

初中複習叢書

物 理 學

陳 嶽 生 編



改訂本



商務印書館印行

BC

34.7

MG
G637.7
81

初中複習叢書

物 理 學

陳 嶽 生 編



3 1773 7549 4

商 務 印 書 館 印 行

初中複習叢書編輯大意

一、本叢書係根據最近教育部頒布之初級中學課程標準，及本館初中復興教科書分科編輯而成。

二、本叢書編著綱要，表解與圖解並用，務使讀者對於每一科的基本知識，有具體的了解。

三、本叢書搜集近年來全國各省市初中會考試題，按題作答，分析清楚，更可幫助讀者對升學會考作相當的準備。

四、本叢書除參考各教科書編纂外，更於東西文參考書中搜求新穎的解題方法，故益完備。

五、本叢書為供讀者需要，匆促出版，內容或有忽略脫漏之處，如蒙讀者來函更正，尤所歡迎。

目次

第一章	基礎事項	1
第二章	淺近之解釋與判斷	103
第三章	簡易的計算	114

初中複習叢書

物理學

第一章 基礎事項



1. 何謂物理學?何謂物理學定律? (敬業中學)

研究物質的屬性,及關於物質的現象,以期獲得解釋之科學,稱為物理學,而用以解釋各現象的某種共通關係,則稱為物理學定律。

2. 物理學共分幾門? (敬業中學)

分(一)物性,(二)力學,(三)熱學,(四)聲學,(五)光學,(六)電磁學,共六門。

3. 何謂 C. G. S. 制? (敬業中學,松江女中)

物理學上有三種基本單位:(一)長度單位厘米 (centimeter, 略號 cm.);(二)質量單位克 (gram, 略號 g.);(三)時間單位秒 (second, 略號 s.)。這三種基本單位,以及由此而得的誘導單位,所組成的系統,叫做 C. G. S. 制。

4. 何謂誘導單位?試舉數例。

由基本單位組合而成的單位,叫做誘導單位。例如:
面積 (平方厘米, cm^2) 加速度 (每秒每秒厘米, cm/s^2)
(仟克米, kgm)。

5. 何謂質量?

物體所含物質多寡的分量,叫做質量。

6. 何謂物質,何爲物體? (大同附中)

占據一定空間,有重量可稱,可爲人所感覺者,叫物質。例如空氣,水,泥土,石,紙,棉花,都是物質。

物質構成的實體,其一定形狀者,叫做物體。例如刀,一杯水,都是物體。

7. 何謂重量? (皖)

物質所受重力的大小,叫做該物體的重量。重量的單位,通常借用質量的單位,例如5克之重,意即質量5克的物質,所受重力之大小。

8. 重量的單位,何以可借用質量的單位?

因在同一地方,重量與質量成正比例。

9. 何謂重力? (澄衷中學)

地球對於物體的吸引力,叫做重力,是萬有引力的一種。物體所受重力,在同一場所與物質的密度爲正比,與物質的種類無關係。

10. 同一物質在地球上各處,所受的重力,是否相同? (松江女中)

依照萬有引力定律,同一物質在高山所受的重力,較小於平地上所受的重力;在低緯度地方所受的重力,較小於高緯度地方的重力。故同一物質的重量,在赤道附近最輕,在兩極附近最重。

11. 何謂萬有引力定律?

牛頓發見宇宙萬物皆有互相吸引的作用，生此作用者就是萬有引力。有定律如下：

萬有引力正比例於兩物體質量的乘積，反比例於兩物體距離的平方。

12. 質量與重量有何區別？

質量與重量，有相異之點二，類似之點二。

相異之點：(a) 重量是地球吸引力的大小；質量是物質分量的多寡。

(b) 重量隨地而異；質量到處不變。(浙22)

類似之點：(a) 在地球上同一場所，重量與質量成正比例。

(b) 重量的單位是若干克之重；質量的單位是若干克。

13. 何謂密度？ (上海中學，無錫中學，之大附中)(湘)

單位體積的物質，其中所含質量的多少，是該物質的密度。用公式表示如下：

$$\text{密度} = \text{質量} / \text{體積} \quad \text{或} \quad d = m/v$$

例如 10 cm^3 的石塊，重 26 克，則其密度為 2.6 g/cm^3

14. 何物的密度最大，何物的最小？ (無錫中學)

現在所知的物質中，以鎢的密度為最大，氫的密度為最小。

15. 何謂比重？ (無錫中學，鎮江中學)(浙21，皖)

任何物質(固體與液體)的密度，對於攝氏 4° 時水的密度之比，稱為該物質(固體與液體)的比重。氣體的密度，對於攝氏 0° ，一氣壓的空氣密度之比，為氣體的比重。例如

黃金比重 19.3，即黃金密度，是水的密度的 19.3 倍。氧氣比重 1.11，即氧氣密度，是空氣密度的 1.11 倍。

16. 比重密度有何異同？ (務本女中) (重慶)

有相似點與相異點各一如下：

(a) 相似點。在 C. G. S. 制中，固體與液體的密度與比重，數值相同。

(b) 相異點。密度所表示者，為單位體積中的質量，故為名數；比重所表示者，為某物質的質量，是同體積的水或空氣的質量若干倍，故為不名數。

17. 何謂固體，液體，氣體？ (之大附中)

這是物質的三態，茲述其特徵如下：

(一) 固體。有一定之體積與形狀，難以變更；例如金屬。

(二) 液體。有一定之體積，無一定之形狀，體積難變，形態易改；例如水，油。

(三) 氣體。體積與形狀，都不一定，極易改變；例如空氣，氫氣。

18. 物質何以有此三態？

一切物質，都由其分子所組成。這些分子常在運動不息，但是須受內聚力的限制。內聚力強，分子的運動範圍很小，就成了固體。內聚力弱，分子運動範圍較廣，就成了液體。內聚力幾等於零，分子運動很自由，就成了氣體。

19. 何謂分子？ (務本女中)

各物質所固有的最小單位量，即組成某物質的可以獨立的最小微粒，叫做該物質的分子。同一物質的分子，種類相同；物質的種類不同，其分子亦相異。

20. 何謂內聚力?舉例說明之。(松江女中(湘三屆))
同種類分子間的吸引力,叫做內聚力。例如兩玻璃棒在火上燒融,接合爲一,就是內聚力的作用。
21. 何謂附着力?舉例說明之。(松江女中)
(湘三,浙21)
異種類分子之間的引力,叫做附着力。例如水滴可以附着於瓷器上面,便是附着力的作用。
22. 量度一物的質量,有何方法?
將欲測的物體,及適當的砝碼,放在天平的兩盤內,使天平之臂,在水平位置成平衡狀態之時,盤內所有的砝碼,即指示該物體的質量。
23. 何謂平衡。
一物體同時受數力的作用,而不生運動的狀態,稱爲平衡。
24. 何謂力?
凡能使靜止的物體起運動,運動的物體變更其速率或方向,或趨於靜止的作用,叫做力。例如萬有引力,重力,內聚力,附着力等都是。
25. 力的單位是什麼?(南京中學)(浙22)
力的單位有兩種(一)重力單位,即單位質量所受的重力。(二)絕對單位,即可使質量一克的物體,生1 每秒每秒厘半的加速度之力,此力叫做1 達因,是力的最小單位。
26. 何謂運動?何謂靜止?
凡一物體的位置,與時共變的狀態,稱的運動。

凡一物體的位置，不依時而俱變的狀態，稱爲靜止。

27. 關於物體的運動與靜止，有何定律？

有牛頓所發見的慣性定律。

28. 何謂慣性定律？舉例以說明之。 (南京中學)
(浙21, 河北)

一切物體，運動者常保其原來的速率與方向，靜止者常保其原來的地位，此即慣性定律。故力爲勝過慣性的作用。例如乘火車者當車初開之時，必向後倒；當車驟停之時，必向前仆，就是慣性的作用。

29. 量度一物的重量，及力的大小有何方法？

可用彈簧秤。(通常用天平亦可，但祇能比較同地的重量。)

30. 彈簧秤構造如何？

匣內裝一螺旋形的彈簧，上端固定，下端縛有一鉤，其前面則附有一指針。將物體掛於鉤上，彈簧向下伸長，指針即在匣外的標度上，指明該物體的重量。將物自鉤取下，指針即賴彈性作用，仍回原處，故可繼續使用。

31. 彈簧秤根據什麼定律製成？

虎克定律。

32. 何謂虎克定律？ (上海中學)

在彈性限度以內，加於彈性體的力，對於所生的應變之比，是一個常數，即與變形成正比例。這個關係，叫做虎克定律。這常數叫彈性係數。

33. 何謂彈性體？

物體受到外力，如拉力，推力，或扭力的作用，而生應變，

等到外力一去，又立即自行恢復原狀，這種性質就是彈性，這恢復原狀的力，叫做彈力。富有彈性的物體，叫做彈性體。彈性體都是固體。

34. 何謂彈性限度？

加於彈性體的力，若超過一定限度，則外力雖去，原形將不能恢復。這一個恰可使彈性體恢復原狀之限度，叫做彈性限度。

35. 何種物質的彈性限度最大？

鋼的彈性限度最大。

36. 應變有幾種？

有伸長，壓縮，彎曲，扭轉等等。

37. 何謂應力？有幾種？

通常有張力，壓力兩種，總稱為應力。應力不是一個單獨的力，而是兩個方向相反，大小相等，互相平衡的二力，一方去，則他力即現為彈力。

38. 何謂張力？

一力與其反作用之力，方向相背者，作用於一物體之一直線上各點，則此力稱為該直線之張力。例如以繩縛柱，用手拉繩，繩上各點，即受到張力。

39. 何謂壓力？

一力與其反作用之力，方向相對者，作用於兩物體或一物體兩部接觸面某點，且其方向與接觸面成直角，則此力稱為該點之壓力。全面積上所受壓力之和，稱為全壓力。單位面積上所受壓力，稱為壓力強度，簡稱壓力。

40. 何謂反作用?舉例以明之。

甲物體加力於乙物體,同時乙物體亦必以力還加於甲物體,前者稱為作用,後者稱為反作用。例如以篙抵岸,岸亦推篙,船即離岸運動。

41. 何謂反作用定律? (南京中學)

前題所謂作用與反作用,方向相反而大小相等,叫反作用定律。此定律亦為牛頓所發見。

42. 材料的強弱,與什麼有關係?

與受到應力而發生的應變,以及本身的彈性有關係。不易發生應變,彈性限度大者,即較堅固。

43. 以壓力加於密閉液體,有何結果?

壓力加於密閉液體的表面,即被傳至各部分,強度不變,且以垂直方向作用於器壁。此關係叫做巴斯噶原理。

44. 巴斯噶原理有何應用?

有利用以造水壓機,由小力發極大的力,供壓棉花,榨油等用途。其作用的大略情形,可用連通器說明之。小口向下的全壓力若為 10 仟克,面積為 1 cm^2 ;大口向上的全壓力若為 x 仟克,面積為 9 cm^2 ,因強度不變,故

$$\frac{10}{1} = \frac{x}{9}, \dots x = 90 \text{ 仟克}.$$

若使大口面積與小口面積之比值極大,則在小口處用極小之力,在大口處即有極大之力上壓矣。

45. 液體內部所受本身的壓力如何? (大同附中)

(一)液體本身加於器壁的壓力,與器壁成直角。

(二)液體內一點所受的下壓力,上壓力,側壓力,與該點

至液面的垂直距離成正比例，故相等。

(三)液體密度 d ，深 h 厘米，則壓力強度為 dh 克，而面積 s 上的全壓力，為 dhs 克。故盛液體之器底，其所受全壓力，祇與液面高低及底面積成正比例，而與器之形狀無關係。

46. 連通器內的液面，何以在同一水平面上？

在連通器內的液體，既然靜止不動，則在連通管下端導管中的液體內部，任何單位面積所受左右的側壓力，必然相等。但因側壓力與液面高度成正比例，故液面不得不高低相等。即必在同一水平面上。

47. 何謂水平面？

液體在容器中所成的自由表面，叫做水平面，與重力的方向成垂直。若用線縛鉛錘，使錘沉入液體中，則線在鉛錘靜止不動時，與水平面交成直角。

48. 何謂水準器？其構造如何？

利用液體表面常成水平的性質，檢驗平面是否在水平位置的器械，叫做水準器。其構造如下：略彎的密閉玻璃管，中盛液體（通常為酒精），留少許空隙。將此器放於水平面上，彎部在高處，則氣泡即在中央。

49. 測定固體的比重，有何方法？

密度大於水的固體，及密度小於水的固體，方法不同，分述如下：

(一)密度大於水的固體比重測定法。 (無錫中學)

(湘，閩，滬23)

$$\text{比重} = \frac{\text{物體在空氣中的重量}}{\text{物體在空氣中的重量} - \text{物體在水中的重量}}$$

$$S = \frac{W}{W - w}$$

(二) 密度小於水的固體比重測定法。

設物體在空氣中之重量為 W ；以錘縛於物體，沉錘入水，留物在空氣中，兩者的重量是 w ；以物與錘同沉入水，兩者的重量是 w' ；則比重的算式如下：

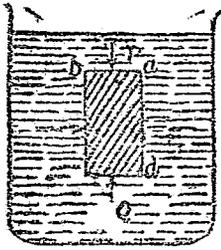
$$S = \frac{W}{W - w'}$$

50. 測比重的方法，根據什麼原理？

阿基米得原理。

51. 何謂阿基米得原理？試解釋之。 (蘇州中學，太倉中學，松江女中，澄衷中學) (閩，滬 23)

一切物體在液體內，必減輕其重量，所減去者，等於該物體所排開的液體的重量。這個關係，叫做阿基米得原理。



第一圖。

用圖(見第一圖)解釋如下：

設有長方體 $abcd$ 浸在水中。上全壓力 Q 大於下全壓力 P ，側壓力抵消。故 $Q - P$ 之力，與 $abcd$ 所受的重力相反，即 $abcd$ 的重量減輕。但 $Q - P$ 即等於 $abcd$ 水柱的重量，故所減者等於所排液體之重。

52. 何謂浮力？

物體在液體中，其下面所受上壓力，大於其上面所受下壓

力，兩者之差，使物體上浮，即稱為浮力，浮力等於物體在液體中所排液體的重量。

53. 物體怎樣會浮，怎樣會沈？（蘇州女中）（河北，浙22）（同濟附中，大同附中，務本女中，敬業中學，上海中學，鄉村師範。）

依照阿基米得原理，有三種情形如下：

（一）物體的重量 $>$ 浮力，物體下沈至底。

（二）物體的重量 $<$ 浮力，物體浮於液面。

（三）物體的重量 = 浮力，物體停止在液內任何處。

54. 測液體的比重，有何方法？

可用比重計。

55. 何謂比重計？其構造如何？

比重計是插在液體裏面，可以直接讀得比重數的器具。其構造為一細玻璃管，中藏比重數值表。管的下部膨大，底有重物，可使細管直立於液中而不倒。看液面在細管何處，即知液體之比重為何。

56. 比重計何以能直接測得比重？（復旦附中）（浙21）

浮力等於排去液體的重量，故排去同體積的液體，密度大者，浮力亦大。換言之，在密度較大（即比重較大）的液體中，欲得同樣的浮力，可以排去較少的液體。今比重計的重量固定，則使之上浮的浮力亦固定，故此比重計在比重較大的液體中，沈下部分較少，在比重較小的液體中，沉下較多。因沉下的多少，就可以在細管上刻度了。

57. 何謂表面張力？（浙22，湘三屆）

液體的表面，因分子的引力，有收縮到最小面積的趨向，與緊張的橡皮膜一樣。這種收縮力叫做表面張力。例如雨滴露珠，都成球狀，就是出於表面張力的現象。

58. 何謂毛細現象？（無錫中學，松江女中）（浙21，湘）

毛細現象又名微管現象，是液體附着力與表面張力，在浸於液內細小的管壁，共同作用而成的現象。分兩種如下：

(一) 附着力大於內聚力者，如水，在微管中上升至一定地位，管中液面下凹。

(二) 附着力小於內聚力者，如水銀，在微管中下降至一定地位，管中液面上凸。

59. 毛細現象，與管之大小有關係否？

有關係。管內外液面的距離，與管的直徑成反比例。

60. 氣體比重以 1 氣壓之空氣為標準，何謂 1 氣壓？（浙21，湘）

在氣體中，如在液體中，其各部分亦受氣體本身的壓力。空氣包圍於地球，稱為大氣。1 氣壓即係大氣壓於地面附近的標準壓力，又稱標準氣壓，其大小等於 76 厘米高的水銀柱，壓於單位面積上的力。即每平方厘米上，約有 1 仟克的重量，或每平方吋上約有 15 磅的重量。

61. 測定大氣壓力，有何器具？（暨大附中）

大氣壓力，隨時隨地變動，測定大氣壓力的器具有兩種：

(一) 水銀氣壓計；(二) 無液氣壓計。水銀氣壓計的主要部分，是一個玻璃管，倒植於水銀槽中，管中的水銀柱，因管外有大氣壓於水銀面，故水銀柱不陷落。從管中的水銀柱高，即知大氣壓力。柱端殆為真空，故水銀柱可隨氣壓之

變化，而或昇或降。無液氣壓計的主要部分是一空盒，壓於盒面的力，由槓桿傳於指針，而在刻度盤上指出，且藉彈性作用，指針可以或進或退。

62. 大氣壓力如何變化？ (啟業中學)(浙21, 22)

大氣壓力隨土地高低而變，愈高愈小；又隨天氣的陰晴而變，將雨前及陰雨時降低。

63. 氣體的壓力與體積，有無關係？

有關係，此關係名爲波義耳定律。

64. 何謂波義耳定律？ (上海中學)(湘, 浙21)

一定量的氣體，在一定的溫度之下，其體積與壓力成反比。換言之，一定量的氣體，在一定的溫度之下，其體積與壓力的相乘積，是一個常數。這一關係就叫做波義耳定律。若用公式表示，即爲

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ 或 } P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{常數}$$

式中 P_1 與 V_1 爲最初之壓力與體積； P_2, V_2 爲變動後之壓力與體積。

65. 大氣既有壓力，是否也有浮力？ (皖)(浙21)

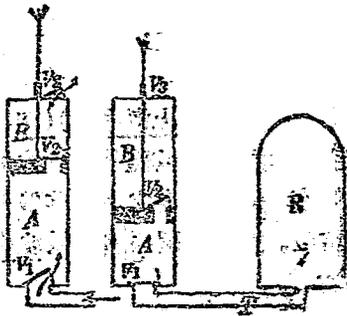
大氣也有浮力，而且也遵守阿基米得原理。所以在空氣內稱得的重量，應當比在真空中稱得的輕一些，所謂真空，即是沒有空氣的地方。利用大氣的浮力，將氦氣裝入囊中，即可使囊自由浮於空中。飛艇的構造，其主要部分，即爲氦氣囊。(以前飛艇用氫氣，現在改用氦氣，因爲氦氣雖比氫氣重，但比空氣仍輕得多，而且不會着火。)

66. 如何獲得真空？

真空是沒有空氣的地方，所以祇在密閉器內，纔有獲得真空的可能。用以獲得近於真空的器械，叫做空氣唧筒，或抽氣機。

67. 抽氣機的構造如何？

抽氣機是利用大氣壓力而製成的，其構造如第二圖。圓筒中的活塞上移，筒內氣壓減小，R內的氣壓較大，活門 V_1



第 二 圖

被壓開，R內的空氣進入筒底。筒內原有空氣，被壓於B內，活門 V_2 閉而 V_3 開，即經 V_3 逸出筒外。活塞下行，筒底空氣被壓， V_1 閉而 V_2 開，且筒外氣壓大於筒內，故 V_3 亦閉。如是往返不已，R內空氣即被抽去，

可以接近於真空。

68. 利用大氣壓力的器械，尚有他種否？(敬業中學)

除抽氣機外，尚有打氣機，抽水機，及虹吸。

69. 打氣機的構造如何？

打氣機又名壓縮唧筒，可用以壓空氣入容器，如輪胎皮球之類。其構造及作用，與抽氣機相似，但活門的方向相反，學者試作圖說明之。

70. 抽水機的構造如何？

(河北)(浙21)

抽水機是將水由低處送至高處的器械，共有兩種；

(一)吸取唧筒，可在高處將低處的水吸上，其構造如甲圖（學者試自作圖）。作用與抽氣機相同，惟由大氣壓力壓入筒中者為水而已。

(二)壓力唧筒，可在低處將水壓到高處，其構造如乙圖（學者試自作圖）。作用與吸取唧筒相同，惟活塞上的活門，移裝於出口處而已。

這兩種唧筒，出水時斷時續，使用不便。故通常在出口處加一氣室，則水即可連續流出不息。救火機所用的，就是裝有氣室的唧筒。

71. 用抽水機送水，不能高過若干米？（同濟附中，太倉中學，暨大附中）（北平，浙²¹）

(一)用壓力唧筒，並無一定限制，因把水壓上去的，是機械所發的力。

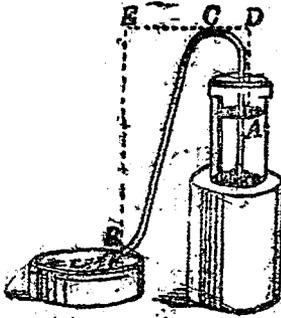
(二)用吸取唧筒，就有限制，因水的上昇全恃大氣壓力，大氣壓力相當於水銀柱 76 厘米高的壓力，若以水柱換水銀，則因水銀的比重為 13.6，故大氣壓力，相當於 10.339 米水柱的高。此即吸取唧筒吸水的高度。

