

Fizyka zegarów z klocków Lego

Czas ucieka nieubłaganie. Ludzkość zaś od stuleci stara się jak najdokładniej mierzyć tempo tej ucieczki. Przez stulecia zadanie to spełniały zegary mechaniczne. Najbardziej rozpowszechnione konstrukcje takich zegarów zapewniają jednostajny ruch wskazówek, wykorzystując okresowy ruch wahadła. W procesie tym kluczową rolę odgrywa tzw. wychwyty, czyli element, który spełnia naraz dwie funkcje: systematycznie popycha do przodu mechanizm zegarowy i równocześnie oddaje wahadłu traconą w ten sposób energię, korzystając z zapasu energii potencjalnej ciężarków lub naciągniętej sprężyny.

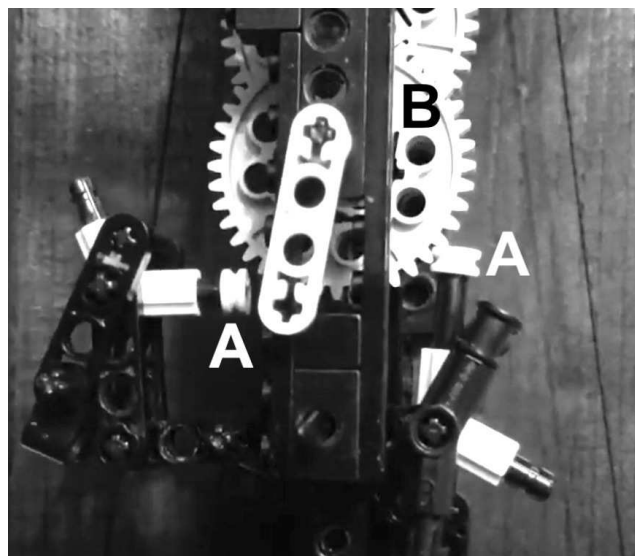
Ciekawy mechanizm wychwyty został zaproponowany przez Johna Harrisona dwa wieki temu. Wyglądał on nieco podejrzanie: amplituda drgań wahadła była stosunkowo duża i pozostawało ono w ciągłym kontakcie z napędzającym je kołem zębatym. Tym samym wahadło nigdy nie było swobodne, co mogło sprawiać wrażenie, iż jest mało dokładne – jak można odmierzać czas wahadłem, które jest bez przerwy popychane? Zapewne dlatego pomysł ten nigdy nie doczekał się upowszechnienia. Dopiero niedawno uświadomiono sobie, że jego istota polegała na zminimalizowaniu sił tarcia, a nowo budowane zegary z wychwytem Harrisona (ang. *grasshopper escapement*, od charakterystycznego kształtu kotwicy z paletami, przypominającej skaczącego pasikonika) dzierżą obecnie rekord Guinnessa w konkurencji dokładności zegarów mechanicznych wynoszący jedną sekundę na 100 dni. Nie ma tu oczywiście porównania z dokładnością zegarów atomowych, która jest rzędu sekundy na 100 milionów lat, ale i tak robi ona wrażenie, jeśli pomyślimy, że chodzi (!) o makroskopowy układ fizyczny, którego pojedyncze części możemy ująć w ręce.

Czy jednak poważny fizyk powinien tracić czas na rozważania nad zegarami z czasów, gdy zasady dynamiki Newtona dopiero przebijały się do świadomości naukowców? David Ziemkiewicz z Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich błyskotliwie pokazał ostatnio, że o żadnym traceniu czasu nie może być tu mowy! Nie tylko zbudował przykuwający uwagę model zegara z wychwytem Harrisona, używając do tego klocków Lego [1], ale także

przeanalizował numerycznie dynamikę takiego zegara, prezentując wyniki w uznanym czasopiśmie naukowym z fizyki [2]. Wśród ciekawych wyników tej pracy zwraca uwagę m.in. potraktowanie całego układu wahadło-wychwyty jako układu chaotycznego i zbadanie jego atraktorów. Można też sądzić, że optymalizacja parametrów układu może doprowadzić do dalszego zwiększenia dokładności zegarów mechanicznych – i dalszych rekordów dokładności.

Odkryć fizycznych można dokonywać na wiele różnych sposobów. Aby stwierdzić istnienie nowej cząstki w LHC, trzeba być członkiem wielkiej korporacji uczonych pracującym nad małym wycinkiem projektu. W nauce jest jednak dość miejsca na indywidualne fascynacje i nieco ekstrawaganckie projekty wynikające z chwilowych zauroczeń rzeczywistością. Można spierać się, który sposób działania jest bardziej wydajny – taka dyskusja faktycznie toczy się od paru lat, nie prowadząc wszakże do jednoznacznych wniosków. Czas pokaże.

Krzysztof TURZYŃSKI



Wychwyty Harrisona konstrukcji D. Ziemkiewicza; palety (A) pozostają w stałym kontakcie z kołem zębatym (B) napędzającym wahadło (na podstawie [1])

Uprzejmie dziękuję dr. inż. Davidowi Ziemkiewiczowi za konsultację opisu wychwyty Harrisona.

[1] <https://www.youtube.com/channel/UC4Q1E2q0Mf9Ha2m0RdWvYvJg>

[2] D. Ziemkiewicz, „Numerical Analysis of Grasshopper Escapement”, *Physical Review E* **103**, 062208 (2021)