

การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

กรกฎาคม 2559

การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

กรกฎาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน



บทคัดย่อ
ของ
เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

กรกฎาคม 2559

เฉลิมชัย กาญจนเคนทร์. (2559). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ.

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรายวิชาชีววิทยา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด และใช้แบบแผนการทดลอง one-group pretest-posttest design โดยมีกลุ่มศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานครซึ่งได้จากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) และมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนาพื้นฐาน และสถิติที่เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ในแต่ละหัวข้อ (12.92 ± 2.55 12.63 ± 2.94 และ 12.26 ± 2.80) สูงกว่าก่อนเรียน (7.63 ± 3.40 6.16 ± 3.21 และ 6.42 ± 2.64) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ($<g> = 0.43$ 0.47 และ 0.43) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน (12.92 ± 2.55 12.63 ± 2.94 และ 12.26 ± 2.80) สูงกว่าก่อนเรียน (7.63 ± 3.40 6.16 ± 3.21 และ 6.42 ± 2.64) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง ($<g> = 0.39$ 0.28 และ 0.38) และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

THE DEVELOPMENT OF ABILITY IN SCIENTIFIC PROBLEM-SOLVING THROUGH
PROBLEM-BASED LEARNING OF UPPER SECONDARY STUDENTS IN BIOLOGY



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Biology
at Srinakharinwirot University
July 2016

Chalermchai Kanchanakachen. (2016). *The Development of Ability in Scientific Problem–Solving through Problem–Based Learning of Upper Secondary Students in Biology*. Master thesis, M.Ed. (Biology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Somkiat Phornphisutthimas, Ph.D.

The purpose of this research was to compare the scientific problem–solving, scientific learning achievement of upper secondary students, as well as normalized gain and their satisfaction levels regarding biology (i.e. gas exchange system, excretory system and circulatory system, between, before and after learning through problem–based learning. A one–group pretest–posttest design was used in this study. The samples consisted of thirty-eight Grade Eleven students in second semester of the 2015 academic year selected by purposive sampling from a large–size secondary school in Pom Prap Sattru Phai, Bangkok. The research instruments were learning plans, a scientific problem–solving test, a scientific learning achievement test, a satisfaction with learning through the Problem–based learning (PBL) form. The data were analyzed on using descriptive statistics and *t*–test to compare pretest and posttest scores on each topic. The findings showed that scientific problem–solving scores of the students after learning through PBL (12.92 ± 2.55 , 12.63 ± 2.94 and 12.26 ± 2.80) were higher than those before learning (7.63 ± 3.40 , 6.16 ± 3.21 and 6.42 ± 2.64) at a significant level of .05. The class normalized gain was in the medium level range ($\langle g \rangle = 0.43$ 0.47 and 0.43). The scientific learning achievement scores of the students after learning through PBL (8.74 ± 2.59 , 7.16 ± 2.00 and 8.26 ± 2.45) were higher than those before learning (4.79 ± 2.30 , 4.05 ± 2.37 and 4.21 ± 2.18) at a significant level of .05. The class normalized gain was in the low–medium level range ($\langle g \rangle = 0.39$ 0.28 and 0.38). The level of satisfaction with learning through problem–based learning were at a high level.

Keyword: ABILITY IN SCIENTIFIC PROBLEM–SOLVING, PROBLEM–BASED LEARNING

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ของ

เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ)

(อาจารย์ ดร.อนิษฐาน ศรีนวล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการทำวิจัยจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการศึกษาค้นคว้าตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รั้งษ์รุจิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลินา ประไพรัชสิทธิ์ อาจารย์ ดร.มนตรี มณีภาค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และนางสาวศุจิภา เพชรล้วน ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์ และ อาจารย์ ดร.อนิษฐาน ศรีนวล ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ใด จากการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยอุทิศแด่พระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

เฉลิมชัย กาญจนเคนทร์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา	6
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	13
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	28
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
3 วิธีดำเนินการวิจัย	40
กลุ่มศึกษาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	40
เนื้อหาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	40
ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	40
แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย	41
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	42
การเก็บรวบรวมข้อมูล	47
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	47

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	51
การนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้กับกลุ่มศึกษา.....	52
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	73
สรุปผลการวิจัย	73
อภิปรายผลการวิจัย	74
ข้อเสนอแนะ	82
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	91
ภาคผนวก ก	92
ภาคผนวก ข	94
ภาคผนวก ค	156
ภาคผนวก ง	197
ประวัติย่อผู้วิจัย	200

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้	12
2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	21
3 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย	41
4 จำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาแยกตามจุดมุ่งหมาย	45
5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ด้วย t -test dependent samples ที่ $p = 0.05$	54
6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มศึกษา โดยใช้ค่าทางสถิติ t -test for dependent samples ที่ $p = 0.05$	55
7 เปรียบเทียบค่าดัชนีความก้าวหน้าทางเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษา	58
8 เปรียบเทียบค่าดัชนีความก้าวหน้าทางเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษา	61
9 เปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐาน	62
10 เปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาระหว่างแผน การจัดการเรียนรู้ที่ 1 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	63
11 เปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาระหว่างแผน การจัดการเรียนรู้ที่ 2 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	65

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
12 เปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาระหว่างแผน การจัดการเรียนรู้ที่ 1 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	67
13 เปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน	69
14 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรการจัดการเรียนรู้	71
15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบหายใจ	96
16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย	96
17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	97
18 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบหายใจ	98
19 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย	99
20 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	100
21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ	101
22 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย	109
23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	117

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
24 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ	125
25 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย	134
26 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	142
27 การประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	151
28 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มศึกษา	152
29 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มศึกษา	154

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน.....	7
2 โครงสร้างภายในและส่วนประกอบของหน่วยไต.....	10
3 โครงสร้างของหัวใจ.....	11
4 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998)	42
5 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบหายใจ.....	56
6 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย.....	57
7 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด.....	58
8 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบหายใจ.....	59
9 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย.....	60
10 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด.....	61

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวัน ซึ่งทุกอย่างรอบตัวนั้นล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) โดยนักเรียนทุกคนต้องมีความสามารถเรียนรู้พัฒนาตนเองได้และถือนักเรียนเป็นสำคัญที่สุด ซึ่งกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาโดยตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2545) โดยที่คุณภาพของนักเรียนต้องมีการปรับปรุงให้มีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ ความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อหลักสูตร ทักษะแสวงหาความรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. 2550)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันควรจัดการเรียนรู้โดยมีวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ นักเรียนมีสมรรถนะสำคัญ คือ นำความรู้เดิมจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาสร้างความรู้ใหม่ในบริบทที่แตกต่างกันออกไป การเรียนการสอนต้องเปลี่ยนจากเพียงแค่การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักเรียนกับครู โดยครูต้องประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริงและให้ลงมือทำจริงเพื่อสร้างทักษะต่าง ๆ สำหรับนักเรียนและต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2556) โดยสิ่งสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความคิดสร้างสรรค์นั้นต้องมีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนรู้ตามสภาพจริงเพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะกระบวนการของการแก้ปัญหาและมีการคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนจะได้เรียนรู้ ได้จัดระบบ ตีความ และวิเคราะห์ข้อมูลแทนการทำซ้ำหรือลอกเลียนตัวความรู้จากหนังสือหรือการจดบันทึกในห้องเรียน นักเรียนไม่ได้ใช้เพียงแค่กระบวนการรวบรวมข้อเท็จจริงเท่านั้น แต่ต้องใช้กระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความรู้ โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และนักเรียนได้สร้างความหมายด้วยตนเอง (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2554)

การจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ปัญหาที่พบในเวลานี้คือการจัดการเรียนรู้นั้นมุ่งเน้นเนื้อหาวิชา และการท่องจำมากกว่าการสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2543) ทำให้การปรับปรุงและพัฒนาเพื่อการแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์นั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาวิธีการเหมาะสมเพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับ

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และบรรยากาศในชั้นเรียนควรจัดให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวเอง และมีรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย เช่น การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2545) การจัดบรรยากาศเพื่อการเรียนรู้แบบใหม่ควรมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ 1) บรรยากาศที่มีทางเลือก เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกตามความสนใจ เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการคิดและเรียนรู้ต่อไป 2) สภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้และประสบการณ์ของการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน อีกทั้งการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และเป็นการพัฒนาทักษะทางสังคม 3) บรรยากาศที่มีความเป็นมิตรและเป็นกันเอง เพื่อทำให้นักเรียนรู้สึกถึงความอบอุ่น ปลอดภัย มีความสบายใจ และมีการชักนำความพร้อมให้เกิดภาวะการเรียนรู้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2554)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning, PBL) เป็นรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจกับวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้ที่ทำท่าร่วมกับการแก้ปัญหา อีกทั้งยังจูงใจนักเรียนเช่นกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา (Allen; & Duch. 1998) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพของการเรียนรู้ซึ่งได้ใช้ปัญหามาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยที่ครูอาจจัดสภาพการณ์ให้กับนักเรียนได้ประสบกับปัญหา เพื่อให้เกิดการฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนนั้นเกิดความเข้าใจในปัญหาที่พบได้อย่างเหมาะสมและมีความชัดเจน (ทิศนา แคมมณี. 2545) โดยผลที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา คือ 1) นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาโดยตรง ทำให้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสามารถถ่ายโยงไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้ 2) พัฒนาทักษะการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 3) พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ การติดต่อสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) พัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์ 5) ช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งในหลักสูตรไม่ได้เปิดโอกาสให้เรียนรู้ และ 6) ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้อย่างมีโครงสร้าง ง่ายต่อการระลึกได้และการนำมาใช้ (มนสภรณ์ วิฑูรเมธา. 2544)

จากหลักการและเหตุผลดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน และเมื่อมีทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งมีความเข้าใจถูกต้อง นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นและเป็นแนวทางในการสอนสำหรับครูในการนำไปปรับปรุงเพื่อการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีคุณภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในรายวิชาชีววิทยาให้กับนักเรียน และส่งผลให้พัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน อีกทั้งยังมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและทักษะกระบวนการในแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม รู้จักการจัดการข้อมูลและมีความเอาใจใส่ กระตือรือร้น รับผิดชอบ และการทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนเป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องในการแนวทางการจัดการเรียนรู้

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มศึกษา

กลุ่มศึกษาที่ใช้การวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 38 คน จากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาคุณภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาคุณภาพในร่างกาย โดยมีหัวข้อดังนี้

1. ระบบหายใจ
2. ระบบขับถ่ายของเสีย
3. ระบบหมุนเวียนเลือด

ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาคุณภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาคุณภาพในร่างกาย เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการสอน 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเนื้อหาดังนี้ เรื่อง ระบบหายใจใช้เวลา 4 คาบ ระบบขับถ่ายของเสียใช้เวลา 4 คาบ และระบบหมุนเวียนเลือดใช้เวลา 4 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง ลักษณะของการสอนโดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่นักเรียนอาจพบ มาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล โดยเน้นนักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ภายในกลุ่มนักเรียนเดียวกัน โดยครูมีส่วนร่วมน้อยที่สุด ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มี 6 ขั้นตอน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550) ดังนี้

- 1.1 ชี้้นกำหนดปัญหา
- 1.2 ชี้้นทำความเข้าใจกับปัญหา
- 1.3 ชี้้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า
- 1.4 ชี้้นสังเคราะห์ความรู้

1.5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ

1.6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์มี 4 ขั้นตอน (สมจิต สวธนไพบุลย์. 2535) ดังนี้

2.1 ขั้นระบุปัญหา

2.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

2.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

2.4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้วัดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยความรู้ความสามารถแบ่งเป็นด้านต่าง ๆ (Klopfer. 1974) ดังนี้

3.1 ความรู้ – ความจำ

3.2 ด้านความเข้าใจ

3.3 ด้านการนำไปใช้

3.4 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา
 - 1.1 สาระสำคัญ
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
2. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.3 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.4 ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.5 ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.6 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.7 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.8 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.9 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 การจัดการเรียนรู้กับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา

1. สาระสำคัญ

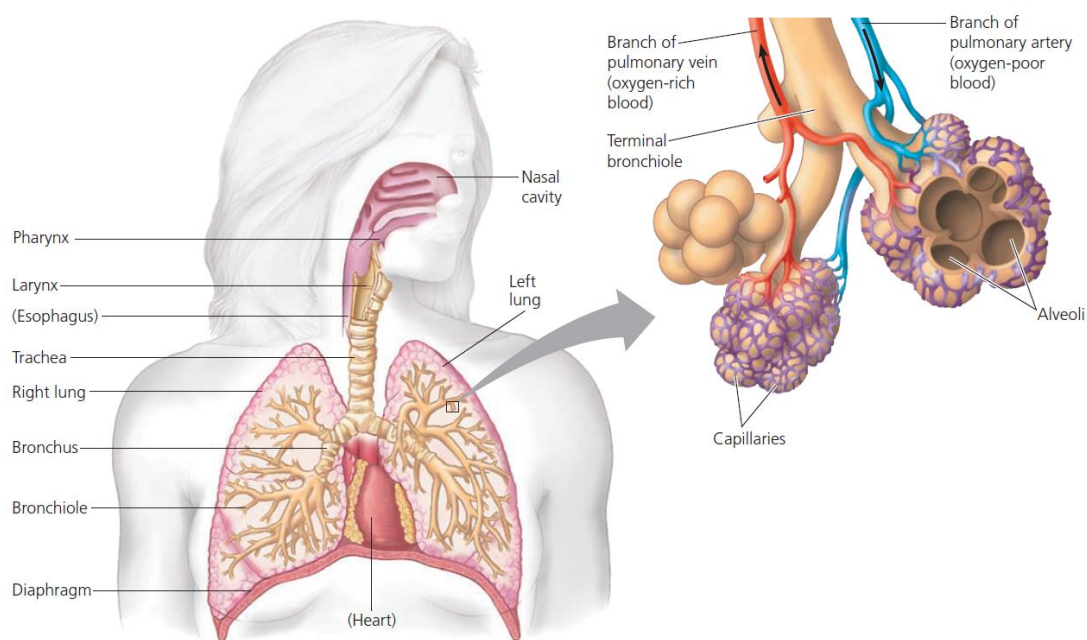
1.1 ระบบหายใจ

ระบบทางเดินหายใจมีหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สให้กับสิ่งมีชีวิต ในมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมระบบทางเดินหายใจประกอบไปด้วย จมูก หลอดลม ปอด และกล้ามเนื้อในระบบทางเดินหายใจ ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกแลกเปลี่ยนที่ปอดด้วยกระบวนการแพร่

สัตว์ประเภทอื่น ๆ เช่น แมลงมีระบบทางเดินหายใจที่คล้ายคลึงกับมนุษย์แต่มีลักษณะทางกายวิภาคที่ง่ายกว่า ในสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำผิวหนังของสัตว์ก็ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สได้ด้วย พืชก็มีระบบทางเดินหายใจเช่นกัน แต่ทิศทางการแลกเปลี่ยนแก๊สเป็นไปในทางตรงกันข้ามกับสัตว์ ระบบแลกเปลี่ยนแก๊สของพืชประกอบไปด้วยรูเล็ก ๆ ใต้ใบที่เรียกว่า ปากใบ

โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

อากาศเข้าสู่ปอดโดยเริ่มเข้าที่ช่องจมูก แล้วเข้าสู่บริเวณโพรงจมูกซึ่งมีเยื่อบุผิวที่มีซิเลียและเมือกสำหรับดักจับสิ่งสกปรกไว้ อากาศจะเคลื่อนที่ต่อไปยังคอหอยลงสู่กล่องเสียง ซึ่งภายในมีสายเสียง (vocal cord) จากนั้นอากาศจึงเข้าสู่หลอดลม ปลายสุดของหลอดลมแยกออกเป็นขั้วปอดแยกไปสู่ปอดซ้ายและขวาทั้ง 2 ข้างซึ่งจะแตกแขนงเล็กลงเรื่อย ๆ เรียกว่า หลอดลมฝอย (bronchiole) ผนังของหลอดลมฝอยจะบางลงตามลำดับปลายสุดของหลอดลมฝอยเป็นถุงขนาดเล็ก และหลอดลมฝอยส่วนต้นประกอบด้วยกระดูกอ่อน เพื่อป้องกันการแฟบจากแรงกดของเนื้อเยื่อบริเวณรอบ ๆ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน (Reece; et al. 2011)

ผนังด้านในของหลอดลมบุด้วยเซลล์บุผิวที่มีซิเลียและเซลล์ซึ่งทำหน้าที่สร้างเมือกเพื่อคอยดักจับสิ่งสกปรกไม่ให้เข้าไปถึงถุงลม เมื่ออากาศเข้าสู่ถุงลมซึ่งมีหลอดเลือดฝอยหล่อหุ้มอยู่โดยรอบบริเวณนี้จะมีการแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นเป็นตำแหน่งแรก โดยแก๊สออกซิเจนจากถุงลมจะแพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอย และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากหลอดเลือดฝอยจะแพร่เข้าสู่ถุงลม

ระบบทางเดินหายใจแบ่งตามโครงสร้าง

ระบบทางเดินหายใจส่วนบน (upper respiratory tract, URI) ประกอบด้วยอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเหนือกล่องเสียงขึ้นไป ได้แก่ จมูก คอหอย โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจส่วนบน URI infection หรือการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนบน

ระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง (lower respiratory tract, LRI) ประกอบด้วย กล่องเสียง หลอดคอ หลอดลมใหญ่ และปอด

ระบบทางเดินหายใจแบ่งตามหน้าที่

ทำหน้าที่เป็นการลำเลียงอากาศ มีหน้าที่นำอากาศจากภายนอกเข้าสู่ปอด เป็นทางผ่านเข้าออกของอากาศเท่านั้น ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊ส ได้แก่ จมูก คอหอย กล่องเสียง หลอดคอ หลอดลมใหญ่ หลอดลมฝอย และปลายหลอดลมฝอย

ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส เป็นบริเวณที่แลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจนกับเนื้อเยื่อ ได้แก่ หลอดลมฝอยแลกเปลี่ยนแก๊ส ท่อลม ถุงลม และถุงลมเล็ก

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจของมนุษย์ เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่รอบผนังทรวงอก โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากตามปกติแล้วปอดไม่สามารถขยายขนาดเพื่อรับอากาศจากการหายใจได้เอง แต่จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยแรงของกล้ามเนื้อเหล่านี้เพื่อขยายผนังของทรวงอกให้กว้างมากขึ้น และเกิดการลดลงของความดันภายในทรวงอกมากพอจนทำให้อากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่ปอดได้ โครงสร้างหลักของผนังทรวงอกได้แก่ ซีโครง (rib) กล้ามเนื้อที่ยึดระหว่างซีโครง (intercostal muscles) ซึ่งมี 3 ชั้นคือ ชั้นนอก (external) ชั้นใน (internal) และชั้นในสุด (innermost) กล้ามเนื้อกระบังลม และปอดกับถุงลม เนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มด้านในของผนังทรวงอก เรียกว่า เยื่อหุ้มปอด (pleura) ซึ่งมีอยู่ 2 ชั้นคือ ชั้นนอก (parietal pleura) และชั้นใน (visceral pleura) กล้ามเนื้ออื่น ๆ ที่มีส่วนช่วยในกระบวนการหายใจ ได้แก่ กล้ามเนื้อท้อง กล้ามเนื้อรอบกระดูกหน้าอก กล้ามเนื้อบริเวณไหปลาร้าและต้นคอ (sternocleidomastoid และ scalenus)

กล้ามเนื้อยึดระหว่างซีโครงชั้นนอก (external intercostal muscles) มีทั้งหมด 11 คู่ ซึ่งกล้ามเนื้อแต่ละมัด มีขอบเขตเริ่มจากบริเวณปุ่มกระดูกของซีโครงจากทางด้านหลัง และสิ้นสุดที่รอยต่อระหว่างกระดูกซีโครงกับกระดูกอ่อนของซีโครงทางด้านหน้าโดยที่จุดสิ้นสุดส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนเป็นเยื่อที่มีความหนาแน่นใยของกล้ามเนื้อมัดนี้จะมีลักษณะเฉียงจากทางด้านหลังมาด้านหน้า และจากบนลงล่าง โดยกล้ามเนื้อมีจุดยึดเกาะเริ่มต้นที่บริเวณขอบล่างของกระดูกซีโครงชั้นบน และเฉียงลงทางด้านหน้ามาเกาะยึดสิ้นสุดที่บริเวณขอบบนของกระดูกซีโครง

ชั้นล่าง สำหรับกล้ามเนื้อมัดล่าง ๆ ของทรวงอก ซึ่งอยู่ติดกับผนังช่องท้อง กล้ามเนื้อนี้จะเชื่อมต่อเป็นเนื้อเดียวกับกล้ามเนื้อผนังช่องท้องชั้นนอก (external oblique) กล้ามเนื้อนี้จะทำงานโดยการหดตัวในระบะที่มีการหายใจเข้า

กล้ามเนื้อยี่ดะหว่างซี่โครงชั้นใน (internal intercostal muscles) มีทั้งหมด 11 คู่ เช่นกัน กล้ามเนื้อกลุ่มนี้อยู่ชั้นลึกใต้กล้ามเนื้อชั้นนอก และมีแนวกล้ามเนื้อตั้งฉากกับกล้ามเนื้อชั้นนอก โดยมีแนวการเกาะยึดจากร่องของกระดูกซี่โครงชั้นบน เฝียงลงทางด้านหลังมาเกาะยึดอยู่ที่บริเวณขอบบนของกระดูกซี่โครงชั้นล่าง

1.2 ระบบขับถ่ายของเสีย

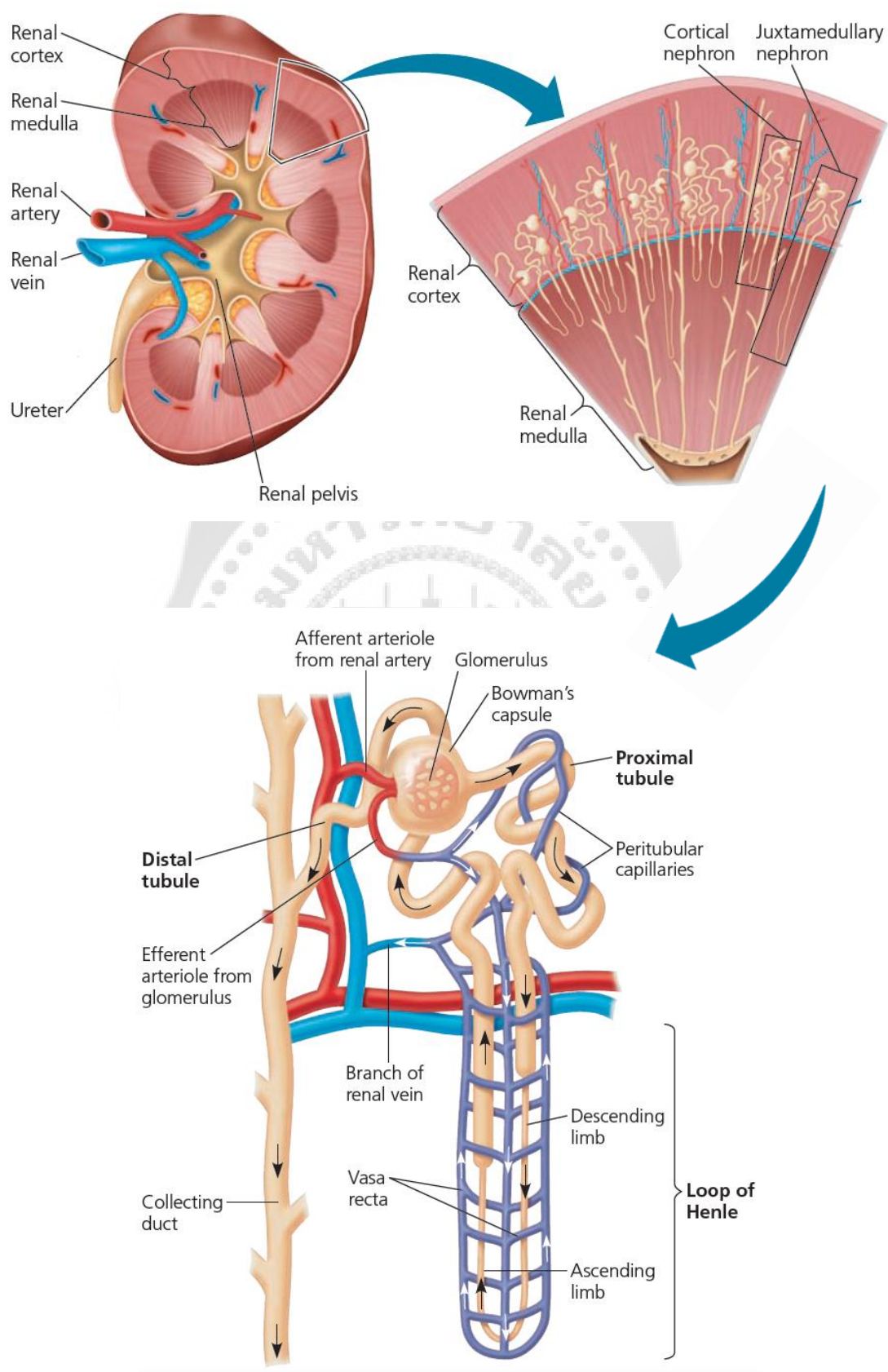
การที่สิ่งมีชีวิตจะสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่อย่างปกติได้นั้น สิ่งมีชีวิตต้องมีความสามารถในการรักษาดุลยภาพของร่างกายไว้ให้ได้ การขับถ่ายเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะช่วยรักษาดุลยภาพของร่างกายเพราะภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์หลายชนิดทั้งที่เป็นประโยชน์ต่อเซลล์ และบางชนิดเซลล์ไม่ต้องการจำเป็นต้องกำจัดออกจากร่างกายภายหลัง สารที่ร่างกายจำเป็นต้องกำจัดออกเหล่านี้เรียกว่า “ของเสีย” ของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และสารประกอบไนโตรเจน

การขับถ่ายของคน

การขับถ่ายเป็นระบบกำจัดของเสียจากร่างกาย และช่วยควบคุมปริมาณของน้ำในร่างกายให้สมบูรณ์ ไต เป็นอวัยวะที่อยู่ในช่องท้องทางด้านหลัง โดยอยู่สองข้างของกระดูกสันหลังส่วนบั้นเอว มีสองข้าง ชายและขวา รูปร่างคล้ายเม็ดถั่ว โดยมีรอยเว้าหันเข้าหากระดูกสันหลังส่วนเอวระหว่างไตทั้งสองข้างจะมีอวัยวะสำคัญ เช่น ท่อเลือดแดงขนาดใหญ่ (aorta) หลอดเลือดดำใหญ่ (inferior vena cava) ซึ่งไตจะได้รับเลือดแดงจากท่อเลือดแดง และส่งเลือดดำจากไตเข้าสู่หลอดเลือดดำใหญ่เหล่านี้เมื่อไตสร้างน้ำปัสสาวะ จะมีส่วนของไตที่เรียกว่า กรวยไต (renal pelvis) ทำหน้าที่เป็นทางรวมของน้ำปัสสาวะเพื่อไหลลงสู่ ท่อไต (ureter) ชายและขวา ไปยังกระเพาะปัสสาวะ (urinary bladder) และท่อปัสสาวะ (urethra) ต่อไป

โครงสร้างภายในของไต

ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่ใช้กรองของเสียจากเลือดเรียกว่าโกลเมอรูลัส (glomerulus) ซึ่งเป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงมาจากหลอดเลือดแดงขนาดเล็ก โกลเมอรูลัสจะกรองของเสียจากเลือดออกเป็นปัสสาวะ ซึ่งจะไหลมาตามท่อขนาดเล็ก (tubule) ซึ่งแบ่งออกเป็นหลายส่วน เริ่มด้วย proximal tubule Henle's loop distal tubule และ collecting tubule ตามลำดับ จากนั้นปัสสาวะจะไหลรวมกันเป็นกรวยไต (renal pelvis) ซึ่งเป็นทางที่น้ำปัสสาวะไหลผ่านไปยังท่อไต (ureter) โกลเมอรูลัส และท่อไตทุกส่วนตั้งแต่ proximal tubule จนถึง collecting tubule รวมเรียกว่า หน่วยไต (nephron) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างภายในและส่วนประกอบของหน่วยไต (Reece; et al. 2011)

หน้าที่การทำงานของหน่วยไต

หน่วยไตทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด และกำจัดออกเป็นน้ำปัสสาวะ กระบวนการเกิดน้ำปัสสาวะเกิดจาก 3 กระบวนการคือ

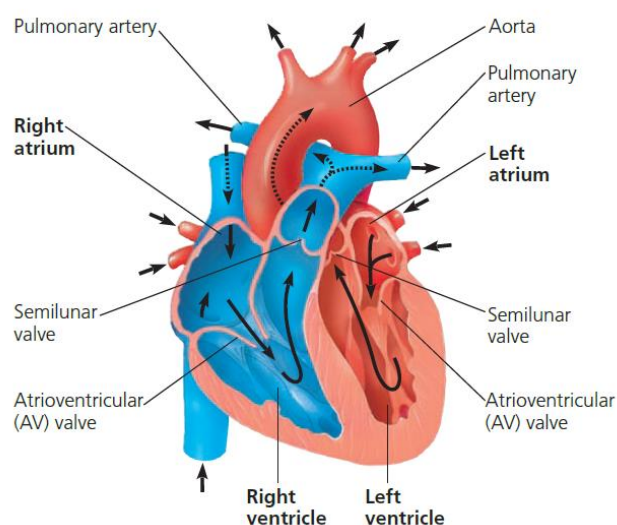
- 1) การกรองที่โกลเมอรูลัส (glomerulus filtration) เกิดจากการกรองของเสียออกที่โกลเมอรูลัส
- 2) การดูดกลับที่ท่อของหน่วยไต (tubular reabsorption)
- 3) การหลั่งสารที่ท่อของหน่วยไต (tubular secretion)

1.3 ระบบหมุนเวียนเลือด

ในร่างกายของคนเรา จำเป็นต้องมีการลำเลียงสารต่าง ๆ ที่จำเป็น ได้แก่ สารอาหาร ฮอร์โมน และแก๊สออกซิเจน ไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย แล้วนำของเสียจากส่วนต่าง ๆ กลับมากำจัดออกจากร่างกายโดยมีการลำเลียงผ่านหลอดเลือดเพื่อรักษาสมดุลในร่างกายให้เป็นปกติซึ่งการลำเลียงสารนี้เรียกว่า “ระบบหมุนเวียนเลือด” ในคนเป็นระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดโดยมีเลือดอยู่ภายในหัวใจและหลอดเลือดตลอดเวลา โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือดของคน ประกอบด้วย

หัวใจ (heart)

หัวใจอยู่ในเยื่อหุ้มหัวใจที่เรียกว่า เยื่อเพอริคาร์เดียม (pericardium) ระหว่างปอดทั้ง 2 ข้างค่อนข้างไปทางซ้ายเล็กน้อย ภายในถุงเยื่อหุ้มหัวใจจะมีช่องเหลวที่สร้างจากเยื่อหุ้มหัวใจทำหน้าที่หล่อลื่นและป้องกันการเสียดสีระหว่างหัวใจกับปอดขณะหัวใจบีบตัว หัวใจมีหลอดเลือดนำเลือดมาเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ เรียกว่า โคโรนารีอาร์เตอรี (coronary artery) ซึ่งมี 2 หลอดเลือด คือ หลอดเลือดด้านซ้ายและด้านขวา โดยจะแตกแขนงไปเลี้ยงทั่วทุกส่วนของเนื้อเยื่อหัวใจ เมื่อเลือดมาเลี้ยงเนื้อเยื่อหัวใจแล้วจะไหลกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา (right atrium)



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างของหัวใจ (Reece et al. 2011)

วงจรการหมุนเวียนเลือดของคน

หัวใจห้องบนขวาหรือเอเทรียมขวาจะรับเลือดจากหลอดเลือดใหญ่ 2 เส้น คือชีพีรีเวนาคาวาที่นำเลือดมาจากส่วนหัวและแขน และอินฟีรีเวนาคาวา ซึ่งนำเลือดมาจากส่วนลำตัว และขาเข้าสู่หัวใจ เมื่อหัวใจห้องบนขวาบีบตัว เลือดจะไหลเข้าสู่ห้องล่างขวา (right ventricle) โดยผ่านลิ้นไตรคัสปิด (tricuspid valve) ที่กั้นระหว่างห้องบนขวาและห้องล่างขวา เมื่อห้องล่างขวาบีบตัวเลือดจะไหลผ่าน ลิ้น พัลโมนารีเซมิลูนาร์ (pulmonary semilunar valve) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นครึ่งวงกลม 3 แผ่น เลือดเข้าสู่หลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เตอร์ (pulmonary artery) หลอดเลือดนำเลือดไปยังปอดเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊ส ทำให้เลือดมีปริมาณออกซิเจนสูง เลือดจึงไหลกลับเข้าสู่หัวใจทางพัลโมนารีเวน (pulmonary vein) เข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย (left atrium) เมื่อห้องบนซ้ายบีบตัวเลือดก็จะไหลผ่านลิ้นไบคัสปิด (bicuspid valve) ไปยังหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricle) เมื่อห้องล่างซ้ายบีบตัว เลือดก็จะไหลเข้าสู่เอออร์ตา ซึ่งมีลิ้นเอออร์ติกเซมิลูนาร์ (aortic semilunar valve) ทำหน้าที่กั้นไม่ให้เลือดไหลกลับ จากหลอดเลือดเอออร์ตาก็จะไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

2. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ต้องการการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีความมุ่งหวังให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยรู้จักการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การสังเกต การสำรวจ และความเข้าใจโดยมีลักษณะที่เป็นจิตวิทยาศาสตร์ และเป็นการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551)

ความมุ่งหวังของการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยานั้น มุ่งเน้นตามสารและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง คือ สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาสุขภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554) ไว้ตามตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการรักษาสุขภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ โดยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน	การรักษาสุขภาพของร่างกายของสัตว์และมนุษย์ จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความมุ่งหวังของการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รายวิชาชีววิทยา คือ สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพในร่างกายของสัตว์และมนุษย์ ผ่านกระบวนการทางชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำความรู้ที่เป็นประโยชน์มาใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพของร่างกาย

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเริ่มใช้เป็นที่ครั้งแรกกับนักศึกษาแพทยมหาวิทยาลัย McMaster ประเทศแคนาดา โดยที่ต้งจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการให้นักศึกษาแพทย์ได้รับความรู้ในรูปแบบของการบูรณาการ อีกทั้งยังสามารถที่จะพัฒนาและทำการประยุกต์ใช้ทักษะของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับผู้ป่วย (Barrow; & Tambyln. 1980) ซึ่งได้รับการยอมรับและมีการนำไปใช้ในหลักสูตรแพทยศาสตร์ตามสถาบันต่าง ๆ และต่อมาได้มีการนำรูปแบบปัญหาเป็นฐานไปประยุกต์ใช้ต่อกันอย่างแพร่หลาย ในสถานศึกษาสายวิชาชีพต่าง ๆ เช่น พยาบาล กฎหมาย วิศวกรรมและสถาปัตยกรรม ในหลักสูตรระดับอุดมศึกษา (Barrows. 1996)

1. ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากคำภาษาอังกฤษ คือ Problem-based learning: PBL เมื่อใช้ในภาษาไทยมีผู้ให้ความหมายที่แตกต่างกัน เช่น การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ แต่ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ทิศนา แคมมณี (2545) ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการ จัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้ซึ่งได้ใช้ปัญหามาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการช่วยให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ ตามเป้าหมาย โดยที่ครูอาจจัดสภาพการณ์ให้กับนักเรียนได้ประสบกับปัญหา เพื่อให้เกิดการ ผิกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนนั้นเกิดความเข้าใจ ในปัญหาที่พบได้อย่างเหมาะสมและมีความชัดเจน

Barrows; & Tamblyn (1980) ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็น การเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา โดยที่ ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะและการ แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล อีกทั้งต้องทำการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงปัญหาและ นำไปสู่การแก้ไขที่เหมาะสม

Allen; & Duch (1998) ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการ จัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นโดยการใช้ปัญหาการสอบถามเพื่อให้นักเรียนต้องแก้ปัญหา โดยที่นักเรียน ต้องระบุและค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักการที่จะนำมาเพื่อทำการแก้ไขปัญหา ต้องทำงานเป็นทีม

และเสริมสร้างทักษะของการติดต่อสื่อสารการบูรณาการความรู้คล้อยกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีการนำสถานการณ์ปัญหา ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยหลายวิธีการมาเป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้ การคิดวิเคราะห์ปัญหา นำไปสู่การค้นคว้าและแสวงหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่มาประกอบกับการตัดสินใจในการเลือกหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด และในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้เป็นกลุ่มขนาดเล็ก เพื่อให้เกิดกระบวนการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ครูนั้นเป็นผู้ที่มีหน้าที่ในการแนะนำ อำนวยความสะดวกและเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียน

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้จากปัญหานั้นเป็นเงื่อนไขของการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเกิดความพยายามเพื่อต้องการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์จนนำไปประยุกต์ใช้ได้ในอนาคต จึงทำให้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยการใช้ปัญหาต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานเพื่อนำไปสู่เป้าหมายของการเรียนโดยเฉพาะ ปัญหาที่ซับซ้อนและเกิดขึ้นในชีวิตจริงถูกสร้างขึ้นเพื่อมุ่งเน้นความต้องการที่จะเรียนรู้ของนักเรียนทำให้เกิดการสืบเสาะแสวงหาความรู้เพื่อมาแก้ไขปัญห (Barrow; & Tambylin. 1980) และได้มีนักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

รัชนิกร หงส์พนัส (2547) กล่าวว่า โดยทั่วไปนั้น การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดบนพื้นฐานของทฤษฎีจิตวิทยา พุทธิปัญญานิยม (cognitive psychology) เป็นการเรียนรู้โดยเน้นการใช้กระบวนการคิด ความเข้าใจ การรับรู้สิ่งเร้าที่มากกระตุ้นผสมผสานกับประสบการณ์เดิมในอดีต ทำให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งผสมผสานระหว่างประสบการณ์ปัจจุบันกับประสบการณ์ในอดีต โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญาเข้ามามีอิทธิพลในการเรียนรู้

Delisle (1997) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของ John B. Dewey ซึ่งมีชื่อว่า การศึกษาแบบก้าวหน้า (progressive education) ที่เน้นการเตรียมประสบการณ์เพื่อพัฒนานักเรียนในทุก ๆ ด้าน โดยคำนึงถึงความสนใจ ความถนัดและความต้องการทางด้านอารมณ์และสังคมของนักเรียน เน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ นักเรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเท่านั้น

Hmelo; & Everson (2000) ได้ให้การสนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยมหรือการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ซึ่งเป็นรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget and Vygotsky ที่เชื่อว่าการ

เรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการสร้างความรู้ซึ่งเกิดจากที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และได้ทำการปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนั้นยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของ Bruner ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงเกิดมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และผลักดันให้นักเรียนไปแสวงหาความรู้และนำความรู้ใหม่ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่พบ

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีแนวคิดมาจากการให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากความรู้เดิมโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ซึ่งนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และมีความต้องการในการที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ได้ข้อมูลเพื่อมาแก้ปัญหาที่พบ และยังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยรอบจึงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความรู้ ซึ่งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการปฏิบัติและลงมือเพื่อการสืบค้นข้อมูลและสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มนักเรียนและนำความรู้ที่ได้จากการตัดสินใจภายในกลุ่มมาแก้ปัญหาที่พบ และมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้ไปทำการประยุกต์ใช้ในอนาคตต่อไป

3. ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ทิตนา แคมมณี (2545) ได้เสนอลักษณะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 10 ประการ ดังนี้

- 1) ครูและนักเรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการของนักเรียน
- 2) ครูและนักเรียนมีการออกแบบไปเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริง หรือครูมีการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา
- 3) ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา
- 4) นักเรียนมีการวางแผนและแก้ปัญหาาร่วมกัน
- 5) ครูมีการให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
- 6) นักเรียนมีการศึกษา ค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
- 7) ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม
- 8) นักเรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล

9) ครูมีการติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียนและให้คำปรึกษา

10) ครูมีการประเมินการเรียนรู้ ทั้งด้านผลงานและกระบวนการ

จากลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปลักษณะสำคัญได้ดังนี้

1) ต้องกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนเป็นอันดับแรก เพื่อมาเป็นแนวทางในการเรียนรู้ของนักเรียน

2) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

3) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดในกลุ่มเล็ก ๆ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำงาน

4) ครูและนักเรียนคอยให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน

5) ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาต้องมีการมุ่งเน้นให้เกิดการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้

6) เกิดความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริงกับการแก้ปัญหา

7) นักเรียนมีความพยายามในการแสวงหาความรู้โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ

8) มีการบูรณาการสิ่งที่ได้เรียนรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันและสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

9) มีการประเมินผลการจัดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงโดยการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการระหว่างการแก้ปัญหา

Barrows (1996) กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้ทางการแพทย์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1) เป็นการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางภายใต้การแนะนำของครูประจำกลุ่ม นักเรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยทำการแสวงหาความรู้จากแหล่งที่ให้ข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์หรือแหล่งอ้างอิงอื่น ๆ

2) จัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมทั้งให้ครูประจำกลุ่มเพื่อให้ให้นักเรียนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง ซึ่งไม่ใช่ผู้บรรยายหรือผู้บอกข้อมูล ไม่ระบุว่านักเรียนคิดถูกหรือผิด แต่มีบทบาทหน้าที่ในการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4) รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่แปลกใหม่และสร้างความน่าสนใจกับนักเรียนที่ต้องปฏิบัติจริง ตรงตามประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางในการแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

5) ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก

6) ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นได้มาจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น พร้อมทั้งได้มีการอภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน และโต้แย้งในสิ่งที่เรียนด้วย

4. ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัญหาและสถานการณ์ปัญหาเป็นศูนย์กลางสำคัญในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงต้องมีลักษณะที่กระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้และความต้องการของนักเรียน และได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ลักษณะสำคัญ ของปัญหา มีดังนี้

1) เกิดขึ้นในชีวิตและเกิดจากประสบการณ์ของนักเรียนหรือนักเรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น

2) เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า

3) เป็นปัญหาที่ยังไม่พบคำตอบชัดเจน เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน คลุมเครือหรือนักเรียนเกิดความสงสัย

4) ปัญหาที่เป็นประเด็นที่ขัดแย้ง ขัดแย้งในสังคมยังไม่มีข้อยุติ

5) เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้อยากเห็น แต่ไม่รู้

6) เป็นปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัย และเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดยคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด

7) เป็นปัญหาที่มีการยอมรับความจริง ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่เชื่อความจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของนักเรียน

8) ปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา

9) เป็นปัญหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของนักเรียน

10) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและการรวบรวมข้อมูลหรือทดลองดูก่อน จึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่ายๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร

11) เป็นปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา

Trop; & Sage (1998) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1) ยากและมีความซับซ้อน

- 2) ต้องมีการสืบเสาะค้นคว้า รวบรวมข้อมูลมาใช้เพื่อแก้ปัญหา
- 3) ไม่สามารถหาคำตอบได้ง่ายโดยใช้สูตรใดสูตรหนึ่งหาคำตอบ
- 4) มีวิธีในการหาคำตอบได้หลายวิธี

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของปัญหาที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และควรมีความซับซ้อนไม่ชัดเจน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และควรมีคำตอบของแก้ปัญหาได้หลายวิธี และไม่ควรมีคำตอบได้อย่างรวดเร็วเมื่อนักเรียนพบกับปัญหา ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น นักเรียนต้องไม่สามารถคาดเดาได้ง่าย แต่ต้องส่งเสริมให้เกิดการสำรวจ ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาด้วย

5. ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งคือปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำมาเป็นจุดศูนย์กลางของการเกิดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีการนำเสนอปัญหาเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เป็นอันดับแรก ปัญหาจึงต้องมีความสำคัญเพื่อให้นักเรียนนั้นเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเกิดทักษะที่พึงประสงค์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ได้กับชีวิตจริง และได้มีนักการศึกษาให้แนวคิดในการสร้างปัญหาเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ดังนี้

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่การเลือกเนื้อหาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ เจตคติ ทักษะกระบวนการ และความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหา ที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้นักเรียนควรเรียนรู้เมื่อครูเขียนปัญหาเสร็จแล้ว ครูลองดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเพื่อให้เห็นความสำคัญของการหาคำตอบ คำตอบคืออะไร และการหาคำตอบทำได้อย่างไรบ้าง โดยที่ครูเข้าใจปัญหาโดยการสมมติเป็นนักเรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพและเห็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถนำไปใช้ได้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และวิธีการประเมินผล

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างขึ้นนี้ ใช้เพื่อกระตุ้นนักเรียนในการคิดและเป็นแนวทางไปสู่การคิดรวบยอดที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับนักเรียนให้ได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยการชี้นำตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้ พิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามากับปัญหาที่ให้ และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

Delisle (1997) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกเนื้อหาและทักษะ โดยการพิจารณาจากหลักสูตรของสถานศึกษานั้น ๆ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทักษะที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนและระยะเวลาในการเรียนรู้ตามลักษณะของเนื้อหาที่ทำให้เกิดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 กำหนดแหล่งการเรียนรู้ โดยเมื่อเลือกเนื้อหาและทักษะของการเรียนรู้ที่ต้องการแล้ว ก่อนที่จะเริ่มเขียนปัญหา ครูต้องกำหนดแหล่งเรียนรู้ที่จะให้นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้า ให้เพียงพอและต้องมีความหลากหลายของข้อมูล ทั้งในชั้นเรียน ภายในและภายนอกสถานศึกษา ซึ่งต้องเพียงพอต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูต้องทำการตรวจสอบแหล่งการเรียนรู้ก่อนว่ามาจากที่ใด นอกจากนั้นครูต้องทำหน้าที่เป็นแหล่งเรียนรู้อีกด้วย

ขั้นที่ 3 การเขียนปัญหา ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) พัฒนาขึ้นอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนานักเรียนทางด้านสังคม อารมณ์และสติปัญญาได้
- 2) มีเนื้อหาจากประสบการณ์ของนักเรียน และใช้ได้กับชีวิตจริง
- 3) มีความเกี่ยวข้องกับหลักสูตรการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทั้งด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการ
- 4) สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี
- 5) ปัญหาที่พบต้องไม่มีความชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าเนื้อหา เพิ่มเติม และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย

ขั้นที่ 4 เลือกกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อได้ปัญหาแล้วครูจะต้องเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเพื่อนำมาดำเนินการ โดยที่นักเรียนต้องมองเห็นแนวทางการแก้ปัญหา มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง และสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนขณะดำเนินกิจกรรม

ขั้นที่ 5 สร้างคำถาม เป็นการสร้างคำถามเพื่อช่วยนักเรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องในแต่ละขั้นตอน และคำถามต้องกระตุ้นการเรียนรู้และเกิดแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 กำหนดวิธีการประเมิน ที่ประเมินทั้งด้านทักษะและความรู้ไปพร้อมกัน ซึ่งเป็นการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง

จากที่กล่าวมานั้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการสร้างปัญหาต้องเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาโดยมีความสำคัญของเนื้อหาและมีคุณค่าต่อการเรียนรู้ ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยการกำหนดรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแหล่งเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมเพื่อใช้ในการค้นคว้า และกำหนดรูปแบบการประเมินผลของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นซึ่งต้องมีความสอดคล้องกับปัญหาที่นำมาใช้ในการดำเนินกิจกรรม

6. ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไม่ใช่สิ่งใหม่ แต่เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนใหม่ โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว ได้แก่ การแก้ปัญหา การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนเป็นกลุ่มย่อย มาเป็นองค์ประกอบร่วมกันให้เป็นสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการและขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

- 1) ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้ อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ
- 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้
- 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย
- 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้านั้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร
- 5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง
- 6) นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระดับองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาเนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. กำหนดปัญหา	– แนะนำแนวทาง/วิธีการเรียนรู้ – ยกตัวอย่างปัญหา/สถานการณ์ – ตั้งคำถามให้คิดต่อ	– เสนอปัญหาหลากหลาย – เลือกปัญหาที่สนใจ – แบ่งกลุ่มตามความสนใจ
2. ทำความเข้าใจปัญหา	– ถามคำถามให้นักเรียนคิดละเอียด – กระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนคิดต่อ – ช่วยดูแลตรวจสอบ แนะนำความถูกต้องครอบคลุม	– ตั้งคำถามในประเด็นที่อยากรู้ – ระดมสมองหาความหมาย/นิยาม – อธิบายสถานการณ์ของปัญหา – บอกแนวทางและอธิบายวิธีค้นหาคำตอบ – จัดทำแผนผังความคิด/จัดทำบันทึกการทำงาน
3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า	– ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม – อำนวยความสะดวก จัดหาประสานงาน วัสดุเอกสาร สื่อเทคโนโลยี – แนะนำ ให้กำลังใจ	– แบ่งงาน แบ่งหน้าที่ – จัดเรียงลำดับการทำงาน – กำหนดเป้าหมายงาน/ระยะเวลา – ค้นคว้าศึกษาและบันทึก
4. สังเคราะห์ความรู้	– แลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็น – ตั้งคำถามเพื่อสร้างความคิดรวบยอด	– นักเรียนแต่ละคนนำความรู้มานำเสนอภายในกลุ่ม – ตรวจสอบข้อมูลว่าสามารถตอบคำถามที่อยากรู้ได้ทั้งหมดหรือไม่ – ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมพอเพียง – ทบทวนและหาความรู้เพิ่มเติม

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. สรุปและประเมิน ค่าของคำตอบ	– ครูช่วยตรวจสอบการประมวลการ สร้างองค์ความรู้ใหม่ – ให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ จากการศึกษาค้นคว้า – พิจารณาความเหมาะสม เพียงพอ	– กลุ่มนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมา ประมวลสร้างเป็นองค์ความรู้ ใหม่ – ประเมินประสิทธิภาพ คุณภาพ การปฏิบัติงานใน กลุ่ม – ประเมินตนเองทั้งด้านความรู้ กระบวนการกลุ่มความพึง พอใจ – เลือกวิธีการ/รูปแบบการ นำเสนอผลงานที่น่าสนใจ
6. นำเสนอและ ประเมินผลงาน	– ครูประเมินตนเอง ประเมินผลการ เรียนรู้ – ความรู้ความจำ – ความเข้าใจ – การนำไปใช้ การคิดวิเคราะห์ เผยแพร่	– เสนอผลงานการปฏิบัติงานต่อ เพื่อน นักเรียน/ครู/วิทยากร ท้องถิ่นผู้สนใจ – ประเมินผลร่วมกับกลุ่มเพื่อน/ ครู/วิทยากรท้องถิ่น

ที่มา: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. หน้า 7.

Delisle (1997) ได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

1) ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (connecting with the problem) เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะในการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน นักเรียนต้องมีความเข้าใจว่าปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตนเองก่อน ครูควรเลือกหรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับนักเรียน ดังนั้นในขั้นนี้ครูจะสำรวจประสบการณ์ ความสนใจของนักเรียนแต่ละบุคคลก่อน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหรือออกแบบปัญหา โดยครูอาจยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขึ้นมาร่วมกันอภิปรายก่อน แล้วครูและนักเรียนช่วยกันสร้างปัญหาที่นักเรียนสนใจขึ้นมา เพื่อเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ประเด็นที่ครูยกมานั้นจะต้องเป็นประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับด้วย

2) **ขั้นจัดโครงสร้าง (setting up structure)** ประกอบด้วย แนวความคิดต่อปัญหา (ideas) ข้อเท็จจริงจากปัญหา (facts) สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (learning issues) และแผนการเรียนรู้ (action plan)

3) **ขั้นพบปัญหา (visiting the problem)** ในขั้นนี้นักเรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือ นักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันเสนอแนวความคิดต่อปัญหาว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ความรู้อะไรที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายถึงข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนดมาให้แล้วกำหนดสิ่งที่ต้องกำหนดเพิ่มเติม เพื่อจะได้นำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้ง กำหนดวิธีการหาความรู้และแหล่งทรัพยากรของความรู้ด้วย ในแต่ละหัวข้อ เมื่อกลุ่มกำหนดทุกหัวข้อเสร็จแล้ว กลุ่มจะมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้ว นำความรู้ที่ไปศึกษามารายงานต่อกลุ่ม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนได้ความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนมีอิสระกำหนดในแต่ละหัวข้อ ครูเพียงแต่สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

4) **ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง (revisiting the problem)** เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้แล้ว ร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่าเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอ กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมและแผนการเรียนรู้อีกครั้งจากนั้นทำแผนการเรียนรู้จนกว่าจะได้ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้นักเรียนในกลุ่มต้องใช้การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาตามแผนการเรียนรู้ทำให้นักเรียน พัฒนาความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การพูด การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล

5) **ขั้นผลิตผลงาน (producing a product or performance)** ในขั้นนี้นักเรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาหรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้และนำเสนอให้นักเรียนได้ทราบผลด้วยกัน

6) **ขั้นประเมินผลงานและการแก้ปัญหา (evaluating performance and the problem)** ในการประเมินผลงานของนักเรียนทั้งครูและนักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบร่วมกันในการประเมิน โดยต้องประเมินทักษะความรู้ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร และทักษะทางด้านสังคม ได้แก่ การทำงานเป็นทีม นอกจากประเมินนักเรียนแล้วครูยังต้องประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มต้นจากการให้สถานการณ์ปัญหาแก่นักเรียนให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายระบุดูปัญหาวิเคราะห์ปัญหาและสร้างประเด็นการเรียนรู้ เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ เพื่อนำมาอธิบายปัญหาและให้ไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรวบรวมข้อมูลนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาและสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่

7. การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีความจำเป็นต้องมีการประเมินผลเพื่อพัฒนาการเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนต้องมีหน้าที่ในการรับผิดชอบในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่มด้วย ซึ่งมีความแตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมที่ผ่านมา ซึ่งต้องการวัดเพียงความรู้ความสามารถเพื่อแบ่งระดับความสามารถของนักเรียนที่มีแต่เพียงครูเป็นผู้ประเมิน การประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้มีนักการศึกษา เสนอวิธีการไว้ดังนี้

Delise (1997) ได้กล่าวว่า การประเมินผลต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่นักเรียนแสดงออกมาเข้าด้วยกัน โดยได้เสนอว่าการประเมินผลควรกระทำทั้ง 3 ส่วน คือ ประเมินผลนักเรียน การประเมินผลตัวเองของครู และประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ คือ ตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานแก้ปัญหาที่นักเรียนมีรายละเอียด ดังนี้

1) การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลความสามารถนักเรียนจะเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้นำเสนอผลออกมา ครูใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของนักเรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และการทำงานของกลุ่ม ตัวอย่างรูปแบบและคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลนักเรียน นอกจากการประเมินผลในลักษณะบรรยาย ครูอาจจะใช้การประเมินผลแบบให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วนก็ได้ ซึ่งการประเมินผลนักเรียนนั้น นอกจากจะเป็นหน้าที่ของครูแล้วนักเรียนยังต้องมีบทบาทในการประเมินตนเองด้วย โดยมีเป้าหมายในการประเมินความสามารถของตนที่มีต่อการทำงานในกลุ่มเพื่อทราบบทบาทของตนที่มีต่อกลุ่ม

2) การประเมินผลตัวเองของครู ในขณะที่นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้และความสามารถออกมา ครูควรพิจารณาตนเองถึงทักษะและบทบาทของตนเองที่ได้แสดงออกไปว่าส่งเสริมนักเรียนหรือไม่อย่างไรด้วย โดยอาจใช้คำถามเป็นแนวทางในการประเมินตนเอง การประเมินตนเองของครูมี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เขียนบรรยายและแบบที่เลือกระดับความสามารถว่า ดีมาก ดี หรือพอใช้ของแต่ละพฤติกรรมที่ครูแสดงแล้วส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3) การประเมินผลปัญหาในขณะที่นักเรียนประเมินผลตนเอง และครูทำการประเมินผลนักเรียนและตนเอง ควรประเมินผลปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้วย

Barell (1998) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

1) ต้องมีการประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินด้วยการสอบเพียงอย่างเดียวและไม่ควรประเมินผลตอบบทเรียนเพียงครั้งเดียวเท่านั้น

2) ต้องมีการประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน

3) ต้องมีการประเมินผลความสามารถที่แสดงออกมาหรือจากการทำงานที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

วิธีการประเมินผลจากที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรที่จะต้องมีการประเมินนักเรียนทั้งในด้านความรู้และความสามารถ และด้านทักษะกระบวนการทำงาน ซึ่งในการประเมินผลการเรียนรู้นั้นควรเป็นการประเมินตลอดระยะการเรียนรู้และตามสภาพจริง ไม่ควรประเมินแค่ครั้งเดียวในตอนจบของการเรียนรู้ และควรให้ความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งถือว่า การประเมินผลนั้นเป็นสิ่งสำคัญนอกจากการประเมินนักเรียนแล้วก็ต้องมีการประเมินปัญหาที่มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากต่อกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งในการประเมินผลนี้นักเรียนต้องมีการประเมินตนเองด้วย

8. บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวอย่าง เพื่อกระตุ้นและขับเคลื่อนการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะแสวงหาข้อมูล และทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูลที่ได้มาและนำไปสู่การแก้ไขปัญหา จึงมีความสำคัญที่บทบาทของนักเรียนและครูที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปจากรูปแบบเดิมที่ผ่านมา โดยมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของครู ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้กล่าวว่า ครูมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น ลักษณะของครูที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

- 1) มุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
- 2) รู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจศักยภาพของนักเรียน เพื่อสามารถให้คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียนได้ตลอดเวลา
- 3) เข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่นักเรียนได้ถูกต้อง
- 4) มีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้และติดตามประเมินผลการพัฒนาของนักเรียน
- 5) เป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดการ สนับสนุนสื่อ อุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมและเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
- 6) มีจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา
- 7) ชี้แจงและปรับทัศนคติของนักเรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

8) มีความรู้ ความสามารถ ด้านการวัดและประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริง ให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) ปรับทัศนคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง
- 2) มีคุณลักษณะด้านใฝ่เรียนรู้ มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานอย่างมีระบบ
- 3) ได้รับการวางพื้นฐานและฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงาน และการประเมินผล
- 4) มีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทของครูนั้นต้องมีความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และมีความรู้ความสามารถเพียงพอเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน และชักนำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการจัดการเรียนรู้ บทบาทของนักเรียนต้องมีความใฝ่เรียนรู้ มีความรับผิดชอบ และทำงานอย่างมีระบบ และได้รับการวางพื้นฐานและฝึกทักษะเพื่อการสร้างความรู้และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ได้เป็นอย่างดี

9. ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อดีของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

มนสภรณ์ วิฑูรเมธา (2544) สรุปว่าข้อดี ได้แก่

- 1) นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาโดยตรง ทำให้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สามารถถ่ายโยงไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้
- 2) พัฒนาทักษะการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
- 3) พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ การติดต่อสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 4) พัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์
- 5) ช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งในหลักสูตรไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียน

- 6) ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้อย่างมีโครงสร้าง ง่ายต่อการระลึกได้และการนำมาใช้

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548) กล่าวว่า การเรียนการสอนที่มีครูเป็นศูนย์กลางไม่สามารถสอนสาระที่จำเป็นต้องเรียนได้หมด แต่การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเลือกสรรข้อความรู้ที่ต้องเรียนด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา ได้รับความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้าด้วยการวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เรียนรู้จากการตัดสินใจ การให้ความเห็น การพัฒนาความคิดใหม่ ๆ และความกระตือรือร้นต่อการเรียน เกิดการเรียนรู้อย่างบูรณาการ นอกจากนี้การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน ยังเน้นถึงการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมจากกลุ่ม การใช้พลวัตกลุ่มซึ่งทำให้นักเรียนได้พัฒนาบุคลิกภาพที่มีความเป็นตัวเอง มีความคิดริเริ่ม คิดเป็น มีความมั่นใจ กล้าที่จะ

เผชิญปัญหา และใช้หลักการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล รวมทั้งเป็นการฝึกฝนนิสัยการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นพฤติกรรมจำเป็นของการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จากข้อดีการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ดังนี้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ จำเนื้อหาความรู้ได้ง่ายขึ้นและคงทนในความรู้ ช่วยส่งเสริมให้เกิดการตัดสินใจแบบองค์รวม พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การติดต่อสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่น การศึกษาค้นคว้าตนเองการคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์ได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

มนสภรณ์ วิฑูรเมธา (2544) สรุปไว้ดังนี้

1) อาจารย์จะต้องเปลี่ยนรูปแบบการสอนใหม่ เปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก จำเป็นต้องมีการอบรมก่อนที่จะวางแผน และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

2) อาจารย์ต้องมีความชำนาญในการเตรียมและเลือกสื่อการเรียน ทั้งที่เป็นเอกสาร โสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ จึงจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์

3) มีการเปลี่ยนแปลงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น ห้องเรียนต้องมีห้องประชุมกลุ่มย่อย ห้องสมุด อุปกรณ์ช่วยสอน ดังนั้นสถาบันการศึกษาต้องเตรียมในสิ่งเหล่านี้ ถ้าสถาบันขาดปัจจัยในการพัฒนานี้ การจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานคงประสบผลสำเร็จได้ยาก

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่เน้นประสบการณ์การเรียนรู้จากปัญหา ซึ่งต้องใช้เวลาและการค้นคว้าแตกต่างกันตามความรู้ความสามารถของนักเรียน และความยากง่ายของปัญหา ซึ่งข้อความรู้ที่เรียนเป็นหลักการ ทฤษฎี และข้อเท็จจริงโดยทั่วไป หลักการบางเรื่องที่ยากต้องเรียนเองหรือสอนเพิ่มเติม ถ้าการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเน้นเนื้อหาวิชา นักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยวิธีเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานจะตอบไม่ได้ เพราะขณะเรียนข้อความรู้และหลักการนั้น นักเรียนต้องเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง เพราะฉะนั้นการบรรยายเนื้อหาวิชายังจำเป็นอยู่ในกรณีที่นักเรียนต้องการ ซึ่งครูจำเป็นต้องให้เวลากับนักเรียนและพร้อมช่วยเหลือนักเรียนในฐานะที่ครูเป็นแหล่ง การเรียนรู้หนึ่งของนักเรียนด้วย

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2549) ให้ความเห็นว่า แม้การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีข้อดีมากมาย แต่ครูบางคนก็ไม่นิยมนำไปใช้ซึ่งอาจเกิดจากเหตุผลดังนี้

1) ครูส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเปลี่ยนแปลงตนเองจากผู้เชี่ยวชาญการบรรยาย (expert teacher) ไปสู่การเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator)

2) ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนมากพอใจที่จะเรียนรู้อย่างผิวเผินมากกว่าที่จะเรียนรู้แบบเจาะลึก (deep learning) บางคนเกิดความวิตกกังวล บางคนรู้สึกขุ่นเคืองใจ ไม่พอใจเมื่อรู้ว่าครูจะใช้กระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอน

3) ไม่คุ้มค่าเรื่องเวลา เพราะการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานต้องใช้เวลามาก ครูต้องวางแผนการสอนล่วงหน้าเป็นเวลานาน โดยเฉพาะต้องเตรียมปัญหาที่จะนำมาศึกษาให้ดี

4) ไม่ได้รับการสนับสนุนจากผู้มีอำนาจและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา เช่นผู้บริหาร ไม่เข้าใจหรือไม่มีความรู้เรื่องการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจมองว่าครูไม่สอนหนังสือ ปล่อยให้ นักเรียนค้นคว้ากันเอง ซึ่งอาจทำให้ครูเกิดความท้อแท้และหมดกำลังใจที่จะใช้กระบวนการจัดการ เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากข้อจำกัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ครูและนักเรียน ไม่เคยชินกับวิธีนี้ ใช้เวลานานขึ้นในการเรียนรู้เนื้อหา หลักการบางเรื่องยากที่ต้องเรียนเองหรือสอน เพิ่มเติม ครูต้องเปลี่ยนบทบาทและมีความชำนาญในการสอนแบบนี้

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินชีวิตนั้นมักจะเผชิญกับปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนต่าง ๆ กัน ยิ่งใน สังคมปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหายิ่งมากขึ้นกว่าเดิม การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการคิด แก้ปัญหาจึงจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปัญหามักเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ซึ่งใน กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เริ่มต้นด้วยการสังเกต และระบุปัญหาแล้ว จึงนำไปสู่การ ตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผล ดังนั้นบุคคลที่มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาจะทำให้ สามารถหาคำตอบหรือหาหนทางในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ สำหรับความหมายของการแก้ปัญหา และการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ชุดิมา ทองสุข (2547) ได้สรุปไว้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่า หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมมาแก้ปัญหาที่เป็น ประสบการณ์ใหม่ ยิ่งปัญหาลับซับซ้อนยิ่งต้องอาศัยการคิดมาก โดยมีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบ หรือแบบแผนวิธีการที่จะทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหาบรรลุผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า “การคิดแก้ปัญหา” หมายถึง ความสามารถทางสมองในการจัดภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเอง และสิ่งแวดล้อมให้สมดุลกลับเข้าสู่สภาวะสมดุล หรือสภาวะที่เราคาดหวัง

Gagne (1970) ได้อธิบายความหมายของการแก้ปัญหาว่า ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานการเรียน เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมายเป็นการเลือกเอาวิธีการ หรือกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ จุดหมายที่ต้องการนั้นโดยอาศัยความรู้แจ้ง หรือความหยั่งเห็น (insight) ในปัญหาอย่างถ่องแท้ เสียก่อนจึงจะเป็นปัญหา

Good (1973) ได้แสดงความคิดเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาเป็น เรื่องเดียวกันและได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการ ซึ่งอยู่สภาวะที่มีความ ยุ่งยากลำบาก หรืออยู่ในสภาพที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหามีการ

ตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุมมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิมความคิดของนักเรียนแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ การคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ หรือ ทักษะที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต และยังเป็นพื้นฐานของกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา

2. การเรียนการสอนกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันออกไปเนื่องจากคนเรามีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับว่า บุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการสนใจดีหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่า วิธีการแก้ปัญหาก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนดีขึ้นได้ ดังเช่น

มังกร ทองสุตดี (2522) กล่าวถึงกิจกรรมที่ครูควรทำ ดังนี้

1) ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (the persistency process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนจะต้องเผชิญปัญหาอยู่ตลอดเวลา

2) ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (the testimonial process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่าง หรือการแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอนั้นอาจจะหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดีการสอนเนื้อหาวิชาบางครั้ง ครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3) ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (the innate process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบหยั่งรู้ (intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากกลางสังหรณ์ เช่น Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4) ให้อำนาจการวิจารณ์ (critical thinking) เป็นการฝึกการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นข้อ ๆ ดังนี้

(4.1) การกำหนดปัญหา

(4.2) รวบรวมข้อเท็จจริง

(4.3) ตั้งสมมติฐาน

(4.4) ทดสอบสมมติฐาน

(4.5) ประเมินผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนนั้นจะแตกต่างกัน นักเรียนแต่ละคนจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ดี หรือไม่ขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ สติปัญญา ตลอดจนการได้รับแรงจูงใจดี หรือไม่เพียงใด ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทั้งสิ้น สำหรับวิธีการแก้ปัญหานั้นอาจไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหา หรือคิดแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น ดังที่ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527) กล่าวว่า การที่เด็กสามารถแก้ปัญหาได้นั้นครูต้องจัดสภาพการณ์ภายนอก เพื่อยุ้มนักเรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านั้นแก้ปัญหา เช่น

1) จัดสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่มีวิธีการแก้ปัญหา ได้หลากหลายวิธี เพื่อให้นักเรียนฝึกฝนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

2) ปัญหาที่ครูนำมาใช้ฝึกฝนนั้นนอกจากจะเป็นปัญหาแปลกใหม่ที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อนแล้ว ก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของนักเรียนที่จะแสดงความสามารถการคิดแก้ปัญหาได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะของเขาวินิจฉัยของนักเรียน

3) การฝึกแก้ปัญหา ครูควรจะแนะนำให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจปัญหาได้ถ่องแท้เสียก่อนว่า เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ ก็ควรแตกออกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา

4) จัดบรรยากาศการเรียนการสอน หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นสภาวะภายนอกของนักเรียนที่เป็นไปในทางที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนจะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่าง ๆ

5) ให้โอกาสให้นักเรียนได้คิดอยู่เสมอ โดยครูไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาดตรง ๆ แก่ นักเรียน ดังนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายด้วยกิจกรรมหรือกลยุทธ์ที่เหมาะสม และควรสอดแทรกอยู่ในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ การฝึกหรือกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นกว่าการให้นักเรียนใช้ความจำเพียงอย่างเดียว

Dressel (1955) ได้อธิบายว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทุกสาขา การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพล ในระหว่างหลักสูตรต่าง ๆ การแก้ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญ และจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป การคิดแก้ปัญหามีกิจกรรมฝึกฝนอยู่เสมอ มิใช่คิดแก้ปัญหาเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหการ

เรียนได้ยอมคิดแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้เช่นกัน ครูควรมีวิธีการฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้น การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการกระตุ้นเพื่อการส่งเสริมเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญ ผ่านสถานการณ์ที่โต้ตอบ ซึ่งทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้และคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับ ทำให้เกิดกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ จนสามารถแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบได้

3. ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากความสำคัญของการแก้ปัญหา จึงมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความสนใจและเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้หลาย ๆ แนวคิดด้วยกัน เช่น

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2535) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นหาคำตอบมากมายหลายวิธี เช่น การลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ ในการฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือการทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

กรมวิชาการ (2545) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา

2) วางแผนแก้ปัญหา

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล

4) ตรวจสอบการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบและต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่มุม หลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด ที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้น มีมากมาย และมีลักษณะขั้นตอนแตกต่างกันออกไป ได้แก่ ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ

1) ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งที่เรากำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2) ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกรถึงประสบการณ์เดิม

3) ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

4) การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

Guilford (1967) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน คือ

- 1) ขั้นการเตรียมการ (preparation) หมายถึง การตั้งปัญหาหรือค้นพบปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร
- 2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (analysis) หมายถึง การพิจารณาดูว่าสิ่งใดที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
- 3) ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา
- 4) ขั้นตรวจสอบผล (verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีวิธีการเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
- 5) ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อพบเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

Eberle; & Stanish (1996) ได้เสนอว่า ในการคิดแก้ปัญหาจะมีทักษะและมีการฝึกเป็นขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นตระหนักรู้ปัญหา (sensing problems and challenges) หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อกำหนดสิ่งที่เป็นสาเหตุหรือปมของปัญหภายในสถานการณ์ที่กำหนดให้
- 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลหรือการค้นหาคำสาเหตุของปัญหา (data finding หรือ fact finding) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา
- 3) ขั้นการกำหนดหรือการระบุปัญหา (problem finding) หมายถึง ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คัดคะแนน ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องและปัญหาที่แท้จริง หรือสำคัญที่สุดได้
- 4) ขั้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา (idea finding) หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาหรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
- 5) ขั้นค้นหาข้อสรุปและเลือกวิธีการแก้ปัญหา (solution finding) หมายถึง ความสามารถในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปในการตัดสินใจเลือกกว่าวิธีการใดเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
- 6) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา (acceptance finding) หมายถึง ความสามารถในการนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยมีการวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นพร้อมนำเสนอแผนการดำเนินการแก้ปัญหา

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังกล่าว จะพบว่า การแก้ปัญหาดังกล่าวทางวิทยาศาสตร์จะมีระบบแบบแผน มีเหตุผล มี

ขั้นตอนที่เหมาะสม ต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน รวมทั้งสติปัญญา สมรรถภาพทางสมอง ประสบการณ์และความถนัด เพื่อที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาตามสาเหตุและสามารถวิเคราะห์ผลที่เกิดจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535) กล่าวว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็คือส่วนที่เป็นผลิตผลทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นก็จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ซึ่งอาจจะจำแนกออกได้เป็น 6 ประเภท ได้แก่ 1) ข้อเท็จจริง (fact) 2) มโนคติ (concept) 3) หลักการ (principle) 4) ทฤษฎี (theory) 5) กฎ (law) 6) สมมติฐาน (hypothesis)

ข้อเท็จจริง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะถูกจัดให้เป็นประเภทข้อเท็จจริงนั้น ได้แก่ ความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ มีทั้งที่สังเกตได้โดยตรงและโดยทางอ้อม กรณีที่สังเกตโดยทางอ้อมอาจจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการสังเกตและหลักสำคัญของความรู้ประเภทนี้อย่างหนึ่งก็คือความรู้ที่จะจัดว่าเป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นความจริงเสมอไม่ว่าจะถูกทดสอบกี่ครั้งก็ตามย่อมได้ผลเหมือนเดิม

มโนคติ หมายถึง ความคิดหลัก ของคนเราที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น กล่าวคือ เมื่อเรดำเนินการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุติดหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่างสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึง ความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้สรุปแล้ว มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของคนที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มโนคติของแต่ละบุคคลอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น ๆ

หลักการ เป็นกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถสรุปเป็นความรู้ที่นำไปใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

ทฤษฎี จากความหมายของกฎ เราทราบแล้วว่า กฎ ก็คือหลักการที่มักจะเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความที่อยู่ในกฎและหลักการนั้น มีจริงอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างขึ้นเอง แต่เป็นเพียงผู้ไปค้นพบเท่านั้น สิ่งนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเองคือ ทฤษฎี

กฎ เป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุกับผลและอาจเขียนสมการแทนได้ กฎส่วนใหญ่มาจากการอุปมานข้อเท็จจริง โดยการนำข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับการรวมเป็น

มโนมติ เป็นหลักการจนถึงการยอมรับเป็นกฎ แต่มีบางกฎเช่นกันที่ได้มาโดยการอนุมาน (deduction) จากทฤษฎี เช่น กฎของบอยล์ อนุมานจากทฤษฎีโมเลกุล

สมมุติฐาน เป็นข้อความซึ่งนักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง สมมุติฐานใดเป็นที่ยอมรับหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลักฐาน เหตุผล ที่สนับสนุนหรือคัดค้านทางตรงและทางอ้อม

2. กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา โดยทั่วไปเมื่อเรามีความสนใจหรือต้องการหรือต้องการจะแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะต้องหาทางค้นคว้า เพื่อหาคำตอบมาอธิบายหรือแก้ปัญหาในนั้น ๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกันได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535)

- 1) ระบุปัญหา
- 2) ตั้งสมมุติฐาน
- 3) พิสูจน์หรือทดลอง
- 4) สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของคนนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้เรียกว่า เจตคติหรือจิตวิทยาาสตร์ที่คาดหวังว่าจะได้รับการพัฒนาขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ มีดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555)

- 1) ความสนใจใฝ่รู้
- 2) ความซื่อสัตย์
- 3) ความอดทน มุ่งมั่น
- 4) การมีน้ำใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น
- 5) ความคิดสร้างสรรค์
- 6) มีความสงสัย และกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ
- 7) ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาไว้ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจ ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้มีทักษะกระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต
- 7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดความรู้เนื้อหา ผู้ประเมินต้องมีการวางแผนการดำเนินการสร้างที่เป็นระบบ มีความรู้ในเนื้อหา เขียนข้อคำถามที่ตรงประเด็น ตลอดจนสามารถตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละข้อได้ ดังที่ อุทุมพร จามรมาน (2540) กล่าวถึงการสร้างข้อสอบที่เป็นระบบไว้ดังนี้

- 1) การระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
- 2) การระบุเนื้อหาให้ชัดเจน
- 3) การทำตารางเนื้อหาจับคู่จุดมุ่งหมายในการทดสอบ
- 4) การทำน้ำหนัก
- 5) การกำหนดเวลาสอบ
- 6) การกำหนดจำนวนข้อหรือคะแนน
- 7) การเขียนข้อสอบ
- 8) การตรวจสอบข้อสอบที่เขียนขึ้น
- 9) การทดลองใช้ แก้ไข ปรับปรุง

ในการกำหนดจุดประสงค์เพื่อเขียนข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้น ได้มีนักวิชาการกล่าวไว้ ดังนี้

Bloom (1956) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของความรู้ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจไว้ 6 ขั้น ดังนี้คือ

- 1) ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎี จากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3) การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเนื้อหาอย่างละเอียดดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4) การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวโยงต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้และต้องเข้าใจ ทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5) การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก ๆ การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6) การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามลักษณะของการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (Klopfer. 1974) ดังนี้

1) ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2) ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3) ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ศศิมา อินทนะ (2551) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจากการกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริงสูงขึ้นกว่าก่อนจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริงมีพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นตามระยะเวลาจากการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

วาสนา กิมเท็ง (2553) ศึกษาโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การวัดทักษะของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วินุรักษ์ สุขสำราญ (2553) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ในกลุ่มตัวอย่าง 32 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้แบบแผนการวิจัย One Group pretest – posttest design พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุกัญญา พิทักษ์ (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD โดยใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

สุภัทราภรณ์ เบญจวรรณ (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปาและการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุจิภา เพชรล้วน (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัตนภรณ์ จินดาสวัสดิ์ (2555) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัจฉรา ไชโย (2555) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกลุ่มตัวอย่าง 31 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของชีวิตและชีวิตพืช พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริลักษณ์ วิทยา (2558) ศึกษาผลของการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มตัวอย่าง 40 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Ron; et al. (2005) ศึกษาความน่าจะเป็นและการคาดการณ์ ของการสร้างแบบจำลองเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เว็บไซต์เป็นฐาน ซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์เสมือนจริง (stimulations) เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม ซึ่งได้ทดลองในกลุ่มตัวอย่าง 776 คนในนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ซึ่งเมื่อทำการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากไม่มีความแตกต่างของคะแนนในความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความแตกต่างที่มากนัก แต่กลุ่มตัวอย่างมีทักษะในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นและมีความสนใจในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว

Semra; et al. (2006) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 61 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 31 คน ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมหรือแบบบรรยาย และกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง การกำจัดของเสียในร่างกายมนุษย์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทักษะของการจัดการข้อมูลเพื่อสร้างองค์ความรู้ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และการสรุปผลของการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

Sahin; et al. (2010) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปรัชญาความเชื่อเกี่ยวกับฟิสิกส์ การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และแนวคิดทางกลศาสตร์ของนิวตัน สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัย มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับฟิสิกส์ และความเข้าใจแนวคิดทางกลศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องแรงสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไม่มีผลต่อความเชื่อเกี่ยวกับฟิสิกส์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และพบว่ามีความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อเหมือนผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ต้นภาคการศึกษาจะมีคะแนนความเข้าใจในตอนท้ายการศึกษาที่สูงขึ้น

Andis; et al. (2013) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ใช้ครูน้อยในห้องเรียนที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งได้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาชีวเคมี ซึ่งเป็นกลุ่มเรียนขนาดใหญ่ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่ากลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ใช้ครูน้อยในห้องเรียนที่มีขนาดใหญ่ นั้น มีคะแนนของการทดสอบสูงขึ้นร้อยละ 13 เมื่อเทียบกับก่อนจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจและพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มศึกษาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
2. เนื้อหาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
4. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มศึกษาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

กลุ่มศึกษาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 38 คน จากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เนื้อหาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาสมดุลภาพในร่างกาย ซึ่งอ้างอิงจากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีหัวข้อดังนี้

1. ระบบหายใจ
2. ระบบขับถ่ายของเสีย
3. ระบบหมุนเวียนเลือด

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง

4. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ one-group pretest-posttest design ซึ่งมีรูปแบบวิจัย ดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มที่ศึกษา	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

