**Лабораторна робота № 2**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Тема:*** | **Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху** |
| ***Мета:*** | Навчитись експериментально визначати прискорення рівнозмінного руху тіл; визначити прискорення, з яким скочується кулька по похилій площині; встановити характер залежності між величинами, які описують рівнозмінний рух; встановити співвідношення між шляхами,  які проходить кулька за кожну секунду свого руху. |
| ***Обладнання:*** | Жолоб Галілея (може бути похила площина з жолобом), металева кулька, секундомір, штатив з муфтою і затискачем (при наявності), металевий циліндр, мірна стрічка. |

**Теоретичні відомості**

*Механічний рух* – це явище зміни положення тіла відносно інших тіл в просторі з часом. За характером траєкторії механічний рух поділяється на прямолінійний і криволінійний. *Прямолінійним* називають такий рух, при якому траєкторією руху тіла є пряма.

За характером зміни швидкості механічний рух поділяють на рівномірний і нерівномірний. *Рівномірний рух* – це рух при якому тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить однакові шляхи. Тобто при рівномірному русі швидкість тіла не змінюється. Однак, рівномірного руху в природі не існує і тому особливий інтерес викликає вивчення нерівномірного руху, тобто такого руху, під час якого швидкість рухомого тіла змінюється.

Одним з видів нерівномірного руху є такий, при якому швидкість тіла змінюється (збільшується чи зменшується) за будь-які рівні проміжки часу на однакову величину. Такий рух називають *рівнозмінним*.

Для того щоб охарактеризувати бистроту зміни швидкості тіла при рівнозмінному русі ввели поняття прискорення. *Прискорення* – це фізична величина, яка чисельно рівна зміні швидкості тіла за одиницю часу. Прискорення позначають літерою [*а*] і в СІ вимірюють в *м/с2* . За означенням:

(1)



Як видно з формули (1) прискорення є векторною величиною і вектор прискорення колінеарний співнапрямлений з вектором зміни швидкості тіла за одиницю часу: .



Як вже зазначалось вище, при рівнозмінному русі швидкість тіла може збільшуватись чи зменшуватись на однакову величину. Тому виділяють два види рівнозмінного  руху: *рівноприскорений і рівносповільнений*. *Рівноприскорений* – це такий рух, при якому швидкість тіла зростає за будь-які рівні проміжки часу на однакову величину, а *рівносповільнений* – це рух при якому швидкість тіла зменшується за будь-які рівні проміжки часу на однакову величину. В даній лабораторній роботі ми будемо знайомитись лише з рівноприскореним рухом.

Для того щоб дати відповідь на основне запитання кінематики (де буде тіло у конкретний момент часу) нам потрібно знати функціональну залежність між основними фізичними величинами, які характеризують рівнозмінний рух (координата, швидкість, прискорення, шлях, переміщення) і часом.

Оскільки швидкість тіла при рівнозмінному русі змінюється на однакову величину за будь-які рівні проміжки часу, то під час рівнозмінного руху прискорення тіла є величиною сталою (не залежить від часу). Отже, рівняння прискорення для рівнозмінного руху має вигляд

(2).



З означення прискорення (1) можна виразити миттєву швидкість тіла  і отримати залежність миттєвої швидкості від часу:



(3)



де  - миттєва швидкість тіла в момент часу *t;*



 - початкова швидкість тіла (в момент часу *t0=0* );



- прискорення руху тіла.



Рівняння (3) можна переписати і в проекціях на осі координат, наприклад на вісь *ОХ*: , де  - проекції відповідних векторів на вісь *ОХ*.



Рівняння шляху ***s*** для рівнозмінного руху в проекціях на деяку вісь, наприклад ОХ, матиме вигляд:

(4)



Врахувавши, що  (де ***х*** – координата тіла в момент часу ***t***, а ***х0*** – координата тіла в момент часу ***t0=0***) рівняння координати для рівнозмінного руху матиме вигляд:



(5)



|  |  |
| --- | --- |
| З допомогою отриманих законів руху, опишемо рух кульки по похилому жолобу. Для цього систему відліку пов’яжемо з жолобом, спрямувавши вісь ОХ вздовж жолоба згори донизу: (рис 1). Для спрощення розрахунків, початок відліку осі *ОХ* розташуємо у точці початкового положення кульки на верхньому кінці жолоба, тоді ***х0****=0.*Оскільки кулька скочується без початкової швидкості, то =*0*. | ***рис 1*** |

