

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНІВ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ.

1. Теоретичний вступ.

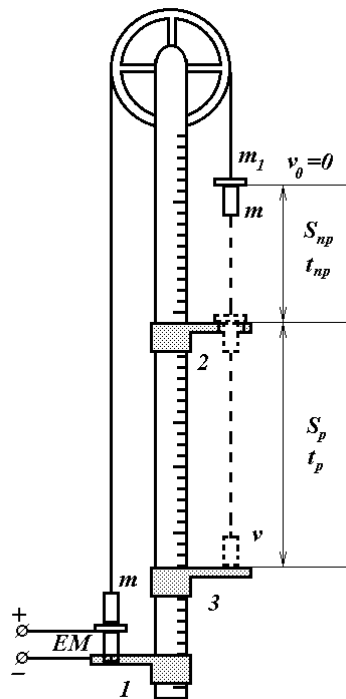
Основні закони кінематики можуть бути перевірені дослідним шляхом на машині Атвуда.

Система рівнянь кінематики для рівнозмінного руху:

$$S_{\text{пр}} = v_0 \cdot t + a \cdot \frac{t^2}{2},$$

$$v_{\text{пр}} = v_0 + a \cdot t.$$

Машина Атвуда складається з вертикальної штанги зі шкалою. У верхній частині встановлено легкий блок, що обертається навколо горизонтальної осі з незначним тертям. Через блок перекинута легка нитка з грузиками однакової маси m . Грузики можуть бути зафіксованими на платформах 1, 3. Платформа 1 має керований електромагніт $ЕМ$.



Мал.1.

Платформа 2 має отвір, що пропускає грузик m , але затримує кільце масою m_1 під час руху системи.

Після відключення живлення електромагніта $ЕМ$ грузики починають рухатись ($v_0 = 0$) з постійним прискоренням a на ділянці довжиною $S_{\text{пр}}$. Час рівноприскореного руху $t_{\text{пр}}$ до моменту затримки кільця платформою 2. Подальший рух грузиків є рівномірним на ділянці довжиною S_p з постійною швидкістю v . Час рівномірного руху t_p .

Вправа 1.

Рівномірний рух. Прискорення $a = 0 \Rightarrow S_p = v \cdot t; v = const.$

1. На правий грузик кладуть кільце, лівий грузик фіксують на платформі 1 за допомогою електромагніта. Платформу 2 встановлюють на відстані 30 – 40 см нижче правого грузика. Платформу 3 встановлюють на відстані 30 см нижче платформи 2. На цій ділянці рух грузика рівномірний (S_p).

2. Виключають живлення електромагніта, тримаючи наготові секундомір. Грузики починають рух.

3. В момент затримки кільця на платформі 2 включають секундомір. Виключають секундомір в момент досягнення правим грузиком платформи 3. Показ секундоміра є часом рівномірного руху (t_p).

4. Виконують виміри 5 разів. Кожен раз збільшують шлях рівномірного руху встановлюючи платформу 3 на 10 см нижче. Результати вимірів S_p і t_p заносять в таблицю 1 протоколу роботи.

| N | $S_p, \text{ см}$ | $t_p, \text{ с}$ | $v_i = \frac{S_p}{t_p}, \frac{\text{см}}{\text{с}}$ | $v_i - \bar{v}$ | $(v_i - \bar{v})^2$ |
|-----|-------------------|------------------|-----------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |

5 Обчислюють значення швидкості в кожному досліді (v_i), знаходять

$$\bar{v} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i.$$

6. Обчислюють значення довірчого інтервала

$$\Delta v = t_s \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v})^2}{N(N-1)}},$$

де коефіцієнт Стюдента $t_s = t_s(5; 0,95) = 2,78$ для числа вимірів 5 та надійності вимірювань 0,95.

7. Записують результат дослідів по формі:

$$v = (\bar{v} \pm \Delta v) \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

при надійності вимірювань 0,95 відносна похибка вимірювань

$$\varepsilon = \frac{\Delta v}{\bar{v}} \cdot 100\%.$$

Вправа 2.

Рівнозмінний рух. Прискорення $a = \text{const}$, $v_0 = 0 \Rightarrow$

$$S_{\text{пр}} = a \cdot \frac{t^2}{2}; \quad v_{\text{пр}} = a \cdot t.$$

1. На правий грузик кладуть кільце, лівий грузик фіксують на платформі 1 за допомогою електромагніта. Розташування платформ лишають таким, як наприкінці вправи 1.

2. Одночасно з виключенням живлення електромагніта включають секундомір. Виключають секундомір в момент затримки кільця на платформі 2. Показ секундоміра є часом рівноприскореного руху ($t_{\text{пр}}$). Шлях рівноприскореного руху ($S_{\text{пр}}$) – відстань між початковим положенням грузика і платформою 2.

3. Повертають систему у початкове положення (на правий грузик кладуть кільце, лівий грузик фіксують на платформі 1).

4. Вимірюють час рівномірного руху (t_p) та шлях рівномірного руху (S_p) на ділянці між платформами 2, 3 (згідно з порядком вимірювань у вправі 1).

5. Виконують виміри 5 разів. Кожен раз збільшують шлях рівноприскореного руху ($S_{\text{пр}}$) встановлюючи платформу 2 на 10 см нижче. Шлях рівномірного руху (S_p) зменшується на 10 см. Положення платформи 3 незмінне. Результати вимірів $S_{\text{пр}}$, $t_{\text{пр}}$, S_p і t_p заносять в таблицю 2 протоколу роботи.

| N | $S_{\text{пр}}, \text{см}$ | $t_{\text{пр}}, \text{с}$ | $S_p, \text{см}$ | $t_p, \text{с}$ | $a', \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$ | $a'', \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$ |
|-----|----------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

6. Обчислюють прискорення грузика a' для кожного досліду, виходячи з того, що

$$a' = \frac{2S_{\text{пр}}}{t_{\text{пр}}^2}.$$

7. Обчислюють прискорення грузика a'' для кожного досліду, виходячи з того, що кінцева швидкість на ділянці прискореного руху дорівнює швидкості рівномірного руху на ділянці між платформами 2,3:

$$a'' = \frac{v_p}{t_{\text{пр}}} = \frac{S_p}{t_p \cdot t_{\text{пр}}}.$$

8. Обчислюють довірчі інтервали та відносні похибки вимірювань для a' та a'' окремо з надійністю 0,95 (коефіцієнт Стюдента $t_S = t_S(5; 0,95) = 2,78$):

$$\Delta a' = t_S \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a'_i - \overline{a'})^2}{N(N-1)}}, \quad \Delta a'' = t_S \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a''_i - \overline{a''})^2}{N(N-1)}}.$$

9. Записують результат дослід по формі:

$$a' = (\overline{a'} \pm \Delta a') \frac{\text{см}}{c^2}$$

при надійності вимірювань 0,95 відносна похибка вимірювань

$$\varepsilon = \frac{\Delta a'}{\overline{a'}} \cdot 100\%;$$

$$a'' = (\overline{a''} \pm \Delta a'') \frac{\text{см}}{c^2}$$

при надійності вимірювань 0,95 відносна похибка вимірювань

$$\varepsilon = \frac{\Delta a''}{\overline{a''}} \cdot 100\%;$$

10. Наносять на числову вісь результати вправи 2: середні значення $\overline{a'}$ та $\overline{a''}$.
Помічають зони відповідних довірчих інтервалів. Якщо зони довірчих інтервалів перекриваються, результати вимірювань слід вважати достовірними