

ЧАСТИНА 2. ДИНАМІКА І ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ

§ 9. ІНЕРЦІАЛЬНІ СИСТЕМИ ВІДЛІКУ. ПЕРШИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА



Чому кулька набирає швидкість? Чому прискорюється? Чому зупиняється? Як рухатиметься кулька, якщо кут нахилу зменшити до нуля? Наприкінці XVI ст. *Галілео Галілей*, розглядаючи рух різних тіл по похилій площині, здійснив уявний експеримент і дійшов висновку про існування явища *інерції* (від латин. *inertia* — бездіяльність).

1 Згадуємо закон інерції

Що є «природним» для тіла — рух чи спокій? Давньогрецький філософ Аристотель стверджував, що спокій, адже для того, щоб тіло рухалося, потрібно діяти на нього певним чином, а якщо дія припиниться, тіло зупиниться. Здається, що наш повсякденний досвід підтверджує таку думку. Але чи дійсно це так?

❓ Чому зупиняться тіла (рис. 9.1), якщо припинити їх штовхати, тягнути тощо? Чи зупиняться тіла, якщо зникне опір їхньому рухові?

Сподіваємося, ви правильно відповіли на запитання і дійшли думки, яку свого часу висловив і за допомогою уявного експерименту довів Г. Галілей: «Надана рухомому тілу швидкість буде зберігатися, якщо усунено зовнішні причини прискорення або сповільнення руху». Отже, «природним» для тіла є не лише стан спокою, а й прямолінійний рівномірний рух.

Закон інерції Галілея: тіло рухається рівномірно прямолінійно або перебуває в стані спокою, якщо на нього не діють інші тіла або дії інших тіл скомпенсовані.

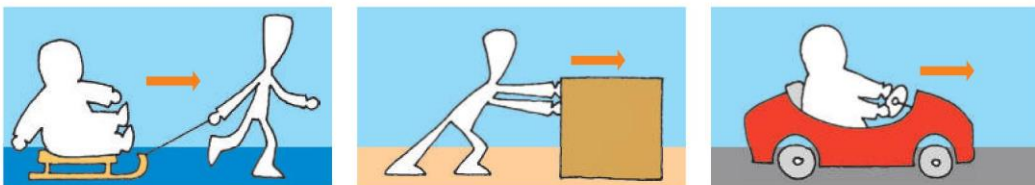


Рис. 9.1. До завдання в § 9



Рис. 9.2. Чим менше тертя (опір рухові тіла), тим більше горизонтальний рух тіла наближається до руху за інерцією

Тіло, на яке не діють інші тіла та поля, називають *ізолюваним* (вільним), а *рух ізолюваного тіла* — *рухом за інерцією*. У реальності практично неможливо створити умови, коли на тіло нічого не діє, тому *рухом за інерцією* називають *рівномірний прямолінійний рух за відсутності або скомпенсованості дії на тіло інших тіл і полів* (рис. 9.2).

2 Що постулює перший закон Ньютона

Явище збереження тілом стану спокою або рівномірного прямолінійного руху за умови, що на нього не діють інші тіла та поля або їхні дії скомпенсовані, називають **явищем інерції**.

Разом із тим стан руху і стан спокою залежать від вибору *системи відліку* (СВ). А чи в кожній СВ спостерігається явище інерції? З курсу фізики 9 класу ви добре знаєте, що не в кожній.

Систему відліку, відносно якої спостерігається явище інерції, називають **інерціальною системою відліку**.

Уявіть, що ви сидите в купе потяга, який час від часу набирає швидкість, гальмує, здійснює поворот тощо. Зрозуміло, що СВ, пов'язана з потягом, буде *інерціальною* тільки тоді, коли потяг *рухається рівномірно прямолінійно*; в усіх інших випадках вона буде *неінерціальною*, адже відносно неї явище інерції не спостерігається (рис. 9.3).

На якому рисунку (див. рис. 9.3, *а–в*) показано, що потяг набирає швидкість? гальмує? рухається рівномірно прямолінійно?

Найчастіше як інерціальну обирають СВ, жорстко пов'язану з точкою на поверхні Землі. Але цю систему можна вважати інерціальною тільки умовно,



Рис. 9.3. СВ, пов'язана з потягом, буде інерціальною, тільки коли потяг відносно Землі перебуває в стані спокою або рухається рівномірно прямолінійно (*а*); в усіх інших випадках ця СВ неінерціальна (*б, в*)

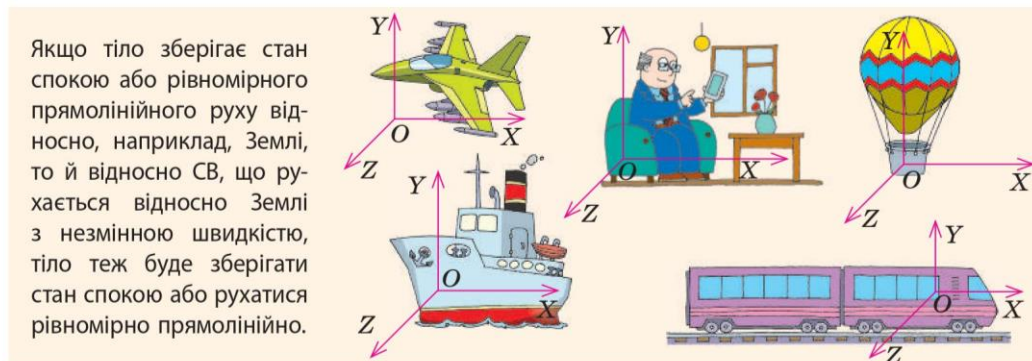


Рис. 9.4. Будь-яка СВ (пов'язана з літаком, потягом тощо), якщо вона рухається відносно інерціальної СВ (тут — пов'язані з будинком) рівномірно прямолінійно, теж є інерціальною

оскільки Земля обертається навколо своєї осі. Для точніших вимірювань використовують інерціальну СВ, пов'язану із Сонцем та далекими зорями.

