

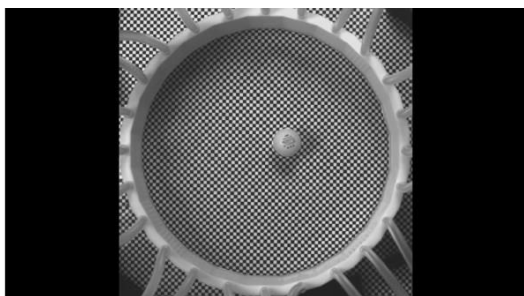


Sciencemag.cz (Czechia)

17 March 2025

English translation

Water waves can do amazing tricks



Scientists have used waves created by a ring-shaped plastic structure to make a ping-pong ball floating in a water tank rotate around its center and move in a fixed circular path. Credit: Henan University

Pavel Houser

Scientists have discovered a way to manipulate water waves, allowing them to capture and precisely move floating objects – as if they were being guided by an invisible force. The method involves generating and linking water waves that create complex surface patterns, such as twisting loops and eddies. Laboratory experiments have shown that these patterns can attract nearby floating objects, such as small foam balls the size of a grain of rice, and trap them in these patterns.

The research was carried out by an international team of scientists led by Nanyang Technological University in Singapore (NTU).

Some patterns act like tweezers or towbars, keeping floating beads in place on the water surface so they don't drift away, even in the current. Others cause the beads to rotate around their center and follow a precise circular or spiral path within the patterns. Unlike regular waves, these wave patterns remain stable even when disturbed by smaller, external waves.

The technique could be further developed, for example, to capture spilled liquids and chemicals floating on the water, making it easier to “clean up”.

The method could also be extended to guide larger floating objects and possibly even ships along a desired path on the water, even if they don't have functioning motors. Future research could also study waves even smaller than those currently being experimented with, such as at the scale of cells.

"Our results are the first step in exploring how water waves can be shaped to move objects, which has many potential applications in the future," said co-author Shen Yijie of NTU.

The water wave shaping technique was developed thanks to inspiration from Shen's previous work exploring the use of light waves to create complex structures or light patterns. That research showed that small disturbances do not simply destroy these light patterns, and can trap tiny particles such as yeast cells and metal nanoparticles. By manipulating the light waves, it was also possible to move the particles trapped in them, again by an invisible force.

During his research, Shen realized that since water and light share (and can have) a wave nature, what his team had achieved with light waves might also be possible with water waves. The researchers first conducted computer simulations and then laboratory experiments in a water tank, where they created waves using various plastic structures printed on a 3D printer and partially submerged in water. One of these plastic structures was a ring connected to 24 tubes spread around it. The tubes were connected to speakers that emitted low-frequency sounds that caused the water surface inside the ring to ripple.

The researchers placed a small floating ball made of foam polyethylene in the water tank and observed how the ball moved as the waves were created. The balls ranged in diameter from 4.8 mm to 12.7 mm. The researchers also tested a 40 mm diameter ping-pong ball.

By adjusting the size and frequency of the water waves, and changing whether some waves moved together with others, they caused the waves to interact, overlap, and merge, creating complex patterns on the water surface. These patterns captured a floating ball and were able to hold it almost still, or spin it and move it precisely along a circular or spiral path in the patterns, with a maximum deviation of 2-4 mm.

The team plans to continue working to determine whether water patterns can be created underwater, and not just on the surface, and thus move submerged objects. The technique could also be extended to investigate whether ships can be guided to a specific location or along a desired path. Researchers would have to take into account

the disruptive effects of natural sea waves, which could destroy the water patterns if these sea waves were too strong.

Since water patterns cannot be easily disrupted, future research could explore the possibility of using them for data storage (PH note: this seems more funny and spectacular than for something practically useful). The way the water in the samples swirls is also similar to how light waves and electrons can behave, suggesting that water waves could be studied as a more accessible surrogate for investigating some of the quantum phenomena observed in light waves and electrons.

Bo Wang et al, Topological water-wave structures manipulating particles, Nature (2025).

DOI: 10.1038/s41586-024-08384-y

Source: Nanyang Technological University / translated, abbreviated

PH: linguistic note, “invisible force” is commonly used, but are forces usually visible (gravity, electromagnetism...)?

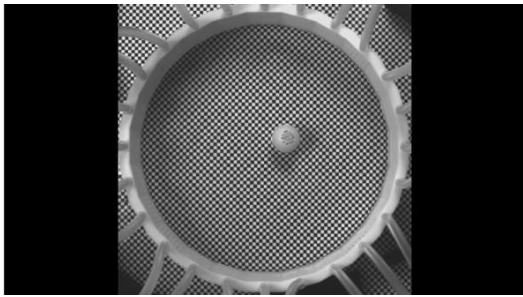
Note about the analogies of water and light, that instead of light we could study water waves: well, it reminds me a bit of the experiments where from what happens at a waterfall it is concluded that Hawking radiation from black holes really exists. I don't have much confidence in these analogies.



<https://sciencemag.cz/s-vodnimi-vlnami-lze-provadet-uzasne-triky/>

==

S vodními vlnami lze provádět úžasné triky



Vědci dokázali pomocí vln, které vytvořili pomocí plastové konstrukce ve tvaru prstence, přimět pingpongový míček plovoucí ve vodní nádrži, aby se otáčel kolem svého středu a pohyboval se po pevné kruhové dráze. Kredit: Henan University

Pavel Houser

Vědci objevili způsob, jak manipulovat s vodními vlnami, což umožňuje zachytit a přesně pohybovat plovoucími objekty – jako by je řídila neviditelná síla. Metoda spočívá v generování a spojování vodních vln, které vytvářejí složité povrchové vzory, například kroutící se smyčky a víry. Laboratorní experimenty ukázaly, že tyto obrazce mohou přitáhnout blízké plovoucí předměty, malé pěnové kuličky velikosti zrnka rýže, a uvěznit je v těchto obrazcích.

