

§ 12. СИЛА ТЯЖІННЯ. ВАГА ТІЛА. НЕВАГОМІСТЬ

? Якщо взяти до рук, а потім відпустити, наприклад, олівець або портфель, то вони обов'язково впадуть. Прогинається лава, якщо сісти на неї, розтягується гумовий джгут, якщо до нього підвісити якесь тіло. Із 7-го класу вам відомо, що це — прояв гравітаційної взаємодії Землі та всіх тіл, які розташовані поблизу неї. Однак репортажі з космічних станцій демонструють нам ніби «зникнення» земного тяжіння — космонавти і всі речі на борту станцій перебувають у стані невагомості. У цьому параграфі ви детальніше познайомитеся із земним тяжінням та дізнаєтеся про те, як спробувати відтворити невагомість.

1 Згадуємо про всесвітнє тяжіння

Земля притягує до себе всі тіла: Місяць, Сонце, людей, будинки тощо. І навпаки: всі тіла притягують до себе Землю. Більш того, завдяки гравітаційній взаємодії *всі тіла у всесвіті притягуються одне до одного* — це притягання називають *всесвітнім тяжінням*.

Невеличке яблуко, що висить на гілці, притягується до Землі й водночас притягує Землю до себе. Відірвавшись від гілки, яблуко не тільки саме буде падати, збільшуючи швидкість свого руху, але й змусить Землю рухатися йому назустріч. Через те що маса Землі набагато більша від маси яблука, швидкість руху, набута Землею внаслідок притягання до яблука, буде дуже малою і для нас непомітною, адже якщо ми спробуємо порівняти ці швидкості, то отримаємо число з 25 нулями!

2 Знайомимось із силою тяжіння

У фізиці силу гравітаційного притягання Землі, що діє на тіла поблизу неї, називають *силою тяжіння*. Зазначимо, що коли говорять «поблизу поверхні Землі», мають на увазі тіла, розташовані не далі ніж кілька кілометрів від поверхні Землі.

Сила тяжіння — сила, з якою Земля притягує до себе тіла, що перебувають на її поверхні або поблизу неї.

Силу тяжіння позначають символом $F_{\text{тяж}}$.

Сила тяжіння прикладена до центра тіла, що притягується Землею, і напрямлена вертикально вниз, до центра Землі (рис. 12.1).

Численними дослідженнями доведено, що сила тяжіння, яка діє на тіло, пропорційна масі цього тіла. Залежність між силою тяжіння і масою тіла можна подати у вигляді формули

$$F_{\text{тяж}} = mg,$$

де $F_{\text{тяж}}$ — сила тяжіння; m — маса тіла; g — коефіцієнт пропорційності, який у фізиці називають *прискоренням вільного падіння*.

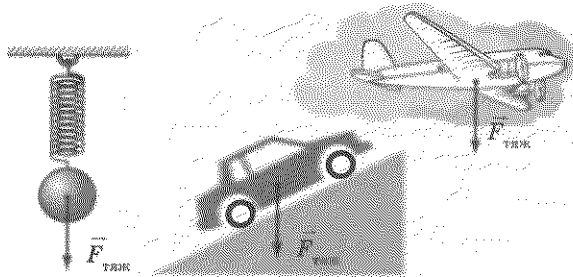


Рис. 12.1. Сила тяжіння завжди напрямлена вертикально вниз (до центра Землі) і прикладена до центра тіла

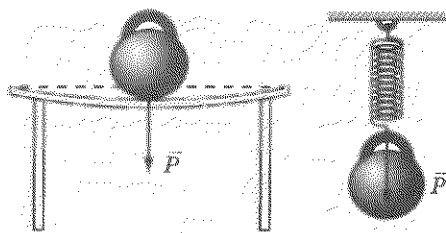


Рис. 12.2. Тіла, розміщені на опорі або підвішені до підвісу, діють на них із силою, яку називають вагою тіла і яка прикладена до опорі або підвісу

Прискорення вільного падіння поблизу поверхні Землі становить $9,8 \text{ Н/кг}$ (якщо не потрібна велика точність, то можна вважати, що $g \approx 10 \text{ Н/кг}$). Незначно воно відрізняється на екваторі та полюсах, над океанами та покладами корисних копалин, змінюється в разі підняття вгору та спуска в шахту. Детальніше з тим, від чого залежить прискорення вільного падіння, ви познайомитесь у 10-му класі, під час вивчення закону всесвітнього тяжіння.

