**МЕХАНІЧНИЙ РУХ У ДОСЛІДАХ-ФОКУСАХ Я. І. ПЕРЕЛЬМАНА**

***Автори:* Яковишина Лілія Володимирівна**, учениця 7-А класу Рівненської ЗОШ І-ІІІ ступенів №8 Рівненської міської ради, **Лукомська Олександра Володимирівна** учениця 7-А класу Рівненської ЗОШ І-ІІІ ступенів №8 Рівненської міської ради

***Координатор проекту:* Яковишина М. С.,** керівник гуртка Рівненської Малої академії наук учнівської молоді

***Мета роботи****:* дослідити властивості механічного руху під час демонстрації дослідів-фокусів Я. І. Перельмана. Для досягнення мети було поставлено ряд ***завдань:***

1. Зробити огляд науково-популярних книжок Я. І. Перельмана та його дослідів-фокусів з розділу «Механіка» і обрати експерименти для проведення демонстрації та власних досліджень.
2. Виготовити пристрої, необхідні для відтворення дослідів-фокусів.
3. Провести експеримент, зробити аналіз реальних явищ та порівняти результати із відомостями у літературі.
4. Розробити власну задачу-продовження експериментів з розділу «Механіка»

***Об’єктом досліджень*** є властивості руху тіл у фізиці.

***Предметом досліджень*** є механічний рух у дослідах-фокусах Я. І. Перельмана.

***Теоретичні відомості.*** Механічний рух − це зміна з часом положення тіла або частин тіла у просторі відносно інших тіл. За формою траєкторії механічний рух може бути прямолінійним і криволінійним. У природі та техніці дуже часто зустрічається криволінійний рух. Рух по будь-якій криволінійній траєкторії можна приблизно уявити як рух по дугах кола. При обертанні матеріальної точки по колу її лінійна швидкість направлена вздовж дотичної до кола. Кут повороту радіуса кола, проведеного з центра кола до миттєвого положення тіла, за одиницю часу, називається кутовою швидкістю.

Тіло, підняте над поверхнею Землі, має певну енергію, зумовлену притяганням тіла до Землі, яку називають потенціальною. Кінетична енергія − це енергія, яка зумовлена рухом тіла. Кінетична енергія залежить від маси і швидкості руху тіла. Суму потенціальної і кінетичної енергій тіла називають повною механічною енергією тіла.

***Експериментальна частина.*** Для дослідів була обрана похила площина.

Дослід 1. Дві однакові кулі котяться донизу. Одна − вздовж похилої площини. Інша − по краях двох паралельних трикутних дощечок. Кут нахилу та висота, з якої починається рух, однаковий. У результаті проведення досліду ми визначили, що довше котитиметься куля, що рухається по бортиках.

Для того, щоб це пояснити, довелось вивчити питання поступального та обертального руху. Обидві кулі у досліді здійснюють поступальний та обертальний рух. Проте, для кулі, яка рухається між дощечками, радіус кола кочення менший, ніж для кулі, яка котиться по площині: r2<r1.

Обидві кулі мають потенційну енергію, яка зумовлена їх положенням у верхній частині площини. Початковий запас потенційної енергії обох куль однаковий (E = mgh). Кінетична енергія поступального руху дорівнює половині добутку маси тіла на квадрат швидкості його руху ($E\_{k}=\frac{m\*v^{2}}{2}$). Кінетична енергія обертального руху дорівнює добутку моменту інерції кулі на квадрат його кутової швидкості ($E\_{k}=\frac{I\*ω^{2}}{2}$). Відомо, що кутова швидкість ω визначається як відношення лінійної швидкості ν до радіуса кола r: $ω= \frac{ν}{r}$.

Підставляючи у формулу кінетичної енергії для обертального руху замість кутової швидкості ω відношення ν/r, отримуємо, що чим менше радіус кочення, тим менше швидкість. Отже, швидкість кулі по площині буде більшою, ніж між дощечками (тобто, *v1>v2* при r2<r1).

Ми запропонували також інший дослід з використанням похилої площини − треба кулі замінити на кубики льоду (з льоду для того, щоб зменшити силу тертя). У кубиків під час ковзання є лише поступальний рух.

Продовжуючи дану тему, можна також йти зворотнім шляхом і
запропонувати придумати варіанти, коли, за наявності двох однаково похилених площин і двох куль із однаковою масою і розміром, одна куля скотиться швидше за іншу? (Коефіцієнтом тертя знехтувати). У нас на це завдання є дві відповіді: 1) одна площина має бути міцно закріплена горизонтально, а інша може вільно їхати (як конвеєрна стрічка);
2) повинна бути гладка площина і два похилені бортики (як у досліді).

Дослід №2. Дослід-фокус з подвійним конусом. Конус, обертаючись, котиться по похилих бортиках вгору, а не вниз. Пояснення: центр ваги конусу, під час руху до вищих бортиків опускається нижче, ніж був при початку руху.

Дослід №3. Дослід-фокус з паперовою коробкою: кругла паперова коробка на похилій площині (із малим кутом) робить оберт вгору, а не вниз. Розкриття секрету: до внутрішньої сторони круглої коробки прикріплений вантаж, який намагається зайняти нижче положення у коробці, але рухаючись разом з коробкою, примушує її котитись вверх.

Дослід №4. Дослід-фокус з паперовим циліндром: паперовий циліндр на середині похилої площини котиться вгору. Розкриття секрету: внутрішній механізм у циліндрі − це два круглих кружка, наклеєних як колеса на вісь, до осі намотали нитку, до кінця нитки прив’язали вантаж. Тому колеса і котяться вгору, бо вантаж намагається "впасти" і розмотує нитку, змушуючи тим самим обертатися колеса, які і котяться вгору по ухилу.

***Висновки.*** У першому досліді важливим є здійснення поступального і обертального руху куль, а також залежність кінетичної енергії від маси і швидкості руху тіла. При обертальному русі має значення радіус кочення. Чим менше радіус кочення, тим менше швидкість. Нами запропонований дослід з кубиками, у якому присутній лише поступальний рух. У дослідах-фокусах, хоча тіла візуально і рухаються угору, але центр тяжіння у всіх випадках переміщається донизу.

Лукомська і Яковишина самостійно зробили огляд публікацій дослідів-фокусів Перельмана з розділу "Механіка", обрали досліди для демонстрації, склеїли конус і циліндр, провели дослідження, підготували теоретичні відомості та зробили висновки.