

## Урок №33-34

### Тема уроку: Принцип відносності Галілея. Маса

#### Мета уроку:

- *освітня*: формування знань про принцип відносності Галілея, та його застосування; формування понять інертності й маси як міри інертності тіла;
- *розвивальна*: розвивати логічне та алгоритмічне мислення;
- *виховна*: виховувати культуру наукового мислення та впевненість у своїх здібностях та знаннях.

### Принцип відносності Галілея

Розглядаючи рух тіл у різних інерціальних системах відліку, Г. Галілей дійшов висновку, який називають **принцип відносності Галілея**.



Рис. 5. Жодними механічними експериментами не можна виявити, рухається вагон рівномірно прямолинійно чи перебуває у стані спокою. Пасажир і пасажирка можуть це з'ясувати, тільки подивившись у вікно



Принцип відносності Галілея: в усіх інерціальних системах відліку перебіг механічних явищ і процесів відбувається однаково за однакових початкових умов (рис. 5) будьякі експерименти, то ані самі експерименти, ані їхні результати не будуть відрізнятися від тих, що проводилися б на березі. І тільки піднявшись на палубу, ми побачимо: виявляється, наш корабель рухається рівномірно прямолинійно...».

### Чому тіла по-різному реагують на ту саму дію

Зміна швидкості руху тіла залежить не тільки від сили, яка діє на тіло: якщо до тенісного м'яча та металюного ядра прикласти однакову силу, швидкість руху ядра зміниться менше або для тієї самої зміни швидкості необхідно буде більше часу. Тобто *різним тілам властиво по-різному реагувати на ту саму дію*.



Чим тіло інертніше, тим меншого прискорення воно набуває внаслідок тієї самої дії. У наведеному вище прикладі ядро інертніше за м'яч, адже внаслідок тієї самої дії воно повільніше за м'яч змінює швидкість свого руху. Інертні властивості тіла характеризує *інертна маса*

тіла.

Будь-яке тіло має також властивість гравітаційно взаємодіяти з іншими тілами. Цю властивість характеризує *гравітаційна маса тіла*. *Інертна маса тіла дорівнює його гравітаційній масі*, тому далі говоритимемо просто про масу тіла.



Маса  $m$  — фізична величина, яка є мірою інертності та мірою  
Одиниця маси в СІ — ~~кілограм~~ *кілограм* тіла  
 $[m] = 1 \text{ кг (kg)}$ .

1 кг дорівнює масі міжнародного еталона кілограма.

Виміряти масу тіла означає порівняти її з масою еталона, тобто з масою тіла, масу якого взято за одиницю. Один із найпоширеніших способів прямого вимірювання маси тіла — *зважування* (маса — міра гравітації, тому тіла рівної маси однаково притягуються до Землі, а отже, й однаково тиснуть на опору).

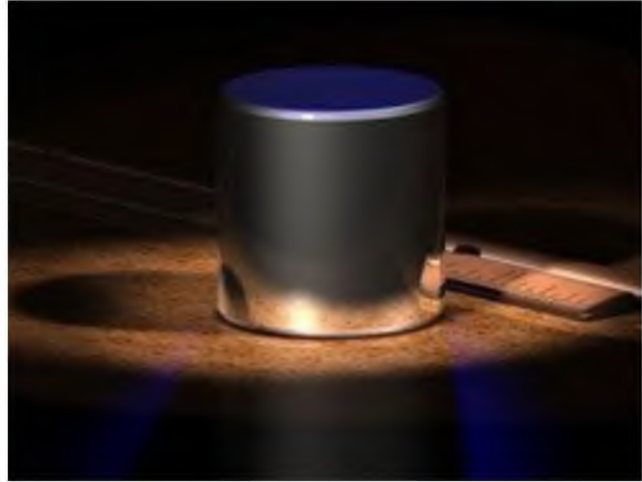
Зважування — найзручніший спосіб вимірювання маси, однак не універсальний. Як, наприклад, виміряти масу молекули або масу Місяця, адже покласти ці об'єкти на ваги неможливо? У таких випадках використовують той факт, що маса — міра інертності. Якщо на два тіла масами  $m_1$  і  $m_2$  діють однакові сили, то *порівняти маси цих тіл можна, якщо визначити прискорення, набуті тілами в результаті дії цих сил*:

### Основні властивості маси

1. *Маса тіла — величина інваріантна*: вона не залежить ані від вибору системи відліку, ані від швидкості руху тіла.
2. *У класичній механіці маса тіла — величина адитивна*: маса тіла дорівнює сумі мас усіх частинок, із яких складається тіло, а маса системи тіл дорівнює сумі мас тіл, що утворюють систему.
3. *У класичній механіці виконується закон збереження маси*: в ході будь-яких процесів у системі тіл загальна маса системи залишається незмінною; маса тіла не змінюється під час його взаємодії з іншими тілами.

