



Odgłosy z jaskini (19) Jak pływa kostka lodu

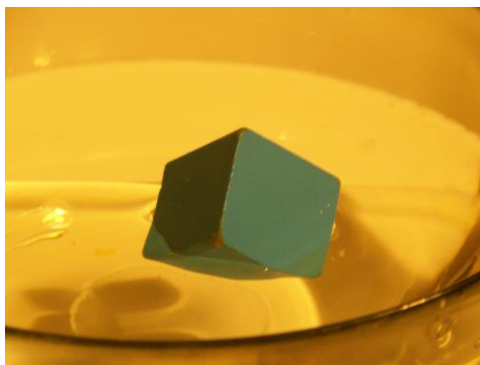
Adam Smólski

Zaintrygowało mnie zadanie z matury rozszerzonej w 2010 roku. Oto jego początek:

Zadanie 6. Siła wyporu (10 pkt)
 Drewniany sześcian o gęstości $900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ i boku $a = 5 \text{ cm}$ umieszczono w naczyniu z wodą o gęstości $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

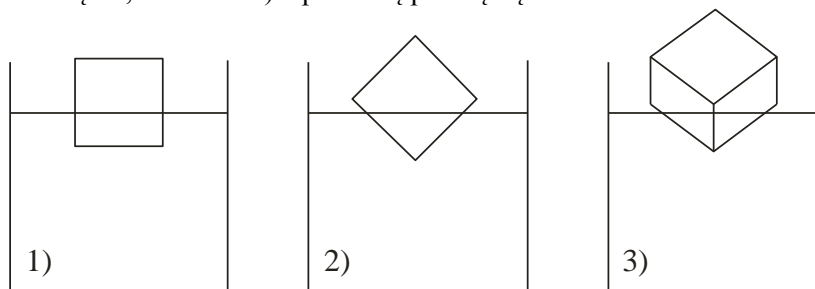
Nie chodzi mi bynajmniej o to, że na rysunku ściana sześcianu nie jest kwadratem ani że rysunek nie respektuje stosunku gęstości – takie wady to już niestety rutyna. Podana gęstość pasuje też raczej do lodu, stąd nasz tytuł.

Zastanowiło mnie, czy na pewno sześcian pływa w takiej pozycji. Owszem, leciutki, np. ze styropianu, na pewno będzie poziomo „leżał” jedną ze ścian na wodzie. Ale powyżej pewnej gęstości położenie „na płask” już nie jest stabilne – sześcian obróci się jednym z wierzchołków ku górze. Sprawdziłem to doświadczalnie dla klocka o gęstości około 500 kg/m^3 :

