

Bloczek, którego nie ma

Wojciech Dindorf

Amerykański miesięcznik o światowym zasięgu *The Physics Teacher* w majowym numerze z 2016 roku zamieścił moje zdjęcie „Fontanna z Cienkiego Łańcucha”. Proponowałem tytuł *The Invisible Pulley*, bo wygląda to tak, jakby łańcuchek wychodzący ponad kieliszek przechodził przez zawieszony nad naczyniem niewidzialny bloczek, by następnie zmieniając kierunek o 180° , spadać tak jak wymaga od niego Natura.



Fot 1. Na wyprostowanej ręce trzymam bańkę lekarską a w drugiej ręce telefon komórkowy z aparatem fotograficznym. TPT uznało – o dziwo –, że to jest godne całej strony

Zjawisko fascynujące, które kilka lat wcześniej zobaczyłem na zdjęciu jako jedno z zadań dla corocznego Międzynarodowego Turnieju Młodych Fizyków. Nie mam informacji o tym, jak i czy drużyny turniejowe demonstrowały i wyjaśniały to zjawisko. Od syna otrzymałem wskazówkę, w jaki sposób znaleźć najbardziej jasną demonstrację i najdziwniejsze tłumaczenie tego zjawiska w Internecie.

Zapraszam do obejrzenia, a jeszcze bardziej do nabycia 3-6 metrów łańcuszka złożonego z metalowych kuleczek i zastanowienia się, co by tu jeszcze zmodyfikować, poobserwować i wyjaśnić.

Pod adresem https://www.youtube.com/watch?v=-eEi7fO0_O0) sympatyczny Steve Mould demonstruje Syphoning Beads. Jego łańcuszek wygląda jak wąż zaklinany przez hinduskiego czarodzieja. Podobne żywym stworzeniom „wychodzą” jedna po drugiej kulki ze szklanego naczynia, by nie dotykając jego krawędzi, wspiąć się dość wysoko, a potem idealnym niemal łukiem zmienić kierunek ruchu o 180° i prawie pionowo spadać. Prawie pionowo, bo widać czasem jakby regularną falę o niewielkiej amplitudzie. Czego Steve nie pokazał to miejsca, gdzie koniec łańcucha ląduje. A koniec z wielkim rozmachem spada krok czy dwa od kupki koralików, które wcześniej swoją przygodę już zakończyły.

Po pokazie Moulda ukazują się dwie postacie: profesor z Cavendish Laboratorium uniwersytetu w Cambridge i pewnie jego asystent. Obaj usiłują wytłumaczyć w detalach powody, dla których łańcuszek zachowuje się tak dziwnie. Tłumaczają wyraźnie bez przekonania i słusznie. Nie będę powtarzał ich argumentów które przeczą prawom fizyki. Stosowane do „wyjaśnienia” modele klocków łączonych sznurkami nie mają nic wspólnego z dziwnym wylewaniem się łańcuszka z pojemnika.

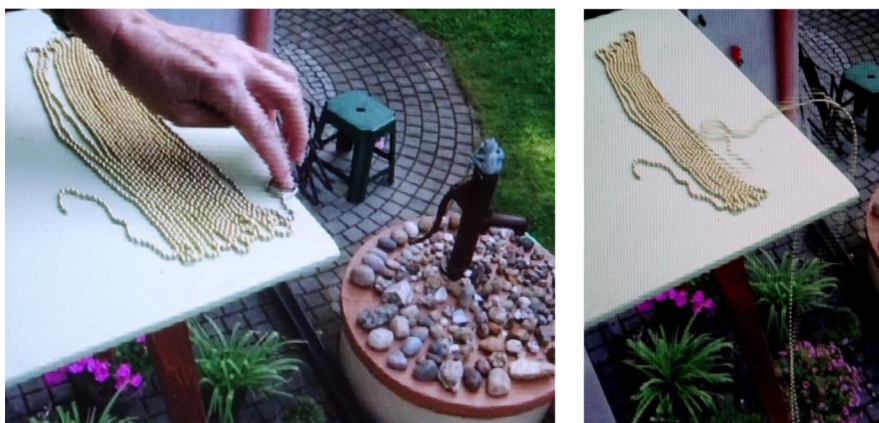
Moja interpretacja zjawiska jest następująca:

Koraliki są zmuszane do wykonania zwrotu o 180° z co raz to większą prędkością. Przez chwilę – kiedy początek łańcuszka dopiero zaczyna się poruszać, łańcuszek ślizga się po wewnętrznej ścianie naczynia, ale wnet zostaje od niej odrzucony jak błoto z koła szybko jadącego roweru. Mając nad sobą wolną przestrzeń, łańcuszek wchodzi na coraz wyższe „orbity” o coraz większym promieniu krzywizny.

Dygresja: Na drogach różnej klasy, przed zakrętem, umieszcza się znaki nakazujące ograniczenia prędkości. Im łagodniejszy zakręt, czyli im większy promień krzywizny drogi, tym większa jest bezpieczna prędkość, z jaką można wejść. Pojazd przekraczający ten limit jest narażony na wypadnięcie z trasy, przy której mogą znajdować się drzewa czy zabudowania „na zewnątrz” krzywizny drogi uniemożliwiające dalszą jazdę.

Łatwo można pokazać, że łańcuszek podobnie się zachowa startując poziomo. Umieszczony w formie wężyka na poziomej gładkiej powierzchni łańcuszek, przekonująco zaprzeczy naukowcom z Cambridge, sugerującym, że to jakoby reakcja podłoża powoduje ten wyskok koralików w górę.

Fot. 2 pokazują, że podłoże nie może tu służyć jako popychacz koralika w górę. W tym przypadku zwrot wynosi tylko 90° , ale i tutaj łańcuszek po chwili ześlizgiwania się z krawędzi przepaści także zostaje wyrzucony ukosem w górę przez siłę odśrodkową, tę samą, którą każdy podróżny odczuwa podczas jazdy na zakręcie – tym mocniej, im ostrzejszy jest zakręt (czyli im mniejszy promień krzywizny) i im większa jest prędkość pojazdu. O tej sile bezwładności dewastującej pojazdy, odwadniającej materiały w pralkach, odrzucającej iskry w szlifier-



Fot. 2. Start poziomy łańcuszka z balkonu (po lewej); kształt łańcuszka po chwili od startu (po prawej)

kach, odchylającej krzeselka na karuzelach, wciskającej w fotele pilotów akrobatów wykonujących tzw. becзки ...o tej sile równej ($\frac{mv^2}{r}$) panowie z Cambridge nawet nie wspomnieli. Siła ta to siła bezwładności działająca na obiekt wtedy, gdy obiekt zmienia prędkość, czyli przyspiesza lub hamuje lub zmienia kierunek ruchu. W przypadku ruchu łańcuszka mamy do czynienia z analogiczną sytuacją, bo tu „każe się” koralikom pędzić coraz szybciej i pokonywać „zakręt śmierci”, nie rozlatując się przy tym na kawałki. I widać jak pięknie koraliki sobie z tym radzą. Czysta i nawet niezbyt skomplikowana fizyka!



Fot. 3. Typowy bloczek używany przez żeglarzy, górskich wspinaczy, czy budowlańców, mający od góry zabezpieczenie – ogranicznik przestrzeni. Tu nawet najszybciej przebiegająca lina nie wyleci „na zewnątrz” – na szczęście, bo podobnie jak w ruchu drogowym byłoby to śmiertelnie niebezpieczne

W artykule została zaprezentowana próba wyjaśnienia zjawiska „niewidzialnego bloczka” w doświadczeniu z szybko zsuwającym się łańcuszkiem z metalowych kulek. Zachęcam Czytelników do zastanowienia się, czy powyżej rozważono wszystkie aspekty tego zjawiska. Zachęcam do dalszych badań, obserwacji i dyskusji.

Od Redakcji:

Zjawisko zostało zaprezentowane przez Autora podczas wykładu *Hity, mity i kity* w publikacjach i podręcznikach z fizyki na I Kongresie nauczycieli Fizyki, Łódź 2018.