

เนื้อหา กลุ่มที่ 1

สาระด้าน จำนวนและพีชคณิต

1) จำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน

จำนวนจริงและสมบัติของจำนวนจริง

ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงและสมบัติของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง

จำนวนจริงในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริง ในรูปเลขยกกำลัง

จำนวนเต็ม (จำนวนเฉพาะ จำนวนประกอบ คุณสมบัติของจำนวนเฉพาะ)

จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ รากที่สองและรากที่สามของจำนวนตรรกยะ

2) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน

พหุนาม : การบวก การลบ การคูณ และการหารพหุนาม

ตัวประกอบพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม

ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน และกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง

ฟังก์ชัน (การบวก การลบ การคูณ การหารฟังก์ชัน ฟังก์ชันประกอบ ฟังก์ชันผกผัน)

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม และกราฟของฟังก์ชัน

3) สมการ และ อสมการ

อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สมการกำลังสองตัวแปรเดียว การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว

ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

สมการและอสมการ (พหุนามตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสี่ เศษส่วนของพหุนาม ค่าสัมบูรณ์ของพหุนาม)

หมายเหตุ เนื้อหาที่ไม่ออกข้อสอบ (ยังไม่ได้เรียน)

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ลำดับและอนุกรม เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน

เรขาคณิตวิเคราะห์: เวกเตอร์ในสามมิติ

แคลคูลัส: ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

## เนื้อหา กลุ่มที่ 2

### สาระด้าน จำนวนและพีชคณิต

- 1) เซต (ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน และคอมพลีเมนต์ของเซต)
- 2) ตรรกศาสตร์ : ประพจน์และตัวเชื่อม (นิเสธ และ หรือ ถ้า...แล้ว...ก็ต่อเมื่อ)  
ประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณตัวเดียว การอ้างเหตุผล

### สาระด้าน การวัดและเรขาคณิต

- 1) การวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด อัตราส่วน สัดส่วน การหาพื้นที่ผิวและ ปริมาตร (ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิต กรวย ทรงกลม)
- 2) การแปลงทางเรขาคณิต การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน อัตราส่วนตรีโกณมิติ วงกลม คอร์ด และเส้นสัมผัส ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม เรขาคณิตวิเคราะห์ (จุดและเส้นตรง วงกลม พาราโบลา วงรี ไฮเพอร์โบลา)

### สาระด้าน สถิติและความน่าจะเป็น

ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายผลลัพธ์  
หลักการนับเบื้องต้น หลักการบวกและการคูณ  
การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีทีสิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด การจัดหมู่กรณีทีสิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด  
การทดลองสุ่มและเหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

### หมายเหตุ เนื้อหาที่ไม่ออกข้อสอบ (ยังไม่ได้เรียน)

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ลำดับและอนุกรม เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน  
เรขาคณิตวิเคราะห์: เวกเตอร์ในสามมิติ  
แคลคูลัส: ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต

## รายละเอียดแต่ละหัวข้อ

### 1. อะตอมและสมบัติของธาตุ

- แบบจำลองอะตอม (แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ แบบกลุ่มหมอก)
- อนุภาคในอะตอมและไอโซโทป (อนุภาคในอะตอม เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป)
- การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม (จำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละระดับพลังงาน ระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อย ออร์บิทัล หลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม)
- ตารางธาตุและสมบัติของธาตุหมู่หลัก (วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ กลุ่มของธาตุในตารางธาตุ ขนาดอะตอม ขนาดไอออน พลังงานไอออไนเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน อิเล็กโทรเนกาติวิตี)
- ธาตุแทรนซิชัน (สมบัติของธาตุแทรนซิชัน)
- ธาตุกัมมันตรังสี (การเกิดกัมมันตภาพรังสี การสลายตัวของไอโซโทปกัมมันตรังสี อันตรายจากไอโซโทปกัมมันตรังสี ครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสี)
- การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต (ประโยชน์ของธาตุ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม)

### 2. พันธะเคมี

- สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิสและกฎออกเตต
- พันธะไอออนิก (การเกิดพันธะไอออนิก สูตรเคมีและชื่อของสารประกอบไอออนิก พลังงานกับการเกิดสารประกอบ ไอออนิก สมบัติของสารประกอบไอออนิก สมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ)
- พันธะโคเวเลนต์ (การเกิดพันธะโคเวเลนต์ สูตรโมเลกุลและชื่อของสารโคเวเลนต์ ความยาวพันธะและพลังงานพันธะของสารโคเวเลนต์ รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลและสมบัติของสารโคเวเลนต์ สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย)
- พันธะโลหะ (การเกิดพันธะโลหะ สมบัติของโลหะ)
- การใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารประกอบโคเวเลนต์ และโลหะ

