

CYKLICKÉ DĚJE

(metodické pokyny pro práci s aplikací)

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

Tato aplikace umožňuje vykreslit izotermický, izochorický, izobarický a adiabatický děj v ideálním plynu. Vykreslování se v základní úrovni děje za pomoci animací, které běží synchronizovaně s vykreslováním p-V diagramu. Animace je interaktivní a lze ji tedy zastavovat a spouštět, posunovat do kteréhokoliv místa, maximalizovat na celou obrazovku, promítat pomocí externího zobrazovacího zařízení, a také lze měnit poměr stran v závislosti na použitém PC.

Hodnoty stavových veličin, práce, tepla a vnitřní energie všech vykreslovaných jevů v závislosti na čase se zapisují do přehledné tabulky. Obsah tabulek lze snadno 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 zkoumat jednotlivé animace a jejich p-V diagramy. V pokročilé úrovni se uživatel seznámí blíže s matematickým aparátem, potřebným k popisu dějů v ideálním plynu, a s principem Stirlingova motoru.

Cíle

1. Seznámit žáky s principem cyklických dějů a dějů v ideálním plynu a pomocí vykreslování p-V diagramu umožnit zkoumání těchto jevů.
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 kompetence k učení a kompetence k řešení problémů. Klíčové kompetence jsou detailně rozepsány v dokumentu „Metodika projektu Hrátky s fyzikou“.

Pomůcky

Počítače s nainstalovanou aplikací Hrátky s fyzikou: Cyklické děje, 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, do budoucna předpokládáme portable verzi. Instalaci lze provést i bez přihlášení k účtu Microsoft.

2. Ovládání aplikace

Po spuštění aplikace si uživatel může vybrat z několika možností:

- Základní úroveň – K ovládání animací používáme panel pod animací. První tlačítko slouží ke spuštění a zastavení animace. Posuvníkem můžeme animaci nastavit na libovolné místo a v klidu prozkoumat, jak souvisí pozice červeného bodu v diagramu s aktuálním stavem plynu zobrazeným v animaci. Ostatní tlačítka slouží



- po řadě k volbě rychlosti animace, k zobrazení animace s různým poměrem stran, k vysílání animace pomocí dalšího zařízení a k zobrazení v celoobrazovkovém režimu.
- Pokročilá úroveň – V pokročilé úrovni můžeme u jednotlivých dějů pomocí tlačítka „Nastavit parametry“ zadat vstupní parametry děje a aplikace v závislosti na zvoleném ději spočítá další veličiny. Těmito veličinami jsou práce, teplo, vnitřní energie, zdvihový objem, termodynamická teplota, tlak a u Stirlingova motoru termická účinnost. Do tabulky aplikace exportuje hodnoty stavových veličin, kterými jsou termodynamická teplota T , objem V a tlak p . V tabulce rovněž najdeme práci, teplo a změnu vnitřní energie při daném ději. Údaje z tabulky je možné kopírovat a vložit do jiné aplikace (například tabulkového procesoru) k dalšímu zpracování.
 - Studijní text (Samostudium) – podrobné vysvětlení stavové rovnice a problematiky dějů v ideálním plynu, Poissonovy konstanty, práce v ideálním plynu za konstantního a proměnného tlaku, pojmu cyklický děj, prvního a druhého termodynamického zákona a vysvětlení principu Stirlingova motoru. 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 úrovně se uživateli objeví přehled dějů v ideálním plynu a Stirlingův motor. Uživatel si vybere, kterou interaktivní animaci chce spustit, a tu pak může studovat spolu se synchronizovaně běžícím vykreslováním děje v p - V diagramu. Animaci lze zastavovat, pouštět od začátku, zrychlovat nebo zpomalovat, krokovat v obou směrech.

V pokročilé úrovni si uživatel nejprve nastaví vstupní parametry jednotlivých dějů, načež aplikace provede vykreslení p - V diagramu vybraného děje a spočítá další fyzikální veličiny jako je práce, teplo, vnitřní energie a v případě Stirlingova motoru také termická účinnost.

V případě pokročilé úrovně můžeme zobrazit tabulku hodnot, kterou lze kopírovat či údaje exportovat do jiné aplikace k dalšímu zpracování.

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 ideální plyn, popřípadě Carnotův cyklus.

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: Cyklické děje, pracovní list (základní nebo pokročilé úrovně), 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 vyhotovovat 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 ovládní aplikace a zkoumání vlastností dějů v ideálním plynu za pomoci interaktivních animací. V základní úrovni se uživatel seznámí s jednotlivými ději v ideálním plynu pomocí interaktivních animací doplněných p - V diagramy. V p - V diagramu na vodorovnou osu vynášíme objem V a na svislou osu tlak p .

Pracovní list - pokročilá úroveň

V pokročilé úrovni budeme zkoumat jednotlivé děje více z matematického hlediska. Žáci se seznámí se zákony pro děje v ideálním plynu a s činností Stirlingova motoru jako cyklicky pracujícího stroje. 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 koci bodové řady.

Žáci cca 2/3 hodiny vyhotovují pracovní listy pomocí výukové aplikace. Učitel pomáhá studentům s pracovními listy, ukazuje jim ovládní 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 s postupem 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 úlohy 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

- BARTUŠKA, Karel a Emanuel SVOBODA. Molekulová fyzika a termika pro gymnázia. Praha: Polygrafia, 1993, s. 83–121. ISBN 80-85204-22-3.
- GIBSON, Marc A.; POSTON, David I.; MCCLURE, Patrick a kol. Kilopower Reactor Using Stirling Technology (KRUSTY) Nuclear Ground Test Results and Lessons Learned [online]. [cit. 10.2.2022]. Dostupný na WWW: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20180007389/downloads/20180007389.pdf>
- MACHÁČEK, Jan. STIRLINGŮV TERMODYNAMICKÝ CYKLUS [online]. [cit. 10.2.2022]. Dostupný na WWW: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=20337. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Ing. JAN GREGOR, CSc.

