หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กระทรวงศึกษาธิการ, คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย 2524. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การค้าสภา, 2523.

กานดา พูนลาภทวี. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, (อัดสำเนา) 2528.

ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เจริญผล, 2527.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.

ผดุง อารยะวิญญู. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : หจก. เอช เอ็น การพิมพ์, 2527.

บทความ

ครรชิต มาลัยวงศ์. "คอมพิวเตอร์ รุ่นที่ 5." คอมพิวเตอร์รีวิว 2(16) (2527) : 74-85.

_____. "ไมโครคอมพิวเตอร์." ความรู้คือประทีป (เมษายน-มิถุนายน 2527) : 23-27.

_____. "คอมพิวเตอร์กับการศึกษา." วารสารศูนย์บริการเพื่อการศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (2526) 4-8.

ถวัลย์ มาลจรัล. "คอมพิวเตอร์เทคโนโลยีใหม่ที่ก้าวเข้ามาในวงการศึกษา." ประชาศึกษา ปีที่ 35 ฉบับที่ 7 (2528) : 16-19.

ทักษิณา ล่วนานนท์. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)." คอมพิวเตอร์รีวิว (กันยายน 2529) : 56-67.

ปัณฑิต ณ ลำพูน. "การใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการเรียนการสอนฟิสิกส์." วารสารวิทยาศาสตร์ 38 (พฤศจิกายน 2527) : 689-694

ยืน ภู่วรวรรณ. "บอกกล่าว." ไมโครคอมพิวเตอร์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 7 (2527) : 171-175.

วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร. "ฟิสิกส์กับคอมพิวเตอร์." วารสารวิทยาศาสตร์ 8 (พฤศจิกายน 2527) : 660-661.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. "การสอนซ่อมเสริม." ในความรู้ด้านหลักสูตรการเรียนการสอนและทักษะการใช้หลักสูตร, หน้า 54-61. กรมสามัญศึกษา, บรรณาธิการ, กรุงเทพมหานคร : เอราวัณการพิมพ์, 2525.

เสริมพร พูนทรัพย์. "แนะนำซอฟท์แวร์ : พจนานุกรมคอมพิวเตอร์." ไมโครอิเลคโทรนิกส์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 10 (2527) : 139-142

อรสา กุมารี ปุกหุต. "การสอนตามความสามารถของเด็ก." วิทยาสาร 22 (กรกฎาคม 2514) : 10-13.

อาจหาญ สัตยารักษ์. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การต่อเซลไฟฟ้าแบบอนุกรม." ไมโครคอมพิวเตอร์ 2 (พฤษภาคม - มิถุนายน 2528) : 46-48.

อาภาศรี ชัยกูล. "สัมภาษณ์." Computer Age. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (2527) : 78-84.

อำพล สงวนคิริธรรม. "โปรแกรมคิดระดับคะแนนเฉลี่ย." คอมพิวเตอร์รีวิว 2(20) (2528) : 121-125.

_____. "ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สอนซ่อมเสริม." คอมพิวเตอร์รีวิว ปีที่ 2 ฉบับที่ 22 (2528) : 118-119.

เอกสารอื่น ๆ

จิตติรัตน์ ทัดเทียมรมย์. "ความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรมคอมพิวเตอร์ในการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับอุดมศึกษา." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2513.

นุชนาฏ ฐิติโภคา. "ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

บุญเอี้ยม หุ่นล่ะดี. "ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับงานบริหารระดับโรงเรียนประถมและมัธยม." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

ประสิทธิ์ สารภี. "ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

ผกาทิพ คุ้ยวัฒน์. "ผลของบุคลิกภาพต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง คำนำหน้านามจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

พนิดา พิลึกอมรชัย. "การเปรียบเทียบทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มอ่อนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่เรียนเสริมจากครู กับกลุ่มที่เรียนเสริมจากเพื่อนนักเรียน." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

พิสุทธิ์ พฤกษะวัน. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างกลุ่มที่สอนเสริมกับกลุ่มที่สอนเสริมโดยเพื่อนนักเรียน." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

รัชชศิลป์ แผ่ตระกูล. "เปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียน ครู และนักวิชาการคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

วันทนีย์ งามบุทธเล่น. "ความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียนและครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการส่อนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

สาธร แก่นมณี. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทัศนคติที่มีต่อวิชาเรียนและความสนใจในวิชาเรียนจากการส่อนซ่อมเสริม 3 วิธี ในกระบวนการเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning)." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2524.

เอื้อจิตต์ ล้อบูรณะ. "การสำรวจนวกรรมการศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.

Books

Allport, Gordon W. Pattern and Growth in Personality. New York, Holt Rinehart and Winston, 1961 : 539.

Beggs, Donald L. and Lewis, Ernest L. Measurement and Evaluation in the School. Boston : Houghton Mifflin Co., 1975 : 195.

Bloom, Benjamin S. Mastery Learing : Theory and Practices. ed. by James H. Block, New York : Holt, Rinehart and Winston Inc., 1971 : 47.

Erickson, Carlton W.H. and Curl, David H. Fundamental of Teaching with Audio Visual Technology. New York, The Macmillan Company, 1972.

Eysenck, H.J. The Structure of Human Personality. London Methuen Co. Ltd., 1971.

Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York : McGraw-Hill Book Co., 1966.

Fry, Tom. Computer. London : Granada Plublishing Limited, 1982.

Gange', Robert M. and Briggs, Leslie J. Principles of Instructional Design. 2nd Ed., New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1979.

Gerlach, Vernon S. and Ely Donald F. Teaching and Media : A Systematic Approach. New Jersey, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc., 1980.

Good, Carter V. Dictionary of Education. 3rd Ed. New York : McGraw-Hill Book Co., 1973

Maddison, Alan. Microcomputers in the Classroom. 3 edition. London : Hodder and Stoughton Ltd, 1984.

Mehrens, Willian A. and Lehmann, Irvin J. Standardized Tests in Education. 2nd Ed. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1975.

Ostle, Bernard. Statistics in Research : Basic Concepts and Techniques for Research Workers. 2nd ed. Calcutta : The Iowa State University Press, 1966

Page, Terry G., Thomas, J.B. and Marshall, Alan R. International Dictionary of Education. New York : Nicholus Plublishing Co., 1977 : 348.

Prenis, John. Running Press Glossary of Computer Terms. New Jersey : Kaiman & Polon, Inc., 1977.

Sippl, Charles J. Microcomputer Dictionary. 2nd Ed. U.S.A. : Howard W. Sams & Co., Inc., 1981.

Spencer, Donald D. Computer Dictionary. 2nd Ed. Florida : Camelot Publishing Company Inc., 1977.

Smith, Edward W., Krouse, Stanley W., Jr and Atkinson, Mark M. The Educators's Encyclopedia. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall Inc., 1961.

Strom, Robert D. Phychology for the Classroom. New Jersey, Prentice-Hall, 1969 : 461.

Wittich, Walter A. and Schuller, Charles F. Instructional Technology : Its Nature and Use. New York : Harper & Row Publishers, Inc., 1979.

Articles

Billings, Karen. "Microcomputer in Education : Now and in the Future." in D. Harper and J. Stewart (Eds.), Run : Computer Education. California, Brook/Cole Publishing Company, 1983 : 48-51.

Bork, Alfred and Franklin, S.D., "The Role of Personal Computer Systems in Education." in D. Haper and J. Stewart (Eds.) Run : Computer Education. California, Brook/Cole Publishing Company, 1983 : 37-44.

Candler, Ann C., Blackburn, Gary M. and Sowell, Virginia "Peer Turtoring as a Strategy Individual Instruction." Education 100 (Spring 1960) : 380-383.

Chambers, J.A. and Sprecher J.W. "Computer Assisted Instruction : Current Trends and Critical Issues." in D. Harper and J. Stewart (Eds.), Run : Computer Education. California Brook/ Cole Publishing Company., 1983 : 107-119.

Clement, Frank J. "Affective Considerations in Computer-Based Education." Educational Technology. Vol. XXI No $, 1981 : 28-32.

Dence, Marie. "Toward Defining the Role of CAI : A Review." Educational Technology. Vol. XX No. 5, 1980 : 50-54.

Eisele, James E. "Classroom Use of Microcomputer." Educational Technology. Vol. XIX No. 10, 1979 : 13-15.

Eysenck, H.J. "Personality in Primary School Children." The British Journal of Education Psychology. 39 : 26-28, September, 1960.

Forman, Denyse. "Search of the Literature." in D. Harper and J. Stewart (Eds.) Run : Computer Education. California, Brook/Cole Publishing Company, 1983 : 128-140.

Flemming, C.J. "Pupil Tutors and Tutees Learn Together." Today's Education. pp. 22-24, 1969.

Gange', Robert M. "An Educational Review : Developments in Learning Psychology : Implications for Instructional Design and Development." Educational Technology. Vol. XXII, No. 6, 1982 : 11-15.

Harvey, T.J. and Wilson, B. "Gender Differences in Secondary School Pupils." British Journal of Educational Technology. Vol. 16 No. 3, 1985 : 183-187.

Hoffman, Jeffrey L. and Waters, Keith. "Some Effects of Student Personality on success with Computer-Assisted Instructional." Educational Technology. Vol. XXII No. 3, 1982 : 20-21.

Hopmeier, George. "New Study Says CAI May Favor Introvert." Current Index to Journal in Education. CIJE Jan-Jun 1983 : Ej 268 637.

Jamison, Robert N. and Lovatt, Keith F. "Classroom Delinquency, Achievement, and Computer Assisted Instruction." Journal of Computer-Based Instruction. (Spring 1983) : 145-147.

Koch, Warren J. "Basic Facts about Using the Computer in Instruction." The Education Digest. 38(March 1973) : 28-31.

Kulik, James A. "Synthesis of Research on Computer Based Instruction." Educational Technology. (May 1979) : 41-44.

Lewis, James M. "Analysis of the Tutoring Variable in Individualized Instruction." Educational Technology. (March 1979) : 41-44.

Loyd, Brenda H. and Gressard, Clarice. "The Effects of Sex, Age and Computer Experiance on Computer Attitudes." Current Indexs to Journal in Education CIJE Jan-Jun 1985 : Ej 314 063.

Lucking, Robert. "Gender Differences in Attitudes Toward Computers." Voice of Youth Advocates. Vol. 7, No. 2, 1984 : 80-82.

Magidson, Errol M. "Issur Overview : Trands in Computer-Assisted Instruction." Educational Technology. Vol. XVII, No. 4, 1978 : 5-8.

Mathis, Arthur, Smith, Timolty and Hansen, Duncan. "College Student Attitude Toward Computer-Assisted Instruction." Journal of Educational Psychology. Vol. 61, No. 2, 1970 : 46-51.

Miller, George A. "Computer in Education : A non-orwellian View." in D. Harper and J. Stewart (Eds.) Run : Computer Education. California : Brook/Cole Publishing Company, 1983 : 17-20.

O'Neil, Harold F. and Paris, Judith. "Introduction and Overview of Computer-Based Instruction." Computer-Based Instruction, A State-of-the-Art-Assessment. Academic Press, Inc., 1981 : 1-21.

Schuyler, James. A. "Programing Languages for Microprocessor Courseware." Educational Technology. Vol XIX, No. 10, 1979 : 29-35.

Smith, Fred G. "Continuing Education with Personal Computers." Educational Technology. Vol. XIX No. 1979 : 16-17.

Splittgerber, Fred L. "Computer-based Instruction : A Revolution in the Making."? Educational Technology. Vol. XIX, No. 1, 1979 : 20-26.

Williams, Frederick, Coulombe, Joseph and Lievrow. "Children's Attitude Toward Small Computer : A Priliminary Study." Educational Communication & Technology Journal. 31 (Spring 1983) " 3-7.

Zinn, Karl L. "An Overview of Current Development in Computer-Assisted Learning in the United States." in Nich Rushby (Ed.) Selected Reading in Computer Based Learning. London, Nicholes Publishing Company, 1981 : 44-54.

Other Materials

Beck, John James. "An Analysis of Student Attitude Toward Computer Assisted Instruction in Nebraska Public High School." Dissertation Abstracts International. 40, 6(1976) : 3006A.

Bobbert, Larry Clyde. "The Effects of Using Interactive Computer Simulated Laboratory Experiments in College Chemistry Course." Dissertation Abstracts International. Vol. 43, No. 7 (January 1983) : 2300-A.

Brumbaugh , Kenneth Ellis. "An Analysis of the Effect of Selected Factors upon the Implementation of Computer Usage in Secondary School Science Instruction." Dissertation Abstracts International. Vol. 35, No. 7 (January 1975) : 4271-A.

Dawson, Leonard Ervin. "The Effect of a Program of Counseling and Tutoring on Academic Achievement of Black College Freshmen." Dissertation Abstracts International. 11 (May 1974) : 7646-A.

Flower, Barbara Thomas. "The Effectiveness of Algorithm for Schduling Single on Courses in High School." Dissertation Abstracts International. 42, 1 (1981) : 60A.

McKethan, Lillian Dolores. "An Attitudinal and Achievement Comparison of Mathematics Deficient Lincoln University Freshmen Resulting from Structured Peer Tutoring Versus no Peer Tutoring in Mathematics." Dissertation Abstracts International. 1982 : 710-A.

Merritt, Robert L. "Achievement With and Without CAI in the Middle School." Dissertation Abstracts International. 40, 8 (1980): 34A.

Modisette, Douglass Mitchell. "Effects of Computer Assisted Instruction on Achievement in Remidial Secondary Mathematical Computer." Dissertation Abstracts International. 40, 8 (1980) : 5770A.

Sampson, Erwin David. "The Development, Implementation, and Evaluation of a Computerized Laboratory Simulation Package for Introductory College Genetics." Dissertation Abstracts International. Vol. 42, No. 12 (June 1982) : 5079-A.

Semsor, Marian Carol. "Students Tutoring Students : A Junior High Peer Tutoring Project." Dissertation Abstracts International. 1983: 2098-A.

Stewart, Thomas J. "The Effects of Using Eighth Grade High-Achievers Versus Eighth Grade Low-Achievers as Tutors on Reading Achievement and Attitude of Urban Fourth Grade Students." Dissertation Abstracts International. 41 (May 1981) : 4669-A.

Tauro, John Peter. "A Study of Academically Superior Students Response to Particular Computer-Assisted Programs in Chemistry." Dissertation Abstracts International. Vol. 42, No. 2, (August 1981) : 643-A.

Thomas, Jerry Leon. "Tutoring Strategies and Effectiveness : A Comparison of Elementary Age Tutors and College Age Tutors." Dissertation Abstracts International. 32 (January 1972) : 3580-A.

Wise, Kevin Charles. "The Impact of Microcomputer Simulations on the Achievement and Attitude of High School Physical Science Students." Dissertation Abstracts International. Vol. 44, No. 8 (Febuary 1984) : 2432-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์

1. อาจารย์ไชยันต์ คิริโชติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อาจารย์ศิลปชัย บูรณพานิช สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. อาจารย์ประทีป ถุงทรัพย์ โรงเรียนสตรีวิทยา

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ (ว 022)

1. อาจารย์ประทีป ถุงทรัพย์ โรงเรียนสตรีวิทยา
2. อาจารย์ ดร. เอนก เอกะวิภาต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์ไพรัตน์ วรภักดี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

บันทึกการสอนเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 022)

บันทึกการสอนเสริม ประกอบด้วย

1. จุดประสงค์ปลายทาง
2. จุดประสงค์นำทาง
3. กิจกรรมการเรียนการสอน และเนื้อหาแนวทางสำหรับครูสอนเสริม

เรื่อง "การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์"

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. บอกได้ว่าการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ เป็นการเคลื่อนที่ในแนวโค้งที่ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน

2. บอกลักษณะเส้นทางการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ได้ว่าเป็นเส้นโค้งแบบพาราโบลา

3. อธิบายได้ว่าการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์นั้น การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับของวัตถุเป็นอิสระต่อกันและเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน

4. บอกได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์จะมีความเร็วในแนวระดับ และความเร่งในแนวดิ่งคงที่

5. คำนวณหา การขจัด เวลา และความเร็ว ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ได้

6. ยกตัวอย่างการเคลื่อนที่ของวัตถุในชีวิตประจำวันที่เป็นการเคลื่อนที่แบบโปรเจก-ไตล์ได้

7. บอกได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์นั้น จะเคลื่อนที่ได้ระยะทางตามแนวระดับมากที่สุดสำหรับความเร็วต้นค่าหนึ่ง เมื่อความเร็วต้นทำมุม 45 องศากับแนวระดับ

จุดประสงค์นำทาง

นักเรียนสามารถบอกได้ว่า

1. ขนาดและทิศทางของการขจัดของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ สามารถหาได้จาก ผลรวมของเวคเตอร์การขจัดตามแนวดิ่งและแนวระดับ

2. ขนาดและทิศทางของความเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์หาได้จาก ผลรวมของเวคเตอร์ความเร็วตามแนวดิ่งและแนวระดับที่ขณะนั้น

3. วัตถุที่ถูกขว้างขึ้นในทิศทำมุมกับแนวระดับไม่เกิน 90 องศา จะมีความเร็วต้นในแนวดิ่งไม่เป็นศูนย์คือ มีการเคลื่อนที่ขึ้นและลงด้วยความเร่งคงที่ ส่วนในแนวระดับเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

4. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นและลงในแนวดิ่งจะเท่ากับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวระดับและจะเท่ากับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

เรื่อง "การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลม"

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำหรือข้อความต่อไปนี้ แรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ความถี่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และสมการความโน้มถ่วง

2. หาความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของแรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็ว และรัศมีการเคลื่อนที่

3. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนววงกลม

4. คำนวณหามุมเอียงของถนนโค้งที่จะทำให้รถแล่นด้วยอัตราเร็วที่กำหนดให้ได้

5. คำนวณหามุมเอียงและอัตราเร็วสูงสุดในการเลี้ยวโค้งอย่างปลอดภัยบนทางราบของยานพาหนะต่าง ๆ

จุดประสงค์นำทาง

1. อธิบายทิศของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมได้

2. อธิบายการเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ทั้งบนถนนราบและถนนเอียงได้

3. บอกได้ว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่นั้น ทิศของความเร็วจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

4. สามารถใช้กฎข้อที่สองของนิวตันแสดงทิศและขนาดของแรงสู่ศูนย์กลาง

5. บอกได้ว่า การเลี้ยวโค้งของรถยนต์บนถนนราบมีแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับยางทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

6. บอกได้ว่า แรงสู่ศูนย์กลางของรถที่กำลังเลี้ยวโค้งบนถนนเอียงนั้นประกอบด้วยส่วนหนึ่งของแรงเสียดทานระหว่างถนนกับล้อ และส่วนหนึ่งของแรงที่พื้นกระทำต่อรถ

เรื่อง "กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน"

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้วจะสามารถ

1. บอกขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลได้

2. ใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลคำนวณหา มวล รัศมีวงโคจร และค่าคงตัวความโน้มถ่วง

จุดประสงค์นำทาง

1. อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเทียมในวงโคจรรอบโลก และการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์

2. แรงดึงดูดระหว่างมวลจะแปรผันตรงกับมวลของวัตถุทั้งสอง และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะระหว่างมวล

3. บอกได้ว่าค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากลระหว่างมวลคู่ใด ๆ มีค่าคงที่เท่ากับ 6.67×10^{-11} นิวตันเมตร^2/กิโลกรัม^2

4. ขนาดและทิศของความโน้มถ่วงใด ๆ หาได้จากขนาดและทิศของแรงที่ดึงดูดมวลหนึ่งหน่วย ณ ตำแหน่งนั้น

เรื่อง "งาน กำลัง พลังงาน"

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้ว

1. อธิบายความหมายของคำหรือข้อความต่อไปนี้ งาน กำลัง พลังงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ค่านิจสปริง และกฎทรงพลังงาน

2. คำนวณหาปริมาณงาน เมื่อกำหนดแรงและระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ให้ไม่ว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่จะอยู่ในแนวเดียวกับแรงหรือไม่

3. หางานโดยการแปรความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้

4. คำนวณหากำลัง เมื่อทราบปริมาณงานและช่วงเวลาที่ทำงาน

5. สรุปได้ว่างานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป

6. คำนวณหาพลังงานจลน์ของวัตถุ เมื่อทราบมวลและอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

7. สรุปได้ว่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุที่ระดับใด ๆ จะมีค่าเท่ากับ งานที่ใช้ในการนำวัตถุไปที่ระดับนั้นเสมอ ไม่ว่าในการนำวัตถุไปนั้นจะใช้เส้นทางใด

8. คำนวณหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุได้ เมื่อทราบมวลและความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิง

9. สรุปได้ว่าแรงที่ใช้ดึงสปริงจะแปรผันตรงกับระยะที่สปริงยืดออก

10. คำนวณหาค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง เมื่อทราบค่านิจสปริง และระยะที่สปริงยืดออกจากตำแหน่งสมดุล

11. อธิบายกฎทรงพลังงาน และยกตัวอย่างประกอบได้

จุดประสงค์นำทาง

1. บอกความสำคัญของงาน และพลังงานที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำตัวได้

2. บอกได้ว่าการทำงานใดเป็นการทำงานตามความหมายในวิชาฟิสิกส์

3. บอกได้ว่างานของแรงใดเป็นบวกหรือลบ เมื่อทราบทิศของแรงและทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ

4. สามารถสรุปได้ว่า ผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีค่าคงที่

กิจกรรมการเรียนการสอนและเนื้อหาแนวทางสำหรับครูสอนเสริม

เนื้อหาหัวข้อ	กิจกรรมของครู
การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์	ยกตัวอย่างการขว้างวัตถุขึ้นไปในอากาศ อธิบายกับนักเรียนถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุในขณะที่กำลังเคลื่อนที่ จนทำให้นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า 1. วัตถุน่าจะเคลื่อนที่ต่อไปเป็นเส้นตรงตามแนวของการขว้างต่อไปหลังจากหลุดจากมือ เพราะว่าเมื่อวัตถุหลุดจากมือออกไปแล้วแรงที่ใช้ขว้างก็หมดไปคือเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน แต่ปรากฏว่าวัตถุเคลื่อนที่ตามแนวโค้งแสดงว่า วัตถุนั้นไม่ได้เคลื่อนที่อย่างมีความเร็วคงที่ นั่นคือ วัตถุเคลื่อนที่อย่างมีความเร่ง และจากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน ทำให้สรุปได้ว่าต้องมีแรงลัพธ์มากระทำต่อวัตถุดังกล่าว แรง ๆ นั้นก็คือ แรงเนื่องจากสนามโน้มถ่วงของโลกนั่นเอง ซึ่งจะกระทำต่อวัตถุในทิศลงแนวดิ่งตลอดเวลา วัตถุจึงไม่สามารถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปตามแนวแรงขว้างได้ ทำให้เกิดการขจัดลัพธ์เป็นโค้งพาราโบลา 2. ให้นักเรียนสรุปความหมายของโปรเจกไตล์ ครูอธิบายการขจัดของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ ว่ามีทั้งในแนวระดับและในแนวดิ่งเกิดขึ้นพร้อมกัน และให้สมการหาขนาดการขจัดลัพธ์ และสมการหาทิศทางการขจัดลัพธ์ของวัตถุ จากรูปที่ 2 เน้นให้นักเรียนพิจารณา เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ตามแนวโค้งและเวลาที่เงาของวัตถุเคลื่อนที่ไปตามแกน X และ Y เป็นเวลาอันเดียวกัน ครูทบทวนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ของนิวตัน ให้แก่นักเรียนจนนักเรียนสามารถบอกได้ว่า ความเร็วในแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์มีค่าคงที่ เพราะแรงลัพธ์ในแนวระดับเป็นศูนย์ ($\Sigma F_x = 0$) ส่วนแรงลัพธ์ในแนวดิ่งคือแรงโน้มถ่วงของโลก ($\Sigma F_y = mg$) ความเร็วในแนวดิ่งจึงไม่คงที่โดยจะมีความเร่งในแนวดิ่งเท่ากับเช่นเดียวกับการตกโดยอิสระ

เนื้อหาหัวข้อ	กิจกรรมของครู

ครูแนะให้นักเรียนพิจารณาทิศทางของความเร็ววัตถุซึ่งจะสัมผัสกับแนวทางเดินของแต่ละจุด จากรูปที่ 2 พร้อมกับเขียนสมการหาขนาดและทิศทางของความเร็วสัพธ์

ครูให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 1 อีกครั้ง เพื่อศึกษาขนาดของความเร็วของโปรเจกไทล์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ จนสรุปได้ว่า ขนาดของความเร็วในแนวระดับคงที่จึงทำให้สมการสำหรับแนวระดับมีเพียงสมการเดียว ส่วนความเร็วในแนวดิ่งไม่คงที่เช่นเดียวกับการตกอย่างอิสระ ดังนั้นที่จุดสูงสุดค่าความเร็วในแนวดิ่งจะเป็นศูนย์

ครูสาธิตขั้นตอนการคำนวณดังแสดงในเนื้อหาหัวข้อที่ 6 และการได้มาของสมการ ตลอดจนหลักการใช้เครื่องหมายในการแทนค่าปริมาณที่เป็นเวคเตอร์ พร้อมทั้งแสดงการคำนวณโดยใช้ตัวอย่างที่ 1

ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจการพิจารณา สมการหาค่ามุมเงย 45 องศากับแนวระดับซึ่งจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดตามแนวราบ หลังจากนั้นอธิบายตัวอย่างที่ 2, 3 และ 4 เพื่อเพิ่มประสบการณ์แก้ปัญหาโจทย์และทักษะการคำนวณแก่นักเรียน แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่กำหนดในเอกสารประกอบการสอนเสริม

เนื้อหาหัวข้อ	กิจกรรมของครู
การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลม	ให้นักเรียนช่วยกันตัวอย่างวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมที่พบเห็นบ่อย ๆ ในชีวิตประจำแล้วครูร่วมกับนักเรียนในการอภิปรายถึงแรงที่มากระทำขณะที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมเพื่อให้ยอมรับตรงกันว่าแรงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปที่ 1 ประกอบการสรุป ว่าวัตถุจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุตลอดเวลา โดยทิศของแรงตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ และเป็นแรงที่มีทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลม ครูถามนักเรียนถึงเรื่องการทดลองเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางว่าในการแกว่งจุดยางนั้นเราแกว่งอย่างไร และการที่จุกยางหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่ด้วยใช่หรือไม่ ครูต้องพยายามให้นักเรียนสรุปได้ว่า การหมุนของจุกยางด้วยอัตราเร็วคงที่นั้นแสดงว่า ขนาดความเร็วของจุกยางมีค่าคงที่ แต่มีทิศทางเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา จึงมีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นวงกลม และเน้นให้นักเรียนตระหนักถึงความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการคงที่ของเวกเตอร์จะต้องคงที่ทั้งขนาดและทิศทางเสมอ ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนบอกถึงนิยามของคำว่า "ความเร่ง" จนได้ข้อสรุปว่า ความเร่งคืออัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในหนึ่งหน่วยเวลา และให้ข้อสังเกตว่า เมื่อใดก็ตามที่วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วนั่นแสดงให้เห็นว่าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง แล้วอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงกรณีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมของจุกยาง ซึ่งได้สรุปไว้แล้วว่ามีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว (เปลี่ยนทิศ) แสดงว่าการเคลื่อนที่เป็นวงกลมของจุกยางต้องมีความเร่งเกิดขึ้นด้วย ครูนำรูปจากหนังสือหน้าที่ 17 มาอธิบายให้นักเรียนเห็นว่าที่เวลาใด ความเร่งของวัตถุจะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางเสมอ และอธิบายที่มาของสมการ $a_c = \frac{v^2}{r}$ และชี้ให้นักเรียนเห็นว่าสอดคล้องกับผลการทดลอง 4.2 ในแบบเรียนที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว

เนื้อหาหัวข้อ	กิจกรรมของครู

เมื่อนักเรียนยอมรับแล้วว่าการเคลื่อนที่เป็นวงกลมนั้นมีความเร่งสู่ศูนย์กลางเกิดขึ้นเสมอ ครูก็อ้างกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน แสดงว่า วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมนั้นจะต้องมีแรงลัพธ์ซึ่งเป็นแรงภายนอกมากระทำและมีทิศเดียวกับความเร่งดังกล่าว ดังนั้นเราจึงเรียกแรงนี้ว่า "แรงสู่ศูนย์กลาง" และจะได้สมการเป็น

$$F_c = ma_c = \frac{mV^2}{r}$$

ครูชี้ให้นักเรียนรับรู้ว่าขนาดของความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมนั้น เราเรียกว่าอัตราเร็ว และเป็นการพิจารณาในรูปของอัตราเร็วเชิงเส้นเท่ากัน แต่เรายังมีรูปแบบการแสดงถึงอัตราเร็วของวัตถุในรูปแบบอื่น ๆ อีก นั่นคือ การบอกเป็นอัตราเร็วเชิงมุม, ในรูปของความถี่ และในรูปของคาบ แล้วอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของคำว่า "อัตราเร็วเชิงมุม" "ความถี่" และ "คาบ" จากนั้นแสดงให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของ อัตราเร็วในรูปแบบต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันดังสมการ

$$V = \frac{2\pi r}{t} = wr \quad , \quad T = \frac{1}{f}$$

$$w = \frac{2\pi}{T} = 2\pi r$$

ครูอธิบายการใช้สูตร และหลักการตีความหมายจากโจทย์ โดยใช้ตัวอย่างที่ 1, 2, 3 ตามลำดับ

เนื้อหาหัวข้อ	
รถเลี้ยวโค้งบนพื้นราบ และบนพื้นเอียงกับแนวระดับ	สรุปหลักการนำความรู้เรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมไปใช้ในการคิดเกี่ยวกับกรณีที่รถเลี้ยวโค้งบนพื้นราบ และบนพื้นเอียงทำมุม θ กับแนวระดับ ให้แก่นักเรียนดังนี้ คือ 1. ต้องมีแรงเสียดทานจากพื้น (f) ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง (F_c) 2. รถจะต้องเอียงทำมุม กับแนวดิ่ง และ $\tan\theta = \frac{V^2}{rg}$ $= \frac{f}{H} = \tan\theta$ ต่อจากนั้นแสดงการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยใช้ตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	ครูทบทวนความรู้เรื่องจุดศูนย์ถ่วงกับจุดศูนย์กลางมวล แล้วอธิบายถึงกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน จากนั้นแสดงสูตร $F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$ และครูพยายามเน้นให้เห็นว่าแรงดึงดูดระหว่างมวลที่เกิดขึ้นนั้นก็คือแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาซึ่งกันและกันนั่นเอง จากนั้นแสดงการนำความรู้เรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมกับกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวอย่างที่ 1 และ 2
งาน กำลัง	ครูให้นักเรียนเล่าถึงงานที่ทำที่บ้านว่าได้ทำอะไรบ้าง แล้วครูนำเอางานที่นักเรียนระบุมาแจกแจงเพื่อให้เห็นความหมายของคำว่างานในวิชาฟิสิกส์นั้นแตกต่างจากความหมายของคำว่างานทั่ว ๆ ไป สำหรับงานในความหมายของวิชาฟิสิกส์นั้นเป็นผลจากแรงกระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ และสามารถหาปริมาณได้จากสมการ $W = FS\cos\theta$ และถือว่า

เนื้อหาหัวข้อ	กิจกรรมสำหรับครู

เป็นปริมาณสเกลาร์ ต่อจากนั้นให้นักเรียนพิจารณารูปที่ 1, 2 และ 3 เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของปริมาณงานเมื่อทิศทางของแรงกับทิศทางของการยจัดแตกต่างกัน

อธิบายความหมายของคำว่า กำลัง ว่าเพื่อเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของสองสิ่ง โดยใช้วัตถุจากอัตราในการทำงานของแต่ละอัน แล้วสามารถคำนวณหาได้จาก

สมการ $$F = \frac{W}{t} = FV \cos \theta$$

ต่อจากนั้นอธิบายตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

พลังงาน

ครูอธิบายความหมายของ พลังงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานศักย์ยืดหยุ่น พลังงานศักย์โน้มถ่วง ต่อจากนั้นยกตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3

อธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงาน ต่อจากนั้นเน้นให้นักเรียนยอมรับว่าพลังงานไม่มีการสูญหายไปไหน เพียงแต่มีการเปลี่ยนรูปของพลังงานเท่านั้น สรุปเป็นหลักการคงที่ของพลังงาน พร้อมทั้งยกตัวอย่างตามเอกสารการสอนเสริมสำหรับครู

เอกสารประกอบการสอนเสริมวิชาฟิสิกส์ (ว 022)

เอกสารประกอบการสอนเสริม ประกอบด้วย

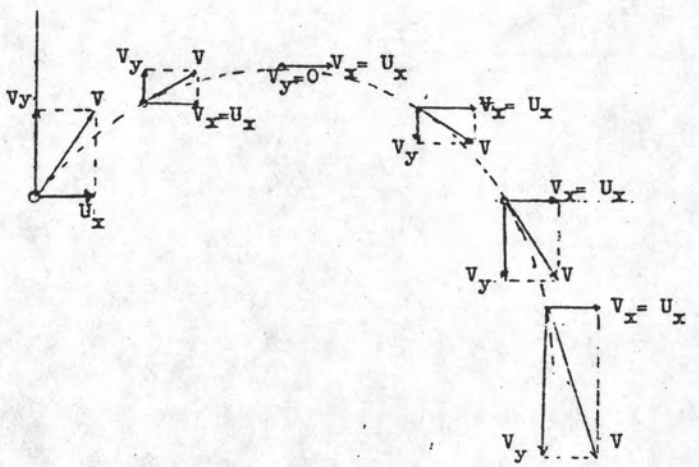
1. เนื้อหาเสริมความรู้ในบทเรียนของนักเรียน

2. แบบฝึกหัด

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

1. โปรเจกไตล์

โปรเจกไตล์ (Projectile) คือ วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นแนวโค้งรูปพาราโบลาภายใต้การกระทำของแรงคงที่ ตัวอย่างเช่น การขว้างวัตถุขึ้นไปในอากาศ วัตถุจะถูกแรงโน้มถ่วงของโลก (mg) กระทำในแนวดิ่งตลอดเวลา ทำให้ทางเดินของวัตถุเป็นรูปพาราโบลา ดังรูปที่ 1



การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์มีข้อควรจำ ดังนี้

1. ความเร็วของวัตถุที่ตำแหน่งใด ๆ (V) จะมีทิศในแนวสัมผัสกับเส้นทางเดิน (เส้นปะ) ณ จุดนั้น

จากรูปที่ 2 ในขณะวัตถุอยู่ตรงจุด D

$$\bar{V}_D = \bar{V}_{Dx} + \bar{V}_{Dy}$$

และหาขนาดได้จากสมการ

$$V_D = \sqrt{V_{Dx}^2 + V_{Dy}^2}$$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

