1-1 物理學簡史

※物理學的發展：

1.早期的物理：

※「物理」(Physics)一詞源自希臘文「自然」，因此有關自然的道理都屬於物理的範疇。

※希臘時期的「四元論」：一切物質皆是由火、水、土、空氣四種元素構成，自然現象及人類的行為都可用這些元素的相互結合來解釋。

→這些理論不是依據實驗而來，完全是一種思考的產物，因此早期物理被稱為「自然哲學」。

2.按照歷史年代的發展，各不同世紀都有重大的發展：

中古世紀以前：天文學逐漸形成。

人類對於自然的研究不能脫離觀察，累積觀察的結果常能歸納出一些法則。約在公元前 300 年希臘時代，靜力學的一些原理及應用，例如槓桿、輪軸已被發現，天體的觀察也導致天文學的誕生。此時代的代表人物是亞基米得(Archimedes,B.C.287-B.C.212)，他提出槓桿原理及浮力原理。

羅馬人的科學成就及應用—羅馬競技場。

羅馬滅亡後，基督教的神學變成一切學術的主宰，科學進入黑暗時期，停滯不前達千餘年，直至文藝復興時期，才從神學的禁錮中解放。

十六世紀：哥白尼提出太陽為宇宙中心的「日心說」(1543 年天體運行)。

十七世紀：伽利略開創了實驗物理學。

十八世紀：牛頓創建了物理學的基礎。

十九世紀：發展了熱學和電磁學的新領域，連同力學和光學，構成了完整的古典物理學理論系統。

二十世紀：微觀世界的探討，量子力學及相對論的提出，建構出近代物理學。

3.按照各不同研究領域可分為：
- 古典物理：
  - 力學
  - 熱學
  - 光學
  - 電磁學
- 近代物理

※古典物理學的發展：

(一)天文學

人物	年代	貢獻
古埃及人		1.天空星座的變換和地上四季的變化有密切關係。 2.修訂曆法，告訴農民合適的播種日期。 3.恆星：恆星之間的相對位置是恆久不變的。 4.行星：在恆星之間遊移，有水星、金星、火星、木星、和土星。 5.以五個行星、太陽和月亮的命名對應為一星期的七天。
托勒密 (Ptolemy) 希臘	100-170	「地心說」 1.地球是宇宙的中心。 2.日、月、行星和所有的星球都環繞著地球旋轉。 3.每一行星繞地球公轉外，也在各自公轉的軌道上沿小圓轉動。
哥白尼 (Nicolaus Copernicus) 波蘭	1473-1543	「日心說」 1.太陽是宇宙的中心。 2.地球和其他的行星，在不同的圓形軌道上繞太陽公轉。 3.各行星也進行自轉。
第谷(太戈) (Tycho Brahe) 丹麥	1546-1601	長期觀察行星運動，記錄大量的珍貴資料，這些數據至今仍算相當精確可靠。
克卜勒 (Johannes Kepler) 德國	1571-1630	建立「行星運動三大定律」。
伽利略 (Galileo Galilei) 義大利	1564-1642	1. 1609年出版「星宿使者」一書，指出五大發現。 2. 觀察木星，發現有四個月亮環繞木星轉動，相當於一個小型的太陽系。證實這些月亮環繞木星的運動確實遵守克卜勒定律。 3. 發明第一台折射式天文望遠鏡。
牛頓 (Isaac Newton) 英國	1642-1727	1. 提出「萬有引力定律」，可以推導出克卜勒的行星運動定律。 2. 發明第一台反射式望遠鏡。 3. 1704年出版「光學」一書。
愛因斯坦 (Albert Einstein) 猶太	1879-1955	1.「廣義相對論」預測當光線經過一個大質量的星體附近時，光會受重力的吸引而發生偏折。 2.其後天文學家利用日全蝕的機會，發現太陽旁遠處恆星的星光，果然發現偏折。

