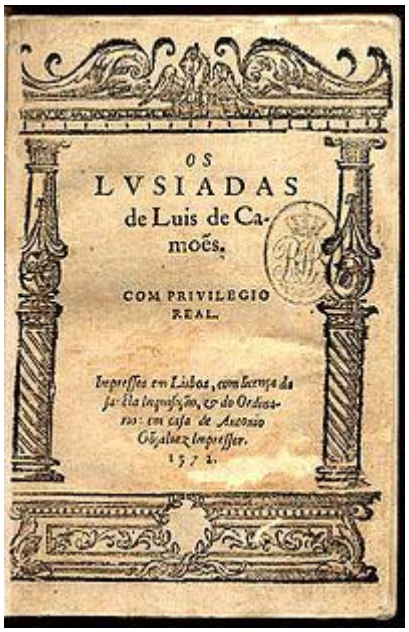
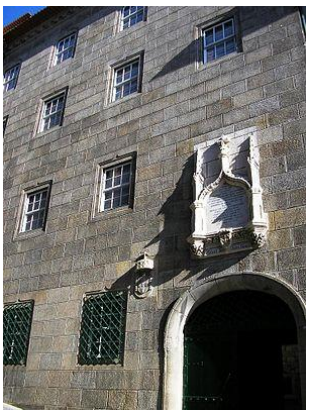


Od Henrika Pomorščaka prek epa Luzijada do Evrope v spremembah

UVOD

Kdo je bil Henrik Pomorščak?



Henrik je bil peti sin kralja Janeza I. Portugalskega in njegove žene, Filipe Lancasterske. Poznan je pod vzdevkom Pomorščak. Rodil se je v Portu 4. marca 1394 v hiši, ki se zdaj imenuje Princeva hiša (Casa do Infante). Dandanes je mogoče tam obiskati Interpretive Center "Infante D. Henrique and the New Worlds". Umrl je v mestu Sagres 13. novembra 1460, njegovi ostanki pa so pokopani v samostanu Batalha, ki ga je zgradil njegov oče.

Svoje življenje je posvetil študiju matematike, še bolj pa kozmografije. Bil je poveljnik flote, ki je leta 1415 izplula iz Porta in osvojila mesto Ceuta v severni Afriki, blizu Gibraltarske ožine. Ceuta je imela pomemben strateški položaj v Sredozemlju na področju trgovanja, bila pa je tudi pomembno trgovsko skladišče med Azijo, Afriko in Evropo.

Leta 1416 oziroma 1419 je ustanovil šolo za kozmografijo in pomorstvo na rtu Sagres. Bil je tudi začetnik ladjedelništva in delavnic. Zgradil je prvi portugalski astronomski observatorij. S tem se je začelo odkrivanje zahodnoafriške obale z morske strani.

Kaj je ep Luzijada?

Ep Luzijado oz. Luzitance je napisal Luís de Camões, ki se je rodil okrog leta 1524 v Lizboni, kjer je tudi umrl junija 1580. Pokopan je v samostanu Jerónimos.

Luzijada je največje delo portugalskega epskega pesništva in je sestavljeno iz desetih delov, imenovanih "spevi" (cantos). Končano naj bi bilo leta 1556 in je bilo prvič objavljeno leta 1572, tri leta po vrnitvi Luísa de Camões iz Vzhodne Azije.

Glavna tema epa so portugalska odkritja in pomorska pot v Indijo, čeprav delo obsega tudi druge dogodke iz zgodovine Portugalske, v katerih je glavni junak portugalsko ljudstvo.

Kontekst

To je portugalska tema. Naša partnerska šola s Portugalske je glasbena šola, Henrik Pomorščak pa je bil znan po svoji podpori portugalskim mornarjem oz. morjeplovcem med Dobo odkritij. To je razlog, zakaj vas bodo te učne ure popeljale na potovanje po Evropi ob zvokih monokorda in vas navdihnile, da napišete ali zapojete pesem, rap, izvedete gledališko igro, tako kot je zapisano v Luzijadi. Prepustite se ustvarjalnosti!

1. DEL

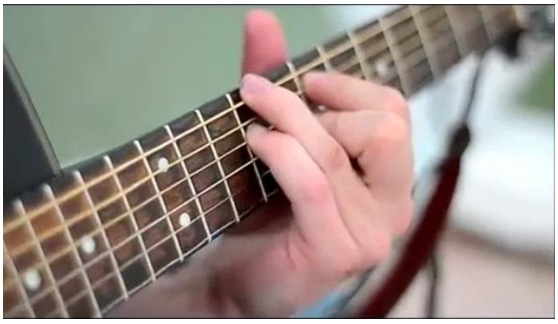
Tema	Kaj je zvok in katere zvočne količine so pomembne?
Predmeti	Naravoslovje, tehnologija
Stopnja	
Cilji	Dijaki poznajo zvok in zvočne količine.
Kompetence	Naravoslovje: dijaki poznajo valovne dolžine, hitrost zvoka, frekvenco in vpliv temperature Tehnologija: uporabijo aplikacijo za izvajanje poskusov z različnimi zvočnimi količinami
Trajanje	100’
Viri/ pripomočki	Računalnik ali mobilni telefon + aplikacija

ZVOK

Kaj je zvok in kako hitro se giblje?

Oglej si naslednji video posnetek:

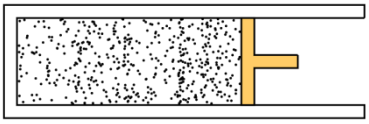
http://seilias.gr/images/stories/myvideos/senaria/senario-5-ixos/soundFiles/sound1.mp4



Kakšno vrsto gibanja povzročiš, ko igraš na neko glasbilo?

