|  |  |
| --- | --- |
| Obraz zawierający diagram, Prostokąt, design  Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna. | Politechnika Lubelska  Katedra Mechaniki Stosowanej |
| Nr ćwiczenia  **7** | Laboratorium Mechaniki  **Badanie trajektorii ruchu bryły w rzucie ukośnym** |
| Opracowali | Mgr inż. Izabela Korzec – Strzałka  dr hab. inż. Marek Borowiec, prof. PL |

**7.1. Cel ćwiczenia**

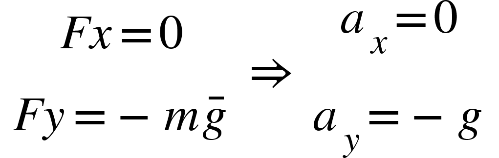
Celem ćwiczenia jest wyznaczenie miejsca upadku bryły podczas ruchu   
w rzucie ukośnym.

**7.2. Podstawy teoretyczne**

Dynamika ruchu podczas rzutu ukośnego:

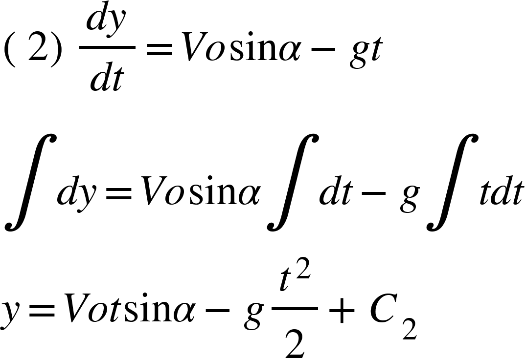
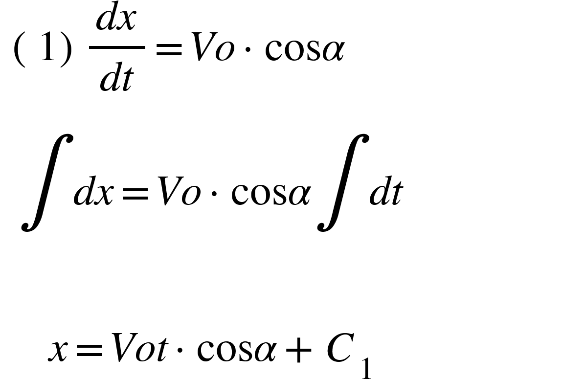
- pomijamy opór powietrza

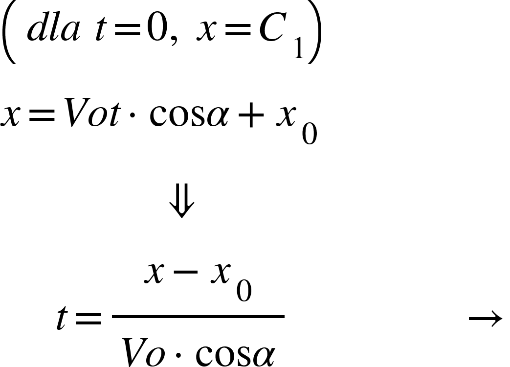
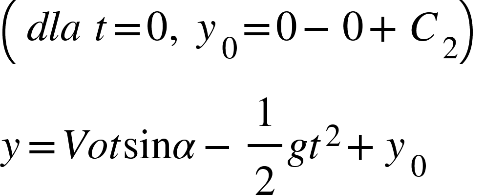
- na ciało działa wyłącznie siła grawitacji g



Prędkość chwilowa, składowe:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kierunek poziomy  Kierunek pionowy | {"mathml":"<math style=\"font-family:stix;font-size:14px;\" xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\"><mstyle mathsize=\"14px\"><msub><mi>V</mi><mi>x</mi></msub><mo>=</mo><msub><mi>V</mi><mn>0</mn></msub><mo>&#xB7;</mo><mi>cos</mi><mi>&#x3B1;</mi></mstyle></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"}  {"mathml":"<math style=\"font-family:stix;font-size:14px;\" xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\"><mstyle mathsize=\"14px\"><msub><mi>V</mi><mi>y</mi></msub><mo>=</mo><msub><mi>V</mi><mn>0</mn></msub><mo>&#xB7;</mo><mi>sin</mi><mi>a</mi><mo>-</mo><mi>g</mi><mi>t</mi></mstyle></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"} | (1)  (2) |

