**1 KMITAVÝ POHYB**

1. Odmerajte počet pulzov svojho srdca za minútu a určte periódu a frekvenciu srdcovej činnosti.

Riešenie:

Zápis:

x = 75 pulzov/min

f = ?

T = ?

1. Najvyššie tóny, ktoré možno vnímať sluchom, majú frekvenciu 16 kHz. Určte periódu kmitania zdroja takéhoto zvuku. Výsledok uveď v mikrosekundách.

Zápis:

f = 16 kHz = 16 000 Hz

T = ?

Riešenie:

1. Kmitanie procesora v počítači môže byť s napríklad s periódou s. Určte frekvenciu kmitania procesora. Výsledok uveď v gigahertzoch.

Zápis:

T = s

f = ?

Riešenie:

1. Načo a akým spôsobom sa v hudbe používa metronóm?

Riešenie:

1. Využitie:
* Metronóm slúži na určenie a udržiavanie konštantnej frekvencie (počtu úderov za minútu) počas hrania hudby
* Tým pomáha hudobníkovi:
	+ dodržiavať konštantnú periódu medzi tónmi alebo taktmi
	+ vytvárať rovnomerný rytmus
	+ presne synchronizovať hru medzi viacerými hráčmi alebo nástrojmi
1. Ako funguje:
* Mechanický metronóm:
	+ Je založený na kyvadlovom pohybe – podobne ako fyzikálne kyvadlo.
	+ Frekvencia kmitania je určená dĺžkou kyvadla:
		- T – perióda (čas medzi dvoma údermi)
		- l – dĺžka kyvadla
		- g – tiažové zrýchlenie
	+ Posúvaním závažia na ramene sa mení dĺžka efektívneho kyvadla, a tým sa mení tempo (frekvencia)
* Digitálny metronóm:
	+ Využíva elektronický oscilátor, ktorý generuje pravidelné signály
	+ Tieto signály možno presne nastaviť na požadovanú frekvenciu (napríklad 120 úderov za minútu = 2 Hz (teda 2 údery za sekundu))

1. Porovnaj pružinový oscilátor a matematické kyvadlo!

Mechanický (pružinový) oscilátor:

* Kmitá lineárne
* Energia sa mení medzi kinetickou a pružinovou potenciálnou energiou
* Rovnica je lineárna pre všetky výchylky

Matematické kyvadlo:

* Kmitá po oblúku
* Energia sa mení medzi kinetickou a gravitačnou potenciálnou energiou
* Rovnica je nelineárna, ale pri malých výchylkách sa dá zjednodušiť na lineárny harmonický oscilátor



1. V historickej električke visí zo stropu lampa na šnúrke. Keď električka stojí, lampa visí zvisle nadol, no keď sa rozbieha, lampas a vychýli dozadu ak **zabrzdí**, lampa sa naopak vychýli dopredu. Keď električka ide po nerovnej trati, lampa sa rozhojdá tam a späť — ako **matematické kyvadlo.**
	1. Prečo sa lampa hojdá pri rozjazde a brzdení?
	2. Ak by sa lampa hojdala pravidelne a pomaly ustávala, čo by to znamenalo z pohľadu fyziky?
2. *[Pri rozjazde električka zrýchľuje dopredu. Telo lampy sa však snaží zostať v pôvodnom stave (v pokoji) — to je dôsledok zotrvačnosti. Z nášho pohľadu sa teda lampa vychýli dozadu, aj keď v skutočnosti „zaostáva“, kým sa neprispôsobí pohybu električky.*

*Pri brzdení to funguje opačne — električka spomaľuje, ale lampa sa hýbe ďalej dopredu zotrvačnosťou, takže sa vychýli dopredu. V oboch prípadoch ide o reakciu na zmenu pohybu — zrýchlenie alebo spomalenie.*

1. *To by znamenalo, že na lampu pôsobí tlmiaca sila — odpor vzduchu alebo trenie v mieste zavesenia. V dôsledku toho sa energia kmitania postupne stráca (mení sa na teplo), takže amplitúda kmitania sa zmenšuje, až sa úplne zastaví.*

*Toto je príklad tlmeného harmonického kmitania — pohyb, ktorý je pravidelný, ale s časom slabne.]*

**2 ČASOVÝ DIAGRAM KMITAVÉHO POHYBU**

1. Harmonické kmitanie oscilátora je opísané rovnicou y = 8.sin (4πt + 0,25.π) cm

Určite:

* 1. amplitúdu výchylky
	2. periódu
	3. frekvenciu
	4. vypočítajte okamžitú výchylku v čase t = 0 s
	5. nakresli graf harmonického kmitania oscilátora

Riešenie:

Amplitúda:

ym*=* ***8 cm***

Perióda kmitania:

Frekvencia:

Okamžitá výchylka v čase t:



1. Hmotný bod koná harmonický pohyb určený rovnicou y = 5.sin (6π.t) cm. V akom čase je jeho kinetická energia trikrát väčšia ako potenciálna energia?

