หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บรรณานุกรม


บัญชูรย์ ชื่นพัฒนพงศ์. "การศึกษาผลการสอนวิธีสร้างความคิดรวบยอดด้วยสื่อการสอนหลายชนิด (Multi-Media)." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร,2515.

ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พระนคร:ไทยวัฒนาพานิช,2513.

รัตนา ศิริพานิช. "เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับการวัดผลการศึกษา." (เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องการตั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ณ วิทยาลัยครูธนบุรี, พฤศจิกายน, 2517).

วนิดา นิ่มเสมอ. "การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, 2517.

วิโรจน์ แสวงผล. "ผลการเรียนรู้ข้อความจริงของนักศึกษาชั้น ป.กศ.ปีที่ 1 วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา จากการใช้ภาพยนตร์ 6 มม.ด้วยวิธีต่าง ๆ." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2515.

วัฒนะ จูฑะวิภาค. การสร้างชุดเรียนเบ็ดเสร็จรายบุคคลสำหรับวิชาวัสดุและการออกแบบวัสดุศิลปศึกษา สำหรับนิสิตศิลปศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, 2517.

สนิท ไกรสินธ์. "การสอนเพื่อให้สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาว่าด้วยความแตกต่างระหว่างบุคคล" (เอกสารประกอบการประชุมครูของวิทยาลัยครูธนบุรี,มกราคม 2516).

สิทธิชัย ศิโลกะวิชัย. "ชุดการสอนเบ็ดเสร็จรายบุคคลสำหรับวิชาการผลิตภาพถ่ายเพื่อการศึกษา." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, 2517.

สายหยุด จำปาทอง. " Learning to be," วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาและสหประชาชาติ, ปีที่ 6,ฉบับที่ 4 (มกราคม, 2517).

โสตทัศนศึกษา, แผนก, คณะครุศาสตร์. เอกสารทางวิชาการ : เทคโนโลยีทางการศึกษา, 2516.

Brick, E. Michael. "Learning Center : The Key to Personalized Instruction," Audio-Visual Instruction (Department of Audio Instruction, NEA, Vol.12, (October,1967).

Brown, James W., Levis, Richard B., and Hercheroad, Fred F. A.V. Instruction Media and Methods. New York: McGraw-Hill Book Company, 1969.

Eckhardt, Wymond Walter. "Learning in Multi Media Programmed Instruction as a Function of Aptitude and Instruction Rate Controlled by Compressed Speech," Dissertation Abstracts, Vol.31, No.5 (1970), p.2249.

Carter V.Good. Dictionary of Education. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc.,1945. p.376.

Engle, Shirley H. "Exploring the Meaning of Social Studies," The Social Education, Vol.35, No.3 (March, 1973).

Erickson, Carton W.H., and Curt, David H. Fundamental of Teaching with Audio-Visual Technology. 2d ed.New York: The Macmillan Company, 1972.

Flournoy, Levelia Pauline. "Individualized Instruction in Mathametics for First Grade Children," Dissertation Abstracts, Vol.34, No.(1974), p.5582.

Fred, Taylor A. "Learning Center," School and Community, (April, 1973).

Gerlach, Vernon S., and Ely, Donal P. Teaching and Media : A Systematic Approach. New York : Englewood Cliff, Prentice-Hall, Inc.,1971.

Hanneman, James Howard. "An Experimental Comparison of Independent Study and conventional Groups Instruction in Tenth Grade Geometry," Dissertation Abstracts, Vol.32, No.11 (1972), p.6289.

Herbert, Kohl R. The Open Classroom. London : Redwood Press Ltd., 1969.

Lenzak, Koren Romnes C. "Learning Center the Teaching Approach that Makes Old Schools Likes New," Teacher, Vol. 90, No.6 (February,1973).

Michaelis, John U.and Dumas, Enoch. The Student Teacher in the Elementary School. New Jersey: Englewood Cliff, Prentice-Hall, Inc.,1960.

Moore Arnold J. An Approach to Flexibility : Change and Innovation in Elementary and Secondary Organization. 2 d ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.,1971.

Popham, James W. The Teacher-Empiricist : A Curriculum and Instruction Supplement. Tinnon- Brown, Inc., Book Publisher,1965.

Richey, Robert W. Planning for Teaching : An Introduction to Education. New York : McGraw-Hill Book Company,1958.

Sherif, Muzafer. Superordinate Behavior in Education. New York: Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.,1963.

Shores, Louis. Instructional Materials : An Introduction for Teachers. New York : The Ronald Press Company, 1960.

Stephenson, J.M., and Evans, E.D. Development and Classroom Learning: An Introduction to Educational Psychology. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc.,1973.

Stoutamire, Burney Wilhoit. "A Study of Independent Learning Activities in the Public Secondary Schools of Escombia Country,Florida," Dissertation Abstracts. Vol.31, No.4 (1970), p.1697.

Whittier, Robert Henry. "Relationship of a Learning Center Experience to change in Attitude and Achievement of Girls and Boys," Dissertation Abstracts. Vol.34, No.1 (1973), p.216.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สูตรที่ 1[1] หาค่าอำนาจจำแนกและค่าระดับความยากง่าย

$$D = \frac{R_H - R_L}{n}$$

$$P = \frac{R_H + R_L}{2n}$$

D = ค่าระดับความยากง่าย

P = ค่าอำนาจจำแนก

$R_H$ = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำข้อนั้นถูก

$R_L$ = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำข้อนั้นถูก

n = จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

สูตรที่ 2[2] $\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$

$\bar{X}$ = มัชฌิมเลขคณิต

X = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนคะแนนทั้งหมด

---

[1]Norman E. Groulund, Constructing Achievement Test, (Engle Wood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, Inc.,1968), p.87.

[2]ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พระนคร:ไทยวัฒนาพานิช, 2513, หน้า 40.

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ชุดที่ 1 ซึ่งใช้เป็นแบบทดสอบ วัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนหน่วยที่ 1 การทำงานของเครื่องกล

| ข้อที่ / จำนวน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_H$ | 24 | 16 | 17 | 19 | 23 | 19 | 24 | 22 | 22 | 19 | 19 | 18 | 19 | 19 | 24 | 24 | 21 | 22 | 23 | 19 |
| $R_L$ | 22 | 10 | 8 | 13 | 18 | 16 | 18 | 15 | 16 | 8 | 4 | 7 | 8 | 3 | 20 | 16 | 6 | 16 | 12 | 5 |
| $R_H + R_L$ | 46 | 26 | 25 | 32 | 41 | 35 | 42 | 37 | 38 | 27 | 23 | 25 | 27 | 22 | 44 | 40 | 27 | 38 | 35 | 24 |
| $R_H - R_L$ | 2 | 6 | 9 | 6 | 5 | 3 | 6 | 7 | 6 | 11 | 15 | 11 | 11 | 16 | 4 | 8 | 15 | 6 | 11 | 14 |
| P | .85 | .48 | .46 | .59 | .76 | .65 | .78 | .69 | .70 | .50 | .43 | .46 | .50 | .41 | .81 | .74 | .50 | .70 | .65 | .44 |
| D | .07 | .22 | .33 | .22 | .19 | .11 | .22 | .26 | .22 | .41 | .56 | .41 | .41 | .59 | .15 | .30 | .56 | .22 | .41 | .52 |

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าข้อทดสอบมีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลาง คือตั้งแต่ 0.41 จนถึง 0.85 ส่วนความยากง่ายแตกต่างกันตั้งแต่ 0.07 จนถึง 0.59

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 ซึ่งใช้แบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนหน่วยที่ 2 เครื่องกลที่ใช้หลักของคาน

| ข้อที่ / จำนวน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_H$ | 13 | 19 | 19 | 14 | 20 | 24 | 21 | 22 | 21 | 22 | 24 | 23 | 24 | 24 | 23 | 23 | 24 | 24 | 20 | 21 |
| $R_L$ | 10 | 5 | 6 | 4 | 4 | 18 | 6 | 15 | 12 | 14 | 6 | 11 | 15 | 9 | 13 | 12 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| $R_H + R_L$ | 23 | 24 | 25 | 18 | 24 | 42 | 27 | 37 | 33 | 36 | 30 | 34 | 39 | 33 | 36 | 35 | 30 | 33 | 32 | 36 |
| $R_H - R_L$ | 3 | 14 | 13 | 10 | 16 | 6 | 15 | 7 | 9 | 8 | 18 | 12 | 9 | 15 | 10 | 11 | 18 | 15 | 8 | 6 |
| P | .43 | .44 | .46 | .33 | .44 | .78 | .50 | .69 | .61 | .67 | .56 | .63 | .72 | .61 | .67 | .65 | .56 | .61 | .59 | .67 |
| D | .11 | .52 | .48 | .37 | .59 | .22 | .56 | .26 | .33 | .30 | .67 | .45 | .33 | .56 | .37 | .41 | .67 | .56 | .30 | .22 |

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าข้อทดสอบมีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลาง คือตั้งแต่ 0.33 จนถึง 0.78 ส่วนความยากง่ายแตกต่างกันตั้งแต่ 0.11 จนถึง 0.59

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3 ซึ่งใช้แบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนหน่วยที่ 3 โมเมนต์ของแรง

| ข้อที่ / จำนวน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_H$ | 22 | 20 | 24 | 24 | 20 | 14 | 13 | 23 | 22 | 23 | 21 | 19 | 24 | 24 | 17 | 21 | 21 | 24 | 19 | 18 |
| $R_L$ | 2 | 11 | 10 | 16 | 9 | 6 | 10 | 10 | 6 | 13 | 11 | 7 | 5 | 5 | 3 | 1 | 11 | 1 | 2 | 3 |
| $R_H+R_L$ | 24 | 31 | 34 | 40 | 29 | 20 | 23 | 33 | 28 | 36 | 32 | 26 | 29 | 29 | 20 | 22 | 32 | 25 | 21 | 21 |
| $R_H-R_L$ | 20 | 9 | 14 | 8 | 11 | 8 | 3 | 13 | 18 | 10 | 10 | 12 | 19 | 19 | 14 | 20 | 10 | 23 | 17 | 15 |
| P | .44 | .57 | .63 | .74 | .54 | .37 | .43 | .61 | .52 | .67 | .59 | .48 | .54 | .54 | .37 | .40 | .59 | .46 | .39 | .39 |
| D | .74 | .33 | .52 | .30 | .41 | .30 | .11 | .48 | .67 | .37 | .37 | .44 | .70 | .70 | .52 | .74 | .37 | .85 | .63 | .56 |

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าข้อทดสอบมีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลาง คือ ตั้งแต่ 0.37 จนถึง 0.74 ส่วนความยากง่ายแตกต่างกันตั้งแต่ 0.11 จนถึง 0.74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 4 ซึ่งใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนหน่วยที่ 4 เครื่องกลที่ใช้หลักของพื้นเอียง

| ข้อที่ / จำนวน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_H$ | 24 | 24 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 12 | 24 | 17 | 15 | 14 | 24 | 19 | 24 | 23 | 23 | 24 | 24 |
| $R_L$ | 8 | 11 | 10 | 16 | 13 | 5 | 14 | 8 | 3 | 11 | 7 | 8 | 4 | 5 | 5 | 3 | 2 | 9 | 3 | 3 |
| $R_H+R_L$ | 32 | 35 | 33 | 40 | 37 | 29 | 38 | 32 | 15 | 35 | 24 | 23 | 18 | 29 | 24 | 27 | 25 | 32 | 27 | 27 |
| $R_H-R_L$ | 16 | 13 | 13 | 8 | 11 | 19 | 10 | 16 | 9 | 13 | 10 | 7 | 10 | 19 | 14 | 21 | 21 | 14 | 21 | 21 |
| P | .59 | .65 | .61 | .74 | .69 | .54 | .70 | .59 | .28 | .65 | .44 | .43 | .33 | .54 | .44 | .50 | .48 | .59 | .50 | .50 |
| D | .59 | .48 | .48 | .30 | .41 | .70 | .37 | .59 | .33 | .48 | .37 | .26 | .37 | .70 | .52 | .78 | .78 | .52 | .78 | .78 |

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าข้อทดสอบมีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลาง คือตั้งแต่ 0.28 จนถึง 0.74 ส่วนความยากง่ายแตกต่างกันตั้งแต่ 0.26 จนถึง 0.78

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 คะแนนการทดลองขั้นกลุ่ม ของหน่วยที่ 1 การทำงานของเครื่องกล

| ประชากร / ลำดับที่ / คะแนนเต็ม | คะแนนแบบฝึกหัด (40) | คะแนนทดสอบก่อนเรียน (20) | คะแนนทดสอบหลังเรียน (20) | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 34 | 10 | 18 | 8 |
| 2 | 37 | 12 | 19 | 7 |
| 3 | 35 | 11 | 17 | 6 |
| 4 | 33 | 10 | 19 | 9 |
| 5 | 40 | 14 | 18 | 4 |
| 6 | 36 | 7 | 16 | 9 |
| 7 | 37 | 10 | 20 | 10 |
| 8 | 38 | 12 | 19 | 7 |
| 9 | 39 | 9 | 18 | 9 |
| 10 | 38 | 13 | 19 | 6 |
| | เฉลี่ย $= \frac{367}{10}$ $= 36.70$ | เฉลี่ย $= \frac{108}{10}$ $= 10.80$ | เฉลี่ย $= \frac{183}{10}$ $= 18.30$ | เฉลี่ย $= \frac{75}{10}$ $= 7.5$ |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 คะแนนการทดลองขั้นกลุ่ม ของหน่วยที่ 2 เครื่องกลที่ใช้หลักของคาน

| ประชากร ลำดับที่ / คะแนนเต็ม | คะแนนแบบฝึกหัด (40) | คะแนนทดสอบก่อนเรียน (20) | คะแนนทดสอบหลังเรียน (20) | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 37 | 11 | 19 | 8 |
| 2 | 38 | 10 | 17 | 7 |
| 3 | 36 | 9 | 19 | 10 |
| 4 | 34 | 8 | 17 | 9 |
| 5 | 37 | 12 | 20 | 8 |
| 6 | 36 | 13 | 20 | 7 |
| 7 | 37 | 10 | 19 | 9 |
| 8 | 38 | 8 | 17 | 9 |
| 9 | 39 | 7 | 18 | 11 |
| 10 | 37 | 8 | 18 | 10 |
| | เฉลี่ย $= \frac{369}{10}$ $= 36.90$ | เฉลี่ย $= \frac{96}{10}$ $= 9.60$ | เฉลี่ย $= \frac{184}{10}$ $= 18.40$ | เฉลี่ย $= \frac{88}{10}$ $= 8.80$ |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 คะแนนการทดลองขั้นกลุ่มของหน่วยที่ 3 โมเมนต์ของแรง

| ประชากร / ลำดับที่ / คะแนนเต็ม | คะแนนแบบฝึกหัด (40) | คะแนนทดสอบก่อนเรียน (20) | คะแนนทดสอบหลังเรียน (20) | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 35 | 10 | 18 | 8 |
| 2 | 36 | 9 | 17 | 8 |
| 3 | 37 | 8 | 16 | 8 |
| 4 | 36 | 9 | 19 | 10 |
| 5 | 38 | 10 | 18 | 8 |
| 6 | 36 | 10 | 19 | 9 |
| 7 | 39 | 9 | 17 | 8 |
| 8 | 36 | 10 | 18 | 8 |
| 9 | 40 | 11 | 18 | 7 |
| 10 | 36 | 10 | 19 | 9 |
| | เฉลี่ย $= \frac{369}{10}$ | เฉลี่ย $= \frac{96}{10}$ | เฉลี่ย $= \frac{179}{10}$ | เฉลี่ย $= \frac{84}{10}$ |
| | $= 36.90$ | $= 9.60$ | $= 17.90$ | $= 8.40$ |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 คะแนนการทดลองขั้นกลุ่ม หน่วยที่ 4 เครื่องกลที่ใช้หลักของพื้นเอียง

| ประชากร / ลำดับที่ / คะแนนเต็ม | คะแนนแบบฝึกหัด (40) | คะแนนทดสอบก่อนเรียน (20) | คะแนนทดสอบหลังเรียน (20) | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 36 | 9 | 18 | 9 |
| 2 | 36 | 10 | 19 | 9 |
| 3 | 37 | 10 | 19 | 9 |
| 4 | 35 | 8 | 18 | 10 |
| 5 | 39 | 12 | 20 | 8 |
| 6 | 38 | 10 | 19 | 9 |
| 7 | 37 | 9 | 18 | 9 |
| 8 | 40 | 11 | 20 | 9 |
| 9 | 38 | 7 | 18 | 11 |
| 10 | 37 | 8 | 17 | 9 |
| | เฉลี่ย $= \frac{37.3}{10}$ | เฉลี่ย $= \frac{86}{10}$ | เฉลี่ย $= \frac{186}{10}$ | เฉลี่ย $= \frac{92}{10}$ |
| | $= 37.30$ | $= 8.60$ | $= 18.60$ | $= 9.20$ |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 คะแนนการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน หน่วยที่ 1 การทำงานของของเครื่องกล

| ประชากรลำดับ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 17 | 7 |
| 2 | 11 | 17 | 6 |
| 3 | 12 | 18 | 6 |
| 4 | 5 | 17 | 12 |
| 5 | 12 | 18 | 6 |
| 6 | 13 | 17 | 4 |
| 7 | 13 | 20 | 7 |
| 8 | 11 | 19 | 8 |
| 9 | 10 | 19 | 9 |
| 10 | 12 | 18 | 6 |
| 11 | 11 | 19 | 8 |
| 12 | 14 | 18 | 4 |
| 13 | 12 | 17 | 5 |
| 14 | 10 | 18 | 8 |
| 15 | 9 | 19 | 10 |
| 16 | 12 | 19 | 7 |
| 17 | 12 | 17 | 5 |
| 18 | 10 | 17 | 7 |
| 19 | 10 | 17 | 7 |
| 20 | 11 | 18 | 7 |
| 21 | 11 | 18 | 7 |
| 22 | 6 | 18 | 12 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

| ประชากร ลำดับที่ | คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน | คะแนนทดสอบ หลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 23 | 7 | 18 | 11 |
| 24 | 9 | 18 | 9 |
| 25 | 9 | 18 | 9 |
| 26 | 9 | 18 | 9 |
| 27 | 9 | 18 | 9 |
| 28 | 7 | 18 | 11 |
| 29 | 6 | 18 | 12 |
| 30 | 12 | 18 | 6 |
| 31 | 10 | 19 | 9 |
| 32 | 10 | 19 | 9 |
| 33 | 10 | 20 | 10 |
| 33 | 12 | 20 | 8 |
| 35 | 12 | 20 | 8 |
| 36 | 10 | 20 | 10 |
| 37 | 13 | 19 | 6 |
| 38 | 8 | 18 | 10 |
| 39 | 12 | 19 | 7 |
| 40 | 9 | 18 | 9 |
| 41 | 10 | 19 | 9 |
| 42 | 12 | 19 | 7 |
| 43 | 7 | 18 | 11 |
| 44 | 10 | 18 | 8 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

| ประชากร ลำดับที่ | คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน | คะแนนทดสอบ หลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 45 | 8 | 18 | 10 |
| 46 | 9 | 18 | 9 |
| 47 | 6 | 17 | 11 |
| 48 | 7 | 18 | 11 |
| 49 | 12 | 17 | 5 |
| 50 | 7 | 16 | 9 |
| 51 | 9 | 18 | 9 |
| 52 | 12 | 18 | 6 |
| 53 | 12 | 18 | 6 |
| 54 | 7 | 17 | 10 |
| 55 | 10 | 17 | 7 |
| 56 | 9 | 17 | 8 |
| 57 | 10 | 18 | 8 |
| 58 | 9 | 18 | 9 |
| 59 | 6 | 18 | 12 |
| 60 | 8 | 18 | 10 |
| | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{591}{60}$ | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{1,086}{60}$ | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{495}{60}$ |
| | $= 9.85$ | $= 18.10$ | $= 8.25$ |

คะแนนทดสอบหลังการเรียนคิดเป็นร้อยละ 90.50

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 41.25

ตารางที่ 10 คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วยที่ 2 เครื่องกลที่ใช้หลักของคาน

| ประชากรลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 1 | 11 | 19 | 8 |
| 2 | 9 | 19 | 10 |
| 3 | 9 | 19 | 10 |
| 4 | 9 | 19 | 10 |
| 5 | 6 | 19 | 13 |
| 6 | 10 | 20 | 10 |
| 7 | 6 | 18 | 12 |
| 8 | 14 | 18 | 4 |
| 9 | 8 | 19 | 11 |
| 10 | 10 | 19 | 9 |
| 11 | 13 | 19 | 6 |
| 12 | 8 | 18 | 10 |
| 13 | 7 | 18 | 11 |
| 14 | 9 | 18 | 9 |
| 15 | 8 | 18 | 10 |
| 16 | 4 | 17 | 13 |
| 17 | 1 | 17 | 16 |
| 18 | 6 | 17 | 11 |
| 19 | 9 | 18 | 9 |
| 20 | 7 | 18 | 11 |
| 21 | 12 | 19 | 7 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 (ต่อ)

| ประชากรลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 22 | 6 | 18 | 12 |
| 23 | 7 | 18 | 11 |
| 24 | 8 | 18 | 10 |
| 25 | 9 | 19 | 10 |
| 26 | 13 | 18 | 5 |
| 27 | 5 | 16 | 11 |
| 28 | 8 | 18 | 10 |
| 29 | 6 | 19 | 12 |
| 30 | 7 | 17 | 10 |
| 31 | 9 | 18 | 9 |
| 32 | 7 | 19 | 12 |
| 33 | 13 | 20 | 7 |
| 34 | 6 | 20 | 14 |
| 35 | 16 | 19 | 3 |
| 36 | 12 | 19 | 6 |
| 37 | 10 | 18 | 8 |
| 38 | 9 | 18 | 9 |
| 39 | 9 | 20 | 11 |
| 40 | 15 | 18 | 3 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 (ต่อ)

| ประชากรลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 41 | 10 | 20 | 10 |
| 42 | 9 | 19 | 10 |
| 43 | 11 | 18 | 7 |
| 44 | 15 | 18 | 3 |
| 45 | 9 | 19 | 10 |
| 46 | 14 | 18 | 4 |
| 47 | 12 | 20 | 8 |
| 48 | 9 | 18 | 9 |
| 49 | 15 | 18 | 3 |
| 50 | 8 | 19 | 11 |
| 51 | 8 | 18 | 10 |
| 52 | 11 | 19 | 8 |
| 53 | 8 | 18 | 10 |
| 54 | 9 | 18 | 9 |
| 55 | 16 | 20 | 4 |
| 56 | 17 | 18 | 1 |
| 57 | 17 | 20 | 3 |
| 58 | 14 | 20 | 6 |
| 59 | 12 | 20 | 8 |
| 60 | 13 | 19 | 6 |
| | คะแนนเฉลี่ย = $\frac{588}{60}$ = 9.81 | คะแนนเฉลี่ย = $\frac{1113}{60}$ = 18.55 | คะแนนเฉลี่ย = $\frac{523}{60}$ = 8.71 |

คะแนนทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 92.75

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 57.30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหน่วยที่ 3 โมเมนต์ของแรง

| ประชากร ลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 18 | 13 |
| 2 | 11 | 17 | 6 |
| 3 | 9 | 18 | 9 |
| 4 | 10 | 17 | 7 |
| 5 | 5 | 18 | 13 |
| 6 | 10 | 18 | 8 |
| 7 | 12 | 17 | 5 |
| 8 | 7 | 19 | 12 |
| 9 | 8 | 18 | 10 |
| 10 | 11 | 18 | 7 |
| 11 | 7 | 19 | 12 |
| 12 | 10 | 17 | 7 |
| 13 | 6 | 17 | 11 |
| 14 | 10 | 18 | 8 |
| 15 | 12 | 19 | 7 |
| 16 | 7 | 19 | 12 |
| 17 | 10 | 19 | 9 |
| 18 | 12 | 17 | 5 |
| 19 | 12 | 17 | 5 |
| 20 | 11 | 17 | 6 |
| 21 | 11 | 17 | 6 |
| 22 | 10 | 16 | 6 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11(ต่อ)

| ประชากรลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 23 | 7 | 18 | 11 |
| 24 | 9 | 17 | 8 |
| 25 | 7 | 19 | 12 |
| 26 | 6 | 19 | 13 |
| 27 | 6 | 18 | 12 |
| 28 | 4 | 17 | 13 |
| 29 | 8 | 19 | 11 |
| 30 | 6 | 19 | 13 |
| 31 | 8 | 17 | 9 |
| 32 | 8 | 17 | 9 |
| 33 | 9 | 17 | 8 |
| 34 | 7 | 16 | 9 |
| 35 | 12 | 18 | 6 |
| 36 | 9 | 17 | 8 |
| 37 | 5 | 17 | 12 |
| 38 | 5 | 18 | 13 |
| 39 | 5 | 17 | 12 |
| 40 | 8 | 18 | 10 |
| 41 | 4 | 19 | 15 |
| 42 | 6 | 17 | 11 |
| 43 | 4 | 19 | 15 |
| 44 | 7 | 18 | 11 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 (ต่อ)

| ประชากรลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 44 | 7 | 18 | 11 |
| 45 | 8 | 19 | 11 |
| 46 | 8 | 19 | 11 |
| 47 | 9 | 19 | 10 |
| 48 | 3 | 19 | 16 |
| 49 | 5 | 17 | 12 |
| 50 | 9 | 17 | 8 |
| 51 | 5 | 18 | 13 |
| 52 | 8 | 20 | 12 |
| 53 | 7 | 17 | 10 |
| 54 | 6 | 17 | 11 |
| 55 | 8 | 17 | 9 |
| 56 | 5 | 18 | 13 |
| 57 | 7 | 18 | 11 |
| 58 | 3 | 19 | 16 |
| 59 | 7 | 19 | 12 |
| 60 | 6 | 18 | 12 |
| | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{460}{60}$ $= 7.66$ | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{1072}{60}$ $= 17.86$ | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{612}{60}$ $= 10.20$ |

คะแนนทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 89.30

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 51.00

ตารางที่ 12 คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหน่วยที่ 4 เครื่องกลที่ใช้หลักของพื้นที่เอียง

| ประชากรลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 19 | 14 |
| 2 | 6 | 20 | 14 |
| 3 | 7 | 18 | 11 |
| 4 | 7 | 19 | 12 |
| 5 | 9 | 18 | 9 |
| 6 | 3 | 19 | 16 |
| 7 | 5 | 15 | 10 |
| 8 | 5 | 19 | 14 |
| 9 | 3 | 16 | 13 |
| 10 | 8 | 18 | 10 |
| 11 | 3 | 18 | 15 |
| 12 | 6 | 18 | 12 |
| 13 | 5 | 18 | 13 |
| 14 | 7 | 18 | 11 |
| 15 | 10 | 18 | 8 |
| 16 | 8 | 18 | 8 |
| 17 | 7 | 18 | 11 |
| 18 | 8 | 18 | 10 |
| 19 | 8 | 18 | 10 |
| 20 | 9 | 19 | 10 |
| 21 | 4 | 19 | 15 |
| 22 | 4 | 19 | 15 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 (ต่อ)

| ประชากรลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 23 | 7 | 18 | 11 |
| 24 | 8 | 19 | 11 |
| 25 | 5 | 17 | 12 |
| 26 | 7 | 17 | 10 |
| 27 | 7 | 19 | 12 |
| 28 | 8 | 19 | 11 |
| 29 | 10 | 19 | 9 |
| 30 | 12 | 19 | 7 |
| 31 | 13 | 20 | 7 |
| 32 | 15 | 19 | 4 |
| 33 | 17 | 20 | 3 |
| 34 | 16 | 20 | 4 |
| 35 | 13 | 20 | 7 |
| 36 | 14 | 20 | 6 |
| 37 | 14 | 20 | 6 |
| 38 | 16 | 19 | 3 |
| 39 | 12 | 19 | 7 |
| 40 | 13 | 19 | 6 |
| 41 | 9 | 19 | 10 |
| 42 | 14 | 19 | 5 |
| 43 | 7 | 19 | 12 |
| 44 | 13 | 19 | 6 |

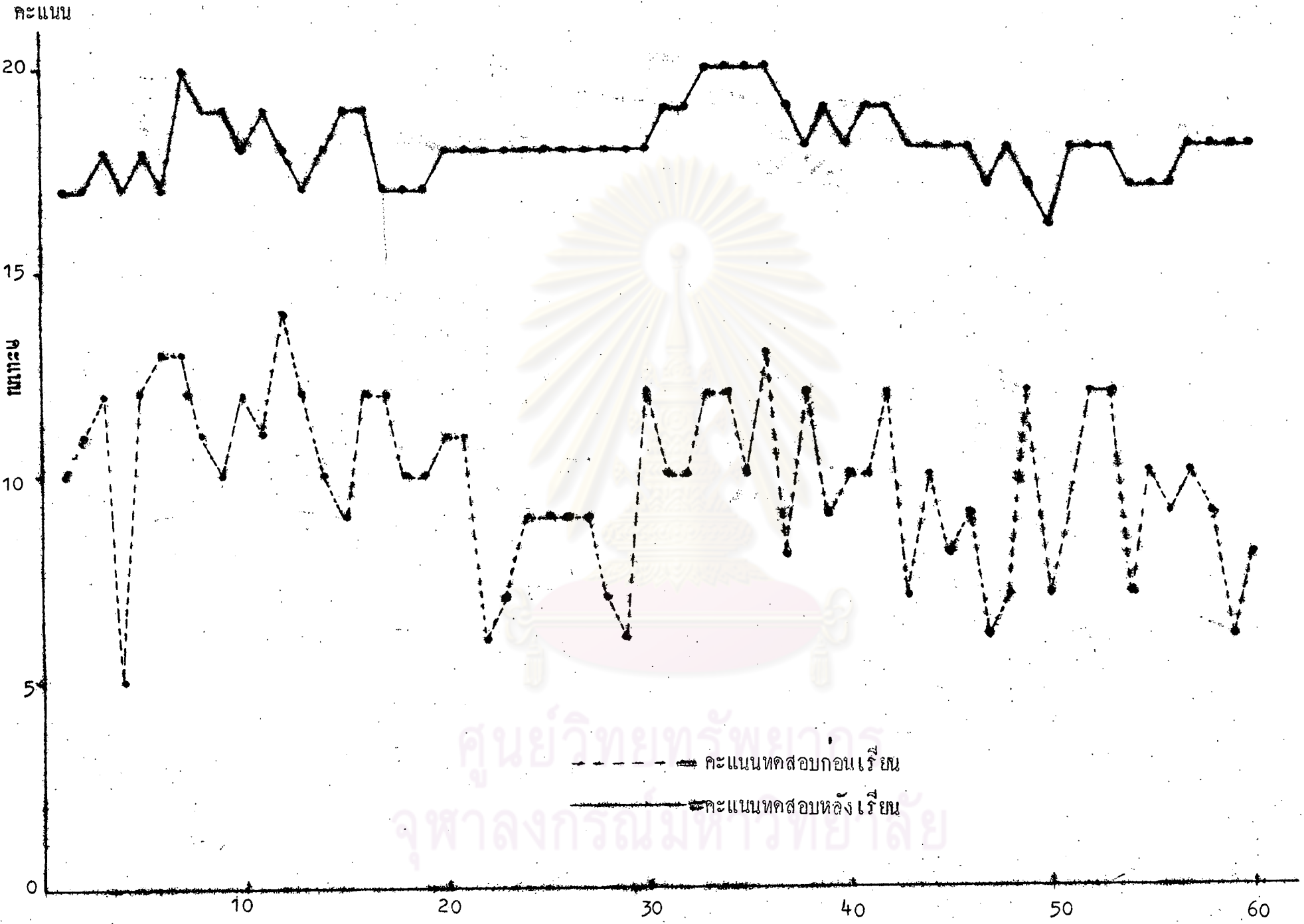
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 (ต่อ)

| ประชากรลำดับที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน | คะแนนความก้าวหน้า |
|---|---|---|---|
| 45 | 11 | 20 | 9 |
| 46 | 11 | 20 | 9 |
| 47 | 13 | 20 | 7 |
| 48 | 10 | 20 | 10 |
| 49 | 7 | 20 | 13 |
| 50 | 10 | 20 | 10 |
| 51 | 6 | 16 | 10 |
| 52 | 6 | 18 | 12 |
| 53 | 5 | 16 | 11 |
| 54 | 9 | 17 | 8 |
| 55 | 12 | 18 | 6 |
| 56 | 12 | 19 | 7 |
| 57 | 14 | 20 | 6 |
| 58 | 10 | 18 | 8 |
| 59 | 12 | 18 | 6 |
| 60 | 11 | 15 | 4 |
| | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{546}{60}$ | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{1114}{60}$ | คะแนนเฉลี่ย $= \frac{566}{60}$ |
| | $= 9.10$ | $= 18.56$ | $= 9.43$ |

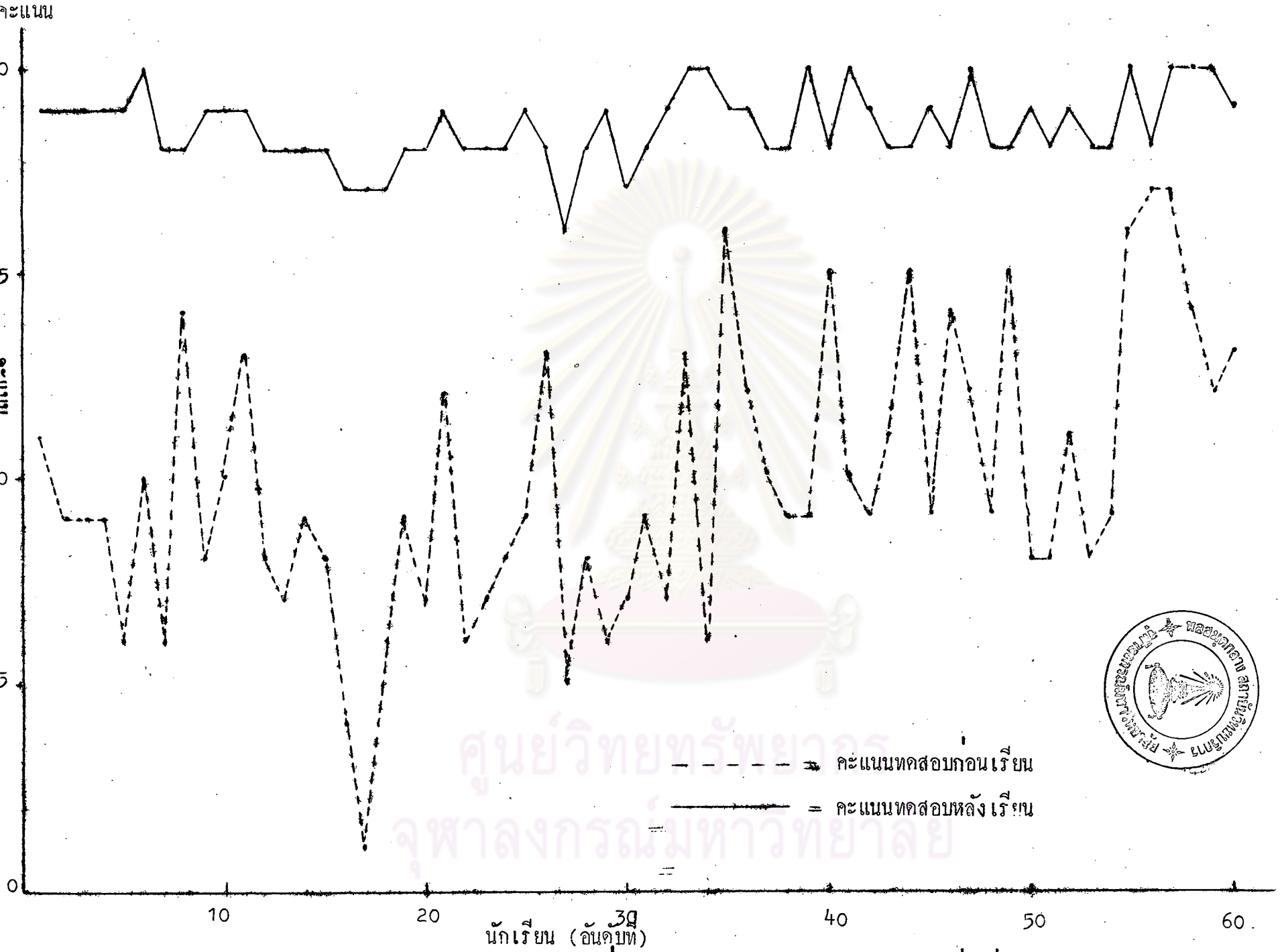
คะแนนทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 92.80

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 47.30



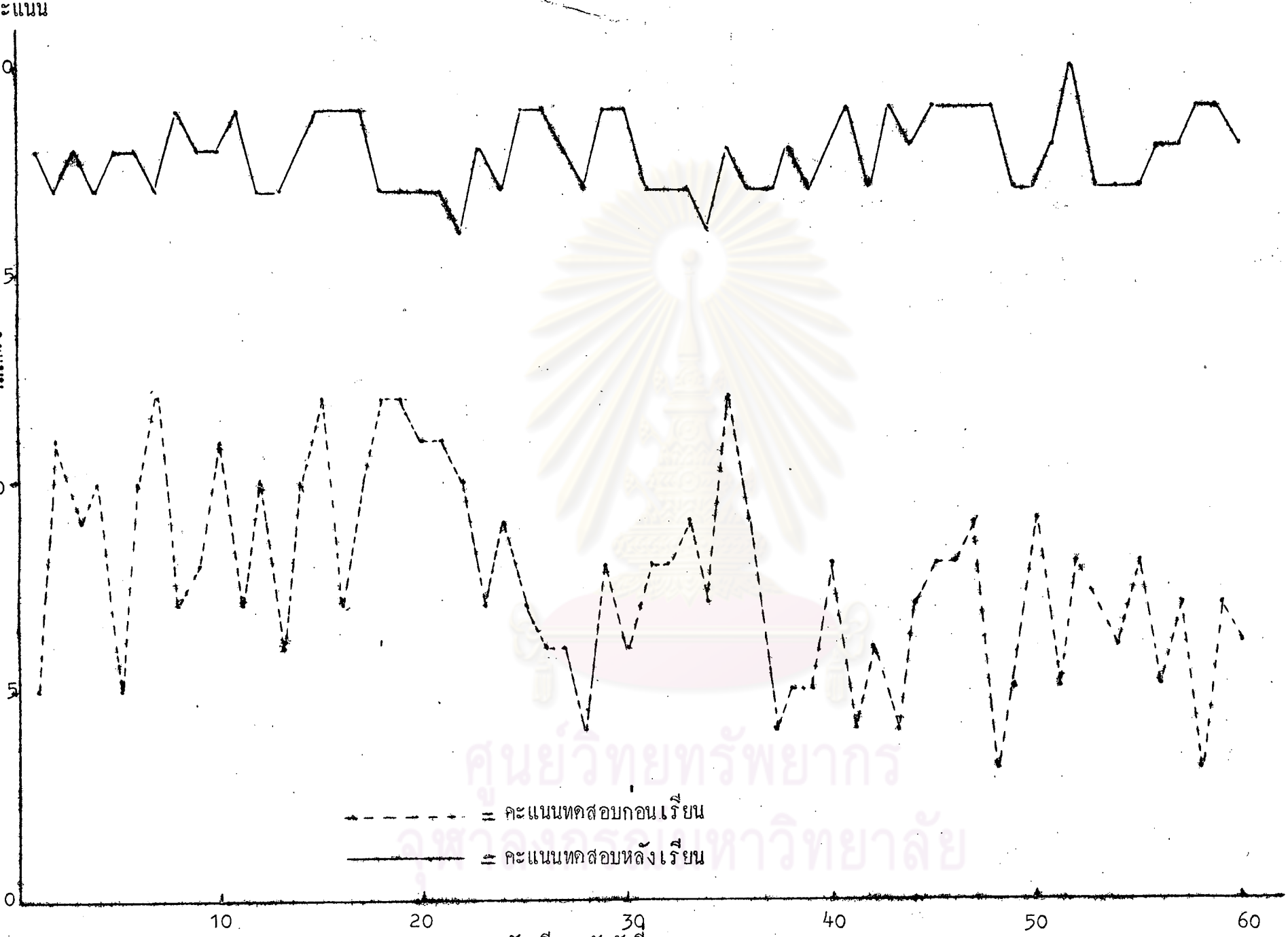

กราฟแสดงการเปรียบเทียบ คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วยที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



