

中國科學教科書
高中物理學

下冊

嚴濟慈編著

中國科學圖書儀器公司

印行

中國科學教科書

高中物理學

下冊

嚴濟慈編著

中國科學圖書儀器公司

印行

中國科學教科書

高中物理學

下 冊

一九四八年十二月初版

一九五一年一月九版

版權所有 翻印必究

編著者 嚴 濟 慈

發行者 中國科學圖書儀器公司

發行所 中國科學圖書儀器公司
印刷所 上海(18)延安中路537號

分發行所 中國科學圖書儀器公司
北京 南京 廣州 漢口 重慶 瀋陽

目 次

第四十五章 聲之產生及其傳播之速度	299
226. 聲從何來。 227. 振動之記錄。 228. 何物傳聲。 229. 聲之感覺。	
第四十六章 聲波	306
230. 聲爲波動。 231. 水波。 232. 駐波。 233. 傳播速度與波長及頻率之關係。 234. 橫波與縱波。 235. 固體中之縱波。 236. 聲波。 237. 聲之反射——回聲。	
第四十七章 樂音	314
238. 噪聲與樂音。 239. 音強。 240. 音調。 241. 聽覺之限度。 242. 音品。 243. 共鳴。 244. 音之干涉。 245. 拍音。 246. 音之諧和。 247. 音階。	
第四十八章 樂器	325
248. 樂器之種類。 249. 絃之振動定律。 250. 氣柱之振動——吹奏樂器。 251. 板之振動。	
第四十九章 光之直線進行	329
252. 發光體。 253. 透明體。 254. 光線。 255. 影。 256. 月之盈虧。 257. 日月之蝕。 258. 小孔成像。 259. 光之速度。	
第五十章 光之強度	336
260. 光度。 261. 照度。 262. 亮度。 263. 本生光度計。	
第五十一章 光之反射	341
264. 平面鏡。 265. 反射定律。 266. 平面鏡之成像。 267. 鏡之旋轉。	
第五十二章 球面鏡	348
268. 球面鏡。 269. 焦點。 270. 球面鏡之成像。 271. 球面鏡公式。 272. 球面鏡造像之作圖法。	
第五十三章 光之折射	357
273. 日常所見之折射現象。 274. 折射定律。 275. 折射率。 276. 光線何以折射。 277. 折射線之作圖法。 278. 全反射。 279. 水中	

物體之像。

第五十四章 平行片與三稜鏡 367

230. 平行片。 231. 光在平行片中之折射。 232. 平行片所成之像。
233. 三稜鏡。

第五十五章 透鏡 371

234. 透鏡。 235. 焦點。 235. 焦距。 237. 透鏡之公式。 238. 凸
透鏡之成像。 239. 凹透鏡之成像。 240. 透鏡成像之作圖法。

第五十六章 視覺 382

241. 眼之構造。 242. 眼之作用。 243. 眼之調節。 244. 眼鏡。
245. 視角。 246. 眼之鑑別率。 247. 視覺暫留。 248. 雙眼視。
249. 錯覺。

第五十七章 放大鏡與顯微鏡 391

300. 放大鏡之用途。 301. 放大鏡之放大率。 302. 顯微鏡。 303.
顯微鏡之成像。 304. 顯微鏡之放大率。

第五十八章 望遠鏡 395

305. 望遠鏡之種類。 306. 望遠鏡之成像。 307. 望遠鏡之放大率。
308. 望遠鏡之要點。 309. 地面望遠鏡。 310. 雙筒望遠鏡。 311.
伽利略望遠鏡。 312. 潛望鏡。 313. 讀數望遠鏡。

第五十九章 照相與映射 403

314. 照相機。 315. 照相。 316. 照相鏡頭。 317. 映射器。 318.
電影。

第六十章 光之色散 407

319. 光之色散。 320. 稜鏡何以能將光分解。 321. 光之波長。 322.
分光鏡。 323. 分光鏡之應用。 324. 光譜之種類。 325. 太陽光
譜。 326. 紫外光與紅外光。

第六十一章 色 414

327. 色。 328. 物體之色。 329. 色光之混和。 330. 顏色之混合。
331. 有色照相與電影。 342. 色覺。

第六十二章 大氣之光的現象 420

333. 大氣之折射。 334. 海市蜃樓。 335. 虹霓。

第六十三章 光之干涉 425

336. 波之干涉. 337. 光之干涉——楊午實驗. 338. 光之波長測定. 339. 薄膜之色.