หาทิศทางได้จากสมการ

$$\tan_{x} = \frac{V_{Dy}}{V_{Dx}}$$

2. ณ จุดสูงสุด (ดูรูปที่ 1)

$$V_x = U_x$$

$$V_y = 0$$

3. ความเร่งในแนวระดับ $(a_x) = g$

ความเร็วต้นในแนวระดับ (U_x) = ความเร็วปลายในแนวระดับ (V_x)

$$U_x = V_x = \text{คงที่}$$

เพราะว่า ในแนวระดับไม่มีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ นั่นคือ

$$\Sigma F_x = 0 \quad \text{(ไม่คิดแรงต้านของอากาศ)}$$

ความเร่งในแนวดิ่ง $(a_y) = g$

เพราะว่า วัตถุเคลื่อนที่โดยอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก นั่นคือ

$$\Sigma F_y = mg$$

4. วัตถุมีการขจัดเกิดขึ้นทั้งในแนวระดับและในแนวดิ่ง โดยเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน การขจัดลัพธ์หาได้จากสมการ

$$\bar{S} = \bar{S}_x + \bar{S}_y$$

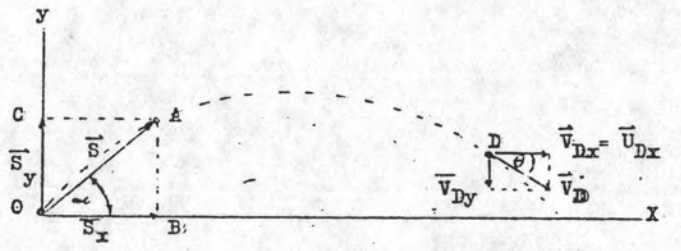
$\bar{S}$ = การขจัดลัพธ์

$\bar{S}_x$ = การขจัดในแนวระดับ

$\bar{S}_y$ = การขจัดในแนวดิ่ง

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

พิจารณารูปที่ 2



จากรูปที่ 2 $S_x = OB$, $S_y = OC$, $S = OA$

$$OA^2 = OB^2 + OC^2$$

$$S^2 = S_x^2 + S_y^2$$

สมการหาขนาดการขจัดลัพธ์ $S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$

สมการหาทิศของการขจัดลัพธ์ $\tan \alpha = -\frac{S_y}{S_x}$

5. เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ตามแนวโค้ง (t_{OA}) เท่ากับ
เวลาที่เงาของวัตถุบนแกน x เคลื่อนที่ (t_{OB}) เท่ากับ
เวลาที่เงาของวัตถุบนแกน y เคลื่อนที่ (t_{OC})

จากรูปที่ 2 ถ้าวัตถุเคลื่อนที่จากจุด 0 ไปตามทางโค้ง (เส้นปะ)

-เงาของวัตถุทางแกน x จะสิ่งจากจุด 0 ไปยังจุด B

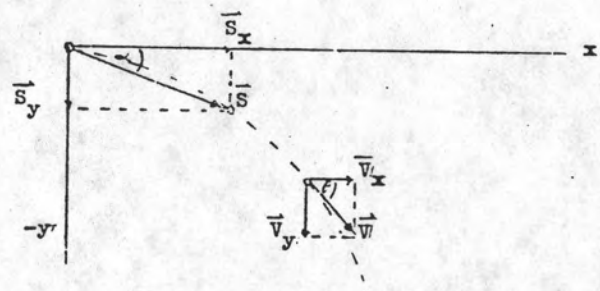
-เงาของวัตถุทางแกน y จะวิ่งจากจุด 0 ไปยังจุด C

$$t_{OA} = t_{OB} = t_{OC}$$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้
2. การคำนวณ	6. หลักการคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์

6.1 ตั้งแกน x ให้อยู่ในแนวระดับและตั้งแกน y ให้อยู่ในดิ่ง โดยจุดเริ่มต้นอยู่ที่จุด Origin

6.2 แยกเวกเตอร์ความเร็ว การยจัดให้อยู่ในแนวแกน x และแกน y ดังรูปที่ 3



หมายเหตุ :- ขนาดของ $S_x = S \cos$

ขนาดของ $S_y = S \sin$

ขนาดของ $V_x = V \cos$

ขนาดของ $V_y = V \sin$

6.3 เมื่อคิดทางแกน x จะได้ $a_x = 0$

$U_x = V_x =$ คงที่

และมีสมการเดียว คือ $S_x = U_x t$

6.4 คิดทางแกน y จะได้ $a_y = g$

มีสมการ 3 สมการ คือ $V_y = U_y + gy$

$$S_y = U_y t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$V_y^2 = U_y^2 + 2gS_y$$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

6.5 การกำหนดเครื่องหมายของปริมาณเวกเตอร์ในสมการมีดังนี้

- ปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางขึ้นมีเครื่องหมายเป็นบวก (+)
- ปริมาณเวคเตอร์ที่มีทิศทางลงมีเครื่องหมายเป็นลบ (-)
- สำหรับ g มีเครื่องหมายเป็นลบ (-) เสมอ

ตัวอย่างที่ 1

ยิงลูกธนูด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที ทำมุม 60 องศากับแนวราบ จงคำนวณหา

ก. ลูกธนูขึ้นไปได้สูงสุดเท่าไร

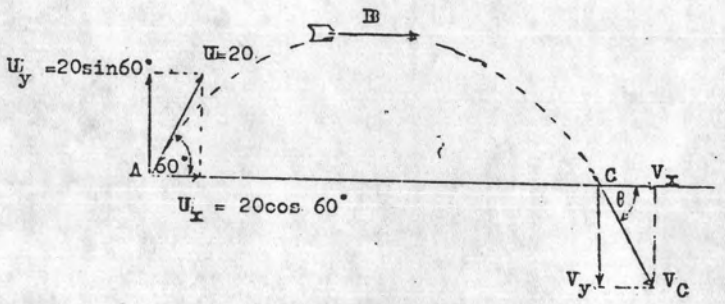
ข. เวลาที่ลูกธนูใช้ในการเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด

ค. เวลาที่ลูกธนูใช้ในการเคลื่อนที่อยู่ในอากาศจนกระทั่งตกถึงพื้น

ง. ลูกธนูตกถึงพื้นห่างจากจุดเริ่มต้นเท่าใด

จ. ขนาดและทิศทางของความเร็วลูกธนูขณะตกถึงพื้น

วิธีทำ



หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

วิธีที่ 1 ใช้หลักการพื้นฐาน

คิดจาก A B ในแนวดิ่ง

$U_y = 20 \sin 60^\circ$

$= 20 \frac{3}{2}$

$= 10\ 3$ m/s

$g = -10$ m/s^2

$V_y = 0$

$S_y = ?$

$t = ?$

คิดจาก A C ในแนวดิ่ง

$U_y = 10\ 3$ m/s

$g = -10$ m/s^2

$S_y = 0$

$t = ?$

ก. ลงการ $V_y^2 = U_y^2 + 2gS_y$

$$S_y = \frac{V_y^2 - U_y^2}{2g}$$

แทนค่า

$$S = \frac{0 - (10\ 3)^2}{-20}$$

$= 15$ m ตอบ

ข. ลงการ $V_y = U_y + gt$

$$t = \frac{V_y - U_y}{g}$$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

แทนค่า $t = \frac{0 - 10\ 3}{-10}$

$= 3\ s$ ตอบ

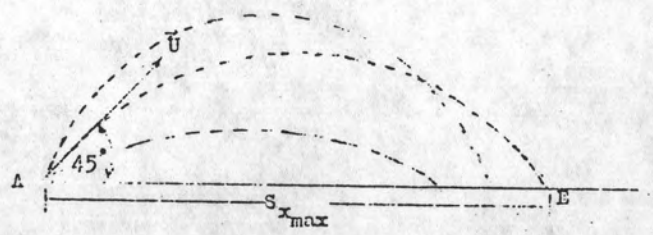
ค. ลมการ $S_y = U_y t + \frac{1}{2} gt^2$

แทนค่า $0 = 10\ 3t + \frac{1}{2}(-10)t^2$

$5t^2 = 10\ 3\ t$

$t = 2\ 3\ s$ ตอบ

3. การหามุมเงย 7. การหามุมเงยของโปรเจกไตล์ที่มีผลทำให้การยจัดในแนวราบมีค่ามากที่สุดสำหรับความเร็วต้นค่าหนึ่ง หรือกล่าวว่าไปได้ไกลที่สุดนั่นเอง ($S_{x_{max}}$)



จากรูป วัตถุเคลื่อนที่จาก A ถึง E ด้วยความเร็วต้น U คงที่ ด้วยมุมเงยต่าง ๆ โดยใช้มุมเงยต่าง ๆ กัน

จากลมการ $S_x = \frac{U^2 \sin 2\theta}{-g}$

S_x จะมีค่าสูงสุดเมื่อ $\sin 2\theta$ มีค่าสูงสุดเช่นกัน

และค่า $\sin 2\theta$ มากที่สุด $= 1$

$= \sin 90^\circ$

$2\theta = 90^\circ$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ความเร็วต้นต้องทำมุม $= 45^{\circ}$

และ $S_{x_{max}} = \frac{u^2}{-g}$

ตัวอย่างที่ 2

เมื่อเกิดการระเบิดยิ้นถ้าล่ะเก็ดระเบิดแต่ละยิ้นมีอัตราเร็ว 50 เมตร/วินาที จงหาว่า ล่ะเก็ดระเบิดจะยิ้นไปในอากาศได้สูงสุดเท่าไร และไปได้ไกลที่สุดเท่าไรในแนวระดับ

วิธีทำ พิจารณาล่ะเก็ดระเบิดที่ไปได้สูงสุดจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งแบบอิสระ

ล่มการ $v_y^2 = u_y^2 + 2gS_y$

$$S_y = \frac{v_y^2 - u_y^2}{2g}$$

แทนค่า

$$S_y = \frac{0 - (50)^2}{2(-10)}$$

$$= 125 \text{ m}$$ ตอบ

ล่ะเก็ดระเบิดที่ไปได้ไกลที่สุดในแนวระดับต้องมีมุมเงย 45 องศา

ล่มการ $S_{x_{max}} = \frac{v^2}{-g}$

$$= \frac{(50)^2}{-(-10)}$$

$$= 250 \text{ m}$$

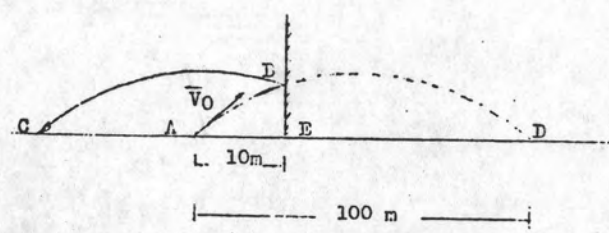
หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 3

นาย ก. สามารถขว้างลูกบอลไปได้ไกล 100 เมตร โดยลูกบอลมีความเร็วต้น v_0 หลุดจากมือนาย ก. พอดี ถ้ามีกำแพงแข็งตั้งแนวดิ่งมากั้นอยู่ข้างหน้า โดยห่างจากนาย ก. 10 เมตร จงหาว่าลูกบอลจะตกถึงพื้นห่างจากจุดที่นาย ก. ยืนอยู่อย่างใกล้ที่สุดเท่าไร

หลักการคิด :- ขณะที่วัตถุกระทบกำแพง ความเร็วตกกระทบเท่ากับความเร็วสะท้อน (โดยถือว่าเป็นการชนอย่างยืดหยุ่นสมบูรณ์

วิธีทำ



ลูกบอลสามารถไปได้ไกล 100 เมตร จาก

เมื่อไปได้ 10 เมตร ตามแนวราบ ถึงจุดB ชนกำแพงแล้ว

สะท้อนกลับไปตกที่ C แนวBC เหมือนกับแนว BD

แนว BD ได้ S_x = 90 เมตร

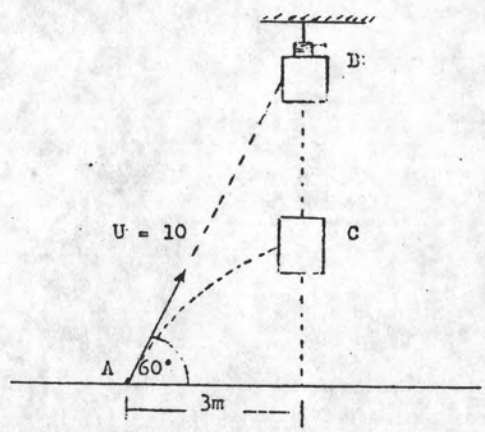
แนว BC ได้ S_x = 90 เมตร

AC = 90 - 10 = 80 เมตร ตอบ

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 4

ชายคนหนึ่งเล็งปืนตรงไปยังกระป๋องเหล็กซึ่งติดกับแม่เหล็กไฟฟ้าอีกหนึ่งเมื่อลูกปืนหลุดออกจากปากกระบอก วงจรไฟฟ้าจะขาดทันที ถ้าคิดว่าเขาเล็งได้แม่นยำแล้ว ความเร็วของลูกปืนตอนออกจากปากกระบอกปืนเป็น 10 เมตร/วินาที ลูกปืนจะถูกกระป๋องพอดีกับขณะที่กระป๋องตกลงมากี่เมตร



หลักการคิด :- 1. ลูกปืนเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ แต่กระป๋องตกอย่างอิสระ

2. เวลาที่ลูกปืนเคลื่อนที่มากระทบกระป๋อง เท่ากับเวลาที่กระป๋องตกลงมาพบลูกปืน

วิธีทำ หาเวลาที่ลูกปืนเคลื่อนที่จาก A C

ลมการ $t_x = \frac{S_x}{V_s}$

$t_x = \frac{3}{5}$ วินาที

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

กระป๋องเคลื่อนที่จาก B C ใช้เวลา = t_y

ลงการ $S_y = U_y t + \frac{1}{2} gt^2$

$= 0 + \frac{1}{2} (-10)(\frac{3}{5})^2$

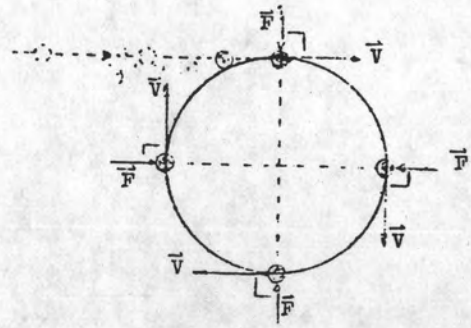
$= -1.8$ m

ลูกปืนกระทบกระป๋องเมื่อกระป๋องตกลงมา 1.8 เมตร ตอบ

4. การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลม

การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลม

วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุตลอดเวลา โดยทิศทางของแรงตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ และเป็นแรงที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม



การเคลื่อนที่แบบวงกลมมีข้อสังเกตดังนี้

1. วัตถุมีขนาดของความเร็วคงที่ แต่ทิศทางของความเร็วเปลี่ยนแปลง
2. วัตถุมีความเร่งที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม (a_c)

ลงการ $a_c = \frac{V^2}{r}$

3. แรงที่กระทำต่อวัตถุเรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง (F_c) มีทิศตั้งฉากกับทิศของความเร็ว และมีทิศทางเดียวกับความเร่งสู่ศูนย์กลาง

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

สมการ $F_c = ma_c = \frac{mV^2}{r}$

เมื่อ m = มวลของวัตถุ

V = ความเร็วของวัตถุ

r = รัศมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม

4. อัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม แล้วจะได้เป็น 4 แบบ ดังนี้

4.1 อัตราเร็วเชิงเส้น (V) คือ ความยาวของเส้นโค้งที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที หน่วยเป็น

4.2 อัตราเร็วเชิงมุม (W) คือ มุมที่จุดศูนย์กลางความโค้งที่เส้นรัศมีเคลื่อนที่กวาดไปได้ในเวลา 1 วินาที หน่วยเป็น Radian/s (Rad/s)

4.3 ความถี่ (f) คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ในเวลา 1 วินาที หน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ หรือ Hz

4.4 คาบ (T) คือ เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หน่วยเป็น วินาที/รอบ หรือวินาที

ค่าอัตราเร็วทั้ง 4 แบบ สัมพันธ์กันดังนี้

$V = \frac{2\pi r}{t}$ $\omega = \frac{2\pi}{t}$

$V = \omega r$ $\omega = 2\pi f$

$T = \frac{1}{f}$ $\omega = \frac{\theta}{r}$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 1

โต๊ะลื่นเหลี่ยมมีพื้นที่ราบเรียบ มีวัตถุ A มวล 0.4 กิโลกรัม เคลื่อนที่เป็นวงกลมที่มีรัศมี 30 เซนติเมตรอยู่ได้ โดยมีเชือกผูกวัตถุนี้ไปลอดผ่านรูเล็กตรงกลางโต๊ะ โดยปลายเชือกผูกกับวัตถุ B มวล 0.3 กิโลกรัมห้อยอยู่ จงหา

ก. อัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ A

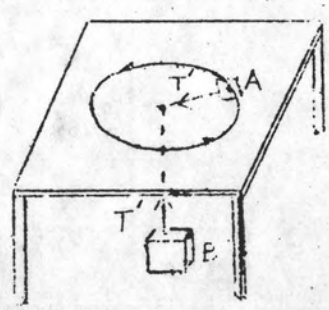
ข. อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุ A

ค. อัตราเร็วเป็นคาบของวัตถุ A

ง. ความถี่ของวัตถุ A

จ. ความเร่งของวัตถุ A

วิธีทำ



เพราะว่า วัตถุ A เคลื่อนที่เป็นวงกลมอยู่บนโต๊ะ

เพราะฉะนั้น วัตถุ B จะไม่เลื่อนขึ้นเลื่อนลงคือมี $\Sigma F = 0$

$$T' = 0.3g = 0.3\ 10 = 3\ N$$

พิจารณาวัตถุ A

มีแรง T' เป็นแรงแนวราบเข้าสู่ศูนย์กลางเพียงแรงเดียว และ มี mg กับ N เป็นแรงในแนวดิ่ง

ถ้าพิจารณาวัตถุ A ในแนวสู่ศูนย์กลาง ได้ว่า T' คือ F_c

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

$$T' = \frac{mV^2}{r}$$

$$V^2 = \frac{Tr}{m} = \frac{3 \times 0.3}{0.4}$$

ก. $V = \frac{9}{4} = \frac{3}{2} = 1.5$ m/s ตอบ

ข. $\omega = \frac{1.5}{0.3} = 5$ Rad/s ตอบ

ค. $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$\frac{2\pi}{} = \frac{2 \times \frac{22}{7}}{5} = \frac{44}{35} \text{ s}$$ ตอบ

ง. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{44/35} = \frac{35}{44}$ cycle/s (Hz)

ตอบ

จ. $a_c = \frac{V^2}{r}, \frac{9\ 4}{0.3} = 7.5$ m/s^2

$a = 0$ $\because F_1 = 0$

$a = a_c^2 + a_1^2 = (7.5)^2 + 0$

$= 7.5$ m/s^2 ตอบ

ตัวอย่างที่ 2

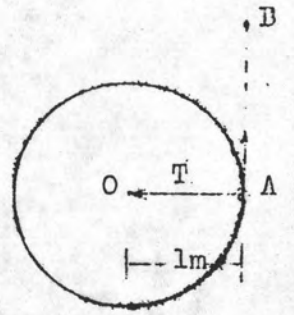
เชือกเบาเส้นหนึ่งทนแรงดึงได้สูงสุด 32 นิวตัน นำมาผูกวัตถุมวล 2 กิโลกรัม โดยปลายอีกข้างยึดไว้บนพื้นโต๊ะที่ราบและลื่น หากวัตถุ 2 กิโลกรัมนี้เคลื่อนที่แบบวงกลมบนโต๊ะรัศมี 1 เมตร จงหา

ก. อัตราเร็วของวัตถุสูงสุดที่เชือกไม่ขาด

ข. ถ้าเชือกขาดพอดี จงหาว่าวัตถุอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของวงกลมเท่าไรภายหลังจากเชือกขาดเป็นเวลา 0.5 วินาที

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

วิธีทำ ก) อัตราเร็วสูงสุดที่เชือกไม่ขาดก็คือ อัตราเร็วของวัตถุในขณะที่เชือกมีแรงตึงสูงสุดซึ่งเท่ากับ 32 นิวตัน



จาก $F_c = \frac{mV^2}{r}$

$$V = \frac{F_c r}{m} = \frac{Tr}{m}$$

$$V = \frac{32 \times 1}{2} = 4 \text{ m/s}$$

ข) เชือกขาดพอดีถือว่าเมื่อเชือกมีแรงตึงสูงสุดเท่ากับ 32 นิวตัน และในขณะนั้นวัตถุมีความเร็วในทิศเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดที่เชือกขาด ถ้าให้เชือกที่จุดที่ A ทิศความเร็วตั้งฉากกับ OA แล้วจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ไปยัง B ใช้เวลา 0.5 วินาที

$V = 4$ $\quad S = Vt = 4 \times 0.5 = 2$ m

$t = 0.5$ $\quad OB = OA^2 + AB^2$

$S = AB = ?$ $\quad = 1^2 + 2^2$

$= 5$ m

∴ วัตถุอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของวงกลม 5 เมตร

ตอบ

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 3

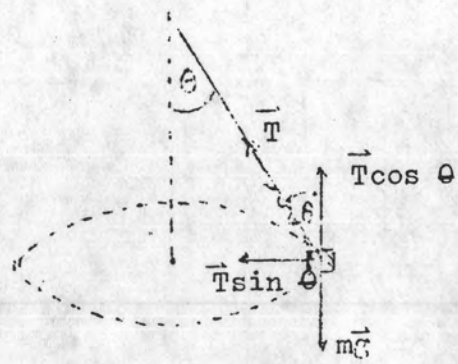
เชือกเส้นหนึ่งยาว 100 เซนติเมตร ผูกกับวัตถุมวล 50 กรัม ไว้ที่ปลายข้างหนึ่ง แล้วจับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งไว้กับที่เหวี่ยงให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวราบด้วยอัตราเร็วคงที่ ถ้าเชือกทนแรงดึงได้สูงสุด 5 นิวตัน จงหาว่าวัตถุเคลื่อนที่ได้ด้วยความถี่สูงสุดกี่รอบต่อวินาที และขณะนั้นเชือกทำมุมกี่องศากับแนวดิ่ง

วิธีทำ ความถี่สูงสุด คือ ความถี่เมื่อแรงดึงเชือกสูงสุดเท่ากับ 5 นิวตัน ลมมติให้ในขณะนั้นเชือกทำมุมกับแนวดิ่ง θ องศา พิจารณาวัตถุในแนวสู่ศูนย์กลาง

$mg = 5 \times 10^{-1}$ $\quad F_c = m(2\pi f)^2 r$

$m = 5 \times 10^{-2}$ $\quad 2f = \frac{F_c}{mr}$

$L = 1$ m.



$$f = \frac{1}{2\pi} \times \frac{5 \sin\theta}{5 \times 10^{-2} \times 1 \sin\theta}$$

$$= \frac{1}{2\pi} \times 10^2 = \frac{10}{2\pi} = \frac{5}{\pi}$$

$$= 5 \times \frac{7}{22} = \frac{35}{22} \text{ Hz}$$

หัวข้อ	เนื้อหา เสริมความรู้

$$5 \cos \theta = mg = 5 \times 10^{-1}$$

$$\cos \theta = 10^{-1} = 0.1$$

$$= \cos^{-1} 0.1 \quad \text{องศา} \quad \text{ตอบ}$$

รถเลี้ยวโค้งบนพื้นราบ และบนพื้นเอียงทำมุม θ กับแนวระดับ

ข้อสรุปมีดังนี้คือ

1. ต้องมีแรงเสียดทานจากพื้น (f) ทำหน้าที่เป็นแรง F_c
2. รถจะต้องเอียงทำมุม θ กับแนวดิ่ง

และ $\tan = \frac{V^2}{rg}$

$$\mu = \frac{f}{N} = \tan \theta$$

ตัวอย่างที่ 1

รถจักรยานยนต์คันหนึ่งมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนนเป็น 0.3 ถ้ารถเลี้ยวโค้งบนถนนราบที่มีรัศมีความโค้ง 24 เมตร ด้วยอัตราเร็วสูงสุดเท่าไร จึงจะสามารถเลี้ยวโค้งได้ และขณะนั้นรถเอียงทำมุมกี่องศากับแนวดิ่ง

วิธีทำ

วิธีที่ 1 หา V_{max} โดยใช้สูตร

$\because \mu = \frac{V^2}{rg}$ $\therefore V_{max}$ เมื่อ μ_{max}

$$V = \mu rg = \sqrt{0.3 \times 24 \times 10}$$

$$= \sqrt{3 \times 24}$$

$$= 6\sqrt{2} \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

วิธีที่ 2 หา V_{max} โดยคำนวณทีละขั้นตอน

$$F_c = \frac{mV^2}{r}$$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

$$\therefore \quad f = \frac{mV^2}{r}$$

$$\therefore \quad \mu N = \frac{mV^2}{r} \qquad \therefore \quad \mu mg = \frac{mV^2}{r}$$

$$\therefore \quad V^2 = \mu gr$$

$$V_{max} = \mu gr$$

$\because$ V_{max} $\therefore$ μ ต้องมีค่าสูงสุดด้วย

แทนค่า $V_{max} = \sqrt{\mu gr} = \sqrt{0.3 \times 24 \times 10} = 3 \times 24$

$= 6\sqrt{2}$

ตอบ

หามุมที่รถเอียงทำมุมกับแนวดิ่ง

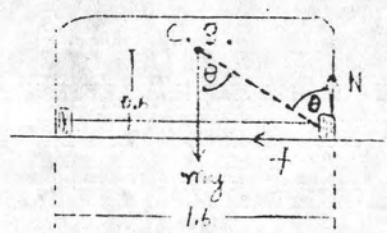
$$\tan \theta = \frac{V^2}{rg} = \frac{(6\sqrt{2})^2}{24 \quad 10} = \frac{3}{10} = 0.3$$

$\theta = \tan^{-1} 0.3$ องศา ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 รถยนต์คันหนึ่งมียอบล้อด้านนอกยองล้อซ้ายและยวาห่าง กัน 1.6 เมตร มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่สูงจากพื้น 60 เซนติเมตร ต้องการเลี้ยวโค้งบนถนนราบที่มีรัศมีความโค้ง 100 เมตร

วิธีทำ

วิธีที่ 1 ทำโดยวิธีธรรดา



หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

V_{max} ที่ไม่พลิกคว่ำคือ ในขณะนั้นจะพลิกคว่ำพอดี

$\therefore$ N เกิดที่ขอบนอกสุด

แนวราบ $f = \frac{mV^2}{r}$

แนวดิ่ง $N = mg$

คิด M รอบ c,g $\Sigma M = 0$

$$N \times \frac{1.6}{2} = f \quad 0.6$$

แทนค่า $mg \times 0.8 = \frac{mV^2}{r} \times 0.6 = \frac{mV^2 \times 0.6}{100}$

$$V^2 = \frac{0.8g \times 100}{0.6} = \frac{4000}{3}$$

$$V = \frac{4000}{3} = 20\ \frac{10}{3} \text{ m/s ตอบ}$$

วิธีที่ 2 โดยใช้สูตร

$$V = \frac{Lrg}{2h} = \frac{1.6 \times 100 \times 10}{2 \times 0.6}$$

$$= \frac{4000}{3} = 20\ \frac{10}{3} \text{ m/s} \qquad \text{ตอบ}$$

วิธีที่ 3 ใช้สูตร

$$\tan = \frac{V^2}{rg}$$

จากการดูรูปแทนค่า $\frac{\frac{L}{2}}{h} = \frac{V^2}{rg}$

$V^2 = \frac{Lrg}{2h}$ แล้วทำต่อเหมือนวิธีที่ 2

ตอบ

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 3 รถคันหนึ่งแล่นเลี้ยวโค้งรัศมี 50 เมตร บนถนนเอียงทำมุม 15 องศา กับแนวราบ จงหาอัตราเร็วสูงสุดที่รถเลี้ยวได้โดยไม่แฉลบ (โดยกำหนดให้ $\tan 15^{\circ} = 0.263$)

วิธีทำ โดยใช้สูตร

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$v^2 = rg \tan \theta = rg \tan 15^{\circ}$$

$$v^2 = 50 \times 10 \times 0.268 = 134$$

$$v = \sqrt{134} = 11.58 \text{ m/s}$$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 4 รถแข่งคันหนึ่งแล่นบนถนนเอียงทำมุม 15° กับแนวราบ และมีความโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 100 เมตร จงหาว่าถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับพื้นถนนเป็น 0.2 รถจะสามารถแล่นเลี้ยวโค้งด้วยอัตราเร็วสูงสุดเท่าไร จึงจะสามารถผ่านโค้งไปได้โดยปลอดภัย ให้ $\sin 15^{\circ} = 0.259$ $\cos 15^{\circ} = 0.966$

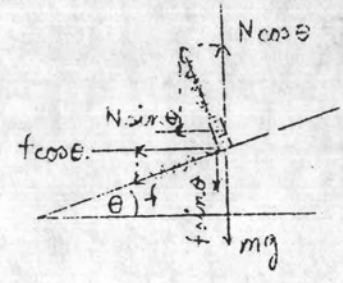
วิธีทำ จากเรื่องรถเลี้ยวโค้งบนพื้นเอียงทำมุม θ องศา กับแนวระดับ โดยใช้สมการ

$$\frac{N \sin \theta + f \cos \theta}{N \cos \theta - f \sin \theta} = \frac{v^2}{rg}$$

$$f = \mu N$$

$$\frac{N(\sin \theta + \cos \theta)}{N(\cos \theta - \sin \theta)} = \frac{v^2}{rg}$$

$$\left(\frac{\sin \theta + \cos \theta}{\cos \theta - \sin \theta}\right) rg = v^2$$



หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

$$V^2 = \left(\frac{0.259 + 0.2(0.966)}{0.966 - 0.2(0.259)}\right) \times 100 \times 10$$

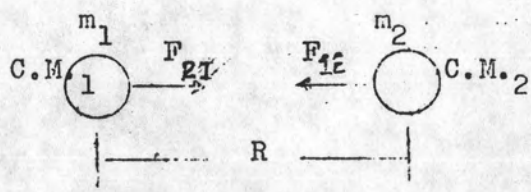
$$= \left(\frac{0.452}{0.448}\right) \times 1000 \quad 1000$$

$$V = 10 \quad 10 \text{ m/s}$$ ตอบ

5. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน ใช้สูตร

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$



เมื่อ F = แรงดึงดูดระหว่างมวล m_1 และ m_2 หน่วยเป็น N

m_1 = มวลของวัตถุก้อนที่ 1 หน่วยเป็น kg

m_2 = มวลของวัตถุก้อนที่ 2 หน่วยเป็น kg

R = ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุทั้งสอง หน่วยเป็น m

G = ค่านิจโน้มถ่วงสากล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.67×10^{-11} Nm^2/kg^2

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 1 ถ้ามวลของดวงจันทร์เป็น $\frac{1}{80}$ ของโลก และรัศมีเป็น $\frac{1}{4}$ ของรัศมีโลก ให้มวลของโลกเป็น M และรัศมีของโลกเป็น R, G เป็นค่านิจโน้มถ่วงสากล วัตถุที่ตกอย่างอิสระบนดวงจันทร์จะมีความเร่งเท่าใด (g คือความเร่งที่ผิวโลก)

วิธีทำ ใช้หลักที่ว่า วัตถุตกอย่างอิสระจะมีความเร่ง = ค่านิจโน้มถ่วง

สำหรับบนผิวโลก $a = g$

สำหรับบนผิวดวงจันทร์ $a' = g'$

เมื่อ a = ความเร่งในการตกอิสระบนผิวโลก

g = ค่านิจโน้มถ่วงบนผิวโลก

a' = ความเร่งในการตกอิสระบนผิวดวงจันทร์

g' = ค่านิจโน้มถ่วงบนผิวดวงจันทร์

ให้ m เป็นมวลของวัตถุที่ตกอิสระ และจาก

$F = mg$

คิดที่ผิวโลก

$$mg = \frac{GMm}{R^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad \ldots\ldots(1)$$

คิดที่ผิวดวงจันทร์

$$mg' = \frac{G\frac{M}{80}m}{(\frac{R}{4})^2}$$

$$g' = \frac{GM}{5R^2} \quad \ldots\ldots(2)$$

$\frac{(2)}{(1)}$

$$\frac{g'}{g} = \frac{GM}{5R^2} \times \frac{R^2}{GM}$$

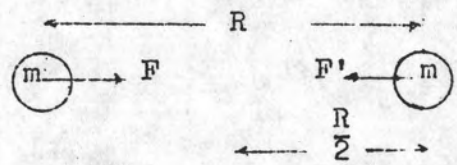
$$\frac{g'}{g} = \frac{1}{5}$$

$$g = \frac{1}{5}g$$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 2 ดาวล่องดวงแต่ละดวงมีมวลเท่ากับ m โคจรรอบซึ่งกันและกัน ด้วยระยะห่างกันเท่ากับ R จงคำนวณหาอัตราเร็วเชิงมุมของการโคจรในเทอมของ R, m และ G

วิธีทำ เนื่องจากมวลทั้งล่องเท่ากัน ดังนั้นจุด C.M. ของระบบ (ซึ่งประกอบด้วยมวลของดาวทั้งล่องดวง) จะอยู่ห่างจากจุด C.M. ของแต่ละดวงเท่ากับ $\frac{R}{2}$



จากรูปพิจารณาที่ก้อนใดก้อนหนึ่งก็ได้ เพราะแรง F = F' ตามกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันในที่นี้คิดจากมวลทางซ้ายมือ โดยคิดเสียว่าดาวทางซ้ายมือเคลื่อนที่เทียบกับดาวขวามือ

ให้ $F = F_G$ แรงดึงดูดระหว่างมวล

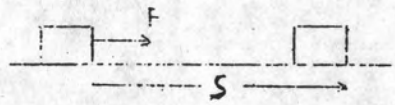
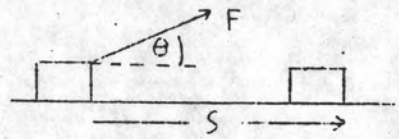
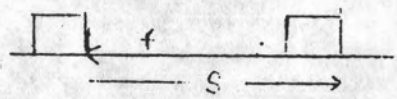
F_c = แรงสู่ศูนย์กลางของดาวทางซ้ายมือ

$$F_G = F_c$$

$$\frac{Gmm}{R^2} = m\frac{\omega^2 R}{2}$$

$$\omega^2 = \frac{2Gm}{R^3}$$

$$\omega = \frac{1}{R}\times\frac{2Gm}{R}$$ ตอบ

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้
6. งาน	งาน (Work) คือผลของแรงที่กระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง โดยที่ขนาดของงานหาได้จากสมการ $W = FS \cos \theta$ เมื่อ W = ขนาดของงานมีหน่วยเป็น J หรือ N'm F = แรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น N S = การเคลื่อนของวัตถุ มีหน่วยเป็น m θ = มุมระหว่างแรงกับการเคลื่อน S  รูปที่ 1  รูปที่ 2  รูปที่ 3 รูปที่ 1 แรง F อยู่แนวเดียวกับการเคลื่อน S ($\theta = 0$) $W = FS \cos \theta$ $W = FS$ $(\cos 0^\circ = 1)$ รูปที่ 2 แรง อยู่คนละแนวกับการเคลื่อน $W = FS \cos \theta$ รูปที่ 3 แรง มีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อน $(\theta = 180^\circ)$ $W = FS \cos 180^\circ$ $W = -FS$ $(\cos 180^\circ = -1)$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

7. กำลัง

กำลัง (Power) คือ งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยที่ขนาดของกำลังหาได้จากสมการ

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{FS \cos \theta}{t} = FV \cos$$