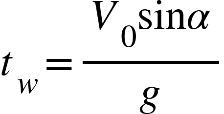




|  |  |
| --- | --- |
| {"mathml":"<math style=\"font-family:stix;font-size:14px;\" xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\"><mstyle mathsize=\"14px\"><mi>y</mi><mo>-</mo><msub><mi>y</mi><mn>0</mn></msub><mo>=</mo><mi>V</mi><mi>o</mi><mi>t</mi><mi>sin</mi><mi>&#x3B1;</mi><mo>-</mo><mfrac><mn>1</mn><mn>2</mn></mfrac><mi>g</mi><msup><mi>t</mi><mn>2</mn></msup></mstyle></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"} | (3) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | {"mathml":"<math style=\"font-family:stix;font-size:14px;\" xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\"><mstyle mathsize=\"14px\"><mi>y</mi><mo>-</mo><msub><mi>y</mi><mn>0</mn></msub><mo>=</mo><msub><mi>V</mi><mn>0</mn></msub><mfrac><mrow><mi>x</mi><mo>-</mo><msub><mi>x</mi><mn>0</mn></msub></mrow><msub><mi>V</mi><mn>0</mn></msub></mfrac><mo>&#xB7;</mo><mfrac><mrow><mi>sin</mi><mi>&#x3B1;</mi></mrow><mrow><mi>cos</mi><mi>&#x3B1;</mi></mrow></mfrac><mo>-</mo><mfrac><mn>1</mn><mn>2</mn></mfrac><mi>g</mi><mfrac><msup><mfenced><mrow><mi>x</mi><mo>-</mo><msub><mi>x</mi><mn>0</mn></msub></mrow></mfenced><mn>2</mn></msup><mrow><msup><msub><mi>V</mi><mn>0</mn></msub><mn>2</mn></msup><msup><mi>cos</mi><mn>2</mn></msup><mi>&#x3B1;</mi></mrow></mfrac><mspace linebreak=\"newline\"/><mi>y</mi><mo>=</mo><msub><mi>y</mi><mn>0</mn></msub><mo>+</mo><mfenced><mrow><mi>x</mi><mo>-</mo><msub><mi>x</mi><mn>0</mn></msub></mrow></mfenced><mi>tan</mi><mi>&#x3B1;</mi><mo>-</mo><mfrac><mi>g</mi><mrow><mn>2</mn><msup><msub><mi>V</mi><mn>0</mn></msub><mn>2</mn></msup><msup><mi>cos</mi><mn>2</mn></msup><mi>&#x3B1;</mi></mrow></mfrac><msup><mfenced><mrow><mi>x</mi><mo>-</mo><msub><mi>x</mi><mn>0</mn></msub></mrow></mfenced><mn>2</mn></msup></mstyle></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"} | (4) |

(4) Równanie toru rzutu ukośnego w układzie (x,y)

Z równania 2) gdy {"mathml":"<math style=\"font-family:stix;font-size:14px;\" xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\"><mstyle mathsize=\"14px\"><msub><mi>V</mi><mi>y</mi></msub><mo>=</mo><mn>0</mn></mstyle></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"}, czas wzniosu  podstawiając do równania (3) otrzymujemy

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | {"mathml":"<math style=\"font-family:stix;font-size:14px;\" xmlns=\"http://www.w3.org/1998/Math/MathML\"><mstyle mathsize=\"14px\"><msub><mi>y</mi><mrow><mi>m</mi><mi>a</mi><mi>x</mi></mrow></msub><mo>=</mo><msub><mi>y</mi><mn>0</mn></msub><mfrac><mrow><msup><msub><mi>V</mi><mn>0</mn></msub><mn>2</mn></msup><msup><mi>sin</mi><mn>2</mn></msup><mi>&#x3B1;</mi></mrow><mrow><mn>2</mn><mi>g</mi></mrow></mfrac></mstyle></math>","origin":"MathType for Microsoft Add-in"} | (5) |