第六十四章 光之偏極化與雙折射 430

340. 光波與聲波之比較. 341. 偏極化. 342. 光之偏極化. 343. 雙折射.

第六十五章 磁體 433

344. 天然磁石. 345. 磁鐵. 346. 磁極. 347. 磁力與磁量. 348. 庫倫定律——單位磁量. 349. 磁場. 350. 磁力線. 351. 磁之感應. 352. 磁之分子說.

第六十六章 地磁 442

353. 地球爲一大磁石. 354. 磁偏角. 355. 磁傾角. 356. 水平強度. 357. 羅盤.

第六十七章 電爲能之一種表現 447

358. 電的世紀. 359. 電能. 360. 人類最早所遭遇之電災.

第六十八章 摩擦起電 450

361. 摩擦起電. 362. 電有兩種. 363. 電量——庫倫定律. 364. 電量不減原理. 365. 導電體與絕緣體. 366. 電之本性.

第六十九章 靜電感應 457

367. 電之感應. 368. 金箔驗電器. 369. 感應盤. 370. 導體上電之分布. 371. 感應起電機. 372. 大氣電. 373. 避雷針.

第七十章 電位與電容 465

374. 電位. 375. 電位之單位. 376. 電容. 377. 容電器.

第七十一章 電流 472

378. 靜電與動電. 379. 簡單電池. 380. 電流之方向. 381. 電流之單位. 382. 電路. 383. 電功與電功率.

第七十二章 電動勢與電阻 475

384. 電動勢. 385. 電池之聯結法. 386. 電阻. 387. 電阻器.

第七十三章 電路 481

388. 歐姆定律。 389. 串聯電路。 390. 歐姆定律得應用於局部電路。 391. 電池之端電壓與其電動勢之區別。 392. 導線上電壓之降落。 393. 並聯電路。 394. 電燈之裝置。 395. 電流與電壓之量度。

第七十四章 電流之熱效應 ····· 492

396. 電流之效應。 397. 用電生熱。 398. 焦耳定律。 399. 保險絲。 400. 電燈。 401. 電弧。 402. 電爐及電煨。

第七十五章 電流之化學效應 ····· 498

403. 溶液導電。 404. 水之電解。 405. 電解之學說。 406. 電解在工業上之應用。 407. 法拉第電解定律。 408. 國際安培與庫侖 409. 離子之電荷。

第七十六章 電池 ····· 505

410. 電池。 411. 乾電池。 412. 蓄電池。

第七十七章 電流之磁效應 ····· 510

413. 奧斯特之發見。 414. 電流四周之磁場。 415. 線卷之磁場。 416. 電磁鐵。 417. 電鈴。 418. 電報。 419. 磁場對於電流之作用。

第七十八章 電流計 ····· 519

420. 電學測量。 421. 達松發爾電流計。 422. 安培計。 423. 伏特計。 424. 電阻之測量 425 惠斯登電橋。

第七十九章 電磁感應 ····· 525

426. 法拉第之發見。 427. 磁鐵感應電流。 428. 楞次定律。 429. 由電流產生之感應電流。 430. 應電動勢。 431. 感應圈。 432. 電話。

第八十章 發電機 ····· 535

433. 發電機之右手法則。 434. 發電機之基本原理。 435. 交流與直流。 436. 發電機。 437. 發電機中能之來源。 438. 變壓器。 439. 變壓器之用途。 440. 電之長距離輸送。 441. 整流器。