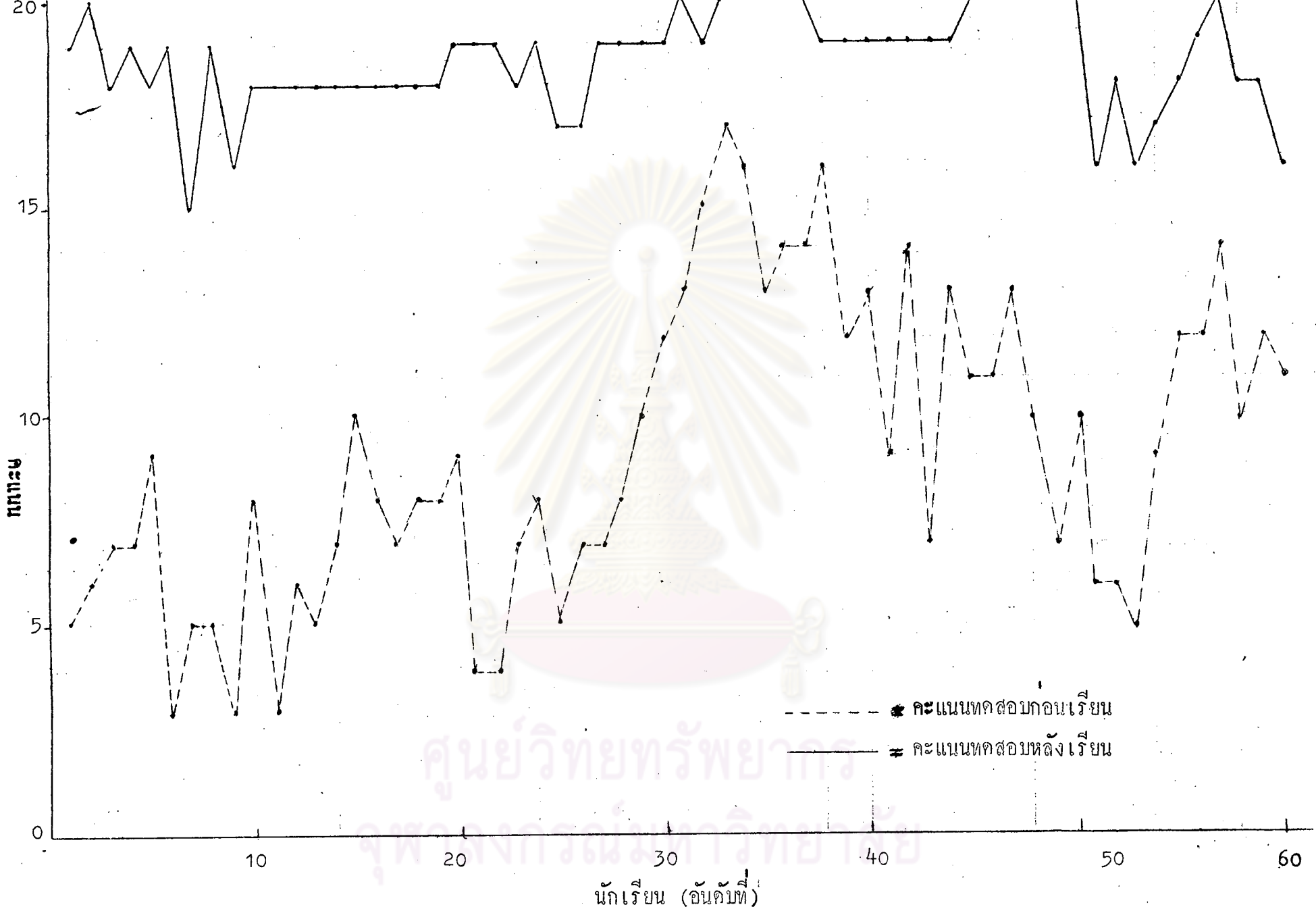

กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน หน่วยที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน หน่วยที่4

# ภาคผนวก ข.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบทดสอบชุดที่ 1

จงเขียนเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด (ให้ทำในกระดาษคำตอบ)

1. นายแดงต้องทำงานในข้อใด
   ก. นั่งดูภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์
   ข. เปิดหนังสืออ่านทีละหน้า
   ค. ยืนพิงฝาผนังห้องทำงาน
   ง. นอนหลับบนเตียง

2. ปริมาณใดมีทั้งขนาดและทิศทาง
   ก. แรงความพยายาม
   ข. ระยะทางที่แรงความต้านทานเคลื่อนที่
   ค. การได้เปรียบเชิงกล
   ง. ประสิทธิภาพของเครื่องกล

3. จูล หมายถึง
   ก. หน่วยของแรงในระบบ M.K.S.
   ข. หน่วยของงานในระบบ M.K.S.
   ค. หน่วยของกำลังในระบบ M.K.S
   ง. ไม่มีข้อถูกเลย

4. หน่วยของแรงในระบบ M.K.S. คือ
   ก. นิวตัน
   ข. จูล
   ค. วัตต์
   ง. เอิร์ก

5. เครื่องกลช่วยทำงานอย่างไร
   ก. ช่วยผ่อนแรง
   ข. ช่วยเปลี่ยนทิศทางการออกแรง
   ค. ช่วยในการทำงานให้เร็วขึ้น
   ง. อาจเป็นได้ทั้ง ก ข และ ค

6. เครื่องกลชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักคือ
   ก. สกรู
   ข. คานงัด
   ค. ล้อ และเพลา
   ง. พื้นเอียง

7. ข้อใดเป็นความหมายของกำลัง
   ก. งาน $= \frac{\text{กำลัง}}{\text{เวลา}}$
   ข. เวลา $= \frac{\text{กำลัง}}{\text{งาน}}$
   ค. กำลัง $= \frac{\text{งาน}}{\text{เวลา}}$
   ง. กำลัง $= \frac{\text{เวลา}}{\text{งาน}}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. 1 กำลังม้า คือ

ก. ค่าเฉลี่ยของงานที่ม้า 1 ตัวทำได้ใน 1 วินาที

ข. กำลังซึ่งเทียบเท่างาน 550 ฟุต - ปอนด์ ต่อวินาที

ค. กำลังซึ่งเทียบเท่า 746 จูล

ง. หน่วยของกำลังในระบบ C.G.S.

9. ใครทำงานได้มากที่สุด

ก. นาย ก. ผลักต้นไม้ใหญ่

ข. นาย ข. เดินตามถนน

ค. เด็กผู้หญิงวิ่งขึ้นเขา

ง. คนแบกของอยู่กับที่

10. ความโน้มถ่วงคืออะไร

ก. แรง

ง. งาน

ค. กำลัง

ง. โมเมนต์

11. ชายคนหนึ่งหนัก 150 ปอนด์ ปีนเขาสูง 200 ฟุต ได้ในเวลา 25 นาที เขาทำงานได้

ก. 30,000 ฟุต-ปอนด์

ข. 30,000 ฟุต-ปอนด์/วินาที

ค. 30,000 ฟุต-ปอนด์/นาที

ง. ไม่มีข้อถูก

12. ออกแรงความพยายาม 100 นิวตัน เป็นระยะทาง 10 เมตร ทำให้แรงความต้านทาน 500 นิวตัน เคลื่อนที่ได้ 1.8 เมตร จะได้เปรียบเชิงกลตามปกติเท่ากับ

ก. 5 เท่า

ข. 5.56 เท่า

ค. 50 เท่า

ง. 55.6 เท่า

13. จากข้อ 13 มีการได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีเท่ากับ

ก. 5 เท่า

ข. 5.56 เท่า

ค. 50 เท่า

ง. 55.6 เท่า

14. จากข้อ 13 การทำงานนี้จะมีประสิทธิภาพเท่ากับ

ก. 50 %

ข. 55.6 %

ค. 80 %

ง. 90 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15. การทำถนนเขามักจะทำถนนไม่ให้เรียบและมีลักษณะขรุขระเพราะ

ก. ต้องการให้สวยงาม
ข. ต้องการให้ถนนมีความทนทาน
ค. ต้องการให้ถนนมีความฝืด
ง. ต้องการให้เหมือนกับต่างประเทศ

16. แรงขนาด 50 ปอนด์ทำให้เกิดงานเท่ากับ 500 ฟุต-ปอนด์จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้

ก. 5 ฟุต
ข. 10 ฟุต
ค. 12 ฟุต
ง. 15 ฟุต

17. เครื่องกลขนาด 2 กำลังม้า จะยกวัตถุหนึ่งขึ้นได้ 100 ฟุต ใน 5 วินาที วัตถุหนักเท่าใด

ก. 50 ปอนด์
ข. 55 ปอนด์
ค. 55.5 ปอนด์
ง. 60 ปอนด์

18. ออกแรงพยายามเป็นระยะ 1000 ฟุต ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ 100 ฟุต จะมีการได้เปรียบเชิงกล

ก. 10 เท่า
ข. 20 เท่า
ค. 50 เท่า
ง. 100 เท่า

19. เครื่องกลเครื่องหนึ่งสามารถยกวัตถุหนัก 1100 ปอนด์ ขึ้นสูงเป็นระยะ 10 ฟุตใน 2 วินาที จะมีกำลังม้า

ก. 5 กำลังม้า
ข. 10 กำลังม้า
ค. 15 กำลังม้า
ง. 20 กำลังม้า

20. วัตถุหนึ่งหนัก 20 ปอนด์ ถ้าออกแรงยกขึ้นในแนวดิ่งจะต้องออกแรงยก

ก. น้อยกว่า 20 ปอนด์
ข. เท่ากับ 20 ปอนด์
ค. มากกว่า 20 ปอนด์
ง. เท่าใดก็ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบ ชุดที่ 2

จงเขียนเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบข้อที่ถูกต้องที่สุด (ทำในกระดาษคำตอบที่แจกให้)

1. สำหรับคานแบบที่ 1 หรืออันดับที่ 1
   ก. จุดหมุน (ฟัลครัม) อยู่ระหว่างแรงความพยายามกับแรงความต้านทาน
   ข. แรงความพยายามเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกับแรงความต้านทานเสมอ
   ค. อาจผ่อนแรงหรือไม่ผ่อนแรงก็ได้
   ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ
2. ข้อใดเป็นลักษณะคานงัดอันดับที่ 3
   ก. ความต้านทานอยู่ระหว่างความพยายามกับจุดหมุน
   ข. จุดหมุนอยู่ระหว่างความต้านทานกับความพยายาม
   ค. ความพยายามมีค่ามากกว่าความต้านทาน
   ง. ความพยายามมีค่าน้อยกว่าความต้านทาน
3. ข้อใดเป็นคานที่มีแบบหรืออันดับแตกต่างไปจากสามข้อ
   ก. กระดานหก
   ข. รถขนดิน
   ค. ตาชั่งจีน
   ง. คีมถอนตะปู
4. เครื่องตัดกระดาษเป็นเครื่องกลชนิดใด
   ก. คานงัดอันดับหนึ่ง
   ข. คานงัดอันดับสอง
   ค. คานงัดอันดับสาม
   ง. เป็นเครื่องกลชนิดอื่นไม่ใช่คานงัด

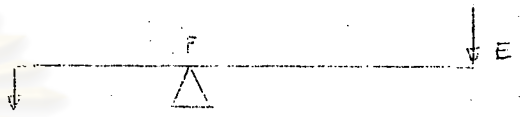
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. คานที่แรงความพยายามอยู่ระหว่างแรงต้านทานกับจุดหมุนจะมีการได้เปรียบเชิงกล

ก. น้อยกว่า 1 เสมอ
ข. เท่ากับ 1 เสมอ
ค. มากกว่า 1 เสมอ
ง. เป็นได้ทั้ง ก. ข. ค. แล้วแต่โอกาส

6. คานงัดข้อใดช่วยผ่อนแรงมากที่สุด

ก.

ข.



ค.

ง.

7. ถ้าให้ $A$ เป็นแรงความพยายาม $a$ เป็นแขนของแรงความพยายาม, $B$ เป็นแรงความต้านทาน $b$ เป็นแขนของความต้านทาน โดยนับจากจุดหมุน ซึ่งเมื่อออกแรง A แล้วทำให้ B เคลื่อนที่ $A$, $B$, $a$ และ $b$ สัมพันธ์กันอย่างไร

ก. $A \times a = B \times b$
ข. $\frac{A}{B} = \frac{a}{b}$
ค. $A \times b = B \times a$
ง. $\frac{a}{A} = \frac{b}{B}$

8. น้ำหนัก 80 กิโลกรัม วางห่างจากจุดหมุน 3 เมตร จะต้องวางน้ำหนัก 60 กิโลกรัม ห่างจากฟัลกรัม หรือจุดหมุน จึงจะทำให้คานนี้สามารถกระดกได้

ก. 2 เมตร
ข. 3 เมตร
ค. 4 เมตร
ค. 5 เมตร

9. ออกแรงความพยายาม 120 ปอนด์ ยกน้ำหนัก 300 ปอนด์โดยใช้คานแบบที่สองยาว 6 ฟุต จะต้องวางน้ำหนักไว้ที่ใด

ก. ห่างจากจุดหมุน 15 ฟุต
ข. ห่างจากจุดหมุน 2.4 ฟุต
ค. ห่างจากแรงพยายาม 15 ฟุต
ง. ห่างจากแรงความพยายาม 2.4 ฟุต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. ล้อและเพลาจะได้ผ่อนแรงได้มาก ถ้า

ก. ล้อมีขนาดเล็ก
ข. เพลามีขนาดเล็ก
ค. ล้อมีขนาดใหญ่กว่าเพลามาก
ง. เชือกที่พันล้อมีจำนวนมากรอบ

11. ในการใช้ล้อและเพลาถ้ารัศมีล้อโตเป็น 2 เท่า ของรัศมีเพลา ถ้าต้องการยกน้ำหนัก 100 กิโลกรัมจะต้องออกแรงดึงเชือกที่เพลา(ไม่คิดแรงเสียดทาน)

ก. 100 กิโลกรัม
ข. น้อยกว่า 50 กิโลกรัม
ค. 50 กิโลกรัม
ง. มากกว่า 50 กิโลกรัม

12. จากข้อ 11 ล้อและเพลาชุดนี้จะมีการได้เปรียบเชิงกล

ก. $\frac{1}{2}$
ข. 1
ค. $1\frac{1}{2}$
ง. 2

13. ในการกวานถังน้ำมาจากบ่อ ถ้ารัศมีของเพลา 2 นิ้ว รัศมีของ**กว้าน** 12 นิ้ว จะต้องออกแรงเท่าใดถ้าถังน้ำและน้ำหนัก 24 ปอนด์

ก. 2 ปอนด์
ข. 4 ปอนด์
ค. 6 ปอนด์
ง. 8 ปอนด์

14. จากข้อ 13 การทำงานนี้ได้เปรียบเชิงกล

ก. 2 เท่า
ข. 4 เท่า
ค. 6 เท่า
ง. 8 เท่า

15. ในการชักธงขึ้นสู่ยอดเสา ถ้าน้ำหนักเชือกและธงที่จะต้องชักหนัก 1 ปอนด์ เด็กนักเรียนจะต้องออกแรงสาวเชือกเท่าใด เมื่อไม่คิดความฝืด

ก. 4 ปอนด์
ข. 3 ปอนด์
ค. 2 ปอนด์
ง. 1 ปอนด์

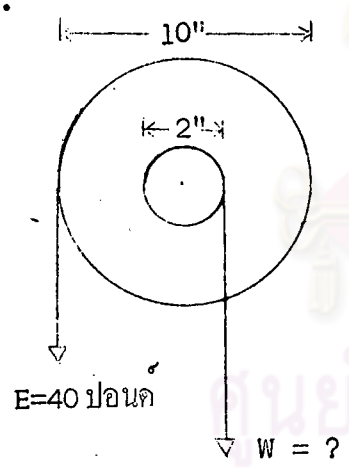
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

16. คานงัดยาว 2 เมตร ใช้ยกวัตถุหนัก 200 กิโลกรัม โดยวัตถุอยู่ห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร จะต้องออกแรงยกเท่าใด

ก. 50 กิโลกรัม
ข. 30 กิโลกรัม
ค. 40 กิโลกรัม
ง. 20 กิโลกรัม

17. จากข้อ 16 จะมีการได้เปรียบเชิงกล
ก. 5 เท่า
ข. 10 เท่า
ค. 15 เท่า
ง. 20 เท่า

18. จากรูป เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อเท่ากับ 10 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา เท่ากับ 2 นิ้ว ออกแรงดึงที่ล้อ 40 ปอนด์ จะยกน้ำหนักที่เพลาได้

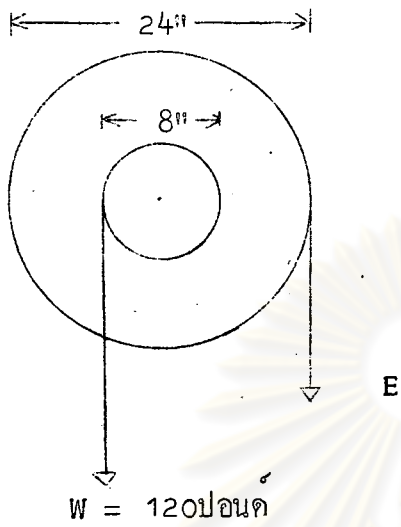



ก. 50 ปอนด์
ข. 100 ปอนด์
ค. 150 ปอนด์
ง. 200 ปอนด์

19 จากข้อ 22 ในการหมุนล้อและเพลานี้จะมีการได้เปรียบเชิงกล
ก. 1 เท่า
ข. 5 เท่า
ค. 2 เท่า
ง. 4 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

20.




จากรูป เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อเท่ากับ 24 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางของเพลาเท่ากับ 8 นิ้ว สามารถยกน้ำหนักที่เพลาได้ 120 ปอนด์ จะต้องออกแรงดึงที่ล้อ

ก. 40 ปอนด์ ข. 30 ปอนด์

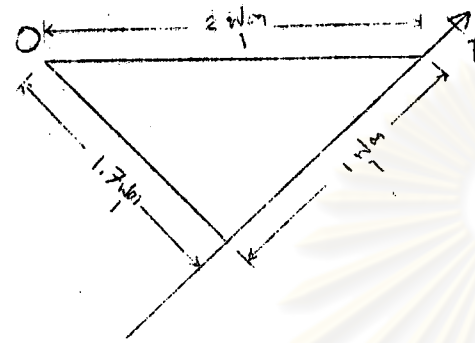
ค. 20 ปอนด์ ง. 10 ปอนด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบทดสอบชุดที่ 3

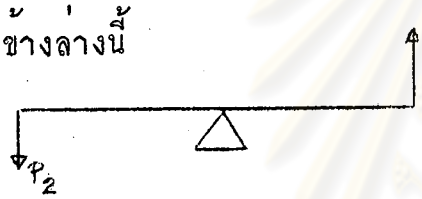
จงเขียนเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบข้อที่ถูกต้องที่สุด (ให้ทำให้กระดาษคำตอบที่แจกให้)

1. โมเมนต์ของแรง P รอบจุดหมุน O มีค่าเท่ากับ



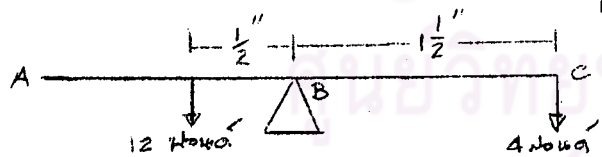

ก. 10 x 2 ฟุต-ปอนด์
ข. 10 x 1.7 ฟุต-ปอนด์
ค. 10 x 1 ฟุต-ปอนด์
ง. ผิดทุกข้อ

2. ในรูปข้างล่างนี้




ก. คานอยู่ในสมดุลย์ เพราะโมเมนต์ตามนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนนาฬิกาพอดี
ข. คานหมุนตามนาฬิกา เพราะโมเมนต์ตามนาฬิกามีค่ามากกว่าโมเมนต์ทวนนาฬิกา
ค. คานหมุนทวนนาฬิกา เพราะโมเมนต์ของแรงทั้งสองเป็นโมเมนต์ทวนนาฬิกา
ง. คานไม่อยู่ในสมดุลย์ แต่ไม่มีการหมุน

3. จากรูปข้างล่างนี้ เมื่อเอา B เป็นจุดหมุน และคานนี้อยู่ในสมดุลย์ โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ




ก. 12 นิ้ว-ปอนด์
ข. 6 นิ้ว - ปอนด์
ค. 4 นิ้ว - ปอนด์
ง. 2 นิ้ว - ปอนด์

4. จากรูปข้อที่ 3 โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ

ก. 12 นิ้ว-ปอนด์
ข. 6 นิ้ว-ปอนด์
ค. 4 นิ้ว-ปอนด์
ง. 2นิ้ว-ปอนด์

5. จากรูปข้อที่ 3 ที่จุด B จะมีแรงกระทำขึ้นเท่ากับ

ก. 8 ปอนด์ ข. 12 ปอนด์

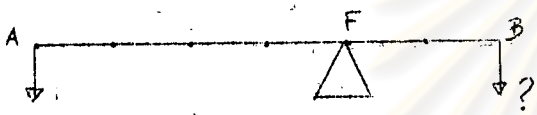
ค. 16 ปอนด์ ง. 20 ปอนด์

6. จากข้อ 3 ถ้าลดน้ำหนักข้างซ้ายมือลง $\frac{1}{3}$ ของน้ำหนักเดิม จะต้องเลื่อนน้ำหนักที่เหลือไปทางใด เป็นระยะห่างจาก B เท่าใด

ก. ทางซ้ายเป็นระยะ 1 นิ้ว ข. ทางขวาเป็นระยะ $\frac{1}{2}$ นิ้ว

ค. ทางซ้ายเป็นระยะ 1 $\frac{1}{2}$ นิ้ว ง. ทางขวาเป็นระยะ 1 นิ้ว

7. จะต้องแขวนน้ำหนักที่ B เท่าใด คานจึงจะสมดุลย์

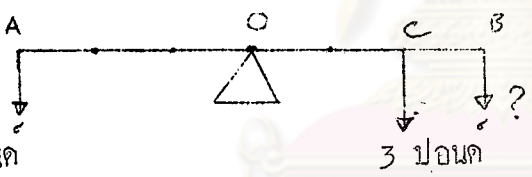



2 หน่วยน้ำหนัก

ก. 2 หน่วยน้ำหนัก ข. 4 หน่วยน้ำหนัก

ค. 6 หน่วยน้ำหนัก ง. 8 หน่วยน้ำหนัก

8. จะต้องแขวนน้ำหนัก B เท่าใด คานจึงจะสมดุลย์

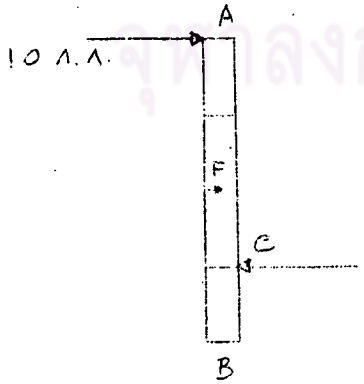



5 ปอนด์ 3 ปอนด์

ก. 2 ปอนด์ ข. 3 ปอนด์

ค. 8 ปอนด์ ง. ไม่มีข้อถูกต้อง

9. AB เป็นคานหมุนได้รอบจุด F ถ้าออกแรง 10 กิโลกรัมกระทำตั้งฉากกับภาพที่จุด A จะต้องออกแรงกี่กรัมที่จุด C ตามทิศทางที่กำหนดให้ในรูป จึงจะช่วยเพิ่มโมเมนต์ของการหมุนเข้าอีกเท่าตัว



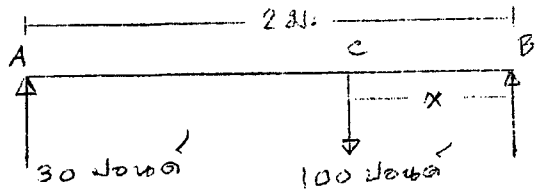

ก. 5 ก.ก.

ข. 10 ก.ก.

ค. 20 ก.ก.

ง. 30 ก.ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. 


สพาน AB ยาว 2 เมตร พาดอยู่บนเสา 2 ต้น มีน้ำหนัก 100 ปอนด์ วางอยู่ห่างจากปลาย B X เมตร ถ้าหัวเสาที่ A รับน้ำหนัก 30 ปอนด์ ที่ B จะรับน้ำหนัก

ก. 30 ปอนด์
ข. 50 ปอนด์
ค. 70 ปอนด์
ง. 90 ปอนด์

11. จากข้อ 10 ระยะ X มีค่าเท่ากับ

ก. 0.1 เมตร
ข. 0.2 เมตร
ค. 0.4 เมตร
ง. 0.6 เมตร

12.


จากรูปคาน AB มีแรงมากระทำที่จุดต่าง ๆ แล้วทำให้คาน AB อยู่ในสมดุลย์ ถ้าเอา F เป็นจุดหมุนที่ F จะมีแรงกระทำขึ้นเท่ากับ

ก. X + Q หน่วย
ข. X + Q + R หน่วย
ค. X+Q+R+S หน่วย
ง. X + Q+ R+S+Y หน่วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. จากรูปข้อ 12 ถ้าเอา F เป็นจุดหมุนโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาคือโมเมนต์ของแรง

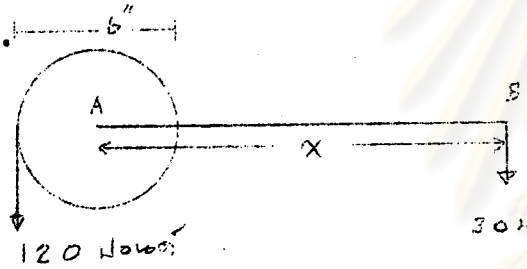
ก. ที่ X และ Q
ข. ที่ X, Q และ Y
ค. ที่ R,S และ Y
ง. ไม่มีข้อถูกต้อง

14. ถ้าเอา A เป็นจุดหมุน โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาคือ โมเมนต์ของแรง

ก. ที่ X,Q และ R
ข. ที่ F
ค. ที่ F,R และ S
ง. ที่ F,R,S และ Y

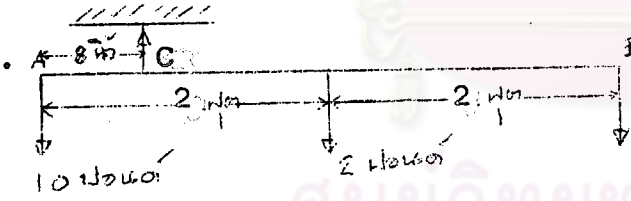
15. ถ้าเอา B เป็นจุดหมุนโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาคือโมเมนต์ของแรง

ก. ที่ X,Q, R และ F
ข. ที่ X,Q,R,S
ค. ที่ X,Q,R,S และ Y
ง. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

16. 

จากรูปถ้าคาน AB อยู่ในสมดุลย์ X จะมีค่า

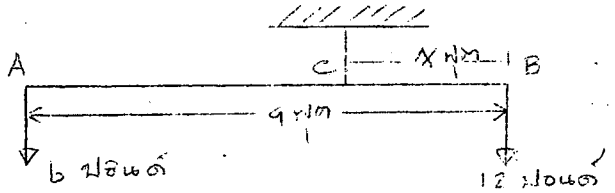
ก. 6 นิ้ว
ข. 8 นิ้ว
ค. 10 นิ้ว
ง. 12 นิ้ว

17. 

จากรูปถ้าแขวนคานนี้ที่ C จะต้องเอาน้ำหนักแขวนที่ B เท่าใด คานจึงจะสมดุลย์

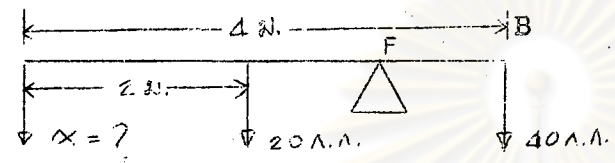
ก. 1 ปอนด์
ข. 1.5 ปอนด์
ค. 1.8 ปอนด์
ง. 2 ปอนด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18. 


จากรูปจะต้องแขวนคาน AB ที่ C คานจึงอยู่ในสมดุลย์ระยะ X จะมีค่า

ก. 6 ฟุต
ข. 5 ฟุต
ค. 4 ฟุต
ง. 3 ฟุต

19. 


จากรูปคาน AB จะอยู่ในสมดุลย์ X จะมีค่า

ก. 5 ก.ก.
ข. 6 ก.ก.
ค. $6\frac{1}{3}$ ก.ก.
ง. $6\frac{2}{3}$ ก.ก.

20. จากข้อ 19 ถ้าลดน้ำหนักที่ B เหลือ 30 กิโลกรัม จะแขวนน้ำหนักเท่าใด

ก. 2 ก.ก.
ข. 3 ก.ก.
ค. $3\frac{1}{3}$ ก.ก.
ง. $3\frac{2}{3}$ ก.ก.

---

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบทดสอบชุดที่ 4

จงเขียนเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบข้อที่ถูกต้องที่สุด (ทำในกระดาษคำตอบที่แจกให้)

1. ถ้าต้องการได้เปรียบเชิงกล 8 เท่า พื้นเอียงยาว 4 เมตร ความสูงของพื้นเอียงควรเป็นเท่าใด

   ก. 12 เมตร
   ข. 2 เมตร
   ค. 4 เมตร
   ง. 0.5 เมตร

2. ต้องใช้แรงเท่าใด เพื่อเข็นรถทรายหนัก 1000 กิโลกรัมขึ้นไปตามพื้นเอียง ซึ่งยาว 20เมตรสูง 2 เมตร

   ก. 10,000 กิโลกรัม
   ข. 2,000 กิโลกรัม
   ค. 100 กิโลกรัม
   ง. 50 กิโลกรัม

3. ออกแรง 6 นิวตัน ดึงแรงความต้านทาน 30 นิวตัน ขึ้นไปตามพื้นเอียงได้สูง 2 เมตร พื้นเอียงนั้นยาว เท่าใด

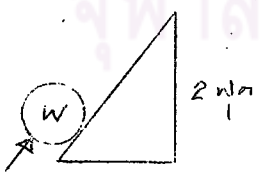
   ก. 360 เมตร
   ข. 72 เมตร
   ค. 48 เมตร
   ง. 10 เมตร

4. ระนาบเอียงยาว 10 ฟุต สูง 2 ฟุต กรรมกรออกแรงเพียง 20 กิโลกรัม กลิ้งถังกลมขึ้นไปบนพื้นเอียงได้ถังกลมหนักเท่าใด

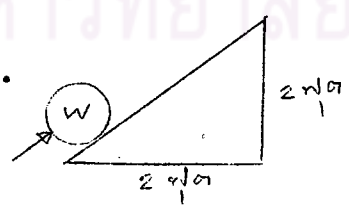
   ก. 20 กิโลกรัม
   ข. 40 กิโลกรัม
   ค. 100 กิโลกรัม
   ง. 200 กิโลกรัม

5. พื้นเอียงต่อไปนี้ข้อใดผ่อนแรงได้มากที่สุด

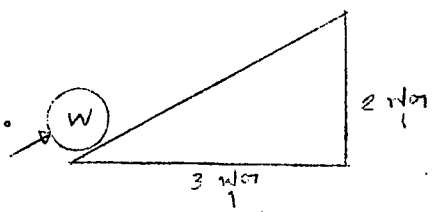
ก



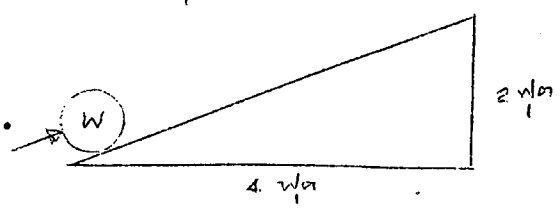

ข.




ค.




ง.




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ลิ่มอันหนึ่งมีสันกว้าง 1.4 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตรออกแรงตอกเพียง 7 ปอนด์ ก็แยกเนื้อวัตถุออกได้ ความต้านทานของเนื้อวัตถุเท่ากับ

ก. 2 ปอนด์ ข. 7 ปอนด์

ค. 14 ปอนด์ ง. 70 ปอนด์

7. ลิ่มอันหนึ่งยาว 8 นิ้ว เมื่อออกแรงตอก 15 ปอนด์ สามารถแยกเนื้อไม้ที่มีความต้านทาน 60 ปอนด์ได้ ความกว้างหรือความหนาของลิ่มมีค่าเท่ากับ

ก. 4 นิ้ว ข. 3 นิ้ว

ค. 2 นิ้ว ง. 1 นิ้ว

8. จากข้อ 7 การใช้ลิ่มอันนี้มีการได้เปรียบเชิงกลเท่ากับ

ก. 4 เท่า ข. 3 เท่า

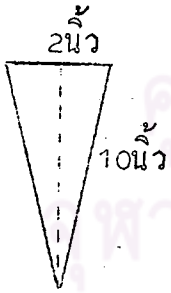
ค. 2 เท่า ง. 1 เท่า

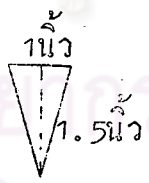
9. ในกรณีที่พื้นเอียงมีความฝืด การได้เปรียบเชิงกลเท่ากับข้อใด

ก. $\frac{\text{ความพยายาม}}{\text{ความต้านทาน}}$ ข. $\frac{\text{ความยาวของพื้นเอียง}}{\text{ความสูงของพื้นเอียง}}$

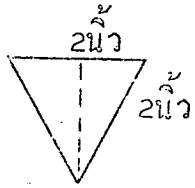
ค. ถูกทั้ง ก. และ ข. ง. ผิดทั้ง ก. และ ข.

10. ลิ่มข้อใด ผ่อนแรงได้มากที่สุด

ก. 


ข. 


ค.


ง. 


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11. ในกรณีที่สกูรไม่มีความฝืด การได้เปรียบเชิงกลเท่ากับเท่าใด

ก. $\frac{W}{E}$ ข. $\frac{2\pi s}{P}$

ค. ถูกทั้ง ก. และ ข. ง. ผิดทั้ง ก. และ ข.

12. แม่แรงได้เปรียบเชิงกล 100 เท่า มีด้ามยาว 35 ซม. ระยะเกลียวของแม่แรงนี้เป็นเท่าใด

ก. 3.5 ซม. ข. 2.86 ซม.

ค. 2.2 ซม. ง. 0.35 ซม.

13. แม่แรงอันหนึ่งมีระยะ 1 ร่วงเกลียว เท่ากับ 1 นิ้ว ความยาวของด้ามสกูร เท่ากับ 1 ฟุต แม่แรงนี้ได้เปรียบเชิงกล

ก. 1 เท่า ข. 12 เท่า

ค. $\frac{44}{7}$ เท่า ง. ผิดทุกข้อ

14. ในการใช้แรงแรงยกรถคันหนึ่ง ต้องออกแรง 20 ปอนด์หมุนแขน แม่แรงไปเป็นวงกลม 1 รอบ เป็นระยะทาง 8 ฟุต พอดี ทำให้รถยนต์หนัก 4,800 ปอนด์เคลื่อนที่ได้จะได้เปรียบเชิงกล

ก. 200 เท่า ข. 220 เท่า

ค. 240 เท่า ง. 260 เท่า

15. จากข้อ 14 ระยะเกลียวของแม่แรงมีค่าเท่ากับ

ก. $\frac{1}{10}$ ฟุต ข. $\frac{1}{20}$ ฟุต

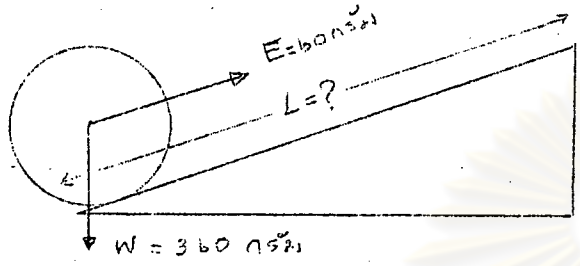
ค. $\frac{1}{30}$ ฟุต ง. $\frac{1}{40}$ ฟุต

16. ถ้าต้องการได้เปรียบเชิงกล 6 เท่า จะต้องพาดพื้นเอียงซึ่งยาว 4 เมตร ให้สูง

ก. 3 เมตร ข. 1 เมตร

ค. $\frac{1}{3}$ เมตร ง. $\frac{2}{3}$ เมตร

17. จากรูป ออกแรง 60 กรัม ลากวัตถุหนัก 360 กรัม ขึ้นบนพื้นเอียง ซึ่งสูง 8 ซม. พื้นเอียงจะยาวเท่ากับ




ก. 30 ซม. ข. 38 ซม.

ค. 45 ซม. ง. 48 ซม.

