

Název: Rychlost zvuku – I.

Téma: Šíření zvuku, rychlost zvuku

Úroveň: střední škola

Tematický celek: Zjevné a zprostředkované, pohled do mikrosvěta přírody

Předmět (obor): fyzika

Doporučený věk žáků: 2. ročník SŠ

Doba trvání: 5 vyučovacích hodin (2 hodiny praktická cvičení)

Specifický cíl: naučit žáky naplánovat a provést badatelskou činnost a vyhodnotit její výsledky

Seznam potřebného materiálu:

Věci pro měření:

- a) na louce: stopky, pásmo, dřevěné nebo kovové hůlky, baterka - světlomet, kolíky, dalekohled, písťalka, teploměr, tlakoměr, vlhkoměr, ...
- b) v učebně – počítač na zpracování naměřených výsledků

Učitel: nůž, sekera (na výrobu kolíků – značek), pracovní listy pro žáky

Seznam praktických (badatelských) aktivit:

Měření rychlosti zvuku na louce

Popis – stručná anotace:

Téma Rychlost zvuku se zabývá problematikou šíření zvuku, rychlostí zvuku a především měřením rychlosti zvuku. Úvodní motivační část je věnována jevu „Blesk a hrom“. První měření „na louce“ je věnováno nejjednoduššímu způsobu měření rychlosti zvuku přímou metodou. Při druhém měření v učebně (je obsahem další aktivity) se studenti budou snažit navrhnout a změřit zvuk moderními technickými prostředky, které jsou dnes běžně k dispozici. Mohou si samostatně zvolit způsob a technické prostředky. Vyzkoušet různá měření a vyrobit si jednoduchá zařízení k tomu potřebná.

Popis – jednotlivé součásti výuky

	náplň práce	čas	potřebné vybavení a pomůcky	činnost učitele	činnosti žáků
Úvod do tématu - motivace	a) Video „Blesk a hrom“ b) Beseda	1 vyuč. hodina	a) Video „Blesk a hrom“ b) Prezentace „Blesk a hrom“ c) Film o blesku	a) Promítne video b) Řídí diskuzi na téma „Blesk a hrom“	Studenti se ptají, hledají odpovědi na položené otázky, diskutují o blesku a hromu, vyhledávají potřebné informace.
Předlaboratorní příprava	Příprava na měření rychlosti zvuku „na louce“	1 vyuč. hodina	Pracovní list č. 1 PC a internet	Učitel postupuje podle pracovního listu č. 1	Pracují podle pracovního listu č. 1. Snaží se porozumět otázkám, vyhledat a formulovat odpovědi.
Praktická (badatelská) činnost	Měření rychlosti zvuku „na louce“	2 vyuč. hodiny	Pracovní list č. 2, potřebné pomůcky pro měření "na louce"	Učitel pomáhá studentům při měření rychlosti zvuku.	Žáci navrhnou postup měření, pomůcky a organizaci práce. Navzájem si pomáhají.
Vyhodnocení výsledků	Zpracování naměřených hodnot	20 min	PC – Excel, PowerPoint	Učitel moderuje vyhodnocování naměřených hodnot.	Studenti zpracovávají naměřené hodnoty a vytvářejí prezentaci.
Prezentace výsledků	Na závěr prezentace naměřených hodnot a vypočítaných hodnot; zhodnocení jednotlivých měření	20 min	PC	Učitel se ptá, pomáhá formulovat závěrečná shrnutí.	Žáci prezentují své poznatky, ke kterým došli.

Domácí úkol pro žáky: Předlaboratorní přípravu a vyhodnocení výsledků je možné zadat jako domácí práci.

Přípravy pro učitele včetně pracovních listů pro žáky

1. hodina – úvod do tématu a motivace:

a) Promítnutí videa „Blesk a hrom“ (případně filmu)

- Učitel promítne videoklip „Blesk a hrom“ (1 minuta)
- Učitel uvede téma „RYCHLOST ZVUKU“, oznámí cíl
- Co je blesk? Co je hrom? – řízená diskuze na dané téma, vyhledávání potřebných informací
- Závěrem diskuze je pozorované „zpoždění“ mezi bleskem a hromem
- Prezentace – Co je blesk? Co je hrom? Učitel promítne připravenou prezentaci.

b) Půjdeme ven – ověření „zpoždění“ mezi bleskem a hromem

- Ověříme si, zda pozorujeme „zpoždění“ mezi světlem a zvukem; vzdálenost měříme pomocí kroků (přepočítáváme na metry); světelný záblesk vytváříme baterkou (světlometem); zvukový náraz generujeme píšťalkou nebo úderem hůlek. K dorozumívání je možné použít „vysílačky do přírody“ nebo mobilní telefony.

