Learn Space

ตะลุยโจทย์ เคมี ม.5

AMETHYST REACTION LAB



1,000 ข้อ

เข้าใจหลักการ คำนวณเป็น
เห็นภาพทุกปฏิกิริยา

แก๊ส • อัตรา • สมดุล • กรด–เบส • เคมีไฟฟ้า

ครบ 5 บท | เฉลยละเอียดทุกข้อ | ชุดสอบรวม 3 ชุด

ชูชัย เทียนแท้ (อาจารย์ปู) | ChatStick Team

ChatStick Team · www.chatstickmarket.com

ชุดตะลุยโจทย์ ม.ปลาย · LearnSpace

ตะลุยโจทย์

เคมี ม.5

1,000 ข้อ

เข้าใจหลักการ คำนวณเป็น เห็นภาพทุกปฏิกิริยา

แก๊ส ⁘ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ⁘ สมดุลเคมี ⁘ กรด–เบส ⁘ เคมีไฟฟ้า



✔ ฝึกจากพื้นฐานสู่การวิเคราะห์

✔ ภาพระดับอนุภาค กราฟ และข้อมูลทดลอง

✔ เฉลยละเอียดพร้อมเหตุผลทุกข้อ





ตะลุยโจทย์ เคมี ม.5 — 1,000 ข้อ

เข้าใจหลักการ คำนวณเป็น เห็นภาพทุกปฏิกิริยา

ผู้เขียน: ชูชัย เทียนแท้ (อาจารย์ปู)

จัดทำและจัดพิมพ์: ChatStick Team

© 2569 บริษัท แชทสติ๊ค จำกัด (ChatStick Co., Ltd.) สงวนลิขสิทธิ์

ห้ามคัดลอก ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ ทั้งข้อความ โจทย์ เฉลย และภาพประกอบ โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

ISBN: (อยู่ระหว่างดำเนินการ)

พิมพ์ครั้งที่ 1 : พฤศจิกายน 2569

www.chatstickmarket.com

ข้อมูลเล่ม · ขนาด A5 · โจทย์ 1,000 ข้อ (ปรนัย 700 · เติมคำตอบ/คำนวณ 200 · อธิบายเหตุผล 100) · ระดับตั้งหลัก 300 · เชื่อมความรู้ 500 · วิเคราะห์ลึก 200 · คำใบ้และเฉลยละเอียดทุกข้อ · ภาพระดับอนุภาค กราฟ แผนภาพเซลล์ และ Mind Map ทั้งหมดสร้างขึ้นใหม่ด้วยโค้ดสำหรับหนังสือเล่มนี้ · มาสคอต “น้องโมลิ (MOLI)” เป็นตัวละครสมมุติ ลิขสิทธิ์ของบริษัท แชทสติ๊ค จำกัด

หลักสูตรอ้างอิง · เรียบเรียงตามผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเพิ่มเติมเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเทียบขอบเขตกับหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมีของ สสวท. (รายละเอียดใน “บรรณานุกรมและแหล่งอ้างอิง” และ “ตารางเชื่อมโยงผลการเรียนรู้”) · ลำดับบทและการแบ่งภาคเรียนของแต่ละโรงเรียนอาจต่างจากเล่มนี้

หมายเหตุสำคัญ · หนังสือเล่มนี้จัดทำโดยอิสระ ไม่ได้รับการรับรองหรือเกี่ยวข้องกับ สสวท. หรือกระทรวงศึกษาธิการ โจทย์ เฉลย คำอธิบาย และภาพแต่งขึ้นใหม่ทั้งหมด ไม่ใช่ข้อสอบจริงหรือข้อสอบเก่า และไม่ได้คัดลอกจากหนังสือเรียน · ข้อมูลการทดลองในโจทย์เป็นข้อมูลจำลองเพื่อการฝึก · จำนวนข้อและน้ำหนักแต่ละบทเป็นการออกแบบของหนังสือ ไม่ใช่สัดส่วนข้อสอบที่หน่วยงานใดกำหนด · การฝึกครบทุกข้อไม่ได้รับประกันคะแนนสอบ · ตรวจทานด้วยระบบตรวจอัตโนมัติ การแก้โจทย์ซ้ำอย่างอิสระ และผู้เชี่ยวชาญภายในบริษัท หากพบข้อผิดพลาด แจ้งได้ที่เพจ LearnSpace by ChatStick

คำนำ

เคมี ม.5 เป็นช่วงที่หลายคนรู้สึกว่าสูตรเพิ่มขึ้นเร็วมาก ทั้งกฎของแก๊ส อัตราการเกิดปฏิกิริยา ค่าคงที่สมดุล pH และศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ แต่ถ้ามองให้ลึก ทุกบทใช้วิธีคิดชุดเดียวกัน คือ เขียนสมการให้ดุล มองให้เห็นว่าอนุภาคกำลังทำอะไร เลือกหลักการให้ตรงกับเงื่อนไข คำนวณอย่างเป็นขั้น และตรวจหน่วยกับความสมเหตุสมผลของคำตอบ หนังสือเล่มนี้จึงตั้งใจเป็น “สมุดฝึกเคมีประจำห้องแล็บของเรา” ที่ฝึกวิธีคิดนั้นให้ติดมือ

“ตะลุยโจทย์ เคมี ม.5” มีโจทย์ 1,000 ข้อ ครอบคลุม 5 บท ได้แก่ แก๊สและสมบัติของแก๊ส อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลเคมี กรด–เบส และเคมีไฟฟ้า ทุกบทเริ่มด้วยเป้าหมาย เช็กพื้นฐานก่อนเริ่ม และ Mind Map ที่ประกบบทเรียนให้เห็นภาพรวม ตามด้วยสรุปแก่น ตาราง ภาพระดับอนุภาค กล่องสูตรที่บอกความหมายตัวแปร หน่วย และเงื่อนไขการใช้ ตัวอย่างพร้อมวิธีทำ และโจทย์ไล่ระดับจากตั้งหลัก เชื่อมความรู้ ไปถึงวิเคราะห์ลึก ในเล่มยังมีแบบประเมินก่อน–หลังเรียน แบบทดสอบท้ายบท ชุดสอบรวม 3 ชุด คำใบ้ทุกข้อ และเฉลยละเอียดที่อธิบายเหตุผลครบทุกข้อ

น้อง ๆ ใช้เล่มนี้ฝึกควบคู่กับการเรียนในห้อง เตรียมสอบเก็บคะแนน กลางภาค และปลายภาค หรือใช้วางพื้นฐานสำหรับเคมีในระดับที่สูงขึ้นได้ และถ้าอยากทบทวนต่อบนมือถือ แอป LearnSpace ของทีมผู้จัดทำมีสรุปบทเรียน Mind Map และแบบฝึกอีกหลายวิชาให้ใช้คู่กัน

เคมีไม่ได้ยากเพราะสูตร แต่ยากเพราะเรายังมองไม่เห็นอนุภาคที่อยู่เบื้องหลังตัวเลข เมื่อเห็นภาพได้ชัด สูตรจะกลายเป็นภาษาที่เล่าเรื่องเดียวกัน ขอให้ทุกข้อในเล่มนี้เป็นก้าวเล็ก ๆ ที่สะสมเป็นความมั่นใจ ทั้งในห้องสอบและบนเส้นทางสู่คณะและอาชีพในฝัน



ด้วยความปรารถนาดี
ChatStick Team
พฤศจิกายน 2569

วิธีใช้หนังสือและสัญลักษณ์ในเล่ม



สวัสดี! เราชื่อน้องโมลิ (MOLI) ภูตหยดเจลประจำห้องแล็บอเมทิสต์ เราจะชวนสังเกตและคิดไปด้วยกันตลอดเล่ม จำลำดับนี้ไว้นะ: **อ่านโจทย์ → เขียนสมการให้ดุล → เลือกหลักการ → คำนวณพร้อมหน่วย → เช็กความสมเหตุสมผล**

เส้นทางการใช้หนังสือ

#	ทำอะไร	เพื่ออะไร
1	**ทำแบบประเมินก่อนเรียน 40 ข้อ**	รู้จุดแข็ง–จุดอ่อนรายบท แล้วใช้แนวทางอ่านผลวางลำดับการฝึก
2	**เช็กพื้นฐานและดู Mind Map ก่อนเริ่มบท**	ทวนความรู้ ม.4 ที่ต้องใช้ แล้วเห็นภาพรวมว่าบทนี้มีหัวข้ออะไร สูตรไหนใช้เมื่อใด
3	**อ่านสรุปแก่น กล่องสูตร และตัวอย่าง**	ลองคิดตามตัวอย่างก่อนอ่านวิธีทำ จดเงื่อนไขของสูตรไว้ข้างสูตรเสมอ
4	**ทำโจทย์ฝึกตามระดับ**	ตั้งหลัก → เชื่อมความรู้ → วิเคราะห์ลึก ติดตรงไหนเปิด “คำใบ้” ก่อน แล้วค่อยตรวจเฉลย
5	**ตรวจและอ่านเฉลยละเอียด**	อ่านเฉลยทุกข้อที่ผิดหรือเดา ดูแถว “ตรวจ” “ระวัง” และ “ตัวลวง” แล้วกดลิงก์ “ทบทวน” กลับไปหัวข้อนั้น
6	**บันทึกข้อผิดพลาด + เช็กลิสต์หลังฝึก**	จดเลขข้อ สาเหตุ แนวคิดที่ถูก แล้วนัดทำซ้ำหลัง 1 วัน 7 วัน 30 วัน
7	**ทำแบบทดสอบท้ายบทและชุดสอบรวม**	จับเวลาจริง วิเคราะห์คะแนนรายบทและรายทักษะ ปิดท้ายด้วยแบบประเมินหลังเรียน

กล่องประจำเล่ม



หลักสำคัญ แนวคิดหลักที่ต้องเข้าใจก่อนทำโจทย์



เงื่อนไขการใช้สูตร สูตรใช้ได้เมื่อใด ใช้ไม่ได้เมื่อใด



ระวังจุดนี้ จุดที่มักผิด เช่น ลืมเปลี่ยนเป็นเคลวิน ใช้ค่า R ผิดหน่วย

 **โมลิชวนคิด** คำใบ้สั้น ๆ จากน้องโมลิ

 **มองระดับอนุภาค** เชื่อมสมการกับสิ่งที่อนุภาคทำจริง

 **ทบทวนพื้นฐาน ม.4** ความรู้เดิมที่ต้องใช้ในบทนั้น

 **การทดลอง** การทดลองพร้อมข้อมูลจำลองให้ฝึกวิเคราะห์

 **เคมีรอบตัว** การประยุกต์ในชีวิตจริง สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม

รูปแบบโจทย์และระดับความยาก

ป้าย	ความหมาย	ข้อ
ก ข ค ง	ปรนัย 4 ตัวเลือก มีคำตอบถูกข้อเดียว ข้อละ 1 คะแนน	700
✎ เติมคำตอบ	เติมคำตอบสั้นหรือคำนวณเป็นตัวเลข โจทย์บอกจำนวนตำแหน่งทศนิยม/เลขนัยสำคัญ เฉลยบอกค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ข้อละ 1 คะแนน	200
★ อธิบายเหตุผล	อธิบายเหตุผลหรือแสดงวิธีทำ ตรวจด้วยแนวคำตอบและเกณฑ์ให้คะแนนในเฉลย ยอมรับคำอธิบายอื่นที่ถูกต้อง	100
ตั้งหลัก	รู้นิยาม หลักการ หน่วย และใช้สูตรเดียวในสถานการณ์ตรงไปตรงมา	300
เชื่อมความรู้	เลือกหลักการ คำนวณหลายขั้น อ่านกราฟ ตาราง ภาพอนุภาค และแปลงหน่วยในสถานการณ์ใหม่	500
วิเคราะห์ลึก	เชื่อมหลายหลักการ วิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง ตรวจสมมติฐานและความสมเหตุสมผล อธิบายเหตุผลเชิงเคมี	200

ป้ายระดับประเมินจากสิ่งที่โจทย์ต้องใช้จริง (จำนวนหลักการ จำนวนขั้นคิด การอ่านกราฟ/ตาราง/ภาพ) โดยผู้จัดทำ ยังไม่ได้ทดลองใช้กับนักเรียนจริง · ทุกข้อมีรหัสถาวร เช่น CHM5-Q0123 ใต้เลขข้อ ใช้ค้นในทะเบียนโจทย์ · ทุกข้อมีลิงก์ “คำใบ้” และ “เฉลย” · ภาพที่ใช้ตอบคำถามวาดจากโค้ดตามค่าจริงในโจทย์ · เส้นในกราฟแยกด้วยชนิดเส้นและป้ายกำกับ ไม่ใช้สีเพียงอย่างเดียว จึงอ่านได้แม้พิมพ์ขาวดำ

ข้อตกลงที่ใช้ทั้งเล่ม

- อุณหภูมิในสมการแก๊สใช้หน่วยเคลวิน $T = \theta + 273$ · STP หมายถึง 0 °C (273 K) และ 1 atm ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส 22.4 L/mol
- เลือกค่า R ให้ตรงหน่วย: 0.0821 L·atm/(mol·K) หรือ 8.314 J/(mol·K) (= kPa·L/(mol·K)) · 1 atm = 760 mmHg = 101.3 kPa

- ความสัมพันธ์ pH + pOH = 14.00 และ $K_w = 1.0\times10^{-14}$ ใช้ที่ 25 °C เท่านั้น ถ้าไม่ระบุอุณหภูมิในข้อกรด–เบส ให้ถือว่า 25 °C
- ค่าคงที่ (มวลอะตอม ศักย์รีดักชันมาตรฐาน Ka Kb ช่วง pH ของอินดิเคเตอร์) ใช้ตามภาคผนวกท้ายเล่ม เว้นแต่โจทย์กำหนดค่าเอง
- คำนวณโดยเก็บเลขกลางทางไว้มากกว่าที่ต้องตอบ 1–2 หลัก ปัดครั้งเดียวที่คำตอบสุดท้าย ตอบตามจำนวนหลักที่โจทย์สั่ง
- ข้อเติมคำตอบเชิงตัวเลข ค่าที่ต่างจากเฉลยไม่เกินค่าคลาดเคลื่อนที่ระบุในเฉลยถือว่าถูก
- ค่าคงที่และตารางข้อมูลทั้งหมดอยู่ที่ **ภาคผนวก ค่าคงที่และข้อมูลจำเป็น**

ใช้คู่กับแอป LearnSpace

อยากทบทวนต่อบนมือถือหรือแท็บเล็ต ใช้แอป **LearnSpace** ของ ChatStick Team ได้ แอปรวมหนังสือสรุปบทเรียนและแบบฝึกหลายวิชาไว้ในที่เดียว มีสรุปบทเรียน Mind Map แฟลชการ์ด การฝึกโจทย์ และหน้าติดตามความก้าวหน้า เหมาะกับการทบทวนสั้น ๆ ระหว่างวัน เช่น ดู Mind Map ก่อนเริ่มบท หรือทวนสูตรก่อนทำแบบทดสอบท้ายบท

LearnSpace: สรุปบทเรียน ติวสอบ

iPhone / iPad: https://apps.apple.com/th/app/id6826771873

Android: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chatstick.learnspace

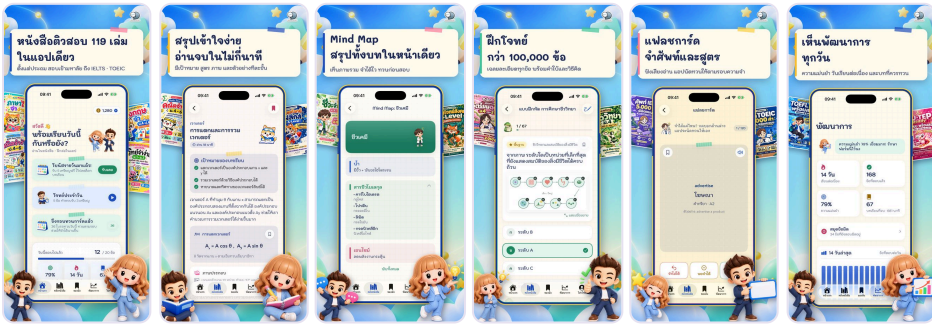
หรือค้นหาคำว่า “LearnSpace” ใน App Store / Google Play

App Store

สแกนเพื่อดาวน์โหลดบน Android

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chatstick.learnspace

Google Play



หน้าแรก | บทเรียน | Mind Map | ฝึกโจทย์ | แฟลชการ์ด | ความก้าวหน้า

โจทย์และเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แต่งขึ้นใหม่สำหรับหนังสือโดยเฉพาะ แอปเป็นเครื่องมือทบทวนเสริม ไม่ได้มีเนื้อหาเหมือนหนังสือทุกข้อ · ภาพหน้าจอเป็นของบริษัท แชทสติ๊ค จำกัด (ข้อมูล ณ พฤศจิกายน 2569) รายการหนังสือ ฟีเจอร์ และเงื่อนไขการใช้งานในแอปอาจเปลี่ยนแปลงได้

สารบัญ

ส่วนนำ

คำนำ 04
วิธีใช้หนังสือและสัญลักษณ์ในเล่ม 05
ใช้คู่กับแอป LearnSpace 08
แผนที่เนื้อหา 5 บท (Mind Map ภาพรวม) 11
แผนฝึก 8 สัปดาห์ 15
ตารางติดตามความก้าวหน้า 17
ส่วนที่ 1 แบบประเมินก่อนเรียน (ข้อ 1–40) 19
แนวทางอ่านผลแบบประเมินก่อนเรียน 38

ภาค 1 แก๊สและจลนศาสตร์เคมี

บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส · ส่วนที่ 2 · ข้อ 41–180 40
โจทย์ฝึกเรียงระดับ · เช็กลิสต์หลังฝึก 60
บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี · ส่วนที่ 3 · ข้อ 181–300 120
โจทย์ฝึกเรียงระดับ · เช็กลิสต์หลังฝึก 140

ภาค 2 สมดุลเคมีและกรด–เบส

บทที่ 3 สมดุลเคมี · ส่วนที่ 4 · ข้อ 301–440 204
โจทย์ฝึกเรียงระดับ · เช็กลิสต์หลังฝึก 222
บทที่ 4 กรด–เบส · ส่วนที่ 5 · ข้อ 441–610 290
โจทย์ฝึกเรียงระดับ · เช็กลิสต์หลังฝึก 311

ภาค 3 เคมีไฟฟ้า

บทที่ 5 เคมีไฟฟ้า · ส่วนที่ 6 · ข้อ 611–740 375
โจทย์ฝึกเรียงระดับ · เช็กลิสต์หลังฝึก 395

แบบทดสอบ ชุดสอบรวม และประเมินหลังเรียน

ส่วนที่ 7 แบบทดสอบท้ายบท 5 ชุด (ข้อ 741–840) 447
แบบทดสอบท้ายบทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส (ข้อ 741–760) 448
แบบทดสอบท้ายบทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ข้อ 761–780) 458
แบบทดสอบท้ายบทที่ 3 สมดุลเคมี (ข้อ 781–800) 470
แบบทดสอบท้ายบทที่ 4 กรด–เบส (ข้อ 801–820) 480
แบบทดสอบท้ายบทที่ 5 เคมีไฟฟ้า (ข้อ 821–840) 489
ส่วนที่ 8 ชุดสอบรวม 3 ชุด (ข้อ 841–960) 498
ชุดสอบรวม ชุดที่ 1 แก๊ส อัตรา และสมดุล (ข้อ 841–880) 499
ชุดสอบรวม ชุดที่ 2 สมดุล กรด–เบส และเคมีไฟฟ้า (ข้อ 881–920) 519
ชุดสอบรวม ชุดที่ 3 ครบทุกบท เน้นเชื่อมโยง (ข้อ 921–960) 539
ส่วนที่ 9 แบบประเมินหลังเรียน (ข้อ 961–1000) 558
เทียบผลก่อนเรียน–หลังเรียน 577

คำใบ้ เฉลย และส่วนท้ายเล่ม

กระดาษคำตอบ 578
คำใบ้ 1,000 ข้อ 586
ตารางคำตอบย่อ ข้อ 1–1,000 617
เฉลยละเอียด 1,000 ข้อ 625
ตารางวิเคราะห์คะแนนรายบทและรายทักษะ 1032
บันทึกข้อผิดพลาด 1038
ภาคผนวก ก สรุปสูตรพร้อมเงื่อนไข 1040
ภาคผนวก ข ค่าคงที่และข้อมูลจำเป็น 1047
ดัชนีคำสำคัญ 1051
บรรณานุกรมและแหล่งอ้างอิง 1053
ตารางเชื่อมโยงผลการเรียนรู้ (สำหรับครู) 1054
บทส่งท้าย 1059
เกี่ยวกับผู้เขียน · จากใจผู้เขียน 1060
แอปแนะนำ · หนังสือแนะนำ 1062

แผนที่เนื้อหา: Mind Map ภาพรวม 5 บท

แก๊ส ▫ อัตรา ▫ สมดุล ▫ กรด–เบส ▫ เคมีไฟฟ้า เชื่อมกันด้วยการมองระดับอนุภาค



ภาพรวม 5 บท 3 ภาค — แต่ละบทมี Mind Map ละเอียดประกบอยู่ต้นบท CHM5-MAP-FIG001

หัวข้อย่อยและผลการเรียนรู้รายบท

บท	หัวข้อย่อย (เลขหัวข้อใช้ในลิงก์ “ทบทวน”)	ผลการเรียนรู้	ข้อ
1. แก๊สและสมบัติของแก๊ส	1.1 ความดันของแก๊สและหน่วยที่เกี่ยวข้อง 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดัน (กฎของบอยล์) 1.3 ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ (กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก) 1.4 กฎรวมแก๊สและกฎของอาโวกาโดร 1.5 กฎแก๊สอุดมคติ 1.6 ความดันย่อยของแก๊ส (กฎของดอลตัน) 1.7 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 1.8 การแพร่ของแก๊ส (กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม) 1.9 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับแก๊ส	G1-1 G1-2 G1-3 G1-4 G1-5 G1-6	41–180 ทดสอบ 741–760
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2.1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2.2 การคำนวณอัตราและความสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์ในสมการ 2.3 ข้อมูลการทดลองและกราฟอัตราเฉลี่ยและอัตราขณะใดขณะหนึ่ง 2.4 ทฤษฎีการชนและพลังงานก่อกัมมันต์ 2.5 แผนภาพพลังงานของปฏิกิริยา 2.6 ผลของความเข้มข้นและพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น 2.7 ผลของอุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยา 2.8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม	G2-1 G2-2 G2-3 G2-4 G2-5 G2-6	181–300 ทดสอบ 761–780

บท	หัวข้อย่อย (เลขหัวข้อใช้ในลิงก์ “ทบทวน”)	ผลการเรียนรู้	ข้อ
3. สมดุลเคมี	3.1 ปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล 3.2 ความเข้มข้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล 3.3 ค่าคงที่สมดุล 3.4 การคำนวณความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล 3.5 ค่าคงที่สมดุลเมื่อปรับสมการและปฏิกิริยาหลายขั้นตอน 3.6 ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและหลักของเลอชาเตอลิเอ 3.7 สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต ธรรมชาติ และอุตสาหกรรม	G2-7 G2-8 G2-9 G2-10 G2-11 G2-12 G2-13	301–440 ทดสอบ 781–800
4. กรด–เบส	4.1 สมบัติและทฤษฎีกรด–เบส 4.2 คู่กรด–เบส 4.3 การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่ 4.4 การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน 4.5 การแตกตัวของน้ำ และความสัมพันธ์ของ Ka Kb Kw 4.6 pH และ pOH ของสารละลาย 4.7 สมบัติกรด–เบสของเกลือ 4.8 ปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส 4.9 การไทเทรตกรด–เบส จุดสมมูล จุดยุติ และอินดิเคเตอร์ 4.10 สารละลายบัฟเฟอร์และการประยุกต์ใช้ความรู้กรด–เบส	G2-14 G2-15 G2-16 G2-17 G2-18 G2-19 G2-20 G2-21 G2-22 G2-23	441–610 ทดสอบ 801–820
5. เคมีไฟฟ้า	5.1 เลขออกซิเดชัน 5.2 ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ 5.3 การดุลสมการรีดอกซ์ 5.4 องค์ประกอบ ประเภท และแผนภาพเซลล์เคมีไฟฟ้า 5.5 ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ 5.6 แบตเตอรี่และเซลล์เชื้อเพลิง	G2-24 G2-25 G2-26 G2-27 G2-28 G2-29 G2-30 G2-31 G2-32	611–740 ทดสอบ 821–840

บท	หัวข้อย่อย (เลขหัวข้อใช้ในลิงก์ “ทบทวน”)	ผลการเรียนรู้	ข้อ
	5.7 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน 5.8 การแยกสลายด้วยไฟฟ้า 5.9 การชุบโลหะ การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และเทคโนโลยีเคมีไฟฟ้า		

รหัส G1-k / G2-k = ผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เคมี ชั้น ม.5 สาระเคมี ข้อ 1 / ข้อ 2 ข้อที่ k ตามเอกสาร สสวท. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) — เป็นรหัสย่อที่หนังสือเล่มนี้ตั้งขึ้นเพื่ออ้างอิง ไม่ใช่รหัสทางการ — ข้อความเต็มอยู่ใน ตารางเชื่อมโยงผลการเรียนรู้ ท้ายเล่ม

แผนฝึก 8 สัปดาห์

เฉลี่ยวันละ 20–25 ข้อ 5 วันต่อสัปดาห์ วันที่ 6 ใช้ตรวจเฉลยละเอียดและทำซ้ำข้อที่ผิด วันที่ 7 พัก ถ้าในห้องเรียนสอนไม่ตรงลำดับนี้ ให้สลับสัปดาห์ตามบทที่ครูสอนได้ — สิ่งสำคัญคือทำต่อเนื่องและกลับมาทวนข้อผิด

สัปดาห์	ทำข้อ	ข้อ	จุดเน้น	ทำแล้ว (จ–ศ)	คะแนน
1	ประเมินก่อนเรียน ข้อ 1–40 บทที่ 1 ข้อ 41–120	120	ทำแบบประเมินก่อนเรียน + อ่านผล · ฝึกเปลี่ยนหน่วยความดันและเคลวิน	□ □ □ □ □	..... / .....
2	บทที่ 1 ข้อ 121–180 ทดสอบท้ายบทที่ 1 ข้อ 741–760 บทที่ 2 ข้อ 181–220	120	กฎแก๊สอุดมคติ ความดันย่อย การแพร่ · เริ่มอ่านกราฟความเข้มข้น–เวลา	□ □ □ □ □	..... / .....
3	บทที่ 2 ข้อ 221–300 ทดสอบท้ายบทที่ 2 ข้อ 761–780 บทที่ 3 ข้อ 301–320	120	แผนภาพพลังงานและปัจจัยของอัตรา · เขียนนิพจน์ K ให้ถูกสถานะ	□ □ □ □ □	..... / .....
4	บทที่ 3 ข้อ 321–440	120	ตาราง ICE และหลักเลอชาเตอลิเอ ทำนายทิศให้ได้ก่อนคำนวณ	□ □ □ □ □	..... / .....
5	ทดสอบท้ายบทที่ 3 ข้อ 781–800 ชุดสอบรวม 1 ข้อ 841–880 บทที่ 4 ข้อ 441–520	140	ชุดสอบรวม 1 (จับเวลา 60 นาที) · คู่กรด–เบส pH ของกรดแก่และกรดอ่อน	□ □ □ □ □	..... / .....
6	บทที่ 4 ข้อ 521–610 ทดสอบท้ายบทที่ 4 ข้อ 801–820	110	เกลือ การไทเทรต และบัฟเฟอร์ · อ่านกราฟการไทเทรตให้คล่อง	□ □ □ □ □	..... / .....
7	บทที่ 5 ข้อ 611–740 ทดสอบท้ายบทที่ 5 ข้อ 821–840	150	เลขออกซิเดชัน ดุลรีดอกซ์ E°cell และเซลล์อิเล็กโทรไลต์	□ □ □ □ □	..... / .....

สัปดาห์	ทำข้อ	ข้อ	จุดเน้น	ทำแล้ว (จ–ศ)	คะแนน
8	ชุดสอบรวม 2 ข้อ 881–920 ชุดสอบรวม 3 ข้อ 921–960 ประเมินหลังเรียน ข้อ 961–1000	120	ชุดสอบรวม 2–3 + แบบประเมินหลังเรียน · ทวนสมุดข้อผิดพลาดทั้งเล่ม	□ □ □ □ □	..... / .....

นัดทวนข้อผิด	หลัง 1 วัน	หลัง 7 วัน	หลัง 30 วัน
ทำอย่างไร	ทำข้อที่ผิดซ้ำโดยไม่ดูเฉลย	อ่านกล่อง “ระวังจุดนี้” ของหัวข้อนั้น แล้วทำข้อใกล้เคียง	ทำแบบทดสอบท้ายบทซ้ำทั้งชุด



น้องโมลิ: ทำน้อยแต่ทำทุกวัน ดีกว่าทำเยอะวันเดียวนะ ติ๊กช่องทุกวันที่ทำเสร็จ แล้วจะเห็นความก้าวหน้าเอง

ตารางติดตามความก้าวหน้า

ส่วน	ข้อ	เต็ม	วันที่	คะแนน	ความมั่นใจ ก่อน → หลังฝึก
ประเมินก่อนเรียน	1–40	40			
บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส	41–180	140			□1 □2 □3 □4 □5 → □1 □2 □3 □4 □5
บทที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	181–300	120			□1 □2 □3 □4 □5 → □1 □2 □3 □4 □5
บทที่ 3 สมดุลเคมี	301–440	140			□1 □2 □3 □4 □5 → □1 □2 □3 □4 □5
บทที่ 4 กรด–เบส	441–610	170			□1 □2 □3 □4 □5 → □1 □2 □3 □4 □5
บทที่ 5 เคมีไฟฟ้า	611–740	130			□1 □2 □3 □4 □5 → □1 □2 □3 □4 □5
ทดสอบท้ายบทที่ 1	741–760	20			
ทดสอบท้ายบทที่ 2	761–780	20			
ทดสอบท้ายบทที่ 3	781–800	20			
ทดสอบท้ายบทที่ 4	801–820	20			
ทดสอบท้ายบทที่ 5	821–840	20			
ชุดสอบรวม ชุดที่ 1	841–880	40			
ชุดสอบรวม ชุดที่ 2	881–920	40			
ชุดสอบรวม ชุดที่ 3	921–960	40			
ประเมินหลังเรียน	961–1000	40			

ประเมินทักษะของตนเอง

ทักษะ	ทำได้เมื่อ	ยังไม่มั่นใจ	พอใช้	มั่นใจ
หลักการ	อธิบายหลักการและปรากฏการณ์ด้วยเหตุผลเชิงเคมีได้	☐	☐	☐
คำนวณ	จัดสมการ แทนค่า ตรวจหน่วย เครื่องหมาย และเลขนัยสำคัญได้	☐	☐	☐
อ่านกราฟ/ตาราง/ภาพ	อ่านกราฟ ตาราง ภาพระดับอนุภาค และแผนภาพเซลล์ได้	☐	☐	☐
ข้อมูลและการทดลอง	วิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง ตัวแปร และข้อสรุปได้	☐	☐	☐
สถานการณ์ประยุกต์	นำความรู้ไปอธิบายสถานการณ์ในชีวิตจริง สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรมได้	☐	☐	☐

ความมั่นใจ 1 = ยังไม่เข้าใจเลย · 3 = ทำโจทย์ตั้งหลักได้ · 5 = อธิบายให้เพื่อนเข้าใจและทำโจทย์วิเคราะห์ลึกได้ · กรอกก่อนเริ่มบทและหลังทำแบบทดสอบท้ายบท ช่องคะแนนรายทักษะละเอียดอยู่ใน ตารางวิเคราะห์คะแนน ท้ายเล่ม

ภาค 1

แก๊สและจลนศาสตร์เคมี

สมบัติของแก๊ส และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

บทที่ 1 **แก๊สและสมบัติของแก๊ส** (140 ข้อ)

บทที่ 2 **อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี** (120 ข้อ)



คุยกันก่อนเริ่มภาค 1

แก๊สอยู่รอบตัวเราทุกลมหายใจ ภาคนี้เริ่มจากการมองแก๊สเป็นอนุภาคที่วิ่งชนผนัง แล้วต่อยอดสู่คำถามว่า “ปฏิกิริยาเกิดเร็วแค่ไหน” ฝึกเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นเคลวินให้ติดมือ เลือกค่า R ให้ตรงหน่วย และอ่านกราฟความเข้มข้นกับเวลาให้คล่อง

บทที่ 1 · ภาค 1 แก๊สและจลนศาสตร์เคมี

แก๊สและสมบัติของแก๊ส

Gases and Their Properties

โจทย์ข้อ 41–180 · 140 ข้อ





คำถามชวนคิด

อุดปลายกระบอกฉีดยาแล้วกดลูกสูบ ยิ่งกดลึกยิ่งรู้สึกว่าอากาศข้างในดันมือกลับแรงขึ้น ส่วนลูกโป่งที่ลืมไว้ในรถกลางแดดกลับพองตึงจนแทบแตก และบอลลูนอากาศร้อนก็ลอยขึ้นได้ด้วยอากาศธรรมดาที่ถูกทำให้ร้อน — โมเลกุลแก๊สที่มองไม่เห็นกำลังทำอะไรอยู่ และเราจะคำนวณพฤติกรรมของมันได้อย่างไร

เป้าหมายการเรียนรู้ — เมื่อจบบทนี้ น้อง ๆ จะ

- แปลงหน่วยความดัน atm mmHg kPa และหาความดันแก๊สจากบารอมิเตอร์และแมนอมิเตอร์ได้
- คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊สได้
- คำนวณจำนวนโมล มวล มวลโมเลกุล และความหนาแน่นของแก๊สด้วยกฎของอาโวกาโดรและกฎแก๊สอุดมคติ รวมทั้งปริมาณสัมพันธ์ที่มีแก๊สได้
- คำนวณความดันย่อยและเศษส่วนโมลของแก๊สผสมด้วยกฎของดอลตัน รวมถึงการเก็บแก๊สเหนือน้ำได้
- อธิบายกฎของแก๊สและการแพร่ด้วยทฤษฎีจลน์ และคำนวณเปรียบเทียบอัตราการแพร่ด้วยกฎของเกรแฮมได้
- วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองและสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวกับแก๊ส พร้อมตรวจสมมติฐานที่ใช้ได้

สอดคล้องผลการเรียนรู้ G1-1 · G1-2 · G1-3 · G1-4 · G1-5 · G1-6 (ดูตารางผลการเรียนรู้ท้ายเล่ม)

ทบทวนพื้นฐาน ม.4 ที่ใช้ในบทนี้ โมล มวลโมเลกุล และการเปลี่ยนมวลเป็นโมล (ม.4) · การดุลสมการเคมีและปริมาณสัมพันธ์ (ม.4) · การแปลงหน่วยและคำนำหน้าหน่วย (mL → L) · การเปลี่ยนอุณหภูมิ °C เป็นเคลวิน · การอ่านกราฟเส้นตรงและหาความชัน

เช็กความพร้อม (ตอบในใจ ไม่นับคะแนน · แนวคำตอบอยู่ใต้ Mind Map หน้าถัดไป)

1. แก๊ส O_2 16.0 g มีกี่โมล (O = 16.0)
2. 25 °C เท่ากับกี่เคลวิน
3. ปฏิกิริยา $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ ถ้าใช้ CO 4 mol ต้องใช้ O_2 กี่โมล
4. 500 mL เท่ากับกี่ลิตร

Mind Map บทที่ 1 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

ดูภาพรวมก่อน แล้วค่อยลงรายละเอียดทีละหัวข้อ



แผนผังแนวคิดของบท — กิ่งหลักตามหัวข้อย่อย ใบคือสูตร เงื่อนไข และหลักคิดสำคัญ ใช้ดูภาพรวมก่อนเรียนและทบทวนก่อนสอบ CHM5-C01-FIG001

แนวคำตอบเช็กความพร้อม: 1) 0.500 mol · 2) 298 K · 3) 2 mol · 4) 0.500 L

ทบทวนพื้นฐาน ม.4 **โมลและมวลโมเลกุล (ทบทวน ม.4)**

- **จำนวนโมล** $n = \frac{m}{M}$ · m มวล (g) · M มวลโมเลกุลหรือมวลสูตร (g/mol) = ผลรวมมวลอะตอมในสูตร เช่น $M_{CO_2} = 12.0 + 2(16.0) = 44.0$ g/mol
- **จำนวนอนุภาค** $N = n \times 6.02 \times 10^{23}$ · แก๊ส 1 mol มีโมเลกุล 6.02×10^{23} โมเลกุลเสมอ ไม่ว่าเป็นแก๊สชนิดใด
- **ปริมาณสัมพันธ์** สัมประสิทธิ์ในสมการที่ดุลแล้วคืออัตราส่วนโมล เช่น $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ โมล $H_2 : O_2 : H_2O = 2 : 1 : 2$
- **ปริมาตรต่อโมลที่ STP** ($0\ ^\circ C$, 1 atm) = 22.4 L/mol — บทนี้จะเห็นว่าค่านี้มาจากกฎแก๊สอุดมคติ และใช้ได้เฉพาะที่ STP



น้องโมลิ: บทนี้ใช้อุณหภูมิเคลวินทุกครั้ง เห็นองศาเซลเซียสเมื่อไร บวก 273 ก่อนเลยนะ

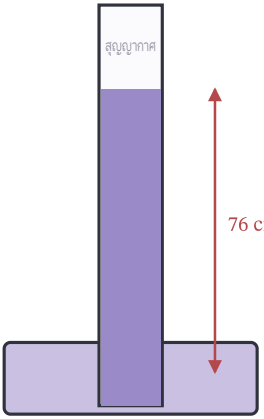
1.1 ความดันของแก๊สและหน่วยที่เกี่ยวข้อง G1-1

แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลที่เคลื่อนที่แบบสุ่มตลอดเวลา เมื่อชนผนังภาชนะจะออกแรงกระทำ แรงจากการชนจำนวนมหาศาลต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่คือ**ความดัน** ($P = F/A$) ความดันของแก๊สกระทำต่อผนังทุกด้านเท่ากัน

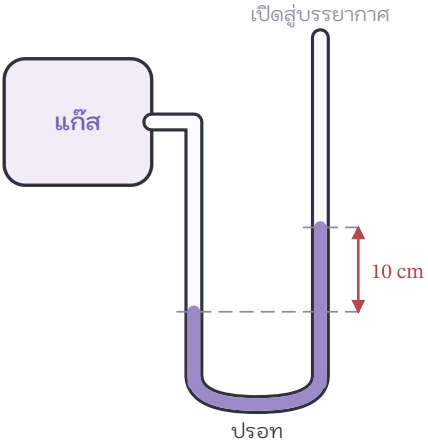
หน่วยความดันที่ใช้บ่อย

หน่วย	เทียบกับ 1 atm	ใช้เมื่อ
บรรยากาศ (atm)	1 atm	ใช้กับ $R = 0.0821$ L·atm/(mol·K)
มิลลิเมตรปรอท (mmHg)	760 mmHg (= 76.0 cmHg)	อ่านจากบารอมิเตอร์/แมนอมิเตอร์ปรอท
กิโลพาสคัล (kPa)	101.3 kPa	ใช้กับ $R = 8.314$ kPa·L/(mol·K)
พาสคัล (Pa)	1.013×10^5 Pa	1 Pa = 1 N/m² (หน่วย SI)

