



ประมวลการสอน
ภาคต้น ปีการศึกษา 2561

1. คณะ ศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สายวิชา วิทยาศาสตร์ สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
2. รหัสวิชา 02738452 ชื่อวิชา (ไทย) เคมีเชิงฟิสิกส์ทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
จำนวนหน่วยกิต 4(3-3-8) (อังกฤษ) Physical Chemistry in Biological Science
วิชาพื้นฐาน 01403111 เคมีทั่วไป
บรรยาย/ปฏิบัติการ หมู่ 700/711 วัน เวลา และสถานที่สอน วันจันทร์ เวลา 09.00-12.00 น. ห้อง SC4-307
3. ผู้สอน / คณะผู้สอน
อ. พุทธพร ส่องศรี
4. การให้หนังสือเข้าพบและให้คำแนะนำนอกเวลาเรียน
อ. พุทธพร ส่องศรี ห้องพัก SC2-313 ในวันและเวลาราชการ หรือ อีเมล puta_ku@hotmail.com หรือ faasptps@ku.ac.th Facebook: พุทธพร ส่องศรี , Page: www.facebook.com/02738452phychembiosci
5. จุดประสงค์ของวิชา
เพื่อให้หนังสือมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทางฟิสิกส์ที่สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทางเคมีและทางชีวภาพในสิ่งมีชีวิตได้
6. คำอธิบายรายวิชา
หลักอุณหพลศาสตร์ทางชีวเคมี จลนพลศาสตร์ และกลไกของปฏิกิริยาทางชีวเคมี เคมีไฟฟ้าในระบบชีวภาพ จลนพลศาสตร์ของเอนไซม์ และการประยุกต์ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
Principles of biochemical thermodynamics, kinetics and mechanisms of biochemical reaction, electrochemistry in biochemical system, enzyme kinetics; application in biological science.
7. คำาโครงการรายวิชา
ดูในข้อ 13. ตารางกิจกรรม
8. วิธีสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
การบรรยาย การอภิปราย และการฝึกแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ
9. อุปกรณ์สื่อการสอน
เอกสารประกอบคำบรรยาย คอมพิวเตอร์
10. การวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
การสอบกลางภาค 25 % การสอบปลายภาค 45 % แบบฝึกหัด งานเดี่ยว งานกลุ่ม 30%
11. การประเมินผลการเรียน
โดยวิธีการตัดเกรดแบบอิงเกณฑ์

12. เอกสารอ่านประกอบ

P. Atkins and Julio de Paula, Physical Chemistry for the Life Sciences 2nd edition,
Oxford University Press. 2011 ดาวน์โหลดได้ที่ <http://goo.gl/Up1L0>

R. Chang, Physical Chemistry for the Biosciences, University Science Books. 2004

13. ตารางกิจกรรมการเรียนการสอน

หมู่ 700/711 วัน เวลา และสถานที่สอน จันทร์ 09.00 – 12.00 น. ห้องเรียน SC4-307

สัปดาห์	วัน เดือน ปี	เนื้อหา	กิจกรรม	ผู้สอน
1	6 ส.ค. 61	งดเรียน		
2	13 ส.ค. 61	วันหยุดชดเชยวันเฉลิมพระชนมพรรษาฯ		
3	20 ส.ค. 61	แนะนำรายวิชา กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์	บรรยาย	อ.พุทธพร ส่องศรี
4	27 ส.ค. 61	กฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์	แบบฝึกหัด	
5	3 ก.ย. 61	สารละลาย	งานเดี่ยว	
6	10 ก.ย. 61	สมดุลเคมี	งานกลุ่ม	
7	17 ก.ย. 61	เคมีไฟฟ้า		
8	24 ก.ย. 61	สัปดาห์สอบกลางภาค		
9	1 ต.ค. 61	กรดและเบส	บรรยาย	อ.พุทธพร ส่องศรี
10	8 ต.ค. 61	จลนศาสตร์เคมี	แบบฝึกหัด	
11	15 ต.ค. 61	วันหยุดชดเชยวันคล้ายวันสวรรคต ร.9		
12	22 ต.ค. 61	จลนศาสตร์ของเอนไซม์	บรรยาย	อ.พุทธพร ส่องศรี
13	29 ต.ค. 61	กลศาสตร์ควอนตัมและโครงสร้างอะตอม	แบบฝึกหัด	
14	5 พ.ย. 61	พันธะเคมีและแรงกระทำระหว่างโมเลกุล	งานเดี่ยว	
15	12 พ.ย. 61	สเปกโทรสโคปี	งานกลุ่ม	
16	19 พ.ย. 61	เคมีแสงและชีววิทยาเชิงแสง		
17	26 พ.ย. 61	สารโมเลกุลใหญ่		
		สอบไล่		