Riešenie:

1. Celková energia harmonického oscilátora je 310-5 J a maximálna veľkosť sily, ktorá naň pôsobí je 1,510-3 N. Napíšte rovnicu okamžitej výchylky, ak oscilátor kmitá s periódou 2 sekundy a jeho počiatočná fáza je 60o .

Zápis:

*T = 2 s*

*φ =*

*y =sin ( t + φ)*

***y = sin ( + m***

Riešenie:

1. Perióda vlastného kmitania železničného vagóna je 1,25 s. Nárazmi na spoje koľajníc dostáva vagón silové impulzy, ktoré ho rozkmitajú. Pri akej rýchlosti vlaku sa vagón najviac rozkmitá, ak dĺžka koľajníc je 25 m? Výsledok uveď v kilometroch za hodinu.

Zápis:

*T = 1,25 s*

*s = 25 m*

*v = ?*

Riešenie:

*s = O = 2*

*v =*

*v =*

1. Dieťa sa hojdá na hojdačke. Maximálna výška pohybu je 2 metre, hojdačka sa pohybuje sem a tam každé 4 sekundy. Vypočítaj frekvenciu pohybu a urči rovnicu pre výšku dieťaťa na hojdačke v závislosti od času. [f = 0,25 Hz; y(t) =sin ( )]
2. Kmitanie oscilátora je opísané rovnicou y = 4.sin (0,5πt) cm. Za aký čas dosiahne okamžitá výchylka oscilátora polovičnú veľkosť amplitúdy výchylky? [t = 1/3 s]
3. Bod v strede struny huslí kmitá počas dvoch sekúnd s amplitúdou výchylky 1 mm a s frekvenciou 1 kHz. Akú celkovú dráhu prejde? [s = 8 m]
4. Hmotný bod harmonicky kmitá s amplitúdou ym = 5 cm, periódou T = 2s a φ = 0o. Určite rýchlosť hmotného bodu v okamihu, keď okamžitá výchylka je 2,5 cm. [v = 0,14 m.s-1]
5. Pružinový oscilátor kmitá s amplitúdou výchylky 6 cm a s periódou výchylky 1,2 sekundy. Určte čas, za ktorý oscilátor prejde vzdialenosť:
	1. z jednej krajnej polohy do druhej
	2. z rovnovážnej polohy do polovice amplitúdy výchylky
	3. od polovice amplitúdy výchylky do krajnej polohy

 [t1 = 0,6 s ; t2 = 0,1 s ; t3 = 0,2 s]

1. Ako sa zmení perióda harmonického kmitavého pohybu, ak ku pružine namiesto medeného valčeka (ρ1 = 8930 kg.m-3) pripevníme hliníkový valček (ρ2 = 2700 kg,m-3) s rovnakým objemom? [zmenší sa 0,55 krát]
2. Určte amplitúdu výchylky hmotného bodu, ktorý kmitá so začiatočnou fázou -1/3, ak jeho okamžitá výchylka v začiatočnom okamihu je 2,6 cm. [ym = 3 cm]
3. Hmotný bod harmonicky kmitá s amplitúdou výchylky 5 cm, s periódou 2 sekundy. Začiatočná fáza kmitania je nulová. Učte veľkosť rýchlosti hmotného bodu v okamihu, keď okamžitá výchylka je 2,5 cm. [v = 0,1 m/s]
4. Hmotný bod vykoná 150 kmitov za minútu. Určte začiatočnú fázu kmitania, ak hmotný bod dosiahol amplitúdu výchylky 3 sekundy od začiatočného okamihu. [φ = -]

**3 RÝCHLOSŤ KMITAVÉHO POHYBU**

1. Rýchlosť telesa konajúceho netlmený harmonický kmitavý pohyb je:
a) maximálna v okamihu dosiahnutia maximálnej kladnej výchylky
b) maximálna v okamihu dosiahnutia maximálnej zápornej výchylky
**c) maximálna v okamihu nulovej výchylky**
d) konštantná
2. V ktorom bode alebo bodoch je rýchlosť:
3. nulová (v = 0 ms-1)
4. najväčšia (v = vmax)
5. najväčšia, ale v zápornom smere (v = - vmax)



Riešenie: a = B,D; b = A, E; c = C

1. Harmonické kmitanie oscilátora je opísané rovnicou  y = 10.sin(π/4.t – π/6) cm. Určte rovnicu pre rýchlosť kmitavého pohybu a vypočítajte rýchlosť v čase 3 sekúnd.

***cms-1***

Riešenie:

1. Hmotný bod harmonicky kmitá s amplitúdou ym = 5 cm, periódou T = 2 s a = 0o. Určite rýchlosť hmotného bodu v okamihu, keď okamžitá výchylka je 2,5 cm.

Zápis:
ym = 5 cm = 0,05 m
T = 2s
 = 0oy=2,5 cm = 0,025 m
v (y=2,5) = ?