72. 抽氣機與抽水機，有何軍事上的應用？

潛水艇係根據阿基米得原理，利用抽氣機與抽水機而造成。其主要部分為一氣室，用唧筒灌水入室，船即沈下；用唧筒壓空氣入室，把水逼出去，船即上浮。

73. 何謂虹吸？（浙²¹）

屈成 U 形或 V 形的管子，兩脚一長一短，如第三圖所示，即為虹吸。此器可將高處容器內的水，引至低處。其法先



第 三 圖

使管內盛水至滿，用指封閉 B 端，將 A 端插入水瓶內，手指一放，水即源源流出。其理由如下：液面的氣壓為 P ，曲管最高點 C 的右向壓力 $P - EB$ (水柱)，左向壓力 $P - DA$ (水柱)，但 $EB > DA$ ，故右向壓力小於左向壓力，而水即由短管流至長管以出。

74. 固體的比重，以攝氏 4° 的水做標準，何故？

(同濟附中，上海中學鄉村師範，南京中學，澄衷中學)

因攝氏 4° 的水，密度最大，等於每立方厘米 1 克，故用為標準，則在 C.G.S. 制中，比重與密度之數值即可相同。

75. 攝氏 4° 何解？

(無錫中學，松江女中)

攝氏 4° 表示水的溫度。物理學上用以測溫度的器具，叫做攝氏溫度計，其分度法如下：

0° 為冰點， 100° 為沸點，其間勻分為一百度。

76. 何謂冰點，何謂沸點？

(松江女中)(蘇州農業，

清華附中)

冰點為一氣壓時水結冰的溫度，沸點為一氣壓時水沸騰化氣的溫度。故攝氏 4° 的水，是將結冰而未結冰的水。

77. 除攝氏溫度計外，尚有他種溫度計否？

(無錫中學)(蘇州女蠶)

尚有華氏溫度計，物理學上不用，其分度法如下：

32° 為冰點， 212° 為沸點，其間勻分 180 度。

78. 攝氏度數與華氏度數，表示同一溫度者，有何關係？

(復旦附中, 女子工業, 申新職員)

設 C 表示攝氏度數, F 表示華氏度數, 則

$$C = (F - 32) \times \frac{5}{9} \quad F = \frac{9}{5}C + 32$$

79. 何謂溫度？

物體冷熱的程度, 叫做溫度。同一物體, 得熱則溫度昇, 失熱則溫度降。

80. 何謂熱？

(川)

熱為一種「物理量」, 能使物體的分子的活動力增加, 且常從高溫度物體, 移至低溫度物體。

81. 熱與溫度, 有何區別？

(湘二)

加熱於物體, 可使其溫度昇; 自物體奪去其熱, 可使其溫度降; 但熱並非溫度, 即溫度不表熱量之多寡。換言之, 熱為使溫度昇高或降低的原因, 而溫度為物體得熱或失熱的結果。兩物體溫度相同, 其所含熱量未必相同; 以相同的熱量加於兩物體, 其溫度的昇高亦未必相同。

82. 熱量的單位是什麼？

熱量的單位是卡。

83. 何謂卡？

(蘇州中學)(之大附中)(湘二, 漢口)

使 1 克之水的溫度, 昇高攝氏 1° 所需的熱量, 叫做 1 卡。

84. 何謂比熱？

(漢口)

使質量 1 克的各種物質, 溫度上昇攝氏 1° 所需熱量的卡數, 叫做該物質的比熱。水銀的比熱很小, 祇有 0.033 卡,

85. 何謂熱容量? (贛22)

使一定量物質的溫度升高攝氏 1° ，所需熱量之卡數，叫做該物質的熱容量，其值等於質量乘比熱。

86. 熱之移動其幾種方法? (閩，湘四，川，浙21, 22)

(齊魯附中，南京中，無錫中，松江女中，務本女中，南通附中)

共有三種：(一)傳導，(二)對流，(三)輻射。

(一)傳導。這是固體傳熱的方法；物質的分子振動，順次傳於鄰近的分子，熱即由高溫度部分(或相觸兩物體中高溫度者)，傳於低溫度部分(或相觸兩物體中低溫度者)。

(二)對流。這是液體與氣體傳熱的現象；液體與氣體的一部分受熱後，體積增加，密度減小，因浮力向上昇，於是四圍較冷的各部分下降填補，再受熱而上昇，如是循環不已，直至全體達於同溫度而止。

(三)輻射。這是「以太」傳熱的現象；溫度較高的物體，在「以太」中發出一種熱波來，可以在極遠的地方，射到低溫度物體上去，使其溫度升高，中間無須物質的聯絡。

87. 固體的傳熱，是否有難易的區別? (同濟附中，浙21, 22)

大有難易，故有導體與非導體之分。金屬為導體，木，毛，棉花等等，為非導體。

88. 熱水瓶何以能保溫保冷? (湘四面)

熱水瓶是雙層玻璃瓶，雙層之間是真空，所以內壁的熱不

會傳到外壁，而有保溫的功用；外壁的熱也不會傳到裏壁，而有保冷的功用。

89. 試舉對流的實例與應用。(女子蠶業，暨大附中，無錫中學，松江女中。)

- (一) 風。風是自然界中大規模的空氣對流現象，由地面上受熱的不均勻所致。
- (二) 通風。火爐有烟窗，下部有氣門，廢氣是熱的，由烟窗逸去，冷的新鮮空氣，即由氣門吹入爐中，以助燃燒。
- (三) 冰箱。冰置於上部，因溶解而奪去近傍空氣之熱，此空氣即下降，食物內的熱氣，流向上方，如是循環往復，全箱溫度即可降低。

90. 試舉輻射的實例與應用。(蘇州農業，松江女中，無錫中學)

- (一) 太陽熱。太陽的熱量傳至地上，即係熱波的輻射作用。熱波的波長約在 0.002 厘米至 0.03 厘米之間。
- (二) 火爐與水汀。室內裝有火爐或水汀，人坐其前，可以取暖，亦可利用熱的輻射。

91. 熱由輻射傳給一物體，有無難易之別？

(贛 23, 浙 21)

熱由輻射傳至一物體，視該物體之屬性及其物質之種類不同，而有不同之作用，大概可分三種情形如下：

- (一) 透熱性物質。如空氣之類，為透熱性物質，輻射熱傳至其上，全部通過，不使其受熱。
- (二) 金屬與光滑之表面，或白色物體。輻射熱傳至此類物

體上面，即被「反射」大部分，夏日衣服尚白，即因此故。

(三) 黑色物體。輻射熱傳至此類物體，即被吸收，冬日衣服尚黑者，即因此故。

有些物體，如冰之類，兼具此三種作用。

92. 溫度計何以可測溫度之高低？(前京中學) (湘三, 浙22, 北平)

一切物體受熱，其體積常增加，此種現象，叫做熱膨脹。溫度計即利用水銀受熱後，起膨脹的效應而製成。

93. 攝氏溫度計與華氏溫度計，創自何人？

(同濟附中)

攝氏溫度計是瑞典人 Celsius 所創，華氏溫度計是德人 Fahrenheit 所創。

94. 兩種溫度計的用途如何？(敬業中學, 滄英中學)

攝氏計常用於科學上，華氏計常用於測氣溫及體溫。人之體溫，為華氏 98.6° 。測體溫度亦有用攝氏計者，其值為 37° 。

95. 固體之膨脹，與溫度有何關係？(浙21, 22, 北平)

固體受熱而膨脹，通常研究其體積之增加與長度之增加，前者稱為體膨脹，後者稱為線膨脹。各種固體，其溫度每昇一度，長度之增加，對於原長度之比，為一定數，稱為線膨脹係數。各物質之線膨脹係數，大小不等，但數值都極微。

體膨脹係數，約為線膨脹係數的三倍。

96. 液體之膨脹，與溫度有何關係？(浙2)

液體之膨脹係數，大於固體，且在各溫度間的膨脹，大小不等，故極不規則。水之膨脹，尤為奇特，由攝氏 4° 以下，溫度雖降，體積反而增加，冰浮水上，即因此故。各種液體之膨脹係數，亦不相同。酒精比水，幾大七倍，是以溫度計亦有用酒精製成者。

97. 氣體之膨脹，與溫度有何關係？ (浙，北平)

氣體膨脹與溫度之關係，有下述數定律：

- (一) 給呂薩克定律。各種氣體的膨脹係數均同；即在一定氣壓下，一定質量的氣體，溫度每昇攝氏 1° ，體積增加 0° 時的 $\frac{1}{273}$ 。

$$V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right)$$

此定律又可改述如下：

在一定壓力下，一定質量的氣體，其體積與絕對溫度成正比例。絕對溫度 $T = t + 273$ 。

- (二) 查理定律。一定量之氣體，體積不變，壓力與絕對溫度成正比例。 (浙21)

- (三) 波義耳查理定律。一定量之氣體，其體積與壓力成反比例，與絕對溫度成正比例。

98. 溫度升高時，固體，液體，氣體，三者之中，何者膨脹最大，何者最小？ (滬23)

氣體膨脹最大，固體最小。

99. 熱之效應，除膨脹外，尚有其他否？

尚有：溶解，汽化，發光，生電等作用。

100. 何謂熔解? (同濟附中,大同附中,中耕職員養成所)

(浙22)

固體受熱,溫度昇到一定度數,即開始變成液體,此現象稱為熔解,此溫度稱為熔點。各種物質之熔點不同,冰之熔點即為冰點。物體在熔解時,溫度不再上昇,所吸收的熱,皆消耗於熔解的過程中,而成為一種潛熱,直到全部熔解為止。

101. 何謂熔解熱? (蘇州女堂,大同附中)(浙21,22)

各種物質1克,熔成同一溫度的液體,其所吸收的潛熱,稱為該物質的熔解熱。冰的熔解熱極大,為80卡。山巔積雪融消,即因此故。

102. 何謂汽化? (同濟附中,大同附中,中耕職員養成所)

(浙21,湘四)

液體受熱變成氣體,稱為汽化,所成之氣體,稱為汽。汽化可分兩種如下:

(一)蒸發。進行甚緩之汽化,僅限於液體之表面,液體於蒸發時,奪取近傍物體之熱量,且其溫度亦可隨得熱而俱昇。夏日灑水於庭,即覺涼爽,就是蒸發作用所致。

(同濟附中)(湘五,皖,浙21)

(二)沸騰。液體溫度昇至某定點,開始全部汽化的現象,謂之沸騰。此時內部盛發汽泡,且溫度不再上昇,直至全部化為汽而止。此溫度稱為沸點。各種物質的沸點不同,水之沸點在1氣壓下為攝氏100°。

103. 何謂汽化熱?

(南京中學)

各物質的液體1克,汽化為同溫度的汽,其所吸收的熱

量，稱為汽化熱(又名蒸發熱)，各物質的汽化熱不同，水的汽化熱為 536 卡，其他的都較小。

104. 物體失熱時，其狀態有何變化？

有凝固與液化兩種。

105. 何謂凝固？

(江蘇水產)(湘四,皖)

液體失熱而冷卻，溫度降至一定度數時，即變成固體，此現象稱為凝固。各物質開始凝固時，其溫度不再下降，直至全部凝固而止。此溫度稱為凝點。大多數的物質，其凝點與熔點完全一致。液體內溶有別物，凝點常降低。

106. 何謂凝固熱？

(江蘇水產)(皖)

熔解時吸收的潛熱，到凝固時完全放出，稱為凝固熱，與熔解熱相等。雪前覺得溫暖，即因此故。

107. 何謂液化？

(湘四)

氣體失熱而冷卻，變成液體的現象，謂之液化，又叫做凝結。一切氣體，其溫度在臨界溫度以下，加以充分的壓力，亦可使之液化。若其溫度在臨界溫度以上，則雖加以極大的壓力，亦不能使之液化。

108. 何謂臨界溫度？

氣體的溫度，必須降至一定限度以下，始有液化的可能。此溫度名為臨界溫度。水蒸汽之臨界溫度為攝氏 365°，空氣之臨界溫度為攝氏 -140°。

109. 何謂臨界壓力？

臨界壓力是氣體在臨界溫度時，可使液化的最小壓力。水蒸汽的臨界壓力，是 195 氣壓，空氣的臨界壓力是 39 氣壓。

110. 凝結熱是什麼？

氣體化為液體時所放出的熱，叫做凝結熱，與汽化熱相等。

111. 物體的三態變化，與體積有何關係？

(一) 熔解。大多數的物質，體積因熔解而膨脹。但是冰與鑄鉛字的合金，都與此相反。

(二) 汽化。體積常增加。

(三) 凝固。大多數的物質，凝固時體積收縮。但是冰與鑄鉛字的合金，都與此相反。

(四) 液化。體積常縮小。

112. 物體的三態變化，與壓力有何關係？ (浙²¹)

(同濟附中，江蘇女醫，大同附中，上中鄉師)

(一) 熔解。熔解時膨脹的物質，所受壓力增加時，熔點亦高。熔解時縮小的物質，所受壓力增加時，熔點反降低。

(二) 汽化。液體的沸點，隨其表面所受壓力而異，壓力增，沸點昇，壓力減，沸點亦降。液體的蒸發，若其表面所受蒸汽壓力，達於一定限度時，即行停止。此時之蒸汽，稱為飽和蒸汽，其壓力稱為最大蒸汽張力。最大蒸汽張力，隨溫度之高低而有增減。

(三) 凝固。與熔解同。

(四) 液化。氣體所受壓力，大於同溫度之飽和蒸汽張力，即起液化作用，但必須在臨界溫度以下。

113. 低溫度如何獲得？

(一) 利用固體熔解時要熱的性質。例如以冰與食鹽，按

2:1 之比混合後，即可得 -21° 的低溫度。此類混合物，稱為寒劑。

- (二) 利用液態氣體蒸發時吸熱的性質。例如人造冰的製成，即使氯氣先化為液體，再使其蒸發，奪去冷水的熱而使之結冰。

114. 何謂露點？

大氣裏面的水蒸汽，因大氣溫度降低，而恰達飽和狀態時的溫度，叫做露點。

115. 雲，雨，霧，露，霜，雪，冰雹的成因為何？

(同濟附中) (北平, 浙^{21, 22})

- (一) 雲。上層空氣冷至露點以下，水汽一部分凝為細滴。
(二) 雨。雲中含有多量細滴，受重力作用而下降。
(三) 霧。地面空氣冷至露點以下，水汽一部分凝於空中塵埃之上。
(四) 露。地面與草木等冷至露點以下，水汽一部分與之相遇，而凝結於其上。
(五) 霜。凝露時之露點，若在攝氏 0° 以下，水汽即結為霜。
(六) 雪。空中水汽凝結時，露點在攝氏 0° 以下，即成為雪。雪為晶體。形狀很美麗。
(七) 冰雹。夏季天氣急變，高空水汽凝為冰塊，因重力而下降，即為冰雹。

116. 何謂濕度？ (鎮江中學) (浙²¹)

表示空氣乾濕程度者，稱為濕度，有絕對與相對之分。

絕對濕度 = 每立方厘米中所含水蒸汽克數。

$$\text{相對濕度} = \frac{\text{現在所有水汽壓力}}{\text{相當於現在溫度的最大水汽壓力}} \times 100。$$

通常所用者為相對濕度，足以表示空氣所含的水汽，離飽和程度之遠近。

117. 濕度對於人生，有何影響？ (復旦附中)(浙21)

濕度大，即空氣中的水汽，近於飽和狀態，亦即露點與當時溫度甚近，故易下雨。又因水汽將達飽和狀態，則人體之汗不易蒸發，故覺悶熱難忍。最適宜於人體的濕度，是 50 到 60。

118. 測定濕度，有何方法？

可用露點濕度計與乾濕球濕度計。其用法如下：

(一)露點濕度計。盛醚(ether)的球內，插一溫度計，使醚迅速蒸發，至球外壁有露珠時，溫度計即表示露點的度數。相當於此溫度的最大汽壓，即為現在所有水蒸氣壓力。於是依據定義，檢查最大汽壓表，即可求得相對濕度。

(二)乾濕球濕度計。兩溫度計並列於一處，其一之上包以濕布。布上水分蒸發，溫度計之度數降低。求兩溫度計上度數之差，檢表即可求得相對濕度。

119. 熱之發生，有幾種來源？

除太陽是天然的大熱源之外，尚有下列數種人工的來源：

- (一)機械的作功(摩擦，打擊，衝突，壓縮。)
- (二)電流的作用(電燈，電爐。)
- (三)化學的變化(燃燒，化合，分解。)

120. 何謂作功？

(大同附中)

反抗一力，而使一物體沿該力反對方向移動若干距離，稱為作功於此物體之上。例如舉物上昇，即為反抗重力，使物移動，故可稱為作功。

121. 功之單位為何？ (南京中學)

計算功的多寡，視所反抗之力的大小，與所移距離的長短而定，物理學上規定

$$\text{功} = \text{力} \times \text{距離} \quad \text{或} \quad W = F \times S$$

其單位有下列數種：

(一) 重力單位制。1 克米 = 反抗 1 克重之力，依該力反對方向行 1 米所作之功；或反抗 100 克重之力，行一厘米所作之功。

(二) 英美度。1 呎磅 = 反抗 1 磅重之力，行 1 呎所作之功。

(三) 絕對制。1 爾格 = 反抗 1 達因的力，進行 1 厘米所作之功。

通常因爾格太小，不切實用，故以一焦耳為單位，一焦耳 = 10,000,000 爾格。

122. 機械作功，可以生熱，其間有何關係？

一定量的功，若盡變為熱量，則可按熱之功當量而計算之。

123. 何謂熱之功當量？ (務本女中)

熱之功當量為可生一卡熱量之功，近代的實驗，測定此值為 427 克米，或 4.19 焦耳。

124. 克米與焦耳，如何換算？

因 1 克重之力 = 980 達因，∴ 1 克米 = .0098 焦耳。

125. 熱亦可以變做功否？

(南京中學)

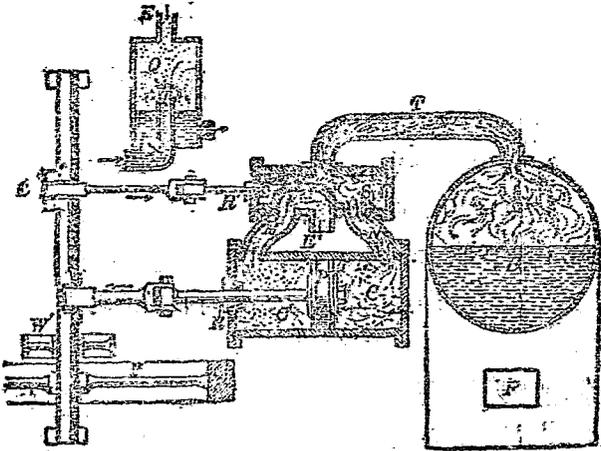
藉熱的膨脹效應，可以把熱量變為功，以轉動任何機器；此種機器，稱為熱機。

126. 熱機有幾種？

(清華附中)(南京中學)

熱機是把「熱能」化為「機械能」的器具，可大別為二類：

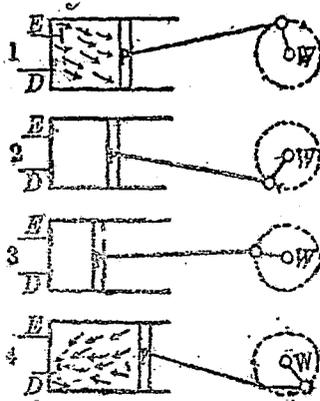
- (一) 蒸汽機。為英人瓦特利用蒸汽受熱膨脹的作用，而製成的一種發動機，其構造略如第四圖所示。蒸汽由導管 S, N 入圓筒後，推活塞往左，同時偏心桿 B' 往右，活門 V 即將 N 口封住，放蒸汽入 M 口，再推活塞往右。如是往復不已，並藉飛輪的慣性作用，W 輪即連續旋轉不停。



第 四 圖

- (二) 內燃機。為利用氣體爆發性質而製成的發動機，所用爆發劑為空氣與煤氣的混合物，石油輕油的蒸汽等

等。其構造略如第五圖，可分四節說明其運轉情狀：(1) 飛輪W轉動，曳出活塞P，爆發劑由E口入筒；(2) W續轉，推活塞入筒，封E口，壓縮筒內之氣；(3) 在筒內點火，使氣體爆發，將活塞推出；(4) 飛