(นายพุทธพร ส่องศรี)

6 ส.ค. 61

02738452 เคมีเชิงฟิสิกส์ทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 27 ส.ค. 58

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

- เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในสิ่งมีชีวิต (bioenergetics)
- energy คือ ความสามารถที่จะทำงานได้
- work คือ กระบวนการเคลื่อนที่ต้านแรงกระทำตรงข้าม
- system คือ ส่วนหนึ่งของโลกที่เราสนใจเป็นพิเศษ
- surroundings คือ บริเวณที่เราสังเกต
- open system สามารถแลกเปลี่ยนกับสิ่งแวดล้อมได้ทั้งพลังงานและสสาร ตย.เช่น เซลล์สิ่งมีชีวิต
- closed system สามารถแลกเปลี่ยนได้เฉพาะพลังงาน ตย.เช่น ฟลasks ที่อุดจุกไว้
- isolated system ไม่สามารถแลกเปลี่ยนทั้งสสารและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม เช่น ฟลasks ที่มีฉนวนหุ้ม ปิดฝา
- heating คือ กระบวนการถ่ายโอนพลังงาน เนื่องจากมีความต่างระหว่างอุณหภูมิของระบบกับสิ่งแวดล้อม
- diathermic หมายถึง ผนังที่ยอมให้ความร้อนผ่านได้
- adiabatic หมายถึง ผนังที่ไม่ยอมให้ความร้อนผ่าน
- exothermic คือ กระบวนการที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากระบบไปสู่สิ่งแวดล้อม เช่น กระบวนการเผาไหม้
- endothermic คือ กระบวนการที่มีการดูดซับความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ เช่น การละลายของ ammonium nitrate ในน้ำ
- metabolism คือ ปฏิกริยาเคมีที่ดักจับ สะสมและใช้พลังงานในเซลล์สิ่งมีชีวิต
- catabolism คือ ปฏิกริยาออกซิเดชันสารอาหารในเซลล์ และปล่อยพลังงานในรูปของ work มากกว่า heat
- anabolism คือ ปฏิกริยาสังเคราะห์สารโมเลกุลเล็กและโมเลกุลใหญ่

การวัด work

$$\text{work} = mgh$$

ตัวอย่าง สารอาหารในดินถูกดูดขึ้นไปผ่านระบบรากของต้นไม้ไปยังใบผ่านระบบท่อลำเลียง

work ที่ใช้ในการดึงน้ำ 10 กรัมผ่านลำต้นไปยังยอดบนสุด สูง 20 เมตร คือ

$$\text{work} = (1.0 \times 10^{-2} \text{ kg}) \times (9.81 \text{ m s}^{-2}) \times (20 \text{ m}) = 2.0 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} = 2.0 \text{ J}$$

ข้อตกลงเรื่องเครื่องหมาย – และ +

ถ้าพลังงานออกจากระบบในรูปของ work จะใช้เครื่องหมายลบ เช่น -100 J

ถ้ามี work กระทำต่อระบบ จะใช้เครื่องหมายบวก เช่น +100 J

งานเนื่องจากการขยายตัวด้านความดันคงที่ (expansion work) คือ $w = -p_{\text{ex}}\Delta V$

การวัด heat

heat ใช้สัญลักษณ์ q ส่วน work ใช้สัญลักษณ์ w

$$\text{heat capacity } C = q/\Delta T$$

ตัวอย่าง ถ้า heat capacity ของน้ำในบีกเกอร์คือ 0.50 kJ K^{-1} และสังเกตว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 4.0 K ดังนั้นแสดงว่ามี

$$\text{heat ถ่ายโอนสู่น้ำ } q = (0.50 \text{ kJ K}^{-1}) \times (4.0 \text{ K}) = +2.0 \text{ kJ}$$