Zvok ni nič drugega kot vibriranje zraka. Spodnja simulacija prikazuje, kako se molekule zraka gibljejo v kontrolirani atmosferi (v hermetično zaprtem prostoru) in pri določeni temperaturi.

http://seilias.gr/erasmus/html5/gas.html

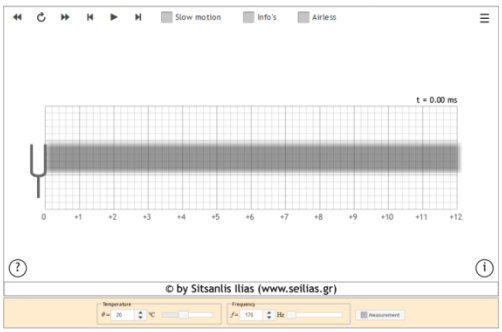


Povečaj in pomanjšaj območje ter opiši, kaj se zgodi.

Zvok je sosledje naraščanja in padanja zračnega tlaka. Ali če povemo na bolj znanstven način: zvok je vsaka slišna sprememba gostote v elastičnem mediju.

Klikni na gumb 'info' v spodnji simulaciji in opazuj spremembe zračnega tlaka. Klikni na gumb 'airless' ter si oglej, kaj se zgodi v vakuumu.

http://seilias.gr/erasmus/html5/soundSpeed.html



Naloga 1

Izvedli bomo nekaj poskusov s simulacijo.
Izberi temperaturo 20°C in frekvenco 300 Hz.
Kako dolgo v povprečju potuje zvok, da doseže razdaljo 12 m?

Kolikšna je hitrost zvoka pri 20°C?

Kolikšna pa je hitrost zvoka pri -40°C in 100°C?

Temperatura (°C)	Hitrost zvoka (m/s)
20	
100	
-40	

Kaj lahko sklepamo iz tega?

Poenostavljena formula, ki predstavlja odnos med hitrostjo zvoka in temperaturo v °C je

$v = 20\ x\ \sqrt{273 + T}$, kjer hitrost zvoka (v) merimo v m/s in temperaturo (T) v °C.

Uporabi računalo, da preveriš, ali ti je poskus uspel.

Ponovno izberi temperaturo 20°C. Frekvenco spremeni s 100 Hz na 500 Hz. Izberi gumb 'measurement'. Na zaslonu vidiš trenutek, ko gre val mimo prvega in drugega mikrofona.

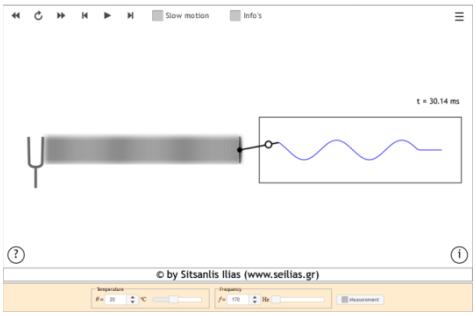
Kaj lahko sklepamo iz tega?

Pomen frekvence zvoka

Zvok potuje v obliki sprememb v gostoti medija in se premika kot vzdolžni val. To je val, ki se premika v isti smeri kot širjenje energije.

Ta val lahko vidiš v spodnji simulaciji:

http://seilias.gr/erasmus/html5/waveForm.html



Naloga 2

Oglejmo si, kakšen je vpliv frekvence na zvok.

Ponovno izberi temperaturo 20 °C in frekvenco 170 Hz. Izračunaj hitrost zvoka kot v Nalogi 1.

Kolikšna je hitrost?

Val se pojavi v trenutku, ko zvok doseže končni položaj. Ustavi simulacijo in zapiši čas (t_1). Nadaljuj s predvajanjem simulacije, dokler val ne doseže najvišje točke. Ponovno ustavi predvajanje in zapiši čas (t_2). Spet predvajaj simulacijo, dokler val ne pride do naslednje najvišje točke. Ponovno ustavi in zabeleži čas (t_3). Ponovi s frekvencama 200 Hz in 300 Hz.

Frekvenca(Hz)	t_1(s)	t_2(s)	t_3(s)	$t_3 - t_2$(s)
170				
200				
300				

Frekvenca ne vpliva na

Frekvenca vpliva na

Pri frekvenci 170 Hz opaziš visok in nizek tlak krat na sekundo.

Pri frekvenci 200 Hz opaziš visok in nizek tlak krat na sekundo.

Pri frekvenci 300 Hz opaziš visok in nizek tlak krat na sekundo.

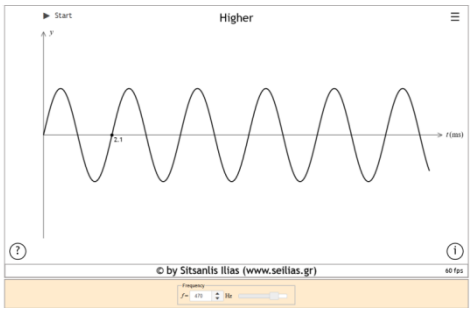
S pomočjo formule $v = \lambda \times f$ lahko izračunaš valovno dolžino (λ v m).

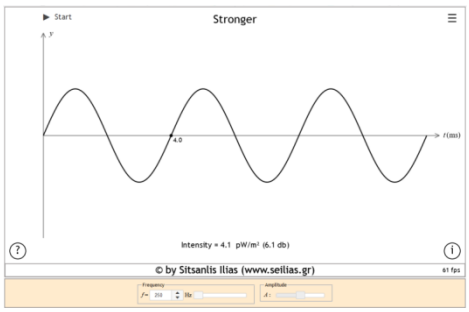
Hitrost zvoka v (m/s)	Frekvenca f (Hz)	Valovna dolžina λ (m)
	170	
	200	
	300	

Vpliv frekvence na valovno dolžino lahko jasno slišiš v prvi simulaciji, v drugi pa lahko slišiš, kaj se zgodi, ko spremeniš višino vala. Višina vala se imenuje amplituda.

http://seilias.gr/erasmus/html5/sound-1.html

http://seilias.gr/erasmus/html5/sound-2.html





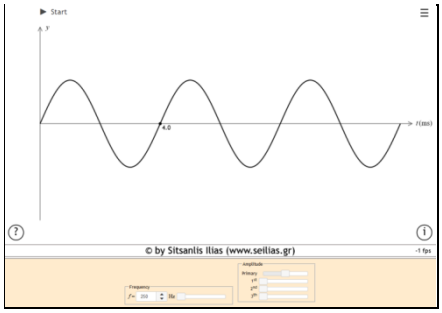
Zaključek:

Višja kot je frekvenca, je ton zvoka.

Višja kot je amplituda, je zvok.

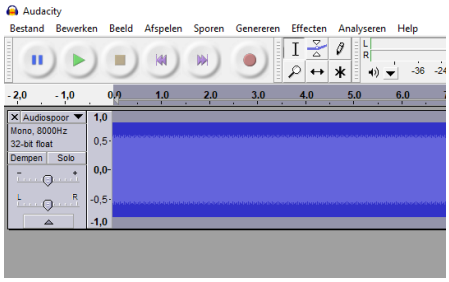
Glasnost zvoka imenujemo jakost zvoka. Nivo jakosti zvoka merimo v decibelih (dB). Zvočna frekvenca se imenuje višina tona in se meri v Hz.

http://seilias.gr/erasmus/html5/sound-3.html



Naloga 3

Naloži program Audacity.



Če ne poznaš odgovora, ga lahko najdeš na internetu.

Odpri program Audacity in klikni na gumb ‘generate’. Nato izberi ‘tone’.

Katera je najnižja frekvenca, ki jo lahko slišiš?

Katera je najvišja?

Katere frekvence naj bi človeško uho normalno zaznavalo?

Kolikšna jakost zvoka lahko poškoduje sluh?

Zvok groma zaslišiš 10 sekund kasneje, kot zagledaš strelo. Kako daleč je nevihta?

Najnižji ton klavirja ima valovno dolžino 12.5 m, najvišji pa 8.2 cm.

Kolikšen je razpon frekvenc pri klavirju?

2. DEL

Tema	Dijaki sami izdelajo monokord
Predmeti	Tehnologija, inženirstvo, umetnost, matematika
Stopnja	
Cilji	Dijaki spoznajo različne lestvice, ki so se skozi čas uporabljale za razumevanje not in odnosov med njimi.
Kompetence	Tehnologija: uporabljajo aplikacije, da lahko vidijo in slišijo te razlike Inženirstvo: izdelajo svoje lastno glasbilo - monokord Umetnost: proučijo osnovno gradivo o glasbi, notah in oktavah Matematika: s pomočjo ulomkov odkrijejo in opišejo intervale med notami
Trajanje	200’
Viri/ pripomočki	3 vezane multipleks plošče (65 cm x 10 cm x 1.8 cm), palica (0.5 cm x 0.5 cm x 85 cm), kitarska struna, nekaj žebljev, lepilo, vijak (ali kaj podobnega).

UVOD

Zdaj ko vemo, katere količine igrajo vlogo pri proizvajanju zvoka, lahko začnemo z izdelavo svojega lastnega glasbila: monokorda.

To je strunsko glasbilo z eno struno v resonančnem trupu. Pod struno mora biti dovolj prostora, da premikaš kobilico po lestvici. Kaj se zgodi, ko udariš struno?

Dobil boš aplikacijo (Piano.apk), s pomočjo katere boš lahko slišal različne note ob zvokih tega glasbila.

MONOKORD, VALOVI IN LESTVICE

Monokord so uporabljali stari Grki za merjenje in preverjanje lestvice. Baje ga je izumil Pitagora, ko je proučeval odnos med dvema zvokoma.

Ko je uporabil celo dolžino strune, je dobil noto DO, kot vidimo na sliki *2A*. Ko je vibrirala le polovica strune, je dobil za eno oktavo višji ton (sl.*2B)*. Frekvenčno razmerje med oktavama je 2:1.

Sl.2A

Sl.2B

Oktava je razdalja med prvo in naslednjo osmo noto.

Ko je kobilico premaknil tako, da je bila struna razdeljena na tri enake dele, in sta vibrirala le dva enaka dela, je dobil čisto kvinto (popoln peti ton), SO. (sl. *3B*). Frekvenčno razmerje med tem tonom in tonom DO je 3:2.

Sl.3A

Sl.3B

Čista kvinta je razdalja med noto DO in sledečo peto noto, SO.

Da bi lahko razumeli pitagorejsko ali diatonično lestvico, bomo proučili nekaj osnovnih podatkov o naraščanju, padanju, zvečanju in zmanjšanju intervalov.

Intervale med dvema zvokoma lahko predstavimo z ulomki.

Na primer, interval med tonoma s frekvencama f = 600 Hz in f '= 400 Hz predstavlja ulomek $\frac{3}{2}$, ker je $\frac{f}{f'} = \frac{600}{400} = \frac{3}{2}$. To pomeni, da je med frekvencama 600 in 400 Hz razmerje 3:2. Navadno to izrazimo kot razmerje med višjo in nižjo frekvenco.

Interval med DO in SO je čista kvinta.
Frekvenci med dvema tonoma, ki tvorita oktavo, bosta v razmerju 2:1 oziroma $\frac{2}{1}$.

Zvečanje razpona zvočnih intervalov za eno oktavo

Če želimo zvečati interval, moramo zvišati frekvenco najvišjega tona oziroma znižati frekvenco nižjega.
Primer – Pri intervalu $\frac{25}{24}$ izračunamo interval, ki ustreza zvečanju oktave tega intervala.

Če hočemo dobiti zvečanje za eno oktavo, lahko znižamo frekvenco spodnjega tona za polovico, se pravi, da dobimo $\frac{25}{\frac{24}{2}} = \frac{25}{12}$, ali pa za enkrat zvišamo frekvenco zgornjega tona, tako da dobimo $\frac{2\,x\,25}{24} = \frac{25}{12}$.