18. จากข้อ 17 การทำงานนี้จะมีการได้เปรียบเชิงกล

ก. 4 เท่า ข. 6 เท่า

ค. 8 เท่า ง. 10 เท่า

19. แม่แรงอันหนึ่งมีระยะเกลียว 10 เกลียวต่อนิ้ว ถ้าออกแรงพยายาม 50 ปอนด์ หมุนด้ามซึ่งยาว 7 นิ้ว จะยกวัตถุได้หนัก

ก. 500 ปอนด์ ข. 2,000 ปอนด์

ค. 2,200 ปอนด์ ง. 22,000 ปอนด์

20. จากข้อ 19 การทำงานในการหมุนแม่แรงจะได้เปรียบเชิงกล

ก. 110 เท่า ข. 220 เท่า

ค. 330 เท่า ง. 440 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

กระดาษคำตอบ

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ก | ข | ค | ง |
| 2. | ก | ข | ค | ง |
| 3. | ก | ข | ค | ง |
| 4. | ก | ข | ค | ง |
| 5. | ก | ข | ค | ง |
| 6. | ก | ข | ค | ง |
| 7. | ก | ข | ค | ง |
| 8. | ก | ข | ค | ง |
| 9. | ก | ข | ค | ง |
| 10. | ก | ข | ค | ง |
| 11. | ก | ข | ค | ง |
| 12. | ก | ข | ค | ง |
| 13. | ก | ข | ค | ง |
| 14. | ก | ข | ค | ง |
| 15. | ก | ข | ค | ง |
| 16. | ก | ข | ค | ง |
| 17. | ก | ข | ค | ง |
| 18. | ก | ข | ค | ง |
| 19. | ก | ข | ค | ง |
| 20. | ก | ข | ค | ง |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน

ชั้น.....เพศ.....อายุ.....ปี

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

| รายการ | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. ท่านชอบวิธีเรียนจากชุดการสอนนี้ | | | | | |
| 2. ชุดการสอนให้ความรู้แก่ท่าน | | | | | |
| 3. เรียนแบบนี้สนุกสนานบรรยากาศไม่เคร่งเครียด | | | | | |
| 4. ชุดการสอนลดภาระในการท่องจำ | | | | | |
| 5. ท่านอยากให้ครูสอนมากกว่าเรียนด้วยตนเอง | | | | | |
| 6. ท่านชอบการร่วมกิจกรรมกับเพื่อนมากกว่า การที่ต่างคนต่างเรียน | | | | | |
| 7. ชุดการสอนสามารถนำมาเรียนได้ด้วยตนเอง | | | | | |
| 8. ท่านอยากเรียนแบบนี้กับวิชาอื่น ๆ | | | | | |
| 9. ชุดการสอนช่วยประหยัดเวลาเรียน | | | | | |
| 10. การเรียนด้วยชุดการสอนนี้สามารถแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนได้ | | | | | |

ความรู้สึกอื่น ๆ ที่นักเรียนอยากเพิ่มเติม

---

---

ข้อเสนอแนะ---

---

---

# ภาคผนวก ค.

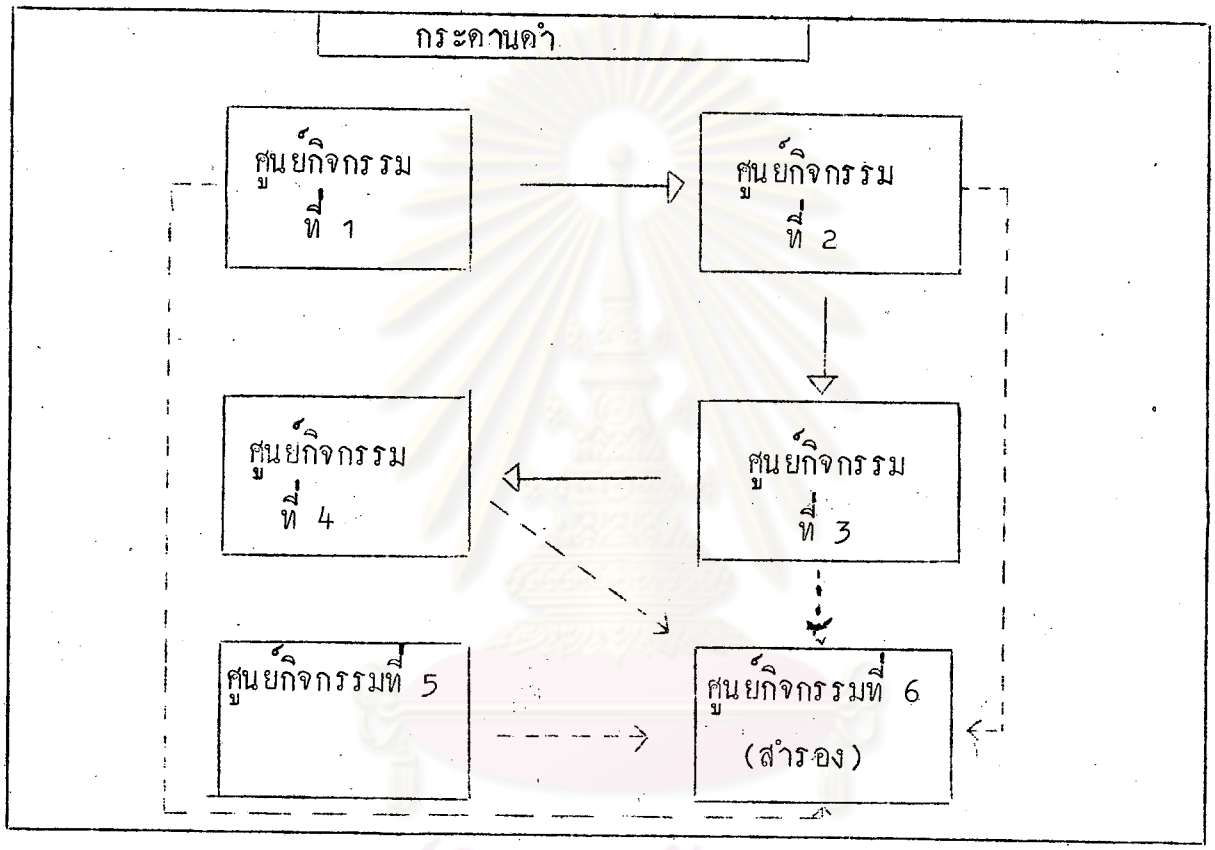
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# คู่มือครู
## คำชี้แจง

(เกี่ยวกับการสอนด้วยชุดการสอนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน)

1. ครูต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ซึ่งมิได้จัดไว้ในชุดการสอนนี้เป็นการล่วงหน้าตามรายการ "สิ่งที่ครูต้องเตรียม" ในหน้า 132
2. ครูต้องจัดเรียนตามแผนผังในหน้า 129
3. ครูต้องศึกษาเนื้อหาที่ต้องสอนโดยละเอียดพอควร และศึกษาชุดการสอนโดยรอบคอบ
4. ก่อนสอนครูต้องเตรียมชุดการสอนไว้บนโต๊ะประจำกลุ่มให้เรียบร้อย โดยให้ผู้เรียนได้รับ 1 ชิ้น หรือ 1 ชุด เว้นแต่สื่อการสอนที่ต้องใช้รวมกันในกลุ่ม
5. ก่อนสอนครูจะต้องให้นักเรียนทำข้อสอบก่อนการเรียนเสียก่อน
6. ดูข้อสอบหน้า 108–125
7. ก่อนการสอนถ้าเป็นการสอนครั้งแรก ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการสอนดังรายละเอียดในหน้า 130
8. การสอนให้แบ่งเป็น 3 ขั้นคือ
   - ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
   - ขั้นเข้าสู่กิจกรรม
   - ขั้นสรุปบทเรียน
9. ทันทีที่นักเรียนประกอบกิจกรรม ครูไม่ควรพูดเสียงดัง หากมีอะไรพูดเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคล ต้องไม่รบกวนกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ
10. ขณะที่นักเรียนประกอบกิจกรรมครูต้องเดินดูการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใกล้ชิด หากมีนักเรียนคนใดหรือกลุ่มใดมีปัญหา ครูต้องเข้าไปช่วยเหลือจนปัญหานั้นคลี่คลาย
11. หากมีนักเรียนคนใดทำงานช้าเกินไป ครูต้องดึงออกมาทำกิจกรรมพิเศษซึ่งเตรียมไว้สำหรับนักเรียนช้า
12. ถ้านักเรียนคนใดหรือกลุ่มใดทำงานได้เร็วเกินไป ครูก็ควรเตรียมกิจกรรมพิเศษไว้เผื่อด้วยทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

13. การเปลี่ยนกลุ่มจะทำได้เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว หรืออย่างน้อย 2 กลุ่ม เสร็จพร้อมกันอาจเปลี่ยนกันได้ การเปลี่ยนกลุ่มอาจทำโดยลำดับคือ 1 ไป 2 2 ไป3 3 ไป 4 4 ไป 5 ตามลำดับ :




ในกรณีที่กลุ่มต่อไปยังไม่เสร็จกิจกรรม กลุ่มที่เสร็จแล้วจะไปรออยู่ที่ "ศูนย์สำรอง" ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากศูนย์นี้ไปพลางก่อนจนกว่ากลุ่มนั้นเสร็จจึงย้ายไปที่ศูนย์นั้นต่อไป

14. ก่อนบอกให้เปลี่ยนกลุ่มครูจะต้องเน้นให้นักเรียนเก็บชุดการสอนของตนไว้ในสภาพเรียบร้อย ห้ามถือติดมือไปด้วย ยกเว้นกระดาษคำตอบของนักเรียนเองและขอให้เปลี่ยนกลุ่มอย่างช้า ๆ เป็นระเบียบเรียบร้อย

15. การสรุปบทเรียนควรจะเน้นกิจกรรมร่วมของทุกกลุ่มหรือตัวแทนของกลุ่มมารวมกัน

16. หลังจากการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำข้อสอบหลังการเรียน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับข้อสอบก่อนการเรียน

17. ในกรณีที่มีนักเรียนคนใดขาดการเรียนในหน่วยใดหน่วยหนึ่ง ให้นักเรียนเรียนเป็นราย

18. หลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาทุกกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ครูเก็บกระดาษคำตอบของนักเรียนไว้ในแฟ้มของนักเรียนแต่ละคน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความก้าวหน้าของผู้เรียน

<u>หมายเหตุ</u>

ก. กิจกรรมสำรองจะต้องเตรียมไว้ 2 ประเภท สำหรับนักเรียนที่เรียนช้า ซึ่งอาจจะออกมาในรูปของการสอนบทเรียนต่าง ๆ

ข. ครูจะต้องชี้ให้นักเรียนหยิ่งในเกียรติโดยไม่ลอกหรือแอบดูคำตอบในกรณีที่บทเรียนนั้นมีคำตอบเฉลยไว้

ค. สิ่งที่ครูต้องเตรียมต้องกำหนดให้ละเอียด โดยเฉพาะสิ่งที่มีไว้ในชุดการสอน

ง. บทบาทของผู้เรียน

ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงบทบาทของผู้เรียนดังต่อไปนี้

1. อ่านบัตรคำสั่งหรือคำแนะนำและปฏิบัติตามขั้นอย่างระมัดระวัง
2. พยายามตอบคำถามหรือออกิปรายอย่างสุดความสามารถ คำถามที่ปรากฏไว้ในชุดการสอนไม่ใช่ข้อสอบแต่เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้
3. นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติงาน อภิปรายอย่างจริงจังและไม่ชักชวนเพื่อน ชักใบให้เรือเสียไม่ออกนอกลู่นอกทาง
4. เวลาเปลี่ยนกลุ่มขอให้จัดบัตรคำสั่งและสื่อการสอนอย่างอื่น ๆ ให้เรียบร้อย พร้อมที่นักเรียนกลุ่มอื่นจะมาทำได้ทันที ถ้าหากมีอะไรชำรุดเสียหายต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อลุกจากศูนย์กิจกรรมต้องจัดเก้าอี้ให้เรียบร้อย และเปลี่ยนไปยังอีกกลุ่มหนึ่งด้วยความเป็นระเบียบ
6. นักเรียนต้องใช้ชุดการสอนอย่างระมัดระวัง
7. เนื่องจากการทำกิจกรรมแต่ละกลุ่มมีเวลาจำกัด และต้องเปลี่ยนไปทำกลุ่มอื่นอีกนักเรียนจะต้องตั้งใจทำให้เสร็จอย่างรวดเร็ว

ค. การจัดห้องเรียน

ต้องแสดงแผนผังการจัดห้องเรียน การติดตั้งอุปกรณ์ประเภทสื่อการสอนต่าง ๆ ไว้ด้วย

ฉ. แผน การสอน ดูในหน้า 133-153

ช. ข้อสอบก่อนและหลังการเรียน ดูในหน้า 108-125

ซ. กระดาษคำตอบสำหรับนักเรียนต้องมีให้ครบจำนวนนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ชุดการสอนตามจำนวนกลุ่มนักเรียน
2. ข้อสอบก่อนและหลังการเรียน เท่ากับจำนวนนักเรียน
3. กระดาษคำตอบข้อทดสอบ จำนวน 2 เท่าของจำนวนนักเรียน
4. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม
5. จัดโต๊ะศูนย์การเรียนไว้ 6 ศูนย์ (โดยให้ศูนย์ที่ 6 เป็นศูนย์สำรองเพื่อศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากที่มีในศูนย์อื่น สำหรับคนหรือกลุ่มที่เรียนเร็ว)
6. กระดาษจดบันทึกช่วยความจำ (เผื่อนักเรียนต้องการ)
7. กระดาษตอบแบบฝึกหัดประจำศูนย์ ตามจำนวนนักเรียน
8. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่มเท่ากับจำนวนนักเรียน
9. ป้ายประจำศูนย์ 6 ป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอน

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยที่ 1 การทำงานของเครื่องกล

มโนทัศน์

1. เครื่องกลเป็นเครื่องมือช่วยในการทำงานให้ง่ายและสะดวกรวดเร็วขึ้น ผ่อนแรงขึ้น และได้เรียบร้อยขึ้น
2. เราใช้เครื่องกลทำงานแตกต่างกันตามจุดประสงค์ของเรา
3. เครื่องกลหลักหรือเครื่องกลอย่างง่ายมี 6 ชนิด คือ คาน ล้อ และเพลา รอก ลิ่ม พื้นเอียง และสกรู
4. สิ่งที่สามารถทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้เรียกว่าแรง
5. แรงมีทั้งขนาดและทิศทาง
6. หน่วยของแรงที่นิยมใช้มี 3 ระบบ
7. งานจะเกิดขึ้นได้จะต้องประกอบด้วย แรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะทางที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่
8. หน่วยของงานคือหน่วยของแรงคูณด้วยหน่วยของระยะทาง
9. เครื่องกลทุกชนิดย่อมมีความฝืดหรือแรงเสียดทาน ต้านทาน การเคลื่อนที่
10. กำลังคือ อัตราส่วนของงานในหนึ่งหน่วยเวลา
11. กำลังม้าเป็นหน่วยของกำลังในระบบอังกฤษ 1 กำลังม้าจะเท่ากับงานที่ทำได้ 550 ฟุต-ปอนด์/วินาที
12. การได้เปรียบเชิงกลได้จากอัตราส่วนของแรงความต้านทานต่อแรงความพยายาม

13. ประสิทธิภาพของเครื่องกลเป็นอัตราส่วนของงานที่ได้จากเครื่องกลต่องานที่ให้แก่เครื่องกลนิยมคิดเป็นเปอร์เซนต์

14. กังหันไอน้ำเป็นเครื่องกลอาศัยการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของเครื่องกล การทำงานของเครื่องกล

2. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และความเข้าใจความหมายและการคำนวณเกี่ยวกับแรง กำลัง กำลังม้า การได้เปรียบเชิงกล ประสิทธิภาพของเครื่องกล

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของเครื่องกลได้ถูกต้อง

2. นักเรียนสามารถบอกชื่อของเครื่องกลอย่างง่ายได้ทั้ง 6 ชนิด

3. นักเรียนสามารถบอกคุณสมบัติของแรงได้ถูกต้องทุกประการ

4. นักเรียนสามารถบอก การเกิดงานได้ และสามารถคำนวณเรื่องงานได้

5. นักเรียนสามารถบอกความหมายของแรงเสียดทานได้

6. นักเรียนสามารถบอกความหมายของกำลัง และกำลังม้าได้

7. นักเรียนสามารถคำนวณเรื่องกำลัง และกำลังม้าได้

8. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของเครื่องกลได้

9. นักเรียนสามารถคำนวณการได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของเครื่องกลได้

การดำเนินการสอน

1. <u>ขั้นนำ</u> อธิบายการเรียนจากชุดการสอน การเรียนแบบเรียนแบบโปรแกรม และอภิปรายถึงเครื่องกลต่าง ๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| 1 | (รวมชั้น)<br>1. ความหมายของเครื่องกล<br>2. เครื่องกลอย่างง่ายและชนิดของเครื่องกลอย่างง่าย | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>- บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "เครื่องกลคืออะไร?" 6 ชุด | 1. ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "เครื่องกลคืออะไร?"<br>2. สรุปผลการศึกษาเนื้อหาในข้อที่ 1 และคำตอบในบทเรียน | 1. การตอบในบทเรียนแบบโปรแกรม<br>2. สรุปผลของนักเรียนหลังเรียน |
| 2 | 1. ความหมายของแรง<br>2. ลักษณะของแรง<br>3. หน่วยของแรง | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>-บัตรคำสั่ง<br>-แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>-แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องแรง<br>3. อภิปรายภายในกลุ่ม<br>4. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด | ผลจากการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน |
| 3 | 1. ความหมายของงาน<br>2. หน่วยของงาน<br>3. การคำนวณเรื่องงาน<br>4. แรงเสียดทานของวัตถุ | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นภาพประกอบ 6 ชุด<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องงานและแรงเสียดทาน<br>3. ดูแผ่นภาพประกอบ | 1. ผลจากการทำแบบฝึกหัด<br>2. ผลจากการทดลอง |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| | | - แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัดและการทดลองเรื่องแรงเสียดทาน 6 ชุด | 4. ทำการทดลองเรื่องแรงเสียดทาน<br>5. อภิปรายภายในกลุ่ม<br>6. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด | |
| 4 | 1. ความหมายของกำลังและกำลังม้า<br>2. หน่วยของกำลังม้า<br>3. การคำนวณเกี่ยวกับกำลังและกำลังม้า | 2 ขั้นประกอบกิจกรรม<br>บัตรคำสั่ง<br>แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหา<br>3. อภิปรายภายในกลุ่ม<br>4. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด | 1. ผลจากการทำแบบฝึกหัด |
| 5. | 1. ความหมายของการได้เปรียบเชิงกลและการคำนวณ<br>2. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องกลและการคำนวณ | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>-บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง การได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของเครื่องกล | 1. ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนแบบโปรแกรม<br>2. ตอบหรือเติมข้อความในบทเรียนแบบโปรแกรม<br>3. แบบฝึกหัดภายหลังเรียนบทเรียน | 1. ผลการตอบหรือเติมข้อความในบทเรียนแบบโปรแกรม |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| 6 (สำรอง) | 1. เครื่องกลจักรแบบกังหันไอน้ำ (ความหมาย)<br>2. หลักการของกลจักรแบบกังหันไอน้ำ | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรม การทดลอง 2 ชุด<br>- แผ่นคำตอบสรุปผลการทดลอง 2 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหา<br>3. ทำกิจกรรมการทดลองเพื่อศึกษาหลักการของกังหันไอน้ำ<br>4. สรุปผลที่ได้จากการทดลอง | ผลสรุปจากการทดลอง |

3. ขั้นสรุป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการศึกษาเรื่องการทำงานของเครื่องกล

4. การประเมินผล ประเมินผลจาก

4.1 จากผลงานของนักเรียนที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง

4.2 แบบฝึกหัดของนักเรียน

4.3 การทดสอบภายหลังการเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**แผนการสอน**

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยที่ 2 เครื่องกลประเภทใช้หลักของคาน

มโนทัศน์

1. คานเป็นเครื่องกลที่ช่วยในการทำงานให้สะดวกขึ้น มี 3 แบบ หรืออันดับคือ
   1.1 จุดหมุนของคานอยู่ระหว่างแรงความต้านทานและแรงความพยายาม
   1.2 แรงความต้านทานอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงความพยายาม
   1.3 แรงความพยายามอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงความต้านทาน
2. การผ่อนแรงของคานขึ้นอยู่กับตำแหน่งของจุดหมุนจากแรงความต้านทานหรือระยะจากแรงความพยายาม
3. หลักของคานได้จากหลักความถาวรของพลังงาน กล่าวคือ งานที่ให้แก่คาน = งานที่ได้จากคาน เมื่อไม่คิดแรงเสียดทาน
4. ถ้าเครื่องกลมีแรงเสียดทานแล้วงานที่ได้จากเครื่องกลจะน้อยกว่างานที่ให้แก่เครื่องกล
5. อัตราส่วนของแรงความต้านทานและแรงความพยายามคือการได้เปรียบเชิงกลของคาน (ตามปกติ) หรืออัตราส่วนระยะจากแรงพยายามถึงจุดหมุนกับระยะทางการเคลื่อนที่ของแรงความพยายามกับระยะทางการเคลื่อนที่ของแรงความต้านทาน (ทางทฤษฎี)
6. ล้อและเพลาช่วยให้ทำงานได้สะดวกและผ่อนแรง
7. แรงกล แรงน้ำ แรงไอน้ำ ฯลฯ ช่วยให้ล้อและเพลาทำงานได้
8. หลักของล้อและเพลาคือหลักความถาวรของพลังงานคืองานที่ให้แก่ล้อ = งานที่ได้จากเพลา
9. การได้เปรียบเชิงกลของล้อและเพลาขึ้นอยู่กับรัศมีของล้อและเพลาและการได้เปรียบเชิงกลของล้อและเพลาได้จากอัตราส่วนรัศมีของล้อกับรัศมีของเพลา

10. รอกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ทำงานสะดวก
11. รอกเดี่ยวตายตัวจะไม่ผ่อนแรงแต่จะช่วยให้ทำงานได้สะดวก ส่วนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่จะผ่อนแรงในการทำงาน
12. รอกพวงคือรอกเดี่ยวหลาย ๆ ตัวมาประกอบใช้รวมกันมี 3 ระบบที่นิยมใช้คือระบบที่ 2

<u>วัตถุประสงค์ทั่วไป</u>

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของคาน หลักการของคาน
2. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องกลที่ใช้หลักของคาน
3. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหลักการคำนวณเกี่ยวกับเครื่องกลที่ใช้หลักของคาน

<u>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

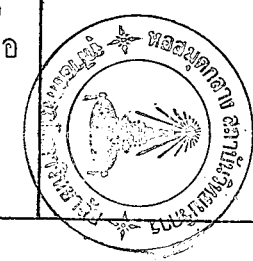
1. นักเรียนสามารถบอกแบบหรืออันดับของคานได้
2. นักเรียนสามารถบอกหลักการของคานและคำนวณได้ถูกต้อง
3. นักเรียนสามารถหาการได้เปรียบเชิงกลของคานได้
4. นักเรียนสามารถบอกหลักการของล้อและเพลาได้และคำนวณได้ถูกต้อง
6. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการของรอกเดี่ยว และรอกพวงได้
7. นักเรียนสามารถคำนวณเรื่องรอกเดี่ยวได้

<u>การดำเนินการสอน</u>

1. <u>ขั้นนำ</u> อภิปรายเรื่องคาน ซึ่งเป็นเครื่องกลที่มนุษย์รู้จักใช้ ชนิดแรกและเครื่องกลที่ใช้หลักของคาน ซึ่งได้แก่ล้อและเพลารอก

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| 1. | (รวมชั้น)<br>1. ความหมายของคาน<br>2. แบบของคาน | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- ภาพแบบต่าง ๆ ของคาน 3 แผ่น<br>- แผ่นกิจกรรมการทดลอง 2 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องคานดูแผ่นภาพประกอบ<br>3. อภิปรายภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำในแผ่นกิจกรรมการทดลอง<br>5. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด | 1. ผลจากการปฏิบัติการทดลอง<br>2. ผลจากการทำแบบฝึกหัด |
| 2 | 1. หลักการของคาน<br>2. การได้เปรียบเชิงกลของคาน<br>3. การคำนวณเรื่องคาน | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นแบบฝึกหัด 2 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องหลักการของคาน<br>3. อภิปรายภายในกลุ่ม<br>4. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นแบบฝึกหัด 2 คนต่อ 1 ชุด | แบบฝึกหัดจากแผ่นแบบฝึกหัด |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 1. ล้อและเพลา (ความหมาย)<br>2. การทำงานของล้อและเพลา | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นภาพของล้อ และเพลา 2 แผ่น<br>- แผ่นกิจกรรมการทดลอง 2 ชุด<br>- แผ่นสรุปผลการทดลอง 2 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องล้อและเพลาพร้อมกับดูภาพประกอบ<br>3. อภิปรายภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำในกิจกรรมการทดลอง<br>5. เขียนสรุปผลการทดลอง | 1. ผลจากการปฏิบัติการทดลอง<br>2. ผลการสรุปผลการทดลอง |
| 4 | 1. หลักการของล้อและเพลา<br>2. การได้เปรียบเชิงกลของล้อและเพลา<br>3. การคำนวณเรื่องล้อและเพลา | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นภาพของล้อ และ เพลา 2 แผ่น<br>- แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องหลักของล้อและเพลา<br>3. อภิปรายภายในกลุ่ม<br>4. ทำกิจกรรมแบบฝึกหัดในแผ่นแบบฝึกหัด | ผลการทำแบบฝึกหัด |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 1.รอก(ความหมาย)<br>2.ชนิดของรอก<br>2.1 รอกเดี่ยว<br>2.2 รอกพวง | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรมการทดลอง 3 คนต่อ 1แผ่น<br>- แผ่นสรุปผลการทดลอง | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหา<br>3. อภิปรายเรื่องรอกภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามแผ่นกิจกรรมการทดลอง<br>5. สรุปผลการทดลองลงในแผ่นสรุปผลการทดลอง | 1. ผลจากการปฏิบัติการทดลอง<br>2. ผลสรุปการปฏิบัติการทดลอง |
| 6 (สำรอง) | 1. การทำงานของปั้นจั่น | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- บัตรเนื้อหา 6 ชุด<br>- บัตรกิจกรรม 1 ชุด<br>- หุ่นจำลองของปั้นจั่น<br>- แผนสรุปกิจกรรมการศึกษาหุ่นจำลอง | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาเรื่องปั้นจั่นในแผ่นเนื้อหา<br>3. อภิปรายเรื่องปั้นจั่นภายในกลุ่ม<br>4. ศึกษาหุ่นจำลองถึงการทำงานของปั้นจั่น<br>5. สรุปการศึกษาหุ่นจำลอง | ผลการสรุปเมื่อศึกษาหุ่นจำลอง |

3. ขั้นสรุป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการศึกษาเรื่อง เครื่องกลที่ใช้หลักของคาน

4. การประเมินผล ประเมินผลจาก 4.1 ผลงานของนักเรียนที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง 4.2 แบบฝึกหัดของนักเรียน 4.3 การทดสอบภายหลังเรียน

แผนการสอน

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยที่ 3 โมเมนต์ของแรง

มโนทัศน์

1. ผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางตั้งฉากจากแนวแรงไปยังจุดหมุนเรียกว่า โมเมนต์ของแรง
2. ทิศทางของแรงจะมีลักษณะตามแนวที่แรงนั้นกระทำต่อวัตถุ
3. หน่วยของโมเมนต์คือหน่วยของงาน
4. ชนิดของโมเมนต์มี โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา และโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา
5. เมื่อคานหรือวัตถุอยู่ในสมดุลย์จะได้ผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา เท่ากับผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา
6. เมื่อคานสมดุลย์ แรงปฏิกริยาจะเท่ากับแรงกริยา
7. ตาชั่งอาศัยหลักของโมเมนต์คือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของโมเมนต์ของแรงชนิดของโมเมนต์
2. เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการคำนวณโมเมนต์ของแรง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของโมเมนต์ของแรงได้
2. นักเรียนสามารถบอกชนิดของโมเมนต์ได้
3. นักเรียนสามารถบอกหน่วยของโมเมนต์ได้
4. นักเรียนสามารถใช้กฎของโมเมนต์ในการคำนวณได้

การดำเนินการสอน

ขั้นนำ อภิปรายถึงโมเมนต์ของแรงโดยนำเอาไม้บรรทัดถ่วงให้เกิดการหมุน โดยถ่วงน้ำหนักที่ระยะต่าง ๆ จากจุดหมุน

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| 1. | (รวมชั้น)<br>1. โมเมนต์ของแรง (ความหมาย)<br>2. ทิศทางของแรงกระทำ<br>3. หน่วยของโมเมนต์ของแรง | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรม 2 ชุด<br>- ไม้บรรทัด 4 อัน<br>- คลิปเหล็ก 1 กล่อง<br>- แผ่นกิจกรรม สรุปกิจกรรม การทดลอง 2 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาแผ่นเนื้อหา เรื่อง โมเมนต์ของแรง<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง<br>5. อภิปรายผลการทดลองรายกลุ่ม<br>6. สรุปผลการทดลองของแต่ละกลุ่มย่อย | 1. ผลจากการปฏิบัติการทดลอง<br>2. ผลจากการสรุปผลการทดลอง |
| 2. | 1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา<br>2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- ไม้บรรทัด 4 อัน<br>- แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาแผ่นเนื้อหา เรื่อง ชนิดของโมเมนต์ของแรง<br>3. อภิปรายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง | 1. ผลการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบฝึกหัดของนักเรียน |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| | | | 5. อภิปรายภายในกลุ่ม<br>6. ทำแบบฝึกหัดในแผนกิจกรรมแบบฝึกหัด | |
| 3 | 1. กฎของโมเมนต์ของแรง | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรม การทดลอง 2 ชุด<br>- ไม้บรรทัด 4 อัน<br>- คลิบเหล็ก 1 กล่อง<br>- แผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง 2 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องกฎของโมเมนต์<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง<br>5. อภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม<br>6. สรุปผลการทดลองในแผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง | 1. ผลจากการปฏิบัติการทดลอง<br>2. ผลสรุปการทดลอง |
| 4 | 1. สมดุลย์ของคาน | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องสมดุลย์ของคาน | 1. ผลจากการปฏิบัติการทดลอง |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| | | - แผ่นกิจกรรมการทดลอง 2 ชุด<br>- แผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง 2 ชุด<br>- | 3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง<br>5. อภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม<br>6. ทำกิจกรรมในแผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง | |
| 5 | 1. การคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรง | 2. ชั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาแผ่นเนื้อหา เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรง<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด | 1. แบบฝึกหัดของนักเรียน |
| 6 | 1. การทำงานของตาชั่ง | 2. บัตรประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 8 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรมการทดลอง | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาเรื่องตาชั่ง<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองทำตาชั่งตามคำแนะกิจกรรมแบบฝึกหัด | 1. ผลงานจากการทดลอง<br>2. แผ่นสรุปการทำการทดลอง |

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| | | - แผ่นกระดาษแข็งขนาดต่าง ๆ 10 แผ่น<br>- แผ่นกิจกรรมสรุป 2 ชุด | 5. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองในแผ่นสรุป | |

3. ขั้นสรุป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปราย ผลการศึกษาเรื่องโมเมนต์ของแรง

4. การประเมินผล 1. ผลงานจากการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

2. แบบฝึกหัดของนักเรียน

3. แบบทดสอบหลังเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอน

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยที่ 4 เครื่องกลประเภทใช้หลักของพื้นเอียง

มโนทัศน์

1. พื้นเอียงสามารถช่วยให้ผ่อนแรงในการทำงานได้
2. พื้นเอียงยิ่งลาดเท่าใดจะช่วยให้ผ่อนแรงในการทำงานมากยิ่งขึ้น
3. หลักของพื้นเอียง เป็นหลักความถาวรของพลังงาน เมื่อไม่คิดแรงเสียดทานคือ งานที่ให้แก่พื้นเอียง เท่ากับงานที่ได้รับจากพื้นเอียง
4. อัตราส่วนของความยาวของพื้นเอียง กับความสูงของพื้นเอียง คือการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียง
5. ลิ่มเป็นพื้นเอียงที่เคลื่อนที่ได้ช่วยผ่อนแรงในการทำงาน
6. ลิ่มจะช่วยผ่อนแรงได้มากถ้าลิ่มมีความยาวมากและมีความกว้างน้อย
7. อัตราส่วนของความยาวกับความกว้างของลิ่มคือการได้เปรียบเชิงกลของลิ่ม
8. หลักของลิ่มเป็นหลักความถาวรของพลังงานคืองานที่ให้แก่ลิ่มจะเท่ากับงานที่ได้จากลิ่ม (เมื่อไม่คิดแรงเสียดทาน)
9. พื้นเอียงอย่างกลมที่เคลื่อนที่ได้เรียกว่าสกรู
10. เมื่อหมุนคานไปได้ 1 รอบ ระยะเกลียวของสกรูจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 1 ช่วงเกลียว
11. หลักของสกรูเป็นหลักความถาวรของพลังงาน คือ งานที่ให้แก่สกรูจะเท่ากับงานที่ได้จากสกรู (เมื่อไม่คิดแรงเสียดทาน)
12. เครื่องกลเชิงประกอบเป็นเครื่องกลที่ซับซ้อนประกอบด้วยเครื่องกลหลักอย่างง่าย 6 ชนิด

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องกลที่ใช้หลักของพื้นเอียง
2. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหลักการคำนวณ เครื่องกลที่ใช้หลักของคาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกหลักการใช้พื้นเอียงได้
2. นักเรียนสามารถบอกหลักการและคำนวณเกี่ยวกับพื้นเอียงได้
3. นักเรียนสามารถคำนวณหา การได้เปรียบเชิงกลได้
4. นักเรียนสามารถบอกหลักการใช้ลิ่มได้
5. นักเรียนสามารถบอกหลักการและคำนวณเกี่ยวกับลิ่มได้
6. นักเรียนสามารถคำนวณหาการได้เปรียบเชิงกลของลิ่มได้
7. นักเรียนสามารถบอกหลักการใช้สกรูและคำนวณเกี่ยวกับสกรูได้
8. นักเรียนสามารถคำนวณหาการได้เปรียบเชิงกลของสกรูได้

การดำเนินการสอน

1. อภิปรายถึงการทำงานเพื่อขนวัตถุที่ต่ำไปยังที่สูง โดยใช้พื้นเอียง และเครื่องกลต่าง ๆ ที่ใช้หลักของพื้นเอียง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| 1 | (รวมชั้น)<br>1. พื้นเอียง (ความหมาย) | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรมการทดลอง 2 ชุด<br>- แผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง 2 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องพื้นเอียง<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรม<br>5. อภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม<br>6. สรุปผลการทดลองในกลุ่มกิจกรรมทดลอง | 1. ผลจากการปฏิบัติการทดลอง<br>2. ผลสรุปในแผ่นกิจกรรมการทดลอง |
| 2 | 1. หลักการทำงานของพื้นเอียง<br>2. การคำนวณเกี่ยวกับพื้นเอียง | 2. ขั้นประกอบกิจกรรม<br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องหลักของพื้นเอียง<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. คำนวณหาคำใส่ในช่องว่างของแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด | ผลการทำแบบฝึกหัด |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์ที่ | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 1. ลิ่ม (ความหมาย)<br>2. หลักการของลิ่ม<br>3. การคำนวณเกี่ยวกับลิ่ม | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรม แบบฝึกหัด 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องลิ่ม และหลักการของลิ่ม<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. คำนวณหาค่าใส่ในกิจกรรมแบบฝึกหัด | ผลการทำแบบฝึกหัด |
| 4 | 1. สกรู (ความหมาย) | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นกิจกรรมการทดลอง<br>- ตัวอย่างสกรูแบบต่าง ๆ<br>- แผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่องสกรู<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง<br>5. สรุปผลการทดลองในแผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง | 1. ผลการปฏิบัติการทดลอง<br>2. ผลสรุปจากการทดลอง |
| 5 | 1. หลักการของสกรู<br>2. การคนวณเกี่ยวกับเรื่องสกรู | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อเรื่องหลักการของสกรู | 1. ผลการปฏิบัติการทดลอง<br>2. ผลสรุปในแผ่น |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ศูนย์วิทยทรัพยากร | เนื้อหา | สื่อการสอน | กิจกรรมนักเรียน | การประเมินผล |
|---|---|---|---|---|
| | | - แผ่นกิจกรรมการทดลอง 4 ชุด<br>- เชือกยาว 1 ฟุต 6 เส้น<br>- นอตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร 6 ตัว<br>- แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 6 ชุด | 3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำในแผ่นกิจกรรมการทดลอง<br>5. สรุปผลการทดลองและทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด | แบบฝึกหัด<br>3. แบบฝึกหัด |
| 6<br>สำรอง) | 1. เครื่องกลเชิงประกอบ | 2. <u>ขั้นประกอบกิจกรรม</u><br>- บัตรคำสั่ง<br>- แผ่นเนื้อหา 6 ชุด<br>- แผ่นภาพเครื่องกลเชิงประกอบ 6 แผ่น<br>- แผ่นสรุปการศึกษา 6 ชุด | 1. อ่านบัตรคำสั่ง<br>2. ศึกษาเนื้อหาในแผ่นเนื้อหาเรื่อง เครื่องกลเชิงประกอบ พร้อมกับดูภาพ เครื่องกลเชิงประกอบด้วย<br>3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม<br>4. สรุปผลการศึกษาในกระดาษคำตอบ | ผลการสรุปการศึกษาในกระดาษคำตอบ |

3. <u>ขั้นสรุป</u> ให้นักเรียนสรุปการศึกษาเรื่อง เครื่องกลที่ใช้หลักของพื้นเอียง

4. <u>การประเมินผล</u> 1. ผลงานจากการทดลอง 2. ผลสรุปการทดลอง
3. แบบฝึกหัด 4. แบบทดสอบหลังเรียนบทเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ง.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# หน่วยที่ 1 การทำงานของเครื่องกล

## ศูนย์ที่ 1

## คำแนะนำ

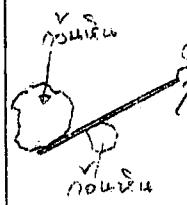
1. บทเรียนนี้เป็นบทเรียนสำเร็จรูปเรื่อง " เครื่องกลคืออะไร ?"
2. นักเรียนต้องอ่านข้อความไปตามลำดับข้อ ทีละข้อ ห้ามข้ามข้อเป็นอันขาด
3. เมื่อทำข้อหนึ่ง ๆ เสร็จให้ทำข้อต่อไป บางข้อจะมีช่องว่างให้นักเรียนเติมคำในช่องว่างนั้น ๆ ให้สมบูรณ์ แล้วตรวจคำตอบของนักเรียนในลำดับขั้นต่อไป
4. ห้าม เปิดดูคำตอบก่อน
5. เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนจะต้องเขียนบอกความหมายของเครื่องกลได้ครบทุกประการ

ชื่อ.....กลุ่ม.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "เครื่องกลคืออะไร ?"