1 atm = 760 mmHg = 101.3 kPa (ค่าที่ใช้ทั้งเล่ม)



ภาพ 1.2 บารอมิเตอร์ปรอท: ความดันบรรยากาศดันปรอทในอ่างให้ลำปรอทสูง 76 cm ที่ระดับน้ำทะเล เหนือลำปรอทเป็นสุญญากาศ CHM5-C01-FIG002



ภาพ 1.3 แมนอมิเตอร์ปลายเปิด: ปรอทฝั่งแก๊สต่ำกว่า แสดงว่าแก๊สดันแรงกว่าบรรยากาศ CHM5-C01-FIG003

- **บารอมิเตอร์** วัดความดันบรรยากาศ $P_{\text{atm}} = h$ (ความสูงลำปรอท)
- **แมนอมิเตอร์ปลายเปิด** ฝั่งแก๊สต่ำกว่า → $P_{\text{แก๊ส}} = P_{\text{atm}} + h$ · ฝั่งเปิดต่ำกว่า → $P_{\text{แก๊ส}} = P_{\text{atm}} - h$

- **แมนอมิเตอร์ปลายปิด** อีกฝั่งเป็นสุญญากาศ → $P_{\text{แก๊ส}} = h$ (ไม่ขึ้นกับความดันบรรยากาศ)



ระวังจุดนี้ **บวกหรือลบผลต่างระดับปรอท**

- ฝั่งที่ระดับปรอท**ต่ำกว่า**คือฝั่งที่ดัน**แรงกว่า** — ดูภาพก่อนทุกครั้ง แล้วค่อยตัดสินว่าบวกหรือลบ
- ความสูงที่อ่านเป็น cm ต้องคูณ 10 เป็น mmHg ก่อนเทียบกับ 760 mmHg
- แมนอมิเตอร์ปลายปิดไม่ต้องใช้ความดันบรรยากาศเลย



ตัวอย่างที่ 1.1 **อ่านความดันจากแมนอมิเตอร์ปลายเปิด** ไม่นับคะแนน · CHM5-C01-EX01

ถังแก๊สต่อกับแมนอมิเตอร์ปรอทปลายเปิด ปรอทฝั่งเปิดอยู่ต่ำกว่าฝั่งแก๊ส 8.0 cm ขณะความดันบรรยากาศ 750 mmHg จงหาความดันของแก๊สในหน่วย atm

ให้–ถาม	$P_{\text{atm}} = 750$ mmHg, $h = 8.0$ cm $= 80$ mmHg ฝั่งเปิดต่ำกว่า · หา $P_{\text{แก๊ส}}$ (atm)
วาดภาพ	ฝั่งเปิดต่ำกว่า แปลว่าบรรยากาศดันปรอทแรงกว่าแก๊ส
หลักการ	$P_{\text{แก๊ส}} = P_{\text{atm}} - h$
แทนค่า	$P_{\text{แก๊ส}} = 750 - 80 = 670$ mmHg $= \frac{670}{760} = 0.882$ atm
ตรวจ	แก๊สดันน้อยกว่าบรรยากาศ คำตอบน้อยกว่า 750 mmHg ✓

คำตอบ: 670 mmHg ≈ 0.882 atm

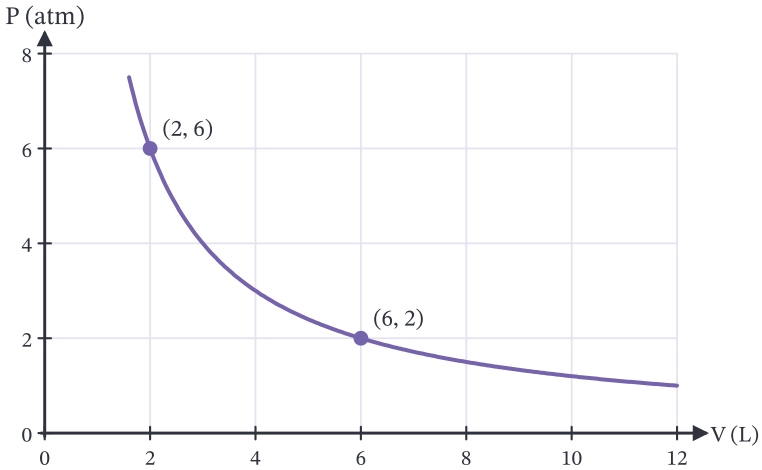


เคมีรอบตัว **ความดันรอบตัว**

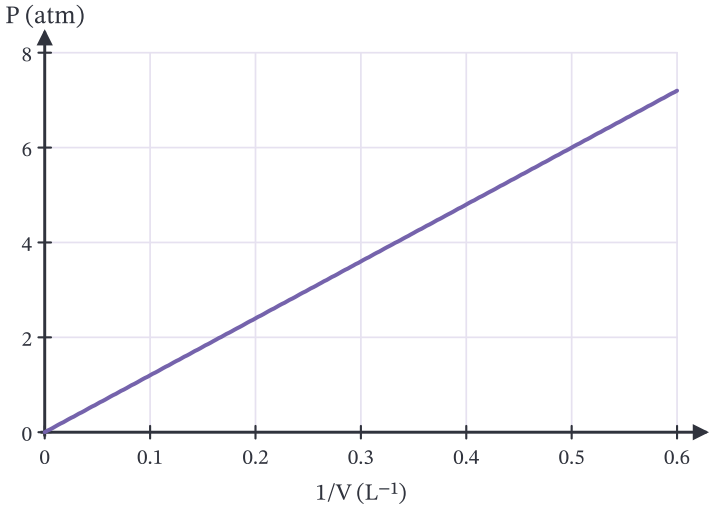
- ป้ายลมยางรถยนต์บอก “ความดันเกจ” คือส่วนที่เกินความดันบรรยากาศ ความดันจริงในยางต้องบวกความดันบรรยากาศเข้าไปอีก
- หม้อความดันกักไอน้ำไว้ ความดันภายในสูงกว่า 1 atm น้ำจึงเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 °C อาหารสุกเร็วขึ้น
- บนยอดเขาความดันบรรยากาศต่ำ ลำปรอทในบารอมิเตอร์จึงสั้นกว่า 76 cm

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดัน (กฎของบอยล์) G1-1

แก๊สปริมาณคงที่ (n คงที่) ที่อุณหภูมิคงที่ ความดันแปรผกผันกับปริมาตร $P \propto \frac{1}{V}$ หรือ PV = ค่าคงที่ เรียกว่า**กฎของบอยล์** กราฟ P–V เป็นเส้นโค้งไฮเพอร์โบลา ส่วนกราฟ P กับ 1/V เป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด ความชันคือค่า PV



ภาพ 1.4 กราฟ P–V ที่อุณหภูมิคงที่: PV = 12 L·atm ทุกจุดบนเส้น CHM5-C01-FIG004



ภาพ 1.5 กราฟ P กับ 1/V ของข้อมูลชุดเดียวกัน เป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด ความชัน = PV = 12 L·atm
CHM5-C01-FIG005

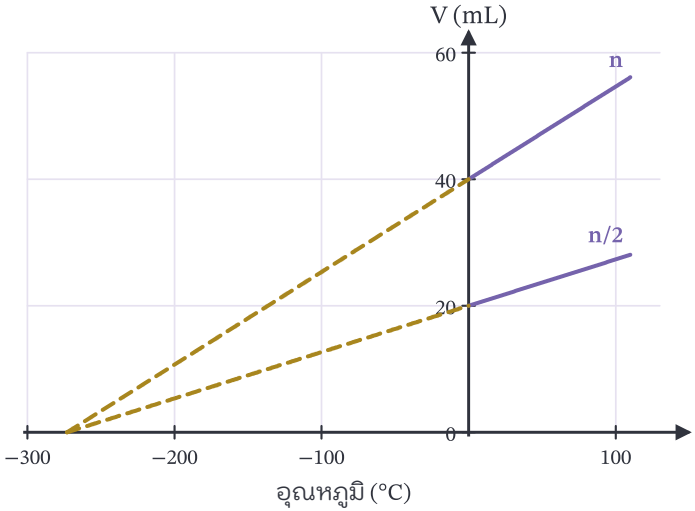
มองระดับอนุภาค **มองกฎของบอยล์ระดับอนุภาค**

- อัดแก๊สให้ปริมาตรเหลือครึ่งหนึ่ง จำนวนโมเลกุลต่อหน่วยปริมาตรเพิ่มเป็นสองเท่า
- อุณหภูมิคงที่ โมเลกุลยังเร็วเท่าเดิม แต่ชนผนังแต่ละตารางเซนติเมตรบ่อยขึ้นเป็นสองเท่า ความดันจึงเป็นสองเท่า

1.3 ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ (กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก) G1-1

กฎของชาร์ล (P และ n คงที่) ปริมาตรแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน $V \propto T$ · **กฎของเกย์-ลูสแซก** (V และ n คงที่) ความดันแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน $P \propto T$ เมื่อเขียนกราฟ V กับอุณหภูมิ °C แล้วลากเส้นต่อออกไป ทุกเส้นจะตัดแกนอุณหภูมิที่ประมาณ -273 °C ซึ่งเรียกว่า**ศูนย์สัมบูรณ์** (0 K) และเป็นจุดเริ่มต้นของมาตราเคลวิน

$$T(\mathrm{K}) = \theta(^{\circ}\mathrm{C}) + 273$$



ภาพ 1.6 กราฟ V–θ ที่ความดันคงที่ของแก๊สสองปริมาณ เส้นประที่ลากต่อตัดแกนอุณหภูมิที่ -273 °C จุดเดียวกัน CHM5-C01-FIG006

📌 กฎของบอยล์ ชาร์ล และเกย์-ลูสแซก

$P_1V_1 = P_2V_2$	P ความดัน (หน่วยใดก็ได้ แต่สองข้างต้องเหมือนกัน) · V ปริมาตร (หน่วยเดียวกันสองข้าง)	n และ T คงที่ (กฎของบอยล์)
$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	T อุณหภูมิ **เคลวิน** (K)	n และ P คงที่ (กฎของชาร์ล)
$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	T อุณหภูมิ **เคลวิน** (K)	n และ V คงที่ เช่น ภาชนะแข็งปิด (กฎของเกย์-ลูสแซก)

สูตรเชิงอัตราส่วนไม่ต้องใช้ R หน่วย P และ V จึงเป็นหน่วยใดก็ได้ ขอให้สองข้างเหมือนกัน — แต่ T ต้องเป็นเคลวินเสมอ



ระวังจุดนี้ **องศาเซลเซียสสองเท่า ไม่ใช่ร้อนขึ้นสองเท่า**

- 27 °C → 54 °C คือ 300 K → 327 K ปริมาตรเพิ่มเพียง $\frac{327}{300} = 1.09$ เท่า ไม่ใช่ 2 เท่า
- ห้ามแทน 0 °C ในสูตร V/T (หารด้วยศูนย์) และห้ามใช้อุณหภูมิติดลบในหน่วย °C
- ตอบเป็น °C เมื่อโจทย์ถาม: คำนวณเป็น K ก่อน แล้วค่อยลบ 273



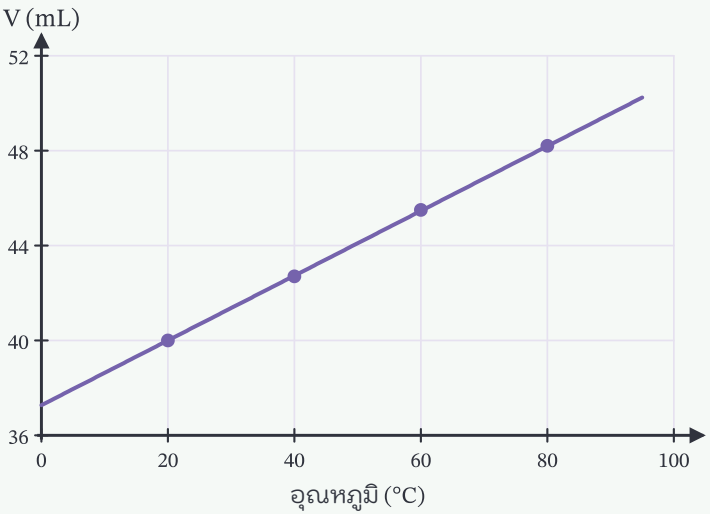


การทดลอง **ปริมาตรของอากาศกับอุณหภูมิ**

จุดประสงค์ หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของอากาศที่ความดันคงที่ และประมาณค่าศูนย์สัมบูรณ์

อุปกรณ์ กระบอกฉีด 50 mL ที่ปิดปลาย (ลูกสูบเลื่อนได้คล่อง) อ่างน้ำ 4 อ่าง เทอร์มอมิเตอร์

1. ดึงลูกสูบให้มีอากาศ 40.0 mL ที่ 20 °C แล้วปิดปลายกระบอกฉีด
2. แช่กระบอกฉีดในอ่างน้ำแต่ละอ่างนาน 3 นาที ให้อากาศมีอุณหภูมิเท่าน้ำ แล้วอ่านปริมาตร
3. เขียนกราฟ V กับอุณหภูมิ (°C) ลากเส้นตรงต่อไปจนตัดแกนอุณหภูมิ



CHM5-C01-FIG007

อุณหภูมิ (°C)	V (mL)
20	40.0
40	42.7
60	45.5
80	48.2

ข้อมูลจำลอง — ความชัน ≈ $\frac{48.2 - 40.0}{60} = 0.137$ mL/°C เส้นตัดแกนอุณหภูมิที่ 20 - $\frac{40.0}{0.137} \approx -272$ °C ใกล้ −273 °C · ลูกสูบที่ฝืดทำให้ความดันไม่คงที่และผลคลาดเคลื่อน

1.4 กฎรวมแก๊สและกฎของอาโวกาโดร G1-2 · G1-3

เมื่อ P V และ T เปลี่ยนพร้อมกันแต่แก๊สปริมาณเท่าเดิม ใช้**กฎรวมแก๊ส** ส่วน**กฎของอาโวกาโดร**กล่าวว่า ที่ P และ T เดียวกัน ปริมาตรของแก๊สแปรผันตรงกับจำนวนโมล $V \propto n$ แก๊สทุกชนิดที่ปริมาตรเท่ากันจึงมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน และอัตราส่วนปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยา (ที่ P, T เดียวกัน) เท่ากับอัตราส่วนสัมประสิทธิ์

📌 กฎรวมแก๊สและกฎของอาโวกาโดร

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$	P, V หน่วยเดียวกันสองข้าง · T เคลวิน	n คงที่ (แก๊สไม่รั่ว ไม่เกิดปฏิกิริยา)
$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$	n จำนวนโมล (mol) · V ปริมาตร	P และ T คงที่ (กฎของอาโวกาโดร)
$V = n \times 22.4$ L/mol	ปริมาตรต่อโมลของแก๊สอุดมคติ	เฉพาะที่ STP คือ 0 °C (273 K) และ 1 atm

กฎของบอยล์ ชาร์ล และเกย์-ลูสแซก เป็นกรณีพิเศษของกฎรวมแก๊ส: ตัดตัวแปรที่คงที่ออกจากสมการ

ตัวอย่างที่ 1.2 ลูกโป่งขึ้นที่สูง

ไม่นับคะแนน · CHM5-C01-EX02

ลูกโป่งบรรจุแก๊ส 2.00 L ที่ 1.00 atm, 27 °C ลอยขึ้นไปที่ความดัน 0.800 atm และ 7 °C ลูกโป่งมีปริมาตรเท่าใด (แก๊สไม่รั่ว)

ให้–ถาม $P_1 = 1.00$, $V_1 = 2.00$ L, $T_1 = 300$ K, $P_2 = 0.800$, $T_2 = 280$ K · หา V_2

หลักการ n คงที่ แต่ทั้ง P และ T เปลี่ยน → กฎรวมแก๊ส

สมการ $V_2 = V_1 \times \frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1}$

แทนค่า	$V_2 = 2.00 \times \frac{1.00}{0.800} \times \frac{280}{300} = 2.33\ \text{L}$
ตรวจ	ความดันลด (V เพิ่ม 1.25 เท่า) อุณหภูมิลด (V ลด 0.933 เท่า) ผลรวมเพิ่ม 1.17 เท่า ✓

คำตอบ: 2.33 L



วิธีทำโจทย์ เลือกสูตรให้ถูกในสามวินาที

- ขีดเส้นใต้ปริมาณที่โจทย์บอกว่า “คงที่” หรือบอกโดยนัย (ภาชนะแข็ง = V คงที่ · ลูกสูบเลื่อนได้อิสระ = P คงที่ · แก๊สไม่รั่ว = n คงที่)
- เหลือตัวแปรที่เปลี่ยน 2 ตัว → บอยล์/ชาร์ล/เกย์-ลูสแซก/อาโวกาโดร · เปลี่ยน 3 ตัว (n คงที่) → กฎรวมแก๊ส
- ถ้าโจทย์มีสถานะเดียวและถามโมล มวล หรือความหนาแน่น → กฎแก๊สอุดมคติ (หัวข้อ 1.5)

1.5 กฎแก๊สอุดมคติ G1-3

รวมกฎทั้งหมดได้ $PV = nRT$ เรียกว่า**กฎแก๊สอุดมคติ** ใช้กับแก๊สสภาวะเดียวโดยไม่ต้องมีสภาวะเริ่มต้น R คือค่าคงที่ของแก๊ส ต้องเลือกค่าให้หน่วยตรงกับ P และ V เมื่อแทน $n = m/M$ จะหามวลโมเลกุลและความหนาแน่นของแก๊สได้

กฎแก๊สอุดมคติและสูตรที่แตกออกมา

$PV = nRT$	$R = 0.0821$ L·atm/(mol·K) (P เป็น atm, V เป็น L) หรือ 8.314 kPa·L/(mol·K) (P เป็น kPa, V เป็น L) · T เคลวิน	แก๊สอุดมคติ (แก๊สจริงที่ P ไม่สูงมาก T ไม่ต่ำมาก)
$M = \frac{mRT}{PV}$	M มวลโมเลกุล (g/mol) · m มวลแก๊ส (g)	แก๊สบริสุทธิ์ชนิดเดียว
$d = \frac{PM}{RT}$	d ความหนาแน่น (g/L) เมื่อ P เป็น atm และ R = 0.0821	ความหนาแน่นของแก๊สแปรผันตรงกับ P และ M แปรผกผันกับ T

ตรวจที่ STP: $V = \frac{(1)(0.0821)(273)}{1} = 22.4$ L ต่อ 1 mol ตรงกับค่าที่จำไว้

เลือก R ให้ตรงหน่วย

P ที่ใช้	V ที่ใช้	R ที่ต้องใช้
atm	L (dm^3)	0.0821 L·atm/(mol·K)
kPa	L (dm^3)	8.314 kPa·L/(mol·K)
Pa	m^3	8.314 J/(mol·K)
mmHg	L	แปลงเป็น atm ก่อน (หาร 760)

ตัวอย่างที่ 1.3 **หามวลโมเลกุลจากข้อมูลแก๊ส** ไม่นับคะแนน · CHM5-C01-EX03

แก๊สชนิดหนึ่งมวล 1.28 g บรรจุในภาชนะ 500 mL ที่ 27 °C มีความดัน 0.985 atm จงหามวลโมเลกุลของแก๊ส ($R = 0.0821$ L·atm/(mol·K))

ให้–ถาม $m = 1.28$ g, $V = 0.500$ L, $T = 300$ K, $P = 0.985$ atm · หา M

หลักการ แทน $n = m/M$ ใน $PV = nRT \rightarrow M = \dfrac{mRT}{PV}$ ต้องแปลง mL เป็น L

แทนค่า $M = \dfrac{(1.28)(0.0821)(300)}{(0.985)(0.500)} = 64.0$ g/mol

ตรวจ ค่า 64 g/mol ตรงกับ SO_2 (32.1 + 32.0 = 64.1) ซึ่งเป็นแก๊สจริง ✓
หน่วย g·L·atm·K/(mol·K·atm·L) = g/mol ✓

คำตอบ: 64.0 g/mol

เงื่อนไขการใช้สูตร **สมมติฐานของแก๊สอุดมคติ**

- ปริมาตรของตัวโมเลกุลน้อยมากเทียบกับปริมาตรภาชนะ
- ไม่มีแรงดึงดูดหรือแรงผลักระหว่างโมเลกุล (ยกเว้นขณะชน)
- แก๊สจริงประพฤติใกล้เคียงแก๊สอุดมคติที่ความดันต่ำและอุณหภูมิสูง — โจทย์ในบทนี้ถือว่าเป็นแก๊สอุดมคติ เว้นแต่ถามถึงการเบี่ยงเบน

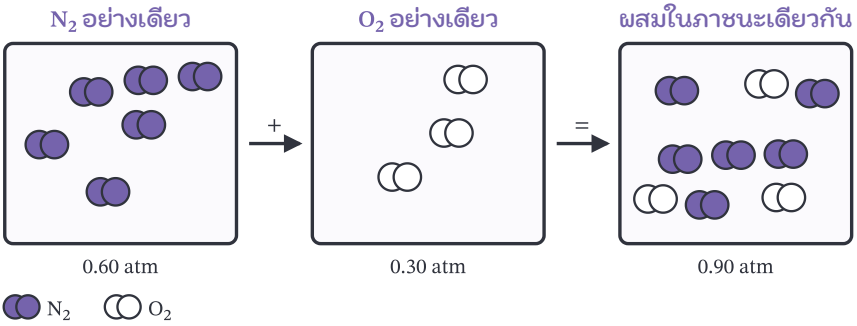


น้องโมลิ: ก่อนแทนค่าใน PV = nRT ให้เช็กสามอย่าง: T เป็นเคลวินไหม V เป็นลิตรไหม R ตรงหน่วยความดันไหม

1.6 ความดันย่อยของแก๊ส (กฎของดอลตัน) G1-4

ในแก๊สผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน แก๊สแต่ละชนิดออกแรงดันเสมือนอยู่ในภาชนะนั้นเพียงลำพัง ความดันส่วนนี้เรียกว่า**ความดันย่อย** และความดันรวมเท่ากับผลรวมของ

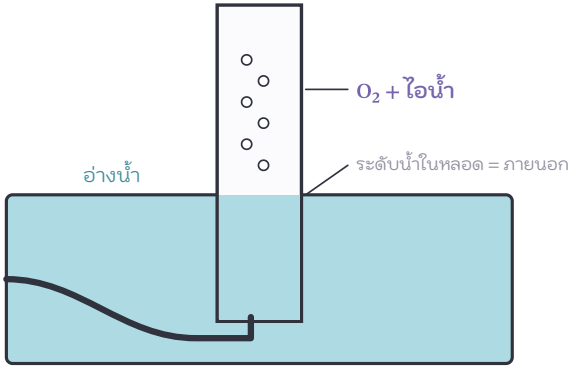
ความดันย่อย (**กฎความดันย่อยของดอลตัน**) ความดันย่อยเป็นสัดส่วนกับจำนวนโมลของแก๊สนั้น ไม่ขึ้นกับชนิดหรือขนาดโมเลกุล



ภาพ 1.8 ภาชนะขนาดเท่ากันที่อุณหภูมิเดียวกัน: ความดันรวมของแก๊สผสม = ผลรวมความดันย่อย CHM5-C01-FIG008

📌 กฎของดอลตัน

$P_{รวม} = P_A + P_B + P_C + \dots$	P_A ความดันย่อยของแก๊ส A	แก๊สผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน V และ T เดียวกัน
$P_A = X_A P_{รวม}, X_A = \frac{n_A}{n_{รวม}}$	X_A เศษส่วนโมล (ไม่มีหน่วย ผลรวมทุกแก๊ส = 1)	ใช้กับแก๊สผสมในภาชนะเดียว
$P_A = \frac{n_A RT}{V}$	ความดันย่อยคิดจากโมลของแก๊ส A อย่างเดียวในปริมาตรทั้งหมด	ใช้เมื่อผสมแก๊สจากหลายภาชนะ (หรือใช้บอยล์ทีละแก๊ส)
$P_{แก๊ส} = P_{รวม} - P_{H_2O}$	P_{H_2O} ความดันไอน้ำที่อุณหภูมินั้น (โจทย์ให้)	เก็บแก๊สเหนือน้ำ เมื่อปรับระดับน้ำในและนอกให้เท่ากัน



ภาพ 1.9 การเก็บแก๊สเหนือน้ำ: แก๊สในหลอดเป็นแก๊สผสมของแก๊สที่เก็บกับไอน้ำ CHM5-C01-FIG009

ตัวอย่างที่ 1.4 **เก็บแก๊สไฮโดรเจนเหนือน้ำ** ไม่นับคะแนน · CHM5-C01-EX04

ทำปฏิกิริยา Mg กับ HCl เก็บแก๊ส H_2 เหนือน้ำได้ 250 mL ที่ 27 °C ความดันบรรยากาศ 760 mmHg (ระดับน้ำในและนอกเท่ากัน) ความดันไอน้ำที่ 27 °C เท่ากับ 27 mmHg จงหาจำนวนโมลของ H_2 ($R = 0.0821$ L·atm/(mol·K))

ให้–ถาม	$V = 0.250$ L, $T = 300$ K, $P_{\text{รวม}} = 760$ mmHg, $P_{H_2O} = 27$ mmHg · หา n_{H_2}
สมการเคมี	$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$
หลักการ	แก๊สในหลอดเป็น H_2 + ไอน้ำ ต้องหักความดันไอน้ำออกก่อนใช้ $PV = nRT$
แทนค่า	$P_{H_2} = 760 - 27 = 733$ mmHg $= 0.964$ atm
แทนค่า	$n = \dfrac{(0.964)(0.250)}{(0.0821)(300)} = 9.79\times10^{-3}$ mol
ตรวจ	ถ้าไม่หักไอน้ำจะได้ 1.02×10^{-2} mol มากไปราว 4% · คำตอบสมเหตุสมผลสำหรับแก๊ส 250 mL

คำตอบ: 9.79×10^{-3} mol

มองระดับอนุภาค **ความดันย่อยไม่สนใจว่าเป็นแก๊สอะไร**

- ที่อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุลทุกชนิดมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน โมเลกุลเบาเร็วกว่าแต่ชนเบากว่า ผลต่อความดันของแต่ละโมเลกุลจึงเท่ากัน
- นับ “จำนวนโมเลกุล” ไม่ใช่ “จำนวนอะตอม” — โมเลกุล O_2 หนึ่งโมเลกุลนับเป็นหนึ่งอนุภาคเท่ากับอะตอม He หนึ่งอะตอม

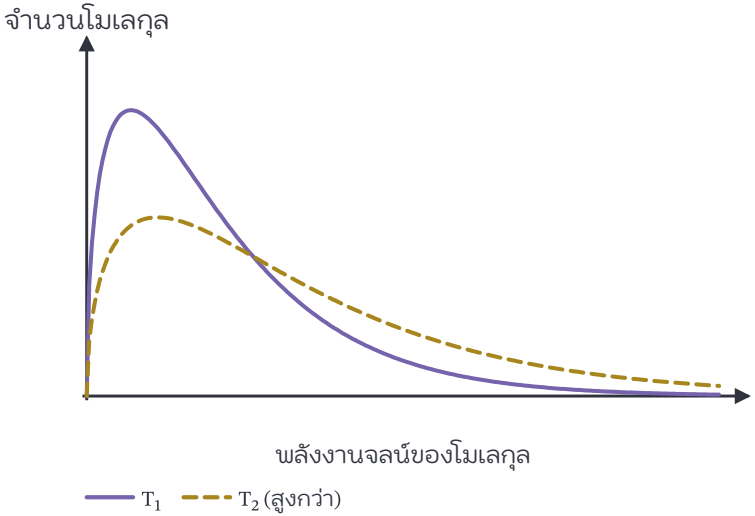
1.7 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส G1-5

ทฤษฎีจลน์ของแก๊สเป็นแบบจำลองที่อธิบายสมบัติและกฎของแก๊สจากพฤติกรรมของโมเลกุล โดยมีสมมติฐาน 5 ข้อ

1. โมเลกุลแก๊สมีขนาดเล็กมาก ปริมาตรของตัวโมเลกุลน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาตรของภาชนะ
2. ไม่มีแรงดึงดูดหรือแรงผลักระหว่างโมเลกุล (ยกเว้นขณะชนกัน)
3. โมเลกุลเคลื่อนที่แบบสุ่มเป็นเส้นตรงตลอดเวลา จนกว่าจะชนโมเลกุลอื่นหรือชนผนัง
4. การชนเป็นแบบยืดหยุ่น พลังงานจลน์รวมไม่สูญหาย (อาจถ่ายเทระหว่างโมเลกุลได้)
5. พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน — ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน

ทฤษฎีจลน์อธิบายกฎของแก๊ส

กฎ	อธิบายด้วยทฤษฎีจลน์
บอยล์ (T คงที่)	V ลด → โมเลกุลหนาแน่นขึ้น ชนผนังบ่อยขึ้น → P เพิ่ม
ชาร์ล (P คงที่)	T เพิ่ม → โมเลกุลเร็วขึ้น ชนแรงขึ้น → ต้องขยาย V ให้ชนห่างลงเพื่อให้ P เท่าเดิม
เกย์-ลูสแซก (V คงที่)	T เพิ่ม → ชนแรงขึ้นและบ่อยขึ้น → P เพิ่ม
อาโวกาโดร (P, T คงที่)	n เพิ่ม → โมเลกุลมากขึ้น ต้องขยาย V ให้ความถี่การชนต่อพื้นที่เท่าเดิม
ดอลตัน	แต่ละโมเลกุลชนผนังโดยไม่ขึ้นกับชนิดอื่น ความดันจึงรวมกันได้



ภาพ 1.10 การกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุล: อุณหภูมิสูงกว่า กราฟแผ่กว้าง ยอดต่ำลง โมเลกุลพลังงานสูงมีสัดส่วนมากขึ้น (พื้นที่ใต้กราฟเท่ากัน) CHM5-C01-FIG010

⚖ เทียบให้ชัด: แก๊สอุดมคติ กับ แก๊สจริง

ประเด็น	แก๊สอุดมคติ	แก๊สจริง
ปริมาตรของโมเลกุล	ถือว่าน้อยมากจนละเลยได้	มีปริมาตร มีผลเมื่อความดันสูงมาก
แรงระหว่างโมเลกุล	ไม่มี	มีแรงดึงดูด มีผลเมื่ออุณหภูมิต่ำ
ทำตาม PV = nRT	ทุกภาวะ	ใกล้เคียงเมื่อ P ต่ำและ T สูง
เมื่อทำให้เย็นมาก	ไม่กลายเป็นของเหลว	ควบแน่นเป็นของเหลวได้
ตัวอย่างที่ใกล้อุดมคติ	—	He, H_2 (แรงดึงดูดน้อย) ใกล้กว่า กH_3, H_2O (มีขั้ว)

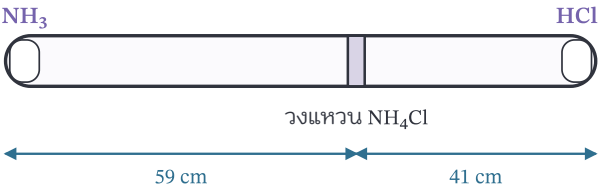
💡 แก๊สจริงเบี่ยงเบนเพราะสมมติฐาน 2 ข้อแรกใช้ไม่ได้ — ความดันสูงทำลายข้อ 1 อุณหภูมิต่ำทำลายข้อ 2

1.8 การแพร่ของแก๊ส (กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม) G1-5

แก๊สแพร่จากบริเวณความเข้มข้นสูงไปต่ำเพราะโมเลกุลเคลื่อนที่แบบสุ่ม ที่อุณหภูมิเดียวกันโมเลกุลทุกชนิดมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน โมเลกุลที่เบากว่าจึงเคลื่อนที่เร็วกว่าและแพร่เร็วกว่า **กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม**: อัตราการแพร่แปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุล (หรือความหนาแน่น) ของแก๊ส

📌 กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$	r อัตราการแพร่ · M มวลโมเลกุล (g/mol) · d ความหนาแน่น	P และ T เดียวกัน
$\frac{t_1}{t_2} = \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$	t เวลาที่ใช้แพร่ (แก๊สปริมาณเท่ากัน)	เวลาแปรผกผันกับอัตรา
$\frac{d_{\text{ระยะ},1}}{d_{\text{ระยะ},2}} = \frac{r_1}{r_2}$	ระยะทางที่แพร่ได้ในเวลาเท่ากัน	หลอดแพร่ที่ปล่อยแก๊สพร้อมกัน



ภาพ 1.11 หลอดแพร่ยาว 100 cm: NH_3 เบากว่าแพร่ได้ไกลกว่า วงแหวน NH_4Cl จึงเกิดใกล้ปลาย HCl CHM5-C01-FIG011

ปฏิกิริยาที่เกิดวงแหวนขาว: $NH_3(g) + HCl(g) \rightarrow NH_4Cl(s)$

ตัวอย่างที่ 1.5 **หามวลโมเลกุลจากเวลาที่แพร่** ไม่นับคะแนน · CHM5-C01-EX05

แก๊ส CH_4 ปริมาตรหนึ่งแพร่ผ่านรูเล็กใช้เวลา 20 s แก๊ส X ปริมาตรเท่ากันที่ภาวะเดียวกันใช้เวลา 33 s จงหามวลโมเลกุลของ X (C = 12.0, H = 1.0)

ให้–ถาม $t_{CH_4} = 20$ s, $t_X = 33$ s, $M_{CH_4} = 16.0$ · หา M_X

หลักการ เวลาแปรผกผันกับอัตรา จึงแปรผันตรงกับ $\sqrt{M}$: $\frac{t_X}{t_{CH_4}} = \sqrt{\frac{M_X}{M_{CH_4}}}$

แทนค่า $M_X = 16.0 \times (\frac{33}{20})^2 = 16.0 \times 2.72 = 43.6$ g/mol

ตรวจ X ใช้เวลานานกว่า จึงต้องหนักกว่า CH_4 ✓ ค่าใกล้ CO_2 (44.0)

คำตอบ: $M_X \approx 44$ g/mol



ระวังจุดนี้ **อัตรากับเวลากลับด้านกัน**

- อัตรา: แก๊สเบาอยู่ตัวเศษ $\frac{r_{\text{เบา}}}{r_{\text{หนัก}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{หนัก}}}{M_{\text{เบา}}}} > 1$
- เวลา: แก๊สหนักใช้เวลานานกว่า $\frac{t_{\text{หนัก}}}{t_{\text{เบา}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{หนัก}}}{M_{\text{เบา}}}}$
- ตรวจทุกครั้ง: แก๊สที่แพร่ช้ากว่าหรือใช้เวลานานกว่าต้องหนักกว่า



1.9 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับแก๊ส G1-6

แก๊สในชีวิตจริงและอุตสาหกรรม

สถานการณ์	กฎที่เกี่ยวข้อง	คำอธิบาย
ถุงลมนิรภัย	กฎแก๊สอุดมคติ + ปริมาณสัมพันธ์	NaN_3 สลายตัวให้ N_2 อย่างรวดเร็ว ต้องคำนวณมวลสารให้ได้ปริมาตรแก๊สพอดี
ยางรถร้อนหลังวิ่งทางไกล	เกย์-ลูสแซก	ปริมาตรยางแทบคงที่ T เพิ่ม P จึงเพิ่ม ควรวัดลมยางตอนยางเย็น
บอลลูนอากาศร้อน	ชาร์ล + ความหนาแน่น	อากาศร้อนขยายตัว ความหนาแน่นลดลง ($d \propto 1/T$) บอลลูนจึงลอย
การดำน้ำ	บอยล์ + ดอลตัน	ขึ้นสู่ผิวน้ำ P ลด อากาศในปอดขยาย ต้องไม่กลั้นหายใจ · ที่ลึก P รวมสูง ความดันย่อยของ O_2 สูงขึ้นจึงต้องปรับสัดส่วนแก๊ส
กระป๋องสเปรย์ / หม้อความดัน	เกย์-ลูสแซก	ภาชนะปิดถูกความร้อน ความดันเพิ่ม อาจระเบิด จึงต้องมีวาล์วนิรภัยหรือคำเตือน
ถังแก๊สอุตสาหกรรม	PV = nRT	อัดแก๊สที่ความดันสูงเพื่อเก็บโมลได้มากในปริมาตรน้อย



เคมีรอบตัว **บอลลูนอากาศร้อนลอยได้อย่างไร**

- ความหนาแน่นของอากาศ $d = \frac{PM}{RT}$ ที่ P เท่ากัน อากาศที่ร้อนกว่ามีความหนาแน่นน้อยกว่า
- เมื่อเผาแก๊สให้อากาศในบอลลูนร้อนขึ้น อากาศบางส่วนไหลออกทางปากบอลลูน มวลของอากาศภายในลดลง แรงลอยตัวจึงมากกว่าน้ำหนักรวม
- ตัวเลขในโจทย์สถานการณ์ของบทนี้เป็นสถานการณ์สมมุติเพื่อฝึกคิด ไม่ใช่ข้อกำหนดของอุปกรณ์จริง



ความปลอดภัย **ภาชนะแก๊สกับความร้อน**

- ห้ามเผาหรือเก็บกระป๋องสเปรย์และถังแก๊สไว้ใกล้ความร้อน ความดันภายในเพิ่มเร็วกว่าที่กฎแก๊สอุดมคติทำนาย เพราะสารที่เป็นของเหลวระเหยเพิ่ม

⚠ จุดที่มักพลาด

✘ แทน °C ลงในกฎของชาร์ล/กฎรวมแก๊ส/PV = nRT	✔ เปลี่ยนเป็นเคลวิน $T = \theta + 273$	สัดส่วนต้องเริ่มนับจากศูนย์สัมบูรณ์
✘ ใช้ $R = 0.0821$ กับ kPa หรือ mL	✔ atm กับ L ใช้ 0.0821 · kPa กับ L ใช้ 8.314	หน่วยของ P V ต้องตรงกับหน่วยของ R
✘ ใช้ 22.4 L/mol ทุกอุณหภูมิ	✔ ใช้เฉพาะที่ 0 °C, 1 atm นอกนั้นใช้ $PV = nRT$	ปริมาตรต่อโมลขึ้นกับ P และ T
✘ เก็บแก๊สเหนือน้ำแล้วใช้ความดันบรรยากาศเป็นความดันแก๊สทันที	✔ $P_{\text{แก๊ส}} = P_{\text{รวม}} - P_{H_2O}$	แก๊สในหลอดมีไอน้ำผสม
✘ ผสมแก๊สจากสองภาชนะแล้วบวกความดันเดิม	✔ หาความดันย่อยใหม่ของแต่ละแก๊สในปริมาตรรวมก่อน แล้วจึงบวก	แต่ละแก๊สขยายตัวไปอยู่ในปริมาตรใหม่
✘ แก๊สหนักแพร่เร็วกว่าเพราะมีพลังงานมากกว่า	✔ พลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากันที่ T เดียวกัน แก๊สเบาเร็วกว่า	$r \propto 1/\sqrt{M}$
✘ นับอะตอมเมื่อหาเศษส่วนโมลจากภาพอนุภาค	✔ นับโมเลกุล	ความดันเกิดจากอนุภาคแก๊สแต่ละตัว

สรุปท้ายบทที่ 1

- ความดันแก๊สเกิดจากโมเลกุลชนผนัง · 1 atm = 760 mmHg = 101.3 kPa · แมนอมิเตอร์ปลายเปิด: ฝั่งปรอทต่ำกว่าคือฝั่งที่ดันแรงกว่า
- กฎของบอยล์ $P_1V_1 = P_2V_2$ (n, T คงที่) · กฎของชาร์ล V/T คงที่ (n, P คงที่) · กฎของเกย์-ลูสแซก P/T คงที่ (n, V คงที่) — T เป็นเคลวินเสมอ
- กฎรวมแก๊ส $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ · กฎของอาโวกาโดร $V \propto n$ ที่ P, T เดียวกัน อัตราส่วนปริมาตรแก๊สในปฏิกิริยา = อัตราส่วนโมล · STP 22.4 L/mol
- กฎแก๊สอุดมคติ $PV = nRT$ ($R = 0.0821$ L·atm/(mol·K) หรือ 8.314 kPa·L/(mol·K)) → $M = \frac{mRT}{PV}$, $d = \frac{PM}{RT}$
- กฎของดอลตัน $P_{\text{รวม}} = \Sigma P_i$, $P_A = X_A P_{\text{รวม}}$ · ผสมจากหลายภาชนะคิดความดันย่อยทีละแก๊ส · เก็บเหนือน้ำต้องหักความดันไอน้ำ
- ทฤษฎีจลน์: ปริมาตรโมเลกุลน้อยมาก ไม่มีแรงระหว่างโมเลกุล เคลื่อนที่สุ่ม ชนแบบยืดหยุ่น พลังงานจลน์เฉลี่ย $\propto$ T · แก๊สจริงเบี่ยงเบนที่ P สูง T ต่ำ
- กฎของเกรแฮม $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$ แก๊สเบาแพร่เร็ว เวลาแพร่ $\propto \sqrt{M}$ · วงแหวนในหลอดแพร่เกิดใกล้ปลายแก๊สที่หนักกว่า

โจทย์ฝึกบทที่ 1 · 140 ข้อ

ตั้งหลัก 42 · เชื่อมความรู้ 70 · วิเคราะห์ลึก 28 ข้อ — ปรนัย 98 · เติมคำตอบ 28 · อธิบายเหตุผล 14 · ติดตรงไหนดู “คำใบ้” ก่อน แล้วค่อยตรวจเฉลยท้ายเล่ม



ตั้งหลัก ข้อ 41–82 · ทวนนิยาม หลักการ หน่วย และสูตรเดียวให้แม่น · ประมาณ 85 นาที — คะแนน ..... / 42

41. ความดันของแก๊สที่บรรจุในภาชนะปิดเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย › CHM5-Q0041

ก. โมเลกุลแก๊สเคลื่อนที่ชนผนังภาชนะ เกิดแรงกระทำต่อหน่วยพื้นที่ผนัง
ข. น้ำหนักของโมเลกุลแก๊สที่กดทับอยู่บนก้นภาชนะเพียงด้านเดียวเท่านั้น
ค. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแก๊สดึงผนังภาชนะทุกด้านให้เข้าหากัน
ง. โมเลกุลแก๊สขยายขนาดจนเต็มภาชนะแล้วใช้ตัวเองดันผนังไว้

42. ความดัน 0.850 atm เท่ากับกี่มิลลิเมตรปรอท (กำหนด 1 atm = 760 mmHg)

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย › CHM5-Q0042

ก. 894 mmHg
ข. 1.12×10^{-3} mmHg
ค. 86.1 mmHg
ง. 646 mmHg

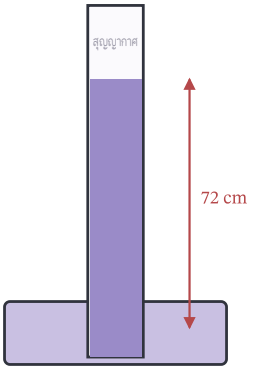
43. เครื่องวัดความดันอากาศอ่านค่าได้ 98.0 kPa ความดันนี้เท่ากับกี่ mmHg (กำหนด 1 atm = 101.3 kPa = 760 mmHg ตอบเป็นจำนวนเต็ม) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย › CHM5-Q0043

ตอบ _____

44. บารอมิเตอร์ปรอทในภาพวัดความดันบรรยากาศ ณ สถานที่แห่งหนึ่ง ความดันบรรยากาศที่นั่นเป็นกี่บรรยากาศ

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0044



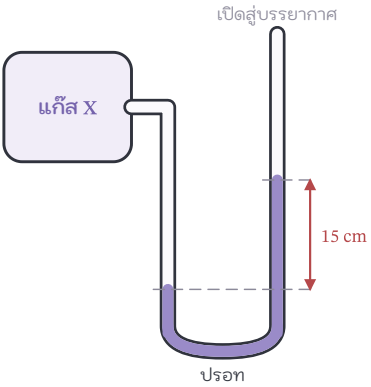
ความดันบรรยากาศกดผิวปรอทในอ่าง

CHM5-C01-FIG012

ก. 1.06 atm ข. 0.0947 atm ค. 0.947 atm ง. 1.00 atm

45. แมนอมิเตอร์ปลายเปิดในภาพต่อกับถังแก๊ส X ขณะที่ความดันบรรยากาศเท่ากับ 760 mmHg ความดันของแก๊ส X เป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0045



CHM5-C01-FIG013

ก. 610 mmHg ข. 910 mmHg ค. 760 mmHg ง. 150 mmHg

46. กฎของบอยล์ ($P_1V_1 = P_2V_2$) ใช้ได้เมื่อปริมาณใดของแก๊สคงที่

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0046

ก. ความดันและอุณหภูมิ
ข. ปริมาตรและจำนวนโมล
ค. จำนวนโมลและอุณหภูมิ
ง. ความดันและปริมาตรเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน

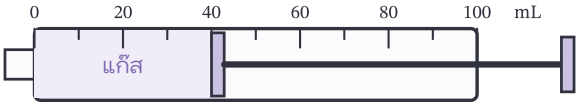
47. แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 6.0 L ที่ความดัน 1.2 atm ถูกอัดจนความดันเป็น 3.0 atm โดยอุณหภูมิและปริมาณแก๊สคงที่ ปริมาตรใหม่เป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0047

ก. 2.4 L ข. 15 L ค. 0.60 L ง. 2.0 L

48. กระบอกฉีดในภาพบรรจุแก๊สที่ความดัน 1.0 atm และปิดปลายไว้ จากนั้นดันก้านลูกสูบจนแก๊สมีปริมาตร 25 mL โดยอุณหภูมิคงที่ ความดันของแก๊สเป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0048

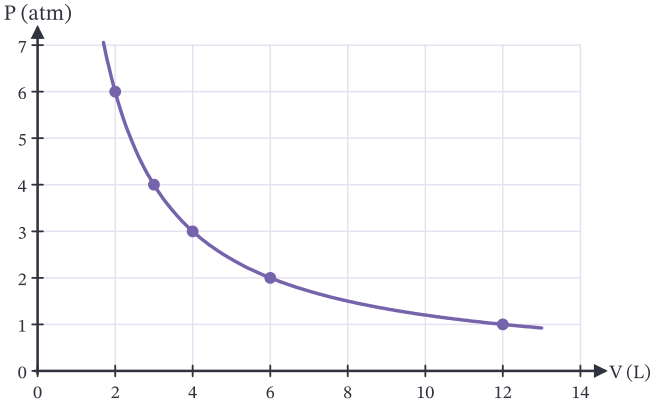


CHM5-C01-FIG014

ก. 0.63 atm ข. 2.7 atm ค. 1.0 atm ง. 1.6 atm

49. กราฟแสดงความดันกับปริมาตรของแก๊สปริมาณหนึ่งที่อุณหภูมิคงที่ ถ้าปริมาตรของแก๊สเป็น 8.0 L ความดันเป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0049



CHM5-C01-FIG015

ก. 1.7 atm ข. 1.5 atm ค. 0.67 atm ง. 2.0 atm

---

50. แก๊สปริมาณหนึ่งที่อุณหภูมิคงที่ ถูกอัดจนมีปริมาตรเหลือ $\frac{1}{4}$ ของปริมาตรเดิม ความดันใหม่เป็นกี่เท่าของความดันเดิม (ตอบเป็นจำนวนเต็ม) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0050

ตอบ _____

---

51. เหตุใดการคำนวณด้วยกฎของชาร์ลจึงต้องใช้อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0051

ก. ปริมาตรแปรผันตรงกับอุณหภูมิที่นับจากศูนย์สัมบูรณ์
ข. หน่วยเคลวินให้ตัวเลขมากกว่า จึงคำนวณได้ละเอียดและแม่นยำกว่าเดิม
ค. หน่วยองศาเซลเซียสใช้ได้กับของเหลวเท่านั้น จึงนำมาใช้กับแก๊สไม่ได้
ง. เคลวินเป็นหน่วยเดียวที่เทอร์มอมิเตอร์ในห้องปฏิบัติการวัดได้โดยตรง

---

52. แก๊สในลูกโป่งมีปริมาตร 2.50 L ที่ 27 °C เมื่อทำให้ร้อนเป็น 127 °C ที่ความดันคงที่ ปริมาตรเป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0052

ก. 1.88 L ข. 11.8 L ค. 3.33 L ง. 37.0 L

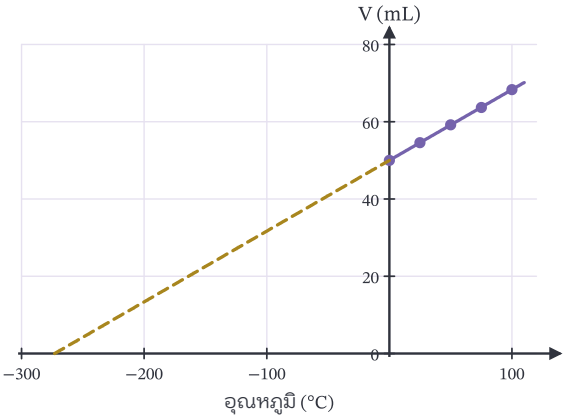
53. ภาชนะปิดที่แข็งแรง (ปริมาตรคงที่) บรรจุแก๊สที่ความดัน 1.50 atm และ 27 °C เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 177 °C ความดันเป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0053

ก. 9.83 atm ข. 1.00 atm ค. 1.50 atm ง. 2.25 atm

54. กราฟแสดงปริมาตรของแก๊สปริมาณหนึ่งที่ความดันคงที่กับอุณหภูมิ (°C) เส้นประคือการต่อเส้นกราฟออกไป จุดที่เส้นประตัดแกนอุณหภูมิมีค่าและชื่อเรียกตรงกับข้อใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0054



CHM5-C01-FIG016

ก. 0 °C เรียกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ ข. -273 °C เรียกว่าศูนย์สัมบูรณ์

ค. -100 °C เรียกว่าจุดควบแน่นของแก๊ส ง. 273 °C เรียกว่าศูนย์สัมบูรณ์

55. บอลลูนมีปริมาตร 1.20 L ที่ 27 °C ต้องทำให้อากาศในบอลลูนมีอุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส บอลลูนจึงจะมีปริมาตร 1.50 L ที่ความดันคงที่ (ตอบเป็นจำนวนเต็ม หน่วย °C) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย › CHM5-Q0055

ตอบ _____

56. แก๊สปริมาณหนึ่งที่ความดันคงที่ ถูกทำให้อุณหภูมิเพิ่มจาก 27 °C เป็น 54 °C ปริมาตรใหม่เป็นกี่เท่าของปริมาตรเดิม

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย › CHM5-Q0056

ก. 1.09 เท่า ข. 2.00 เท่า ค. 0.917 เท่า ง. 0.500 เท่า

57. แก๊สปริมาตร 500 mL ที่ 1.0 atm และ 27 °C ถูกเปลี่ยนสภาวะเป็น 2.0 atm และ 127 °C ปริมาตรใหม่เป็นเท่าใด

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย › CHM5-Q0057

ก. 188 mL ข. 1330 mL ค. 333 mL ง. 1180 mL

58. ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊สต่างชนิดกันที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีปริมาณใดเท่ากัน

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย › CHM5-Q0058

ก. มวลของแก๊ส ข. จำนวนอะตอมทั้งหมด
ค. ความหนาแน่นของแก๊ส ง. จำนวนโมเลกุล

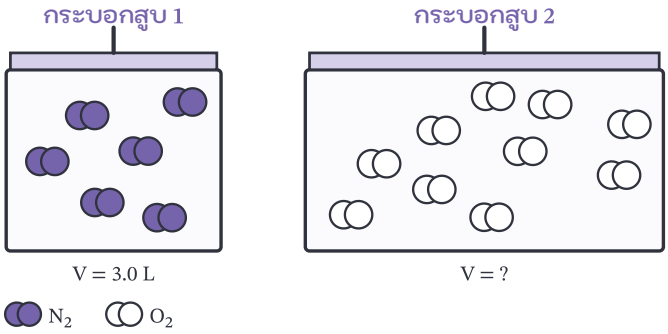
59. แก๊ส CO_2 มวล 8.8 g มีปริมาตรเท่าใดที่ STP (0 °C, 1 atm ปริมาตรต่อโมล 22.4 L/mol · มวลอะตอม C = 12.0, O = 16.0)

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย › CHM5-Q0059

ก. 197 L ข. 4.48 L ค. 2.55 L ง. 4.90 L

60. ภาพแสดงแก๊สสองชนิดในกระบอกสูบที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน (แต่ละรูปแทนจำนวนโมเลกุลเท่ากัน) ปริมาตรของแก๊สในกระบอกสูบขวาเป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0060



CHM5-C01-FIG017

ก. 1.8 L ข. 3.0 L ค. 5.0 L ง. 0.50 L

61. ปฏิกิริยา $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ เมื่อแก๊ส H_2 6.0 L ทำปฏิกิริยาพอดีกับ N_2 ที่มีมากเกินพอ จะได้แก๊ส NH_3 กี่ลิตร (วัดทุกแก๊สที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0061

ตอบ _____

62. แก๊สในภาชนะ 4.10 L มีความดัน 2.00 atm ที่ 127 °C แก๊สนี้มีกี่โมล (ใช้ $R = 0.0821$ L·atm/(mol·K))

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0062

ก. 0.786 mol ข. 4.00 mol ค. 2.47×10^{-3} mol ง. 0.250 mol

63. ข้อใดจับคู่ค่าคงที่ของแก๊ส R กับหน่วยของความดันและปริมาตรที่ต้องใช้ในสมการ $PV = nRT$ ได้ถูกต้อง (n เป็น mol และ T เป็น K)

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0063

ก. $R = 0.0821$ เมื่อ P เป็น kPa และ V เป็น L

ข. $R = 8.314$ เมื่อ P เป็น kPa และ V เป็น L

ค. $R = 8.314$ เมื่อ P เป็น atm และ V เป็น L

ง. $R = 0.0821$ เมื่อ P เป็น atm และ V เป็น mL

64. แก๊สชนิดหนึ่งมวล 1.60 g มีปริมาตร 1.12 L ที่ STP (0 °C, 1 atm, 22.4 L/mol) มวลโมเลกุลของแก๊สนี้เป็นเท่าใด

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย · CHM5-Q0064

ก. 32.0 g/mol ข. 1.43 g/mol ค. 15.7 g/mol ง. 35.0 g/mol

65. ความหนาแน่นของแก๊ส O_2 ที่ 1.00 atm และ 27 °C เป็นเท่าใด (ใช้ $R = 0.0821$ L·atm/(mol·K)) (มวลอะตอม O = 16.0)

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย · CHM5-Q0065

ก. 14.4 g/L ข. 0.770 g/L ค. 1.30 g/L ง. 1.43 g/L

66. ถังขนาด 5.00 L บรรจุแก๊สมีเทน (CH_4) ที่ความดัน 4.00 atm และ 25 °C แก๊สในถังมีมวลกี่กรัม (ใช้ $R = 0.0821$ L·atm/(mol·K)) (C = 12.0, H = 1.0 · ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย · CHM5-Q0066

ตอบ _____

67. แก๊สอุดมคติ 0.500 mol บรรจุในภาชนะ 10.0 L มีความดัน 1.50 atm อุณหภูมิของแก๊สเป็นกี่เคลวิน (ใช้ $R = 0.0821$ L·atm/(mol·K)) (ตอบเป็นจำนวนเต็ม) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย · CHM5-Q0067

ตอบ _____

68. ตารางแสดงข้อมูลแก๊สอุดมคติในภาชนะปิด 4 ใบ ภาชนะใดมีความดันสูงที่สุด

ตั้งหลัก · คำใบ้ · เฉลย · CHM5-Q0068

ภาชนะ	จำนวนโมล (mol)	ปริมาตร (L)	อุณหภูมิ (K)
A	1.0	10.0	300
B	2.0	20.0	300
C	1.0	5.0	200
D	0.50	2.0	150

ก. ภาชนะ A ข. ภาชนะ B ค. ภาชนะ D ง. ภาชนะ C

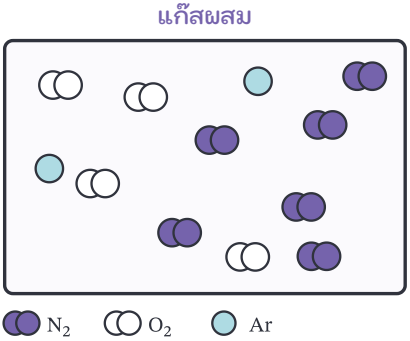
69. แก๊สผสมประกอบด้วย N_2 0.30 mol และ O_2 0.10 mol มีความดันรวม 2.00 atm ความดันย่อยของ O_2 เป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0069

ก. 0.500 atm ข. 0.667 atm ค. 1.50 atm ง. 0.200 atm

70. ภาพแสดงแก๊สผสมในภาชนะ (แต่ละรูปแทนจำนวนโมเลกุลเท่ากัน) ความดันรวมของแก๊สผสมเท่ากับ 1.20 atm ความดันย่อยของ O_2 เป็นเท่าใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0070

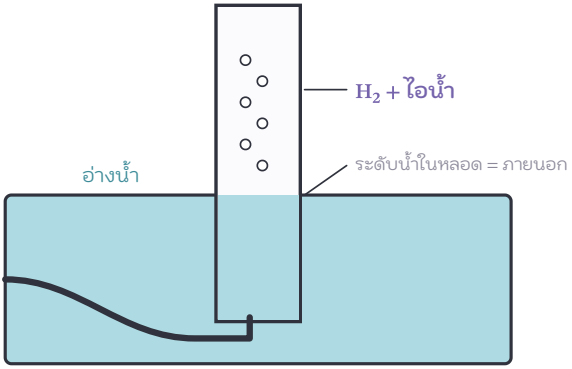


CHM5-C01-FIG018

ก. 0.600 atm ข. 0.400 atm ค. 0.100 atm ง. 0.436 atm

71. นักเรียนเก็บแก๊ส H_2 เหนือน้ำดังภาพที่ 25 °C โดยปรับระดับน้ำในหลอดให้เท่ากับภายนอก ความดันบรรยากาศ 755 mmHg และความดันไอของน้ำที่ 25 °C เท่ากับ 24 mmHg ความดันย่อยของ H_2 เป็นกี่ mmHg (ตอบเป็นจำนวนเต็ม) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0071



CHM5-C01-FIG019

ตอบ _____

72. ข้อใดอธิบายความหมายของ “ความดันย่อย” ของแก๊สชนิดหนึ่งในแก๊สผสมได้ถูกต้อง

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0072

ก. ความดันรวมของแก๊สผสมหารด้วยจำนวนชนิดของแก๊สที่อยู่ในภาชนะนั้นทั้งหมด

ข. ความดันที่แก๊สชนิดนั้นมีก่อนนำมาผสม ไม่ว่าภาชนะเดิมจะมีปริมาตรเท่าใดก็ตาม

ค. ผลต่างระหว่างความดันรวมของแก๊สผสมกับความดันบรรยากาศภายนอกภาชนะ

ง. ความดันที่แก๊สชนิดนั้นจะมี ถ้าอยู่ในภาชนะเดียวกันเพียงลำพังที่อุณหภูมิเดียวกัน