第八十一章 電動機 ····· 546

442. 電動機如一發電機。 443. 電動機中之反電動勢。 444. 電動機之開動。 445. 電動機之效率。 446. 電車。 447. 電表。

第八十二章 電波 552

448. 來頓瓶之放電具振盪性。 449. 電之共振。 450. 電波。 451. 無線電波之速度及波長。

第八十三章 無線電通訊 557

452. 無線電廣播與無線電報。 453. 接收電路。 454. 收報機內之電流。 455. 晶體檢波器。 456. 三極真空管。 457. 真空管之作用。 458. 真空管檢波器。 459. 真空管之放大作用。 460. 真空管振動器。 461. 無線電話。 462. 無線電話接收器。

第八十四章 電子之產生及其應用 570

463. 物理學上之新組元。 464. 未盡真空中之放電。 465. 氣體之電離。 466. 陰極射線。 467. 陰極射線爲何。 468. 電子。 469. X射線。 470. 光電效應。 471. 有聲電影。

第八十五章 放射性 579

472. 放射質。 473. 鐳之發見。 474. α, β, γ 三種射線。 475. 放射質之蛻變。 476. 鐳之能。 477. 鐳之用途。

第八十六章 原子之結構 584

478. 原子與分子。 479. 原子量與分子量。 480. 氦原子。 481. 原子外層之電子。 482. 原子核之組成。 483. 同位元素。 484. 放射性爲原子核內之自然變化。 485. 原子核之人工改造。 486. 人工放射性。

第八十七章 原子能 594

487. 物質與能量之關係。 488. 化學反應中之質量變化。 489. 原子核反應中之質量變化——原子能。 490. 原子能實用之條件。 491. 鈾之分裂。 492. 鈾堆。 493. 現在製造原子彈之原料。 494. 原子能時代之展望。

附錄 下冊習題答數 601

索引 604

1524

第四十五章

聲之產生及其傳播之速度

§226. 聲從何來。以槌擊鐘，即聞其聲。細加觀察，如以鉛筆按在剛才被擊之鐘緣上，可知其正在作甚快之往復振動。琴上之弦，以弓拉之，即可成聲。細察此時之琴弦，在作上下振動，振動之速，人目無法追隨，但覺其較不發聲時爲粗。若以手觸琴弦，振動立止，而聲遂息。又如敲擊音叉後，放在耳邊，能聞其聲，若以之與唇接觸，即感覺其在振動。欲知音叉兩股端之張合振動，可用懸在線上之木髓球與之接觸，球即跳躍不已（圖 255）。若以叉股之端與水面接觸，將見水花四濺。

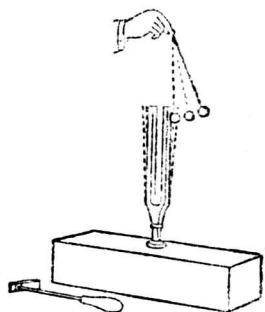


圖 25 . 音叉之振動。

至若汽笛之所以能鳴，因汽之衝出，激動簧舌；喇叭，簫，笛之所以能響，人力激動管中之空氣柱使然；他若夏蟬之鳴，秋蟲之吟，乃其雙翅作甚速之振動故也。由此可知各種聲音之成因，皆爲物體之振動所致。或爲物體落下，或敲鑼，或打鼓，或有人叫喊，總之在各例中，皆有物體振動，此即聲之所由起，所謂“不平則鳴”也。

§227. 振動之記錄。有聲必有振動。振動之方式，可藉機械以表出之，故聲音得以記錄。

音叉振動之記錄 一金屬圓筒可以繞軸旋轉，於其面上貼煙丸紙。音叉之一端裝一小針，針尖適與煙丸紙面輕輕接觸（圖 256）。當音叉發聲時，針尖隨作來回之移動；針尖過處，煙丸紙