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 1 | การก่อสร้างสิ่งใหญ่ ๆ ในสมัยโบราณเช่นปิรามิดในประเทศอียิปต์ กำแพงเมืองจีน ซึ่งในสมัยนั้นยังไม่มีเครื่องมืออันทันสมัยเช่นในปัจจุบันโดยใช้ "แรงงานคน" และ "แรงงานสัตว์" ในการก่อสร้างเป็นจำนวนมากมาย | |
| 2 | ประสาทหินพิมาย ที่จังหวัดนครราชสีมาเป็นสิ่งที่เป็นโบราณวัตถุที่ใหญ่โตก็สร้างโดยใช้.....และ ..... | |
| 3 | เป็นเวลานานที่เดียวที่คนสมัยก่อนใช้ "แรงงานคน" เป็นส่วนใหญ่ซึ่งต่อมาก็รู้จักใช้ แรงลม และแรงน้ำ โดยอาศัยเครื่องมือบางชนิดเข้าช่วย เครื่องมือเหล่านี้ในปัจจุบันเราจัดเข้าเป็น "เครื่องกลสามัญอย่างง่าย" | แรงงานคน<br>แรงงานสัตว์ |
| 4 | เครื่องกลชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักใช้กันก่อนชนิดอื่น คือ"คาน" หรือที่เรียกกันว่า "คานดีดคานงัด" ในสมัยก่อนมนุษย์ใช้"คาน" ในการป้องกันตัว ใช้ล่าสัตว์ ต่อมามนุษย์ได้ดัดแปลง"คาน" ไปใช้ประโยชน์ตามความต้องการเช่น เสี้ยมปลายให้แหลมใช้เป็นอาวุธ ทำเป็นสิ่ม จากสิ่มก็ดัดแปลงเป็นมีด และเข็มเย็บผ้า | |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 5 | นอกจากคานซึ่งเป็นเครื่องกลชนิดแรกที่ใช้เป็นประโยชน์แล้ว มีหลักฐานว่า มนุษย์รู้จักใช้ "ล้อ" และ "พื้นลาดชัน-เอียง" ในการก่อสร้าง เช่น การสร้างปิรามิดในอียิปต์ ในการลำเลียงหินต่าง ๆ | |
| 6 |  จากรูปด้านซ้ายมือชายคนนั้นใช้ไม้แข็งงัดก้อนหินเราจัดไม้แข็งเป็น.....<br>ซึ่งเรียกชื่อว่า..... | |
| 7 | มนุษย์รู้จักใช้เครื่องกลชนิดแรกคือ.....<br>ซึ่งจัดเป็น..... | เครื่องกลอย่างง่าย<br>คาน |
| 8 | เข็มเย็บผ้า และมีดเป็น "เครื่องกลอย่างง่าย" ที่เรียกว่า "ลิ่ม" ดังนั้น สิ่ว ขวาน และตะปู ก็จัดเป็น<br>.....ที่เรียกว่า..... | คาน<br>เครื่องกลอย่างง่าย |
| 9 | รถเข็นของมีล้อช่วยในการเคลื่อนที่ได้สะดวกในการลำเลียงของ เกวียน และจักรยานสามล้อ ก็มี.....<br>ช่วยให้เคลื่อนที่ได้สะดวก ซึ่งจัดเป็นพวก..... | เครื่องกลอย่างง่าย<br>ลิ่ม<br>ด้วย |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 10 | การขนถังน้ำมันขึ้นบนรถยนต์เราใช้แผ่นกระดานพาดระหว่างตัวรถยนต์กับพื้นดินแล้วกลิ้งถังน้ำมันขึ้นได้สะดวกเป็นวิธีใช้ "พื้นลาด พื้นเอียง" อย่างหนึ่ง ดังนั้นการทำถนนวนรอบที่สูงเพื่อให้รถยนต์ขึ้นไปยังที่สูงได้ก็จัดเป็น.....ด้วย | ล้อ เครื่องกลอย่างง่าย |
| 11 | การทำบรรไดบ้านให้มีลักษณะเอียงและเป็นขั้น ๆ ก็เป็นการใช้.....อีกแบบหนึ่งด้วย | พื้นลาดพื้นเอียง |
| 12 | เครื่องกลคือเครื่องมือที่ช่วยในการทำงานโดย<br>ก. ช่วยผ่อนแรง คือ ออกแรงน้อย แต่สามารถยกหรือเคลื่อนน้ำหนักได้มาก เช่น คันถอนตะปู ระแลง ฯลฯ<br>ข. ช่วยให้ทำงานได้เร็วขึ้น เช่น การใช้ไม้กวาดที่กวาดพื้น กรรไกรตัดหญ้า ฯลฯ<br>ค. ช่วยเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ทำให้ทำงานสะดวก เช่น จักรยาน รอกที่ติดเสาธง เครื่องยนต์ตัดหญ้า ฯลฯ<br>ง. ช่วยให้ทำงานได้สม่ำเสมอหรือได้สัดส่วนแน่นอนกว่าทำด้วยมือ เช่น จักรเย็บผ้า เครื่องผสมคอนกรีตฯลฯ<br>จ. ช่วยทำงานบางอย่างที่ใช้มือโดยตรงไม่ได้ หรือไม่สะดวก เช่น คีมคีบถ่าน มีด ฯลฯ | พื้นลาดพื้นเอียง |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 13 | เครื่องกลแบ่งออกได้สองประเภทคือ<br>ประเภทที่ 1 คือ เครื่องมือที่ช่วยในการผ่อนแรงหรือทำงานได้เร็วขึ้น หรือทำงานได้สะดวกขึ้น ซึ่งเราเรียกว่าเป็น "เครื่องกลอย่างง่าย" มี 6 ชนิดคือ คาน พื้นลาดพื้นเอียง ลิ่ม สกรู ล้อและเพลา รอก ซึ่งเป็นเครื่องกลหลักของเครื่องกลที่ซับซ้อน<br>ประเภทที่ 2 คือ เครื่องมือที่ช่วยในการทำงานโดยเปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งให้เป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง เช่น ไดนาโม เปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า กลจักรไอน้ำเปลี่ยนจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล เครื่องกลประเภทนี้จะมีเครื่องกลอย่างง่าย 6 ชนิดที่กล่าวในประเภทที่หนึ่งเป็นหลัก | |
| 14 | เครื่องมือที่ช่วยในการผ่อนแรง หรือช่วยให้ทำงานสะดวกขึ้นเราเรียกว่า.....คีมคีบน้ำแข็งจัดเป็น.....ชนิดหนึ่ง เพราะช่วยให้การทำงาน.....<br>..... | |
| 15 | เครื่องผสมอาหารสัตว์จัดเป็น.....<br>เพราะช่วยให้.....จักรยานสามล้อก็จัดเป็น.....ชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เพราะช่วยให้..... | เครื่องกล<br>เครื่องกล<br>สะดวกขึ้น |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 16 | เครื่องกลที่ใช้เป็นหลักของเครื่องกลที่ซับซ้อนเรียกว่า .....มีอยู่.....ได้แก่ ..... ..... | เครื่องกล สะดวกและสม่ำเสมอ ได้สัดส่วนแน่นอน เครื่องกล เปลี่ยนทิศทาง และทำงานได้สะดวก |
| 17 | มอเตอร์จะประกอบด้วยเครื่องกลหลัก 6 ชนิด ที่เราเรียกรวมกันว่า.....เช่นเดียวกันกับรถแทรกเตอร์ก็จะประกอบด้วย.....เป็นหลักด้วย | เครื่องกลอย่างง่าย 6 ชนิด คาน พื้นลาดพื้นเอียง ลิ่ม สกรู ล้อ และเพลารอก |
| 18 | มอเตอร์เป็นเครื่องกลที่เปลี่ยนพลังงานจาก..... เป็น.....ซึ่งจะต้องประกอบด้วย .....เป็นหลัก | เครื่องกลอย่างง่าย เครื่องกลอย่างง่าย |
| 19 | เราสามารถเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องกลที่ซับซ้อนโดยอาศัยหลักของเครื่องกลอย่างง่าย 6 ชนิดคือ ..... ..... | พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล เครื่องกลอย่างง่าย |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 20 | เครื่องกลคือเครื่องมือที่ช่วยในการทำงานโดย<br>ก. .....<br>ข. .....<br>ค. .....<br>ง. .....<br>จ. ..... | คาน<br>พื้นเอียง<br>ล้อและเพลา<br>ลิ่ม<br>สกรู<br>รอก |
| | | ช่วยผ่อนแรง<br>ช่วยทำงานรวดเร็ว<br>ช่วยเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่<br>ช่วยทำงานได้สม่ำเสมอหรือได้สัดส่วน<br>ช่วยทำงานบางอย่างที่ใช้มือทำงานโดยตรงไม่ได้ |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# แผนกิจกรรมสรุป
## ศูนย์ที่ 1

เครื่องกลหมายถึง.....

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 2)

## เรื่อง แรง

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. อ่านเนื้อเรื่องในแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. รับแผ่นกิจกรรมคนละ 1 ชุด
4. ปฏิบัติกิจกรรมตามคำแนะนำในแผ่นกิจกรรม
5. อภิปรายร่วมกลุ่มถึง ขนาดและทิศทางของแรง ในการเขียนแผนภาพทางวิทยาศาสตร์ และหน่วยของแรง
6. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 2

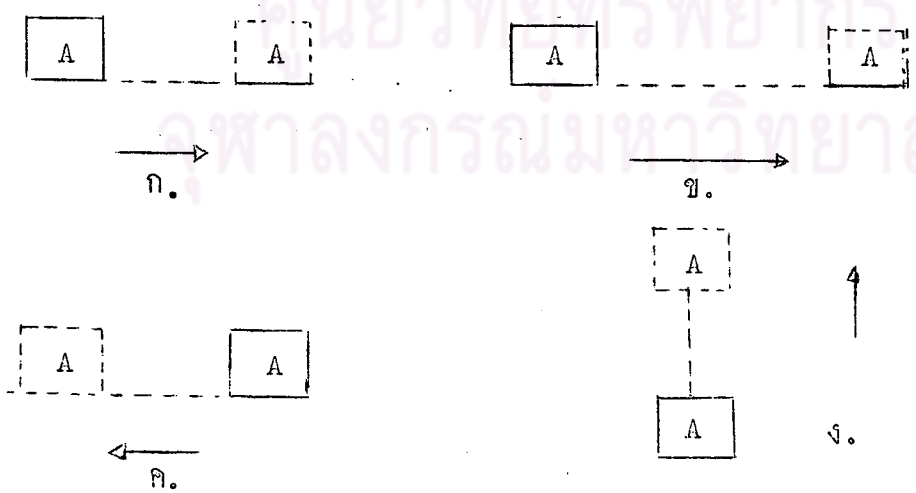
แผนคำบรรยาย

เรื่อง แรง

ถ้านักเรียนมองไปรอบ ๆ จะพบว่ามีการเคลื่อนที่รอบ ๆ ตัวเราเสมอ มนุษย์เดิน วิ่ง ยก แขน ยกขา คนเข็นรถขนของ ปั้นจั่นยกของ รถยนต์แล่น กิ่งไม้แกว่ง ฯลฯ นักเรียนเคยลองคิดบ้างไหมว่าอะไรทำให้เกิดการเคลื่อนที่เหล่านี้ ในตัวอย่างข้างบนนี้ อาจจะเป็นกล้ามเนื้อ เครื่องจักร หรือเครื่องมือต่าง ๆ ในทางวิทยาศาสตร์เรารวมเรียกสิ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ว่า "แรง"

แรง หมายถึง สิ่งที่ทำให้วัตถุต่าง ๆ เคลื่อนที่ได้ เช่น แรงดึงและแรงดัน ถ้าเราออกแรงดันวัตถุไปทางทิศใด วัตถุก็จะเคลื่อนที่ไปทางทิศทางเดียวกันนั้น เรากล่าวว่า ทิศทางของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับทิศทางที่แรงกระทำ

ในการเขียนแผนภาพทางวิทยาศาสตร์ เราใช้เส้นตรงที่มีหัวลูกศรแทนแรง ความยาวของเส้นตรงแสดงขนาดของแรงและหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง ตัวอย่างเช่นเราออกแรง 1 ปอนด์ดันวัตถุ A ไปทางขวา เราอาจใช้หัวลูกศร และใช้เส้นตรงยาว 1 เซนติเมตรดังรูป ก. แทนแรงนั้นได้ ถ้าเราออกแรงดัน วัตถุ A 2 ปอนด์ ไปทางขวา เราก็ใช้ลูกศรยาวเป็น 2 เท่าของรูป ก แทนแรง 2 ปอนด์ดังแสดงในรูป ข. ได้ ถ้าเราออกแรง 1 ปอนด์ ดันวัตถุ A ไปทางซ้าย หรือยกขึ้นสูงก็จะใช้หัวลูกศร และเส้นตรงแทนแรงได้ดังรูป ค และ ง. ดังนั้นแรงจะมีทั้ง "ขนาด" และ "ทิศทาง"




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ใช้วัดขนาดของแรงมีดังนี้คือ

1. ระบบอังกฤษ แรงจะมีหน่วยเป็นปอนด์ เปาวน์แดล ซึ่งแรง 1 ปอนด์จะเท่ากับแรง 32 เปาวน์แดล

2. ระบบเมตริก นิยมใช้ 2 แบบคือ

ก. M.K.S. แรงจะมีหน่วยเป็นนิวตัน

ข. C.G.S. แรงจะมีหน่วยเป็นดายน์ (หรือไดน์)

ซึ่งแรง 1 กรัม = แรง 980ไดน์ และ แรง 1 นิวตัน = แรง 100,000 ไดน์ หรือ $10^5$ ไดน์

นอกจากนี้ยังมีหน่วยความโน้มถ่วง ซึ่งนิยมใช้หน่วยน้ำหนักเป็นหน่วยของแรง ดังนั้นเราอาจใช้หน่วยของแรงเป็นกรัมน้ำหนัก หรือเรียกย่อ ๆ ว่า กรัม กิโลกรัม (น้ำหนัก) ปอนด์ (น้ำหนัก) หรือ ตันก็ได้

นักเรียนคงจำได้ว่าน้ำหนักคือแรงโน้มถ่วงซึ่งโลกดึงดูดวัตถุเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกิจกรรม
(ศูนย์ที่ 2)

ชื่อ.....กลุ่ม.....

---

1. ให้นักเรียน เขียนขนาดและทิศทางของแรง โดยใช้ความยาว 1 ซม. ต่อแรง 10 กรัม

   ก. แรง 50 กรัมกระทำไปทางทิศตะวันออก เขียนได้คือ

   ข. แรง 75 กรัมกระทำไปทางทิศเหนือเขียนได้คือ

   ค. แรง 60 กรัมกระทำไปทางซ้ายมือ เขียนได้คือ

2. จงเติมคำหรือข้อความให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

   ก. แรงมีหน่วยเป็นเปาว์-แคลและปอนด์ เป็นแรงในระบบ.....

   ข. นิวตันเป็นแรงในระบบ.....แบบ.....

   ค. แรง 1 ไดน์จะมีค่าเท่ากับ.....กรัม

   ง. แรงโน้มถ่วงคือ.....

   จ. ในระบบเมตริคแบบ C,G,S แรงมีหน่วยเป็น.....

   ฉ. แรงคือ.....

   ช. แรง 1 เปาวน์แคลจะเท่ากับ.....ปอนด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง
## (ศูนย์ที่ 3)
## เรื่อง งาน และ แรงเสียดทาน

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. อ่านเนื้อเรื่องโดยละเอียด พร้อมกับพิจารณาภาพประกอบ
3. รับแผ่นกิจกรรม 3 คน ต่อ 1 ชุด และทำการทดลองตามแผ่นกิจกรรม
4. อภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม
5. เติมข้อความในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 3

แผนคำบรรยาย

เรื่อง "งานและแรงเสียดทาน"

แรงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ แต่การออกแรงไม่จำเป็นที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ก็ได้เช่น ออกแรง กดลงบนโต๊ะ แต่โต๊ะไม่เคลื่อนที่ที่เป็นเช่นนี้เพราะขณะที่เราออกแรงกดลงบนโต๊ะพื้นโต๊ะที่ตั้งอยู่ก็จะออกแรงดันด้วย แรงทั้งสองนี้มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามกัน จึงเป็นแรงต้านกัน ซึ่งสมดุลย์กันพอดีจึงไม่เคลื่อนที่

การออกแรงบางครั้งทำให้เกิดการเคลื่อนที่ บางครั้งก็ไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในกรณีที่การออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ เรากล่าวว่า แรงนั้นได้ทำงาน ถ้าเราออกแรงไม่ว่าจะมากมายเพียงใด แต่ไม่มีการเคลื่อนที่ ก็ไม่มีการทำงานเกิดขึ้น

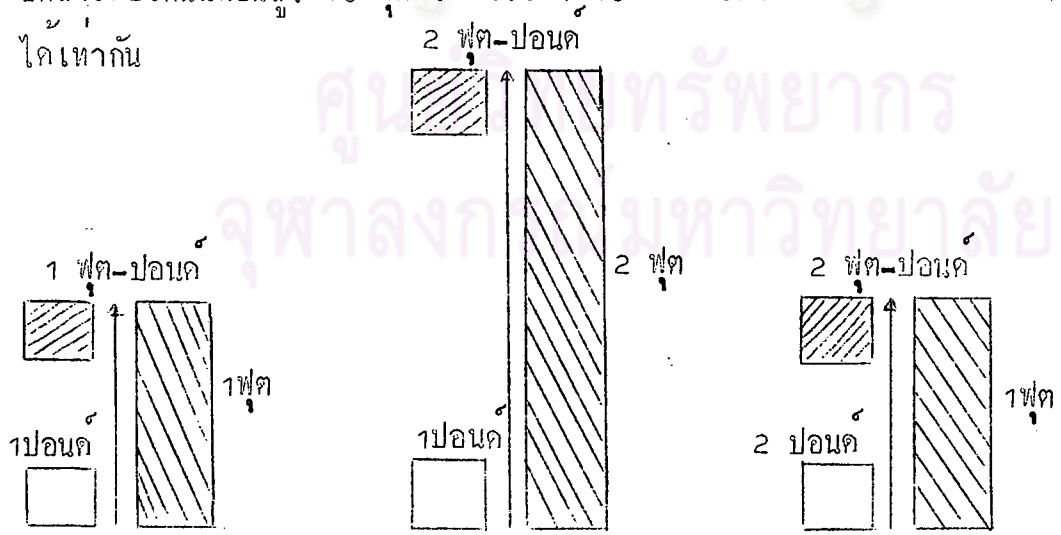
ดังนั้น "งาน" หมายถึง ผลของแรงที่กระทำให้วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ไปมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางที่แรงเคลื่อนที่ เขียนเป็นสูตรว่า

งาน = แรง x ระยะทาง

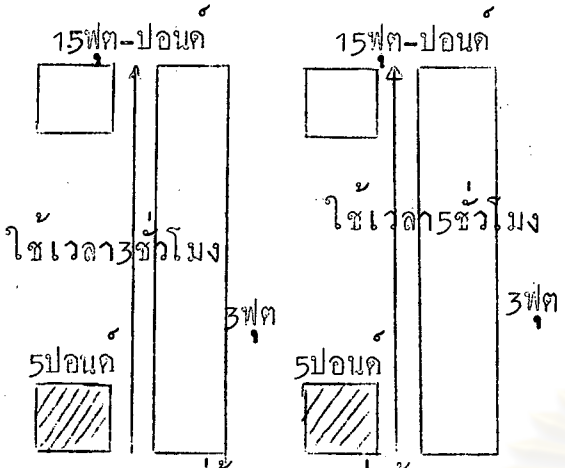
ถ้าเราออกแรงผลักหรือดึงวัตถุใดแต่วัตถุนั้นไม่เคลื่อนที่ก็ไม่มีงานเกิดขึ้นเพราะ

งาน = แรง x 0 = 0

<u>งานไม่ขึ้นกับเวลา</u> นาย ก. ยกของสิ่งหนึ่งขึ้นสูง 10 ฟุต ได้ในเวลา 5 นาที นาย ข. ยกสิ่งเดียวกันนั้นขึ้นสูง 10 ฟุต ได้ในเวลา 10 นาที เราถือว่านาย ก. และ นาย ข. ทำงานได้เท่ากัน




(งาน = แรง x ระยะทาง)




(งานไม่ขึ้นกับเวลาที่ใช้ทำงาน)

ถ้านักเรียนยกของหนัก 1 ปอนด์ขึ้นสูง 1 ฟุต จะได้งาน 1 ฟุต-ปอนด์ แต่ถ้ายกของ 1 ปอนด์ขึ้นสูง 2 ฟุต จะได้งาน 2 ฟุต-ปอนด์ หรือยกของ 2 ปอนด์ขึ้นสูง 1 ฟุต ก็จะได้งาน 2 ฟุต-ปอนด์ เราอาจทำงานได้เท่า ๆ กันโดยออกแรงต่างกัน และมีระยะทางการเคลื่อนที่ต่าง ๆ กัน

<u>หน่วยของงาน</u> คือ หน่วยของแรงคูณกับหน่วยของระยะทางมีหน่วยดังนี้คือ

1. ระบบอังกฤษ เมื่อแรงมีหน่วยเป็นเปาวน์แดล ระยะทางเป็นฟุต งานจะมีหน่วยเป็นเปาวน์แดล-ฟุต หรือ ฟุต-เปาวน์แดล

2. <u>ระบบเมตริก</u>นิยมใช้ 2 แบบคือ

ก. M.K.S. เมื่อแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ระยะทางเป็นเมตรงานจะมีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร หรือเมตร-นิวตันหรือจูล

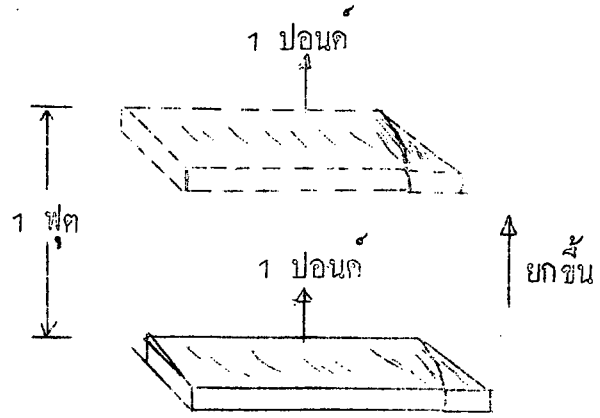
ข. C.G.S. เมื่อแรงมีหน่วยเป็น ดายน์ระยะทางเป็นเซนติเมตร งานจะมีหน่วยเป็นดายน์-เซนติเมตร หรือ เอิร์ก

นอกจากนี้ในหน่วยกาม็โน้มถ่วงอาจใช้ฟุต-ปอนด์ กิโลกรัม-เมตร, กรัม-เซนติเมตร เป็นหน่วยของงานได้

กฎของงานแถลงว่า "ถ้าไม่มีการสูญเสียงานไปในทางอื่น งานที่กระทำลงไปย่อมเท่ากับงานที่ได้มา" เช่น ในการยกหนังสือหนัก 1 ปอนด์ ขึ้นสูงจากเดิมเป็นระยะ 1 ฟุต

∴ งานที่ได้มา = 1 (ปอนด์) x 1 (ฟุต)

= 1 ฟุต-ปอนด์




ตามกฎแบ่งงานเราจะต้องทำงานในการยกหนังสือนี้เท่ากับ 1 ฟุต-ปอนด์ ทั้งนี้ไม่คิดความต้านทานของอากาศ ถ้าคิดด้วยเราต้องทำงานมากกว่า 1 ฟุต-ปอนด์ คือ ถ้าจะยกหนังสือให้ได้ 1 ฟุต ต้องออกแรงมากกว่า 1 ปอนด์นั้น

ในการยกวัตถุขึ้นตรง ๆ นั้น แรงที่เราใช้ยกวัตถุขึ้นจะเท่ากับน้ำหนักของวัตถุนั้น (แรงยก = น้ำหนักของวัตถุ) เช่น วัตถุหนัก 50 ปอนด์ถ้าเราจะยกขึ้นตรง ๆ ต้องออกแรงเท่ากับ 50 ปอนด์ด้วย

แม้ว่าเราจะไม่ได้ยกของขึ้นสูง แต่ถ้าเราออกแรงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้เราก็ได้ทำงานเหมือนกัน แต่เมื่อเราผลักหรือดันของไปตามแนวราบบนพื้น หรือดึงของไปในของเหลว เช่นน้ำ งานที่จะต้องทำก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารและผิวของสารที่เราลากของผ่านไป ว่าจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของของที่เราลากนั้นเพียงใด

(เราต้องทำงานเพื่อดันวัตถุไปตามแนวราบ)

การที่สารมีคุณสมบัติต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนี้ เราเรียกว่าสารนั้นมีความฝืดและแรงที่ต่อต้านการเคลื่อนที่เรียกว่า "แรงเสียดทาน"

แรงเสียดทานในการที่วัตถุเคลื่อนที่ตามพื้นราบ เกิดขึ้นเพราะผิวของสารทุกชนิด "ไม่เรียบ" อย่างที่เรามองเห็นด้วยตาเปล่า แม้แต่โลหะที่ขัดเรียบก็ยังมีแรงเสียดทาน ในการลากวัตถุไปตามพื้นราบ แรงลากจะเท่ากับแรงเสียดทานของวัตถุ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเท่าน้ำหนักวัตถุ แรงเสียดทานจะมากหรือน้อยแล้วแต่ (1) ความฝืดของพื้นและผิววัตถุ และ (2) น้ำหนักของวัตถุที่กดลงตรง ๆ บนพื้นนั้น ดังนั้นแรงเสียดทานจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผิวของวัตถุกับพื้นที่ลากวัตถุนั้น

# แผนกิจกรรมแบบฝึกหัดและการทดลอง

(หน่วยที่ 3)

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

---

## การทดลองเรื่องงาน

1. ชั่งน้ำหนักวัตถุ A และ B

   ก. วัตถุ หนัก .....

   ข. วัตถุ หนัก .....

2. ก. ยกวัตถุ A สูง 12 ซ.ม. ได้งาน .....

   ข. ยกวัตถุ B สูง 13 ซ.ม. ได้งาน .....

3. ก. นำตาชั่งผูกติดกับวัตถุ A ลากไปเป็นระยะทาง 12 ซ.ม.จะออกแรงลาก .....และได้งาน .....

   ข. นำตาชั่งผูกติดกับวัตถุ B ลากไปเป็นระยะทาง 13 ซ.ม.จะออกแรงลาก =..... และได้งาน .....

4. งานที่ได้จากข้อ 2 และ ข้อ 3 แตกต่างกันหรือไม่เพราะเหตุใด

   .....

## การทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน

อุปกรณ์ ตุ้มน้ำหนัก (A และ B ) กล่องกระดาษ เม็ดโฟม

วิธีทดลอง

(1) นำตุ้ม A และ B ผลักไปตามพื้นโต๊ะ

(2) ผลักตุ้มน้ำหนัก A และ B ไปบนเม็ดโฟมที่โรยอยู่ในกล่องกระดาษ

เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้ว จงอภิปรายผลการทดลองและตอบคำถามต่อไปนี้

(1) จากการทดลองพื้นผิวไหนมีความฝืดมากกว่ากัน

.....

(2) ความฝืดนั้นมีผลต่อการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

(3) การที่เราทำถนนไม่ให้เรียบจนเกินไปเพราะเหตุใด ?

.....

(4) เหตุใดเขาจึงนิยมทำพื้นรองเท้ามีลักษณะขรุขระ เป็นทาง ๆ ไว้

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่4)

## เรื่อง กำลัง และ กำลังม้า

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. ศึกษาในแผ่นเนื้อหาและพิจารณาภาพประกอบโดยละเอียด
3. อภิปรายการศึกษาแผ่นเนื้อหาภายในกลุ่ม
4. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 4

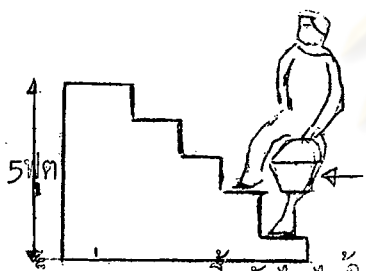
แผนคำบรรยาย

เรื่อง กำลังและกำลังม้า

งาน คือ ผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือเขียนย่อ ๆ ว่า งาน = แรง x ระยะทาง งานไม่ขึ้นกับเวลา แรง 2 แรง เท่า ๆ กันทำให้วัตถุชิ้นหนึ่งเคลื่อนที่ได้เป็นระยะทางเท่ากัน จะได้งานเท่ากัน แม้ว่าแรงหนึ่งอาจกระทำกับวัตถุอยู่เป็นเวลานานกว่าอีกแรงหนึ่งก็ตาม แต่การทำงานได้เร็วกับการทำงานได้ช้า ก็มีความหมายในตัวเองอยู่ เพราะเป็นเครื่องแสดงความสามารถในการทำงาน ฉะนั้นเราจึงใช้ "กำลัง" เป็นเครื่องวัดอัตราการทำงาน

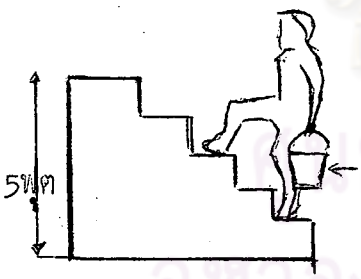
กำลัง คือ งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

หรือเขียนว่า กำลัง $= \frac{\text{งาน}}{\text{เวลา}}$




ก. เด็กหนุ่มยกของชิ้นบันไดไก้ใน 1 วินาที เพราะมีกำลัง 50 ฟุต-ปอนด์/วินาที

จากรูป ก. เด็กหนุ่มยกของชิ้นหนึ่งขึ้นบันได 4 ชั้นในเวลา 10 นาที ถ้าให้คนแก่ (รูปข) ยกของชิ้นเดียวกันอาจต้องใช้เวลา 30 นาที แสดงว่าเด็กหนุ่มมีกำลังมากกว่าคนแก่ แม้ว่าคนทั้งสองจะทำงานได้เท่ากันก็ตาม




ข. ชายแก่ต้องใช้เวลา 2 วินาที เพื่อยกของชิ้นเดียวกัน เพราะมีกำลังเพียง 25 ฟุต-ปอนด์/วินาที

หน่วยของกำลัง ใช้หน่วยของงานร่วมกับหน่วยของเวลาคือ

ก. ในระบบอังกฤษ ถ้างานมีหน่วยเป็นฟุต-ปอนด์ เวลาเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็นฟุต-ปอนด์/วินาที

ถ้างานที่ทำได้ 550 ฟุต-ปอนด์ ในเวลา 1 วินาที หรืองานที่ทำได้ 33,000 ฟุต-ปอนด์ ในเวลา 1 นาที เรียกการทำงานนี้ว่า กำลัง 1 กำลังม้า ใช้ย่อว่า H.P.(Horse Power)

หรือ 1 กำลังม้า = 550 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที

$$\text{กำลังม้า} = \frac{\text{งาน}}{550 \times \text{เวลา (วินาที)}}$$

$$\text{หรือกำลังม้า} = \frac{\text{แรง} \times \text{ระยะทาง}}{550 \times \text{เวลาเป็นวินาที}}$$

1 กำลังม้า = 746 วัตต์

ข. ระบบเมตริก

1. M.K.S. ถ้างานมีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร หรือจูลเวลาเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็น นิวตัน-เมตร/วินาที หรือ จูล/วินาที หรือวัตต์

1 วัตต์ = 1 จูล / วินาที

2. C.G.S. ถ้างานมีหน่วยเป็นไดน์-เซนติเมตรหรือเอิร์กเวลาเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็นไดน์-เซนติเมตร/วินาที หรือ เอิร์ก/วินาที

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าจะให้เด็กหนัก 110 ปอนด์ วิ่งขึ้นบันไดสูง 20 ฟุตได้ในเวลา 5 วินาที เด็กคนนี้จะต้องใช้กำลังเท่าใด และคิดเป็นกำลังม้าเท่ากับเท่าใด

วิธีทำ หากำลังของเด็ก

$$\text{กำลัง} = \frac{\text{งาน}}{\text{เวลา}} = \frac{\text{แรง} \times \text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

แรง = 110 ปอนด์
ระยะทาง = 20 ฟุต
เวลา = 5 วินาที
กำลัง = ต้องการหาบ

$$\therefore \text{กำลัง} = \frac{110 \text{ ปอนด์} \times 20 \text{ ฟุต}}{5 \text{ วินาที}}$$

= 440 ฟุต - ปอนด์/วินาที

ตอบ

หากำลังม้าของเด็ก

$$\text{กำลังม้า} = \frac{\text{งาน}}{550 \times \text{เวลา (วินาที)}} = \frac{\text{แรง} \times \text{ระยะทาง}}{\text{เวลาเป็นวินาที} \times 550}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

∴ กำลังม้า $= \frac{110 \text{ ปอนด์} \times 20 \text{ ฟุต}}{550 \times 5 \text{ วินาที}}$

$= \frac{440}{550}$ ฟุตปอนด์/วินาที

$= 0.8$ ฟุต-ปอนด์/วินาที

$= 0.8$ กำลังม้า

แรง = 110 ปอนด์
ระยะทาง = 20 ฟุต
เวลา = 5 วินาที
กำลังม้า = ต้องการทราบ

ตอบ

**ตัวอย่างที่ 2** ปั้นจั่นเครื่องหนึ่งมีกำลัง 20 กำลังม้าจะหาว่าปั้นจั่นนั้นจะสามารถได้งานเท่าใด ใน 1 วินาที

วิธีทำ ∴ 1 กำลังม้า = 550 ฟุต-ปอนด์/วินาที

∴ 20 กำลังม้า = 550 x 20 ฟุต-ปอนด์/วินาที

= 11,000 ฟุต-ปอนด์/วินาที ตอบ

**ตัวอย่างที่ 3** ต้องการขับรถยนต์ซึ่งหนัก 1,200 ปอนด์ ขึ้นเขาสูง 200 ฟุต ให้ได้ภายใน 1นาที รถคันนี้มีกำลังม้าเท่าใด

วิธีทำ กำลังม้า $= \frac{\text{แรง} \times \text{ระยะทาง}}{550 \times \text{เวลา (วินาที)}}$

∴ กำลังม้า $= \frac{1200 \text{ ปอนด์} \times 200 \text{ ฟุต}}{550 \times 60 \text{ วินาที}}$

$= 7.27$ ฟุต-ปอนด์/วินาที

$= 7.27$ กำลังม้า

แรง = 1200 ปอนด์
ระยะทาง = 200 ฟุต
เวลา = 1 x 60 วินาที
กำลังม้า = ต้องการทราบ

ตอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกิจกรรม

ศูนย์ที่ 4

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

---

1. จงเติมคำหรือข้อความในช่องว่าง

   ก. จักรยานยนต์มีกำลัง 2 กำลังม้าจะสามารถทำงานได้.....
   ใน 1 วินาที

   ข. ถ้าแรงเป็น กิโลกรัม ระยะทางเป็นเมตร เวลาเป็นวินาที กำลังจะ
   มีหน่วยเป็น.....

   ง. กำลังม้าเป็นหน่วยกำลังในระบบ.....