P = กำลังของแรง F มีหน่วยเป็น Watt หรือ J/s

t = เวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น s

V = ความเร็วเฉลี่ย มีหน่วยเป็น m/s

θ = มุมระหว่าง F กับ S หรือ F กับ V

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุ A มวล 20 กิโลกรัม อยู่บนพื้นราบที่มี $\mu = 0.1$ มีแรง F_1, F_2, F_3, F_4 มากระทำในแนวราบดังรูป มีผลให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ 8 เมตร แล้วหยุด แรง F_2 เลิก วัตถุเคลื่อนที่ต่อไปอีก 1 เมตร ก็ถึงจุด B ถ้า $F_1 = 50N$, $F_2 = 35N$, $F_3 = 30N$ จงหางานดังต่อไปนี้

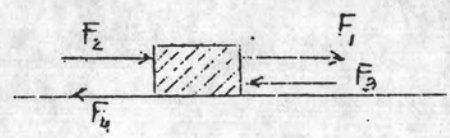
ก) งานเนื่องจากแรง F_1

ข) งานเนื่องจากแรง F_2

ค) งานเนื่องจากแรง F_3

ง) งานเนื่องจากแรง F_4

จ) งานเนื่องจากแรงลัพธ์



หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

วิธีทำ หลักการคิด งานเนื่องจากแรงใด = แรงนั้น × ระยะตามแนวแรงนั้นที่ถูกกระทำ

ก) $W_{F_1} = F_1(8 + 2) = 50 \times 10 = 500$ J

ข) $W_{F_2} = F_2(8) = 35 \times 8 = 280$ J

ค) $W_{F_3} = -F_3(8+2) = -30 \times 10 = -300$ J

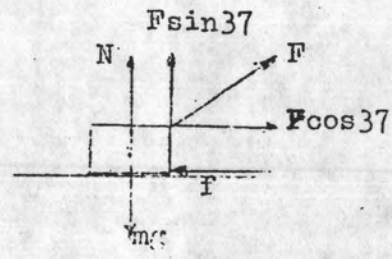
ง) $W_f = -f(8+2) = -\mu N(10) = -0.1 \times 200 \times 10$

$= -200$ J

จ) $W_F = W = 500+280-300-200 = 280$ J ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุมวล 10 กิโลกรัม วางบนพื้นขรุขระที่มี $\mu = 0.2$ ออกแรง F ดูดวัตถุให้ทำมุม 37 องศา กับแนวระดับโดยทำมุมเงย มีผลให้วัตถุเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะ 40 เมตร จงหางานในการออกแรงดังนี้

วิธีทำ



หลักการคิด 1. งานในการออกแรงคือ $W_F = (F \cos \theta)S$

2. ความเร็วคงที่หมายถึง $\Sigma F = 0$

$F \cos 37^\circ = f = \mu n = \mu(mg - F \sin 37^\circ)$

$\frac{4}{5} F = 0.2(10\ 10 - \frac{3}{5} F)$

$F = 25 - \frac{3}{20} F = \frac{25 \times 20}{35} = \frac{500}{23}$ N

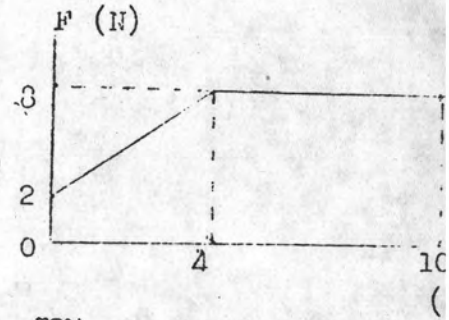
หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

แต่ $W_F = (F \cos 37^\circ)40 = \frac{500}{23} \quad \frac{4}{5} \quad 40$

$= \frac{16}{23} \quad 10^3 \quad N$

ตัวอย่างที่ 3 จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F กับ S จงหางานที่เกิดจากแรงที่กระทำเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปได้ ก) 4 เมตร

ย) 10 เมตร



วิธีทำ หลักการคิด พื้นที่ใต้กราฟระหว่าง F กับ S คือ

ก) คิด 0 4 เมตร

$W_F = (\frac{2 + 8}{2}) 4 = 20 \text{ J}$ ตอบ

ย) คิด 0 10 เมตร

$W_F = (\frac{2 + 8}{2}) 4 + 8(10 - 4)$

$= 20 + 48 = 68 \text{ J}$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 4 รถบรรทุกคันหนึ่งมีมวล 2 ตัน และบรรทุกของอีก 8 ตัน แล่นขึ้นบนเนินเขาเอียงทำมุม 30 องศา กับแนวราบที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างถนนกับล้อเป็น $\frac{3}{2}$ ถ้ามารถที่จะขึ้นไปได้ด้วยความหน่วง $\frac{1}{4}$ เมตร/วินาที^{2} และไปได้เป็นระยะทาง 100 เมตร ในเวลา 7 วินาที ใช้ค่า จงหา

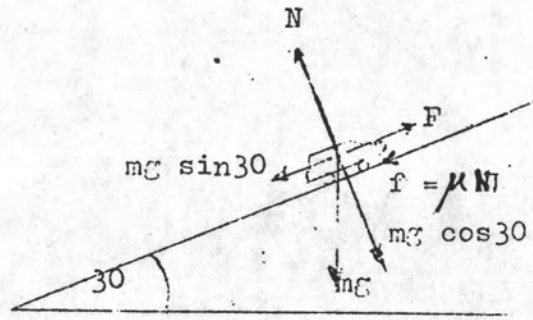
ก. แรงขับเคลื่อนเนื่องจากเครื่องรถ

ย. กำลังของเครื่องยนต์ในขณะนั้น

ค. งานที่เกิดขึ้นกับรถในการเคลื่อนที่ 100 เมตรนี้

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

วิธีทำ



หลักการคิด

1. ความเร่งมีทิศทางเพียง $\frac{1}{4}$ m/s^2
2. แรงยับเคลื่อนเนื่องจากเครื่องรถ = F
3. หา F จาก $\Sigma F = ma$
4. $P = \frac{W}{t}$
5. $W_{\Sigma F} = \Sigma F \times S = maS$

$f = \mu n = \mu 10^5 \cos 30 = \frac{3}{2} \times 10^5 \times \frac{3}{4} \times 10^5$ N

คิดการเคลื่อนที่จาก 0 เมตร 100 เมตร โดยพิจารณาจากรูป

จาก $\Sigma F = ma$

$F = -10^5 \sin 30° - f = ma$

$F = \frac{1}{2} \times 10^5 - \frac{3}{4} \times 10^5$

$= 10^4 (-\frac{1}{4})$

$F = \frac{1}{2} \times 10^5 + \frac{3}{4} \times 10^5 - \frac{1}{4} \times 10^4$

$= \frac{(20 + 30 - 1)10^4}{4}$

$= \frac{49 \times 10^4}{4}$ ตอบ

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้	
	ก. แรงยับเคลื่อนจากรถ $= 122.5 \times 10^3$ นิวตัน	
	ข. กำลังเนื่องจากแรง F ที่ไปได้ใน 100 เมตร โดยใช้เวลา 7 วินาที	
	$P = \frac{W}{t} = \frac{FS}{t} = \frac{\frac{49 \times 10^4}{4} \times 100}{7}$	
	$= \frac{7}{4} \times 10^6$	
	$= 1.75 \times 10^6$ Watt	
	ค. งานที่เกิดกับรถในการเคลื่อนที่ 100 เมตร คือ W_F	
	$W_{\Sigma F} = \Sigma FS = maS$	
	$= 10^4(-\frac{1}{4}).100$	
	$= -2.5 \times 10^5$ J	
8. พลังงาน	พลังงาน (Energy) คือ ความสามารถในการทำงานของวัตถุ	6, 8 และ
	(1) พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) " E_k " เป็นพลังงานของวัตถุที่มีความเร็ว มีหน่วยเป็น	10
	$E_k = \frac{1}{2} mV^2$	
	m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg	
	V = ความเร็วของวัตถุ มีหน่วยเป็น m/s	
	(2) พลังงานศักย์ (Potential Energy) "E_P" เป็นพลังงานที่สะสมในวัตถุและพร้อมที่จะทำงาน ไม่เกี่ยวกับความเร็วของวัตถุ	

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

(2.1) พลังงานศักย์โน้มถ่วงคือ พลังงานสะสมในวัตถุที่ขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุเปรียบเทียบกับระดับอ้างอิง

$$E_p = mgh$$

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg

g = ค่าคงโน้มถ่วง มีหน่วยเป็น m/s^2

h = ความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ เทียบกับระดับอ้างอิง มีหน่วยเป็น m

(2.2) พลังงานศักย์ยืดหยุ่นคือ พลังงานที่สะสมในวัตถุยืดหยุ่น เช่น สปริงยางยืด อันเนื่องจากวัตถุยืดหรือหดไปจากสภาพสมดุล

$$F = ks$$

$$E_p = \frac{1}{2} FS \quad (F = \text{แรงเฉลี่ย})$$

$$E_p = \frac{1}{2} kS^2$$

F = แรงที่วัตถุยืดหยุ่นกระทำขณะยืดหรือหดจากสภาพสมดุล มีหน่วยเป็น N

k = ค่าคงสปริง มีหน่วยเป็น N/m

S = ระยะที่สปริงยืดหรือหดไปจากสภาพสูงสุด มีหน่วยเป็น m

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ผ่านจุด A ไปด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที โดยมีความเร่งคงที่ 1 เมตร/วินาที^{2} ครั้นถึงจุด B ซึ่งห่างจากจุด A เท่ากับ 10 เมตร จงหาพลังงานจลน์ของวัตถุก้อนนี้ขณะที่ถึงจุด B

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

วิธีทำ หลักการคิด

คิด A B

$$V^2 = u^2 + 2aS$$

$$= 4^2 + 2 \times 1 \times 10$$

$$= 36$$

$$E_k \quad B = \frac{1}{2} mV_B^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 36$$

$$= 36 \text{ J}$$

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุ A มีมวล 3 กิโลกรัม อยู่สูงจากจุด B = 4 เมตร และอยู่สูงกว่าจุด C 5 เมตร จงหาพลังงานศักย์ของวัตถุ A เมื่อ

ก. เทียบกับจุด B

ข. เทียบกับจุด C

วิธีทำ หลักการคิด $E_p = mgh$

ก. $E_p = 3 \times 10 \times 4 = 120 \text{ J}$

ข. $E_p = 3 \times 10 \times 5 = 150 \text{ J}$

จะเห็นได้ว่าวัตถุอยู่ที่หนึ่งจะมีค่า E_p แตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับระดับอ้างอิง

ตัวอย่างที่ 3 สปริงอันหนึ่งติดกับกำแพงเมื่อดึงอปลายอีกข้างหนึ่งให้ยืด 10 เซนติเมตร ขณะนั้นต้องออกแรง 20 นิวตัน ครั้นสปริงนี้ถูกดึงให้ยืด 30 เซนติเมตร จงหา

ก. ขณะยืด 30 เซนติเมตร ต้องออกแรงเท่าไร

ข. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงเป็นเท่าไร

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

วิธีทำ หลักการคิด 1) สปริงอันเดิม ค่า k ไม่เปลี่ยน

2) $F = kS$

$F = kS$

$F_1 = kS_1$ .....(1)

$\frac{(2)}{(1)} ; \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{0.3}{0.1} = 3$

$F_2 = 3F_1 = 3 \quad 20 = 60$ H ตอบ

$E_{pS_2} = \frac{1}{2} F_2 S_2 = \frac{1}{2} \quad 60 \quad 0.3$

$= 9$ J ตอบ

9. ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงาน

ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงาน

งานทั้งหมด = ผลรวมของงานของแรงทุกแรง

งานทั้งหมด = ผลต่างของพลังงาน

ΣW = งานเนื่องจากแรงภายนอกทุกแรงไม่คิดแรง mg และ kS

$\Sigma W = \Delta E$

$\Sigma W = E_2 - E_1$

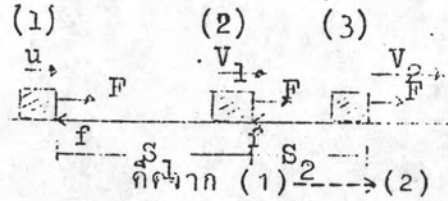
$\Sigma W = (E_{p_2} + E_{k_2}) - (E_{p_1} + E_{k_1})$

$(E_{p_2} + E_{k_2})$ = พลังงานรวมตอนหลัง = E_2

$(E_{p_1} + E_{k_1})$ = พลังงานรวมตอนแรก = E_1

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 1



วัตถุมวล m ถูกแรง F ซึ่งคงที่กระทำจาก (1)------(2) เมื่อถึง (2) แล้ว F ออกเลียดังรูป จะได้สมการอย่างไร

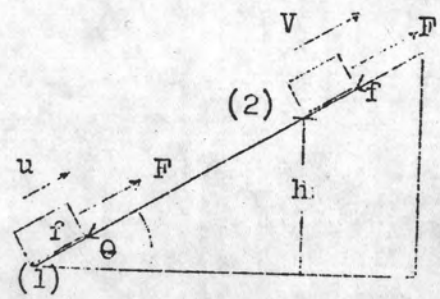
วิธีทำ คิดจาก (1)---- (2) $W = (E_{p_2} + E_{k_2}) - (E_{p_1} - E_{k_1})$

$$FS_1 - fS_1 = (0 + \frac{1}{2}mV_1^2) - (0 + \frac{1}{2}mV^2)$$

คิดจาก (2)----- (3)

$$FS_2 - fS_2 = (0 + \frac{1}{2}mV_2^2) - (0 + \frac{1}{2}mV_1^2)$$

ตัวอย่างที่ 2



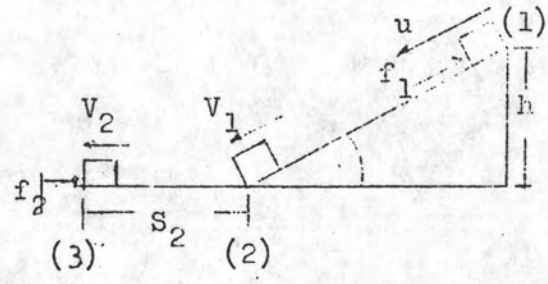
วัตถุมวล m ถูกแรง F คงที่ กระทำในทิศขนานกับพื้นเอง ซึ่งทำมุม θ กับแนวระดับ จาก (1)-----(2) และสูงจากเดิม h ความเร็วเปลี่ยนจาก u---- V จะได้สมการอย่างไร

คิดจาก (1)----- (2) $W = (E_{p_2} + E_{k_2}) - (E_{p_1} + E_{k_1})$

$$F \cdot \frac{h}{\sin\theta} - \frac{h}{\sin\theta} = (mgh + \frac{1}{2}mV^2) - (0 + \frac{1}{2}mu^2)$$

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

ตัวอย่างที่ 3



วัตถุมวล m ไถลลงตามพื้นเอียงทำมุม กับแนวระดับ จากจุดสูงจากพื้น h ด้วยความเร็ว u โดยมีแรงเสียดทาน f_1 แล้วไถลไปบนพื้นราบอีกเป็นระยะ S_2 พื้นราบมีแรงเสียดทาน f_2 จนถึงตำแหน่ง (3) มีความเร็วเป็น V_2 จะได้สมการอย่างไร

คิดจาก (1)----- (2)

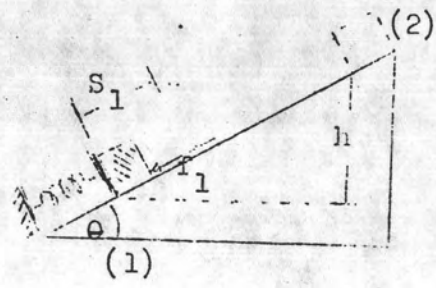
$$V = (E_{p_2} + E_{k_2}) - (E_{p_1} - E_{k_1})$$

$$0 - f_1 \frac{h}{\sin} = (0 + \frac{1}{2} mV_1^2) - (0 + \frac{1}{2} mV_1^2)$$

คิดจาก (2)------ (3)

$$-f_2 . S_2 = (0 + \frac{1}{2} mV_2^2) - (0 + \frac{1}{2} mV_1^2)$$

ตัวอย่างที่ 4



หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

วัตถุมวล m อยู่บนพื้นเอียงและผิด ทำมุม θ กับแนวระดับ ดันให้สปริงย่น S_1 จากจุดสมดุลของสปริง แล้วปล่อยทันที วัตถุถูกดีดขึ้นไปได้สูงสุด h นับจากจุดเริ่มต้น ถ้าสปริงมีค่านิจ k จะได้สมการอย่างไร

คิดจาก (1)---- (2)

$$W = (E_{p_2} + E_{k_2}) - (E_{p_1} + E_{k_1})$$

$$-f_1 \cdot \frac{h}{\sin \theta} = (mgh + 0) - (\frac{1}{2} kS_1^2 + 0)$$

10. หลักการคงที่ของพลังงาน

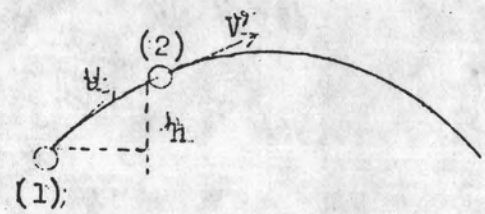
หลักการคงที่ของพลังงาน

"ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ ยกเว้นแรง mg และ kS พลังงานรวมทั้งหมดของวัตถุไม่ว่าจะอยู่ที่ตำแหน่งใด ๆ ย่อมมีค่าเท่ากันทุก ๆ ตำแหน่ง"

$$E_1 = E_2$$

$$E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2}$$

ตัวอย่างที่ 1



วัตถุเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์ จาก (1) ไป (2) และอยู่สูงจากเดิม h จะได้สมการอย่างไร