Оскільки рух кульки рівноприскорений, то



Спроектувавши вектори миттєвої швидкості  і прискорення   на вісь *ОХ* (рис 1), запишемо рівняння шляху для даного випадку:



|  |
| --- |
| звідки |

Рівняння швидкості, в свою чергу, матиме вигляд:

|  |
| --- |
|  |

**Контрольні запитання**

***1)*** Сформулюйте означення механічного руху, траєкторії, шляху, швидкості. Поясніть відмінність між шляхом та переміщенням.

***2)*** Сформулюйте означення рівнозмінного руху тіла. Назвіть види рівнозмінного руху та їх особливості.

***3)*** Сформулюйте означення прискорення рівнозмінного руху та запишіть формулу за якою визначається прискорення. Сформулюйте означення середньої швидкості?

***4)*** Запишіть закони рівнозмінного руху та назвіть величини, які входять до відповідних формул.

***5)*** Схематично зобразіть графіки рівнозмінного руху: графік залежності проекції прискорення від часу; проекції миттєвої швидкості від часу; шляху від часу; координати від часу. Назвіть основні відмінності графіка координати від графіка шляху.

**Хід роботи**

**І. Вимірювання прискорення тіла під час рівноприскореного руху.**

***1.*** Опрацюйте теоретичні відомості та інструкцію лабораторної роботи. Підготуйте у роботі таблицю даних 1 для запису результатів вимірювань та обчислень.

Таблиця 1

Вимірювання прискорення тіла під час рівноприскореного руху

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | h = | | h = | | h = | | | h = | | h = | |
|  | t, **c** | Δt, **c** |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| Середнє |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| Прискорення |  | |  | |  | | |  | |  | |
| Відносна похибка |  | |  | |  | | |  | |  | |
| Абсолютна похибка |  | |  | |  | | |  | |  | |
| ***2.*** Закріпити жолоб Галілея за допомогою штатива в похилому положенні під невеликим кутом до горизонту. Біля нижнього кінця жолоба покласти в нього металевий циліндр.  ***3.*** Виміряйте кут нахилу похилої площини до горизонту за формулою , де ***h*** – висота верхнього краю жолоба над горизонтальною поверхнею, ***L*** – довжина жолоба (рис 2). | | | | | | ***рис 2*** | | | | | | |

***4.*** Розташуйте кульку на верхньому кінці жолоба і відпустіть. За допомогою секундоміра виміряйте час ***t*** від моменту початку руху кульки до моменту її удару об циліндр, встановлений у нижньому кінці жолоба.

***5.*** За допомогою мірної стрічки виміряйте шлях ***s***, пройдений кулькою за час ***t***. Не змінюючи положення жолоба провести дослід мінімум 5 разів, визначивши середнє значення шляху ***sср*** та часу ***tср*** . Зробіть обробку отриманих результатів за методом Стьюдента та впишіть їх у відповідну таблицю.

***6.*** Обчислити середнє значення модуля прискорення кульки за формулою . Результати вимірювань і обчислень занести до складеної Вами таблиці 1. Визначте абсолютну та відносну похибки вимірювання прискорення за методом Стьюдента та впишіть їх у таблицю 1.



***7.*** Змініть кут нахилу жолоба  та повторіть дослід (пункти 3 - 6) для 5 різних значень . Результати вимірювань та обчислень занесіть до таблиці 1.



***8.***  За даними вимірювань і обчислень побудуйте графік залежності прискорення кульки від кута нахилу  похилого жолоба до горизонту.



***9.*** Зробіть висновок, у якому опишіть свої здобутки, яких Ви набули, виконуючи дану роботу; головні причини похибок; основні, на Ваш погляд, недоліки та переваги даного дослідження; пропозиції щодо його покращення.

**Відео 1:**

<https://www.youtube.com/watch?v=P60TJam1tIA&ab_channel=%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BBZIK>

**Відео 2:**

Відео проведення експерименту за допомогою інструментальної цифрової обробки за допомогою відповідного програмного забезпечення для аналізу відеозапису

https://www.youtube.com/watch?v=-kN6kskCGws&ab\_channel=IhorChernetsky