   จ. งาน 33,000 ฟุต - ปอนด์ ในเวลา 1 วินาทีจะเท่ากับ.....
   กำลังม้า

2. ลิฟท์อันหนึ่งยกของหนัก 3,300 ปอนด์ ขึ้นสูง 200 ฟุต ได้ในเวลา 30 วินาที
จงหางานและกำลังม้าในการยกของนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

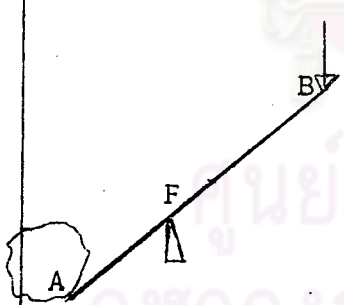
หน่วยที่ 1 การได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของเครื่องกล
ศูนย์ที่ 5
คำแนะนำ

1. บทเรียนนี้เป็นบทเรียนสำเร็จรูปเรื่อง "การได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของเครื่องกล"
2. นักเรียนต้องอ่านข้อความไปตามลำดับข้อ ทีละข้อ ห้ามข้ามข้อเป็นอันขาด
3. เมื่อทำข้อหนึ่ง ๆ เสร็จให้ทำข้อต่อไป บางข้อจะมีช่องว่างให้นักเรียนเติมคำในช่องว่างนั้น ๆ ให้สมบูรณ์ แล้วตรวจคำตอบของนักเรียนในลำดับขั้นต่อไป
4. ห้าม เปิดดูคำตอบก่อน
5. เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนจะต้องเขียนบอกความหมาย การได้เปรียบเชิงกลประสิทธิภาพของเครื่องกลและสามารถคำนวณได้

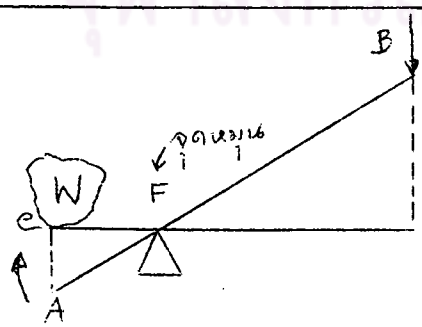
ชื่อ.....กลุ่มที่.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของเครื่องกล

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 1 | การใช้เครื่องกลช่วยผ่อนแรง หรือช่วยในการทำงานให้สะดวก เราจะต้องออกแรงกระทำให้แก่เครื่องกลก่อนแรงที่ให้แก่เครื่องกลเพื่อให้เครื่องกลทำงานนี้เรียกว่า "แรงความพยายาม" นิยมใช้ตัวย่อว่า "E" และ แรงที่เครื่องกลให้ออกมาเรียกว่า "แรงความต้านทาน" นิยมใช้ย่อว่า "W" | |
| 2 | ออกแรง 20 ปอนด์กระทำแก่เครื่องกลหนึ่ง เครื่องกลนี้ทำให้วัตถุหนัก 50 ปอนด์ เคลื่อนที่ได้ แรง 20 ปอนด์ คือ.....<br>น้ำหนัก 50 ปอนด์คือ..... | |
| 3 |  <br>จากรูปออกแรงกดปลายชะแลงที่ B เพื่องัดก้อนหิน A โดยใช้ F เป็นจุดหมุน<br>น้ำหนักของก้อนหิน A คือ.....<br>.....<br>แรงกดที่ B คือ.....<br>..... | แรงความพยายาม<br>แรงความต้านทาน |
| 4 | เครื่องกลช่วยทำงานให้สะดวกและรวดเร็วแต่ไม่จำเป็นที่จะต้องผ่อนแรงเสมอไป ถ้าออกแรงความพยายามกระทำกระทำแก่เครื่องกลน้อยกว่าแรงความต้านทานแล้ว" จะได้ | แรงความต้านทาน<br>แรงความพยายาม |

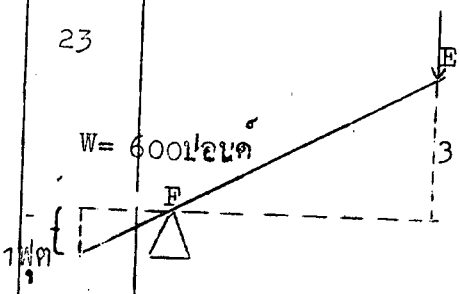
| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| | เปรียบเชิงกล" แต่ถ้าออกแรงความพยายามมากกว่าความต้านทานแล้ว "จะเสียเปรียบเชิงกล" | |
| 5 | การได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage) เราใช้ย่อว่า M.A. คือ "อัตราส่วนระหว่างแรงความต้านทานกับแรงความพยายาม"<br>หรือ การได้เปรียบเชิงกล = $\frac{\text{แรงความต้านทาน}}{\text{แรงความพยายาม}}$<br>หรือ M.A. = $\frac{W}{E}$ | |
| 6 | การได้เปรียบเชิงกลจะไม่มีหน่วยเพราะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างแรงความต้านกับแรงความพยายามถ้าการได้เปรียบเชิงกลมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าไม่ได้เปรียบและไม่เสียเปรียบเชิงกล ถ้าการได้เปรียบเชิงกลมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าได้เปรียบเชิงกล ถ้าการได้เปรียบเชิงกลมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าเสียเปรียบเชิงกล | |
| 7 | ออกแรงความพยายาม 50 ปอนด์กระทำแก่เครื่องกลสามารถยกวัตถุหนัก 50 ปอนด์ขึ้นได้ เครื่องกลนี้จะ .....เพราะ M.A. เท่ากับ..... | |
| 8 | เครื่องกลเครื่องหนึ่งสามารถยกวัตถุซึ่งหนัก 150 นิวตัน ขึ้นสูง 5 เมตร เมื่อออกแรงกระทำแก่เครื่องกลนี้ 50 นิวตัน เครื่องกลนี้จะมีM.A.=..และเครื่องกลนี้จะ ..... | ไม่ได้เปรียบและเสียเปรียบเชิงกล<br>M.A.= 1 |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 9 | เครื่องกลเครื่องหนึ่งสามารถทำให้วัตถุหนัก 1000กรัม เคลื่อนที่ได้เมื่อมีแรง 2000 กรัม มากระทำต่อเครื่องกล เครื่องกลนี้จะ.....เพราะมี M.A. ..... | M.A.=3 ได้เปรียบเชิงกล |
| 10 | การได้เปรียบเชิงกลคิดได้ 2 อย่างคือ (1) การได้เปรียบเชิงกลโดยปกติ (Actual Machanical Advantage) ใช้ย่อว่า A.M.A. เป็นอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างแรงความต้านทานกับแรงความพยายามหรือ A.M.A. หรืออาจใช้ .M.A.$=\frac{W}{E}$ (2) การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎี (Theoretical Machanical Advantage) หรือ Ideal Mechanical Advantage) ใช้ย่อว่า I.M.A. เป็นอัตราส่วนระยะทางที่แรงความพยายามเคลื่อนที่ได้(ใช้ย่อว่า $D_E$) ) กับระยะทางที่แรงความต้านทานเคลื่อนที่ได้ (ใช้ย่อว่า $D_W$) ดังนั้น การได้เปรียบเชิงกล เท่ากับ ระยะทางการเคลื่อนที่ของแรงความพยายาม หรือI.M.A$=\frac{D_E}{D_W}$ ระยะทางการเคลื่อนที่ของแรงความต้านทาน | เสียเปรียบเชิงกล น้อยกว่า 1 หรือเท่ากับ $\frac{1}{2}$ |
| 11 |   จากรูปเมื่อออกแรงพยายาม(E) กดที่ปลายท่อนไม้ AB ที่ B เคลื่อนที่ลงมาถึง D ทำให้วัตถุหนัก W เคลื่อนที่ขึ้นไปถึง C | |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| | ระยะ BD คือ.....ใช้อักษรย่อว่า.....ระยะAC คือ.....ใช้อักษรย่อว่า..... | |
| 12 | จากรูปลำดับที่ 11 ถ้า W = 200 ปอนด์ E= 50ปอนด์, $D_E$=4.2 ฟุต และ $D_W$ = 1 ฟุต M.A.=..... I.M.A.=..... | ระยะทางที่แรงความพยายามเคลื่อนที่ได้ใช้ย่อว่า $D_E$ ระยะทางที่แรงความต้านทานเคลื่อนที่ได้ใช้ย่อว่า $D_W$ |
| 13 | นาย ก.ออกแรง 2 ปอนด์ กระทำต่อเครื่องกลทำให้เครื่องกลยกวัตถุได้หนัก 6 ปอนด์ขึ้นสูง 10 ฟุต เครื่องกลนี้มี M.A.=.... ถ้าเครื่องกลไม่มีความฝืดหรือแรงเสียดทานเลย และมี I.M.A. = 3.1 นาย ก.ต้องออกแสงกระทำ ($D_E$) เป็นระยะทาง=..... | M.A. = 4<br>I.M.A. = 4.2 |
| 14 | เครื่องกลจะมีแรงเสียดทานหรือความฝืดซึ่งเป็นแรงต่อต้านในการเคลื่อนที่ ในการทำงานจริง ๆ เครื่องกลย่อมมีแรงเสียดทาน ดังนั้น "งานที่ให้แก่เครื่องกลจะมากกว่างานที่ได้จากเครื่องกล" แต่ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานแล้วจะได้" งานที่ให้แก่เครื่องกลเท่ากับงานที่ได้จากเครื่องกล" | M.A. = 3<br>$D_E$ = 31 ฟุต |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 15 | งานที่เราให้แก่เครื่องกลคืองานที่แรงความพยายามกระทำต่อเครื่องกล ส่วนงานที่ได้จากเครื่องกลคืองานที่ได้จากการเคลื่อนที่ของแรงความต้านทาน | |
| 16 | งาน = แรง x ระยะทางที่แรงนั้นเคลื่อนที่ได้ เช่น ถ้าออกแรง 10 ปอนด์ ดันวัตถุไปไกล 5 ฟุต จะได้งาน = 10 กรัม x 5 เซนติเมตร = 50 กรัม-เซนติเมตร | |
| 17 | ออกแรง 15 ปอนด์ กระทำต่อเครื่องกลเป็นระยะทาง 5 ฟุต ทำให้วัตถุหนัก 30 กรัม เคลื่อนที่เป็นระยะทาง 2 ฟุต งานที่ให้แก่เครื่องกล=..... และงานที่ได้รับจากเครื่องกล..... | |
| 18 | เมื่อเครื่องกลไม่มีแรงเสียดทานถ้างานที่กระทำแก่เครื่องกลเท่ากับ 25 นิวตัน-เมตร งานที่ได้จากเครื่องกลจะเท่ากับ.....ด้วย และถ้าเครื่องกลมีแรงเสียดทานงานที่ได้จากเครื่องกลจะ..... | 75 ฟุต-ปอนด์<br>60 ฟุต-ปอนด์ |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 19 | เครื่องกล ถ้ามีแรงเสียดทานน้อยเท่าใด ย่อมจะได้งานจากเครื่องกลมากขึ้น เราจึงวัดประสิทธิภาพของเครื่องกล ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องกล คือ อัตราส่วนระหว่างงานที่ได้จากเครื่องกลกับงานที่ให้แก่เครื่องกล นิยมคิดเป็นร้อยละ<br>หรือ ประสิทธิภาพของเครื่องกล $= \frac{\text{งานที่ได้จากเครื่องกล}}{\text{งานที่ให้แก่เครื่องกล}} \times 100\ \%$ | 25 นิวตัน-เมตร<br>น้อยกว่า 25 นิวตัน-เมตร |
| 20 | ประสิทธิภาพของเครื่องกลเท่ากับ 60 % หมายความว่า ถ้าเราให้งานแก่เครื่องกล 100 หน่วย (ของงาน) จะได้รับงานจากเครื่องกลเพียง 60 หน่วย(ของงาน) | |
| 21 | ประสิทธิภาพของเครื่องกลอาจหาได้จากอัตราส่วนของการได้เปรียบเชิงกลตามปกติ กับการได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎี<br>หรือประสิทธิภาพของเครื่องกล $= \frac{\text{M.A.}}{\text{I.M.A.}} \times 100\ \%$ | |
| 22 | เครื่องกลมีประสิทธิภาพ 80 % ถ้างานที่ให้แก่เครื่องกลเท่ากับ 200 ฟุต-ปอนด์ งานที่ได้จากเครื่องกลเท่ากับ<br>..... | |

| ลำดับที่ | ข้อความ | คำตอบ |
|---|---|---|
| 23 |  <br>จากรูปเป็นการให้คานอันหนึ่ง โดยออกแรงกด E เท่ากัน 300 ปอนด์ลงมาเป็นระยะทาง 3 ฟุต ทำให้วัตถุหนัก 600 ปอนด์ เคลื่อนยกขึ้นเป็นระยะทาง 1 ฟุต<br>M.A. = ---- I.M.A.งานที่ได้จากเครื่องกล .....<br>งานที่ให้แก่เครื่องกล =.....<br>ประสิทธิภาพของเครื่องกล =.....% | 160 ฟุต-ปอนด์ |
| | | M.A. = 2<br>I.M.A. = 3<br>งานที่ได้จากเครื่องกล<br>= 600 ฟุต-ปอนด์<br>งานที่ให้แก่เครื่องกล<br>= 900 ฟุต-ปอนด์<br>ประสิทธิภาพของเครื่องกล<br>= $66\frac{2}{3}$ % |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# กระดาษคำตอบศูนย์ที่ 5

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

1. การได้เปรียบเชิงกล หมายถึง .....
.....
.....
.....
.....

2. ประสิทธิภาพของเครื่องกล หมายถึง.....
.....
.....
.....
.....

3. ถ้าออกแรงพยายาม 100 นิวตัน เป็นระยะทาง 10 เมตร ทำให้แรงความต้านทาน 500 นิวตัน เคลื่อนที่ไปได้ 1.8 เมตร จงหา
   ก. การได้เปรียบเชิงกลตามปกติของเครื่องกลนี้
   ข. การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีของเครื่องกลนี้
   ค. ประสิทธิภาพของเครื่องกลนี้

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรคำสั่ง

(ศูนย์ที่ 6)

สำรอง

เรื่อง กังหันไอน้ำ

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 แผ่น
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหาโดยพิจารณาภาพประกอบอย่างละเอียด (รับภาพ 3 คน ต่อ 1 แผ่น)
3. รับแผ่นกิจกรรมการทดลอง 3 คนต่อ 1 แผ่น และปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง
4. สรุปผลการทดลองในแผ่นสรุป ผลการทดลอง 1 คน ต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 6 (สำรอง)
แผ่นเนื้อหา เรื่อง "กังหันไอน้ำ"

กังหันไอน้ำเป็นเครื่องกลประเภทหนึ่งซึ่งใช้หลักของเครื่องกลอย่างง่ายเป็นพื้นฐาน เป็นเครื่องกลที่เปลี่ยนพลังงานจากพลังงานไอน้ำมาเป็นพลังงานกล หลักการทำงานของกลจักรไอน้ำแบบกังหัน เป็นกลจักรที่ไม่มีลูกสูบ แต่มีใบพัดหลาย ๆ ใบ ติดตายอยู่กับแกนหมุน ซึ่งจะหมุนอยู่ในกล่องโลหะรูปร่างคล้ายท่อขนาดใหญ่ เพื่อพ่นไอน้ำเดือดเข้าไปทางด้านหน้าของใบพัด โดยอัดแรงดันไอน้ำ ไอน้ำจะพุ่งลอดไประหว่างใบพัด ไปสู่ท่อไอเสียอีกด้านหนึ่ง พร้อมทั้งผลักใบพัดให้หมุนไปในทางเดียวกันตลอดเวลา แกนของกังหันไอน้ำจะหมุนด้วยแรงมากน้อยแล้วแต่จำนวนใบพัด และจำนวนท่อไอน้ำเดือดที่ส่งแรงดันไปยังใบพัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

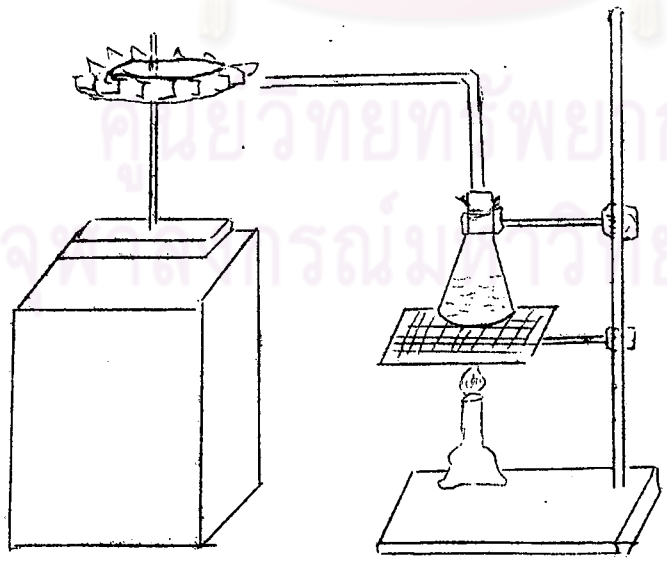
# แผ่นกิจกรรม การทดลอง

## ศูนย์ที่ 6 (สำรอง)

---

1. การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาหลักการทำงานของกลจักรไอน้ำแบบกังหัน
2. นักเรียนนำโฟมที่ตัดเป็นวงกลมใช้มีดตัดให้เป็นร่องตามสันห่างกันประมาณครึ่งนิ้วไปจนรอบ
3. นำแผ่นโลหะที่จัดให้เสียบกับร่องที่ตัดไว้
4. เสียบหลอดแก้วของไส้ปากกาเข้ากับโฟมตรงกึ่งกลาง (โดยเจาะรูให้-คับพอดี)
5. นำหลอดแก้วและโฟมในข้อ 4 ควำปลายหลอดไส้ปากกาลงบนลวดที่ติดตั้งไว้กับที่มีใบพัด
6. ต้มน้ำในขวดรูปกรวยซึ่งมีปลายหลอดนำก๊าวงอเป็นมุมฉากเสียบไว้ที่จุกจัดให้ได้ระยะพอดี ต้มน้ำให้เดือด สังเกตดูอาการหมุนของกังหันไอน้ำแบบนี้

รูปทดลอง



ศูนย์ที่ 6

แผ่นกิจกรรมสรุป

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

กลจักรไอน้ำแบบกังหันทำงานได้โดย

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 1)

## เรื่อง คาน

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 แผ่น
2. นักเรียนรับ แผ่นแสดงภาพคานแบบต่าง ๆ ของคาน 3 คน ต่อ 1 แผ่น
3. ศึกษาแผ่นเนื้อหาและดูภาพแสดงคานแบบต่าง ๆ ประกอบ
4. อภิปรายกับเพื่อนร่วมกลุ่ม ถึงคานแบบต่าง ๆ
5. รับแผ่นกิจกรรมการทดลอง และปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง
6. อภิปรายผลการทดลองกับเพื่อนร่วมกลุ่ม
7. ตอบคำถามในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 1 คนต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 1

# แผ่นเนื้อหา เรื่อง คาน

เครื่องกลก็คือเครื่องมือที่ช่วยในการทำงาน เป็นที่ยอมรับแล้วว่าเครื่องกลชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักใช้คือคาน หรือคานงัด (Lever) อาจจะใช้เป็นอาวุธในรูปไม้ตะบอง หรือใช้เป็นเครื่องผ่อนแรงงัดของหนัก ๆ ให้เคลื่อนที่ไปได้ จึงนับว่าคานเป็นเครื่องกลที่เป็นพื้นฐานที่สุด

คานหรือคานงัดก็คือท่อนไม้หรือโลหะยาว ๆ แข็งแกร่ง ซึ่งเรานำมาใช้เป็นประโยชน์โดยจัดให้คานหมุนได้จุดใดจุดหนึ่งจุดที่คานหมุนได้รอบ ๆ นี้เรียกว่า ฟัลครัม (Fulcrum) หรือจุดหมุน ในการใช้คานทำงานจะต้องใช้แรงพยายามกระทำที่ปลายคานทางด้านตรงข้ามกับปลายคานที่แรงความต้านทานกระทำ ในการทำงานปลายคานทั้งสองจะเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม คือ ปลายด้านที่มีแรงความต้านทานจะเคลื่อนที่ขึ้น ส่วนปลายด้านที่มีแรงพยายามกระทำจะเคลื่อนที่ลง

การใช้คานแบ่งออกได้ 3 แบบ(หรืออันดับ) ด้วยกันคือ

แบบที่ 1 เป็นคานที่มีจุดหมุนหรือฟัลครัมอยู่ระหว่างแรงความต้านทานกับแรงความพยายาม ได้แก่ กรรไกรตัดผ้า กรรไกรตัดหญ้า คีมตัดโลหะ คีมถอนตะปู ชะแลง กระดานหก ฯลฯ

แบบที่ 2 เป็นคานที่มีแรงความต้านทานอยู่ระหว่างความพยายามกับจุดหมุนหรือฟัลครัม ได้แก่ รถเข็นดิน ที่เปิดขวดน้ำอัดลม เครื่องตัดกระดาษ ที่เปิดกระป๋องนม

แบบที่ 3 เป็นคานที่มีแรงความพยายามอยู่ระหว่างแรงความต้านกับจุดหมุนหรือฟัลครัม ได้แก่ คีมคีบน้ำแข็ง คีมคีบถ่าน ตะเกียบคีบอาหาร ไม้กวาดด้ามยาว

# บัตรกิจกรรม ศูนย์ที่ 1
## การทดลองเพื่อศึกษาหลักการของคานแบบที่ 1

1. นำไม้บรรทัดวางพาดค้ามปากกากลม
2. นำสตางค์เหรียญบาทห้าเหรียญวางบนปลายไม้บรรทัดเป็นแรงความต้านทาน แล้ววางเหรียญบาทวางที่ปลายอีกข้างหนึ่งเป็นแรงพยายาม
3. ทดลองดูว่าจุดหมุนอยู่ที่ใด แรงความต้านทานจึงจะยกกระดกขึ้นสูงได้
4. ลองเปลี่ยนตำแหน่งต่าง ๆ ของจุดหมุนเพื่อศึกษาดูว่า ระยะทางจากแรงความพยายามถึงจุดหมุน ระยะทางจากแรงความต้านทานถึงจุดหมุน ขนาดของแรงความพยายาม และขนาดของแรงความต้านทาน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 1

แผนกิจกรรมแบบฝึกหัด

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

1. คานคือ.....
.....
.....

2. คานมีอยู่ 3 แบบคือ

คานแบบที่ 1 จะมีลักษณะที่มี.....
.....

คานแบบที่ 2 จะมีลักษณะที่มี.....
.....

คานแบบที่ 3 จะมีลักษณะที่มี.....
.....

3. จากการทดลองเพื่อศึกษาคานแบบที่ 1 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางของแรงความพยายามถึงจุดหมุน ระยะทางของแรงความต้านทานถึงจุดหมุน ขนาดของแรงความต้านทานและขนาดของแรงความพยายามดังนี้ คือ

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

บัตรคำสั่ง

(ศูนย์ที่ 2)

เรื่อง หลักการของคาน

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. ศึกษาจากแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 1 คน ต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 2

แผนเนื้อหาเรื่อง "หลักการของคาน"

คานหรือคานงัดก็คือท่อนไม้หรือท่อนโลหะยาว ๆ แข็งแกร่ง ซึ่งเรานิยมใช้ประโยชน์โดยจัดให้คานหมุนได้ที่จุดใดจุดหนึ่ง จุดที่คานหมุนได้รอบ ๆ นั้นเรียกว่าจุดหมุนหรือฟัลครัม ( Fulcrum ) ในการใช้คานทำงานจะต้องใช้แรงพยายามกระทำ ที่ปลายคานตรงข้ามกันกับแรงความพยายามกระทำในการทำงานปลายคานทั้งสองจะเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามกัน

หลักการของคาน เราได้ทราบแล้วว่า พลังงานคือความสามารถทำงานได้และหลักความถาวรของพลังงานกล่าวไว้ว่า พลังงานจะไม่เกิดขึ้นหรือสูญหายไป ฉะนั้นในเรื่องของเครื่องกล เมื่อเราให้งานแก่เครื่องกลไปเท่าใด เราย่อมต้องได้รับงานจากเครื่องกลนั้นกล่าวคือ

งานที่ให้แก่เครื่องกล = งานที่ได้รับจากเครื่องกล

(ซึ่งงาน = แรง x ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไป)

ดังนั้นงานที่ให้แก่เครื่องกล = แรงความพยายาม x ระยะทางที่แรงพยายามเคลื่อนที่ได้

งานที่ได้จากเครื่องกล = แรงความต้านทาน x= ระยะทางที่แรงความต้านทานเคลื่อนที่ได้

ถ้าให้ W = แรงความต้านทาน

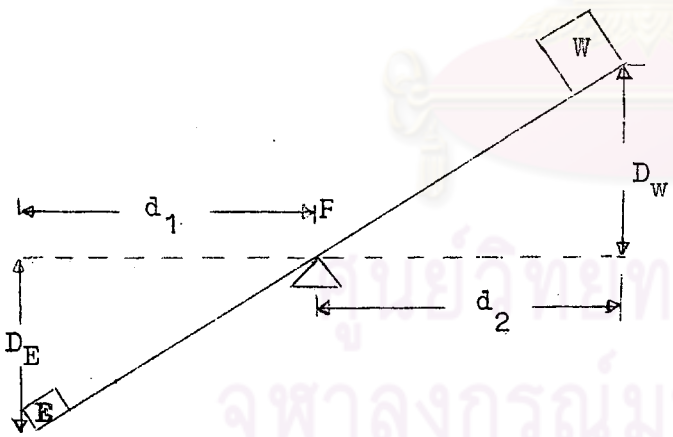
E = แรงความพยายาม, F เป็นจุดหมุนของคาน

$D_E$ = ระยะทางที่แรงความพยายามเคลื่อนที่ได้

$D_w$ = ระยะทางที่แรงความต้านทานเคลื่อนที่ได้

$d_1$ = ระยะทางจากแรงความพยายามถึงจุด F

$d_2$ = ระยะทางจากแรงความต้านทานถึงจุด F




เราจะได้งานที่ให้แก่เครื่องกล = งานที่ได้รับจากเครื่องกล

$E \times D_E = W \times D_w$ และจะได้ $\frac{W}{E} = \frac{D_E}{D_w}$ ---- (1)

แต่จากเรขาคณิตจะได้ $\frac{D_E}{D_W} = \frac{d_1}{d_2}$

ดังนั้นจะได้ $E \times d_1 = W \times d_2$ .....(2)

จากสมการ (1) $\frac{W}{E}$ เราเรียกว่าการได้เปรียบเชิงกลใช้ย่อว่า M.A. ซึ่งจะได้

การได้เปรียบเชิงกล ( M. A.) $= \frac{W}{E} = \frac{D_E}{D_W}$

จากสมการ (2) เราจะได้

การได้เปรียบเชิงกล (M.A.) $= \frac{W}{E} = \frac{d_1}{d_2}$

สรุปแล้วการหาการได้เปรียบเชิงกลสำหรับคานมีดังนี้

การได้เปรียบเชิงกล $= \frac{\text{แรงความต้านทาน}}{\text{แรงความพยายาม}}$ หรือ M.A. $= \frac{W}{E}$

หรือ การได้เปรียบเชิงกล $= \frac{\text{ระยะทางการเคลื่อนที่ของแรงความพยายาม}}{\text{ระยะทางการเคลื่อนที่ของแรงความต้านทาน}}$

หรือ M.A. $= \frac{D_E}{D_W}$

และเราอาจหาการได้เปรียบเชิงกลได้จาก

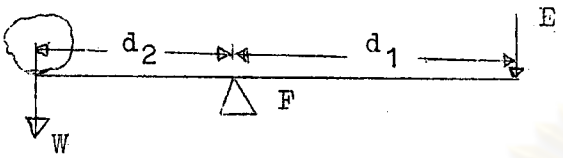
การได้เปรียบเชิงกล $= \frac{\text{ระยะทางของแรงพยายามถึงจุดหมุน}}{\text{ระยะทางของแรงความต้านทานถึงจุดหมุน}}$

หรือ M.A. $= \frac{d_1}{d_2}$

ถ้า M.A.= 1 แสดงว่าไม่ได้เปรียบและเสียเปรียบเชิงกล ถ้า M.A $> 1$ แสดงว่าผ่อนแรงได้เปรียบเชิงกล และถ้า M.A. $< 1$ แสดงว่าเสียเปรียบเชิงกลไม่ผ่อนแรง

หลักการคำนวณ

1. คานแบบที่ 1 มีจุด F อยู่ระหว่าง W และ E เช่น กรรไกรตัดผ้า คีมตัดโลหะ กรรไกรตัดหญ้าสนาม ฯลฯ



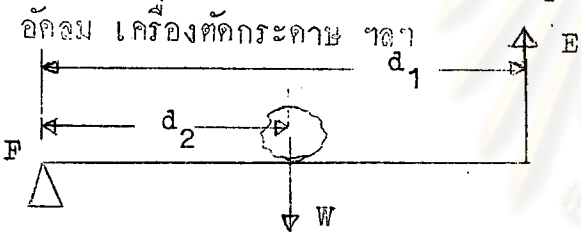

จะได้

$$W \times d_2 = E \times d_1$$

$$\frac{W}{E} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\therefore M.A. = \frac{W}{E} \text{ หรือ } M.A. = \frac{d_1}{d_2}$$

2. คานแบบที่ 2 มี W อยู่ระหว่าง E และ F เช่น รถเข็นดินที่เปิดขวดน้ำอัดลม เครื่องตัดกระดาษ ฯลฯ



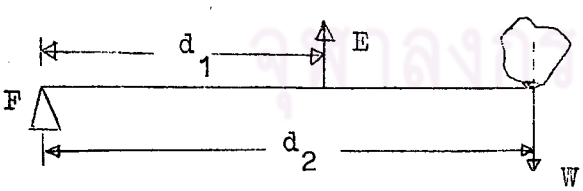

จะได้

$$W \times d_2 = E \times d_1$$

$$\frac{W}{E} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\therefore M.A. = \frac{W}{E} \text{ หรือ } M.A. = \frac{d_1}{d_2}$$

3. คานแบบที่ 3 มี E อยู่ระหว่าง W และ F เช่น คีมคีบน้ำแข็ง คีมคีบถ่าน ตะเกียบคีบอาหาร ฯลฯ




จะได้

$$W \times d_2 = E \times d_1$$

$$\frac{W}{E} = \frac{d_1}{d_2}$$

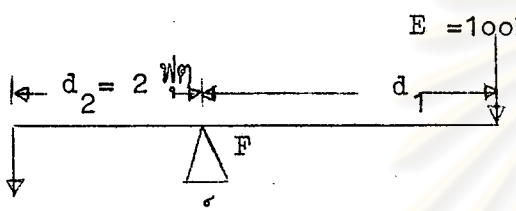
$$\therefore M.A. = \frac{W}{E} \text{ หรือ } M.A. = \frac{d_1}{d_2}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างในการคำนวณเรื่องคาน

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าต้องการใช้ระแรงงัดของหนัก 600 ปอนด์ ซึ่งอยู่ห่างจากจุดหมุน 2 ฟุต ควรออกแรง 100 ปอนด์ ห่างจากจุดหมุนเท่าใด มีการได้เปรียบเชิงกลหรือไม่ และเท่ากับเท่าใด

วิธีทำ การทำโจทย์ประเภทนี้ควรเขียนรูป คร่าวๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น




สมมติให้ $d_1$ เป็นระยะจากจุดหมุน ถึงจุดที่ออกแรง 100 ปอนด์

$E \times d_1 = W \times d_2$

$100 \times d_1 = 600 \times 2$

$d_1 = \frac{600 \times 2}{100}$

$= 12$ ฟุต ตอบ

จาก $M.A = \frac{W}{E}$

$= \frac{600}{100} = 6$

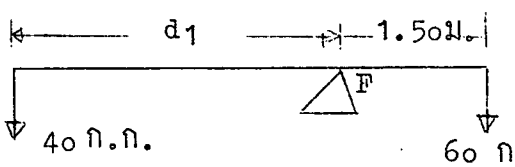
หรือ $M.A = \frac{d_1}{d_2}$

$= \frac{12}{2} = 6$

M.A. มีค่าเท่ากับ 6 มากกว่า 1 แสดงว่าได้เปรียบเชิงกล ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 เด็กคนหนึ่งหนัก 60 กิโลกรัม นั่งบนไม้กระดานหกห่างจากจุดฟัลครัมของไม้กระดานหกห่างจากจุด ฟัลครัมของไม้กระดานหกเท่ากับ 1.50 เมตรจะต้องให้เด็กอีกคนหนึ่งนั่งที่ใดจึงจะดานกันพอดี

วิธีทำ สมมติให้เด็กหนัก 40 กิโลกรัมนั่งห่างจากฟัลครัม = $d_1$ เมตร




จะได้

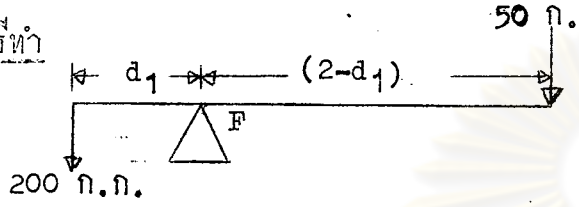
$40 \times d_1 = 60 \times 1.50$

$d_1 = \frac{60 \times 1.50}{40}$

$= 2.25$ เมตร ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 ถ้าต้องการใช้ไม้คานยาว 2 เมตร งัดก้อนหินหนัก 200 กิโลกรัม งัดก้อนหินหนัก 200 กิโลกรัม โดยออกแรงเพียง 50 กิโลกรัม ควรใช้ก้อนหินเล็ก ๆ เป็นหมอนรองหมุนห่างจากก้อนหินเท่าใด ไม้คานอันนี้มีการได้เปรียบเชิงกลเท่าใด

วิธีทำ




สมมติใช้หินหมุนคานไม้ที่ F ห่างจากก้อนหิน 200 ก.ก. เท่ากับ $d_1$ เมตร

∴ ระยะจาก F ถึงจุดออกแรง 50 ก.ก. เท่ากับ $(2 - d_1)$ เมตร

จะได้ $200 \times d_1 = 50 \times (2 - d_1)$

$200\ d_1 = 100 - 50\ d_1$

$200\ d_1 + 50\ d_1 = 100$ ∴ $d_1 = \frac{100}{250} = 0.4$ เมตร ตอบ

$M.A. = \frac{W}{E}$

$= \frac{200}{50}$

$= 4$

หรือ $M.A. = \frac{(2 - d_1)}{d_1} = \frac{1.6}{.4} = 4$ ตอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# แผนกิจกรรม
## ศูนย์ที่ 2

ชื่อ 1. ..... กลุ่มที่.....

2. .....

1. หลักของความถาวรของพลังงานมีดังนี้

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

2. ชายคนหนึ่งใช้ชะแลงงัดหินโดยออกแรง 60 ปอนด์ กดปลายชะแลงลงเป็นระยะทาง 1 ฟุต ซึ่งทำให้หินเคลื่อนที่ได้ 0.2 ฟุต จงหา

ก. การได้เปรียบเชิงกลของชะแลง

ข. น้ำหนักของก้อนหิน

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

3. ถ้าออกแรงความพยายาม 20 นิวตัน กระทำห่างจากจุดหมุน 4 เมตร เพื่อยกวัตถุซึ่งอยู่ห่างจากจุดหมุนออกไปอีกข้างหนึ่ง 1 เมตร จะยกวัตถุให้หนักเท่าใด คานอันนี้มีการได้เปรียบเชิงกลเท่าใด

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 3)

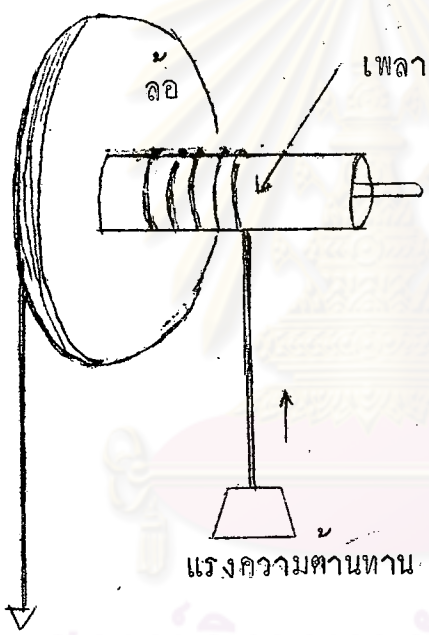
## เรื่อง ล้อ และ เพลา

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. นักเรียนรับแผ่นภาพล้อและเพลา 3 คน ต่อ 1 แผ่น
3. อ่านเนื้อเรื่องล้อ และ เพลาในแผ่นเนื้อหาโดยละเอียดและพิจารณาแผ่นภาพล้อ และเพลาประกอบ
4. อภิปรายถึงลักษณะและการทำงานของล้อและเพลาร่วมในกลุ่ม
5. แผ่นกิจกรรมการทดลอง 3 คน ต่อ 1 แผ่น
6. ทำการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรม
7. อภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม และสรุปผลการทดลอง ในแผ่นสรุปผลการทำลอง 1 คนต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 3
เรื่อง ล้อและเพลา

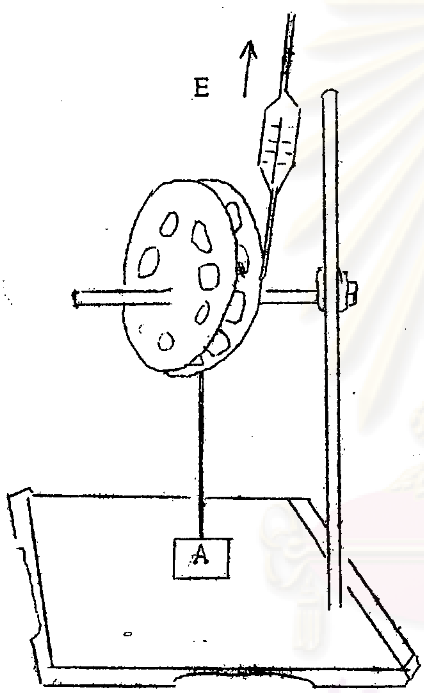
ล้อและเพลาเป็นเครื่องกลอย่างง่าย ประกอบด้วยวัตถุรูปทรงกระบอก 2 อัน ติดกัน และหมุนรอบแกนเดียวกัน ของกระบอกอันใหญ่ เรียกว่า ล้อ อันเล็กเรียกว่า เพลา ประโยชน์เบื้องต้น คือ ให้ยกของขึ้นสูงโดยออกแรงพยายามดึงเชือกที่พันรอบล้อและผูกของที่ต้องการยกเข้ากับเชือกที่พันรอบเพลา เมื่อออกแรงกระทำหมุนที่ล้อเพลาก็จะหมุนตามไปด้วย น้ำหนักที่ผูกติดกับเชือกบนเพลา ก็จะเคลื่อนที่ขึ้นลงตามต้องการ ตัวอย่างของเครื่องกลประเภทนี้ได้แก่ กว้านสมอเรือ กว้านตักน้ำจากบ่อ พวงมาลัยรถยนต์ ล้อรถทุกประเภท บันไดรถ จักรยาน ฯลฯ



แผ่นกิจกรรมการทดลอง (ศูนย์ที่ 3)

1. ชื่อ.......................กลุ่มที่.............
2. ชื่อ.......................
3. ชื่อ.......................

การทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของล้อและเพลา




1. ยึดแกนฟิล์มหรือแกนม้วนเทปบันทึกเสียงเข้ากับขาตั้ง ดังรูปซ้ายมือ
2. ชั่งน้ำหนักวัตถุ A,B และ C จดไว้ในตารางที่ให้ข้างล่าง
3. เอาเชือกผูกเข้ากับวัตถุหรือน้ำหนัก A กรัม นำปลายอีกข้างหนึ่งของเชือกพันรอบแกนแล้วพันกับแกนฟิล์ม
4. ใช้ปลายขอแขวนตาชั่งสปริงเกี่ยวกับริมของแกนฟิล์มแล้วดึงขึ้น
5. อ่านมาตราส่วนจากตาชั่งสปริงมีค่าเท่าใดจดไว้
6. สำหรับวัตถุ B และ C ทำเช่นเดียวกันกับ

| วัตถุ | น้ำหนัก | น้ำหนักที่ E อ่านได้จากตาชั่ง (กรัม) | ออกแรงน้อยกว่าน้ำหนักวัตถุ |
|---|---|---|---|
| A<br>B<br>C | | | |

จากการทดลองเรื่องล้อและเพลา นักเรียนได้ข้อสรุปดังนี้คือ

– – – – – – – – – – – – – – – – – – – – – – – –

– – – – – – – – – – – – – – – – – – – – – – – – – –

บัตรคำสั่ง

(ศูนย์ที่ 4)

เรื่อง หลักการของล้อและเพลา

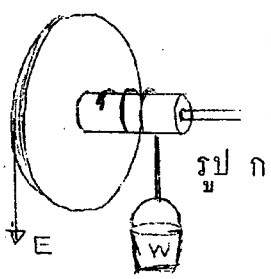
1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหา 1 คน ต่อ 1 ชุด
2. นักเรียนรับแผ่นภาพล้อและเพลา 3 คน ต่อ 1 แผ่น
3. ศึกษาแผ่นเนื้อหาและพิจารณาภาพประกอบโดยละเอียด
4. อภิปรายภายในกลุ่ม
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 1 คนต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 4

เรื่อง หลักของล้อและเพลา

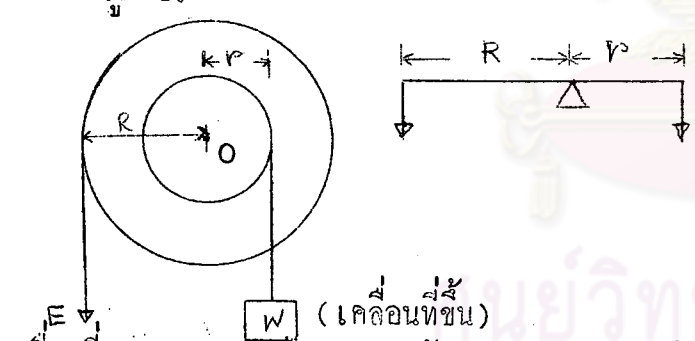
ล้อและเพลาเป็นเครื่องกลอย่างง่าย ประกอบด้วยวัตถุรูปทรงกระบอก 2 อันติดกันและหมุนรอบแกนเดียวกัน ทรงกระบอกอันใหญ่เรียกว่าล้อ อันเล็กเรียกว่าเพลา ประโยชน์เบื้องต้นคือใช้ยกของขึ้นสูงโดยออกแรงพยายาม ดึงเชือกที่พันรอบล้อ และผูกของที่ต้องการยกเข้ากับเชือกที่พันรอบเพลา เมื่อออกแรงกระทำที่หมุนที่ล้อเพลาก็จะหมุนตามไปด้วย น้ำหนักที่ผูกติดกับเชือกบนเพลาก็จะเคลื่อนที่ขึ้นลงตามต้องการ ตัวอย่างของล้อและเพลาได้แก่ กว้านสมอเรือ กว้านตักน้ำจากบ่อ พวงมาลัยรถยนต์ ล้อรถทุกประเภท บันไดจักรยาน ฯลฯ




รูป ก

ล้อและเพลาก็เหมือนกับคาน ซึ่งเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่ง เราลองมาพิจารณาดูรูปทางซ้ายมือ รูป ก. คือรูป แสดงทางด้านข้าง และล้อและเพลา รูป ข. คือ รูปที่แสดงลักษณะทางหน้าตัดของล้อและเพลา โดยกำหนดให้ E = แรงความพยายามที่ใช้ดึง

รูป ข.




