

Kvantové piškvorky

Principy kvantového popisu světa:

Stav systému může být kombinací (dvou) možností, nazýváme to superpozicí. Při kvantovém měření je výsledkem jedna z těchto možností a druhá se „ztratí“, nazýváme to redukce stavu.



Pomůcky:

- hrací kameny (např. z plastových víček z lahví od mléka, papírové žetony, ...),
- hrací plán 3×3,
- hrací kostka nebo mince.

Popis aktivity:

Kvantové piškvorky jsou hra pro dva hráče, při které studenti pracují s principem superpozice a měření v kvantové fyzice. Jde o obdobu klasických piškvorek na hracím plánu 3×3, kde lze navíc umisťovat tzv. kvantové kameny, jejichž poloha je superpozicí dvou polí.

Základní pravidla jsou stejná jako v klasických piškvorkách. Hráči se střídají v umisťování kamenů na herní pole 3×3. Vyhrává ten, kdo jako první získá tři kameny v řadě – vodorovně, svisle nebo úhlopříčně.

V kvantových piškvorkách mají hráči k dispozici dva typy kamenů:

- **Klasické kameny** – Tyto kameny jsou označeny černým symbolem křížku nebo kolečka nakresleným tlustou nepřerušovanou čarou. Umísťují se na konkrétní volné pole hracího plánu.
- **Kvantové kameny** – Jeden kvantový kámen je znázorněn dvojicí víček nebo žetonů, na kterých je nakreslený symbol křížku nebo kolečka čárkovanou čarou. Protože každý hráč má dva kvantové kameny, jsou symboly nakresleny dvěma barvami, aby bylo patrné, která dvojice víček „patří k sobě“, tj. tvoří kvantový kámen. Kvantový kámen se umísťuje na dvě různá pole (musí být před umístěním obě volná) – každé víčko na jedno pole. Poloha tohoto kamene je v superpozici dvou polí, kámen má stejnou pravděpodobnost být nalezen na jednom i na druhém políčku.

O tom, na kterém poli se kámen nakonec skutečně nachází, rozhoduje po zaplnění celého hracího plánu náhoda – např. hod kostkou nebo mincí. Tento proces představuje **kvantové měření**. Pokud je na herním plánu umístěno více superponovaných kamenů, je potřeba nejprve určit, u kterého kvantového kamene měříme polohu. Měříme u každého kvantového kamene zvlášť. Víčka označující superponovaný kvantový kámen mají značku S (sudá) nebo L (lichá), aby bylo při hodu kostkou

možné určit, která z poloh bude výsledkem měření a která bude „redukována“. Po měření (hodu kostkou) se kvantový kámen nahradí klasickým kamenem s pevnou polohou (nečárkovaným víčkem) a obě čárkovaná víčka se vrací zpět do zásoby hráče. Pokud po provedení všech měření není rozhodnuto o vítězi hry, hráči pokračují v hraní.

Variace hry:

Pravidla hry lze různě obměňovat. Např. měření může být vyvoláno hráčem kdykoli v průběhu hry, nikoli po zaplnění celého pole.

Lze změnit vyhodnocení hodu kostkou tak, aby pravděpodobnost obou superponovaných poloh nebyla stejná, např. výsledkem bude žeton L, pokud padne 1 či 2; výsledkem bude žeton S při hodu 3, 4, 5 a 6.

Poznámka: Nejde o to si zahrát strategicky zajímavou hru, ale na pozadí známé hry nechat žáky prakticky využít superponovaný stav a realizovat kvantové měření, aby si uvědomili jejich vlastnosti. Je třeba žáky upozornit, že jde o kvantové vlastnosti, které u objektů našeho světa nepozorujeme, a proto je musíme modelovat – např. hodem kostkou, manipulací s víčky.

Odkazy:

Kvantové piškvorky je možné si zahrát i online, např. <https://everthemore.itch.io/tiqtaqtoe> nebo <https://tiqtaqtoe.com/> a na mnoha dalších místech (hledejte „quantum tic-tac-toe“). Některé aplikace umožňují i pokročilejší kvantové jevy jako propletené stavy (entanglované). Na druhou stranu ale vyhodnocení kvantového měření dělají za hráče (automaticky), takže ho nenutí nad tím tolik přemýšlet.