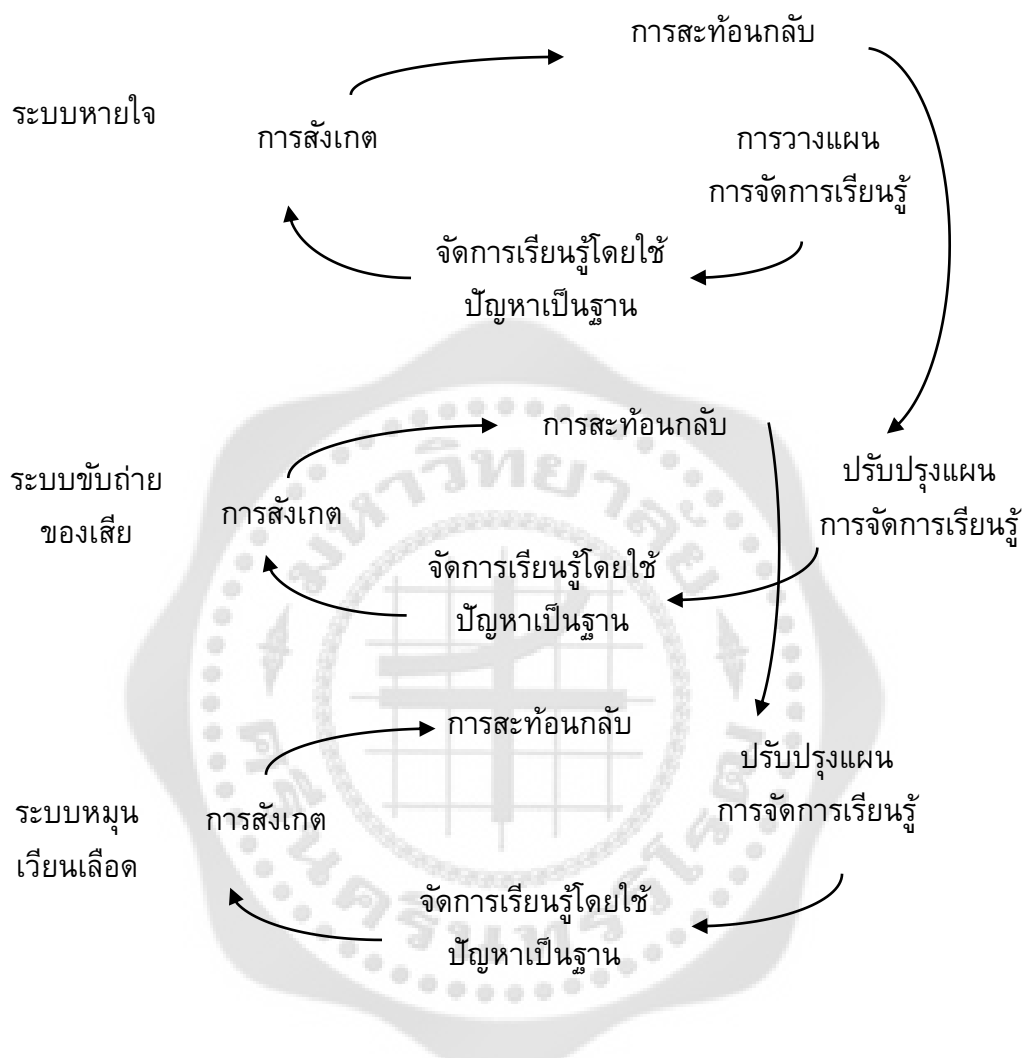
E	หมายถึง	กลุ่มศึกษา
T ₁	หมายถึง	การสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มศึกษา
T ₂	หมายถึง	การสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มศึกษา
X	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในการวิจัยในครั้งนี้มีกระบวนการในการวิจัยแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) โดยได้มีการวางแผนสำหรับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีการแก้ไขและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มศึกษาอีกครั้ง และสังเกตบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปจนกว่าจะสิ้นสุดตามแผนงานที่วางไว้ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) พบว่ากระบวนการสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการอยู่ในวงจรของปฏิบัติการ คือ การสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เกิดขึ้นเป็นวงจรขดลวด (spiral of self-reflection) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่แสดงการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ขั้นตอนดังกล่าวขึ้นอยู่กับ การวางแผน และการปฏิบัติตามแผน ตามด้วยการสะท้อนผลการปฏิบัติโดยตรง การออกแบบการวิจัยของ Kemmis and McTaggart (1998) คือ การวางแผน การนำไปใช้ การสังเกต และการสะท้อนผลของการปฏิบัติ

สำหรับขั้นตอนการวิจัยมีกระบวนการทำงานที่เป็นวงจรการวิจัยแบบขดลวดตามภาพประกอบ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิจัยปฏิบัติการมี 4 ขั้นตอน คือ

- 1) ขั้นวางแผน (plan) เป็นการวางแผนหลังจากการที่วิเคราะห์ปัญหา กำหนดประเด็นและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- 2) ขั้นปฏิบัติการ (act) เป็นการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดเอาไว้
- 3) ขั้นสังเกต (observe) เป็นการสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน

4) ขั้นสะท้อนผล (reflect) เป็นการสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงานให้ผู้ที่มีส่วนร่วมได้วิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติต่อไป



ภาพประกอบ 4 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998)

5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาสมดุลภายในร่างกาย ซึ่งประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบงาน แบบบันทึกกิจกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรม

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ

1. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษา

ตอนปลาย สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกาย สัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

1.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร บทที่ 6 การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หน่วยที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์

1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและหน่วยการเรียนรู้ สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

1.5 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหา

1.6 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 คาบ และเอกสารประกอบการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย หน่วยที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ ซึ่งแผนการเรียนรู้ประกอบด้วย

1.6.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.6.2 ตัวชี้วัด

1.6.3 สาระสำคัญ/แนวคิดหลัก

1.6.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.6.4.1 จุดประสงค์นำทาง

1.6.4.2 จุดประสงค์ปลายทาง

1.6.4.3 สาระการเรียนรู้

1.6.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้

1.6.6 สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

1.6.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างรูปแบบการสอนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ขั้นตอนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่าง ๆ ในเอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยการประเมินระดับของความเหมาะสม

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องละ 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ขั้นระบุปัญหา

2.2.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

2.2.3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

2.2.4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

2.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผลจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือกภาษาที่ใช้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อ ประธาน และกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มศึกษาสำหรับการวิจัย

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาคุณภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาคุณภาพในร่างกาย

เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิทยาศาสตร์ แบ่งพฤติกรรมออกเป็น 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาแยกตามจุดมุ่งหมาย

เนื้อหา	จุดมุ่งหมายพฤติกรรมด้านวิทยาศาสตร์															
	ความรู้ความจำ				ความเข้าใจ				การนำไปใช้				ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์			
	ข้อสอบที่ออก	ผู้เชี่ยวชาญ	ทดลองใช้	เลือกใช้	ข้อสอบที่ออก	ผู้เชี่ยวชาญ	ทดลองใช้	เลือกใช้	ข้อสอบที่ออก	ผู้เชี่ยวชาญ	ทดลองใช้	เลือกใช้	ข้อสอบที่ออก	ผู้เชี่ยวชาญ	ทดลองใช้	เลือกใช้
ระบบหายใจ	4	4	4	4	12	12	10	7	2	2	2	2	2	2	2	2
ระบบขับถ่ายของเสีย	7	7	7	6	9	9	6	6	3	3	2	2	1	1	1	1
ระบบหมุนเวียนเลือด	5	5	3	3	12	12	11	9	2	2	2	2	1	1	1	1

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องของการใช้ภาษาและความเหมาะสม ความชัดเจนของคำถาม เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไปแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในหัวข้อที่ทำการวิจัยมาแล้ว จำนวน 30 คน โดยไม่ใช้กลุ่มศึกษาเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.8.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน

3.8.2 คัดเลือกข้อทดสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20–0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.9 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการนำแบบทดสอบที่คัดเลือกข้อสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษาที่เรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 30 คนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย

4. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีรูปแบบที่ดัดแปลงมาจากแบบประเมินความพึงพอใจของ ศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว (2558) ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี ในการสำรวจความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

4.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วยหัวข้อหลักที่ใช้ในการสำรวจความพึงพอใจในการเรียน ดังนี้

4.2.1 ด้านเนื้อหาความรู้

4.2.2 ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

4.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผลจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือกภาษาที่ใช้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

4.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อ ประธาน และกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

4.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้กับกลุ่มศึกษา

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

6.1 เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิธีการเลือกอย่างเจาะจงเป็นกลุ่มศึกษา

6.2 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

6.3 ก่อนการจัดการเรียนรู้ ทดสอบก่อนเรียน (pretest) กับกลุ่มประชากรเป้าหมายโดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2 ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.4 ดำเนินการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยผู้วิจัยเป็นครูเอง ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน 12 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์

6.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) กับกลุ่มประชากรเป้าหมายโดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2 ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.6 ทำการตรวจสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

6.7 ตรวจสอบผลการสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

7. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มศึกษา โดยใช้ t -test for dependent samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$), ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

7.2 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

7.2.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหา และขั้นตอนการทำกิจกรรม ตลอดจนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร

$$\text{สูตร } IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
n หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

7.2.2 ค่าความยาก-ง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ จากสูตร

$$p = \frac{A}{N}$$

เมื่อ p หมายถึง ค่าความยาก-ง่าย
A หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกต้องทั้งหมด
N หมายถึง จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

7.2.3 หาค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ จากสูตร

$$r = \frac{H-L}{N_H}$$

เมื่อ r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก
H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมดในกลุ่มสูง

7.2.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (Reliability) ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

$$\text{สูตร} \quad \alpha = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	α	หมายถึง	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	K	หมายถึง	จำนวนข้อ
	s_i^2	หมายถึง	ผลรวมความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	หมายถึง	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

7.2.5 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธี average normalized gain (Hake. 1998) ซึ่งมีวิธีการหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนและแปลความหมายของข้อมูล ดังนี้

$$\text{gain percentage } < g > = \frac{(\% \text{posttest} - \% \text{pretest})}{(100 - \% \text{pretest})}$$

คะแนนเฉลี่ย 0.0 – 0.29 แปลว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (low gain)

คะแนนเฉลี่ย 0.3 – 0.69 แปลว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (medium gain)

คะแนนเฉลี่ย 0.7 – 1.0 แปลว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (high gain)

7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มประชากรเป้าหมาย โดยใช้ *t-test for dependent samples* ซึ่งได้จากการคำนวณจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

จริยธรรมของการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้มนุษย์เป็นกลุ่มศึกษา จำเป็นจะต้องระมัดระวังและมีความละเอียดรอบคอบในการวิจัย เพื่อมิให้ส่งผลกระทบต่อกลุ่มศึกษาและผู้เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ขออนุญาตเพื่อขอความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียนและกลุ่มศึกษาก่อนทำการวิจัยและเก็บข้อมูล ซึ่งจะต้องมีการแจ้งวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยครั้งนี้แก่นักเรียนหรือกลุ่มศึกษาทราบก่อน และต้องสงวนชื่อโรงเรียนเป็นนามสมมติ นอกจากนี้ชื่อของผู้ที่อยู่ในกลุ่มศึกษาจะกำหนดเป็นรหัสแทนชื่อด้วย ทั้งในการตีความหมายข้อมูล ทั้งในส่วนของการบันทึกการเรียนรู้ ชิ้นงาน ก่อนที่นำมาใช้ในการรายงานผลการวิจัย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อโรงเรียนและนักเรียนหรือกลุ่มศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยภายหลังได้



บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษา ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตอนที่ 2 การนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้กับกลุ่มศึกษา

ตอนที่ 1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ตามรูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการประเมิน ทั้งหมด 4 ด้าน คือ 1. ด้านความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน 2. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ 3. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ 4. ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า ส่วนใหญ่ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในทุกด้านอยู่ในระดับมาก ยกเว้น ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ของทุกแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในประเด็นกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด อยู่ในระดับปานกลาง (ภาคผนวก ข)

จากการนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง (IOC) พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 เรื่อง เรื่องละ 20 ข้อ รวมจำนวน 60 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 3 เรื่อง เรื่องละ 15 ข้อ รวมจำนวน 45 ข้อ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป (ภาคผนวก ข)

1.2 การนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เป็นนักเรียนชายจำนวน 30 คน จากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร

การทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา

จากการนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม และเมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าความยาก-ง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยแบ่งออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้ เรื่อง ระบบหายใจ พบว่า ข้อคำถามที่มีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.2–0.8 มีจำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.20 ขึ้นไป จำนวน 18 ข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ สำหรับนำไปวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.64 เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย พบว่า ข้อคำถามที่มีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.2–0.8 มีจำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.20 ขึ้นไป จำนวน 15 ข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ สำหรับนำไปวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.65 และเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า ข้อคำถามที่มีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.2–0.8 มีจำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.20 ขึ้นไป จำนวน 15 ข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ สำหรับนำไปวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.50 (ภาคผนวก ข)

ตอนที่ 2 การนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้กับกลุ่มศึกษา

2.1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มศึกษา

ในการศึกษาโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด โดยกลุ่มศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 38 คน จากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร มีครูผู้สอนทั้งหมด 112 คน เป็นครูวิทยาศาสตร์จำนวน 22 คน มีนักเรียนทั้งหมด 3,027 คนเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 1,493 คน และระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 1,537 คน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 485 คน ประกอบด้วย 12 ห้องเรียน แบ่งเป็นแผนกสายวิทยาศาสตร์จำนวน 7 ห้องเรียน แผนกสายศิลป์จำนวน 5 ห้องเรียน โดย 2 ห้องเรียนเป็นนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียน นักเรียนทั้ง 2 ห้องนี้ต้องเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 วิชา ประกอบด้วย

วิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา โดยเรียนสัปดาห์ละ 12 คาบ คาบ ละ 50 นาที ซึ่ง 4 คาบเป็นวิชาชีววิทยา ดังนั้นโดยรวมแล้วใน 1 ภาคเรียน นักเรียนเหล่านี้ต้องเรียนวิชาชีววิทยา 80 คาบ สำหรับในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 นักเรียนต้องเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 4 หน่วย ได้แก่ ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกันตามลำดับ ซึ่งได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยนักเรียนทั้งหมดมีอายุอยู่ในช่วง 15–16 ปี เป็นนักเรียนชายทั้งหมด และมีความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยมีผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง

2.2 ผลการศึกษาของกลุ่มศึกษา

การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรายวิชาชีววิทยา จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ บทที่ 6 การรักษาสมดุลภาพในร่างกาย โดยมีหัวข้อเกี่ยวกับ ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย และระบบหมุนเวียนเลือด ไปใช้ในกลุ่มศึกษาซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้ทำการตรวจสอบความรู้เดิมของกลุ่มศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วจึงได้ทำการทดสอบหลังเรียนอีกครั้งเพื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มศึกษา ด้วยค่าทางสถิติ t -test for dependent samples ที่ $p = 0.05$ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มศึกษา

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มศึกษา คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในหัวข้อ ระบบหายใจ เท่ากับ 7.63 ± 3.40 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย เท่ากับ 6.16 ± 3.21 และในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด เท่ากับ 6.42 ± 2.64 ตามลำดับ และหลังเรียน คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในหัวข้อ ระบบหายใจ เท่ากับ 12.92 ± 2.55 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย เท่ากับ 12.63 ± 2.94 และในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด เท่ากับ 12.26 ± 2.80 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มศึกษามาวิเคราะห์ค่าที่แบบกลุ่มศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ ($t = -9.61$ และ $p = 0.00$ ในหัวข้อ ระบบหายใจ, $t = -10.49$

และ $p = 0.00$ ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย และ $t = -10.73$ และ $p = 0.00$ ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด) เมื่อวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้พบว่าทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มศึกษา โดยค่าทางสถิติ t -test for dependent samples ที่ $p = 0.05$

N = 38

หัวข้อ	คะแนน ^π		t	p -value
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
ระบบหายใจ	7.63±3.40	12.92±2.55	-9.61*	0.00
ระบบขับถ่ายของเสีย	6.16±3.21	12.63±2.94	-10.49*	0.00
ระบบหมุนเวียนเลือด	6.42±2.64	12.26±2.80	-10.73*	0.00

^π คะแนนที่แสดงในตาราง คือ $\bar{x} \pm SD$ มีคะแนนเต็ม 15 คะแนน

* คะแนนที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มศึกษา

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มศึกษา คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในหัวข้อ ระบบหายใจ เท่ากับ 4.79 ± 2.30 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย เท่ากับ 4.05 ± 2.31 และในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด เท่ากับ 4.21 ± 2.18 ตามลำดับ และหลังเรียน คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในหัวข้อ ระบบหายใจ เท่ากับ 8.74 ± 2.59 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย เท่ากับ 7.16 ± 1.95 และในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด เท่ากับ 8.26 ± 2.45 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มศึกษามาวิเคราะห์ค่าที่แบบกลุ่มศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -11.02$ และ $p = 0.00$ ในหัวข้อ ระบบหายใจ, $t = -10.86$ และ $p = 0.00$ ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย และ $t = -8.41$ และ

$p = 0.00$ ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด) เมื่อวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้พบว่าทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มศึกษา โดยค่าทางสถิติ t -test for dependent samples ที่ $p = 0.05$

N = 38

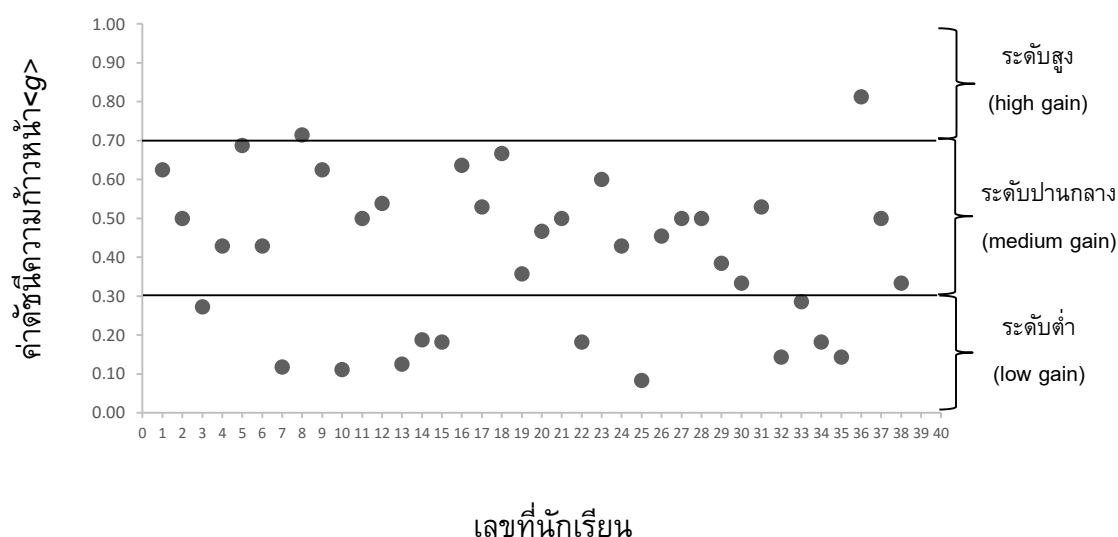
หัวข้อ	คะแนน ^π		t	p -value
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
ระบบหายใจ	4.79±2.30	8.74±2.59	-11.02*	0.00
ระบบขับถ่ายของเสีย	4.05±2.37	7.16±1.95	-10.86*	0.00
ระบบหมุนเวียนเลือด	4.21±2.18	8.26±2.45	-8.41*	0.00

^π คะแนนที่แสดงในตาราง คือ $\bar{x} \pm SD$ มีคะแนนเต็ม 15 คะแนน

* คะแนนที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

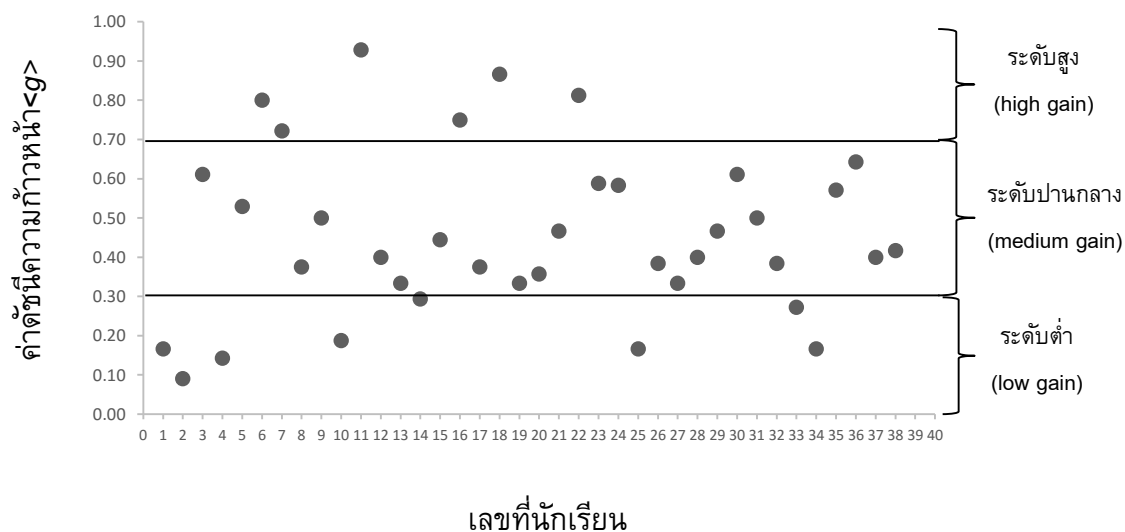
3. ผลการเปรียบเทียบค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มศึกษา

จากการพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในหัวข้อ ระบบหายใจ นักเรียนมีดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($<g> = 0.43$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 43 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายคน จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.08–0.29) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 31.57 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.33 –0.69) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 63.17 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.71–0.81) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 (ภาพประกอบ 5)



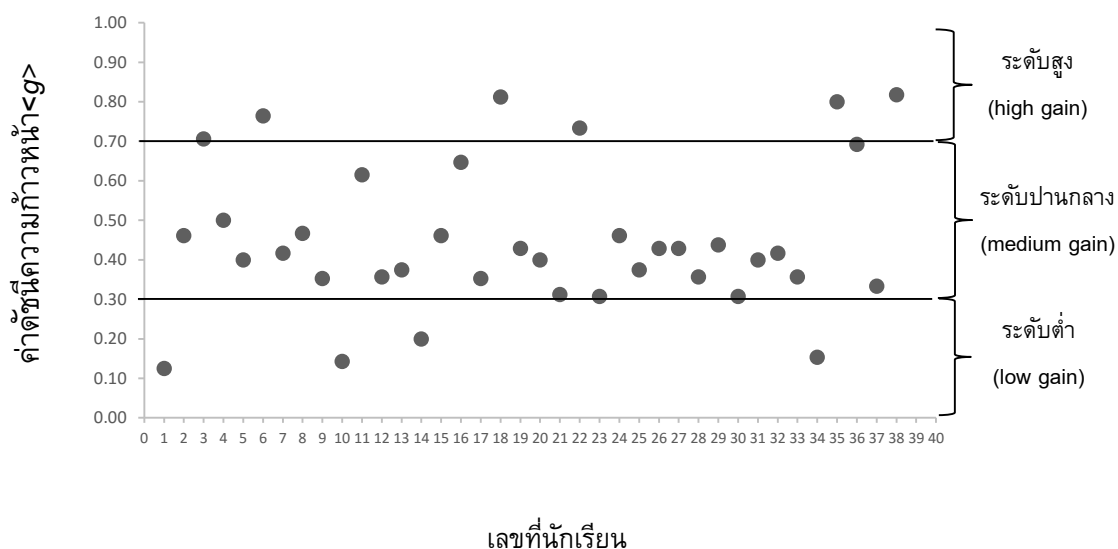
ภาพประกอบ 5 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบหายใจ

ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.47$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 47 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายคน จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.09–0.29) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.33–0.64) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.72–0.93) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 (ภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบ 6 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย

ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.43$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 43 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายคน จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.11–0.27) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 23.68 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.31–0.69) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 60.53 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.71–0.82) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 (ภาพประกอบ 7)



ภาพประกอบ 7 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด

เมื่อทำการหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain ด้วยวิธี average normalized gain ของ Hake (1998) พบว่า คะแนนของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) ทั้ง 3 หัวข้อ ดังตาราง 7

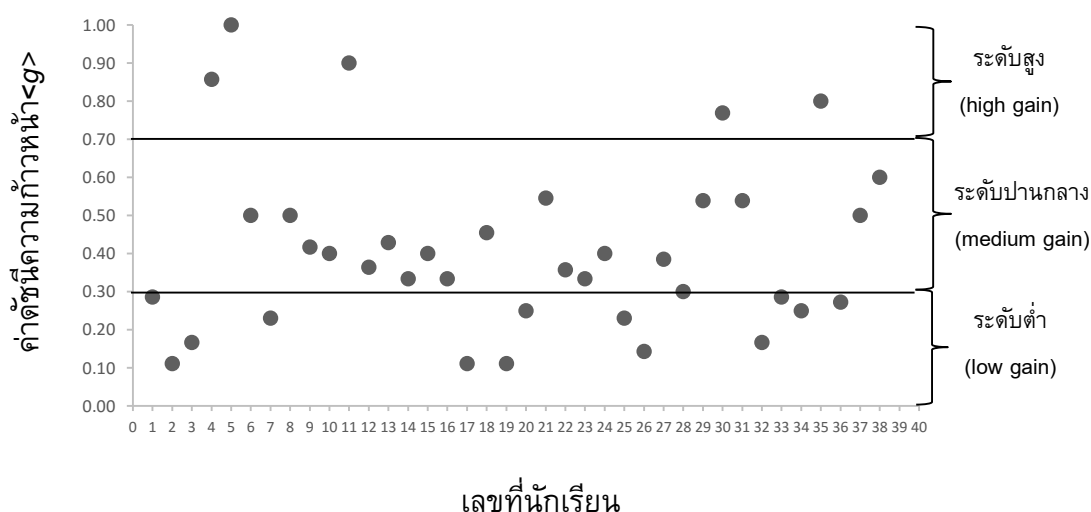
ตาราง 7 เปรียบเทียบค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษา

N = 38

หัวข้อ	ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (%post-%pre)	ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มี โอกาสเพิ่มขึ้นได้ (100-%pre)	Normalized gain
ระบบหายใจ	26.45	61.84	0.43
ระบบขับถ่ายของเสีย	32.37	69.21	0.47
ระบบหมุนเวียนเลือด	29.21	67.89	0.43

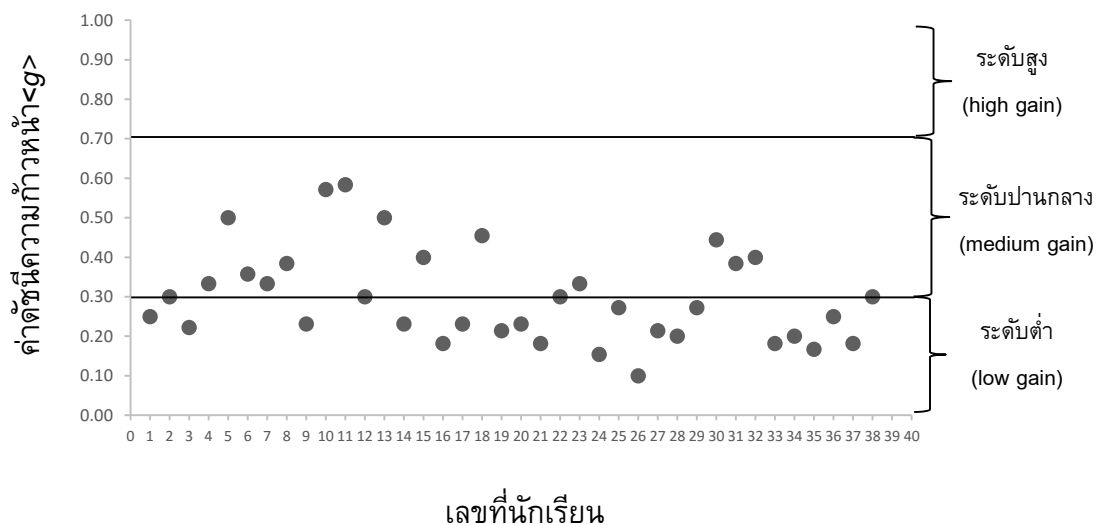
4. ผลการเปรียบเทียบค่าความก้าวหน้าทางเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษา

จากการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า ในหัวข้อ ระบบหายใจ นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.39$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 39 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายคน จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.11–0.29) จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 28.95 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.30–0.60) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.77–1.00) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 15.16 (ภาพประกอบ 8)



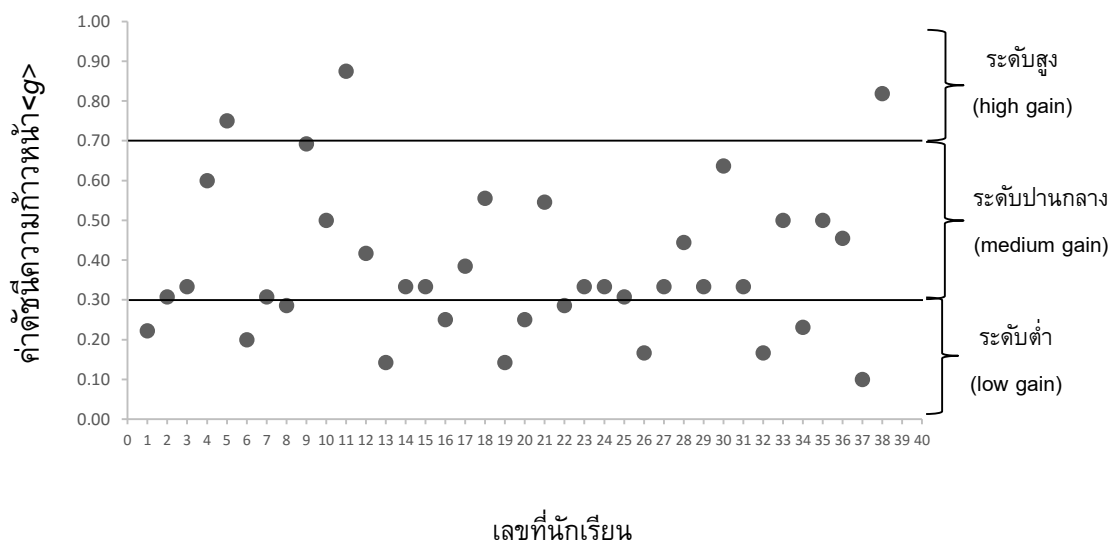
ภาพประกอบ 8 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ระบบหายใจ

ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.28$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 28 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายคน จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.10–0.27) จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 52.63 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.30–0.58) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 47.37 (ภาพประกอบ 9)



ภาพประกอบ 9 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ในหัวข้อ ระบบขับเคลื่อนของเสีย

ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.38$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 38 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายคน จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (0.10–0.29) จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 28.95 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.31–0.69) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.75–0.88) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.89 (ภาพประกอบ 10)



ภาพประกอบ 10 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด

เมื่อทำการหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มศึกษา (normalized gain ด้วยวิธี average normalized gain ของ Hake (1998) พบว่า คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับต่ำ (low gain) ในหัวข้อเรื่อง ระบบ หายใจ และระดับปานกลาง (medium gain) ในหัวข้อเรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบ หมุนเวียนเลือด ดังตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบค่าดัชนีความก้าวหน้าทางเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มศึกษา

N = 38

หัวข้อ	ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (%post-%pre)	ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มี โอกาสเพิ่มขึ้นได้ (100-%pre)	Normalized gain
ระบบหายใจ	26.32	68.07	0.39
ระบบขับถ่ายของเสีย	20.70	72.98	0.28
ระบบหมุนเวียนเลือด	27.37	71.93	0.38

5. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษา

จากการวิเคราะห์คะแนนหลังเรียนของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษา คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยการหาสหสัมพันธ์ พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีความสัมพันธ์ดังนี้ ในหัวข้อ ระบบหายใจ มีค่า Pearson correlation (r) เท่ากับ 0.26 ในหัวข้อ และระบบหมุนเวียนเลือด มีค่า Pearson correlation (r) เท่ากับ 0.24 ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด มีค่า Pearson correlation (r) เท่ากับ 0.32 เมื่อวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้พบว่าทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ดังตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

N = 38

หัวข้อ	คะแนนหลังเรียน		Pearson correlation (r)	Sig. (2-tailed)
	ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์		
ระบบหายใจ	12.92±2.55	8.74±2.59	0.26	0.76*
ระบบขับถ่ายของเสีย	12.63±2.94	7.16±1.95	0.32	0.22*
ระบบหมุนเวียนเลือด	12.26±2.80	8.26±2.45	0.24	0.15*

* คะแนนที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

6. การเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาในแต่ละวงจรการเรียนรู้

จากการพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในหัวข้อ ระบบหายใจ กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย พบว่า นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน เพิ่มขึ้น จำนวน 11 คน คงที่ จำนวน 22 คน และลดลง จำนวน 5 คน และจากการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในหัวข้อ ระบบหายใจ กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย พบว่า นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน เพิ่มขึ้น จำนวน 3 คน คงที่ จำนวน 19 คน และลดลง จำนวน 16 คน ดังตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เลขที่ นักเรียน	ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน					
	ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์		
	ระบบ หายใจ	ระบบขับ ถ่ายของเสีย	พัฒนาการ	ระบบ หายใจ	ระบบขับ ถ่ายของเสีย	พัฒนาการ
1	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
2	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
3	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
4	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง	สูง	ปานกลาง	ลดลง
5	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	สูง	ปานกลาง	ลดลง
6	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
7	ต่ำ	สูง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
8	สูง	ปานกลาง	ลดลง	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
9	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
10	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
11	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	สูง	ปานกลาง	ลดลง
12	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
13	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่

ตาราง 10 (ต่อ)

เลขที่ นักเรียน	ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน					
	ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์		
	ระบบ หายใจ	ระบบขับ ถ่ายของเสีย	พัฒนาการ	ระบบ หายใจ	ระบบขับ ถ่ายของเสีย	พัฒนาการ
14	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
15	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
16	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
17	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
18	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
19	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
20	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
21	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
22	ต่ำ	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
23	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
24	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
25	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
26	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
27	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
28	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
29	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
30	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	สูง	ปานกลาง	ลดลง
31	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
32	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
33	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
34	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
35	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
36	สูง	ปานกลาง	ลดลง	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
37	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
38	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่

เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน เพิ่มขึ้น จำนวน 7 คน คงที่ จำนวน 28 คน และลดลง จำนวน 3 คน และจากการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน เพิ่มขึ้น จำนวน 16 คน คงที่ จำนวน 16 คน และลดลง จำนวน 6 คน ดังตาราง 11

ตาราง 11 เปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เลขที่ นักเรียน	ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน					
	ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์		
	ระบบขับ ถ่ายของเสีย	ระบบหมุน เวียนเลือด	พัฒนาการ	ระบบขับ ถ่ายของเสีย	ระบบหมุน เวียนเลือด	พัฒนาการ
1	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
2	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
3	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
4	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
5	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น
6	สูง	สูง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
7	สูง	ปานกลาง	ลดลง	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
8	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
9	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
10	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
11	สูง	ปานกลาง	ลดลง	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น
12	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
13	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง

ตาราง 11 (ต่อ)

เลขที่ นักเรียน	ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน					
	ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์		
	ระบบข้อ ถ่ายของเสีย	ระบบหมุน เวียนเลือด	พัฒนาการ	ระบบข้อ ถ่ายของเสีย	ระบบหมุน เวียนเลือด	พัฒนาการ
14	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
15	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
16	สูง	ปานกลาง	ลดลง	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
17	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
18	สูง	สูง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
19	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
20	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
21	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
22	สูง	สูง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
23	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
24	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
25	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
26	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
27	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
28	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
29	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
30	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
31	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
32	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
33	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
34	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
35	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	ลดลง
36	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
37	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
38	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในหัวข้อ ระบบหายใจ กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน เพิ่มขึ้น จำนวน 12 คน คงที่ จำนวน 23 คน และลดลง จำนวน 3 คน และจากการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในหัวข้อ ระบบหายใจ กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน เพิ่มขึ้น จำนวน 7 คน คงที่ จำนวน 22 คน และลดลง จำนวน 9 คน ดังตาราง 12

ตาราง 12 เปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เลขที่ นักเรียน	ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน					
	ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์		
	ระบบ หายใจ	ระบบหมุน เวียนเลือด	พัฒนาการ	ระบบ หายใจ	ระบบหมุน เวียนเลือด	พัฒนาการ
1	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
2	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
3	ต่ำ	สูง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
4	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	สูง	ปานกลาง	ลดลง
5	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	สูง	สูง	คงที่
6	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
7	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
8	สูง	ปานกลาง	ลดลง	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
9	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
10	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
11	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	สูง	สูง	คงที่
12	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
13	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง

ตาราง 12 (ต่อ)

เลขที่ นักเรียน	ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน					
	ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์		
	ระบบ หายใจ	ระบบหมุน เวียนเลือด	พัฒนาการ	ระบบ หายใจ	ระบบหมุน เวียนเลือด	พัฒนาการ
14	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
15	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
16	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
17	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
18	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
19	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
20	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
21	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
22	ต่ำ	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
23	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
24	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
25	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
26	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
27	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
28	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
29	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
30	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	สูง	ปานกลาง	ลดลง
31	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่
32	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
33	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
34	ต่ำ	ต่ำ	คงที่	ต่ำ	ต่ำ	คงที่
35	ต่ำ	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	ปานกลาง	ลดลง
36	สูง	ปานกลาง	ลดลง	ต่ำ	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
37	ปานกลาง	ปานกลาง	คงที่	ปานกลาง	ต่ำ	ลดลง
38	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น	ปานกลาง	สูง	เพิ่มขึ้น

7. การหาระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มศึกษา พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งในด้านเนื้อหาความรู้และด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก ดังตาราง 13

ตาราง 13 เปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

N = 38

ด้านเนื้อหาความรู้	ความพึงพอใจ ($\bar{x} \pm SD$)	แปลผล
1. เนื้อหาที่เรียนสอดคล้องกับชีวิตจริง	4.18±0.87	มาก
2. เนื้อหาช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการประกอบอาชีพในอนาคต	4.37±0.63	มาก
3. ภาพรวมความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	4.39±0.55	มาก
คะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวม	4.32±0.69	มาก
ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	ความพึงพอใจ ($\bar{x} \pm SD$)	แปลผล
1. กิจกรรมมีความน่าสนใจ	4.39±0.79	มาก
2. ระยะเวลาที่ใช้มีความเหมาะสม	4.37±0.63	มาก
3. เน้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง	4.37±0.63	มาก
4. เน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม	4.47±0.60	มาก
5. ภาพรวมความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.32±0.62	มาก
คะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวม	4.38±0.65	มาก

2.3 แนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

- 1) ระบบหายใจ
- 2) ระบบขับถ่ายของเสีย
- 3) ระบบหมุนเวียนเลือด

สำหรับการดำเนินการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามรูปแบบของงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) กล่าวคือ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยทำการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้และพยายามวิเคราะห์ถึงข้อดี ข้อเสีย รวมถึงปัญหาที่พบขณะทำการจัดการเรียนการสอน เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อย่อยถัดไปให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นจนกระทั่งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ดี ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน และแบบประเมินความพึงพอใจ

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหายใจ ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็นปัญหาและหาแนวทางแก้ไขจากการบูรณาการความรู้ จากนั้นกระตุ้นนักเรียนหาทางแก้ไขปัญหาโดยการศึกษาแบบกลุ่ม โดยครูให้นักเรียนตั้งปัญหา และหาแนวทางในการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาสรุปและประเมินค่าเพื่อการนำเสนอข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการทำกิจกรรมให้นักเรียนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน การจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าในขั้นที่ 1 ขึ้นกำหนดปัญหา ซึ่งในช่วงของการนำเข้าสู่บทเรียนยังไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการเผชิญกับปัญหาและอยากที่จะเรียนรู้เนื่องจากในขั้นดังกล่าวเป็นการนำเสนอภาพนิ่ง แล้วนำเข้าสู่คำถามเพื่อเป็นการนำนักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้ จึงส่งผลให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้ไม่มีประสิทธิภาพและให้ความสนใจในการหาคำตอบเพื่อนำมาแก้ปัญหาที่พบอยู่ในเกณฑ์ที่น้อย จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการปรับปรุงวิธีการดำเนินการในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปด้วย

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็นปัญหาและหาแนวทางแก้ไขจากการบูรณาการความรู้ ที่ได้รับแนวทางจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยในขั้นที่ 1 ขึ้นกำหนดปัญหาได้เปลี่ยนรูปแบบของการนำเข้าสู่บทเรียนจากการศึกษาภาพนิ่งเป็นการศึกษาจากวิดีโอทัศน์ตัวอย่าง จากนั้นกระตุ้นนักเรียนหาทางแก้ไขปัญหาโดยการศึกษาแบบกลุ่ม โดยครูให้นักเรียนตั้งปัญหา และหาแนวทางทางในแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาสรุปและประเมินค่าเพื่อการนำเสนอข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการทำกิจกรรมให้นักเรียนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน การจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าในขั้นที่ 1 ขึ้นกำหนดปัญหา ซึ่งในช่วงของการนำเข้าสู่บทเรียนกระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการเผชิญกับปัญหาได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับแผนการเรียนรู้ที่ 1 แต่ผู้วิจัยยังมองเห็นว่าขั้นตอนดังกล่าวยังกระตุ้นนักเรียน

