

152200002

MENGENALPASTI HALAJU BUNYI MENGGUNAKAN LASER

NUR HASLI BIN BASRI

TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN
KEPUJIAN

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

MAC 2005



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: MENGENALPASTI HALAJU BUNYI MENGGUNAKAN LAZER

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS (FIZIK DGN ELEKTRONIK)

SESI PENGAJIAN: 2002/2005

Saya NUR HASLI BIN BASRI
(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh


(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KG. SARIP, BT 2 1/2
JLN SILAM, 9100 LAHAD

Pn. TEH MEE TENG
Nama Penyelia
(WAKIL)

DATU, SABAH

Tarikh: 15 APRIL 2005

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya

Mac 2005



NUR HASLI BIN BASRI

HS 2002 - 4063



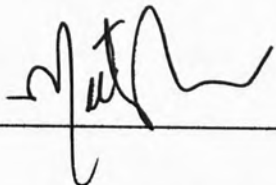
DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

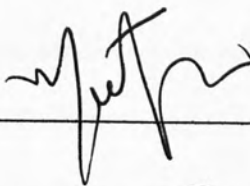
(Pn. Zulistiana Zulkifli)

(diwakili oleh Pn. Teh Mee Teng)



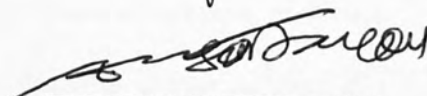
2. KO-PENYELIA BERSAMA

(Pn. Teh Mee Teng)



3. PEMERIKSA 1

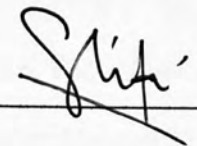
(Dr. Jedol Dayou)



12.4.2005

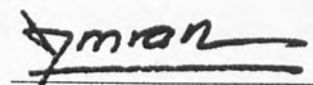
4. PEMERISA 2

(En. Saafie Salleh)



5. DEKAN

(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)





PENGHARGAAN

Bersyukur kehadiran ilahi kerana dengan limpah kurniaNya saya berjaya menyiapkan projek tesis ini. Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Puan Zulistiana Zulkifli selaku penyelia projek ini serta ko-penyelia bersama Puan Teh Mee Teng atas segala nasihat tunjuk ajar serta kerjasama sepenuhnya sepanjang tempoh kajian dan penulisan tesis ini dijalankan dengan memperbetulkan kesilapan yang saya lakukan sepanjang projek ini. Ucapan terima kasih juga kepada semua pensyarah fizik yang telah menyumbangkan banyak ilmu pengetahuan dalam mempersiapkan diri saya sebagai seorang pelajar yang berpendidikan tinggi. Di samping itu, terima diucapkan kepada pembantu makmal Laser Pengujian dan Penyediaan Bahan Universiti Malaysia Sabah Encik Ahmad Manik serta kakitangan Makmal Fizik dan Makmal Kimia yang terlibat dalam menyediakan instrumen dan radas ujikaji bagi memudahkan lagi pelaksanaan projek ini. Selain itu, saya juga ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada rakan seperjuangan yang telah banyak memberi kerjasama dalam menjayakan tesis ini. Tidak lupa jua ucapan setinggi-tinggi penghargaan buat ibu bapa yang tersayang atas dorongan serta sentiasa mendoakan kejayaan saya. Dan yang terakhir sekali buat orang yang disayangi iaitu Jalifah bte Muhamin yang sedikit sebanyak telah memberi bantuan dan galakan semasa menjalankan kajian dan penulisan tesis ini. Kajian ini mungkin tidak berhasil dengan jayanya tanpa bantuan dan sokongan dari semua pihak. Sekian, terima kasih.