73. แก๊สผสมระหว่าง He และ Ne มีความดันย่อยของ He 0.60 atm และของ Ne 1.40 atm เศษส่วนโมลของ He เป็นเท่าใด (ตอบทศนิยม 2 ตำแหน่ง) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0073

ตอบ _____

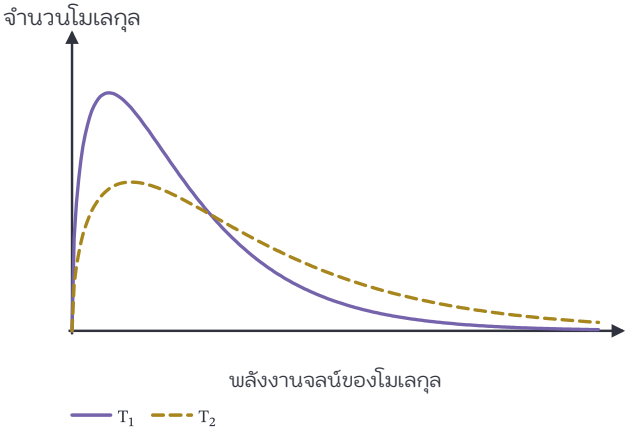
74. ข้อใดไม่ใช่สมมติฐานของทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0074

ก. ปริมาตรของตัวโมเลกุลน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาตรของภาชนะ
ข. โมเลกุลแก๊สดึงดูดกันมาก จึงจับกันเป็นกลุ่มเมื่อชนกัน
ค. โมเลกุลเคลื่อนที่แบบสุ่มเป็นเส้นตรงจนกว่าจะชนกันหรือชนผนัง
ง. พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลแปรผันตรงกับอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน

75. แก๊สในถังเหล็กปิดสนิทถูกทำให้ร้อนขึ้นจากอุณหภูมิ T_1 เป็น T_2 กราฟการกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลเปลี่ยนไปดังภาพ ตามทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ข้อใดอธิบายผลต่อความดันในถังได้ถูกต้อง

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0075



CHM5-C01-FIG020

ก. ความดันเพิ่มขึ้น เพราะโมเลกุลเคลื่อนที่เร็วขึ้น ชนผนังบ่อยขึ้นและแรงขึ้น
ข. ความดันเท่าเดิม เพราะจำนวนโมเลกุลในถังเท่าเดิม
ค. ความดันลดลง เพราะยอดกราฟที่ T_2 ต่ำกว่ายอดกราฟที่ T_1
ง. ความดันเพิ่มขึ้น เพราะโมเลกุลแต่ละตัวขยายขนาดใหญ่ขึ้น

76. แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงแก๊สอุดมคติมากที่สุดในภาวะใด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0076

ก. ความดันสูงและอุณหภูมิต่ำ
ข. ความดันสูงและอุณหภูมิสูง
ค. ความดันต่ำและอุณหภูมิสูง
ง. ความดันต่ำและอุณหภูมิใกล้จุดควบแน่น

77. แก๊ส He และแก๊ส O_2 อยู่ที่อุณหภูมิ 300 K เท่ากัน ข้อใดเปรียบเทียบโมเลกุลของแก๊สทั้งสองได้ถูกต้อง

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0077

ก. พลังงานจลน์เฉลี่ยของ O_2 มากกว่า เพราะโมเลกุลมีมวลมากกว่า
ข. อัตราเร็วเฉลี่ยเท่ากัน เพราะอยู่ที่อุณหภูมิเดียวกันและเป็นแก๊สเหมือนกัน
ค. พลังงานจลน์เฉลี่ยของ He มากกว่า เพราะโมเลกุลเบาจึงเคลื่อนที่เร็วกว่า
ง. พลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่ He มีอัตราเร็วเฉลี่ยสูงกว่า

78. ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แก๊ส H_2 แพร่ได้เร็วเป็นกี่เท่าของแก๊ส O_2 (H = 1.0, O = 16.0)

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0078

ก. 16.0 เท่า ข. 4.00 เท่า ค. 0.250 เท่า ง. 0.0625 เท่า

79. หลอดแก้วยาว 100 cm ปลายข้างหนึ่งใส่สำลีชุบสารละลาย NH_3 อีกข้างใส่สำลีชุบสารละลาย HCl ปิดปลายพร้อมกัน แก๊สทั้งสองแพร่มาพบกันเกิดวงแหวนขาวของ NH_4Cl ดังภาพ วงแหวนอยู่ห่างจากปลาย NH_3 ประมาณเท่าใด (NH_3 = 17.0 g/mol, HCl = 36.5 g/mol)

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0079



CHM5-C01-FIG021

ก. 59.4 cm ข. 40.6 cm ค. 68.2 cm ง. 50.0 cm

80. แก๊ส X แพร่ได้ช้าเป็น 0.50 เท่าของแก๊ส O_2 ที่ภาวะเดียวกัน มวลโมเลกุลของแก๊ส X เป็นกี่ g/mol (O = 16.0 · ตอบเป็นจำนวนเต็ม) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0080

ตอบ _____

81. หลังขับรถทางไกลในวันอากาศร้อน ความดันลมยางที่วัดได้สูงกว่าตอนเช้า ข้อใดอธิบายได้ดีที่สุด

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0081

ก. ยางรถขยายตัวมากเมื่อร้อน ทำให้มีอากาศจากภายนอกเข้าไปในยางเพิ่มขึ้น
ข. โมเลกุลอากาศในยางขยายขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อร้อน จึงดันผนังยางแรงขึ้น
ค. อากาศในยางร้อนขึ้นขณะที่ปริมาตรยางแทบไม่เปลี่ยน
ง. การเสียดสีกับถนนทำให้จำนวนโมเลกุลอากาศในยางเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

82. (สถานการณ์สมมุติ) นักดำน้ำที่ความลึกซึ่งความดันรวม 2.0 atm หายใจเข้าจนอากาศในปอดมีปริมาตร 3.0 L แล้วกลั้นหายใจขึ้นสู่ผิวน้ำที่ความดัน 1.0 atm ถ้าอุณหภูมิคงที่และปอดขยายได้อิสระ อากาศจะมีปริมาตรกี่ลิตร (ตอบทศนิยม 1 ตำแหน่ง) ✎ ตอบสั้น

ตั้งหลัก
คำใบ้ · เฉลย ›
CHM5-Q0082

ตอบ _____

41.

ตอบ ก. โมเลกุลแก๊สเคลื่อนที่ชนผนังภาชนะ เกิดแรงกระทำต่อหน่วยพื้นที่ผนัง

ทบทวน หัวข้อ 1.1 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0041

หลักการ โมเลกุลแก๊สเคลื่อนที่แบบสุ่มตลอดเวลาและชนผนังทุกด้าน การชนแต่ละครั้งออกแรงกระทำต่อผนัง ผลรวมของแรงจากการชนจำนวนมหาศาลหารด้วยพื้นที่ผนังคือความดัน จึงกระทำเท่ากันทุกทิศ

ระวัง ความดันแก๊สกระทำทุกทิศเท่ากัน ไม่ได้เกิดจากน้ำหนักซึ่งกระทำลงด้านล่างอย่างเดียว

ตัวลวง **ข.** ถ้าความดันมาจากน้ำหนัก ผนังด้านข้างและเพดานจะไม่ถูกแรงกระทำ แต่ความจริงแก๊สดันทุกด้านเท่ากัน · **ค.** แบบจำลองแก๊สถือว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยมาก และแรงดึงดูดไม่ทำให้เกิดแรงดันออก · **ง.** ขนาดโมเลกุลไม่เปลี่ยน แก๊สเต็มภาชนะเพราะโมเลกุลเคลื่อนที่กระจายไปทั่ว ไม่ใช่เพราะโมเลกุลขยาย

42. ตอบ ง. 646 mmHg

ทบทวน หัวข้อ 1.1 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0042

ให้ $P = 0.850\ \text{atm}$, $1\ \text{atm} = 760\ \text{mmHg}$

ถาม ความดันในหน่วย mmHg

หลักการ แปลงหน่วยด้วยตัวคูณ $\frac{760\ \text{mmHg}}{1\ \text{atm}}$ ให้หน่วย atm ตัดกัน เหลือ mmHg

สมการ $$P(\text{mmHg}) = P(\text{atm}) \times \frac{760\ \text{mmHg}}{1\ \text{atm}}$$

แทนค่า $$P = 0.850\ \text{atm} \times \frac{760\ \text{mmHg}}{1\ \text{atm}}$$

$$P = 646\ \text{mmHg}$$

คำตอบ **646 mmHg**

ตรวจ ความดันน้อยกว่า 1 atm ต้องได้น้อยกว่า 760 mmHg ✓

ระวัง หาร 760 ด้วย 0.850 จะได้ค่ามากกว่า 760 ซึ่งขัดกับที่ความดันน้อยกว่า 1 atm

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ 760/0.850 (ใช้ตัวคูณกลับด้าน) · **ข.** ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ 0.850/760 · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าคูณด้วย 101.3 ซึ่งเป็นการแปลงเป็น kPa ไม่ใช่ mmHg

43. ตอบ 735 mmHg

ทบทวน หัวข้อ 1.1 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0043

ให้ $P = 98.0\ \text{kPa}$

ถาม ความดันในหน่วย mmHg

หลักการ ใช้ความสัมพันธ์ $101.3\ \text{kPa} = 760\ \text{mmHg}$ เป็นตัวคูณแปลงหน่วยโดยตรง (หรือแปลงผ่าน atm ก่อนก็ได้)

สมการ $$P(\text{mmHg}) = P(\text{kPa}) \times \frac{760}{101.3}$$

แทนค่า $P = 98.0 \times \dfrac{760}{101.3}$

$P = 735.2 \text{ mmHg} \approx 735 \text{ mmHg}$

คำตอบ **735 mmHg (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±1%)**

ตรวจ 98.0 kPa น้อยกว่า 101.3 kPa เล็กน้อย จึงต้องได้น้อยกว่า 760 mmHg เล็กน้อย ✓

ระวัง คูณ 98.0 ด้วย 7.6 โดยตรงไม่ถูก เพราะ 1 kPa ไม่เท่ากับ 7.6 mmHg (ที่ถูกคือประมาณ 7.50)

ยอมรับ 734–736 mmHg

44. ตอบ ค. 0.947 atm

ทบทวน หัวข้อ 1.1

‹ โจทย์ · CHM5-Q0044

ให้ $h = 72 \text{ cm} = 720 \text{ mmHg}$

ถาม ความดันบรรยากาศ (atm)

หลักการ ในบารอมิเตอร์ ความดันบรรยากาศที่กดผิวปรอทในอ่างเท่ากับความดันของลำปรอทสูง h ในหลอด ความสูง 72 cm = 720 mmHg แล้วจึงแปลงเป็น atm

สมการ $P = \dfrac{h(\text{mmHg})}{760}$

แทนค่า $P = \dfrac{720}{760} \text{ atm} = 0.947 \text{ atm}$

ตรวจ ลำปรอทสั้นกว่า 76 cm ความดันจึงน้อยกว่า 1 atm (เช่น บนที่สูง) ✓

ระวัง ความสูงในภาพเป็นเซนติเมตร ต้องคูณ 10 เป็นมิลลิเมตรก่อนหารด้วย 760

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ 760/720 (กลับเศษส่วน) · **ข.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ 72 เป็น mmHg โดยไม่แปลง cm เป็น mm · **ง.** ความดันบรรยากาศไม่ได้เท่ากับ 1 atm ทุกที่ ค่า 1 atm ตรงกับลำปรอทสูง 76 cm เท่านั้น

45. ตอบ ข. 910 mmHg

ทบทวน หัวข้อ 1.1

‹ โจทย์ · CHM5-Q0045

ให้ $P_{\text{atm}} = 760 \text{ mmHg}$, ผลต่างระดับ $h = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mmHg}$ (ฝั่งแก๊สต่ำกว่า)

ถาม $P_{\text{แก๊ส}}$

หลักการ ระดับปรอทฝั่งที่ต่อกับแก๊สต่ำกว่าฝั่งที่เปิดสู่บรรยากาศ แสดงว่าแก๊สดันปรอทแรงกว่าบรรยากาศ ความดันแก๊สจึงเท่ากับความดันบรรยากาศบวกผลต่างระดับ 15 cm = 150 mmHg

สมการ $P_{\text{แก๊ส}} = P_{\text{atm}} + h$

แทนค่า $P_{\text{แก๊ส}} = 760 + 150 = 910 \text{ mmHg}$

ตรวจ ฝั่งแก๊สถูกดันลง แก๊สต้องมีความดันมากกว่าบรรยากาศ ✓

ระวัง ถ้าฝั่งเปิดอยู่ต่ำกว่าต้องลบ ถ้าฝั่งแก๊สอยู่ต่ำกว่าต้องบวก — ดูภาพก่อนตัดสิน

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าลบผลต่างระดับ ซึ่งใช้กับกรณีปรอทฝั่งเปิดต่ำกว่าฝั่งแก๊ส · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าคิดว่าแมนอมิเตอร์ปลายเปิดวัดได้เท่าความดันบรรยากาศเสมอ · **ง.** ผลต่างระดับเป็นเพียงความดันส่วนที่เกินบรรยากาศ ยังไม่ได้รวมความดันบรรยากาศ

46. ตอบ ค. จำนวนโมลและอุณหภูมิ ทบทวน หัวข้อ 1.2

‹ โจทย์ · CHM5-Q0046

หลักการ กฎของบอยล์กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง P กับ V ของแก๊สปริมาณหนึ่ง (n คงที่) ที่อุณหภูมิคงที่ เมื่อสองปริมาณนี้คงที่ PV จึงมีค่าคงตัว

ตัวลวง **ก.** P เป็นตัวแปรที่เปลี่ยนในกฎของบอยล์ ถ้า P และ T คงที่จะเป็นกรณีของกฎของอาโวกาโดร · **ข.** V เป็นตัวแปรที่เปลี่ยนในกฎของบอยล์ ถ้า V และ n คงที่จะเป็นกรณีของกฎของเกย์-ลูสแซก · **ง.** ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยน PV จะไม่คงที่ ต้องใช้กฎรวมแก๊สแทน

47. ตอบ ก. 2.4 L ทบทวน หัวข้อ 1.2

‹ โจทย์ · CHM5-Q0047

ให้ $V_1 = 6.0\ \text{L}$, $P_1 = 1.2\ \text{atm}$, $P_2 = 3.0\ \text{atm}$

ถาม V_2

หลักการ n และ T คงที่ ใช้กฎของบอยล์ $P_1V_1 = P_2V_2$ ความดันเพิ่ม ปริมาตรต้องลดลงตามสัดส่วนผกผัน

สมการ $$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

แทนค่า $$V_2 = \frac{(1.2)(6.0)}{3.0}$$

$$V_2 = 2.4\ \text{L}$$

คำตอบ **2.4 L**

ตรวจ ความดันเพิ่ม 2.5 เท่า ปริมาตรลดลง 2.5 เท่า จาก 6.0 L เหลือ 2.4 L ✓

ระวัง ถ้าได้ปริมาตรมากขึ้นเมื่ออัดแก๊ส แสดงว่าจัดสูตรกลับด้าน

ตัวลวง **ข.** ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ V_1P_2/P_1 (คิดว่า V แปรผันตรงกับ P) · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ P_1P_2/V_1 (จัดสูตรผิด) · **ง.** ได้ค่านี้ถ้าหาร 6.0/3.0 โดยลืมคูณ $P_1 = 1.2$

48. ตอบ ง. 1.6 atm ทบทวน หัวข้อ 1.2

‹ โจทย์ · CHM5-Q0048

ให้ $P_1 = 1.0\ \text{atm}$, $V_1 = 40\ \text{mL}$ (อ่านจากภาพ), $V_2 = 25\ \text{mL}$

ถาม P_2

หลักการ อ่านปริมาตรเริ่มต้นจากสเกลของกระบอกฉีดได้ 40 mL แก๊สปริมาณเดิมที่อุณหภูมิคงที่จึงใช้กฎของบอยล์ $P_1V_1 = P_2V_2$

สมการ $$P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

แทนค่า $$P_2 = \frac{(1.0)(40)}{25} = 1.6\ \text{atm}$$

ตรวจ ปริมาตรลดลง ความดันต้องเพิ่ม ✓ หน่วย mL ตัดกันเองจึงไม่ต้องแปลงเป็น L

ระวัง ใช้ปริมาตรที่ดันเข้าไป (15 mL) แทนปริมาตรสุดท้ายไม่ได้

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ 25/40 (กลับสัดส่วน) · **ข.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ปริมาตรที่ลดลง 40 - 25 = 15 mL เป็น V_2 · **ค.** ความดันจะคงที่ก็ต่อเมื่อปริมาตรไม่เปลี่ยน แต่ที่นี่แก๊สถูกอัด

49. ตอบ ข. 1.5 atm ทบทวน หัวข้อ 1.2

‹ โจทย์ · CHM5-Q0049

ให้ จากกราฟ: $(V, P) = (2.0, 6.0), (4.0, 3.0), (12.0, 1.0) \rightarrow PV = 12$ L·atm ทุกจุด

ถาม P ที่ $V = 8.0$ L

หลักการ กราฟ P–V ที่อุณหภูมิคงที่เป็นไฮเพอร์โบลา ผลคูณ PV ของทุกจุดคงที่ อ่านจุดใดจุดหนึ่งเพื่อหา PV แล้วใช้หา P ที่ V = 8.0 L

สมการ $$P = \frac{PV}{V}$$

แทนค่า $$PV = (4.0)(3.0) = 12 \text{ L·atm}$$
$$P = \frac{12}{8.0} = 1.5 \text{ atm}$$

ตรวจ 8.0 L อยู่ระหว่าง 6.0 L (2.0 atm) กับ 12 L (1.0 atm) คำตอบ 1.5 atm อยู่ระหว่างกลาง ✓

ระวัง กราฟเป็นเส้นโค้ง การลากเส้นตรงเชื่อมสองจุดแล้วอ่านค่าจะคลาดเคลื่อน

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าประมาณด้วยเส้นตรงระหว่างจุด (6.0, 2.0) กับ (12, 1.0) ซึ่งกราฟจริงเป็นเส้นโค้ง · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ 8.0/12 (กลับเศษส่วน) · **ง.** ได้ค่านี้ถ้าอ่านค่าจากจุดข้อมูลที่ใกล้ที่สุด (6.0 L) แทนการคำนวณ

50. ตอบ 4 เท่า

ทบทวน หัวข้อ 1.2

‹ โจทย์ · CHM5-Q0050

หลักการ ที่ n และ T คงที่ $P \propto \frac{1}{V}$ ปริมาตรลดลงเหลือหนึ่งในสี่ ความดันจึงเพิ่มเป็นสี่เท่า

สมการ $$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

แทนค่า $$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{\frac{1}{4}V_1} = 4$$

คำตอบ **4 เท่า (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±1%)**

ตรวจ อัดแก๊สให้เล็กลง โมเลกุลชนผนังบ่อยขึ้น ความดันต้องเพิ่ม ✓

ระวัง ไม่ใช่ $\frac{1}{4}$ เท่า — นั่นคือการคิดว่า P แปรผันตรงกับ V

ยอมรับ 4

51. ตอบ ก. ปริมาตรแปรผันตรงกับอุณหภูมิที่นับจากศูนย์สัมบูรณ์

ทบทวน หัวข้อ 1.3

‹ โจทย์ · CHM5-Q0051

หลักการ ปริมาตรของแก๊สเป็นศูนย์ (ตามการลากกราฟ) ที่ −273 °C ซึ่งคือ 0 K ปริมาตรจึงแปรผันตรงกับ T ที่นับจากจุดนี้ ถ้าใช้ °C สัดส่วน V/T จะไม่คงที่ เช่น 0 °C จะทำให้หารด้วยศูนย์