第五圖

輪繼續轉動，推活塞入筒，把筒內殘氣壓出D口。此四節動作，只有第三節對飛輪作功，其餘各節，皆飛輪藉慣性而對活塞作功。

127. 熱機的用途如何？

蒸汽機大概用於輪船火車，亦有用以轉動發電機者；內燃機多用於汽車，飛機，以及建築上之起重機，壓路機等，且用以轉動發電機。

128. 通常說某機器有若干馬力，何解？

馬力為工程上所用之功率單位，其略號為H.P.，係指每秒可作550呎磅，或76.1仟克米之功而言。

129. 何謂功率？

(中山大學附中)

單位時間所作的功，稱為功率。如於t時間內，作功W，則功率 $P = W/t$ 。功率的實用單位為瓦，1瓦=每秒1焦耳，故1馬力=746瓦。(因76.1仟克米=76100克米，而

$0.008 \text{ 焦耳} \times 7 \cdot 100 = 746 \text{ 焦耳。}$)

130. 一克重之力，何以等於 980 達因？（大同附中，

南京中學，務本女中）

依照牛頓運動定律，加力於物體，該物體即沿力的作用方向得一加速度，加速度的大小，與力為正比，與物體質量為反比。用代數式表示，為 $a = k \frac{F}{m}$ ， a 為加速度（每秒每秒厘米）， m 為質量（克）， k 為常數， F 為力。因使質量 1 克的物體，得加速度每秒每秒厘米之力，為 1 達因，故 F 為表達因之數，則 $F = ma$ （即 $k = 1$ ），此乃牛頓運動定律之公式。重力加速度為 980 每秒每秒厘米，故一克的質量所受的重力，等於 980 達因。

131. 何謂牛頓運動三律？（大同附中，務本女中）

（一）慣性定律（二）運動定律（三）反作用定律。（各定律之內容，已見 28, 130, 41 各問，茲不復贅。）

132. 何謂速，何謂速度，何謂加速度？（漢口）

物體運動時，其每秒移動的距離，叫做速，若再指明其方向，即稱為速度，其單位在 C. G. S. 制中，為每秒厘米，例如向東 15 每秒厘米。初等物理學中所論之運動，有下述兩種：

（一）等速度運動。物體運動，其速度始終不變者，為等速度運動，有公式如下：

$$\text{距離} = \text{速度} \times \text{時間} \quad \text{或} \quad s = vt$$

等速運動之物體，絕少，惟正在直軌道上駛行之火車，殆可看作等速運動之物體。

(二)等加速度運動。物體運動，其速度時有變更，且每秒所增者，始終相等，爲等加速度運動，而此所增者卽爲加速度。有三公式如下：

$$a = \frac{v}{t} \quad (1), \quad s = \frac{1}{2}at^2 \quad (2), \quad v^2 = 2as \quad (3)。$$

式中 a 爲加速度，其單位爲每秒每秒厘米，卽每秒增加 a 每秒厘米之速度是也； $v = t$ 時間後物體之速度，卽假定物體在此瞬時間，作等速運動所可保持的速度是也； s 則爲物體所經的距離。

133. 何謂重力加速度？（江蘇永蘆，申新職員，清華附中）（浙21, 23）

自由落下體（卽不加任何力於其上，而聽其受重力之牽引以落下之物體是也）之運動，爲規範等加速度運動，其加速度稱爲重力加速度，因其原因出於重力之故，通常以 g 表之。自由落下之公式爲

$$v = gt \quad (1), \quad h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (2), \quad v^2 = 2gh \quad (3)。$$

g 之數值，爲 980 每秒每秒厘米，或 32 每秒每秒呎。

134. 重力加速度是否各地相同？（南京中學，同濟附中）（浙21）

依萬有引力定律（見 11 問），物體所受重力，與物體離地心的遠近平方爲反比例（重力看做地心與物體間的吸引力，而地心看做地球的重心），又按牛頓運動定律，重力加速度當與重力成比例，故重力加速度各地不同。在赤道 g 值最小，約爲 978.1 每秒每秒厘米；在兩極最大，約爲 983.3 每秒每秒厘米；上海之 g ，爲 979.4 每秒每秒厘

米。在同一場所， g 之數值相同，故兩物一輕一重，若在真空中落下，時間完全相等。在空氣中，鐵塊較鵝毛先到地者，祇因鵝毛受空氣的抵抗故耳。

135. 歷史上有何關於重力加速度之紀念？

意大利天文學家伽利略，於距今四百年前，曾在比薩斜塔之頂，令輕重不同的鐵球，自由落下，同時到地，證明了物體落下的時間，與其重量無關，打破了時人所持物體落下時間，與重量成正比例的謬見。科學研究，基於實驗，即自伽利略始。

136. 向上直拋之物體，其運動情狀如何？ (浙21)

若無地心吸力牽引，則向上直拋之球，依牛頓慣性定律（假定無空氣之阻力），將永依一直線上昇，不再落下，其在 t 秒後上昇之距離當為 $s = vt$ ， v 為拋球時給予球之速度（以力拋球，球初得者為一加速度，但球既轉瞬離手，不復受力之作用，故此加速度即變為速度。）但地心吸力於反對方向拉球下降，故其加於球之加速度為 $-g$ ，即於 t 秒之後（不計空氣阻力），球當落下 $\frac{1}{2}gt^2$ ，故得三公式如下：

$$V = v - gt \quad (1), \quad s = vt - \frac{1}{2}gt^2 \quad (2), \quad v^2 = 2gh \quad (3).$$

式中 v 為拋上體之初速度， g 為重力加速度， t 為時間， s 為物體於 t 秒後離地之高度， V 為 t 秒後向上之速度， h 為最高上昇距離。

137. 何謂能？ (大同附中)(湘五,浙21)

凡可以作功的物體，稱為具有若干能，能之值，即用該物

體所可作功之量表示，故其單位亦為爾格。能有下列幾種區別：

(一)機械能：(a)動能。正在運動之物體所具的能，叫做動能，例如吹着的風，流着的水，飛行的鎗彈，落下的錘頭，就都具有動能，因為風可以推動船舶，水可以運轉水車，彈穿牆壁，錘敲木樁，這都是它們所作的功。在絕對制中，動能之值 = $\frac{1}{2}mv^2$ ，

式中 m 為運動物體的質量， v 為作功時的速度。

(b)勢能。一物體對於他物體，有更相接近或更相遠離的可能，徒因受外力所制而成平衡，則此物體即有勢能。例如高處的重物，張緊的橡皮，壓緊的彈簧，都具有勢能。高處重物的勢能，其值為 mgh (絕對單位)， m 表質量， g 為重力加速度， h 為高度。

(二)熱能：蒸汽或溫和氣體等，在高溫所具有的能，叫做熱能。

(三)電能：電流所具之能，叫做電能。

(四)光能：光係以太的波動，每為能變遷之一種現象。

(五)音能：音之發生，亦為能之變遷。

(六)化學能：兩物之化合或分解，每由能所促成。

138. 何謂能量不減律？ (南京中學)

各種形式之能，可以互相變換，或由此物體移至他物體，

但變遷前後各能量之總和，完全相等。易言之，無論如何變遷，能既不可創生，也不會消滅，其總量一定不變。這條定律叫做能量不滅律。例如彎弓放箭，當箭在弦上時，弦具有一種勢能，迨將箭放出，則弦之勢能，已變為動能而傳遞於箭，箭在空氣中經過，與空氣摩擦，其一部分動能變為熱能，若箭簇射在石上，就要爆出火星來，這便是一部分的動能，變成熱能與光能了。但是變來變去，並沒有多出等來。

139. 何謂摩擦？

(浙21)

一物體與他物體接觸，而使其沿此接觸面運動時，常受到一種抵抗力，阻礙運動；這種抵抗力就叫摩擦力，簡稱摩擦。加於此物體的力，須超過一定限度，方能使此物體運動。此限度稱為兩物體相接觸的量大摩擦。兩物體間的最大摩擦，視兩物性質不同而各別，且其與接觸面全壓力之比，為一常數，稱為摩擦係數。惟與接觸面之大小絕無關係。

140. 何謂滑動摩擦？何謂滾動摩擦？

一物體沿他物體的表面滑動時，所起的摩擦叫滑動摩擦。

一物體沿他物體的表面滾動時，所起的摩擦叫滾動摩擦。

一物體的滾動摩擦，卻遠比滑動摩擦為小。

141. 摩擦有何利弊？

摩擦的利弊，分述如下：

(一)利：汽車能於地上疾行，火車能於軌道上行駛，全賴車輪與地面及軌道之間，有摩擦作用，否則將祇見車輪轉動，而不見車身前行了。又如建築房屋，亦賴摩

擦作用，否則將受動搖，即將傾倒。人在地面上行走，亦賴摩擦而不易滑跌。

(二)弊：各種機械運轉時，都因有摩擦的阻礙，而虛耗其功之一部分，且因摩擦必生熱，故機件亦易損壞。是以機械各部分間的摩擦，必須力求其減低。

142. 減低摩擦有何方法？

減低摩擦，有三種方法如下：

(一)使接觸面光滑。

(二)加滑劑，如以油類塗各各部分接觸面之間。

(三)改滑動為滾動，如以球軸承裝在軸上。

143. 何謂球軸承？

輪子的軸棒與軸承之間，周圍裝滿小鋼珠，使輪子轉動時，軸棒祇受到滾動摩擦，因而運動甚為靈活。這種裝置，稱為球軸承。

144. 打擊與衝突，其作用如何？

運動物體打擊靜止物體，或兩運動物體互相衝突時，因於短時間內發生急劇的速度變化，故有大力發生。此力視物體之動量，及速度急劇變化(或運動完全停止)的時間而定；動量愈大，時間愈短，則力愈大。例如以鎚猛敲胡桃，則鎚雖不重，而胡桃立碎，因鎚之動量甚大，且鎚一着胡桃而即停止，時間極短之故也。若以極重之物，緩緩移於胡桃之上，則胡桃不致破碎，因其所受壓力，不過該物之重量而已。

145. 何謂動量？

運動物體之速度，及其質量之乘積，稱為動量。動量甚大

之運動物體，欲使其在短時間內停止，或使靜止物體在短時間內得很大的速度，都非用極大之力不可。此事可由牛頓運動定律推知之。依牛頓運動定律， $F = ma$ ，但依速度定義， $a = \frac{v}{t}$ ，代入上式，得

$$F = \frac{mv}{t} \quad \text{或} \quad Ft = mv$$

由此式可知動量 mv 如甚大，而 t 甚小，則 F 必極大。 Ft 稱為力時積，亦稱為衝量。上式可以述之如下：使具有一定動量之動體靜止，或使靜止之物體得一定之動量，其作用之力時積（或衝量）與動量常相等。鎗彈所以能洞穿牆壁，即因其動量極大（鎗彈之質量雖小，但速度甚大，故 mv 極大，）而在短時間內停止運動之故。人自高處躍下，先以足趾落地，並順勢下蹲，再用腳跟立起，則因力的作用時間較長，故不受激烈的震動。

146. 何謂重心？

物體各部分受平行重力的作用，這些平行合力的着力點，就是該物體的重心。支住物體上的一點，若與重心同在鉛直線上，則物體即平衡。

147. 何謂着力點？

着力點為力作用於物體之點，乃力之三要素之一。

148. 何謂力之三要素？

着力點，力之大小，力之方向，為力之三要素。有此三要素，始可決定一力。

149. 力何以可用線段表示？

因線段之作圖，亦具有三條件：(一)起點，(二)方向，(三)長短，適與力之三要素相符。

150. 何謂平行力？

兩力之方向相平行者，爲平行力。即表示此二力之線段爲平行線。例如以天平權物時，兩盤內之砝碼與物體，加於天平之臂者，即爲平行力。又如兩人以棒擡一重物，則兩人肩所受之壓力，亦爲平行力。

151. 一物體受兩力作用，如何始成平衡？

方向相反(在一直線上)，大小相等。

152. 何謂合力？

一力之作用，與二力(或數力)之作用相等，則前者稱爲後者之合力，而後者稱爲前者之分力。由分力求合力，稱爲力之合成；由合力以求分力，稱爲力之分解。

153. 求作用於同一點不平行二力之合力，有何方法？

(大同附中)(浙22)

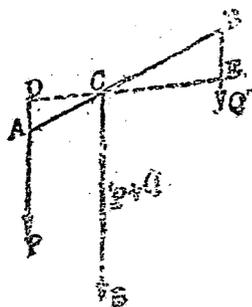
求此二力之合力，可用平行四邊形定律，即以兩力的代表線作兩邊，畫一平行四邊形，其對角線即表合力的大小與方向(學者試自作圖)。欲求三力的合力，則可先求二力之合力，再求此合力與第三力之合力。三力以上類推。

154. 以一力分爲不平行之二力，有何方法？(湘三，四，浙21，蘇農，中山大學附中，敬業中學，松江女中)

以一力分爲不平行之二力，可以該力爲對角線，作成平行四邊形，則二邊即代表分力。通常所作者大都爲矩形，其中一力之方向，爲使受力物體行動之方向。(或垂直壓於該物體之方向。)

155. 求同方向平行二力之合力,有何方法?

如第六圖, P, Q 為同向二平行力, A, B 為其着力點, R 為合力, C 為其着力點, 則



第六圖

$$(一) R = P + Q,$$

$$(二) R \parallel P \parallel Q,$$

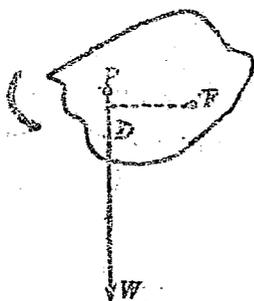
$$(三) C \text{ 在 } AB \text{ 線上, 且 } P \cdot \overline{CA} = Q \cdot \overline{CB}.$$

第三項亦可改述如下: P 對於 C 之力矩, 等於 Q 對於 C 之力矩。求三力之合力, 先求二力之合力, 再求此合力與第三力之合力。三力以上類

推。

156. 何謂力矩?

(曉)



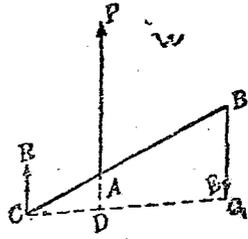
第七圖

一剛體支於一點 F , 如第七圖所示。有 W 力加於此剛體之 P 點, 則此剛體將繞 F 而轉動。由 F 至力之作用線 WP 的垂直距離 FD , 稱為力臂。力臂與力之乘積, 稱為 W 對於 F 之力矩。力矩之作用, 在使剛體繞一點 (或通過此點之軸) 而旋轉。凡使物體依反

鐘向旋轉之力矩為正, 使物體依順鐘向而旋轉之力矩為負。

157. 求反對方向之二平行力之合力,有何方法?

如第八圖,若 $P \parallel Q$, A, B 爲其着力點, R 爲合力, C 爲其着力點, 則(一) $R = P - Q$, (二) $R \parallel P \parallel Q$, (三) C 在 AB 之延長線上, 且 $P \cdot \overline{CA} = Q \cdot \overline{CB}$ 。第三項亦可收述爲: P 對於 C 之力矩, 等於 Q 對於 C 之力矩。



第八圖

158. 何謂偶力?

(曉)

大小相等, 方向相反之二平行力, 稱爲偶力。偶力加於一物體, 即使之轉動。例如開螺旋蓋, 捲鐘錶的發條, 都是偶力的作用。受偶力之物體, 欲使其停止轉動, 必須將另外一對偶力, 大小與前等, 方向與前相反者, 加於該物體上, 方可使其平衡。

159. 在一直線上之二力, 其合力爲何?

合力亦在同一直線上; 若二力方向相同, 則合力等於其和; 若二力方向相反, 則合力等於其差。拔河遊戲, 卽爲此種合力之表現。

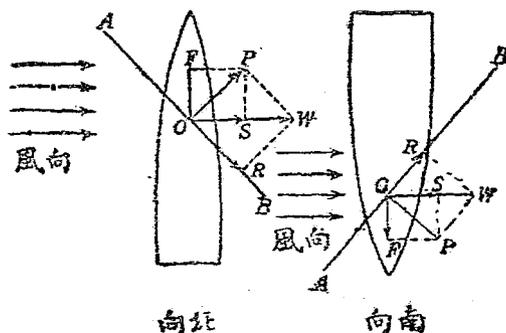
160. 三力作用於一物體, 平衡之條件爲何?

- (一) 作用於同一點之三力, 若其中一力與其餘二力之合力, 大小相等, 方向相反, 卽成平衡。
- (二) 三平行力作用於一物體, 若其中一力, 與其餘二力之合力, 大小相等, 方向相反, 且在一直線上, 卽成平

衡。易言之，各力之代數和爲零，且其中任何二力對於第三力着力點之力矩代數和亦爲零。

161. 試說明橫風送帆船前行之理。

如第九圖，二船行於河中，一向北，一向南。風向東吹，吹於帆上之風力爲 OW ，此力分爲 OR 與 OP 二力， $OP \perp AB$ ，爲對於帆之有效壓力； $OR \parallel OB$ ，沿帆而過，不發生作用。 OP 又分爲 OS 與 OF 二力， OF 即係推船前進之力，而 OS 則爲推船向東傾側之力。若於船旁靠東之一側，插一大板於水，則藉水的抵抗力，即可使船不傾斜。



第 九 圖

162. 船行水中，飛機航空，有何異同？試述其故。

(大同附中)(浙²)

除帆船藉風力前進外，其餘之船與飛機，皆藉反作用而行動，茲述其異同之點如下：

異點：飛機藉空氣之抵抗（即反作用）而上昇；船藉浮力而飄浮。

同點：飛機之前進，藉推進器所受空氣之反作用，飛機之

左右上下，藉鉛直舵與平舵所受空氣之反作用；船之前進，藉推進器(或櫓與槳)所受水之反作用，船之左右，亦藉舵所受水之反作用。

163. 試述飛機所以上昇之理。

飛機前進時，其眉形翼以高速度在空氣中衝過，即因反作用而得一垂直於翼面的分力，此力又分為甲乙二力，其中甲力與推進器之力相抵，乙力與飛機之重量相抵。當此乙力等於飛機重量時，飛機適可浮在空中，不致落下。若增加推進器之速度，則垂直於翼面的分力更大，乙力即大於飛機重量，於是機體上昇。又因氣流在翼背掠過，靠近翼背之處為低壓部分，故此種作用亦有助於機身的上騰。

164. 試述推進器之理。

輪船及飛機上所用之推進器，為金屬板二枚或三枚，彎成螺旋狀。轉動之時，此板將水或空氣掃向後方，故藉反作用可以推船或飛機前進。

165. 試述舵之作用。

船前進時，舵受水之反抗力，此力分為二力，其中一力沿舵面作用，對於船之行動無影響。其餘一方垂直於舵面，即推船在水中轉動，而使船首向左。飛機上之舵，其作用與此相同，惟所受者為空氣之反抗力而已(學者試自作圖)。

166. 船首須成尖角，何故？

水與空氣之抵抗力，與垂直於運動方向之截面積成正比例，故船首成尖角者，即在減少此抵抗力。其理可用斜面原理說明之。

167. 船在水中，如何可以平衡？如何可以穩定？

假設船在平正地位，船之重心 G ，與所排水之重心（稱為浮力中心） B ，在一直線上時，船身成平衡狀態。船傾側時，有兩種情形如下（學者試自作圖）：

- (一) 例如，船向右傾，浮力中心由 B 移至 B' ，經過 B' 之鉛直線，與 BG 直線之交點 M ，在 G 點之上，因所排水之多寡形狀已變，重力與浮力二偶力使船復於舊位，故船仍穩定。
- (二) 例如，船向右傾，浮力中心由 B 移至 B' ，經過 B' 之鉛直線，與 BG 之交點 M ，在 G 點之下，重力與浮力二偶力，使船傾覆，即船不穩定。

168. 試述穩定與不穩定之條件。 （南通附中，

松江女中，大同附中）（湘二，浙²¹）

由物體之重心，所引鉛直線如在物體之基底以內，則物體不倒，在基底以外，則物體即倒。欲將靜止之物體推倒，有難有易，難易之度稱為穩度。靜止之物體，因其穩度不同，而有下列三種狀態：

- (一) 穩定平衡。物體之重心很低，將其推動時，重心升高，過重心之鉛直線仍在基底內，故能復其原位。如桌椅，不倒翁，都屬於此類。成穩定平衡之物體，其穩度很大。
- (二) 不穩定平衡。物體之重心很高，稍一傾側，重心下降，因而愈傾，終至顛覆。如倒立之瓶，即屬此類，其穩度極小。
- (三) 隨遇平衡。物體之重心，不隨物體之移動而升降，隨

處都可靜止。如皮球，橫放之圓筒，即屬此類。

69. 天平與稱，何以可測物體之質量？

因天平與稱，同為第一種槓桿，故利用槓桿原理，即可測定物體之質量，並比較物體之重量。

170. 何謂槓桿？何謂槓桿原理？（蘇農，啟業，民立）

（閩，湘，浙）

槓桿為簡單機械的一種，利用三平行力平衡之原理製成，乃一剛體之棒，支於一點，另有二平行力作用於其上，當其在平衡狀態之時，此二力對於支點之力矩相等，而支點所受之力，即為二平行力之合力。此即槓桿原理。又因在平衡時，二平行力皆與棒成垂直，故着力點至支點的距離，即為力臂。槓桿以其支點位置之不同，共有三類如下：

這三類的原理完全相同都是 $W \times \overline{BC} = F \times \overline{AC}$ 。但槓桿的用處，在於用小力與抵抗力平衡，故通常稱抵抗力 W 為重， B 為重點；所用之力 F 為力， A 為力點。於是得三類的區別如下（學者試自作圖）：

第一類：支點在中央，重點與力點分居兩端，支點支棒之力，等於 $F + W$ ，方向與 F, W 相反。如天平，剪刀，稱，即屬此類。

第二類：支點在一端，重點在支點與力點之間，支點支棒之力，等於 $F - W$ ，方向與 F 相同。如鋤刀，果鉗，船上的槳，都屬此類。

第三類：支點在一端，力點在支點與重點之間，支點支棒之力，等於 $F - W$ ，方向與 W 相同。如鑷子，糖

缺，舉重物的手臂，都屬此類。

171. 試比較三類槓桿的機械利益。

重與力之比，稱為機械利益，機械利益大於1，可以省力，等於1，不能省力，祇能變用力之方向；小於1，費力而省時。茲將三類槓桿，比較如下：

第一類： $W/F = \overline{AC}/\overline{BC}$ ，因AC可大於BC，可等於BC，可小於BC，故機械利益可大於1，可等於1，可小於1，須視支點離重點與力點的遠近而定。

第二類： $W/F = AC/BC > 1$ （因AC常大於BC）。此類槓桿的機械利益常大於1，故常省力。

第三類： $W/F = AC/BC < 1$ （因AC常小於BC）。此類槓桿的機械利益，常小於1，故常費力。

172. 槓桿本身的重量，對於力及重有關係否？

理論上的槓桿，本為無重量的剛體，但實際上應用槓桿原理而製成的器械，當然有重量。惟槓桿本身的重量，對於力及重有無關係，尚須視重（即抵抗力）的性質而定。如抵抗力係重力，則桿之重量，亦須加入計算，其着力點在桿之重心。例如兩人抬物，棒之重量不可略去。又如天平與桿秤，其本身的重量，必須另以他力與之平衡。如抵抗力非重力，則桿之重量即可不加入計算。例如用剪刀剪鉛皮，或以槳划船，槓桿之重量，與重及力都無關係。

173. 如何可以決定天平之是否準確？

天平為等臂槓桿，屬於第一類。當其左右兩盤中無物時，兩盤及天平本身，平衡於支點。兩盤中加入同質量之砝碼與物體，則因兩臂相等，故所加左右兩力矩相等，而兩臂

仍平衡。但天平之臂，或有長短，若有長短，則天平之臂成水平時，兩盤內的質量即不相等。欲驗天平兩臂是否長短，可將砝碼與所權之物體易位；易位以後，兩臂仍平，則天平準確無誤，易位以後，兩臂若傾斜，則其長短必不相等。

174. 用不準之天平，如何可以求真確之質量？

若天平之左臂長 l ，右臂長 m ，物體之真質量為 W ，在左盤內測得其質量為 W_1 ，在右盤內為 W_2 ，則依槓桿原理，有

$$W_1 l = W m \quad (1), \quad W_2 m = W l \quad (2).$$

$$(1) \times (2) \quad W_1 W_2 l m = W^2 l m \therefore W = \sqrt{W_1 W_2}.$$

175. 桿秤的標度，與秤錘是否有誤，如何可以檢出？

桿秤為第一類槓桿，重點與支點距離不變，所稱得的重量，視力點（秤錘懸掛之點）與支點（即秤紐）的距離而定。因秤桿，秤鉤（或盤）都有重量，故秤錘懸於刻度之起點 O 時，秤桿當成水平。此時作用於秤上者，有三力：秤鉤之重量，其着力點為 A ；桿之重量，其着力點為 G （桿之重心）；錘之重量，其着力點為 O 。此三力對於支點 O 之力矩，其代數和為零。故欲決定刻度有無錯誤，祇須將秤錘移於刻度起點，鉤上不放他物，看秤桿是否成水平，若不成水平，則刻度即不準確。

今再考察鉤上有重物 W 之時，情形如何。秤鉤上一有重物 W ，學者試自作圖，所增加之左旋力矩為 $W \times AO$ ；此時如以秤錘移至 B 點而桿身成水平，則又增加右旋力矩

$F \times (\overline{BC} - \overline{OC})$ 。此兩力矩相等，故
 $W \times \overline{AC} = F \times \overline{OB}$ ，命 $\overline{AC} = a$ ， $\overline{OB} = b$ ，則得

$$W \times a = F \times b, \quad \text{即 } W = \frac{F}{a} \cdot b.$$

因 F 爲定重， a 爲定長，故 W 正比例於 b 。是以 b 上刻相等之度數，即可表示增加相等之重量。再就圖而論，則所增加之左旋力矩爲 $W \times \overline{AC}$ ，所減去之左旋力矩爲 $F \times \overline{OC}$ ，所增加之右旋力矩爲 $F \times \overline{BC}$ ；因桿成平衡，故：

$$W \times \overline{AC} - F \times \overline{OC} = F \times \overline{BC}, \quad \text{即}$$

$$W \times \overline{AC} = F \times \overline{OC} + F \times \overline{BC}, \quad \text{即}$$

$$W \times \overline{AC} = F \times (\overline{OC} + \overline{BC}) = F \times \overline{OB}. \quad \text{於是亦得}$$

$$W \times a = F \times b \quad \text{或} \quad W = \frac{F}{a} \cdot b$$

二式如上。由此式，即可測知秤錘本身，依據本秤有多少重。祇須在桿上量 $\overline{OX} = \overline{AC} = a$ ，看 X 處的刻度，即知 F 有多少重。因如以 $W = F$ 之物，放在鉤上，以秤錘放在 X 處而成水平，則 $F \times a = F \times b$ ，故 $a = b$ 也。今假定刻度準確，則此秤之準確與否，須視錘之重量而定。將錘放於天平內稱之，若經得之重量，與由上法測知者不符合，則桿秤所稱得者，即係不準確之重量。

176. 簡單機械，除槓桿外，尙有他種否？（大同附中，南通附中）

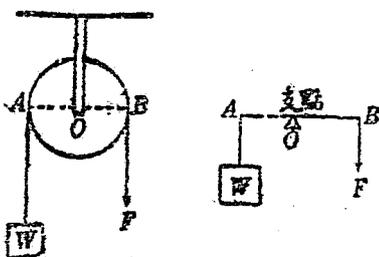
簡單機械，共有七種：（一）槓桿；（二）滑車；（三）輪軸；（四）斜面；（五）螺旋；（六）劈；（七）齒輪。

177. 何謂滑車？有幾種？其機械利益爲何？（敬業，南京中學）（湘五，浙21）

可以自由轉動的小輪，周圍有槽，其上套有繩索，可用以曳物上昇，此種裝置，稱為滑車，其作用與槓桿相同。滑車共有三種如下：

(一)定滑車。如

第十圖甲，小輪中心O固定不動，F力與W而昇。依槓桿原理。



第十圖(甲)

$$W \times OA = F \times OB,$$

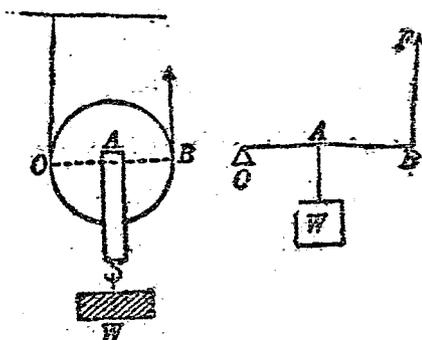
$$\therefore OA = OB, \therefore W = F.$$

$\frac{W}{F} = 1$ 。機械利益 = 1，故用定滑車不省力，但可

改變用力之方向，亦有便利之處。

(二)動滑車。如

第十圖乙，小輪中心A可以隨繩之曳動而上昇。



第十圖(乙)

$$W \times OA = F \times OB$$

但 $OB = 2OA$ ， $\therefore W = 2F$ ，即 $\frac{W}{F} = 2$ 。機械利

益=2, 祇須用一半的力, 即可與W相等。但曳繩二尺, W祇上昇一尺, 故力省而距離費。

(三) 複滑車。若干定滑車與動滑車組合於一處, 即成複滑車。動滑車之個數為n, 則

$$\frac{W}{F} = 2 \times n$$

在此處n=3, 故 $\frac{W}{F} = 6$ 。

複滑車之機械利益雖更大, 但所損失的距離亦更多, 因繩曳六尺, W始昇1尺也。

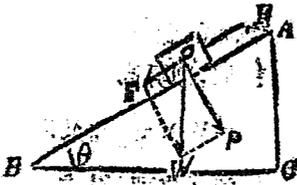
178. 何謂輪軸? 其機械利益如何? (敬業中學, 中新職員)(贛23)

半徑為R之大輪與半徑為r之小圓柱或軸棒連為一體, 可同繞中心O點而轉。如此裝置, 名為輪軸(學者試自作圖)。軸上捲繩, 輪上亦捲繩, 以F力曳輪上之繩, 軸上之繩即可曳W而起。其原理與槓桿同, 即 $W \times OA = F \times OB$, 或 $W \times r = F \times R$ 。故機械利益 = $\frac{W}{F} = \frac{R}{r} > 1$ 。大

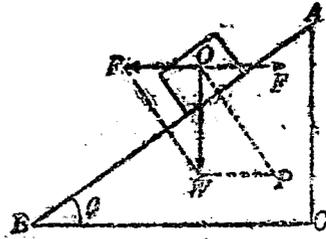
船上的起錨機, 以及旋轉磨石裝長柄, 都利用輪軸之理。

179. 何謂斜面? 其理如何? 機械利益如何? (湘三, 浙21)(蘇農, 中山大學附中, 敬業, 清華附中)

與地面傾斜成 θ 角之平面, 利用之以小力舉重物者, 謂之斜面。如第十一圖, W分為二力, 一力P壓於AB。一力F曳物使沿AB而下。故於反對方向用F力, 即可使重物不落下, 若用稍大於F之力, 即可將重物曳起。由幾何學相似三角形之理,



第 十 一 圖



第 十 二 圖

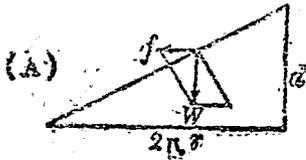
$$\text{機械利益} = \frac{W}{F} = \frac{AB}{AC} > 1 \quad (\text{因 } AB > AC)$$

用三角函數表示，則為 $F = W \sin \theta$ 。若用水平力（即平行 BC 之力）支持斜面上之物，則二分力當如第十二圖所示。從相似三角形原理，得機械利益 $= \frac{W}{F} = \frac{BC}{AC}$ ，故在

$BC > AC$ 時，始可省力。用三角函數表示，則得 $F = W \tan \theta$ ，故在 $\theta < 45^\circ$ 時，始可省力。

180. 何謂螺旋？其理如何？機械利益如何？（敬業中學，松江女中）

螺旋為輪軸與斜面組合之省力機械，以直角三角形之紙，使其底邊垂直於一圓柱，捲於柱上，則斜邊蜿蜒而上，即成一螺旋紋，實際上之螺旋，為一圓柱，其上有凸紋，斜繞而上，正與直角三角形捲在圓柱上相同，其相鄰二紋間的距離相等，稱為旋距。此種螺旋，為雄螺旋。以雄螺旋鑽入木內，則木內所起之溝紋，即為雌螺旋。雄螺旋與雌螺旋相配，再加一長臂，即可舉重。今命旋距為 d ，螺旋柱半徑為 R ，臂長（從圓心算起）為 R ，在臂端所用之力為 F ，舉重為 W ，在螺紋上抵抗之力為 f ，則從右圖（A），知 f 為



W 壓於斜面上之分力，此斜面即螺紋也。螺紋繞柱一周，即昇高一旋距 d ，故 $f = W \times \frac{d}{2\pi r}$ 。又從 (B) 圖



依輪軸之理，得式

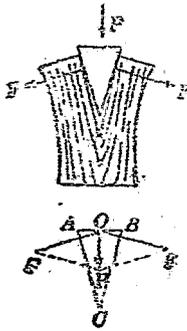
$$fr = FR \quad \text{以上值代入，}$$

得 $W \times \frac{d}{2\pi r} \times r = FR$ ，即 $Wd = 2\pi rF$

故 $\frac{W}{F} = \frac{2\pi r}{d}$ ，或 $F = W \times \frac{d}{2\pi r}$ 。

是以旋距愈小，臂愈長，則愈省力，但愈費時間。

181. 何謂劈？



第十四圖

劈為兩個斜面合成，供劈開物體之用，例如刀，斧等等都是。在劈的背上用 P 力下壓。即分成 F 與 F' 二力，向兩旁壓出，與 AC 及 BC 成直角。從幾何學中「兩三角形之邊互相垂直，則相似」的定理，得

$$F : P = AC : AB, \quad C \text{ 角愈小,}$$

$$\text{則 } AC : AB \text{ 愈大,}$$

故劈之頂角愈小，則機械利益愈大。

182. 何謂齒輪？

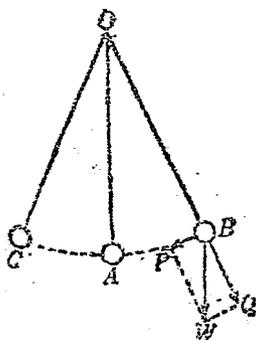
輪的周圍及軸的周圍，有突起之物，排列整齊者，稱為齒

輪。兩齒輪相連，彼此的齒，互相嵌合，則一輪轉而他輪亦轉。此種裝置，稱為聯動裝置。通常鐘錶的構造，即係許多齒輪，互相啣接而成。使齒輪轉動者為發條，先將發條捲緊，則藉彈性之作用，各輪均可旋轉不息。錶內之調節遲速者，為一小發條，稱為遊絲。鐘內調節遲速者，為一擺。

183. 何謂擺？

(澄衷中學)(浙21)

細絲吊一重錘，可以左右擺動者，謂之擺。如第十五圖，將錘由A移至B，放手任其落下，則必返回A點，且向右上昇，達於C點而止，又下降至A點，再向右上昇至B。如O處無摩擦，或有他力與摩擦相抵，則擺即左右振動不止。AB或AC之長稱為振幅，在BC弧上往復一次所需之時間，稱為週期。若振幅不大，則擺之週期



第十五圖

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

g 為重力加速度， l 為擺長。故知擺有等時性，且其週期與長度之平方根成正比例。

184. 何謂功原理？

(大同附中)

任何機械，不能創生些微之功，換言之，對於無摩擦之機械作若干功，則此機械對他物亦可作等量之功，且祇可作

等量之功。各種簡單機械之作用，均可以功原理解釋之。例如複滑車，若其動滑車之數為4，曳繩之力為F，曳起之繩為S，重量為W，重量升起之距離為d，則依功原理， $FS = Wd$ ，但

$$S = 8d, \text{ 故 } 8F = W, \text{ 即 } \frac{W}{F} = 8.$$

依功原理，凡省力之機械，對於距離即有損失，換言之，行動較緩，亦即費時也。

185. 何謂機械效率? (中山大學附中, 清華附中)

一切機械，莫不有摩擦，故一部分之力，須用以克服摩擦，即一部分之功，變為熱能而虛耗，實際上機械所作有用之功，祇為加於機械者一部分。此部分以百分數表之，即為機械效率。

$$\text{機械效率} = \frac{100 \times \text{有用之功}}{\text{加於機械之功}} \%$$

簡單槓桿的效率近於100%，斜面則在50%至90%之間，其他的效率均甚小。

186. 太陽除為熱源外，尚為何種之源?

太陽除為熱源外，又為光源，使吾人得見各物。

187. 何謂光? (浙22)

光是以太傳來的波動，射入眼內，即刺激視神經，而使我們辨知物體的形狀，大小，位置，色彩等等。

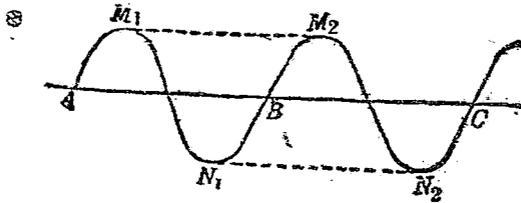
188. 何謂波動?

連續的物質，其中一部分在原地位發生週期性的振動，例如擺的來往一般，並由相鄰部分，順次傳播至四方，此種

現象，名爲波動，此種物質，名爲介質。介質傳遞波動時，祇將波動之作用傳出，其本身並未前進。例如水中投以石塊，則波紋即由投石處向外傳播，但水則並未從投石處向外流出也。發生波動之處，即爲波源。

189. 波動進行狀況如何？

波動之進行，可以第十六圖之曲線表示之。每一完全振動，即介質各部分來往一次，則生一波，如圖由A至B。每生一波時，波或傳遞的距離，稱爲波長。A B的距離即爲



第十六圖

一波長。波的最高處名爲波峯，最低處名爲波谷，如圖 M_1 ， M_2 爲波峯； N_1 ， N_2 爲波谷。相鄰二波峯，或二波谷間的距離，亦爲一波長。每秒中振動的次數，稱爲頻率。若命波長爲 l ，頻率爲 f ，傳播速度爲 v ，則

$$v = l f .$$

190. 波動有幾種？

波動分縱橫兩種：

(一)縱波。此種波又名疏密波，介質各部分的振動方向，與波的進行方向相同。

(二)橫波。此種波又名高低波，介質各部分的振動方向，與波的進行方向成直角。

191. 光波爲何種波動? (川)

光波爲橫波，由以太傳遞。

192. 何謂以太? (浙21)

以太是充滿真空中的一種傳光介質，瀰漫於宇宙各處，即有物質存在的地方，也有這以太存在。故光在真正的真空中，以及玻璃與液體等物中，都能進行。

193. 光波進行的速度如何? (上中鄉師，同濟附中，南京中學)(浙21)

光在真空中或各種氣體中的速度，爲三億每秒米，或三十萬每秒公里，即在一秒之中，約可繞行地球七週半，爲現時所知的最大速度。光在水中進行的速度，比較小得多，約爲二億二千五百萬每秒米。

194. 光波有何特性?

光波有下列各種特性：

- (一)直線傳播，光線通過大隙時之現象，其路徑，稱爲光線。
- (二)反射，光線遇他物體不通過之現象。
- (三)折射，光線遇他物體通過之現象。
- (四)繞射，光線穿過細隙時之現象。
- (五)干涉，兩光波相遇之現象。
- (六)偏極化，光波振動方向受限制之現象。

195. 何謂光束?何謂光柱?

集若干光線而成束，謂之光束，較大之光束，稱爲光柱。例如由小孔透過之日光爲光束，由探照燈射出之燈光即爲光柱。

196. 光之直進，有何例證？ (敬業中學)(皖)

光之直進，有下列二顯著現象，可作例證：

(一)針孔像。蠟燭的光，由小孔射入箱內，因各光線皆依直線進行，且箱之前壁為不透明體，故在箱後毛玻璃上，現燭火之像，上下顛倒，左右易位。孔愈小，像愈清，孔一大，則無數之像相重，就不清楚了，但是孔的輪廓，卻因影的關係而顯。

(二)影。光線若被不透明體遮斷，則因直進之故，物體背後即無光可達，此無光之區域名為影；如於物體背後更有一較大之物體，即可在此第二物體上，見有明暗之別。通常之光源，並非真正之點，故影之一部分，亦有一部分之光線射到，而影有全影與半影之分。

197. 謂何全影？何謂半影？

不透明體遮斷光線，其背後全無光照及之處，稱為全影，有一部分之光照及之處，稱為半影。

198. 試述影與像之區別。 (敬業中學)

影為不透明體遮斷光線，無光到來的空間。

像為直進光線集合所成之圖形，與發光體或反射光線之物體，形狀相同。

199. 何謂發光體？

凡能自己發出光來的物體，例如太陽，燭火，電燈，星辰之類，叫做發光體。其他不能自己發光的物體；例如紙，木，金屬等等，叫做不發光體。

200. 何謂不透明體？何謂透明體？

凡能容光線自由透過的物體，例如空氣，玻璃等等，叫做

透明體；不能容光線透過的物體，例如木，石，金屬等，叫做不透明體。此外尚有一種半透明體，可容一小部分的光線透過，例如薄紙，極薄的金屬片等都是。

201. 試述日蝕與月蝕的原因。(復旦附中)(浙21, 22)

(一)日蝕。月球行至太陽與地球中間，月影投到地球上，即成日蝕。若月球，太陽，地球三者恰成一直線，即成金環蝕。

(二)月蝕。地球行至太陽與月球中間，地球之影投到月上，即成月蝕。

202. 何謂照度？(湘五)

單位面積上在單位時間內所受的光量，稱為照度。被照體的照度，與光源距離的平方成反比例。

203. 何謂光量？

因為光是波動，所以也是一種能，光量就是光源所輻射的能量。

204. 何謂光度？(湘五)

光源所發光量的強度，稱為光度，與光源相隔單位距離的平面上的照度，即等於光度。

205. 光度的單位為何？

光度的單位最普通者為英國制之燭光。一燭光之光度，等於直徑1吋鯨油蠟燭，每小時燃燒7.776克之鯨油所發之光度。

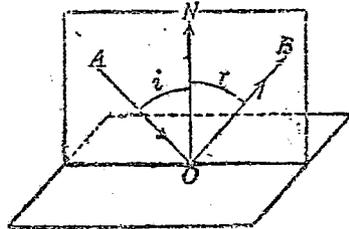
206. 測光度有何方法？

可用本生光度計，其構造為一白色之屏，上有油滴，標準燈L與欲測之光源S，置於屏之兩側，可以自由移動。三

者處相當地位時，油滴可以不見。此時如 L 離屏為 d_1 , S 離屏為 d_2 , 則 $\frac{L\text{之光度}}{S\text{之光度}} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$ 。

207. 何謂反射?其定律如何? (河北, 湘三, 浙21, 22)
(蘇州女中, 中山大學附中, 無錫中學)

光線射於一物體上, 例如金屬表面, 不通過該物體, 卻依一定方向折回, 名曰反射。如第十七圖, 原來的光線 A O 叫做入射線, 改變方向後的光線 O B, 叫做反射線。若 O N 垂直於受光平面 (稱為法線), 則 i 角稱為入射角, r 角稱為反射角。其定律如下:



第十七圖

(一) 入射線與反射線, 各居法線的一側, 且三線在同平面內。

(二) 入射角 i 等於反射角 r 。

208. 反射有幾種? (浙21)

反射有兩種:

(一) 單向反射。平行光線射於光滑的表面, 反射後仍為平行光線。

(二) 亂反射。平行光線射於粗糙的表面, 反射後散亂不依定向。

我人得見各種物體, 除發光體外, 即藉此亂反射作用。

209. 何種物體反射最強? (松江女中)

白色不透明而光滑之表面, 反射最強。

210. 反射有何應用?