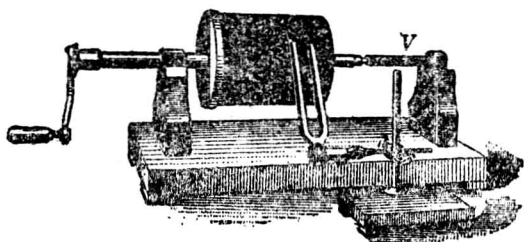


圖 256. 音叉振動之記錄。

上留有波形之曲線。吾人由圓筒轉動之速度與曲線上波形之個數，且可測知音叉振動之頻率。

氣壓鼓 鼓 P 之一面張以橡皮膜 ab ，中有空氣，與另一鼓 T ，以橡皮管相連（圖 257）。鼓 T 之一面亦為緊張之橡皮膜，但其中央黏有小圓鋁片 D 。 D 之中央有一細桿與長針 S 銲接於 E 。長針 S 能繞定點 O 而轉動。假使 DE 有一微小之橫移動，則經此槓桿之放大，在 S 之尖端，可得一較大之左右移

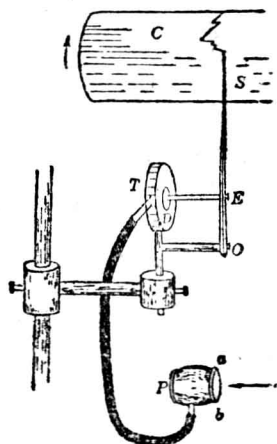


圖 257 氣壓鼓。

動。

吾人對鼓 P 說話，鼓動薄膜 ab ，於是鼓內之空氣亦得同樣之振動，並行傳遞以至於鼓 T ，使黏着於其薄膜上之鉛片 D 亦起振動。於是 DE 有橫移動， S 即在旋轉之圓柱 C 的煙良紙上，明顯畫出人語之振動波形。

留聲機 留聲機(phonograph)能將記錄下來之聲音，重行放出。留聲機記錄聲音之原理與上述氣壓鼓相似，惟聲音不記錄於煙良紙而刻畫於蠟片之上，以成所謂唱片。記錄下來之聲音，有為深淺不同之溝槽，有為曲折線紋。

欲重行放出原音之時，將唱片置於一旋轉之盤上(圖 258)，盤之旋轉，由匣中之彈簧司之。放聲筒之一端口上，張以有彈性



圖 258. 留聲機。

之金屬薄片，中央與槓桿之一端相連，桿之他端附針。置針尖於唱片之線紋中，則針隨線紋之曲折而左右振動。此振動經槓桿放大而傳達於薄片上，因之鼓動放聲筒內之空氣，則此空氣之振動，將與原初收入聲音之振動相同，於是吾人得聞原聲。

§228. 何物傳聲。 在吾人四周之空氣，將聲傳至人耳，欲明此理，可作下述實驗：

置時鐘於抽氣機之玻璃罩內(圖 259)，滴答之聲，頗為清晰；若將罩內空氣逐漸抽去，則鐘聲變弱，終不能聞。如放入空氣，

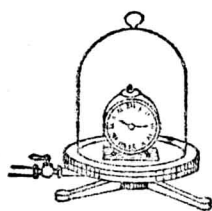


圖 259.

則鐘聲又響亮如初。可知發聲體之周圍，如無空氣存在時，則發聲體無論如何強烈振動，亦聽不見聲；換言之，聲之傳達，須藉空氣為媒介。介乎發聲體與收聲器(如人耳)之間，而為傳聲媒介之物質，稱為介質 (medium)。

除空氣外，其他氣體亦能傳聲。液體及固體之傳聲，較之氣體尤佳。例如耳在水中，可聞水面外之聲格外清晰。魚之聽覺甚敏，水面外略有細微之擾動，魚即驚散。又貼耳於鐵軌上，能聞遠處之火車聲，此亦為熟知之事。蓋由於固體之彈性大於液體，液體之彈性大於氣體也。固體中之彈性弱者，不善於傳聲。吾人皆知棉花，毛織物，及地毯等，皆能阻塞聲音，不讓外傳。