Якщо ми знаємо хоча б одну інерціальну СВ (наприклад, СВ, пов'язану з будинком на рис. 9.4), то можемо знайти багато інших (див. рис. 9.4).

Закон інерції І. Галілея став першим кроком у встановленні основних законів класичної механіки. Формулюючи основні закони руху тіл, І. Ньютон назвав цей закон першим законом руху. У сучасній фізиці **перший закон механіки Ньютона** формулюють так:

- Існують такі системи відліку, відносно яких тіло зберігає стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, якщо на нього не діють жодні сили або якщо ці сили скомпенсовані.

У такому формулюванні перший закон Ньютона:

- постулює існування інерціальних СВ (стверджує, що вони існують);
- дає можливість з усіх наявних СВ виділити інерціальні СВ;
- містить закон інерції (умови рівномірного прямолінійного руху тіла).

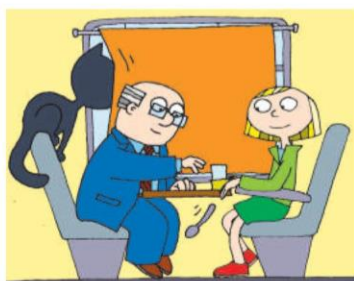


Рис. 9.5. Жодними механічними експериментами не можна виявити, рухається вагон рівномірно прямолінійно чи перебуває у стані спокою. Пасажир і пасажирка можуть це з'ясувати, тільки подивившись у вікно

3 Принцип відносності Галілея

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

- В усіх інерціальних системах відліку перебіг механічних явищ і процесів відбувається однаково за однакових початкових умов (рис. 9.5).

Галілей писав: «Якщо ми, перебуваючи в каюті вітрильника, будемо виконувати будь-які 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 прямолінійно...».



Підбиваємо підсумки

- Закон інерції: тіло рухається рівномірно прямолінійно або перебуває в стані спокою, якщо на нього не діють інші тіла або їх дії скомпенсовані.
- Перший закон Ньютона: існують такі системи відліку, відносно яких тіло зберігає стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, якщо на тіло не діють жодні сили або ці сили скомпенсовані. Такі СВ називають інерціальними.
- Як інерціальні зазвичай використовують СВ, пов'язані із Землею. Будь-яка СВ, що рухається відносно інерціальної СВ рівномірно прямолінійно, теж є інерціальною. В усіх інерціальних СВ перебіг механічних явищ і процесів відбувається однаково за однакових початкових умов.



Контрольні запитання

1. За яких умов тіло зберігає швидкість свого руху? Наведіть приклади.
2. Сформулюйте закон інерції.
3. Які СВ називають інерціальними? неінерціальними? Наведіть приклади.
4. Сформулюйте перший закон Ньютона. Що він стверджує?
5. Чи можна, перебуваючи в інерціальній СВ, за допомогою механічних експериментів з'ясувати, рухається ця система чи перебуває у стані спокою?



Вправа № 9

1. Наведіть приклади тіл, які відносно Землі перебувають у стані спокою. Які сили діють на ці тіла? Що ви можете сказати про ці сили?
2. Які СВ, зображені на рис. 1, можливо, є інерціальними? Які СВ точно є неінерціальними? Обґрунтуйте свою відповідь.

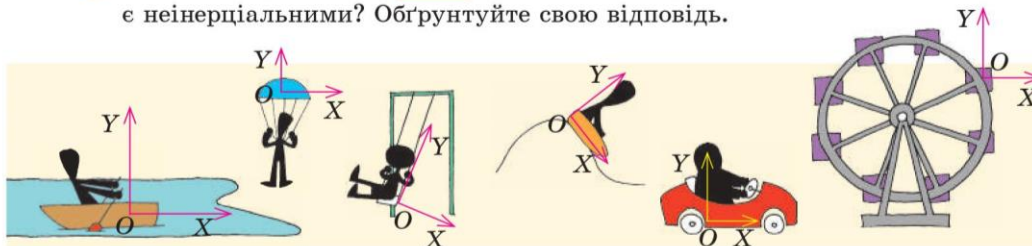


Рис. 1

3. Із вершини прямовисної скелі заввишки 20 м відірвався уламок. За падінням уламка спостерігають туристка, що стоїть на скелі, та пасажир яхти, яка рухається зі швидкістю 15 м/с. Для СВ1, пов'язаної з туристкою, і для СВ2, пов'язаної з пасажиром яхти, визначте переміщення та час падіння уламка, прискорення і швидкість його руху в момент падіння.
4. Скористайтесь додатковими джерелами інформації та дізнайтеся, які органи чуттів здебільшого інформують людину про те, що вона перебуває в неінерціальній СВ.
5. На рис. 2 зображено тіла та сили, що на них діють (1 клітинка — 2 Н). Знайдіть напрямок і модуль рівнодійної сил, що діють на кожне тіло.

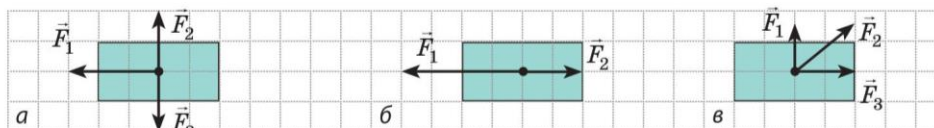


Рис. 2