

Autor: **RNDr. Jiří Kocourek**

Licence: Freeware pouze pro osobní potřebu. Použití ve výuce je podmíněno uhrazením ročního předplatného příslušnou školou. Po uhrazení předplatného mohou všichni žáci i učitelé používat veškerý software E-učitel bez omezení pro výuku či samostudium. Objednávka předplatného a všechny ostatní informace jsou na webu www.eucitel.cz. Pro použití jakýchkoli částí pro jiné účely (publikační, komerční atd.) je nutný výslovný souhlas autora; kontakt: info@eucitel.cz.

1. Základní informace

Veškeré aplikace lze spustit všude tam, kde je nainstalován MS Office 2000 a vyšší. Může je používat jak učitel při hodině (a to jak výkladové, tak procvičovací), tak žák při řešení problémů nebo samostudiu. Pro využití přímo ve výuce je nejvhodnější propojit vaše PC s dataprojektorem.

Pro správnou funkci všech programů je nutno mít nastavenou takovou úroveň zabezpečení, která povoluje používat makra. Pokud vám váš MS Excel hlásí, že používání maker je zakázáno, nastavte si nižší úroveň zabezpečení (Nástroje – Makro – Zabezpečení). Jestliže se nastavení nezdaří, patrně nemáte dostatečná oprávnění. V tom případě kontaktuje někoho, kdo se k vašemu počítači nebo síti dokáže přihlásit jako administrátor, aby nastavení provedl on, případně aby prověřil, že makra neobsahují viry.

2. Instalace

Aplikace nainstalujete velice snadno pouhým zkopírováním do libovolného adresáře. Soubory nejsou příliš velké, doporučuji proto uložit si zvlášť původní podobu souborů a pracovat s kopiemi uloženými pod jiným názvem nebo do jiného adresáře. Snadno se totiž může stát, že nechtěně změníte soubor tak, že se již nedokážete vrátit k původnímu nastavení. V tom případě změněný soubor snadno nahradíte záložní kopií původního souboru.

3. Seznámení s prostředím, první spuštění

Sešity MS Excel tohoto modulu dokáží simulovat jevy, které jsou obsahem tématu „Mechanické kmitání a vlnění“ v učivu fyziky pro gymnázia. Lze je však možno využít i na jiných typech středních škol či na ZŠ. V deseti samostatných aplikacích jsou zpracována následující témata: Mechanický harmonický oscilátor, složené kmitání, tlumené kmity; vznik a šíření mechanického vlnění příčného i podélného, interference vlnění, odraz vlnění na volném i pevném konci, vznik stojatého vlnění, stojaté vlnění struny.

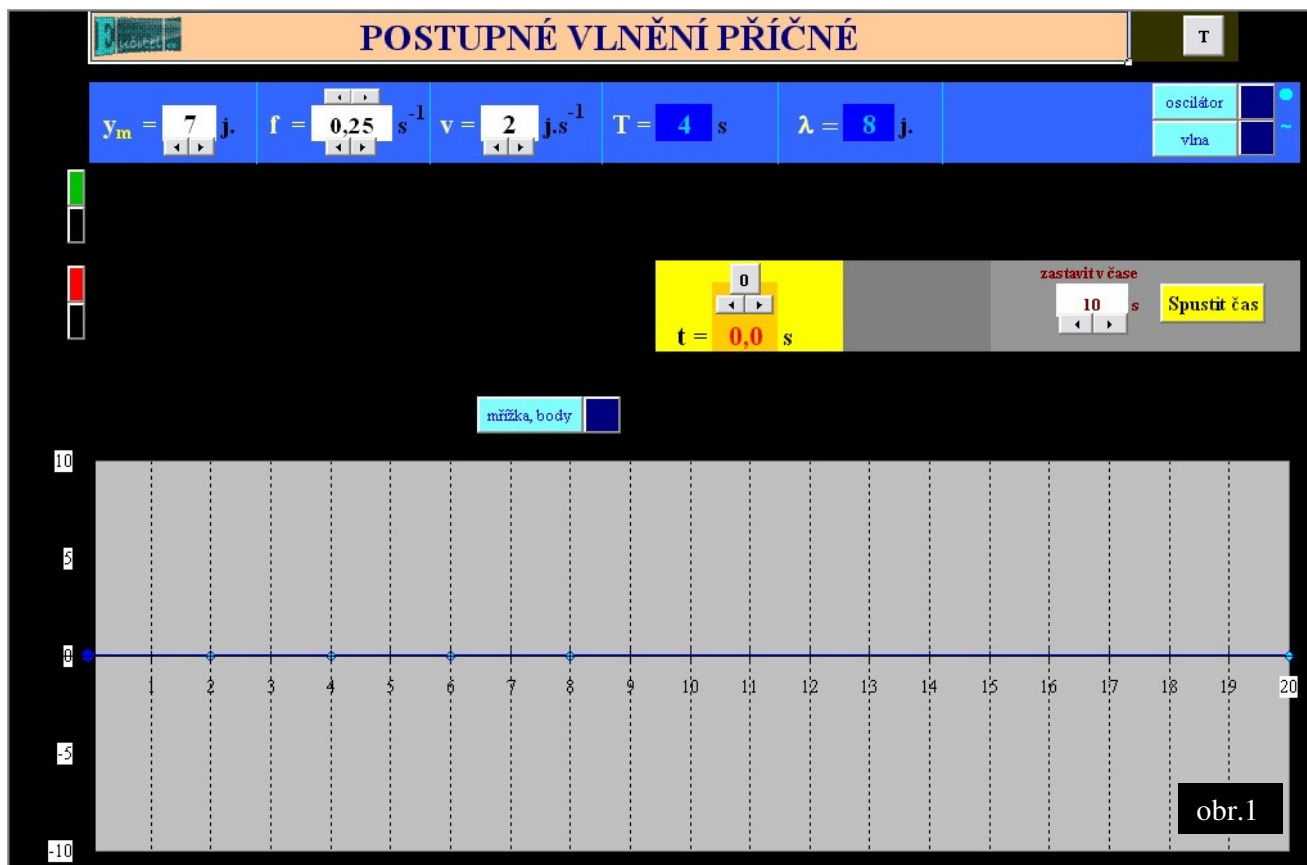
Základní obrazovka je ve všech případech téměř stejná, jako příklad uvádím obrazovku aplikace „Postupné vlnění příčné“. Při prvním spuštění by měla obrazovka vypadat asi jako na obr.1.

Všechny aplikace modulu „Kmitání a vlnění“ mají v sobě zabudovanou funkci „běh času“ a vypadají proto velmi realisticky. Čas je zaznamenáván v oranžovém poli zhruba uprostřed obrazovky. Aby čas zobrazovaný souhlasil s časem skutečným, je nutno při prvním spuštění provést (u každé z deseti aplikací) synchronizaci časové základny. To provedeme tak, že stiskneme žluté tlačítko „spustit čas“ a počkáme, až simulace proběhne.

Poznámka: Při synchronizaci může „čas“ běžet zřetelně pomaleji nebo rychleji než ve skutečnosti, proto doporučuji toto první spuštění provést dříve, než program použijete ve výuce.

Nyní aplikace zjistila rychlost vašeho počítače a tuto informaci si uložila. Při příštím spuštění už bude odpovídat čas na obrazovce času, který skutečně uběhl. Doporučuji v tuto

chvíli soubor uložit. Při instalaci souboru na jiný počítač je nutno časovou základnu znovu synchronizovat.



obr. 1

4. Základní ovládání

Některé ovládací prvky jsou společné všem aplikacím z tohoto modulu. Je to především žlutý a šedý obdélník vpravo uprostřed. Ten slouží pro nastavení a ovládání času. Pokud chceme příslušný proces sledovat v reálném čase, provedeme následující kroky: Do bílého políčka „zastavit v čase“ zadáme přímo nebo pomocí šipek čas v sekundách, v němž má simulace skončit. Stiskem tlačítka „0“ nad ukazatelem času vynulujeme „stopky“ a stiskneme žluté tlačítko „Spustit čas“. Děj probíhá, oscilátor se pohybuje, vykresluje se graf nebo vidíme postupovat vlnu.

Poznámka: Programovací jazyk „Visual basic pro MS Excel“ bohužel neumožňuje zastavit běh makra nějakým rozumným procesem (např. stiskem tlačítka atd.). Jediný způsob, jak můžete makro přerušit (pokud si např. uvědomíte, že jste zadali hodnoty jinak, než jste chtěli), je současný stisk kláves „Ctrl-Break“. V tomto případě se však objeví nepříjemný šedý obdélník a příkaz je ještě nutno dokončit stiskem tlačítka „End“. Doporučuji proto nenastavovat zbytečně dlouhé intervaly, abyste nemuseli čekat, až makro proběhne, pokud vám nastavené parametry z nějakého důvodu nevyhovují.

