Výukové programy jsou jednoduché spustitelné soubory, které se nemusí instalovat, ani nepotřebují žádné zvláštní doplňky. Běží na všech verzích Windows. Lze je tedy spustit například z flash disku, popřípadě z CD. Je možné, dokonce vhodné, aby si je studenti mohli vyzkoušet doma a tak efektivněji porozumět dané látce. Pomáhají především v partiích látky, kde je třeba zobrazit dynamicky proměnná schémata, čímž se kvalitně nahrazují statické obrazy používané při kresbě na tabuli nebo při prezentacích.

Obsah:

PROGRAM SINUS	2
PROGRAM KRYSTALY	3
Вгоwnův ронув	3
DIFÚZE	4
Krystaly 1	4
Krystaly 2	6
PROGRAM OPTIKA – ZOBRAZENÍ ČOČKOU	7
PROGRAM ZRYCHLENÝ POHYB	9
PROGRAM VLNY1	11
PROGRAM VODIVOST	13

Program Sinus

Slouží pro výuku definice funkce sinus pomocí jednotkové kružnice. K základnímu ovládání slouží kurzorové šipky doleva a doprava, kterými měníme úhel. Nejpoužívanější úhly lze nastavit přímo pomocí předvolených tlačítek ve spodní části okna. V základním nastavení se žádná forma grafu nezobrazuje. Důvodem je nutnost zobrazit co nejméně informací najednou a postupně je při výuce zapínat. K tomu slouží tři zaškrtávací políčka:



zobrazit sinus – Zaškrtnutím tohoto políčka zobrazíme, nebo skryjeme sinusoidu.

- kreslit stopu Zaškrtnutím tohoto políčka se při změně úhlu kreslí graf funkce sinus. Dalším vypnutím kresba grafu přestane, nicméně se nemaže předchozí stopa.
- smazat stopu tlačítko, kterým mažeme již nakreslenou stopu grafu funkce
- **Zobrazit síť** zobrazuje síť čar, která má 4 osy: 0,5 pro 30°; $\frac{\sqrt{2}}{2}$ pro 45°; $\frac{\sqrt{3}}{2}$ pro 60° a 1 pro 90°.

Program Krystaly

Slouží pro výklad částicové struktury látky. Sestává se ze 4 samostatných programů. Jejich volbu provádíme v hlavním okně:

🗥 Struktura látky		
Struktura látky	Jaroslav Šmahel, 2008	
Budeme-li nějakou látku dělit na menší a menší díly, musíme jednou dojít do bodu, kdy nám zbydou nejmenší, již		
dále nedělitelné částečky. Touto úvahou se zabývali již ve starém Řecku někteří filozofové, jako byl například		
Anaxagoras, Leukippos, nebo Demokritos. Ten dal těmto částicím i dodnes používaný název - "nedělitelný", neboli		
atomos. Vlivem Aristotela ale tato představa musela ustoupit a dostala se do popředí zájmu až s rozvojem chemie		
v 17. století. Prvními nepřímé důkazy postupně nahrazovaly přímější a jednoznačnější, jako byl například Proustův		
zákon o stálých slučovacích poměrech, nebo Brownův pohyb.		
Následující programy slouží pro doplnění představy o struktuře látky. Mají pomoci si představit nejznámější důkazy		
o částicové struktuře, kterými je Brownův pohyb a Difúze. V obou těchto programech je naprogramován náhodný		
tepelný pohyb části v závislosti na teplotě.		
V programech "Krystaly 1" a "Krystaly 2" je vedle náhodného tepelného	200	
pohybu naprogramáno i působení mezimolekulových sil, jak je vidět na grafu	-	
v programu Krystaly1. Je možné sledovat, jak se chovají jednotlivé atomy,		
když mezi nimi působí mezimolekulové síly. V programu "Krystaly 1"		
je možné pozorovat vznik krystalu. V programu " Krystaly 2" je pak vidět		
stejné chování atomů ve větším souboru. V obou těchto programech je		
opět vždy možné měnit teplotu a v programu Krystaly 2 navíc i velikost		
Brownův pohyb mřížkové konstanty.		
Difúze		
Krystaly 1 Brownův mikroskop		
Krystaly 2 Takovýmto mikroskopem pozroval poprvé Brownův pohyb		
X Konec		

Brownův pohyb

Tento program slouží k zobrazení náhodného pohybu částic. Simuluje pohled do mikroskopu. Částic je celkem 10 a jejich pohyb je zcela náhodný. Po vstupu do programu se nejprve zobrazí úvodní okno s krátkým přehledem. Pokračovat můžeme dál stiskem tlačítka "spustit", popřípadě se lze vrátit do hlavního menu tlačítkem "konec".

Pokračujeme-li dále, zobrazí se nám vlastní okno programu. Částice jsou náhodně rozmístněny, ale nepohybují se. Tepelný pohyb spustíme tlačítkem **"start"**. Pohyb lze opět zastavit stiskem stejného tlačítka, jehož nápis se mezitím změnil na **"stop"**.

Rychlost náhodného tepelného pohybu částic lze měnit posuvným jezdcem ve stupnici od 1 do 10.

Tlačítkem "generování" znovu zcela náhodně rozmístíme částice.

Náhodný pohyb je nastaven tak, že částice o sobě "neví" a navzájem na sebe nepůsobí. Tlačítkem **"menu"** ukončíme program Brownův pohyb a opět se vracíme do hlavního okna programu.

Difúze

Tento program má stejný základ jako program Brownův pohyb. Liší se jen tím, že částic je

500 a jsou obarvené: částice vlevo od poloviny okna (ta je vyznačena přerušovanou úsečkou) jsou označeny červeně, částice vpravo jsou modré. Jejich pohyb je opět zcela náhodný a jednotlivé částice na sebe niiak nepůsobí. Ostatní tlačítka mají stejnou funkci jako programu Brownův pohyb.

sledovat Lze postupné promíchávání částic a to tím rychleji, čím větší teplotu nastavíme.



Tímto programem lze simulovat pojem entropie. Ačkoliv částice nemají vliv jedna na druhou, s časem se rozmísťují tak, aby se co nejvíce promíchávaly. Přestože je nic nenutí, nikdy se nenaskládají tak, jako byly ve výchozí pozici. Lze velmi dobře použít pro výklad 2. věty termodynamické.

Krystaly 1

Tento program v sobě stále nese stejný generátor náhodného pohybu částic, jaký byl v předchozích dvou programech. Ale navíc se od předchozích programů liší tím, že jednotlivé částice již na sebe působí mezimolekulovými silami. Jejich průběh je dán grafem, který najdeme v úvodním okně programu – viz obr.:

Pokud se v programu částice k sobě přiblíží blíže, než je mřížková konstanta a, vzájemné silové působení je odpudivé a to tím více, čím jsou si částice blíž. Pokud se od sebe vzdálí více, vzájemné působení je přitažlivé. Pro určitou vzdálenost mají vzájemné přitažlivé síly



maximum, pro větší vzdálenost přitažlivost sil dále klesá.

Aby v programu nedošlo k rozptýlení částic, stěny okna programu působí na částice odpudivou silou s podobným průběhem, jako částice mezi sebou.

Program také simuluje určitou ztrátu kinetické energie částic, která v reálné látce nastává v důsledku částečně nepružných srážek mezi částicemi.

Ovládání je tedy v podstatě shodné, jako u programu Difúze. V okně je možno vidět 8 částic, které jsou náhodně rozmístěny v okně. Po stisknutí tlačítka **"start"** se spouští jak náhodný tepelný pohyb, tak i vzájemné mezimolekulové síly. Začínáme s teplotou na úrovni 1. Ať je původní nastavení jakékoliv, mezimolekulové síly vždy vytvoří pravidelnou strukturu:



Vyplatí se pomocí tlačítka "generování" zkusit více počátečních pozic. Někdy to i chvíli trvá, nežli se ustanoví pravidelná struktura, neboli látka zkrystalizuje.

Pokud budeme zvyšovat teplotu, bude růst kinetická energie částic a při teplotě asi 10 – 11, dojde k rozpadu struktury, látka zkapalní. Částice již neudrží pravidelný tvar, neudrží se ve svých polohách. Nicméně ještě se úplně nerozlétnou od sebe.

Až při teplotě 15 se částice již neudrží ani v určité blízkosti a rozlétnou se od sebe, látka se změní v plyn.