ได้ไม่มากพอเท่าที่ควร จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการปรับปรุงวิธีการดำเนินการในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปด้วย

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็นปัญหาและหาแนวทางแก้ไขจากการบูรณาการความรู้ ที่ได้รับแนวทางจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยในขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาได้เปลี่ยนรูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาการเรียนจาก การศึกษาวิทัศน์เป็นการทำปฏิบัติการซึ่งเป็นบทปฏิบัติการอย่างง่ายเกี่ยวกับการผ่าหัวใจหมู เพื่อกระตุ้นนักเรียนหาทางแก้ไขปัญหาโดยการศึกษาแบบกลุ่ม โดยครูให้นักเรียนตั้งปัญหา และหาแนวทางทางในแก้ปัญหารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาสรุปและประเมินค่าเพื่อการนำเสนอข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการทำกิจกรรมให้นักเรียนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน การจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าในขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา ซึ่งในช่วงของการนำเสนอเนื้อหาการเรียนกระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการเผชิญกับปัญหาได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับแผนการเรียนรู้ที่ 2

ดังนั้น จากข้อมูลการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เป็นการปรับปรุงขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างทำการวิจัยและหลังจากจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้ดีขึ้นและเหมาะสมกับนักเรียนมากขึ้น (ตาราง 14)

ตาราง 14 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ปัญหา
ระบบหายใจ	ขั้นกำหนดปัญหา ในช่วงของการนำเสนอเนื้อหาการเรียนยังไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการเผชิญกับปัญหาและอยากที่จะเรียนรู้เนื่องจากในขั้นดังกล่าวเป็นการนำเสนอภาพนิ่ง	กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้และอยากเผชิญกับปัญหามากยิ่งขึ้นจากการตั้งคำถามที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาการเรียนในขั้นกำหนดปัญหา ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ปัญหา
ระบบขั้วถ่ายของเสีย	ชั้นกำหนดปัญหา ในช่วงของการนำเข้าสู่บทเรียนที่ได้ปรับเปลี่ยนจากการนำเสนอภาพหนึ่งเป็น การศึกษาจากวิดีโอทัศน์ตัวอย่าง ยังไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการเผชิญกับปัญหาและอยากที่จะเรียนรู้	การปรับเปลี่ยนรูปแบบการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้โดยการยกตัวอย่างสถานการณ์เพิ่มเติมและให้นักเรียนอธิบายจากสถานการณ์ดังกล่าว และปรับเปลี่ยนรูปแบบการเข้าสู่บทเรียนในชั้นกำหนดปัญหา ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป
ระบบหมุนเวียนเลือด	ชั้นกำหนดปัญหา ในช่วงของการนำเข้าสู่บทเรียนที่ได้ปรับเปลี่ยนจากการศึกษาจากวิดีโอทัศน์ตัวอย่าง เป็นบทปฏิบัติการอย่างง่าย เกี่ยวกับการผ่าหัวใจหมู แต่เนื่องจากเวลามีจำกัดจึงต้องอธิบายเนื้อหาอย่างโดยย่อ	เพิ่มเติมเนื้อหาของบทปฏิบัติการ ในนอกช่วงของการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากช่วงเวลามีอยู่จำกัด

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษา ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 2 ขั้นตอน โดยสรุปผลการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้กำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ และการวัดและประเมินผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเครื่องมือวัดความรู้ต่าง ๆ ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ผ่านการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่ามีความสอดคล้องและมีคุณภาพด้านความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

1.2 การนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา

จากการนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่ผ่านประเมินคุณภาพผ่านการประเมินคุณภาพด้านความสอดคล้องขององค์ประกอบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีความสอดคล้อง และเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความยาก-ง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ พบว่า แบบทดสอบ มีข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย อยู่ในช่วง 0.2–0.8 มีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมากกว่า 0.50 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 การนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้กับกลุ่มศึกษา

2.1 การนำเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มศึกษา

จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มศึกษา จำนวน 38 คน โดยได้ทำการทดสอบเพื่อวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน และนำคะแนนมาทำการวิเคราะห์ พบว่ากลุ่มศึกษา มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยกลุ่มศึกษามีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ (12.92 และ 8.74 ตามลำดับ) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (7.63 และ 4.79 ตามลำดับ) ระบบขับถ่ายของเสีย

(12.63 และ 7.16 ตามลำดับ) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (6.16 และ 4.05 ตามลำดับ) ระบบหมุนเวียนเลือด (12.26 และ 8.26 ตามลำดับ) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (6.42 และ 4.21 ตามลำดับ) และมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด (0.43, 0.47 และ 0.43 ตามลำดับ) มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำ ในหัวข้อเรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย (0.28) ระดับปานกลางในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือด (0.39 และ 0.38 ตามลำดับ) และจากการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มศึกษาพบว่า มีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งในด้านเนื้อหาความรู้และด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาจากการวิเคราะห์คะแนนหลังเรียนของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษา คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปร จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ในหัวข้อ ระบบหายใจ มีค่า Pearson correlation (r) เท่ากับ 0.26 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย มีค่า Pearson correlation (r) เท่ากับ 0.32 และในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด มีค่า Pearson correlation (r) เท่ากับ 0.24 พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.2 แนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ไปใช้กับกลุ่มศึกษา ได้มีแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขในขั้นกำหนดปัญหา จากการให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้จากการศึกษาภาพหนึ่ง จึงได้มีการปรับจากภาพหนึ่ง เป็นวิดีโอทัศน์ และบทปฏิบัติการ ในหัวข้อเรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหายใจ ตามลำดับ เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อการศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรายวิชาชีววิทยา ผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การอภิปรายผลด้านการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนในระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 อันเนื่องมาจากการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการที่ได้ศึกษาไว้ก่อนหน้าอย่างเป็นขั้นตอน และได้มีการประเมินสถานการณ์และปัญหาที่ใช้ในการเป็นตัวกำหนดให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ให้มีความเข้ากับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการศึกษาเอกสารและข้อมูล โดยคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านเนื้อหา รูปแบบกิจกรรม เพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และดำเนินการเพื่อให้ได้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยา โดยเน้นการสืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ โดยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน โดยการศึกษาจากหลักสูตรและวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้าง กำหนดจุดประสงค์ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักวิชาการ ได้แก่ Delisle (1997) และกุลยา ตันติผลาชีวะ (2548) ซึ่งการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามขั้นตอนที่กล่าวมาทำให้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีคุณภาพ และเมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ได้พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความสอดคล้องและคุณภาพ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวัดความรู้ต่าง ๆ มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป และมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก เนื่องจากได้มีการตรวจสอบแก้ไข ตามข้อเสนอจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 1 ท่าน และครูวิชาชีววิทยา 1 ท่าน ซึ่งได้คำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียนทั้งในด้านเนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาณีย์ จิรธรรมาภรณ์ (2554) ศุจิภา เพชรล้วน (2554) ที่ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวัดต่าง ๆ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวัดต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องและมีคุณภาพอยู่ในระดับดี-ดีมาก และสามารถพัฒนาผู้เรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้

จากข้อมูลดังได้กล่าวมาข้างต้น เป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสอดคล้องและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. การนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้กับกลุ่มศึกษา

จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือดไปใช้กับกลุ่มศึกษา เพื่อวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถอภิปรายผลการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

2.1 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาชีววิทยา ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานในข้อที่ 1 อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนรู้โดยกระบวนการการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา โดยที่ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะและการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล อีกทั้งต้องทำการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงปัญหาและนำไปสู่การแก้ไขที่เหมาะสม ซึ่งปัญหาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันทั้งข้อมูล สถานการณ์ และปัญหาที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งนำมาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหาและสามารถแสวงหาแนวทางในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นตอนจะพบว่าทำให้นักเรียนมีความตื่นตัว ให้ความสนใจ มีความอยากรู้อยากเห็นและพยายามทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะได้ฝึกการคิดเชื่อมโยงปัญหาเข้ากับชีวิตประจำวันหรือประสบการณ์เดิม ทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ได้ฝึกการให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ได้พบ พร้อมทั้งได้ฝึกทักษะการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สามารถนำไปใช้ได้กับการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับเนื้อหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มและฝึกทำงานเป็นทีม หน้าที่และความรับผิดชอบและการสื่อสารกับบุคคลอื่น นอกจากนี้นักเรียนยังได้พัฒนาทักษะการคิดและสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์จากปัญหาที่ได้ศึกษามา และสรุปผลการตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนของการกำหนดปัญหา ซึ่งเป็นขั้นที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งครูผู้สอนจะจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ โดยทำให้นักเรียนผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์และมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน และค้นคว้าเนื้อหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้ เน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการดำเนินกิจกรรม และนักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง จึงทำให้นักเรียนเข้าใจถึงปัญหาและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ตามที่ Hmelo; & Everson (2000) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยมหรือการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

ผ่านกระบวนการสร้างความรู้ซึ่งเกิดจากที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และได้ทำการปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นอกจากนั้นเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงเกิดมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและผลักดันให้นักเรียนไปแสวงหาความรู้และนำความรู้ใหม่ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อทำการแก้ไขปัญหาค้นพบ ตามที่ วิชาญย์ จิรธรรมาภักดิ์ (2554) ได้กล่าวว่า เป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้โดยปัญหานั้นเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน หรือเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหรือแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่มและเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะการต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบของปัญหา ความรู้เกิดจากการค้นหาคำตอบของปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 และใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 คำดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาชีววิทยา ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาคำดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียน และเมื่อพิจารณานักเรียนในรายกลุ่มของคำดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ มีนักเรียนกลุ่มที่มากที่สุด คือ ระดับปานกลาง รองลงมา คือ ระดับต่ำ และกลุ่มสุดท้าย คือ ระดับสูง โดยที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาคำตอบได้อย่างหลากหลายวิธี และทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งนักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับเนื้อหาความรู้ด้วยตนเอง และใช้สถานการณ์เป็นสำคัญในการเรียนรู้และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ฝึกการคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มย่อย แต่เนื่องจากคำดัชนีความก้าวหน้า

ทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ในทุกหัวข้อเรื่อง แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังอาจไม่เข้าใจถึงปัญหาของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ได้เจอซึ่งเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน แต่กระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ช่วยพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์และตัดสินใจในการหาคำตอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ตามที่ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2556) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันควรจัดการเรียนรู้โดยมีวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนมีสมรรถนะสำคัญ คือ นำความรู้เดิมจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาสร้างความรู้ใหม่ในบริบทที่แตกต่างกันออกไป การเรียนการสอนต้องเปลี่ยนจากเพียงแค่การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักเรียนกับครู โดยครูต้องประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริงและให้ลงมือทำจริงเพื่อสร้างทักษะต่าง ๆ สำหรับนักเรียนและต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาชีววิทยา ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานในข้อที่ 2 อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและต้องทำการแสวงหาคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา โดยการที่นักเรียนต้องเป็นผู้เผชิญกับปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งลักษณะของปัญหามีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้มุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนในด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้มากกว่าความรู้ ตามที่ Barrows; & Tamblyn (1980) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา โดยที่ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะและการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล อีกทั้งต้องทำการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงปัญหาและนำไปสู่การแก้ไขที่เหมาะสม

กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา โดยที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหาสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา โดยที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ โดยที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้านั้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร 5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด 6) นำเสนอและประเมินผลงาน โดยที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อาจจัดระดับองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง เพราะเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษา

ค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภิกา เพชรล้วน (2554) ที่ได้ทำการศึกษา ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 และใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 คำดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาชีววิทยา ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือด อยู่ในระดับปานกลาง ระบบขับถ่ายของเสีย อยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาคำดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียน และเมื่อพิจารณานักเรียนในรายกลุ่มของคำดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนกลุ่มที่มากที่สุด คือ ระดับปานกลาง รองลงมา คือ ระดับต่ำ และกลุ่มสุดท้าย คือ ระดับสูง โดยที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาคำตอบได้อย่างหลากหลายวิธี แต่เนื่องจากคำดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือด อยู่ในระดับต่ำ ในหัวข้อเรื่องระบบขับถ่ายของเสีย แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้รับการมุ่งเน้นให้พัฒนาด้านทักษะกระบวนการในการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาความรู้ ตามที่ กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่เน้นประสบการณ์การเรียนรู้จากปัญหา ซึ่งต้องใช้เวลาและการค้นคว้าแตกต่างกันตามความรู้ ความสามารถของนักเรียน และความยากง่ายของปัญหา ซึ่งข้อความรู้ที่เรียนเป็นหลักการ ทฤษฎีและข้อเท็จจริงโดยทั่วไป หลักการบางเรื่องที่ยากต้องเรียนเองหรือสอนเพิ่มเติม ถ้าการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเน้นเนื้อหาวิชา นักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยวิธีเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานจะตอบไม่ได้ เพราะขณะเรียนข้อความรู้และหลักการนั้น นักเรียนต้องเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง เพราะฉะนั้นการบรรยายเนื้อหาวิชาจึงจำเป็นต้องอยู่ในกรณีที่นักเรียนต้องการ ซึ่งครูจำเป็นต้องให้เวลากับนักเรียนและพร้อมช่วยเหลือนักเรียนในฐานะที่ครูเป็นแหล่งการเรียนรู้หนึ่งของนักเรียนด้วย และในหัวข้อเรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย เป็นหัวข้อเดียวที่คำดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ อาจเป็นเพราะเป็นหัวข้อเรื่องในการเรียนวิชาชีววิทยา ที่มีเนื้อหาค่อนข้างยาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bahar (1999) ที่ได้ทำการศึกษาระดับความยากของเนื้อหาที่เรียนในวิชาชีววิทยา พบว่า ในหัวข้อเรื่อง ระบบขับถ่าย

ของเสีย (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 5.3) มีระดับความยากมากที่สุดเมื่อเทียบกับหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 2.9) และระบบหมุนเวียนเลือด (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 3.4)

2.5 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาชีววิทยา ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน (Cohen. 1988) อาจเนื่องมาจาก ในหัวข้อเรื่องดังกล่าวเนื้อหาความรู้ที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นไม่มีความเกี่ยวข้องต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นักเรียนได้รับการมุ่งเน้นให้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดและแสวงหาคำตอบมากกว่าเนื้อหาความรู้ และเกิดจากการประเมินผลที่ต้องได้รับการประเมินผลแบบบูรณาการ ตามที่ Barell (1998) ได้กล่าวว่า การประเมินผลในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต้องมีการประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินด้วยการสอบเพียงอย่างเดียวและไม่ควรประเมินผลตอบบทเรียนเพียงครั้งเดียวเท่านั้น และต้องมีการประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ทำให้เห็นว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย-ปานกลาง

2.6 การเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มศึกษาในแต่ละวงจรการเรียนรู้ จากการพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในหัวข้อ ระบบหายใจ กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่มากที่สุด คือ กลุ่มคงที่ รองลงมาคือ กลุ่มเพิ่มขึ้น และกลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มลดลง ซึ่งมีความแตกต่างไปจากค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่มากที่สุด คือ กลุ่มคงที่ รองลงมาคือ กลุ่มลดลง และกลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มเพิ่มขึ้น ซึ่งที่ผลของค่าดัชนีที่มีความแตกต่างกันคือ กลุ่มที่มีค่าลดลง ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มลดลงเพิ่มจำนวนมากขึ้น อาจเนื่องมาจาก เนื้อหาความรู้ของวิชาชีววิทยาที่ใช้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในหัวข้อเรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย นั้นมีความยากกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อหาความรู้ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งสอดคล้องตามงานวิจัยของ Bahar (1999) ที่ได้ทำการศึกษาระดับความยากของเนื้อหาที่เรียนในวิชาชีววิทยา พบว่า ในหัวข้อเรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 5.3) มีระดับความยากมากที่สุดเมื่อเทียบกับหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 2.9) และระบบหมุนเวียนเลือด (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 3.4)

จากการพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในหัวข้อ ระบบขับถ่ายของเสีย กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่มากที่สุด คือ กลุ่มคงที่ รองลงมา คือ กลุ่มเพิ่มขึ้น และกลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มลดลง ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่มากที่สุด คือ กลุ่มเพิ่มขึ้นและกลุ่มคงที่ รองลงมาคือ กลุ่มลดลง อาจเนื่องมาจาก นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทักษะความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คงที่ โดยได้รับการพัฒนาจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ได้มุ่งเน้นทางด้านทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้เพื่อใช้ในการหาคำตอบของปัญหา ตามที่ มนสภรณ์ วิฑูรเมธา (2544) ได้กล่าวว่า นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาโดยตรง ทำให้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สามารถถ่ายโยงไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้ รู้จักการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และได้พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ การติดต่อสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น อีกทั้งยังได้สร้างความรู้ที่ได้รับจากการตัดสินใจด้วยตนเอง

จากการพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในหัวข้อ ระบบหายใจ กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในหัวข้อ ระบบหมุนเวียนเลือด พบว่า พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่มากที่สุด คือ กลุ่มคงที่ รองลงมาคือ กลุ่มเพิ่มขึ้น และกลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มลดลง ซึ่งมีความแตกต่างไปจากค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่มากที่สุด คือ กลุ่มคงที่ รองลงมาคือ กลุ่มลดลง และกลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มเพิ่มขึ้น ซึ่งที่ผลของค่าดัชนีที่มีความแตกต่างกันคือ กลุ่มที่มีค่าลดลงในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มลดลงเพิ่มจำนวนมากขึ้น อาจเนื่องมาจากเนื้อหาด้านความรู้ของวิชาชีววิทยาที่ใช้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในหัวข้อเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด นั้นมีความยากกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อหาความรู้ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งสอดคล้องตามงานวิจัยของ Bahar (1999) ที่ได้ทำการศึกษาระดับความยากของเนื้อหาที่เรียนในวิชาชีววิทยา พบว่า ในหัวข้อเรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 5.3) มีระดับความยากมากที่สุดเมื่อเทียบกับหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 2.9) และระบบหมุนเวียนเลือด (ค่าดัชนีความยากเท่ากับ 3.4)

2.7 จากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มศึกษา พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทั้งในด้านเนื้อหาความรู้และด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ และ

ตัดสินใจหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาโดยเลือกวิธีการที่มีความเหมาะสม โดยที่นักเรียนได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนตลอดการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งปัญหาที่นำมาใช้เป็นตัวเริ่มต้นในการจัดการเรียนรู้ ยังมีความน่าสนใจ ตามที่ Trop; & Sage (1998) ได้กล่าวว่า ลักษณะของปัญหาที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และควรมีความซับซ้อนไม่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และควรมีคำตอบของแก้ปัญหาได้หลายวิธี และไม่ควรมีคำตอบได้อย่างรวดเร็วเมื่อนักเรียนพบกับปัญหา ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนักเรียนต้องไม่สามารถคาดเดาได้ง่าย แต่ต้องส่งเสริมให้เกิดการสำรวจค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาด้วย จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.8 จากการแนวทางในปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในหัวข้อเรื่อง ระบบหายใจ ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบหมุนเวียนเลือด ไปใช้กับกลุ่มศึกษา ได้มีแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขในขั้นกำหนดปัญหา เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นกำหนดปัญหามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะส่งผลทำให้นักเรียนมีความสนใจและเกิดความต้องที่จะแสวงหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา ตามที่ Delisle (1997) ได้เสนอการสร้างปัญหาไว้ว่า ต้องมีเนื้อหาจากประสบการณ์ของนักเรียน และมีความเกี่ยวข้องกับหลักสูตรการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทั้งด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการ อีกทั้งสามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี

ข้อเสนอแนะ

1. ในจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูผู้สอนควรมีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของนักเรียน เนื่องจากในบางขั้นตอนอาจกระตุ้นผู้เรียนได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสนใจและบรรยากาศภายในชั้นเรียน
2. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ในขั้นตอนกำหนดปัญหามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนจึงควรสร้างความน่าสนใจให้เกิดความอยากรู้และอยากแก้ไขปัญหของผู้เรียน ควรพิจารณาตามความเหมาะสมของผู้เรียนที่อยู่ในการจัดการเรียนรู้
3. เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง และผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าหาความรู้มาเพื่อการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ ดังนั้นครูผู้สอนควรมีการเตรียมตัวเป็นอย่างดีและพร้อมที่จะให้คำแนะนำได้ในทุก ๆ เรื่องที่นักเรียนมีความสงสัย
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้มุ่งเน้นทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้และข้อมูล เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมจึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์. ปรินญาณปริญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. 34: 77-80.
- จรินยา นาหัวนิน. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT. ปรินญาณิพนธ์ ค.ม. เลย: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- จันทิมา เมยประโคน. (2555). ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนวิชาศิลปะ เรื่อง การสร้างสรรค์จากเศษวัสดุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- จิรนนท์ จันทยุท. (2554). ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง พันธะเคมี และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับแบบปกติ. ปรินญาณิพนธ์ วท.ม. (เคมีศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง. กรุงเทพฯ : สหมิตรพรินติ้งแอนด์พลับลิชชิ่ง.

- ชุตติมา ทองสุข.(2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ณรงค์ฤทธิ์ ประเสริฐสุข. (2554). ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคognition. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิศนา แคมมณี. (2545). วิธีการสอนแบบสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพมหานคร : เทกซ์ แอน เจอร์ นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- ทิพพดี อ่อนแสงคุณ. (2554). การเปรียบเทียบพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการแสดงออก ความพึงพอใจต่อการเรียนและเจตคติต่อการร้องเพลงระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีภาวะผู้นำต่างกันโดยใช้วิธีการสอนด้วยการนำตนเองกับการสอนแบบปกติ. รายงานการวิจัย กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นฤมล หน่อนิล. (2554). ผลของการใช้โปรแกรมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัส. (2541). คิดเก่ง สมองไว. กรุงเทพฯ:ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประภาส เกตุแก้ว. (2546). ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการของฝ่ายทะเบียนรถสำนักงานขนส่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประวิทย์ ชูศิลป์. (2534). “หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่” เอกสารนิเทศศึกษา กรุงเทพฯ: ภาควิชาพัฒนาระบบและเอกสาร หอวิชาศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู.
- พวงพกา อาจวิชัย. (2554). ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบเว็บเควสท์ รายวิชา การสื่อสารมวลชน และพฤติกรรมการสื่อสาร ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภพ เลหาไฟบุญย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มนสภรณ์ วิฑูรเมธา. (2544, มกราคม-มิถุนายน). การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based learning). วารสารรังสิตสารสนเทศ. 7(1): 57-69.
- มังกร ทองสุคดี. (2522). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.

- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17.
- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2549, มกราคม). การส่งเสริมกระบวนการคิดโดยใช้ยุทธศาสตร์ PBL. วิทยาจารย์. 108(3): 42-45.
- รังสรรค์ ทองสุกนอก. (2547). ชุดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (*Problem-Based Learning*) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัชนิกร หงส์พนัส. (2547). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน : ความหมายสู่การเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. วารสารมนุษยศาสตร์ปริทรรศน์. 26: 44-53.
- รัตนา เนื่องโนราช. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและทศนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ STAD ประกอบการจัดลำดับเนื้อหาใหม่และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รัตนา พรหมภาพ. (2551). ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรของภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2550. รายงานการวิจัย พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- รัตนภรณ์ จินดาสวัสดิ์. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2543). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. เอกสารประกอบการอบรมโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : 11 สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- วันดี ต่อเพ็ง. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- วาสนา กิมเท็ง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (*Problem-Based Learning*) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วินุรักษ์ สุขสำราญ. (2553). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิภาณีย์ จิรธรรกิติ. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบหวนทวน. ฐาน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิศิษฐ์ศรี โตศุกลวรรณ. (2556). การพัฒนาบทปฏิบัติการโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศศิมา อินทนะ. (2551). ผลการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศุจิภา เพชรล้วน. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศิริลักษณ์ ขาวบัวลุ่ม. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศิริลักษณ์ วิทยา. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เคมี) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *J. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*. 1(4): 55-63.

- สมจิต สวธนไพบุลย์. (2527). *สมรรถภาพการสอนของครู*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมจิต สวธนไพบุลย์. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือการวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุกัญญา พิทักษ์. (2554). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล* นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุภัทราภรณ์ เบญจวรรณ. (2554). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์* ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปาและการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *ยุทธศาสตร์การคิดแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ : ภาคพิมพ์.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2550). *รายงานการประเมินคุณภาพภายนอก รอบแรก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ.2544-2548)*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- สำนักงานกฤษฎีกา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545) *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 (ฉบับที่ 2 พ.ศ.2545)* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมชนการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อัจฉรา ไชโย. (2555). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการเรียน* ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กำแพงเพชร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- อุทุมพร จามรมาน. (2540). *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะของนักเรียน*. กรุงเทพฯ: พันนี้พับลิชชิ่ง.
- Allen, D.E.; & Duch, B.J. (1988). *Thinking Toward Solution: Problem-Based Learning Activities for General Biology*. The United States of America: Harcourt Brace & Company.

- Andis K.; et al. (2013). Improvement in Generic Problem-Solving Abilities of Students by Use of Tutor-less Problem-Based Learning in a Large Classroom Setting. *CBE—Life Sciences Education*. 12: 73-79.
- Bahar, M.; et al. (1999). Revisiting Learning Difficulties in Biology. *JBE – Journal of Biology Education*. 33: 84-86.
- Barrows, H.S. (1996) *Problem-Based Learning in Medicine and Beyond : A Brief Overview*. In *Bringing Promblem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*. San Francisco: Jossey-Bass: 3-12.
- Barrows. H.S.; & Tamblyn, R.M. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer.
- Barell, J. (1998). *PBL an Inquiry Approach*. Illinois: Skylight Training and Publishing Inc.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of Education Objective handbook I: Cognitive Domain*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Butaray, M. H. (2011). Relationships among sense of classroom community, perceived cognitive learning and satisfaction of students at an e-learning course. *Interactive Learning Environments*. 19 (5): 563-575.
- Cohen, J.W. (1988). *Statistical Power Analysis For the Behavioral Sciences*. 2nd ed. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Charlotte, N.G.; & et al. (2010). Predictors of Learner Satisfaction and Transfer of Learning in a Corporate Online Education Program. *The Amer. Jrnl. of Distance Education*. 24 :207–226.
- Delisle, R. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dressel, P.L. (1955). Critical Thinking: The Goal of Education. *The journal of the National Education Association*. 44.
- Eberle, B.; & Stanish, B. (1996). *CPS for kids: A Recourse Book for Teaching Creative Problem-Solving to Children*. Prufrock Press.
- Gagne, R.M. (1970). *The condition of Learning*. 2nd ed. New York : Holy, Rinehart And Winstin, Inc.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hall.
- Guilford, J.P. (1967). *The nature of Human Intelligence*. McGraw – Hill Book Company.

- Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 61(1): 64-74.
- Herzberg, Frederick; Manusner, Bernard; & Snyderman, Babary Block. (1959). *The Motivation to work*. 2nd ed. New York: John Wiley&Sons.
- Hmelo, C.E.; & Eversen, D.H. (2000). *Intoduction Bringing Problem-Based Learning: Gaining nsight on Learning Interactions Through Multiple Methods of Inquiry*. In *Bringing Problem-Based Learning A Reseach Perspective on Learning Interaction*. Eversen, D.H. & Hmelo, C.E. (eds). Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Association. 1-16.
- Kemmis, S.; & Mctaggart R. (1998). *The Action Research Planner*. Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Klopfer, L.E. (1974). "Evaluation of Learning in Science". In Handbook on Formative Evaluation of Student Learning.
- Reece, J.B.; et al. (2011). *Campbell Biology*. 10th ed. U.S.A.: Pearson Education, Inc.
- Ron S.; & et al. (2005). Probabilities and Predictions: Modeling the Development of Scientific Problem-Solving Skills. *CBE—Life Sciences Education*. 4: 42-57.
- Sahin, M. (2010). Effects of Problem-Based Learning on University Students' Epistemologacal Beliefs About Physics and Physics Learning snd Conceptual Understanding of Newtonain Mechanics. *J Sci Educ Technol*. 19: 266-275.
- Semra S.; et al. (2006). Improving achievement through problem-based learning. *Journal of Biological Education*. 40 (4): 155-160.
- Skinner, B.F. (1972). *Beyond Freedom and Dignity*. New York: Alfred A. Knopf.
- Stephanie P.; & et al. (2012). Learning and motivation to transfer after an e-learning programme: impact of trainees' motivation to train, personal interaction and satisfaction. *Innovations in Education and Teaching International*. 49 (4): 375-387.
- Trop, L.; & Sage, S.(1998). *Problem as Possibilities: Problem-Based Learning for K-12*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Whitehead, afred N. (1976). *The Aim of Education and Other Essay*. New York: The Free Press.



ภาคผนวก ก

หนังสือขออนุญาตจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์





**หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา
เป็นฐาน

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นายเฉลิมชัย กาญจนเกษม

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์

รหัสโครงการวิจัย : 041/59X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 1 เมษายน 2559

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดำเนินการรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of
Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in
Good Clinical Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 4 เมษายน 2559

(ลงชื่อ).....

(อาจารย์ แพทย์หญิงจันทร์ทรา ตันนันทยุทวงศ์)

เลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ภาคผนวก ข

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือในการทำวิจัย
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- แบบการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบการประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ผลการประเมินของกลุ่มศึกษา ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินของกลุ่มศึกษา ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังต่อไปนี้

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. รศ. ดร.อัจฉริยา รังษิรุจิ | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. อาจารย์ ดร.มนตรี มณีภาค | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. ผศ.ดร.นลินา ประไพรัชสิทธิ์ | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. ผศ. ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน | ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 5. นางสาวศุภิกา เพชรล้วน | โรงเรียนเทพศิรินทร์ กรุงเทพมหานคร |

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เรื่อง ระบบหายใจ

ด้านความเหมาะสม และความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	แปลผล
	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่		
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อจุดประสงค์	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อเนื้อหา	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
กิจกรรมตามรูปแบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ในแผนการจัดการเรียนรู้	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.6	สอดคล้อง

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย

ด้านความเหมาะสม และความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	แปลผล
	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่		
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อจุดประสงค์	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อเนื้อหา	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
กิจกรรมตามรูปแบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ในแผนการจัดการเรียนรู้	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

ด้านความเหมาะสม และความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	แปลผล
	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่	ท่านที่		
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อจุดประสงค์	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ ต่อเนื้อหา	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
กิจกรรมตามรูปแบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	สอดคล้อง
ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ในแผนการจัดการเรียนรู้	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 18 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เรื่อง ระบบหายใจ

ประเด็นที่พิจารณา	ระดับความคิดเห็น	แปลผล
ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนฯ		
1. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60±0.49	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.20±0.40	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20±0.40	มาก
กระบวนการจัดการเรียนรู้		
1. กิจกรรมการเรียนรู้อ่านแล้วเข้าใจง่ายสามารถ จัดกิจกรรมได้ตามแผน	4.40±0.49	ปานกลาง
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.60±0.49	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	3.80±0.75	มาก
4. กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	4.20±0.40	มาก
5. กิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4.40±0.49	มาก
สื่อและแหล่งเรียนรู้		
1. สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.00±0.00	มาก
การวัดและประเมินผล		
1. การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.20±0.40	มาก
2. การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	4.20±0.40	มาก

ตาราง 19 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย

ประเด็นที่พิจารณา	ระดับความคิดเห็น	แปลผล
ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนฯ		
1. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60±0.49	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.20±0.40	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20±0.40	มาก
กระบวนการจัดการเรียนรู้		
1. กิจกรรมการเรียนรู้อ่านแล้วเข้าใจง่ายสามารถ จัดกิจกรรมได้ตามแผน	4.20±0.40	ปานกลาง
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.60±0.49	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	3.80±0.75	มาก
4. กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	4.20±0.40	มาก
5. กิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4.40±0.49	มาก
สื่อและแหล่งเรียนรู้		
1. สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.00±0.00	มาก
การวัดและประเมินผล		
1. การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.20±0.40	มาก
2. การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	4.20±0.40	มาก

ตาราง 20 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

ประเด็นที่พิจารณา	ระดับความคิดเห็น	แปลผล
ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนฯ		
1. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60±0.49	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.20±0.40	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00±0.00	มาก
กระบวนการจัดการเรียนรู้		
1. กิจกรรมการเรียนรู้อ่านแล้วเข้าใจง่ายสามารถ จัดกิจกรรมได้ตามแผน	4.20±0.40	ปานกลาง
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.60±0.49	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	3.80±0.75	มาก
4. กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	4.00±0.00	มาก
5. กิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4.20±0.40	มาก
สื่อและแหล่งเรียนรู้		
1. สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.00±0.00	มาก
การวัดและประเมินผล		
1. การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.20±0.40	มาก
2. การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	4.20±0.40	มาก

ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ

สถานการณ์ที่ 1

นาย ก ทำงานเป็นพนักงานเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีปริมาณมาก ทำให้เวลาของการทำงานของนาย ก คือทำงานในช่วงเวลา 03.30–06.30 น. ทำให้นาย ก ต้องตื่นเช้ากว่าปกติ เมื่อเขาทำงานมาเป็นเวลา 6 ปี พบว่ามีอาการเหนื่อยง่าย ทำให้นาย ก ต้องพบแพทย์เพื่อทำการตรวจรักษา และเมื่อแพทย์ได้ทำการซักประวัติเพื่อสอบถามอาการเบื้องต้นของนาย ก พบว่าเขาไม่ได้สูบบุหรี่ ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ แต่กับพบว่าเขามีอาการที่ผิดปกติของระบบหายใจ

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
1	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. การตื่นเช้ากว่าปกติ ข. อาการเหนื่อยง่าย ค. อาการผิดปกติของระบบหายใจ ง. ปริมาณขยะที่มีจำนวนมาก	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
2	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. ลักษณะงานที่นาย ก ทำ ข. พฤติกรรมของนาย ก ค. ขยะที่นาย ก เก็บทุกวัน ง. ช่วงเวลาการทำงานของนาย ก	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
3	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของสถานการณ์นี้อย่างไร ก. ลดปริมาณขยะของกรุงเทพมหานครให้น้อยลง ข. ใส่หน้ากากอนามัยเพื่อกรองอากาศและกลิ่นจากขยะ ค. การรณรงค์ให้มีการแยกขยะให้ตรงตามประเภทก่อนทิ้ง ง. ควรมีการสลับช่วงเวลาในการทำงานให้ทำงานได้ในช่วงเช้า	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
4	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. กรุงเทพมหานครจัดเก็บขยะได้เร็วขึ้น ข. นาย ก มีสุขภาพที่ดีขึ้น ค. การจัดเก็บขยะง่ายและลดปริมาณขยะที่ไร้ประโยชน์ ง. นาย ก มีเวลาพักผ่อนเพียงพอ	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 2

นายธนกร เป็นนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง โดยโรงเรียนแห่งนี้ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ชนบท นายธนกรเป็นนักกีฬาฟุตบอล และต้องซ้อมกีฬาในช่วงเช้าและเย็นของทุกวัน และในช่วงเย็นของวันหนึ่งมีฝนตกปรอย ๆ แต่การซ้อมกีฬายังเกิดขึ้นเป็นปกติ เนื่องจากปริมาณฝนไม่มากนัก เมื่อเวลาผ่านไป 2 วัน เด็กชายธนกรมีอาการไข้ และต้องพบแพทย์เพื่อทำการรักษาแต่ด้วยสุขภาพร่างกายแข็งแรงปกติจึงทำให้นายธนกรไม่ทันทายต่อเนื่องจนกว่าจะหมด เมื่อเวลาผ่านไป 4-5 วัน พบว่านายธนกรเป็นหวัดอีกครั้งหนึ่งและอาการหนักกว่าเดิมต้องพบแพทย์อีกครั้ง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
5	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. การตากฝนในการซ้อมกีฬา ข. อาการของไข้ที่นายธนกรเป็น ค. การซ้อมกีฬาในที่โล่งแจ้ง ง. การเป็นไข้หวัดที่เป็นซ้ำอีกครั้ง	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
6	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. การซ้อมกีฬากลางสายฝน ข. พื้นที่ของโรงเรียนตั้งอยู่ในชนบท ค. การไม่รับประทานยาจนครบ กำหนด ง. การซ้อมกีฬาที่มากเกินไป	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
7	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของ สถานการณ์นี้อย่างไร ก. จัดการซ้อมกีฬาในพื้นที่ร่ม ข. การทานยาให้ครบกำหนดที่ แพทย์สั่ง ค. การตรวจสุขภาพเป็นประจำ ง. จัดตารางการซ้อมอย่างเหมาะสม	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
8	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาใน สถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. โรงเรียนได้นักกีฬาที่ร่างกาย แข็งแรง ข. ลดปัญหาการดูแลรักษาจากทาง ครอบครัว ค. นายธนกรมีร่างกายที่แข็งแรง ไม่ ป่วยหนัก ง. มีเวลาในการซ้อมกีฬามากยิ่งขึ้น	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 3

นางสาวขวัญญา ประกอบอาชีพเป็นนางแบบ นักแสดง และพิธีกรรายการต่าง ๆ ซึ่งตารางเวลาในการทำงานจะไม่มีรูปแบบของเวลาในการทำงานที่แน่นอนบางวันจะทำงานในช่วงเวลากลางวัน แต่บางวันก็ทำงานในช่วงเวลากลางคืน และในบางครั้งต้องมีการเดินทางต่างประเทศทำให้เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ และในบางครั้งมีการทำงานในสตูดิโอที่มีเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมากและขาดการดูแลรักษาให้มีความสะอาด เมื่อเวลาผ่านไปพบว่านางสาวขวัญญามีการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ โดยมีอาการหายใจติดขัด และมีอาการเหนื่อยง่าย

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
9	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ ข. เวลาในการทำงานที่ไม่แน่นอน ค. อาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นกับระบบทางเดินหายใจ ง. การเดินทางไปต่างประเทศ	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
10	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ ก. ไม่พักผ่อนไม่เพียงพอ ข. เวลาในการทำงานที่มากเกินไป ค. การอยู่ในที่มีเครื่องปรับอากาศที่ขาดการดูแลรักษา ง. ร่างกายอ่อนเพลียง่ายต่อการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
11	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของ สถานการณ์นี้อย่างไร ก. งดรับงานในช่วงเวลากลางคืน ข. เพิ่มเวลาในการพักผ่อนให้มาก ขึ้น ค. หลีกเลี่ยงการสัมผัสอากาศที่เย็น จัดเป็นเวลานาน ง. การออกกำลังกายและการ พักผ่อนอย่างเพียงพอ	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
12	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาใน สถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. นางสาวชญัญญามีสุขภาพที่ แข็งแรงไม่ป่วยง่าย ข. สามารถรับงานได้มากขึ้น ค. จัดสรรเวลาในการทำงานได้ดี ยิ่งขึ้น ง. เพิ่มโอกาสในความก้าวหน้าใน การประกอบอาชีพ	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 4

นายสมทบ ปฏิบัติงานเป็นเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีแห่งหนึ่ง การทำงานของนายสมทบต้องทำการทดสอบสารเคมีที่เป็นสารอันตราย ซึ่งในการทำงานต้องมีการป้องกันเป็นอย่างดี เวลาในการทำงานของนายสมทบ คือ ช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. ในบางวันมีตัวอย่างที่ต้องทำการวิเคราะห์เป็นจำนวนมาก แต่บางวันก็มีเพียง 3 – 4 ตัวอย่าง พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี นายสมทบมีปัญหาเกี่ยวกับการอักเสบของหลอดลมอยู่เป็นประจำจึงต้องทำการเข้ารับรักษาที่แพทย์