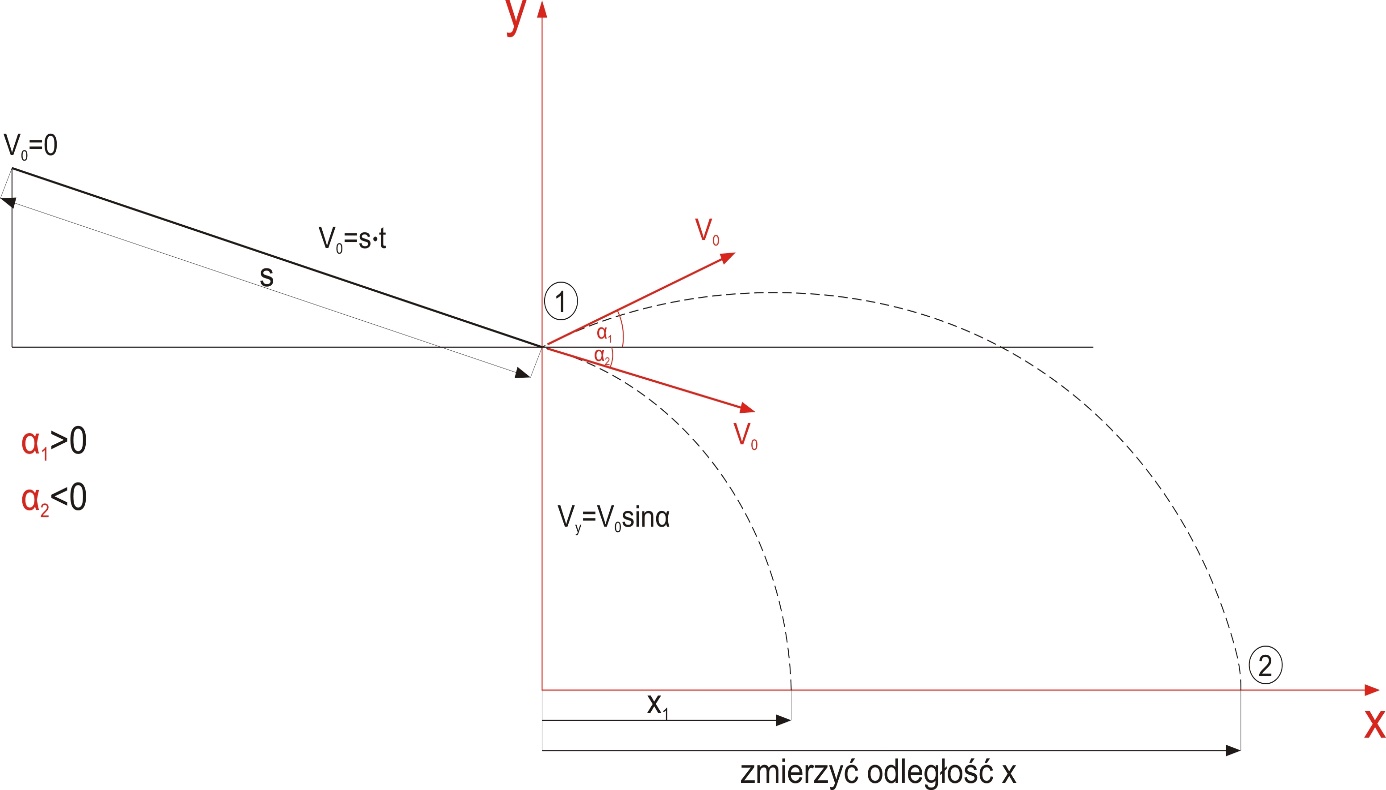
Obraz zawierający tekst, diagram, linia, Wykres

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Rys.1 Wykres przedstawiający rzut ciała w jednorodnym polu grawitacyjnym

**7.3. Opis stanowiska badawczego**

Schemat stanowiska do przeprowadzenia trajektorii w rzucie ukośnym przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego do badania trajektorii w rzucie ukośnym

Stanowisko badawcze składa się z równi pochyłej po której przemieszcza się cało bez oporów.

**7.4. Przebieg ćwiczenia**

1. Ustawić równię pochyłą pod zadanym kątem ***α***

2. Puścić kulkę z wysokości h w celu nadania jej prędkości początkowej ***v0***

3. Zmierzyć odległość ***x*** upadku kulki na podłożu

4. Powtórzyć pomiary dla różnych kątów ***α***

4. Dokonać obliczeń analitycznych wg równania (1) na rzut ukośny

5. Wyniki pomiarów i obliczeń zamieścić w tabeli.

**7.5. Opracowanie wyników**

Na podstawie danych eksperymentalnych prędkości początkowej ***v0*** oraz kąta ***α***, dokonać obliczeń analitycznych współrzędnej ***x*** upadku kulki korzystając z równania (4). Następnie określić błąd względny wyników eksperymentalnych z analitycznymi.

**7.6. Wykonanie sprawozdania**

W sprawozdaniu należy podać :

1. Cel ćwiczenia
2. Schemat stanowiska badawczego
3. Wzory oraz obliczenia odległości ***x*** upadku kulki
4. Tabele pomiarów i obliczeń
5. Uwagi i wnioski

Tabela 7.1 Tabela pomiarow

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kąt pochylenia równi | Prędkość początkowa | Zasięg teoretyczny | Zasięg doświadczalny |
| α1 = [◦]  α2 = [◦] | v01 = [m/s]  v02 = [m/s] | xt1 = [m]  xt2 = [m] | xd1 = [m]  xd2 = [m] |

Bibliografia

1. Leyko J. Mechanika ogólna t. I i t. II. Wydawnictwo Naukowe PWN W-wa 1978
2. Niezgodziński T. Mechanika Ogólna. Wydawnictwo Naukowe PWN W-wa 2010
3. Szabelski K. Warmiński J. Laboratorium dynamiki i drgań mechanicznych. Politechnika Lubelska. Lublin 2006