Zaključek: Zvečanje razpona za eno oktavo ustreza podvojitvi frekvenčnega razmerja.

Zmanjšanje razpona zvočnih intervalov za eno oktavo

Zmanjšanje intervalov lahko razložimo na podoben način kot zvečanje, le v obratni smeri.

Primer – Pri intervalu $\frac{32}{15}$ izračunamo interval, ki ustreza zmanjšanju tega intervala za eno oktavo.

Če želimo zmanjšati razpon za eno oktavo, lahko podvojimo frekvenco spodnjega tona, se pravi, da dobimo $\frac{32}{15\,x2} = \frac{32}{30} = \frac{16}{15}$, ali pa znižamo frekvenco višjega tona za polovico, tako da dobimo $\frac{\frac{32}{2}}{15} = \frac{32}{30} = \frac{16}{15}$.

Zaključek: Zmanjšanje razpona za eno oktavo ustreza razpolovitvi frekvenčnega razmerja.

Računanje ostalih zvočnih intervalov

Poizkusimo izračunati interval od DO do TI, tako da upoštevamo naslednje:

Interval DO-LA = $\frac{5}{3}$ in interval LA-TI = $\frac{9}{8}$

DO-TI = (DO-LA) + (LA-TI)

$\frac{f(TI)}{f(DO)} = \frac{f(LA)}{f(DO)}\ x\ \frac{f(TI)}{f(LA)} = \frac{5}{3}$ x $\frac{9}{8} = \frac{45}{24} = \frac{15}{8}$

Zaključek: Seštevanje intervalov ustreza množenju frekvenčnih razmerij.

Poizkusimo določiti interval med FA in SO, s tem da je znano naslednje:

Interval DO-FA = $\frac{4}{3}$ in interval DO-SO = $\frac{3}{2}$

FA - SO = (DO - SO) - (DO-FA)

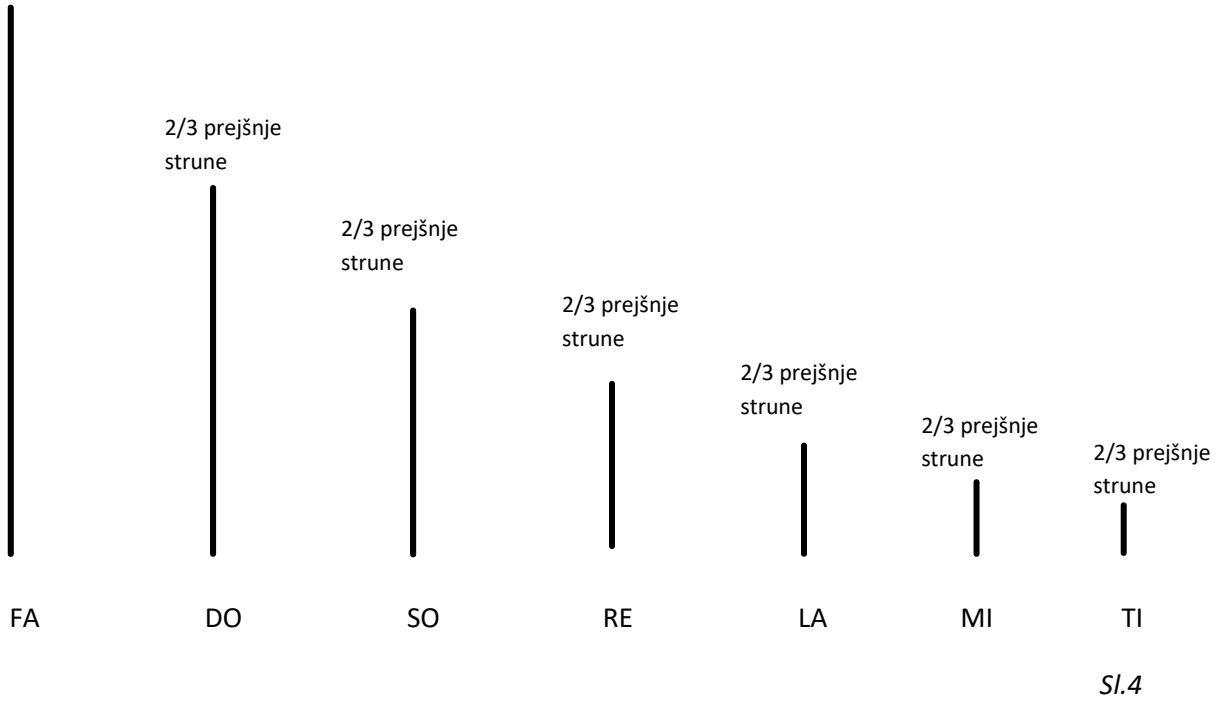
$\frac{f(SO)}{f(FA)} = \frac{\frac{f(SO)}{f(DO)}}{\frac{f(FA)}{f(DO)}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8}$

Zaključek: Odštevanje intervalov ustreza deljenju frekvenčnih razmerij.

PITAGOREJSKA ALI DIATONIČNA LESTVICA

Ko razumemo zvečanje in zmanjšanje intervalov, lahko razumemo, kako nastane Pitagorejska lestvica.

Pri ustvarjanju svoje lestvice je Pitagora uporabil zvoke, ki jih je dobil, ko je eno za drugo krajšal strune za 1/3 dolžine (*Slika 4).* Zvok, ki ga je dobil pri zvenenju novih strun, ki jih je zaporedoma krajšal za 1/3 dolžine vsake prejšnje strune, je čista kvinta glede na prejšnjo vibrirajočo struno.



Sl.4

Zvočni interval DO-RE

Na primer, interval med DO in RE predstavlja dve čisti kvinti, zato velja:
3/2 x 3/2 = 9/4 (seštevanje intervalov = množenje frekvenčnih razmerij)
Ker interval med tem DO in RE presega oktavo, je nujno znižati RE za eno oktavo, torej:
Deli 9/4 z 2 = 9**/8, kar je vrednost Pitagorejskega tona**.
Razmerje zvočnega intervala DO-RE je 9/8.