ABSTRAK

Kajian yang dijalankan ini menggunakan laser sebagai sumber untuk mengukur halaju bunyi dalam cecair. Instrumen ultrasonik beroperasi dengan frekuensi 800 kHz memberikan corak interferens melalui sinaran laser helium-neon yang melalui cecair yang dijadikan sampel pengukuran. Lima sampel cecair dengan isipadu 500 ml yang terdiri daripada air suling, benzena, etanol, metanol dan karbon tetraklorida dijadikan sebagai sampel ujikaji. Ultrasonik digunakan kerana gelombang bunyi ini dapat merambat dalam cecair. Ujikaji dijalankan dalam keadaan gelap dan pengukuran dibuat berdasarkan jalur interferens yang terhasil. Skrin putih menunjukkan jalur terang dan jalur gelap. Melalui kaedah ini, tinggi jalur serta bilangan jalur diperolehi dan seterusnya nilai panjang gelombang bunyi serta halaju bunyi yang melalui ke lima-lima sampel cecair tersebut dapat dikira. Ujikaji yang dijalankan menunjukkan bahawa halaju bunyi dalam air suling, metanol dan etanol semakin bertambah apabila suhu meningkat sebaliknya halaju bunyi dalam benzena dan karbon tetraklorida semakin berkurang dengan pertambahan suhu. Halaju bunyi dalam air suling adalah paling tinggi berbanding dengan sampel cecair yang lain manakala halaju bunyi dalam karbon tetraklorida adalah paling rendah. Ini menunjukkan bahawa halaju bunyi dalam cecair dipengaruhi oleh suhu, ketumpatan serta ciri-ciri cecair tersebut.



ABSTRACT

This research has been conducted using laser as source to measure sound velocity in a liquid or solution. Ultrasonic instrument that is operated with the frequency of 800 kHz give the interference pattern as a result of helium-neon light through the five samples of 500 ml which are water distilled, benzene, ethanol, methanol and carbon tetrachloride. Ultrasonic is used because sound pass through a liquid. Experiments are conducted in a semi-darkened light situation and the measurement is done from the interference band appeared. The screen image shows the bright and the dark bands. From this method, the band height and its number were measured and the value of the sound wave and its velocity through the five samples we calculated using formula. The research shows that the sound velocity in water distilled, ethanol and methanol are increases with temperature but benzene and carbon tetrachloride are decreases with temperature. Sound velocity in water distilled is the highest compared than other samples and carbon tetrachloride is the lowest than other samples. The sound velocity in liquids depence on temperature, density and types of solutions.



KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI FOTO	xi
SENARAI SIMBOL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	2
1.3 SKOP KAJIAN	3
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	4
2.1 LASER	4
2.1.1 Definasi Laser	4
2.1.2 Jenis-Jenis Laser	5
2.1.3 Kegunaan Laser	9
2.2 BUNYI	10
2.2.1 Pengenalan	10
2.2.2 Halaju Bunyi Di Udara	12
2.2.3 Halaju Bunyi Dalam Cecair	16
2.2.4 Halaju Bunyi Dalam Pepejal	19
BAB 3 METODOLOGI	21
3.1 PENGENALAN	21
3.2 BAHAN	21
3.3 KAEDAH	23
3.3.1 Radas	23



3.3.2	Persiapan Ujikaji dan Radas	24
3.3.3	Parameter Kajian	26
3.3.4	Pengiraan Halaju Bunyi	26
3.3.5	Analisis Data Keputusan	29
BAB 4	KEPUTUSAN	30
4.1	PENENTUAN KETUMPATAN CECAIR	30
4.2	PENGIRAAN HALAJU BUNYI	31
4.3	ANALISIS DATA KEPUTUSAN	34
BAB 5	PERBINCANGAN	35
5.1	ANALISIS DATA KEPUTUSAN	35
5.2	PENGARUH SUHU TERHADAP HALAJU BUNYI	35
5.3	PENGARUH KETUMPATAN TERHADAP HALAJU BUNYI	39
5.4	PENGARUH TEKANAN TERHADAP HALAJU BUNYI	40
5.5	PENGARUH FREKUENSI TERHADAP HALAJU BUNYI	42
5.6	KELEMAHAN	42
BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	43
6.1	KESIMPULAN	43
6.2	CADANGAN	44
	RUJUKAN	45
	LAMPIRAN	49