### 3. โมลและสูตรเคมี

- มวลอะตอม
- โมล (มวลต่อโมล ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล และปริมาตรของแก๊ส)
- สูตรเคมี (กฎสัดส่วนคงที่ ร้อยละโดยมวลของธาตุ การหาสูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่าย)

### 4. สารละลาย

- ความเข้มข้นของสารละลาย
- การเตรียมสารละลาย
- สมบัติบางประการของสารละลาย

### 5. ปริมาณสัมพันธ์

- ปฏิกิริยาเคมี
- สมการเคมี
- การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี (การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊ส การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอน)
- สารกำหนดปริมาณ
- ผลได้ร้อยละ

**ค่าคงที่และมวลอะตอมของธาตุ**  
**สำหรับอาจารย์ผู้ออกข้อสอบใช้ในข้อสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าค่าย 1 เคมีโอลิมปิก**  
**(โปรดระบุค่าคงที่และมวลอะตอมที่ต้องใช้ในข้อสอบแต่ละข้อ)**

**ค่าคงที่**

หน่วยมวลอะตอม	$1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$
	$1 \text{ g} = 6.02 \times 10^{23} \text{ amu}$
เลขอาโวกาโดร	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
ประจุของอิเล็กตรอน (หรือโปรตอน)	$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
มวลของอิเล็กตรอน	$m = 9.1 \times 10^{-28} \text{ g}$
ค่าคงตัวของพลังค์	$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$
ความเร็วของแสงในสุญญากาศ	$c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
ค่าคงที่ของแก๊ส	$R = 0.082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ $= 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
มวลต่อโมลของแก๊สอุดมคติ	$= 22.4 \text{ L}$ หรือ $22.4 \text{ dm}^3$
ภาวะที่ STP	$=$ อุณหภูมิ 273 K (0 °C) และความดัน 1 atm
อุณหภูมิเคลวิน	$T (\text{K}) = t (\text{°C}) + 273$

มวลอะตอมของธาตุ (ในข้อสอบจะกำหนดเฉพาะเลขอะตอมหรือมวลอะตอมที่ต้องใช้ ไม่ให้ตารางธาตุนี้)

1 <b>H</b> 1	เลขอะตอม สัญลักษณ์ธาตุ มวลอะตอม															2 <b>He</b> 4	
3 <b>Li</b> 7	4 <b>Be</b> 9											5 <b>B</b> 11	6 <b>C</b> 12	7 <b>N</b> 14	8 <b>O</b> 16	9 <b>F</b> 19	10 <b>Ne</b> 20
11 <b>Na</b> 23	12 <b>Mg</b> 24											13 <b>Al</b> 27	14 <b>Si</b> 28	15 <b>P</b> 31	16 <b>S</b> 32	17 <b>Cl</b> 35.5	18 <b>Ar</b> 40
19 <b>K</b> 39	20 <b>Ca</b> 40	21 <b>Sc</b> 45	22 <b>Ti</b> 48	23 <b>V</b> 51	24 <b>Cr</b> 52	25 <b>Mn</b> 55	26 <b>Fe</b> 56	27 <b>Co</b> 59	28 <b>Ni</b> 58.5	29 <b>Cu</b> 63.5	30 <b>Zn</b> 65	31 <b>Ga</b> 70	32 <b>Ge</b> 72.5	33 <b>As</b> 75	34 <b>Se</b> 79	35 <b>Br</b> 80	36 <b>Kr</b> 84
37 <b>Rb</b> 85.5	38 <b>Sr</b> 87.5	39 <b>Y</b> 89	40 <b>Zr</b> 91	41 <b>Nb</b> 93	42 <b>Mo</b> 96	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101	45 <b>Rh</b> 103	46 <b>Pd</b> 106.5	47 <b>Ag</b> 108	48 <b>Cd</b> 112.5	49 <b>In</b> 115	50 <b>Sn</b> 118.5	51 <b>Sb</b> 122	52 <b>Te</b> 127.5	53 <b>I</b> 127	54 <b>Xe</b> 131
55 <b>Cs</b> 133	56 <b>Ba</b> 137	57- * *	72 <b>Hf</b> 178.5	73 <b>Ta</b> 181	74 <b>W</b> 184	75 <b>Re</b> 186	76 <b>Os</b> 190	77 <b>Ir</b> 192	78 <b>Pt</b> 195	79 <b>Au</b> 197	80 <b>Hg</b> 200.5	81 <b>Tl</b> 204.5	82 <b>Pb</b> 207	83 <b>Bi</b> 209	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89- ** **	104 <b>Rf</b> (265)	105 <b>Db</b> (268)	106 <b>Sg</b> (271)	107 <b>Bh</b> (270)	108 <b>Hs</b> (277)	109 <b>Mt</b> (276)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Rg</b> (280)	112 <b>Cn</b> (285)	113 <b>Nh</b> (286)	114 <b>Fl</b> (289)	115 <b>Me</b> (289)	116 <b>Lv</b> (293)	117 <b>Ts</b> (294)	118 <b>Og</b> (294)