Riešenie:

Rýchlosť:

***ms-1***

1. Perióda vlastného kmitania železničného vagóna je 1,25 s. Nárazmi na spoje koľajníc dostáva vagón silové impulzy, ktoré ho rozkmitajú. Pri akej rýchlosti vlaku sa vagón najviac rozkmitá, ak dĺžka koľajníc je 25 m?

Riešenie:

Zápis:
T = 1,25 ss=25 m
v = ?

***ms-1 = 72 kmh-1***

1. Harmonické kmitanie oscilátora je opísané rovnicou  y = 0,4.sin(π/4.t + π/6) cm. Určte rýchlosť v čase 1,5 sekúnd. [v(1,5 s) = 0,396 ms-1]

**4 DYNAMIKA KMITAVÉHO POHYBU**

1. Akou silou musíme pôsobiť na pružinu s tuhosťou 150 Nm-1, aby sa predĺžila o 2 cm?

Riešenie:

Zápis:
k = 150 Nm-1
Δl = 2 cm = 0,02 m
F = ?

1. Urči hmotnosť závažia, ktoré musíme zavesiť na pružinu s tuhosťou 27 Nm-1, aby kmitalo s periódou 0,6 s.

Riešenie:

Zápis:
k = 27 Nm-1
T = 0,6 s
m = ?

1. Ako sa zmení perióda harmonického kmitavého pohybu, ak ku pružine namiesto medeného valčeka (ρ1 = 8930 kg.m-3) pripevníme hliníkový valček (ρ2 = 2700 kg.m-3) s rovnakým objemom?

Zápis:
ρ1 = 8930 kg.m-3ρ2 = 2700 kg.m-3V1 = V2 = V

Riešenie:

Perióda kmitavého pohybu sa zmenší 0,55 krát. Perióda sa zmenší o 45%.

1. V kabíne výťahu visí kyvadlo, ktorého perióda je T1 = 1 s. Keď sa kabína pohybuje so stálym zrýchlením, kyvadlo kmitá s periódou T2 = 1,2 s. Určite veľkosť zrýchlenia kabíny.

Riešenie:

1. Ako sa zmení perióda matematického kyvadla, ak ho prenesieme zo Zeme na Mesiac? Hmotnosť mesiaca je 81-krát menšia ako hmotnosť Zeme, polomer Zeme je 3,7- krát väčší než polomer Mesiaca.

Zápis:
Mm = Mz/81
Rm = Rz/3,7
gz = 10 ms-2

Riešenie:

Tiažové zrýchlenie na Zemi:

Gravitačné zrýchlenie na Mesiaci:

Perióda:

Perióda na Mesiaci sa zväčší o 143%. Perióda na Mesiaci sa zväčší 2,43 krát.

1. Mechanický oscilátor tvorený telesom s hmotnosťou 150 g zaveseným na pružine s tuhosťou 45 Nm-1 kmitá s amplitúdou 6 cm. Určite najväčšiu silu, ktorá na teleso počas kmitania pôsobí. [F = 2,7 N]
2. Oscilátor vznikol zavesením závažia s hmotnosťou 104 g na pružinu, ktorá sa predĺžila o 15 cm. Určte periódu kmitania oscilátora. [T = 0,78 s]
3. Dĺžka závesu kyvadla je 9 cm, perióda 3 s. Aké tiažové zrýchlenie je na danom mieste? [g = 0,39 ms-2]
4. Mechanický oscilátor, ktorý tvorí pružina a závažie s hmotnosťou 5 kg, vykoná 45 kmitov za minútu. Určte tuhosť pružiny. [k = 102 Nm-1]
5. Urči tuhosť pružín, ktoré odpružujú automobil, pokiaľ po naložení nákladu s hmotnosťou 350 kg, klesla karoséria o 3 cm. Predpokladaj rovnomerné zaťaženie všetkých štyroch kolies. [k = 29 000 Nm-1]
6. Určte hmotnosť závažia, ktoré na pružine s tuhosťou 250 Nm-1 kmitá tak, že za 16 sekúnd vykoná 20 kmitov. [m = 4 kg]
7. Pružina sa po zavesení závažia predĺži o 2,5 cm. Určte frekvenciu vlastného kmitania oscilátora, ktorý tak vznikne. [f = 3,2 Hz]
8. Ako sa zmení doba kmitu matematického kyvadla, ak skrátime jeho dĺžku o 25% pôvodnej dĺžky? [T1 = 0,87.T2]
9. Oscilátor vznikne zavesením závažia s hmotnosťou 10 kg na pružinu, ktorá sa predĺžila o 15 cm. Určte periódu tohto oscilátora. (g = 9,8 ms-2) [T = 0,8 s]
10. Závažie s hmotnosťou 100 g kmitá na pružine s tuhosťou 15 Nm-1 s maximálnou výchylkou 2 cm. Urči najväčšiu rýchlosť, ktorou sa závažie v priebehu pohybu pohybuje. V ktorom okamihu dosahuje túto rýchlosť? Urči najväčšiu silu, ktorá na závažie pôsobí. V ktorom okamihu k tomu dochádza? [v = 0,24 ms-1, keď prechádza rovnovážnou polohou; F = 0,3 N, v miestach maximálnej výchylky]

**5 PREMENY ENERGIE V MECHANICKOM OSCILÁTORE**

1. Vysvetlite súvislosť medzi prácou vykonanou vonkajšou silou pri naťahovaní pružiny a potenciálnou energiou pružnosti oscilátora.