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
13	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ ข. เวลาในการทำงานที่ไม่แน่นอน ค. อาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นกับระบบทางเดินหายใจ ง. การทดสอบสารเคมีอินทรีย์	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
14	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ ก. การทำงานในห้องปฏิบัติการเคมี ข. ปริมาณตัวอย่างที่วิเคราะห์ ค. เวลาในการทำงาน ง. การป้องกันส่วนบุคคล	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
15	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของสถานการณ์นี้อย่างไร ก. การกำหนดตัวอย่างวิเคราะห์ ข. เพิ่มเวลาในการพักผ่อนให้มากขึ้น ค. หลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมีโดยตรง ง. การออกกำลังกายและการพักผ่อนอย่างเพียงพอ	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
16	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. ที่ทำงานได้พนักงานที่แข็งแรง ข. ลดปัญหาการดูแลรักษาจากทางครอบครัว ค. นายสมทบมีร่างกายที่แข็งแรง ไม่เจ็บป่วย ง. การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 5

นายกสิกร ประกอบอาชีพเป็นเกษตรกรชาวนา ซึ่งโดยทั่วไปนายกสิกรจะทำงานในช่วงเริ่มต้นของฤดูการเพาะปลูก ต้องตื่นในช่วงเช้าเวลา 05.00 น. เพื่อไปเตรียมพื้นที่ในการเพาะปลูก และเมื่อต้นข้าวงอกขึ้นมาแล้วหลังจากนั้นต้องมีการฉีดยาฆ่าแมลง และใส่ปุ๋ยเคมีเป็นประจำ และพบว่านายกสิกรลงมือทำด้วยตนเองไม่ได้จ้างผู้อื่น พบว่าวันหนึ่งนายกสิกร มีอาการเจ็บหน้าอกทุกครั้งที่มีอาการจามหรือไอ จึงสงสัยในอาการเบื้องต้นและเข้าพบแพทย์เพื่อทำการรักษา

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
17	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. อาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นกับระบบทางเดินหายใจ ข. เวลาในการทำงานที่ไม่แน่นอน ค. การทำงานคนเดียวตลอดฤดูกาล ง. ภาระที่มีมากเกินไป	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
18	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ ก. การได้รับสารเคมีจากการปฏิบัติงาน ข. เวลาในการทำงานที่มากเกินไป ค. การอยู่ในที่กลางแจ้งมากเกินไป ง. ร่างกายอ่อนเพลียต่อการติดเชื้อทางเดินระบบหายใจ	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
19	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของ สถานการณ์นี้อย่างไร ก. มีวิธีการป้องกันยาและสารเคมีที่ ดี ข. เพิ่มเวลาในการพักผ่อนให้มาก ขึ้น ค. หลีกเลี่ยงการทำงานกลางแจ้ง ง. การจ้างผู้อื่นให้มาทำงานแทนใน บางครั้ง	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
20	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาใน สถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. ลดต้นทุนในการประกอบอาชีพ ข. สุขภาพร่างกายแข็งแรง ค. ได้ผลผลิตที่มีปริมาณสูงขึ้น ง. ลดอัตราเสี่ยงในการได้รับสารเคมี และยา	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

ตาราง 22 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย

สถานการณ์ที่ 1

นาย ก ทำงานเป็นพนักงานเก็บขยะของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีปริมาณมาก ทำให้เวลาของการทำงานของนาย ก คือทำงานในช่วงเวลา 03.30–06.30 น. ทำให้นาย ก ต้องตื่นเช้ากว่าปกติ เมื่อเขาทำงานมาเป็นเวลา 6 ปี พบว่ามีอาการเหนื่อยง่าย และหน้ามืดบ่อยครั้ง ทำให้นาย ก ต้องพบแพทย์เพื่อทำการตรวจรักษา และเมื่อแพทย์ได้ทำการซักประวัติเพื่อสอบถามอาการเบื้องต้นของนาย ก พบว่าเขาดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และชอบบริโภคเครื่องดื่มน้ำอัดลม แต่พบว่ามีอาการไตอักเสบ

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
1	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. การตื่นเช้ากว่าปกติ ข. อาการเหนื่อยง่าย หน้ามืดบ่อยครั้ง ค. อาการผิดปกติของไตอักเสบ ง. ปริมาณขยะที่มีจำนวนมาก	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
2	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. ลักษณะงานที่นาย ก ทำ ข. พฤติกรรมของนาย ก ค. ขยะที่นาย ก เก็บทุกวัน ง. ช่วงเวลาการทำงานของนาย ก	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
3	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของสถานการณ์นี้อย่างไร ก. ลดปริมาณขยะของกรุงเทพมหานครให้น้อยลง ข. การหยุดพฤติกรรมดื่มสุราและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ค. การรณรงค์ให้มีการแยกขยะให้ตรงตามประเภทก่อนทิ้ง ง. ควรมีการสลับช่วงเวลาในการทำงานให้ทำงานได้ในช่วงเช้า	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
4	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. กรุงเทพมหานครจัดเก็บขยะได้เร็วขึ้น ข. นาย ก มีสุขภาพที่ดีขึ้น ค. การจัดเก็บขยะง่ายและลดปริมาณขยะที่ไร้ประโยชน์ ง. นาย ก มีเวลาพักผ่อนเพียงพอ	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 2

นายศุภกร เป็นนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง โดยโรงเรียนแห่งนี้ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ชนบท นายศุภกร เป็นนักกีฬาฟุตบอล และต้องซ้อมกีฬาในช่วงเช้าและเย็นของทุกวัน โดยมีนิสัยการกินมักชอบปรุงรสอาหารโดยการเติมน้ำปลาในปริมาณมาก และในช่วงเย็นของวันหนึ่งมีฝนตกปรอย ๆ แต่การซ้อมกีฬายังเกิดขึ้นเป็นปกติ เนื่องจากปริมาณฝนไม่มากนัก เมื่อเวลาผ่านไป 2 วัน นายศุภกร ออกรั้ว ปวดหลังจนไม่สามารถไปซ้อมกีฬาได้ และต้องพบแพทย์เพื่อทำการรักษา พบว่า นายศุภกรมีอาการกรวยไตอักเสบ ซึ่งในครอบครัวไม่มีประวัติว่าใครเคยป่วยมาก่อน

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
5	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. การตากฝนในการซ้อมกีฬา ข. อาการกรวยไตอักเสบของนาย ศุภกร ค. การซ้อมกีฬาในที่โล่งแจ้ง ง. อาหารที่รับประทาน	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
6	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. การซ้อมกีฬากลางสายฝน ข. พื้นที่ของโรงเรียนตั้งอยู่ในชนบท ค. การรับประทานอาหารที่มีการ ปรุงรสชาติเค็มที่มากเกินไป ง. การซ้อมกีฬาที่มากเกินไป	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
7	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. จัดการซ้อมกีฬาในพื้นที่ร่ม ข. การงดปรุงอาหารที่มีรสเค็มจัด จนเกินไป ค. การตรวจสุขภาพเป็นประจำ ง. จัดตารางการซ้อมอย่างเหมาะสม	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
8	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. โรงเรียนได้นักกีฬาที่ร่างกาย แข็งแรง ข. ลดปัญหาการดูแลรักษาจากทาง ครอบครัว ค. นายศุภกรมีร่างกายที่แข็งแรง ไม่ ป่วยหนัก ง. มีเวลาในการซ้อมกีฬามากยิ่งขึ้น	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 3

นางสาวประภัสรา ประกอบอาชีพเป็นนางแบบ นักแสดง และพิธีกรรายการต่าง ๆ ซึ่งตารางเวลาในการทำงานจะไม่มีรูปแบบของเวลาในการทำงานที่แน่นอนบางวันจะทำงานในช่วงเวลากลางวัน แต่บางวันก็ทำงานในช่วงเวลากลางคืน และในบางครั้งต้องมีการเดินทางต่างประเทศทำให้เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ และในบางครั้งมีการทำงานในสตูดิโอที่มีเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมาก เมื่อเวลาผ่านไปพบว่านางสาวประภัสรามีอาการเจ็บมากทุกครั้งเมื่อปัสสาวะ จึงต้องพบแพทย์เพื่อตรวจรักษา พบว่า เป็นอาการของโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
9	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ ข. เวลาในการทำงานที่ไม่แน่นอน ค. อาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นกับ กระเพาะปัสสาวะ ง. การเดินทางไปต่างประเทศ	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
10	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. ไม่พักผ่อนไม่เพียงพอ ข. เวลาในการทำงานที่มากเกินไป ค. การอยู่ในที่เครื่องปรับอากาศที่ ขาดการดูแลรักษา ง. การกลั้นปัสสาวะอยู่เป็นประจำ	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
11	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหาของสถานการณ์นี้อย่างไร ก. งดรับงานในช่วงเวลากลางคืน ข. ไม่ควรกลั่นปัสสาวะเป็นเวลานาน ค. หลีกเลี่ยงการสัมผัสอากาศที่เย็นจัดเป็นเวลานาน ง. การออกกำลังกายและการพักผ่อนอย่างเพียงพอ	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
12	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. นางสาวประภัสรา มีสุขภาพที่แข็งแรงไม่ป่วยง่าย ข. สามารถรับงานได้มากขึ้น ค. จัดสรรเวลาในการทำงานได้ดียิ่งขึ้น ง. เพิ่มโอกาสในความก้าวหน้าในการประกอบอาชีพ	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 4

นายเฉลิมชัย ปฏิบัติงานเป็นเจ้าที่ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาแห่งหนึ่ง การทำงานของนายเฉลิมชัย ต้องทำการทดสอบหาจุลชีพที่อยู่ในอาหาร ซึ่งในการทำงานต้องมีการป้องกันเป็นอย่างดี เวลาในการทำงานของนายเฉลิมชัย คือ ช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. ในบางวันมีตัวอย่างที่ต้องทำการวิเคราะห์เป็นจำนวนมาก แต่บางวันก็มีเพียง 3-4 ตัวอย่าง พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี นายเฉลิมชัยมีปัญหาเกี่ยวกับปัสสาวะ มักมีอาการเจ็บเมื่อการปัสสาวะจึงเข้าพบแพทย์ พบว่าเป็นมีอาการติดเชื้อบริเวณท่อทางเดินปัสสาวะ

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
13	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. การทำงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ข. พฤติกรรมในการทำงานไม่เหมาะสม ค. การสัมผัสเชื้อจุลินทรีย์อยู่เป็นประจำ ง. อาการเจ็บเมื่อมีการปัสสาวะ	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
14	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ ก. การทดสอบทางจุลชีพ ข. การป้องกันที่ไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน ค. ปริมาณตัวอย่างที่มีมากเกินไป ง. ร่างกายอ่อนเพลียต่อการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
15	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของสถานการณ์นี้อย่างไร ก. จำกัดจำนวนตัวอย่างที่ทำในแต่ละวัน ข. มีช่วงการหยุดพักระหว่างการทดสอบอยู่เป็นประจำ ค. หลีกเลี่ยงการสัมผัสเชื้อจุลชีพ ง. การออกกำลังกายและการพักผ่อนอย่างเพียงพอ	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
16	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. ประหยัดเวลาในการทดสอบตัวอย่าง ข. ลดโอกาสในการติดเชื้อบริเวณท่อนทางเดินปัสสาวะ ค. ลดปริมาณจุลชีพที่อยู่ในการทดสอบ ง. มีเวลาเหลือจากการจัดสรรเวลาเพื่อการพักผ่อนระหว่างปฏิบัติงาน	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 5

นายอนุรักษ์ ประกอบอาชีพเป็นพนักงานรักษา ความปลอดภัย เวลาของการทำงาน คือทำงานในช่วงเวลา 18.00- 06.30 น. ทำให้ต้องนอนในช่วงเวลากลางวัน โดยมีลักษณะเป็น คนชอบเล่นกีฬาจึงทำให้เวลาในการพักผ่อนน้อยลง เมื่อเขาทำงานมาเป็นเวลา 6ปี พบว่ามี อาการปัสสาวะสีขุ่นผิดปกติ และในบางครั้งมีลักษณะเหมือนสีแดงปน จึงทำให้นายอนุรักษ์ ต้องพบแพทย์เพื่อทำการตรวจรักษา และเมื่อแพทย์ได้ทำการซักประวัติเพื่อสอบถามอาการ เบื้องต้นของนายอนุรักษ์ พบว่าเขาไม่ได้สูบบุหรี่ ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ แต่กับพบว่าเขามีอาการที่ผิดปกติของระบบขับถ่ายของเสีย

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
17	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ ข. เวลาในการทำงานที่ไม่แน่นอน ค. อาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นกับระบบ ขับถ่ายของเสีย ง. ปัสสาวะมีสีแดงปน	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
18	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. พักผ่อนไม่เพียงพอ ข. เวลาในการทำงานผิดปกติ ค. พฤติกรรมในการดำเนิน ชีวิตประจำวัน ง. ร่างกายอ่อนเพลียง่ายต่อการติด เชื้อระบบขับถ่ายของเสีย	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
19	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหามาของสถานการณ์นี้อย่างไร ก. งดรับงานในช่วงเวลากลางคืน ข. เพิ่มเวลาในการพักผ่อนให้มากขึ้น ค. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายอย่างมากเกินไป ง. การออกกำลังกายและการพักผ่อนอย่างเพียงพอ	การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
20	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. นายอนุรักษณ์มีสุขภาพที่แข็งแรงไม่ป่วยง่าย ข. สามารถรับงานได้มากขึ้น ค. จัดสรรเวลาในการทำงานได้ดียิ่งขึ้น ง. เพิ่มโอกาสในความก้าวหน้าในการประกอบอาชีพ	การสรุปผลการทดลอง	1.0	สอดคล้อง

ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

สถานการณ์ที่ 1

นายปกป้อง เป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร โดยที่เวลาของการทำงานของนายปกป้อง คือ ทำงานในช่วงเวลา 07.00 – 11.30 น. ทำให้นายปกป้องต้องปฏิบัติงานในที่กลางแจ้งและ ยืนอยู่เป็นเวลานาน โดยที่มีพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อยู่เป็นประจำ และไม่ออกกำลังกาย เมื่อเขาทำงานมาเป็นเวลา 11 ปี พบว่ามีอาการเหนื่อยง่าย จุกหน้าอกเป็นประจำ ทำให้ต้องพบแพทย์เพื่อทำการตรวจรักษา และเมื่อแพทย์ได้ทำการซักประวัติเพื่อสอบถาม อาการเบื้องต้นของนาย ก พบว่าเขาไม่ได้สูบบุหรี่ แต่กับพบว่าเขามีอาการที่ผิดปกติของการเต้นของหัวใจ

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
1	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. การตื่นเช้ากว่าปกติ ข. อาการเหนื่อยง่าย ค. อาการผิดปกติของการเต้นของหัวใจ ง. การทำงานกลางแจ้ง	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
2	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. ลักษณะงานที่นายปกป้องทำ ข. พฤติกรรมของนายปกป้อง ค. การยืนกลางแจ้งเป็นเวลานาน ง. ช่วงเวลาการทำงานของนาย ปกป้อง	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
3	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของสถานการณ์นี้อย่างไร ก. ลดช่วงเวลาในการทำงาน ข. ใส่หน้ากากอนามัยเพื่อกรองอากาศขณะที่กำลังปฏิบัติงาน ค. การรณรงค์ขับชีปลดภัย เพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัด ง. ควรมีการสลับช่วงเวลาในการทำงานให้กับเจ้าหน้าที่ท่านอื่น	การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
4	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเจ้าหน้าที่ ข. นายป๊กบ้อง มีสุขภาพที่ดีขึ้น ค. การจราจรไม่ติดขัดในช่วงเช้า ง. นายป๊กบ้อง มีเวลาพักผ่อนเพียงพอ	การสรุปผลการทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 2

นายปาร์ตี้ เป็นพนักงานบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งมีเวลาในการทำงานช่วงเวลา 9.00 – 18.00 น. และในบางวันต้องทำงานล่วงเวลา 3 – 4 ชั่วโมง มีลักษณะการใช้ชีวิตประจำวันคือ ไม่ชอบออกกำลังกาย ชอบรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง พวุกอาหารประเภทฟาสต์ฟู้ด และเครื่องดื่มน้ำอัดลม เมื่อทำงานผ่านไปเป็นเวลา 7 ปี นายปาร์ตี้มีอาการเจ็บหน้าอกในช่วงเช้าหลังจากตื่นนอน เมื่อเป็นบ่อยมากขึ้น และมีการเพิ่มขึ้นของระดับความรุนแรงของอาการเจ็บดังกล่าว จึงตัดสินใจเข้าพบแพทย์ ตรวจพบว่ามีอาการหลอดเลือดหัวใจตีบ

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
5	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. อาการเจ็บหน้าอกของนายปาร์ดี ข. การทำงานล่วงเวลา ค. รับประทานอาหารมาก ง. ระดับความรุนแรงของอาการ	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
6	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. พฤติกรรมของนายปาร์ดี ข. ลักษณะของงานที่ทำ ค. การไม่รับประทานอาหารที่มี ประโยชน์ ง. การไม่ชอบออกกำลังกาย	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
7	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของ สถานการณ์นี้อย่างไร ก. การรับประทานอาหารที่มี ประโยชน์ ข. เปลี่ยนพฤติกรรมทั้งหมด ของนายปาร์ดี ค. การตรวจสุขภาพเป็นประจำ ง. การไม่ทำงานล่วงเวลา	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
8	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาใน สถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. บริษัทได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพ ข. นายปาร์ดีมีสุขภาพร่างกายที่ แข็งแรง ค. มีความก้าวหน้าทางอาชีพที่ทำ มากยิ่งขึ้น ง. มีเวลาในการพักผ่อนมากยิ่งขึ้น	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 3

นางสาวสุทธีนี้ ประกอบอาชีพเป็นนางแบบ นักแสดง และพิธีกรรายการต่าง ๆ ซึ่งตารางเวลาในการทำงานจะไม่มีรูปแบบของเวลาในการทำงานที่แน่นอนบางวันจะทำงานในช่วงเวลากลางวัน แต่บางวันก็ทำงานในช่วงเวลากลางคืน และในบางครั้งต้องมีการเดินทางต่างประเทศทำให้เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ แต่พบว่ามีอาการความดันโลหิตต่ำ ทั้งที่เป็นคนที่ชอบออกกำลังกาย

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
9	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ ข. เวลาในการทำงานที่ไม่แน่นอน ค. อาการความดันโลหิตผิดปกติ ง. การเดินทางไปต่างประเทศ	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
10	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. ไม่พักผ่อนไม่เพียงพอ ข. เวลาในการทำงานที่มากเกินไป ค. การเดินทางไปต่างประเทศ ง. ร่างกายอ่อนเพลียง่าย และได้รับ ผลกระทบต่อความดันเลือด	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
11	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของ สถานการณ์นี้อย่างไร ก. งดรับงานในช่วงเวลากลางคืน ข. เพิ่มเวลาในการพักผ่อนให้มาก ขึ้น ค. ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการ ดำเนินชีวิต ง. การออกกำลังกายและการ พักผ่อนอย่างเพียงพอ	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
12	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาใน สถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. นางสาวสุทธนีหายจากอาการ ความดันโลหิตต่ำ ข. สามารถรับงานได้มากขึ้น ค. จัดสรรเวลาในการทำงานได้ดี ยิ่งขึ้น ง. เพิ่มโอกาสในความก้าวหน้าใน การประกอบอาชีพ	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่ 4

นายสมหวัง ปฏิบัติงานเป็นครูสอนดำน้ำ การทำงานของนายสมหวังต้องทำสอนดำน้ำแบบใช้ถังออกซิเจน โดยเวลาในการทำงานของนายสมหวัง คือ ช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. ซึ่งในบางวันมีช่วงเวลาเรียนเป็นจำนวนมาก พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี นายสมหวังมีปัญหาเกี่ยวกับจังหวะการเต้นของหัวใจโดยเข้ามีอาการหน้ามืดและวิงเวียนศรีษะเป็นเวลานาน ทุกครั้งที่มีเสร็จจากการสอนดำน้ำ จึงเข้าพบแพทย์ เพื่อทำการตรวจรักษา พบว่า นายสมหวังมีความดันโลหิตสูง

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
13	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ ข. เวลาในการทำงานที่ไม่แน่นอน ค. อาการความดันโลหิตสูง ง. อาการหน้ามืดและเวียนศีรษะ	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
14	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. ไม่พักผ่อนไม่เพียงพอ ข. เวลาในการทำงานที่มากเกินไป ค. ลักษณะของงานที่ทำ ง. ปริมาณของชั่วโมงในการสอน ที่มากเกินไป	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
15	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของ สถานการณ์นี้อย่างไร ก. จัดช่วงเวลาในการเรียนให้ เหมาะสม ข. เพิ่มเวลาในการพักผ่อนให้มาก ขึ้น ค. ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้ เหมาะสมกับงานที่ต้องปฏิบัติ ง. การออกกำลังกายและการ พักผ่อนอย่างเพียงพอ	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
16	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาใน สถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. สามารถรับงานได้มากขึ้น ข. นายสมหวังหายจากอาการความ ดันโลหิตสูง ค. จัดสรรเวลาในการทำงานได้ดี ยิ่งขึ้น ง. เพิ่มโอกาสในความก้าวหน้าใน การประกอบอาชีพ	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

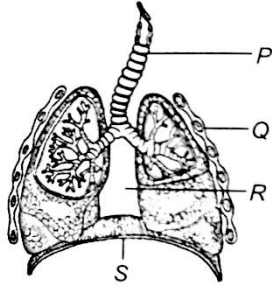
สถานการณ์ที่ 5

นายจอบ ประกอบอาชีพเป็นเกษตรกรชาวนา ซึ่งโดยทั่วไปนายจอบจะทำงานในช่วงที่มีฤดูเริ่มต้นของการเพาะปลูก ต้องตื่นในช่วงเช้าเวลา 06.00 - 11.00 น. เพื่อไปเตรียมพื้นที่ในการเพาะปลูก ซึ่งทำอยู่เป็นประจำและลงมือทำด้วยตนเองไม่ได้จ้างผู้อื่น พบว่าวันหนึ่งนายจอบ มีอาการวิงเวียนศีรษะ หน้ามืด และเป็นลมในกลางทุ่งนา จนต้องนำส่งโรงพยาบาลเพื่อให้แพทย์ทำการตรวจรักษา พบว่า นายจอบมีอาการความดันโลหิต

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
17	ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ ก. เวลาในการพักผ่อนไม่เป็นปกติ ข. เวลาในการทำงาน ค. อาการเป็นลมหมดสติ ง. อาการความดันโลหิตสูง	การระบุ ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
18	ข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาใน สถานการณ์นี้ ก. การทำงานกลางแจ้งเป็น เวลานาน ข. เวลาในการทำงานที่มากเกินไป ค. การอยู่ทำงานโดยไม่มีการหยุด พักในช่วงบางเวลา ง. ร่างกายอ่อนเพลียง่าย	การ ตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง

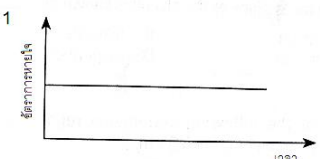
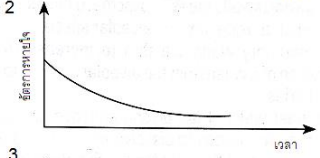
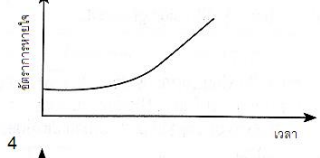
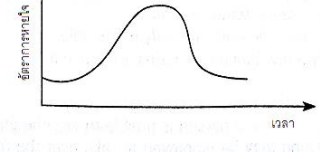
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	หมายเหตุ
19	นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหของ สถานการณ์นี้อย่างไร ก. การหยุดพักบางช่วงเวลา ข. เพิ่มเวลาในการพักผ่อนให้มาก ขึ้น ค. หาเครื่องป้องกันระหว่างที่ทำงาน กลางแจ้ง ง. การออกกำลังกายและการ พักผ่อนอย่างเพียงพอ	การกำหนด วิธีการ แก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
20	จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาใน สถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ก. นายจอบมีสุขภาพที่แข็งแรงไม่ ป่วยง่าย ข. สามารถทำงานได้นานขึ้น ค. จัดสรรเวลาในการทำงานได้ดี ยิ่งขึ้น ง. เพิ่มโอกาสในความก้าวหน้าใน การประกอบอาชีพ	การสรุปผล การทดลอง	1.0	สอดคล้อง

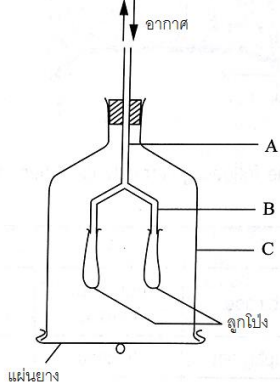
ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจ
จำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ

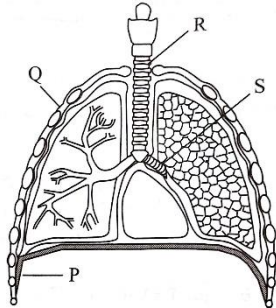
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
1	ข้อใดคือความหมายของการหายใจ 1. การแลกเปลี่ยนแก๊สในร่างกาย 2. การสลายสารอาหาร 3. กระบวนการสร้างอาหาร 4. การเต้นของชีพจร	ความรู้- ความจำ	1.00	0.60	0.31	ใช้ได้
2	โครงสร้างใดที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่เข้า-ออก ของอากาศภายในปอด  1. P และ Q 2. P และ U 3. Q และ R 4. Q และ S	ความรู้- ความจำ	1.00	0.53	0.36	ใช้ได้
3	ข้อใดคือประโยชน์ของกระดูอ่อนที่พบใน ทางเดินหายใจ 1. ทำให้ทางเดินหายใจไม่แฟบ 2. ป้องกันอาหารย้อนกลับออก หลอดลม 3. ป้องกันแรงกดกระแทกจาก ภายนอก 4. ปิดกั้นอาหารไม่ให้เข้าสู่ทางเดิน หายใจ	ความเข้าใจ	1.00	0.40	0.23	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
4	จากแผนภาพแสดงเปลี่ยนแปลงความดันอากาศภายในปอดระหว่างการหายใจเข้า-ออก จุดใดที่แสดงให้เห็นถึงการยกตัวของกระดุกซี่โครง Air pressure in the lungs (mm Hg) Time (sec) 1. P 2. Q 3. R 4. S	ความเข้าใจ	0.80	0.37	0.51	ใช้ได้
5	ข้อใดคือผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากโรคต่าง ๆ ที่เกิดจากความผิดปกติของปอด 1. ถุงลมในปอดไม่ยืดหยุ่นทำให้หายใจลำบาก 2. หัวใจต้องสูบฉีดแรงขึ้นเพื่อส่งเลือดไปที่ปอด 3. ปอดต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อให้ได้แก๊สมากพอ 4. พื้นที่ปอดสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สลดน้อยลง เนื่องจากถุงลมถูกทำลาย	ความเข้าใจ	0.80	0.23	0.04	ใช้ไม่ได้

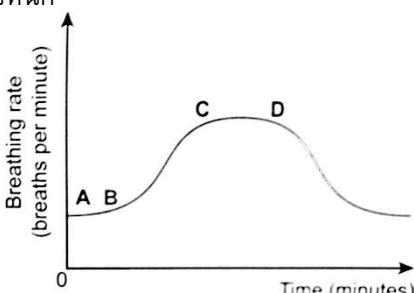
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
6	เหตุใดผู้ที่เป็นโรคถุงลมโป่งพองจึงมีการหายใจเข้าออกลำบาก เหนื่อย หอบ 1. ผนังถุงลมถูกทำลายทะลุถึงกัน 2. มีเชื้อแบคทีเรียหรือไวรัสเข้าสู่หลอดลม 3. มีน้ำเหลืองและน้ำเมือกเต็มหลอดลมฝอยและถุงลม 4. ช่องอกแฟบ ปอดขยายตัวไม่ได้ ทำให้หลอดลมตีบ	ความเข้าใจ	1.00	0.37	0.34	ใช้ได้
7	เมื่อพบผู้ป่วยจากการประสบอุบัติเหตุ ได้รับ ความกระทบกระเทือนและมีอาการเลือดออกในสมองส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบการหายใจ อยากทราบว่าอาการเลือดออกดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการทำงานของสมองส่วนใด และส่งผลกระทบอย่างไร ก. เมดัลลา ออบลองกาตา ได้รับการกดทับจากอาการเลือดออก ข. เมดัลลา ออบลองกาตา เกิดอาการเลือดออกภายใน ค. ไฮโปทาลามัส ได้รับการกดทับจากอาการเลือดออก ง. ไฮโปทาลามัส เกิดอาการเลือดออกภายใน	การนำไปใช้	0.80	0.37	0.45	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
8	ข้อใดถูกต้องเมื่ออวัยวะในตำแหน่ง P ไม่สามารถทำงานได้ ก. ปอดไม่สามารถขยายตัวได้ ข. ปริมาณอากาศในการหายใจเข้าจะลดลง ค. เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรงจากอากาศที่เข้ามา 1. ข้อ ก เท่านั้น 2. ข้อ ข เท่านั้น 3. ข้อ ก และ ข 4. ข้อ ข และ ค	ความเข้าใจ	0.60	0.50	0.14	ใช้ไม่ได้
9	จากภาพแสดงให้เห็นการทดลองการหายใจเข้าและหายใจออก ภายในลูกโป่ง กราฟในข้อใดที่แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดลองดังกล่าว  1  2  3  4 	ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	1.00	0.37	0.42	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
10	 จากภาพเป็นแบบจำลองแสดงระบบการหายใจของมนุษย์ ข้อใดถูกต้องเมื่อลูกโป่งในแบบจำลองเกิดการพองตัว 1. กดแผ่นยางเข้าไปภายในเหยือก 2. ดึงแผ่นยางออกจากเหยือก 3. ทำให้อุณหภูมิภายในเหยือกสูงขึ้น 4. นำอากาศเข้าสู่ภายในเหยือก	ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	0.60	0.40	0.20	ใช้ได้
11	เมื่อนักกีฬาวิ่งได้ระยะทาง 2.4 กิโลเมตรที่ระดับน้ำทะเลและพื้นที่สูง พบว่ามีปัญหาที่ส่งผลต่อการหายใจของนักกีฬาที่วิ่งในที่สูง สาเหตุใดที่สามารถอธิบายเหตุการณ์ดังกล่าว 1. เนื่องจากในที่สูงมีความกดอากาศสูงทำให้อากาศไหลเข้าสู่ปอดได้ช้า 2. มีปริมาณของออกซิเจนน้อยในพื้นที่สูง 3. มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากในพื้นที่สูง 4. เซลล์เม็ดเลือดแดงสร้างฮีโมโกลบินในปริมาณน้อย	การนำไปใช้	0.60	0.30	0.22	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
12	จากภาพต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 12 – 13  ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานของ โครงสร้าง R - มีเซลล์ขน เพื่อดักจับฝุ่นละออง - มีลักษณะกระดุกอ่อนรูปตัว C เพื่อให้อากาศผ่าน - เป็นช่องว่างเพื่อให้อากาศผ่านอย่างสะดวก - มีเมือกเพื่อลดแรงเสียดทานของอากาศ	ความเข้าใจ	1.00	0.33	0.21	ใช้ได้
13	ข้อใดถูกต้องเมื่ออวัยวะในตำแหน่ง P ไม่ทำงาน - ปอดไม่สามารถขยายตัวได้ - ปริมาณอากาศในการหายใจเข้าจะลดลง - เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรงจากอากาศที่เข้ามา - ข้อ ก เท่านั้น - ข้อ ข เท่านั้น - ข้อ ก และ ข - ข้อ ข และ ค	ความเข้าใจ	0.80	0.57	0.35	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ																				
14	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการหายใจกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 1. พืชสังเคราะห์แสงเท่านั้น ส่วนสัตว์หายใจได้เท่านั้น 2. การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นที่คอลโรพลาสต์ ส่วนการหายใจเกิดขึ้นที่ไมโทพลาซซึม 3. การสังเคราะห์ด้วยแสงต้องใช้เอนไซม์แต่การหายใจไม่ต้องใช้ 4. การสังเคราะห์ด้วยแสงสร้างออกซิเจนแต่การหายใจไม่สร้าง	ความเข้าใจ	1.00	0.43	0.58	ใช้ได้																				
15	ตารางแสดงอัตราส่วนของ แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแรงดันน้ำจากการหายใจของคนต่าง ๆ ข้อใดเป็นไปได้มากที่สุดที่เป็นตัวอย่างของการหายใจที่เกิดจากการออกกำลังกายอย่างหนัก <table><tr><th>ตัวอย่าง</th><th>% ออกซิเจน</th><th>% คาร์บอนไดออกไซด์</th><th>แรงดันน้ำ</th></tr><tr><td>1.</td><td>23</td><td>0.2</td><td>สูง</td></tr><tr><td>2.</td><td>20</td><td>0.1</td><td>ต่ำ</td></tr><tr><td>3.</td><td>14</td><td>6.2</td><td>สูง</td></tr><tr><td>4.</td><td>21</td><td>5.4</td><td>ต่ำ</td></tr></table>	ตัวอย่าง	% ออกซิเจน	% คาร์บอนไดออกไซด์	แรงดันน้ำ	1.	23	0.2	สูง	2.	20	0.1	ต่ำ	3.	14	6.2	สูง	4.	21	5.4	ต่ำ	ความเข้าใจ	1.00	0.47	0.58	ใช้ได้
ตัวอย่าง	% ออกซิเจน	% คาร์บอนไดออกไซด์	แรงดันน้ำ																							
1.	23	0.2	สูง																							
2.	20	0.1	ต่ำ																							
3.	14	6.2	สูง																							
4.	21	5.4	ต่ำ																							
16	คุณสมบัติใดที่มนุษย์และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีความเหมือนกัน ก. จำนวนห้องหัวใจ ข. ระบบหมุนเวียนเลือดที่แยกและสมบูรณ์ ค. จำนวนของระบบหมุนเวียนเลือด ง. ระบบหมุนเวียนเลือดมีความดันเลือดต่ำ	ความรู้- ความจำ	1.00	0.43	0.43	ใช้ได้																				

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
17	จากแผนภาพแสดงอัตราการหายใจของชายคนหนึ่งหลังจากการออกกำลังกาย จุดใดที่แสดงถึงช่วงเริ่มต้นของอัตราการหายใจขณะที่ออกกำลังกายอย่างหนัก  ก. A ข. B ค. C ง. D	ความเข้าใจ	1.00	0.30	0.27	ใช้ได้
18	Respiratory pigment ในข้อใด ที่จะปลดปล่อย O₂ ออกมาได้ง่ายกว่า ก. myoglobin ของกล้ามเนื้อโครงร่าง ข. hemoglobin ของหญิงตั้งครรภ์ ค. hemoglobin ของทารกในครรภ์ ง. hemoglobin ของทารกในครรภ์ จะปลดปล่อยได้เท่ากับ myoglobin	ความเข้าใจ	1.00	0.40	0.29	ใช้ได้
19	เด็กหญิงคนหนึ่งกลืนหายใจเข้า และกลืนหายใจเป็นเวลา 30 วินาที แล้วจึงหายใจออกตามปกติ จงเปรียบเทียบอากาศที่หายใจเข้าและออกว่าองค์ประกอบใดที่มีปริมาณต่างกัน ก. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำ ข. แก๊สไนโตรเจนกับไอน้ำ ค. แก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ง. แก๊สออกซิเจนและแก๊สไนโตรเจน	ความเข้าใจ	1.00	0.30	0.33	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	<i>p</i>	<i>r</i>	หมายเหตุ
20	ในผู้ป่วยที่ติดเชื้อและมีอาการปอดบวม (pneumonia) และส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ สาเหตุดังกล่าวส่งผลต่อการทำงานในระบบหายใจ ก. พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊สมีปริมาณลดลง ข. เกิดการอักเสบบริเวณหลอดลม ค. อัตราการหายใจต่ำลง ง. เยื่อโพรงจมูกเกิดการอักเสบ	ความรู้- ความจำ	1.00	0.37	0.34	ใช้ได้

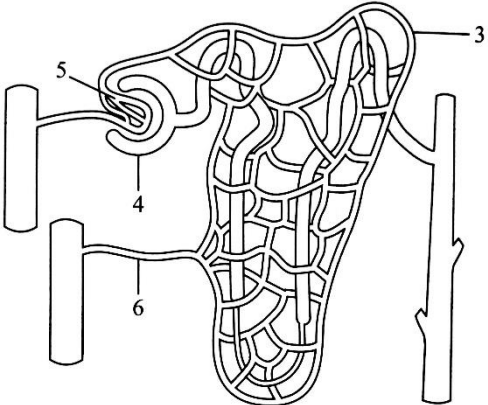
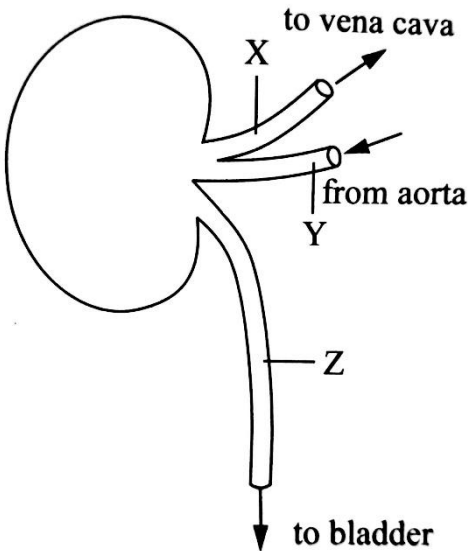
หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (reliability) เท่ากับ 0.64

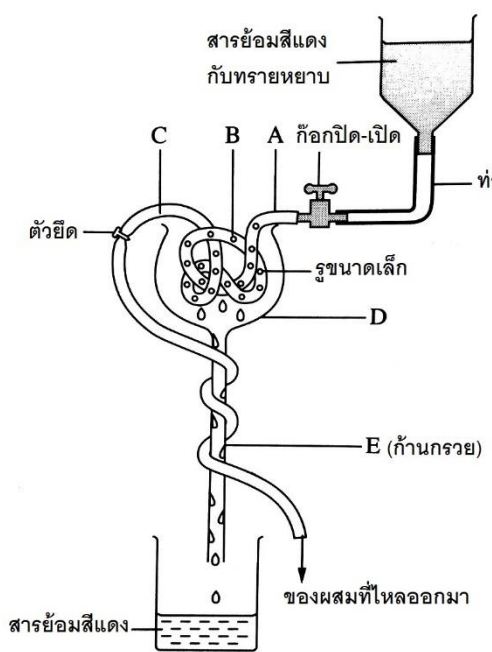
การคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่าย (*p*) ระหว่าง 0.20–0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.64

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจ
จำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบขับถ่ายของเสีย

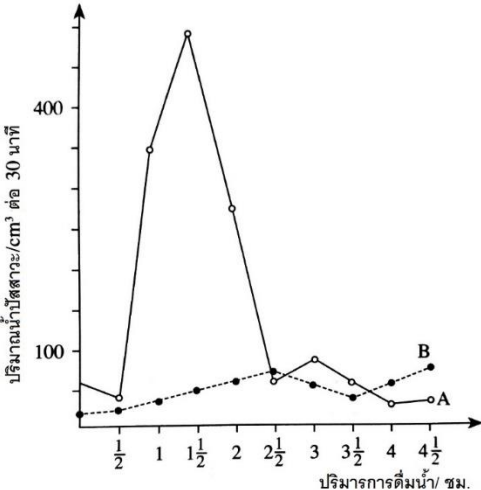
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
1	ไนโตรเจนที่ถูกขับออกมาจากร่างกายของ คนนั้นมาจากสารชีวโมเลกุลประเภทใด 1. กรดอะมิโน 2. คาร์โบไฮเดรต 3. กรดไขมัน 4. วิตามิน	ความรู้- ความจำ	1.00	0.40	0.21	ใช้ได้
2	อวัยวะในข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่เกี่ยวข้องกับระบบ ขับถ่ายของเสียในร่างกายมนุษย์ 1. ไต 2. ตับ 3. ปอด 4. ตับอ่อน	ความรู้- ความจำ	1.00	0.33	0.20	ใช้ได้
3	ไตนั้นสามารถรักษาคุณภาพของน้ำใน ร่างกายได้ อวัยวะใดต่อไปนี้ที่มีการ ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในกลไก ดังกล่าว 1. หัวใจ 2. ผิวหนัง 3. ตับอ่อน 4. ตับ	ความรู้ - ความจำ	1.00	0.47	0.24	ใช้ได้
4	ข้อใด <u>ไม่</u> ถูกต้องเกี่ยวกับตัวอย่างของการ ขับถ่ายของเสีย 1. การหายใจออก 2. การหลั่งน้ำลายของต่อมน้ำลาย 3. การหลั่งของเหงื่อ 4. การสร้างน้ำปัสสาวะ	ความเข้าใจ	1.00	0.33	0.29	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
5	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับกรดยูริกที่ถูกพบในร่างกายของมนุษย์ 1. ถูกดูดซึมมาจากการรับประทาน อาหาร 2. ผ่านเข้ามาทางผิวหนัง 3. เป็นสารที่ผลิตจากแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ 4. เกิดจากการย่อยของดีเอ็นเอ	ความเข้าใจ	1.00	0.43	0.38	ใช้ได้
6	ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่และการทำงานของไต 1. ควบคุมของเหลวที่อยู่ในร่างกาย 2. ควบคุมปริมาณน้ำที่อยู่ในร่างกาย 3. ควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาล กลูโคสที่อยู่ในเลือด 4. กำจัดของเสียประเภทอนุพันธ์ ของไนโตรเจน	ความเข้าใจ	1.00	0.30	0.44	ใช้ได้
7	จงเรียงลำดับของการกำจัดของเสียในร่างกายมนุษย์ ก. กระเพาะปัสสาวะ ข. ไต ค. ท่อรวมปัสสาวะ ง. ท่อนำปัสสาวะ 1. ค > ข > ก > ง 2. ข > ง > ก > ค 3. ข > ค > ก > ง 4. ข > ก > ค > ง	ความรู้- ความจำ	1.00	2.00	0.29	ใช้ได้