SENARAI JADUAL

		Muka Surat
4.1	Ketumpatan sampel cecair	30
4.2	Bilangan jalur dan tinggi jalur sampel cecair.	31
4.3	Jarak antara dua jalur gelap sampel cecair	32
4.3	Halaju bunyi dan panjang gelombang sampel cecair	33
5.1	Peratus ralat halaju bunyi eksperimen dengan nilai piawai pada suhu 20°C	35
5.2	Perbandingan keputusan eksperimen halaju bunyi dalam cecair dengan pengkaji-pengkaji yang lain	36
5.3	Halaju bunyi dalam cecair pada suhu 20°C dengan ketumpatan Masing-masing	39
1	Halaju bunyi dan ciri-ciri impedans cecair	57
2	Penyerapan bunyi dalam bunyi	58



SENARAI RAJAH

	Muka Surat
2.1 Struktur binaan laser helium-neon.	7
2.2 Paras tenaga laser helium-neon	8
2.3 Sesaran yang dihasilkan oleh gelombang bunyi dalam bendalir	17
2.4 Mod asas bagi getaran rod yang diapit di bahagian tengah bagi halaju bunyi dalam pepejal	20
3.1 Susunan radas dan parameter	27
5.1 Kedudukan x terhadap perubahan tekanan atau indeks biasan bagi empat fasa gelombang pegun	41



SENARAI FOTO

Muka Surat

3.1	Sampel cecair yang digunakan sebagai sampel ujikaji	22
3.2	Susunan radas mengukur halaju bunyi dalam cecair menggunakan laser	23
1	Jalur interferens bagi air suling pada suhu 20 °C	49
2	Jalur interferens bagi air suling pada suhu 25 °C	49
3	Jalur interferens bagi benzena pada suhu 20 °	50
4	Jalur interferens bagi benzena pada suhu 25 °C	50
5	Jalur interferens bagi etanol pada suhu 20 °C	51
6	Jalur interferens bagi etanol pada suhu 25 °C	51
7	Jalur interferens bagi metanol pada suhu 20 °C	52
8	Jalur interferens bagi metanol pada suhu 25 °C	52
9	Jalur interferens bagi karbon tetraklorida pada suhu 20 °C	53
10	Jalur interferens bagi karbon tetraklorida pada suhu 25 °C	53
11	Generator ultrasonik yang digunakan untuk menghasilkan gelombang bunyi dalam sampel cecair	54
12	Laser Helium Neon 5.0 mW, 220 V AC, $\lambda = 632.8 \text{ nm}$	54
13	Skrin putih untuk jalur interferens	55
14	Kanta pembesaran dengan fokus +20mm	55
15	Sel kaca yang diisi dengan sampel cecair	56



SENARAI SIMBOL

ms^{-1}	meter per saat
m	meter
$^{\circ}\text{C}$	darjah celsius
mW	miliwatt
Pa	Pascal
l	liter
ml	mililiter
nm	nanometer
V	volt, isipadu
kHz	kilohertz
t	masa
T	Tempoh, suhu
λ	panjang gelombang
κ	ketermampatan udara
ρ	kepekatan, ketumpatan
P	tekanan
ΔP	perubahan tekanan
γ	ketelapan, kadar haba tentu
B	modulus Bulk
K	Kelvin, modulus pukal
E	modulus Young
C	muatan haba
M	molekul gas, berat molekul
F	Daya
R	pemalar gas molar
n	bilangan mol
f	frekuensi
v	halaju bunyi
n	indeks biasan
M	kelajuan angin



θ	sudut di antara arah angin dan arah penyebaran bunyi
a	jarak antara dua jalur gelap
d	lebar jalur
N	bilangan jalur
l	Panjang rod
h	tinggi
f	kuasa pembesaran



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Laser adalah singkatan bagi “light amplification by stimulated emission of radiation” yang bermaksud amplifikasi cahaya melalui pancaran sinaran secara rangsangan. Laser mempunyai banyak aplikasi dalam kehidupan seharian. Aplikasi laser sangat luas merangkumi bidang sains dan kejuruteraan, komunikasi yang digunakan dalam gentian optik, perubatan, perindustrian dan pemprosesan bahan, seni dan hiburan, pemprosesan maklumat, tenaga, ketenteraan, astronomi, kajicuaca dan sebagainya (Weber, 1999).

Laser banyak digunakan dalam pelbagai bidang melibatkan pengukuran jarak, ujian tanpa musnah, spektroskopi serta bentuk penganalisis dan ujian yang lain. Sifat kekoherenan laser membolehkannya digunakan untuk mengkaji perubahan tegasan objek melalui anjakan dalam kesan interferens. Sementara sifat kearahannya membolehkan laser diaplikasikan dalam penemu julat pada jarak jauh. Sifat monokromat laser digunakan untuk mencari penyerapan dan pendarfluoran dalam pelbagai bahan.



Dalam kajian ini, laser digunakan dalam menentukan halaju bunyi dalam cecair berdasarkan teknik interferens serta pengiraan dengan rumus matematik. Kajian-kajian lepas telah dijalankan menggunakan prinsip kesan Doppler seperti meter halaju Doppler laser, anemometer Doppler laser (Loizeau & Gervais, 1997), teknik meter halaju imej zarah (Hann & Greated, 1997) dan sebagainya. Kaedah ini lebih menekankan frekuensi medium yang diukur.

Laser helium-neon digunakan dalam kajian ini untuk mencari halaju bunyi. Laser helium-neon mengeluarkan kuasa yang rendah sekitar 0.5 mW hingga 15 mW. Walau bagaimanapun, laser jenis ini sangat popular digunakan untuk mengukur jarak dan membuat ujikaji sains yang dahulunya hanya menggunakan cahaya lampu biasa sahaja. Laser jenis ini juga mempunyai jalur yang sempit dan mempunyai koheren yang panjang. Sifat ini memudahkan laser ini membentuk interferens khasnya apabila digunakan dalam interferometri. Saiznya yang kecil menjadikan laser jenis sebagai alat yang mudah alih (Noriah Bidin, 2002).

1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Kajian yang dijalankan ini mempunyai matlamat dan objektif seperti berikut :

1. Mengenalpasti halaju bunyi dalam cecair pada suhu yang berbeza menggunakan laser.
2. Membuat analisis halaju bunyi bagi setiap sampel cecair pada suhu yang berbeza.



3. Menggunakan prinsip interferens dalam mengenalpasti halaju bunyi dalam cecair

1.3 SKOP KAJIAN

Skop kajian ini adalah mengenalpasti panjang gelombang, λ bunyi dalam cecair dan seterusnya mengira halaju bunyi dari struktur interferens yang terhasil pada skrin putih menggunakan rumus matematik melalui transduser ultrabunyi dengan frekuensi tetap iaitu pada 800 kHz. Seterusnya, analisis halaju bunyi sampel cecair dibuat dengan mempertimbangkan faktor suhu, ketumpatan serta ciri-ciri cecair tersebut.

Kajian ini dijalankan di Makmal Pengujian dan Penyediaan Bahan Laser Sekolah Sains dan Teknologi Universiti Malaysia Sabah. Kajian ini menekankan konsep interferens dalam mengenalpasti halaju bunyi menggunakan transduser ultrabunyi dengan kaedah laser. Maka, pengetahuan asas tentang transduser yang digunakan amat dititikberatkan.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 LASER

2.1.1 Definasi Laser

Laser adalah amplifikasi cahaya melalui pancaran sinaran secara rangsangan. Prinsip kerja laser berasal daripada fenomena yang berkaitan dengan maser berkonsepkan gelombang mikro. Asas bagi perjalanan laser dicadangkan oleh Albert Einstein dalam tahun 1916 berdasarkan hukum sinaran Planck. Beliau telah meramalkan kemungkinan menghasilkan sejarah sinaran yang baru yang dikenali sinaran terangsang. Laser merupakan alat menggunakan kesan kuantum mekanik, pemancaran dirangsang, monokromatik dan cahaya yang koheren. Laser dan maser lebih kurang sama dimana laser berkonsepkan cahaya sinaran rangsangan manakala maser berkonsepkan pada gelombang mikro.

Konsep maser telah dicadangkan oleh ahli sains Rusia, Nikolai G. Basov dan Alexander M. Prokhorov pada tahun 1954 hingga 1955 dan juga ahli sains Amerika, Charles H Townes pada tahun 1954. Seterusnya prinsip ini telah diperkembangkan kepada prinsip laser pada julat optik oleh Schawlow dan Townes pada tahun 1958. Kini, istilah laser telah diterima umum.



