**Лабораторна робота 1**

**Перевірка другого закону динаміки поступального руху на машині Атвуда**

**Мета роботи:** експериментально перевірити другий закон Ньютона.

**Обладнання:** 1) машина Атвуда; 2) набір тягарців; 3) електронний секундомір.

**1. Опис експериментальної установки та методу дослідження**

Згідно з другим законом Ньютона тіло (система тіл) рухається із прискоренням, величина і напрям якого визначаються відношенням рівнодійної всіх зовнішніх сил  до маси тіла: , де *m* – маса тіла (системи тіл). Тобто прискорення прямо пропорційне рівнодійній всіх сил , що діють на тіло, та обернено пропорційне його масі *m*. Це твердження і перевіряється у лабораторній роботі за допомогою машини Атвуда.

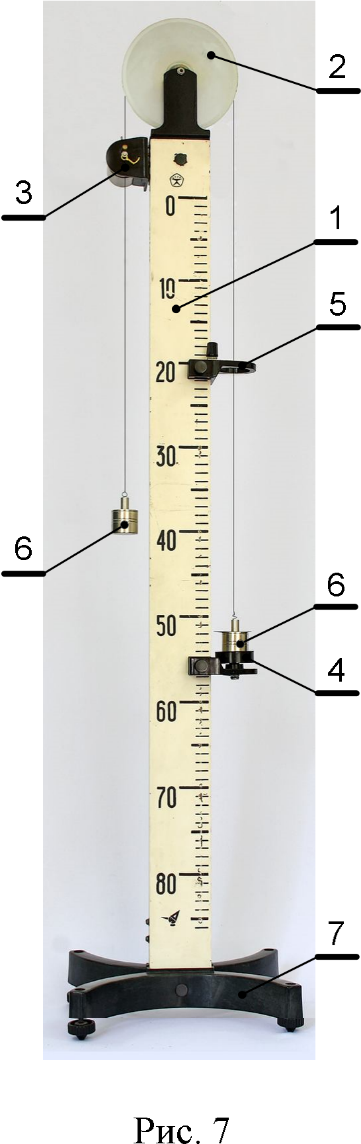


Рис. 1

Машина Атвуда (рис. 1) складається зі шкали 1, блока 2, електромагнітного пускача 3, приймального столика 4, рухомого кільця 5, важків 6, з’єднаних капроновою ниткою та підставки 7. Шкала 1 з сантиметровими поділками має на зворотній стороні паз із двома металевими шинами, через які за допомогою приймального столика 4 вмикається і вимикається секундомір.

Під час проведення дослідів капронова нитка, що з'єднує важки, заводиться між електромагнітом 3 і притискним диском 2. Оптимальне значення зазору – 1-2 мм. Капронова нитка повинна вільно переміщуватись в зазорі, не торкаючись диска і електромагніту. Перед проведенням дослідів прилад необхідно виставити в строго вертикальному положенні з допомогою гвинтових ніжок підставки 7. Регулювання вважається достатнім, якщо правий важок буде розташований в центрі приймального столика. Потім здійснюють компенсацію сили тертя за допомогою тонких металевих пластин, які кладуть на лівий тягарець. Компенсацію можна вважати закінченою, якщо важки самовільно не приходять в рух, але після легенького поштовху правого важка вниз вони продовжують рухатись з наданою їм швидкістю.

Якщо тепер на правий важок покласти перегрузок масою *m*, то система почне рухатися з прискоренням *а*.

Якщо маса додаткового вантажу складається із кількох тягарців, то перекладаючи тягарці з правої сторони на ліву ми цим самим забезпечимо рух системи незмінної маси *М* з різним прискоренням.

Другий закон динаміки у даній роботі визначається рівнянням:

*,* (1)

Де – маса перевантаження (на лівому і правому тягарцях), – т. зв. еквівалентна маса системи.

. (2)

Експеримент ускладнюється тим, що не існує простих способів прямого вимірювання прискорення . Тому використаємо для визначення те, що рух має рівноприскорений характер. Також будемо вимірювати шлях та час руху одного з тіл системи (наприклад, тіла *А*). Ці величини пов’язані з прискоренням за умови, що початкова швидкість тіл дорівнює нулю, співвідношенням

. (3)

Вимірювання висоти падіння виконують за допомогою лінійки 2, а час падіння – за допомогою секундоміра. Вмикається секундомір автоматично пусковим пристроєм 9 у момент початку руху. Вимикається він теж автоматично, коли тіло *А* торкається столика-вимикача 3.

Таким чином, величини , , можна визначити за допомогою співвідношень (1), (2), (3).