聲之傳播速度。 在平常室內，聲之達於耳中，似不覺其需要時間，但在大廳或戶外，則在聞聲之後，每聞有回聲，由此可知聲至反射面而回到耳中，多少費些時間。在大雷雨時，聞雷聲必在閃光之後，距離愈遠，光與聲相隔之時間愈長。遠處汽笛發聲時，亦必先見汽而後聞聲。故知聲傳播之速度，必遠較光速為慢，可無疑問。



測量聲之傳播速度之直接方法，即在遠處山上放砲，吾人可測量發現火光與聞到砲聲相隔之時間。在 1832 年，法國科學院 (French Academy of Sciences) 第二次組織委員會，以測定聲之速度。將二砲放在相距 18.6 [千米] 之山上，先在一山放砲，測驗光與聲相隔之時間，然後由他山放砲而測之，以消除因風而起之誤差。所用儀器，雖甚粗陋，光行時間，亦未計及，但所得結果，已甚為精確，此在我國清道光十二年事也，豈吾人無此種觀念哉？流水高山，徒知欣賞，不作研討而已！

此後測定聲之傳播速度，實驗甚多。由此等實驗，知在 0°C 及 76 [厘米] 水銀柱高之大氣壓力時，在乾燥之空氣中，聲之速度為 331.36 ± 0.08 [米/秒]。聲在水中之速度，約為空氣中之 4.3 倍，在鋼中則為空氣中之 15 倍強。且知在空氣中，溫度每升高 1°C ，聲之速度增量約為 0.6 [米/秒]。實用上，聲之速度作為 343 [米/秒]，蓋取其溫度在 20°C 時也。

聲之速度，不以其頻率或振幅而殊。已知聲速，吾人每可藉以測定聲源所在之地，此即用聲來作測量之理也。

§229. 聲之感覺。吾人知氣體，液體，固體中所傳遞之聲，實係振動之傳遞；且知聲與耳有連帶之關係。例如在地球上人類或獸跡不到之處，雖有瀑布，誰為知音。故聲有兩事，即振動 (vibration) 及對於鼓膜所生之感覺 (sensation)。關於耳及腦中所生感覺之研究，為生理學與心理學上之事。在物理學上所研究者，祇為空氣或其他介質之振動而已。故在此意義上，

不論有耳聽聞與否，瀑布恆在作聲。耳得之而爲聲，目遇之而成色。吾人將見色與聲，各爲一種波動。

盲者亦能辨別聲所從來之方向，則以吾人有左右兩耳之故。其唯一之例外，爲直接由前面，上面，及後面傳來之聲，每易互相混淆。在此種情形下，聲自來處同時達於兩耳。由其他方向而來之聲，則因與一耳成較短之距離，故有先後。由此可知使人起聲音方向之感覺，由於聲達於兩耳時間不同之故。

習題四十五

- (1) 拍桌何以成聲？
- (2) 人何以能發聲？
- (3) 已知電燈泡內爲真空，熱與光能在真空中傳播否？
- (4) 夜半鐘聲，隔 2.5 [秒] 鐘，始到客船。已知當時之氣溫爲 0°C ，求船與寺之距離。
- (5) 在圖 256 記錄音叉振動之儀器中，圓筒之半徑爲 16 [厘米]，每 [分] 鐘轉 45 次。測得煙灰紙上 20 全波間之距離爲 5.89 [厘米]。求音叉之頻率。
- (6) 有人見電閃後，歷 8 [秒] 鐘，始聞雷聲，求閃電處與人之距離。
- (7) 側耳於火車之鐵軌上，另由一人在遠處打擊鐵軌時，可聞得響聲二次，何故？設此二響聲相隔 0.8 [秒]，求鐵軌被擊處之距離。
- (8) 用 600 [米/秒] 之速度，將鎗彈打至 400 [米] 遠之靶上，聲及鎗彈何者先到？快多少 [秒]？
- (9) 一人打靶，標的離人 280 [米]。自鎗彈離鎗口 1.3 [秒] 後，即聞中的之聲，求鎗彈之速度。

