

DUM č. 8 v sadě

10. Fy-1 Učební materiály do fyziky pro 2. ročník gymnázia

Autor: Vojtěch Beneš

Datum: 22.04.2014

Ročník: 1. ročník

Anotace DUMu: Dokument je souborem cvičení z fyziky pokrývající témata mechanické vlnění a zvuk. Je určen k samostatné domácí přípravě žáků.

Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mechanické vlnění, zvuk – cvičení

Metodické pokyny

Dokument je souborem cvičení z fyziky pokrývající témata mechanické vlnění a zvuk. Je určen k samostatné domácí přípravě žáků.

Určeno pro 2. ročník čtyřletého gymnaziálního studia.

Tato sada příkladů navazuje na soubor věnovaný mechanickému kmitání. Samostatnému počítání příkladů by měl předcházet výklad v hodině doplněný experimenty a vzorově řešenými příklady. Sadu příkladů lze taktéž použít během teoretických cvičení, pokud jsou v rozvrhu zařazena, přičemž po krátkém úvodním přehledu žáci počítají samostatně, učitel pomáhá těm, kteří jsou v nesnázích.

Jedná se o výběr cvičení, které autor považuje za základ, který by měl dobrý student zvládnout. Cvičení byla vybrána tak, aby co nejlépe doplňovala autorův výklad v hodinách. Cvičení vytvořil autor samostatně, kromě příkladů 6 a 7 ze sekce Zvuk, které byly převzaty z programu VTZP.

Autor usiloval o to, aby byla jednotlivá cvičení správně seřazena, totiž od lehčího k těžšímu, a aby zvládnutý problém v jednom cvičení byl pokud možno použit a rozšířen v některém z následujících. Je třeba poznamenat, že v současné době existuje několik velmi obsáhlých sbírek příkladů, které ovšem nerespektují výše zmíněnou pedagogickou zásadu. Často také množství příkladů k dispozici (desítky v jedné kapitole) žáky od počítání odradí. Autor se snažil udělat kompromis mezi kvalitou zvládnutí učiva a časovou náročností na domácí přípravu žáků.

Mechanické vlnění – cvičení

- 1) Rozhodněte, jestli jde o podélné nebo příčné vlnění: vlnky na vodní hladině, struna na kytarě, sloupec vzduchu uvnitř flétny, lokomotiva narazivší do vagónů s pružinovými nárazníky, mexická vlna, ultrazvukové vlny při sonografickém vyšetření, seismické vlny šířící se zemskou kůrou, seismické vlny šířící se kapalným zemským jádrem, tlaková vlna ve vodě po výbuchu ponorky. [příčná = 1, 2, 5, 7; 7 může být též podélná]
- 2) K pobřeží dospěje 9 vln za minutu, přičemž vzdálenost jejich hřebenů je 5 m. Vypočítejte frekvenci a rychlost šíření mořských vln. [0,15 Hz; 0,75 m/s]
- 3) V plavebním kanále pozorujeme vlnky šířící se rychlostí 60 cm/s, přičemž vzdálenost hřebenů je čtvrt metru. Vypočítejte, kolik vln dospěje ke břehu za minutu, jsou-li vlnoplochy s břehem rovnoběžné. [144]
- 4) Postupná mechanická vlna je popsána rovnicí $y(x; t) = 0,05 \cdot \sin[2 \cdot \pi \cdot (2 \cdot t - 2,5 \cdot x)]$. Číselné hodnoty byly zadány v základních jednotkách SI. Určete periodu, vlnovou délku a rychlost šíření této vlny. Vypočítejte výchylku bodu o souřadnici $x = 1,5$ m v čase $t = 0,75$ s. Nakreslete, jak bude vlna vypadat v čase $t = 0,375$ s, tj. sestrojte graf $y = f(x)$ pro $t = 0,375$ s. [0,5 s; 0,4 m; 0,8 m/s; -0,05 m]
- 5) V bodě o souřadnici $x = 0,5$ m se skládají dvě vlny: $y_1(x; t) = 0,04 \cdot \sin[4 \cdot \pi \cdot (t - 2 \cdot x)]$ a $y_2(x; t) = 0,02 \cdot \sin[2 \cdot \pi \cdot (3 \cdot t - 4 \cdot x)]$. Na milimetrový papír narýsujte grafy $y_1 = f_1(t)$ a $y_2 = f_2(t)$ pro $x = 0,5$ m v časovém intervalu (0 s; 2 s) – obě křivky do téhož grafu. V bodě x dochází k interferenci vln. Využijte předchozí křivky a sčítáním bod po bodu sestrojte graf závislosti výsledného kmitání, tj. sestrojte graf $y_3 = y_1 + y_2 = f_3(t)$.

Zvuk

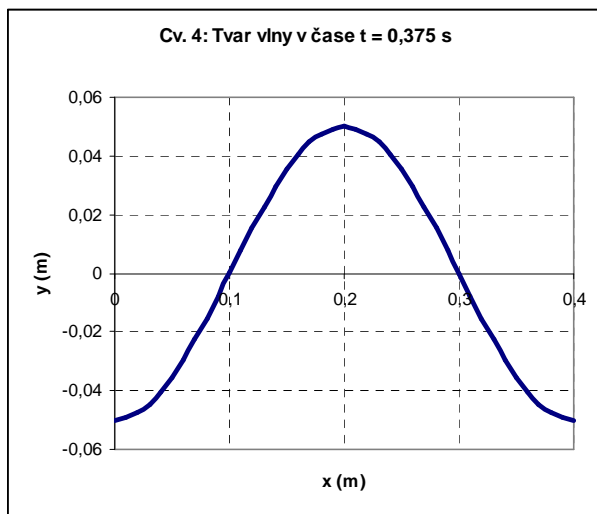
- 1) Před bouřkou má vzduch teplotu 30 °C a je dobře slyšet ozvěna. Jakou rychlostí se v něm šíří zvuk? Za jak dlouho po zavolání uslyšíme ozvěnu, stojíme-li na poli 150 m od lesa? [350 m/s; 0,86 s]
- 2) Rybářská loď vyšle ultrazvukový puls směrem ke dnu. Detektor zaregistruje dvě odražené vlny, 0,24 s a 0,80 s po vyslání. Vypočítejte, jaká je vzdálenost hejna ryb ode dna. Ultrazvuk se ve vodě šíří rychlostí 1,5 km/s. [420 m]
- 3) Zvuk, který vydá vybuchnuvší člun starosty Cattaniho, dospěje k pobřeží vzduchem o 4,0 s později nežli vodou. Jak daleko od palermského pobřeží se nacházel tento člun? Ve vzduchu se zvuk šíří rychlostí 340 m/s, ve vodě rychlostí 1500 m/s a městečko usíná... [1,76 km]
- 4) Skauti umí velmi jednoduše odhadnout, jak je bouřka daleko: jakmile uvidí blesk, začnou počítat sekundy a počítají, dokud neuslyší hrom; nakonec výsledek vydělí třemi, a tím získají vzdálenost bouřky v kilometrech. Známe-li rychlost zvuku (340 m/s) a světla ($3 \cdot 10^8$ m/s), spočítejte přesně, jak je bouřka daleko, když hrom zaburácí 15 s po záblesku. Vysvětlete, proč odhad dává správný výsledek. [5 km]
- 5) Budete-li pozorovat nadzvukové letadlo, proletí téměř přes celou oblohu, než uslyšíte jeho motory. Pro pochopení si vytvoříme jednoduchý model: dejme tomu, že stíhačka letí po přímce zleva doprava rychlostí $v = 700$ m/s ve výšce 2100 m nad zemí, rychlost zvuku je $c = 350$ m/s. Znázorněte si situaci v měřítku 1 cm = 350 m. Do tohoto obrázku budeme zakreslovat polohy letadla a kulové vlnoplochy zvuku:

- čas 0 s = bod A; čas 1 s = bod B; čas 2 s = bod C, atd.
- narýsujte kružnice se středy v bodech A a B, kam dospěl zvuk v čase 2 s (obtáhnout modrou)
- narýsujte kružnice se středy v bodech A, B a C, kam dospěl zvuk v čase 3 s (černou)
- narýsujte kružnice se středy v bodech A, B, C a D, kam dospěl zvuk v čase 4 s (červenou)

Z předchozí konstrukce vyplývá, že místa, kam v daný okamžik zvuk dospěje, tvoří kužel o vrcholovém úhlu $\beta = 2\alpha$. Odvoďte vztah mezi rychlostí letadla v , rychlostí zvuku c a úhlem α . [$\sin\alpha = c/v$]

- 6) Stíhačka proletí ve výšce 1500 m nad hlavou pozorovatele. Má rychlost 600 m/s a pohybuje se po přímce. Vypočítejte, jakou vzdálenost od tohoto okamžiku urazí, než pozorovatel na zemi uslyší rachot jejích motorů. Rychlost zvuku je 340 m/s. [$\alpha = 34,5^\circ$; 2,18 km]
- 7) Netopýr se pohybuje směrem k překážce rychlostí 10 m/s. Ultrazvukový signál, který vyslal směrem dopředu, se k němu po odrazu vrátil za 0,15 s (od jeho vyslání). Jaká doba t_1 zbyla netopýrovi, aby se překážce vyhnul? Rychlost šíření zvuku je 340 m/s. [2,48 s]
- 8) Lokomotiva „Bardotka“ projíždí nechráněný přejezd rychlostí $v = 72$ km/h a přitom troubí. Vydává tak tón o výšce $f_0 = 200$ Hz. Jaká bude frekvence tónu, kterou slyší pozorovatel ve vlaku f_1 , pozorovatel před přejezdem f_2 (od něhož se vlak vzdaluje) a pozorovatel stojící za přejezdem f_3 (ke kterému se lokomotiva blíží)? Rychlost zvuku je $c = 340$ m/s. [Dopplerův jev; $f_0 = f_1 = 200$ Hz, $f_{2,3} = f_0 / \left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$, $f_2 = 189$ Hz, $f_3 = 213$ Hz]
- 9) Sloupec vzduchu uvnitř flétny má délku 30,0 cm. Jakou bude mít frekvenci tón vydávaný flétnou, je-li teplota vzduchu 10°C ? Předpokládáme, že uvnitř flétny vzniká základní mód stojatého vlnění se kmitnami na obou koncích. [563,2 Hz]
- 10) O kolik se změní ladění (frekvence) flétny z předchozího příkladu, když se hráč rozehraje a naplní flétnu vzduchem o teplotě 34°C ? O kolik milimetrů by musel prodloužit tělo flétny, aby předchozí frekvence zůstala nezměněna? [587,6 Hz; o 1,3 cm]
- 11) Vypočítejte intenzitu zvuku odpovídající hlasitosti 60 dB. Práh slyšení je $I_0 = 10^{-12}$ W/m². [10^{-6} W/m²]
- 12) O kolik se zvětší hladina intenzity zvuku v dB, jestliže intenzita zvuku vzroste desetkrát? [o 10 dB]
- 13) Pěvecký sbor o 20 členech vytváří zvuk, jehož hlasitost v hledišti je 70 dB. Jak hlasitý zvuk (v dB) vytvoří sbor o 90 členech? Pro jednoduchost předpokládejme, že všichni sboristé zpívají stejně hlasitě a vzájemně se netlumí. [76,5 dB]
- 14) Všesměrový zdroj zvuku má výkon 20 W, tj. do všech směrů vysílá rovnoměrně akustickou energii 20 J za 1 s. Jak velká energie dopadne za sekundu na 1 m² plochy vzdálené 5 m od zdroje? Jak velká energie dopadne za sekundu na ušní bubínek o velikosti 80 mm²? Jaká je hladina intenzity zvuku v tomto místě? [63,7 mW; $5,09 \cdot 10^{-6}$ W; 108 dB]

Řešení – cvičení 4:



Řešení – cvičení 5:

