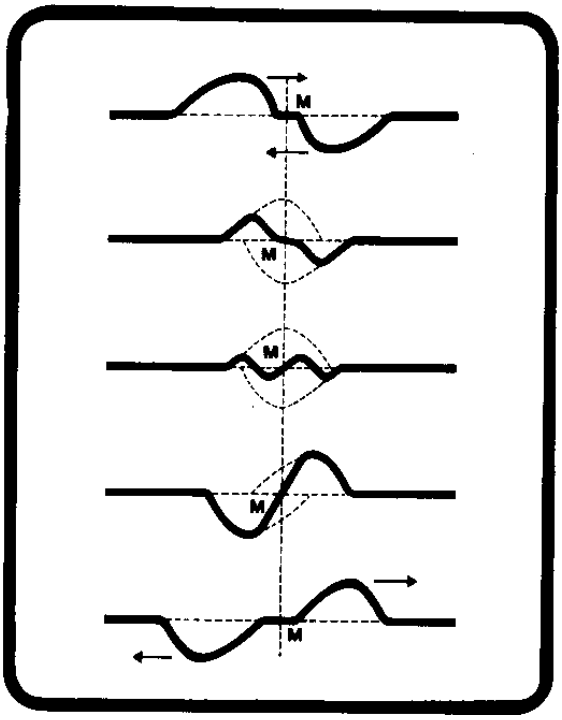
KUFŘÍK ŠÍŘENÍ VLN

419.0100

CONATEX
UČEBNÍ POMŮCKY

ŠÍŘENÍ VZRUCHU NA PROVAZE (1.1)

POMŮCKY



Dlouhý provaz (4 m až 5 m)
Vlákno (2 m)

CÍL

Studovat šíření vzruchu na provaze.

POSTUP

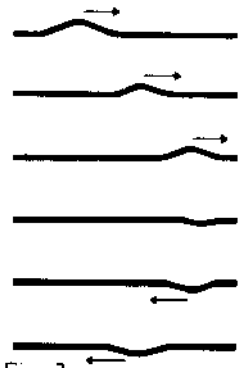
I. Dva žáci drží na koncích dlouhý provaz tak, aby byl dostatečně napnutý. Jeden z nich trhne provazem doprava (kolmo na směr provazu) a ihned vrátí ruku do původní polohy. Druhou ruku použije jako zarážku.

Na provaze se vytvoří izolovaná půlvlna, kterou můžeme nazývat deformace, rozruch nebo signál. Tento rozruch se šíří provazem od jednoho konce k druhému a přitom má stále stejný tvar. Jeho rychlost je tím větší, čím více je provaz napnutý.

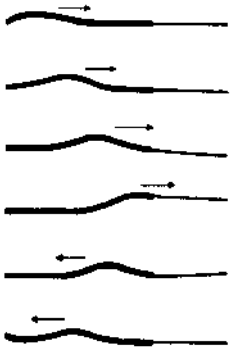
II. Vytvoří-li rozruch oba žáci, budou se rozruchy šířit opačným směrem, setkají se v bodě *M* a budou se šířit dále, aniž by byly jeden druhým ovlivněny (co do tvaru i co do rychlosti). Tato zvláštnost je typická pro všechny vlny. Abychom pochopili, jak je to možné, nakreslíme několik po sobě následujících poloh obou rozruchů během setkání. Přidáme odpovídající měřítko na svislé ose a dostaneme vzhled provazu v jednotlivých okamžicích (obrázek 1), protože pohyb každého bodu provazu je dán složením nezávislých pohybů obou rozruchů.

III. Již v předchozích pokusech jste pozorovali odraz rozruchu. Aby byl konec provazu dobře upevněn, je dobré ho přivázat k nějakému pevnému tělesu, například ke stojanu tabule. Druhým koncem rychle a silně trhněte v příčném směru. Rozruch se šíří směrem k pevnému konci a tam se odráží. V tomto případě si všimněte, že pokud se rozruch způsobený rukou šíří vlevo od provazu, odražený rozruch se šíří vpravo od něj - má opačnou fázi (obrázek 2).

IV. Zopakujte předchozí pokus s tím, že druhý konec provazu nepřivážete k tabuli, ale k vláknu po délce dvou až třech metrů, jehož druhý konec přivážete ke stolu. Tento konec je považován za volný a může se pohybovat. Rozruch se na něm rovněž odráží, ale vrací se zpět po stejné straně provazu jako rozruch vyvolaný rukou - má stejnou fázi (obrázek 3).



Obr. 2



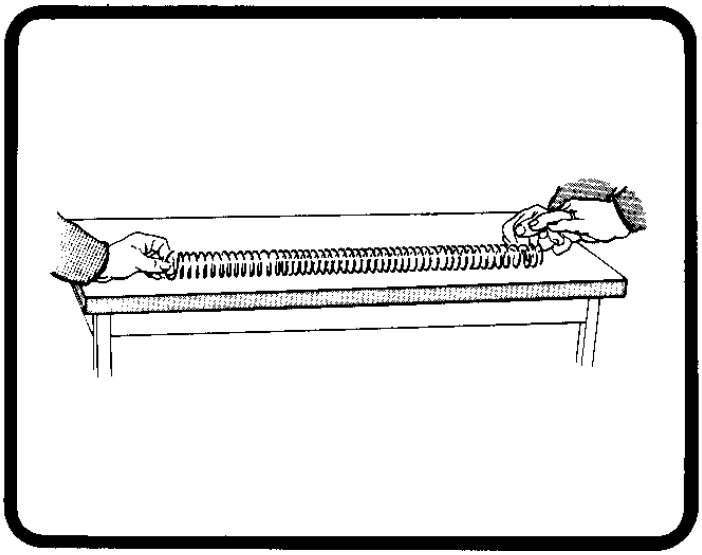
Obr. 3

DŮSLEDKY A NÁVRHY

Studujte tyto jevy s vlnami v nádržce s vodou.

ŠÍŘENÍ PODÉLNÝCH VLN NA PRUŽINĚ. ODRAZ (1.2)

POMŮCKY



Čelist s tyčkou
Pružina 40 mm ∅
Svorka pro přichycení ke stolu

CÍL

Pozorovat šíření a odraz podélných vln na pružině.

POSTUP

Dva žáci drží konce vhodně napnuté pružiny. Jeden z nich trhne ve směru pružiny. Pozorujete, že v pružině se šíří rozruch (deformace, signál), jehož rychlost závisí na vlastnostech prostředí, ve kterém se šíří (pružiny).

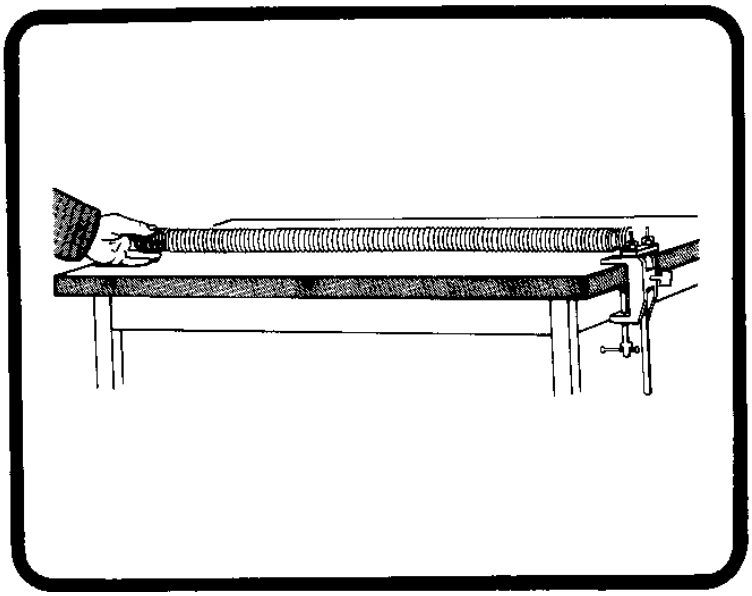
Pokud oba žáci vytvoří rozruch na obou koncích současně, šíří se tyto v opačných směrech a kříží se, aniž by se vzájemně ovlivňovaly co do tvaru nebo do rychlosti.

Přidržte jeden konec pružiny tak, jak je nakresleno na obrázku, a na druhém konci vytvořte podélný rozruch.

Pozorujte, že rozruch se šíří směrem k pevnému konci a na něm se odráží.

ŠÍŘENÍ PŘÍČNÝCH VLN V PRUŽINĚ. ODRAZ (1.3)

POMŮCKY



Čelist s tyčkou
Pružina ∅ 40 mm
Svorka pro připevnění ke stolu

CÍL

Pozorujte šíření a odraz příčných vln na pružině.

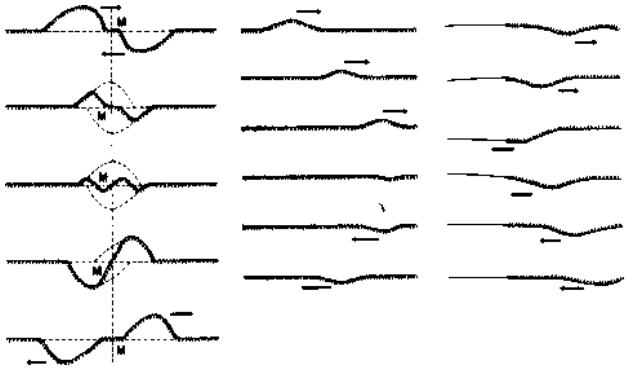
POSTUP

Dva žáci drží na koncích pružinu tak, aby byla dostatečně napnutá. Jeden z nich trhne pružinou doprava (kolmo na směr pružiny) a ihned vrátí ruku do původní polohy. Druhou ruku použije jako zarážku.

Na pružině se vytvoří izolovaná půlvlna, kterou můžeme nazývat deformace, rozruch nebo signál. Tento rozruch se šíří pružinou od jednoho konce k druhému a přitom má stále stejný tvar. Jeho rychlost je tím větší, čím více je pružina natažená. Natáhněte pružinu více a ověřte to.

Obecně lze říci, že rychlost šíření vlny závisí na elastických vlastnostech prostředí, ve kterém se vlna šíří.

Vytvoří-li rozruch oba žáci, budou se rozruchy šířit opačným směrem, setkají se v bodě *M* a budou se šířit dále, aniž by byly jeden druhým ovlivněny (co do tvaru i co do rychlosti). Tato zvláštnost je typická pro všechny vlny. Abychom pochopili, jak je to možné, nakreslíme několik po sobě následujících poloh obou rozruchů během setkání. Přidáme odpovídající měřítko na svislé ose a dostaneme vzhled pružiny v jednotlivých okamžicích (obrázek 1), protože pohyb každého bodu pružiny je dán složením nezávislých pohybů obou rozruchů.



Obr 1 Obr. 2 Obr. 3

Upevněte jeden konec pružiny do čelisti tak, jak je nakresleno na obrázku. Druhým koncem rychle a silně trhněte v příčném směru. Rozruch se šíří směrem k pevnému konci a tam se odráží. V tomto případě si všimněte, že pokud se rozruch způsobený rukou šíří vlevo od pružiny, odražený rozruch se šíří vpravo od ní - má opačnou fázi.

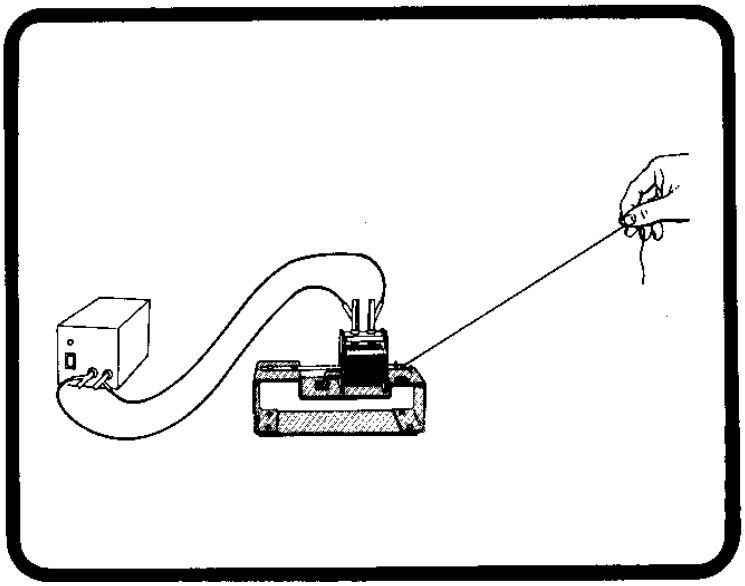
Zopakujte předchozí pokus s tím, že druhý konec pružiny neupevníte do čelisti, ale k vláknu po délce dvou až třech metrů, jehož druhý konec přivážete ke stolu. Tento konec je považován za volný a může se pohybovat. Rozruch se na něm rovněž odráží, ale vrací se zpět po stejné straně provazu jako rozruch vyvolaný rukou - má stejnou fázi (obrázek 3).

Obecně vysvětlujeme odraz na pevném konci takto: odraz nastane, „jako kdyby“ rozruch šířící se podél pružiny potkal na konci pružiny jiný virtuální rozruch s opačnou fází přicházející z opačného směru z myšleného prodloužení pružiny. Tyto dva rozruchy se setkají, ten, který byl skutečný se stane virtuálním, virtuální skutečným a oba pokračují dále. Konec pružiny tak zůstane nehybný (obrázek 2).

Odraz na volném konci pružiny se vysvětluje obdobně. Skutečný i virtuální signál se šíří proti sobě, ale po stejné straně pružiny. Konec pružiny tedy kmitne s velkou amplitudou, což jsme skutečně pozorovali.
V obou případech pružina získává energii, kterou jsme jí dodali kmitem ruky. Tato energie se zachovává a vrací se k nám v odraženém rozruchu.

RYCHLOST PŘÍČNÝCH VLN NA PROVAZE (1.4)

POMŮCKY



Gumové vlákno
Chronovibrátor
Vlákno
Třiceticentimetrové pravítko

CÍL

Pozorovat, že rychlost šíření vlny po provaze závisí na pružnosti provazu

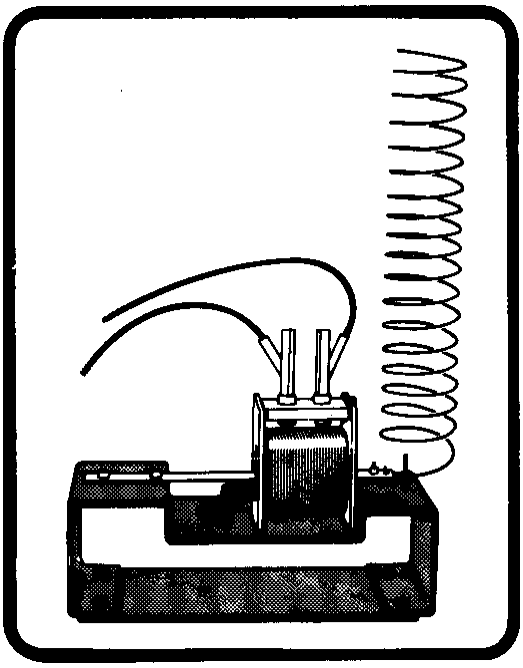
POSTUP

Sestavte pokus podle obrázku. Gumové vlákno připevněte k chronovibrátoru. K volnému konci gumy přivažte nylonové vlákno. Zapněte chronovibrátor a udržujte soustavu guma – vlákno napnutou.