*Ak oscilátor vychýlime z rovnovážnej polohy o amplitúdu ym, vykoná vonkajšia sila prácu, ktorá sa rovná potenciálnej energii pružnosti oscilátora v tomto okamihu – amplitúde výchylky.* Vzorec:

1. Opíšte premeny energie pri harmonickom kmitaní oscilátora.

*Pri harmonickom kmitavom pohybe mechanického oscilátora sa periodicky mení jeho potenciálna energia na kinetickú energiu a naopak. Ak na oscilátor nepôsobia vonkajšie sily, je mechanická energia kmitania konštantná. Oscilátor kmitá s konštantnou amplitúdou.*

1. Opíšte premeny energie pri reálnom kmitaní pružinového oscilátora.
2. Ako na seba navzájom vplývajú vonkajšia sila a mechanická energia oscilátora?

*Vonkajšia sila vykoná prácu a o ňu sa zväčší mechanická energia oscilátora.*

1. Pružina sa po zavesení telesa s hmotnosťou 20 g predĺžila o 7 mm. Určte energiu kmitania tohto oscilátora po vychýlení z rovnovážnej polohy o 7 mm.

Riešenie:

Zápis:
m = 20 g = 0,02 kg
Δl = ym = 7 mm = 0,007 m
E= ?

1. Teleso s hmotnosťou 300 g zavesíme na pružinu s tuhosťou 32 N.m-1. Akou rýchlosťou prechádza teleso pri kmitaní rovnovážnou polohou, ak ho na začiatku vychýlime o 10 cm z rovnovážnej polohy?

Zápis:
m = 300 g = 0,3 kg
k = 32 N.m-1
v = ?
ym = 10 cm = 0,1 m

Riešenie:

1. S akou periódou sa mení potenciálna, prípadne kinetická energia v porovnaní s periódou vlastného kmitania?

1. Teleso kmitá harmonicky s amplitúdou výchylky 2 cm. Jeho celková energia je 3.10-7 J. Určte okamžitú výchylku, pri ktorej na teleso pôsobí sila F = 2,25.10—5 N.

Zápis:
ym = 2 cm = 0,02 m
E = 3.10-7 J
y = ?
F = 2,25.10-5 N

Riešenie:

1. Vypočítajte celkovú energiu telesa. Ktoré vykonáva harmonický kmitavý pohyb, ak má hmotnosť 200 g, amplitúdu výchylky 2 cm a frekvenciu 5 Hz.

Riešenie:

Zápis:
E = ?
m = 200 g = 0,2 kg
ym = 2 cm = 0,02 m
f = 5 Hz

1. Teleso kmitá harmonicky s amplitúdou 4 cm. Jeho celková energia je 6.10-7 J. Určte okamžitú výchylku, pri ktorej pôsobí sila F = 3.10-5 N. [y = 4 cm]

1. Hmotný bod koná harmonický pohyb určený rovnicou y = 5.sin (6π.t) cm. V akom čase je jeho kinetická energia trikrát väčšia ako potenciálna energia? [t = 0,028 s]

1. Celková energia harmonického oscilátora je 3.10-5 J a maximálna veľkosť sily, ktorá naň pôsobí je 1,5.10-3 N. Napíšte rovnicu okamžitej výchylky, ak oscilátor má periódu T = 2 s a počiatočnú fázu φ = 60°.

Riešenie:

Zápis:
E = 3.10-5 J
F = 1,5.10-3 N
T = 2 s
φ= 60°

**6 KYVADLO**

1. Čo je to kyvadlo?

*Ako kyvadlo sa označuje akékoľvek teleso zavesené nad ťažiskom, ktoré sa môže voľne otáčať okolo vodorovnej osi prechádzajúcej bodom závesu kolmo na rovinu kmitania.*

1. Opíšte harmonický pohyb kyvadla z dynamického hľadiska.

*Sila spôsobujúca harmonický kmitavý pohyb kyvadla je priamo úmerná výchylke kyvadla y.*

1. Vysvetlite od čoho závisí a od čoho nezávisí doba kmitu pri vlastnom kmitaní kyvadla.

*Perióda vlastných kmitov kyvadla nezávisí od hmotnosti telesa ani od výchylky z rovnovážnej polohy. Pretože hodnota tiažového zrýchlenia g je na danom mieste na povrchu Zeme konštantná, perióda kmitania matematického kyvadla je určená iba dĺžkou závesu l.*

1. Definujte vzťah pre silu zapríčiňujúcu kmitavý pohyb.

 *Znamienko mínus vyjadruje skutočnosť, že sila má opačný smer ako výchylka. Sila v každom okamihu pôsobí smerom do rovnovážnej polohy a výchylka sa meria od rovnovážnej polohy.*

1. Definujte vzťah pre periódu a frekvenciu matematického kyvadla.

1. V kyvadlových hodinách sa používalo sekundové kyvadlo, ktoré pri každom prechode rovnovážnou polohou umožňovalo pootočenie mechanizmu hodín o jeden dielik zodpovedajúci času 1 s. Určte dĺžku sekundového kyvadla.