(二)力學

人物	年代	貢獻
亞里斯多德 (Aristotle) 古希臘哲學家	B.C.384-322	1. 要維持物體作等速度運動，需施以一恆力。 2. 自同高處同時落下兩物，則必重物較先著地。 3. 四元論：所有物質是由「水」、「火」、「氣」、「土」所組成。
阿基米得 (Archimede) 埃及	B.C.250	1. 槓桿原理。 2.浮力原理。
伽利略 (Galileo Galilei) 義大利	1564-1642	1. 主張以實驗來檢驗任何所謂的真理，開創實驗物理學。 2. 比薩斜塔實驗：從同一高度落下的物體，重者與輕者同時落地。 3. 斜面實驗：物體保持原運動狀態的性質，稱為慣性。 4. 單擺的等時性。
牛頓 (Isaac Newton) 英國	1642-1727	1. 提出「萬有引力定律」。 2. 提出「三大運動定律」。 3. 1687年出版「自然哲學的數學原理」一書。
伯努力 (Daniel Bernoulli) 瑞士	1700-1782	1738年提出白努力方程式。
愛因斯坦 (Albert Einstein) 猶太	1879-1955	1905年發表「狹義相對論」：指出 1. 所有的運動都是相對的，對「時間」的測量也是相對的，質量隨速度增加亦增加。 2. 質能互換公式:物體的質量和能量實際上是同一種物理量的不同表示法(質能互換)。

(三)光學

人物	年代	貢獻
司乃耳 (Snell)	1591-1626	光的折射定律。
牛頓 (Isaac Newton) 英國	1642-1727	1.三稜鏡的色散實驗：白光實際是由多種色光組成的。 2.從力學的觀點出發，提出了光的「粒子說」。說明光遵守反射定律和折射定律。 3.預測光從空氣進人水中，由於光的微粒受到引力的作用，光速會加快。
海更士 (Christiaan Huygens) 荷蘭	1629-1695	提出光的「波動說」，可從理論中導出光的反射和折射定律，預測光從空氣進人水中，光速會減慢。

楊格 (Thomas Young) 英國	1773-1829	1801年光的雙狹縫干涉實驗：證實光具有波動的性質。
夫朗和斐 (Fraunhofer) 德國	1787-1826	1.使用精製的大型三稜鏡，重複牛頓的色散實驗，發現太陽的光譜中有許多暗線(後稱為吸收光譜)。 2.發明多狹縫的光柵，用於分析測量光譜線的波長，稱為光譜儀。
克希何夫 (Kirchhoff) 德國	1824-1887	發現每一化學元素在氣體狀態時，都有其特定的明線光譜結構。
菲左(Fizeau) 法國	1819-1896	首次在地面上測得光速。
佛科(Foucault) 法國	1819-1868	1850年測得光在水中的速率較在空氣中為慢：波動說得到實證。
愛因斯坦 (Albert Einstein) 德國(猶太人)	1879-1955	「廣義相對論」預測當光線經過一個大質量的星體(例如太陽等)附近時，光會受重力的吸引而發生偏折。
英國 天文學家	1919	利用日全蝕的機會，觀察遠處恆星射來的星光，果然發現星光如預期地發生偏折。

(四)熱學

人物	年代	貢獻
侖福特伯爵 (Benjamin Thompson) 美國	1753-1814	炮管鑽孔時，浸於水中，水也隨之持續沸騰蒸發。故認為熱非物質，而是和物體的運動有關(熱的力學說)。
卡諾 (Sadi Carnot) 法國	1796-1832	提出理想熱機循環的理論，推算出熱機工作效率的上限。
焦耳 (James Prescott Joule) 英國	1818-1889	1.熱功當量實驗：熱是一種能量，可從其他形式的能量轉變而來。 2.提出「能量守恆定律」，也是「熱力學第一定律」的主要貢獻者。
克勞秀士 (Clausius)	1822-1888	1.「熱力學第二定律」。 2.氣體動力論。
能士特 (Nerst)	1864-1906	「熱力學第三定律」。

