

STOJATÉ VLNĚNÍ

(metodické pokyny pro práci s aplikací)

Výukové aplikace v rámci projektu „Hrátky s fyzikou“ umožňují simulaci vybraných dějů a jevů.

Tato aplikace umožňuje vykreslit časový průběh stojatého vlnění, vzniklého interferencí přímého a odraženého vlnění na upevněném nebo volném konci. Uživatel může zadat způsob upevnění na bodové řady na levém nebo pravém konci a délku stojatého vlnění v násobcích vlnové délky. Aplikace vykresluje stojaté vlnění v oblasti, kde dojde k překrytí přímé a odražené vlny. Mimo tuto oblast vykresluje pouze vlnění dopadající, které je v aplikaci nazýváno jako vlnění přímé.

Je možné vypínat a zapínat zobrazení skládaných vlnění, výsledného vlnění a vlnové obálky, která je množinou bodů maximálních výchylek výsledného stojatého vlnění. Vlnová obálka tak přehledně zobrazuje pozici kmiten a uzlů

V časovém diagramu je možné zastavit vlnění v jakémkoliv čase a krokovat v diagramu po krocích odpovídajících 0,05násobku vlnové délky. Vykreslování lze vrátit jedním tlačítkem na začátek animace a plynule měnit rychlost vykreslování pomocí posuvníku.

Hodnoty amplitud všech vykreslovaných vlnění v závislosti na čase se zapisují do přehledné tabulky. V tabulce lze nastavit množství zobrazovaných hodnot změnou vzdálenosti, po jejímž uražení se hodnota výchylek zobrazuje. Zobrazované hodnoty lze také omezit časem od začátku vykreslování animace. Obsah tabulek lze snad zkopírovat do schránky a hodnoty zpracovat po vložení do jakéhokoliv tabulkového procesoru jako je MS Excel, Libre Office Calc nebo Gnumeric.

Aplikace má základní a pokročilou úroveň. V základní úrovni lze pracovat s již vzniklým stojatým vlněním a zkoumat jeho průběh. Ovlivnit lze způsob upevnění levého konce bodové řady. V pokročilé úrovni se uživatel seznámí s principem vzniku stojatého vlnění při odrazu na upevněném nebo volném konci bodové řady.

Doporučujeme v souvislosti se zkoumáním vlastností vlnění využít rovněž aplikaci Hrátky s fyzikou: Interference vlnění, ve které uživatel může detailněji nastavit parametry skládaných vlnění, včetně směru postupu vlnění. V této aplikaci tudíž lze nastavit interferující vlny tak, aby výsledné vlnění bylo právě stojatým vlněním. Aplikaci Interference vlnění získáte nejspíše tak, že v pravé dolní části úvodní strany aplikace kliknete na odkaz „Další fyzikální aplikace“. V seznamu aplikací stačí kliknout na vybranou aplikaci a odkaz už nasměruje na web Microsoft Store, kde je třeba kliknout na Modré tlačítko „Získat“. Zbytek instalačního procesu pak proběhne intuitivně přes systémovou aplikaci Microsoft Store.

Cíle

1. Seznámit žáky s principem vzniku a vlastnostmi stojatého vlnění a pomocí vykreslování aktuálního časového diagramu umožnit zkoumání tohoto vlnění.
2. Pracovat s počítačovou aplikací a intuitivně objevovat její funkce a možnosti.
3. Posilovat sociální interakce při práci ve skupinách a s učitelem.
4. Utvářet fyzikální obraz světa.

Klíčové kompetence

Materiály, které byly vytvořeny v rámci projektu „Hrátky s fyzikou“, přispívají k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků, zejména pak kompetencí k učení a kompetencí k řešení problémů. Klíčové kompetence jsou detailně rozepsány v dokumentu „Metodika projektu Hrátky s fyzikou“.

Pomůcky

Počítače s nainstalovanou aplikací Hrátky s fyzikou: Stojaté vlnění, dataprojektor, pracovní listy, čistý papír, kalkulačka.

Postup

1. Instalace aplikace

Aplikace funguje pouze na počítačích s operačním systémem Windows 10. Instalace se provádí přes Windows Store. Instalaci lze provést i bez přihlášení k účtu Microsoft. Do budoucna předpokládáme portable verzi.

2. Ovládání aplikace

Po spuštění aplikace si uživatel může vybrat z několika možností:

- Základní úroveň – V základní úrovni lze pracovat s již vzniklým stojatým vlněním a zkoumat jeho průběh. Ovlivnit lze způsob upevnění levého konce bodové řady. Je možné vypínat a zapínat zobrazení skládaných vlnění, výsledného vlnění a vlnové obálky, která je množinou bodů maximálních výchylek výsledného stojatého vlnění.
- Pokročilá úroveň – V pokročilé úrovni se uživatel seznámí s principem vzniku stojatého vlnění při odrazu na upevněném nebo volném konci bodové řady. Způsob upevnění v místě odrazu si může uživatel nastavit.
- Studijní text (Samostudium) – podrobné vysvětlení fyzikální podstaty a vlastností stojatého vlnění látky doplněné o otázky sloužící ke zpětné vazbě. Samostudium je vhodné pro ty, kteří se ve výuce s látkou ještě nesetkali nebo pro nestudující uživatele, které daný jev zajímá a rádi by se s ním seznámili.