Riešenie:

Zápis:
l = ?
1 kyv = 1 s
T = 2 s

1. Kyvadlo vzniklo zavesením závažia s hmotnosťou 1 kg na záves dĺžky 1 m. Určte veľkosť sily pôsobiacej na závažie amplitúde výchylky ym = 5 cm a v rovnovážnej polohe.

Riešenie:

a)Sila v amplitúde:

b) Sila v rovnovážnej polohe:

Zápis:
m = 1 kg
l = 1 m
F = ?
ym = 5 cm = 0,05 m

1. Ako sa zmení perióda kmitania hojdačky, ak dieťa pri hojdaní bude najprv sedieť a potom sa postaví?

*Keď dieťa vstane, perióda kmitania hojdačky sa skráti, pretože efektívna dĺžka kyvadla sa zmenšuje. Hojdačka sa teda bude hojdať rýchlejšie.*

1. Kyvadlové hodiny majú kyvadlo v podobe tyče so závažím na konci. Závažie nie je s tyčou spojené pevne, ale sa môže posúvať nahor a nadol. Aký to má vplyv na chod hodín.

*Posúvanie závažia mení dĺžku kyvadla, čím sa nastavuje, či hodiny pôjdu rýchlejšie alebo pomalšie.*

1. Kyvadlo s dĺžkou závesu 1 m kmitá s periódou 2 s. Ak dĺžku závesu skrátime na polovicu, klesne na polovicu aj doba kmitu kyvadla?

Zápis:
l1 = 1 m
T1 = 2 s
l2 = 0,5 m
T2 = ?

Riešenie:

1. Na oscilátor harmonicky kmitajúci s periódou T pôsobí v začiatočnom okamihu, keď oscilátor dosahuje amplitúdu výchylky, sila s veľkosťou F. Aká veľká sila pôsobí na oscilátor v časoch T/6, T/4, T/3? [ F/2, 0 N, -F/2 ]
2. Oscilátor vznikol zavesením závažia s hmotnosťou 10 kg na pružinu, ktorá sa predĺžila o 15 cm. Určte periódu oscilátora (g= 9,8 m.s-2). [T = 0,78 s]
3. Závažím pružinového oscilátora je medená guľôčka. Ako sa zmení frekvencia kmitania, ak guľôčku nahradíme hliníkovou guľôčkou rovnakého priemeru? [1,8 - krát]

**7 NÚTENÉ KMITANIE OSCILÁTORA**

1. Závažie m = 1 kg predĺži pružinu o l = 0,25 m. Určte tuhosť pružiny a rezonančnú frekvenciu.

Riešenie (frekvencia):

Riešenie (tuhosť):

Zápis:
m = 1 kg
l = 0,25 m
g = 9,81 m.s-2

1. Ako sa zväčší rezonančná frekvencia oscilátora keď zväčšíme jeho hmotnosť
4-násobne?

Jeho rezonančná frekvencia **klesne na polovicu.**

1. Prečo musíme na oscilátor pôsobiť silou ak chceme aby kmital netlmene?

*Pretože* ***pri každom reálnom kmitaní je oscilátor tlmený*** *rôznymi odporovými silami, ktoré spôsobujú, že postupne stráca energiu a výchylka (amplitúda) kmitania klesá až dokým nedosiahne 0 a tým pádom sa kmitanie úplne zastaví*.

1. Kedy vzniká netlmené neharmonické kmitanie a kedy netlmené harmonické?

*Nárazová sila – neharmonické, Nepretržitá sila – harmonické.*

1. Kedy dosiahne amplitúda najväčšiu hodnotu vzhľadom ku frekvencii pôsobiacej sily?

*Frekvencia sily = Vlastná frekvencia oscilátora.*

1. Aké sily môžu spôsobovať tlmenie oscilátora?

*Odporová sila vzduchu a vnútorné trenie v pružine.*

1. Kedy môže byť jav rezonancie oscilátora nebezpečný?

*Frekvencia sily = Vlastná frekvencia budovy, budova alebo iná konštrukcia sa môže zrútiť.*

1. Na čo majú a na čo nemajú vplyv hmotnosť a tuhosť pružiny pri nútenom kmitaní?

*Majú vplyv – amplitúda, Nemajú vplyv – frekvencia.*

**8 MECHANICKÉ VLNENIE**

1. Zo zdroja zvuku sa šíri vo vode vlnenie s periódou T = 2 ms a vlnovou dĺžkou λ = 2,9 m. Aká je rýchlosť zvuku vo vode?

Zápis:
T = 2 ms = 2.10-3 s
λ = 2,9 m
v = ?