Pozorujte, že pro jisté polohy ruky se na obou vláknech tvoří stacionární vlny. Změřte vlnovou délku pro obě vlákna.

STACIONÁRNÍ PODÉLNÉ VLNY NA PRUŽINĚ (1.5.)

POMŮCKY



Základna stojanu
Spojovací vodič 1000 R (2)
Chronovibrátor
Napájecí zdroj
Pružina 40 mm ∅
Spojovací díl se dvěma šrouby
Svorka na byretu
Tyč stojanu se závitem

CÍL

Vytvořit stacionární podélné vlny na pružině, pozorovat je a nakonec porovnat se stacionárními příčnými vlnami.

TEORIE

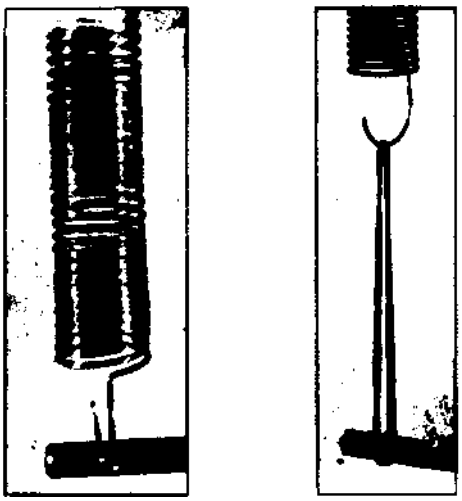
Vytvoří-li se v pružném prostředí stacionární podélné vlny, vytvoří se posloupnost uzlů a kmiten. Mezi dvěma uzly je vzdálenost $\lambda/2$ a mezi uzlem a sousední kmitnou je vzdálenost $\lambda/4$.

Je-li jeden konec pevný, vytvoří se na něm vždy uzel, protože částice jsou v tom místě pevně vázány a nemohou kmitat. Celková délka prostředí je dána :

$$L = (2K + 1)\frac{\lambda}{4}$$

POSTUP

1. Sestavte pokus podle obrázku, abyste dostali uzly a kmitny na pružině, jejíž jeden konec je pevný (viz detail 1). Natáhněte pružinu tak, aby její vlastní frekvence byla stejná jako síťová frekvence. Pozorujte rozložení uzlů a kmiten na spodním konci, abyste dostali maximální amplitudu kmitů pružiny.



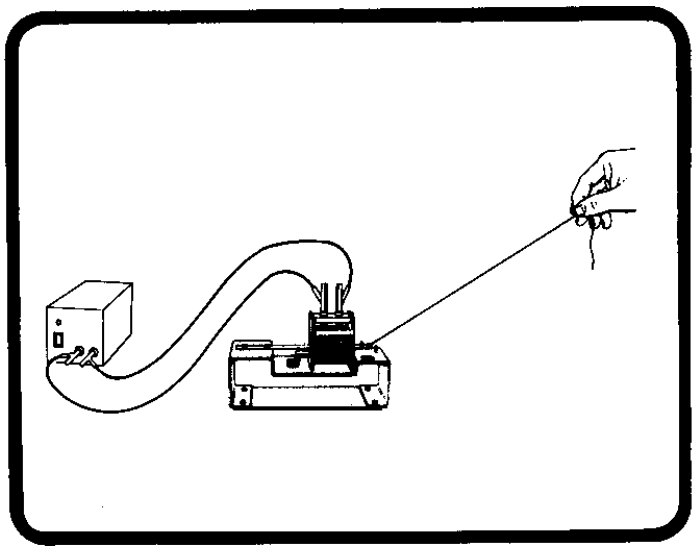
2. Zopakujte pokus s tím, že upevníte spodní konec tak, jak je nakresleno na detailu 2. Dostanete tak pružinu s jedním volným koncem. K upevnění pružiny doporučujeme použít gumičku toho druhu, jaké se používají v papírnictví. Natáhněte ji tak, aby se objevily kmitny a uzly. Pozorujte nyní kmitny a uzly u volného konce (spodního) a porovnejte pak s předchozím případem.

