

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.2

Перевірка основного рівняння поступального руху на машині Атвуда.

Мета роботи експериментальним шляхом переконатися у справедливості законів кінематики та динаміки поступального руху на машині Атвуда.

Обладнання: віртуальний стенд «Машина Атвуда».

Теоретичні відомості.

У вирішенні основної задачі механіка розподіляється на два розділи: кінематику та динаміку. Кінематика – це розділ механіки, в якому вивчається рух тіл без з'ясування причин, що обумовлюють цей рух, тобто, вивчаються тільки геометричні властивості механічного руху тіл без врахування їх мас і сил, що діють на них. Основна задача кінематики полягає в тому, щоб у вибраній системі відліку навчитись описувати рух точки (тіла) аналітично, тобто, за допомогою формул. Такий підхід дозволяє пояснити особливості різних видів руху (рівномірного, змінного), та ввести їх фізичні характеристики (час, переміщення, швидкість, прискорення).

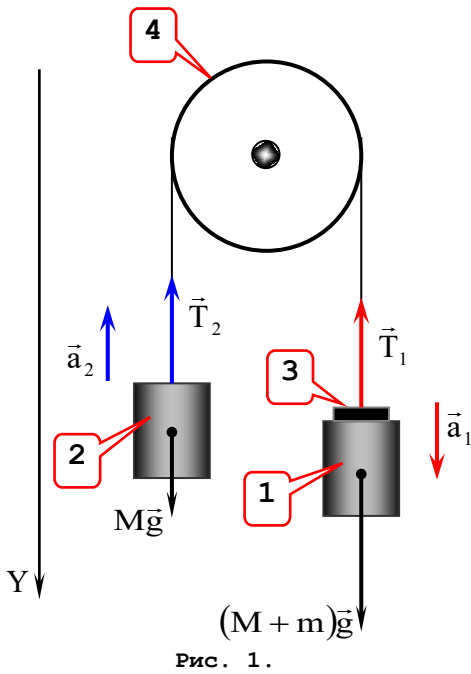
Так для рівномірного руху швидкість дорівнює: $v = \frac{s}{t}$, де s – шлях, пройдений тілом за час t . При рівнозмінному русі швидкість та шлях, пройдений тілом, визначаються співвідношеннями: $v = v_0 + at$; $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$.

Однак, повне розуміння руху можна досягти лише враховуючи взаємодії рухомого тіла з іншими тілами. Але це вже предмет іншого розділу механіки – динаміки. Таким чином, динаміка вивчає стан руху матеріальних тіл у зв'язку з тими причинами (взаємодія між тілами), які обумовлюють той чи інший характер руху (рівномірного чи змінного (для точки), поступального чи обертального (для тіла)). В основі так званої класичної або ньютонівської динаміки лежать три закони динаміки, сформульовані І.Ньютоном у 1687 р., і названі на його честь законами Ньютона.

Згідно першого закону Ньютона тіло змінює свій стан спокою або рівномірного прямолінійного руху (тобто, набирає прискорення) тільки в тому випадку, якщо на нього діє інше тіло. Прискорення, таким чином, являється результатом дії одного тіла на інше. Кількісно оцінити дію одного тіла на інше можна за допомогою поняття сили.

Згідно другого закону Ньютона, прискорення, яке набуває тіло, прямо пропорційне прикладеній до тіла силі і обернено пропорційне масі цього тіла. Дії між тілами завжди носять характер взаємодій. Якщо тіло А діє з якоюсь силою на тіло В, то і тіло В обов'язково діє з деякою силою на тіло А. Сили, з якими два тіла діють одне на одне, завжди рівні за модулем і направлені в протилежні боки. Це лежить в основі третього закону Ньютона, який формулюється так: дії завжди відповідає рівна і протилежна за напрямком протидія. Силу, прикладену до одного тіла, називають дією, прикладену до іншого – протидією, або реакцією. Яку з них назвати дією, а яку реакцією визначається зручністю тієї чи іншої задачі і є чисто умовним. Мета даної роботи – пересвідчитися в справедливості того, що при рівноприскореному русі ($v_0 = 0$) шлях,

пройдений тілом за час t визначається рівнянням: $s = \frac{at^2}{2}$



На вертикальній колонці, закріпленій в основі, установлені три кронштейни, (нижній – рухомий, два других – нерухомі), а також ролик та електромагніт. Через ролик проходить нитка з прив'язаними до її кінців тягарцями однакової маси. Система тягарців виходить із рівноваги і починає рухатись прискорено, якщо на тягарець покласти додаткове перевантаження і вимкнути електромагніт. У момент пуску вмикається мілісекундомір. При проходженні тягарця повз фотодатчик секундомір зупиняється. Для визначення шляху є міліметрова шкала.

Знайдемо закон руху тягарця 1 з перевантаженням 3 (рис. 1). Нехай маса перевантаження 3, яке лежить на тягарці дорівнює m . Тоді на систему «тягарець–перевантаження» діє дві сили: сила тяжіння $(M + m) \cdot g$ і сила натягу нитки T . Отже рівняння динаміки руху

тягарця з перевантаженням згідно другого закону Ньютона (проекція на вісь Y) приймає вигляд: $(M + m) - gT_1 = (M + m) \cdot a_1$

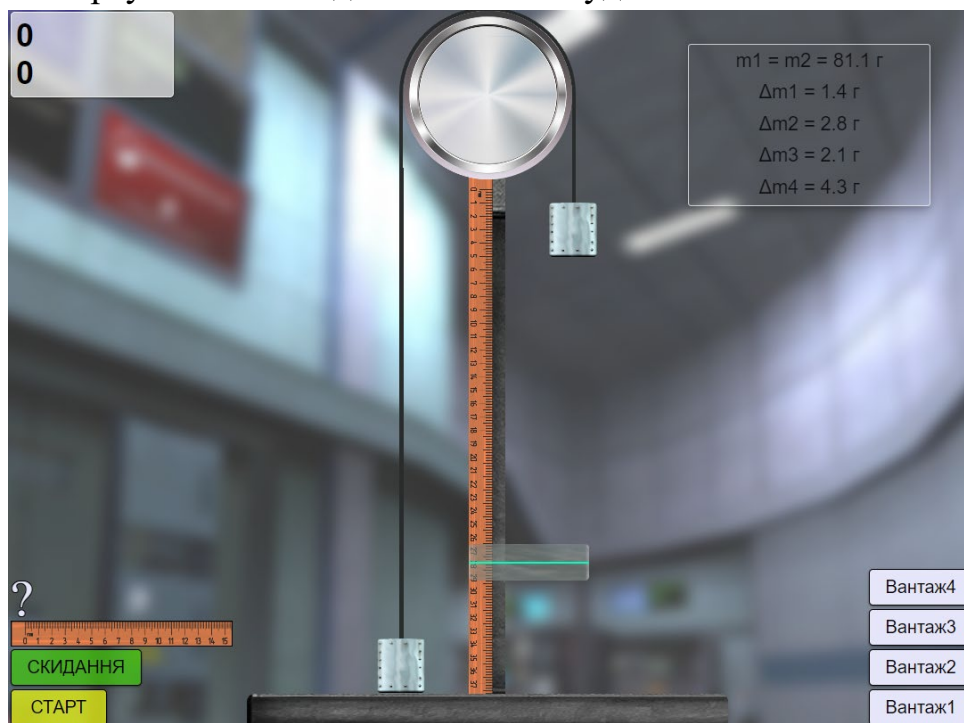
де a_1 – прискорення тягарця з перевантаженням, T_1 – сила натягу нитки. Застосуємо другий закон Ньютона до руху тягарця 2: $M \cdot g - T_2 = -Ma_2$

Якщо припустити, що блок 4 невагомий, а нитка нерозтяжна і невагома, то натяги нитки з обох боків будуть однакові ($T_1 = T_2$), а прискорення тягарців 1 і 2 однакові за абсолютною величиною ($a_2 = a_1 = a$). Розв'язавши цю систему рівнянь відносно a ,

отримаємо:
$$a = \frac{mg}{2M + m}$$

Порядок виконання роботи.

1. Запустити віртуальний стенд «Машина Атвуда».



2. На тягарець покладіть будь-який з доступних вантажів.
3. Натисніть кнопку „СТАРТ”. Одночасно з цим вимикається електромагніт та вмикається мілісекундомір, за допомогою якого визначається час t руху тягарця з перевантаженням Δm до їх зіткнення з платформою нижнього кронштейну.
4. Виміряйте переміщення S .
5. Змініть вантаж та повторіть експеримент ще 4 рази.
6. Дані занести в таблицю.
7. За даними вимірювань розрахуйте прискорення за формулою $a_{\text{експ}} = \frac{2s}{t^2}$.
8. Знайти середнє значення прискорення.
9. Теоретичне значення прискорення визначити за формулою $a_{\text{теор}} = \frac{mg}{2M + m}$.
10. Розрахунки занести в таблицю № 2.

№	Переміщення, S , [м]	Маса, m [кг]	Прискорення $a_{\text{експ}}$, $\left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right]$	Прискорення $a_{\text{теор}}$, $\left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right]$	Похибка, $\varepsilon = \left 1 - \frac{a_{\text{експ}}}{a_{\text{теор}}}\right * 100\%$
1					
2					
3					
4					
5					

9. Сформулюйте висновок, у якому зазначте 1) які досліди ви проводили; 2) які співвідношення були підтвержені; 3) як впливає маса перевантаження на прискорення.

Висновок:

Контрольні питання.

1. Який рух називається поступальним? Чим він відрізняється від обертального?

2. Яке може бути практичне застосування машини Атвуда?