Riešenie:

1. Zvuk sa šíri vo vode vlnením s frekvenciou 200 Hz rýchlosťou veľkosti 1450 ms-1. Určte vlnovú dĺžku vlnenia. [λ = 7,25 m]
2. Aká je amplitúda výchylky, perióda, frekvencia, vlnová dĺžka a rýchlosť vlny vyjadrenej rovnicou y = 0,04.sin 2π(8t – 5x) m?

Zápis:
y = 0,04.sin 2π(8t – 5x) m
ym =?
T = ?
f = ?
λ = ?
v = ?

Riešenie:

1. Vlnenie s periódou postupuje pozdĺž osi x. Bod so súradnicou x = 4 cm má v čase
t = T/6 okamžitú výchylku y = 0,5ym. Určite vlnovú dĺžku λ! [λ = 0,48 m]
2. Akou rýchlosťou sa šíri vlna, ak má vlnovú dĺžku 0,425 m a frekvenciu 2,5 kHz?
[v = 1062,5 m.s-1]
3. Frekvenčný rozsah ľudskej reči je 200 Hz až 1,5 kHz. Určite najmenšiu a najväčšiu vlnovú dĺžku príslušného zvukového vlnenia! Rýchlosť zvuku vo vzduchu je asi
340 ms-1. [λ1 = 1,7 m ; λ2 = 0,23 m]
4. Akú rovnicu má vlna, ktorej frekvencia je 30 Hz a amplitúda 2 cm, ak postupuje v kladnom smere osi x rýchlosťou 3 ms-1 ? [y = 0,02 . sin 2π (30t – 10x) m]
5. Vlnenie s frekvenciou 440 Hz sa šíri fázovou rýchlosťou 340 ms-1. Vypočítajte fázový rozdiel kmitania dvoch bodov x1 a x2 , ktoré ležia na priamke prechádzajúcej zdrojom
vlnenia vo vzájomnej vzdialenosti 17 cm.

Riešenie:

Zápis:
f = 440 Hz
v = 340 ms-1
 = ?
d = 17 cm = 0,17 m

1. Harmonická ( sínusová ) vlna sa šíri od zdroja vlnenia, ktorý je umiestnený v začiatku súradnicovej sústavy v kladnom smere osi x. Určte okamžitú výchylku hmotného bodu vzdialeného x = 1/12 od zdroja vlnenia v čase t = 1/6 T. Amplitúda výchylky je 0,05 m. [y = 2,5 cm]
2. Vlnenie s periódou T a s vlnovou dĺžkou λ sa šíri zo zdroja pozdĺž priamky. V čase
t = T/2 má bod , ktorý leží vo vzdialenosti x = λ/3 od zdroja okamžitú výchylku
y = 5 cm. Určite amplitúdu ym! [ym = 5,77 cm]
3. Zvuk sa šíri vo vode rýchlosťou 1480 ms-1, vo vzduchu rýchlosťou 340 ms-1. Ako sa zmení pri prechode zvuku zo vzduchu do vody jeho vlnová dĺžka? [vzrastie 4,35-krát]
4. Časový signál v rozhlase tvorí šesť zvukových značiek s frekvenciou 1 kHz, z ktorých každá z prvých piatich trvá 100 ms a šiesta 500 ms. Určte vlnovú dĺžku zvukového vlnenia časového signálu a počet zvukových vĺn, ktoré sú pri každej značke vyslané. Rýchlosť zvuku vo vzduchu je 340 ms-1.

Riešenie:

Zápis:
f = 1 kHz = 1000 Hz
T1 (1-5) = 1000 ms = 0,1 s
T2 (6) = 500 ms = 0,5 s
v = 340 ms-1
λ = ?
n1 (1-5) = ?
n2 (6) = ?

1. Vlnenie s frekvenciou 100 Hz sa šíri v smere priamky fázovou rýchlosťou veľkosti 5000 ms-1. Akú najmenšiu vzájomnú vzdialenosť môžu mať dva body, ktoré kmitajú s rovnakými fázami? [50 m]
2. Aký je fázový rozdiel dvoch bodov postupnej vlny s frekvenciou 2 Hz, ktorá sa šíri pozdĺž gumovej hadice rýchlosťou veľkosti 3 ms-1 ? Vzájomná vzdialenosť bodov je
75 cm. [rad]
3. Zo zdroja vlnenia, ktorý kmitá s periódou T = 10-3 s sa šíri vlnenie v smere priamky. Dva body tejto priamky, vzdialené od zdroja x1 = 12 m, x2 = 14,7 m kmitajú s fázovým rozdielom 1,5π. Určite fázovú rýchlosť vlnenia!

Riešenie:

Zápis:
T = 10-3 s
x1 = 12 m
x2 = 14,7 m
 = 1,5π
v = ?