ในทางปฏิบัติ นิยมใช้ specific heat ซึ่งหมายถึง ค่า C หารด้วยปริมาณสาร มีหน่วยเป็น $\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

The internal energy

ใช้สัญลักษณ์ U และ $\Delta U = w + q$ เมื่อ w คือ พลังงานที่ถ่ายโอนเข้าสู่ระบบในรูปแบบ work ส่วน q หมายถึงพลังงานที่ถ่ายโอนเข้าสู่ระบบในรูปแบบ heat

ตัวอย่าง นักโภชนาการมีความสนใจในเรื่องการใช้พลังงานของร่างกายมนุษย์ และสามารถพิจารณาร่างกายเป็น “system” ทางเทอร์โมไดนามิกส์ สมมติว่าในระหว่างการทดลอง นิสิตทำ work 622 kJ ด้วยการปั่นจักรยานออกกำลังกาย และสูญเสียพลังงานในรูปแบบ heat ไป 82 kJ จงหาค่า ΔU

$$\Delta U = w + q = (-622 \text{ kJ}) + (-82 \text{ kJ}) = -704 \text{ kJ}$$

แสดงว่า internal energy ของนิสิตลดลง 704 kJ แต่จะได้กลับคืนมาเมื่อกินอาหารเข้าไป

แบบฝึกหัด ชาร์จถ่านโดยจ่ายพลังงานในรูปแบบ electrical work 250 kJ แต่สูญเสียพลังงานในรูปแบบความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อม 25 kJ จงคำนวณหา ΔU ของถ่าน (ตอบ: +225 kJ)

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

“The internal energy of an isolated system is constant”

The definition of enthalpy

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V \text{ หมายถึงการเปลี่ยนแปลง enthalpy ที่ความดันคงที่}$$

Bomb calorimeters

ตัวอย่างการ calibrate แคลอรีมิเตอร์และการวัดองค์ประกอบพลังงานของอาหาร

ในการทดลองเพื่อวัด heat ที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ตัวอย่างอาหาร พบว่าอาหารถูกเผาในแคลอรีมิเตอร์แล้ว อุณหภูมิสูงขึ้น 3.22 °C

เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้า 1.23 A จากแหล่งจ่ายไฟ 12.0 V ไหลผ่านแคลอรีมิเตอร์เดียวกันนี้เป็นเวลา 156 s พบว่า

อุณหภูมิสูงขึ้น 4.47 °C จงหาองค์ประกอบพลังงานของอาหารนี้ ที่ได้ในรูปแบบความร้อนจากปฏิกิริยาเผาไหม้

วิธีทำ heat ที่ได้ระหว่างขั้นตอนการ calibrate คือ

$$\begin{aligned} q = IVt &= (1.23 \text{ A}) \times (12.0 \text{ V}) \times (156 \text{ s}) \\ &= 1.23 \times 12.0 \times 156 \text{ A V s} \\ &= 1.23 \times 12.0 \times 156 \text{ J} = 2.30 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$C = q/\Delta\theta = (1.23 \times 12.0 \times 156 \text{ J})/4.47 \text{ }^\circ\text{C} = (1.23 \times 12.0 \times 156)/4.47 \text{ J }^\circ\text{C}^{-1} = 515 \text{ J }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{และ } q &= C\Delta\theta = ((1.23 \times 12.0 \times 156 \text{ J})/4.47 \text{ J }^\circ\text{C}^{-1}) \times 3.22 \text{ }^\circ\text{C} = 1.66 \text{ kJ} \\ &= 0.397 \text{ Cal} \end{aligned}$$

แบบฝึกหัด ในการทดลองเพื่อวัดความร้อนที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงตัวอย่างในแคลอรีมิเตอร์ พบว่า อุณหภูมิสูงขึ้น 2.78 °C และเมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้า 1.12 A จากแหล่งจ่ายไฟ 11.5 V ผ่าน heater ของแคลอรีมิเตอร์เดียวกันนี้เป็นเวลา 162 s อุณหภูมิสูงขึ้น 5.11 °C จงหา heat ที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ครั้งนี้ (ตอบ: 1.1 kJ)

Exercises

Ref: Peter Atkins and Julio de Paula. 2011. Physical Chemistry for the Life Sciences 2nd ed.