Při dalším snížení teploty na 5 – 10 dojde ke zkapalnění. Částice se drží opět při sobě, ale ještě nevytvoří pravidelnou strukturu. Při snížení teploty pod 5 se již začne objevovat pevná struktura, látka zkrystalizuje.

Doporučuji používat tento program před programem Krystaly 2.

Krystaly 2

Tento program se chová stejně jako program Krystaly 1. Liší se pouze počtem částic. Zde jich je 180. Navíc je zde možné měnit i mřížkovou konstantu. Jinak je ovládání stejné. Podobně i zde můžeme pozorovat změnu skupenství. Pouze soubor částic je větší, proto je možné pozorovat krystalickou strukturu, její vznik a zánik ve větším měřítku:



Program Optika – Zobrazení čočkou

Slouží pro demonstraci geometrické konstrukce tří význačných paprsků na spojné a rozptylné čočce.

Při spuštění je z didaktických důvodů zobrazen pouze předmět (červená šipka), schematické označení čočky a ohniska. Obraz, jednotlivé paprsky i základní informace se zapínají postupně. Důvodem je, aby na promítaném obrazu studenti

neměli příliš mnoho informací najednou.

V horní liště jsou 3 posuvníky, kterými můžeme měnit velikost zobrazovaného předmětu, jeho polohu a polohy ohnisek. V této části je také možné přepínačem **Info** zobrazit základní informace:

Hodnoty **a**, **a**` udávají polohy předmětu a obrazu. Hodnota **f** určuje polohu ohniska. Hodnoty udávají vzdálenosti v pixelech měřeno od středu čočky. Hodnota **Z** udává zvětšení. Program dodržuje standardní znaménkovou konvenci.



V dolní části obrazovky jsou tři přepínače, kterými lze

zobrazit, nebo skrýt jednotlivé paprsky ze tří význačných paprsků. Jejich jména jsou barevná a korespondují s barvou paprsku.

Čáry paprsků jsou tří druhů: plné čáry ukazují skutečný chod paprsku. Přerušované čáry zobrazují myšlené prodloužení paprsků při vzniku neskutečného obrazu. Čerchované čáry jsou pomocné při konstrukci chodu paprsku v určitých případech, kdy je to nutné:



Přepínačem **Zobrazit obraz** lze skrýt, nebo zobrazit obraz předmětu (modrá šipka). Tlačítkem **Rozptylka** přepínáme do zobrazení rozptylkou.



Program rozptylka deaktivuje okno se spojkou a zobrazí nové okno s rozptylkou, přičemž to původní zůstává pod ním. Při návratu zpět do spojky se tedy zachovává poslední nastavení Posunutím oken lze zobrazit obě okna:



Program Zrychlený pohyb

Slouží jako grafická pomůcka pro odvození vztahu pro rovnoměrně zrychlený pohyb s nulovou i nenulovou počáteční rychlostí. Známý vztah není samozřejmě v prvním ročníku odvozován pomocí dvojité integrace konstantního zrychlení. Standardně se používá grafická metoda pomocí obsahu trojúhelníka v grafu závislosti **v** na **t**.

Na původní obrazovce můžeme vidět graf závislosti rychlosti na čase v případě, že rychlost je konstantní. Po stisku tlačítka se zobrazí vztah **s=v·t**. Uražená dráha je tedy rovna obsahu obdélníka v grafu **v=v(t)**. Ten reprezentuje modrá plocha:



Zrychlený pohyb můžeme považovat za řadu po sobě jdoucích pohybů s konstantní rychlostí, kde dochází k postupnému nárůstu rychlostí. Toho docílíme posunem jezdce vpravo dole:



Uražená dráha je opět rovna obsahu modrých obdélníků. Pokud zvětšujeme zjemnění (jezdec dovoluje rozdělení úseku až na 200 obdélníků) dojdeme až k představě, že dráha rovnoměrně zrychleného pohybu je rovna obsahu trojúhelníka, který je vyjádřen vztahem:

$$s = \frac{1}{2}v \cdot t$$



Stejným způsobem lze odvodit i vztah pro dráhu rovnoměrně zrychleného pohybu s nenulovou počáteční rychlostí. K tomuto obrázku se dostaneme stiskem tlačítka "Nenulová počáteční rychlost":



Dráha je opět rovna obsahu modré plochy, kterou lze složit z obsahu obdélníka a trojúhelníka:

$$s = \frac{1}{2}(v_2 - v_1) \cdot t + v_1 \cdot t = \frac{1}{2}\Delta v \cdot t + v_1 \cdot t$$

Program vlny1

Program Vlny1 zobrazuje sčítání dvou vln v nejrůznějších situacích. Umí zobrazovat součet vln, které jsou v pohybu proti sobě i rovnoběžně, umí u každé vlny měnit základní parametry apod. Je vhodný pro výuku interference, vzniku rázů, stojatého vlnění apod.