2.1.2 Jenis - Jenis Laser

Laser dibahagikan kepada empat kategori besar iaitu laser gas (gas laser), laser keadaan pepejal (solid state laser), laser diod (diode laser) serta laser cecair pencelup (liquid dye laser) (Hecht et al., 1992).

a. Laser Keadaan Pepejal

Laser keadaan pepejal perlukan aplikasi cahaya seperti lampu xenon atau lampu tungsten untuk secara pengepaman optik seperti ruby, Nd-YAG dan alexandrite. Pengepam optik laser menyebabkan elektron teruja ke paras tenaga yang tinggi daripada penyerapan tenaga sinar dari sumber cahaya bantuan (Tischler, 1992). Pepejal alexandrite memancarkan cahaya dalam julat 730 nm hingga 7800 nm dengan berbilang mod sinaran. Bahan pepejal yang lain mempunyai sinaran di antara 690nm hingga 2000 nm. Kebanyakan laser jenis ini memancar dalam julat inframerah 900 nm hingga 2000 nm.

b. Laser Diod

Laser diod adalah diperbuat daripada bahan semikonduktor seperti gallium arsenide (GaAs) dan digabungkan dengan aluminium (Al). Salah satu jenis laser diod yang sangat popular diperbuat daripada galium aluminium arsenide (GaAlAs). Bahan yang membina GaAlAs ini boleh beroperasi dalam modulasi selanjat dan ini menjadikan sangat unggul dalam pancaran linear. Untuk meningkatkan kuasa, laser jenis ini boleh

beroperasi dalam modulat denyutan. Laser diod keadaan pepejal beroperasi dalam julat 750 nm hingga 900 nm (Tischler, 1992).

c. Laser Cecair Pencelup

Laser cecair pencelup merupakan salah satu jenis laser yang beroperasi dalam julat panjang gelombang antara 190 nm hingga 1100 nm. Pencelup mempunyai pengepam optik menggunakan keamatan sinaran yang tinggi. Laser jenis ini beroperasi mengikut kehendak julat frekuensi operasi (Tischler, 1992).

d. Laser gas

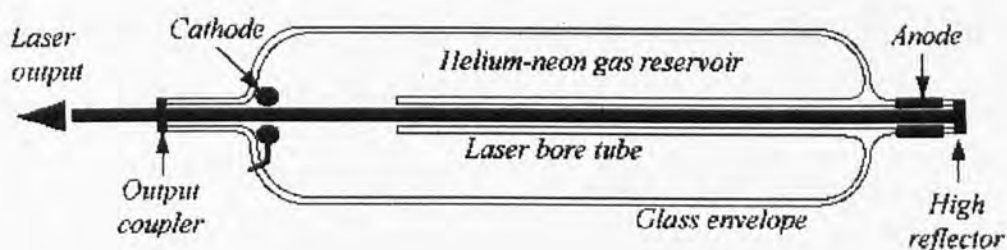
Laser gas dihasilkan menggunakan gas lengai seperti neon, helium, argon, krypton dan xenon serta berbagai seperti ArF dan XeF. Laser gas memancar pada julat 630 nm hingga 1000 nm. Sinar radiasi laser gas adalah modulat selangar. Laser eksimer yang terhasil daripada gas nadir yang bertindakbalas dengan halogen untuk membentuk eksimer sebagai bahan aktif laser menghasilkan output sinar yang besar dalam julat pendek dengan panjang gelombang ultraungu apabila beroperasi dalam mod denyutan (Tischler, 1992).

Kebanyakan laser gas biasanya beroperasi dengan tiub yang tertutup seperti tiub vakum (Hecht et al., 1994). Namun, kajian ini lebih menjurus kepada konsep penggunaan laser helium-neon kerana teknik yang digunakan untuk mengukur halaju bunyi dalam cecair ini adalah menggunakan laser helium-neon. Laser ini mudah terdapat di dalam makmal.

i. Laser Helium-Neon (He-Ne)

Laser helium-neon merupakan laser gas yang pertama ditemui (Ali Javan et al., 1961). Penemuan pertama memancar pada 1153 nm dalam julat inframerah dan kemudiannya menemui campuran gas yang sama yang boleh memancarkan cahaya merah (White & Ridgen, 1962). Seterusnya dijalankan di makmal dengan 632.8 nm alur merah yang amat penting kerana ia mempunyai kuasa 50 mW terdapat pada gelombang nampak.

