

中學各科要覽

物 理 學

(上)

張開圻編

編輯大意

1. 本書預備作為初高中學生在課外複習時應用，並備作大學專門學校入學考試前，在短期內可得一具體的準備為目的。
2. 本書內容，淺解和圖解並重，提綱挈領，作一有系統的敘述，以便複習時易於記憶，而便推考。
3. 本書對於每一主要事項，大致歸納一頁。在頁面左方的一頁上，首兩項提出其要點，第三項為參考編。附以解說或插圖，以期易於領悟。
4. 本書的單數頁上，最右的一項為習題，其他兩項為習題解答。
5. 本書中習題和解法的一頁，常和主要事項的一頁互相對照，以便參考。
6. 本書除依編者的經驗編纂外，其大部分材料係採自日本研究社表解式參考書，改訂而成。

目次

1. 緒論(一).....4	16. 氣體(二)氣壓計.....34	33. 熱 (三)熱的輻射.....68
2. 緒論(二)單位.....6	17. 氣體(三)壓力計、大氣的浮力...36	34. 熱 (三)熔解、凝固.....70
3. 緒論(三)密度、比重.....8	18. 氣體(四)波義耳定律.....38	35. 熱 (四)汽化、液化.....72
4. 緒論(四)位移、運動、速度、加速 度.....10	19. 氣體(五)抽水唧筒.....40	36. 熱 (五)大氣中的水汽.....74
5. 緒論(五)慣性、力、反作用.....12	20. 氣體(六)空氣唧筒、壓氣唧筒...42	37. 熱 (六)熱機.....76
6. 緒論(六)重力、壓力、張力、分子 力.....14	21. 氣體(七)虹吸.....44	38. 光 (一)直線傳播、照度、光度...78
7. 固體——彈性.....16	22. 熱 (一)溫度、熱.....46	39. 光 (二)光的反射、平面鏡.....80
8. 液體(一)水平面、液體的壓力...18	23. 熱 (二)溫度計.....48	40. 光 (三)凹鏡(1).....82
9. 液體(二)巴斯噶原理、水壓機...20	24. 熱 (三)熱量、比熱.....50	41. 光 (四)凹鏡(2)、凸鏡.....84
10. 液體(三)內部的壓力、連通器...22	25. 熱 (四)比熱的測定.....52	42. 光 (五)光的折射.....86
11. 液體(四)阿基米得原理、物體的 浮沈.....24	26. 熱 (五)固體的線膨脹.....54	43. 光 (六)透鏡.....88
12. 液體(五)比重的測定.....26	27. 熱 (六)固體的體膨脹.....56	44. 光 (七)光的色散、虹霓.....90
13. 液體(六)表面張力.....28	28. 熱 (七)液體的膨脹.....58	45. 光 (八)光譜、物體的顏色.....92
14. 液體(七)毛细現象、擴散、滲透...40	29. 熱 (八)氣體的膨脹.....60	46. 光學器械(一)照相機、顯、顯微鏡...94
15. 氣體(一)性質、大氣壓.....32	30. 熱 (九)氣體的普遍定律.....62	47. 光學器械(二)幻燈、放大鏡、顯 微鏡.....96
	31. 熱 (三)熱的傳播、熱的傳導...64	48. 光學器械(三)望遠鏡、潛望鏡...98
	32. 熱 (二)熱的對流、暖室的設 備.....66	

學習物理學的注意

1. 第一要正確了解。

爲應付考查或考試，把書上所載的，或先生所教的圖圖吞下去，只知道暗記的學生很多，這真是可惜。本來要想了解學問，固然少不了暗記的功夫，但是物理學是要推想思索的部分佔得多，所以物理學所討論的事項，若不充分了解，不但不能活用，且推想也難得正確，對於物理學的興趣也會消滅的。所以要學習物理學，第一要有正確的理解。

2. 術語名詞的意義要正確了解。

物理學所用的術語和名詞等，必須要徹底了解。只圖暗記，濫費腦力，必全歸無效，毫無結果。術語的意義，只要正確了解，不像其他文章，無需暗記。所以了解正確的意義，是很重要的。

3. 公式要正確理解。

物理學所用來表示種種數量關係的公式相當多。公式不

僅是應該暗記的，式中所含物理學的意義，要充分了解，所表示的現象，定要正確認識。僅僅暗記公式，把數字代入，僅知道作代數學的計算法，這是初學者易有的弊病，是最忌的事情。

4. 基礎的計算問題要徹底練習。

普通考試多出計算問題，這是觀察理解力的最簡單正確方法。但計算問題的數目是無限的，完全演習，不易辦到。最好是就各事項的基礎問題，各擇幾個來徹底練習了解，實是要訣。

5. 說明問題的解答須得要領。

解答說明問題，普通比解答計算問題難。自然現象一見好像簡單，但是複雜的居多，所以不易完全說明。然而各現象各有要點，捉住要點，用簡要的文字表現出來，是很重要的。

物體 凡占有一定的空間，由吾人的感覺可認識其存在的，稱為物體。

物質 凡構成物體的實質，稱為物質。

質點 很小的物體可以假定成一點時，稱為質點。

質量 物體內含有物質多少的量，稱為質量。

自然現象 自然界中物質的種種變化，稱為自然現象。自然現象的種類雖多，但可大別為下列的二種：

物理變化 凡物質的狀態雖起變化，但其實質常保持一定的性質。如將變化的原因除去，則容易恢復原有的狀態。這種變化，稱為物理變化，或稱物理現象，為物理學研究的範圍。

化學變化 凡物質起變化後，所成他物質的性質，完全和原物質不同。這種變化，稱為化學變化，為化學研究的範圍。

自然科學 凡根據精密的觀察和

實驗，以研究自然現象，運用正確的思考和推理而研究的學問，稱為自然科學。

物理學 物理學為自然科學的一分科，係研究物質的性質，物體的運動，以及熱、聲、光、磁、電等項現象的學問。研究物理學的目的，在求得各現象間的關係，以確定物理定律。其應用可增進人類文化的設備，以得日常生活上的便利。

三種物態 物質的狀態，稱為物態。物態有固體、液體、氣體的三種區別，稱為三種物態。

固體 如木、石等，凡有一定的體積和一定的形狀，而不易改變的物體，稱為固體。

液體 如水、油等，凡有一定的體積，但其形狀隨容器而易於改變的物體，稱為液體。

氣體 如空氣、水蒸汽等，凡形狀和體積均無一定，而容易改變的物體，稱為氣體。

液體和氣體均易流動，可合稱為流體。

物體和物質的區別

物體有大小、形狀等的量度；物質係表示物體中的實質；例如桌、椅、書架等都是物體，而構成各種物體的實質，如木材、紙、鐵等，均為物質。

物質的通性

各種物質共有的性質，稱為物質的通性。其顯著的如下列數種：

(1) 廣延性 物質占有一定空間的性質，稱為廣延性，或稱填充性。

(2) 不可入性 兩物質不能同時占有同一空間的性質，稱為不可入性。

(3) 多孔性 物質的組成並非連續相接觸，其中含有微小空隙的性質，稱為多孔性。

(4) 重量 物質皆有重量。

(5) 慣性 物質不受外力時，均有繼續保持其靜止或運動狀態的性質，稱為慣性。

——習題解答——

1-6. 12. 13見本文的說明。

7. 物體的種類較多。因同一物質可造成多種的物體；例如鐵的物質，可造小刀、火鉗、釘、鏈、以及桌、椅、床、櫥等很多的物體。

8. 水遇冷即凝固成冰，水如受熱則成水蒸汽，均為物理變化。水中如通以電流，則水即分解成氫和氧的氣體，所具有的性質，和水就完全不同，故為化學變化。

電燈中的燈絲，當電流通入時即燃熱以發光，但其變化祇繼續消耗電的能量，燈絲的性質卻未改變，故為物理變化。木炭燃燒即變成二氧化碳的氣體，得實質上的變化，故為化學變化。

9. 高處落下的物體，物體受熱而膨脹，被激動而發聲，電燈絲在電流通入時燃熱而發光等，均為物

理變化的例證。

木炭燃燒變成二氧化碳的氣體，水受電解而分析為氫和氧的兩種氣體，鐵器在濕空氣中而生鏽，食物因微生物的存在而腐敗等，均為化學變化的例證。

10. 蠟燭燃燒時，蠟熔解而汽化，為物理變化；氣體同時燃燒而變成水和二氧化碳氣，即為化學變化。

11. 自然科學的研究須根據現象的觀察，但因許多現象常在適當的時機和適當的地方，方可發生；且有時所生的各種現象，甚為複雜，不便研究，故須用實驗以造成觀察。例如研究飛機時，對於氣流的複雜關係，可造一飛機的模型，就風洞以研究，較為便利，而免去實際在空中研究的困難。

習題 (結論)

1. 說明物體和物質。

2. 試述物體和物質的區別(見參考欄)。

3. 試舉出數種物質的屬性，並加以說明。(見參考欄)

4. 如何可辨識空氣的存在？

5. 何謂物質的廣延性，和不可入性？

6. 將一玻璃瓶倒立而浸入水中時，水不能全入瓶內。何故？(參考欄的不可入性)

7. 物體和物質的種類孰多？試述其理由。

8. 物理變化和化學變化有何區別？

9. 試各舉四例，以說明物理變化和化學變化。

10. 試舉例說明物理變化和化學變化可相伴而發生。

11. 試述自然科學的研究，應注重實驗的理由。

12. 試述物理學研究的事項。

13. 試述物理學的目的，和研究法。

單位 研究物理學須有各種量的測定。權度的方法，先在同類量中選定一標準量，然後將欲測的量和其比較，以確為這量的若干倍。凡同類量中所規定的標準量，稱為單位。

基本單位 物理學中可以權度的量，稱為物理量，各有規定的單位。物理量中的長度、質量、和時間，稱為三個基本量。這三個基本量所用的單位，稱為基本單位。

導出單位 物理現象都包含質量、空間和時間的關係，故各種量的單位都可由基本單位組合而成。凡由基本量導出的量，稱為導出量。凡由三個基本單位組合而成的單位，例如面積、體積、速度、和密度等的單位，稱為導出單位。

(1)長度的單位 米制中長度的單位為1米，即在(4)的約和10%的合金製成的合金國際米原器上，所規定的兩橫標線間的距離。再依1米的長度，用十進法定出厘米、分米、厘米等，為其補助單位。

面積體積的單位為長度的導出單

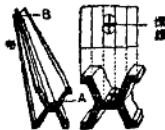
位；如平方厘米(cm^2)、立方厘米(cm^3 , c.c.)等。容積的單位如為1升，即等於1000立方厘米。

(2)質量的單位 質量的單位為1仟克，即等於一鉀銻合金製成的圓柱體的質量，稱為仟克原器。其 $1/1000$ 的質量為1克。更用十進法確定分克、厘克、毫克等的單位。1克即等於1立方厘米的純水，在攝氏4度時的質量。

(3)時間的單位 在地面上某處子午線的觀察者，見太陽兩次繼續遠中天所歷的時間，稱為1太陽日，為時間的單位。因一年中各太陽日的長短，隨季節而不相等，故取一年中太陽日的平均數，定為1平均太陽日。1日再分小時、分、秒的單位。1秒即平均太陽日的 86400 分之一。

C. G. S. 單位 凡用厘米、克、秒三單位為基本單位的系統，稱為 C. G. S. 單位。物理學上常用此單位，以求便利。

(例)每秒厘米(速度) 每克立方厘米(密度)



國際米原器

國際米原器現藏巴黎國際緯度局，其橫截面成X形，在中間溝底面上，有A, B兩橫標線。兩標線間的距離，在攝氏零度時，即為1米的長度。



仟克原器

——習題解答——

1—3參考本文的說明。

4. (1) 尺端易於磨滅，其處的標度即不真確，故用尺測定物體的長度時，可取尺上的任何一標度為起點，再讀出物體上另一標度處符合的標度數，則兩處標度尺數的差數，即測定物體的長度。

(2) 將尺平置在物體上，測其長度時，常因尺有厚度，使眼的位置發生視差，亦須注意，故量度時應將尺上的標度線，直接和物體接觸，方可讀出真確的長度。

(3) 米尺上刻度至毫米線為止時，其1/10毫米的部分，應作精密的估計。

5. C.G.S單位(見本文)的優點：(1) 用十進法計算便利；(2) 各種的量有相互的簡單關係(比重和密度得用同一數值來表示)；(3) 物理學上應用時，單位的大小適當而便利。

6. 平方厘米、立方厘米。

7. (1) 在特製有側管的燒杯中盛水，至一定相當的深度。若將固體浸入水中，則水即被排開，由側管溢出，流入刻度的量杯中，即可推出不規則固體的體積。

(2) 在刻度的量杯中盛水，記其體積，然後將物體浸入水中，記出水面上升所達的體積數。由兩次體積數值的差數，即為不規則物體的體積。

(3) 應用阿基米得原理(參考頁)。

8. 直接法(1) 用天平測定物體的質量；(2) 時鐘測定時間；(3) 用量杯測定液體的體積；(4) 用分度規測定角的大小。

間接法(1) 由物體的長、闊、厚三邊長度的測定，推求其體積；(2) 由物體的膨脹，知其溫度；(3) 由蠟黃的伸長，可推知物體的重量。

習 題 (結論)

1. 何謂單位？

2. 何謂基本單位和導出單位？

3. 試述米制的概度，並說明其優點。

4. 試述用尺量物體的長度時，應注意的事項。

5. 何謂 C. G. S. 單位？又此單位和他種單位比較，試舉其優點。

6. 表示面積和體積的 C. G. S. 單位，其名稱如何？

7. 說明測定形狀不規則固體的體積，所用的方法。

8. 測定一切量的大小時，如和單位量比較而得的，為直接測定法(例如物體的長度用尺直接測得)。如用他量直接測定後，再由各量間的關係，以測定物體的量，則為間接測定法(例如由水銀柱的高度可推出大氣壓的大小)，試就此兩種方法，各舉三例。

密度 表示物質疏密的程度，用物體的單位體積中所含的質量來測定，稱爲物質的密度。如命 v 表示一物體的總體積， m 表其總質量， d 爲該物質的密度，則其關係如下式：

$$\text{【公式】 } d = \frac{m}{v}, (\text{密度}) = \frac{(\text{總質量})}{(\text{總體積})}$$

【例】水銀的密度 $\left\{ \begin{array}{l} \text{每立方厘米的} \\ \text{質量爲13.6克} \\ \text{稱13.6每立方} \\ \text{厘米克} \end{array} \right.$

密度的單位，是由質量和體積的單位組合而成的一種導出單位，其 C.G.S. 單位爲克/立方厘米，稱爲每立方厘米克。

密度的數值，隨物質的溫度而稍有改變。

比重 物質的輕重，應和一樣準物質（通常取攝氏4度的純水）比較而知。凡物質的重量（或其質量）和等體積4°C純水的重量（或其質量）相比，所得的數值，稱爲該物質的比重。

設 d 表物質的密度， d_0 爲水的密度， s 爲該物質的比重，則由密度的比，得下式的關係：

【公式】 $s = \frac{d}{d_0}$
(比重) = $\frac{(\text{物質的密度})}{(\text{水的密度})}$

【例】水銀的比重 = 13.6 (不名數)
C.G.S. 單位中，因4°C純水的密度爲1每立方厘米克，故物質的比重，恰和其密度的數值相等；那麼比重的公式，亦可直接寫成下式：

$$\text{【公式】 } s = \frac{m}{v} \quad (\text{比重}) = \frac{(\text{質量})}{(\text{體積})}$$

密度和比重的區別 (1) 密度爲物體的單位體積中所含的質量；比重係表示物質的重量，較同體積水的重量爲若干倍。

(2) 密度爲名數，須記出其單位；而比重爲不名數。

(3) 密度的數值，隨各種的制度而各不相同；但比重的數值，在各種制度中均爲同一的數值。（例如英制中水的密度爲62.4磅/呎³，金的密度爲1204.32磅/呎³，故其比重等於1204.32/62.4 = 19.3，而C.G.S.單位中金的密度則爲19.3克/厘米³，但其比重亦爲19.3。）

比重表

鐵	22.4	鋁	2.68
鉑	21.6	玻璃	2.6
金	19.3	軟木	0.16-0.24
銀	10.6	冰	0.918
銅	8.9	松	0.5
鐵	7.8	杉	0.4
錫	7.3	水銀	13.6
黃銅	8.5	酒精	0.78
鉛	11.8	石油	0.75
鎳	8.9	海水	1.01-1.05
鉍	7.1	白蠟	0.8
竹	0.4-0.6	牛乳	1.03
金剛石	3.0	石英	2.9
人體	1.07	硬橡皮	1.8

——習題解答——

1. 參考本文。
2. 物質的密度 = 物質的比重 $\times 62.4$
3. $d = \frac{m}{v}$, 木塊的體積 $= 40 \times 30 \times 15 = 18000$ 立方厘米, 木塊的質量 $= 9000$ 克, 故木塊的密度 $= \frac{9000}{18000} = 0.5$ 克/厘米³……(答)
因用 C.G.S. 單位時, 比重和密度的數值相等, 故木塊的比重 $= 0.5$ ……(答)
4. $d = \frac{m}{v}$, $\therefore v = \frac{m}{d} = \frac{100}{8.8} = 12.05$ 立方厘米(答)
5. $d = \frac{m}{v}$, $\therefore m = vd$
設 x = 內直徑, 則水銀條的體積 $= 3.1416 \times \left(\frac{x}{2}\right)^2 \times 10$ 立方厘米。
又水銀的密度 $= 13.6$, 故得
 $3.1416 \times \left(\frac{x}{2}\right)^2 \times 10 \times 13.6 = 153.73$
 $\therefore x = 1.2$ 厘米……(答)
6. 30 c.c. 的 4°C . 純水計重 30 克。
故鐵塊的比重 $= \frac{234}{30} = 7.8$ (不名數)(答)
7. C.G.S. 單位中密度的數值和比重相等, 故得 $11.8 \times 3 = 35.4$ 克……(答)

8. $s = \frac{m}{v}$, $\therefore v = \frac{m}{s}$
故其體積 $= \frac{30}{1.93} = 15.54$ 立方厘米
設 r 為球的半徑, 則其體積為 $\frac{4}{3}\pi r^3$
故 $\frac{4}{3}\pi r^3 = 30$,
 $r = \sqrt[3]{30 \times \frac{3}{4\pi}} = 1.93$ 厘米,
故球的直徑 $= 2r = 3.86$ 厘米……(答)
9. $s = \frac{m}{v}$, $\therefore m = sv$
 $\therefore m = 13.6 \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{8}{2}\right)^2 \times 10 = 68.39$ 克……(答)
10. 設 x = 鈹的重量, y = 銅的重量, 則得 $x + y = 80$ ……(1)
又鈹的體積 $= \frac{x}{7}$, 銅的體積 $= \frac{y}{8}$,
黃銅的體積 $= \frac{80}{8.5}$ 。如假定合金的體積為其各成分體積的總和, 則得
 $\frac{x}{7} + \frac{y}{8} = \frac{80}{8.5}$ ……(2)
解(1)和(2)的兩式, 得 $x = 16.47$ 克 $y = 63.53$ 克……(答)

習 題 (續前)

1. 試述密度和比重的區別
2. 比重和密度, 有何區別? 如用英制的單位, 二者的數值是否相同?
3. 密度和比重, 其區別何在? 有長方形的木塊, 長 40 厘米, 闊 30 厘米, 高 15 厘米, 其重為 9 仟克。求此木塊的比重和密度。
4. 密度為 8.8 的黃銅塊, 計重 100 克, 求其體積。
5. 在內直徑一樣的玻璃管中, 注入 10 厘米長的水銀條, 其質量為 153.73 克。求管的內直徑。
6. 一鐵塊的體積為 30 立方厘米, 重為 234 克。求其比重。
7. 鉛的比重為 11.3, 求 3 立方厘米鉛塊的重量。
8. 一珠體的比重為 2, 質量為 60 克。求其直徑。
9. 長為 10 厘米, 直徑為 0.8 厘米的圓筒, 可容比重為 13.6 的水銀若干克? ($\pi = \frac{22}{7}$)
10. 用鈹和銅熔解, 而凝固成黃銅 80 克, 求所用的鈹和銅各為若干克 (設鈹的比重 = 7, 銅的比重 = 8, 黃銅的比重 = 8.5)。

位移 物體的位置，依一假定為靜止的標準體而定。一質點的位置，可依選定的直角坐標而定。凡物體在空間中發生位置的改變，稱為位移。

運動 凡物體連續發生位移的狀態，稱為運動。運動和靜止，為相對的名詞。

主要運動 物體在空間中的運動雖很複雜，但可分析為兩種主要運動：

(1) **移動** 物體運動時，體內各質點的運動，都依同一方向而互相平行的，稱為移動。移動可再分為兩種：

(a) **直線運動** 物體移動時的方向，如沿直線的，稱為直線運動。

(b) **曲線運動** 物體移動時的方向，隨時改變，其運動的軌迹，成一曲線的，稱為曲線運動。

(2) **轉動** 如飛輪、陀螺等的運動，凡一物體繞一軸線而旋轉的，稱為轉動。

速率 凡物體運動時的位移變率，稱為速率，用每單位時間內所生位移的變化來測定。若同時指速率和方向的量，稱為速度。

速度的 C.G.S. 單位為厘米/秒。速率為無向量，但速度為有向量。

設物體在 t 秒內通過某方向的直線移位為 s 厘米， v 為平均速度的厘米/秒的數值，則得下式：

$$【公式】v = \frac{s}{t}, \quad (\text{平均速度}) = \frac{(\text{位移})}{(\text{時間})}$$

加速度 凡物體運動時的速度變率，稱為加速度，用每單位時間內所生速度的變化來測定。

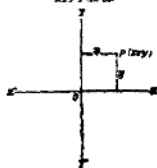
設物體的初速度為 v_0 ，經 t 秒而變成末速度 v ，則其平均加速度 a 如下式的求法：

$$【公式】a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$(\text{平均加速度}) = \frac{(\text{速度的變化})}{(\text{時間})}$$

加速度的單位為厘米/秒² (每秒每秒厘米)

直角坐標



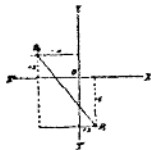
在一平面內，作互相垂直的兩直線 XX' 和 YY' ，其相交點 O ，稱為原點。 XX' 線稱為橫軸，或稱 X 軸； YY' 稱為縱軸，亦稱 Y 軸。如求平面內 P 點的位置時，可從這點作兩直線，各和橫軸及縱軸相垂直，由其距離 x 和 y ，即得 P 點的直角坐標，用 $P(x, y)$ 來表示。



曲線運動的方向隨時刻而改變，如在曲線上的一點，作一切線，即表示通過此點時的方向。

1—3 參考本文的說明。

4. 無向量祇有大小而無方向的量，如質量、密度、面積、和體積等。有向量則兼有大小和方向的量，如位移、速度、加速度、和力等。



P_1 和 P_2 的距離 $=\sqrt{6^2+8^2}=10$ 厘米(答)

6. 1哩 $=5280$ 呎，1小時 $=3600$ 秒

設 x =速度的每秒呎數，則

$$x \frac{\text{呎}}{\text{秒}} = 60 \frac{\text{哩}}{\text{小時}}$$

$$\text{故 } x = 60 \frac{\text{哩}}{\text{呎}} \times \frac{\text{秒}}{\text{小時}} = 60 \times \frac{5280 \text{ 呎}}{\text{呎}} \times \frac{\text{秒}}{3600 \text{ 秒}}$$

$$\therefore x = 88 \quad \text{故得 } 88 \text{ 呎/秒} \cdots \cdots (\text{答})$$

【註】單位的化法如免去差誤，可依代數式的解法來計算。

$$v = \frac{s}{t}, \quad v = \frac{152}{5} = 30.4 \text{ 呎/秒}$$

設 x =速度為每小時海里的數值，則 $x \frac{\text{海里}}{\text{小時}} = 30.4 \frac{\text{呎}}{\text{秒}}$

$$\therefore x = 30.4 \times \frac{\text{呎} \times \text{小時}}{\text{海里} \times \text{秒}}$$

$$= 30.4 \times \frac{\text{海里} \times 3600 \text{ 小時}}{6080 \text{ 海里} \times \text{小時}}$$

$$= 18$$

故軍艦的速度為 18 每小時海里
.....(答)

$$8. s = vt, \quad s = 200 \times 9 = 1800 \text{ 厘米} \cdots \cdots (\text{答})$$

$$9. a = \frac{v-v_0}{t}, \quad a = \frac{30-45}{5}$$

$a = -3 \text{ 厘米/秒}^2$ 負號即表示速度減小時的加速度.....(答)

$$10. a = \frac{v-v_0}{t}, \quad t = \frac{v-v_0}{a}$$

$$\text{故 } t = \frac{(60-5) \times 5280}{9.167 \times 3600} = 4 \text{ 秒} (\text{答})$$

1. 何謂位移和運動?
2. 試就空間的關係，說明物體的兩種主要運動。
3. 速率和速度，有何區別?
4. 何謂無向量和有向量?試舉數例。
5. 設兩質點在平面內的位置為 $P_1(+2, -5)$ (厘米)，和 $P_2(-4, +3)$ (厘米)。試用圖表出，並問兩點間的距離為若干厘米?
6. 將60每小時哩的速度，化成每秒呎的單位。
7. 一軍艦在5秒內經152呎，問其平均速度為若干每小時海里(1海里 6080呎)?
8. 一物體運動時的速率如不改變，稱為等速度。設一車的等速度為2每秒米，求在9秒內所經的路程。
9. 設一運動體的初速度為45每秒厘米，經5秒後變成30每秒厘米。求其平均加速度。
10. 一車的初速度為5每小時哩，其平均加速度如為9.167呎/秒²，則經若干秒後，速度可變成30每小時哩?

慣性定律 物體如不受外力的作用，則靜止的常靜止，運動的必永久以等速度而保持其運動的方向。這個關係，稱為牛頓的第一運動定律，又稱慣性定律。

【例】在運動的火車或電車上的人，如車停時，則人體必向前仆，即表示人體的上部有繼續運動的狀態，是為運動的慣性。

又當火車或電車開行時，人體的上部因保持其靜止的狀態，故必向後倒，是為靜止的慣性。

力 物體由靜止而運動，必受推引的作用，方可發生；又運動時速度的變化，不論其大小改變，或方向改變，或大小和方向同時均改變，以及由運動而趨靜止，亦必受有推引的作用。凡能透過物體的慣性，使生加速度的推引作用，即稱為力。

【種類】重力、彈力、摩擦力、電力、萬有引力等。

力的三要素 力有作用點、大小、和方向的三種特性，稱為力的三要素，可用一直線加一箭頭來表示。

力的平衡 凡數力同時作用於同

一物體上，而不生運動的變化時，稱為力的平衡。

【例】(1)手掌托一物體，物體所受重力的作用，和手掌作用於物體的抵抗力，互相平衡（第一圖）；(2)一棒的兩端各受一力的作用，而不生運動時，作用的兩力亦成平衡。

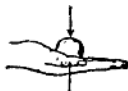
壓力和張力 凡兩力相等，彼此相向時，稱為壓力；彼此相背時，稱為張力。

二力平衡的條件 同一物體上所受作用的二力，平衡的條件為：

(1)二力的大小相等；(2)在同一直線上；(3)且必在反對的方向，同時作用。

作用和反作用 甲體加力於乙體時，乙體亦必加力於甲體。甲乘鞭毆拉引另一乘人的鞭繩時，甲方亦必向乙方而移動。凡甲體加力於乙體的事件，稱為作用，而乙體同時加力於甲體的事件，稱為反作用（第二圖）。

反作用定律 作用和反作用必大小相等，而方向相反。這個關係，稱為反作用定律。



第一圖
力的平衡



第二圖
作用和反作用

—習題解答—

1. (A) 保持靜止慣性的例：

(1) 車內立着的人，當車開動時，上體靜止而足隨車共起運動，故人必向後方倒下；

(2) 在堆置的書籍中，其下部的書可急拔而取得；

(3) 用拂塵器拍衣服，運動迅速，塵埃因保持其原位置，即和衣服脫離而除去。

(B) 保持運動慣性的例：

(1) 賽跑的人到終點處，不能驟停；

(2) 洗筆後，將筆擲動而急行停止，可脫去所含的水；

(3) 由運動的車上，在窗口落下的物體，不成鉛直線而進行。

2. 因刀有運動的慣性，故即嵌入突然停止的刀柄內。

3. 參考靜止的慣性和運動的慣性。

4. 將下部的線急引時，物體有保持其靜止的慣性，故斷處必在下部的線上。若漸漸用力，則力可勝過物體的慣性，且由物體的重量，故上部的線上受力漸大，而致斷去。

5. 當汽車和電車等轉彎時，其路程成一曲線。因乘客有保持運動時一直線方向的慣性，故必向和曲線成正切直線的方向而傾側，在車內就像和轉彎的反對方向而傾側。

6. 7 參考本文。

8. 坐着的人以手捺桌面，用足抵地，因地面和桌面的反作用而起立。人在地面上用足向後方斜踏，即利用地面對足的反作用而前進。鳥類的翼向下撲擊空氣，亦利用空氣的反作用而飛翔。

9. 利用水的反作用而前進。

習題 (續論)

1. 述慣性定律，並舉日常所見的數個例證。

2. 刀和刀柄鬆動時，若將柄端在任何物體上下敲，刀即嵌入柄內，其理由如何？

3. 桌上放載有物體的紙片，如將紙片急抽，物體仍可靜止。說明其理由。若將紙片漸漸抽引，則物體同起運動。其理由又如何？

4. 一物體的兩端各繫一線，如將一端的線懸住，而在他端的線上用力急引，則下部的線斷去；若漸漸用力，則斷處為上部的線。說明其理由。

5. 汽車和電車等如驟變運動的方向，而轉彎時，則乘客必像向其反對的方向傾側。試述其理由。

6. 何謂力？試述力的種類。

7. 力在如何情形下稱為平衡？說明二力平衡的條件。

8. 用實例說明作用和反作用。

9. 船用槳和槳，可在水中前進。說明其理由。

重力 (重量)
壓力
張力
分子力

重力 地球吸引地面上物體的力，稱為重力，即通常所稱的重量。
力的重力單位 力的通用單位為克、仟克等，和質量的單位雖用同一名稱，但須加以區別。普通表示力的單位時，常於克字下附一重字，例如 1 克重，即表示力的大小。
1 克的力即在緯度 45° 的梅平面上，作用於 1 克質量上的重力。凡一切力的單位，如由重力而確定的，稱為力的重力單位。
壓力 兩物體間相接處，或一物體中的兩部分間互相作用的等力，稱為壓力。
【**總壓力和壓力的強度**】接觸面上全體所受的壓力，稱為總壓力；其單位面積上壓力的強度，稱為壓力的強度，或簡稱壓力。
設 P 為總壓力， S 為接觸面積， p 為壓力的強度，則其關係如下式：
【**公式**】 $p = \frac{P}{S}$ ，
【**壓力的強度**】 = $\frac{\text{總壓力}}{\text{接觸面積}}$

張力 同一直線上相等而背向的一對力，即為張力。
分子 將物質連續分割至最後限度的微粒，仍不失其固有性質的，稱為分子。分子如再分割，即成性質全變的原子。凡由分子集合以成物質的學說，稱為分子說。
分子力 物質的組成並非連續，各分子間有相當的空間。當分子間距離甚小時，即有互相吸引的作用，稱為分子力。茶碗破損後不能接合，即表示分子力非在距離極小時，不能顯出其作用。
【**種類**】(1) **內聚力** 凡同種分子間作用的分子力，稱為內聚力。
(2) **附着力** 凡異種分子間作用的分子力，稱為附着力。
【**例**】一玻璃棒由水中抽出時，棒上附有水滴，即表示水和玻璃分子間的附着力；若將玻璃棒在水銀中抽出時，棒上並無附着的水銀，即因水銀分子間的內聚力，比水銀和玻璃分子間的附着力為大的緣故。

質量和重量的關係
(1) 物體的重量，即其所受重力的大小，和離地心的距離的平方成反比，故隨地球上的地位而異，無固定的數值。物體的質量為固定的量，卻不隨地位而改變。
(2) 地球上同一地點處，物體的重量和其質量成正比。
(3) 質量的測定法，可應用(2)的原理，用天平來測定，即為重量的比較法。重量可用彈簧秤測定。
分子的性質
(1) 分子均假定為球體，隨物質的種類而異。
(2) 分子破壞後，即失去其物質固有的性質，而得原子。
(3) 每種分子有一定的重量。
(4) 分子間距離極近時，有互相吸引的分子力(分子力的作用)。
(5) 分子在物體內常作不規則的運動(分子運動)。
(6) 1 立方厘米的空氣，在 1 氣壓和攝氏零度時，含有 2.7×10^{19} 個分子，其分子的直徑為 3×10^{-8} 厘米。

——習題解答——

1.3 見本文。

$$2. p = \frac{P}{S}, \text{接觸面積} = 20 \times 15 = 300$$

平方厘米，總壓力 = 500 克，故得

$$p = \frac{500}{300} = 1.67 \text{ 克/平方厘米}$$

4. 鐵塊和石塊的分子力（內聚力）大，故不易碎；粉筆的內聚力較小，故易碎。

5. 利用附着力作用。

6. 郵票用水濡濕，膠即溶解，使其分子和紙的分子，距離接近，故易於附着；貼後待乾，水已蒸發，一層分子間的距離已接近，故因附着力作用，即不易剝去。

7. 折斷的玻璃管雖緊壓，但不能達到分子力作用的距離，故不能接合；如將其兩端熔解後，接着時，則因分子運動的速度隨溫度的上升而增加，且變成液態，運動自

由，易達分子力作用的距離，故接合就很容易。

8. 石墨粉強壓後即達分子力作用的距離，因內聚力而成堅固的鉛筆心。

9. 鉛分子的內聚力較大，易於吸引，如面上不純粹時，則分子力難於作用，故削開的新面接合，即可附着。

10. 三種物態的區別如下表：

	固體	液體	氣體
形狀………	一定	不定	不定
體積………	一定	一定	不定
彈性 { 形狀彈性	體積彈性	體積彈性	體積彈性
	分子間隙……極小	小	大
	分子力………大	中	小
	分子運動……小	中	大
	膨脹係數……小	中	一定
	(隨物質而異其數值)	(隨物質而異其數值)	($\frac{1}{273}$)

習題——討論——

- 試述重量和重量的區別。
- 長 20 厘米，斷面為 1 厘米的鉛塊，計重 500 克，故重 500 克。
- 說明內聚力和附着力。
- 鐵塊和石塊不易破碎，而粉筆易碎。何故？
- 鉛筆可在紙上寫字，金屬板上可以鍍金，是利用如何的性質？
- 貼郵票時如不濡濕，則不易附着。何故？貼後待乾，即不易剝去。何故？
- 折斷的玻璃管，雖緊壓不能接合，如將其兩端熔解後，接合就很容易。何故？
- 用水壓機將石墨粉強壓，可得堅固的鉛筆心。試述其理由。
- 用小刀將鉛片削開，再將其被削的面接合，即可附着。何故？
- 試列表區別三種物態。

彈性 物體受外力而發生形狀或體積等的變化，稱為應變。如物體上的外力除去，能恢復其原形的性質，稱為彈性。

彈性體 富有彈性的物體，稱為彈性體。

【例】橡皮、鋼、竹等。

彈力 固體受外力而生伸長、收縮、彎曲、或扭轉等的應變，外力除去其內部所呈恢復原狀的力，稱為彈力。

1. 伸縮彈性 簧圈、橡皮等的伸縮。

2. 彎曲彈性 若將棒的一端水平固定，在其他端加力壓下；或將棒的兩端支持，在其中央部分加力，即生彎曲。

3. 扭轉彈性 將一針的上端固定，在其下端懸物處，使其旋轉，針上各部分即扭轉。

如空氣等，凡密閉氣體受壓縮時，即生體積的變化。

形狀
彈性

體積
彈性

彈性的種類

彈性限度 固體的外力除去時，得恢復其原狀的限度，稱為彈性限度。

【應用】彈簧秤、時鐘的彈簧條；鉛內的彈條，橡皮墊、橡皮塞、弓（利用固體的彈性）；人力車、汽車、自行車等的車輪胎；皮球、汽鎗、足球（利用氣體的彈性）。

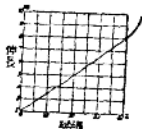
虎克定律 固體在其彈性限度內，所生的應變（形狀或體積的變化），和外力的大小成正比。這個關係，稱為虎克定律。

彈簧秤 鋼製的螺旋圈，其伸縮和所加的外力成正比，故由虎克定律，得測定物體的重量，或為測定力的器械，即稱為彈簧秤。

【注意】天平和桿秤為測定質量所用的器械，彈簧秤為測定重量（即地球吸引物體的重力），或力的器械。如將一物體用彈簧秤測其重量時，在不同的地點，即得不同的數值。



螺旋的伸長



力和伸長的圖示



兩種彈簧秤



扭轉



彎曲