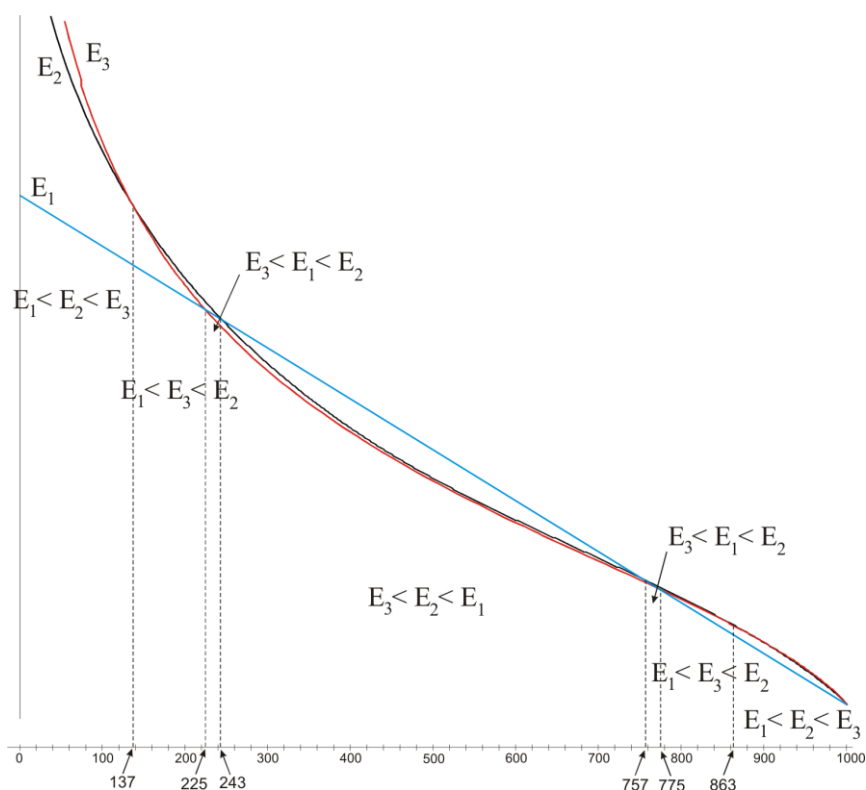


Jaka jest graniczna gęstość i czy zmian stabilnego położenia jest więcej?

Sprawa wymagała oczywiście teoretycznego zbadania. Obliczałem łączną energię potencjalną układu sześcian–woda w trzech położeniach równowagi, być może chwiejnej: 1) z poziomą ścianą, 2) z poziomą płaszczyzną przeciwnych krawędzi, wreszcie 3) z pionową przekątną.



Czytelnikowi oszczędzę śledzenia rachunków, które są mozolną dłubanią. Oto wykresy energii potencjalnej w zależności od gęstości sześcianu (po odjęciu energii, jaką ma woda, gdy sześcian nie jest jeszcze zanurzony), podzielonej przez masę sześcianu (czyli jest to energia przypadająca na kilogram materiału sześcianu).



Wykresy przecinają się w sześciu punktach. Na dole podane są krytyczne gęstości (w kg/m^3), w przybliżeniu do trzech cyfr znaczących.

Zdaję sobie sprawę, że położenie, w którym energia potencjalna nie ma absolutnego minimum, też mogłoby być stabilne (minimum byłoby tylko lokalne), ale nie przypuszczam, by tak mogło być w przypadku sześcianu. Jednak w pełni tego nie zbadałem.

Jeśli takich tylko lokalnych minimów nie ma i w rozpatrywanych położeniach znajdujemy minima absolutne, to widzimy, że położenie 2 nigdy nie bywa stabilne. Dla małych gęstości (do 225 kg/m^3) stabilne jest położenie 1, potem aż do 775 kg/m^3 położenie 3 i powyżej znowu położenie 1. Brawo Centralna Komisja Egzaminacyjna, dla podanej w zadaniu gęstości rzeczywiście sześcian pływa „płasko”, choć nie wygląda to tak, jak na rysunku.



Komunikat grupy Borowice w Kudowie

Informujemy ze smutkiem, że odeszła nasza koleżanka Grażyna Generowicz, nauczycielka fizyki III LO im Mikołaja Kopernika w Kaliszu. Oto co napisali po jej odejściu uczniowie:

Są odejścia, których nie rozumiemy, są wyroki, wobec których pozostajemy bezsilni i – po ludzku – bezradni.

Cierpimy, bo z niedowierzaniem i bólem przyjęliśmy wiadomość o odejściu Nieodżałowanej Pani Profesor, Wspaniałego Fizyka, Naszej Drogiej Koleżanki, Człowieka Wyjątkowego, ś.p. Grażyny Generowicz.

W swoim pięknym życiu, za krótkim życiu, pokazała nam jak łączyć zawód z pasją i marzeniami. Pomysły, plany, znakomita organizacja i wyjątkowa pracowitość – to wszystko ofiarowała nam i to zostawia w testamencie, inspirując do działania. [...] W słońcu ogrzejemy się ciepłem Twojej obecności, opromieni nas uśmiech, którego nigdy nie zapomnimy. W spadającym meteorycie dostrzeżemy iskierkę – zachętę, by kontynuować Twoje dzieła; wielkie dzieła na miarę człowieka. Dziękujemy za każdą rozmowę, wiedzę i talent.

Wdzięczni za uśmiech, ludzką wyrozumiałość i serce, tak wielkie jak galaktyka... widocznie Bóg potrzebował lekcji fizyki. [...]