Zvočni interval DO-MI

Za interval med DO in MI:
FA **DO** SO RE LA **MI** TI

3/2 x 3/2 x 3/2 x 3/2 = 81/16

Ker je MI za dve oktavi višji, ga moramo zmanjšati za dve oktavi.
V tem primeru moramo deliti 81/16 s 4 = **81/64**
Razmerje zvočnega intervala DO-MI je 81/64.

Interval MI-FA

Za interval med MI in FA:
FA **DO** SO RE LA **MI** TI

3/2 x 3/2 x 3/2 x 3/2 x 3/2 = 243/32
Da bi zmanjšali MI za tri oktave, bomo morali deliti 243/32 z 8 in dobili bomo 243/256.
To je dejansko interval FA-MI po zmanjšanju.
Za Pitagorejsko naraščanje MI-FA bomo imeli nasprotno razmerje, torej dobimo 256/243.
Razmerje zvočnega intervala MI-FA je 256/243.

Na ta način smo ravnokar odkrili Pitagorejski polton (primer MI-FA), ki znaša 256/243, medtem ko je Pitagorejski ton (primer DO-RE) 9/8.

Lahko se prepričamo, da pri Pitagorejski lestvici dva poltona nista enaka enemu celemu tonu.

Poglejmo:

2 Pitagorejska poltona = 256/243 x 256/243 = 1,1099. 1 Pitagorejski ton pa je 9/8 = 1,125.
Manjkajoči interval iz dveh Pitagorejskih poltonov do Pitagorejskega tona se imenuje Pitagorejska koma.

Pitagorejska koma = 1 Pitagorejski ton - 2 Pitagorejska poltona

Naloga 4

Izpolni tabelo frekvenčnih razmerij za vsak zvočni interval Pitagorejske lestvice.

Tabela 1 – Frekvenčno razmerje za vsak zvočni interval						
DO-RE	RE-MI	MI-FA	FA-SO	SO-LA	LA-TI	TI-DO
9/8	9/8	256/243	9/8	9/8	9/8	256/243

V tabeli 2 so predstavljena frekvenčna razmerja med vsako noto in toniko (DO).

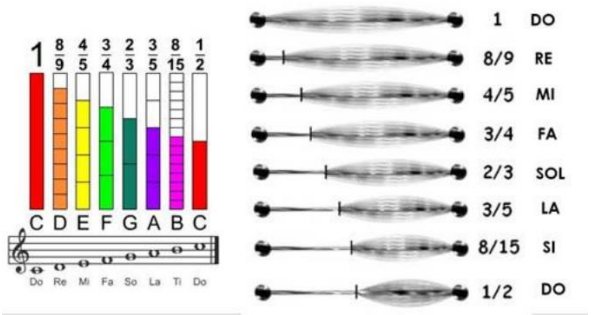
S pomočjo podatkov iz tabele 1 izračunaj frekvenčno razmerje med DO in LA ter DO in TI.

Pod stalno napetostjo je dolžina strune obratno sorazmerna z višino zvoka. Izpolni tabelo 2 z dolžinami strune.

Tabela 2 – Pitagorejska lestvica								
Note	DO	RE	MI	FA	SO	LA	TI	DO
Frekvenčno razmerje med vsako noto in toniko (DO)	1/1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2/1
Dolžina strune								

ZARLINOVA LESTVICA (NARAVNA UGLASITEV)

Pitagorov sistem je popoln za glasbo, ki se je izvajala v antiki in srednjem veku, vendar ni primeren za polifonsko glasbo, saj ga ne moremo uporabljati za akorde (sozvočja). Pojavi se Zarlinova lestvica (naravna uglasitev). Od leta 300 pr. n. št. so ljudje razmišljali o alternativnih rešitvah Pitagorejski uglasitvi. Naslednja alternativna rešitev uporablja preprostejše ulomke.



Naloga 5

V tabeli 3 so navedena frekvenčna razmerja za vsak zvočni interval v Zarlinovi lestvici.

***Tabela 3* - Zarlinova lestvica (naravna uglasitev)**						
Frekvenčno razmerje za vsak zvočni interval						
DO-RE	RE-MI	MI-FA	FA-SO	SO-LA	LA-TI	TI-DO
9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15

Opazimo, da so v Zarlinovi lestvici trije različni intervali (9/8, 10/9 in 16/15).

Koliko jih je bilo v Pitagorejski lestvici?

V tabeli 4 so predstavljena frekvenčna razmerja med vsako noto in toniko v Zarlinovi lestvici.

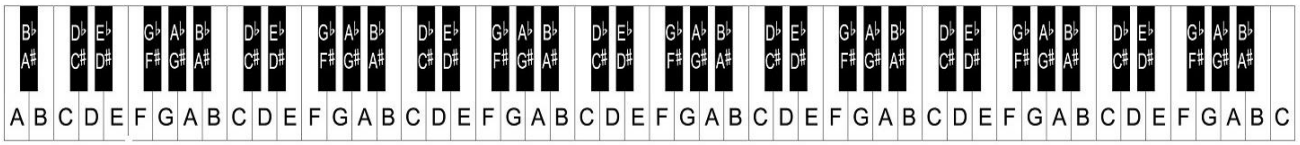
Z uporabo podatkov iz tabele 3 izračunaj frekvenčni razmerji med DO-MI in DO-FA.

***Tabela 4* - Zarlinova lestvica (naravna uglasitev)**								
Note	DO	RE	MI	FA	SO	LA	TI	DO
Frekvenčno razmerje med vsako noto in toniko	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2

ENAKOMERNA UGLASITEV

Pitagorejska in Zarlinova lestvica (naravna uglasitev) predstavljata nekaj praktičnih težav, še zlasti pri uglaševanju klaviatur, saj le-te vsebujejo neenakomerna frekvenčna razmerja.
Za rešitev tega problema so ustvarili enakomerno uglasitev, ki vsebuje 12 not, ločenih po enakih intervalih.
Interval med dvema sosednjima notama je vedno $\sqrt[12]{2}$.

Note so naslednje: DO, DO#, RE, RE#, MI, FA , FA#, SO, SO#, LA, LA#, TI *(Sl. 6).*



Sl.6

Če želimo dobiti frekvenco note, f_n, in poznamo predhodno noto, f_{n-1}, uporabimo naslednji izraz:

$$f_n = f_{n-1}\sqrt[12]{2} = 1.0595 \times f_{n-1}$$

V tabeli 5 so predstavljena frekvenčna razmerja za vsak interval v enakomerni uglasitvi.

***Tabela 5* – Enakomerna uglasitev**						
Frekvenčno razmerje za vsak zvočni interval						
DO-RE	RE-MI	MI-FA	FA-SO	SO-LA	LA-TI	TI-DO
$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^1$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^1$

V tabeli 6 je navedeno frekvenčno razmerje med vsako noto in toniko v enakomerni uglasitvi.

Tabela 6 – Enakomerna uglasitev								
Note	DO	RE	MI	FA	SO	LA	TI	DO
Frekvenčno razmerje med vsako noto in toniko	1	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^2$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^4$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^5$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^7$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^9$	$\left(\sqrt[12]{2}\right)^1$	2

Naloga 6

Kaj pa nam koristi vsa ta matematika?

S pomočjo matematike boš lahko dopolnil frekvenco vseh različnih not v vseh lestvicah.

S temi ulomki lahko dobimo frekvenco različnih not v vsaki lestvici, če poznamo frekvenco ene od not (na primer LA 440 Hz).

Poizkusi!

Note	**Pitagorejska lestvica**	**Popolna uglasitev**	**Enakomerna uglasitev**
DO	261	264	261.6
RE	294	297	293.7
MI	330	330	329.6
FA	348	352	349.2
SO	392	396	392
LA	440	440	440
TI	495	495	493.9
DO	522	528	523.3

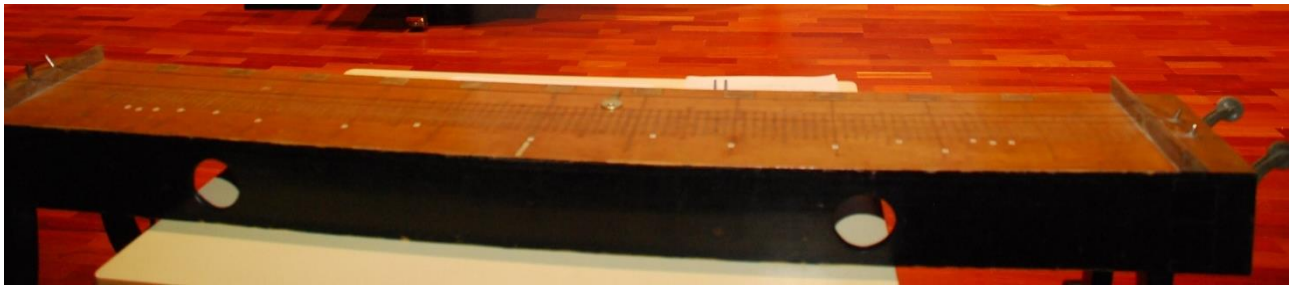
Vzemimo za primer četrto oktavo. S pomočjo naslednjih simulacij lahko med poslušanjem skušaš razločiti med različnimi uglasitvami note FA.

http://seilias.gr/erasmus/html5/notesPythagora.html

http://seilias.gr/erasmus/html5/notesReine.html

http://seilias.gr/erasmus/html5/notesAccuracy.html

Naloga 7



Pod stalno napetostjo je dolžina strune obratno sorazmerna z višino zvoka.

Se pravi, če cela struna predstavlja DO s frekvenco 264 Hz, bomo ob udarjanju nanjo s kobilico na polovici strune dobili DO s frekvenco 528 Hz.

Izpolni naslednje tabele z dolžino strune.

Katera od spodnjih uglasitev bo najboljša, da bi naredili čim natančnejši monokord?

Zakaj?

Pitagorejska lestvica	**C do**	**D re**	**E mi**	**F fa**	**G so**	**A la**	**B ti**	**C do**
Frekvenčno razmerje med vsako noto in toniko	1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2
Dolžina strune *(m)*	1							1/2

Zarlinova lestvica	**do**	**re**	**mi**	**fa**	**so**	**la**	**ti**	**do**
Frekvenčno razmerje med vsako noto in toniko	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2
Dolžina strune *(m)*	1							1/2

Lestvica enakomerne uglasitve	**do**	**re**	**mi**	**fa**	**so**	**la**	**ti**	**do**
Frekvenčno razmerje med vsako noto in toniko	1	$(\sqrt[12]{2})^2$	$(\sqrt[12]{2})^4$	$(\sqrt[12]{2})^5$	$(\sqrt[12]{2})^7$	$(\sqrt[12]{2})^9$	$(\sqrt[12]{2})^{11}$	2
Dolžina strune *(m)*	1							1/2

Naloga 8

Izdelajmo monokord.

Potrebujemo: 3 vezane multipleks plošče z merami 65 cm x 10 cm x 1.8 cm, palico (0.5 cm x 0.5 cm x 85 cm), kitarsko struno, nekaj žebljev, lepilo in vijak ali kaj podobnega.

Moral boš natančno skrajšati 60 cm struno, da boš lahko zaigral točno določeno noto. To lahko narediš tako, da pod struno daš kobilico. To pomeni, da moraš izračunati in določiti pravilen položaj kobilice za vsako noto. Te položaje boš dobil tako, da boš vse spodnje ulomke razširil na skupni imenovalec 60.

Izpolni tabelo 11

Tabela 11								
Lestvica	DO	RE	MI	FA	SO	LA	TI	DO
Del dolžine strune	1	8/9	4/5	3/4	2/3	3/5	8/15	1/2
Oznake na 60 cm struni								

Palico razžagaj na 2 kosa po 10 cm in 1 kos dolžine 60 cm.

Označi centimetre na 60 cm dolgem kosu in poudari točke, kjer dosežeš čisto uglasitev.

Ko torej vzamemo 60 cm dolgo struno in polagamo kobilico na te poudarjene točke, da bi skrajšali struno, bomo eno za drugo slišali note DO, RE, MI, FA, …

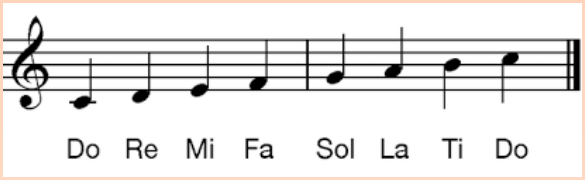
Če je mogoče, uporabi rezkar, da boš odstranil 1.8 cm x 65 cm x 0.5 cm lesa s strani ene od plošč.

Sestavi vse dele, kot prikazuje spodnja slika. Na eni strani mora biti struna pritrjena na žebelj, na drugi strani pa uporabi vijak ali kaj podobnega.

Napni struno tako, da obračaš vijak. Pazi, da je ne strgaš.

Struna se mora dotikati palice ob vijaku.

Uporabi nek predmet, ki bo služil namesto kobilice, da skrajšaš dolžino strune glede na oznako in zaigraj.



Možno je, da rezultat ne bo najboljši.

Oglej si naslednjo simulacijo: http://seilias.gr/erasmus/html5/notesReine.html

Kolikšna je frekvenca note DO v različnih oktavah?

	1.oktava	2.oktava	3.oktava	4.oktava	5.oktava	6.oktava	7.oktava
Frekvenca DO(Hz)	33	66	132	264	528	1056	2112

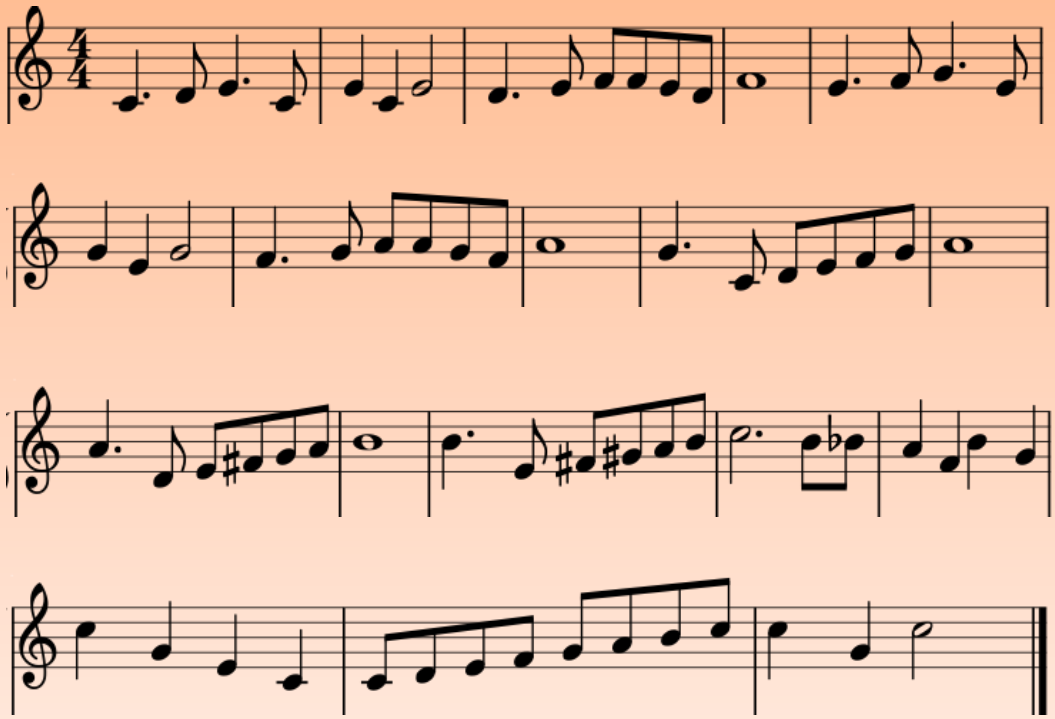
S popolno struno dosežemo vibracije, ki ustrezajo formuli $f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

n = 1,2,3,4… , f frekvenca (Hertz), L dolžina strune (meter), T napetost strune (newton) μ masa na meter (kg/m).

Vidimo, da ni pomembna le dolžina, ampak je potrebno upoštevati tudi maso in napetost strune.

Naloga 9

Glasbeniki lahko poizkusijo zaigrati tole pesem.



3. DEL	
Tema	Potovanje ob zvokih našega monokorda in pripovedovanje o tem potovanju
Predmeti	Naravoslovje – Tehnologija - Umetnost
Stopnja	
Cilji	Dijaki na igriv način odkrivajo Evropo, njeno zgodovino, običaje, značilnosti, … tako da ustvarijo svoje lastno potovanje ob zvokih monokorda.
Kompetence	Naravoslovje: zemljepisno potovanje po državah in mestih Tehnologija: uporaba Google Earth za načrtovanje potovanja Umetnost: ustvarjanje pesmi, besedila pete pesmi, gledališke igre ….. s čimer bodo opisali svoje potovanje
Trajanje	150 minut
Viri/ pripomočki	Google Earth - Internet

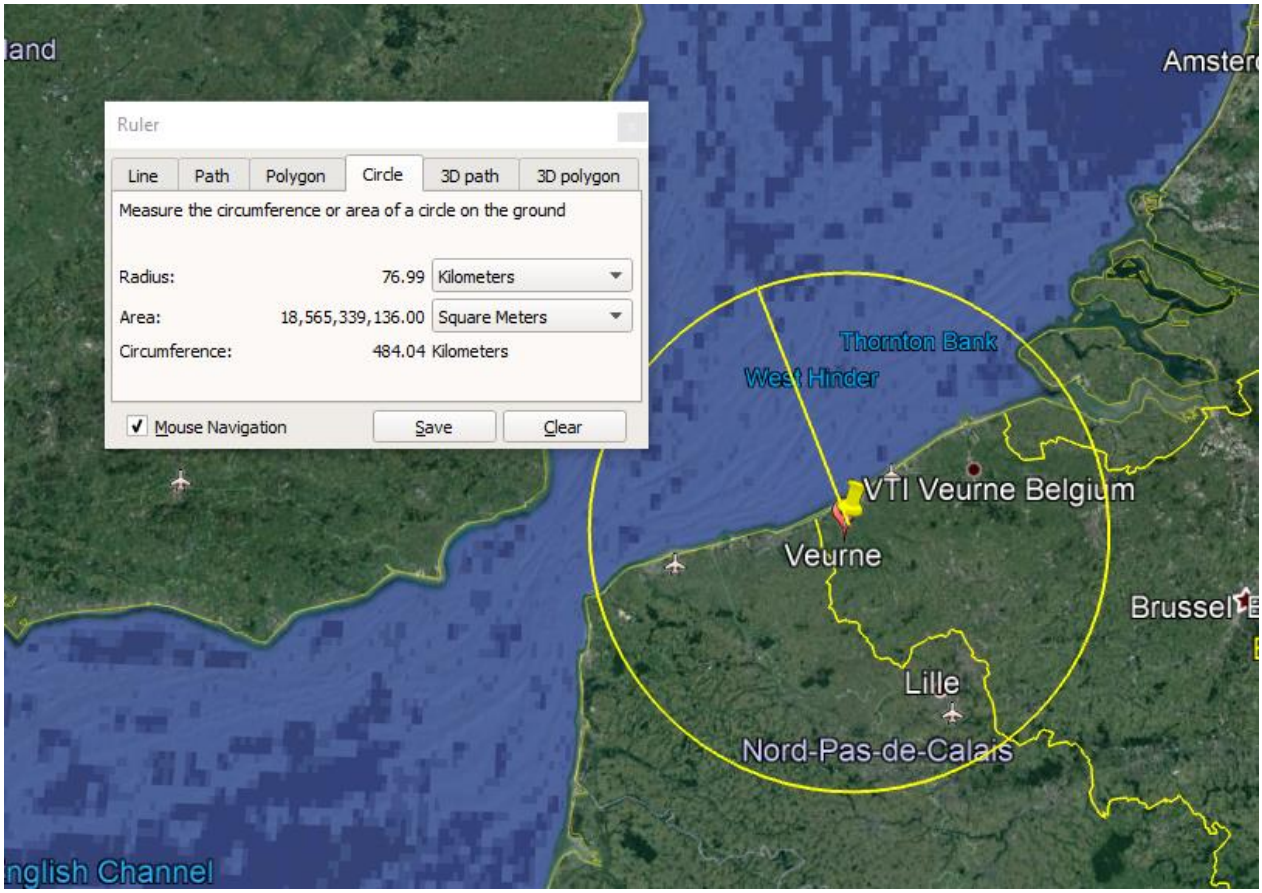
Naloga 10

Ulomke na strani 21 razširi na skupni imenovalec 1000.

DO	1000/1000
RE	
MI	
FA	
SO	
LA	
TI	
DO	

Za to nalogo uporabimo Google Earth.

Določi položaj svojega kraja na Google Earth. Uporabi orodje Ruler in izberi opcijo Circle. Okrog izbranega kraja občrtaj krog.



Pomanjšaj zemljevid, tako da lahko vidiš vso Evropo. Povečaj krog, tako da bo polmer enak skupnemu imenovalcu note 'RE' v km. Izberi državo, ki se nahaja na krožnici. Približaj oz. povečaj (zumiraj na) to državo ter izberi mesto, ki ga poznaš in se nahaja v notranjosti kroga.

Zdaj bomo šli na virtualno potovanje v to mesto na spletu. Mogoče boš našel znano osebnost, ki je bila rojena tam, morda okusen obrok, mogoče so tam delovali slavni izumitelji, ali je v tem mestu nastal kak zanimiv izum, ali pa… Preišči splet in izpolni spodnjo tabelo.

Od tega mesta nadaljuj pot na enak način tako, da narišeš krog s polmerom, enakim skupnemu imenovalcu note 'MI' v km, vendar moraš ostati v Evropi.

Zdaj izpolni vso tabelo.

	Država	Mesto	Zanimivost
DO			
RE			
MI			
FA			
SO			
LA			
TI			
DO			

Naloga 11

Napiši pesem, besedilo za peto pesem, gledališko igro ali nariši oz. naslikaj sliko, ki opisuje tvoje potovanje. Ko končaš, to predstavi v razredu.

Če nimaš navdiha, lahko narediš nekaj drugega: napišeš haiku.

Haiku je tradicionalna japonska pesniška oblika. Je način, kako gledaš fizični svet in vidiš nekaj globljega, sámo naravo obstoječega. Bralec ob tem doživlja močne občutke ali vtise.

Haiku uporablja le nekaj besed, s katerimi ujame trenutek. Sestavljen je iz treh vrstic. Prva vrstica vsebuje pet zlogov, druga sedem in tretja pet. Rime navadno ni.

Morda bi si najprej ogledal nekaj primerov haikuja na spletu.

Zdaj uporabi metodo viharjenja možganov (brainstrominga) glede svoje teme. Napiši svojo trivrstičnico z vzorcem 5-7-5.