2. hodina – příprava na měření rychlosti zvuku na louce

Práce podle pracovního listu č. 1

- Učitel rozdá studentům pracovní list č. 1.
- Studenti pracují podle pracovního listu č. 1. Mohou pracovat samostatně nebo ve skupinách. Při práci mohou používat učebnici nebo PC s internetem.
- Tuto práci je možné zadat jako domácí práci. Jejím cílem je návrh měření rychlosti zvuku na louce (viz pracovní list č. 1).

3. a 4. hodina – měření rychlosti zvuku na louce

Půjdeme ven na louku - práce podle pracovního listu č. 2

- Žáci pracují podle navrženého pracovního listu č. 2, který si sami navrhli.

Na úvod učitel zkontroluje studenty navržený pracovní list č. 2. Provede kontrolu organizace práce a případně odstraní závažné chyby (v nutném případě rozdá vlastní pracovní list č. 2).

5. hodina – zpracování naměřených výsledků, prezentace naměřených výsledků

a) Zpracování naměřených výsledků do prezentace (může být zadáno jako domácí příprava)

- Studenti připravují prezentaci naměřených výsledků
- Učitel pomáhá studentům řešit případné problémy, klade jim otázky

b) Prezentace naměřených výsledků rychlosti zvuku

- Studenti v jednotlivých skupinách prezentují naměřené výsledky a hodnotí použité metody a prostředky, přesnost měření
- Učitel klade studentům otázky; pomáhá jim v hodnocení naměřených a vypočítaných hodnot

RYCHLOST ZVUKU

Co je rychlost zvuku?

Rychlost je fyzikální veličina popisující pohyb tělesa. Rychlost vyjadřuje, jak velkou dráhu urazí těleso za jednotku času.

Rychlost zvuku je rychlost, jakou se zvukové vlny šíří prostředím.

Rychlost vypočítáme $v = s : t$.

Napiš stručnou historii měření rychlosti zvuku:

První, kdo se pokusil změřit rychlost zvuku ve vzduchu, byl františkánský mnich Marin Mersenne (1588 -1648) v 17. století. Při pokusech s kanónem naměřil rychlost $428 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (neměl stopky).

Rychlost zvuku ve vodě poprvé přesně měřili Jean-Daniel Colladon a Charles Sturm. Na ženevském jezeře postavili v roce 1827 dvě loďky do vzdálenosti 13487 m. Speciální zařízení zároveň uhodilo do zvonu, ponořeného do vody a odpálilo nálož střelného prachu. Pozorovatel na druhé loďce naměřil rozdíl mezi akustickým a optickým signálem 9,4 s, což odpovídá rychlosti $1435 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Na čem závisí rychlost zvuku?

- na tlaku – když se zvětší tlak, tak se zvětší hustota
- na teplotě - $v_t = (331,82 + 0,61 \cdot t) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- na hustotě – když se změní hustota (například změnou tlaku), tak se změní „látka“
- na druhu látky (viz tabulka níže)
- nečistoty – změní se „látka“
- vlhkost – změní se „látka“
-
-

Jaká je rychlost zvuku v různých látkách?

Látka	Rychlost [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]	Látka	Rychlost [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]	Látka	Rychlost [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
Vodík	1270	Rtuť	1400	Led (-4°C)	3250
Oxid uhličitý	259	Destilovaná voda (25°C)	1497	Měď (20°C)	3500
Kyslík	316	Mořská voda (13°C)	1500	Sklo (20°C)	5200
Vzduch (0°C)	331,82			Ocel (20°C)	5000
Vzduch (25°C)	347			Hliník (20°C)	5200

Jaká je rychlost zvuku ve vakuu?

K šíření zvuku je potřeba nějaké látkové prostředí. Látkové prostředí, ve kterém jsou nějaké částice - například molekuly plynů ve vzduchu. Proto se zvuk nešíří ve **vakuu**, které neobsahuje žádné částice.

Navrhni postup, jak změřit rychlost zvuku na louce?

Pomůcky:

stopky, pásmo, dřevěné nebo kovové hůlky, kolíky, světlomet, **píšťalka**, **dalekohled**, nůž, sekera (na výrobu kolíků – značek)

Postup:

1. Pásmem naměříme a kolíky (případně stojícím studentem) označíme vzdálenosti 150, 200, 250, 300, 350, 400 a 450 m.
2. Na jednu stranu se postaví jeden žák s píšťalkou (hůlkami). Na druhou se stopkami a dalekohledem.
3. První žák pomocí píšťalky (hůlek nebo jiným zdrojem zvuku) vydá silný zvuk. Ve stejném okamžiku druhý žák s dalekohledem zapne stopky.
4. V okamžiku, kdy druhý žák uslyší zvuk, zastaví stopky. Zapiše naměřený čas pro danou vzdálenost.
5. Zopakujeme měření pro různé vzdálenosti, případně je možné opakovat měření při stálé vzdálenosti (450 m nebo větší).
6. Vypočítáme rychlost zvuku $v = \frac{s}{t}$.
7. Z naměřených hodnot sestrojíme bodový graf $s=f(t)$. S výhodou použijeme Excel. Bodovým grafem proložíme lineární funkci a necháme zobrazit rovnici regrese. Konstanta lineární funkce udává rychlost zvuku.

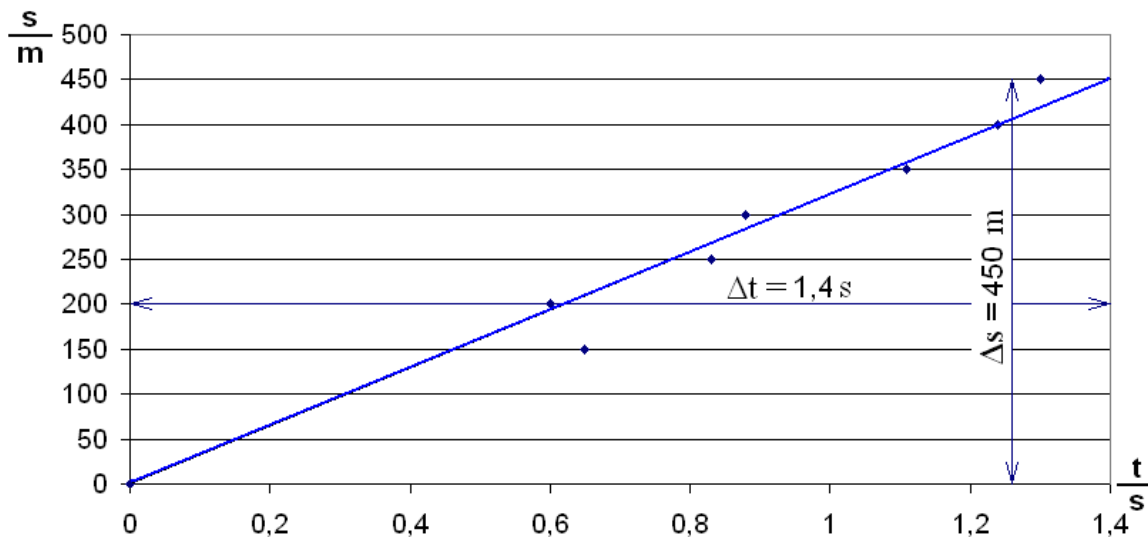
Škola:	
Téma úlohy: MĚŘENÍ RYCHLOSTI ZVUKU NA LOUCE	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota: 2 °C
Datum:	Tlak: 1002 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 55 %

Úkol: Změřit rychlost zvuku přímou metodou

Pomůcky: *stopky, pásmo, dřevěné nebo kovové hůlky, kolíky, světlomet, dalekohled, nůž, sekera (na výrobu kolíků – značek), píšťalka,*

Naměřené a vypočítané hodnoty:

s [m]	150	200	250	300	350	400	450	
t [s]	0,65	0,6	0,83	0,88	1,11	1,24	1,3	Průměr
v [m·s⁻¹]	231	333	301	341	315	323	346	313
Δv [m·s⁻¹]	-82	20	-12	28	2	10	33	27

Graf s = f (t):**Výpočet:**

$$\Delta s = 450 \text{ m}$$

$$\Delta t = 1,4 \text{ s} \quad v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{450}{1,2} = 321 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Závěr:

Rychlost zvuku ve vzduchu vychází měřením $313 \pm 27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Grafickou metodou – proložit vynesnými body přímkou – vychází přibližně stejná hodnota (liší se o 1 %). Pro danou teplotu (2 °C) vychází rychlost zvuku $333 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($v_t = (331,82 + 0,61 \cdot t) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Závěrečné poznámky

Jiné varianty a další možné úpravy či doporučení

Reflexe po hodině

Navazující a rozšiřující aktivity