Page 66

1.15 The heat capacity of air is much smaller than that of water, and relatively modest amounts of heat are needed to change its temperature. This is one of the reasons why desert regions, although very hot during the day, are bitterly cold at night. The heat capacity of air at room temperature and pressure is approximately $21 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. How much energy is required to raise the temperature of a room of dimensions $5.5 \text{ m} \times 6.5 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$ by 10°C ? if losses are neglected, how long will it take a heater rated at 1.5 kW to achieve that increase given that $1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$?

1.17 A laboratory animal exercised on a treadmill, which, through pulleys, raised a mass of 200 g through 1.55 m . At the same time, the animal lost 5.0 J of energy as heat. Disregarding all other losses and regarding the animal as a closed system, what is its change in internal energy?

(Ans: -8.04 J)

1.30 In an experiment to determine the energy content of a food, a sample of the food was burned in an oxygen atmosphere and the temperature rose by 2.89°C . When a current of 1.27 A from a 12.5 V source flowed through the same calorimeter for 157 s , the temperature rose by 3.88°C . What energy was released as heat by the combustion?

(Ans: 1.86 kJ)

E1.15 We take the room temperature and pressure to be $T = 298 \text{ K}$ and $p = 1.00 \text{ atm}$. The volume is

$$V = (5.5 \text{ m}) \times (6.5 \text{ m}) \times (3.0 \text{ m}) = 1.07 \times 10^5 \text{ dm}^3.$$

The amount of gas in the room is computed with the perfect gas law.

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{(1.00 \text{ atm}) \times (1.07 \times 10^5 \text{ dm}^3)}{(8.206 \times 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (298 \text{ K})} = 4.38 \times 10^3 \text{ mol}$$

Thus, the energy required to raise the air temperature by 10°C (equivalent to a 10 K change) is

$$q = nC_{p,m}\Delta T \\ = (4.38 \times 10^3 \text{ mol}) \times (21 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (10 \text{ K}) = 9.2 \times 10^5 \text{ J} = \boxed{9.20 \times 10^2 \text{ kJ}}.$$

Because $q = P \times t$, where P is the power of the heater and t is the time for which it operates,

$$t = \frac{q}{P} = \frac{9.20 \times 10^5 \text{ J}}{1.5 \times 10^3 \text{ J s}^{-1}} = \boxed{6.1 \times 10^2 \text{ s}}.$$

In practice, the walls and furniture of a room are also heated.

E1.17

$$w_{\text{lift}} = mgh [1.2] = (0.200 \text{ kg}) \times (9.81 \text{ m s}^{-2}) \times (1.55 \text{ m}) = 3.04 \text{ J}$$

$$w_{\text{animal}} = -w_{\text{lift}} = -3.04 \text{ J}$$

$$\Delta U_{\text{animal}} = w_{\text{animal}} + q_{\text{animal}} [1.6] = (-3.04 \text{ J}) + (-5.0 \text{ J}) = \boxed{-8.04 \text{ J}}$$

E1.30

We begin by using the data in a computation of the calorimeter heat capacity C .

$$q = I^2 t [1.17] = (1.27 \text{ A}) \times (12.5 \text{ V}) \times (157 \text{ s}) = 2.49 \text{ kJ} \quad [1 \text{ A s} = 1 \text{ C}, 1 \text{ C V} = 1 \text{ J}]$$

$$C = \frac{q}{\Delta T} [1.16] = \frac{2.49 \text{ kJ}}{3.88 \text{ K}} = 0.642 \text{ kJ K}^{-1}$$

With the use of an oxygen bomb calorimeter the combustion is at constant volume, giving

$$\Delta U_{\text{calorimeter}} = q_V = C\Delta T = (0.642 \text{ kJ K}^{-1}) \times (2.89 \text{ K}) = \boxed{+1.86 \text{ kJ}}$$

which is the energy released by the combustion reaction.