Po spuštění základní obtížnosti či pokročilé obtížnosti se vykreslování vlnění samo spustí. Uživatel pouze nastavuje způsob upevnění kmitající bodové řady na levém konci (v případě verze základní) nebo na pravém konci (v případě verze pokročilé). V obou případech lze vlnění zastavovat, pouštět od začátku, zrychlovat nebo zpomalovat, krokovat v obou směrech, a také zhasínat a zobrazovat. Základní verze umožňuje zobrazit stojaté vlnění v rozmezí 0,25násobku vlnové délky až 3,25násobku vlnové délky pro lepší pochopení vlastností stojatého vlnění.

U pohybu můžeme zobrazit tabulku velikosti výchylky jako proměnné závislé na času (tabulku lze kopírovat či exportovat).

Do diagramu lze psát, zvýrazňovat nebo přikládat pravítko a úhломěr.

Samostudium je určené pro žáky střední školy a další zájemce, kteří si chtějí látku nastudovat sami. Součástí této části jsou i kontrolní otázky, které umožní ověřit pochopení látky.

3. Průběh hodiny

V úvodu hodiny seznámí učitel žáky s tématem hodiny a s jejím průběhem. Krátce vysvětlí, co je to stojaté vlnění. Stačí například takto: „Jestliže se prostředím šíří vlnění a narazí na překážku srovnatelnou s délkou jeho vlny, tak se odrazí. Přímá a odražená vlna spolu

interferují a vzniká stojaté vlnění, jehož vlastnosti budeme zkoumat za pomoci aplikace Hrátky s fyzikou: Stojaté vlnění.“

Žáky rozdělíme do skupin, ideálně po dvou žácích. Jsou možné i větší skupinky. Každá skupina bude mít k dispozici počítač s nainstalovanou aplikací Hrátky s fyzikou: Stojaté vlnění, pracovní list (základní nebo pokročilá úroveň), papír, kalkulačku a psací potřeby. Učitel může na dataprojektoru ukázat ovládání aplikace. Nicméně aplikace je na ovládání tak jednoduchá, že to není nutné.

4. Pracovní listy

Po pokynu učitele žáci začnou ve skupinách vypracovávat pracovní list dle učitelem zvolené obtížnosti. Základní verze je určená pro běžné hodiny fyziky, pokročilejší verze je určena pro fyzikální seminář. Je však na každém učiteli či škole, jakou verzi použije, protože každá škola má svůj školní vzdělávací plán a každá třída má jinou úroveň studentů.

Pracovní list - základní úroveň

Úlohy jsou zaměřeny na osvojení ovládání aplikace a zkoumání vlastností stojatého vlnění. V této úrovni žáci zkoumají, jak se chová stojaté vlnění a jaké musí být vlastnosti skládaných vlnění, aby stojatá vlna vznikla. Žáci zkoumají, které body kmitají s maximální amplitudou, které body naopak nekmitají vůbec. Seznamují se s pojmy kmitna a uzel. Zjišťují, jak závisí vzdálenost kmiten a uzlů na vlnové délce. Hledají dráhový posun, při němž je výchylka všech bodů stojatého vlnění nulová.

Pracovní list - pokročilá úroveň

V pokročilé úrovni budeme zkoumat princip vzniku stojatého vlnění a některé jeho vlastnosti. Také se žáci naučí pracovat s tabulkou hodnot.

Žáci sami přijdou na to, jak musí být vzájemně dráhově posunutá vlnění, aby vznikly kmitny a uzly. Zkoumají, s jakou fází dochází k odrazu vlnění na pevném a na volném konci bodové řady.

Žáci cca 2/3 hodiny vypracovávají pracovní listy pomocí výukové aplikace. Učitel pomáhá studentům s pracovními listy, ukazuje jim ovládání aplikace a případně pomáhá s výpočty.

Poslední 1/3 hodiny učitel se studenty projde pracovní list, ukáže řešení v aplikaci přes dataprojektor či na tabuli (včetně postupu řešení).

Následuje shrnutí hodiny.

5. Zásobník úloh a námětů do výuky

V případě, že učitel či žáci chtějí v dalších hodinách využít tuto aplikaci, je k dispozici zásobník úloh s řešením a další náměty do výuky.

Přílohy

1. pracovní list - základní úroveň
2. pracovní list - základní úroveň s řešením
3. pracovní list - pokročilá úroveň
4. pracovní list - pokročilá úroveň s řešením
5. zásobník úloh a námětů do výuky

Použité zdroje

- LEPIL, Oldřich. Mechanické vlnění. PECHO, Alojz. *Fyzika pro 2. ročník gymnázií: mechanické kmitání a vlnění*. Praha: SPN, 1991, 39 - 49. Učebnice pro střední školy. ISBN 80-04-25971-5.
- Rubens Tube. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021 [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Rubens'_tube
- Rubens Tube. *Youtube.com* [online]. 2017 [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=LSRFs8DzgAA&t=84s>
- Jak se z postupné vlny tvoří stojatá. *Wikipedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021 [cit. 2022-01-22]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transient_to_standing_wave.gif#/media/Soubor:Transient_to_standing_wave.gif