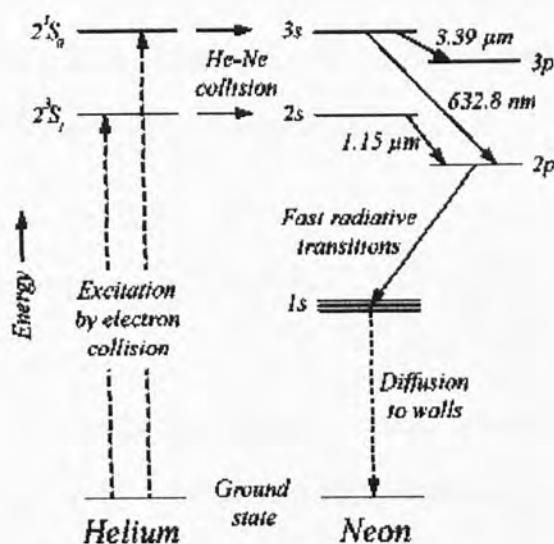
Laser helium-neon adalah lebih baik berbanding yang lain kerana ia mempunyai koheren yang baik, kualiti sinaran dan panjang gelombang yang pendek. Medium laser helium-neon terdiri daripada satu gas campuran helium dan neon dalam nisbah 5:1. Campuran gas ini terkandung dalam satu tiub nyahcas elektrik pada tekanan lebih kurang 1 torr (atau ≈ 1 mm Hg) seperti yang ditunjukkan dalam rajah 2.1. Tiub ini juga memainkan peranan sebagai rongga optik atau resonator, dengan cermin-cermin yang diletak pada hujungnya. Gas helium digunakan sebagai medium pengepaman dan neon sebagai medium 'lasing'. (Rajah 2.1)



Rajah 2.1 Struktur binaan laser helium-neon

Paras-paras tenaga atom helium dan neon yang terlibat dalam operasi laser. Atom helium diujakan dari keadaan asas (keadaan $1s$) ke keadaan teruja (keadaan $2s$)

dengan hentaman elektron dalam nyahcas elektrik. Keadaan $2s$ ini adalah satu keadaan metastabil dengan masa-hayat $\approx 3 \times 10^{-3}$ s. Penyahujaaan melalui pancaran spontan tidak dibenarkan disebabkan petua pilihan kuantum. Jadi pengepaman elektron-elektron dalam atom helium dari keadaan $1s$ ke keadaan $2s$ yang metastabil dilakukan secara elektrik (Rajah 2.2)

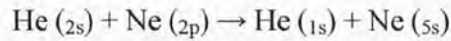


Rajah 2.2 Paras tenaga laser helium-neon

Dalam atom neon wujud satu paras tenaga teruja (keadaan $5s$) dengan tenaga 20.66 eV dari keadaan asas (keadaan $2p$). Nilai ini hampir sama dengan beza tenaga antara paras $2s$ dari $1s$ dalam atom helium,

$$E_{2s} - E_{1s} = 20.61 \text{ eV}$$

Maka atom helium yang teruja memindahkan tenaganya kepada atom neon yang berada dalam keadaan asas melalui pelanggaran atom yang boleh diwakili melalui tindakbalas ini,



Sekarang pancaran spontan boleh berlaku untuk atom yang teruja. Jika pengujian atom neon melalui perlanggaran atom helium-neon berlaku dalam satu kadar yang lebih cepat berbanding dengan pancaran spontan, maka satu songsangan populasi akan dihasilkan antara keadaan $5s$ dan $3p$ dalam neon. Jadi populasi bagi keadaan $5s$ adalah lebih tinggi daripada populasi keadaan $3p$:

$$N_{5s} > N_{3p}$$

Biasanya, laser helium-neon dengan panjang gelombang 632.8 nm akan meningkat 5 hingga 17 kali lebih tinggi daripada cahaya nampak (Knollenberg et al., 1987) dan mengandungi lebih tenaga berbanding yang lain.