Потрібно також зазначити, що в реальних системах завжди існують сили тертя. В експериментальній установці компенсують ці сили за допомогою тонких металевих пластин, які кладуть на тягарець *А* (позиція 8). Кількість таких пластин експериментально підбирають так, щоб у випадку система після слабкого поштовху рухалася вниз рівномірно. У цьому разі сили тертя будемо вважати скомпенсованими силою тяжіння тонких металевих пластин.

**Порядок виконання роботи**

***Етап 1. Перевірка залежності прискорення від шляху при сталій масі системи***

1 Компенсуйте силу тертя в системі. Для цього покладіть стільки тонких пластин на правий тягарець, щоб система після слабкого поштовху рухалася вниз рівномірно. У цьому разі сили тертя будемо вважати скомпенсованими силою тяжіння тонких пластин.

2 Перевірте електричне з’єднання секундоміра зі столиком-вимикачем. Увімкніть електричний секундомір.

3 Покладіть на правий тягарець два додаткові тягарці з масами та , а на тіло *Б* – додатковий тягарець з масою .

4 Установіть на секундомірі нульові значення часу. Для цього натисніть на кнопку “Сброс”. Підніміть правий тягарець на вибрану висоту *h*1. (у чотирьох наступних дослідах ця висота повинна бути однаковою). Коли коливання тягарців припиняться, за допомогою пускового пристрою 9 увімкніть секундомір та звільніть блок 1. Правий тягарець почне рухатися. Коли він торкнеться столика 3, спрацює вимикач, який зупинить секундомір. Значення часу падіння й висоти *h*1 запишіть у таблицю 1.

Таблиця 1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | |  | |  | |
| Номер  досл. (*і*) | ,с | Номер  досл. (*і*) | | ,с | Номер  досл. (*і*) | ,с |
| 1 |  | 1 | |  | 1 |  |
| 2 |  | 2 | |  | 2 |  |
| 3 |  | 3 | |  | 3 |  |
| 4 |  | 4 | |  | 4 |  |
| 5 |  | 5 | |  | 5 |  |
| . |  |  | |  |  |  |
| = | | = | | | = | |

5 Повторіть дії, що описані в пункті 4 ще чотири рази.

6 Проробіть аналогічні вимірювання для двох інших значень шляху і . Результати вимірювань теж занесіть до таблиці 1.

7. Обчисліть середні значення часу , та .

8 Розрахуйте середні значення прискорень , та за формулою (3): . Результат запишіть у таблицю 1.

***Етап 2. Перевірка залежності прискорення від сили при сталій масі системи***

9 Занесіть до таблиці 2 перші п’ять результатів вимірювань, здійснених на етапі 1 для висоти *h*1.

Таблиця 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ,с | , г | *Н*, м | № | ,с | , г | *Н*, м |
| 1 |  |  |  | 6 |  |  |  |
| 2 |  |  |  | 7 |  |  |  |
| 3 |  |  |  | 8 |  |  |  |
| 4 |  |  |  | 9 |  |  |  |
| 5 |  |  |  | 10 |  |  |  |
| Сер. |  |  |  | Сер. |  |  |  |

10 Перекладіть із лівого тягарця на правий додатковий тягарець масою .

11 Аналогічно до пункту 4 проведіть вимірювання часу п’ять разів. Висоту підйому тіла *Н* виберіть такою, що дорівнює висоті *h*1. Значення *Н* та запишіть у таблицю 2.

12 Обчисліть середні значення часу руху та .

13 Користуючись формулою (3), за знайденим часом та обчисліть відношення .

14. Знаючи маси перевантаження, розрахуйте відношення сил .

15 Порівняйте значення, отримані у п.13 та 14. Зробіть висновок: чи виконується другий закон Ньютона в експерименті?

***Етап 3. Перевірка залежності величини прискорення від маси системи***

16 Встановіть додаткові вантажі на обидва тягарці машини Атвуда.

17 Виміряйте час руху тягарців зі зміненою масою п’ять разів у спосіб, наведений вище. Результати вимірювань занесіть до таблиці 3.

Таблиця 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ,с | , г | *Н*, м | *М*е1, г | *М*е2, г | *М*е2*/ М*е1 |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
|  |  |  |  |

18 Знайдіть середнє значення часу руху для останньої серії експериментів. Результати занесіть до таблиці 3.

19 Знайдіть відношення прискорень .

20 Порівняйте це відношення з відношенням еквівалентних мас *М*е2*/ М*е1. Зробіть висновок: чи виконується другий закон Ньютона в експерименті?

Контрольні запитання - <https://forms.gle/ZBHipVfSxPecwGYQ7>