\*Lanthanide series

57 <b>La</b> 139	58 <b>Ce</b> 140	59 <b>Pr</b> 141	60 <b>Nd</b> 144	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.5	63 <b>Eu</b> 152	64 <b>Gd</b> 157	65 <b>Tb</b> 159	66 <b>Dy</b> 162.5	67 <b>Ho</b> 165	68 <b>Er</b> 167	69 <b>Tm</b> 169	70 <b>Yb</b> 173	71 <b>Lu</b> 175
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

\*\* Actinide series

89 <b>Ac</b> (227)	90 <b>Th</b> 232	91 <b>Pa</b> 231	92 <b>U</b> 238	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	102 <b>Lr</b> (262)
--------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

## หัวข้อสำหรับข้อสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าค่าย 1 สอวน. สาขาชีววิทยา

### 1. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

- สารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
- โครงสร้างต่าง ๆ ของเซลล์ และหน้าที่
- Prokaryotic cell และ Eukaryotic cell
- การลำเลียงสารเข้า-ออกเซลล์
- การหายใจระดับเซลล์
- การแบ่งเซลล์

### 2. พันธุศาสตร์

- การถ่ายทอดทางพันธุกรรม
- ยีนและโครโมโซม
- พันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
- พันธุศาสตร์ประชากร
- วิวัฒนาการ

### 3. ความหลากหลายทางชีวภาพ

- อนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิต
- ไวรัส
- อาณาจักรมอเนอรา
- อาณาจักรโพรทิสตา
- อาณาจักรพืช
- อาณาจักรฟังไจ
- อาณาจักรสัตว์

### 4. นิเวศวิทยา

- ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ
- การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรสาร
- การเปลี่ยนแปลงแทนที่
- นิเวศวิทยาประชากร
- พฤติกรรม และนิเวศวิทยาพฤติกรรม

### 5. กายวิภาคและสรีรวิทยาของพืช

- โครงสร้างของพืชดอก
- การสังเคราะห์ด้วยแสง
- การลำเลียงในพืช
- การสืบพันธุ์ และการเจริญของพืชดอก
- การตอบสนองของพืช

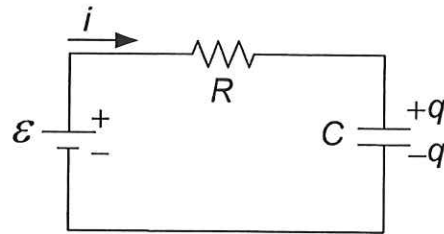
## 6. กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์

- เนื้อเยื่อสัตว์
- ระบบย่อยอาหาร
- ระบบหายใจ
- ระบบหมุนเวียนเลือด และการแลกเปลี่ยนแก๊ส
- ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน
- ระบบขับถ่าย และการรักษาสมดุลของสัตว์
- การสืบพันธุ์ และการเจริญของสัตว์
- อวัยวะรับความรู้สึก และระบบประสาท
- ระบบต่อมไร้ท่อ
- การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

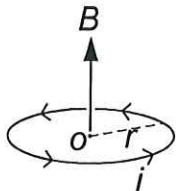
เนื้อหาสำหรับการสอบเข้า สอวน. ฟิสิกส์ 2564

1. การแปลงหน่วย เช่น  $30\text{ms}^{-1} = 108\text{ km / hour}$ .
2. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
  - กฎข้อที่ 1 เป็นตั้งคำจำกัดความของระบบอ้างอิงเฉื่อย
  - กฎข้อที่ 2 ในระบบอ้างอิงเฉื่อย มีรูปสมการเป็น  $ma = f$
  - กฎข้อที่ 3 แรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากับแรงกิริยา มีทิศตรงข้าม
3. ผลจากกฎการเคลื่อนที่ : ได้หลักอนุรักษ์ โมเมนตัมเชิงเส้น
  - เช่น  $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$
4. ผลจากกฎการเคลื่อนที่ : ได้หลักอนุรักษ์พลังงานกลของระบบ
  - พลังงานจลน์ + พลังงานศักย์ = คงที่ , ไม่ขึ้นกับทั้งตำแหน่งและเวลา เมื่อไม่มีแรงเสียดทานเกี่ยวข้อง
5. แรงเสียดทาน สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์
  - $f = \mu N$
6. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ใกล้ผิวโลกแบนราบ)
  - $y = -\frac{1}{2}gt^2 + C_1t + C_2$  ,  $x = D_1t + D_2$
7. การเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ตามแนววงกลมรัศมี  $r$ 
  - $\frac{mv^2}{r} =$  แรงที่รั้ง  $m$  เข้าสู่จุดศูนย์กลาง
  - $m\omega^2r =$  แรงที่รั้ง  $m$  เข้าสู่จุดศูนย์กลาง
8. การเคลื่อนที่แบบหมุนของก้อนวัตถุรอบแกนผ่านจุดศูนย์กลางมวล ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม  $\Omega$ 
  - $I_{cm}\Omega =$  ทอร์กรอบแกนหมุน
9. สมดุลสถิต : อัตราเร็วเชิงมุม  $\Omega = 0$  เนื่องจากทอร์กลัพธ์เป็นศูนย์ , อัตราเร็วเชิงมุม  $\omega = 0$  ด้วย
10. ของไหล (หมายถึงของเหลวก็ได้ , แก๊สก็ได้) : ความดันที่ความลึก  $h$  จากผิวของเหลวในสนามโน้มถ่วง  $g$ 
  - $P = P_0 + \rho gh$
11. สมการของ Bernoulli  $\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + P =$  คงที่
12. การไหลของความร้อน ฟลักซ์ของการไหล  $J = -K \frac{\Delta T}{\Delta x}$
13. การขยายตัวเชิงความร้อน  $L = L_0 \{1 + \alpha(T - T_0)\}$
14. กฎของแก๊สอุดมคติ  $PV = nRT$

15. หลักการ Equipartition of Energy  $\frac{1}{2}kT$  ต่อหนึ่ง degree of freedom
16. ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
17. กฎข้อที่ศูนย์ และกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์  
 กฎข้อที่ศูนย์ หลักของสมดุลเชิงความร้อน  
 กฎข้อที่หนึ่ง หลักอนุรักษ์พลังงาน (ทุกรูปแบบ) รวมทั้งพลังงานความร้อน  $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$
18. ไฟฟ้าสถิต แรงระหว่างประจุไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ งานที่ทำโดยแรงไฟฟ้า แนวคิดเรื่องศักย์ไฟฟ้า แนวคิดเรื่องสนามไฟฟ้า และพลังงานในสนามไฟฟ้า  $\left(\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2\right)$  แนวคิดเรื่องตัวเก็บประจุ (C)
19. ไฟฟ้ากระแสตรง
20. การไหลของกระแสไฟฟ้าในเส้นลวดโลหะ กฎของโอห์ม แนวคิดเรื่องความต้านทาน ( $R$ ) และตัวต้านทาน
21. การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อนในตัวต้านทาน ด้วยอัตรา  $i^2R$  (เรียกว่า "Joule heating")
22. การรวมค่า  $R$ , การรวมค่า  $C$  และบทบาทของ  $R$  กับ  $C$  ในวงจรกระแสตรง



23. สนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า ที่จุดศูนย์กลางของวงลวดรัศมี  $r$  ที่มีกระแสไฟฟ้า  $i$  ไหลวน



สนามแม่เหล็ก

$$B = \frac{\mu_0 i 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{\mu_0 i}{2r} \text{ หน่วย tesla}$$

$\mu_0$  เป็นค่าคงที่ และมีค่า  $\equiv 4\pi \times 10^{-7}$  henry/metre

แนวคิดเรื่องสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากกฎของ Biot-Savart และ กฎของ Ampere

24. กฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของ Faraday & Lenz

แนวคิดเรื่องพลังงานต่อหน่วยปริมาตรในสนามแม่เหล็ก  $\left(\frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}\right)$  ตัวเหนี่ยวนำ ( $L$ ) และบทบาทของมันใน

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง



25. กระแส "Displacement current" ของ Maxwell ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานต่อหน่วยปริมาตรในคลื่น

$$\text{แม่เหล็กไฟฟ้า} \left( \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} \right), \epsilon_0 \equiv \frac{1}{\mu_0 c^2}$$

อัตราเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ  $c \equiv 299792458 \text{ m / s}$

26. กฎของการสะท้อน กระจกนูน และกระจกเว้า การเกิดภาพโดยกระจกเหล่านี้ โดยการเขียนทางเดินของแสง

$$\text{และโดยการคำนวณด้วยสมการ} \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

27. กฎของการหักเห กฎของสเนลล์ กฎของบรีวสเตอร์ เลนส์นูน และเลนส์เว้า การเกิดภาพโดยเลนส์เหล่านี้ โดย

$$\text{การเขียนทางเดินของแสง และโดยการคำนวณด้วยสมการ} \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

28. การเกิดภาพในระบบกระจกกับเลนส์