2.1.2 Kegunaan Laser

Selepas beberapa dekad penemuan laser, pelbagai kegunaan sistem ini telah dikenalpasti. Antaranya termasuklah bidang industri, perubatan dan teknologi komunikasi. Tambahan pula, beberapa kegunaan baru terus ditemukan dari semasa ke semasa sehinggakan tidak dapat dinafikan bahawa laser mungkin membawa revolusi dalam teknologi optik. Kesesuaian laser untuk pelbagai tujuan adalah disebabkan ciri-ciri alur keluarannya yang monokromatik, koheren, berkeamatan tinggi dan pencapahan alur yang kecil.



Penggunaan laser dalam perubatan adalah meluas, misalnya sebagai alat pembedahan dan sumber cahaya dalam fiberskop. Alur laser dengan keamatan yang dikawal dengan teliti digunakan untuk mengewapkan cecair tisu badan yang memberikan kesan memotong. Aplikasi laser amat meluas merangkumi pengendalian maklumat atau data seperti gentian optik, ketenteraan seperti penciptaan senjata merbahaya, holografi serta pengukuran sesuatu bahan termasuklah mengukur halaju bunyi.

2.2 BUNYI

2.2.1 Pengenalan

Bunyi merupakan gelombang mekanik membujur. Bunyi dirambatkan dalam udara melalui proses pemampatan dan regangan zarah-zarah udara secara berkala. Gelombang bunyi boleh dibahagikan kepada tiga kumpulan iaitu *audibel* dengan julat frekuensi 20 Hz hingga 20 kHz, *infrasonik* pada julat frekuensi kurang dari 20 Hz dan *ultrasonik* pada julat frekuensi lebih dari 20 kHz (Mohd Rahim Sahar, 1996).

Terdapat banyak kaedah yang telah dijalankan untuk mengukur halaju bunyi. Penggunaan laser dalam mengukur halaju bunyi adalah teknik yang hampir sama dengan lidar (Light Detection and Ranging) yang mana mempunyai konsep yang sama dengan radar (Radio Detection and Ranging) yang menggunakan laser sebagai sumber cahaya.



RUJUKAN

- Ali Javan, Bennet, W. R., Jr. And Herriot, D. R., " *Population inversion and continuous optical maser oscillation in a gas discharge containing a He-Ne mixture,*" Physical review letters 6:106, 1961 (First report of He-Ne laser)
- Avidor, J.M., 1974. Laser Velocimeter Measurements of Turbulence. *Applied Optic.* 280-285.
- Ballou, G., 2002. *Chapter 47: Fundamentals and Unit of Measurement*, Handbook for Sound Engineer, 3rd edition, copyrighted by Butterworth-Heinemann Focal Press,
- Bornstein, L., 1967. Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, New Series, Group II, vol 5 : Molecular Acoustics (W Schaaffs), Springer-Verlag, Berlin.
- Calvert, J.B, 2002. *Journal of Phase Velocity Measurements in Bubbly Liquids Using a Fiber Optic Laser Interferometer.*
- Ewell, D. dan Pointon, A.J, Abu Hassan Husin.(ptrj.),1995. *Fizik Untuk Jurutera dan Ahli Sains.* cetakan pertama. Dewan Bahasa dan Pustaka, Selangor Darul Ehsan.
- Freyer, Hubbard dan Andrews,1929. Journal America Chemistry Society, vol 51, pg 759.
- Fröba, A.P., Will, S., dan Leipertz, A., 2000. Thermal Diffusivity And Sound Velocity Of The Refrigerant R143A (1,1,1-Trifluoroethane. Paper presented at the *Fourteenth Symposium on Thermophysical Properties.*U.S.A.