(เคลื่อนที่ขึ้น)

(เคลื่อนที่ลง)

W = แรงความต้านทานที่ต้องการให้ยกสูงขึ้น

R = รัศมีของล้อนับจากจุดศูนย์กลางถึงขอบของล้อ

r = รัศมีของเพลานับจากจุดศูนย์กลางถึงขอบของเพลา

เมื่อเราหมุนล้อไป 1 รอบ จะได้ระยะทาง = $2\pi$ x รัศมีของล้อ = $2\pi R$ จะทำให้เพลาหมุนไปได้ 1 รอบ เช่นกัน ได้ระยะทาง $2\pi$ x รัศมีของเพลา = $2\pi r$ จากกฎของงาน เมื่อเราหมุนล้อไป 1 รอบจะได้

งานที่ให้แก่ล้อ = งานที่ได้รับจากเพลา

$E \times 2\pi R = W \times 2\pi r$

$E \times R = W \times r$ หรือ แรงพยายาม x รัศมีล้อ = แรงความต้านทาน x รัศมีเพลา

และจะได้ $\frac{R}{r} = \frac{W}{E}$

อัตราส่วนของ $\frac{W}{E}$ เราเรียกว่าการได้เปรียบเชิงกลใช้อักษรย่อว่า M.A.

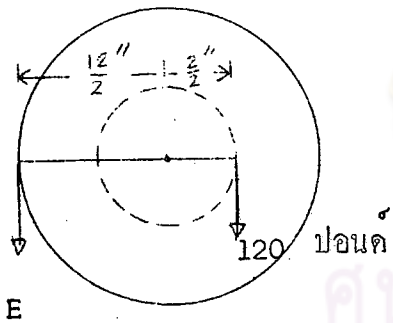
$\therefore$ M.A. $= \frac{W}{E}$ หรือ M.A. $= \frac{R}{r}$

เราจะเห็นได้ว่าจุด O หรือจุดศูนย์กลางของล้อและเพลาเปรียบเหมือนจุดหมุนหรือจุดฟัลครัมในเรื่องคาน

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 ใช้ล้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว และเพลาของเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยกของหนัก 120 ปอนด์ โดยผูกของนั้นไว้กับเชือกที่พันรอบ ๆ เพลา จะต้องออกแรงดึงเชือกที่พันรอบล้อเท่าใด ล้อและเพลาชุดนี้มีการได้เปรียบเชิงกลเท่าใด

วิธีทำ




หาแรงดึง E

จาก $E \times R = W \times r$

$E \times 6 = 120 \times 1$

$E = 20$ ปอนด์

$\therefore$ จะต้องออกแรงดึง 20 ปอนด์

E = แรงความพยายาม
W = 120 ปอนด์
R = 6 นิ้ว
r = 1 นิ้ว

หา M.A.

จาก M.A. $= \frac{W}{E}$

$= \frac{120}{20}$

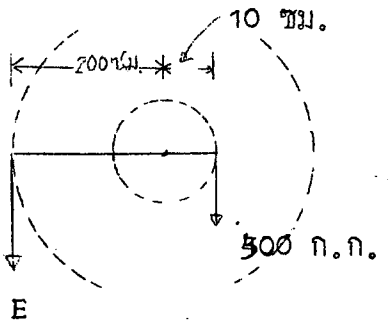
$= 6$

หรือ M.A. $= \frac{R}{r} = \frac{6}{1} = 6$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 กะลาสี 4 คน ต้องการถอนสมอเรือ ซึ่งมีน้ำหนัก 3,000 กิโลกรัม โดยใช้กว้านสมอเรือ ซึ่งมีรัศมี 10 เซนติเมตร และคันกว้านยาว 2 เมตร กลาสีแต่ละคนต้องออกแรงเท่าใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีทำ




ให้กะลาสี 1 คนออกแรงคนละ E ก.ก.

∴ กะลาสี 4 คน ออกแรงรวมกัน =4 E ก.ก.

จาก $E \times R = W \times r$

∴ $4E \times 200 = 3000 \times 10$

$E = \frac{3000 \times 10}{4 \times 200}$

$E = 4E$ ก.ก.
$W = 3000$ ก.ก.
$R = 200$ ซ.ม.
$r = 10$ ซ.ม.

กะลาสีแต่ละคนจะออกแรง 37.5 ก.ก. ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 ชายคนหนึ่งตักน้ำขึ้นจากบ่อโดยใช้ล้อและเพลามีรัศมี 18 นิ้ว และ 6 นิ้ว ตามลำดับ ถ้าชายคนนี้ออกแรง 8 ปอนด์ เพื่อหมุนล้อ น้ำในกระป๋องจะหนักเท่าใด ถ้ากระป๋องหนัก 4 ปอนด์

วิธีทำ

จาก $\frac{W}{E} = \frac{R}{r}$

$\frac{W}{8} = \frac{18}{6}$

∴ $W = \frac{18}{6} \times 8$

$= 24$ ปอนด์

W= น้ำหนักของน้ำและกระป๋อง
$E = 8$ ปอนด์
$R = 18$ นิ้ว
$r = 6$ นิ้ว

∴ น้ำในกระป๋องหนัก $= 24-4 = 20$ ปอนด์ ตอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกิจกรรมแบบฝึกหัด ศูนย์ที่ 4

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

1. ล้อและเพลาจุดศูนย์กลางของล้อและเพลาทำหน้าที่คล้ายกับ.....เมื่อเทียบกับคาน
2. เพื่อจะให้ได้รับประโยชน์จากล้อและเพลาจะต้องออกแรงพยายามกระทำที่.....
3. ถ้าจะให้มีการได้เปรียบเชิงกลมาก รัศมีของล้อจะต้อง..... และรัศมีเพลาจะต้องมี.....
4. ในการยกน้ำขึ้นจากบ่อโดยใช้กว้านซึ่งมีรัศมี 24 นิ้ว และแกนหมุนมีรัศมี 8 นิ้ว จะต้องออกแรงเท่าใดจึงจะยกน้ำถังหนึ่งหนัก 48 ปอนด์ ได้ และจะมีการได้เปรียบเชิงกลเท่าใด
   - 4.1 W มีค่าเท่ากับ.....
   - 4.2 R มีค่าเท่ากับ.....
   - 4.3 r มีค่าเท่ากับ.....
   - 4.4 E มีค่าเท่ากับ.....
   - 4.5 M.A. มีค่าเท่ากับ.....
5. ในการใช้ล้อและเพลา ปรากฏว่าจะต้องใช้แรงความพยายามกระทำที่ล้อ 20 นิวตัน จึงจะทำให้แรงความต้านทาน 100 นิวตัน ซึ่งผูกแขวนกับเพลาเคลื่อนที่ได้พอดี เมื่อรัศมีของเพลาเท่ากับ 10 ซ.ม. รัศมีล้อจะต้องมีรัศมีอย่างน้อยเท่าใด และจะมีการได้เปรียบเชิงกลเท่าใด
   - 5.1 E มีค่าเท่ากับ.....
   - 5.2 W มีค่าเท่ากับ.....
   - 5.3 r มีค่าเท่ากับ.....
   - 5.4 R มีค่าเท่ากับ.....
   - 5.5 M.A. มีค่าเท่ากับ.....

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 5)

เรื่อง รอก

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. นักเรียนศึกษาแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. นักเรียนรับแผ่นกิจกรรมการทดลอง 3 คน ต่อ 1 แผ่น
4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง
5. นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างของแผ่นกิจกรรมการทดลอง 3 คน ต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

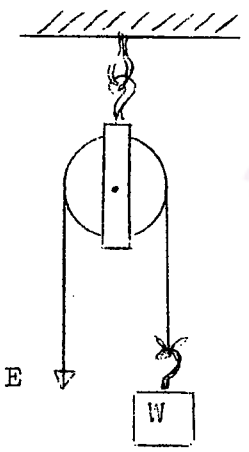
# ศูนย์ที่ 5
# แผนเนื้อหา
# เรื่อง รอก

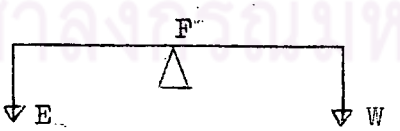
รอก คือ ล้อที่มีรอบเป็นร่องให้เชือกพันอยู่ได้ นับเป็นเครื่องกลที่ใช้หลักการของคานเช่นกัน อาจกล่าวได้ว่าเป็นการดัดแปลงรูปของคาน เรามักจะเห็นคนงานใช้รอกช่วยในการยกของบ่อย ๆ เคยคิดบ้างไหมว่า รอกเป็น "เครื่องกล" ชนิดหนึ่งที่ช่วยในการทำงานในการผ่อนแรง หรือทำงานสะดวกขึ้น

รอกที่ใช้กันมีอยู่ 2 อย่าง คือ

1. รอกเดี่ยว คือใช้รอกตัวเดียวแต่มีวิธีใช้ได้ 2 แบบ คือ

1.1 รอกเดี่ยวชนิดติดอยู่กับที่ หรือบางทีเรียกว่ารอกเดี่ยวตายตัว วิธีใช้รอกแบบนี้จะตรึงรอกไว้กับที่ ส่วนมากเป็นที่สูง เช่น เพดาน ยอดเสาธง ฯลฯ ใช้เชือกคล้องผ่านรอก ผูกวัตถุที่ต้องการยกขึ้นสูงไว้ปลายเชือกข้างหนึ่ง และออกแรงดึงที่ปลายเชือกอีกข้างหนึ่ง เปรียบได้กับคานแบบที่ 1 ซึ่งจะมีฟัลครัมอยู่ระหว่างแรงความพยายามกับแรงความต้านทาน ดังรูปข้างล่างจากรูปจะเห็นว่า ฟัลครัมหรือจุดหมุนอยู่ระหว่าง E (แรงความพยายาม) กับ W (แรงความต้านทานพอดี) ฉะนั้นการได้เปรียบเชิงกลจะเท่ากับ 1 คือรอกชนิดนี้ไม่ผ่อนแรงเลย นักเรียนคงสงสัยว่าเมื่อรอกชนิดนี้ไม่ผ่อนแรงแล้วเหตุใดเราจึงใช้เป็นเครื่องกล

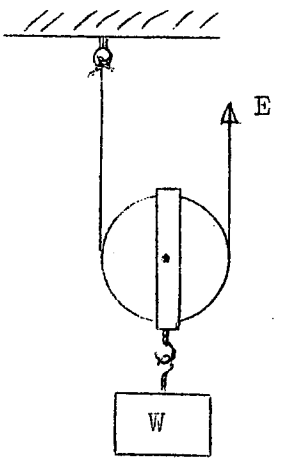


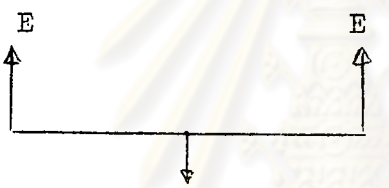




คำตอบง่าย ๆ ก็คือรอกชนิดนี้ช่วยให้เราทำงานสะดวกขึ้น ทุกคนคงยอมรับว่า การออกแรงยกของขึ้นสูง กับการออกแรงดึงลงต่ำนั้น แม้ว่าจะเป็นการออกแรงเท่า ๆ กัน แต่เราดึงลงได้สะดวกกว่ายกขึ้นมาก ฉะนั้นรอกชนิดนี้จึงเป็นเครื่องกลที่ใช้เปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่เพื่อ

ให้ทำงานได้สะดวกขึ้น ตัวอย่างการใช้รอกชนิดนี้ได้แก่ การชักธงขึ้นสู่ยอดเสา การชักม่านโดยดึงเชือก ช่างก่อสร้างหลายแห่งส่งปูนผสมใหม่ ๆ หรือของอื่น ๆ ขึ้นไปยังที่ก่อสร้างตอนที่สูง เป็นต้น

1.2 รอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้ รอกชนิดนี้ใช้ปลายข้างหนึ่งคล้องเชือกที่คล้องผ่านรอก ผูกติดกับที่ผูกติดอยู่กับที่ ผูกน้ำหนักที่ต้องการยกเข้ากับตัวรอกโดยตรง แล้วออกแรงดึงที่ปลายเชือกอีกข้างหนึ่ง ดังรูป ข้างล่าง ในกรณีนี้จะเห็นว่าน้ำหนักที่ต้องการยกนั้นมีเชือกยึดอยู่ 2 เส้น เมื่อถึงปลายเชือกขึ้นสูงเท่าใด น้ำหนักจะเคลื่อนที่สูงเป็นครึ่งหนึ่งของระยะทางนั้น รอกแบบนี้เปรียบได้กับคานแบบที่ 2 จากหลักของคาน การได้เปรียบเชิงกลของรอกแบบนี้จะเท่ากับ 2 คือจะออกแรงความพยายาม (E) เท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักวัตถุ ($\frac{W}{2}$) ถ้าไม่มีแรงเสียดทาน ดังนั้นรอกแบบนี้จึงเป็นรอกชนิดผ่อนแรง




หรือ เราอาจแสดงได้ดังนี้

แรงดึงในเชือกเส้นเดียวกันย่อมเท่ากัน คือ E

แรงถึงทั้งหมด = 2 E

แต่น้ำหนักวัตถุ = W

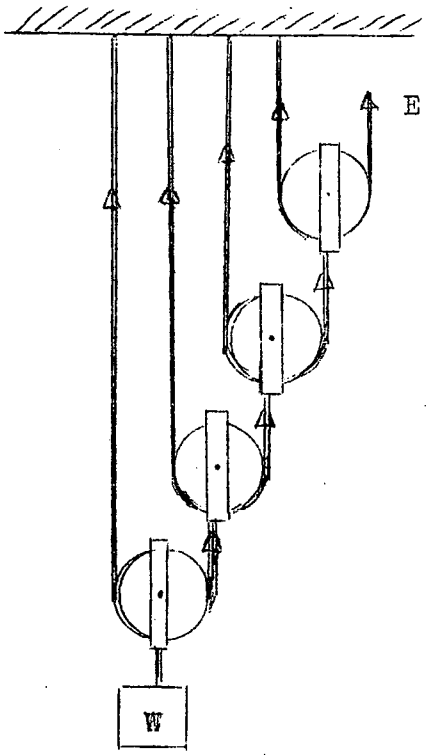
$\therefore$ 2 E = W

E = $\frac{W}{2}$

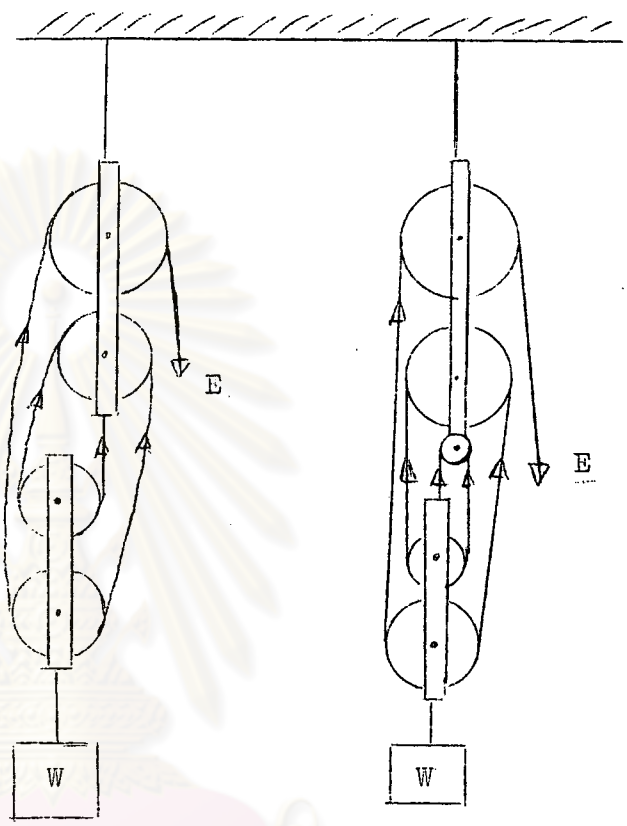
นั่นคือเราออกแรงในการถึงวัตถุขึ้นเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำหนักวัตถุ เช่น วัตถุหนัก 100 กิโลกรัม เมื่อใช้รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ได้จะออกแรงเพียง 50 กิโลกรัมเท่านั้น

2. รอกพวง คือการใช้รอกเดี่ยวหลาย ๆ ตัวร่วมกันช่วยให้ผ่อนแรงได้มากขึ้น มีวิธีการจัดรอกเป็น 3 แบบดังรูปข้างล่างนี้

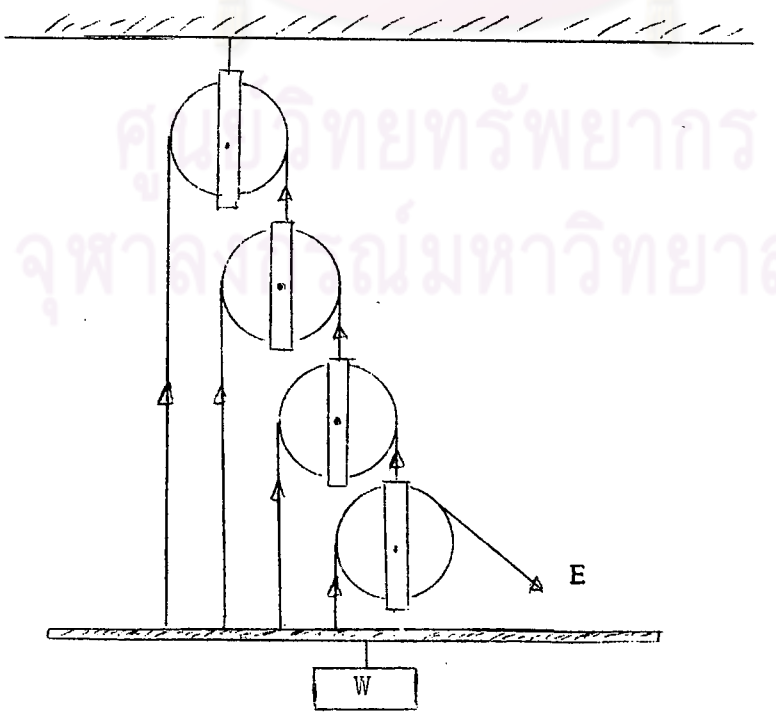
รอกพวงระบบที่ 1




รอกพวงระบบที่ 2




รอกพวงระบบที่ 3




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# แผนกิจกรรมการทดลอง (ศูนย์ที่ 5)

1. ชื่อ..... กลุ่มที่.....
2. ชื่อ.....
3. ชื่อ.....

## การทดลองเรื่องรอกเดี่ยว

1. ชั่งน้ำหนักของวัตถุ A และ B ด้วยตาชั่งสปริงบันทึกในตารางข้างล่าง
2. ตรึงรอกกับขาตั้งคล้องเชือกให้มีลักษณะเหมือนกับรอกเดี่ยวตายตัวในแผนเนื้อหา แต่ปลายข้างหนึ่งที่ออกแรงความพยายามผูกติดกับตาชั่งสปริงแล้วออกแรงดึงให้เคลื่อนที่ช้า ๆ จดแรงที่ดึงลงในตารางข้างล่าง (ให้ทำทั้งวัตถุ A และ B ) วัดระยะทางที่วัตถุ A และ B เคลื่อนที่ได้และระยะที่แรงความพยายามเคลื่อนที่ได้
3. จัดรอกให้เป็นรอกเดี่ยว เคลื่อนที่ได้แล้วทำเหมือนกับข้อที่ 2 (ทั้งวัตถุ A และB ) -

ผลการทดลองรอกเดี่ยวตายตัว

| วัตถุ | ชั่งได้หนัก | ออกแรงดึง (E) | ระยะทางที่ E เคลื่อนที่ได้ | ระยะทางที่ W แรงดึงเคลื่อนที่ |
|---|---|---|---|---|
| A | | | | |
| B | | | | |

สรุป ผลการทดลอง_____

_____

_____

ผลการทดลองรอกเคลื่อนที่

| วัตถุ ชั่งได้หนัก | ออกแรงดึง (E) | ระยะทางที่ W เคลื่อนที่ได้ | ระยะทางที่แรงดึง W เคลื่อนที่ได้ |
|---|---|---|---|
| A | | | |
| B | | | |

สรุป ผลการทดลอง_____

_____

_____

4. ให้นักเรียนลองประกอบรอกพวกระบบที่ 2 และที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรคำสั่ง

(ศูนย์ที่ 6)

สำรอง

เรื่อง การทำงานของปั้นจั่น

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 แผ่น
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหาภายในกลุ่มพร้อมกับศึกษารูปจำลองของปั้นจั่นประกอบ
3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม
4. สรุปผลการศึกษาในแผ่นกิจกรรมสรุป 1 คน ต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 6 (สำรอง)

แผนเนื้อหา เรื่อง การทำงานของปั้นจั่น

นักเรียนคงเคยเห็นปั้นจั่นมาแล้ว ปั้นจั่นเป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้หลักของคาน ในการทำงานของปั้นจั่นนั้นจะมีล้อและเพลาสำหรับดึงเชือกหรือลวดที่พาดอยู่กับคาน ซึ่งคล้องอยู่กับรอกที่ปลายคานนั้นอาจจะทำด้วยไม้หรือโลหะก็ได้ ที่ปลายเชือกหรือปลายคานก็จะผูกน้ำหนักที่ต้องการยกติดไว้ เราอาจจะให้ปั้นจั่นออกแรงยกวัตถุน้อยลงโดยอาจจะใช้รอกระบบที่สองเข้าช่วยก็ได้ ปั้นจั่นมีประโยชน์มากในการยกสิ่งของจากที่ต่ำ ๆ ขึ้นไปไว้บนที่สูง เช่น ยกไม้ซุงหนัก ๆ ขึ้นบนรถบรรทุกได้ หรือช่วยขนของในเรือลงสู่รถบรรทุกที่ท่าเรือ เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 6

แผ่น กิจกรรมสรุป

ชื่อ.........................กลุ่มที่.............

หลักการทำงานของปั้นจั่น มีดังนี้

------------------------------------

------------------------------------

------------------------------------

------------------------------------

------------------------------------

------------------------------------

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 1)

## เรื่อง โมเมนต์ของแรงคืออะไร ?

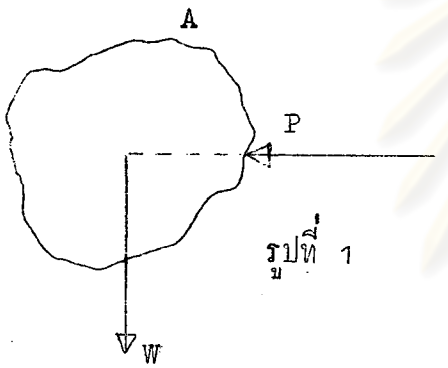
1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. อภิปรายข้อความในแผ่นเนื้อหาภายในกลุ่ม
4. นักเรียนรับแผ่นกิจกรรมการทดลอง 1 แผ่นต่อ 3 คน
5. ปฏิบัติตามข้อแนะนำของแผ่นกิจกรรม
6. อภิปรายผลทดลองภายในกลุ่ม
7. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลองของแต่ละกลุ่มย่อย (3 คนต่อ 1 แผ่น)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

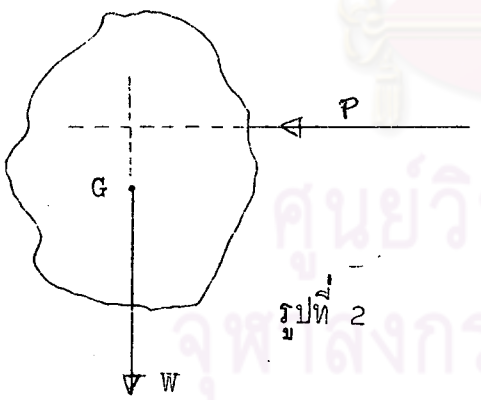
ศูนย์ที่ 1

แก่นเนื้อหาเรื่อง โมเมนต์ของแรงคืออะไร?

แรงหมายถึงสิ่งที่ทำให้วัตถุต่าง ๆ เคลื่อนที่ได้ เช่น แรงดึงและแรงดันถ้าเราออกแรงดันวัตถุไปทางทิศใด วัตถุนั้นก็จะเคลื่อนที่ไปทางทิศเดียวกันนั้น เรากล่าวว่าทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับทิศทางที่แรงกระทำ แรงจะมีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น แรง 30 ปอนด์ กระทำไปทางทิศตะวันตก ขนาดก็คือ 30 ปอนด์ ทิศทางคือ ทิศตะวันตก ซึ่งเราจะใช้หัวลูกศรแสดงทิศทางของแรงนั้น ๆ เราได้ทราบแล้วว่า น้ำหนักก็คือแรงที่ดึงดูดวัตถุเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก ดังนั้นทิศทางของแรงเนื่องจากน้ำหนักวัตถุในแนวดิ่ง จึงเขียนเป็นทิศทางโดยจะมีหัวลูกศรชี้ลงไปในแนวดิ่ง



รูปที่ 1



รูปที่ 2

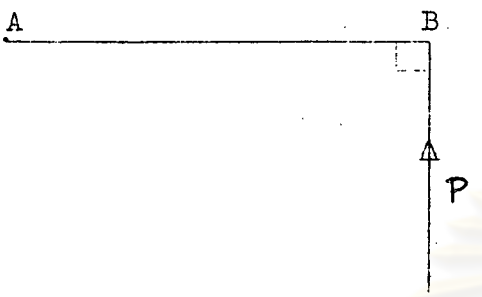
ให้นักเรียนลองพิจารณารูปทั้งสองทางด้านซ้ายมือ จะพบข้อแตกต่างบางอย่างที่เกิดขึ้นคือรูปที่ 1 เราออกแรง P กระทำต่อวัตถุ A แนวแรง P ผ่านจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ A พอดี ในกรณีเช่นนี้ ถ้าแรง P มีมากพอจะดันให้วัตถุ A เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับทิศทางของแรง P วัตถุ A จะไม่เกิดการหมุนแต่อย่างใด รูปที่ 2 เราออกแรง P กระทำต่อวัตถุ B เช่นเดียวกัน แต่แนวแรง P ไม่ได้ผ่านจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ B เกิดการหมุนขึ้น และถ้าเราเอาตะปูตอกวัตถุ B ไว้ที่จุดใดจุดหนึ่ง เช่นที่จุดศูนย์ถ่วง G ก็ได้และแรง Pนั้นก็จะทำให้วัตถุ B เกิดการหมุนรอบตะปูที่ตอกไว้ คือรอบจุด G เป็นต้น อย่างนี้เรียกว่าเกิดมีโมเมนต์หรือแรงหมุนรอบจุด G

การวัดค่าของโมเมนต์หรือแรงหมุนนั้นเราวัดจากผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงนั้น ๆ มายังจุดหมุน (Fulcrum) หรืออาจเขียนง่าย ๆ คือ

โมเมนต์ของแรงรอบจุดใด = แรง x ระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรงนั้น

ขอให้นักเรียนพิจารณาจากรูปข้างล่าง (รูปที่ 1 และรูปที่ 2)

รูปที่ 1

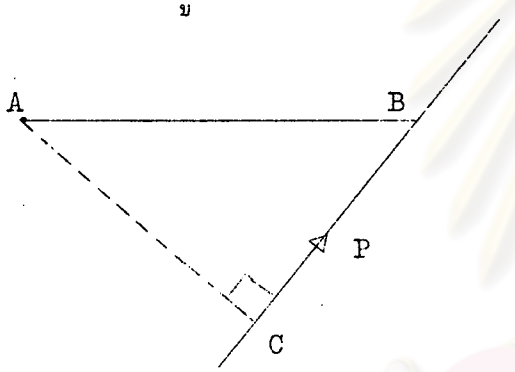



พิจารณารูปที่ 1

AB เป็นคานไม้ตรงท่อนหนึ่งตอกตะปูไว้ที่จุด A A เป็นแรง ๆ หนึ่งออกแรงที่ B ในแนวตั้งฉากกับ AB ในที่นี้ A จะเป็นจุดหมุนและ AB เป็นระยะตั้งฉากจากจุดหมุน A ไปยังแนวแรง P ดังนั้น

โมเมนต์ของแรง P รอบจุดหมุน A=PxAB

รูปที่ 2




พิจารณารูปที่ 2

ถ้าออกแรง P ในแนวเฉียง ๆ ดังรูปที่ 2 จากจุด A ลากเส้นตรง AC ไปตั้งฉากกับแนวแรง P ที่จุด C จะได้ AC เป็นระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุน A ไปยังแนวแรง ดังนั้น

โมเมนต์ของแรง P รอบจุดหมุน A= PxAC

หน่วยของโมเมนต์ เนื่องจากโมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนใดจุดหนึ่งมีลักษณะคล้ายงานในข้อที่ว่าผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทาง ผิดกันเพียงว่า โมเมนต์นั้นต้องใช้ระยะทางตั้งฉากเท่านั้น ฉะนั้น ถ้าแรงมีหน่วยเป็นปอนด์ ระยะทางเป็นฟุต โมเมนต์จะมีหน่วยเป็นฟุต - ปอนด์ เป็นต้น

สรุปแล้วจะได้

1. โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนใด ๆ คือ ผลคูณระหว่างแรงที่มากระทำต่อวัตถุกับระยะทางตั้งฉากถึงแนวแรงนั้น ๆ

2. ทิศทางของแรงกระทำอาจจะกระทำในแนวใด ๆ ก็ได้ต่อวัตถุ แต่เมื่อเราคิดโมเมนต์ของแรงนั้นแล้วจะต้องคิดระยะทางตั้งฉากของแนวแรงนั้น ๆ รอบจุดหมุน

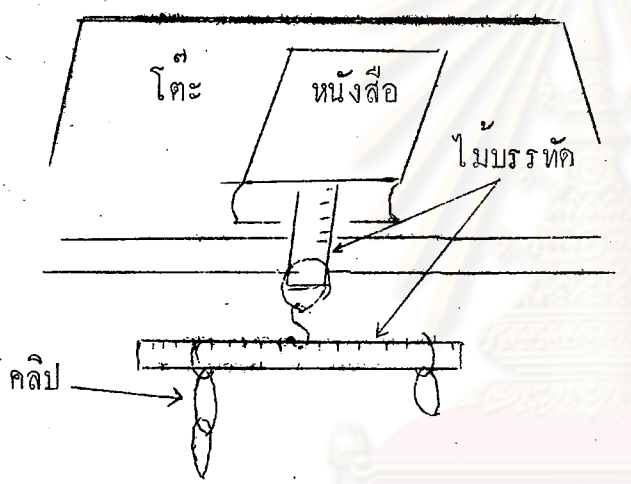
3. หน่วยของโมเมนต์ของแรงคือหน่วยของงานนั่นเอง แต่ระยะทางของโมเมนต์จะต้องคิดระยะทางในแนวตั้งฉากมาถึงแรงนั้น ๆ เป็นหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 1

แผ่นกิจกรรม การทดลอง

1. การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาเรื่องโมเมนต์ของแรง
2. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองดังนี้




2.1 จัดตั้งเครื่องมือดังรูป

2.2 ให้คลิปแขวนคนละข้างของคาน ให้ห่างจากจุดหมุน มีระยะทางเท่ากัน

2.3 เลื่อนคลิปข้างหนึ่งให้ไกลจากจุดหมุน สังเกตผล

2.4 เลื่อนคลิปในข้อที่ 2.3 ให้กลับที่เดิม สังเกตผล

2.5 เพิ่มคลิป 3 อันเข้าที่ข้างใดข้างหนึ่ง สังเกตผล

2.6 ลดจำนวนคลิปในข้อ 2.5 ให้เท่าเดิม สังเกตผล

2.7 เลื่อนคลิปให้ไกลจากจุดหมุน สังเกตผล แล้วเลื่อนกลับมาที่เดิม เติมคลิปเข้าไปในข้างเดียวกันนั้น 2 ตัว สังเกตผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 1

แผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

---

จากการทดลองเรื่องโมเมนต์ของแรงสรุปได้ดังนี้

โมเมนต์ของแรงจะเปลี่ยนไปหรือเพิ่มขึ้นเนื่องจาก

1. .....

2. .....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 2)

## เรื่อง ชนิดของโมเมนต์

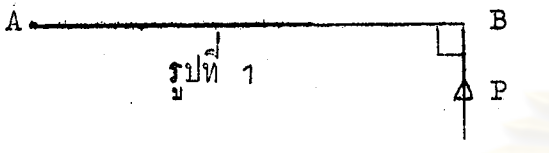
1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 แผ่น
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. อภิปรายข้อความในแผ่นเนื้อหาภายในกลุ่ม
4. นักเรียนรับแผ่นกิจกรรมการทดลอง 1 แผ่น ต่อ 3 คน
5. ปฏิบัติตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรม
6. อภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม
7. นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลองในแผ่นสรุปผลการทดลอง 1 คน ต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

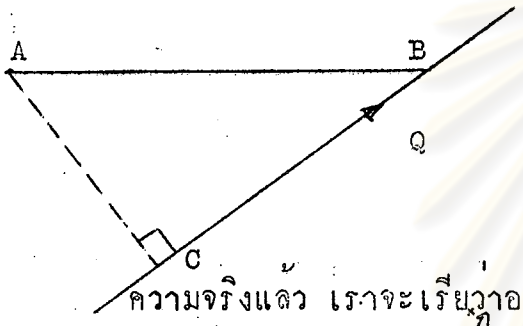
แผนเนื้อหา ศูนย์ที่ 2

เรื่อง "ชนิดของโมเมนต์"

โมเมนต์ของแรงคือ "ผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางในแนวตั้งฉากจากจุดหมุนมายังแนวแรงนั้น" ขอให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 1 โมเมนต์ของแรง P รอบ จุด A คือ P x AB (AB เป็นระยะทางตั้งฉากกับแรง P ) และจากรูปที่ 2 โมเมนต์ของแรง Q รอบจุด A คือ Q x AC (AC เป็นระยะทางตั้งฉากกับแรง Q)




รูปที่ 1




โมเมนต์ของแรงแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

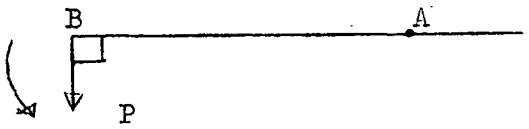
1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา
2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

ความจริงแล้ว เราจะเรียกว่าอย่างใดก็ได้ ขอแต่เพียงเมื่อเรียกชื่อแล้วให้มีความหมายตรงกันข้ามกัน เช่น จะเรียกโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาว่าโมเมนต์**บวก**และเรียกโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาว่าโมเมนต์**ลบ** ก็ได้เช่นรูปที่ 3 และ P ทำให้เกิดโมเมนต์รอบจุดหมุน A เป็นโมเมนต์ชนิดทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ลบ ส่วนรูปที่ 4 นั้น แรง Q ทำให้เกิดโมเมนต์รอบจุดหมุน O เป็นโมเมนต์ชนิดตามเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ **บวก**

รูปที่ 3

การหมุนทวนเข็มนาฬิกา

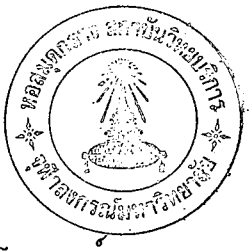
(โมเมนต์ของแรง P = P x OB)




รูปที่ 4

การหมุนตามเข็มนาฬิกา

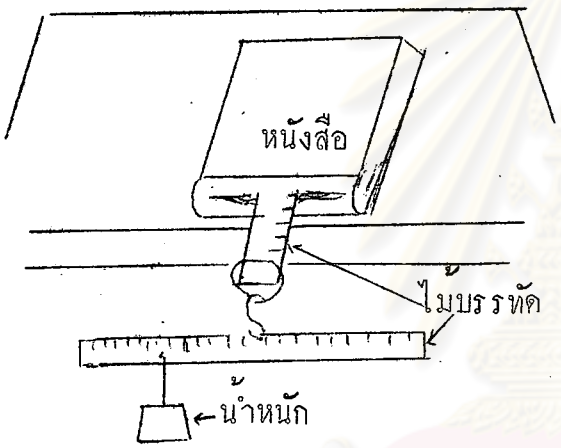
(โมเมนต์ของแรง Q คือ P x OX)



# บัตรกิจกรรมการทดลอง

## ศูนย์ที่ 2

1. การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษา "ชนิดของโมเมนต"
2. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองดังนี้
   2.1 จัดตั้งเครื่องมือดังรูป




   2.2 เอาตุ้มน้ำหนักแขวนข้างใดข้างหนึ่งสังเกตการหมุนของคาน
   2.3 เอาตุ้มน้ำหนักในข้อ 2.2 ออกแล้วลองแขวนอีกข้างสังเกตการหมุน
   2.4 เปลี่ยนระยะทางการแขวนตุ้มแต่ละข้างสังเกตผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนแบบฝึกหัด (ศูนย์ที่ 2)

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

---

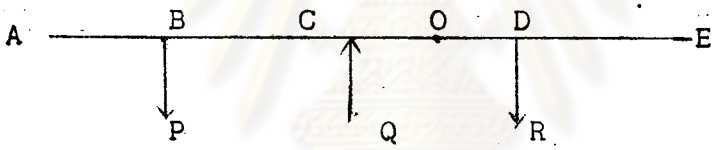
จงเติมข้อความหรือคำในช่องว่างให้สมบูรณ์และถูกต้อง

1. โมเมนต์ของแรงมี 2 ชนิดคือ

   ก. .....

   ข. .....

