงปานกลาง	• มีมวลเท่ากับศูนย์ • มีพลังงานประมาณ 0.04−3.2 MeV • ทำให้อากาศแตกตัวได้น้อยมาก • ไม่มีประจุไฟฟ้า • มีอำนาจทะลุทะลวงสูง

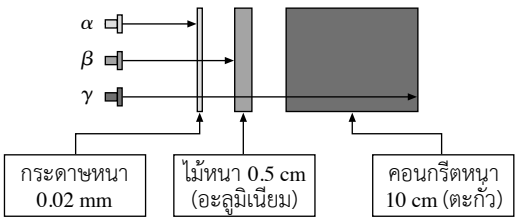
โดยที่ $1\ u = 1\ \text{amu} = 1.67\times10^{-27}\ \text{kg}$

$e = -1.6\times10^{-19}\ \text{C}$

สมบัติการทะลุทะลวง	สมบัติการเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก
	
• แกมมาทะลุกระดาษและไม้ได้ • บีตาทะลุกระดาษได้ • แอลฟาไม่สามารถทะลุกระดาษได้	• แกมมาไม่เบี่ยงเบน • บีตาเบี่ยงเบนมากกว่า • แอลฟาเบี่ยงเบนน้อยกว่า

ตัวอย่างที่ 1 จงเรียงอำนาจทะลุทะลวงของรังสี α รังสี β และรังสี γ ตามลำดับจากน้อยไปหามาก

วิธีคิด



ดังนั้น อำนาจทะลุทะลวงเรียงตามลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้

รังสี α รังสี β และรังสี γ ตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 2 อนุภาคแอลฟาประกอบด้วยอะไรบ้าง

วิธีคิด

จาก α คือ ${}^{4}_{2}He$

ดังนั้น จึงประกอบด้วย โปรตอน 2 ตัวและนิวตรอน 2 ตัว

Unit_19.indd 374 17/2/2564 BE 11:35

ตัวอย่างที่ 3 นิวเคลียสของยูเรเนียม−235 $\left({}^{235}_{92}U\right)$ มีโปรตอน มีนิวตรอน มีนิวคลีออนกี่ตัว

วิธีคิด

- เลขอะตอม บอกถึงจำนวนโปรตอน ดังนั้น จึงมีโปรตอน 92 ตัว
- เลขมวล บอกจำนวนนิวคลีออน

ดังนั้น มีนิวคลีออน 235 ตัวและนิวตรอน = 235−92 = 143 ตัว

19.3 การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีจะเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ 2 ข้อดังนี้

ผลรวมของเลขมวลก่อนสลายตัว = ผลรวมของเลขมวลหลังสลายตัว
ผลรวมของเลขอะตอมก่อนสลายตัว = ผลรวมของเลขอะตอมหลังสลายตัว

นิวเคลียสสลายตัวแล้วปล่อยรังสีแอลฟา ($\alpha = {}^{4}_{2}He$)	นิวเคลียสสลายตัวแล้วปล่อยรังสีบีตา ($\beta = {}^{0}_{-1}e$)	นิวเคลียสสลายตัวแล้วปล่อยรังสีแกมมา (γ)
${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}X + {}^{4}_{2}He$ ธาตุเดิม ⟶ ธาตุใหม่ + รังสีแอลฟา	${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z+1}X + {}^{0}_{-1}e$ ธาตุเดิม ⟶ ธาตุใหม่ + รังสีบีตา	${}^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$ พลังงานสูง ⟶ พลังงานต่ำ + รังสีแกมมา
เมื่อแผ่รังสีแอลฟา ธาตุใหม่จะมีเลขมวลลดลงจากเดิม 4 และเลขอะตอมจะลดลง 2 จากเดิม	เมื่อแผ่รังสีบีตา ธาตุใหม่จะมีเลขมวลคงเดิม แต่เลขอะตอมจะเพิ่มขึ้น 1 จากเดิม	เมื่อแผ่รังสีแกมมา ธาตุยังคงเป็นธาตุเดิม แต่จะเปลี่ยนจากระดับพลังงานที่สูงกว่าลงมาที่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า

ตัวอย่างที่ 4 ธาตุกัมมันตรังสีธาตุหนึ่งสลายตัวให้รังสีบีตาออกมา ธาตุใหม่ที่ได้จะมีเลขอะตอมและเลขมวลอะตอมเปลี่ยนแปลงอย่างไร

วิธีคิด

จาก นิวเคลียสสลายตัวแล้วปล่อยรังสีบีตา ($\beta = {}^{0}_{-1}e$)

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}X + {}^{0}_{-1}e$$

ธาตุเดิม ⟶ ธาตุใหม่ + รังสีบีตา

ดังนั้น เมื่อแผ่รังสีบีตาธาตุใหม่จะมีเลขมวลคงเดิมแต่เลขอะตอมจะเพิ่มขึ้น 1 จากเดิม

ตัวอย่างที่ 5 X ในสมการนี้คืออะไร ${}^{4}_{2}He + {}^{9}_{4}Be \longrightarrow {}^{12}_{6}C + X$

วิธีคิด

จาก จากกฎการอนุรักษ์เลขมวลและเลขอะตอม

$${}^{4}_{2}He + {}^{9}_{4}Be \longrightarrow {}^{12}_{6}C + X$$

ดังนั้น ${}^{A=1}_{Z=0}X = {}^{1}_{0}n$ (อนุภาคนิวตรอน)

Unit_19.indd 375 17/2/2564 BE 11:35