光的反射特性，可利用之以製平面鏡，球面鏡，以及拋物柱面鏡。

211. 何謂平面鏡?

(蘇州中學)

平面鏡為光學器械之一種，其構造為一極光滑之真正平面，可將入射光線全部反射，而現一虛像於鏡後。此虛像之大小，與鏡前之實物相等，其在鏡後的地位，與實物成對稱。

212. 何謂球面鏡?

反射面為球面之一小部分者，稱為球面鏡，鏡前置物，鏡中亦現該物之像。共有兩種如下：

(一)凹鏡。反射面為球之裏面。

(二)凸鏡。反射面為球之外面。

球面鏡之中心，與球心之聯線，稱為該鏡之軸。凡與軸平行之光線，由凹鏡反射後，都會集於鏡前軸上之一點，此點稱為焦點；由凸鏡反射後，都向外發散，宛如由鏡後軸上一點發出，此點稱為虛焦點。焦點與虛焦點，都在鏡心與球心的中央。

太陽之光線，可以看作平行光線，故由凹鏡反射而會聚於焦點時，若以容易着火之物質，置於此處即起燃燒。

213. 何謂會聚光線?何謂發散光線?

向一點集中之光線，稱為會聚光線；由一點四射者，稱為發散光線。

214. 何謂實像?何謂虛像?

實像是會聚光線確由某處通過，而在該處所造成的像。虛

像是發散光線入於人目，看起來好像各光線都從某處發出，因而在人目中呈現的像，成像之處，並無光線確實通過，惟光線的延長線(依反對方向)，則都通過該處。

215. 球面鏡所造的像有幾種? (浙22)(贛23)

球面鏡所造的像，有下列各種：

(一)凹鏡。實物在球心以外，所成的像是實像，上下倒，左右反，比實物小。

實物在球心與焦點之間，所成的是實像，上下倒，左右反，比實物大。

實物在焦點上，無像，反射光線都是平行光線。

實物在焦點內，所成的是虛像，正立，比實物大。

(二)凸鏡。不論實物在何處，所成者常為虛像，正立，比實物小。

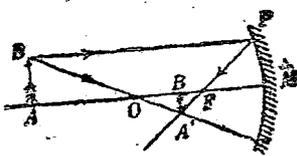
216. 球面鏡之幾何作圖方法如何?

球面鏡前物體之像，根據下列二條，即可用幾何方法，作得其圖。

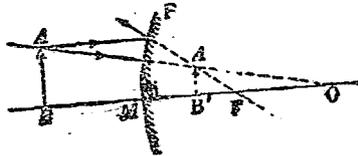
(一)與鏡軸平行之光線，反射後通過焦點。或通過焦點之光線，反射後與軸平行。

(二)通過球心之光線，反射後仍循原路而回。

茲舉兩例如下：



獨立之實像(凹鏡)



正立之虛像(凸鏡)

217. 像與物體大小之關係如何?

其關係如右：
$$\frac{\text{物體的長度}}{\text{像的長度}} = \frac{\text{物與鏡的距離}}{\text{像與鏡的距離}}$$

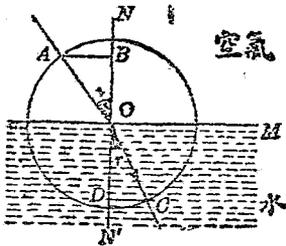
218. 何謂拋物柱面鏡?

是凹鏡的一種，它的反射面不是球面，是一個拋物線體的裏面，即其截面（與軸平行者）都為拋物線。以光源置於此鏡之焦點，其反射線完全為平行線（由凹鏡反射者，不是真正的平行線）。汽車頭燈，探照燈，都用此種反射鏡。

219. 何謂折射（舊稱屈折）？其定律如何？（蘇州女中）（鑿22）。

光從甲種透明物質，透入乙種透明物質時，例如由空氣入水，其路線依一定之角改向，此種現象名為光之折射。例如插棒於水，似在水面折斷，又如注水於盆，盆底似乎略高；這些都是折射的作用。其定律如下：

（一）入射線 AO ，法線 NO ，折射線 CO （看第十九圖），同在一平面內，且 AO 與 CO ，居 NO 的異側。



第十九圖

（二）入射角 i ，與折射角 r ，有下列之關係：

以入射點 O 為圓心，任意長為半徑，作一圓，交入射線射二線於 A, C 。由 A, C 作法線 NN' 之垂線

AB, CD 。則不論 i 之大小如何， $AB:CD =$ 常數。若用三角函數以表示此定律，則有

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \text{常數}$$

據此定律，投射線與分界面成直角，即無折射現象。

220. 何謂折射率(舊稱屈折率)? (漢口)

光由甲種透明物質，射入乙種透明物質時，其投射角之正弦，與折射角之正弦之比，對於此二物質為常數，此常數稱為光由甲物質入乙物質之折射率，或稱乙物質對於甲物質之折射率。例如光從空氣入水之折射率(或水對於空氣之折射率)，為 $\frac{4}{3}$ ，或1.33。各種重要物質對於空氣之折射率，略稱該物質之折射率，例如鉀玻璃之折射率為1.5，鉛玻璃之折射率為1.6，金剛石之折射率為2.4。

221. 已知光由甲物質入乙物質之折射率，能求光由乙物質入甲物質之折射率否?

能。因光由乙物質入甲物質，例如由水入空氣時，其折射角若為 r ，則由空氣入水而投射角為 r 之光線，其折射線即為前者之投射線。故折射光線可使之循原路逆行而返。於是光由乙物質入甲物質之折射率，等於光由甲物質入乙物質之折射率之逆數。例如光由水入空氣之折射率為 $\frac{3}{4}$ ，或.75。

222. 何謂光學的密(或疏)質?

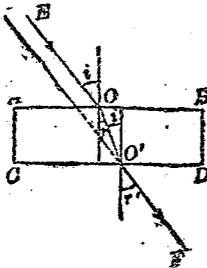
光從甲透明體入乙透明體，若折射率大於1，則乙物體之物質稱為光學的密質，而甲物體之物質稱為光學的疎質。例如空氣與水，即係前者疎而後者密。

223. 何謂全反射?

(由山大附中)

光從光學的密質，射入光學的疎質時，例如由水入空氣時，其投射角須在一定限度以內，始能經折射而由水透出空氣，若等於或大於此一定限度，則全部在水面反射而回。此種現象名爲全反射，此限度名爲臨界角。由水透出空氣之臨界角爲 45° ，由鉀玻璃透出空氣之臨界角爲 42° 。

224. 光線通過平行面的薄板時，情形如何?



第 二 十 圖

(一) 光線垂直投射於透明物質的平行面薄板，不起折射作用。

(二) 光線斜射於透明物質的平行面薄板，則通過板之光線，仍與原來的平行，但不在一直線上，如第二十圖所示。其理由如下：

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n, \quad \frac{\sin i'}{\sin r'} = \frac{1}{n}, \quad \text{但 } i' = r,$$

$$\text{故 } \frac{\sin i}{\sin r} \times \frac{\sin i'}{\sin r'} = \frac{\sin i}{\sin r'} = n \times \frac{1}{n} = 1, \therefore i = r'.$$

$$\therefore O'F \parallel EO$$

由玻璃窗察看窗外各物，屬此例，其方向雖不差，但其位置則已移動少許。

若兩面不平行，則 $O'F \not\parallel EO$ 。故由製作粗劣，高低不平之玻璃窗外望，所見之物體都呈歪曲之狀。

225. 折射有何應用？

光之折射性質，有下列二種應用：

- (一)製透鏡，(二)製稜鏡。

226. 何謂透鏡？

用玻璃(或水晶等)製成之薄片，其表面皆為球面之一小部分，或有一為平面者，稱為透鏡。共分兩種如下：

- (一)凸透鏡。中央厚而四緣薄。
(二)凹透鏡。中央薄而四邊厚。

兩球心，或一球心與平面之中心聯線，稱為透鏡之軸。

227. 光線通過透鏡之路徑如何？ (敬業中學)

(浙21)

光線透過透鏡而折射時，其路徑如下：

- (一)經過透鏡中心之光線，透過後仍在原來方向，不受折射作用。此中心稱為光心。
(二)發散光線由凸透鏡折射而透出後，變為會聚光線，故凸透鏡又稱會聚透鏡。
(三)會聚光線由凹透鏡折射而透出後，變為發散光線，故凹透鏡又名發散透鏡。
(四)平行於軸的光線，例如由太陽來的光線，通過凸透鏡後，會聚於後方的一點。此點即在軸上，稱為主焦點；又稱實焦點，因確有光線通過也。
(五)平行於軸的光線，通過凹透鏡後，變成發散光，其反對方向延長線，交於前方一點。此點亦在軸上，稱為虛焦點。
(六)由凸透鏡實焦點發出之發散光，通過凸透鏡後成爲

平行光線。

(七)向凹透鏡虛焦點會聚之會聚光，通過凹透鏡後，成爲平行光線。

228. 何謂焦點距離？

焦點至透鏡光心的距離，稱爲焦點距離。

229. 透鏡所造之像有幾種？

(上海鄉師)

(北平, 浙21)

透鏡所造之像，有如下表：

實物地位	所成之像	實或虛	正或倒	在透鏡前或後	與實物相比
凸透鏡	二倍焦點距離外	實	倒	後	縮小
	二倍焦點距離上	實	倒	後	相等
	二倍焦點距離與焦點之間	實	倒	後	放大
	焦點距離之內	虛	正	前	大
凹透鏡 (任意地位)		虛	正	前	小

230. 透鏡造像之作圖方法如何？

(浙22)

由下列三法中之二法，即可決定像之地位與大小。

(一)平行於軸之光線，過透鏡後必通過主焦點。

(二)過主焦點之光線，過透鏡後必平行於軸。

(三)通過光心之光線，不起折射作用。

231. 何謂共軛焦點？

在軸上S點之物體，其像若在軸上S'點，則在S'點上之物體，其像亦在S點。S與S'名爲共焦軛點。

232. 透鏡所造之像，其大小與實物有何關係？

有下列之關係：

$$\frac{\text{實物離透鏡之遠}}{\text{像離透鏡之遠}} = \frac{\text{實物長}}{\text{像長}}$$

233. 透鏡有何應用？

用透鏡可以製造下列各物：

- (一)放大鏡，(二)顯微鏡，(三)望遠鏡，(四)照相機，(五)幻燈，(六)活動影戲機，(七)眼鏡。

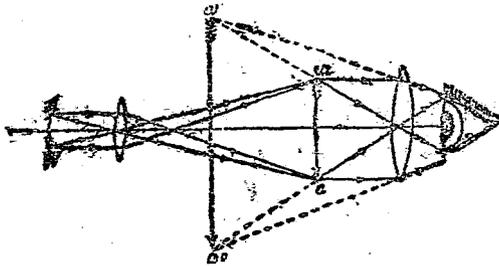
234. 放大鏡之原理如何？

放大鏡即係一平常之凸透鏡，將實物置於焦點距離之內，即在鏡的對面望見放大之虛像。

235. 顯微鏡之構造如何？ (清華附中)(浙21)

顯微鏡是聯合若干凸鏡而造成的，可將極微細的物體，放大數百倍或數千倍。茲將最簡單者，繪圖(如第二十一圖)說明於下：

圓筒一枚，各端裝一透鏡。其正對物體者，稱為物鏡，焦點距離極小。正對眼者，稱為目鏡，焦點距離稍大。物鏡造成之放大實像 aw ，在目鏡的焦點距離以內，故由目鏡再見



第二十一圖

更大的虛像 $a'w'$ 。 $a'w' : aw$ 之值，稱為顯微鏡之倍率。

236. 望遠鏡之構造如何?

望遠鏡是聯合若干透鏡，使遠處物之像，生於明視距離的地位，再用放大鏡加以放大，以便觀察的器械。其主要點如次：

遠處物體由物鏡造成實像，再由目鏡造成放大虛像。因望遠鏡之倍率 = $\frac{\text{物鏡焦點距離}}{\text{目鏡焦點距離}}$ ，故物鏡之焦點距離須極大，而目鏡之焦點距離須甚小。又因物在遠處，物鏡之面積愈大，則所見者愈清晰。

237. 照相機之構造如何?

照相機的主要部分如下：

- (一) 用軟皮製成暗箱，可以自由伸縮。
- (二) 透鏡放在頭部。
- (三) 毛玻璃片放在尾部。
- (四) 快門放在透鏡之前。

攝影步驟：(一) 對光，伸縮暗箱，使物體之像，現於毛玻璃片上，非常清晰。(二) 感光，以照相片換去毛玻璃片，使受由物體發來之光，起化學作用。(三) 顯影，將已感光之照相片，沖以藥水，得一明暗與實物相反的底片。(四) 曬印，以底片覆於照相紙上，印出明暗與實物相同的畫片。

238. 幻燈之構造如何?

將畫片放大映在幕上，供大眾觀覽的裝置，稱為幻燈。其主要點如下：

強光源之光，經凸透鏡而集中於透明畫片上。穿過畫片之光線，經凸透鏡後，將畫片之放大實像，映於幕上。

239. 活動影戲機之原理如何？

活動影戲機之構造，與幻燈大致相同。許多幅連續動作的畫片，映於銀幕上，每秒出現十餘次；利用眼的視覺暫留特性，使觀者不覺幕上人物之動作間斷。

240. 何謂視覺暫留？

人目對於像的感覺，恆可保持 $\frac{1}{8}$ 至 $\frac{1}{4}$ 秒之久，方始消滅；這種作用，稱謂視覺暫留。例如以紙吹點着，揮之疾轉，可見紅線一道，即係視覺暫留的作用。

241. 眼鏡有何用處？ (上海鄉師，敬業中學)

(北平，浙21)

眼鏡可以補助視覺能力之不足；分凸鏡與凹鏡兩種：

(一)凸鏡，補助遠視眼，係用凸透鏡製成。

(二)凹鏡，補助近視眼，係用凹透鏡製成。

242. 眼的構造如何？ (湘四)

眼的構造，猶如一架照相機；前面的睛珠同於凸透鏡，後面的網膜同於照片。睛珠把外界物體的倒像，造在網膜上面，即由網膜上的視神經，報告腦府，於是吾人即起所謂視覺。吾人不覺所見物體為倒者，習慣與遺傳性使然耳。此外尚有虹彩，可以調節入目之光量，尚有目筋，可以調節睛珠的曲度，其功用與照相機的快門及暗箱同。

243. 眼鏡何以可補助視覺？

分條答復如下：

(一)近視眼。睛珠過凸，或眼底太深，以致遠處物體所成之像，在網膜之前，因而不能明視。換言之，明視距離

太短也。故加一凹鏡，將遠處射來的光線，先行發散，然後通過睛珠，即可將像移後若干距離；使其恰生在網膜上。

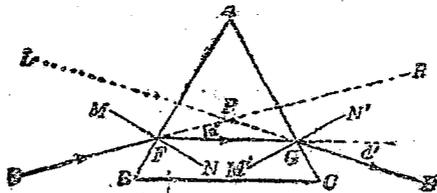
(二)遠視眼。睛珠過扁，或眼房太淺，以此近處物體所成之像，常在網膜之後，因而不能明視。換言之，明視距離太長也。故加一凸鏡，則近處來之光線，先經凸鏡而會聚，再通過睛珠，即可使像前移於網膜矣。

244. 何謂明視距離? (湘五, 浙21)

看得最清楚而眼又不覺苦痛的距離，稱為明視距離。健全的眼，其明視距離約為 25 厘米。

245. 何謂稜鏡?

三角柱式之玻璃，稱為稜鏡。如二十二圖，ABC 表稜鏡之截面。A 角稱為稜角。入射線 EF 經兩次折射，成為



第 二 十 二 圖

GH，須將眼放在H，始見物體似在L處。EPH 角稱為偏向。

246. 稜鏡有何用處? (齊魯附中, 南京中學,

澄衷中學)(滬)

稜鏡可供分散白光之用。白光由狹隙射入，經過稜鏡透出後，即分成下列七色之光，排成一列：

紅 橙 黃 綠 青 藍 紫

故知白光(例如日光)乃七色之光混合而成。

247. 白光經稜鏡,何以分成七色? (松江女中)

(漢口)

因各色之光,由空氣入玻璃,其折射率不同之故。紅色光之折射率最小,紫色光之折射率最大。

248. 此七色光能再分散否?

不能。故光有單色複色之分:

(一)單色光。經過稜鏡後不能再分散之光。

(二)複色光。經過稜鏡後,可以分成二種單色光以上之混合光。

249. 各色光之波長如何?

紅光之波最長,約為萬分之八毫米;紫光之波最短,約為萬分之四毫米。

250. 何謂餘色?

相混而成白色光之二種色光,互為餘色。例如黃與青即為餘色。

251. 物體何以呈不同之色? (鎮江中學)(浙21,22)

(滬)

(一)不透明體之色,可分下列數種:

1. 黑色物體。將投射光全部吸收,變為熱。
2. 白色物體。將各色投射光,一齊反射。
3. 有色物體。吸收一部分色光,反射一部分色光,綠色物體反射綠光,其餘盡行吸收。

(二)透明體之色,由於透過特殊色光,吸收其餘色光而

來。紅色玻璃祇透過紅光，故隔紅色玻璃視白物，見其呈紅色，視青色物體，見其呈黑色。

(三)各種顏料混合而成不同顏色，因其共同反射之一部分色光，混合而成複色光之故。

252. 何謂原色？何謂三色版？

紅，綠，紫三種色光，配合適宜，即成白光，或其他色光，故特稱之為原色。三色版即利用此原理，以帶綠之紫，帶黃之綠，帶黃之紅，三種濾光玻璃，攝成照片，再製成黃色，紅色，青色三種印版，重疊印成，故所反射的紅，綠，紫光，與原物無二，而現出原物的色彩。

253. 試述虹之成因。(復旦附中，敬業中學)(湘二)

日光射入水滴後，經過兩次折射，一次全反射後，因各色光折射率不同之故，最後由水滴透出的光線，與投射線所成之角不同，因而也分成七色。此角在紅色為 42° ，紫色為 40° ，其餘介於此二值之間。故雨後天空，現七色之虹，排成環狀者，即此理也。虹環之外層為紅色，內層為紫色，因 42° 之仰角大於 40° 之故。有時日光在水滴內多經一次全反射，則紅色最後折射線與投射線所成之角為 50° ，而紫色則為 54° 。此時即有副虹產生，紫色在外層，紅色在內層，副虹之色帶較淡。

254. 稜鏡尙有其他用處否？

製成分光鏡，供檢查光譜(舊稱景)之用。

255. 何謂光譜？何謂分光鏡？

任何發光體所發之光，經過稜鏡分散後，均排成一列，各色光各占一定之地位，此種色光之列，稱為光譜。精密檢

查光譜之器械，稱為分光鏡。其器之主要部分有三：(一)投射筒，光線由細隙經透鏡，變成平行光線，射於稜鏡，再由稜鏡分散。(二)尺度筒，透明精細之標尺，由平行光映於稜鏡表面而反射。(三)望遠鏡，分散之各色光，與標尺之光，同時射入望遠鏡內，使光譜上之某色，落於標尺上某處。觀察者即由此望遠鏡以檢查之。

256. 光譜有幾種？

(上海中學)

光譜共有三種：

- (一)連續光譜。凡灼熱之固體，或液體，例如白熱電燈絲，其所發之白光經分光器分散後，所成光譜由紅到紫，連成一片。此種光譜稱為連續光譜。
- (二)輝線光譜。凡由灼熱的氣體或金屬蒸汽所發之光，為若干條彩色細線，其位置與顏色，因物質而異，但同一物質，其細線之顏色，條數，地位，均固定不變。此種光譜稱為輝線光譜。例如鈉光譜即為黃輝線光譜。
- (三)吸收光譜。白光之一部分色光，被透光物質吸收，因而其光譜中現有黑線若干，即為吸收光譜，黑線之地位，即為該物質所發輝線之地位。此黑線名為夫牢因和斐譜線。例如太陽光譜中即有無數黑線，故為吸收光譜。

257. 何謂紅外線？何謂紫外線？

太陽光譜中，黃色與橙色部分，對於視覺最強。紅色或紫色以外，眼即不能見，然而仍有輻射線在此二部分以外。在紅色以外者稱為紅外線，其折射率更小，波長更大，具

有熱作用。在紫色以外者，稱爲紫外線，其折射率更大，波長更短，具有化學作用，可藉以療病。

258. 何謂螢光？何謂燐光？

物質受光時，將光吸收，而自發其固有之光，稱爲螢光。例如石油照以紫光，可發出淡藍色的光。

物質受光後，雖將光源移去，亦能發出其固有之光，稱爲燐光。例如硫化鈣，露在太陽光下，再持至暗室中，即發出淡青色之光。

259. 何謂繞射？

光線經極狹極狹之細隙，即失去其直進性質，而稍有改向，且各色之光不同，其結果亦有彩色出現，隔鳥類之羽毛以窺視日光，則見彩色條紋，以及日暈與月暈，均係繞射之作用。

260. 何謂干涉？

兩光波相遇而互爲消長，稱爲干涉，其結果亦有彩色出現。肥皂泡之五彩，即由干涉所致。

261. 何謂偏極化？

此係光之橫波特性，用結晶體可以檢出之。取熱電石兩塊重疊之，兩者在某一地位時，光可通過，若將其中一塊轉過九十度，光即不能通過，因其振動方向已受限制。

262. 何謂複折射？

(敬業中學)

複折射亦爲光之橫波特性，因通過晶體而表現。取兩面平行之方解石晶體，放在有文字之紙上，則見文字現爲二重。其一未經折射，遵守通常之折射定律，稱爲平常光線；其一雖垂直投射，亦起折射現象，故稱之爲非常光線，因

其不遵守折射定律也。

263. 光之成因爲何?