1. Budeme počuť zvuk, ktorého vlnenie je opísané rovnicou y = 0,05 . sin (1980t – 6x) m? Vypočítajte aj vlnovú dĺžku a rýchlosť tohto zvuku. [f = 315 Hz, budeme počuť,
λ = 1,05 m, v = 330 ms-1]

**9 INTERFERENCIA VLNENIA**

1. Interferenciou dvoch postupných, opačnými smermi postupujúcich vlnení, s rovnakými frekvenciami 475 Hz a s rovnakými amplitúdami, vzniká stojaté vlnenie. Vzájomná vzdialenosť uzlov je 1,5 metra. Určte veľkosť rýchlostí postupného vlnenia v danom prostredí.

Riešenie:

Zápis:
f1 = f2 = 475 Hz
ym1 = ym2
l = 1,5 m

1. Dva zdroje priečnych vlnení kmitajú s periódou 1,0.10-1 sekundy a s rovnakými fázami. Vlnenia, ktoré sa zo zdrojov šíria rýchlosťou veľkosti 1000 metrov za sekundu v smere jednej priamky, spolu interferujú. Určte dráhový rozdiel oboch vlnení v ktorých má nastať interferenčné maximum a interferenčné minimum.

Riešenie:

Zápis:
T = 0,1 s
 v = 1000 ms-1

Dráhový rozdiel pri ktorom nastane interferenčné maximum je 2k·50 metrov a interferenčné minimum nastane pri (2k+1) · 50 metrov kde k je 0,1,2,3,... .

1. Dokresli do grafu vlnu, ktorá vznikne súčtom modrej a červenej vlny.



Riešenie:



1. Dva reproduktory sú vzdialené 4 metre a vysielajú tón s frekvenciou 680Hz. Rýchlosť zvuku je 340 metrov za sekundu. Pozorovateľ stojí 5 metrov od prvého reproduktora a 5,5 metrov od druhého. Bude počuť maximum alebo minimum intenzity? [maximum]
2. Dva bodové zdroje vĺn na hladine vody kmitajú s frekvenciou 2 Hz a generujú vlny s rýchlosťou 1,2 metrov za sekundu. Vzdialenosť medzi zdrojmi je 3 metre. Pozorovateľ stojí v bode, ktorý je 4,2 metra od prvého zdroja a 5,4 metra od druhého zdroja. Bude v tomto bode pozorovaná konštruktívna alebo deštruktívna interferencia? [konštruktívna interferencia]

**10 STOJATÉ MECHANICKÉ VLNENIE**

1. Ako nazývame body A,B,C,D a body G,H,I?

 *Body A,B,C,D sa volajú uzly a body G,H,I sú kmitne.*

1. Koľkokrát musíme zväčšiť počet kmitní, ak sa dĺžka struny zdvojnásobila a chceme, aby frekvencia zostala rovnaká?

Zápis:
l2 = 2.l
f1 = f2

Riešenie:

Počet kmitní musí byť dvojnásobný.

1. Na strune s dĺžkou l = 2 metre vzniká stojaté vlnenie pri treťom harmoniku (teda
n = 3). Ak je rýchlosť priechodu vlnenia v = 200 metrov za sekundu, určite frekvenciu kmitov.

Riešenie:

Zápis:
l = 2 m
n = 3
v = 200 ms-1

1. V potrubí, ktoré je otvorené na jednom konci a uzavreté na druhom, vzniká stojaté zvukové vlnenie. Ak je dĺžka potrubia l = 0,85 metra a rýchlosť zvuku je v = 340 metrov za sekundu, urči frekvenciu základného režimu. [f = 100 Hz]
2. Dva reproduktory umiestnené oproti sebe vysielajú zvuk s frekvenciou f = 500 Hz a vytvárajú tak v priestore stojaté zvukové vlnenie. Ak je rýchlosť zvuku v = 340 metrov za sekundu, urči vzdialenosť medzi uzlami vznikajúceho stojatého vlnenia. [0,34 m]

**11 ZVUK A JEHO VLASTNOSTI**

1. Ktoré z týchto zvukov môžeme počuť:
**780000 mHz**; 17 kHz; 0,1 MHz; **14 kHz**; **0,002MHz**; 1800 mHz; 168 000 000 000 µHz; **20 Hz**; **5 kHz**
2. Priraďte jednotlivé fyzikálne veličiny odpovedajúce subjektívnym vlastnostiam zvuku.
*výška tónu = frekvencia kmitania, farba tónu = zdroj vlnenia, hlasitosť = amplitúda kmitania*
3. Vypočítajte rýchlosť zvuku vo vzduchu a) pri teplote t = 20 °C; b) pri teplote t = 32°C; c) pri teplote t = -15 °C

Riešenie:
a) v = 344,02 ms-1
b) v = 351,34 ms-1
c) v = 322,67 ms-1

1. Vypočítajte, pri akej teplote je rýchlosť vzduchu a) v = 331,82 ms-1; b) v = 339,14 ms-1

Riešenie:
a) t = 0 °C
b) t = 12 °C

1. Vypočítajte vlnové dĺžky zodpovedajúce hraniciam frekvenčného intervalu počuteľnosti zvuku 16 Hz – 16 kHz. v = 340 ms-1