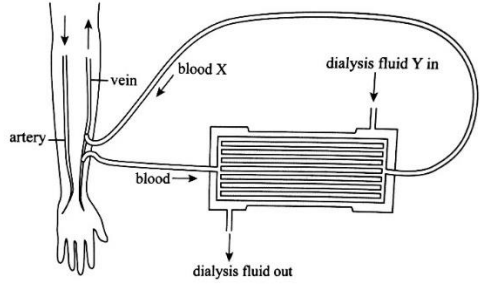
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
8	โครงสร้างของหน่วยไตหมายเลขใด ที่มีแรงดันเลือดสูงที่สุด  1. 3 2. 4 3. 5 4. 6	ความรู้- ความจำ	1.00	0.30	0.61	ใช้ได้
9	จากภาพที่แสดงต่อไปนี้ จะสามารถพบยูเรียได้ในท่อใดบ้าง  1. ท่อ Y เท่านั้น 2. ท่อ X และ Z 3. ท่อ Y และ Z 4. ทุกท่อ	ความรู้- ความจำ	1.00	0.27	0.41	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
10	จากภาพแสดงชุดจำลองต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามในข้อ 10-12  จากภาพโครงสร้างตำแหน่งใดที่แสดงถึงเส้นเลือด Afferent arteriole 1. A 2. B 3. C 4. D	ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	0.60	0.33	0.43	ใช้ได้
11	เพราะเหตุใดจึงต้องไขตัวหยึดให้แน่นก่อนเริ่มทำการทดลอง 1. เพิ่มแรงดันของน้ำให้สูงขึ้น เพื่อบังคับให้สารย้อมสีแดงไหลผ่านรูขนาดเล็ก 2. เพื่อเพิ่มอัตราการซึมผ่านของท่อ 3. เพื่อป้องกันไม่ให้ทรายหยาบไหลออกจากท่อ 4. เพื่อลดปริมาณสารย้อมสีแดงที่อยู่ในกรวย	การนำไปใช้	0.80	0.47	0.51	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ																									
12	เพราะเหตุใดชุดทดลองดังกล่าวจึงอธิบายการทำงานของหน่วยไตได้ยังไม่ดีมากพอ ก. ท่อภายในตำแหน่ง B ยังไม่มีการแตกแขนงมากพอให้เหมือนการทำงานของโกลมอรูลัส ข. ท่อภายในตำแหน่ง B ยังมีปริมาณของรูขนาดเล็กน้อยเกินไป ค. ก้านของกรวยกรอง (E) ไม่ชิดไปมาเหมือนกับท่อหน่วยไต 1. ข้อ ก 2. ข้อ ก และ ค 3. ข้อ ข และ ค 4. ถูกทุกข้อ	ความเข้าใจ	1.00	0.47	0.42	ใช้ได้																									
13	ในผู้ป่วยที่มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงในน้ำปัสสาวะไม่ควรพบสารใด 1. กรดอะมิโน 2. แอมโมเนีย 3. กลีโอะแร 4. กรดยูริก	ความเข้าใจ	1.00	0.33	0.02	ใช้ไม่ได้																									
14	ในน้ำปัสสาวะของผู้ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงควรเป็นไปตามข้อใดต่อไปนี้ <table><tr><td></td><td>กลูโคส</td><td>โปรตีน</td><td>เกลียว</td><td>ยูเรีย</td></tr><tr><td>1.</td><td>ไม่พบ</td><td>พบ</td><td>พบ</td><td>พบ</td></tr><tr><td>2.</td><td>พบ</td><td>พบ</td><td>พบ</td><td>พบ</td></tr><tr><td>3.</td><td>ไม่พบ</td><td>ไม่พบ</td><td>พบ</td><td>พบ</td></tr><tr><td>4.</td><td>ไม่พบ</td><td>ไม่พบ</td><td>ไม่พบ</td><td>พบ</td></tr></table>		กลูโคส	โปรตีน	เกลียว	ยูเรีย	1.	ไม่พบ	พบ	พบ	พบ	2.	พบ	พบ	พบ	พบ	3.	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	พบ	4.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	ความเข้าใจ	1.00	0.40	0.14	ใช้ไม่ได้
	กลูโคส	โปรตีน	เกลียว	ยูเรีย																											
1.	ไม่พบ	พบ	พบ	พบ																											
2.	พบ	พบ	พบ	พบ																											
3.	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	พบ																											
4.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ																											

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ																				
15	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับกราฟแสดงปริมาณน้ำปัสสาวะที่มีผลมาจากการดื่มน้ำเปล่า 1 ลิตร และการดื่มน้ำผสมเกลือ 1 ลิตรของคนสุขภาพแข็งแรง  <table><thead><tr><th></th><th>น้ำเปล่า</th><th>น้ำผสมเกลือ</th><th>เหตุผล</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>A</td><td>B</td><td>การดื่มน้ำเปล่ามากขึ้นเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น</td></tr><tr><td>2.</td><td>A</td><td>B</td><td>การดื่มน้ำเปลำน้อยลงเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น</td></tr><tr><td>3.</td><td>B</td><td>A</td><td>การดื่มน้ำผสมเกลือมากขึ้นเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น</td></tr><tr><td>4.</td><td>B</td><td>A</td><td>การดื่มน้ำผสมเกลือน้อยลงเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น</td></tr></tbody></table>		น้ำเปล่า	น้ำผสมเกลือ	เหตุผล	1	A	B	การดื่มน้ำเปล่ามากขึ้นเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น	2.	A	B	การดื่มน้ำเปลำน้อยลงเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น	3.	B	A	การดื่มน้ำผสมเกลือมากขึ้นเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น	4.	B	A	การดื่มน้ำผสมเกลือน้อยลงเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น	ความเข้าใจ	1.00	0.33	0.66	ใช้ได้
	น้ำเปล่า	น้ำผสมเกลือ	เหตุผล																							
1	A	B	การดื่มน้ำเปล่ามากขึ้นเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น																							
2.	A	B	การดื่มน้ำเปลำน้อยลงเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น																							
3.	B	A	การดื่มน้ำผสมเกลือมากขึ้นเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น																							
4.	B	A	การดื่มน้ำผสมเกลือน้อยลงเนื่องจากมีการสังเคราะห์ ADH ขึ้น																							

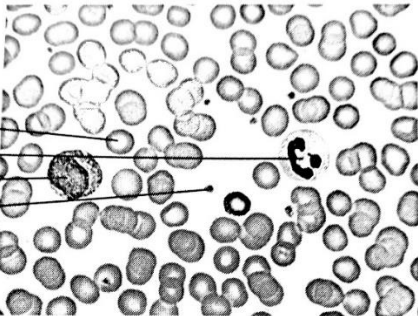
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	<i>p</i>	<i>r</i>	หมายเหตุ
16	ข้อใดคือสาเหตุที่เป็นผลกระทบจากการดื่ม สุราที่ส่งผลกระทบต่อการยับยั้งการทำงานของ ของฮอร์โมนแอนตี้ไดยูเรติก (ADH) 1. การสร้างน้ำปัสสาวะที่มีปริมาตร น้อยลง 2. พบโปรตีนในน้ำปัสสาวะ 3. น้ำปัสสาวะมีความเข้มข้นมากขึ้น 4. จะเกิดการสูญเสียน้ำเพิ่มยิ่งขึ้น	ความเข้าใจ	1.00	0.40	0.14	ใช้ ไม่ได้
17	ฮอร์โมนแอนตี้ไดยูเรติก (ADH) ถูกสร้างขึ้นที่ ใด 1. ไฮโปทาลามัส 2. ไต 3. ตับอ่อน 4. ต่อมพิทูยทารี (ต่อมใต้สมอง)	ความรู้- ความจำ	1.00	0.40	0.41	ใช้ได้
18	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับผลที่มาจากการลดลง ของปริมาณน้ำปัสสาวะ 1. มีการเพิ่มขึ้นของความดันเลือด ในหลอดเลือด Afferent arteriole 2. การสูญเสียเลือดปริมาณมากจาก บาดแผล 3. การดื่มชา 500 มิลลิลิตร 4. การดื่มสุรา	ความเข้าใจ	1.00	0.33	0.41	ใช้ได้

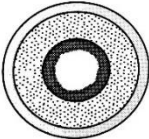
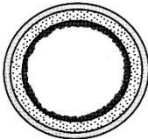
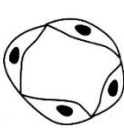
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	<i>p</i>	<i>r</i>	หมายเหตุ
19	 จากภาพแสดงการไหลของเลือดภายในเครื่องฟอกไต ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับของเหลวในตำแหน่ง x และ y 1. X ประกอบไปด้วยเกลือแร่ แต่ Y ไม่พบ 2. X มีความเข้มข้นของกรดอะมิโนมากกว่าใน Y 3. X และ Y ไม่พบยูเรีย 4. X และ Y มีความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสที่เท่ากัน	การนำไปใช้	1.00	0.33	0.03	ใช้ไม่ได้
20	เฉลิมชัยได้ทำการควบคุมน้ำหนักโดยการเข้าคอร์สลดน้ำหนัก คือ ลดการบริโภคคาร์โบไฮเดรตแต่เพิ่มปริมาณการบริโภคโปรตีน ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเหตุการณ์ในครั้งนี้ 1. พบปริมาณน้ำตาลกลูโคสในน้ำปัสสาวะเล็กน้อย 2. พบปริมาณโปรตีนในน้ำปัสสาวะในปริมาณมาก 3. พบปริมาณยูเรียในน้ำปัสสาวะในปริมาณมาก 4. การสร้างเอนไซม์และฮอร์โมนเพิ่มขึ้น	การนำไปใช้	1.00	0.27	0.21	ใช้ได้

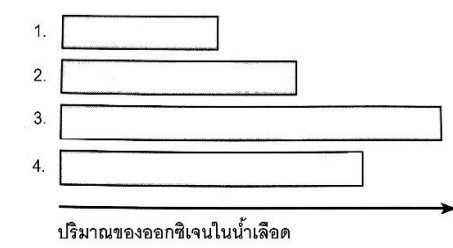
หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (reliability) เท่ากับ 0.65

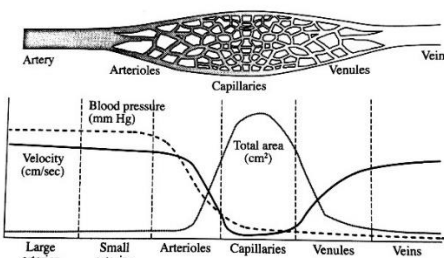
การคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่าย (*p*) ระหว่าง 0.20–0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.65

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจ
จำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

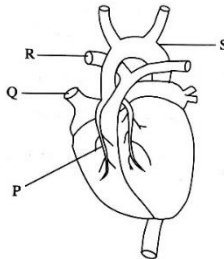
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ																			
1	จากภาพ ใต้ตอบคำถามในข้อ 1-3 	ความรู้- ความจำ	1.00	0.43	0.03	ใช้ ไม่ได้																			
ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการระบุชนิดของ องค์ประกอบของเลือด																									
<table><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>1.</td><td>เม็ดเลือดขาว</td><td>เม็ดเลือดแดง</td><td>เกล็ดเลือด</td></tr><tr><td>2.</td><td>เม็ดเลือดแดง</td><td>เม็ดเลือดขาว</td><td>เกล็ดเลือด</td></tr><tr><td>3.</td><td>เกล็ดเลือด</td><td>เม็ดเลือดแดง</td><td>เม็ดเลือดขาว</td></tr><tr><td>4.</td><td>เกล็ดเลือด</td><td>เม็ดเลือดขาว</td><td>เม็ดเลือดแดง</td></tr></table>			1	2	3	1.	เม็ดเลือดขาว	เม็ดเลือดแดง	เกล็ดเลือด	2.	เม็ดเลือดแดง	เม็ดเลือดขาว	เกล็ดเลือด	3.	เกล็ดเลือด	เม็ดเลือดแดง	เม็ดเลือดขาว	4.	เกล็ดเลือด	เม็ดเลือดขาว	เม็ดเลือดแดง				
	1	2	3																						
1.	เม็ดเลือดขาว	เม็ดเลือดแดง	เกล็ดเลือด																						
2.	เม็ดเลือดแดง	เม็ดเลือดขาว	เกล็ดเลือด																						
3.	เกล็ดเลือด	เม็ดเลือดแดง	เม็ดเลือดขาว																						
4.	เกล็ดเลือด	เม็ดเลือดขาว	เม็ดเลือดแดง																						
2	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับผู้ป่วยที่มีการผลิต องค์ประกอบของเลือดในหมายเลข 3 1. เมื่อเลือดไม่สามารถแข็งตัว 2. น้ำตาลกลูโคสในเลือดต่ำ 3. เมื่อมีปริมาณออกซิเจนในเลือด ลดลง 4. เมื่อการสร้างแอนติบอดีมี ปริมาณลดลง	ความเข้าใจ	1.00	0.37	0.27	ใช้ได้																			

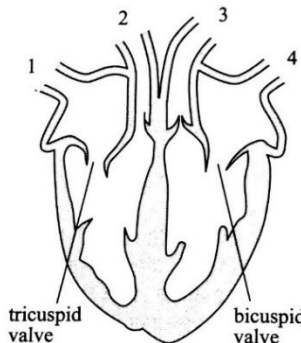
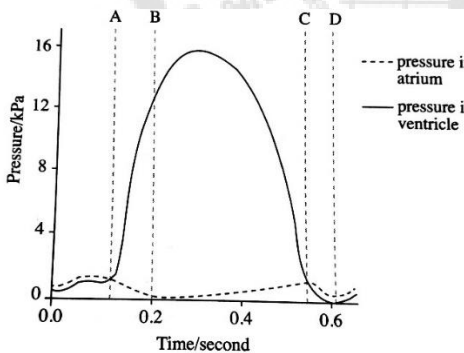
ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ																				
3	ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับเด็กแรกเกิดที่มีการเพิ่มขึ้นองค์ประกอบของเลือดในหมายเลข 2 และ 3 1. ต้องการกำจัดของเสียที่เป็นอนุพันธ์ของไนโตรเจนออกไปให้เร็วที่สุด 2. ต้องการให้เลือดแข็งตัวเร็วมากที่สุดเพื่อปิดปากแผลบริเวณสายสะดือ 3. เด็กแรกเกิดมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อสูง 4. เด็กแรกเกิดต้องการแลกเปลี่ยนออกซิเจนที่บริเวณปอดหลังจากการคลอด	ความเข้าใจ	1.00	0.40	0.28	ใช้ได้																				
4	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับภาพแสดงภาคตัดขวางของเส้นเลือด 3 ชนิดของมนุษย์ P  Q  R  <table><tr><td></td><td>P</td><td>Q</td><td>R</td></tr><tr><td>1.</td><td>artery</td><td>capillary</td><td>vein</td></tr><tr><td>2.</td><td>artery</td><td>vein</td><td>capillary</td></tr><tr><td>3.</td><td>capillary</td><td>vein</td><td>artery</td></tr><tr><td>4.</td><td>vein</td><td>artery</td><td>capillary</td></tr></table>		P	Q	R	1.	artery	capillary	vein	2.	artery	vein	capillary	3.	capillary	vein	artery	4.	vein	artery	capillary	ความเข้าใจ	1.00	0.33	0.54	ใช้ได้
	P	Q	R																							
1.	artery	capillary	vein																							
2.	artery	vein	capillary																							
3.	capillary	vein	artery																							
4.	vein	artery	capillary																							

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	<i>p</i>	<i>r</i>	หมายเหตุ
5	ข้อใด<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับชายคนหนึ่งพบว่ามีอาการป่วยโดยที่ผนังหลอดเลือด aorta ของเขามีความเปราะบาง จึงส่งผลเสียต่อการยืดหยุ่นของหลอดเลือดดังกล่าว 1. เกิดการแตกของเส้นเลือด aorta และทำให้สูญเสียเลือด 2. ทำให้เส้นเลือด artery ไม่สามารถทนแรงดันเลือดได้ 3. เกิดการกำจัดเลือดที่ไหลผ่านเส้นเลือด aorta 4. เกิดการขยายของช่องว่างภายในเส้นเลือด aorta	ความเข้าใจ	1.00	0.30	0.43	ใช้ได้
6	จากกราฟข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการแสดงปริมาณออกซิเจนในเลือด ภายในเส้นเลือด pulmonary artery ตัวอย่างเลือด  ปริมาณของออกซิเจนในน้ำเลือด	ความเข้าใจ	1.00	0.47	0.23	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
7	ข้อใดถูกต้อง เมื่อไม่ได้ขยายเป็นเวลานาน 1. กล้ามเนื้อของหลอดเลือดดำ จะจับตัวพร้อมกับกล้ามเนื้อของขาแล้วทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเลือด 2. เซมิลูนาร์ วาล์ว จะป้องกันการไหลย้อนกลับของเลือดที่เกิดจากการบีบตัวของกล้ามเนื้อขา 3. ผนังชั้นบางของหลอดเลือดดำ จะทนต่อแรงดันเลือดที่เพิ่มขึ้นได้น้อยลง ต้องอาศัยการป้องกันจากกล้ามเนื้อขา 4. หลอดเลือดดำที่อยู่บริเวณกล้ามเนื้อจะได้รับการช่วยบีบผลักดันเลือดจากกล้ามเนื้อ	ความเข้าใจ	1.00	0.30	0.33	ใช้ได้
8	จากภาพแสดงชุดจำลองต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามในข้อ 8-10  The diagram shows a cross-section of blood vessels from left to right: Artery, Arterioles, Capillaries, Venules, and Vein. Below it is a graph with three y-axes: Blood pressure (mm Hg), Velocity (cm/sec), and Total area (cm²). The x-axis is labeled with vessel types: Large arteries, Small arteries, Arterioles, Capillaries, Venules, and Veins. The blood pressure curve starts high in arteries and drops sharply at the arterioles, remaining low through the capillaries and veins. The velocity curve starts high in large arteries, drops to its lowest point in the capillaries, and then rises again in the veins. The total area curve starts low, begins to rise at the arterioles, reaches its maximum in the capillaries, and then gradually decreases through the veins. เพราะเหตุใดหลอดเลือด artery จึงทนต่อแรงดันและอัตราการไหลของเลือดได้ดี 1. มีช่องว่างขนาดใหญ่ 2. ผนังหลอดเลือดประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว 3. มีผนังชั้น endometrial ที่หนา 4. มีชั้นกล้ามเนื้อที่หนา	ความเข้าใจ	1.00	0.47	0.33	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ
9	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการไหลและแรงดันที่อยู่ภายในเส้นเลือดฝอย (capillary) ก. เนื่องมาจากต้องใช้เป็นบริเวณที่เกิดการแพร่ตลอดเวลา ข. เพราะต้องการให้เซลล์เม็ดเลือดเดินทางได้สะดวก ค. เพื่อป้องกันการแตกของผนังที่มีความหนาเพียงเซลล์ชั้นเดียว 1. ข้อ ก 2. ข้อ ก และ ข 3. ข้อ ก และ ค 4. ถูกทุกข้อ	ความเข้าใจ	1.00	0.43	0.27	ใช้ได้
10	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับข้อสรุปที่ได้จากกราฟ 1. การลดลงของพื้นที่ผิวของเส้นเลือด ทำให้อัตราความเร็วของเลือดเพิ่มขึ้น 2. เมื่ออัตราเร็วของเลือดเพิ่มขึ้น ความดันเลือดก็เพิ่มขึ้นด้วย 3. ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างแรงดันเลือดกับอัตราความเร็ว 4. อัตราความเร็วของเลือดต่ำสุดในหลอดเลือดดำ	ความเข้าใจ	1.00	0.37	0.08	ใช้ไม่ได้
11	จงเรียงลำดับการเดินทางของเลือดในระบบหมุนเวียนโลหิตของคน 1. ห้องหัวใจบนซ้าย > ห้องหัวใจล่างซ้าย > ปอด > ห้องหัวใจบนขวา > ห้องหัวใจล่างขวา 2. ห้องหัวใจล่างซ้าย > ห้องหัวใจบนซ้าย > ปอด > ห้องหัวใจล่างขวา > ห้องหัวใจบนขวา 3. ห้องหัวใจบนขวา > ห้องหัวใจล่างขวา > ปอด > ห้องหัวใจบนซ้าย > ห้องหัวใจล่างซ้าย 4. ห้องหัวใจล่างขวา > ห้องหัวใจบนขวา > ปอด > ห้องหัวใจล่างซ้าย > ห้องหัวใจบนซ้าย	ความรู้— ความจำ	1.00	0.27	0.04	ใช้ไม่ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ																				
12	จากภาพแสดงชุดจำลองต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามในข้อ 12-13  บริเวณตำแหน่ง P คืออะไร 1. aorta 2. coronary artery 3. pulmonary artery 4. vena cava	ความรู้- ความจำ	1.00	0.27	0.28	ใช้ได้																				
13	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับลำดับของแรงดันเลือดจากน้อยไปหามาก <table><tr><td></td><td colspan="3">น้อย -----> มาก</td></tr><tr><td>1.</td><td>Q</td><td>R</td><td>S</td></tr><tr><td>2.</td><td>R</td><td>Q</td><td>S</td></tr><tr><td>3.</td><td>R</td><td>Q</td><td>S</td></tr><tr><td>4.</td><td>S</td><td>R</td><td>Q</td></tr></table>		น้อย -----> มาก			1.	Q	R	S	2.	R	Q	S	3.	R	Q	S	4.	S	R	Q	ความเข้าใจ	1.00	0.30	0.23	ใช้ได้
	น้อย -----> มาก																									
1.	Q	R	S																							
2.	R	Q	S																							
3.	R	Q	S																							
4.	S	R	Q																							
14	ข้อใด<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับกราฟดังกล่าว 1. หัวใจห้องบนและล่างไม่ได้บีบตัวพร้อมกัน 2. ความดันเลือดของหัวใจห้องล่างสูงกว่าหัวใจห้องบนเสมอ 3. จังหวะ ventricular systole มีการเปลี่ยนแปลงความดันมากกว่า จังหวะ atrial systole 4. จังหวะ ventricular systole มีช่วงเวลานานกว่า จังหวะ atrial systole	ความเข้าใจ	1.00	0.37	0.39	ใช้ได้																				

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	p	r	หมายเหตุ																									
15	 จากภาพข้อใดถูกต้อง <table><tr><th></th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th></tr><tr><td>1.</td><td>pulmonary vein</td><td>aorta</td><td>pulmonary artery</td><td>vena cava</td></tr><tr><td>2.</td><td>aorta</td><td>pulmonary vein</td><td>vena cava</td><td>pulmonary artery</td></tr><tr><td>3.</td><td>pulmonary artery</td><td>vena cava</td><td>pulmonary vein</td><td>aorta</td></tr><tr><td>4.</td><td>vena cava</td><td>pulmonary artery</td><td>aorta</td><td>pulmonary vein</td></tr></table>		1	2	3	4	1.	pulmonary vein	aorta	pulmonary artery	vena cava	2.	aorta	pulmonary vein	vena cava	pulmonary artery	3.	pulmonary artery	vena cava	pulmonary vein	aorta	4.	vena cava	pulmonary artery	aorta	pulmonary vein	ความรู้- ความจำ	1.00	0.33	0.25	ใช้ได้
	1	2	3	4																											
1.	pulmonary vein	aorta	pulmonary artery	vena cava																											
2.	aorta	pulmonary vein	vena cava	pulmonary artery																											
3.	pulmonary artery	vena cava	pulmonary vein	aorta																											
4.	vena cava	pulmonary artery	aorta	pulmonary vein																											
16	จากภาพแสดงชุดจำลองต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามในข้อ 17-19  ตำแหน่งของกราฟบริเวณใดที่แสดงให้เห็นถึงการเปิดของ วาล์วไบคัสพิด จากการไหลของเลือดจากหัวใจห้องไปสู่อห้องล่าง 1. A 2. B 3. C 4. D	ความรู้- ความจำ	1.00	0.47	0.36	ใช้ได้																									

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	<i>p</i>	<i>r</i>	หมายเหตุ
17	เพราะเหตุใดเม็ดเลือดแดงจึงต้องมีลักษณะ ปุ่มตรงกลางทั้งสองข้าง 1. เพื่อเพิ่มอัตราการขนส่งออกซิเจน 2. เพื่อลดอัตราการดูดซึม คาร์บอนไดออกไซด์ 3. เพื่อเพิ่มอัตราการดูดซึม สารอาหาร 4. เพื่อเพิ่มปริมาณฮีโมโกลบินใน เซลล์	ความเข้าใจ	1.00	0.20	0.48	ใช้ได้
18	ข้อความใดไม่ถูกต้อง 1. คนที่มีอารมณ์เครียดความดัน เลือดจะสูงกว่าปกติ 2. คนอ้วนมักมีความดันเลือดสูงกว่า ปกติ 3. การสะสมของไขมันในหลอดเลือด อาจทำให้เกิดโรคความดันเลือดสูง 4. ค่าความดันเลือดปกติของวัยเด็ก จะสูงกว่าวัยผู้ใหญ่	การนำไปใช้	1.00	0.20	0.48	ใช้ได้

ข้อ	ข้อสอบ	ระดับ พฤติกรรม	IOC	<i>p</i>	<i>r</i>	หมายเหตุ
19	ความดันเลือด 130/90 มิลลิเมตรปรอท หมายความว่าอย่างไร เป็นปกติหรือไม่ และ ต้องปฏิบัติตัวอย่างไร 1. 130 คือความดันขณะที่หัวใจบีบ ตัว 90 คือ ความดันขณะที่หัวใจคลายตัว เป็นปกติ ปฏิบัติตัวตามปกติ 2. 130 คือความดันขณะที่หัวใจบีบ ตัว 90 คือ ความดันขณะที่หัวใจคลายตัว ความดัน เลือดต่ำ ปฏิบัติตัวตามปกติ 3. 130 คือความดันขณะที่หัวใจบีบ ตัว 90 คือ ความดันขณะที่หัวใจคลายตัว ความดัน เลือดสูง ควรปรึกษาแพทย์ 4. 130 คือความดันขณะที่หัวใจบีบ ตัว 90 คือ ความดันขณะที่หัวใจคลายตัว ความดัน เลือดต่ำ ควรปรึกษาแพทย์	การนำไปใช้	1.00	0.33	0.26	ใช้ได้
20	เมื่อนักเรียนพบว่าหลังออกกำลังกายอย่าง หนักมักมีอาการจุกหน้าอก และเมื่อนั่งพัก สักครู่จะพบว่ามีอาการตัวสั่นและกระหายน้ำ แต่เมื่อออกกำลังกายทุกวัน ผ่านไปเป็นเวลา 1 เดือน ไม่พบว่ามีอาการดังกล่าว เพราะ เหตุใด 1. ระบบกล้ามเนื้อมีการปรับตัว 2. หลอดเลือดฝอยมีการทำงาน ลดลง 3. กล้ามเนื้อหัวใจมีความแข็งแรง มากขึ้น 4. เลือดมีความเข้มข้นสูงขึ้น	ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	1.00	0.33	0.37	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (reliability) เท่ากับ 0.50

การคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่าย (*p*) ระหว่าง 0.20–0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.50

ตาราง 27 การประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ประเด็นที่พิจารณา	ระดับความคิดเห็น	แปลผล
ด้านเนื้อหา		
1. เนื้อหาที่เรียนไม่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง	4.60±0.49	มาก
2. เนื้อหาช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการประกอบอาชีพในอนาคต	4.20±0.40	มาก
3. ภาพรวมความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	4.00±0.00	มาก
ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้		
1. กิจกรรมมีความน่าสนใจ	4.20±0.40	มาก
2. ระยะเวลาที่ใช้มีความเหมาะสม	4.20±0.40	มาก
3. ไม่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง	4.00±0.00	มาก
4. ไม่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม	4.20±0.40	มาก
5. ภาพรวมความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.00±0.00	มาก

ตาราง 28 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มศึกษา

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์					
	ระบบหายใจ		ระบบขับถ่ายของเสีย		ระบบหมุนเวียนเลือด	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	12	17	14	15	12	13
2	12	16	9	10	7	13
3	9	12	2	13	3	15
4	13	16	13	14	12	16
5	4	15	3	12	5	11
6	6	12	5	17	3	16
7	3	5	2	15	8	13
8	6	16	12	15	5	12
9	4	14	4	12	3	9
10	11	12	4	7	6	8
11	6	13	6	19	7	15
12	7	14	5	11	6	11
13	12	13	14	16	12	15
14	4	7	3	8	5	8
15	9	11	11	15	7	13
16	9	16	4	16	3	14
17	3	12	4	10	3	9
18	2	14	5	18	4	17
19	6	11	5	10	6	12
20	5	12	6	11	5	11
21	6	13	5	12	4	9
22	9	11	4	17	5	16
23	10	16	3	13	7	11
24	6	12	8	15	7	13
25	8	9	8	10	4	10
26	9	14	7	12	6	12
27	6	13	5	10	6	12

ตาราง 28 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์					
	ระบบหายใจ		ระบบขับถ่ายของเสีย		ระบบหมุนเวียนเลือด	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
28	6	13	5	11	6	11
29	7	12	5	12	4	11
30	5	10	2	13	7	11
31	3	12	4	12	5	11
32	13	14	7	12	8	13
33	13	15	9	12	6	11
34	9	11	8	10	7	9
35	13	14	6	14	5	17
36	4	17	6	15	7	16
37	6	13	5	11	8	12
38	14	16	8	13	9	18
คะแนนเฉลี่ย	7.63	12.97	6.21	12.84	6.13	12.47

ตาราง 29 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มศึกษา

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์					
	ระบบหายใจ		ระบบขับถ่ายของเสีย		ระบบหมุนเวียนเลือด	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	6	8	10	6	8
2	5	8	6	7	2	6
3	6	8	3	5	3	7
4	9	11	8	14	5	11
5	1	8	1	15	3	12
6	1	6	3	9	5	7
7	3	7	2	5	2	6
8	2	7	7	11	8	10
9	2	5	3	8	2	11
10	1	9	5	9	3	9
11	3	10	5	14	7	14
12	5	8	4	8	3	8
13	9	12	8	11	8	9
14	2	5	6	9	9	11
15	10	12	5	9	3	7
16	4	6	6	9	3	6
17	2	5	6	7	2	7
18	4	9	4	9	6	11
19	1	4	6	7	8	9
20	2	5	7	9	3	6
21	4	6	4	10	4	10
22	5	8	1	6	1	5
23	6	9	6	9	3	7
24	2	4	5	9	3	7
25	4	7	2	5	2	6
26	5	6	8	9	3	5
27	1	4	2	7	3	7

ตาราง 29 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์					
	ระบบหายใจ		ระบบขับถ่ายของเสีย		ระบบหมุนเวียนเลือด	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
28	5	7	5	8	6	10
29	4	7	2	9	3	7
30	6	10	2	12	4	11
31	2	7	2	9	3	7
32	5	9	3	5	3	5
33	4	6	8	10	7	11
34	5	7	3	6	2	5
35	9	10	10	14	9	12
36	3	6	4	7	4	9
37	4	6	7	11	5	6
38	5	8	5	11	4	13
คะแนนเฉลี่ย	4.05	7.32	4.79	9.00	4.21	8.37

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4	รายวิชา ชีววิทยา 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	รหัสวิชา ว 30242 ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน		จำนวน 200 นาที

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างหน้าที่ ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้

ว 1.1 ม. 4–6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ (Concept)

ระบบหายใจของมนุษย์จะมีปอด (lung) เป็นอวัยวะสำคัญในการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างแก๊สภายในเซลล์ และการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างภายในและภายนอกร่างกาย โดย กระบวนการหายใจ (respiration) หมายถึง กระบวนการทำปฏิกิริยาในการเผาผลาญสารอาหารหรือการสลายสารอาหารเพื่อทำให้เกิดพลังงานออกมา แล้วร่างกายนำพลังงานไปใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งปฏิกิริยาการเผาผลาญสารอาหารนี้จะเดินไปอย่างช้า ๆ โดยนอกจากจะได้พลังงานแล้ว ยังได้น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับการหายใจแบบใช้ออกซิเจน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

1. อธิบายและสรุปความสำคัญของการรักษาดุลยภาพในร่างกายได้
2. อธิบายและสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคนได้
3. อธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ

- ทำบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ได้ถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะ (A)

- นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมภายในห้องเรียน

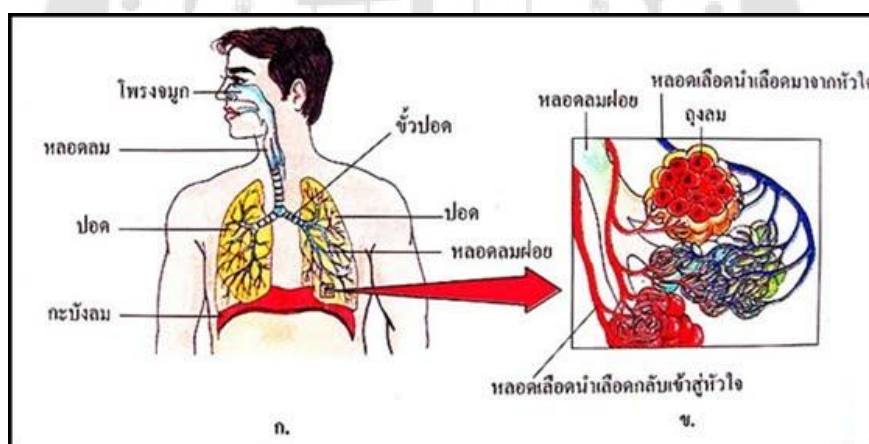
สาระการเรียนรู้

ระบบทางเดินหายใจมีหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สให้กับสิ่งมีชีวิต ในมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมระบบทางเดินหายใจประกอบไปด้วย จมูก หลอดลม ปอด และกลัมน้ำอวัยวะระบบทางเดินหายใจ ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกแลกเปลี่ยนที่ปอดด้วยกระบวนการแพร่

สัตว์ประเภทอื่น ๆ เช่น แมลงมีระบบทางเดินหายใจที่คล้ายคลึงกับมนุษย์แต่มีลักษณะทางกายวิภาคที่ง่ายกว่า ในสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำผิวหนังของสัตว์ก็ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สได้ด้วย พืชก็มีระบบทางเดินหายใจเช่นกัน แต่ทิศทางการแลกเปลี่ยนแก๊สเป็นไปในทางตรงกันข้ามกับสัตว์ ระบบแลกเปลี่ยนแก๊สของพืชประกอบไปด้วยรูเล็ก ๆ ใต้ใบที่เรียกว่า ปากใบ

โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

อากาศเข้าสู่ปอดโดยเริ่มเข้าที่ช่องจมูก แล้วเข้าสู่บริเวณโพรงจมูกซึ่งมีเยื่อบุผิวที่มีซิเลียและเมือกสำหรับดักจับสิ่งสกปรกไว้ อากาศจะเคลื่อนที่ต่อไปยังคอหอยลงสู่กล่องเสียง ซึ่งภายในมี สายเสียง (vocal cord) จากนั้นอากาศจึงเข้าสู่หลอดลม ปลายสุดของหลอดลมแยกออกเป็นซี่ปอดแยกไปสู่ปอดซ้ายและขวาทั้ง 2 ข้างซึ่งจะแตกแขนงเล็กลงเรื่อย ๆ เรียกว่า หลอดลมฝอย (bronchiole) ผนังของหลอดลมฝอยจะบางลงตามลำดับปลายสุดของหลอดลมฝอยเป็นถุงขนาดเล็ก และหลอดลมฝอยส่วนต้นประกอบด้วยกระดูกอ่อน เพื่อป้องกันการแฟบจากแรงกดของเนื้อเยื่อบริเวณรอบ ๆ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

ผนังด้านในของหลอดลมบุด้วยเซลล์บุผิวที่มีซิเลียและเซลล์ซึ่งทำหน้าที่สร้างเมือกเพื่อคอยดักจับสิ่งสกปรกไม่ให้เข้าไปถึงถุงลม เมื่ออากาศเข้าสู่ถุงลมซึ่งมีหลอดเลือดฝอยห่อหุ้มอยู่โดยรอบบริเวณนี้จะมีการแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นเป็นตำแหน่งแรก โดยแก๊สออกซิเจนจากถุงลมจะแพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอย และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากหลอดเลือดฝอยจะแพร่เข้าสู่ถุงลม

ระบบทางเดินหายใจแบ่งตามโครงสร้าง

ระบบทางเดินหายใจส่วนบน (upper respiratory tract, URI) ประกอบด้วยอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเหนือกล่องเสียงขึ้นไป ได้แก่ จมูก คอหอย โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจส่วนบน URI infection หรือการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนบน

ระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง (lower respiratory tract, LRI) ประกอบด้วย กล่องเสียง หลอดคอ หลอดลมใหญ่ และปอด

ระบบทางเดินหายใจแบ่งตามหน้าที่

ทำหน้าที่เป็นการลำเลียงอากาศ มีหน้าที่นำอากาศจากภายนอกเข้าสู่ปอด เป็นทางผ่านเข้าออกของอากาศเท่านั้น ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊ส ได้แก่ จมูก คอหอยกล่องเสียง หลอดคอ หลอดลมใหญ่ หลอดลมฝอย และปลายหลอดลมฝอย

หน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส เป็นบริเวณที่แลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน กับเนื้อเยื่อ ได้แก่ หลอดลมฝอยแลกเปลี่ยนแก๊ส ท่อลม ถุงลม และถุงลมเล็ก

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ

กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจของมนุษย์ เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่รอบผนังทรวงอก โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากตามปกติแล้วปอดไม่สามารถขยายขนาดเพื่อรับอากาศจากการหายใจได้เอง แต่จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยแรงของกล้ามเนื้อเหล่านี้เพื่อขยายผนังของทรวงอกให้กว้างมากขึ้น และเกิดการลดลงของความดันภายในทรวงอกมากพอจนทำให้อากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่ปอดได้ โครงสร้างหลักของผนังทรวงอกได้แก่ ซีโครง (rib) กล้ามเนื้อที่ยึดระหว่างซีโครง (intercostal muscles) ซึ่งมี 3 ชั้นคือ ชั้นนอก (external) ชั้นใน (internal) และชั้นในสุด (innermost) กล้ามเนื้อกระบังลม และปอดกับถุงลม เนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มด้านในของผนังทรวงอก เรียกว่า เยื่อหุ้มปอด (pleura) ซึ่งมีอยู่ 2 ชั้นคือ ชั้นนอก (parietal pleura) และชั้นใน (visceral pleura) กล้ามเนื้ออื่น ๆ ที่มีส่วนช่วยในกระบวนการหายใจ ได้แก่ กล้ามเนื้อท้อง กล้ามเนื้อรอบกระดูกหน้าอก กล้ามเนื้อบริเวณไหปลาร้าและต้นคอ (sternocleidomastoid และ scalenus)

กล้ามเนื้อยึดระหว่างซีโครงชั้นนอก (external intercostal muscles) มีทั้งหมด 11 คู่ ซึ่งกล้ามเนื้อแต่ละมัด มีขอบเขตเริ่มจากบริเวณปุ่มกระดูกของซีโครงจากทางด้านหลัง และสิ้นสุดที่รอยต่อระหว่างกระดูกซีโครงกับกระดูกอ่อนของซีโครงทางด้านหน้าโดยที่จุดสิ้นสุดส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนเป็นเยื่อที่มีความหนาแทน โยของกล้ามเนื้อมัดนี้จะมีลักษณะเฉียงจากทางด้านหลังมาด้านหน้า และจากบนลงล่าง โดยกล้ามเนื้อมีจุดยึดเกาะเริ่มต้นที่บริเวณขอบล่างของกระดูกซีโครงชั้นบน และเฉียงลงทางด้านหน้ามาเกาะยึดสิ้นสุดที่บริเวณขอบบนของกระดูกซีโครงชั้นล่าง สำหรับกล้ามเนื้อมัดล่าง ๆ ของทรวงอก ซึ่งอยู่ติดกับผนังช่องท้อง กล้ามเนื้อนี้จะเชื่อมต่อเป็นเนื้อเดียวกับกล้ามเนื้อผนังช่องท้องชั้นนอก (external oblique) กล้ามเนื้อนี้จะทำงานโดยการหดตัวในระหว่างการหายใจเข้า