2. พิจารณาจากรูป และ P,Q,R, กระทำต่อคาน AE ที่ระยะ B,C,D ตามลำดับ




2.1 ถ้าเอา A เป็นจุดหมุน โมเมนต์ของแรง P จะเป็นโมเมนต์ชนิด..... โมเมนต์ของแรง Q จะเป็นโมเมนต์ชนิด ..... R จะเป็นโมเมนต์ชนิด.....

2.2 ถ้าเอา O เป็นจุดหมุน โมเมนต์ของแรง P จะเป็นโมเมนต์ชนิด..... โมเมนต์ของแรง Q จะเป็นโมเมนต์ชนิด ..... โมเมนต์ของแรง E จะเป็นโมเมนต์ชนิด .....

2.3 ถ้าเอา E เป็นจุดหมุน โมเมนต์ของแรง P จะเป็นโมเมนต์ชนิด..... โมเมนต์ของแรง Q จะเป็นโมเมนต์ชนิด ..... โมเมนต์ของแรง R จะเป็นโมเมนต์ชนิด... .....

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 3)

## เรื่อง กฎของโมเมนต์

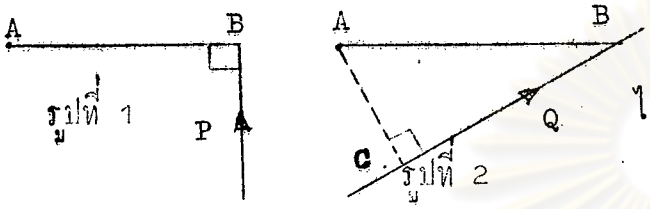
1. ให้นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. นักเรียนศึกษาในแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. อภิปรายภายในกลุ่ม
4. นักเรียนรับแผ่นกิจกรรมการทดลอง 3 คน ต่อ 1 แผ่น
5. นักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำของบัตรกิจกรรม
6. อภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม
7. สรุปผลการทดลองในแผ่นกิจกรรมสรุป 1 คน ต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 3

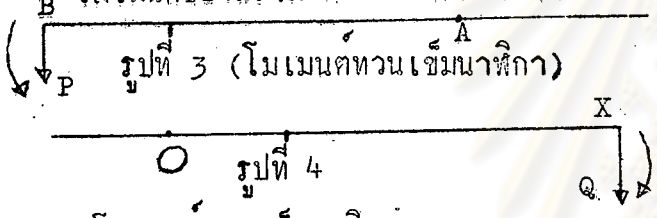
แผนเนื้อหาเรื่อง "กฎของโมเมนต์"

โมเมนต์ของแรง คือ ผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางในแนวตั้งฉากจากจุดหมุนมายังแนวแรงนั้น จากรูป 1 จะเห็นว่า P เป็นแรง และ AB เป็นระยะตั้งฉากจากจุดหมุน A มายัง P จะได้โมเมนต์ของแรงคือ P x AB จากรูปที่ 2 Q เป็นแรงระยะ AC เป็นระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุน A มายัง Q จะได้โมเมนต์ของแรง Q คือ Q x AC




รูปที่ 1 รูปที่ 2

โมเมนต์ของแรงมี 2 ชนิด คือ โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาจากรูปที่ 3 เมื่อเอา A เป็นจุดหมุน โมเมนต์ของแรง P จะเป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ลบ และจากรูปที่ 4 เมื่อเอา O เป็นจุดหมุนโมเมนต์ของแรง Q จะเป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์บวก




รูปที่ 3 (โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา)

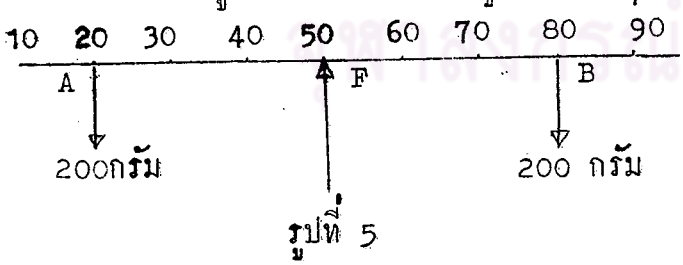
รูปที่ 4

(โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา)

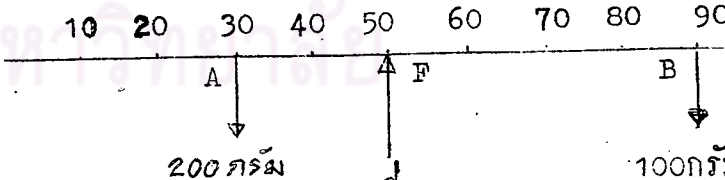
* เมื่อวัตถุอย่างหนึ่งถูกกระทำด้วยแรงหลาย ๆ แรงทำให้วัตถุนั้นอยู่ในสมดุลย์คืออยู่นิ่ง โมเมนต์ชนิดตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิการอบจุดหมุนเดียวกัน ย่อมมีค่าเท่ากันหรือเขียนได้ดังนี้

โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

พิจารณารูปข้างล่างเมื่อคานอยู่นิ่งหรือสมดุลย์




รูปที่ 5



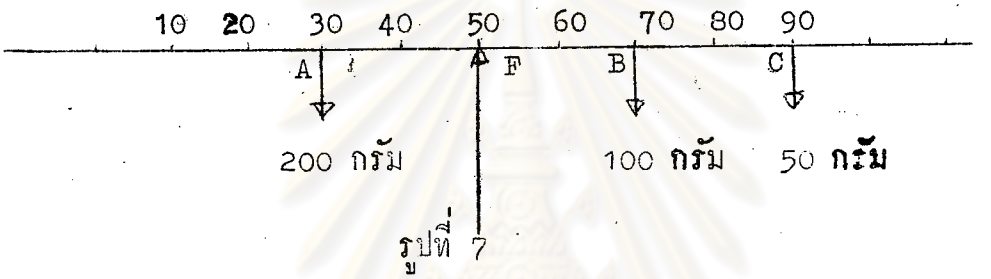

รูปที่ 6

พิจารณารูปที่ 5 เมื่อเราเอา F เป็นจุดหมุน แรง 200 กรัม กระทำที่ A จะมีทิศทางกระทำต่อคานทวนเข็มนาฬิกา และมีค่าของโมเมนต์เท่ากับ 200 x 30 = 6000 กรัม-ซม.

และแรง 200 กรัม กระทำที่ B จะมีทิศทางกระทำต่อคาน ตามเข็มนาฬิกา และมีค่าโมเมนต์เท่ากับ 200x 30 = 6000 กรัม-ซม. ซึ่งโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาจะเท่ากับโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

พิจารณารูปที่ 6 เมื่อ เอา F เป็นจุดหมุน แรง 200 กรัม กระทำที่ A เป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่า = 200 x 20 = 4000 กรัม-ซม. และ แรง 100 กรัม กระทำที่ จะเป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่า= 100 x 40 = 4000 กรัม-ซม.

ซึ่งเราจะได้ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา




รูปที่ 7

จากรูป เมื่อคานอยู่ในสมดุลย์คืออยู่นิ่ง

ถ้าเอา F เป็นจุดหมุนจะได้

แรง 200 กรัม กระทำที่ A เป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่า

$$200 \times 20 = 4000 \text{ กรัม-ซม.}$$

แรง 100 กรัม กระทำที่ B จะเป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่า

$$= 100 \times 20 = 2000 \text{ กรัม-ซม.}$$

แรง 50 กรัม กระทำที่ C จะเป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่า

$$= 50 \times 40 = 2000 \text{ กรัม-ซม.}$$

ซึ่งเมื่อคานสมดุลย์เราจะได้

ผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

$$2000 + 2000 = 4000$$

$$4000 = 4000$$

ดังนั้น กฎของโมเมนต์เราอาจสรุปได้ดังนี้คือ

เมื่อคานถูกกระทำโดยวัตถุแล้วคานนั้นอยู่นิ่งหรือสมดุลย์เราจะได้

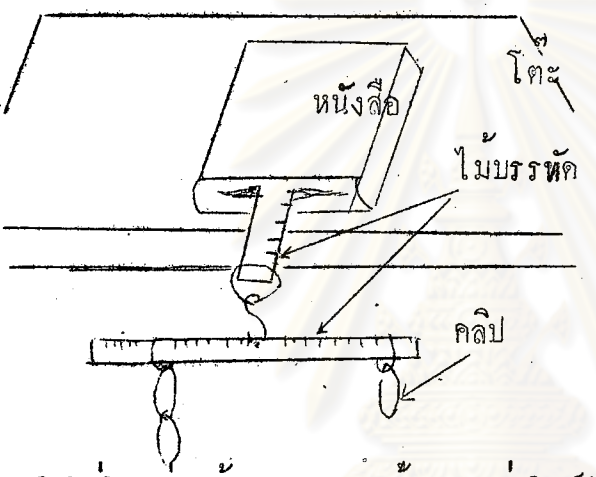
ผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรกิจกรรมการทดลอง

ศูนย์ที่ 3

1. การทดลองนี้เป็นการทดลองเรื่อง "กฎของโมเมนต์"
2. ให้นักเรียนจัดเครื่องมือดังรูป




3. จัดคลิปใส่ในแต่ละข้างของคาน ข้างละเท่าใดก็ได้ และปรับระยะต่าง ๆ ให้คานอยู่ในสมดุลย์ โดยเปลี่ยนจำนวนคลิปและระยะทางห่างจากจุดหมุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผ่นสรุปกิจกรรม (ศูนย์ที่ 3)

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

---

จากการทดลอง เราสรุปกฎของโมเมนต์ ได้ดังนี้คือ.-

.....

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 4)

## เรื่อง สมดุลย์ของคาน

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. อภิปรายภายในกลุ่ม
4. นักเรียนรับแผ่นกิจกรรมการทดลอง 3 คนต่อ 1 แผ่น
5. นักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง
6. อภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม
7. ทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 1 คนต่อ 1 แผ่น

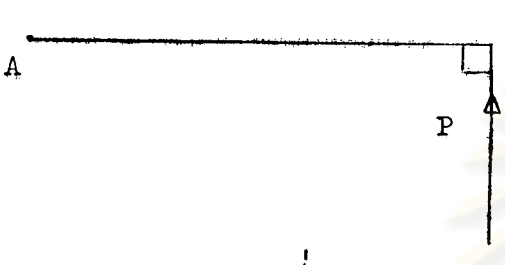
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 4

แผ่นเนื้อหาเรื่อง "สมดุลย์ของคาน"

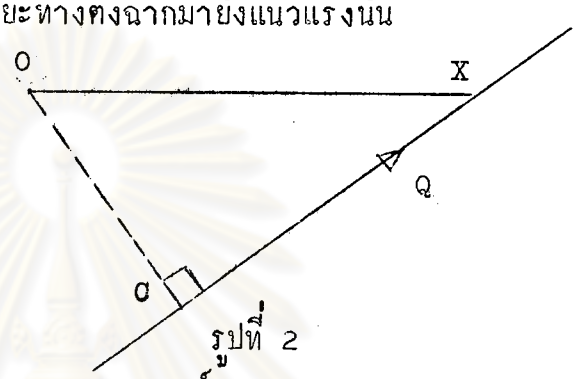
โมเมนต์ของแรงคือผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางในแนวตั้งฉาก มายังแนวแรงนั้น หรือเขียนย่อ ๆ ว่า

โมเมนต์ของ แรง = แรง x ระยะทางตั้งฉากมายังแนวแรงนั้น




รูปที่ 1

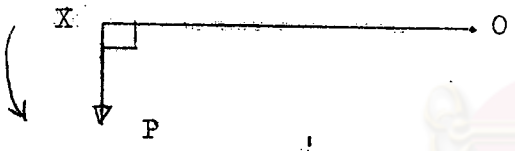
(โมเมนต์ของแรง P = P x AB )



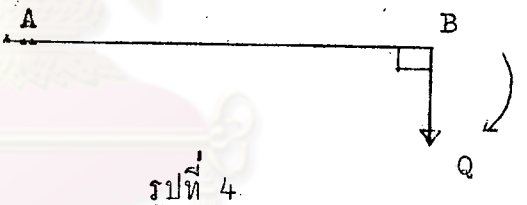

รูปที่ 2

(โมเมนต์ของแรง Q = Q x OC )

โมเมนต์ของแรงมีอยู่ 2 ชนิดคือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์บวก และโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ลบ




รูปที่ 3

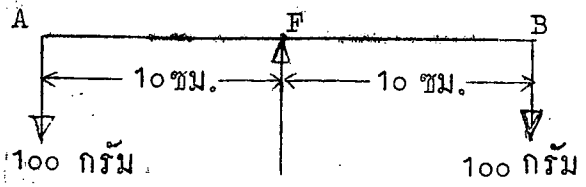



รูปที่ 4

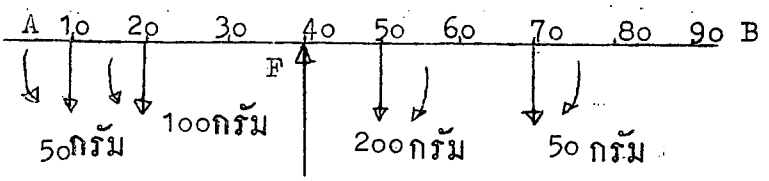
พิจารณาจากรูปที่ 3 เมื่อเอา O เป็นจุดหมุน โมเมนต์ของแรง P รอบจุด O จะเป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ลบจะมีค่าเท่ากับ P x OX และเมื่อพิจารณารูปที่ 4 เมื่อ A เป็นจุดหมุน โมเมนต์ของแรง Q จะเป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์บวก จะมีค่าเท่ากับ Q x AB

ในกรณีที่มีแรงหลายแรงมากระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นอยู่นิ่ง และไม่มีการเคลื่อนที่เลย เราเรียกว่าวัตถุนั้นอยู่ใน "สภาวะสมดุลย์"

ให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพ (รูปที่ 5 และ รูปที่ 6)




รูปที่ 5




รูปที่ 6

พิจารณารูปที่ 5 เมื่อคาน AB อยู่ในสมดุลย์ และเราเอา F เป็นจุดหมุนเราจะได้ดังนี้

1. แรงกดลงหรือแรงกริยา = แรงดันขึ้นหรือแรงปฏิกริยาที่ F

   100 + 100 = แรงดันขึ้นหรือและปฏิกริยาที่ F

   200 กรัม = แรงดันขึ้นหรือแรงปฏิกริยาที่ F

2. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

   100 x BF = 100 x AF

   100 x 10 = 100 x 10

   1000 ฟุต-ปอนด์ = 1000 ฟุต-ปอนด์

พิจารณาจากรูปที่ 6 เมื่อคาน AB อยู่ในสมดุลย์และเราเอา F เป็น จุดหมุนเราจะได้

1. แรงกดลงหรือแรงปฏิกริยา = แรงดันขึ้นหรือและปฏิกริยาที่ F

   50 +100 +200 +50 = แรงดันขึ้นหรือแรงปฏิกริยาที่ F

   400 กรัม = แรงดันขึ้นหรือแรงปฏิกริยาที่ F

2. ผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

   200 x10 + 50 x30 = 100 x 20 + 50 x 30

   2000 + 15000 = 2000 + 1500

   3500 กรัม-ซ.ม. = 3500 กรัม - ซม.

สรุปหลักสมดุลย์

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำบนวัตถุใดก็ตามและทำให้คานนั้นอยู่ในสภาพสมดุลย์แล้วจะได้

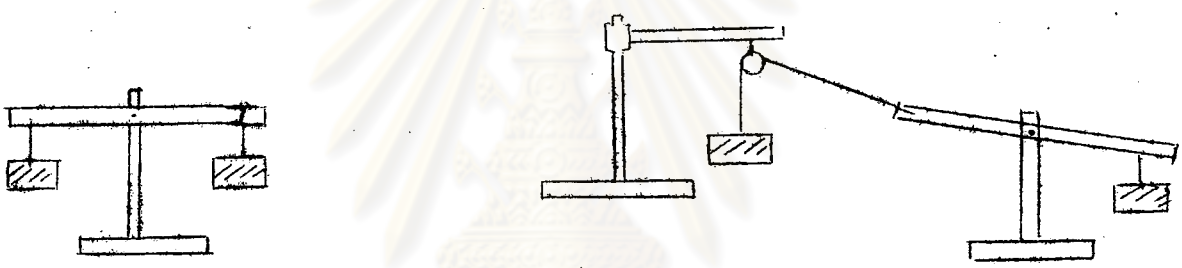
(1) ผลบวกของแรงกริยา (แรงกดลง) = ผลบวกของแรงปฏิกริยา (แรงดันขึ้น)

(2) ผลวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

# แผนกิจกรรมการทดลอง
## ศูนย์ที่ 4

<u>วิธีทดลอง</u> การทดลองนี้เป็นการศึกษาเรื่อง "สมดุลย์ของคาน"

1. ให้นักเรียนจัดอุปกรณ์ดังรูป ก. คือ จัดให้คานอยู่นิ่งในแนวระดับโดยใช้น้ำหนักเท่ากันแขวนห่างจากจุดหมุนเท่า ๆ กัน



2. เปลี่ยนทิศทางของแรงข้างหนึ่ง โดยใช้เชือกผูกจากคานตรงจุดเดิม คล้องผ่านรอกเดี่ยว แล้วจึงแขวนตุ้มน้ำหนักอันเดิมที่ปลายเชือกดังรูป ข.
3. ค่อย ๆ เลื่อนน้ำหนักทางขวามือ ให้เข้าใกล้จุดหมุนเข้ามาจนกระทั่งคานอยู่ในแนวระดับอย่างเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# แผ่นสรุปกิจกรรมการทดลอง (ศูนย์ที่ 4)

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

1. การที่คานอยู่นิ่งได้ในแนวระดับ เมื่อแขวนน้ำหนักที่เท่ากัน ให้ห่างจากจุดหมุนมีระยะทางเท่ากันในแนวตั้งฉาก เพราะ

.....

.....

.....

2. เมื่อเปลี่ยนทิศทางของแรงข้างหนึ่งแล้วคานจะอยู่ในแนวระดับหรือไม่ เพราะเหตุใด?

.....

.....

.....

3. ทิศทางแรงกระทำเมื่อเปลี่ยนทิศทางโดยใช้คล้องวัตถุกับรอกนั้น ตั้งฉากกับคานหรือไม่

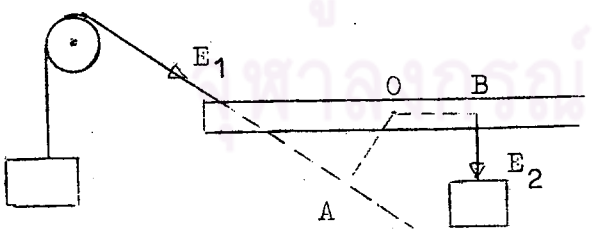
.....

.....

.....

4. จงพิจารณาแผนภาพที่ให้ข้างล่างว่าระยะทางตั้งฉากของแรง $E_1$ คือ.....

ระยะทางตั้งฉากของแรง $E_2$ คือ.....




5. จากการทดลองและพิจารณาจากแผนภาพ เมื่อคานอยู่ในสมดุลย์ระยะ OA กับ OB ควรจะเท่ากันหรือไม่เพราะเหตุใด

.....

.....

6. เมื่อคานอยู่ในสมดุลย์เราจะได้ .....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง

## (ศูนย์ที่ 5)

เรื่อง หลักการคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรง

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. อภิปรายภายในกลุ่ม
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัด 1 คน ต่อ 1 แผ่น

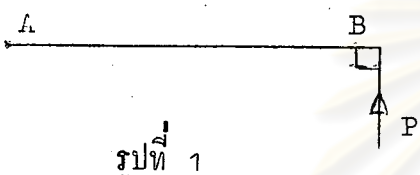
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 5

แผ่นเนื้อหา เรื่อง "หลักการคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรง"

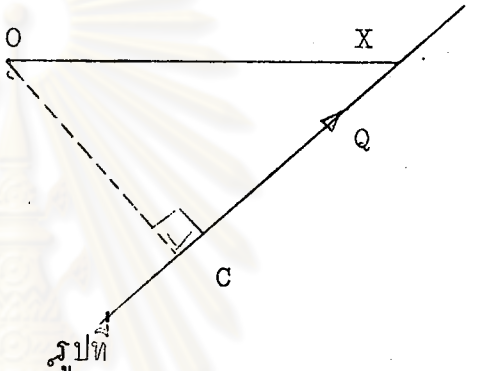
โมเมนต์ของแรงคือ ผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางในแนวตั้งฉากมายังแนวแรงนั้น เขียนย่อ ๆ ว่า

โมเมนต์ของแรง = แรง x ระยะทางในแนวตั้งฉาก




รูปที่ 1

(โมเมนต์ของแรง P=PxAB)




รูปที่

โมเมนต์ของแรง Q= Q X OC

โมเมนต์ของแรงมี 2 ชนิดคือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์บวก และโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ลบ

รูปที่ 3 (โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา)

รูปที่ 4 (โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา)

โมเมนต์ของแรง P เป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์บวก จะมีค่าเท่ากับ P x OC เมื่อเอา O เป็นจุดหมุน และโมเมนต์ของแรง Q เป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ลบ จะมีค่าเท่ากับ Q x AB เมื่อเอา A เป็นจุดหมุน

ในกรณีที่มีแรงหลายแรงมากระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นอยู่นิ่ง และไม่มีการเคลื่อนที่หรือหมุนเลย เราเรียกว่าวัตถุนั้นอยู่ใน "สภาวะสมดุลย์"

เมื่อวัตถุอยู่ในสภาวะสมดุลย์เราจะได้ดังนี้คือ

1. แรงกดลงหรือแรงกริยา = แรงดันขึ้นหรือแรงปฏิกริยา

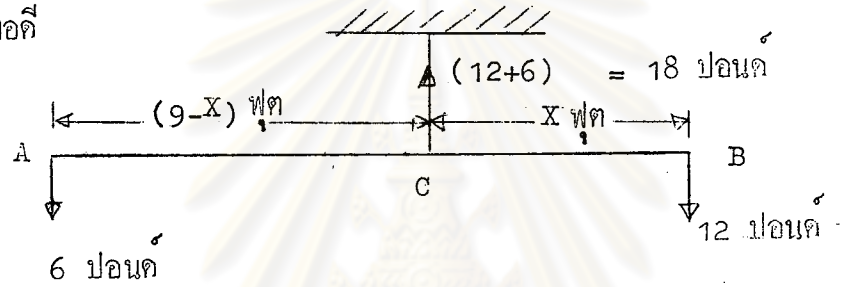
2. ผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

ในการคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงเราจะต้องเข้าใจและจำหลักทั้งสองข้อนี้ไว้เป็นเกณฑ์

ตัวอย่างในการคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรง

ตัวอย่างที่ 1 ไม้คานอันหนึ่งยาว 9 ฟุต ที่ปลายทั้งสองข้างของคาน มีน้ำหนัก 6 และ 12ปอนด์ แขวนอยู่ จงหาว่าจะต้องแขวนคานตรงจุดใด คานจึงจะอยู่ในแนวระดับหรือสมดุลย์พอดี

วิธีทำ




ให้ AB เป็นคานยาว 9 ฟุต

สมมติแขวนคานนี้ที่ C ให้ห่างจากน้ำหนัก 12 ปอนด์ (ปลาย B) เป็นระยะ X คาน AB จึงจะอยู่ในสมดุลย์

$\therefore$ AC = (9 - X) ฟุต

เมื่อคานอยู่ในสมดุลย และเราเอา C เป็นจุดหมุน เราจะได้

(1) แรงปฏิกริยาหรือแรงดันขึ้นที่จุด C = 12+6 = 18 ปอนด์

(2) โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = 12xBC = 12 x X ฟุต-ปอนด์

(3) โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = 6 x AC = 6 x (9-X) ฟุต-ปอนด์

(4) โมเมนต์ของแรง 18 ปอนด์ รอบจุด C = 18 x 0 =0

(ระยะทางที่โมเมนต์ของแรง 18 ปอนด์ รอบจุด C จะมีค่าเท่ากับศูนย์)

∴ จะได้ โมเมนต์ ตามเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

$12\ X = 6\ (9-X)$

$12\ X = 54-6\ X$

$12X+6X = 54$

$18\ X = \frac{54}{18}$

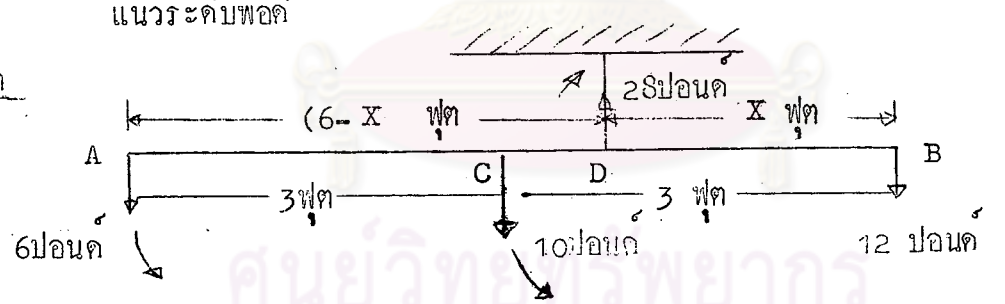
$X = 3$

∴ จะต้องแขวนคานห่างจากน้ำหนัก 12 ปอนด์ เท่ากับ 3 ฟุต คานจึงจะอยู่ใน สมดุลย์ ตอบ

ข้อควรสังเกต เมื่อเราเอาจุดใดเป็นจุดหมุนแล้ว แรงที่กระทำ ณ จุดนั้นจะมีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากระหว่างทางของแรงมายังจุดหมุนนั้นมีค่าเท่ากับศูนย์

ตัวอย่างที่ 2 เหล็กแท่งหนึ่งยาว 6 ฟุต หนัก 10 ปอนด์ ปลายทั้งสองข้างมีน้ำหนัก 6 และ 12 ปอนด์แขวนอยู่ จะหาว่าจะต้องแขวนเหล็กแท่งนี้ตรงไหน แท่งเหล็กจึงจะอยู่ในแนวระดับพอดี

วิธีทำ




แท่งเหล็กนี้ถือว่าเป็นแท่งเหล็กโตสม่ำเสมอ น้ำหนักของเหล็กจะลงที่จุดกึ่งกลางของแท่งเหล็กนี้คือที่ระยะ 3 ฟุต

สมมติให้แขวนแท่งเหล็ก AB ที่ D โดยแขวนห่างจากปลาย B ที่ระยะ X ฟุต ∴ ระยะ AD=(6-X) ฟุต

เมื่อคานสมดุลย์ แสดงว่า

แรงดึงขึ้นของเชือกหรือแรงปฏิกริยา =6+10+12 = 28 ปอนด์

สมมติเอา B เป็นจุดหมุน

เมื่อเอา B เป็นจุดหมุน ∴ น้ำหนัก 12 ปอนด์ ที่ B จะมีค่าโมเมนต์เท่ากับศูนย์ (เพราะว่าระยะทางของแรง 12 ปอนด์ เท่ากับศูนย์)

เราจะเห็นว่าโมเมนต์ของน้ำหนัก 10 ปอนด์ เป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา มีค่า $= 10 \times CB = 10 \times 3 = 30$ ฟุต-ปอนด์

โมเมนต์ของน้ำหนัก 6 ปอนด์ เป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา มีค่า

$= 6 \times AB = 6 \times 6 = 36$ ฟุต-ปอนด์

โมเมนต์ของแรงดึงขึ้นของเชือกที่ D เป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา มีค่า $= 28 \times BD = 28 \times X$ ฟุต-ปอนด์

จาก ผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลบวกโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

$$28 \times X = 30 + 36$$

$$28X = 66$$

$$X = \frac{66}{28} = \frac{33}{14} = 2\frac{5}{14}$$

∴ จะต้องแขวนกานเหล็กไว้ห่างจากปลายที่มีน้ำหนัก 12 ปอนด์ $2\frac{5}{14}$ ฟุต ตอบ

เราอาจเอา D เป็นจุดหมุนก็ได้

โมเมนต์ที่ D จะมีค่าเป็นศูนย์

โมเมนต์ของน้ำหนัก 6 ปอนด์ และ 10 ปอนด์ จะเป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา และโมเมนต์ของน้ำหนัก 12 ปอนด์ เป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

จากโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

$$12 \times BD = 10 \times CD + 6 \times AD$$

$$12 \times X = 10((6-X)-3) + 6(6-X)$$

$$12X = 10(3-X) + 6(6-X)$$

$$12X = 30 - 10X + 36 - 6X$$

$$28X = 66$$

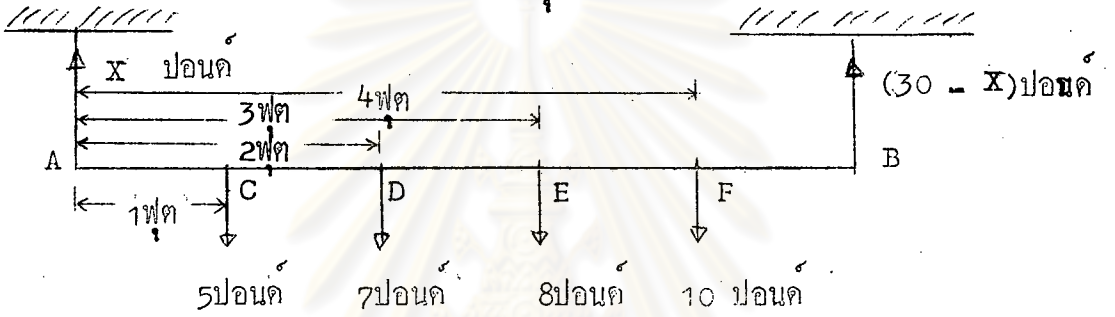
$$X = \frac{66}{28} = \frac{33}{14}$$

∴ ต้องแขวนเชือกห่างจาก น.น.12 ปอนด์ $2\frac{5}{14}$ ฟุต เช่นกัน

---

ตัวอย่างที่ 3 คานเบามากอันหนึ่งยาว 5 ฟุต ที่ปลายแต่ละข้างแขวนด้วยเชือก ดึงขึ้นในแนวดิ่ง ทำให้คานอยู่ในแนวระดับ มีน้ำหนัก 5,7,8 และ 10 ปอนด์ แขวนอยู่ที่จุดห่างจากปลายคานข้างหนึ่ง 1,2,3 และ 4 ฟุต ตามลำดับจงหาแรงดึงในเส้นเชือกทั้งสอง

วิธีทำ




เมื่อคานอยู่ในสมดุลย์เชือกที่ A และ B จะออกแรงดึงขึ้นรวมกันมีค่าเท่ากับ 5+7+8+10 หรือ 30 ปอนด์

สมมติให้ที่ A รับน้ำหนัก X ปอนด์ ∴ ที่ B รับน้ำหนัก = (30- X) ปอนด์

(ถ้าเราเอา B เป็นจุดหมุน แรง (30 -X)ปอนด์ ที่ B มีค่าโมเมนต์ เป็นศูนย์)

ผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลบวกโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

$$X \times AB = 5 \times CB + 7 \times DB + 8 \times EB + 10 \times FB$$

$$X \times 5 = 5 \times 4 + 7 \times 3 + 8 \times 2 + 10 \times 1$$

$$5X = 20 + 21 + 16 + 10$$

$$X = \frac{67}{5} = 13\frac{2}{5}$$

$$= 13.40 \text{ ปอนด์}$$

∴ เชือกที่ A รับน้ำหนัก = 13.40 ปอนด์และที่ B รับน้ำหนัก = 30 - 13.4

= 16.60 ปอนด์ ตอบ

หรือนักเรียนอาจเอา A เป็นจุดหมุนก็ได้ (แรง Xปอนด์ที่ A มีค่าโมเมนต์เป็นศูนย์)

ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

$(30-X) \times AB = 5 \times AC + 7 \times AD + 8 \times AE + 10\ AF$

$(30-X) \times 5 = 5 \times 1 + 7 \times 2 + 8 \times 3 + 10 \times 4$

$150 - 5X = 5 + 14 + 24 + 40$

$-5X = 83 - 150$

$X = \frac{-67}{-5} = 13\frac{2}{5}$

เชือกที่ A รับน้ำหนัก = 13.40 ปอนด์

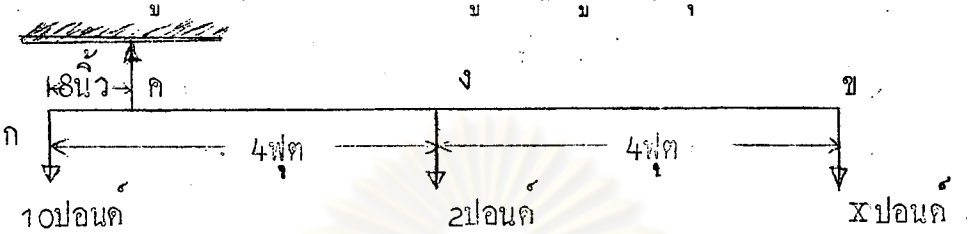
เชือกที่ B รับน้ำหนัก = 30-13.40 = 16.60 ปอนด์ ตอบ เช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกิจกรรมแบบฝึกหัด (ศูนย์ที่ 5)

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

1. จงพิจารณาจากรูปและเติมข้อความให้สมบูรณ์และถูกต้องที่สุด




ก.ข. เป็นคานยาว 8 ฟุต หนัก 2 ปอนด์ ที่ ค. มีขอแขวนคาน ก.ข. นี้ ห่างจากปลาย ก. 8 นิ้ว และที่ ก. มีน้ำหนัก 10 ปอนด์ แขวนอยู่จะต้องแขวนน้ำหนักที่ ข. เท่ากับ X ปอนด์ คาน ก.ข. จึงจะอยู่ในสมดุลย์

แรงดึงขึ้นที่ ค. = .....

ถ้าเอา ค เป็นจุดหมุน

น้ำหนัก 10 ปอนด์ เข็มโมเมนต์.....มีค่าเท่ากับ.....

น้ำหนัก 2 ปอนด์ เข็มโมเมนต์.....มีค่าเท่ากับ.....

น้ำหนัก X ปอนด์ เข็มโมเมนต์.....มีค่าเท่ากับ.....

จากผลบวกของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา ผลบวกของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

..... = .....

..... =.....

..... =.....