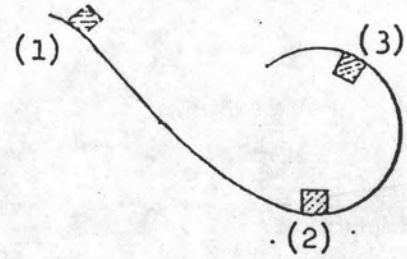
คิดจาก (1)------ (2)

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้

$$E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2}$$

$$0 + \frac{1}{2}mu^2 = mgh + \frac{1}{2}mV^2$$

ตัวอย่างที่

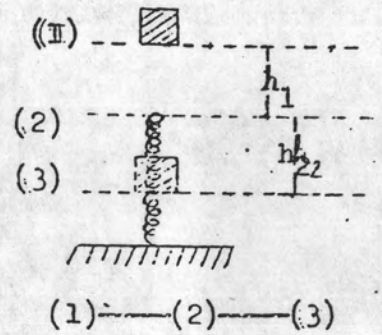


วัตถุไถลบนรางโค้งและลื่น จาก (1) ไป (2) แล้วไป (3)

จะได้สมการอย่างไร

$$E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2} = E_{p_3} + E_{k_3}$$

ตัวอย่างที่ 3



วัตถุมวล m ตกจากจุดสูง h_1 จากจุดสมดุลของสปริง เมื่อ

ถึงตำแหน่งจุดสมดุลของสปริง ขณะนั้นมีความเร็ว V_2

ยันสปริง ทำให้สปริงยุบเข้าไป h_2

$V_3 = 0$ ถ้าสปริงมีค่านิจ k จะได้สมการอย่างไร

หัวข้อ	เนื้อหาเสริมความรู้
	$E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2} = E_{p_3} + E_{k_3}$ $mg(h_1+h_2) + 0 = mgh_2 + \frac{1}{2} mV_2^2 = \frac{1}{2} kh_2^2 + 0$

แบบฝึกหัด

เรื่องโปรเจกไตล์

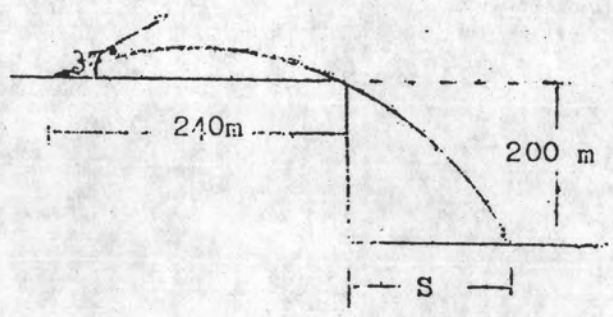
1. ชายคนหนึ่งปัดถ้วยน้ำพุ่งออกไปในแนวระดับ ทำให้ตกจากยอบหน้าต่างของตึก ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 10 เมตร ถ้วยน้ำกระทบพื้นดินห่างจากตัวตึกตามแนวราบ 6 เมตร ความเร็วของถ้วยน้ำตอนพ้นจากยอบหน้าต่างมีค่าเท่าไร

2. ขว้างก้อนหินไปในแนวระดับจากหน้าผา ณ จุด A ก้อนหินกระทบพื้นที่จุด D หลังจากขว้างเป็นเวลา 3.6 วินาที จงหาความเร็วต้น V_0 ของก้อนหิน กำหนดให้ $\tan 50^\circ = 1.2$ (15 m/s)

3. เครื่องบินทิ้งระเบิดขณะที่เคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 200 เมตร/วินาที และอยู่สูงจากพื้นดิน 800 เมตร เมื่อทิ้งลูกระเบิดลงมา ลูกระเบิดจะเลื่อนที่ไปได้ระยะทางในแนวระดับเท่าไรเมื่อถึงพื้นดิน และจะกระทบกับพื้นดินด้วยอัตราเร็วเท่าไร (2.53×10^3 m)

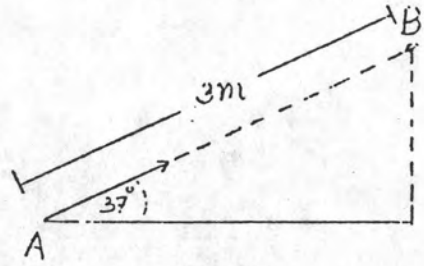
4. ขว้างกระป๋องจากหน้าต่างของตึกสูง 18 เมตร ความเร็วของกระป๋องมีขนาด 2 เมตร/วินาที และมีทิศทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ จงหาว่ากระป๋องเมื่อตกถึงพื้นจะอยู่ห่างจากผนังตึกเท่าไร (2 3 m)

5.



จากรูป ยิงลูกธนูขึ้นไปในทิศทำมุม 37 องศา กับแนวระดับ ดังรูป จุดยิงลูกธนูอยู่ห่างจากยอบหน้าผา 240 เมตร และหน้าผาสูงจากพื้นข้างล่าง 200 เมตร ลูกธนูเฉียดยอบหน้าผาแล้วลงไปยังพื้นข้างล่าง จงหาระยะ S (160 m)
($\sin 37^\circ ; \frac{3}{5}$, $\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$)

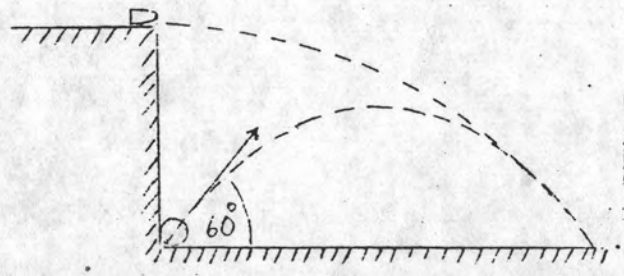
6.



ยว้างลูกบอลขึ้นไปในอากาศด้วยความเร็ว 7 เมตร/วินาที ในทิศทำมุม 27° กับแนวระดับ ขณะเดียวกันก็ปล่อยถังจากจุด B ตกลงมา ดังรูป จงหาว่า ลูกบอลจะกระทบกับถังเมื่อถังตกลงมาได้ระยะทางเท่าไร (0.92 เมตร)

7. ในการเตะลูกบอลขึ้นไปในอากาศด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที จงหาว่า ลูกบอลจะไปได้ไกลที่สุดเท่าใดในแนวราบ โดยไม่คิดแรงต้านจากอากาศ (40 เมตร)

8.



ตึกแห่งหนึ่งสูง 40 เมตร ถ้าขว้างก้อนหินจากชั้นดาดฟ้าของตึกออกไปด้วยความเร็ว 100 เมตร/วินาที ทำมุม 60° กับพื้นราบ ขณะเดียวกันก็ยิงกระสุนปืนออกไปในแนวราบจากขอบดาดฟ้าของตึก ทั้งหิน และกระสุนตกถึงพื้นราบที่จุดเดียวกัน จงหา

ก. ก้อนหินใช้เวลาเท่าใด เมื่อตกถึงพื้นล่าง (10 วินาที)

ข. กระสุนปืนใช้เวลาเท่าไร เมื่อตกถึงพื้นล่าง (2/2 วินาที)

ค. ความเร็วต้นลูกปืน (306.2 เมตร/วินาที)

เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววงกลม และกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

9. รถยนต์มวล 1,200 กิโลกรัม ถ้าวิ่งเลี้ยวโค้งบนถนน ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะต้องการแรงสู่ศูนย์กลางขนาดกี่นิวตัน (4,800 นิวตัน)

10. รถจักรยานยนต์มวล 100 กิโลกรัม วิ่งไปตามทางโค้งรัศมี 100 เมตร บนถนนระดับด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที โดยไม่มีการลื่นไถล จงหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยาง (0.4)

11. มวล 2 กิโลกรัม ผูกด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งให้เป็นวงกลมตามแนวดิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ 10 เมตร/วินาที

ก. จงหาแรงตึงในเส้นเชือก ที่จุดสูงสุด (180 นิวตัน)

ข. จงหาแรงตึงในเส้นเชือก ที่จุดต่ำสุด (220 นิวตัน)

12. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม ผูกด้วยเชือกยาว 0.6 เมตร แก่งให้เป็นวงกลม มีระนาบอยู่ในแนวราบ เชือกทนแรงตึงได้ 40 นิวตัน และทำมุม θ กับแนวดิ่ง จงหา

ก. มุมที่เชือกทำกับแนวดิ่ง ($\theta = 60^\circ$)

ข. ความเร็วมากที่สุดที่ทำให้เชือกไม่ขาด (3 เมตร/วินาที)

13. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 2 เมตร แกว่งให้เป็นวงกลม ในแนวราบ เชือกทำมุม 30° กับแนวดิ่ง จงหา

ก. แรงตึงในเส้นเชือก (200 นิวตัน)

ข. อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุ (3.16 เรเดียน/วินาที)

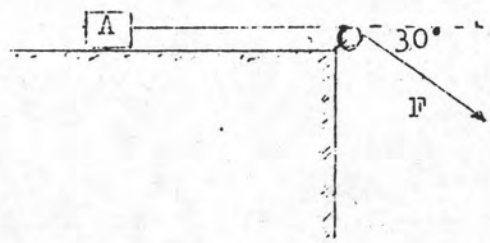
14. ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ $\frac{1}{2}$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางของโลก และมีมวล $\frac{1}{10}$ เท่าของมวลของโลก จงหาน้ำหนักของชายคนหนึ่งบนดาวเคราะห์นี้ เมื่อชายคนนี้หนัก 600 นิวตัน บนโลก (240 นิวตัน)

15. ดาวเทียมดวงหนึ่งโคจรเป็นวงกลมรอบโลกสูงเหนือผิวโลก 320 กิโลกรัม ด้วยอัตราเร็ว 23,400 กิโลเมตร/ชั่วโมง จงหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่วงโคจรนี้ กำหนดรัศมีเฉลี่ยของโลกเป็น 6,400 กิโลเมตร (6.29 เมตร/วินาที)

แบบฝึกหัด

เรื่อง งาน กำลัง พลังงาน

1.



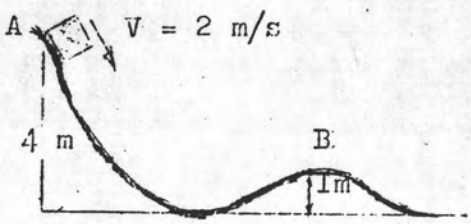
วัตถุ A หนัก 10N, F เป็นแรงที่ดึงวัตถุ (ทำมุม 30° กับแนวระดับ) ทำให้วัตถุมีความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} และ μ ระหว่างวัตถุกับผิวโต๊ะเท่ากับ 0.1 งานของแรง F ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ 1 เมตร เป็นเท่าไร (3 จูล)

2. แรง F = 10 N กระทำบนวัตถุ ในแนวราบ ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่จากความเร็ว 5 เมตร/วินาที เป็น 15 เมตร/วินาที กำลังของแรง F มีค่าเท่าไร (100 วัตต์)

3. ลาตัวหนึ่งออกแรงดึงน้ำหนัก 2,000 นิวตัน ลงจากเนินระนาบซึ่งทำมุม 30° กับแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงที่ μ ระหว่างเนินกับก้อนน้ำหนักเท่ากับ $\frac{3}{2}$ ถ้าแรงดึงขนานกับแนวทางเคลื่อนที่ และน้ำหนักเคลื่อนที่ลงมา 36 เมตร ในเวลา 1 นาที จงหากำลังของลาตัวนี้ (300 วัตต์)

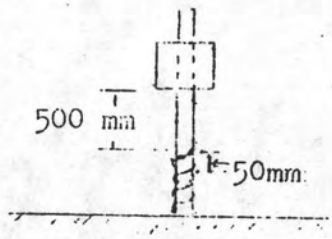
4. ลูกปืนมวล 0.06 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 600 เมตร/วินาที และทะลุผ่านกระดานหนา 0.2 เมตร ความเร็วเมื่อทะลุออกมาเป็น 300 เมตร/วินาที จงหาแรงต้านเฉลี่ยของเนื้อไม้ (40,500 นิวตัน)

5.



กล่องมวล 3 กิโลกรัม มีอัตราเร็ว 2 เมตร/วินาที ที่จุด A และ 6 เมตร/วินาที ที่จุด B ถ้าระยะทางโค้งจาก A ถึง B เท่ากับ 12 เมตร แรงเสียดทานเฉลี่ยที่กระทำบนกล่องเป็นเท่าไร (3.5 นิวตัน)

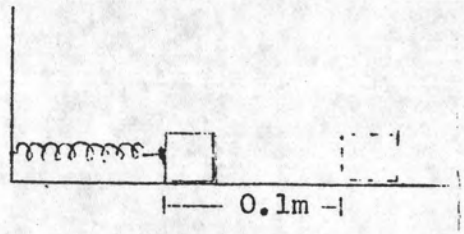
6.



ปล่อยทรงกระบอกมวล 6 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ตกลงสู่สปริงซึ่งอยู่บนพื้น จงหาอัตราเร็วของทรงกระบอก ขณะสปริงยุบเข้าไป 50 มิลลิเมตร เมื่อไม่มีแรงเสียดทานระหว่างแกนเหล็กกับทรงกระบอก (2.45 เมตร/วินาที)

7. ถ้าใช้กำลัง 1 กิโลวัตต์ยกวัตถุมวล 50 กิโลกรัม จากพื้นเป็นเวลานาน 5 วินาที วัตถุนั้นจะอยู่สูงจากพื้นเท่าไร (10 เมตร)

8.



สปริงตัวหนึ่งเมื่อนำมวล 0.5 กิโลกรัมไปแขวน จะยืดออกไป 0.25 เมตร นำสปริงนี้มาผูกกับมวลขนาด 2 กิโลกรัม วางบนพื้นราบ เมื่อดึงสปริงให้ยืดออกไป 0.10 เมตร แล้วปล่อยมือ ขณะมวลผ่านจุดสมดุลมีความเร็ว 0.2 เมตร/วินาที จงหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นกับมวล (0.03)

9. ออกแรง F ดันมวล 10 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ขึ้นไปบนพื้นเอียงผิวลื่นยาว 5 เมตร สูง 3 เมตร จงหางานของแรง F (300 จูล)

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ (ว 022)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ระดับ ชั้น ม. 4

เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง และ งาน กำลัง พลังงาน

แบบทดสอบนี้สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครู กับ กลุ่ม ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ในการทำวิทยานิพนธ์ ระดับมหาบัณฑิต สาขา การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของ

นายวีระศักดิ์ สุนทรวิภาต

คำชี้แจง (ขอให้ผู้เข้าสอบศึกษารายละเอียดของคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนลงมือทำแบบทดสอบนี้)

1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 8 หน้า และมีจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 50 ข้อ
2. ข้อสอบแต่ละข้อจะมีตัวเลือกจำนวน 5 ตัวเลือก (ก, ข, ค, ง, จ) โดยจะมีเพียง<u>ตัวเลือกเดียว</u> ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
3. เมื่อต้องการเลือกตัวเลือกใดเป็นคำตอบให้ทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบที่จัดให้ และห้ามเลือกเกิน 1 ตัวเลือก
4. หากต้องการเปลี่ยนแปลงตัวเลือกใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย (=) ตรงตัวเลือกที่ไม่ต้องการลงในกระดาษคำตอบนั้น
5. ห้ามขีดเขียนใด ๆ ลงในตัวแบบทดสอบ หากต้องการทดเลขหรือคำนวณให้ใช้กระดาษทดที่แจกให้
6. ค่าความเร่งเนื่องจากสนามโน้มถ่วงของโลก (g) ในแบบทดสอบนี้ ** ให้ใช้ค่า $g = 10\ m/s^2$ ทั้งหมด
7. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามจากผู้คุมสอบ
8. ผู้วิจัยต้องขอขอบใจผู้เข้าสอบครั้งนี้เป็นอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา ตลอดจนได้ตั้งใจทำแบบทดสอบชุดนี้อย่างเต็มความสามารถ

1. การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไตล์เป็นการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะตรงตามข้อใด

   ก. มีองค์ประกอบของความเร็วในแนวระดับคงที่ตลอดการเคลื่อนที่

   ข. การจัดในแนวดิ่งและในแนวระดับเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน

   ค. มีความเร่งเกิดขึ้นทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ

   ง. ถูกเฉพาะข้อ ก. และ ข.

   จ. ถูกทั้งข้อ ก., ข. และ ค.

2. วัตถุที่มีลักษณะเหมือนกันคือ A และ B ถูกนำมาทำการทดลองโดยปล่อย A ให้ตกลงมาในแนวดิ่งอย่างอิสระ สำหรับ B ถูกขว้างออกไปในแนวระดับ ณ ตำแหน่งเดียวกันและพร้อมกัน ข้อความต่อไปนี้ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง

   ก. ความเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุทั้งสองที่ระดับเดียวกันเท่ากัน

   ข. วัตถุทั้งสองตกถึงพื้นในเวลาเดียวกัน

   ค. ความเร่งของ B มีค่ามากกว่าของ A

   ง. ถูกเฉพาะข้อ ก. และ ข.

   จ. ถูกทั้งข้อ ก., ข. และ ค.