Výzkum uskutečnil mezinárodní tým vědců pod vedením Nanyang Technological University v Singapuru (NTU).

Některé vzory fungují jako pinzeta nebo vlečný paprsek, který udržuje plovoucí kuličky na místě na vodní hladině, aby neodpluly ani v proudu. Jiné způsobují, že se kuličky otáčejí kolem svého středu a pohybují se přesně po kruhové nebo spirálové dráze uvnitř obrazců. Na rozdíl od běžných vln zůstávají tyto vlnové obrazce stabilní, i když je narušují menší vnější vlny.

Techniku by bylo možné dále rozvíjet například k zachycení rozlitých kapalin a chemikálií, které se vznášejí na vodě, a usnadnit tak jejich „úklid“.

Metodu by bylo možné rozšířit i na navádění větších plovoucích objektů a případně i plavidel po požadované dráze na vodě, i když nemají funkční motory. Budoucí výzkum by mohl studovat naopak také ještě menší vlny, než jsem s nimiž se experimentovalo nyní, například v měřítku buněk.

„Naše výsledky jsou prvním krokem ve zkoumání toho, jak lze vodní vlny tvarovat k pohybu objektů, což má v budoucnu mnoho potenciálních aplikací,“ uvedl spoluautor výzkumu Shen Yijie z NTU.

Technika tvarování vodních vln byla vyvinuta díky inspiraci předchozí Shenovou prací zkoumající využití světelných vln k vytvoření komplexních struktur nebo světelných vzorů. Tento výzkum ukázal, že malé poruchy tyto světelné obrazce jen tak nezničí a mohou v nich zachytit drobné částice, jako jsou buňky kvasinek a nanočástice kovů.

Úpravou světelných vln bylo možné pohybovat i částicemi, které v nich uvízly, opět jakoby neviditelnou silou.

Během svého výzkumu si Shen uvědomil, že vzhledem k tomu, že voda i světlo mají (mohou mít) společnou vlnovou povahu, to, co se jeho týmu podařilo se světelnými vlnami, by mohlo být možné i s těmi vodními. Vědci nejprve provedli počítačové simulace a poté laboratorní experimenty ve vodní nádrži, kde vytvořili vlny pomocí různých plastových struktur vytištěných na 3D tiskárně a částečně ponořených do vody. Jednou z těchto plastových struktur byl například prstenec spojený s 24 trubičkami rozprostřenými kolem něj. Trubičky byly napojeny na reproduktory, které vydávaly nízkofrekvenční zvuky, jež způsobovaly vlnění vodní hladiny uvnitř prstence.

Vědci umístili do vodní nádrže malý plovoucí míček z pěnového polyethylenu a pozorovali, jak se míček při vzniku vln pohybuje. Použity byly kuličky o průměru od 4,8 mm do 12,7 mm. Vědci pak testovali také pingpongový míček o průměru 40 mm. Úpravou velikosti a frekvence vodních vln a změnou toho, zda se některé vlny pohybují společně s jinými, se způsobilo, že se vlny vzájemně ovlivňovaly, překrývaly a spojovaly a vytvářely na vodní hladině složité obrazce. Tyto obrazce v sobě zachytily plovoucí míček a dokázaly ho udržet téměř nehybný, nebo roztočit a pohybovat se přesně po kruhové nebo spirálové dráze v obrazcích, přičemž se od dráhy odchýlil maximálně o 2-4 mm.

Tým plánuje dále pracovat na zjištění, zda lze vodní obrazce vytvářet i pod vodou, a nikoliv jen na hladině, a pohybovat tak ponořenými předměty.

Tuto techniku by bylo možné také rozšířit a zkoumat, zda lze lodě navádět na určité místo nebo po požadované dráze. Výzkumníci by museli vzít v úvahu rušivé vlivy přírodních mořských vln, které by mohly zničit vodní obrazce, pokud by tyto mořské vlny byly příliš silné.

Protože vodní obrazce nelze snadno narušit, mohl by budoucí výzkum zkoumat možnost jejich využití k ukládání dat (poznámka PH: to mi přijde spíš vtipné a efektní než k něčemu prakticky použitelné). Způsob, jakým se voda ve vzorcích víří, je také podobný tomu, jak se mohou chovat světelné vlny a elektrony, což naznačuje, že by vodní vlny mohly být studovány jako dostupnější náhrada pro výzkum některých kvantových jevů pozorovaných u vln světla a elektronů.

Bo Wang et al, Topological water-wave structures manipulating particles, Nature (2025). DOI: 10.1038/s41586-024-08384-y

Zdroj: Nanyang Technological University / přeloženo, zkráceno

PH: lingvistická poznámka, „neviditelná síla“ se užívá běžně, ale copak jsou síly obvykle viditelné (gravitace, elektromagnetismus...)?

Poznámka o analogiích vody a světla, že bychom místo světla mohli tedy zkoumat vlnění vodní: no připomíná mi to trochu experimenty, kdy z toho, co se děje u vodopádu, se

vyvozuje, že Hawkingovo záření černých děr skutečně existuje. Přílišnou důvěru k těmto analogiím nemám.



<https://sciencemag.cz/s-vodnimi-vlnami-lze-provadet-uzasne-triky/>