DŮSLEDKY A NÁVRHY

Závity, ve kterých jsou uzly, jsou v klidu, což můžete ověřit tím, že se jich dotknete prsty.

PŘÍČNÉ STACIONÁRNÍ VLNY NA PROVAZU (1.6)

POMŮCKY



Spojovací vodič 1000 R (2)
Gumový provaz
Chronovibrátor
Napájecí zdroj
Vlákno

CÍL

Zavést pojem příčných stacionárních vln.

TEORIE

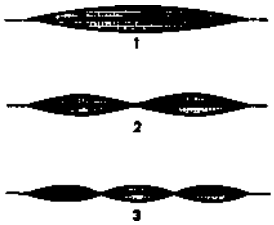
Předpokládejme, že máme provaz nebo pružinu, které jsou nekonečně dlouhé nebo přinejmenším velmi dlouhé. Pokud trhneme koncem doprava a hned nato doleva, vytvoří se vlna, která bude mít přibližně sinusový tvar a která se šíří podél provazu či pružiny. Při jistém konstantním napětí je rychlost šíření vlny stálá pro každý provaz či pružinu. Pokud je tato rychlost například 4m/s a pohyb ruky, která vytváří vlnu, trvá jednu sekundu, je vlna čtyři metry dlouhá. Pokud pohyb ruky trvá jen půl sekundy, je délka vlny dva metry atd.

Kmitáme-li rukou nepřetržitě a stále stejně, vytvoří se posloupnost vln, která postupuje podél provazu. Nazývá se postupná vlna.

Nekonečně dlouhé provazy či pružiny ovšem neexistují a postupná vlna tak vždy dojde na konec, kde se odráží. Odražená vlna má stejnou či opačnou fázi podle toho, zda se jedná o konec volný nebo pevný. Složením vln šířících se tam a zpět vzniknou stacionární vlny. Říká se jim tak proto, že se pružina nebo provaz pohybují zvláštním způsobem a není vidět nic, co by se pohybovalo od jednoho konce ke druhému. Můžeme jen pozorovat, že některé body kmitají s velkou amplitudou, zatímco jiné se téměř nebo vůbec nepohybují. Prvním bodům se říká *kmitny*, těm druhým *uzly*.

POSTUP

1. Pro pozorování těchto vln použijte provaz, který budou držet na koncích ve vzduchu dva žáci. Jeden z nich ponechá ruku v klidu (například přitlačenou ke stolu), zatímco druhý bude rukou kmitat ve vhodném rvtmu. Je snadné najít frekvenci kmitání, při které se vytvoří stacionární vlny.



Je-li frekvence malá, vytvoří se jen jedna půlvlna s uzly na koncích a kmitnou ve středu. Pokud zvyšujte frekvenci kmitání, jsou vlny kratší a vzhled provazu je takový, jako na obrázcích 2 a 3.

2. Je možné provést jednoduchý pokus v uspořádání zachyceném na obrázku. Provaz připevněte k destičce chronovibrátoru tak, aby mohl kmitat v rezonanci se střídavým proudem, a natáhněte ho rukou.

V závislosti na napětí se na provaze tvoří stacionární vlny s různým počtem uzlů a kmiten a s různou délkou.

CONATEX – DIDACTIC UČEBNÍ POMŮCKY s.r.o. – Velvarská 31 – 160 00 Praha 6
Tel.: 224 310 671 – **Tel./Fax:** 224 310 676
Email: **conatex@conatex.cz** – http: **www.conatex.cz**