Chceme-li sledovat jednotlivé fáze děje, můžeme měnit čas o velmi malou hodnotu pomocí šipek umístěných nad „stopkami“. Čas v tomto případě neběží, můžeme jej libovolně posouvat dopředu i dozadu. Tyto šipky mohou také sloužit pro nastavení počátečního času, pokud nechcete začínat od $t = 0$. **POZOR!** V žádném případě nekládejte časový údaj přímo do buňky, narušili byste tím propojení se systémovým časem a stopky už by nefungovaly. Pokud to omylem uděláte, propojení se obnoví stiskem nulovacího tlačítka.

Dalším společným prvkem jsou barevné lišty v horní části obrazovky. Ve všech aplikacích je modrá lišta, v některých i zelená a červená. Na těchto lištách můžeme v bílých polích měnit vstupní parametry: amplitudu a frekvenci kmitů oscilátoru, rychlost šíření vlnění, případně fázový či dráhový rozdíl. Hodnoty můžeme zadávat buď přímo do buněk

nebo pomocí šipek. Ostatní hodnoty (v tmavých polích) jsou buď dopočítávány a nelze je proto měnit přímo (pouze prostřednictvím změny hodnot v bílých polích), nebo jsou nastaveny tak, že se jejich změna nedoporučuje. Na modré a zelené liště jsou parametry dvou nezávislých oscilátorů (resp. vln), červená pak patří oscilátoru (vlně), který je složením modrého a zeleného kmitání (vlnění). Barvě lišt odpovídá samozřejmě barva oscilátoru, časového diagramu či vlny. Délkové jednotky jsou označeny „j.“, protože skutečné rozměry jsou závislé na použitém monitoru či projektoru.

Dvojice tlačítek světlé a tmavé barvy vedle sebe, případně barevné a černé tlačítko, mají vždy význam „Zobrazit – skrýt“ nějaký objekt. Stav (zobrazeno - skryto) je někdy signalizován značkou vedle tlačítka.



Pokud je v pravém horním rohu šedé tlačítko „T“, pak se jeho stiskem dostaneme na textovou stránku se základními vztahy a vysvětlením významu jednotlivých veličin. Zpět na stránku s grafem se dostaneme stiskem tlačítka „G“.

5. Možnosti jednotlivých sešitů

Harmonický oscilátor

Modrý kruh vlevo dole koná po spuštění času harmonický kmitavý pohyb. Jeho amplitudu a frekvenci můžeme měnit zadáním hodnot do příslušných buněk nebo pomocí šipek (frekvenci lze měnit hrubě – dolní šipky a jemně – horní šipky). V grafu se vykresluje závislost okamžité výchylky na čase, narůstající světle modrá úsečka ukazuje plynoucí čas. Graf lze skrýt. Sešit obsahuje textovou část.

Složené kmitání

Kromě možností předchozího sešitu lze zobrazit ještě jeden harmonický oscilátor (zelený) a navíc i složení obou harmonických pohybů (červený kruh). Zelený a modrý oscilátor mohou být vůči sobě fázově posunuty (tlačítko nad buňkou pro fázový posuv vynuluje hodnotu buňky). Všechny oscilátory i grafy lze nezávisle zobrazovat a skrývat, navíc lze rovněž skrýt celou oblast grafu. Sešit obsahuje textovou část.

Tlumené kmity

Zobrazí jeden tlumeně kmitající oscilátor. Zadat lze i koeficient útlumu. Jinak je sešit obdobný jako „Harmonický oscilátor“.

Postupné vlnění příčné

Pracuje ve dvou režimech:

1. Jedna vlna (v tomto režimu se aplikace spustí poprvé):

Zobrazí jedno postupné příčné vlnění šířící se v řadě bodů zleva doprava. Můžeme zadat (přímo nebo šipkami) amplitudu, frekvenci a rychlost šíření vlnění. Můžeme nezávisle zobrazit a skrýt oscilátor vyvolávající vlnění i samotnou vlnu. Navíc je možno v zobrazované oblasti zobrazit či skrýt orientační mřížku a několik význačných bodů v různé vzdálenosti od zdroje vlnění.

2. Dvě vlny (s možností zobrazení interference obou vlnění):

Stiskem zeleného (případně i červeného) tlačítka v levé horní části obrazovky se zobrazí další lišty v příslušné barvě. Zelené vlně můžeme nezávisle přiřadit amplitudu, frekvenci a dráhový rozdíl mezi modrou a zelenou vlnou (rychlost šíření se předpokládá stejná, neboť je dána vlastnostmi prostředí, v němž se vlna šíří). Červená vlna je součtem (interferencí) obou vlnění. Všechny vlny i oscilátory můžeme nezávisle skrývat či zobrazovat.