(五)電磁學

人物	年代	貢獻
	古希臘時代	1.毛皮摩擦過的琥珀可以吸引小木屑或碎布的靜電現象 2.天然磁石可以吸引小鐵塊。
吉爾伯特 (William Gilbert) 英國	1540--1603	1. 開始進行有系統的研究。 2. 地球本身是一個大磁鐵。
杜非 (Charles Dufay)法國	1698--1739	1.電可區分成兩種，同種電相排斥，異種電相吸引。 2.雙電流體的理論：所有的物質內部都有兩種不同的電流體，其數量相等，因此保持電中性。
富蘭克林 (Benjamin Franklin) 美國	1706-1790	1.電流體由一些電粒子組成，這些電粒子之間彼此排斥，但是同為一般物質所吸引。 2.當甲、乙兩物體摩擦時，電粒子由甲物體移至乙物體，因此稱甲物體帶正電，乙物體帶負電。
庫侖 (Charles Augustin de Coulomb)法國	1736-1806	1785年提出「庫侖定律」：兩個點電荷之間的作用力大小和它們之間的距離平方成反比。
伏打 (Alessandro Volta) 義大利	1745-1827	1800年發明電池(伏打電池)。
厄司特 (Hans Christian Oersted)丹麥	1777-1851	1820年發現通有電流的導線，周圍會產生磁場(電流的磁效應)，為發現電和磁之間有直接關係的第一人。
安培 (Andre-Marie Ampere)法國	1775-1836	1.發現兩條平行的載流導線間，彼此有「力」的交互作用。 2．通有電流的線圈，其性質就和一個普通的磁鐵一樣。
歐姆	1789-1854	發現「歐姆定律」。
法拉第 (Michael Faraday) 英國	1791-1867	1.「法拉第定律」：當一封閉線圈內的磁場發生變化時，在導線上會感應出電流。電和磁是一體的兩面。 2.1831年建立「電磁感應定律」。
馬克士威 (James Clerk Maxwell)英國	1834-1879	1.1864年馬克士威方程式統一電學和磁學的理論工作。 2.預測電磁波的存在，認為光是電磁波的一種。
冷次 (Lentz) 德國出生的俄國人	1804-1865	提出楞次定律。

赫茲 (Heinrich Hertz) 德國	1857-1894	1888年證實電磁波的存在：利用火花放電的原理產生電磁波。
馬可尼 (Guglielmo Marconi) 義大利	1874-1937	1901年成功地完成橫越大西洋的無線電通訊。

(六)近代物理學

人物	年代	貢獻
侖琴 (Rontgen) 德國	1845-1923	1895年發現陰極射線管正極會發出一種看不見的輻射，能穿透玻璃壁使螢光屏發亮，也可使黑紙盒內的底片感光，由於其性質未明，故稱之為X光(X射線)。
貝克勒 (Becquerel) 法國	1852-1908	1896年發現鈾鹽內也能不斷的發出類似的「看不見」的光，為「天然放射性」的首次發現。
居里夫婦 (Curie)法國	1859-1906 1867-1934	從瀝青鈾礦中提煉出輻射性更強的新元素－釙和鐳。
湯木生 (J.J.Thomson) 英國	1856-1940	1897年發現電子，並測出其荷質比(電量和質量的比值)。
卜朗克 (Max Planck) 德國	1858-1947	1900.12.14提出「量子論」：認為「能量」不是連續的量。
愛因斯坦 (Albert Einstein) 德國(猶太人)	1879-1955	1. 1905年提出「光子論」，解決了當時令物理學家困惑的「光電效應」實驗，因此獲得1921年的諾貝爾物理獎。 2. 1905年解釋布朗運動：認為懸浮液中粒子的鋸齒狀運動是由於受到周圍分子的撞擊而產生。 3. 1905年「狹義相對論」。1915年提出「廣義相對論」。
裴林 (Perrin) 法國	1870-1942	實驗證實愛因斯坦所解釋的布朗運動，原子和分子的假說，至此終於確證實際存在。
密立坎 (Robert Millikan) 美國	1868-1953	1. 1911年的「油滴實驗」，使科學家得到電子的質量。 2. 實驗證實愛因斯坦所解釋的光電效應，統一了經歷兩個世紀之久有關光的「粒子說」和「波動說」的爭辯。
英國 天文學家	1919	1.利用日全蝕的機會，觀察遠處恆星射來的星光，果然如「廣義相對論」所預期發生偏折。 2.「廣義相對論」取代了牛頓的萬有引力理論，成為解釋宇宙現象所必須遵循的理論。

拉塞福 (Ernest Rutherford) 英國	1871-1937	1. 1911年α粒子散射實驗，提出行星式原子模型。 2. 1912年發現質子。 3. 第一個在實驗室中製造出放射線的科學家。
波耳 (Niels Bohr) 丹麥	1885-1960	波耳原子模型： 1.原子內的電子環繞原子核運動，但電子依據角動量量子化的原則，只能在若干被允許的軌道上運動。 2.電子從能量高的軌道，轉移到能量低的軌道時，多餘的能量將以「光子」的形式放射出去。
高斯密特 烏倫貝克 (荷蘭)	1902-1978 1900-1988	1925年提出電子應具有自旋。
查兑克 (James Chadwick) 英國	1902-1984	1932年發現了中子。
海森伯 (Heusenberg) 德國	1901-1976	1. 1932年指出核子之間有一種力彼此互相吸引，以維持原子核的穩定。這種力稱為強作用力。 2. 提出「測不準原理」。 3. 以矩陣形式表示量子力學(矩陣力學)。
德布羅意 (Louis de Broglie) 法國	1892-1987	1924年提出物質波理論。
水丁格 (Schrodinger) 奧地利	1887-1961	1926年提出「波函數」描述物體的運動。(波動方程式)
狄拉克 (Dirac) 英國	1902-1984	1. 結合相對論，發展出相對論性量子力學。 2. 從相對論性量子力學的理論預測有帶正電的電子存在，稱為正電子。
哈恩 (Otto Hahn) 德國	1879-1968	發現鈾裂變：以中子撞擊鈾原子核(原子序92)，發現有質量較小的放射性鋇(原子序56)。
貝特 (Bethe) 美國	1906-	1938年指出太陽能量就是源自於其內部所進行的核融合反應。
費米 (Fermi) 美籍義大利人	1901-1954	建造了第一座原子核反應爐，可在人為控制下進行鈾原子核分裂的連鎖反應。
	1945	引爆第一顆原子彈。
	1951	試爆第一顆氫彈。

安德生 (Anderson) 美國	1905-1991	1932年從宇宙射線中發現了正電子。
湯川秀樹 (Hideki Yukawa) 日本	1907-1982	介子場論：假想原子核內核子間的強作用力，是由於交換一種微小的粒子，稱之為介子。
	1937	在宇宙射線中找到π介子。
	1955	加速器的實驗中發現了帶負電的質子，稱為反質子。
蓋耳曼 (Gell-Mann) 美國	1929-	1963年提出夸克(quark)理論： 1.夸克的種類共有六種。 2.質子或中子等粒子是由三個夸克所組成，介子則由一個夸克和一個反夸克所構成。 3.單獨的夸克一直未發現能自由存在。
費米國家實驗室 (美國)	1994	找到最後一種夸克-頂夸克。

※物理學的發展

例 1.下列物理理論或現象的發現者是誰？以右邊物理學家，選出正確的答案填入。

1.(　　)提出「慣性」。
2.(　　)提出「日心說」。
3.(　　)提出「萬有引力定律」。
4.(　　)提出「相對論」。
5.(　　)提出「量子論」。
6.(　　)第一個發現X光的科學家。
7.(　　)提出「行星三大運動定律」。
8.(　　)提出光的「波動說」。
9.(　　)發現電子的科學家。
10.(　　)提出「電磁感應定律」。

(A)托勒密　(K)侖琴
(B)哥白尼　(L)富蘭克林
(C)第谷　(M) 菲左
(D)克卜勒　(N)焦耳
(E)牛頓　(O)居里夫婦
(F)伽利略　(P)庫侖
(G)愛因斯坦　(Q)安培
(H)普朗克　(R)法拉第
(I) 湯木生　(S)楊格
(J) 海更士　(T)海森堡

類 1.古典物理學是由下列哪些部份組成？ (A)力學 (B)光學 (C)熱學 (D)電磁學 (E)量子力學。
答：ABCD

類 2.哪一位科學家被尊稱爲物理學之父？ (A)伽利略 (B)牛頓 (C)焦耳 (D)愛因斯坦。答：B

類 3.哪一位科學家被尊稱爲實驗物理之父？ (A)哥白尼 (B)克卜勒 (C)伽利略 (D)牛頓。答：C

※力學

例 2.下列有關克卜勒的「行星運動三大定律」的敘述，何者正確？ (A)各行星在不同的橢圓形軌道上，繞太陽公轉，太陽位於其一焦點處 (B)行星繞太陽公轉的平均軌道半徑等於近日距與遠日距的算術平均數 (C)承(B)，等於橢圓軌跡的半長軸 (D)地球與太陽的連線，在 1 月份與 7 月份掃掠的面積不相等 (E)行星公轉週期與半長軸的 3/2 次方成正比。答：ABCE