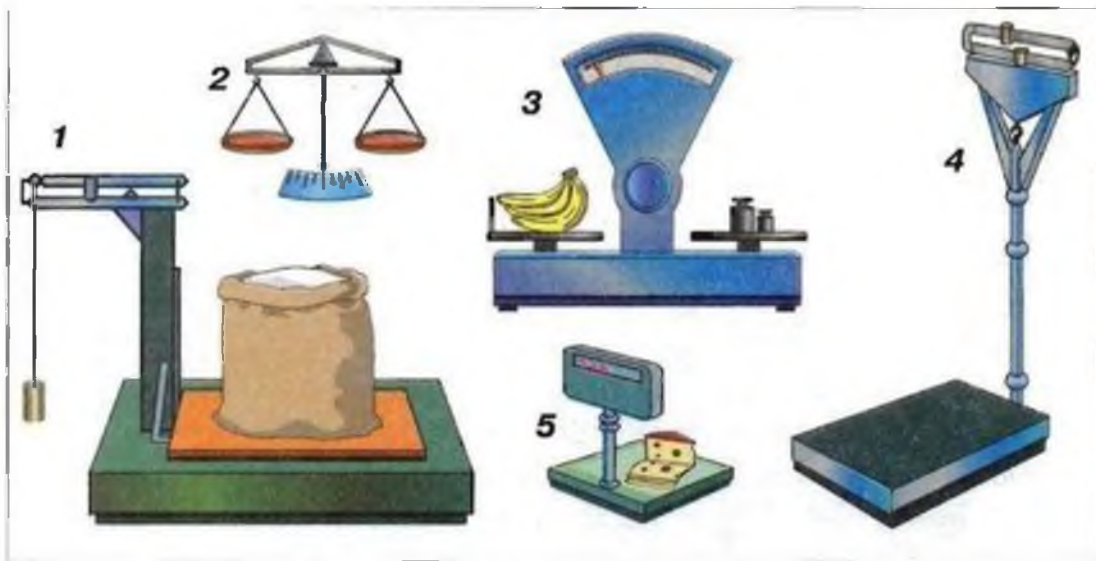
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

**Міжнародний еталон кілограма** зберігається у Франції, в м. Севрі, що поблизу Парижа. Він виготовлений з платино-іридієвого сплаву і має форму циліндра діаметром і висотою 39 мм. За цим зразком з великою точністю виготовлено копії для всіх країн світу.



### Способи вимірювання маси

**Найпоширеніший спосіб** вимірювання маси тіл, яким користуються в побуті, — це **зважування за допомогою терезів**. Зважування базується на гравітаційних властивостях тіл: чим більшою є маса тіла, тим сильніше воно



Мал. 12. Різні види терезів: 1 – десяткові; 2 – аптечні; 3 – настільні торговельні; 4 – медичні; 5 – електронні

притягується до Землі, тому сильніше тисне на шальки терезів.

**Інший спосіб вимірювання маси.** Поставимо на гладеньку горизонтальну поверхню два візки зі стисну тими пружинами. Розпрямляючись, пружини змусять візки рухатися. Спостерігаючи за візками, можна помітити:

— якщо візки є однаковими за масою, то вони наберуть однакові швидкості, а тому від'їдуть на однакову відстань від початкового положення;

— якщо один із візків має більшу масу, то він набуде меншої швидкості і, відповідно, пройде меншу відстань від початкового положення.



Дослідним шляхом було встановлено, що: , де  $\Delta v_1 = v_{1k} - v_{1n}$  - зміна швидкості першого візочка,  $\Delta v_2 = v_{2k} - v_{2n}$  - зміна швидкості другого візочка.

Цей спосіб вимірювання маси ґрунтується на інертних властивостях тіл — властивостях тіл по-різному змінювати швидкість свого руху внаслідок взаємодії.

На перший погляд, такий спосіб вимірювання мас є не дуже зручним, але він виявляється єдиним у разі неможливості зважити тіло на терезах. У такий спосіб визначено маси Сонця та планет Сонячної системи, маси подвійних зір в астрофізиці, маси елементарних частинок у фізиці мікросвіту тощо

## Закріплення нових знань і вмінь

**Задача 1.** Нерухомий алюмінієвий візок зіткнувся зі сталевим візком такого самого розміру, що рухався зі швидкістю 4 м/с. З якою швидкістю почав рухатися алюмінієвий візок? Сталевий візок після зіткнення мав швидкість 2 м/с.

Дано:	СІ	<i>Аналіз фізичної проблеми</i>
$v_{01} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$		<p>У задачі йде мова про два візки, що будуть взаємодіяти. Для розв'язання задачі використаємо формулу співвідношення:</p> $\frac{m_1}{m_2} = \left  \frac{a_2}{a_1} \right  \quad (1)$ <p>Маси тіл знайдемо із формули: <math>m = \rho V</math>.</p> <p>Прискорення тіл: <math>a = \frac{v-v_0}{t}</math></p>
$v_{02} = 4 \text{ м/с}$		
$v_2 = 2 \text{ м/с}$		
$V_1 = V_2 = V$		
$\rho_1 = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$		
$\rho_2 = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$		

$v_1 = ?$ *Пошук математичної моделі*

Час взаємодії тіл однаковий, тому їх прискорення:

$$a_1 = \frac{v_1 - v_{01}}{t}; \quad (2) \quad a_2 = \frac{v_2 - v_{02}}{t} \quad (3)$$

Маси візків:  $m_1 = \rho_1 V$  (4),  $m_2 = \rho_2 V$  (5)

Підставимо (2)-(5) підставимо у (1) і будемо мати:

$$\left| \frac{v_1}{v_2 - v_{02}} \right| = \frac{\rho_2}{\rho_1} \Rightarrow v_1 = \frac{\rho_2(v_2 - v_{02})}{\rho_1}$$

$$v_1 = \frac{7,8 \cdot 10^3 |2 - 4|}{2,7 \cdot 10^3} = 5,78 \left( \frac{\text{М}}{\text{с}} \right)$$

*Перевірка розмірності*

$$[v_1] = \frac{\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \left( \frac{\text{М}}{\text{с}} - \frac{\text{М}}{\text{с}} \right)}{\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}} = \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

**Відповідь:**  $5,78 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ .

**Задача 2.** З платформи, яка рухається зі швидкістю 3 м/с, зіскочив хлопчик. У який бік і з якою швидкістю відносно Землі стрибнув хлопчик, якщо його маса становить 50 кг, а маса платформи — 150 кг? Після стрибка платформа зупинилась.

$$v_1 = 3 \text{ м/с}$$

$$m_1 = 150 \text{ кг}$$

$$m_2 = 50 \text{ кг}$$

 $v_2 = ?$ 

При взаємодії хлопчика і платформи зміни швидкостей тіл є обернено пропорційним їхнім масам:

$$\frac{\Delta v_1}{\Delta v_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad \text{де } \Delta v_1 = v_1 \quad \text{— зміна швидкості платформи,}$$

$\Delta v_2 = v_2 - v_1$  — зміна швидкості хлопчика. Для того щоб платформа зупинилася, хлопчик мав стрибнути в напрямку її руху. Остаточно отримаємо:

$$\frac{v_1}{v_2 - v_1} = \frac{m_2}{m_1}, \quad v_2 = v_1 \left( \frac{m_1}{m_2} + 1 \right)$$

Перевіримо одиниці:  $[v_2] = \frac{\text{М}}{\text{с}} \left( \frac{\text{КГ}}{\text{КГ}} + 1 \right) = \frac{\text{М}}{\text{с}}$ .

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$(v_2) = 3 \cdot \left( \frac{150}{50} + 1 \right) = 12.$$

Отже. **Відповідь:**  $v_2 = 12 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ , у напрямі руху платформи

лась.

## **I. Узагальнення та систематизація знань.**

1. Навіщо велосипедист, наближаючись до підйому дороги, збільшує швидкість?
2. Для чого в літаках перед зльотом і посадкою просять пасажирів пристебнути себе ременями безпеки?
3. У якому напрямку відхиляються пасажири автобуса при його різкому гальмуванні? розгоні? Чому?
4. Куди повинна стрибати наїзниця, яка стоїть на спині коня, що скаче, щоб після стрибка знову потрапити у сідло?
5. Чому боксерів об'єднують у вагові категорії?
6. Чому у футболі захисниками є більш масивні спортсмени, а нападаючі, як правило, легші?
7. Яке тіло в класі має найбільшу масу, а яке – найменшу?
8. Чи може водій автомобіля використовувати явище інерції для економії бензину? Яким чином?

## **II. Підведення підсумків уроку.**

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку?  
*«Принцип відносності Галілея. Маса».*

## **III. Оголошення домашнього завдання.**

Запишіть домашнє завдання: опрацювати конспект і §10 (с.56-57),  
впр.10(4)стр.58

**Зворотній зв'язок**

**Viber 0662728430**

**E-mail [partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua](mailto:partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua)**

**!!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку**