



Hangtan

2.2.1 Mechanikai hangforrások

2.2.2 Elektromos hangforrások és mérőműszerek

2.2.3 Hangterjedés

2.2.4 Ultrahang

2.2 Fizika - Hangtan

2.2.1 Mechanikai hangforrások

Hangtan

A hangtan a rezgéstán egy külön területe. Általában rezgésekkel foglalkozik, amelyek a fülben hangérzetet keltenek. De szokás olyan rezgéseket is a hangtanhoz sorolni, amelyeket bár már nem a fül érzékel, de tekintettel a fizikai tulajdonságaikra a hallhatótól semmilyen módon nem különböztetnek meg (infra- és ultrahang). A következőkben leírt eszközkomponensekkel lehetséges a hang különböző tulajdonságait egy kísérlet során kifejezni és elemezni.

- Hangot létre lehet hozni mechanikai eszközökkel (pl. hangvillával, hangszerekkel) vagy elektromos jelekkel is, amelyeket hangszóróra adnak.
- A hang igazolására természetesen alkalmas a fül is; de sajnos csak kevés ember képes a hangfrekvenciát és az amplitúdót tisztán felismerni. Szerencsére itt segítenek a műszaki segédeszközök, mint a mikrofon, a hangszintmérő, a digitális számláló, a frekvencia analízátor és az erősítő, a kiértékelést objektíven és elérhetően elvégezni.
- A hangforrástól a vevőkészülékig terjedő úton a hangot sokféleképpen lehet befolyásolni (csillapítás, visszaverődés, elhajlás, interferencia, ...) és a befolyásolás jellegzetes nyomokat hagy maga után a fogadott hangjelben.
- A hang egy hullámjelenség, amely véges és anyagfüggő sebességgel terjed. Speciális kísérletek (Kundt-cső, Quincke-cső, terjedési idő mérések) lehetővé teszik a nagy hullámhosszak és hangterjedési sebesség igazolását és pontos mérését.
- A digitális számláló és a számítógépes frekvencia analízátorok végezetül lehetővé teszik a tisztán szinuszos hangok frekvenciamérését egészen a bonyolult zajok hangfelbontásáig és beszédelemzéséig.
- A hangot - különösen az ultrahangot - ma a legkülönbözőbb feldolgozási eljárásoknál használják. Így lehetséges az ultrahanggal tisztítani, emulgálni, koagulálni, távolságokat és sebességet mérni, vagy anyagokat összehegeszteni. Ebben a fejezetben kerülnek ismertetésre ezen és további kísérletek (az ultrahang hullámtulajdonságai) elvégzéséhez szükséges eszközök.

Szemléltető kísérletek - Fizika, A/B kiadás, Hangtan

Leírás DIN A4 36 kísérlettel.

Elemjegyzék	Cikkszám/Menny.
A hangvilla rezgései	P0393800
Húrrezgések	P0393900
Levegőoszlop rezgései	P0394000
Kundt-cső	P0394400
Frekvencia meghatározása	P0394500
Sziránahangok	P0394600
Két hangvilla rezonanciája	P0394700
Zenei intervallum	P0395100
A fül felső hallási küszöbe	P0395200
A hangterjedés megszakítása vákuummal	P0464300
Nyomásváltozások szén-mikrofon modellen	P0464400
Hangjelek láthatóvá tétele	P0464500
Frekvencia meghatározása oscillográf képből és összehasonlító hanggal	P0464600
Frekvenciamérés elektronikus digitális számlálóval	P0464700
Hangterjedési sebesség meghatározása levegőben oscillográffal	P06464800
Hangterjedési sebesség meghatározása levegőben elektronikus digitális számlálóval	P0464900
Hangterjedési sebesség meghatározása CO ₂ -ben	P0465000
A törvény igazolása	P0465100
Sajátrezgések kétoldalon nyitott csőben	P0465200
Sajátrezgések egyoldalon nyitott csőben	P0465300
Helmholtz-rezonátorok	P0465400
Egy húr alaprezgése és felharmonikusai	P0465500
Egyik végén befogott rúd keresztirányú rezgése	P0465600
Keresztirányban rezgő rudak két szabad véggel	P0465700
A hangvilla rezgései	P0465800
Chladni-féle hangábrák	P0465900
A visszaverődési törvény igazolása	P0466100
A hang összpontosítása parabolatükörrel	P0466200
Távolságmérés hanggal	P0466300
Állóhullámok falról történő visszaverődéssel	P0466400
Konsonancia vagy diszsonancia	P0466500
Hangszínek	P0466600
Az alsó hallási küszöb	P0466700
Írányhallás	P0466800
Hangterjedés levegőben	P0494700
01141.61	

2.2 Fizika - Hangtan

2.2.1 Mechanikai hangforrások

Mechanikai hangforrások

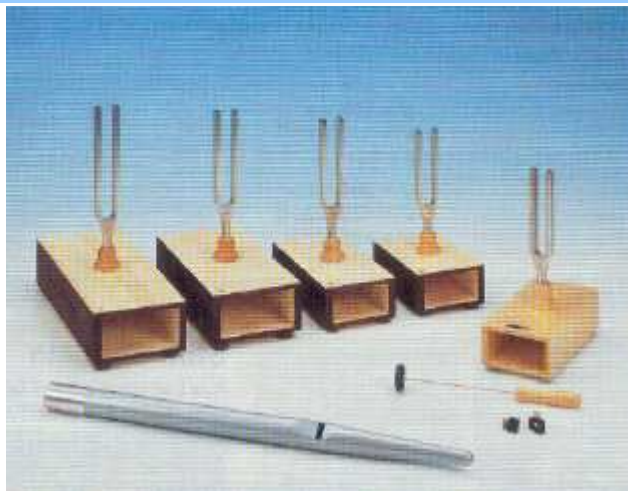
Konzonanciák és disszonanciák

P0466500

Bár az összhangok szubjektív érzékeléstartalma a hallgatói szokásoktól és ezzel a korízlástól függ, beilleszthetők egy skálába a disszonáns és a teljesen konzonáns közé. A különböző összhangok különféle szubjektív értékelése a hanglebegések fellépésével magyarázható, amelyeket a részhangok részleges hangzásával hívnak elő. Ezek egyfajta érdekességet okoznak, amelyet kellemetlenül disszonanciaként éreznek.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Hangvillák, rezonanciadobozon	03418.00 1
Futóttest hangvillához, 2 db	03427.01 1
Hangvilla 440Hz, rezonanciadobozon	03427.00 1

„Szemléltető kísérletek - Fizika, A/B kiadás, Hangtan”



A zenei intervallum

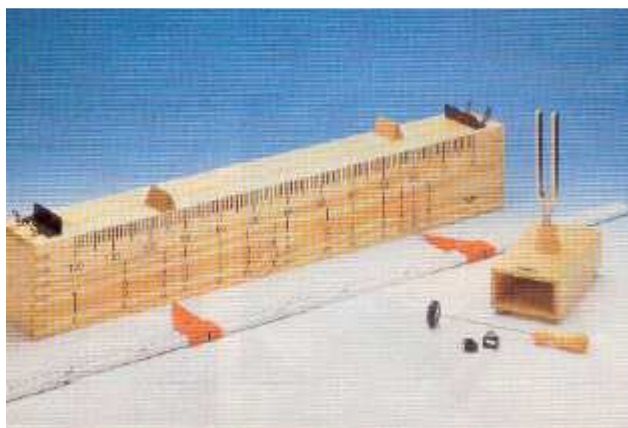
P0395100

Intervallummal jelölik meg két hang frekvenciaviszonyát. A nyugati zene a diatonikus skálákban csupán intervallumot használ, amely egész számú arányokból van képezve.

A hangok intervalluma egyszerűen kiszámolható, ha húrokat rezgésre készítetnek. Egy húr esetén két különböző húrhossz fordítottan aránylik mint a létrehozott hang frekvenciái.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Monokord	03430.00 1
Hangvilla 440Hz, rezonanciadobozon	03427.00 1
Mérőrúd, l = 1000mm	03001.00 1
Tolók mérőrúdhhoz, 2 darab	02201.00 1

„Szemléltető kísérletek - Fizika, A/B kiadás, Hangtan”



Metronóm

Metronóm

Skála az ütemfrekvencia beállításához; óraszerkezettel, keményfa házzal, barna színben.

Műszaki adatok:

- frekvenciatartomány: 40...208 ütés percenként
- alaplap (cm): cca. 11 x 12
- magasság: 23cm

03073.00



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.1 Mechanikai hangforrások

Hangvillák

Hangvillák, C-dúr skála, 8 darabos készlet

A legnagyobb hangvilla hossza: 175mm, fogantyú átmérője: 6mm.

Műszaki adatok:

- frekvenciák: $c' = 256\text{Hz}$
 $d' = 288\text{Hz}$
 $e' = 320\text{Hz}$
 $f' = 341\text{Hz}$
 $g' = 384\text{Hz}$
 $a' = 426 \frac{2}{3}\text{Hz}$
 $h' = 480\text{Hz}$
 $c'' = 512\text{Hz}$



03417.00



Hangvillák

Könnyűféméből; különösen széles hangsugárzó felülettel; pl. Kundt-csőhöz rezgéskeltőként használják.

Cikkszám	Frekvencia	Hossz
03422.00	1000Hz	120mm
03423.00	1700Hz	105mm
03424.00	440Hz	120mm



Hangvilla rezonanciadobozon

Fából készült rezonanciadoboz, különösen hosszan hangzó, a hangvilla kivehető. Gumiból készült ütőkalapácsot is tartalmaz.

Hanglebegési kísérletekhez kiegészítésként kapható két futóttest a frekvenciamódosításhoz.

Műszaki adatok:

- frekvencia: 440Hz
- rezonanciadoboz (H x Sz x M, cm): 18 x 9 x 5
- hangvilla hossza: 17cm

Cikkszám	Megnevezés
03427.00	Hangvilla 440Hz, rezonanciadobozon
03427.01	Futóttest hangvillához, 2 darab (ábra nélkül)
03429.00	Ütőkalapács, gumi



Hangvillák rezonanciadobozon

4 darabos készlet; fából készült rezonanciadoboz, kivehető hangvillák. Gumiból készült ütőkalapácsot is tartalmaz.

Műszaki adatok:

- frekvencia: C-dúr akkord
 $c' = 256\text{Hz}$
 $g' = 384\text{Hz}$
 $e' = 322\text{Hz}$
 $c'' = 512\text{Hz}$
- méretek (c'): H x Sz x M (cm): 30 x 12 x 6
- hangvilla hossza: 20cm

03418.00

Író hangvilla 100Hz

Hegyes író tollal, a hangvilla rezgéseinek felrajzolására alkalmas, pl. porral behintett vagy bekormozott üveglapon (pl. 64736.00); hossz: 370mm

Cikkszám	Megnevezés
03426.00	Író hangvilla 100Hz
64736.00	Üveglap



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.1 Mechanikai hangforrások

Rezgő húrok

Monokord

Húrrezgésekkel foglalkozó kísérletekhez és a hangmagasság húr hosszától, feszültségétől és szélességétől történő függésének vizsgálatához.

Két rezonanciatesten elhelyezett húr, két rögzített lábón kifeszítve; minden húr alatt egy mozgó láb; hangmagasságskála, 3 oktáv terjedelem, a megfelelő húr hosszok arányának megadásával; rezonanciatest (cm): 75 x 11 x 9

Tanács: Tartalmazott kiegészítők: feszítőkulcs, két hangoló láb, két acélhúr monokordhoz, $d = 0,3\text{mm}$ ill. $d = 0,5\text{mm}$ (cikkszám utánrendeléshez: 03432.05)

Cikkszám	Megnevezés
----------	------------

03430.00	Monokord
----------	----------

03432.05	Húr monokordhoz, 0,3 és 0,5mm
----------	-------------------------------



Húr húrfeszítővel, fogantyún

A húrfeszítő segítségével a húrokat az állványba be lehet fogni (pl. asztali szorító PASS 02010.00)

Cikkszám	Megnevezés
----------	------------

03431.01	Húrfeszítő fogantyúval
----------	------------------------

03432.01	E húr, $l = 900\text{mm}$
----------	---------------------------

03432.02	G húr, $l = 900\text{mm}$
----------	---------------------------



Vonó

A vonó (03437.00) húrok és csengő lemezek megérintésére szolgál; bükkfa vonó lószőr húrral.

A vonót alkalmanként kolofóniummal kezelik.

Cikkszám	Megnevezés
----------	------------

03437.00	Vonó
----------	------

03437.01	Kolofónium, 1 darab
----------	---------------------



Sípok és szirénák

Dugattyús síp 280...1000Hz

Fedett ajaksíp, a hangmagasság változtatásához eltolható dugattyúval; fémből készült; műanyag csővel, $l = 47\text{cm}$

03441.00	
----------	--



Lyuksziréna

A tárcsa (03450.00) forgatásával és az egyes lyuksorok fújásával hangok kelthetők. Állandó fordulatszámánál a nyolc lyuksor frekvenciája megfelel egy dúr-skála hangjainak; $d = 300\text{mm}$.

Tanács: Ajánlott kiegészítők:

· Tartó: Tárcsatartó (02531.00)

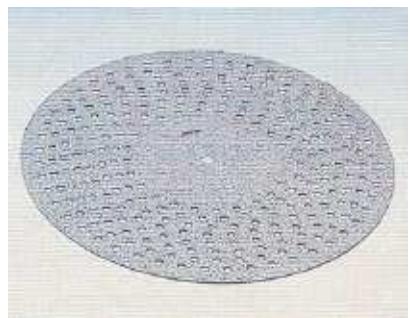
· Fúvó: Üvegcső hegyvel (36701.63)

Cikkszám	Megnevezés
----------	------------

03450.00	Lyuktárcsa
----------	------------

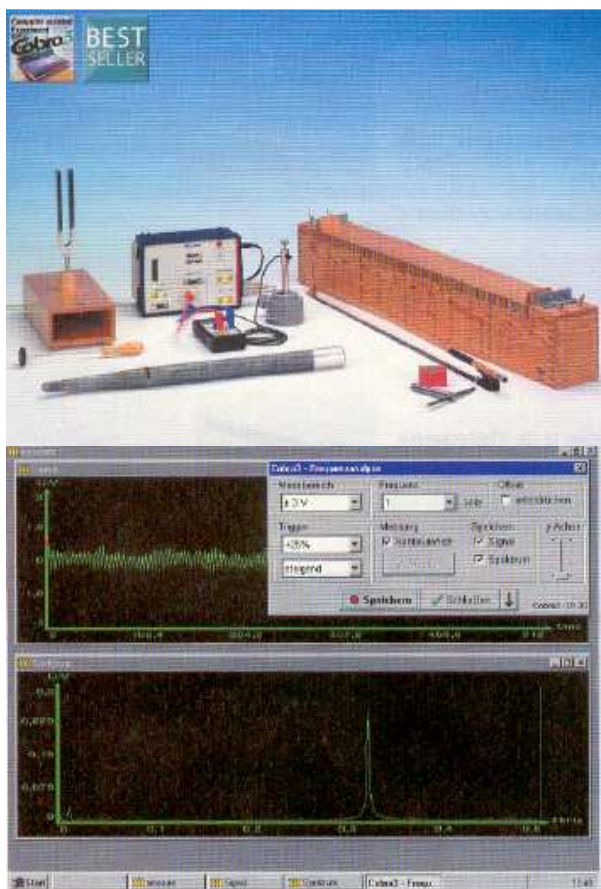
02531.00	Tárcsatartó
----------	-------------

36701.63	Üvegcső
----------	---------



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.1 Mechanikai hangforrások



Hangelemzés

P1362100

A különböző hangszerek spektrumát vizsgálják. Be kell bizonyítani, hogy a hangspektrumot a megszólaltatás fajtája befolyásolhatja. Különböző hangszerek, ha ugyanazt a kottát is játsszák, különböző spektrumot adnak.

Természetesen ezen a módon a beszéd is elemezhető (pl. egy magánhangzóra jellemző frekvenciasúlypont hangfalképvétől való függetlensége).

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Cobra3 alapegység	12150.00 1
Tápegység 12VDC/2A	12151.99 1
Adatkábel, dugó/hüvely, 9 tűs	14602.00 1
Cobra3 szoftver - Frekvenciaelemzés	14514.61 1
Mérőmikrofon erősítővel	03543.00 1
9V-os elem, 6F 22 DIN40871	07496.10 1
Monokord	03430.00 1
Vonó	03437.00 1
Hangvillák, rezonancia dobozon	03418.00 1
Ütőkalapács	03429.00 1
Állványok, kisebb elemek stb.	
„Fizika kézikönyv, számítógépes kísérletek Cobra3-mal” (01310.01)	

2.2 Fizika - Hangtan

2.2.2 Elektromos hangforrások és mérőműszerek

Elektromos hangforrások

Hangfej

Használható hangszugárzóként a frekvenciagenerátorral (13650.93, 13652.93 vagy 65960.93) összekötve, valamint vevőként NF-erősítővel (13625.93) összekötve.

A rendszer permanens-dinamikus; csatlakozás két 4mm-es hüvelyen keresztül összekötőkábelrel, valamint BNC kábelen keresztül adapterrel (07542.27).

A hanghullámokat egy irányhenger segítségével egyesítik.

Műszaki adatok:

- névleges teljesítmény: 2W
- impedancia: 4Ω
- átmérő: 60mm
- fogantyú hossza: 145mm
- fogantyú átmérője: 10mm

03524.00

03525.00



Hangszóró

Univerzálisan használható hangszóró a hangtan (pl. hangrezgések és rezonancia) és az elektronika (pl. elektromágneses rezgések hangjellé történő átalakulása) területére.

Permanens-dinamikus rendszer; a beépített transzformátornak köszönhetően két különböző impedanciájú bemenettel rendelkezik.

Műszaki adatok:

- átviteli tartomány: 30Hz...20kHz
- bemeneti impedancia: kis ellenállású 8Ω , nagy ellenállású $5k\Omega$
- névleges terhelhetőség: 15W 8Ω -nál, 4W $5k\Omega$ -nál
- bemenetek: 4mm-es biztonsági hüvelyek
- H x Sz x M (mm): 230 x 236 x 168

13765.00



Fejhallgató, sztereo

A fejhallgatót hallásvizsgálatnál lehet használni: hallási küszöb meghatározása, hallási küszöb görbe stb. Csatlakozás 6,3mm-es dugóval (3,5mm-es hüvelyhez adapter mellékelve)

Műszaki adatok:

- átviteli tartomány: 20...20000Hz
- névleges impedancia: $2 \times 400\Omega$
- torzítási tényező 1kHz-nél: $\leq 1\%$

Tanács: Ajánlott kiegészítő: Szinuszgenerátor (65960.93)

65974.00



Frekvencia- és jelszint mérés

Mikrofon

Dinamikus mikrofon 2mm-es dugóval; jelforrás erősítő áramkörökhöz. 4mm-es hüvellyel rendelkező eszközökhöz a csatlakoztatáshoz csökkentő dugó (11620.27) szükséges.

Műszaki adatok:

- érzékenység (1kHz): cca. 2,2mV/Pa
- átviteli tartomány: 0,3...13kHz

11620.31



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.2 Elektromos hangforrások és mérőműszerek



Tokos mikrofon tartóval

A hangterjedési sebesség meghatározásához levegőben vagy rudakban, egy digitális számlálóhoz közvetlenül csatlakoztatva. A tokot egy mikrofontartóba helyezik. Két szorító tartja, két 4mm-es hüvelyen keresztül csatlakozik, fogantyúátmérő 10mm.

- terhelhetőség: max. 40mA
- impedancia: 70...150Ω

Cikkszám	Megnevezés
06830.00	Tokos mikrofon
06832.00	Mikrofontartó

NF átviteli transzformátor

Feszültség-átalakításra szolgál; mind a hangfej (03524.00) vezérlésére mind egy oszcilloszkóp külső triggerelésére lehet használni (távolságmérés hanggal, hangsebesség mérése); műanyag ház BNC csatlakozóval a be- és kimeneten.

- bemeneti impedancia: 4Ω 1kHz-nél
- kimeneti impedancia: 10kΩ 1kHz-nél
- átviteli arány: 1:50
- átviteli tartomány: 250Hz...15kHz ± 1dB 1kHz-re vonatkozóan

11753.01

Mérőmikrofon erősítővel

A tokos mikrofon egy összekötő kábelen (l = 1,5m) keresztül van az erősítővel összekötve. Ezáltal lehetővé válik a mikrofon változtatható pozícionálása.

- frekvencia tartomány: 50Hz...20kHz
- fokozatmentesen beállítható erősítés
- csekély az erősítő áramszükséglete
- 9V-os elemmel működik

03543.00

Mérőmikrofon szondacsővel

Integrált erősítővel, 3 választható kimeneti móddal (TTL-fázistriggerelt, jel, jelszint).

- frekvenciatartomány: 15Hz...40kHz
- fokozatmentesen beállítható erősítés
- csekély az erősítő áramszükséglete
- elemmel vagy hálózatról működik
- elemes működésnél cca. 45 perc után automatikusan kikapcsol
- szondacső (l = 25cm, d = 8mm) a hangtér külső befolyástól mentes kiméréséhez
- flexibilis árnyékolt csatlakozókábel BNC dugóval, l = 2m
- menetes fogantyú szolgál a mikrofon tartására

Cikkszám	Megnevezés
03542.00	Mérőmikrofon

Hangszintmérő

Ez az analóg hangszintmérő lehetővé teszi a hangforrások gyors és egyszerű mérését 54 és 126dB között 7 mérési tartományban. A mérőműszer kis, kézhezálló formája és hálózattól való függetlensége lehetővé teszi a zajszint helyfüggetlen mérését, pl. utcai forgalomban. Mivel a zajnak széles frekvenciaspektruma van, a zajérzékenység viszont szubjektív, a zajterhelés mérése frekvenciaszűrővel (A) történik, amely lényegében csak azt a frekvenciát engedi át, amelyet az emberi hangfrekvencia tartomány tartalmaz.

- 1-es mérési tartomány: 54...100dB (A)
- 2-es mérési tartomány: 65...126dB (C)
- frekvenciatartomány: 300Hz...8kHz
- mikrofon: kondenzátormikrofon
- áramellátás: 9V-os elemmel (szállítjuk)

Cikkszám	Megnevezés
65969.00	Jelszintmérő



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.3 Hangterjedés

Hangterjedés

A hangterjedési sebesség mérése levegőben

P1336200

A hangterjedési sebességet levegőben időméréssel határozzák meg.

Csekély többszörösfordítással a hangterjedési sebesség más gázokban (pl. hélium, CO₂) is meghatározható.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Cobra3 alapegység	12150.00 1
Tápegység 12VDC/2A	12151.99 1
Adatkábel, dugó/hüvely, 9 tűs	14602.00 1
Cobra3 szoftver, időmérő/számláló	14511.61 1
Mérőmikrofon erősítővel	03543.00 1
9V-os elem, 6F 22 DIN40871	07496.10 1
Mérőszalag, l = 2000mm	09936.00 1
Állványok, kisebb elemek stb.	
„Fizika kézikönyv, számítógépes kísérletek Cobra3-mal” (01310.01)	



Akusztikai Doppler-jelenség

P1336500

A mindennapi életben a Doppler-jelenséget csak gyorsan mozgó hangforrásoknál veszik észre. Ebben a kísérletben a Doppler-jelenséget már lényegesen kis sebességnél ki tudják mutatni. Emellett a frekvenciaváltozásokat mind álló megfigyelő/mozgó hangforrás mind pedig mozgó megfigyelő/álló hangforrás esetén mérik és elemzik.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Cobra3 alapegység	12150.00 1
Cobra3 szoftver, időmérő/számláló	14511.61 1
Függvénygenerátor	13652.93 1
Hangfej	03524.00 1
Mérőmikrofon erősítővel	03543.00 1
Kompakt fénySOROMPÓ	11207.20 1
Mérőkocsi hajtóművel	11061.00 1
Rátét mérőkocsihoz	11061.02 1
Blende dugóval, l = 100mm	11202.03 1
Útpálya, l = 900mm	11606.00 1
„Fizika kézikönyv, számítógépes kísérletek Cobra3-mal”	

Rátét mérőkocsihoz

A mérőmikrofon (03542.00) vagy a hangfej (03524.00) hajtóművel ellátott mérőkocsin (11061.00) történő tartására szolgál akusztikai Doppler-jelenséggel kapcsolatos kísérletekben mozgó megfigyelő ill. mozgó hangforrás esetén.

11061.02

Kundt-cső

Üvegcső töltőlemezzel és beállító tolókével. Hossz: 640mm. A hang hullámhosszának Kundt-féle porábrákkal történő mérésére szolgál levegőben vagy más gázokban. A csőben lévő parafapor egy hangforrás gerjesztésénél rezonancia esetén ábrákba rendeződik a hullámcsomópontoknak és -íveknek megfelelően.

Tanács: A gerjesztéshez hangfej (03524.00) vagy rezgékeltő (03476.01 ill. 03476.02) használható.

Cikkszám Megnevezés

03918.00	Üvegcső
03474.01	Töltőlemez Kundt-csőhöz
03474.02	Beállító tolóka Kundt-csőhöz



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.3 Hangterjedés



Rezgéskeltő

A hangterjedési sebesség Kundt-csőben történő meghatározását célzó kísérleteknél használható. A fémrudakat egy filcdarabbal történő dörzsöléssel anyagtól függő frekvenciájú longitudinális rezgésekre készítik. A rúd végén elhelyezett keménypapír korongról történő hangvisszaverődés a Kundt-csőben lévő gázoszlopot rezonancia esetén sajátrezgésekre készíti. A kialakuló hullámokat a parafaliszt teszi láthatóvá.

Műszaki adatok:

- hossz: 160cm
- átmérő: 16mm

Tanács: Tartalmazott kiegészítők:

Négy keménypapír korong (a csőre csavarható), filcdarab és kolofónium por.

Cikkszám Anyag

03476.01 Sárgaréz

03476.02 Acél



Chladni-féle hangábrák

P0465900

A lemezek és membránok síkszerű rezgők. A visszaverésük nagyobb mint a vonalas hangforrásoké, pl. rudaké és húroké. Fordítva is könnyebb ezeket hanghullámokkal sajátrezgésekre készíteni. A rudaknál és húroknál fellépő csomópontoknak és íveknek megfelelően a lemezeknél és membránoknál rezgési csomóvonalakat és rezgési íves felületeket kapunk. Nagyszámú különböző rezgésforma lehetséges.

Ernst Florens Friedrich Chladni írta le ezeket először. Finom homokot szórt egy lemezre, és azt hegedűvonó húzogatóásával rezgésre készítette, miközben különböző határpontok tartásával a rezgésformákat változtatta. A homok az íves felületeken magasra szóródik és a csomóvonalakon gyűlik össze, ezáltal kialakulnak a Chladni-féle hangábrák.

A klasszikus kísérletet ma már egy lemez alatt elhelyezett hangfejvel mint gerjesztő elemmel végzik igen hatásosan. Egész sor rezgésformát lehet vele létrehozni és egy meghatározott frekvenciához való tartozásukat megmutatni.

Kivonat az elemjegyzékből

Cikkszám/Menny.

Hangábra-lemezek	03478.00	1
Teljesítmény-frekvencia generátor 10Hz-1MHz	13650.93	1
Hangfej	03524.00	1
Tengeri homok, tisztított, 1kg	30220.67	1
Állványok, kisebb elemek		
„Szemléltető kísérletek - Fizika, A/B kiadás, Hangtan” (01141.61)		



Hangábra-lemezek

A lemezek sajátrezgés-formáinak bemutatására, a Chladni-féle hangábrákkal történő láthatóvá tételére; rezgéskeltés teljesítmény-frekvencia generátor (13650.93) és hangfej (03524.00) vagy vonó (03437.00) segítségével; finom száraz homokkal (tengeri homok, 30220.67) történő beszórással a rezgésformák nagyon szemléletesen bemutathatók. A homok a rezgési csomópontokban gyűlik össze.

Műszaki adatok:

- lemezek: fémből
- négyzetes lemez (cm): 20 x 20
- körlemez: d = 20cm
- levehető fogantyú: d = 10mm

03478.00

2.2 Fizika - Hangtan

2.2.3 Hangterjedés

A hang hullámhosszának és frekvenciájának meghatározása Quincke-féle interferenciacsővel

P2150700

Georg Quincke a hanghullámok interferenciájának igazolására egy tanulságos kísérletet végzett. Egy cső, amelybe a hangot betáplálják, két U-alakú csővé ágazik szét, amelyek aztán ismét egy pontban futnak össze. Itt helyeznek el egy mikrofont ill. a fület, hogy a hangjelet fogadja. Mint egy harsonánál a két U-alakú csőszakasz egyikének eltolásával a hang betáplálási pontja és a fogadási pontja közötti útszakasz változtatható. Ebből különböző úthosszak következnek a cső bal- és jobboldali részében, amelyeken a hang átfut, mielőtt a két hangrész ismét egyesül.

Ha a két csőszakasz útkülönbsége a fél hanghullámhossz páratlan számú többszörösét adja, úgy a két részhullám kioltódik; a mikrofon helyén semmit nem hallunk. De amennyiben az útkülönbség egy fél hullámhossz páros számú többszöröse, úgy a hangrészek egyenlő fázisban összeadódnak és maximális hangerő észlelhető.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Menny.
Quincke-féle interferenciacső	03482.00 1
Teljesítmény-frekvencia generátor 10Hz-1MHz	13650.93 1
Hangfej	03524.00 1
Mérőmikrofon	03542.00 1
Digitális multiméter	07134.00 1
Adapter, BNC hüvely/4mm-es dugópár	07542.27 1
Állványok, kisebb elemek stb.	
„Laboratóriumi kísérletek - Fizika” (16502.32)	

Quincke-féle interferenciacső

A hullámhosszak és frekvenciák hanghullámok interferenciájával történő meghatározásához levegőben.

Két U-alakú, egymásba tolt fémcső, a hanghullámhossz változtatásához harsonaszerűen kihúzható, skálával.

Belépési és kilépési cső (levegő) hangtölcsérrrel: 3 furat szorítócsavarral az állványon történő elhelyezéshez.

Műszaki adatok:

- a cső méretei (cm): 93 x 25
- skála cm-osztással, hossz: 30cm
- frekvenciatartomány: 2kHz...5kHz

Tanács:

- megfelelő hangforrás: hangfej (03524.00)
- megfelelő hangérzékelő: fül (műanyag csövön keresztül)
mérőmikrofon (03542.00)

03482.00



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.4 Ultrahang

Speciális eszközök levegőben történő ultrahangos kísérletekhez



Ultrahang működtető készülék

Mikroprocesszorral vezérelt készülék max. két 40kHz frekvenciájú ultrahang-adóhoz (13901.00) és egy ultrahang-vevőhöz (13902.00). Az adó és a vevő egy fogantyún ($l = 160\text{mm}$, $d = 10\text{mm}$) van rögzítve.

Két üzemmód lehetséges. A folyamatos mód az elhajlási kísérletekhez és az impulzus üzem a távolságméréshez (szonár). Emellett az adóteljesítmény és a vevőérzékenység a mindenkor kísérlethez illeszthető. Egy LED jelzi a túlvezérlést. Két adó csatlakoztatásával egy aktív kettős rés építhető meg. A fáziseltolás a két kimeneti jel között 0° és 180° között átkapcsolható.

Egy szinkronizált BNC kimeneten keresztül egy oszcilloszkóp vagy egy goniométer vezérlőn át (13903.99) egy PC csatlakoztatható. Egy erősített analóg jelet (4mm-es hüvely, $\pm 10\text{V}$) egy x-y íróval vagy multiméterrel lehet rögzíteni.

A tápegység (13900.99) 100-260V~ hálózati feszültséggel és 50-60Hz hálózati frekvenciával dolgozik.

Cikkszám	Megnevezés
13900.00	Ultrahang működtető készülék
13900.99	Tápegység ultrahang működtető készülékhez
13901.00	Ultrahang adó
13902.00	Ultrahang vevő
14523.61	Ultrahang szoftver



Ultrahanghullámok elhajlása szimpla és dupla résen

P2151511

Egy egyenes ultrahanghullámot egy sima vagy dupla résre engednek, amelyek paraméterei változtathatók (pl. résszélesség). Az interferáló rész hullámok intenzitásának eloszlását különösen szemléletesen méri meg, azáltal hogy a vevőt a goniométer segítségével az elhajlási téren keresztül mozgatják.

A mérési adatok rögzítése és a maximumok ill. minimumok kiértékelése PC-n történik. Alternatívaként egy x-y író vagy egy multiméter is használható.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Ultrahang működtető készülék	13900.00 1
Tápegység ultrahang működtető készülékhez	13900.99 1
Ultrahang adó	13901.00 1
Ultrahang vevő	13902.00 1
Goniométer fényszóró tükörrel	13903.00 1
Goniométer vezérlő	13903.99 1
Blendetartó goniométerhez	13904.00 1
Elhajlási tárgy ultrahanghoz	13905.00 1
Cobra3 szoftver - Ultrahang egyebek	14523.61 1

„Laboratóriumi Kísérletek Fizika” (16502.32)

Goniométer fényszóró tükörrel

Goniométer ($l = 40\text{cm}$, $b = 24\text{cm}$) vízszintbe állítható lábakkal. Igazítható tartók az ultrahang adó és vevő számára. Levehető fényszóró tükör. A goniométer kart ($l = 58\text{cm}$) egy léptetőmotor vezérli.

Műszaki adatok:

- szög tartomány: $\pm 140^\circ$
- felbontás: $0,1^\circ$
- a goniométer helytakarékos tárolása a kar nyugvó helyzetbe állításával
- kísérleti lemez tartóval az elhajlási tárgy és a szögskála számára $\pm 140^\circ$
- fényszóró tükör tartó ($h = 29\text{cm}$) állítható rögzítővel
- fényszóró tükör (alumínium, $d = 30\text{cm}$, $f = 15\text{cm}$) központi furattal ($d = 10\text{mm}$)

13903.00



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.4 Ultrahang

Goniométer vezérlő

Vezérlőkészülék 13900.00 goniométerhez. Egyszerű és érthető kezelőelemek teszik lehetővé mind a szögek kézi beállítását mind pedig egy szabadon választható szögtartomány automatikus bejárását.

Az adatrögzítés multiméterrel vagy íróval történhet egy analóg kimeneten keresztül. Az RS232 porton keresztül lehetséges a méréseket közvetlenül PC-vel rögzíteni és kiértékelni.

Műszaki adatok:

- 4 digités átkapcsolható kijelző a kezdő-, záró- és az aktuális szög számára
- kalibráló funkció
- 1-es kimenet: 4mm-es hüvely, $\pm 10V$ analóg
- 2-es kimenet: RS232 port

13903.99

Blendetartó goniométerhez

Fémlemez (320 x 300mm) négyzet alakú nyílással (200 x 200mm) és rögzítő csavarral az elhajlási tárgy tartásához. A goniométer kísérleti lemezéhez illeszkedő összekötő horony lehetővé teszi a központi tengelyben történő egzakt rögzítést.

13904.00

Elhajlási tárgy ultrahanghoz

A készlet egy változtatható résszélességű szimpla résű, egy kettős résű és egy rácsos blendéből áll. A blendék tartása a blendetartóban (13904.00) történik.

Műszaki adatok:

- 2 lemez (mm): 239 x 105
- lemez (mm): 239 x 30
- rács (mm): 239 x 239, 10 nyílás (szélesség: 4mm, távolság: 9,6mm)

13905.00

Lyuk- és körblende ultrahanghoz

Készlet, amely az alábbi elhajlási tárgykból áll:

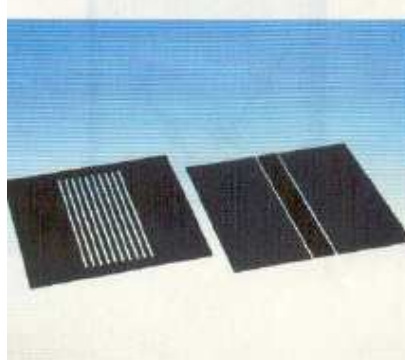
- lyukblende: 239mm x 239mm, lyukátmérő: 50mm
- körblende: átmérő 50mm

13906.00

Fresnel-féle zónalemezek ultrahanghoz

239mm x 239mm, fókuszs = 125mm

13907.00



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.4 Ultrahang



Ultrahanghullámok elhajlása Fresnel-lencsén

P2151801

Egy Fresnel-lencsén történő elhajlás általában csak az optikából ismert. Ezzel a kísérlettel hatásosan bemutatható, hogy a longitudinális ultrahanghullámok is ugyanazon a módon hajlíthatók el.

Ebben a kísérletben az intenzitás eloszlását az adó és a vevő közötti távolság függvényében vizsgálják Fresnel-lencsével és anélkül. A meghatározott értékeket összehasonlítják az elméleti értékekkel, amelyek a zónalemez szerkezetéből adódnak.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Ultrahang működtető készülék	13900.00 1
Tápegység ultrahang működtető készülékhez	13900.99 1
Ultrahang adó	13901.00 1
Ultrahang vevő	13902.00 1
Fresnel-zónalemezek; ultrahang állványok, kisebb elemek stb.	13907.00 1



Ultrahang generátor kézikönyv

Leírás DIN A4 39 kísérlettel.

Elemjegyzék	Cikkszám/Menny.
Folyadékok szétporlasztása	P0765000
Az ultrahangok kavitációs hatása, gázfúvásos kavitáció	P0765100
Emulgálás ultrahanggal	P0765200
Koagulálás ultrahanggal	P0765300
Kémiai reakciók gyorsítása ultrahanggal	P0765400
A hangsugárzás nyomásának igazolása levegőben gyertyalánggal	P0765500
Kvarcszél, a hangsugárzás nyomása levegőben	P0765600
Ultrahang örvény	P0765700
A hangsugárzás nyomásának bemutatása vízben	P0765800
Ultrahanghullámok fókuszálása lencsékkel	P0765900
A hangsugárzás nyomásának mérése mérleggel	P0766000
Folyadék-határfelületek változása ultrahang hatása alatt	P0766100
Ultrahang hőhatása műanyagokban	P0766200
Műanyagok hegesztése ultrahanggal	P0766300
Ultrahangok hőhatása vízben	P0766400
Az ultrahang teljesítményének kalorimetrikus meghatározása	P0766500
Ultrahang igazolása piezo-jelenséggel	P0766600
Piezofeszültség szemléltetése oszcilloszkóppal	P0766700
Álló ultrahanghullámok centrális kivetítése lézerrel	P0766800
Álló ultrahanghullámok hullámhosszának meghatározása folyadékban a centrális kivetítés képtulajdonságából	P0766900
Ultrahanghullámok visszaverődése centrális kivetítésnél	P0767100
Ultrahanghullám-tér láthatóvá tétele	P0767200
Ultrahanghullám-rács konvergencia vonalainak ábrázolása	P0767300
Ultrahang frekvenciájának meghatározása elektr. digitális számlálóval	P0767500
Ultrahang hullámtulajdonságának vizsgálata vízben ultrahang felvevővel	P0767600
Fázissebesség meghatározása ultrahang terjedésénél folyadékokban	P0767700
A Doppler-jelenség ultrahanghullámok terjedésénél vízben	P0767800
A hanghullámhossz és sebesség meghatározása két fényszóró közötti állóhullám képéből	P0767900
Ultrahanghullám terjedése szilárd testben	P0768000
Ultrahanghullámok fázistolása fémllemezen történő átmenetnél	P0768100
Fémlemezek ultrahang áteresztő képessége	P0768200
Ultrahangimpulzus terjedése vízben és a terjedési idő mérése	P0768300
A hangsebesség meghatározása folyadékokban hangimpulzus terjedési idejének mérésével	P0768400
Távolság meghatározása visszavert ultrahangimpulzus terjedési idejének mérésével	P0768500
Hangsebesség meghatározása alumíniumban és rézben ultrahangimpulzus terjedési idejének mérésével	P0768600
Szilárd testek egyoldali vastagságmérése visszavert ultrahangimpulzus terjedési idejének meghatározásával	P0768800

01184.01

2.2 Fizika - Hangtan

2.2.4 Ultrahang

A hangszugárzás nyomásának szemléltetése vízben

P0765800

Egy ultrahang fej fekszik egy vízzel teli kúvetta mellett kívül. Magassága úgy van beállítva, hogy a hangszugár csak a teljesen vízbe merülő lapátkerék egyik felét éri. A hangszugárzás megindulása után a lapátkerék elkezd forogni.

A forgás oka a hangszugárban lévő nyomásnövekedésben van. Ez egy nemlineáris hatás alapján az ultrahanghullám vízben történő terjedésénél következik be. A hang váltakozó nyomása az időbeli középértékkel egy nullától különböző nyomásértéket ad, amelyet hosszúidejű sugárzási nyomásnak neveznek.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Ultrahang generátor	11744.93 1
Szél-, víz-, gőzkerék	02527.00 1
Kúvetta 300 x 80 x 150mm	08220.00 1
Állványok, kisebb elemek stb. „Ultrahang generátor kézikönyv” (01184.01)	



Speciális eszközök folyadékokban és szilárd testekben történő ultrahangos kísérletekhez

Ultrahang generátor

Nagy teljesítményű ultrahang generátor vízben és szilárd testekben történő kísérletekhez. Szinuszos ultrahanghullámokat ($f = 800\text{kHz}$) és ultrahangimpulzusokat (emelkedési idő $3\mu\text{s}$, impulzusfrekvencia 500Hz) tud előállítani. Az ultrahanghullámok és ultrahangimpulzusok oszcilloszkópon történő láthatóvá tételére a 11744.00 ultrahang felvevő szolgál.

Az alábbi kísérletek végezhetők el:

- az ultrahang speciális hatásai (szétporlasztás, tisztítás, hőhatás, alakváltoztatás, ultrahangos hegesztés, kémiai reakciók gyorsítása stb.)
- ultrahang-hullámtér kivetítése
- az ultrahang hullámtulajdonságai
- ultrahangimpulzusok terjedési idejének mérése (vízben, szilárd testekben)

Tanács: Tartalmazott kiegészítők:

- hangfej
- adapter BNC dugó/4mm-es hüvely 07542.26

11744.93

Ultrahang felvevő

Piezoelektromos váltóval. A felvevő vízálló és egy plexiüvegbe helyezett ultrahang-kvarcot tartalmaz.

Műszaki adatok:

- kvarc: $d = 25\text{mm}$
- csatlakozás: 4mm-es dugóval
- méretek (mm): $185 \times 35 \times 12$

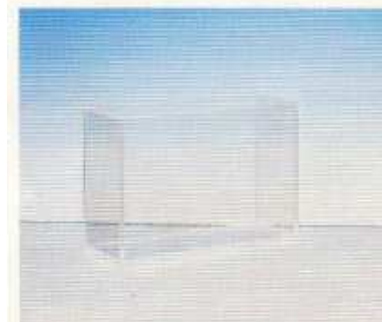
11744.00

Kúvetta, 150 x 55 x 100mm

Speciálisan használható álló ultrahanghullámok létrehozásánál folyadékokban. Üvegből készült, és a pánparallel aljlemez vastagsága 800kHz -es ultrahang frekvenciához illeszkedik.

Cikkszám Megnevezés

03504.00 Kúvetta, nagy



2.2 Fizika - Hangtan

2.2.4 Ultrahang



Álló ultrahanghullámok centrális kivetítése lézerrel

P0766800

Ha divergens fényvel átvilágítunk egy álló ultrahanghullámot, amelyet egy vízzel teli küvetában keltünk, egy ernyőn (a hangnyomással változó törésmutató alapján) további optika nélkül a hanghullám-rács képét kapjuk. Az állóhullám a hangfejből kimenő és a küvetta alján visszavert ultrahanghullám szuperpozíciójából adódik. Különösen jól megfigyelhető, ha a hangfej és a küvetta alja közötti távolság a fél hanghullámhossz egész számú többszöröse.

Kivonat az elemjegyzékből	Cikkszám/Mennyiség
Ultrahang generátor	11744.93 1
Lézer, hélium-neon, 1,0mW, 230V	08181.93 1
Lencse keretben, f + 20mm	08018.01 1
Lencsetartó	08012.00 1
Küvetta, 150 x 55 x 100mm	03504.00 1
Ernyő, fém, 300 x 300mm	08062.00 1
Állványok, kisebb elemek stb. „Ultrahang generátor kézikönyv” (01184.01)	



Lézer, hélium-neon 0,2/1,0mW

Nagyon rövid építésű lineárisan polarizált fényforrás. Nagyon hosszú élettartamú csövek, üzemóra > 18000. Kulcskapcsoló és beépített szűrkeszűrő a sugárzási teljesítmény 0,2mW-ra történő csökkentéséhez. Becsavarható fémkilódó a szűrkeszűrő működésbe hozásához.

Eloxált alumínium ház integrált tápegységgel, becsavarható tartó, jelzőfény és a kötelező figyelmeztető szimbólumok mindkét oldalon. Fix hálózati kábel: 140cm.

Műszaki adatok			
08180.93:			
Hullámhossz:	632,8nm	Rezgésmód:	TEM00
Optikai kimeneti teljesítmény:		Élettartam:	>18000h
szűrő nélkül:	1,0mW	Teljesítmény felvétel:	35VA
szűrővel:	0,2mW	Hálózati feszültség:	230V, 50Hz
Sugárátmérő:	0,5mm	Méret (mm):	210 x 80 x 40
Sugár divergencia:	< 2mrad.	Fogantyú átmérő:	10mm
Legkisebb polarizáció:	500:1	Sugárközép - fogantyúvég távolság:	180mm
Max. drift 8 órán át:	± 2,5%		
08181.93:			
08180.93-hoz hasonló kialakítású, de szűrkeszűrő nélkül		Az iskolai oktatáshoz Németországban nem engedélyezett.	

Cikkszám	Megnevezés
08180.93	Lézer, hélium-neon 0,2/1,0mW
08181.93	Lézer, hélium-neon, 1,0mW