กล้ามเนื้อยึดระหว่างซี่โครงชั้นใน (internal intercostal muscles) มีทั้งหมด 11 คู่เช่นกัน กล้ามเนื้อกลุ่มนี้อยู่ชั้นลึกใต้กล้ามเนื้อชั้นนอก และมีแนวกล้ามเนื้อตั้งฉากกับกล้ามเนื้อชั้นนอก โดยมีแนวการเกาะยึดจากร่องของกระดูกซี่โครงชั้นบน เจียงลงทางด้านหลังมาเกาะยึดอยู่ที่บริเวณขอบบนของกระดูกซี่โครงชั้นล่าง

กิจกรรมการเรียนรู้

ตามขั้นตอนของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550 :8) มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 6-7 คน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ครูตั้งคำถามนักเรียนว่า “การที่มนุษย์หรือสัตว์หายใจนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร” (เกิดจากการทำงานของอวัยวะในระบบหายใจ) จากนั้นครูผู้สอนสอนเรื่อง ระบบหายใจ แบบไม่ลงรายละเอียดเพื่อเป็นการเกริ่นนำนักเรียน

1.3 ครูนำภาพปอดของผู้เสียชีวิตป่วยที่เป็นมะเร็งปอด ให้นักเรียนดูหลังจากนั้นตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพตามประเด็น ดังนี้

1.3.1 ลักษณะของปอดที่เห็นในภาพมีลักษณะอย่างไร (มีลักษณะเป็นสีดำ)

1.3.2 สาเหตุของอาการดังกล่าว นั้นเกิดจากอะไร (การสูบบุหรี่เป็นระยะเวลานาน)



ที่มา : <http://btc.ddc.moph.go.th/cms/uploads/menusub/doc/C01.jpg>

1.4 ครูอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อกำหนดปัญหา ดังนี้

- คนที่สูบบุหรี่นั้นมีความเสี่ยงที่จะมีแนวโน้มเป็นโรคมะเร็งปอดมากกว่าคนที่ไม่ได้สูบบุหรี่ เพราะเหตุใด

- กลไกของอวัยวะในระบบหายใจนั้นทำงานอย่างไร และส่งผลเสียอย่างไรต่อผู้ป่วยโรคมะเร็ง

- ในคนปกติที่ไม่ได้สูบบุหรี่ มีโอกาสเป็นโรคมะเร็งปอดหรือไม่ อย่างไร

1.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด ดังนี้

“มีผู้ชายคนหนึ่ง โดยทำกิจวัตรประจำวันดังต่อไปนี้ ทำงานเป็นพนักงานร้านถ่ายเอกสาร เริ่มเข้างานเวลา 8.00 น. และพักเที่ยงเป็นเวลาหนึ่งชั่วโมง หลังจากนั้นทำงานต่อและเลิกงานในเวลา 17.00 น. เป็นประจำตลอด 6 วันใน 1 สัปดาห์ เมื่อเวลาผ่านไป 8 ปี ชายคนนี้มีอาการหายใจติดขัดและเหนื่อยง่ายโดยไม่ทราบสาเหตุจึงได้พบแพทย์”

หลังจากนั้นครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม โดยศึกษาถึงลักษณะของผู้ป่วยที่ได้ศึกษาจากสถานการณ์เบื้องต้น เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ กลไกการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบหายใจของมนุษย์ เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นก่อนนำไปสู่การหาสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น

2.3 ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น ว่ามีประเด็นใดบ้างที่นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้าและจัดลำดับประเด็นที่ต้องการศึกษาให้เหมาะสม

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการศึกษา

3. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 ให้นักเรียนจับสลากเพื่อศึกษาในระบบทางเดินหายใจ โดยโรคทางเดินหายใจมีดังต่อไปนี้

- วัณโรค
- หอบหืด
- ปอดบวม
- หลอดลมอักเสบ
- มะเร็งกล่องเสียง
- ไซหัดใหญ่

3.2 เมื่อนักเรียนได้รับโรคของผู้ป่วยแล้ว ให้ดูอาการของโรคเบื้องต้นและการซักประวัติของผู้ป่วยเพื่อวินิจฉัยอาการของโรคต่างๆ โดยแบ่งหน้าที่ของนักเรียนในกลุ่มออกเป็น ดังนี้

3.3.1 ผู้อ่านและรายงานผลการซักประวัติผู้ป่วย

3.3.2 ผู้สรุปและนำเสนอผลของการวินิจฉัย

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการจากสื่อการเรียนรู้ต่างๆ เช่น หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

3.4 นักเรียนบันทึกข้อมูลและผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าลงในแบบบันทึกข้อมูล การศึกษาค้นคว้า

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้

4.1 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดพิจารณาต่อไปว่า ความรู้ที่ได้มานั้นมีความถูกต้อง สมบูรณ์และครบถ้วนตามประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้วหรือยัง ถ้าข้อมูลยังไม่เพียงพอ ก็ร่วมกัน อภิปรายและช่วยกันค้นคว้าเพิ่มเติม

5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ

5.1 นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันนำเสนอข้อมูลที่สังเคราะห์และรวมกันอภิปรายว่าข้อมูลของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ โดยผู้สอนช่วยตรวจสอบ และ แนะนำเพิ่มเติม

5.2 นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งซึ่งนักเรียนควร สรุปได้ว่า

- ผู้ป่วย เป็นโรคอะไรตามที่กลุ่มของตนเองจับฉลากได้ และมีลักษณะอาการใดบ้าง ที่ควรพบ จากการซักประวัติของผู้ป่วย
- การวินิจฉัยของโรคนั้นทำได้อย่างไรบ้าง และมีความเกี่ยวข้องกับอวัยวะและกลไก ที่ทำงานในระบบการหายใจอย่างไร
- แนวทางในการดูแลรักษา และการป้องกันโรคเพื่อแนะนำผู้ป่วย ทำได้อย่างไร

5.3 นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

6.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการสรุปผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าของกลุ่ม เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามรูปแบบที่นักเรียนสนใจ

6.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้า หน้าชั้นเรียน

6.3 นักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของกลุ่มตนเองและของเพื่อน
สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อ PowerPoint เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

8.2 หนังสือแบบเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2

ภาระงาน/ชิ้นงาน

9.1 สื่อการนำเสนอ เรื่อง โรคในระบบทางเดินหายใจ

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ผลการเรียนรู้ 1. อธิบายและสรุปความสำคัญของการรักษาคุณภาพในร่างกายได้ 2. อธิบายและสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคนได้ 3. อธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจได้	- สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน - การทำใบงาน - การนำเสนอผลงาน	- แบบสังเกตการตอบคำถามนักเรียน - ใบงาน - สื่อการเสนอผลงาน	- นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง - บันทึกการเรียนลงในใบงานได้ถูกต้อง - สื่อการนำเสนอมีความถูกต้อง
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในห้องเรียน	- การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	- นักเรียนแสดงพฤติกรรมดังกล่าวได้ดี
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 1. นักเรียนมีทักษะกระบวนการกลุ่ม 2. นักเรียนมีทักษะการสื่อสาร	- สังเกตการณ์ปรึกษาหารือและร่วมอภิปรายกับนักเรียน - สังเกตการอธิบายและนำเสนอข้อมูล	- แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน - แบบประเมินการนำเสนอข้อมูล	- นักเรียนมีการอภิปรายภายในกลุ่มและให้ความร่วมมือกับกิจกรรมส่วนรวม - นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลให้ครูและเพื่อนนักเรียนเข้าใจได้

กิจกรรมเสนอแนะ

[illegible]

บันทึกผลหลังการเรียนรู้

ลงชื่อ

(นายเฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

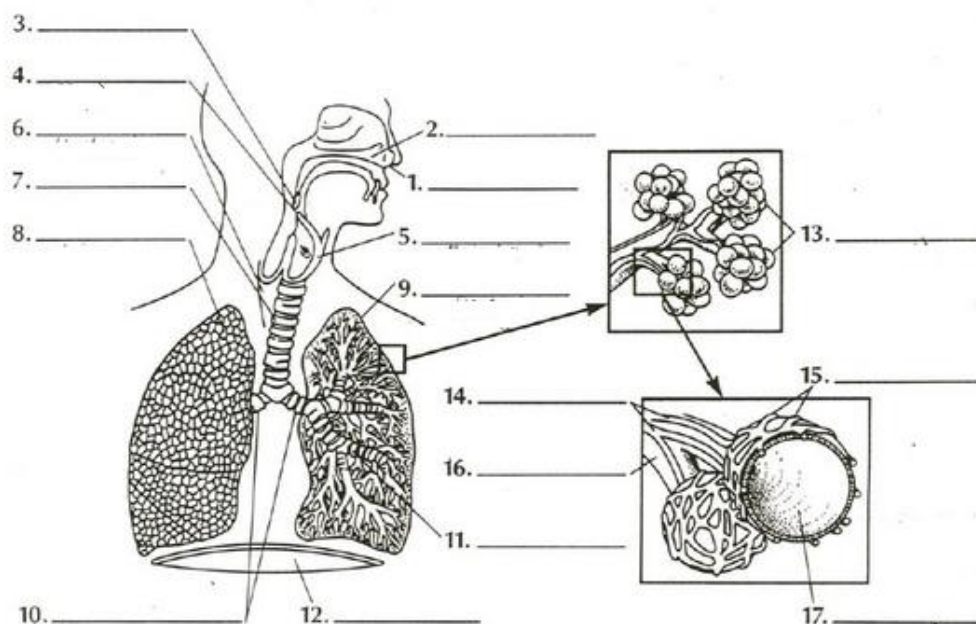
ใบงานที่ 1

เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

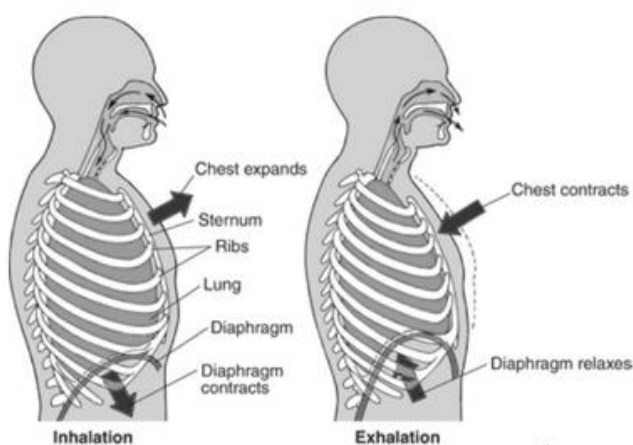
เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือประโยคให้สมบูรณ์

1. จงเติมข้อความในรูปภาพให้สมบูรณ์



2. จงอธิบายกระบวนการหายใจเข้าและหายใจออก



- ปอดจะมีถุงลม ชั้นโดยที่

- ช่องว่างระหว่างถุงทั้ง 2 ชั้นมี

- ปริมาตรของอากาศที่คนเราหายใจเข้า-ออกแต่ละครั้งมีปริมาตร.....เรียกว่า.....
- ปริมาตรของอากาศในปอดที่หายใจเข้า-ออกมากที่สุด เรียกว่า.....ในผู้หญิง และ.....ในผู้ชาย
- ปริมาตรของอากาศที่เหลืออยู่ในปอดหลังหายใจออกมากที่สุด เรียกว่า.....

ไบบันทึกการศึกษาค้นคว้า
เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

เลขที่.....

คำชี้แจง จงศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของโรคในระบบหายใจ

โรคในระบบหายใจที่ได้รับ

ประเด็นที่สนใจศึกษา

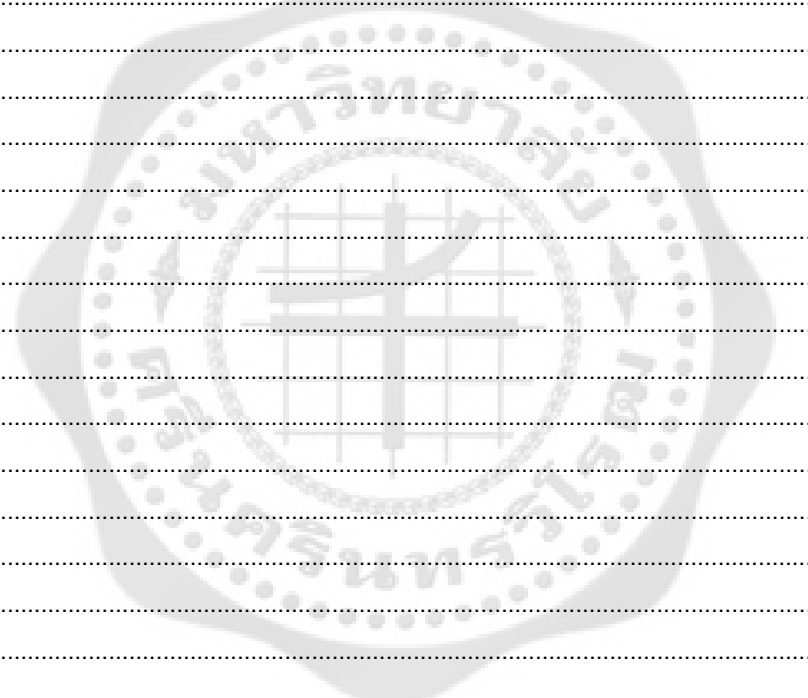
.....

.....

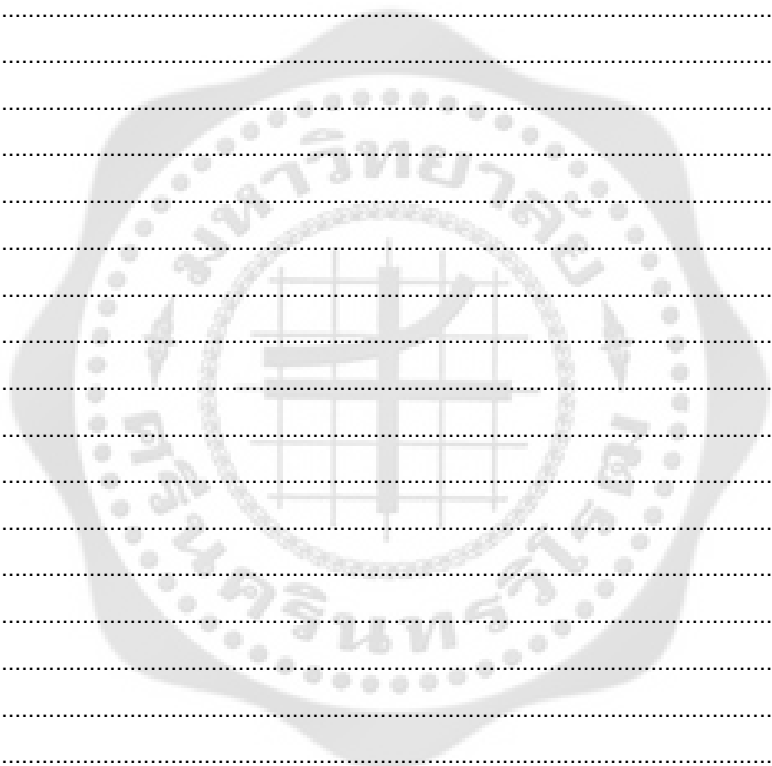
.....

.....

รายละเอียดการศึกษาค้นคว้า



รายละเอียดการศึกษาค้นคว้า (ต่อ)



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4	รายวิชา ชีววิทยา 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	รหัสวิชา ว 30242 ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียในคน		จำนวน 200 นาที

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างหน้าที่ ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้

ว 1.1 ม. 4-6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่นๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ (Concept)

การขับถ่าย เป็นกระบวนการทางชีววิทยา ที่สิ่งมีชีวิตแยกของเสียออกจากร่างกาย ของเสียจะถูกกำจัดออกจากร่างกายโดยการกำจัด (elimination) ตัวอย่างในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม กระบวนการขับถ่ายคือ การทำให้เกิดปัสสาวะโดยไต และการทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์โดยปอด ของเสียจะถูกกำจัดโดยการปัสสาวะ และการหายใจ ฮอร์โมนที่ควบคุมการขับถ่ายจะอยู่ใน ดิสทัล ทิวบูล (distal tubules) ของไตโดยการสั่งการของไฮโปทาลามัส (hypothalamus) ของเสียที่ร่างกายต้องกำจัดออกไปมีอยู่ 2 ประเภท

1. สารที่เป็นพิษต่อร่างกาย
2. สารที่มีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของระบบขับถ่ายของคนได้
2. อธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่ายในร่างกายคนได้
3. อธิบายกระบวนการขับถ่ายในร่างกายคนได้
4. อธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบขับถ่ายของคนได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ

- ทำบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ได้ถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะ (A)

- นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมภายในห้องเรียน

สาระการเรียนรู้

การที่สิ่งมีชีวิตจะสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่อย่างปกติได้นั้น สิ่งมีชีวิตต้องมีความสามารถในการรักษาคุณภาพของร่างกายไว้ให้ได้ การขับถ่ายเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะช่วยรักษาคุณภาพของร่างกายเพราะภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์หลายชนิดทั้งที่เป็นประโยชน์ต่อเซลล์ และบางชนิดเซลล์ไม่ต้องการจำเป็นต้องกำจัดออกจากร่างกายภายหลัง สารที่ร่างกายจำเป็นต้องกำจัดออกเหล่านี้เรียกว่า “ของเสีย”

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และสาประกอบในโตรเจน

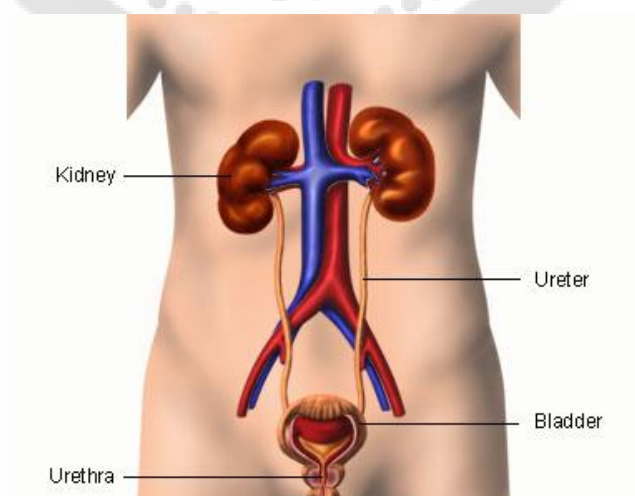
การขับถ่ายของคน

การขับถ่ายเป็นระบบกำจัดของเสียจากร่างกาย และช่วยควบคุมปริมาณของน้ำในร่างกายให้สมบูรณ์

ไต เป็นอวัยวะที่อยู่ในช่องท้องทางด้านหลัง โดยอยู่สองข้างของกระดูกสันหลังส่วนบั้นเอว มีสองข้าง ชายและขวา ขนาดของไตแต่ละข้างยาวประมาณ 11 เซนติเมตร (ซม.) กว้างประมาณ 6 ซม. และหนาประมาณ 3 ซม. รูปร่างคล้ายเม็ดถั่ว โดยมีรอยเว้าหันเข้าหากระดูกสันหลังส่วนเอว

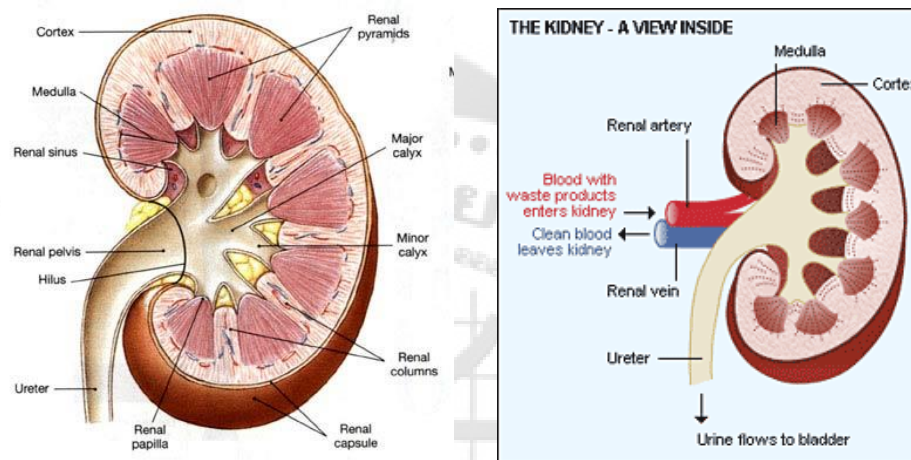
ระหว่างไตทั้งสองข้างจะมีอวัยวะสำคัญ เช่น ท่อเลือดแดงขนาดใหญ่ (aorta) หลอดเลือดดำใหญ่ (inferior vena cava) ซึ่งไตจะได้รับเลือดแดงจากท่อเลือดแดง และส่งเลือดดำจากไตเข้าสู่หลอดเลือดดำใหญ่เหล่านี้

เมื่อไตสร้างน้ำปัสสาวะ จะมีส่วนของไตที่เรียกว่า กรวยไต (renal pelvis) ทำหน้าที่เป็นทางรวมของน้ำปัสสาวะเพื่อไหลลงสู่ ท่อไต (ureter) ชายและขวา ไปยังกระเพาะปัสสาวะ (urinary bladder) และท่อปัสสาวะ (urethra) ต่อไป



โครงสร้างส่วนประกอบของไต

ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่ใช้กรองของเสียจากเลือดเรียกว่าโกลเมอรูลัส (glomerulus) ซึ่งเป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงมาจากหลอดเลือดแดงขนาดเล็ก โกลเมอรูลัสจะกรองของเสียจากเลือดออกเป็นปัสสาวะ ซึ่งจะไหลมาตามท่อขนาดเล็ก (tubule) ซึ่งแบ่งออกเป็นหลายส่วน เริ่มด้วย proximal tubule, Henle's loop, distal tubule และ collecting tubule ตาม ลำดับ จากนั้นปัสสาวะจะไหลออกไปในช่องขนาดเล็กที่เรียกว่า calyces ซึ่งจะมีจำนวนประมาณ 10 ถึง 12 calyces ต่อไตหนึ่งข้าง ต่อมา calyces จะรวมกันเป็นกรวยไต (renal pelvis) ซึ่งเป็นทางที่น้ำปัสสาวะไหลผ่านไปยังท่อไต (ureter) โกลเมอรูลัส และท่อไตทุกส่วนตั้งแต่ proximal tubule จนถึง collecting tubule รวมเรียกว่า หน่วยไต (nephron)



โครงสร้างภายในของไต

หน้าที่การทำงานของหน่วยไต

หน่วยไตทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด และกำจัดออกเป็นน้ำปัสสาวะ กระบวนการเกิดน้ำปัสสาวะเกิดจาก 3 กระบวนการคือ

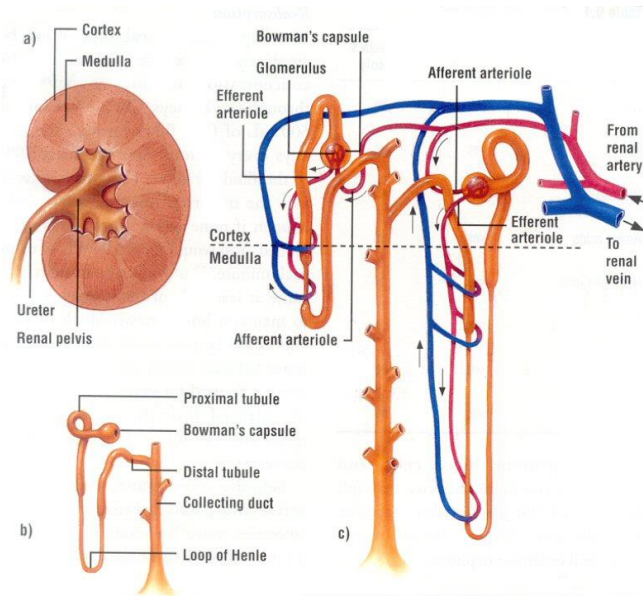
1. การกรองที่โกลเมอรูลัส (glomerulus filtration) เกิดจากการกรองของเสียออกที่โกลเมอรูลัส ซึ่งเป็นหลอดเลือดฝอยที่อยู่ในโบว์แมนส์แคปซูล (Bowman's capsule) ผนังหลอดเลือดฝอยโกลเมอรูลัสจะยอมให้สารโมเลกุลเล็กผ่านไปได้พร้อมกับน้ำ การกรองผ่านโกลเมอรูลัสเกิดจากแรงดันเลือดดันของเหลวจากหลอดเลือดฝอยผ่านเยื่อบุผิวของโบว์แมนส์แคปซูล เข้าสู่ช่องว่าง (lumen) ของโบว์แมนส์แคปซูล และเข้าสู่ท่อของหน่วยไต

ก. ผนังของหลอดเลือดฝอยโกลเมอรูลัส (endothelial cell of capillary)

ข. ชั้นเบสเม้นต์เมมเบรน (basement membrane)

ค. เยื่อบุผนังของโบว์แมนส์แคปซูล (epithelial cell of Bowman's capsule)

ทั้งผนังหลอดเลือดฝอยโกลเมอรูลัส และเซลล์ที่เยื่อบุผนังโบว์แมนส์แคปซูล จะประกอบกันเป็น เยื่อกรอง (filtration membrane)



โครงสร้างภายในของหน่วยไต

เยื่อกรองจะยอมให้ของเหลวและสารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ละลายในพลาสมาผ่านออกมาได้ ได้แก่ น้ำ กลูโคส กรดอะมิโน วิตามิน เกลือแร่ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม คลอไรด์ ไบคาร์บอเนต และยูเรีย แต่ไม่ยอมให้สารโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ไขมัน และเม็ดเลือดผ่านออกมาได้ ของเหลวที่กรองผ่านโกลเมอรูลัสออกมา เรียกว่า ของเหลวที่กรองได้ หรือโกลเมอรูลาร์ฟิเตรต (glomerular filtrate) ซึ่งมีองค์ประกอบคล้ายพลาสมาในเลือด ยกเว้น ไม่มีเม็ดเลือด โปรตีนและไขมัน

2. การดูดกลับที่ท่อของหน่วยไต (tubular reabsorption)

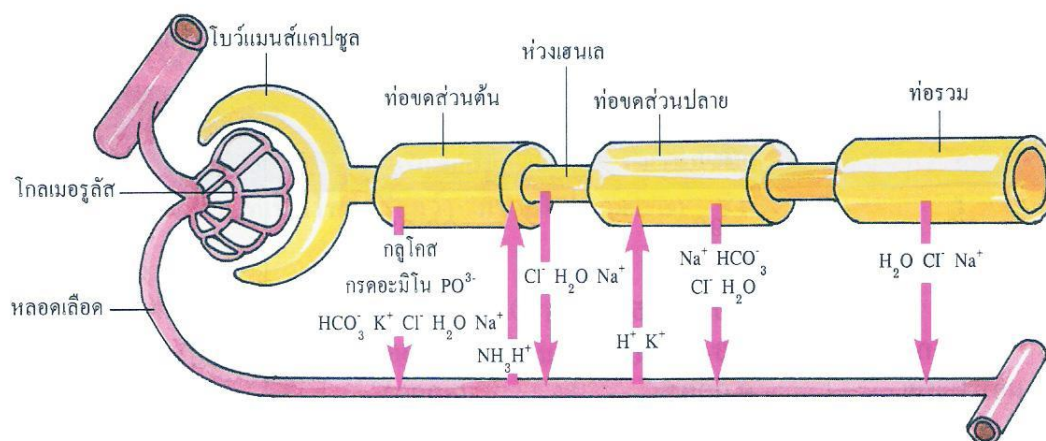
เซลล์เยื่อบุผิวที่ท่อของหน่วยไต มีบทบาทในการดูดสารกลับ เนื่องจาก มีไมโครวิลไล (microvilli) จำนวนมากเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึม และยังมีไมโทคอนเดรียมากเพื่อให้พลังงานในการดูดกลับแบบแอกทีฟ ทรานสปอร์ต

การดูดสารบางอย่างกลับเข้ากระแสเลือด ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนได้แก่ ฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน (aldosterone) ซึ่งหลังจากชั้นคอร์เทกซ์ของต่อมหมวกไต ฮอร์โมนนี้ไปกระตุ้นดิสตอลทิวบูล และท่อรวม ให้เพิ่มการดูดน้ำและ Na^+ กลับคืนเลือดมากขึ้น ทำให้ปริมาตรเลือดและความดันเลือดเพิ่มขึ้น

3. การหลั่งสารที่ท่อของหน่วยไต (Tubular secretion)

- ที่พรอกซิมอลทิวบูล มีการหลั่งสารได้แก่ H^+ , K^+ , NH_4
- การหลั่ง H^+ เพื่อรักษาระดับ pH ในของเหลวในร่างกายให้คงที่
- การหลั่ง K^+ เกิดเมื่อความเข้มข้นของ K^+ สูงเกินไป เพราะจะทำให้การส่งกระแสประสาทบกพร่อง และความแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง

- ที่ดิสทอลทิวบูล มีการหลั่งสาร ได้แก่ H^+ , ยาบางชนิด เช่น เบนซิลลิน และยาพิษ
- การหลั่ง K^+ เพื่อควบคุมระดับความเข้มข้นของ K^+ และ Na^+ ในร่างกาย โดยแปรผันการหลั่ง K^+ และการดูดกลับ Na^+
- การหลั่ง K^+ เพื่อควบคุม pH ในเลือด โดยควบคุมการหลั่ง K^+ และ การดูดกลับ HCO_3^-



การทำงานของท่อหน่วยไต

ตารางแสดงสารที่กรองได้ผ่านโกลเมอรูลัส

สาร	ปริมาณ (g / 100 cm ³)
น้ำ	90 – 93
โปรตีน	0.01 – 0.02
ยูเรีย	0.03
กรดยูริก	0.003
แอมโมเนีย	0.0001
กลูโคส	0.1
โซเดียม	0.32
คลอไรด์	0.37
ซัลเฟต	0.003

ท่อของหน่วยไตสามารถดูดกลับสารบางอย่างที่กรองได้กลับคืนเข้าสู่หลอดเลือดฝอยในปริมาณดังนี้

สาร	สารที่กรองได้	ร้อยละการดูดกลับของสาร
น้ำ	180 ลิตร	99
กลูโคส	180 กรัม	100
โซเดียม	630 กรัม	99.5
ยูเรีย	54 กรัม	44

ตารางเปรียบเทียบสารในของเหลวที่กรองผ่านโกลเมอรูลัสได้กับน้ำปัสสาวะ

สาร	ของเหลวที่กรองได้ (g/100 cm ³)	น้ำปัสสาวะ (g/100 cm ³)
น้ำ	90 – 93	95
โปรตีน	0.01 – 0.02	0
ยูเรีย	0.03	2
กรดยูริก	0.003	0.05
แอมโมเนีย	0.0001	0.05
กลูโคส	0.1	0
โซเดียม	0.32	0.6
คลอไรด์	0.37	0.6
ซัลเฟต	0.003	0.15

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในแต่ละวันร่างกายคนเรากำจัดสารต่าง ๆ ออกจากร่างกาย เช่น น้ำ แอมโมเนีย ยูเรีย กรดยูริก โซเดียม คลอไรด์ และซัลเฟต

ท่อของหน่วยไตนอกจากดูดน้ำกลับแล้ว ยังดูดสารอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับร่างกายกลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดอีก เช่น กลูโคส กรดอะมิโนและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็น การดูดกลับนี้ใช้กระบวนการแอกทีฟทรานสปอร์ต ซึ่งมีการใช้พลังงาน เนื่องจากการนำสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นมากกว่า นอกจากนั้นหน่วยไตยังหลั่งสารบางชนิด เช่น K^+ และ H^+ เพื่อปรับความสมดุลของความเป็นกรดเบสในร่างกายด้วย

หน้าที่ของไต

- กรองของเสียที่อยู่ในเลือด และขับถ่ายออกนอกร่างกายทางน้ำปัสสาวะ
- ปรับปริมาณของน้ำในร่างกายให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไป
- ปรับดุลกรดและด่างของไต เพื่อให้ พีเอช (pH, potential hydrogen คือ ค่าแสดงความเป็นกรดและด่าง) ของเลือดอยู่ที่ระดับ 7.4 คงที่
- ปริมาณของเกลือแร่โซเดียม โปแตสเซียม ไบคาร์บอเนต และคลอไรด์ให้อยู่ในปริมาณสมดุลปกติ

กิจกรรมการเรียนรู้

ตามขั้นตอนของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550 :8) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ช้้นกำหนดปัญหา

1.1 ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 6-7 คน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ครูตั้งคำถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกายคืออะไรบ้าง” (ยูเรีย แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ และสารที่มีมากเกินความจำเป็น พวกแร่ธาตุ วิตามิน) และครูถามนักเรียนต่อว่า “แล้วนักเรียนคิดว่าร่างกายมีการกำจัดของเสียเหล่านั้นทางใดบ้าง”(ทางไต ลำไส้ใหญ่ ผิวหนังและทางปอด) จากนั้นครูผู้สอนสอนเรื่อง ระบบขับถ่าย แบบไม่ลงรายละเอียดเพื่อเป็นการเกริ่นนำนักเรียน

1.3 ครูนำวิดีโอทัศน์การฟอกไตของผู้ป่วยที่เป็นโรคไตวายเรื้อรัง ให้นักเรียนดูหลังจากนั้นตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพตามประเด็น ดังนี้

1.3.1 ลักษณะของผู้ป่วยที่เห็นในวิดีโอทัศน์มีลักษณะอย่างไร (เป็นผู้ป่วยที่กำลังฟอกไตผ่านเครื่องไตเทียม ซึ่งผู้ป่วยมีลักษณะรูปร่างผอม)

1.3.2 สาเหตุของอาการดังกล่าว นั้นเกิดจากอะไร (อาการไตวายเรื้อรัง)



ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=1evOZxBNgJM>

1.4 ครูอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อกำหนดปัญหา ดังนี้

- สาเหตุใดบ้างที่ทำให้เกิดอาการไตวายเรื้อรัง
- กลไกของอวัยวะในระบบขับถ่ายนั้นทำงานอย่างไร และส่งผลเสียอย่างไรต่อผู้ป่วยโรค

ไตวายเรื้อรัง

- ในคนปกตินั้นมีโอกาสเป็นโรคไตวายเรื้อรังหรือไม่ อย่างไร

1.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด ดังนี้

“นางสาวพัชราภา ประกอบอาชีพแม่ค้าขายอาหารตามสั่ง ซึ่งในแต่ละวันมีกิจวัตรประจำวัน ดังนี้เริ่มต้นนอนในเวลา 11.00 น. เพื่อเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเปิดร้าน ร้านจะเปิดในเวลา 18.00 น. จนถึงเวลา 24.00 น. เป็นประจำตลอด 7 วันใน 1 สัปดาห์ และเมื่อวันหนึ่งพบว่ามีอาการผิดปกติ คือ หอบเหนื่อย สะอึก เป็นตะคริว ใจหวิว ใจสั่น เจ็บหน้าอก บวม และมีเลือดออกตามผิวหนังเป็นจุดแดงจ้ำเขียว จึงได้พบแพทย์ต่อไป”

หลังจากนั้นครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม โดยศึกษาถึงลักษณะของผู้ป่วยที่ได้ศึกษาจากสถานการณ์เบื้องต้น เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกลไกการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบขับถ่ายของมนุษย์ เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นก่อนนำไปสู่การหาสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น

2.3 ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น ว่ามีประเด็นใดบ้างที่นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้าและจัดลำดับประเด็นที่ต้องการศึกษาให้เหมาะสม

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการศึกษา

3. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 ให้นักเรียนจับสลากเพื่อศึกษาในระบบทางเดินหายใจ โดยโรคทางเดินหายใจมีดังต่อไปนี้

- ไตวายเรื้อรัง
- นิ่วในไต
- กรวยไตอักเสบ
- ไตอักเสบเนโฟรติก
- ถุงน้ำในไต
- ไตอักเสบจากภาวะภูมิคุ้มกันสับสน

3.2 เมื่อนักเรียนได้รับโรคของผู้ป่วยแล้ว ให้ดูอาการของโรคเบื้องต้นและการชักประวัติของผู้ป่วยเพื่อวินิจฉัยอาการของโรคต่าง ๆ โดยแบ่งหน้าที่ของนักเรียนในกลุ่มออกเป็น ดังนี้

3.2.1 ผู้อ่านและรายงานผลการซักประวัติผู้ป่วย

3.2.2 ผู้สรุปและนำเสนอผลของการวินิจฉัย

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการจากการสืบการเรียนรู้
ต่างๆ เช่น หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

3.4 นักเรียนบันทึกข้อมูลและผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าลงในแบบบันทึกข้อมูล
การศึกษาค้นคว้า

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้

4.1 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดพิจารณาต่อไปว่า ความรู้ที่ได้มานั้นมีความถูกต้อง
สมบูรณ์และครบถ้วนตามประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้วหรือยัง ถ้าข้อมูลยังไม่เพียงพอ ก็ร่วมกัน
อภิปรายและช่วยกันค้นคว้าเพิ่มเติม

5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ

5.1 นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันนำเสนอข้อมูลที่สังเคราะห์และรวมกันอภิปรายว่าข้อมูลของแต่ละ
กลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ โดยผู้สอนช่วยตรวจสอบ และ
แนะนำเพิ่มเติม

5.32 นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งซึ่งนักเรียนควร
สรุปได้ว่า

- ผู้ป่วย เป็นโรคอะไรตามที่กลุ่มของตนเองจับฉลากได้ และมีลักษณะอาการใดบ้าง
ที่ควรพบ จากการซักประวัติของผู้ป่วย

- การวินิจฉัยของโรคนั้นทำได้อย่างไรบ้าง และมีความเกี่ยวข้องกับอวัยวะและกลไก
ที่ทำงานในระบบการขับถ่ายอย่างไร

- แนวทางในการดูแลรักษา และการป้องกันโรคเพื่อแนะนำผู้ป่วย ทำได้อย่างไร

5.3 นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียในคน

6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

6.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการสรุปผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าของกลุ่ม
เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามรูปแบบที่นักเรียนสนใจ

6.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้า
หน้าชั้นเรียน

6.3 นักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของกลุ่มตนเองและของเพื่อน
สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อ PowerPoint เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียในคน

8.2 หนังสือแบบเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2

ภาระงาน/ชิ้นงาน

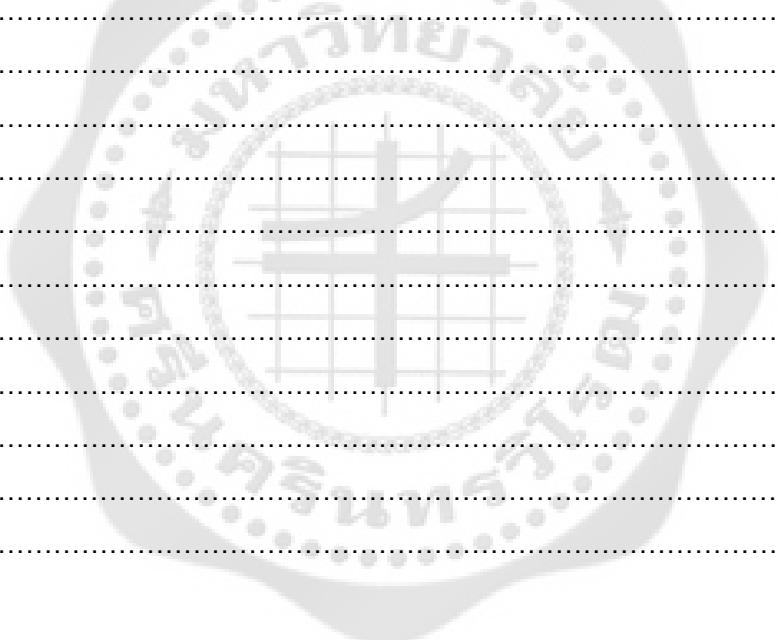
9.1 สื่อการนำเสนอ เรื่อง โรคในระบบขับถ่ายของเสีย การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ผลการเรียนรู้ 1. อธิบายความหมายของระบบขับถ่ายของคนได้ 2. อธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่ายในร่างกายคนได้ 3. อธิบายกระบวนการขับถ่ายในร่างกายคนได้ 4. อธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบขับถ่ายของคนได้	- สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน - การทำใบงาน - การนำเสนอผลงาน	- แบบสังเกตการตอบคำถามนักเรียน - ใบงาน - สื่อการเสนอผลงาน	- นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง - บันทึกการเรียนลงในใบงานได้ถูกต้อง - สื่อการนำเสนอมีความถูกต้อง
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในห้องเรียน	- การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	- นักเรียนแสดงพฤติกรรมดังกล่าวได้ดี
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 1. นักเรียนมีทักษะกระบวนการกลุ่ม 2. นักเรียนมีทักษะการสื่อสาร	- สังเกตการณ์ปรึกษาหารือและร่วมอภิปรายกับนักเรียน - สังเกตการอธิบายและนำเสนอข้อมูล	- แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน - แบบประเมินการนำเสนอข้อมูล	- นักเรียนมีการอภิปรายภายในกลุ่มและให้ความร่วมมือกับกิจกรรมส่วนรวม - นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลให้ครูและเพื่อนนักเรียนเข้าใจได้

กิจกรรมเสนอแนะ

[illegible]

บันทึกผลหลังการเรียนรู้



ลงชื่อ

(นายเฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

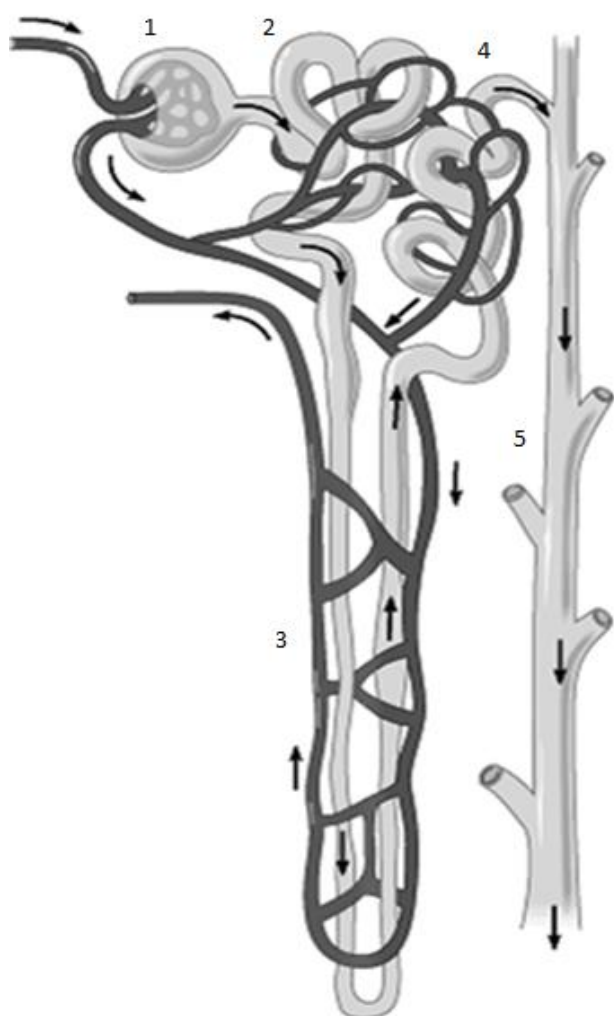
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ใบงานที่ 1

เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียในคน

ชื่อ นามสกุล.....ชั้น.....
เลขที่.....

คำชี้แจง : จากภาพให้นักเรียนเขียนชื่อเฉพาะแต่ละส่วนของหน่วยไตให้ครบถ้วน พร้อมทั้งอธิบายกลไกการสร้างน้ำปัสสาวะ



1.....
.....
.....
.....
.....

2.....
.....
.....
.....
.....

3.....
.....
.....
.....
.....

4.....
.....
.....
.....
.....

5.....
.....
.....
.....
.....

ไบบันทึกการศึกษาค้นคว้า
เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

เลขที่.....

คำชี้แจง จงศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของโรคในระบบหายใจ

โรคในระบบหายใจที่ได้รับ

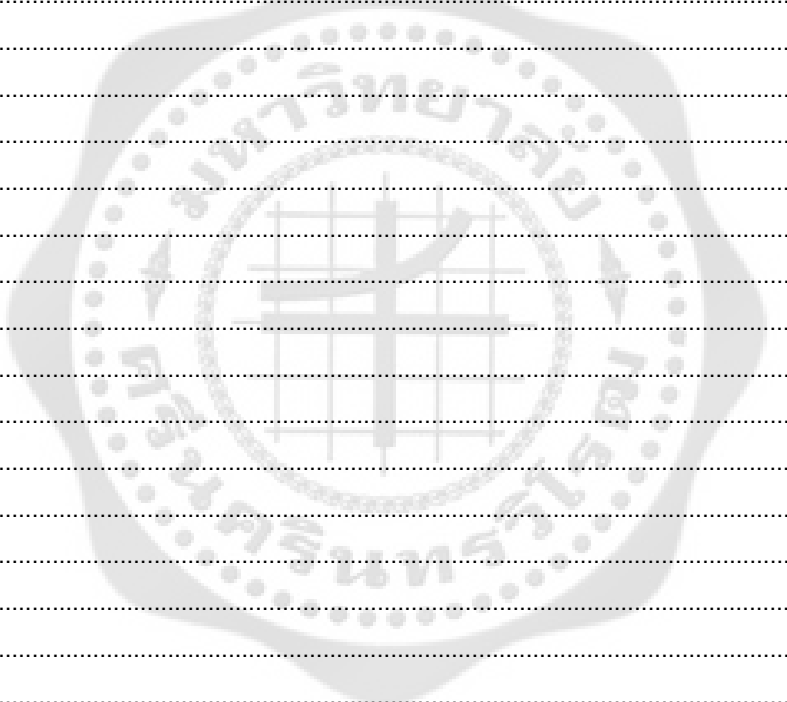
ประเด็นที่สนใจศึกษา

.....

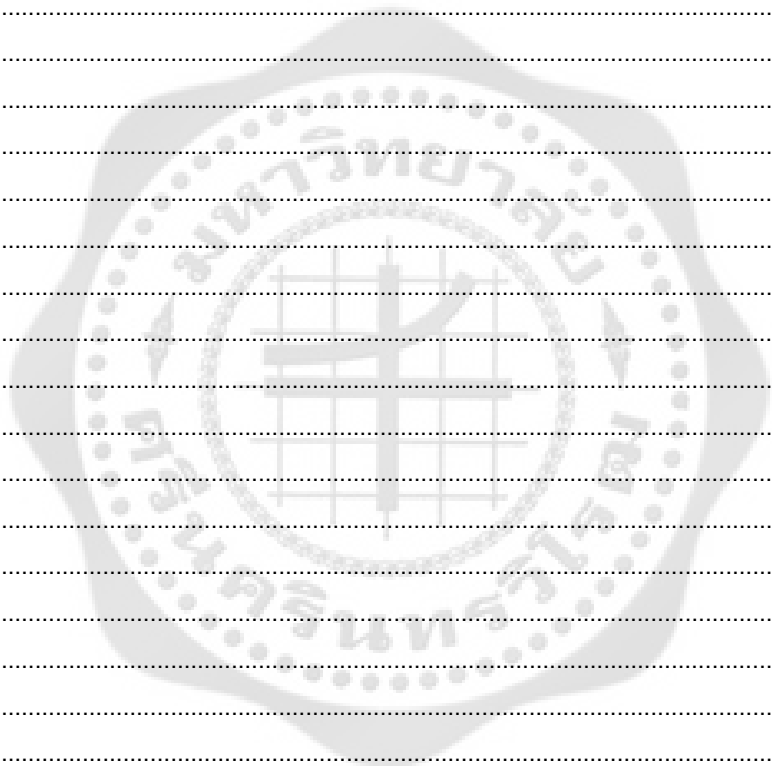
.....

.....

รายละเอียดการศึกษาค้นคว้า



รายละเอียดการศึกษาค้นคว้า (ต่อ)



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4	รายวิชา ชีววิทยา 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	รหัสวิชา ว 30242 ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การรักษาคุณภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการหมุนเวียนเลือดของคน		จำนวน 200 นาที

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างหน้าที่ ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้

ว 1.1 ม. 4-6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ (Concept)

ระบบหมุนเวียนเลือด ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารและแก๊สออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย และนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และของเสียต่าง ๆ ออกจากเซลล์ เพื่อรักษาสมดุลของร่างกาย ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ต่อสู้และป้องกันสิ่งแปลกปลอม รวมทั้งเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดประกอบด้วย หัวใจ เลือด และหลอดเลือด

หน้าที่ของหัวใจ คือ สูบฉีดเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยส่งไปตามหลอดเลือด มีน้ำหนักประมาณ 300 กรัม อยู่ตรงกลางระหว่างทรวงอกก่อนมาทางซ้าย

หัวใจเป็นกล้ามเนื้อ มีลักษณะเป็นโพรง มีผนัง และมีลิ้นคอยปิดเปิด เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับมาจากเดิม โดยแบ่งเป็น 4 ห้อง หรือ บนขวา ล่างขวา บนซ้าย ล่างซ้าย

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของระบบหมุนเวียนเลือดได้
2. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจได้
3. อธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับหัวใจได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ

- ทำบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ได้ถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะ (A)

- นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมภายในห้องเรียน

สาระการเรียนรู้

ในร่างกายของคนเรา จำเป็นต้องมีการลำเลียงสารต่างๆที่จำเป็น ได้แก่ สารอาหาร ฮอร์โมน และแก๊สออกซิเจน ไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย แล้วนำของเสียจากส่วนต่าง ๆ กลับมากำจัดออกจากร่างกายโดยมีการลำเลียงผ่านหลอดเลือดเพื่อรักษาสมดุลในร่างกายให้เป็นปกติซึ่งการลำเลียงสารนี้เรียกว่า ระบบหมุนเวียนเลือด

ระบบหมุนเวียนเลือดของคน เป็นระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดโดยมีเลือดอยู่ภายในหัวใจ และหลอดเลือดตลอดเวลา โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือดของคน ประกอบด้วย

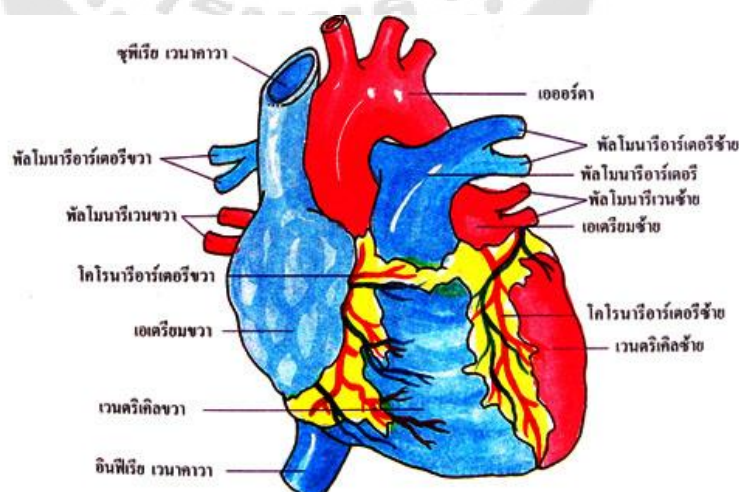
1. หัวใจ (heart) ทำหน้าที่ ในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและสูบฉีดเลือดไปฟอกที่ปอด
2. หลอดเลือด (blood vessel) ทำหน้าที่ เป็นท่อลำเลียงเลือดไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

3. เลือด (blood) ทำหน้าที่ ลำเลียงแก๊สและสารต่าง ๆ ไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

1.หัวใจ (Heart)

หัวใจอยู่ภายในเยื่อหุ้มหัวใจที่เรียกว่า เยื่อเพอริคาร์เดียม (pericardium) ระหว่างปอดทั้ง 2 ข้างค่อนไปทางซ้ายเล็กน้อย ภายในถุงเยื่อหุ้มหัวใจจะมีของเหลวที่สร้างจากเยื่อหุ้มหัวใจ ทำหน้าที่หล่อลื่นและป้องกันการเสียดสีระหว่างหัวใจกับปอดขณะหัวใจบีบตัว

หัวใจมีหลอดเลือดนำเลือดมาเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ เรียกว่า โคโรนารีอาร์เตอรี (coronary artery) ซึ่งมี 2 หลอดเลือด คือ หลอดเลือดด้านซ้ายและด้านขวา โดยจะแตกแขนงไปเลี้ยงทั่วทุกส่วนของเนื้อเยื่อหัวใจ เมื่อเลือดมาเลี้ยงเนื้อเยื่อหัวใจแล้วจะไหลกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา (right atrium)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของหัวใจ

1. ผนังของหัวใจ

ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ชั้นนอก (epicardium) และชั้นใน (endocardium) รวมไปถึงลิ้นหัวใจด้วย ประกอบด้วยเยื่อบุผิวบาง ๆ ส่วนเนื้อเยื่อชั้นกลางหนามากคือชั้นของกล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) เรียกว่าชั้น myocardium

2. ห้องหัวใจ

มี 4 ห้อง คือ ห้องบน (atrium) 2 ห้อง และห้องล่าง (ventricle) 2 ห้อง แต่ละห้องแยกกันอย่างสมบูรณ์ ดังนี้

- **ห้องบนซ้าย (left atrium)** ทำหน้าที่รับเลือดแดง ซึ่งพอกจากปอดแล้วทางหลอดเลือดปัลโมนารีเวน

- **ห้องบนขวา (right atrium)** รับเลือดดำที่ใช้แล้วจากซูพีเรียเวนาคาวา ซึ่งนำเลือดจากส่วนบนของร่างกาย คือ หัว แขน และอินฟีเรียเวนาคาวา ซึ่งนำเลือดมาจากส่วนล่างของร่างกาย คือ ขาและลำตัว

- **ห้องล่างซ้าย (left ventricle)** ทำหน้าที่ส่งเลือดซึ่งรับมาจากห้องบนซ้ายเข้าสู่หลอดเลือดแดงใหญ่เอออร์ตา เพื่อไปเลี้ยงทั่วร่างกาย หัวใจห้องนี้มีผนังหนาที่สุดเนื่องจากต้องใช้แรงในการบีบตัวมากกว่าหัวใจห้องอื่น ๆ

- **ห้องล่างขวา (right ventricle)** ทำหน้าที่ส่งเลือดที่ใช้แล้ว ซึ่งรับมาจากหัวใจห้องบนขวาไปพอกที่ปอดโดยผ่านไปทางหลอดเลือดปัลโมนารีอาร์เทอร์ หัวใจห้องนี้มีผนังหนาเช่นกันแต่บางกว่าห้องล่างซ้าย เนื่องจากส่งเลือดไปยังปอดเท่านั้นไม่ต้องใช้แรงบีบมากนัก

3. ลิ้นหัวใจ

ทำหน้าที่ให้เลือดไหลไปทางเดียวและกันไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

3.1 Atrioventricular valves อยู่ระหว่างหัวใจห้องบนและห้องล่าง

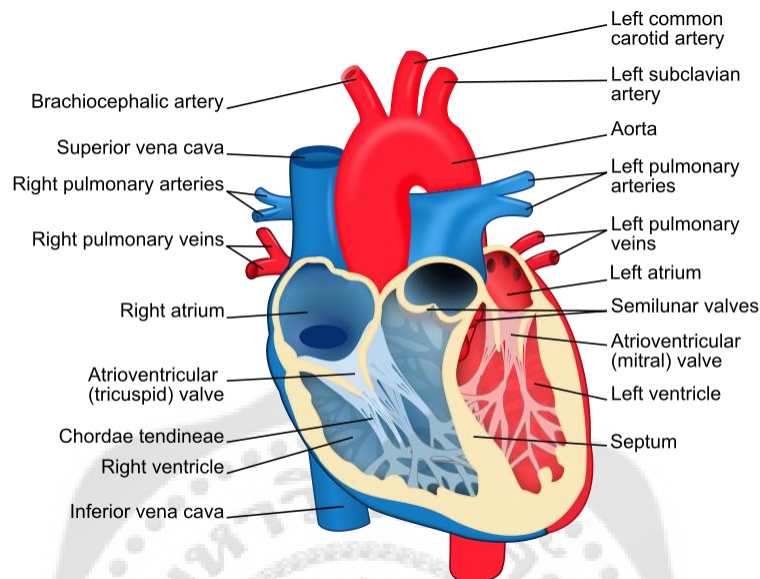
- ลิ้นไตรคัสปิด (tricuspid valve) อยู่ระหว่างหัวใจห้องบนขวาและล่างขวา มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ 3 แฉก ที่ขอบของแต่ละลิ้นจะยึดติดกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและผนังของห้องล่างเพื่อควบคุมการปิดเปิดลิ้น ป้องกันไม่ให้เลือดในห้องล่างขวาไหลย้อนกลับขึ้นสู่ห้องบนขวา

- ลิ้นไบคัสปิด (bicuspid valve, mitral valve) อยู่ระหว่างหัวใจห้องบนซ้ายและล่างซ้ายลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ 2 แฉก ที่ขอบของแต่ละลิ้นจะยึดติดกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและผนังของห้องล่างเพื่อควบคุมการปิดเปิดลิ้น ป้องกันไม่ให้เลือดในห้องล่างซ้ายไหลย้อนกลับขึ้นสู่ห้องบนซ้าย

3.2 Semilunar valves อยู่ระหว่างโคนหลอดเลือดใหญ่กับหัวใจห้องล่าง ลิ้นนี้จะมีลักษณะเป็นรูปพระจันทร์ครึ่งซีก 3 อัน มาประกอบกันเป็นลิ้น 1 ลิ้น ไม่ได้ยึดติดกันด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

- ลิ้นปัลโมนารี เซมิลูนาร์ (pulmonary semilunar valve) อยู่ที่โคนหลอดเลือดปัลโมนารีอาร์เทอร์ ทำหน้าที่กันไม่ให้เลือดไหลกลับสู่ห้องล่างขวา

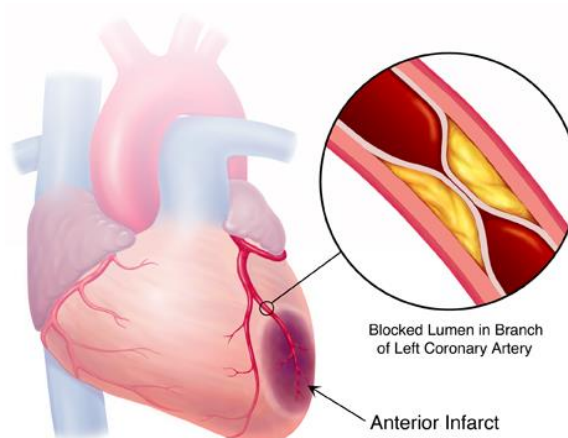
- ลิ้นเออर्टิก เซมิลูนาร์ (aortic semilunar valve) อยู่ที่โคนของหลอดเลือดเออर्टิก
ตา ทำหน้าที่กันไม่ให้เลือดไหลกลับสู่ห้องล่างซ้าย



ภาพที่ 2 รูปแสดงโครงสร้างของหัวใจ

วงจรการหมุนเวียนเลือดของคน

หัวใจห้องบนขวาหรือเอเทรียมขวาจะรับเลือดจากหลอดเลือดขนาดใหญ่ 2 เส้น คือซูพีเรียเวนาคาวาที่นำเลือดมาจากส่วนหัวและแขน และอินฟีเรียเวนาคาวา ซึ่งนำเลือดมาจากส่วนลำตัว และขาเข้าสู่หัวใจ เมื่อหัวใจห้องบนขวาบีบตัว เลือดจะไหลเข้าสู่ห้องล่างขวา (right ventricle) โดยผ่านลิ้นไตรคัสปิด (tricuspid valve) ที่กั้นระหว่างห้องบนขวาและห้องล่างขวา เมื่อห้องล่างขวาบีบตัวเลือดจะไหลผ่าน ลิ้น พัลโมนารีเซมิลูนาร์ (pulmonary semilunar valve) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นครึ่งวงกลม 3 แผ่น เลือดเข้าสู่หลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เตอร์ (pulmonary artery) หลอดเลือดนำเลือดไปยังปอดเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊ส ทำให้เลือดมีปริมาณออกซิเจนสูง เลือดจึงไหลกลับเข้าสู่หัวใจทางพัลโมนารีเวน (pulmonary vein) เข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย (left atrium) เมื่อห้องบนซ้ายบีบตัว เลือดก็จะไหลผ่านลิ้นไบคัสปิด (bicuspid valve) ไปยังหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricle) เมื่อห้องล่างซ้ายบีบตัว เลือดก็จะไหลเข้าสู่เออर्टิก ซึ่งมียลิ้นเออर्टิกเซมิลูนาร์ (aortic semilunar valve) ทำหน้าที่กันไม่ให้เลือดไหลกลับ จากหลอดเลือดเออर्टิกก็จะไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย



ภาพที่ 4 แสดงการตีบตันของหลอดเลือดแดงที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ

กิจกรรมการเรียนรู้

ตามขั้นตอนของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550 :8) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ช้้นกำหนดปัญหา

1.1 ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 6-7 คน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ครูตั้งคำถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าร่างกายของเรามีการลำเลียงสารในร่างกายได้อย่างไร” (ลำเลียงผ่านเส้นเลือดต่าง ๆ ที่อยู่ในร่างกาย) และครูถามนักเรียนต่อว่า “แล้วนักเรียนคิดว่าร่างกายมีกลไกอย่างไร (การลำเลียงสารเกิดจากกลไกในการทำงานของหัวใจ) จากนั้นครูผู้สอนสอนเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด แบบไม่ลงรายละเอียดเพื่อเป็นการเกริ่นนำนักเรียน

1.3 ครูนำนักเรียนเริ่มปฏิบัติการผ่าหัวใจหมู โดยดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1.3.1 ครูแจกหัวใจหมูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพร้อมกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการผ่าตัด

1.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันผ่าหัวใจหมูโดยที่ครูเป็นผู้สาธิตและให้นักเรียนปฏิบัติ

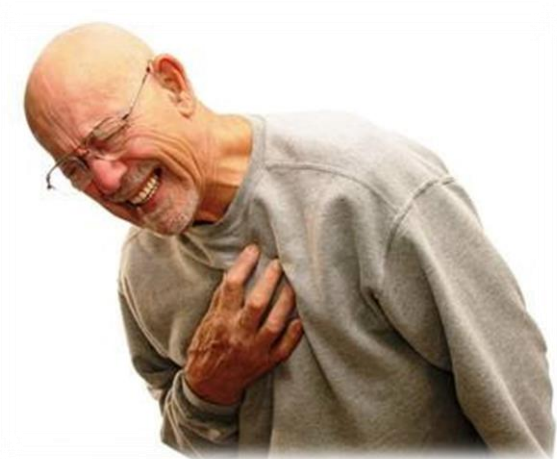
ตามที่ครูสาธิต

1.3.3 จากนั้นครูตั้งคำถามเกี่ยวกับการศึกษาหัวใจหมู โดยมีประเด็นที่ศึกษา ดังนี้

- หัวใจหมูประกอบด้วยห้องหัวใจกี่ห้อง เหมือนกับของคนหรือไม่ อย่างไร (หัวใจหมูประกอบด้วยห้องหัวใจ 4 ห้อง มีลักษณะคล้ายกับของคน)

- เมื่อนักเรียนทำการศึกษาลักษณะของหลอดเลือดในหัวใจหมูนั้นมีองค์ประกอบเหมือนกับของคน นักเรียนคิดว่าหมูอาจเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจได้เหมือนมนุษย์หรือไม่ (สามารถเกิดโรคได้เหมือนกับคน)

1.3.4 ครูนำภาพผู้ป่วยที่มีอาการเจ็บหน้าอกเฉียบพลัน ให้นักเรียนดูหลังจากนั้นตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพตามประเด็น ดังนี้



ที่มา : <http://info.muslimthai.com/main/index.php?page=sub&category=24&id=26819>

1.3.5 ลักษณะของผู้ป่วยที่เห็นในภาพมีลักษณะอย่างไร (เป็นชายสูงวัยที่มีอาการเจ็บหน้าอกอย่างกะทันหัน)

1.3.6 สาเหตุของอาการดังกล่าว นั้นเกิดจากอะไร (ความผิดปกติจากการทำงานของหัวใจ)

1.4 ครูอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อกำหนดปัญหา ดังนี้

- สาเหตุใดบ้างที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติจากการทำงานของหัวใจ
- กลไกของอวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดนั้นทำงานอย่างไร และส่งผลเสียอย่างไร

ต่อผู้ป่วยโรคเจ็บหน้าอก

- ในคนปกตินั้นมีโอกาสเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจหรือไม่ อย่างไร

1.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด ดังนี้

“นายณเดช ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัท ซึ่งในแต่ละวันมีกิจวัตรประจำวัน ดังนี้ เริ่มต้นนอนในเวลา 05.00 น. เพื่อเตรียมตัวออกเดินทางไปทำงานในย่านใจกลางเมือง เวลาในการทำงานของนายณเดช คือ ช่วงเวลา 08.00 น. จนถึงเวลา 17.00 น. เป็นประจำตลอด 6 วันใน 1 สัปดาห์ แต่ในบางวันนายณเดชมีการทำงานล่วงเวลาต่อจากเวลา 17.00 น. ครั้งละ 2-3 ชั่วโมง ซึ่งส่งผลให้นายณเดชไม่มีเวลาในการออกกำลังกาย และเมื่อวันหนึ่งพบว่ามีอาการผิดปกติ คือ เจ็บหน้าอก เหงื่อออกมาก และเกิดอาการหน้ามืด และเป็นลมจึงได้พบแพทย์ต่อไป”

หลังจากนั้นครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม โดยศึกษาถึงลักษณะของผู้ป่วยที่ได้ศึกษาจากสถานการณ์เบื้องต้น เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกลไกการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นก่อนนำไปสู่การหาสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น

2.3 ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสาเหตุของโรคที่ผู้ป่วยเป็น ว่ามีประเด็นใดบ้างที่นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้าและจัดลำดับประเด็นที่ต้องการศึกษาให้เหมาะสม

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการศึกษา

3. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 ให้นักเรียนจับสลากเพื่อศึกษาในระบบทางเดินหายใจ โดยโรคทางเดินหายใจมีดังต่อไปนี้

- เส้นเลือดอุดตัน
- ความดันโลหิตสูง
- หัวใจวาย
- หลอดเลือดหัวใจตีบ
- ลิ้นหัวใจรั่ว
- Atherosclerosis

3.2 เมื่อนักเรียนได้รับโรคของผู้ป่วยแล้ว ให้ดูอาการของโรคเบื้องต้นและการชักประวัติของผู้ป่วยเพื่อวินิจฉัยอาการของโรคต่าง ๆ โดยแบ่งหน้าที่ของนักเรียนในกลุ่มออกเป็น ดังนี้

3.3.1 ผู้อ่านและรายงานผลการซักประวัติผู้ป่วย

3.3.2 ผู้สรุปและนำเสนอผลของการวินิจฉัย

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการจากสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

3.4 นักเรียนบันทึกข้อมูลและผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าลงในแบบบันทึกข้อมูลการศึกษาค้นคว้า

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้

4.1 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดพิจารณาต่อไปว่า ความรู้ที่ได้มานั้นมีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วนตามประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้วหรือยัง ถ้าข้อมูลยังไม่เพียงพอ ก็ร่วมกันอภิปรายและช่วยกันค้นคว้าเพิ่มเติม

5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ

5.1 นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันนำเสนอข้อมูลที่สังเคราะห์และรวมกันอภิปรายว่าข้อมูลของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ โดยผู้สอนช่วยตรวจสอบ และแนะนำเพิ่มเติม

5.2 นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า

- ผู้ป่วย เป็นโรคอะไรตามที่กลุ่มของตนเองจับฉลากได้ และมีลักษณะอาการใดบ้างที่ควรพบ จากการซักประวัติของผู้ป่วย

- การวินิจฉัยของโรคนั้นทำได้อย่างไรบ้าง และมีความเกี่ยวข้องกับอวัยวะและกลไกที่ทำงานในระบบหมุนเวียนเลือดอย่างไร

- แนวทางในการดูแลรักษา และการป้องกันโรคเพื่อแนะนำผู้ป่วย ทำได้อย่างไร

5.3 นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการหมุนเวียนเลือดของคน

6. ชี้นำเสนอและประเมินผลงาน

6.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการสรุปผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าของกลุ่มเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามรูปแบบที่นักเรียนสนใจ

6.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการดำเนินการศึกษาค้นคว้าหน้าชั้นเรียน

6.3 นักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของกลุ่มตนเองและของเพื่อน
สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อ PowerPoint เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการหมุนเวียนเลือดของคน

8.2 หนังสือแบบเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2

ภาระงาน/ชิ้นงาน

9.1 สื่อการนำเสนอ เรื่อง โรคในระบบหมุนเวียนเลือด

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ผลการเรียนรู้ 1. อธิบายความหมายของระบบหมุนเวียนเลือดได้ 2. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจได้ 3. อธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับหัวใจได้	- สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน - การทำใบงาน - การนำเสนอผลงาน	- แบบสังเกตการตอบคำถามนักเรียน - ใบงาน - สื่อการเสนอผลงาน	- นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง - บันทึกการเรียนลงในใบงานได้ถูกต้อง - สื่อการนำเสนอมีความถูกต้อง
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในห้องเรียน	การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	นักเรียนแสดงพฤติกรรมดังกล่าวได้ดี
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 1. นักเรียนมีทักษะกระบวนการกลุ่ม 2. นักเรียนมีทักษะการสื่อสาร	- สังเกตการณ์ปรึกษาหารือและร่วมอภิปรายกับนักเรียน - สังเกตการอธิบายและนำเสนอข้อมูล	- แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน - แบบประเมินการนำเสนอข้อมูล	- นักเรียนมีการอภิปรายภายในกลุ่มและให้ความร่วมมือกับกิจกรรมส่วนรวม - นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลให้ครูและเพื่อนนักเรียนเข้าใจได้

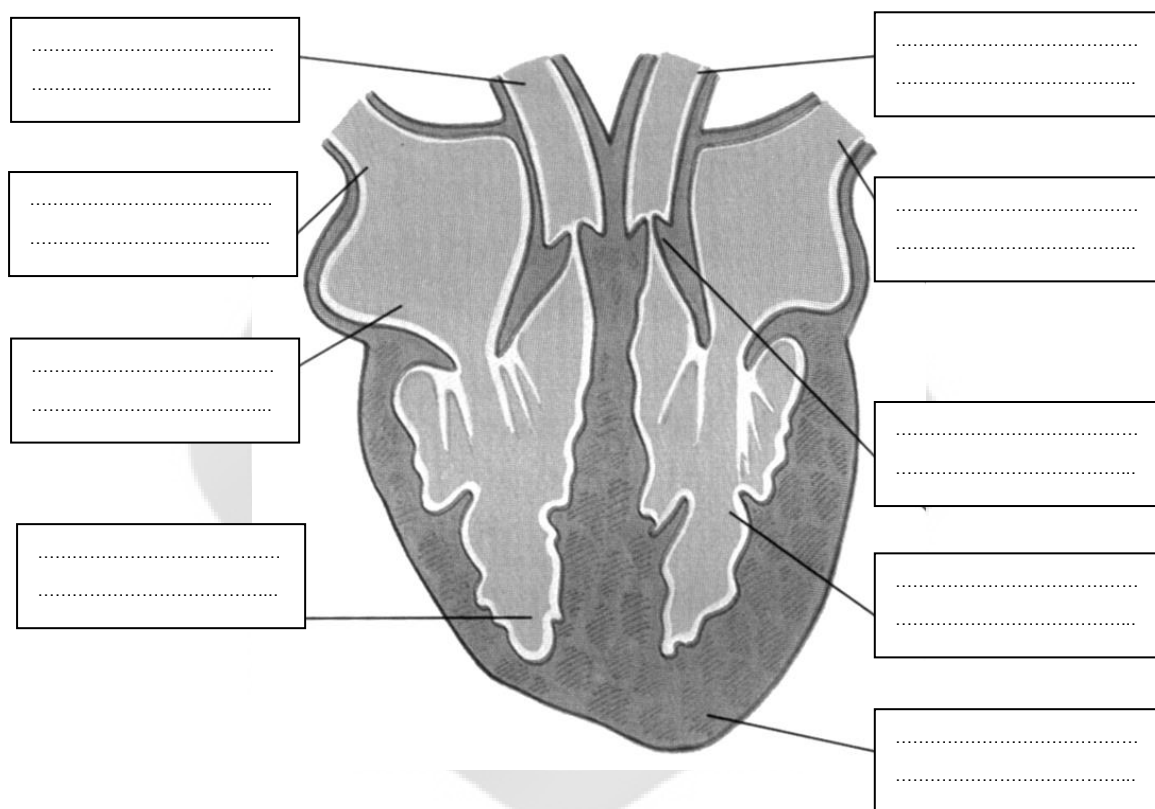
ใบงานที่ 1

เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการหมุนเวียนเลือดของคน

ชื่อ นามสกุล.....ชั้น.....

เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพของหัวใจ และเติมข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



ไบบันทึกการศึกษาค้นคว้า
เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

เลขที่.....

คำชี้แจง จงศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของโรคในระบบหายใจ

โรคในระบบหายใจที่ได้รับ

ประเด็นที่สนใจศึกษา

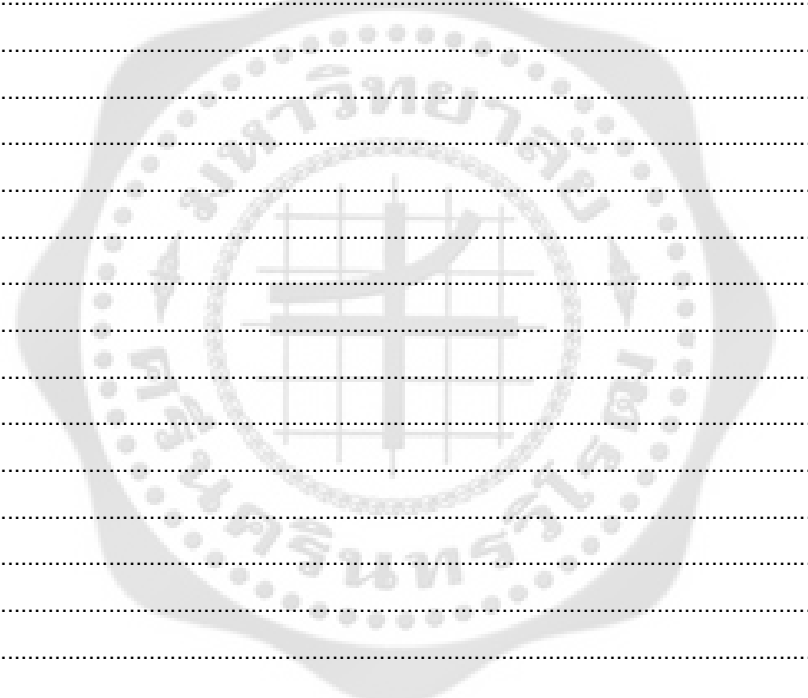
.....

.....

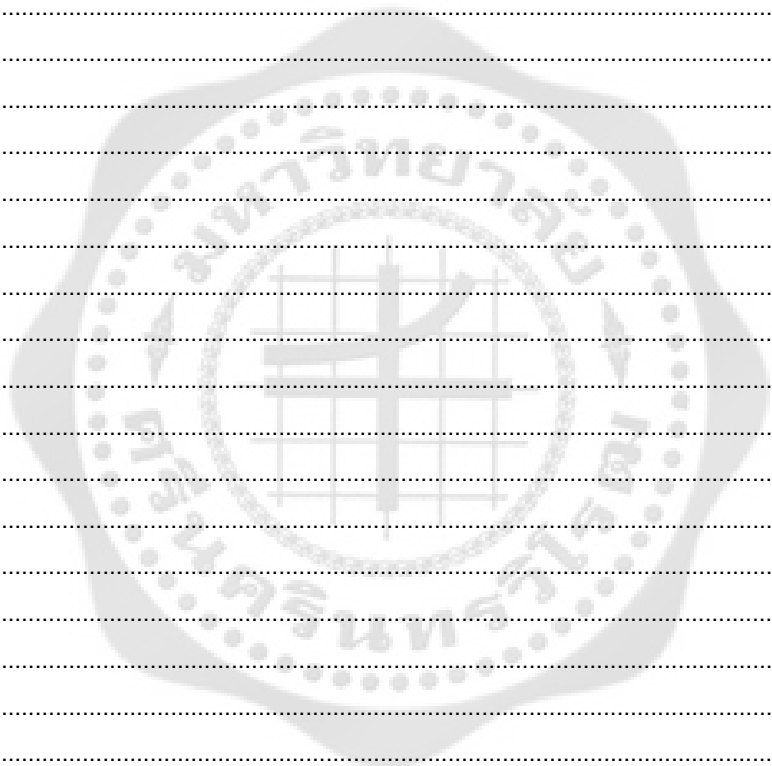
.....

.....

รายละเอียดการศึกษาค้นคว้า



รายละเอียดการศึกษาค้นคว้า (ต่อ)



แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คำชี้แจง

แบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผู้เรียนจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ที่ท่านต้องการเลือก)

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ปี

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

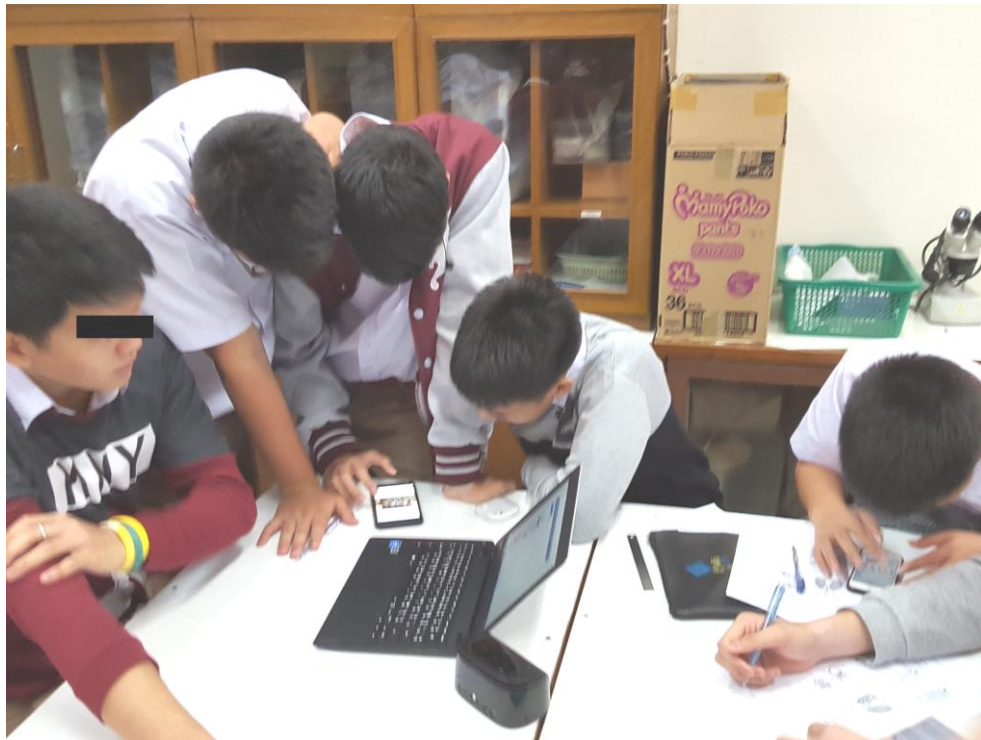
รายการประเมิน	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ด้านเนื้อหาความรู้					
1. เนื้อหาที่เรียนไม่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง					
2. เนื้อหาช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการประกอบอาชีพในอนาคต					
3. ภาพรวมความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้					
ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้					
1. กิจกรรมมีความน่าสนใจ					
2. ระยะเวลาที่ใช้มีความเหมาะสม					
3. ไม่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง					
4. ไม่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม					
5. ภาพรวมความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					



ภาคผนวก ง

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน





ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล

นายเฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์

วัน เดือน ปีเกิด

วันจันทร์ที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ.2530

ที่อยู่ปัจจุบัน

32/4 หมู่ 1 ตำบลพังตรุ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548

มัธยมศึกษาตอนปลาย

จาก โรงเรียนท่าม่วงราษฎร์บำรุง

พ.ศ. 2553

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชา ชีววิทยา

จาก มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ. 2559

การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชา ชีววิทยา

จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