類 1.槓桿原理是古希臘博學家亞基米得最爲人知的創見之一，這個原理的主要內容是探討 (A)水對物體推擠的作用 (B)施力、抗力與支點三者間的關係 (C)光經障礙物的反射角度 (D)圓周的周長與直徑的關係 (E)光經不同介質時的方向變化。答：B

類 2.下面那個人最早否定地球爲宇宙中心的學說 (A)哥白尼 (B)克卜勒 (C)伽立略 (D)牛頓。答：A

類 3.最早提出宇宙以太陽爲中心學說的人是 (A)伽立略 (B)牛頓 (C)哥白尼 (D)克卜勒。答：C

類 4.波蘭人哥白尼主張宇宙的中心是 (A)地球 (B)木星 (C)太陽 (D)月球 (E)宇宙不存在中心問題。答：C

類 5.哪一位科學家從直接觀測的天文數據中歸納出行星運動三大定律，使日心說獲得佐證？ (A)哥白尼 (B)克卜勒 (C)伽立略 (D)牛頓。答：B

類 6.牛頓談到他自己的理論時曾這樣說：「如果我比別人看得更遠，那是因爲我站在一些巨人的肩上。」下列何人可能是他所站的巨人之一？ (A)庫侖 (B)法拉第 (C)伽利略 (D)馬克士威。答：C

類 7.下列敘述何者錯誤？ (A)哥白尼提出『日心說』 (B)伽立略利用他發明的望遠鏡觀察木星，發現有四個月亮繞木星旋轉 (C)從同一高度落下的物體，不計空氣阻力，重者比輕者先著地 (D)富蘭克林認爲會移動的電流體是負電 (D)焦耳認爲熱是一種能量。答：C

類 8.哪一位科學家從直接觀測的天文數據中歸納出行星運動三大定律，使日心說獲得佐證？ (A)哥白尼 (B)克卜勒 (C)伽利略 (D)牛頓。答：B

類 9.下列各種波在傳遞時，與介質（傳波物質）彈性的關係最密切的應是？ (A)無線電波 (B)光波 (C)地震波 (D)雷達波。答：C

※熱學

例 3.1850 年凱耳文和克勞秀士兩人說明了『熱機輸出的功一定小於輸入的熱能』，後來稱此現象為熱力學： (A)第零 (B)第一 (C)第二 (D)第三 (E)第四 定律。答：C

類 1.透過實驗定出熱能與功兩種單位換算比值的人是 (A)庫倫 (B)焦耳 (C)伏打 (D)楊格 (E)牛頓。答：B

類 2.焦耳實驗所得的結論：熱是一種_____，它可以從其它形式的能量如動能、位能、化學能、電能等轉變而來。答：能量

※光學

例 4.下列對於「光」的敘述，何者正確？ (A)牛頓認為「光」的本質是「粒子」，所以「光」沿直線進行 (B)海更士（Huygens）認為「光」的本質是「波動」，所以「光」可瀰漫各處 (C)楊格（Young）干涉實驗顯示「光」具有波動的性質 (D)佛科（Foucault）發現「光」在水中的速率較在空氣中為慢，證實牛頓「粒子說」的預測 (E)愛因斯坦（Einstein）認為「光」是一種「量子」，兼具「波動」和「粒子」的雙重性質，稱之為「光子」。答：ABCE

類 1.牛頓提出光的「粒子說」，預測光在水中的速度大於在真空中的速度，結果在 1850 年由何人測出光在水中的速度較真空中爲慢？ (A)楊格(Young) (B)菲左(Fizeau) (C)佛科(Foucault) (D)夫朗和斐(Fraunhofer) (E)海更士(Huygens)。答：C

類 2.對光的解釋如採用牛頓的粒子模型，則下列何者無法解釋？ (A)光的直進 (B)光的反射 (C)光的照度 (D)光的干涉。答：D

類 3.光兼具哪兩種性質，前者可由光的繞射、干涉等現象，後者可由光電效應等現象，獲得佐證。(A)粒子、波動 (B)反射、折射 (C)折射、反射 (D)波動、粒子。答案： D

類 4.下列有關光學發展的描述，哪一項是正確的？ (A)反射定律比折射定律發展得早 (B)牛頓從稜鏡色散的研究中得出白光是一種複合光的結論 (C)海更士與牛頓對光的性質抱持相同的看法 (D)馬克士威認爲光是一種電磁波 (E)雷射光爲一種可見光。答：ABDE

類 5.有關光學發展的敘述何者正確？ (A)馬克士威認爲光是電磁波的一種 (B)海更斯與牛頓對光的性質看法不同 (C)折射定律較反射定律早發展 (D)楊格發現光的干涉現象。答：ABD

類 6.西元 1998 年 11 月 18 日凌晨一點開始，獅子座流星雨光臨地球，臺灣掀起一陣觀星熱，請問地球上第一支天文望遠鏡是由誰設計製造成功的？ (A)托勒密(Ptolemy) (B)哥白尼(Copernicus) (C)克卜勒(Kepler) (D)伽立略(Galilei) (E)牛頓(Newton)。答：D

類 7.最早提出光波動說的人是 (A)愛因斯坦 (B)亞里士多德 (C)亞基米得 (D)海更士。答：D

類 8.物理史上第一位在地面上有限距離內，測出光速的偉大科學家是_____。答：菲左

類 9.<u>愛因斯坦</u>在 1905 年發表了光量子論，指出光子不但具有波動性也有_____。答案：粒子性

類 10.下面那一種現象屬於折射光學的應用(A)平面鏡(B)彩虹標籤紙(C)立體相片(D)望遠鏡。答：D

※電磁學

例 5.下列有關在電磁學方面的敘述，何者正確？ (A)吉爾伯特(Gilbert)發現地球磁場的存在 (B)安培(Ampere)首先發現電和磁之間有直接的關係，而提出「安培定律」 (C)富蘭克林(Franklin)利用單電流體理論解釋摩擦起電的現象 (D)伏打(Volta)首先發明了電池，成為有用的直流電源 (E)法拉第(Faraday)利用「電磁感應」的原理發明了交流發電機。答：ACDE

類 1.庫侖的靜電平方反比定律中，所謂平方反比是指 (A)電力與電量乘積的平方成反比 (B)電力與電量乘積的平方根成反比 (C)電力與電荷距離的平方成反比 (D)電力與電荷距離的平方根成反比。答：C

類 2.將一隻尺接近小紙片時，發現小紙片被尺吸引，則下面哪一種情況不可能 (A)小紙片帶電、尺不帶電 (B)小紙片與尺都帶電 (C)小紙片與尺都不帶電 (D)小紙片不帶電、尺帶電。答：C

類 3.厄司特發現載流導線的周圍會產生_____。答：磁場

類 4.何人首先發現由磁場之變動會產生電流？答：法拉第

類 5.法拉第利用_____的原理發明了交流發電機。答：電磁感應

類 6.下面那一種家電產品爲電流磁效應的應用 (A)電鍋 (B)馬達 (C)電視機 (D)電燈。答：B

類 7.家庭中常見的電磁爐，其工作原理爲 (A)運動定律 (B)反射定律 (C)電磁感應定律 (D)相對論。答：C

類 8.下面有關電磁學的發展，何者正確 (A)磁學的發展始於本世紀初 (B)電磁波的發展始於 19 世紀 (C)磁學的系統研究始於紀元前 (D)電流的磁效應由奧斯特所發現。答：BD

類 9.馬克士威方程式是將下列哪些部分以簡單、優美、嚴謹的數學組成一組方程式，構成電磁學的核心理論？ (A)庫侖定律 (B)安培定律 (C)能量守恆定律 (D)法拉第定律 (E)磁力線的封閉性質。答：ABDE

類 10.下列敘述何者正確？ (A)法拉第認爲“一封閉線圈內有磁場通過，必定產生感應電流” (B)揚格的雙狹縫干涉實驗證明光有波動性 (C)伏特利用化學原理發明了電池 (D)牛頓認爲光是粒子，他預測光在水中的速度較空氣中快 (E)將電磁現象整合成一組方程式的人是赫茲。答：BCD

※近代物理

例 6.關於古典物理及近代物理之研究對象，下列敘述何者正確？ (A)古典物理研究行星運動原理 (B)古典物理研究基本粒子間之作用力 (C)古典物理研究夸克性質 (D)近代物理研究歐姆定律 (E)近代物理研究光的波動性。答：A

類 1.以下是一些物理學家及其發現的理論或定律：甲：愛因斯坦與相對論　乙：牛頓與萬有引力定律　丙：馬克士威與電磁理論。以下的排列何者符合歷史的先後順序？ (A)甲乙丙 (B)乙甲丙 (C)乙丙甲 (D)丙甲乙。答：C

類 2.關於近代物理學發展的敘述，下列何者正確？ (A)卜朗克提出「量子論」 (B)「光子」的想法是愛因斯坦提出的 (C)愛因斯坦提出「相對論」 (D)拉塞福發現原子核的存在 (E)波耳認爲原子內部像一個小型太陽系。答：ABCE

類 3.下面有關物理中各學門研究內容的敘述，何者正確　(A)原子核物理是研究原子與原子間的作用 (B)表面物理是研究流體的行爲 (C)凝態物理是研究固態與液態的物理性質 (D)等離子物理是研究等離子體的物理行爲。答：CD

類 4.第一屆諾貝爾物理獎得主是德國的侖琴，他發現了_____。答案：X 射線

※相對論

類 1.哪一位科學家被尊稱爲二十世紀的科學巨人？ (A)拉塞福 (B)水丁格 (C)愛因斯坦 (D)卜朗克。答：C

類 2.哪一位科學家修正了牛頓力學，成爲繼牛頓之後的科學巨人？ (A)卜朗克 (B)愛因斯坦 (C)波耳(D)水丁格。答：B

類 3.解釋宇宙現象所必須遵循的理論？ (A)古典物理學 (B)量子論 (C)狹義相對論 (D)廣義相對論。答：D

類 4.下面那一個理論可說明物體運動速度在接近光速時的力學現象 (A)庫侖平方反比定律 (B)牛頓運動定律 (C)愛因斯坦的狹義相對論 (D)司乃耳的折射定律。答：C

類 5.解釋宇宙現象所必須遵循的理論？ (A)古典物理學 (B)量子論 (C)狹義相對論 (D)廣義相對論。答：D

＊原子結構

例 7.輻射性元素可放射出α、β、γ三種射線，其中α、β、γ射線分別為？ (A)氦原子、電子、電磁波 (B)氦原子核、陰極射線、電磁波 (C)質子、電子流、能量 (D)氦原子核、電子流、能量 (E)氦原子核、電子流、電磁波。答：BDE

類 1.最早提出原子觀念的人是 (A)伽立略 (B)牛頓 (C)德莫克利特 (D)亞里士多德。答：C

類 2.拉塞福的原子模型理論中是以α粒子來探測金箔，而α粒子所以會散射主要是受到哪種力量的作用？ (A)萬有引力 (B)庫侖引力 (C)摩擦力 (D)庫侖斥力 (E)大氣壓力。答：D

類 3.下列有關原子構造的敘述，何者正確？ (A)原子的質量均勻分佈於原子中 (B)電子和質子的數目一定相等 (C)質子和中子的數目一定相等 (D)原子是很空洞的，原子核所佔據的體積很小 (E)原子的質量集中在帶正電的原子核。答：BDE

類 4.下列哪一種射線帶負電？ (A)X射線 (B)α射線 (C)β射線 (D)陰極射線 (E)γ射線。答：CD

類 5.(甲)質子(乙)中子(丙)電子，以上三種粒子發現的順序爲：(A)甲乙丙 (B)甲丙乙 (C)丙乙甲 (D)丙甲乙。答：D

類 6.(甲)質子(乙)中子(丙)電子，原子的「質量數」由哪兩種粒子數決定？ (A)甲乙 (B)甲丙 (C)乙丙 (D)以上皆可。答：A

＊量子力學

類 1.首先提出“能量”是不連續的量，而是一束一束孤立的量（即量子）的學者是 (A)愛因斯坦 (B)卜朗克 (C)馬士克威 (D)楊格 (E)海更士。答：B

類 2.近代物理學上，被尊稱爲「量子力學」之父的偉大物理學家是_____。答案：卜朗克

類 3.楊振寧、李政道、丁肇中、吳健雄等四位博士爲我國著名物理學家，依各人研究方法之不同分類 (A)理論物理學家 3 人，實驗物理學家 1 人 (B)理論物理學家 2 人，實驗物理學家 2 人 (C)理論物理學家 1 人，實驗物理學家 3 人 (D)四人皆爲理論物理學家。答：B