(10) 鎮上之鐘，於正午敲 1 下，報告時間。鎮外 2 [千米] 處之人，依此鐘聲，校準其錶，應有若干相差？撥快或撥慢？

(11) 一木匠在屋頂上敲釘，每 [秒] 4 下。一觀察者恰巧在槌舉起最高之時聞槌之聲，此人與木匠相距約若干 [米]？

(12) 一具有科學頭腦之小孩，欲求空氣之溫度，將一來復鎗在半 [千米] 遠之絕壁前開放，用停錶測得回聲之時間為 3 [秒]。求此時空氣之溫度。在此實驗中，何者為使結果不甚精確之最主要原因？

第四十六章

聲 波

§230. 聲爲波動。聲由發聲體傳至人耳，顯然並無物質(可秤者)從發聲體發出，射至吾人之耳中；否則密閉於玻璃罩內(圖259)之時鐘聲，如何能透過玻璃？由此種事實，可斷定聲之所傳遞者，祇爲振動而已。此種運動，謂之波動(wav. motion)，將於下列數節中詳言之。

§231. 水波。因聲波每不易見，故先研究水波。投小石於平靜之水面，則於落下處起上下之運動。此種運動，漸次傳至其周圍之各部分，生成圓形之波紋。此種波紋，雖向四方進行，廣被水面；但水面之各部分，仍留於原來位置，並未流動。故水面上前進之波，僅爲波形而非水之質點。此種事實由浮在水面之樹葉，見其僅依上下運動，而不遷移位置可知。

§232. 駐波。於盛水之圓盆中，用木棒之一端，按一定之頻率，上下攪動，即可生連續之駐波(stationary waves)。此種波動之面，可用圖260中之曲線表示，定點A, B, C, D等謂之波節(node)。

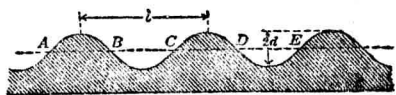


圖 260. 水波之截面圖。

在相鄰二波節間之部分，謂之波腹(loop)。在波節間之水作上下擺動；當上升時成一波峰(crest)，下降時成一波谷(trough)。一波峯與一波谷，合成一波，如 A 至 C ，或 B 至 D 。相鄰兩波上任意兩對應點之距離，謂之波長(wave length)，如圖中之 l ；對應之點，謂之同相(phase)，例如 A 與 C 與 E 為同相。波振動之振幅(amplitude) d ，為波谷與波峯間垂直距離之半。

§233. 傳播速度與波長及頻率之關係。投石於靜水面時所生之波，逐漸擴大，向外傳播，至達池邊而消滅。在 1〔秒〕鐘內，波峯(或波谷)所經之距離，即為傳播速度。每〔秒〕鐘經過某一點的波峯之數，謂之頻率(frequency)。於是速度，頻率，波長三者之間，有下列關係：

$$\text{速度} = \text{頻率} \times \text{波長}$$

即

$$v = fl.$$

此一關係，對於一切之波，皆為精確。傳播速度 v ，波長 l ，與頻率 f 或週期 $T (= 1/f)$ 三者之中，測定其二，即可由上式計算其第三者。

若波源為繼續不斷之振動體，每振動一次，即生一波。如是在介質中經過任意一點，每〔秒〕鐘之波數，等於振動體之振動次數，即振動體之頻率也。頻率繫乎振動體之本身，視其構成之物質與幾何之形狀而定。例如頻率為 256 之音叉，置之真空中，空氣中，或水中，每〔秒〕鐘莫不振動 256 次也。至於波動傳播之速度，則視介質之性質而有一定。故就某一介質而言，振