∴ ที่ ข. จะมีน้ำหนัก ..... = ..... แขวนอยู่

2. นาย ก. และ ข. ช่วยกันหามของหนัก 100 กิโลกรัม โดยใช้คานยาว 4 เมตร ถ้าแขวนวัตถุนี้ห่างจากนาย ก. 1.5 เมตร อยากทราบว่านาย ก. และ ข. จะต้องออกแรงเท่าใด

บัตรคำสั่ง

(ศูนย์ที่ 6)

สำรอง

เรื่อง "ตาชั่ง"

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 แผ่น
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. อภิปรายภายในกลุ่ม
4. นักเรียนรับแผ่นกิจกรรมการทดลองคนละ 1 แผ่น และปฏิบัติตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง
5. นักเรียนส่งผลงานที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง (3 คนต่อ 1 ชุด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 6 (สำรอง)
แผนเนื้อหา เรื่อง "ตาชั่ง"

---

นักเรียนคงเคยเห็นตาชั่งมาแล้ว เช่น ตาชั่งจีน ตาชั่งสองจาน เขาชั่งของที่ต้องการชั่งโดยอาศัยหลักของโมเมนต์นั่นเอง เขาจะนำน้ำหนักของที่ต้องการชั่งไว้ข้างหนึ่งแล้วนำน้ำหนักที่ทราบค่าไปวางอีกข้างหนึ่ง จนกระทั่งคานของตาชั่งอยู่นิ่งในแนวระดับ ก็แสดงว่าน้ำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน กล่าวคือ เมื่อตาชั่งอยู่ในแนวระดับแล้ว เราจะได้โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 6 (สำรอง)

แผ่นกิจกรรม

1. กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมประดิษฐ์ ตาชั่งอย่างง่าย ๆ
2. ให้นักเรียนตัดกระดาษแข็งและเย็บเป็นสี่เหลี่ยม (ด้านบนเปิด) โดยเย็บด้วยเครื่องเย็บกระดาษ 2 อัน
3. นำกระดาษสี่เหลี่ยมที่ได้ทากาวด้านใต้ แล้วนำไปติดที่ปลายไม้ชิ้งโตสม่ำเสมอ ข้างละอัน และนำลวดที่แจกให้สอดเข้าไปในรูของไม้ ที่เจาะไว้
4. นำสิ่งที่ได้ไปวางพาดกับหนังสือ 2 เล่ม ซึ่งวางห่างกันพอสมควร โดยให้ปลายลวดทั้งสองข้างพาดกับหนังสือ และให้หมุนคล่อง
5. ทดลองชั่งน้ำหนักโดยใช้สตางค์เหรียญบาทเปรียบเทียบกับวัตถุอื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง
## (ศูนย์ที่ 1)
## เรื่อง พื้นเอียง

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละแผ่น
2. นักเรียนศึกษาเนื้อเรื่องในแผ่นเนื้อหาอย่างละเอียด
3. อภิปราย การศึกษาภายในกลุ่ม
4. นักเรียนรับแผ่นกิจกรรมทดลอง 3 คนต่อ 1 แผ่น
5. นักเรียนทำการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง
6. อภิปรายถึงผลการทดลองภายในกลุ่ม
7. เขียนสรุปผลการทดลองในแผ่นสรุปผลการทดลอง 1 คนต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 1

แผ่นเนื้อหา เรื่อง "พื้นเอียง"

พื้นเอียงหรือพื้นลาดเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการยกวัตถุที่มีน้ำหนักมากขึ้นสู่ที่สูง หรือลงสู่ที่ต่ำ เป็นเครื่องกลที่ช่วยทำงาน ในการทำงานเช่น เข็นของหนัก ๆ ขึ้นสู่ที่สูง เขาจะใช้แผ่นหรือพื้นผิวอาจจะเป็นไม้หรือโลหะก็ได้ พาดเชื่อมต่อระหว่างที่สูงและที่ต่ำ ตัวอย่างเครื่องกลประเภทนี้ได้แก่ บันได บันไดเลื่อน แผ่นไม้กระดานพาดท้ายรถบรรทุกกับพื้นดิน เป็นต้น

สรุปแล้ว พื้นเอียงหรือพื้นลาด คือ พื้นที่เอียงลาดใช้ช่วยยกน้ำหนักจากที่ต่ำขึ้นที่สูง โดยมีการผ่อนแรง คือ ผู้ยกน้ำหนักจะออกแรงน้อยกว่าวัตถุที่ต้องการจะยก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

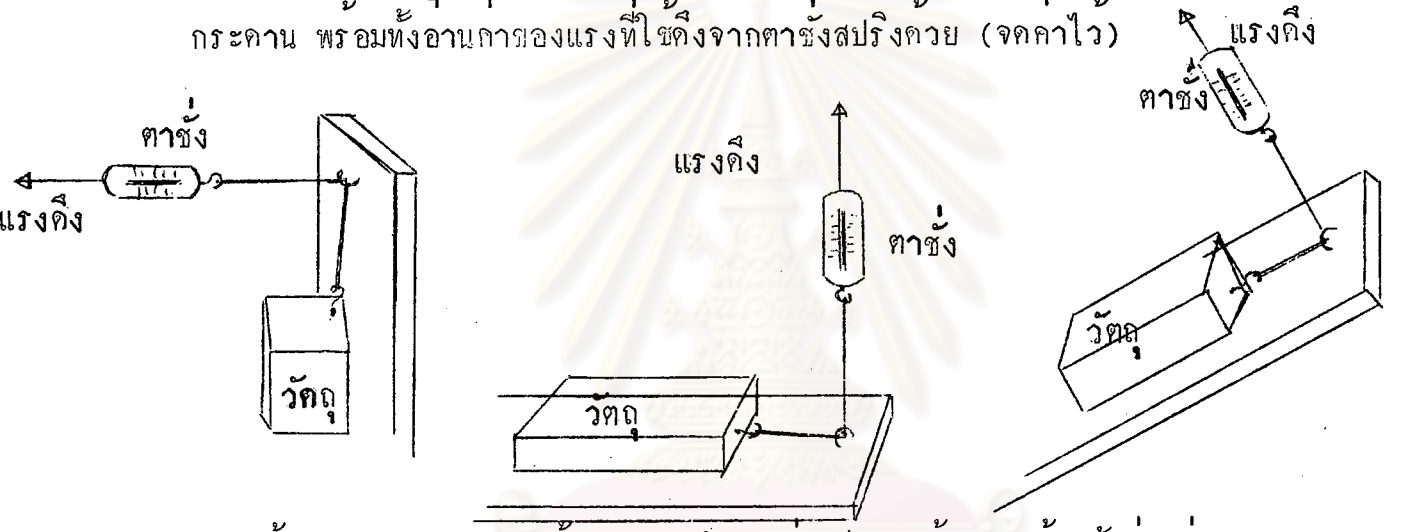
แผนกิจกรรมการทดลอง

ศูนย์ที่ 1

(1) การทดลองนี้ เป็นการทดลองเรื่องพื้นเอียง

(2) ใช้เชือกผูกกับวัตถุวางไว้บนแผ่นกระดานเอาปลายเชือกที่เหลือลอดตะปู (ที่ตอกโค้งไว้) ไปผูกกับตาชั่งสปริง

(3) ตั้งไม้กระดานให้อยู่ในแนวดิ่ง (ดังรูป) พยายามออกแรงดึงให้วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปตามพื้นกระดาน พร้อมทั้งอ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงจากตาชั่งสปริงด้วย (จดคำไว้)




(4) วางไม้กระดานในแนวราบแล้วออกแรงดึงรถเช่นเดียวกับข้อ 3 พร้อมทั้งอ่านค่าของแรงดึงจากตาชั่งสปริงด้วย

(5) วางไม้กระดานให้อยู่ในลักษณะเอียงแล้วทดลองซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 3 เสร็จแล้วลองเปลี่ยนความสูงให้ไม้กระดานเอียงมากน้อยต่าง ๆ กัน (ใช้หนังสือวางซ้อน ๆ กันเป็นที่รองรับปลายไม้) อ่านค่าของแรงดึงจากตาชั่งสปริงนำมาเปรียบเทียบกันดู

# บัตรคำสั่ง
## (ศูนย์ที่ 2)
## เรื่อง หลักของพื้นเอียง

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 ชุด
2. ศึกษาจากแผ่นเนื้อเรื่องในแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด
3. อภิปราย หลักการของพื้นเอียงภายในกลุ่ม
4. คำนวณหาค่าใส่ในช่องว่าง ของแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง โดยทำ 1 คนต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 2

แผ่นเนื้อหา "หลักของพื้นเอียง"

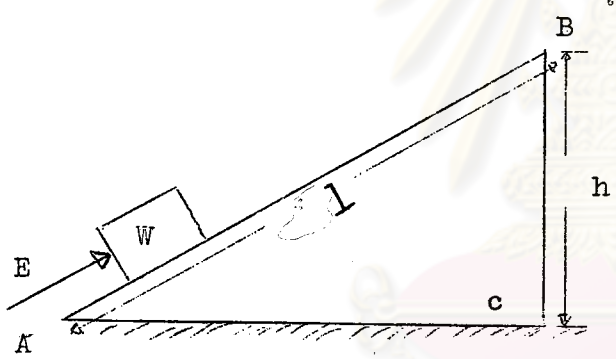
พื้นเอียง หรือพื้นลาด คือ พื้นที่เอียงลาดใช้ช่วยยกน้ำหนักจากที่ต่ำขึ้นที่สูง โดยมีการผ่อนแรง คือ ผู้ยกน้ำหนักจะออกแรงน้อยกว่า น้ำหนักวัตถุที่จะยก ตัวอย่างเครื่องกลแบบนี้ได้แก่บันได บันไดเลื่อนแผ่นไม้กระดานที่กรรมกรใช้พาดท้ายรถบรรทุกกับพื้นดิน เป็นต้น

<u>หลักในการคำนวณเรื่องพื้นเอียง</u>

ในการทำงานเรายือว่า "งานที่แรงพยายามจะเท่ากับงานของแรงความต้านทาน" ซึ่งงานจะมีค่าเท่ากับ แรง x ระยะทาง หรือเราจะพูดง่าย ๆ ว่า

หลักของงานคือ

งานที่ให้แก่เครื่องกล = งานที่ได้จากเครื่องกล




ถ้าให้ W = แรงความต้านทานหรือน้ำหนักที่ต้องการยก

E = แรงความพยายามหรือแรงที่ใช้เข็นวัตถุ

l = ความยาวของพื้นเอียง

h = ความสูงของพื้นเอียง

ถ้าเราออกแรง E ดันวัตถุไปตามพื้น AB จนถึง B เราได้ให้งานแก่พื้นเอียง =E x AB หรือ E x l (หน่วยของงาน) และงานที่เราได้จากพื้นเอียง จะเท่ากับ น้ำหนักของวัตถุ หรือแรงความต้านทาน (W) x ความสูงของพื้นเอียง (BC ) หรือเท่ากับ W x h (หน่วยของงาน)

ดังนั้น จากหลักของงานจะได้

งานที่ให้แก่เครื่องกล = งานที่ได้รับจากเครื่องกล

E x l = W x h

และจะได้ $\frac{W}{E} = \frac{l}{h}$

อัตราส่วนระหว่าง $\frac{W}{E}$ และ $\frac{l}{h}$ เราเรียกว่าการได้เปรียบเชิงกลใช้ย่อว่า M.A. ดังนั้น

$$M.A. = \frac{W}{E} = \frac{l}{h}$$

หรือการได้เปรียบเชิงกล $\frac{\text{แรงความต้านทาน}}{\text{แรงความพยายาม}} = \frac{\text{ความยาวของพื้นเอียง}}{\text{ความสูงของพื้นเอียง}}$

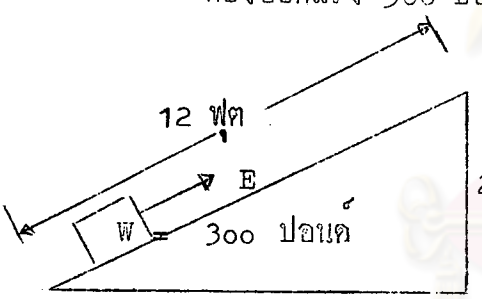
ตัวอย่างในการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 จะต้องออกแรงเท่าใด เพื่อยกน้ำหนัก 300 ปอนด์ ขึ้นสูง 2 ฟุต โดย

ก. ออกแรงขึ้นตรง ๆ ตามแนวดิ่ง

ข. เข็นของขึ้นตามพื้นเอียงซึ่งยาว 12 ฟุต

วิธีทำ ก. ในการยกของขึ้นตรง ๆ ตามแนวดิ่งต้องออกแรงเท่ากับน้ำหนักของวัตถุนั้น คือ ต้องออกแรง 300 ปอนด์




(ข)

ตอบ

จากสูตร $Exl = Wxh$

แทนค่า $E \times 12 = 300 \times 2$

$E = 50$ ปอนด์

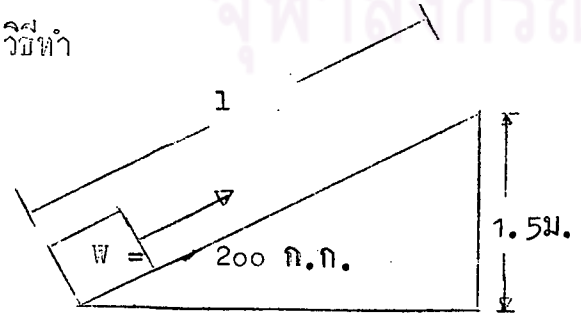
ต้องออกแรง $= 50$ ปอนด์

E=ต้องการทราบ
l = 12 ฟุต
W = 300 ปอนด์
h = 2 ฟุต

ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 ในการลำเลียงของหนัก 200 กิโลกรัม ขึ้นสู่รถบรรทุก ซึ่งมีพื้นรถสูงจากพื้นดิน 1.5 เมตร คนงานที่ออกแรงได้เต็มที่ 50 กิโลกรัม จะต้องใช้พื้นเอียงยาวอย่างน้อยเท่าใด จึงจะเข็นของขึ้นพื้นเอียงนี้มีการได้เปรียบเชิงกลเท่าใด

วิธีทำ




หาความยาวของพื้นเอียง

จาก $E \times l = W \times h$

แทนค่า $50 \times l = 200 \times 1.5$

$l = \frac{200 \times 1.5}{50}$

E = 50 ก.ก.
l = ต้องการทราบ
W = 200 ก.ก.
h = 1.5 เมตร

∴ พื้นเอียงยาว 6 เมตร ตอบ

หาการได้เปรียบเชิงกล

จาก $M.A. = \frac{W}{E}$

$M.A. = \frac{200}{50}$

$= 4$

M.A. = ต้องการทราบ

W = 200 ก.ก.

E = 50 ก.ก.

ตอบ M.A. = ต้องการทราบ

หรือ $M.A. = \frac{l}{h}$

$M.A. = \frac{6}{1.5}$

$= 4$ ตอบ

l = 6 เมตร

h = 1.5 เมตร

ข้อควรสังเกต การได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความยาวกับพื้นเอียงและความสูงของพื้นเอียงยิ่ง พื้นเอียงมีความยาวมากขึ้นเท่าใด และความสูงของพื้นเอียงมีความสูงน้อยลงเท่าใด การได้เปรียบเชิงกลยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนสรุปผลการทดลอง ชื่อ.....กลุ่มที่....

ศูนย์ที่ 1

จากการทดลองเรื่องพื้นเอียงสรุปผลได้ดังนี้

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

แผนกิจกรรมแบบฝึกหัดเรื่อง "หลักของพื้นเอียง

ศูนย์ที่ 2

ชื่อ.....กลุ่ม.....

จงคำนวณหาคำใส่ในช่องว่างให้ถูกต้องและครบบริบูรณ์

| ข้อ | ความยาว | ความสูง | การได้เปรียบเชิงกล | แรงความพยายาม | แรงความตานทาน | งาน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 12 เมตร | 3 เมตร | ..... | 0.6นิวตัน | ..... | ..... |
| 2. | 15 ฟุต | 3 ฟุต | ..... | ..... | 25ปอนด์ | ..... |
| 3. | 100 ซ.ม. | 5 ซ.ม. | ..... | ..... | 220กรัม | ..... |
| 4. | 25 นิ้ว | ..... | $2\frac{1}{2}$ | 60 ปอนด์ | ..... | ..... |

# บัตรคำสั่ง
## (ศูนย์ที่ 3)
## เรื่อง ลิ่มและหลักการของลิ่ม

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหา คนละ 1 ชุด
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหา โดยละเอียด
3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม
4. คำนวณหาค่าใส่ลงในช่องว่างของแผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง โดยทำ 1 คนต่อ 1 แผ่น

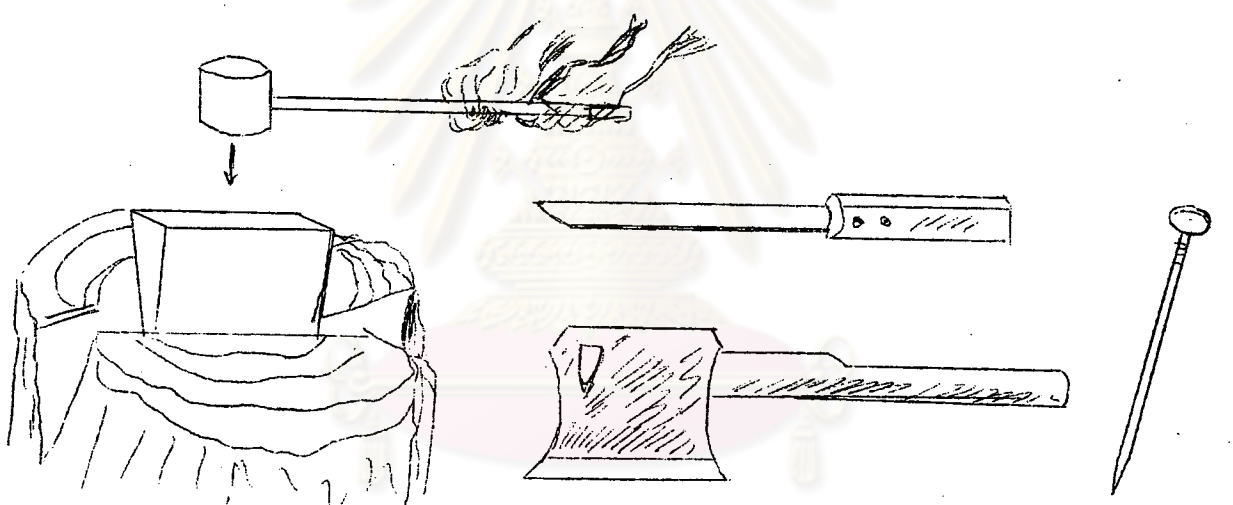
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 3

แผ่นเนื้อหาเรื่องลิ่มและหลักการของลิ่ม

ลิ่มเป็นเครื่องกลซึ่งมีหลักเกณฑ์ทำงานเช่นเดียวกับพื้นเอียง ต่างกันแต่เพียงการทำงานเท่านั้น คือ ในการทำงานนั้นพื้นเอียงไม่เคลื่อนที่ วัตถุเป็นตัวเคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียง แต่ในการทำงานของลิ่มนั้น ลิ่มเป็นตัวเคลื่อนที่ไป ส่วนวัตถุอยู่เฉย ๆ ไม่เคลื่อนที่ ตัวอย่างเครื่องกลประเภทนี้ ได้แก่ หัวขวาน มีด ตะปู เข็มเย็บผ้า เป็นต้น ซึ่งเราจะเห็นว่าลิ่มมีลักษณะเปรียบเหมือนพื้นเอียง 2 อันประกบกัน

ลักษณะโดยทั่วไปของลิ่ม คือ ทำด้วยโลหะ หรือไม้เนื้อแข็งเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านหนึ่งเป็นสันคมสำหรับตอกลงไปในเนื้อของวัตถุทำให้วัตถุแยกออกจากกันดังรูปข้างล่าง



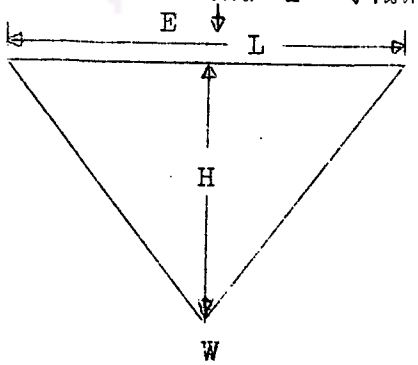
เครื่องใช้ต่าง ๆ ที่เป็นหลักของลิ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักในการคำนวณเรื่องลิ่ม

จากหลักของงาน ที่กล่าวว่า

งานที่ให้แก่เครื่องกล = งานที่ได้รับจากเครื่องกล




ถ้าให้ E= แรงความพยายามหรือแรงที่เราใช้ตอกหรือกดลงแก่ลิ่ม

W = แรงความต้านทานของเนื้อวัตถุที่ต้องการตอกให้แยกออกจากกัน

L = ความกว้างของหัวลิ่ม หรือคือระยะที่เนื้อวัตถุแยกออกจากกัน

H = ความยาวของลิ่มหรือคือระยะที่จมลึกลงไปเนื้อวัตถุ

ก่อนอื่นต้องเข้าใจว่าในขณะที่เราออกแรงความพยายาม E กระทำบนหัวลิ่ม จมลึกลงไปจดมิดหัวลิ่มพอดี หัวลิ่มก็จะแยกเนื้อวัตถุออกเท่ากับความกว้างของลิ่ม (L) นั่นคือแรงความต้านทานของเนื้อวัตถุ (W) จะเคลื่อนที่ไปเท่ากับความลึกของตัวลิ่ม (H) ด้วย

จากงาน = แรง x ระยะทาง

∴ งานที่ให้แก่ลิ่ม หรืองานของแรงความพยายามกระทำ = E x H

และงานที่ได้รับจากลิ่มหรืองานของแรงความต้านทาน = W x L

จากหลักของงาน

งานที่ให้แก่ลิ่ม = งานที่ได้จากลิ่ม

$$E \times H = W \times L$$

และเราจะได้ $$\frac{W}{E} = \frac{H}{L}$$

อัตราส่วนระหว่าง $\frac{W}{E}$ กับ $\frac{H}{L}$ เราเรียกว่าการได้เปรียบเชิงกลใช้ย่อว่า

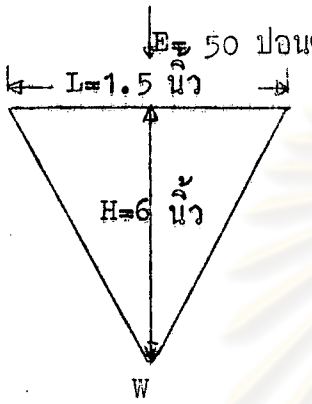
ดังนั้น $$M.A. = \frac{W}{E} = \frac{H}{L}$$

หรือ $$\text{การได้เปรียบเชิงกล} = \frac{\text{แรงความต้านทาน}}{\text{แรงความพยายาม}} = \frac{\text{ความยาวของลิ่ม}}{\text{ความกว้างของลิ่ม}}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 ลิ่มอันหนึ่งยาว 6 นิ้ว มีหัวหนา 1.5 นิ้ว ถ้าออกแรง 50 ปอนด์ ตอกลิ่มนี้ลงไปในเนื้อไม้ (สุดความยาว) พอดี ถามว่าเนื้อไม้มีแรงความต้านทานเท่าใด และได้เปรียบเชิงกลเท่าใด

วิธีทำ




หาแรงความต้านทานของเนื้อไม้

จาก $E \times H = W \times L$

แทนค่า $50 \times 6 = W \times 1.5$

$$\frac{50 \times 6}{1.5} = W$$

E=50 ปอนด์
W=ต้องการทราบ
H=6 นิ้ว
L=1.5 นิ้ว

∴ แรงความต้านทานของเนื้อไม้ = 200 ปอนด์ ตอบ

หาการได้เปรียบเชิงกล

จาก $M.A. = \frac{W}{E}$

$M.A. = \frac{200}{50} = 4$

ตอบ

หรือ $M.A. = \frac{H}{L}$

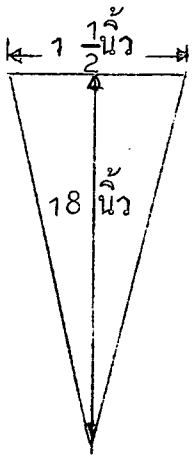
$= \frac{6}{1.5} = 4$

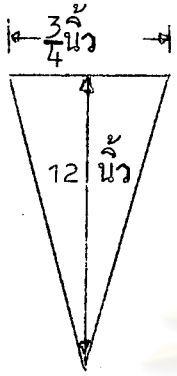
ตอบ

W = 200 ปอนด์
E = 50 ปอนด์
M.A. = ต้องการทราบ

L = 6 นิ้ว
H = 1.5 นิ้ว
M.A. = ต้องการทราบ

ตัวอย่างที่ 2 ลิ่ม 2 ตัวตามรูปข้างมือ ตัวใดจะได้เปรียบเชิงกลมากกว่ากัน ถ้าลิ่มตัวแรกยาว 18 นิ้ว และหัวหน้า 1 $\frac{1}{2}$ นิ้ว ตัวที่สองยาว 12 นิ้ว หัวหนา $\frac{3}{4}$ นิ้ว




วิธีทำ หาการได้เปรียบเชิงกลของลิ่มตัวแรก

จาก $M.A. = \frac{H}{L}$

$\therefore M.A. = \frac{18}{\frac{3}{2}} = 18 \times \frac{2}{3}$

ได้เปรียบเชิงกล = 12 เท่า

M.A. = ต้องการทราบ
H = 18 นิ้ว
L = $1\frac{1}{2} = \frac{3}{2}$ นิ้ว

หาการได้เปรียบเชิงกลของลิ่มตัวที่ 2

จาก $M.A. = \frac{H}{L}$

$\therefore M.A. = \frac{12}{\frac{3}{4}}$

$= 12 \times \frac{4}{3}$

ได้เปรียบเชิงกล = 16 เท่า

M.A. = ต้องการทราบ
H = 12 นิ้ว
L = $\frac{3}{4}$ นิ้ว

$\therefore$ ลิ่มตัวที่ 2 จะได้เปรียบเชิงกลมากกว่าตัวแรก = 16-12 = 4 เท่า ตอบ

ข้อสังเกต

นักเรียนจะเห็นว่าการได้เปรียบเชิงกลของลิ่มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความยาวของลิ่มและความกว้างของลิ่มยิ่งถ้าลิ่มมีความยาวมากและมีความกว้างน้อยเท่าใด ก็ยิ่งจะมีการได้เปรียบเชิงกลมากเพิ่มขึ้นเท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บัตรคำสั่ง
## (ศูนย์ที่ 4)
## เรื่อง สกรู

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหา คนละ 1 แผ่น
2. ศึกษาเนื้อเรื่องสกรูโดยละเอียด พร้อมทั้งศึกษาภาพตัวอย่างของสกรูในแผ่นเนื้อหา และศึกษาตัวอย่างสกรูชนิดต่าง ๆ
3. อภิปรายการศึกษาภายในกลุ่ม
4. รับแผ่นกิจกรรมการทดลอง 3 คนต่อ 1 แผ่น
5. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของแผ่นกิจกรรมการทดลอง โดยแต่ละคนปฏิบัติทดลองของตนเอง
6. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง และนำสิ่งที่ได้จากการทดลองส่งพร้อมกับแผนสรุปผลกิจกรรมการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 4

แผ่นเนื้อหา เรื่อง "สกรู"

สกรูเป็นเครื่องกลมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกตัน มีเกลียวรอบตัว เป็นเครื่องกลอีกอย่างหนึ่งที่ใช้หลักของพื้นเอียง สกรูเปรียบเหมือนพื้นเอียงอย่างกลม ซึ่งสามารถทำให้มีพื้นเอียงขนาดยาวมากได้ในเนื้อที่จำกัด ตัวอย่างของสกรูได้แก่ ตะปูควง สว่าน แม่แรงยกรถ ก๊อกน้ำ เครื่องบดเนื้อ เป็นต้น

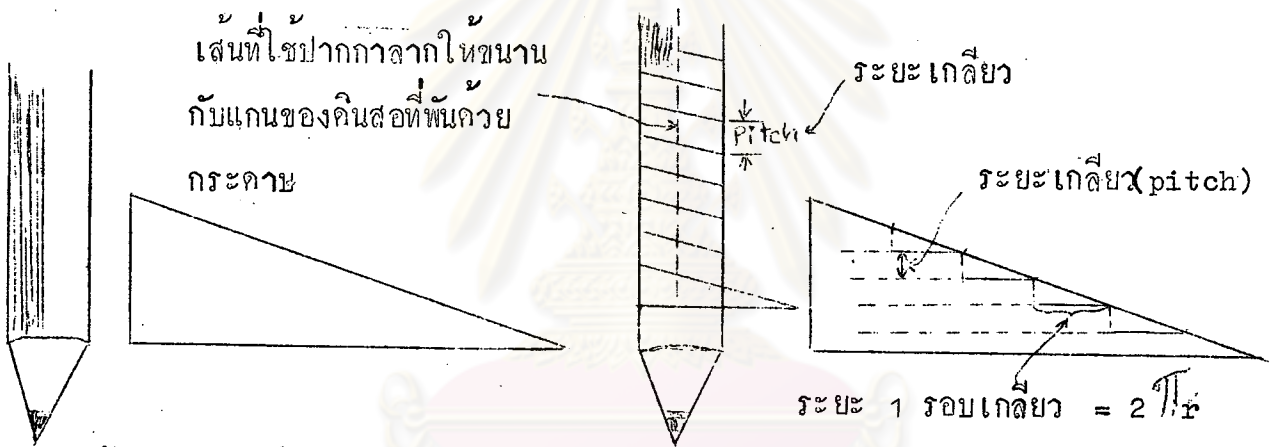
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 4

แผนกิจกรรมการทดลอง

เรื่อง "สกรู"

1. กิจกรรมการทดลองนี้ เป็นการศึกษาว่าสกรูใช้หลักของพื้นเอียง
2. นักเรียนพับกระดาษตามเส้นทะแยงมุมตัดออกตามแนว ทะแยงมุมที่พับไว้เป็นรูปสามเหลี่ยม 2 ชั้น
3. พันกระดาษที่ตัดไว้เป็นรูปสามเหลี่ยมเข้ากับแท่งดินสอ โดยเริ่มต้นจากด้านที่อยู่ตรงปลายข้างแหลม จนกระทั่งสุดปลายกระดาษ ดังรูปข้างล่าง




4. ใช้ปากกาลากเส้นจากจุดปลายแหลมของกระดาษที่พันไว้บนดินสอ ให้ขนานกับแกนของดินสอนั้น
5. แกะกระดาษที่พันดินสอออก จะเห็นรอยขีดเส้นปากกา บนกระดาษ ลองวัดระยะห่างและความยาวของแต่ละเส้นว่ายาวเท่าใด ความยาวแต่ละเส้นคือระยะเกลียว (Pitch) และระยะระหว่างเส้นคู่หนึ่ง ๆ คือระยะหนึ่งรอบเกลียวซึ่งเท่ากับ "$2\pi r$" เมื่อ r เป็นรัศมีของดินสอ

แผ่นกิจกรรมแบบฝึกหัดเรื่องลิ่มและหลักการของลิ่ม

ศูนย์ที่ 3

ชื่อ.....กลุ่มที่.....

จงคำนวณ หาค่าใส่ในช่องว่างข้างล่างให้ถูกต้องและครบบริบูรณ์

| ข้อ | ความยาว | ความกว้าง | การได้เปรียบเชิงกล | แรงความพยายาม | แรงความต้านทาน | งาน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 12 ซ.ม. | 4 ซ.ม. | ..... | 50 กรัม | ..... | ..... |
| 2 | 10 นิ้ว | 2 นิ้ว | ..... | ..... | 100ปอนด์ | ..... |
| 3 | 20 นิ้ว | 5 นิ้ว | ..... | ..... | 200ปอนด์ | ..... |
| 4 | 30 ซ.ม. | ..... | 2 | 100กรัม | ..... | ..... |

แผนสรุปผลการทดลอง

ศูนย์ที่ 4

ชื่อ.....กลุ่ม.....

สกูร มีลักษณะ_____

_____

ระยะเกลียว คือ_____

_____

ระยะหนึ่งรอบเกลียว คือ_____

_____

_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรคำสั่ง
(ศูนย์ที่ 5)
เรื่อง หลักการของสกรู

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหา คนละ 1 ชุด
2. ศึกษาเนื้อเรื่องในแผ่นเนื้อหาโดยละเอียด และอภิปรายภายในกลุ่ม
3. รับบัตรกิจกรรมการทดลอง 3 คนต่อ 1 แผ่น
4. ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำของบัตรกิจกรรมการทดลอง
5. อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม
6. สรุปผลการทดลองและทำแบบฝึกหัดในแผ่นกิจกรรม แบบฝึกหัด 1 คน ต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

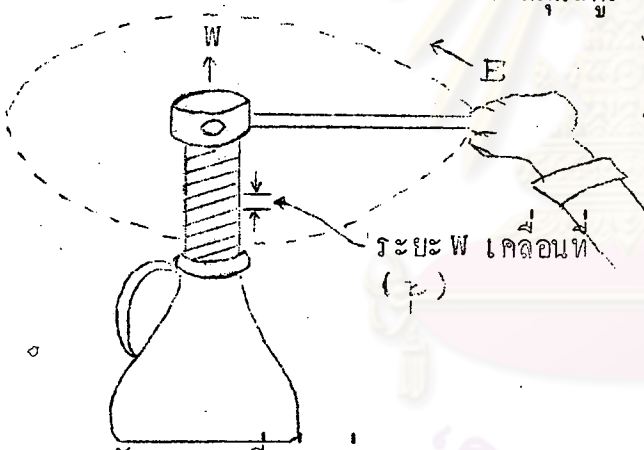
ศูนย์ที่ 5

แผนเนื้อหา "หลักการของสกรู"

สกรู เป็นเครื่องกลมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกตัน มีเกลียวรอบตัวเป็นเครื่องกลอีกอย่างหนึ่งที่ใช้หลักของพื้นเอียง สกรูเปรียบเหมือนพื้นเอียงอย่างกลมซึ่งสามารถทำให้มีพื้นเอียงขนาดยาวมากได้ในเนื้อที่จำกัด ตัวอย่างของสกรู ได้แก่ตะปูควง สว่าน แม่แรงยกรถ ก๊อกน้ำ เครื่องบาดเนื้อ เป็นต้น

**พิจารณาจากรูป**

ในการใช้สกรู เมื่อเราออกแรงความพยายามหมุนสกรูไป 1 รอบ ได้ระยะทางเท่ากับเส้นรอบวง (เส้นรอบวง = $2\pi x$ รัศมีของคานที่หมุนสกรู) ตัวสกรูจะเคลื่อนที่ไป 1 ระยะเกลียว ซึ่งการที่แรงความพยายามหมุนสกรู 1 รอบนั้นก็จะทำให้แรงความต้านทานเคลื่อนที่ได้ 1 ระยะเกลียวเช่นกัน




ถ้า P = ความกว้างของระยะเกลียวแต่ละเกลียว

r = รัศมีของแรงความพยายามกระทำให้สกรูเคลื่อนที่ไปเป็นวงกลม (ในขณะทำงาน)

E = แรงความพยายามที่ให้แก่สกรู

W = แรงความต้านทานของวัตถุ

จากหลักของงานที่กล่าวว่า

งานที่ให้แก่เครื่องกล = งานที่ได้จากเครื่องกล

งานที่ให้แก่สกรู = $E \times 2\pi r$ (ระยะทางที่หมุน 1 รอบ)

งานที่ได้จากเครื่องกล = $W \times p$ (ระยะเกลียวแต่ละเกลียว)

$\therefore$ จะได้ $E \times 2\pi r = W \times p$

และ $\frac{W}{E} = \frac{2\pi r}{p}$

อัตราส่วน $\frac{W}{E}$ และ $\frac{2\pi r}{p}$ เราเรียกว่าการได้เปรียบเชิงกลใช้ย่อว่า

$\therefore$ M.A $= \frac{W}{E} = \frac{2\pi r}{p}$

หรือ $M.A. = \frac{\text{แรงความต้านทาน}}{\text{แรงความพยายาม}} = \frac{\text{เส้นรอบวง}}{\text{ระยะเกลียวหนึ่งเกลียว}}$

<u>ข้อสังเกต</u> นักเรียนจำหลักไว้ว่าเมื่อหมุนด้ามสกูรไป 1 รอบ ($= 2\pi r$) จะทำให้สกูรเคลื่อนที่ 1 ระยะเกลียว (p) พอดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 แม่แรงอันหนึ่งมีระยะเกลียวเท่ากับ 0.2 นิ้ว เมื่อมือหมุนไปได้ 1 รอบจะได้ระยะทาง 40 นิ้ว ถ้าต้องการยกวัตถุชิ้นหนึ่งหนัก 4,000 ปอนด์จะต้องออกแรงเท่าใด และมีการได้เปรียบเชิงกลเท่าใด

วิธีทำ หาแรงที่ใช้

จาก $E \times 2\pi r = W \times p$ (pitch)

$E \times 40 = 4000 \times X0.2$

$= \frac{4000 \times X0.2}{40}$

∴ ต้องออกแรง = 20 ปอนด์ ตอบ

E = ต้องการทราบ
$2\pi r = 40$ นิ้ว
W = 4000 ปอนด์
p = 0.2 นิ้ว

หาการได้เปรียบเชิงกล

จาก $M.A = \frac{W}{E}$

$= \frac{4000}{20}$

= 200 เท่า ตอบ

M.A = ต้องการทราบ
W = 4,000 ปอนด์
E = 20 ปอนด์

หรือ $M.A = \frac{2\pi r}{p}$

∴ $MA = \frac{40}{0.2}$

= 200 เท่า ตอบ

MA = ต้องการทราบ
$2\pi r = 40$ นิ้ว
p = 0.2 นิ้ว

ตัวอย่างที่ 2 แม่แรงอันหนึ่งมีระยะเกลียว 5 เกลียวต่อนิ้ว และด้ามยาว 7 นิ้ว ถ้าออกแรงพยายาม 50 ปอนด์กระทำที่ด้าม จะยกวัตถุได้หนักเท่าใด และเมื่อหมุนด้ามไป 2 รอบ วัตถุจะยกสูงขึ้นเท่าไร

วิธีทำ หาน้ำหนักวัตถุ

โจทย์บอกว่าระยะเกลียว 5 เกลียวต่อ 1 นิ้ว ∴ ระยะ 1 เกลียวต่อ $\frac{1}{5}$ นิ้ว

จาก $E \times 2\pi r = W \times p$

E = 50 ปอนด์
r = 7 นิ้ว

$50 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 7 = W \times \frac{1}{5}$ | $W$ = ต้องการทราบ

$\therefore 50 \times 2 \times 22 \times 5 = W$ | $p = \frac{1}{5}$ นิ้ว

$\therefore$ จะยกวัตถุได้ = 11,000 ปอนด์ ตอบ

หาระยะวัตถุยกสูงขึ้น เมื่อหมุนด้าม 1 รอบ วัตถุยกได้สูง = $\frac{1}{5}$ นิ้ว

$\therefore$ เมื่อหมุนด้าม 2 รอบ วัตถุยกได้สูง = $\frac{1}{5} \times 2$ = 0.4 นิ้ว

ตอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรกิจกรรมการทดลอง (ศูนย์ที่ 5)

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเกลียวกับระยะหนึ่งรอบเกลียว

1. การทดลองนี้เพื่อจะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเกลียวกับระยะหนึ่งรอบเกลียว
2. ให้นักเรียนนำน็อตมาพันด้วยเชือกจนสุดตัวน็อต
3. ค่อย ๆ ดึงเชือกที่พันน็อตในข้อ 3 ให้เชือกคลายออกจนหมด วัดความยาวของเชือกที่คลี่ออก เทียบกับส่วนสูงของน็อต ดังรูป

4. พันเชือกรอบน็อตเหมือนข้อ 2 ใหม่แล้วลดคลี่เชือกเพียงครั้งเดียวเปรียบเทียบความยาวของเชือกที่คลี่ออก กับส่วนสูงของน็อตที่ไม่มีเชือกพันอยู่แล้ว
5. ให้นักเรียนสังเกตดูว่าเมื่อเราคลี่เชือกไป 1 รอบ เชือกที่ตัวสกรู(หรือน็อต) จะลดลง 1 ชั้น หรือ 1 ระยะเกลียวหรือไม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# แผนกิจกรรมแบบฝึกหัด
## (ศูนย์ที่ 5)

1. สรุปผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเกลียวกับระยะหนึ่งรอบเกลียว

2. ในการใช้แมแรงยกรถขึ้นมุมหนึ่ง คนหมุนแมแรงออกแรง 20 ปอนด์ หมุนตามแมแรงไป 1 รอบ เป็นวงกลม มีเส้นรอบวง 8 ฟุต ยกรถซึ่งหนัก 4800 ปอนด์ได้พอดี จงหา
   ก. การได้เปรียบเชิงกลของแมแรง
   ข. ระยะเกลียวของแมแรง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรคำสั่ง

ศูนย์ที่ 6 (สำรอง)

เรื่อง เครื่องกลเชิงประกอบ

1. นักเรียนรับแผ่นเนื้อหาคนละ 1 แผ่น
2. ศึกษาแผ่นเนื้อหา โดยพิจารณารูปภาพประกอบ 3 คนต่อ 1 แผ่น
3. อภิปรายเกี่ยวกับเครื่องกลเชิงประกอบว่าทำงานอย่างไร?
4. นักเรียนสรุปว่าเครื่องกลเชิงประกอบคืออะไร? ในแผ่นสรุป 1 คน ต่อ 1 แผ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 6 (สำรอง)

แผ่นเนื้อหา เรื่อง "เครื่องกลเชิงประกอบ"

เครื่องมือทุกชนิดที่ใช้กัน เช่น สิ่ว ไขควง สว่าน เลื่อย ฯลฯ คือเครื่องกลนั่นเอง เครื่องกลคือเครื่องมือสำหรับช่วยในการทำงาน ซึ่งอาจจะช่วยในการผ่อนแรง ช่วยในการทำงานได้สะดวก หรือรวดเร็วขึ้น แต่เรามักจะไม่คิดถึงสิ่งเหล่านี้ในฐานะเครื่องกลแต่ในทางวิทยาศาสตร์ แล้วสิ่งที่ช่วยทำงานจัดว่าเป็นเครื่องกลทั้งสิ้น เครื่องกลที่ใช้อยู่ส่วนใหญ่มักจะนำเครื่องกลสามัญอันได้แก่ คาน ล้อและเพลา ลิ่ม สกรู รอก มารวมกัน อาจเป็นเครื่องกลชนิดเดียวกันหลายชุดหรือบางครั้งเรานำเครื่องกลตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาใช้รวมกันเพื่อให้ผ่อนแรงมากขึ้น เครื่องกลที่เกิดจากการนำเครื่องกลสามัญตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันนี้เรียกว่า เครื่องกลเชิงประกอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ 6

แผ่นกิจกรรมสรุป

ชื่อ.....กลุ่ม.....

การทำงานของเครื่องกลเชิงประกอบสรุปได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติการศึกษา

ชื่อ นายวิฑูรย์ แสงหิรัญ

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2514

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย