# ***แบบฝึกหัดเรื่อง อุณหพลศาสตร์***

***ปิติ ตรีสุกล โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี มก.กพส.***

## กฎเทอร์โมไดนามิกส์

1. อธิบายความแตกต่างของสมบัติจุลภาค และสมบัติมหัพภาค
2. อธิบายสมบัติที่ขึ้นกับปริมาณ และสมบัติที่ไม่ขึ้นกับปริมาณ
3. ฟังก์ชันสภาวะคืออะไร
4. ข้อใดต่อไปนี้คือฟังก์ชันสภาวะ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\Delta V$ | $W$ | $H$ | $\Delta H$ |
| *ความร้อน* | *งานเนื่องจากการขยายตัว* | *การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน* | |
| *อุณหภูมิ* | *ความดัน* | *เอนโทรปี* | |

5. กฎทางเทอร์โมไดนามิกส์ 3 ข้อคืออะไร แต่ละข้อมีความสำคัญอย่างไร
6. แก๊ส He 0.5 molบรรจุอยู่ในกระบอกสูบปริมาตร 5 L ที่อุณหภูมิ 273 K และความดันภายนอกเท่ากับ 2.0 atm
   6.1. กระบอกสูบนี้จะขยายตัวหรือหดตัว เพราะเหตุใด
   6.2. ที่สภาวะสมดุล กระบอกสูบจะมีปริมาตรเท่าใด
7. แก๊สในกระบอกสูบ1 mol ที่อุณหภูมิ 300 Kขยายตัวจากปริมาตร 3 L เป็น 5 L จงคำนวณหางานที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไข
   7.1. ความดันภายนอกคงที่เท่ากับ 1 บรรยากาศ
   7.2. ความดันภายนอกคงที่เท่ากับ 2 บรรยากาศ
   7.3. เป็นกระบวนการแบบย้อนกลับได้
8. แก๊สอุดมคติ 0.5mol ที่อุณหภูมิ 300 K ขยายตัวจาก 1 L เป็น 4L จงคำนวณหา$q, w, \Delta U$เมื่อ
   8.1. ความดันภายนอกเท่ากับ 1 atm และเป็นกระบวนการ adiabatic
   8.2. เป็นกระบวนการ isothermal แบบผันกลับได้
9. น้ำบริสุทธิ์ 100 g แข็งตัวที่อุณภูมิ 0 °Cและความดัน 1 atm จงคำนวณหา $q, w, \Delta U, \Delta H, \Delta S$
10. ความร้อนจำเพาะของโลหะอลูมิเนียมเท่ากับ 0.9 J $g^{-1}$ $°C^{-1}$ต้องใช้ความร้อนเท่าไรจึงจะทำให้โลหะอลูมิเนียมหนัก 20 g มีอุณหภูมิเพิ่มจาก 20 °C เป็น 50 °C
11. ให้ความร้อนกับน้ำ 500 g ที่อุณหภูมิ 0 °Cจนมีอุณหภูมิ 100 °Cที่ความดันบรรยากาศเท่ากับ 1 atm จงคำนวณหา $q, w, \Delta U, \Delta H$
12. ปฏิกิริยา $2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g) \quad \Delta H = -220\ kJ$ เกิดขึ้นที่ 1 atm และ 300 K
    12.1. จงคำนวณหาค่า $q, w, \Delta U, \Delta H, \Delta S$ ของระบบ
    12.2. จงคำนวณหาค่า $q, w, \Delta U, \Delta H, \Delta S$หากคาร์บอน 4 mol ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน3 mol
13. พิจารณากระบวนการต่อไปนี้ และสรุปว่าค่า $q, w, \Delta U, \Delta H, \Delta S$ ของแต่ละกระบวนการมีค่าเป็น บวก ลบ หรือเป็นศูนย์
    1) ลูกเหม็นหลอมเหลวแบบ Reversible ที่ 1 atm และ ที่อุณหภูมิจุดหลอมเหลวปกติ
    2) แก๊สขยายตัวแบบ Reversible และ Adiabatic
    3) แก๊สหดตัวแบบ Isothermal
    4) แก๊สขยายตัวแบบ Adiabatic ไปในสุญญากาศ
    5) การเผาไหม้ของมีเทน $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ ที่ความดัน 1 atm
    6) ปฏิกิริยาสะเทินระหว่าง HCl และ NaOH
14. HCl 0.2 M 50 ml ทำปฏิกิริยากับNaOH 0.1 M 50 ml ที่อุณหภูมิ 30 °C ในแคลอริมิเตอร์ พบว่าอุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น 12 °C จงคำนวณความร้อนของปฏิกิริยาต่อโมลของน้ำที่เกิดขึ้น
    กำหนดให้ $s_{สารละลาย}$ = 1.00 J·$g^{-1}$·$°C^{-1}$และ d สารละลาย = 1.02 g ·$ml^{-1}$และ $C_{cal}$ = 15 J·$°C^{-1}$
15. จงพิจารณาคำกล่าวต่อไปนี้ว่าถูกหรือผิด พร้อมอธิบาย
    15.1. $\Delta S$หรือการเปลี่ยนแปลงเอนทาลปี เป็น State function
    15.2. เราไม่สามารถหาค่า $U, H, S$ของระบบได้
    15.3. พลังงานภายในของระบบปิดทุกระบบคงที่เมื่ออุณหภูมิคงที่
    15.4. ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนและมวลกับสิ่งแวดล้อมคือระบบโดดเดี่ยว (Isolated system)

http://chem.flas.kps.ku.ac.th

15.5. จากกฎข้อ 1 ถ้ากระบวนการใดๆ$\Delta U = 0$แสดงว่าไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ทั้งความร้อนและงานจะเท่ากับศูนย์

15.6. จากกฎข้อ 2 ถ้ากระบวนการใดมีค่า $\Delta S_{sys} > 0$ กระบวนการนั้นจะเกิดขึ้นเองได้

15.7. กระบวนการ Isothermalคือกระบวนการที่มี$\Delta T = 0$

**อุณหเคมี**

16. กฎของเฮสส์คืออะไร มีความสำคัญอย่างไร
17. จงเขียนสมการการเกิดของสารต่อไปนี้
    17.1. $H_2O$ (g)
    17.2. $CH_4$ (g)
    17.3. $CH_3COOH$ (l)
    17.4. $CuSO_4$ (s)
18. กระบวนการใดต่อไปนี้มีค่า $\Delta S_{sys}$เป็นบวก
    18.1. $H_2O(g) + CO_2(g) \rightarrow H_2CO_3(aq)$
    18.2. $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$
    18.3. $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(g) + CO_2(g)$
19. จุดเดือดของ $C_2H_5OH$ เท่ากับ 78.5 °C และความร้อนของการกลายเป็นไอเท่ากับ 38.6 kJ/mol จงหาการเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของระบบเมื่อ $C_2H_5OH$(g) 20 g ควบแน่นเป็น $C_2H_5OH$(l) ที่ความดัน 1 atm และ อุณหภูมิเท่ากับจุดเดือดปกติ
20. กระบวนการเผาไหม้น้ำตาลซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 1.5 g ในบอมบ์แคลอริมิเตอร์ ซึ่งมีค่าความจุความร้อนเท่ากับ 5kJ/°C พบว่าอุณหภูมิของ Bomb Calorimeter สูงขึ้น 4.5 °C จงคำนวณหาค่าต่อไปนี้ $\Delta U$ ของปฏิกิริยาการเผาไหม้นี้
21. จงคำนวณหาความร้อนของปฏิกิริยา $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$โดยใช้กฎของเฮสส์และข้อมูลต่อไปนี้

    1) $CO_2(g) \rightarrow C(graphite) + O_2(g)$ $\Delta H_1$=+402 kJ
    2) $Ca(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CaO(s)$ $\Delta H_2$=−603 kJ
    3) $CaCO_3(s) \rightarrow C(graphite) + Ca(s) + \frac{3}{2}O_2(g)$ $\Delta H_3$=+1205 kJ

22. พิจารณาปฏิกิริยา $CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$
    22.1. จงคำนวณหาค่า$\Delta H^\circ$ และ $\Delta S^\circ$ของปฏิกิริยาโดยใช้ข้อมูลจากตารางค่าเทอร์โมไดนามิกส์
    22.2. ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นเองได้หรือไม่ที่อุณหภูมิ 500 K เพราะเหตุใด
    22.3. ถ้าปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นเองไม่ได้ที่อุณหภูมิ 500 K ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นเองได้หรือไม่ที่เงื่อนไขใด
23. พิจารณาปฏิกิริยา $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
    23.1. จงคำนวณหาค่า$\Delta H^\circ$ และ $\Delta S^\circ$ของปฏิกิริยาโดยใช้ข้อมูลจากตารางค่าเทอร์โมไดนามิกส์
    23.2. ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นเองได้หรือไม่ที่อุณหภูมิ 500 K เพราะเหตุใด
    23.3. ถ้าปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นเองไม่ได้ที่อุณหภูมิ 500 K ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นเองได้หรือไม่ที่เงื่อนไขใด

http://chem.flas.kps.ku.ac.th

**<u>กำหนดให้</u>**

$\Delta H_{vap}$=2.257 kJ/g, $\Delta H_{fus}$=334.5 J/g, $C_p(H_2O, l)$=4.2 J/(g K), $\rho_{ice}$= 0.917 g/cm$^3$, $\rho_{H_2O(0°C)}$= 1.000 g/cm$^3$, $\rho_{H_2O(100°C)}$=0.958 g/cm$^3$

| Species | $\Delta H°_f$ (kJ/mol) | S° (J/ K mol) | $\Delta G°_f$ (kJ/mol) |
|---|---|---|---|
| CO(g) | -110.50 | 197.50 | -137.20 |
| CO2(g) | -393.50 | 213.70 | -394.40 |
| H2(g) | 0.00 | 130.60 | 0.00 |
| H2O(g) | -241.83 | 188.72 | -228.60 |
| H2O(l) | -285.84 | 69.94 | -237.19 |
| H2O(s) | -292.00 | 41.00 | - |
| N2(g) | 0.00 | 191.50 | 0.00 |
| NH3(g) | -45.90 | 193.00 | -16.00 |

http://chem.flas.kps.ku.ac.th