



Prawdziwy żyrandol Galileusza



Toskania dla ściślaka

Marcin BRAUN

Nauczyciel fizyki i matematyki w 42 Autorskim LO w Warszawie

Przepiękne miasta i krajobrazy, muzea pełne najwybitniejszych dzieł – to wszystko możemy podziwiać jak każdy turysta. Mamy jednak coś jeszcze: miejsca związane z nauką.

Największym miastem Toskanii jest Florencja, ale lot do niej kosztuje sporo, a przy okazji bardzo krótki pas startowy pozwala zaobserwować zależność sił bezwładności od drogi hamowania. Osoby o cieńszych portfelach lub delikatniejszych żołądkach mogą się udać tanimi liniami do Pizy. W Pizie, oczywiście, odwiedzić należy słynną Krzywą Wieżę, czyli dzwonnice, z której Galileusz najprawdopodobniej niczego nie zrzucił. To na razie mało zachęcające – dzwonnice, z której Galileusz niczego nie zrzucił, prościej i taniej obejrzymy w najbliższej parafii. Jednak na wieżę warto wejść nie tylko dla wspaniałych widoków, ale i po to, żeby zobaczyć urządzenia służące utrzymaniu jej – nie, nie w pionie, ale w dotychczasowym przechyle.

Zapoznamy się także z danymi liczbowymi, które pozwolą obliczyć, czy środek ciężkości wieży wyszedł poza jej podstawę. Bo jeśli wyszedł... jeśli wyszedł, to nic nie znaczy: w takim wypadku wywraca się ciało stojące na płaskiej i twardej powierzchni. Dla wieży z fundamentem w miękkim gruncie tak być nie musi, ale i w drugą stronę – nic nie wynika: środek ciężkości nad podstawą nie oznacza, że wieża wróci sama do pionu. Jak bardzo krzywa jest Krzywa Wieża? Zmierzyłem to na jej szczycie za pomocą aplikacji Phyphox – wynik $4,5^\circ$ pasował do ostatnich danych na tablicy informacyjnej. Podobnie wyszło na zdjęciu, choć niełatwo było wykonać je w płaszczyźnie przechyłu wieży. Autorzy plakatu wiszącego w pobliżu uznali chyba, że to zbyt mało, i postanowili przechylić wieżę zdecydowanie bardziej.

Lampy Galileusza

Tuż przy dzwonnicy, w katedrze, znajduje się żyrandol, który według legendy obserwował Galileusz, aby stwierdzić, że okres wahań nie zależy od amplitudy. W rzeczywistości obserwował żyrandol, ale inny – niestety ten mniej efektowny, znajdujący się tuż obok, w kaplicy Aulla w Campo Santo. Warto wcześniej zobaczyć zdjęcie, aby wiedzieć, czego szukamy.

Interesującym miejscem może być także muzeum maszyn liczących. W czasie mojego pobytu było niestety zamknięte.

Florencja

Z Pizy do Florencji dostrzemy pociągami. W stolicy Toskanii, w bazylice Św. Krzyża (Basilica di Santa Croce) znajdziemy grób Galileusza, a także tablice pamiątkowe wielu zasłużonych Włochów, wśród nich Enrico Fermiego.

Skoro mowa o Galileuszu, to miejscowe muzeum nauki także nazwano jego imieniem (Museo Galileo). Znajdziemy tam m.in. astrolabia, maszyny elektrostatyczne, wagę z krzeselkiem dla ważonego, a także gigantyczny ruchomy (przynajmniej ruchomy kiedyś) model Układu Słonecznego, jeszcze z Ziemią pośrodku. I na tym właściwie można by skończyć, bo kolejne miejsca związane z naukami ścisłymi znajdziemy na mapie w muzeum. Ale nie skończymy...

Temperantia

Muzeum nauki nie odeśle nas bowiem do znajdującego się w galerii Uffizi obrazu pędzla Piero del Pollaiuolo przedstawiającego personifikację cnoty Umiarkowania. Umiarkowanie to po łacinie *Temperantia*, od tego słowa pochodzi właśnie nasza temperatura, a piękna niewiasta uosabiająca tę cnotę na obrazie zajmuje się... mieszaniem ciepłej wody z zimną.

Jaki związek ma miara energii ruchu cząsteczek z cnotą kardynalną? Aby to wyjaśnić, trzeba sobie przypomnieć o dawnym poglądzie, że ciepło i zimno to



dwie różne jakości (a więc zimno to nie jest mało ciepła). Różne temperatury uważano za różne stopnie wymieszania tych jakości. Taki pogląd nie ma uzasadnienia w fizyce, ale w fizjologii – i owszem, bo nasz organizm ma osobne neurony przekazujące informację o tym, że jest zimno, i osobne – że jest ciepło.

Na koniec – spaghetti!