3. ในการขว้างก้อนหินออกไปในแนวระดับที่หน้าผา ซึ่งสูง 28.8 เมตร ปรากฏว่าทิศของความเร็วของก้อนหินขณะกระทบพื้นทำมุม 45° กับพื้น อยากทราบว่าก้อนหินถูกขว้างออกไปด้วยขนาดความเร็วเท่าไร

   ก. 24 เมตร/วินาที

   ข. 26 เมตร/วินาที

   ค. 28 เมตร/วินาที

   ง. 30 เมตร/วินาที

   จ. 32 เมตร/วินาที

4. จากข้อ 3 ถ้าขว้างก้อนหินดังกล่าวออกไปด้วยความเร็ว 19.6 เมตร/วินาที ในแนวระดับก้อนหินจะเคลื่อนที่อยู่ในอากาศเป็นเวลากี่วินาทีจึงตกสู่พื้นดิน

   ก. 1.67

   ข. 2.40

   ค. 3.60

   ง. 4.76

   จ. 5.76

5. นักกีฬาทุ่มน้ำหนักคนหนึ่งจะสามารถทุ่มน้ำหนักไปได้ไกลที่สุดกี่เมตร ถ้าเขาทุ่มตุ้มน้ำหนักมวล 1 กิโลกรัมออกไปด้วยอัตราเร็ว 11.31 เมตร/วินาที

ก. 7.9

ข. 8.9

ค. 9.8

ง. 10.8

จ. 12.8

6. ในการทดลองยิงลูกกลมโลหะออกไปในแนวระดับด้วยสปริง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วต้นกับการยุบตัวในแนวระดับของโปรเจกไตล์ต่อไปนี้ข้อใดเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม

ก. ระยะความสูงจากพื้นถึงจุดที่ทำการยิงลูกกลมโลหะ

ข. ขนาดของแรงดีดของสปริง

ค. มวลของทรงกลมโลหะ

ง. ถูกเฉพาะข้อ ข. และ ค.

จ. ถูกทั้งข้อ ก., ข. และ ค.

7. ในการยิงกระสุนปืนใหญ่ด้วยความเร็วต้น 60 เมตร/วินาที โดยทำมุมเงย 30° กับแนวระดับ กระสุนปืนใหญ่จะขึ้นไปได้สูงกี่เมตร

ก. 25

ข. 35

ค. 45

ง. 55

จ. 65

8. จากข้อ 7. ช่วงเวลาที่กระสุนปืนใหญ่ลอยอยู่ในอากาศหลังจากยิงจนตกถึงพื้นใช้เวลานานกี่วินาที

ก. 4

ข. 5

ค. 6

ง. 7

จ. 8

9. จากข้อ 7 หลังจากยิงไปเป็นเวลา 4 วินาที ขณะนั้นกระสุนมีขนาดความเร็วกี่เมตร/วินาที

ก. $100\sqrt{2}$

ข. 100

ค. 90.9

ง. 87.2

จ. 52.9

10. จากข้อ 9 ความเร็วของกระสุนมีทิศอย่างไร

ก. มีทิศพุ่งขึ้นโดยทำมุม $\tan^{-1} 0.19$ กับแนวระดับ

ข. มีทิศพุ่งลงโดยทำมุม $\tan^{-1} 0.19$ กับแนวระดับ

ค. มีทิศพุ่งขึ้นโดยทำมุม $\tan^{-1} 0.68$ กับแนวระดับ

ง. มีทิศพุ่งลงโดยทำมุม $\tan^{-1} 0.68$ กับแนวระดับ

จ. มีทิศอยู่ในแนวระดับ

11. เมื่อเอาวัตถุมวล m ผูกเชือกแล้วแกว่งเป็นวงกลม มีรัศมี r โดยมีระนาบของการเคลื่อนที่อยู่ในแนวระดับ และวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว V องค์ประกอบของแรงตึงในเส้นเชือกซึ่งทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางมีค่าเท่าใด

ก. $\frac{mV}{r}$

ข. $\frac{mV}{r^2}$

ค. $\frac{mV^2}{r}$

ง. $\frac{mV^2}{r^2}$

จ. $\frac{mV^3}{r}$

12. แผ่นเสียงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 27 เซนติเมตรหมุนด้วยอัตราเร็ว 45 รอบ/วินาที อัตราเร็วของจุด ๆ หนึ่งบนขอบแผ่นเสียงในหน่วยเป็นเมตร/วินาที มีค่าเท่าไร

ก. 0.0675

ข. 0.1350

ค. 0.1675 ¶

ง. 0.2025 ¶

จ. 1.3500 ¶

13. วัตถุชิ้นหนึ่งเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นวงกลมด้วยอัตราเร็ว 100 รอบในเวลา 5 วินาที จงหาคาบ (T) และความถี่ (f) ของการเคลื่อนที่ว่ามีค่าเท่าใด

ก. T = 0.50 S/cycle, f = 20 Hz

ข. T = 2.00 S/cycle, f = 0.50 Hz

ค. T = 20.00 S/cycle, f = 0.50 Hz

ง. T = 0.05 S/cycle, f = 20.00 Hz

จ. T = 5.00 S/cycle, f = 0.50 Hz

14. ในการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลางกับคาบของการเคลื่อนที่ ซึ่งได้ผลการทดลองว่า $F \alpha \frac{1}{T^2}$ อยากทราบว่าทำไมจึงต้องใช้ลวดหนีบกระดาษเพื่อเป็นตำแหน่งสำหรับลังเกต โดยให้อยู่ห่างจากปลายล่างของหลอด พี. วี.ซี. ที่ถืออยู่เป็นระยะ 1 เซนติเมตร ตลอดเวลาที่ทำการทดลอง

ก. เพื่อเป็นตัวบ่งว่าแรงคงที่สม่ำเสมอ

ข. เพื่อเป็นตัวบ่งว่ารัศมีการเคลื่อนที่คงที่สม่ำเสมอ

ค. เพื่อเป็นตัวบ่งว่าอัตราเร็วเชิงมุมของการเคลื่อนที่คงที่สม่ำเสมอ

ง. เพื่อเป็นตัวบ่งว่าคาบของการเคลื่อนที่คงที่สม่ำเสมอ

จ. ถูกทุกข้อ

15. มอเตอร์ไซด์ไต่ถังคันหนึ่งในขณะที่กำลังไต่ถังที่มีรัศมีความโค้ง 5 เมตร สามารถไต่อยู่ในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 7.07 เมตร/วินาที ถ้าน้ำหนักของทั้งคนและรถรวมกันมีค่า 1,200 นิวตัน จงหาว่าแรงสู่ศูนย์กลางขณะนั้นมีค่ากี่นิวตัน

ก. 1,000

ข. 1,100

ค. 1,200

ง. 1,300

จ. 1,400

16. มีวัตถุ 2 ก้อน ต่างมีมวลเป็น m_A และ m_B วางอยู่ห่างกันเป็นระยะ R กำหนดให้ G เป็นค่าคงโน้มถ่วงสากล ถ้า F เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวลทั้งสอง ต่อไปนี้ข้อใดเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดังกล่าวที่ถูกต้อง

ก. $F = \frac{Gm_A m_B}{R}$

ข. $\frac{F}{G} = \frac{m_A m_B}{R^2}$

ค. $\frac{F}{G} = \frac{m_A m_B}{R^3}$

ง. $\frac{F}{G} = \frac{m_A}{R^2}$

จ. $\frac{F}{G} = \frac{m_B}{R^2}$

17. ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงกลมรัศมี X และมีคาบของการโคจรเป็น T ความเร่งสู่ศูนย์กลางควรมีค่าเป็นเท่าใด

ก. $4 \pi XT$

ข. $\frac{4\pi^2 X}{T}$

ค. $\frac{4\pi^2 X}{T^2}$

ง. $\frac{4\pi X^2}{T}$

จ. $\frac{4\pi X^2}{T^2}$

18. เมื่อปล่อยวัตถุ m ตกอย่างอิสระบนดาวเคราะห์ A วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง g_A ถ้านำวัตถุนี้ไปปล่อยให้ตกอย่างอิสระบนดาวเคราะห์ B ซึ่งมีรัศมีเป็น 1.5 เท่า และมีมวลเป็น 2 เท่าของดาวเคราะห์ A วัตถุนี้จะตกด้วยความเร่งเท่าใด

ก. $\frac{4}{3} g_A$

ข. $\frac{8}{9} g_A$

ค. $\frac{2}{3} g_A$

ง. $\frac{5}{9} g_A$

จ. $\frac{5}{3} g_A$

19. ดาวเทียมมวล m โคจรรอบดาวอังคารด้วยอัตราเร็วเชิงมุม w จงหาว่า มวลของดาวอังคารมีค่าเท่าใด โดยที่ขณะนั้นดาวเทียมอยู่ห่างจากดาวอังคารเป็นระยะ r

ก. $\frac{w^2r^2}{G}$

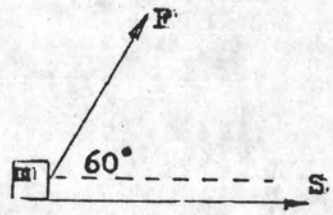
ข. $\frac{wr}{G}$

ค. $\frac{w^2r^3}{G}$

ง. $\frac{wr^2}{G}$

จ. $\frac{w^2r}{G}$

20.



จากรูปออกแรง F ลากวัตถุมวล m ไปในแนวระดับเป็นระยะทาง 10 เมตร เมื่อ F เท่ากับ 100 นิวตัน งานของแรง F มีค่าเท่าไร

ก. 500 จูล

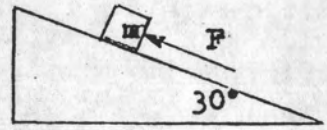
ข. 1,000 จูล

ค. $500\sqrt{3}$ จูล

ง. $1,000\sqrt{3}$ จูล

จ. $\frac{1,000}{\sqrt{3}}$ จูล

21.



จากรูป ออกแรง F ดันกล่องขึ้นไปตามพื้นเอียงด้วยอัตราเร็วคงที่ เป็นระยะทาง 10 เมตร และกำหนดให้ m = 22 kg และ $\mu_k = 0.5$ จงหางานของแรง F ว่ามีกี่จูล

ก. 247.40

ข. 1,100.00

ค. 2,052.60

ง. 2,474.00

จ. 3,152.60

22. ออกแรง 10 นิวตัน ดึงกล่องมวล 5 กิโลกรัมไปตามพื้นราบที่ไม่มีความฝืด โดยแนวแรงทำมุม 60 องศากับพื้นราบ งานที่ทำจะมีค่ากี่จูล ถ้ากล่องถูกดึงไปได้ไกล 20 เมตร

ก. 25

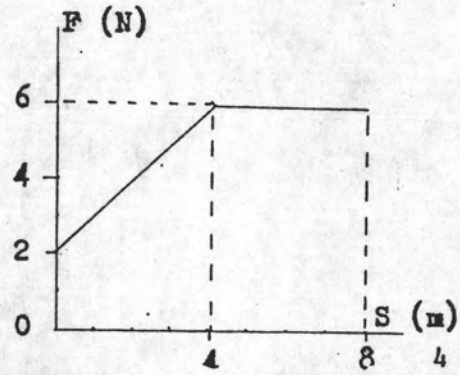
ข. 50

ค. 100

ง. 150

จ. 200

23.



จากกราฟระหว่างแรงกับระยะทางในแนวแรง จงหาค่างานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปได้ 4 เมตรแรก

ก. 6 จูล

ข. 12 จูล

ค. 16 จูล

ง. 18 จูล

จ. 20 จูล

24. ชายคนหนึ่งแบกข้าวสาร 60 กิโลกรัมเดินขึ้นบันไดไปชั้นที่ 2 ของโกดังซึ่งสูงจากพื้น 5 เมตร งานที่ชายคนนี้ทำมีค่ากี่จูล

ก. 3,000

ข. 6,000

ค. 7,000

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง. 8,000

จ. 9,000

25. รถยนต์คันหนึ่งใช้แรง F ในการขับเคลื่อนเพื่อให้รถแล่นไปด้วยความเร็ว V คงที่ จงหากำลังของรถยนต์คันนี้

ก. FV

ข. $\frac{F}{V}$

ค. FV^2

ง. $\frac{V}{F^2}$

จ. F^2V

26. ชายคนหนึ่งแบกกล่องมวล 40 กิโลกรัม เดินขึ้นบันไดซึ่งสูงจากพื้น 4 เมตร โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 10 วินาที จงหากำลังของชายคนนี้ว่ามีค่ากี่วัตต์

ก. 100

ข. 120

ค. 160

ง. 600

จ. 760

27. ออกแรง F ดึงวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งเดิมหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ไปในแนวระดับด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} เป็นระยะทาง 100 เมตร ถ้าพื้นผิวมีค่า μ_k เท่ากับ 0.1 จงหาว่ากำลังในการนี้มีค่ากี่วัตต์

ก. 300

ข. 600

ค. 700

ง. 800

จ. 900

28. เครื่องดูดทรายเครื่องหนึ่งสามารถดูดทรายจากเรือยื้นมาบนฝั่งซึ่งสูง 20 เมตร ได้ในอัตรา 25 กิโลกรัม/วินาที จงหากำลังของเครื่องดูดทรายว่ามีค่ากี่กิโลวัตต์

ก. 3.5

ข. 4.0

ค. 4.5

ง. 5.0

จ. 5.5

29. วัตถุมวล m ขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V จะมีพลังงานจลน์ E_k ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ของปริมาณดังกล่าวข้างต้น

ก. $E_k = 2mV$

ข. $E_k = mV^2$

ค. $E_k = m^2V$

ง. $E_k = \frac{1}{2} mV^2$

จ. $E_k = 2mV^2$

30. กระสุนปืนใหญ่มีมวล 0.5 กิโลกรัม กำลังพุ่งเข้าสู่เป้า ขณะกระทบเป้ามีอัตราเร็ว 40 เมตร/วินาที อยากทราบว่า ในขณะที่กระทบเป้ากระสุนปืนใหญ่มีพลังงานจลน์กี่จูล

ก. 350

ข. 400

ค. 450

ง. 500

จ. 550

31. เมื่อปล่อยวัตถุมวล 10 กิโลกรัมจากตึกสูง 10 เมตร อยากทราบว่าขณะที่วัตถุตกถึงพื้นมีพลังงานจลน์กี่จูล

ก. 10

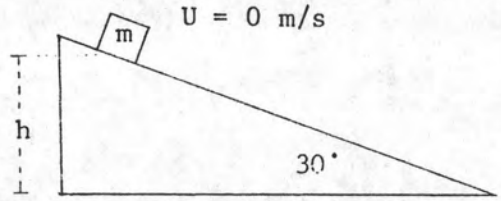
ข. 10^2

ค. 10^3

ง. 10^4

จ. 10^5

32.



กำหนดให้ m = 4kg และ h= 5 เมตร โดยพื้นเอียงมีผิวเกลี้ยง อยากทราบว่าขณะถึงปลายพื้นเอียงวัตถุมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นกี่จูล

ก. 100

ข. 150

ค. 200

ง. 250

จ. 300

33. จากข้อ 32 ขณะถึงพื้นวัตถุมีความเร็วเท่าใด

ก. $\sqrt{10}$ เมตร/วินาที

ข. $\sqrt{50}$ เมตร/วินาที

ค. 10 เมตร/วินาที

ง. $\sqrt{150}$ เมตร/วินาที

จ. $10\sqrt{2}$ เมตร/วินาที

34. โปรเจกไตล์อันหนึ่งมีมวล 3 กิโลกรัม ถูกยิงขึ้นไปด้วยความเร็วขนาด $40\sqrt{2}$ เมตร/วินาที ในแนวที่ทำมุม 45 องศากับแนวระดับ ในขณะที่โปรเจกไตล์อยู่ที่จุดสูงสุดจะมีพลังงานรวมเท่าใด

ก. 1.32×10^3 จูล

ข. 2.60×10^3 จูล

ค. 2.96×10^3 จูล

ง. 4.80×10^3 จูล

จ. 4.94×10^3 จูล

35. จากข้อ 34 ณ จุดใดที่โปรเจกไตล์มีพลังงานจลน์น้อยที่สุด

ก. จุดเริ่มต้น

ข. จุดสุดท้าย

ค. จุดสูงสุด

ง. ถูกเฉพาะข้อ ก. และ ข.

จ. ไม่สามารถระบุได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

36. รถยนต์มวล m_A วิ่งด้วยความเร็ว V_A ถ้าต้องการให้รถบรรทุกมวล m_B วิ่งด้วยพลังงานจลน์เท่ากับรถยนต์ รถบรรทุก จะต้องใช้ความเร็วเท่าใด กำหนดให้ $m_B = 3m_A$

ก. $\frac{V_A}{\sqrt{2}}$

ข. $\frac{V_A}{\sqrt{3}}$

ค. $\frac{V_A}{4}$

ง. $\frac{V_A}{\sqrt{6}}$

จ. $\frac{V_A}{9}$

37. วัตถุมวล m อยู่สูงกว่าระดับอ้างอิง h ถ้าให้เป็นพลังงานศักย์ของวัตถุนั้นเมื่อเทียบกับระดับอ้างอิง ดังนั้น E_p ควรมีค่าเท่าใด

ก. $\frac{mg}{h}$

ข. $\frac{mh}{g}$

ค. mgh

ง. $\frac{mG}{h}$

จ. $\frac{gh}{m}$

38. ยิงโปรเจกไทล์ด้วยมุมเงย 45 องศา ด้วยความเร็ว 40 $\sqrt{2}$ เมตร/วินาที โปรเจกไทล์มีมวล 3 กิโลกรัม ค่าพลังงานศักย์สูงสุดมีค่ากี่จูล

ก. 1.5×10^3

ข. 1.6×10^3

ค. 2.0×10^3

ง. 2.4×10^3

จ. 2.6×10^3

39. น้ำจำนวน 100 ลูกบาศก์เมตร ถูกสูบขึ้นไปไว้บนถังประปาซึ่งอยู่สูงจากพื้น 50 เมตร อยากทราบว่าขณะนั้นน้ำในถังประปามีพลังงานศักย์กี่จูล (ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 10^3 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

ก. 3.0×10^6

ข. 3.5×10^6

ค. 4.0×10^6

ง. 4.5×10^6

จ. 5.0×10^6

40. รถยนต์คันหนึ่งมวล 600 กิโลกรัม วิ่งขึ้นไปอยู่บนจุดสูงสุดของสะพานลอยซึ่งอยู่สูงจากพื้น 10 เมตร รถยนต์คันนี้มีพลังงานศักย์เทียบกับพื้นข้างล่างกี่จูล

ก. 2×10^3

ข. 4×10^4

ค. 6×10^4

ง. 8×10^4

จ. 9×10^4

41. เมื่อขว้างก้อนหินขึ้นไปตรง ๆ ในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ถ้าก้อนหินมีมวล 0.5 กิโลกรัม ณ จุดสูงสุดก้อนหินมีพลังงานศักย์กี่จูล

ก. 20

ข. 25

ค. 30

ง. 35

จ. 37

42. เครื่องจักรเครื่องหนึ่งมีประสิทธิภาพของเครื่องกล 80% เมื่อใช้เครื่องจักรนี้ยกวัตถุมวล 50 กิโลกรัมขึ้นไปสูงจากพื้น 10 เมตร งานที่ให้แก่เครื่องจักรจะมีค่ากี่จูล

ก. 5,250

ข. 6,250

ค. 7,250

ง. 8,250

จ. 9,250

43. ออกแรงอัดสปริงอันหนึ่งจนหดตัวไปจากตำแหน่งสมดุลเดิมเป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร ถ้าสปริงดังกล่าวมีค่านิจสปริงเท่ากับ 10 นิวตัน/เมตร ค่าพลังงานศักย์ของสปริงในขณะนั้นมีค่ากี่จูล

ก. 5.0×10^{-2}

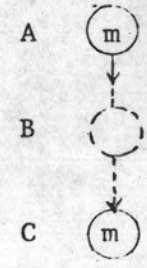
ข. 5.0×10^{-4}

ค. 8.0×10^{-3}

ง. 1.0×10^{-4}

จ. 1.2×10^{-3}

44.



จากรูป มวล m ถูกปล่อยให้ตกจาก A ผ่าน B แล้วตกถึงพื้นที่ C ถ้าระยะ AC = 10 m และ AB = 4 m จงหาว่าขณะวัตถุเคลื่อนที่ถึงจุด B พลังงานจลน์ของวัตถุมีค่ากี่จูลเมื่อมวล m = 5 kg

ก. 150

ข. 200

ค. 250

ง. 300

จ. 350

45. ขว้างวัตถุมวล 6 กิโลกรัมขึ้นไปตรง ๆ ในแนวตั้งขณะที่วัตถุขึ้นไปอยู่ ณ ตำแหน่งสูงจากพื้น 3 เมตร วัตถุมีพลังงานจลน์ลดลงไปกี่จูล เมื่อไม่คิดแรงต้านของอากาศ

ก. 160

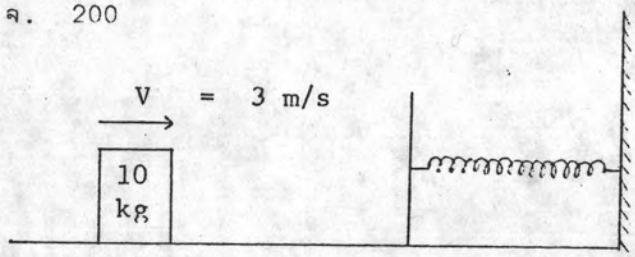
ข. 170

ค. 180

ง. 190

จ. 200

46.



จากรูป มวล 10 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่เข้าหาสปริง ก่อนชนสปริงมีความเร็ว 3 เมตร/วินาที หลังจากชนแล้วทำให้สปริงถูกอัดเข้าไปจากตำแหน่งสมดุลเป็นระยะทางกี่เมตร ถ้าค่านิจของสปริงเท่ากับ 100 นิวตัน/เมตร

ก. 0.03

ข. 0.65

ค. 0.95

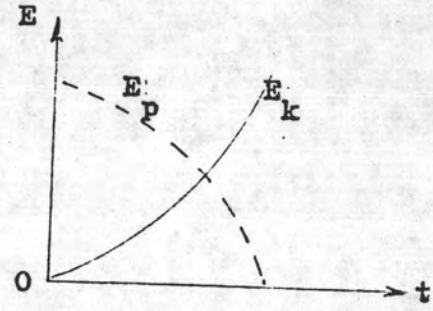
ง. 1.25

จ. 1.50

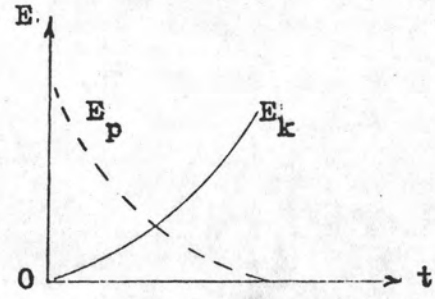
47. ปล่อยวัตถุก้อนหนึ่งที่ระดับสูง h ต่อไปนี้ กราฟรูปใดแสดงค่าพลังงานจลน์ (E_k) กับเวลา และพลังงานศักย์ (E_p) กับเวลา ได้ถูกต้องที่สุด

ก.

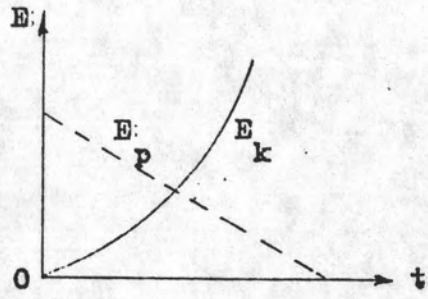
ข.



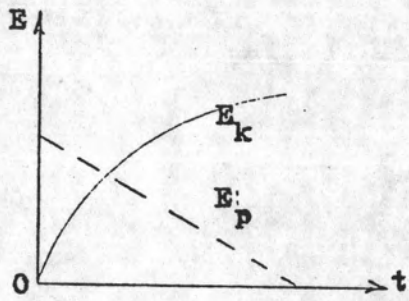
ข.



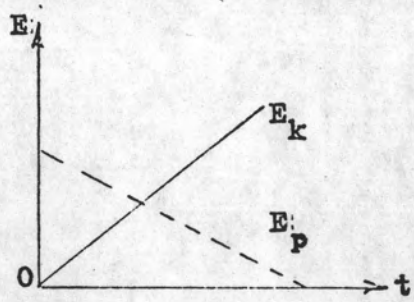
ค.



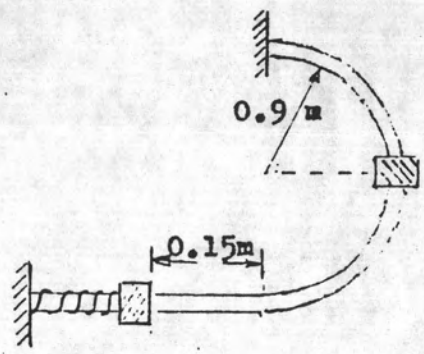
ง.



จ.



48. จากรูปปลอกเหล็กมวล 2 กิโลกรัมอัดสปริงเข้าไปเป็นระยะ 0.15 เมตร จากตำแหน่งสมดุลเดิม



เมื่อปล่อยปลอกเหล็กให้เคลื่อนที่เนื่องจากแรงดึงดูดของสปริง ไปตามหลอดโค้งผิวลื่นที่มีระนาบอยู่ในแนวดิ่งและมีรัศมีความโค้ง 0.9 เมตร ดังรูป ถ้าสปริงมีค่านิจเท่ากับ 4,000 นิวตัน/เมตร แรงที่หลอดกระทำต่อปลอกเหล็กขณะที่อยู่ที่ B มีค่ากี่นิวตัน

ก. 90

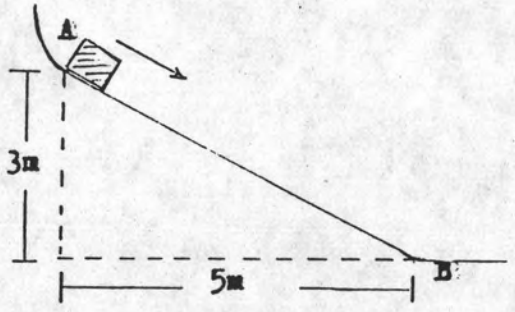
ข. 70

ค. 60

ง. 50

จ. 30

49.



จากรูป อิฐก้อนหนึ่งมวล 30 กิโลกรัม ไถลลื่นมาตามทางระนาบเอียงดังรูป ถ้าอิฐมีความเร็ว 1.2 เมตร/วินาที ที่ตำแหน่ง A และ 6 เมตร/วินาที ที่ตำแหน่ง B งานของแรงเสียดทานที่กระทำต่ออิฐในช่วงจาก A ถึง B มีค่ากี่จูล

ก. 396.5

ข. 381.6

ค. 363.6

ง. 352.4

จ. 342.5

50. ลูกตุ้มนาฬิกาลูกหนึ่ง เมื่ออยู่จุดสูงสุดมีพลังงานศักย์เท่ากับ 10 จูล เมื่อเคลื่อนที่ต่ำลงมาพลังงานศักย์ลดลงเหลือ 6 จูล ในขณะนั้นลูกตุ้มนาฬิกา มีพลังงานจลน์กี่จูล (ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานของระบบ)

ก. 1.67

ข. 4.00

ค. 8.00

ง. 16.00

จ. 60.00

ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณสมบัติของแบบทดสอบ

ตารางที่ 3 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 022) ในการสอนเสริมกลุ่มประชากร ที่ได้คัดเลือกไว้แล้ว

ข้อที่	P_H	P_L	P	r
1	0.05	0.23	0.36	0.29
2	0.43	0.13	0.27	0.37
3	0.53	0.23	0.37	0.32
4	0.60	0.37	0.48	0.23
5	0.43	0.17	0.29	0.31
6	0.37	0.10	0.22	0.37
7	0.60	0.40	0.50	0.20
8	0.77	0.57	0.67	0.23
9	0.53	0.30	0.41	0.24
10	0.37	0.13	0.24	0.31
11	0.80	0.60	0.70	0.24
12	0.40	0.20	0.30	0.24
13	0.67	0.47	0.57	0.21
14	0.40	0.17	0.28	0.28
15	0.77	0.57	0.67	0.23
16	0.70	0.50	0.60	0.21
17	0.57	0.33	0.45	0.25
18	0.43	0.23	0.33	0.23
19	0.47	0.27	0.37	0.22
20	0.73	0.47	0.60	0.27
21	0.63	0.40	0.52	0.23
22	0.73	0.53	0.63	0.20

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อที่	P_H	P_L	p	r
23	0.63	0.40	0.52	0.23
24	0.77	0.50	0.64	0.29
25	0.80	0.50	0.66	0.33
26	0.60	0.40	0.50	0.20
27	0.63	0.40	0.52	0.23
28	0.67	0.40	0.54	0.28
29	0.80	0.50	0.66	0.33
30	0.83	0.43	0.64	0.43
31	0.67	0.43	0.55	0.25
32	0.67	0.33	0.50	0.34
33	0.67	0.43	0.55	0.25
34	0.67	0.37	0.52	0.30
35	0.47	0.27	0.37	0.22
36	0.53	0.23	0.37	0.32
37	0.73	0.33	0.53	0.40
38	0.80	0.43	0.62	0.39
39	0.87	0.70	0.79	0.24
40	0.70	0.43	0.57	0.28
41	0.73	0.53	0.63	0.22
42	0.60	0.40	0.50	0.20
43	0.77	0.53	0.65	0.26
44	0.53	0.33	0.43	0.21
45	0.73	0.37	0.55	0.37
46	0.56	0.33	0.44	0.24

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อที่	P_H	P_L	p	r
47	0.67	0.47	0.57	0.21
48	0.50	0.30	0.40	0.21
49	0.67	0.40	0.54	0.28
50	0.83	0.50	0.67	0.37

ตารางที่ 4 อัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) อัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิด (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 022) ในการสอนเสริมของกลุ่มประชากร

ข้อที่	p	q	pq
1	0.36	0.64	0.23
2	0.27	0.73	0.20
3	0.37	0.63	0.23
4	0.48	0.52	0.25
5	0.29	0.71	0.21
6	0.22	0.78	0.17
7	0.50	0.50	0.25
8	0.67	0.33	0.22
9	0.41	0.59	0.24
10	0.24	0.76	0.18
11	0.70	0.30	0.21
12	0.30	0.70	0.21
13	0.57	0.43	0.24
14	0.28	0.72	0.20
15	0.67	0.33	0.22
16	0.60	0.40	0.24
17	0.45	0.55	0.25
18	0.33	0.67	0.22
19	0.37	0.63	0.23
20	0.60	0.40	0.24
21	0.52	0.48	0.25
22	0.63	0.37	0.23

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
23	0.52	0.48	0.25
24	0.64	0.36	0.23
25	0.66	0.34	0.22
26	0.50	0.50	0.25
27	0.52	0.48	0.25
28	0.54	0.46	0.25
29	0.66	0.34	0.22
30	0.64	0.36	0.23
31	0.55	0.45	0.25
32	0.50	0.50	0.25
33	0.55	0.45	0.25
34	0.52	0.48	0.25
35	0.37	0.63	0.23
36	0.37	0.63	0.23
37	0.53	0.47	0.25
38	0.62	0.38	0.24
39	0.79	0.21	0.17
40	0.57	0.43	0.24
41	0.63	0.37	0.23
42	0.50	0.50	0.25
43	0.65	0.35	0.23
44	0.43	0.57	0.24
45	0.55	0.45	0.25
46	0.44	0.56	0.25

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
47	0.57	0.43	0.24
48	0.40	0.60	0.24
49	0.54	0.46	0.25
50	0.67	0.33	0.22
	-	-	$\Sigma pq = 11.58$

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 022) ในการสอนเสริมของกลุ่มประชากร

x	f	fx	fx^2
38	1	38	1444
37	1	37	1369
35	1	35	1225
34	1	34	1156
33	3	99	3267
32	1	32	1024
31	4	124	3844
30	2	60	1800
29	1	29	841
28	1	28	784
27	4	108	2916
26	4	104	2704
25	4	100	2500
24	5	120	2880
23	5	115	2645
22	4	88	1936
21	3	63	1323
20	3	60	1200
19	4	76	1444
18	2	36	648
17	2	34	578
16	2	32	512
15	2	30	450
	$\Sigma f = 60$	$\Sigma fx = 1482$	$\Sigma fx^2 = 38,490$

ก. ค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดลองผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 022)

$$S_x^2 = \frac{N\Sigma fx^2 - (\Sigma fx)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{60(38,490) - (1,482)^2}{60(60-1)}$$

$$= 31.942$$

ข. ค่าความเที่ยงของแบบทดลองที่ได้คัดเลือกไว้แล้ว

$$r_{KR-20} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\Sigma pq}{S_x^2}\right)$$

$$= \frac{50}{50-1}\left(1 - \frac{11.58}{31.94}\right)$$

$$= 0.65$$

ภาคผนวก ฉ

ตารางข้อมูลในการวิจัย

ตารางที่ 5 ข้อมูลคะแนนก่อนการสอนเสริม (Y) และคะแนนหลังการสอนเสริม (X) ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
คะแนนก่อนสอน	คะแนนหลังสอน	คะแนนก่อนสอน	คะแนนหลังสอน
(Y_1)	(X_1)	(Y_2)	(X_2)
14	23	18	36
18	25	16	24
18	26	10	23
15	27	11	18
16	28	31	31
18	31	30	32
18	29	9	22
25	30	13	20
15	33	18	25
13	24	23	25
16	30	18	22
35	35	28	29
18	29	16	26
23	29	20	29
14	29	16	20
16	33	11	18
13	26	31	34
18	19	20	27
16	29	18	25
14	26	29	28

ตารางที่ 5 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
คะแนนก่อนสอน (Y_1)	คะแนนหลังสอน (X_1)	คะแนนก่อนสอน (Y_2)	คะแนนหลังสอน (X_2)
14	26	16	29
14	32	26	37
19	34	15	33
16	31	28	28
15	29	13	20
11	19	16	25
15	24	25	33
13	31	19	26
14	22	14	21
9	19	19	23
ค่าเฉลี่ย 16.433 ($\bar{Y}_1$)	27.6 ($\bar{X}_1$)	19.233 ($\bar{Y}_2$)	26.3 ($\bar{X}_2$)

วิธีคำนวณหาค่ามัธยมเลขคณิตที่ปรับแล้วของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

$$SS_w(p) = T_{XY} - \frac{\Sigma T_{X_j} T_{Y_j}}{n_j}$$

$$= (13906 + 15857) - (\frac{408204}{30} + \frac{455253}{30})$$

$$= 29763 - 28781.9$$

$$= 981.1$$

$$SS_w(y) = \Sigma\Sigma Y_{ij}^2 - \frac{\Sigma T_{Y_j}^2}{n_j}$$

$$= (8749 + 12341) - (\frac{243049}{30} + \frac{332929}{30})$$

$$= 21090 - 19199.266$$

$$= 1890.734$$

$$b_w = \frac{981.1}{1890.734}$$

$$= 0.5189$$

$$\bar{Y} = \frac{T_Y}{N}$$

$$= \frac{493 + 577}{60}$$

$$= 17.83$$

$$\bar{X}''_j = b_w (\bar{Y} - \bar{Y}_j) + \bar{X}_j$$

$$\bar{X}''_1 = 0.5189 (17.83 - 16.43) + 27.6$$

$$= 28.326$$

$$\bar{X}''_2 = 0.5189 (17.83 - 19.23) + 26.3$$

$$= 25.573$$

ประวัติผู้วิจัย

นายวีระศักดิ์ ลุ่นทรวิภาต เกิดเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2496 ที่อำเภอผักไห่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จปริญญาการศึกษาบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เมื่อปีการศึกษา 2518 เข้าศึกษาต่อครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2525 ตำแหน่งเป็นอาจารย์ 1 โรงเรียนสตรีนนทบุรี ปัจจุบันช่วยราชการคณะเลขานุการ คณะกรรมการสามัญศึกษาจังหวัดนนทบุรี