Sešit obsahuje textovou část.

Postupné vlnění podélné

Tento sešit zobrazí postupné podélné vlnění šířící se v řadě bodů zleva doprava. Vzhledem k poměrně náročným požadavkům na přesnost nastavení parametrů (aby celkový dojem působil věrohodně) nedoporučuji žádnou vstupní hodnotu měnit. Tato aplikace má pouze ukázat, co to vlastně podélné vlnění je, neboť je téměř nemožné se s ním setkat v praxi. Ze statických obrázků, byť obšírně okomentovaných, tuto představu při nejlepší vůli získat nelze. Sešit neobsahuje textovou část.

Odraz vlnění na pevném konci

Zobrazí jednu (příčnou) vlnu postupující v řadě bodů zleva doprava a odrážející se na pevném konci zpět (pevný bod na konci je zvýrazněn). Je možno měnit amplitudu a rychlost šíření vlnění. POZOR! Vzhledem ke způsobu výpočtu parametrů odražené vlny rozhodně neměňte frekvenci; vypočítá se automaticky tak, aby simulace proběhla správně. Sešit neobsahuje textovou část.

Odraz vlnění na volném konci

Zobrazí jednu (příčnou) vlnu postupující v řadě bodů zleva doprava a odrážející se na volném konci zpět (volný bod na konci je zvýrazněn). Je možno měnit amplitudu a rychlost šíření vlnění (frekvenci ne). Sešit neobsahuje textovou část.

Vznik stojatého vlnění po odrazu na pevném konci

Jde vlastně o zvláštní případ interference (modré a zelené vlny), přičemž zelená vlna je vlna odražená od pevného konce řady bodů, k němuž dorazila původní (modrá) vlna. Červená vlna je součtem obou vlnění. Všechny vlny lze nezávisle zobrazovat a skrývat, můžeme měnit amplitudu a rychlost šíření (ne frekvenci). Pokud chceme sledovat jednotlivé časové úseky zvlášť, můžeme kromě obvyklých krokovacích šipek nad časovým údajem využít i užitečného tlačítka „>“ pod ním. Toto tlačítko nastaví čas na okamžik odrazu. Sešit neobsahuje textovou část.

Vznik stojatého vlnění po odrazu na volném konci

Kromě rozdílu patrného již z názvu je tato aplikace zcela analogická předchozímu sešitu.

Stojaté vlnění - struna

Zobrazuje příčné stojaté vlnění v řadě bodů, které jsou na obou koncích upevněny. Můžeme zadávat amplitudu a rychlost šíření vlnění. Frekvence tím může nabývat pouze diskrétních hodnot (k - násobků základní frekvence), z nichž vybíráme pomocí zadávání hodnot celočíselného koeficientu k . Můžeme (obdobně jako v sešitu „Postupné vlnění“) zadat dvě nezávislá vlnění a zobrazit i jejich součet. Můžeme zobrazit či skrýt orientační mřížku a několik význačných bodů, které nám pomohou v různých případech objasnit pojmy „kmitna“ a „uzel“. Sešit obsahuje textovou část.

Poznámka: Pokud nepoužijete šipky, můžete zadat i necelou hodnotu koeficientu k . Graf se sice bude vykreslovat, ale nebude odpovídat stojatému vlnění struny.

6. Tipy a nápady

Porovnejte odraz na volném a pevném konci.

Zadejte v obou aplikacích přesně stejné vstupní parametry (např. můžete ponechat přednastavené hodnoty) a po proběhnutí simulace v obou aplikacích zobrazte obě najednou ve zmenšeném okně. Na první pohled je vidět, že vlnění mají opačnou fázi.

Zkuste některé hodnoty vstupních parametrů, které dávají opravdu pěkné výsledky.

Než přijdete sami na zajímavé volby parametrů, můžete vyzkoušet např.:

Postupné vlnění příčné – interference:

a) interference:

$$\text{modrá vlna: } y_m = 5 \text{ j.}, f = 0,25 \text{ s}^{-1}, v = 2 \text{ j.} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{zelená vlna: } y_{m2} = 5 \text{ j.}, f_2 = 0,375 \text{ s}^{-1}, \Delta = 0 \text{ j.}$$

zastavit v čase 10s ; skrýt mřížku a body

b) rázy:

$$\text{modrá vlna: } y_m = 5 \text{ j.}, f = 1,125 \text{ s}^{-1}, v = 2 \text{ j.} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{zelená vlna: } y_{m2} = 5 \text{ j.}, f_2 = 1 \text{ s}^{-1}, \Delta = 0 \text{ j.}$$

zastavit v čase 13s ; skrýt mřížku a body

c) interferenční maxima a minima:

$$\text{modrá vlna: } y_m = 5 \text{ j.}, f = 0,5 \text{ s}^{-1}, v = 2 \text{ j.} \cdot \text{s}^{-1}$$

zelená vlna: $y_{m2} = 5 \text{ j.}$, $f_2 = 0,5 \text{ s}^{-1}$, $\Delta = 0 \text{ j.}$

skrýt mřížku a body

zastavit v čase 10s – po proběhnutí simulace měňte Δ postupně na 0,25; 0,5; 0,75; 1 λ a nechte probíhat jednotlivé simulace, případně čas ponechejte nastaven na 10s a sledujte změny grafu

Stojaté vlnění – struna:

nastavte *modrá vlna:* $y_m = 6 \text{ j.}$, $v = 10 \text{ j.s}^{-1}$

zelená vlna: $y_{m2} = 1 \text{ j.}$,

zastavit v čase 10s, skryjte modrou a zelenou, zobrazte pouze červený součet, dále volte různé kombinace k a k_2 , např.: 1-2 ; 1-3 ; 1-4 ; 2-3 ; 3-6 atd.

Sledujte komplikované a překvapivě zajímavé (nicméně skutečně možné) pohyby struny.

7. Možné problémy a jejich řešení

Není vidět celá obrazovka nebo je naopak vidět i „nevhledné“ okolí základní obrazovky

V každém případě před začátkem práce zvolte Zobrazit – Celá obrazovka. Pokud se vám zobrazení stále nelíbí, máte asi monitor nastaven na nižší nebo vyšší rozlišení než je obvyklá hodnota 1024x768. Změňte rozlišení monitoru nebo zvolte přímo v Excelu: Zobrazit – Lupa a nastavte vhodné zmenšení či zvětšení v procentech.

Najednou se objevilo něco zcela jiného než základní obrazovka, případně je obrazovka posunutá

Asi jste se nechtěně dostali do pomocné části sešitu, která není určena k zobrazování. Zkuste stisknout Ctrl-Home. Pokud to nepomohlo, stiskněte Ctrl-PgUp a potom Ctrl-Home. Pokud by to stále nepomohlo, doporučuji aplikaci zavřít (neukládat!) a znovu otevřít.

Při stisku tlačítka se objeví šedý obdélník s anglickou hláškou (většinou obsahuje slovo „error“ a tlačítka „End – Debug – Help“) a běh makra se zastaví

Pravděpodobně byla nestandardně pozměněna hodnota některých buněk, nebo jste právě objevili nějakou chybu v programu, kterou se dosud nepodařilo odladit. Doporučuji nic nezkoušet, ukončit běh makra tlačítkem „End“, sešit uzavřít (neukládat!) a znovu otevřít fungující verzi. Pokud se tato situace při nějaké operaci opakuje, budu rád, když mě o tom budete informovat. Pokusím se problém odstranit.

Po stisku tlačítka „Spustit čas“ běží simulace vždy jen jednu sekundu

Asi jste zapoměli vynulovat stopky. Pokud je čas na stopkách roven času, kdy má simulace skončit, je délka simulace automaticky nastavena na 1s.

Při stisku tlačítka se neprovede očekávaná akce a tlačítko se pouze ohraničí rámečkem se čtverečky

Máte nastavenou vysokou úroveň zabezpečení a zakázaná makra. Přestože vás Excel bude varovat, že povolení maker je riskantní, doporučuji makra povolit. Bez maker jsou tyto aplikace prakticky nepoužitelné. Nevěříte-li mému ujištění, že makra v mých sešitech neobsahují viry, doporučuji ještě před prvním spuštěním každou aplikaci zkontrolovat antivirovým programem, kterému důvěřujete, a potom provést nastavení popsané v 1.kapitole tohoto manuálu.

Od jisté doby se některá aplikace chová jinak než je popsáno v manuálu

Pravděpodobně jste nechtěně narušili nějaký vzorec nebo propojení. Doporučuji chybu nehledat a „pokažený“ sešit prostě smazat a nahradit sešitem originálním, který jste si buď uložili do jiného adresáře nebo si jej můžete znovu stáhnout ze stránek www.eucitel.cz.

Přeji hodně úspěchů při práci s mými programy a těším se na každý váš námět či připomínku (info@eucitel.cz).

J. Kocourek