Základní ovládací parametry najdeme v horní a dolní části obrazovky. V horní části jsou dvě pole po třech jezdcích, kterými ovládáme vlastnosti dvou vstupujících vln: **Amplituda, Vlnová délka, Fáze.**



Modrá a zelená vlna jsou ty, které se sčítají. Výsledkem jejich součtu je červená vlna. Způsob jejich zobrazování najdeme v dolní části obrazovky.

Zaškrtávacími políčky: Vlna 1, Vlna 2 a Výsledná vlna dané vlny zobrazíme, nebo skryjeme. Polem Sloučit vlny měníme to, zda se zobrazují vlny na jedné, dvou, nebo třech vodorovných osách:



Zbývající ovládací prvky slouží k řízení pohybu vln. Jejich pohyb spustíme jezdci v panelu **Rychlost vlnění: Vlna 1 a Vlna 2.** Pokud je nastavena rychlost na hodnotu **0**, vlny se nepohybují.

Změnou jejich rychlosti se dají zelená a modrá vlna do pohybu. Přepínači na panelu "Směr pohybu vln" měníme, zda vlny běží rovnoběžně nebo proti sobě.

Tlačítkem **Stop** jejich pohyb zastavíme a jeho opětovným stiskem opět spustíme. Pokud je jejich pohyb dočasně takto zastaven, můžeme řídit jejich posun vpřed a vzad o 1 pixel pomocí tlačítek **Rev** a **Fw**.

Typické příklady:

Rázy

Nastavíme-li hodnoty na vlnovou délku u obou horních jezdců na blízké hodnoty a spustíme-li jejich pohyb změnou rychlosti, můžeme pozorovat vznik rázů. Na obrázku je příklad vlnových délek 38 a 43:



Stojaté vlnění:

Dalším typickým příkladem je stojaté vlnění, které vznikne, pokud pustíme proti sobě obě vlny, které mají nastaveny základní parametry na stejnou hodnotu.

Jistě vás napadne celá řada dalších možností, které lze takto zobrazit.

Program vodivost

Program slouží k demonstraci pohybu volných elektronů (červené kuličky) v atomové mřížce (modré kuličky). Zároveň je přizpůsoben k výkladu podstaty veličiny **napětí** a **proud**. Atomy i elektrony konají neustálý náhodný kmitavý pohyb. U elektronů lze jeho velikost z didaktických důvodů měnit posuvníkem v horní části okna. Skutečná rychlost náhodného pohybu elektronů je mnohonásobně vyšší než posuvná rychlost elektronů v elektrickém poli, které je vodiči. Zde je samozřejmě rychlost náhodného pohybu elektronů velmi snížena.

Napětí se vloží nastavením nenulové hodnoty voltů na posuvníku v levém horním rohu. Až potom dojde k pohybu elektronů směrem od mínus v pravé části programu k plus v levé části.

Elektrony se samozřejmě od sebe odpuzují Coulombovskou silou.

Rychlost jejich pohybu je samozřejmě dána velikostí nastavených voltů. Žáci mohou sledovat, jak elektrony narážejí do atomů a posouvají se směrem k plusu. Pohyb lze zastavit tlačítkem **Stop**. Tlačítkem **Generování** lze elektrony znovu náhodně rozmístit.



Ve spodní části lze měřit počet elektronů, které procházejí daným levým koncem obrazovky. Zobrazuje se jak počet prošlých elektronů, tak uběhlý čas. Současně se zobrazuje i jejich poměr, jakožto počet prošlých elektronů za sekundu. Toto slouží k výkladu veličiny **proud**.

Díky jednoduchosti modelu programu (například srážky s atomy jsou nepružné) a díky malému počtu elektronů, program nedodržuje Ohmův zákon.