Riešenie:

Zápis:
λ1 (16 Hz) = ?
λ2 (16 kHz) = ?
v = 340 ms-1

 **0,02125 m**

1. Vypočítajte intenzitu zvuku, ak poznáme že výkon zvukového vlnenia je 2 x 10-4 W vo vzdialenosti 5 m od zdroja, ak sa zvuk šíri rovnomerne do všetkých smerov? [I = 6,37.10-7 Wm-2]
2. Prepočítajte intenzitu 10-6 Wm-2 na hladinu intenzity. [B = 60 dB]
3. Intenzita zvuku sa zvýši na dvojnásobok. Ako sa zmení hlasitosť? [Hlasitosť sa zvýši o 3,01 dB]
4. Hladina intenzity klesla z 120 dB na 30 dB. Koľkokrát sa znížila intenzita zvuku? [Intenzita sa znížila sa 109 krát]
5. Ak perletí prúdové lietadlo vo výške 50 m, je na Zemi hladina hlasitosti 150 dB. V akej výške musí letieť, aby hlasitosť bola 120 dB? [r = 1581 m]
6. Po spustení kameňa do priepasti budeme počuť jeho náraz na dno za čas 5,6 s. Aká je hĺbka priepasti? [h = 136 m]

**12 DOPPLEROV JAV**

1. Ak stojí človek pri diaľnic, po ktorej prechádza sanitka rýchlosťou w = 20 ms-1 a siréna sanitky má frekvenciu 1000 Hz, tak akú frekvenciu registruje človek ak
a) sa sanitka približuje?
b) sa sanitka vzďaľuje? Teplota vzduchu je 20°C
2. Riešenie:
3. Riešenie:

Zápis:

w= 20 ms-1
fz = 1 000 Hz

t = 20 °C

v = 331,82 + 0,61t = 344 ms-1

1. Vypočítajte, akou rýchlosťou sa pohybuje sa pohybuje vodič auta, ktorý ide v smere jazdy vlaku, ak počuje približujúci sa vlak s frekvenciou 4 140 Hz, pôvodná frekvencia píšťaly je 3450 Hz. Vlak sa pohybuje rýchlosťou 306 kmh-1. Teplota vzduchu je 20 °C.

Riešenie:

***-1 -1***

Zápis:

w= 306 kmh-1 = 85 ms-1
fz = 3 450 Hz
fp = 4 140 Hz

t = 27 °C

v = 331,82 + 0,61t = 344 ms-1

1. Zdroj zvuku kmitá s frekvenciou f = 1 kHz. Rýchlosť zvuku vo vzduchu je v = 340 ms–1. Určte, akú frekvenciu počuje pozorovateľ a aká je vlnová dĺžka zvuku vo vzduchu, ak: a) pozorovateľ je vzhľadom na vzduch v pokoji a zdroj sa k nemu približuje rýchlosťou w = 30 ms–1
b) zdroj je vzhľadom na vzduch v pokoji a pozorovateľ sa k nemu približuje rýchlosťou u = 30 ms–1. [fp1 = 1 097 Hz, λ1 = 0,31 m, fp2 = 1 088 Hz, λ1 = 0,34 m]
2. Z nehybného zdroja sa šíri zvuk s frekvenciou f = 500 Hz a odráža sa od pohyblivej steny, ktorá sa k zdroju približuje rýchlosťou w = 1 ms–1. Určte vlnovú dĺžku odrazeného zvuku. Rýchlosť zvuku je v = 340 ms–1. [λ = 0,676 m]
3. Aký je pôvodný tón píšťaly lokomotívy, ktorá sa pohybuje rýchlosťou s veľkosťou 20 ms-1, a človek stojaci pri trati počuje frekvenciu 612 Hz pri teplote t = 20 °C? [fz = 576,42 Hz]
4. Zdroj zvuku vysiela tón s absolútnou výškou 500 Hz a pohybuje sa smerom k pozorovateľovi rýchlosťou s veľkosťou 5 ms-1. Zvuk sa šíri rýchlosťou s veľkosťou 340 ms-1. Akou veľkou rýchlosťou sa pohybuje pozorovateľ, ktorý počuje tón s absolútnou výškou 522 Hz ? [u = 9,74 ms-1]
5. Medzi dvomi rovnakými zdrojmi zvuku A a B sa pohybuje pozorovateľ po ich vzájomnej spojnici, zdroje vydávajú tóny s frekvenciou 435 Hz a pozorovateľ sa medzi nimi pohybuje rýchlosťou 54 kmh-1. Akú frekvenciu vníma od zdroja A a od zdroja B ? [fpA = 454,22 Hz, fpB = 415,82 Hz]
6. Keď sa približuje parná lokomotíva počujeme zvuk s frekvenciou 538 Hz, a keď sa vzďaľuje, počujeme zvuk s frekvenciou 486 Hz. Vypočítajte rýchlosť lokomotívy. Rýchlosť vzduchu je v = 340 ms-1 [w = 62,2 kmh-1]