光既爲波動，則其成因當然由於物質內部的劇烈振動。熱可以引起此項振動，故灼熱之固體，皆能發白光。人工之光源，皆由利用熱能可以變爲光能而來。近時最通用者爲電燈。

264. 電燈何以能發光？其構造如何？ (浙21)

電燈是利用電流的熱效應而製成的發光器具，其構造爲一真空玻璃泡，泡內封有鎢絲，電流通過鎢絲，即因鎢絲的電阻甚大而生熱；鎢絲受熱之後，即達白熾程度而發光。故電燈又稱白熾燈。玻璃泡內亦可充以不助燃之氣體，從前所充者爲氮氣，現在多用氬氣。

265. 利用電流熱效應的器具尙有他種否？

尙有電爐，電熨斗等。

266. 何謂電流？ (中山大學附中)

將電位(亦稱電勢)不同的兩個帶電體，例如電池的陰陽極，用導體(通常總是銅線)聯起來，就有電從高電位的帶電體，流到低電位的帶電體上去，好比水從高的地方，流到低的地方一樣，這種流動的電，就叫做電流，電位差愈大，電流愈大。

267. 何謂電位？何謂電壓？ (中山大學附中)

電位是一種物理量，好比水柱的高一般。電位大的帶電體，與電位低的帶電體相連，就有電流從高者流到後者，而這兩個帶電體的電位差，就叫做該電流所受的電壓，亦稱電動勢。

268. 電流如何計算? (南京中學)

在 1 秒間流過導線的電量, 稱為電流強度。計算電流, 即以其強度表示, 其單位為安培, 乃每秒流過一庫侖之電量也。

269. 測定電流強度, 用何器具? (浙21, 22)

測定電流之強度, 可用安培計。這是利用電的磁效應而製成的器具, 其電阻甚小, 用時與欲測之電路串聯 (亦稱順聯或順結)。

270. 電壓之單位為何?

電壓之單位為伏特, 是電阻等於 1 歐姆的導線上, 有 1 安培之電流通過時, 其兩端的電勢差。

271. 測定電壓, 用何器具?

測電壓可用伏特計, 這是利用電流磁效應而製成的器具, 其電阻極大, 用時須與欲測之導體並聯 (亦稱並結)。

272. 何謂電阻? 何謂歐姆?

電阻是導體對於電流所呈的阻力, 歐姆是電阻的單位, 乃長 106.3 厘米, 橫斷面積 1 平方毫米的水銀柱, 在攝氏 0° 時之電阻也。

273. 電流強度, 電壓, 電阻, 三者有關係否?

有關係, 此關係稱為歐姆定律。

274. 試述歐姆定律。 (江蘇水產, 蘇州中學, 務本女中)

(閩, 湘三, 四, 贛22, 浙21)

命 I = 電流強度安培數, E = 電壓伏特數, R = 電阻歐姆數, 則有

$$I = \frac{E}{R} \quad \text{或} \quad E = IR$$

此即歐姆定律是也，為德人歐姆所發見。此定律亦可用言語述之如下：

導體內通過之電流強度，正比例於電壓，反比例於導體之電阻。

275. 導體的電阻，與何者有關係？ (澄衷中學)

(湘二，浙21, 22)

導體的電阻，視各物質而不同，同一物質的導線，其電阻與其長度成正比，而與橫斷面積成反比；大部分的金屬，其電阻且隨溫度以昇降，惟變動極微。

276. 金屬之電阻，何者最小？

同粗細，同溫度，同長短之金屬導線，其電阻以銀為最小。

277. 何謂並聯，何謂串聯？

電流必須經過甲導體後，再能經過乙導體，則甲乙二導體謂之串聯。電流分行於甲乙二導體上，再會合為一，則甲乙二導體即謂之並聯。

278. 兩導體串聯，其總電阻為何？ (浙21)

若甲之電阻為 R_1 ，乙之電阻為 R_2 ，全體電阻為 R ，則

$$R = R_1 + R_2$$

279. 諸導體並聯，其總電阻如何？

總電阻比任一導體之電阻為小。

280. 電流之熱效應與電阻有何種關係？ (浙21)

非但與電阻有關係，且與電流強度及通電時間有關係，其關係如下：

電流經過導體所生之熱量，與電流強度之平方成正比例，又與導體之電阻成正比例，又與通電時間成正比例。

通常電燈絲所以很粗之故，即為欲得大電阻以發生大熱而發光；輸電幹線所以很粗之故，即為減少電阻，以便通過多量電流，而銅線不致熔化的。

281. 家中裝電燈，有所謂保險絲，其用途如何？

電燈之電路中，有時或因電壓變動，或因電流另走捷路而橫決，以致銅線上通過之電流太多，而有發熱着火之危險。保險絲即為防免此種危險之裝置，其主要部分乃一熔點極低之合金絲，若有過量電流通過，則保險絲即因受熱而熔化的，於是電路中斷，而電流停止，危險即可避免。

282. 電燈泡上有 110V，與 45W 字樣，其意何解？

110V 者，通過此燈之電流，其電壓應為 110 伏特也。45W 者，此燈所耗之電功率為 45 瓦特也。

283. 何謂電功率？

電功率是電流在每秒間所發生的熱能，化為機械能之時所可作的功，其單位為瓦特，俗稱電力者即是。

284. 電功率如何計算？

電功率(瓦特數) = 伏特數 × 安培數。

285. 通常計算電燈費，以何者為標準？

計算電燈費，以每小時用去電功率一千瓦特為單位，稱為仟瓦小時，記錄此數者，稱為瓦時計，俗名電表。例如電表上所示之數為 15，則知已用去電功率 15 仟瓦小時，若有

50W 之電燈兩盞，連點 10 小時，則其所用之電功率即為 1 仟瓦小時，在電表上即為 1 度。

286. 電表有所謂 3 安培，5 安培，其意何解？

3 安培，5 安培，皆表示該電表所許通過之最大電流強度，若超過此數，電表即易損壞，故所裝之電燈，或電鈴斗等，其所耗總功率，不可超過電表之安培數×電壓伏特數。例如電表之安培數為 3，電壓為 200 伏特，則其所能放出之最大功率為 600 瓦特，故 50 瓦特之電燈至多祇能點 13 盞。

287. 電燈之 1 燭光，相當於多少瓦特？

碳絲燈真空泡，1 燭光相當於 3.5 瓦特；鎢絲燈真空泡 1 燭光相當於 1.25 瓦特；鎢絲燈氬氣泡，1 燭光相當於 0.5 瓦特。

288. 何謂電路？

凡有電流通過之導體，其路徑稱為電路。

289. 有電流不能通過之物質否？

有。此等物質所構成之物體，稱為絕緣體。

金屬，炭，不純粹之水，人體，地球，濕空氣等為導體。火漆，絲，棉，玻璃，橡皮，乾空氣，電木等，為絕緣體。凡電路皆須用絕緣體保護，以免漏電，或中途彼此相觸，發生着火的危險。

290. 使連續電流發生，有何種裝置？

將電勢不同之兩帶電體相聯，雖有電流從高電勢物體通至低電勢物體，但轉瞬即停，因兩物體之電勢已變成相等也。故須使高者常高，低者常低，始能保持電路中電流之

連續。此種裝置，最通用者有二種：(一)電池；(二)發電機。

291. 電流之習慣方向爲何？

依習慣，電流之方向，爲假定陽電在導體上流動之方向，故電流從高電位之一端，流向低電位之一端時，稱前者爲陽極，而稱後者爲陰極。電池與發電機，皆有兩端一端爲陽極，一端爲陰極；以導體聯其陰陽兩極，成一閉電路，則電流即從陽極流出，經導體而入陰極。

292. 何謂閉電路與開電路？

凡可以發生連續電流之裝置，可稱之爲電源，而電路即包括電源在內，因無電源，即不成其爲電路也。電路必須處處接通，方能有電流在其中流動，此時特稱之爲閉電路。若將電路中某一段切開，相隔若干距離，則電流即不通，此時稱之爲開電路。

293. 電燈開關如何可使電燈或明或熄？

開關爲接通或切斷電路之器具，當其接通電路時，電燈即明，因有電流在燈中通過也。當其切斷電路時，電燈即熄，因電流不通之故。

294. 電流之真正方向爲何？

電流之真正方向，爲電子流動的方向，從陰極流到陽極。

295. 何謂電子？

(大同附中，鎮江中學)

物質本身最小的微粒，稱爲分子，分子再分，即裂成原子。組織分子的原子，有同的，有不同的。若屬前者，則該物質即爲元素；若屬後者，則該物質即爲化合物。原子再分，又可得兩種微粒，其一帶陰電，稱爲電子；他一帶陽電，稱爲

質子。

296. 由摩擦所生之電，何者爲陰，何者爲陽？

以乾燥之絹，摩擦乾燥玻璃棒，則玻璃棒上即帶陽電。以乾燥絨布擦火漆棒，則火漆棒上即帶陰電。凡與玻璃棒所帶電性質同者爲陽電，與火漆棒所帶電性質同者爲陰電。電子所帶之電，即與火漆棒上所帶者相同。陽電又名正電，以(+)號記之，陰電又名負電，以(-)號記之。

297. 摩擦何以能生電？

一切物質的原子裏，電子所帶陰電總和，等於質子所帶陽電總和，故不呈帶電現象，因兩者互相中和也。今以二物摩擦，則其中一物之電子，逸至他物上，於是失去電子的即帶陽電，得到電子的即帶陰電。故以絹擦玻璃棒，而絹上帶有陰電者，即因玻璃棒上的電子，逸至絹上之故也。

298. 陰陽電之間有何作用？

異性相引，同性相斥。

299. 物體上所帶之電，與導體上之電流，有區別否？

前者爲靜止之電，叫做靜電；後者爲流動之電，叫做動電；兩者性質相同，作用則異。

300. 陰陽兩電間之引斥力，與電量有何關係？

(成都)

引斥力與兩電量相乘積爲正比，與帶電體距離平方爲反比，此關係名爲庫侖定律，而實用上的電量單位，就叫庫

倫，1 庫倫 = 相隔一米厚作用力為 3×10^9 達因之等量電量。

301. 使兩帶電體接近而不相觸，起何作用？

起靜電感應作用。

302. 何謂靜電感應？

(湘五屆，漢口)

靜電感應，又稱靜電誘導，為帶電體使絕緣導體中陰陽電分離之作用。如以帶陽電之棒，移近絕緣導體，則絕緣導體中之陰電，被引而集於近棒之一邊；陽電被斥而集於遠棒之他一邊；兩種電量相等。將棒移去，兩者仍中和。

303. 試以靜電感應作用，解釋帶電體吸引輕物之理。

如以帶電玻璃棒移近木髓球，則由感應作用，木髓球上陰陽電分開。陰電離棒近，陽電離棒遠，故由庫倫定律，引力大於斥力。於是物體因輕而小，即為棒所吸動。小球既着於棒之後，又因接觸傳得陽電，於是為棒所斥。

304. 驗物體是否帶電，有何方法？

(暨南附中)

可用電擺與金箔驗電器。

305. 何謂電擺？

絲線懸木髓球，即稱為電擺，可供驗電之用。

306. 何謂金箔驗電器？

玻璃瓶一個，瓶塞為絕緣體，中插一金屬棒，上端一球，下端垂金箔二枚，即為金箔驗電器，專供驗電之用。

307. 用電擺驗電，方法如何？

(暨南附中)

(一) 僅驗電之有無。以欲驗之物體移近電擺，若擺被吸

動，即有電，否則無。

(二)兼驗電之陰陽。先以帶電玻璃棒觸小球，使帶陽電。然後移近欲驗之物體，而觀其或斥或引，以定該物體帶電之為陽為陰。

308. 用金箔驗電器，方法如何？ (暨南附中)

(一)僅驗電之有無。以欲驗物體，移近球旁，則由感應作用，如兩箔上均帶同性之電而分開，即知所驗之物體有電。

(二)兼驗電之陰陽。先使驗電器帶陽電，然後以欲驗之帶電體移近之。如兩箔下垂，則由感應作用，可斷定該物體所帶者為陰電，如兩箔更開張，則該物體所帶者為陽電。

309. 靜電除有感應作用外，尚有他種作用否？

尚有分布作用與放電作用。

310. 何謂分布作用？

靜電在導體上，祇分布於其表面，不藏於其內部。表面彎曲最大之凸起處，集電尤多，故有尖端之導體，其所帶之電大部分密集於尖端。中空導體之內部，完全無電。

311. 何謂放電？

帶電體失去其所帶之電，此現象稱為放電，其可分三種如下：

(一)火花放電。帶異性電之兩導體，互相接近而不接觸，若兩者之電位差已達相當程度，或兩者的距離已充分接近時，電即突破空氣之絕緣，而相中和，於是發出大聲，並現火花。此現象名為火花放電。

(二)尖端放電(亦稱尖端作用)。有尖端之孤立帶電導體，因而尖端上積電過濃，遂洩於空氣，此空氣因帶同性之電，即為尖端所斥，而有新空氣流來補缺。如是新舊空氣互相交替，導體上之電即由尖端逸盡，此項現象稱為尖端放電。由尖端流出之氣流，稱為電風。

(三)傳導放電。導體上之電，由導線傳至他物體而消失，亦可謂之為放電；例如以導線結已充電之容電器，即謂之為使容電器放電。

312. 尖端放電有何應用？

避雷針即係利用尖端放電之裝置。

313. 試述避雷針之構造及作用。 (敬業中學)

(浙21)

構造：屋頂豎一有尖端向天之金屬棒，再以導線聯其他端通地。

作用：雲中之電，由靜電感應作用所感起之電，集中於屋頂者，隨時由尖端逸出，與雲中之電相中和。於是放電即不激烈，而可免落雷之禍。

314. 何謂落雷？其原因為何？

天上帶電的雲，行近地面時，由靜電感應作用，在地面上感起多量的異性電，集於高屋及大樹之頂。積至相當程度，即起猛烈之放電作用，發生極長大之火花，將樹木及房屋擊毀，此種現象稱為落雷，又稱雷擊。人畜若適當落雷之通路，即被火花灼傷或燒死。

315. 雷鳴與電閃如何發生？

帶異性電之兩片雨雲，在空中行近時，起猛烈的放電作

用，放出火花，即為電閃。火花使空氣得熱，突然膨脹，激成大聲，就是雷鳴。故雷鳴與電閃為自然放電現象。

316. 何謂容電器？

以絕緣質隔離相對之二導體，由感應作用，使其電容增加，可以容納多量之電，此種裝置，稱為容電器。如容電器之甲乙兩板，乙板與地相聯接，甲板上之電，因有通地之乙板在近傍，故電容增加而聚電甚多。

317. 何謂電容？

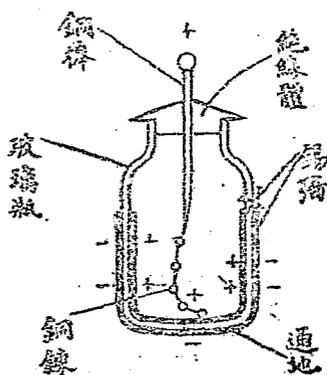
使導體的電位增高一伏特，所需的電量，稱為該導體的電容。電容的單位為法拉，即增高電位一伏特，需要電量一庫侖之電容。通常實用上之單位為微法拉， 10^6 微法拉 = 1 法拉。

318. 何謂來頓瓶？

來頓瓶是最簡單的容電器，其構造觀下圖自明。這銅棒於起電機，且連瓶外之錫箔於地，則瓶內瓶外之錫箔上，均可容納大量之電。

319. 試以來頓瓶說明容電器何以能容多量之電。

瓶內錫箔先積有少許之電，由感應作用，在瓶外錫箔上感起異性電，其同性電，則被斥而逸入地中。因內外層錫箔上之異性電，



第二十三圖

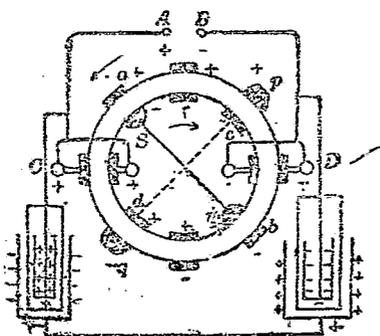
兩玻璃互吸，且其量相等，故內層錫箔上之電，對於同性電不再現其斥力，於是又有電從銅棒流至錫箔，而錫箔上之電量乃增。此新增之電，更在外層錫箔上感起等量之異性電，而將等量之同性電逐入地中。此時內層錫箔又預備收受新電量矣。如是遞次感應，遞次增加，來頓瓶上即可容大量之電。容電器之構造，與來頓瓶無異，其理亦同。

320. 來頓瓶有何用處？

來頓瓶可供放電以生火花之用，並可供起電機積電之用。

321. 何謂起電機，其構造如何？

起電機係利用靜電感應作用，而製成之積聚多量陰陽電之器械。其構造如下：



第三十四圖

箔相觸。

(三) 圓板兩側，有U形金屬棒C與D，夾持兩板，板與棒間，隔以金屬梳。

(四) U形金屬棒與兩銅球A，B相連，是為兩極。

(一) 玻璃圓板（或硬橡皮）兩枚，對立於同軸上，外面貼附錫箔若干條。

(二) 各板外面有一金屬棒，斜傾45°，兩棒交成直角，棒之兩端各有金屬刷一枚，與錫箔相觸。

(五)來頓瓶兩具，各與A, B連，兩瓶之外層錫箔亦連成一導體。

其作用與起電盤同，當兩圓板依反對方向旋轉時，一似有無數之起電盤，在C, D二梳間經過，將陽電授與A, 陰電授與B, 更籍來頓瓶之作用，可在A, B上積聚大量之電。惟須注意者，起電機之電，係由空氣先取得少許，然後由感應作用而大量產生，並非由摩擦所致；交成直角之兩金屬刷，係幫助感應作用之裝置，與來頓瓶之外層錫箔通地，其功用正相同也。

322. 試述起電機之原理。

空氣中本含有少許之電，假定此電傳與前板錫箔a, 且為陽電。由感應作用，後板正對a之錫箔，生一陰電，其陽電則由刷毛S傳至T處；於是經過T之錫箔，帶有陽電。今因前板向左旋，故其帶陽電之錫箔，向左而來，達於C梳，授電於A球。又因後板向右旋，故其帶陰電之錫箔，往右而去，行至前板刷毛p之後方時，p處之前板錫箔，即因感應作用而起陽電，陰電由刷毛傳至q處；於是q處前板之錫箔帶陰電。前板更向左轉，又有帶陽電之錫箔從p處往左而來，經過S, 而至C, 作用如前。後板更向右轉，帶陰電之錫箔，達於D, 授電於B球。故兩板繼續旋轉，前板之上半，帶陽電之錫箔不絕往左而來；後板之上半，帶陰電之錫箔不絕往右而去。茲再考察兩板下半之作用。適已言及後板上過T之錫箔，帶有陽電，往左而去，行至刷毛q後方之時，感起前板上之陰電，再往左而達於C。前板q處之錫箔，此時帶有兩重陰電，因過T之錫箔轉至q時，過S之錫箔適轉至p處，前已言及由感應作用，有陰