ตัวลวง **ข.** ขนาดตัวเลขไม่เกี่ยวกับความแม่นยำ ปัญหาคือสัดส่วนจะผิดถ้าจุดเริ่มนับไม่ใช่ศูนย์สัมบูรณ์ · **ค.** องศาเซลเซียสใช้วัดอุณหภูมิของแก๊สได้ แต่ใช้แทนในสูตรสัดส่วนไม่ได้ · **ง.** เทอร์มอมิเตอร์ส่วนใหญ่อ่านเป็น °C แล้วจึงบวก 273 เป็นเคลวิน

52. ตอบ ค. 3.33 L

ทบทวน หัวข้อ 1.3

‹ โจทย์ · CHM5-Q0052

ให้ $V_1 = 2.50$ L, $T_1 = 27 + 273 = 300$ K, $T_2 = 127 + 273 = 400$ K

ถาม V_2

หลักการ P และ n คงที่ ใช้กฎของชาร์ล $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ โดยเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นเคลวินทั้งสองค่า

สมการ $V_2 = V_1 \times \frac{T_2}{T_1}$

แทนค่า $V_2 = 2.50 \times \frac{400}{300}$

$V_2 = 3.33\ \text{L}$

คำตอบ **3.33 L**

ตรวจ อุณหภูมิเคลวินเพิ่ม 1.33 เท่า ปริมาตรเพิ่ม 1.33 เท่า ✓ ไม่ใช่ราว 4.7 เท่าตามตัวเลข °C

ระวัง ใช้ 127/27 จะได้ปริมาตรเพิ่มเกือบ 5 เท่า ซึ่งไม่สมเหตุสมผล

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าคูณด้วย T_1/T_2 (กลับสัดส่วน) · **ข.** ได้ค่านี้ถ้าใช้อุณหภูมิเป็น °C ทั้งสองค่า $(2.50 \times 127/27)$ · **ง.** ได้ค่านี้ถ้าเปลี่ยนเฉพาะ T_2 เป็น 400 K แต่ใช้ $T_1 = 27$

53. ตอบ ง. 2.25 atm

ทบทวน หัวข้อ 1.3

‹ โจทย์ · CH11-Q0053

ให้ $P_1 = 1.50\ \text{atm},\ T_1 = 300\ \text{K},\ T_2 = 177 + 273 = 450\ \text{K}$

ถาม P_2

หลักการ V และ n คงที่ ใช้กฎของเกย์-ลูสแซก $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ ความดันแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน

สมการ $P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1}$

แทนค่า $P_2 = 1.50 \times \frac{450}{300}$

$P_2 = 2.25\ \text{atm}$

คำตอบ **2.25 atm**

ตรวจ อุณหภูมิเคลวินเพิ่ม 1.5 เท่า ความดันเพิ่ม 1.5 เท่า ✓

ระวัง ภาชนะแข็งไม่ขยาย แต่ความดันยังเปลี่ยนได้เพราะโมเลกุลชนผนังแรงและบ่อยขึ้น

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าใช้อุณหภูมิ °C $(1.50 \times 177/27)$ · **ข.** ได้ค่านี้ถ้าคูณด้วย T_1/T_2 (คิดว่า P แปรผกผันกับ T) · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าคิดว่าปริมาตรคงที่แล้วความดันคงที่ด้วย

54. ตอบ ข. -273 °C เรียกว่าศูนย์สัมบูรณ์

ทบทวน หัวข้อ 1.3

‹ โจทย์ · CH11-Q0054

หลักการ กราฟ V–θ ของแก๊สที่ความดันคงที่เป็นเส้นตรง เมื่อต่อเส้นออกไปจะตัดแกนอุณหภูมิที่ประมาณ −273 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิต่ำสุดตามทฤษฎี เรียกว่าศูนย์สัมบูรณ์ (0 K) และเป็นที่มาของมาตราเคลวิน

ตรวจ อ่านจากภาพ เส้นประถึงแกนนอนระหว่าง −300 °C กับ −200 °C ใกล้ −273 °C ✓

ตัวลวง **ก.** 0 °C เป็นจุดที่เส้นกราฟตัดแกนปริมาตร (V = 50 mL) ไม่ใช่จุดที่ปริมาตรเป็นศูนย์ · **ค.** แก๊สจริงกลายเป็นของเหลวก่อนถึงศูนย์สัมบูรณ์ แต่จุดตัดแกนจากการต่อเส้นกราฟไม่ใช่ −100 °C · **ง.** ศูนย์สัมบูรณ์มีค่า −273 °C (ติดลบ) ส่วน 273 คือตัวเลขที่บวกเพื่อแปลง °C เป็น K

55. ตอบ 102 °C

ทบทวน หัวข้อ 1.3

‹ โจทย์ · CHM5-Q0055

ให้ $V_1 = 1.20\ \text{L},\ T_1 = 300\ \text{K},\ V_2 = 1.50\ \text{L}$

ถาม T_2 (°C)

หลักการ P และ n คงที่ ใช้กฎของชาร์ลหา T_2 ในหน่วยเคลวินก่อน แล้วจึงลบ 273 เพื่อตอบเป็น °C

สมการ $$T_2 = T_1 \times \frac{V_2}{V_1}$$

แทนค่า $$T_2 = 300 \times \frac{1.50}{1.20} = 375\ \text{K}$$

$$\theta_2 = 375 - 273 = 102\ ^\circ\text{C}$$

คำตอบ **102 °C (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±2%)**

ตรวจ ปริมาตรเพิ่ม 1.25 เท่า อุณหภูมิเคลวินเพิ่ม 1.25 เท่า (300 → 375 K) ✓

ระวัง ถ้าคูณ 27 °C ด้วย 1.25 จะได้ 33.75 °C ซึ่งผิด เพราะต้องคิดสัดส่วนในหน่วยเคลวิน

ยอมรับ 101–103 °C (หรือ 375 K หากระบุหน่วยถูก)

56. ตอบ ก. 1.09 เท่า

ทบทวน หัวข้อ 1.3

‹ โจทย์ · CHM5-Q0056

ให้ $T_1 = 300\ \text{K},\ T_2 = 327\ \text{K}$

ถาม V_2/V_1

หลักการ ปริมาตรแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน อุณหภูมิ °C เพิ่มเป็นสองเท่าไม่ได้แปลว่าอุณหภูมิเคลวินเพิ่มเป็นสองเท่า: 300 K → 327 K เพิ่มเพียง 1.09 เท่า

สมการ $$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

แทนค่า $$\frac{V_2}{V_1} = \frac{327}{300} = 1.09$$

ระวัง “อุณหภูมิเพิ่มเป็นสองเท่า” ในหน่วย °C ไม่ใช่สองเท่าทางกายภาพ

ตัวลวง **ข.** ได้ค่านี้ถ้าคิดสัดส่วนด้วย °C (54/27) · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ T_1/T_2 (กลับสัดส่วน) · **ง.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ °C และกลับสัดส่วน (27/54)

57. ตอบ ค. 333 mL

ทบทวน หัวข้อ 1.4

‹ โจทย์ · CHM5-Q0057

ให้ $V_1 = 500\ \text{mL},\ P_1 = 1.0\ \text{atm},\ T_1 = 300\ \text{K},\ P_2 = 2.0\ \text{atm},\ T_2 = 400\ \text{K}$

ถาม V_2

หลักการ ทั้ง P และ T เปลี่ยน แต่แก๊สปริมาณเดิม (n คงที่) จึงใช้กฎรวมแก๊ส $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

สมการ $V_2 = V_1 \times \frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1}$

แทนค่า $V_2 = 500 \times \frac{1.0}{2.0} \times \frac{400}{300}$

$V_2 = 333\ \text{mL}$

คำตอบ **333 mL**

ตรวจ ความดันเพิ่ม 2 เท่าทำให้ V ลดครึ่งหนึ่ง อุณหภูมิเพิ่ม 1.33 เท่าทำให้ V เพิ่ม รวมได้ 0.667 เท่า ✓

ระวัง ตรวจทิศทาง: P เพิ่ม → V ลด, T เพิ่ม → V เพิ่ม

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ T_1/T_2 (กลับอัตราส่วนอุณหภูมิ) · **ข.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ P_2/P_1 (กลับอัตราส่วนความดัน) · **ง.** ได้ค่านี้ถ้าใช้อุณหภูมิ °C (127/27)

58. ตอบ ง. จำนวนโมเลกุล

ทบทวน หัวข้อ 1.4

‹ โจทย์ · CHM5-Q0058

หลักการ กฎของอาโวกาโดร: ที่ P และ T เดียวกัน ปริมาตรแก๊สแปรผันตรงกับจำนวนโมล ($V \propto n$) ปริมาตรเท่ากันจึงมีจำนวนโมล และจำนวนโมเลกุลเท่ากัน ไม่ว่าเป็นแก๊สชนิดใด

ระวัง จำนวนโมเลกุลเท่ากัน แต่จำนวนอะตอมอาจไม่เท่า เช่น He 1 อะตอมต่อโมเลกุล CO_2 3 อะตอมต่อโมเลกุล

ตัวลวง **ก.** มวลขึ้นกับมวลโมเลกุลของแก๊สแต่ละชนิด จำนวนโมลเท่ากันแต่มวลไม่เท่ากัน · **ข.** แก๊สแต่ละชนิดมีจำนวนอะตอมต่อโมเลกุลต่างกัน จำนวนอะตอมทั้งหมดจึงไม่จำเป็นต้องเท่ากัน · **ค.** ความหนาแน่นเท่ากับมวลหารปริมาตร เมื่อมวลต่างกัน ความหนาแน่นก็ต่างกัน

59. ตอบ ข. 4.48 L

ทบทวน หัวข้อ 1.4

‹ โจทย์ · CHM5-Q0059

ให้ $m = 8.8\ \text{g}, M_{CO_2} = 12.0 + 2(16.0) = 44.0\ \text{g/mol}$

ถาม ปริมาตรที่ STP

หลักการ เปลี่ยนมวลเป็นโมลด้วยมวลโมเลกุล แล้วใช้ปริมาตรต่อโมลที่ STP (22.4 L/mol)

สมการ $V = \frac{m}{M} \times 22.4$

แทนค่า $n = \frac{8.8}{44.0} = 0.200\ \text{mol}$

$V = 0.200 \times 22.4 = 4.48\ \text{L}$

คำตอบ **4.48 L**

ตรวจ 0.2 mol ต้องมีปริมาตรหนึ่งในห้าของ 22.4 L ✓

ระวัง 22.4 L/mol ใช้ได้เฉพาะที่ 0 °C และ 1 atm เท่านั้น

ตัวลวง ก. ได้ค่านี้ถ้าคูณมวลกับ 22.4 โดยไม่เปลี่ยนเป็นโมล · ค. ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ 22.4/8.8 · ง. ได้ค่านี้ถ้าใช้ปริมาตรต่อโมลที่ 25 °C (24.5 L/mol) แทนค่าที่ STP

60. ตอบ ค. 5.0 L

ทบทวน หัวข้อ 1.4 · โจทย์ · CHM5-Q0060

ให้ $n_1 \propto 6$, $V_1 = 3.0\ \text{L}$, $n_2 \propto 10$

ถาม V_2

หลักการ ที่ P และ T เดียวกัน $V \propto n$ ไม่ขึ้นกับชนิดของแก๊ส นับอนุภาคได้ 6 กับ 10 อนุภาค อัตราส่วนปริมาตรจึงเป็น 6 : 10

สมการ $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$

แทนค่า $V_2 = 3.0 \times \frac{10}{6} = 5.0\ \text{L}$

ตรวจ จำนวนอนุภาคมากกว่า ปริมาตรต้องมากกว่า ✓ ชนิดของแก๊สไม่มีผล

ระวัง ภาพไม่ได้วาดตามมาตราส่วนปริมาตร ให้ใช้จำนวนอนุภาคเป็นหลัก

ตัวลวง ก. ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ 3.0×6/10 (กลับสัดส่วน) · ข. ได้ค่านี้ถ้าคิดว่าแก๊สทุกชนิดมีปริมาตรเท่ากันเสมอโดยไม่ดูจำนวนโมเลกุล · ง. ค่านี้คือปริมาตรต่ออนุภาคหนึ่งรูป (3.0/6) ไม่ใช่ปริมาตรของกระบอกสูบ 2

61. ตอบ 4.0 L

ทบทวน หัวข้อ 1.4 · โจทย์ · CHM5-Q0061

ให้ $V_{\text{H}_2} = 6.0\ \text{L}$, อัตราส่วน $\text{H}_2 : \text{NH}_3 = 3 : 2$

ถาม V_{NH_3}

หลักการ ที่ P และ T เดียวกัน อัตราส่วนปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเท่ากับอัตราส่วนโมล คือสัมประสิทธิ์ในสมการที่ดุลแล้ว

สมการ $V_{\text{NH}_3} = V_{\text{H}_2} \times \frac{2}{3}$

แทนค่า $V_{\text{NH}_3} = 6.0 \times \frac{2}{3} = 4.0\ \text{L}$

คำตอบ **4.0 L (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±1%)**

ตรวจ ปริมาตรแก๊สผลิตภัณฑ์น้อยกว่าเพราะโมลแก๊สลดจาก 4 เป็น 2 ✓

ระวัง ห้ามใช้อัตราส่วนมวล อัตราส่วนปริมาตรเท่าอัตราส่วนโมลเท่านั้น

ยอมรับ 4.0 L

62. ตอบ ง. 0.250 mol

ทบทวน หัวข้อ 1.5 · โจทย์ · CHM5-Q0062

ให้ $P = 2.00\ \text{atm}$, $V = 4.10\ \text{L}$, $T = 400\ \text{K}$

ถาม n

หลักการ รู้ P V T จึงหา n จากกฎแก๊สอุดมคติ $PV = nRT$ โดย P เป็น atm V เป็น L ให้ใช้ R = 0.0821 และ T เป็นเคลวิน

สมการ $n = \frac{PV}{RT}$

แทนค่า $n = \frac{(2.00)(4.10)}{(0.0821)(400)}$

$n = 0.250\ \text{mol}$

คำตอบ **0.250 mol**

ตรวจ หน่วย $\frac{\text{atm·L}}{\text{L·atm·mol}^{-1}\text{K}^{-1}\text{·K}} = \text{mol}$ ✓

ระวัง ใช้ R = 8.314 กับ atm และ L ไม่ได้ เพราะหน่วยไม่ตรงกัน

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ T = 127 (ไม่เปลี่ยนเป็นเคลวิน) · **ข.** ได้ค่านี้ถ้าจัดรูปกลับเป็น $n = \frac{RT}{PV}$ · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ R = 8.314 กับความดันหน่วย atm

63. ตอบ ข. $R = 8.314$ เมื่อ P เป็น kPa และ V เป็น L ทบทวน หัวข้อ 1.5

‹ โจทย์ · CHM5-Q0063

หลักการ $R = 0.0821$ L·atm/(mol·K) ใช้กับ atm และ L ส่วน $R = 8.314$ J/(mol·K) $= 8.314$ kPa·L/(mol·K) ใช้กับ kPa และ L (หรือ Pa และ m^3) หน่วยของ P และ V ต้องตรงกับหน่วยในค่า R

ตัวลวง **ก.** 0.0821 มีหน่วย L·atm/(mol·K) ต้องใช้ความดันเป็น atm ไม่ใช่ kPa · **ค.** 8.314 ใช้กับ kPa·L (หรือ Pa·m^3) ถ้าความดันเป็น atm ค่าที่ได้จะผิดราว 100 เท่า · **ง.** R = 0.0821 ใช้ปริมาตรหน่วย L ถ้าใช้ mL ค่าจะผิด 1000 เท่า

64. ตอบ ก. 32.0 g/mol ทบทวน หัวข้อ 1.5

‹ โจทย์ · CHM5-Q0064

ให้ $m = 1.60$ g, $V = 1.12$ L ที่ STP

ถาม M

หลักการ หาจำนวนโมลจากปริมาตรที่ STP แล้วหามวลโมเลกุล $M = \frac{m}{n}$

สมการ $M = \frac{m}{V/22.4}$

แทนค่า $n = \frac{1.12}{22.4} = 0.0500\ \text{mol}$

$M = \frac{1.60}{0.0500} = 32.0\ \text{g/mol}$

คำตอบ **32.0 g/mol**

ตรวจ ค่า 32.0 g/mol ตรงกับแก๊ส O_2 ซึ่งเป็นค่าที่สมเหตุสมผลของแก๊ส ✓

ระวัง 1.60/1.12 คือความหนาแน่น (g/L) ไม่ใช่มวลโมเลกุล

ตัวลวง **ข.** ค่านี้คือความหนาแน่น m/V (g/L) ยังไม่ได้เปลี่ยนเป็นต่อโมล · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าคำนวณ $\frac{1.12\times22.4}{1.60}$ (จัดสูตรกลับ) · **ง.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ปริมาตรต่อโมลที่ 25 °C (24.5 L/mol) แทนค่าที่ STP

65. ตอบ ค. 1.30 g/L ทบทวน หัวข้อ 1.5

‹ โจทย์ · CHM5-Q0065

ให้ $P = 1.00$ atm, $M = 32.0$ g/mol, $T = 300$ K

ถาม d

หลักการ จาก $PV = nRT$ และ $n = m/M$ จะได้ $d = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$ ใช้หาความหนาแน่นของแก๊สที่ P และ T ใด ๆ

สมการ $d = \frac{PM}{RT}$

แทนค่า $d = \frac{(1.00)(32.0)}{(0.0821)(300)}$

$d = 1.30\ \text{g/L}$

คำตอบ **1.30 g/L**

ตรวจ อุณหภูมิสูงกว่า 0 °C ความหนาแน่นต้องน้อยกว่าค่าที่ STP (1.43 g/L) ✓

ระวัง ค่า 1.43 g/L (= 32.0/22.4) ใช้ได้เฉพาะที่ STP

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ T = 27 (ไม่เปลี่ยนเป็นเคลวิน) · **ข.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ $\frac{RT}{PM}$ (กลับเศษส่วน) · **ง.** ค่านี้คือความหนาแน่นที่ STP (32.0/22.4) แต่โจทย์อยู่ที่ 27 °C

66. ตอบ 13.1 g

ทบทวน หัวข้อ 1.5

‹ โจทย์ · CHM5-Q0066

ให้ $P = 4.00\ \text{atm}$, $V = 5.00\ \text{L}$, $T = 298\ \text{K}$, $M = 16.0\ \text{g/mol}$

ถาม มวลของแก๊ส

หลักการ หาจำนวนโมลจาก $PV = nRT$ แล้วคูณด้วยมวลโมเลกุลของ CH_4 (16.0 g/mol)