Wieczorem przychodzi pora na kolację. Jeśli chcemy samodzielnie ugotować spaghetti, możemy kupić miarkę pozwalającą właściwie dobrać ilość dla jednej, dwóch czy więcej osób. Gdy popatrzymy na otwory gołym okiem, trudno będzie uwierzyć, że dwie osoby mają dostać dwa razy więcej niż jedna. Pomiar pokazuje jednak, że średnice otworów mają się do siebie jak $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$, a przeciętne ilości odmierzanego makaronu jest proporcjonalna do powierzchni otworu, a nie do jego średnicy. Podobnie – skoro już mowa o włoskim jedzeniu – jest z pizzą. Na dwie osoby nie zamawiamy takiej o dwa razy większym promieniu. Pamiętając o tym, najemy się, ale nie obrazimy cnoty Umiarkowania.



Życie albo nieżycie? Oto jest pytanie

Dr Kenneth Smith we wstępie do książki „Viruses” z 1962 roku (wyd. Cambridge University Press) pisze: „Jeśli chodzi o najczęściej zadawane pytanie: *Czy wirusy są organizmami żywymi?*, odpowiedź należy pozostawić samemu pytającemu”. W ten sposób pointuje raczej filozoficzne rozważania sprowadzające się do pytania, jaka jest definicja życia. Nie raz już zżymałam się w moim deltowym kąci, że kiedyś wszystko było prostsze; czy coś żyje, czy nie żyje, było widać ot tak, na rzut oka. Ssaka kopytnego definiowano zdaniem: „koń jaki jest, każdy widzi”. Tymczasem postęp nauki oraz metod badawczych coraz bardziej utrudnia te sprawy. Coś może być – choć nikt tego nie zobaczył, nawet przez mikroskop.

Oznaczanie nieznanymi gatunków przyspieszyło dzięki Craigowi Venterowi, który arogancko rzucił wyzwanie projektowi sekwencjonowania genomu ludzkiego, dzięki czemu poznaliśmy ludzkie geny w ekspresowym w stosunku do założeń czasie. Przeniósł swoje rewolucyjne podejście również na wody oceanów, inicjując ambitny projekt masowej analizy genomów mikroorganizmów morskich. Jego sztandarowym przedsięwzięciem był projekt Global Ocean Sampling Expedition, prowadzony przez ponad dwa lata (2003–2005) na jachcie badawczym *Sorcerer II*. Zamiast tradycyjnie izolować pojedyncze szczepy mikroorganizmów (co jest metodą wykluczającą oznakowanie gatunków niemożliwych do wyhodowania w laboratorium) Venter zastosował sekwencjonowanie genomów metodą „shotgun”. Polegało to na pobieraniu próbek wody morskiej, odfiltrowywaniu z nich mikroorganizmów, a następnie losowym sekwencjonowaniu całego DNA obecnego w próbce, bez konieczności uprzedniej izolacji poszczególnych organizmów. Algorytmy składały fragmenty DNA w całe genomy, które podlegały identyfikacji do potencjalnych gatunków. Wskazano istnienie co najmniej 1800 nowych „gatunków genomowych”, w tym 148 nieznanymi wcześniej odrębnych ewolucyjnie grup bakterii.

I oto żyjemy w czasach, kiedy naukowcy odkrywają genom, który „należy” do żywego organizmu, ale ponieważ nikt go nie widział, powstaje termin „candidatus” – który pozwala uznać, że istnieje odpowiadający genomowi żywy organizm, ale póki go się nie wyodrębni ze środowiska,

nie może formalnie zostać przyjęty do grona znanych gatunków. W czerwcu w serwisie bioRxiv ukazał się preprint naukowców z Japonii, który opisuje *Candidatus Sukunaarchaeum mirabile*. Pierwotnym celem badań był jednak inny organizm, *Citharistes regius*, należący do jednokomórkowych glonów zwanych bruzdnicami. Występujące powszechnie w oceanach bruzdnice znane są z tego, że we wnętrzu ich komórek występują symbiotyczne lub pasożytnicze bakterie. Badacze po odłowieniu stosownej liczby bruzdnic rozpoczęli sekwencjonowanie zawartego w ich wnętrzach materiału genetycznego. Oprócz sekwencji odpowiadającej gospodarzowi we wnętrzu bruzdnicy odkryto (zgodnie z oczekiwaniami) genom symbiotycznej sinicy oraz dwa genomy, zapewne pasożytniczych, bakterii. A także jedną tajemniczą kolistą cząsteczkę DNA o nieznanym funkcji.

Dalsze badania wskazują, że nowa cząsteczka z dużym prawdopodobieństwem jest materiałem genetycznym nieznanego dotąd organizmu, który zakwalifikowano do archeonów. Archeony to odrębna od bakterii grupa prokariontów. Są one o tyle istotne, że choć są najbardziej prymitywnymi komórkami na Ziemi, z nich rozwinęła się linia komórek wiodąca do organizmów wyższych. I wirusów. Nazwa rodzajowa „Sukunaarchaeum” odwołuje się do Sukunabikony, małego skrzydlatego bóstwa z japońskiej mitologii shinto, o którym bóg Takamimusubi mówi: „Liczba dzieci, które spłodziłem, wynosi tysiąc i pięćset. Wśród nich było jedno dziecko wyjątkowo niesforne i nieposłuszne. Przemknęło mi się kiedyś między palcami i spadło”. (cytat z Wikipedii). Mirabile to