- Halpern, A. dan Erlbach, E., 1998. Schaum's Outline of Theory and Problems Of Beginning Physic II Waves: *Electromagnetism, Optics and Modern Physics*. Mc-Graw Hill com
- Hann, D.B. dan Greated, C.A., 1997. *Journal Acustica*. Measurement of Acoustic Particle Image Velocimetry Techniques. vol 83 . 354-358
- Hecht, J., 1992. *The Laser Guide Book 2nd ed.* McGraw-Hill. United States of America.
- Hecht, J., 1994. *Understanding Laser An Entry Level Guide 2nd ed.* IEEE Press. printed in United States of America. New York.
- Hoffmann, H., and Yeager, E., 1968. Pressure shock technique for the study of chemical relaxation. *Journal Physics Science Instrument* 39. printed in UK. 1151-1155.
- Knollenberg, R.G., Webster, C.R., Sander, S.P., Beer, R., May, R.D., Hunten, D.M., Ballard, J., 1990. Tunable Diode Laser IR Spectrometer for in situ Measurement of Gas Phase Composition & Particle Size Distribution of Titan's Atmosphere. *Applied optics*. vol. 29. issue 7. 907-917.
- Kruger, A., 1988. *Journal Physics Science. Instrument* 21. Measurement of non-linear parameter B/A of liquids. Printed in UK. 889-890
- Kuttruff, H., 1991. *Ultrasonics Fundamental and Applications*. Elsevier Science Publishes Ltd. printed by The Universities Press (Belfast) Ltd. United States of America.
- Lehecka, T., 1990. "Gas laser, pp451-596". Kai chang (ed). *Handbook of Microwave and Optical Components*. vol 3. optical components. Wiley-Interscience. New York



- Loizeau, T. dan Gervais, Y., 1997. Measurement of the acoustic velocity by Laser doppler Anemometry, *Journal Acta Acustica united with Acustica*. vol. 83(16). EAA Fenestra.
- Medlock, R.S., 1990. Instrumentation a Reader, R Loxton and P Pope (eds), *Paper 2 : Sensor for Mechanical Properties*, published in *Journal Physics E Scientific Instrument*, Chapman & Hall
- Mohd Rahim Sahar, 1996. Gelombang Bunyi dan Optik, cetakan pertama, terbitan bersama Dewan bahasa dan Pustaka dan UTM, cetakan DBP.
- Noriah Bidin, 2002. *Teknologi Laser*, edisi pertama, terbitan UTM Skudai Johor Drul Takzim, cetakan Rangkaian Pelangi Sdn Bhd.
- Passynski, 1938. *Acta Physicochimica*, URSS, pg 385.
- Ping He, 2001. *Journal of Simultaneous Measurement of Sound Velocity and Wall Thickness of a Tube*.
- Roland B. S., 2000. *Meteorology for Scientist and Engineers* 2nd ed. printed in United States of America. copyright by Brooks or Cole.
- Stolzmann, W., 2001. *Journal of Sound Velocity of Strongly Coupled Plasmas*. vol 282. issue 6. 387-391.
- Takagi, F., Matsubayashi, U. & Derkota, L.P., 1997. *Journal of Hydrology*. Characteristic of the Dispersion Coefficient in Miscible Displacement Through a Glass Beads Medium. 51-56.
- Thierry, L., dan Yves, G., 1997. *Journal Acustica*. Measurement of the Acoustic Velocity by Laser Doppler Anemometry. vol 83. 945-954.



- Tischler M., 1992. *A Text Lab Manual of Optoelectronics : Fiber optics and Laser 2nd ed.* MacMillan/ McGraw-Hill. printed in United States of America.
- Weber, M. J.,2000. *Handbook of Laser Wavelengths.* CRC Press LLC. printed in United States of America.
- White, A.D., dan Ridgen, J. D.,1962. “ *Continuous Gas Maser Operation in the Visible,*” Proceedings of the IRE 50:1796.
- Willard, 1941. *Journal Acoustic Society America*, vol 12, pg 438.
- Zhingang Chen, Mordechai Segev & Demetrious N Christodoulides, 2003. *Journal of oprtics: A Pure and Applied Optics, Experiments on Partially Coherent Photorefractive Solitons*
- Zipser, L., dan Franke, H., 2004. Laser-Scanning Vibrometry for Ultrasonic Transducer Development. *Journal of Sensors and Actuators A : Physical.* vol 110. Issues 1-3. Czech Republic. 264-268