สมการ $m = \frac{PV}{RT} \times M$

แทนค่า $n = \frac{(4.00)(5.00)}{(0.0821)(298)} = 0.8175\ \text{mol}$

$m = 0.8175 \times 16.0 = 13.08\ \text{g} \approx 13.1\ \text{g}$

คำตอบ **13.1 g (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±1%)**

ตรวจ แก๊สเบา 0.8 mol มีมวลราว 13 g สมเหตุสมผล ✓

ระวัง ไม่ปัดจำนวนโมลกลางทางมากเกินไป ให้เก็บตัวเลขไว้ 4 หลักก่อนคูณ

ยอมรับ 13.0–13.2 g

67. ตอบ 365 K

ทบทวน หัวข้อ 1.5

‹ โจทย์ · CHM5-Q0067

ให้ $n = 0.500\ \text{mol}$, $V = 10.0\ \text{L}$, $P = 1.50\ \text{atm}$

ถาม T

หลักการ จัดรูป $PV = nRT$ หา T โดยตรง ผลลัพธ์อยู่ในหน่วยเคลวินเพราะ R มีหน่วย K

สมการ $T = \frac{PV}{nR}$

แทนค่า $T = \frac{(1.50)(10.0)}{(0.500)(0.0821)}$

$T = 365.4\ \text{K} \approx 365\ \text{K}$

คำตอบ **365 K (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±1%)**

ตรวจ 365 K ≈ 92 °C เป็นอุณหภูมิที่สมเหตุสมผล ✓

ระวัง คำตอบจากสูตรเป็นเคลวินอยู่แล้ว ไม่ต้องบวก 273 อีก

ยอมรับ 365 K

68. ตอบ ง. ภาชนะ C ทบทวน หัวข้อ 1.5

‹ โจทย์ · CHM5-Q0068

หลักการ จาก $P = \frac{nRT}{V}$ ความดันแปรผันตรงกับ $\frac{nT}{V}$ (R เท่ากันทุกภาชนะ) จึงเปรียบเทียบค่า nT/V ได้โดยไม่ต้องคูณ R: A = 30, B = 30, C = 40, D = 37.5

ตรวจ C มีค่า nT/V = 40 มากที่สุด ✓ (A และ B เท่ากันเพราะ n และ V เพิ่มสองเท่าพร้อมกัน)

ระวัง อย่าตัดสินจากจำนวนโมลหรืออุณหภูมิเพียงค่าเดียว ต้องพิจารณาปริมาตรด้วย

ตัวลวง **ก.** A มี nT/V = 30 น้อยกว่า C · **ข.** B มีจำนวนโมลมากที่สุด แต่ปริมาตรใหญ่ด้วย nT/V = 30 เท่ากับ A · **ค.** D มีปริมาตรเล็กที่สุด แต่โมลและอุณหภูมิต่ำ nT/V = 37.5 ยังน้อยกว่า C

69. ตอบ ก. 0.500 atm ทบทวน หัวข้อ 1.6

‹ โจทย์ · CHM5-Q0069

ให้ $n_{N_2} = 0.30$ mol, $n_{O_2} = 0.10$ mol, $P_{รวม} = 2.00$ atm

ถาม P_{O_2}

หลักการ ความดันย่อยของแก๊สแต่ละชนิดเท่ากับเศษส่วนโมลคูณความดันรวม $P_A = X_A P_{รวม}$

สมการ $P_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{รวม}} \times P_{รวม}$

แทนค่า $X_{O_2} = \frac{0.10}{0.40} = 0.25$

$P_{O_2} = 0.25 \times 2.00 = 0.500$ atm

คำตอบ **0.500 atm**

ตรวจ $P_{N_2} = 1.50$ atm รวมกับ 0.500 atm ได้ 2.00 atm ✓

ระวัง เศษส่วนโมลต้องหารด้วยโมลรวมทั้งหมด ไม่ใช่โมลของแก๊สอีกชนิด

ตัวลวง **ข.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ $n_{O_2}/n_{N_2} = 1/3$ เป็นเศษส่วนโมล · **ค.** ค่านี้คือความดันย่อยของ N_2 · **ง.** ได้ค่านี้ถ้าคูณจำนวนโมล 0.10 กับความดันรวมโดยตรง

70. ตอบ ข. 0.400 atm ทบทวน หัวข้อ 1.6

‹ โจทย์ · CHM5-Q0070

ให้ $n_{O_2} : n_{รวม} = 4 : 12$, $P_{รวม} = 1.20$ atm

ถาม P_{O_2}

หลักการ นับโมเลกุลแต่ละชนิด: N_2 6, O_2 4, Ar 2 รวม 12 โมเลกุล เศษส่วนโมลของ O_2 = 4/12 ความดันย่อยเป็นสัดส่วนกับจำนวนโมเลกุล ไม่ขึ้นกับจำนวนอะตอมในโมเลกุล

สมการ $P_{O_2} = X_{O_2} P_{รวม}$

แทนค่า $P_{O_2} = \frac{4}{12} \times 1.20 = 0.400$ atm

ตรวจ ความดันย่อย N_2 0.600 + O_2 0.400 + Ar 0.200 = 1.20 atm ✓

ระวัง โมเลกุลสองอะตอมนับเป็น 1 อนุภาคแก๊ส

ตัวลวง **ก.** ได้ค่านี้ถ้าใช้ 4/8 คือเทียบ O_2 กับแก๊สชนิดอื่น ไม่ใช่กับทั้งหมด · **ค.** ค่านี้คือความดันที่หนึ่งโมเลกุลในภาพมีส่วน (1.20/12) ยังไม่ได้คูณจำนวนโมเลกุลของ O_2 · **ง.** ได้ค่านี้ถ้านับอะตอม (O 8 อะตอมจากทั้งหมด 22 อะตอม) แทนการนับโมเลกุล

71. ตอบ 731 mmHg

ทบทวน หัวข้อ 1.6

‹ โจทย์ · CHM5-Q0071

ให้ $P_{\text{รวม}} = 755$ mmHg, $P_{H_2O} = 24$ mmHg

ถาม P_{H_2}

หลักการ แก๊สที่เก็บเหนือน้ำเป็นแก๊สผสมของ H_2 กับไอน้ำ เมื่อระดับน้ำในและนอกหลอดเท่ากัน ความดันรวมในหลอดเท่ากับความดันบรรยากาศ ตามกฎของดอลตัน

$$P_{H_2} = P_{\text{รวม}} - P_{H_2O}$$

สมการ $P_{H_2} = P_{\text{รวม}} - P_{H_2O}$

แทนค่า $P_{H_2} = 755 - 24 = 731$ mmHg

คำตอบ **731 mmHg (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±0.5%)**

ตรวจ ความดันย่อยของ H_2 ต้องน้อยกว่าความดันบรรยากาศ ✓

ระวัง ลืมหักความดันไอน้ำจะทำให้จำนวนโมลของ H_2 ที่คำนวณได้มากเกินจริง

ยอมรับ 731

72.

ตอบ ง. ความดันที่แก๊สชนิดนั้นจะมี ถ้าอยู่ในภาชนะเดียวกันเพียงลำพังที่อุณหภูมิเดียวกัน

ทบทวน หัวข้อ 1.6

‹ โจทย์ · CHM5-Q0072

หลักการ กฎของดอลตัน: แก๊สแต่ละชนิดในแก๊สผสม (ที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน) ออกแรงดันเสมือนอยู่ในภาชนะนั้นเพียงชนิดเดียว ความดันส่วนนี้คือความดันย่อย และผลรวมของความดันย่อยคือความดันรวม

ตัวลวง **ก.** ความดันย่อยไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกชนิด ขึ้นกับจำนวนโมลของแต่ละแก๊ส · **ข.** ความดันก่อนผสมจะเท่ากับความดันย่อยเฉพาะเมื่อปริมาตรและอุณหภูมิเท่าเดิม · **ค.** ผลต่างกับความดันบรรยากาศคือความดันเกจ ไม่เกี่ยวกับความดันย่อย

73. ตอบ 0.30

ทบทวน หัวข้อ 1.6

‹ โจทย์ · CHM5-Q0073

ให้ $P_{He} = 0.60$ atm, $P_{Ne} = 1.40$ atm

ถาม X_{He}

หลักการ จาก $P_A = X_A P_{\text{รวม}}$ จะได้ $X_A = \frac{P_A}{P_{\text{รวม}}}$ โดย $P_{\text{รวม}}$ เป็นผลรวมของความดันย่อย

สมการ $X_{\mathrm{He}} = \dfrac{P_{\mathrm{He}}}{P_{\mathrm{He}} + P_{\mathrm{Ne}}}$

แทนค่า $X_{\mathrm{He}} = \dfrac{0.60}{2.00} = 0.30$

คำตอบ **0.30 (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±1%)**

ตรวจ เศษส่วนโมลไม่มีหน่วยและอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ✓

ระวัง 0.60/1.40 = 0.43 เป็นอัตราส่วนโมล He : Ne ไม่ใช่เศษส่วนโมล

ยอมรับ 0.30 หรือ 0.3

74. ตอบ ข. โมเลกุลแก๊สดึงดูดกันมาก จึงจับกันเป็นกลุ่มเมื่อชนกัน

ทบทวน หัวข้อ 1.7 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0074

หลักการ ทฤษฎีจลน์ถือว่าโมเลกุลแก๊สไม่มีแรงดึงดูดหรือแรงผลักต่อกัน (ยกเว้นขณะชน) และการชนเป็นแบบยืดหยุ่น โมเลกุลจึงไม่จับกันเป็นกลุ่ม ข้อความนี้จึงขัดกับสมมติฐาน

ตัวลวง **ก.** เป็นสมมติฐานจริง ทำให้ถือว่าปริมาตรของแก๊สคือปริมาตรภาชนะ · **ค.** เป็นสมมติฐานจริง การเคลื่อนที่แบบสุ่มทำให้ความดันเท่ากันทุกทิศ · **ง.** เป็นสมมติฐานจริง เชื่อมพลังงานจลน์เฉลี่ยกับอุณหภูมิเคลวิน

75. ตอบ ก. ความดันเพิ่มขึ้น เพราะโมเลกุลเคลื่อนที่เร็วขึ้น ชนผนังบ่อยขึ้นและแรงขึ้น

ทบทวน หัวข้อ 1.7 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0075

หลักการ กราฟที่ T_2 เลื่อนไปทางพลังงานสูง แสดงว่าพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลเพิ่มขึ้น (แปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน) โมเลกุลจึงเคลื่อนที่เร็วขึ้น ในถังปริมาตรคงที่ โมเลกุลชนผนังบ่อยขึ้นและแต่ละครั้งแรงขึ้น ความดันจึงเพิ่มขึ้น (สอดคล้องกับกฎของเกย์-ลูสแซก)

ตรวจ ภาชนะปิดสนิทปริมาตรคงที่ ให้ความร้อนแล้วความดันต้องเพิ่ม ✓ สอดคล้องกับ P/T คงที่

ระวัง ยอดกราฟต่ำลงไม่ได้แปลว่าพลังงานลดลง — กราฟแผ่กว้างและเลื่อนไปทางพลังงานสูง

ตัวลวง **ข.** จำนวนโมเลกุลเท่าเดิมจริง แต่โมเลกุลเร็วขึ้น ชนผนังบ่อยและแรงขึ้น ความดันจึงไม่เท่าเดิม · **ค.** ยอดต่ำลงเพราะกราฟแผ่กว้าง (จำนวนโมเลกุลเท่าเดิม) ไม่ได้แสดงว่าพลังงานลดลง · **ง.** ตามทฤษฎีจลน์ ขนาดโมเลกุลไม่เปลี่ยนตามอุณหภูมิ ความดันเพิ่มเพราะการชนผนัง ไม่ใช่เพราะโมเลกุลขยาย

76. ตอบ ค. ความดันต่ำและอุณหภูมิสูง ทบทวน หัวข้อ 1.7 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0076

หลักการ ความดันต่ำ โมเลกุลอยู่ห่างกันมาก ปริมาตรของตัวโมเลกุลจึงน้อยมากเทียบกับภาชนะ ส่วนอุณหภูมิสูง โมเลกุลเคลื่อนที่เร็ว แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลแทบไม่มีผล สองข้อนี้ตรงกับสมมติฐานของแก๊สอุดมคติ

ตัวลวง ก. ความดันสูงทำให้ปริมาตรโมเลกุลมีผล และอุณหภูมิต่ำทำให้แรงดึงดูดมีผล แก๊สจึงเบี่ยงเบนมากที่สุด · ข. อุณหภูมิสูงช่วย แต่ความดันสูงทำให้โมเลกุลชิดกันจนปริมาตรโมเลกุลมีผล · ง. ใกล้จุดควบแน่น แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีผลมาก แก๊สจึงเบี่ยงเบนจากอุดมคติ

77. ตอบ ง. พลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่ He มีอัตราเร็วเฉลี่ยสูงกว่า

ทบทวน หัวข้อ 1.7 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0077

หลักการ ตามทฤษฎีจลน์ พลังงานจลน์เฉลี่ยขึ้นกับอุณหภูมิเคลวินเท่านั้น ที่ 300 K ทั้งสองแก๊สจึงมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน เมื่อ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ เท่ากัน โมเลกุลที่มวลน้อยกว่า (He) ต้องมีอัตราเร็วสูงกว่า

ตัวลวง ก. มวลไม่ได้เพิ่มพลังงานจลน์เฉลี่ย ที่อุณหภูมิเดียวกันพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน · ข. พลังงานจลน์เท่ากันแต่มวลต่างกัน อัตราเร็วจึงต้องต่างกัน · ค. He เร็วกว่าจริง แต่พลังงานจลน์เฉลี่ยยังเท่ากันเพราะมวลน้อยกว่า

78. ตอบ ข. 4.00 เท่า

ทบทวน หัวข้อ 1.8 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0078

ให้ $M_{H_2} = 2.0\ \text{g/mol}$, $M_{O_2} = 32.0\ \text{g/mol}$

ถาม r_{H_2}/r_{O_2}

หลักการ กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม: อัตราการแพร่แปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุล $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$ แก๊สเบาแพร่เร็วกว่า

สมการ $\frac{r_{H_2}}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}}$

แทนค่า $\frac{r_{H_2}}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{32.0}{2.0}} = \sqrt{16} = 4.00$

คำตอบ **4.00 เท่า**

ตรวจ H_2 เบากว่า ต้องแพร่เร็วกว่า (อัตราส่วนมากกว่า 1) ✓

ระวัง อย่าลืมถอดรากที่สอง

ตัวลวง ก. ได้ค่านี้ถ้าใช้อัตราส่วนมวลโดยไม่ถอดรากที่สอง · ค. ได้ค่านี้ถ้ากลับเศษส่วน ($\sqrt{2/32}$) · ง. ได้ค่านี้ถ้ากลับเศษส่วนและไม่ถอดรากที่สอง

79. ตอบ ก. 59.4 cm

ทบทวน หัวข้อ 1.8 ‹ โจทย์ · CHM5-Q0079

ให้ $L = 100\ \text{cm}$, $M_{NH_3} = 17.0$, $M_{HCl} = 36.5$

ถาม ระยะจากปลาย NH_3

หลักการ แก๊สทั้งสองเริ่มแพร่พร้อมกันและใช้เวลาเท่ากันจนพบกัน ระยะทางจึงแปรผันตรงกับอัตราการแพร่ $\frac{d_{NH_3}}{d_{HCl}} = \sqrt{\frac{36.5}{17.0}} = 1.465$ แล้วแบ่งความยาวหลอด 100 cm ตามอัตราส่วนนี้

สมการ $d_{NH_3} = L \times \frac{\sqrt{M_{HCl}}}{\sqrt{M_{NH_3}} + \sqrt{M_{HCl}}}$

แทนค่า $\sqrt{36.5} = 6.04,\ \sqrt{17.0} = 4.12$

$$d_{NH_3} = 100 \times \frac{6.04}{4.12 + 6.04} = 59.4 \text{ cm}$$

ตรวจ NH_3 เบากว่า แพร่ได้ไกลกว่า วงแหวนจึงอยู่ใกล้ปลาย HCl (ระยะจากปลาย NH_3 เกิน 50 cm) ✓

ระวัง วงแหวนเกิดใกล้ปลายของแก๊สที่หนักกว่า ไม่ใช่ใกล้ปลายแก๊สที่เบากว่า

ตัวลวง **ข.** ค่านี้คือระยะจากปลาย HCl (สลับปลาย) · **ค.** ได้ค่านี้ถ้าแบ่งระยะตามอัตราส่วนมวลโดยไม่ถอดรากที่สอง · **ง.** ได้ค่านี้ถ้าคิดว่าแก๊สทั้งสองแพร่ได้เร็วเท่ากัน

80. ตอบ 128 g/mol

ทบทวน หัวข้อ 1.8

‹ โจทย์ · CHM5-Q0080

ให้ $\frac{r_X}{r_{O_2}} = 0.50,\ M_{O_2} = 32.0 \text{ g/mol}$

ถาม M_X

หลักการ จากกฎของเกรแฮม $\frac{r_X}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_X}}$ ยกกำลังสองทั้งสองข้างแล้วหา M_X

สมการ $M_X = M_{O_2}\left(\frac{r_{O_2}}{r_X}\right)^2$

แทนค่า $M_X = 32.0 \times \left(\frac{1}{0.50}\right)^2 = 32.0 \times 4 = 128 \text{ g/mol}$

คำตอบ **128 g/mol (ยอมรับคลาดเคลื่อน ±1%)**

ตรวจ X แพร่ช้ากว่า จึงต้องหนักกว่า O_2 ✓

ระวัง ช้ากว่า 2 เท่า หมายถึงหนักกว่า 4 เท่า ไม่ใช่ 2 เท่า

ยอมรับ 128

81. ตอบ ค. อากาศในยางร้อนขึ้นขณะที่ปริมาตรยางแทบไม่เปลี่ยน

ทบทวน หัวข้อ 1.9

‹ โจทย์ · CHM5-Q0081

หลักการ ยางรถมีปริมาตรเกือบคงที่และไม่มีอากาศเข้าออก (n คงที่) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลเคลื่อนที่เร็วขึ้น ชนผนังแรงและบ่อยขึ้น ความดันจึงเพิ่มตามกฎของเกย์-ลูสแซก

ตัวลวง **ก.** ยางเป็นระบบปิด อากาศจากภายนอกเข้าไปเองไม่ได้ ถ้ายางขยายมาก ความดันจะลดลงด้วยซ้ำ · **ข.** ขนาดของโมเลกุลไม่เปลี่ยนตามอุณหภูมิ สิ่งที่เปลี่ยนคืออัตราเร็วของโมเลกุล · **ง.** การเสียดสีทำให้ร้อน แต่ไม่ทำให้จำนวนโมเลกุลในยางเพิ่มขึ้น

82. ตอบ 6.0 L

ทบทวน หัวข้อ 1.9

‹ โจทย์ · CHM5-Q0082

ให้ $P_1 = 2.0 \text{ atm},\ V_1 = 3.0 \text{ L},\ P_2 = 1.0 \text{ atm}$

ถาม V_2

หลักการ อากาศในปอดเป็นแก๊สปริมาณคงที่ที่อุณหภูมิคงที่ ความดันลดลงครึ่งหนึ่ง ปริมาตรจึงเพิ่มเป็นสองเท่าตามกฎของบอยล์ นี่คือเหตุผลที่นักดำน้ำต้องไม่กลั้นหายใจขณะขึ้นสู่ผิวน้ำ

Learn Space

เข้าใจหลักการ คำนวณเป็น เห็นภาพทุกปฏิกิริยา

ตะลุยโจทย์ เคมี ม.5 – 1,000 ข้อ

ฝึกเชื่อมโยงหลักการกับการคำนวณ
อ่านกราฟ วิเคราะห์ข้อมูลและการทดลอง
พร้อมคำใบ้และเฉลยที่อธิบายวิธีคิด

- ✓ 1,000 ข้อ ครอบคลุมเคมี ม.5
- ✓ คำใบ้และเฉลยละเอียดครบทุกข้อ
- ✓ แบบทดสอบท้ายบทครบ 5 บท
- ✓ ชุดสอบรวม 3 ชุด
- ✓ แบบประเมินก่อนเรียน-หลังเรียน
- ✓ แผนฝึก 8 สัปดาห์

ครอบคลุม 5 บท

แก๊ส • อัตราการเกิดปฏิกิริยา • สมดุลเคมี
กรด-เบส • เคมีไฟฟ้า



แอป LearnSpace
App Store · iPhone / iPad

แอป LearnSpace
Google Play · Android

ฝึกคิดทีละขั้น ทบทวนจุดพลาดอย่างเป็นระบบ

ChatStick Team | www.chatstickmarket.com