3 Дізнаємося, що фізики називають вагою тіла

Усі тіла через притягання до Землі стискають чи прогинають опору або розтягують підвіс. Для характеристики такої дії тіл у фізиці введено поняття *ваги тіла*.

Вага тіла — це сила, з якою тіло діє на опору або на підвіс унаслідок притягання до Землі.

Вагу тіла позначають символом P . *Одиницею ваги, так само як і будь-якої сили, є ньютон (Н).*

Якщо тіло перебуває в стані спокою або прямолінійного рівномірного руху, то його вага за значенням дорівнює силі тяжіння ($P = mg$) і збігається з нею за напрямком.

На відміну від сили тяжіння, яка прикладена до тіла, *вага прикладена до опорі або підвісу* (рис. 12.2, 12.3). Вага тіла і сила тяжіння відрізняються і своєю природою: вага тіла у своїй основі є виявом дії *міжмолекулярних сил**, а сила тяжіння має гравітаційну природу.

4 Звикаємо до невагомості

Усім є звичним термін «невагомість», проте його значення багато хто розуміє неправильно. Так, дехто вважає, що невагомість —

* Про деякі вияви дії міжмолекулярних сил ви дізнаєтеся пізніше, коли досліджуватимете сили пружності й тертя.

це стан, який спостерігається лише в космосі, де немає повітря, або тільки на борту космічного корабля. Ще іноді можна почути, що в стані невагомості на тіло не діє сила тяжіння. Але це не так! Відсутність повітря сама по собі не спричиняє невагомості, а від гравітації взагалі не сховаєшся — у всесвіті немає жодного куточка, де б не діяли сили всесвітнього тяжіння.

Насправді *невагомість* — це відсутність ваги. Приберіть у тіла опору або підвіс — і воно опиниться в стані невагомості.

Невагомість — це такий стан тіла, коли воно не діє на підвіс чи опору.

У стані невагомості на тіло діють лише гравітаційні сили і воно рухається тільки під дією цих сил. Таким чином, *умовою перебування тіла в стані невагомості є рух тіла під дією тільки гравітаційних сил*. Поблизу поверхні Землі це — сила тяжіння.

5 Спробуємо створити стан невагомості

На короткий час невагомість легко створити вдома, на вулиці, у класі тощо. Підкиньте якесь тіло. У мить, коли тіло у верхній точці своєї траєкторії зупинилося, воно не рухається відносно повітря і на нього діє тільки сила тяжіння, — тіло перебуває в стані невагомості. У невагомості на мить опиняєтесь і ви, коли, наприклад, стрибаєте з дерева або підстрибуєте під час гри в баскетбол.

Постійно в стані невагомості перебувають космічні орбітальні станції і все, що в них є (рис. 12.4).

Для людини невагомість, як правило, супроводжується нудотою, порушенням роботи вестибулярного апарата*, нервовими розладами (рис. 12.5).

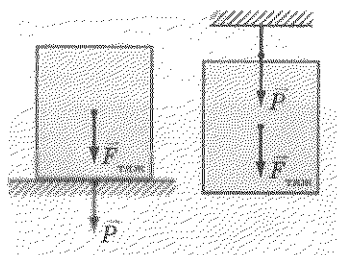


Рис. 12.3. Вага тіла P прикладена з боку тіла до опори або підвісу, а сила тяжіння $F_{\text{тяж}}$ — з боку Землі до самого тіла