電由刷毛傳至 q 處之錫箔也。此錫箔帶陰電往右，過 T 處之前方，感起前板上之陽電，再右而至 D 。故兩板之下半，前板有帶陰電之錫箔，不絕往右，後板有帶陽電之錫箔，不絕往左。如是交相爲用， A ， B 上即可積聚大量之電。至於兩交頓瓶之利用，閱圖自明。

323. 何謂起電盤，其作用如何？

起電盤是利用感應以起電的最簡單器具。其作用如下：
先以絨布或貓皮，擦橡皮板，使帶陰電，然後將金屬盤蓋於橡皮板上。由感應作用，盤之下面生陽電，上面生陰電。以指觸金屬盤上面，陰電由指逸去。提起此盤，其上即帶有陽電；將盤上之陽電傳至他處，又可用同法再取得陽電。故硬橡皮板一經帶電後，即可取之不盡。

324. 放電有何結果？

火花放電時，電從一帶電體，躍至他帶電體，並非一次而盡，因躍過之電有多餘也。於是陰陽極互易，而又有相反之放電發生，惟其勢稍弱。如是往返許多次，始漸減漸弱，終至完全中和而止。此事與擺之振動相類，故名爲電振動。是以放電之結果，即有電振動發生。電振動之週期，即電在兩極間一來一去之時間，甚短甚短，故吾人雖祇見電花一閃，其實電已往返不知其若干次矣。

325. 在真空管中放電，有何現象？ (浙21)

在真空管中放電，較在空氣中爲易。氣壓降至千分之一毫米以下的真空管，叫做克魯克斯管。於克魯克斯管中放電，有一種目不能見的電子流，從陰極迅速射出。此電子流與管中另一銅板衝突，即由銅板發出另外一種輻射波，

性質與光相似，但人目不能見。此波稱爲X射線，俗稱X光，能透過通常光線所不能透過的物體，故可用以攝取人體內部的照相，在醫學上甚有用處。

326. 電流有幾種？ (敬業中學)

有兩種：(一)直流，(二)交流。

327. 何謂直流？何謂交流？

方向始終不變之繼續電流，名爲直流。凡由電池所供給之電流，皆爲直流。

方向正反相間之繼續電流，稱爲交流。凡由發電機所供給者，爲交流。惟於發電機上加一整流器，即可改交流爲直流。此等發電機，稱爲直流發電機，於是前者稱爲交流發電機，以資區別。

328. 火花放電時亦有電在導體上流動否？

有，此係頻率極高之交流。凡頻率異常高的交流，即爲電振動，故引起電振動者，不必爲電火花。有一種三極真空管，即可引起電振動。

329. 何謂頻率？

交流之方向正反變動一次，謂之一循環，或一週。每秒之週數，稱爲頻率，日常用之電流，其頻率爲每秒50至60週。發生電振動之交流，其頻率在數萬次以上。

330. 何謂電波？ (鎮江中學)

火花放電以及三極真空管之作用，可引起一種電振動，此電振動又在以太內引起一種波動，叫做電波。電波性質與光波相仿，其波長通常在數厘米至數萬米之間。

331. 電波有何用處？

無線電報與無線電話。即係利用電波以傳遞消息的利器。傳遞的過程，是先發出波長一定的電波，再利用電的磁效應，使所發電波受音波的音響，而變為一種變形的波，在以太中傳播出去。收的一方面，把電波收進來，經過特製的器械，利用電的磁效應，又變為音波而傳入人耳，與原音無二。

332. 三極真空管之構造如何？

與電燈泡相似，泡內除發熱之鎢絲外，尚有一金屬板，鎢絲與金屬板之間，又有一金屬柵。鎢絲發熱時，有電子射過柵極而至板極，故板極可以調節電子流。三極管之能引起電振動，以及能收無線電波，即藉此放射電子之作用。

333. 電池與發電機之產生電流，其作用相同否？

(中山大學附中) (浙21)

電池之發生電流，由於電離作用。

發電機之發生電流，由於電磁感應作用。

334. 何謂電離？ (大同大學) (鎮江中學) (閩)

酸類鹽類等物質，溶解於水中，常有一部分之分子，分離為帶電之兩部分；酸類之氫及鹽類之金屬，皆帶陽電，稱為陽游子；其餘之原子團，則帶陰電，稱為陰游子。此種作用，稱為電離，又稱為游離。例如 HCl (鹽酸) 溶於水，即分成 H^+ 與 Cl^- 兩游子；硫酸鋅溶於水，即分成 Zn^{++} 與 SO_4^{--} 兩游子。正負號之個數，表示該游子所帶的電量，即所失或所得電子之數。

335. 電池有幾種？ (浙22)

最普通者有四種：(一)伏打電池，(二)勒克蘭社電池，

(三)乾電池, (四)蓄電池。

336. 試述伏打電池之構造。 (澄衷中學)

一銅板, 一鋅板, 對立於稀硫酸溶液內即成。銅板為陽極, 鋅板為陰極。以導線連此二板, 即有直流自陽極沿導線流至陰極。兩極之電壓約為1伏特。

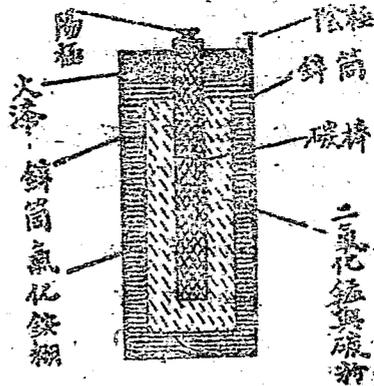
337. 試述勒克蘭社電池之構造。

瓷器或玻璃器內, 盛 15% 的氯化銨溶液, 插一鋅棒為陰極, 生瓷圓筒立於瓷器中。筒內插碳棒, 周圍用二氧化錳及碳粉填滿, 為陽極。電動力約為 1.5 伏特。(供電話, 電鈴之用。)

338. 試述乾電池之構造? (南京中學, 松江女中)

乾電池為勒克蘭社電池之變相, 其內部並不乾燥, 還是潮濕的, 不過無液體外溢而已。其構造如下圖所示。鋅筒是陰極, 碳棒是陽極。

氯化銨糊, 是氯化銨溶液與吸水物質拌成的。頂上的火漆, 可防免蒸發。此電池之電動力為 1.5 伏特。



339. 試略述蓄電池之構造。

蓄電池是應用電解而製成的電源。其構造如下。先取鉛板兩塊,

第二十五圖

插入稀硫酸溶液，然後由外面送入電流，兩板即起化學變化，成爲性質不同兩塊極板。於是取去外面的電流，再以導線聯兩板，即有電流在導線上流過。原來通入電流的一板，爲蓄電池之陽極，其色紅。待電流用畢後，又可從外面再通入電流，使其再成爲電池。

340. 電池之發動力，與電池之大小有關係否？

(浙21)

全無關係，因各物質在酸、鹽、鹼溶液中有一定電位。

341. 將電池串聯，其總電力有變化否？

兩電池串聯，其總電動力等於各電池電動力之和。

342. 將兩電池並聯，其總電動力有變化否？

若係同種之電池，則總電動力，仍等於一電池的電動力，但電流則由兩電池分別擔負。

343. 電池之串聯與並聯，其法如何？

串聯：甲之陰極，與乙之陽極相聯。

並聯：甲陽極聯乙陽極，甲陰極聯乙陰極。

344. 何謂電解？

(大同大學)

以直流通過鹽類，酸類，及鹼類的溶液，即有金屬或氫，從陰極上析出。此種現象，稱爲電解；而此等溶液，稱爲電解質。

345. 由電解析出物質的分量，與何者有關係？

與電流的強度及時間成正比例。故安培的定義，也可以說是1秒間析出銀0.001118克所需之電量。

346. 電解有何應用？

最普通者爲電鍍。

347. 電鍍之法如何? (浙21, 22)

欲鍍何種金屬,即取該金屬鹽之溶液為電解質。於是懸該金屬之板及欲鍍物於液中,通以電流。金屬板連於直流電源之陽極,欲鍍物連於陰極。

348. 何謂電磁感應? (南京中學)

以導線繞成空心螺旋,謂之線圈。置線圈於磁場內,使線圈割磁力線而運動,或固定線圈,而使線圈內之磁力線發生變化,則線圈上即有電流發生。此現象謂之電磁感應。所生之電流,謂之感應電流。磁力線變化停止,感應電流亦止。

349. 感應電流之發生,與磁力線有一定之關係否?

有,此關係名為楞次定律。

350. 何謂楞次定律?

當線圈中之磁力線正在發生變化時,線圈上即生一電流,此電流之磁效應,須依安培右手定則,在線圈中生一反對方向之磁力線,以抵所增之磁力線,或生一同方向之磁力線,以抵所減之磁力線。

351. 何謂電流之磁效應? (蘇州女中,浙21)

(無錫中學)

導體上有電流通過,則導體周圍生一磁場,如以磁針置近傍,磁針即起轉動。線圈上有電流通過,則線圈成為電磁體。如以鐵心插入通電流之線圈中,則磁力更強,稱為磁鐵。

352. 何謂安培右手定則? (太倉中學)(滬23, 浙1)

以右手握導線, 使拇指伸直, 指電流的方向, 則其餘各手指的方向, 即為磁力線的方向。依此定則, 以右手握線圈, 伸直姆指, 則其餘手指之方向若指電流方向, 姆指即指磁力線方向, 而此端即為電磁體之北極。

353. 何謂磁場? (鎮江中學)

有磁力作用的空間, 稱為磁場。磁力是磁鐵兩極對於其他磁極相引或互斥的力。

354. 何謂磁鐵?

磁鐵俗名吸鐵石, 是一種具有吸鐵特性的氧化鐵, 此種特性稱為磁性。

355. 何謂磁極? (南京中學)(浙21)

磁鐵之兩端, 性質不同, 其一端稱為北極, 他端稱為南極。兩磁鐵相同之極, 彼此互斥; 相異之極, 彼此互引。

356. 何謂磁力線? (浙22)

凡磁鐵所成之磁場中, 均有許多曲線, 表示磁力的作用狀態, 謂之磁力線。磁力線上一點之切線, 即為該點之磁力方向。磁力線之多寡, 隨磁鐵之強弱而異, 此強度即稱為磁場強度。

357. 磁力線之方向如何? (浙22)

物理學上假定磁力線均從磁鐵之北極射出, 而回至南極。

358. 磁石之兩極, 何以有南北之稱? (敬業中學)

因地球為一大磁體, 其北極在地理南極之近傍, 其南極在地理北極之近傍。故磁石之北極與地球之磁南極相引, 而

常指北方，故名之爲北極。

359. 磁鐵何以能吸鐵？

由於磁感應作用。

360. 何謂磁感應？ (湘四)

凡鐵與磁鐵接近，則鐵亦變成磁體，其與磁鐵接近之一端生異極，他端生同極。此現象稱爲磁感應。因異極較近，故相引之力大於相斥之力，而鐵爲磁鐵所吸矣。其實謂磁鐵被鐵所吸，亦未嘗不可，蓋使鐵塊固定不動，則磁鐵將向鐵塊而來也。

361. 磁感應何由而生？

帶磁性之物體，其中有磁性分子，排列整齊；不帶磁性之物體，其中之磁性分子排列凌亂。磁感作用者，即使凌亂者變爲整齊之過程也。惟外來之磁力一去，仍恢復其凌亂之狀。故由感應而成之磁鐵，稱爲暫時磁鐵，永保磁性的稱爲永久磁鐵。

362. 折斷永久磁鐵，則如何？ (浙22)

成爲兩磁鐵，其折斷處之磁極，與原來之兩端相反，而原來之磁極仍舊。

363. 何謂伏角？ (湘五)

凡磁針自由懸掛，則必與水平線斜成一定之角度，此角稱爲伏角。伏角各地不同。

364. 何謂磁偏角？

凡磁針自由懸掛，則必與子午面偏成一定角度，此角稱爲磁偏角。磁偏角各地不同。

365. 磁鐵之磁性，其最強處在何部？ (浙21)

在兩端，中央最弱。

366. 磁鐵有何用處？

造成磁針，裝於羅盤中，可以指示方向，供航海之用。電發機與直流電動機，亦須利用磁鐵。

367. 磁與電有何異同？ (無錫中學)

同點：(一)陽電與陰電相吸，陽電與陽電相斥。

北極與南極相吸，北極與北極相斥。

(二)靜電有感應作用。磁極有感應作用。

異點：(一)陽電與陰電可以單獨存在。

磁極不能單獨存在。

(二)電可以流動，磁不能流動。

(三)電可以中和，磁不能中和。

368. 磁石如何保存？

須以軟鐵棒聯其兩極。

369. 磁鐵與電磁鐵有何分別？ (蘇州女中)

磁鐵之磁性永存，電磁鐵之磁性隨電流而俱存。

磁鐵之磁力固定，電磁鐵之磁力隨電流強度而同增。

磁鐵之兩極固定，電磁鐵之兩極隨電流方向而變。

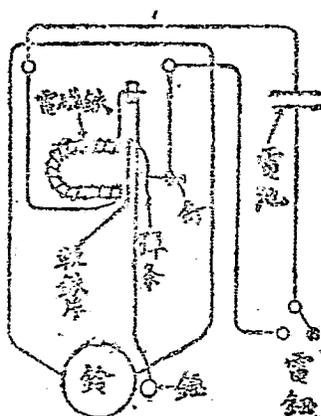
370. 電磁鐵有何應用？ (無錫中學)(浙21)

有下列各項應用：

(一)安培計，(二)伏特計，(三)電鈴，(四)電報，(五)電話。

371. 試畫圖說明電鈴之作用。 (河北)

電鈴之構造如第二十六圖。按電鈕，閉合電路，電流通，電磁鐵吸引軟鐵片，錘即敲鈴。然彈條與釘相離，電路斷，電流停，電磁鐵之磁性失；彈條彈回，與釘相觸，電路又閉。如是屢閉屢開，錘即敲鈴不絕。



第二十六圖

372. 試略述電報的原理。

發報處手按電鑰，收報處之電磁鐵發生作用，將一鐵桿吸下，桿上有筆，即於紙上畫出斷斷續續有長有短之符號。

373. 試略述電話之原理。

發言者向送話器發音，音波使鐵片振動，引起通過送話器的電流變化，此變化利用變壓器生一感應電流，將此感應電流傳至遠處聽筒中，再由電流的磁效應而變為音波。

374. 何謂變壓器？有何作用？ (務本女中)

用一環狀軟鐵心，一邊繞絕緣粗導線，稱為原線圈；一邊繞絕緣細導線，稱為副線圈。如此之裝置，即為變壓器。在原線圈中通以交流，副線圈中因感應作用亦發生交流。副線圈兩端之電壓，與原線圈兩端之電壓比，等於此兩線圈之圈數之比。

375. 變壓器有何用處？ (務本女中)

利用變壓器，可將低電壓交流，昇成高電壓交流，或反其道而行之亦可。其用處在於可將電流送至遠處，而無大損失。交流電發力所，常將交流電壓用變壓器昇至數千伏特以上，再送至遠處，即可減少導線上所耗的熱能。遠處收得此高壓交流，再將其電壓變低而取用之。

376. 交流與直流，在工業上何者爲宜。(齊魯附中)

除不得不用直流外(如電鍍之類)，皆以交流爲宜，因其電壓可使之隨意昇降，而直流則不能也。

377. 電磁感應，尙有他種用途否？

尙可利用之以製成感應圈。感應圈之原理，與變壓器相同。惟原線圈中之電流爲直流，而以機械的方法，使其迅速斷續。於是在副線圈之兩端，卽有數千或數萬伏特之電壓發生，遂有放電現象出現。真空管中之放電，卽係利用感應圈而來者。

378. 以通有電流之導線，置於磁場中，則如何？

(浙22)(敬業中學)

導線發生運動，直流電動機，卽由此而成。若以直流通入直流發電機，該發電機卽變爲電動機。

379. 發電機與電動機之原理相同否？(敬業中學)

(南京中學)

不同，發電機爲變機械能成電能之裝置，電動機爲變電能成機械能之裝置，兩者之定律，絕不相同。

380. 交流電動機之原理如何？

利用旋轉磁場之原理，惟不在初中範圍以內，故祇得從略。

381. 電動機有何應用?

(一)電扇,(二)電車,(三)運轉各種機器。

382. 何謂音波?

空氣之一種波動,傳至耳中可生聽覺者,謂之音波。其振動方向,與進行方向同,故為縱波。

383. 音波何由發生?

(蘇農)(河北)

物體振動,傳於空氣,始生音波。故吾人所聞之音,乃由物體之振動而來也。

384. 音波如何傳播? (蘇州農藝,澄衷中學)(浙21,22)

音波必須藉物質以傳播,在真空中不能進行。將音波傳至吾人耳中者,為空氣。

385. 音波在空中進行,速度如何?

(同濟附中,

蘇州中學)(北平,冀23,浙21)

音波在空氣中進行,與溫度有關係。在常溫時(攝氏 15°),為每秒 340 米,遠較光速為小。溫度每昇 1° ,約可增 0.6 米。

386. 音在水中與鐵中進行,速度如何?

(澄衷中學)(浙21,22)

在水中之速度,約為空氣中之四倍。

在鐵中之速度,約為空氣中之十五倍。

387. 音波亦有反射作用否?

(無錫中學,敬業中學,

浙21)

音波由一物質行至他物質之界面,亦有反射作用發生,一似音由第二物質發來。我人所聞之回聲,即由音波反射所

致。

388. 音有幾種?

有樂音與噪音兩種。

389. 試述樂音與噪音之別。 (漢口)

樂音。振動有規則，聞之生快感。

噪音。振動無規則，聞之生厭惡。

390. 何謂音之三要素? (南京中學, 上海中學, 澄衷中學)

(一)音調, (二)音強, (三)音品。

391. 何謂音調? (無錫中學)(浙22)

音調是聲音的高低，由每秒振動數而定。振動數愈多，音調愈高。人耳得聞之音，振動數約自每秒 16 到每秒 40000。人之言語，振動數約自每秒 90—1000。

392. 何謂音強? (無錫中學)(浙22)

音強是聲音的強弱，由音波的振幅而定。振幅愈大，音愈強。若振幅一定，則因音波在空氣中成球形向四方傳出，故離音源愈遠，所聞之音愈弱。又如使音波沿細管祇向一方進行，則音強即可不變。醫生所用聽診器，以及用手掌包圍口唇，向遠處之人說話，都利用此理。

393. 何謂音品? (鎮江中學)

音品是音的一種特性，可使同調同強之音，在人耳中生不同之聽覺。各種樂器之音，及各人之言語，聞之可加辨別者，即因有音品之故。音品之不同，隨所生泛音之多少及強弱而異。

394. 何謂泛音?

凡發音體振動時，恆不止發出一音，而有高低不同之音，同時齊發。其中最低者稱為基音，亦稱原音。此外稱為泛音，亦稱倍音。泛音的多寡與強弱，使同強同調之音，發生差別。此種差別，稱為音品。

395. 音波除能被反射外，尚有他種現象否？

(浙21, 22)

尚有干涉，吸收，與引起共振三種。

396. 何謂干涉與吸收？

(一)干涉：兩音波同時傳至一處，疎部與密部相重，以致聲音消滅或減弱，稱為干涉。

(二)吸收：音波與物體相遇時，有一部分不起反射作用，即為該物體所吸收。任何物體，皆能吸收音波，惟多少各有不同。室中之壁上，若遮以吸收音波之物體，即不起回聲作用。絨布毛氈，吸音本領最大。有聲影戲錄音時，四圍壁上須鋪厚毛氈，即利用其吸收音波之性質，以減少回聲，而免語音混雜。

397. 何謂共振？ (杭州藝專，松江女中，敬業中學)(閩)

凡發音體各自有其一定之振數。若有振數相等之二發音體在一處，則一發音體振動時，音波傳至他發音體，即能令其自生振動。此現象稱為共振。胡琴之下端有一圓筒，音叉裝於空匣上，皆因利用空氣柱的共振，可使聲音加強之故。

398. 通常之發音體有幾種？ (浙22)

有四種：(一)板與膜，例如留聲機，鐘，鼓，鑼等，即係利用

板與膜之振動而製成者。

(二)簧,例如口琴,風琴等,皆係利用簧之振動者。

(三)弦,例如胡琴,鋼琴等,皆係利用弦之發音者。

(四)管,例如簫笛等,即係利用管者,振動者為管中之空氣柱。

399. 弦之發音定律為何? (浙21)

(一)振數與長短成反比例。(愈短音調愈高)

(二)振數與半徑成反比例。(愈細音調愈高)

(三)振數與張力平方根成正比例。(愈緊音調愈高)

(四)振數與密度平方根成反比例。(愈輕音調愈高)

400. 弦之發音情況如何?

將中點彈動,則全體振動而發基音。如以指輕按中點,彈

$\frac{1}{4}$ 處,即分兩段振動,而生第一泛音,其振數為2倍。以

指輕按 $\frac{1}{3}$ 處,彈 $\frac{1}{6}$ 處,即分三段振動,而生第二泛

音,振數為3倍。弦上不動之點稱為節,振幅最大之點稱為腹。

401. 管之發音定律如何? (浙21)

(一)振數與管長成反比。

(二)閉管之管長,為其基音波長之 $\frac{1}{4}$ 。

(三)開管之管長,為其基音波長之 $\frac{1}{2}$ 。

402. 管之發音情況如何？

則力吹管，則管中氣柱亦分段振動，而生泛音。

(一)閉管。一端常爲節，一端常爲腹。其所生泛音之振數，祇爲基音之1, 3, 5等奇倍數。

(二)開管。兩端常爲腹。其所生之泛音之振數，爲基音之1, 2, 3, 4等任意整倍數。

403. 氣柱之共振情況如何？

(漸²²)

(一)閉管。閉管之長，等於發音體所發音波長之 $\frac{1}{4}$ ，或其奇倍數時，共振最強。

(二)開管。開管之長，等於發音體所發音波長之 $\frac{1}{2}$ ，或有整倍數時，共振最強。

404. 人如何能發音？

人的喉內，有薄膜兩片，中夾一隙，稱爲聲帶。空氣由隙而出，激動聲帶，即成爲音。聲帶張緊則高音，弛緩則音低。

405. 人耳如何能聞音？

耳內有薄膜一片，稱爲鼓膜，又有纖維數千條，各與聽神經相連。音波傳入耳內，鼓膜起振動，使纖維共振，而傳於聽神經，即起聽覺。

406. 留聲機之原理如何？試略述之。

留聲機之主要部分爲唱頭與唱片。唱頭之構造較複雜，由鋼針，雲母片及金屬盒以構成。唱片爲硬橡皮盤，其上有

螺旋形之溝紋。鋼針在溝中刮過，即起種種振動，傳於雲母片，而成爲音，再經喇叭以放大之。

第二章 淺近之解釋與判斷

1. 離手之球，何以能繼續前進？ (滬23)

手持球而運動，則球亦為運動中之物體；依慣性定律，運動之物體常保持其運動狀態（除非受外力之作用），故離手之球，因未受手向後拉之力，而能繼續前進。

2. 輪船兵艦都係鐵造成，鐵比水重，何以仍能浮出水面？ (浙22, 河北)

根據阿基米得原理，物體之所以能浮，是因為其全體所排去之水重，大於該物體之重量之故；今輪船兵艦，雖係鐵製，但其所圍之空間甚大，而中心空虛，故其所排去之水，在水未侵入船中以前，重量大於船之全重量，因而能浮。

3. 用毛筆蘸墨水，水即由毫端自行上昇，此是何種現象？ (湘二)

此是毛細管現象（舊稱微管現象），

4. 乾燥小鐵針，可浮於水面，此是由於何種作用？

(浙21, 湘二)

此是由於水之表面張力作用。

5. 酒精燈心引酒精上昇，是由於何種作用？

(松江女中) (浙21)

由於毛細管作用（舊稱微管作用）。

6. 車夫拉車，起動之力比已動後所用之力有大
小否？抑相等？ (浙21)

起動之力比已動後所用之力爲大，因車輪與地面及輪軸與軸承間，均有摩擦力，故須以大於最大摩擦力之力，加於車身，始能使其運動。但既動之後，祇須用等於最大摩擦力之力，與之抵抗，使正在運動之車，不受其作用，車即可繼續進行而不息，因其有慣性也。是以知起動之力比已動後所用之力爲大。

7. 競走達終點時，不能立即停止，何故？ (浙22)

競走者爲運動體，依據慣性定律，非加以反對之力，不能使之停止。又因競走者速度甚大，故其動量 mv 甚大，依據 $Ft = mv$ 之關係，若欲立即停止，則 t 爲無限小，故 F 必須極大，即須用極大極大之力以反抗，始能停止也。此極大極大之力，競走者尚不能發，故不能立即停止。

8. 人當火車行動時，在車中向上拋球，仍落原處
否？ (浙21)

此題須分兩層答之：(一)就車之本身而言，則球因具有慣性，亦隨車前進，故仍落原處。(二)就車外之軌道言，則因球隨車而前進，故不落於原處。

9. 人在海水中較在淡水中，易於浮起否？

(復旦附中)(浙21)

較易浮起，因海水之密度較淡水爲大，其浮力亦較大也。

10. 黑板上能用粉筆寫字，由於凝聚力，然否？

(浙21)

非也。黑板之分子與粉筆之分子不同類，故此事乃由附着力所致。

11. 懸錘成何種平衡？ (浙21)

成穩定平衡，因其重心在下，如變動其地位，重心將上昇之故。

12. 游魚能浮於水面，魚之肉體之比重，較小於水之比重，然否？ (同濟附中)

非也。魚之所以能浮者，因其體內有一魚鰾故也。魚鼓氣於鰾中，則其腹膨大，於是排去之水量增加，而浮力亦隨以俱增，魚體雖因空氣入鰾，體重略有增加，然空氣之密度，遠遜於水，故所增之浮力，大於所加的體重，直至魚之體重小於水之浮力時，魚即上浮矣。

13. 舟行於水，飛機航空，有何異同？ (大同大學)

(一)同點。舟藉水之反作用以前進，飛機藉空氣之反作用以前進。

(二)異點。舟藉水之浮力以上浮，飛機藉空氣流之抵抗力以上昇。

14. 石在水中移動較在空氣中爲易，試言其故。

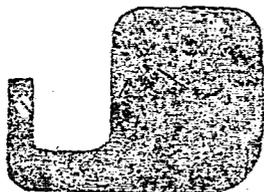
石在水中受浮力之作用，重量減輕，故易動較易。

15. 如第二十七圖所示，空氣墨水瓶之水，何以不向外溢？ (暨南附中)

瓶內上端不與大氣相通，空氣又不易由口而入，故瓶外大氣壓力，將瓶內高出的水柱，及或有的較小氣壓支住，而水不外溢。

16. 氣壓表充以水銀，而不用水，試言其三利。

(無錫中學)



第二十七圖

(一) 氣壓相當於 76 厘米高之水銀柱，今若以水易水銀，則因水銀之比重為 13.6，故 1 氣壓相當於 10.3 米

之水柱，如此長之玻璃管，非獨製之不易，而且檢視為難；故用水銀之一利，即為玻璃管短，裝置，保存，檢視皆便。

(二) 水銀在常溫下蒸發極微，玻璃管頂殆保真空，故表上所示者為真正之氣壓。今若易水銀以水，則因水在常溫下易於蒸發之故，管頂已非真空，而有蒸汽在其中，其壓力與大氣壓力一部分相抵，於是表上所示者即非真正大氣壓力矣。

(三) 水銀的冰點很低，槽中之水銀，不愁其結冰。若以水易水銀，則槽中之水，入冬即有結冰之虞，於是將失其效矣。

17. 油何以浮於水面、水銀何以沈水底？

(蘇州女中)

油之密度小於水，故水之浮力可使其上浮。水銀之密度大於水，故水之浮力不足以舉之。

18. 馬用力曳車，照反作用定律，車應以同大的力曳馬，何以車馬可以同時前進？

車雖曳馬，但馬足向後踏地，地亦因反作用以同大之力推

馬向前，此力大於車曳馬之力，故馬前進。又車波馬曳，輪與地之摩擦力則阻車向前，但此力小於馬曳車之力，故車仍向前進。

19. 用手推壁，壁何以不動？

實際上壁亦移動，但由牛頓運動定律，物體之加速度與質量成反比例，今壁與地球相連，其質量遠大於人，故只見人為壁之反作用所推而倒退，不見壁之有何移動。

20. 篲有油，入水即不會溼，試言其故。

油與篲的附着力大於油與水的附着力，亦的會聚力，又大於油與水的附着力，故篲不溼。

21. 襪帶等內藏有橡皮細帶若干條，所以能鬆緊自如，但使用過久，即不能收縮，試言其故。

因所施之力，超過彈性限度，以致橡皮之彈性失去。

22. 用精密的天平，可以辨別玻璃與金剛石，其法如何？

先求欲辨物體在空氣中的重量，再求在水中的重量，由此二數，求其比重，如比重與金剛石之比重相同，則原物即為金剛石，否則即為玻璃。

23. 大氣的壓力，既然很大，為何人處其中，不覺被壓？

因人體內亦有氣壓，與外面之氣壓相等故也。

24. 用鐵製成中空的兩半球，可分可合，叫做馬德堡半球，此兩半球密合時，若將空氣抽去，

則人力即不能將其揭開，若將空氣放入，則揭開甚易。何故？

球內空氣抽出後，幾成真空，而外面大氣之壓力，則仍很大，故人力不能揭開。入以空氣，內外壓力平均，故揭開極易。

25. 選擇罐頭食物，何以要選形狀凹陷者？

罐形凹陷，乃受大氣壓力之故，可見罐內空氣抽得很淨，食物決無敗壞之虞。

26. 平常所用的桿秤（即稱），有提索（即稱紐）二三條，用各提索所測之輕重不等，何故？

換用磅鈕，等於將支點向重點移近或移遠。今秤錘之地位若不變，則支點向重點移近時，重點方面之力臂減短，故須有較重之物，其對於支點所生之力矩，始等於秤錘對支點所生之力矩。支點離重點移遠，則重點方面之力臂加長，故較輕之物，其對支點所在之力矩，已足以抵秤錘對支點之力矩。此即桿秤各提索之測重範圍，所以不同之理也。

27. 裁縫用的剪刀，柄甚短而頭甚長，鐵匠用的剪刀，柄甚長而頭甚短，何故？

裁縫剪布不費大力，故用力臂較短的槓桿以求省時。鐵匠剪鐵皮須費大力，故用力臂較長的槓桿以求省力。

28. 玻璃器落在地毯上，不易破損，落在石上，即成粉碎。何故？

地毯為毛織物，有彈性，玻璃器皿落於其上，運動並不立

時停止，即使其停止之力，作用時間並不短，於是由 $Ft = mv$ 之關係，知 F 之值不甚大，故玻璃器不易碎。但玻璃器落於石上，則因石質堅硬，玻璃器之運動立即停止，於是力之作用時間為無限小，而 F 為極大極大，故成為粉碎。

29. 打鞦韆時，用大力可將週期縮短否？

不可，因擺之週期，與擺之長度平方根成正比例。

30. 放鎗之時，鎗柄抵肩，則彈由口處射出，柄向肩推。何故？

由於鎗彈之反作用。

31. 裁縫用針，時時在頭髮上擦過，何故？

頭髮上有油，以針擦過之，無異於加滑劑於針上，以減少針與布間之摩擦。

32. 身負重物，在地面上行走，算不算作功？

不能算作功，因並未將重物舉起，即未嘗反抗重力也。

33. 鑽木可以取火，是何作用？

是摩擦生熱作用，即機械能變成熟能之作用。

34. 鐵軌唧接處，為何留有空隙？ (北平)

因鐵軌受熱必脹，留有空隙，即為留膨脹之餘地，俾鐵軌不致因熱而彎曲。

35. 冬日化雪之時，反較下雪之時為冷，何故？

(江蘇水產)(皖)

雪於溶解之時，須向附近物體吸收熱量，而在下雪之時，則水因凝固而放熱，故化雪之時較下雪之時為冷。

36. 夏日洒水於庭,何以頓覺涼爽? (湘)
因所洒之水於蒸發時吸收熱量,故覺涼爽。
37. 口含 0°C . 之冰,較含 0°C . 之水,冷熱之感覺如何? (浙22)
較冷,因 0°C 之冰,須吸收其熔解熱後,始變成 0°C . 之水也。
38. 用溫度計放在熱水內,初放時水銀面反降下少許,其後方漸上昇,其故安在? (浙22)
初放時水銀尚未受熱,玻璃受熱先脹,故似見水銀下降,其後水銀柱亦受熱,而膨脹係數遠大於玻璃,故見水銀柱上昇。
39. 夏日揮扇覺涼,何故? (浙21)
因其幫助皮膚上汗的蒸發。
40. 新棉絮衣服,何以比舊衣服暖? (浙21)
新棉絮質鬆,中多空氣,不易傳熱,舊棉絮質地已堅,較易傳熱,故前者較暖。
41. 外面乾燥之寒暑表,受風吹着,其水銀柱即下降,然否? (同濟附中)
否。如外面潮濕,則為風所吹,蒸發較速,奪去熱量,水銀柱即下降。
42. 用手觸棉覺暖,觸鐵覺涼,棉之溫度高於鐵之溫度否? (同濟附中)
未必。所以覺暖者,棉可保護手上之熱不被奪去之故,所

以覺涼者，鐵將手上之熱迅速傳去之故耳。

43. 在冬季時，人之皮膚易覺乾燥，是何原故？

(復旦附中)

冬季溫度較小，空氣中之水汽並不飽和，故手上之汗，易於蒸發，而皮膚亦易覺乾燥。

44. 隔青色之玻璃視物，則白色之物體將成何色？

並申說其故。

(滬23)

將成青色，因透過玻璃而入於目者，祇有青光。

45. 雷閃同時發生，何以先見閃光而後聞雷聲？

(贛23)(北平)

因光速遠比音速為大，故光先入人目。

46. 紅色之所以為紅色，何故？

(浙22)

因其吸收紅色以外各光波，祇反射紅色波之故。

47. 太陽未出以前，既沒以後，何以皆覺光明？

由大氣之折射與空中塵埃之反射所致。

48. 樹林內地面上所映日光，皆作圓形，何故？

因太陽光線穿過枝葉之細隙，故地上所現者皆為太陽之針孔像，是以成圓形。

49. 穿衣鏡的玻璃，有何簡單方法，可在外面推測其厚薄？

在穿衣鏡中之像有二，一係鏡背所塗水銀之反射作用造成者，一係鏡面玻璃造成者，而前者遠較後者為濃。故以物體抵鏡面，則鏡中之像與物體並不相連，其間所隔距離，約為玻璃之厚度，因尚有玻璃折射作用也。

50. 球形玻璃器中之金魚，由側面觀之，比實物大，何故？

因玻璃器猶如凸透鏡，而金魚則在焦點以內。

51. 在黑色洋紙上，用紅墨水寫字不現，用銀硃寫字即現，何故？

因光可從紅墨水透過，全被吸收，故不可見。但射在銀硃上，則紅光即被反射，故字跡清楚。

52. 一塊鐵，如何可知其是否磁鐵？

以繩懸之，察其是否指南向北。

53. 導線中有無電流通過，可用何法測之（不用電表）？

(浙22)

取磁針一枚，待其指定方向後，移近線旁，如磁針轉動，即有電流通過。

54. 落雷時坐在房內，即無危險，是何緣故？

因放電時電沿牆壁而達屋頂，除非房屋被毀，決不致於觸電。

55. 冬天撫小貓，每見有微光發出，何故？

手撫小貓，貓身之毛即帶電，同時因空氣乾燥，貓身之電不易傳去，故即與手上之電起放電作用，而發微弱之電花。

56. 雷聲何以殷殷不絕？

雲層中有回聲續到之故。

57. 聞遠處之音，以兩手包於耳旁，即覺較為清

楚，何故？

以手包耳，音波達於手上，即被反射而入耳，故聲音即可加強，聞之較為清楚。

58. 月球上放大砲，地球上能聞見否？ (浙21)

不能，因月與地隔有真空，音波無從傳播也。

59. 留聲機轉動愈速，則音愈高，何故？

因鋼針之振動速而振數加多，故音亦提高。

60. 簫笛上皆開有若干圓孔，有何用處？

將孔全閉，則成一閉管，其兩端為管口，如放底下一孔，則此管之一口即係此孔，而管長縮短，於是振動加多，而音調提高。故開放各孔，即可得不同音調之音。

第三章：簡易的計算

1. 10 立方厘米之銅，在空氣中重 89 克，在水中應重幾何？ (滬 3)

〔解〕因水每立方厘米重 1 克，故此銅塊在水中失去 10 克。

$$89 - 10 = 79. \therefore \text{在水中應重 } 79 \text{ 克。}$$

2. 有物體在空氣中稱之，重六十二克，在水中稱之，重四十二克，求此物體之密度。 (閩)

$$\text{〔解〕此物之比重} = \frac{62}{62 - 42} = \frac{62}{20} = 3.1$$

在 C. G. S. 制中，比重與密度數值相同，故知此物體之密度為每立方厘米 3.1 克。

3. 沿長 10 呎，高 5 呎之斜面，引上 200 磅之物體，須力若干磅重？ (湘三屆)

〔解〕設命 F = 所用力之磅數，則依斜面公式，

$$\frac{F}{200} = \frac{5}{10}, \therefore F = 200 \times \frac{5}{10} = 100$$

\therefore 須用 100 磅重之力。

4. 白金一塊，在空氣中重 264 克，在水中重 252 克，求白金之比重。 (湘三)

$$\text{〔解〕比重} = \frac{264}{264 - 252} = \frac{264}{12} = 22.$$

5. 將重 150 磅之物，置於長 9 呎，高 3 呎之斜面

上，須用若干磅重之力，可沿斜面支持之。

(湘四)

【解】 $F = 150 \times \frac{3}{4} = 112.5$ ，故須用 112.5 磅重之力。

6. 一橫桿，長 4 尺，一端懸 2 斤重之物，於距此端 3 尺遠處支持之。問須於他端懸重若干，方能平衡？ (湘五)

【解】 $2 \times 3 = (4 - 3) \times F$ ， $\therefore F = 6$ ，須懸重 6 斤。

7. 以每秒 64 呎速度拋球，最高能達幾呎？ (浙 21)

【解】設 s 為最高距離，則

$$2gs = 64^2, \quad 2 \times 32s = 64^2, \quad \therefore s = 64 \text{ 呎。}$$

8. 潛水者潛至 100 米時，其所受之壓力為何？

(大同附中)

【解】因水之密度為每立方厘米一克，故

$$1 \times 100 \times 100 = 10000 \text{ 克} = \text{所受壓力。}$$

9. 魚在水中靜止時，其體之平均密度為何？

(大同附中)

【答】因其比重為 1，故其平均密度為每立方厘米 1 克。

10. 自一高樓投下一石，經三秒達地，問樓高若干呎？ (江蘇小產)

【解】 $s = \frac{1}{2}gt^2$ ， $\therefore s = \frac{1}{2} \times 32 \times 3^2 = 144$ 呎。

11. 設輪之半徑為 60 英寸，軸之半徑為 4 英寸，今欲起重物 120 磅，當用力若干？

[解]依輪軸公式,

$$4 \times 120 = 60 \times F, \therefore F = 8 \text{ 磅重之力。}$$

12. 有甲乙二杯, 甲杯有水 100 克, 其溫度為 20°C .; 乙杯有水 20 克, 其溫度為 80°C .; 兩杯之水混和, 溫度如何? (湘三)

水之比熱為 1 卡, 若命 t 為混和後之溫度, 則

甲杯吸收熱量 = 乙杯放出熱量

$$100(t - 20) = 20(80 - t)$$

$$\therefore t = 30^{\circ}\text{C}.$$

13. 攝氏 10 度之水 34 克, 加熱至 85°C .; 問須熱量若干? (蘇州中學)

[解] $(85 - 10) \times 34 = 75 \times 34 = 2550$ 卡。

14. 試將 85°F . 變成攝氏度數。 (太倉中學)

[解] $C = (85 - 32) \times \frac{5}{9} = 54 \times \frac{5}{9} = 30$.

15. 有人立於平面鏡前, 距鏡面 15 呎, 問其像距鏡面幾呎? 又設此人向前進行 6 呎, 則其像離鏡面幾呎?

[答] 15; 9.

16. 導線一條, 加長三倍, 則其電阻應增加幾倍?

(湘二)

[答] 三倍。

17. 兩個電阻 4 歐姆與 7 歐姆相串聯, 總電阻是

多少? (浙21)

[答] $4+7=11$ 歐姆。

18. 電勢差 100 伏特, 電阻 20 歐姆時, 電流爲若干安培? (浙21)

[解] $I = \frac{E}{R}$, $\therefore I = \frac{100}{20} = 5$ 安培。

19. 今有電燈一盞, 用電流 0.25 安培, 聯於 200 伏特之線路上。求其電阻。 (蘇州中學)

[解] $I = \frac{E}{R}$, $\therefore R = \frac{E}{I} = \frac{200}{0.25} = 800$ 歐姆。

20. 音波速度每秒 331 米, 今有一發音體, 每秒振動 500 次, 問波長幾何? (蘇州中學)

[解] $nl = v$, $\therefore l = \frac{v}{n} = \frac{33100}{500} = 66.2$ 厘米。

中華民國二十四年五月初版
中華民國三十一年十一月渝第一版

(B2172.1渝手)

初中複習叢書
物理學 一冊

渝版手工紙 定價國幣壹元貳角

印刷地點外另加運費

版 翻 權 印 所 必 有

編著者 陳 嶽 生

重慶白象街

發行人 王 雲 五

商務印書館

印刷所 商務印書館

各地

發行所 商務印書館

