**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 (). Кінетична енергія обертального руху дорівнює добутку моменту інерції кулі на квадрат його кутової швидкості (). Відомо, що кутова швидкість ω визначається як відношення лінійної швидкості ν до радіуса кола 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.