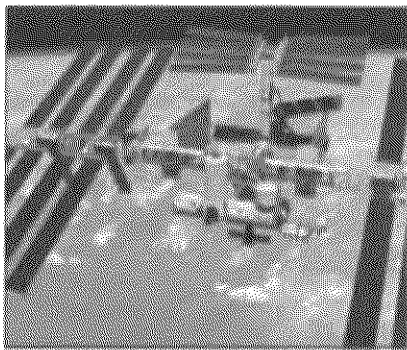


Рис. 12.4. Космічні орбітальні станції рухаються по орбіті навколо Землі під дією тільки всесвітньої сили тяжіння, тому ці станції і все, що в них є, перебувають у стані невагомості

* *Вестибулярний апарат* — орган почуттів у людей та хребтових тварин, що сприймає зміни положення голови й тіла у просторі, а також напрямок руху. Цей орган відповідає, наприклад, за здатність людини навіть у темряві розрізняти, де верх, а де низ.

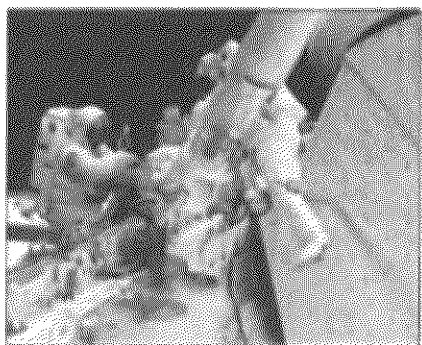


Рис. 12.5. Щоб тривалий час працювати на орбіті у стані невагомості, космонавти проходять спеціальну підготовку

! Підбиваємо підсумки

У всесвіті всі тіла притягаються одне до одного завдяки гравітаційній взаємодії. Це притягання називають всесвітнім тяжінням.

Сила тяжіння — сила, з якою Земля притягує до себе тіла, розташовані на її поверхні або поблизу неї. Сила тяжіння обчислюється за формулою $F_{\text{тяж}} = mg$ і напрямлена вертикально вниз, до центра Землі.

Вага тіла — це фізична величина, що дорівнює силі, з якою тіло діє на опору або підвіс через притягання до Землі. Вага позначається символом P .

Треба розрізняти силу тяжіння і вагу тіла: сила тяжіння прикладена до самого тіла, а вага — до його опори або підвісу. У стані спокою або рівномірного прямолінійного руху вага тіла дорівнює за значенням силі тяжіння ($P = mg$) і має той самий напрямок.

Коли тіло не діє на опору чи підвіс, то воно перебуває в стані невагомості. Умовою перебування тіла в стані невагомості є рух тіла під дією тільки гравітаційних сил.



Контрольні запитання

1. Чи діє на вас сила притягання до Місяця?
2. Чи притягує Землю автомобіль, який стоїть на автостоянці? космічна станція, що перебуває на орбіті?
3. Що називають силою тяжіння і як її обчислити?
4. До чого прикладена і куди напрямлена сила тяжіння?
5. Що таке вага тіла?
6. Чому дорівнює вага тіла, якщо тіло перебуває в стані спокою або прямолінійного рівномірного руху?
7. Чим відрізняється вага тіла від сили тяжіння?
8. Що таке невагомість?
9. За яких умов тіло буде перебувати в невагомості?



Вправа № 12

1. Визначте силу тяжіння, що діє на тіло масою 600 г.
2. Якою є маса тіла, якщо його вага дорівнює 600 Н?
3. Книжка лежить на столі. На яке тіло діє вага книжки? сила тяжіння? Зробіть рисунок, де зобразить силу тяжіння та вагу книжки.
4. У відро масою 1,5 кг налили 5,5 л води. Яку силу треба прикладати, щоб утримувати відро в руках? Зробіть пояснювальний рисунок, зобразивши сили, що діють на відро.
5. Яке з тіл перебуває в невагомості: а) комаха, що літає в кімнаті; б) порошок, що літає в повітрі; в) аквалангіст, що пірнає під шаром води; г) невеликий астероїд, що пролітає повз Землю?