類 4.光兼具哪兩種性質，前者可由光的繞射、干涉等現象，後者可由光電效應等現象，獲得佐證。(A)粒子、波動 (B)反射、折射 (C)折射、反射 (D)波動、粒子。答：D

類 5.1963 年美國人蓋耳認爲質子或中子是由 3 個_____所組成。答：夸克

1-2 物理學對人類生活的影響

※半導體

積體電路(**Integrated circuit**，簡稱為 **IC**)：

半導體：導電能力介於導體與絕緣體之間的一種材料。如：矽、　、砷化　等。

1947 年製造出第一顆電晶體。**1958** 年發展出積體電路的技術。

晶片**(chip)**、晶圓**(wafer)**（**8** 吋及 **12** 吋晶圓）每一個小晶片即是一個完整的電路，稱為積體電路**(IC)**。

積體電路的發明，使電子產品走向「輕、薄、短、小」。

例 8.下列有關「半導體」的敘述，何者正確？ (A)可製成二極體和電晶體 (B)導電能力介於金屬導體和絕緣體之間 (C)邊長數毫米的小晶片上的電路稱為「積體電路」 (D)積體電路的發明，使得電子產品走向「輕、薄、短小」的趨勢 (E)數字型手錶、掌上型計算機都是由半導體元件所製成。答：ABCDE

類 1.下列敘述何者正確？ (A)二極體具有將交流電轉變成直流電的整流能力 (B)電晶體具有放大訊號的功能 (C)每一小晶片就是一個完整的電路，稱爲積體電路 (D)I.C.的發明使電子產品走向輕薄短小的趨勢 (E)在半導體晶體內加入微量的雜質，會降低其導電能力。答：ABCD

類 2.哪一項發明使電子產品走向「輕、薄、短、小」的趨勢？ (A)積體電路 (B)雷射 (C)光纖 (D)電腦。答：A

類 3.下列哪些由物理學發展出來的技術，對二十世紀人類生活造成重大的影響？ (A)半導體 (B)雷射 (C)光纖 (D)超導體 (E)核能。答：ABCDE

類 4.什麼發明造成電子工業革命？ (A)真空管 (B)電晶體 (C)二極體 (D)電容器。答：B

類 5.臺灣的電子工業發展蓬勃，我們的日常生活中經常提到「IC 板」這個名詞，請問「IC」是什麼東西的縮寫簡稱？ (A)微電腦 (B)積體電路 (C)二極體 (D)電晶體 (E)半導體。答：B

類 6.積體電路的特點爲？ (A)體積小 (B)體積大 (C)耗電量高 (D)耗電量低 (E)性能可靠。答：ADE

類 7.下面那一項發明或發現，不是這個世紀的產物 (A)超導體 (B)水銀溫度計 (C)電晶體 (D)雷射。答：B

類 8.下列何者是半導體材料 (A)碳 (B)磷 (C)矽 (D)硼。答案： C

※雷射

1.雷射的英文原名是 **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**，是指經由受激輻射而將光增強。縮寫即為 **LASER**。

2.1958 年美國人湯斯**(Charles Hard Townes,1915-)**首先提出雷射的構想。

1960 年美國人梅曼**(Theodore Harold Maiman,1927-)**成功製造出第一台紅寶石雷射。

3.雷射的特性：準直性、光度強、光束不發散、聚焦性高。

4.雷射的應用層面極廣，除科學外，尚應用於醫學**(**內視鏡**)**、工程**(**CO_2 雷射用來切割鋼板**)**、軍事**(**「精靈炸彈」即是利用紅外線雷射光的導引，進行精確的轟炸**)**等。

5.日常生活中：

a.超市中服務員用雷射光掃瞄包裝盒上的條碼，以讀出商品的名稱及價錢。

b.光碟片的製作即是利用雷射光在其表面上打洞，以記錄影像及聲音的數位訊號；播放時，再用雷射光讀出，如此所得到的影像及聲音皆較舊式的磁帶為優，不但記憶容量大且可作永久保存。

例 9.下列有關「雷射」(LASER)的敘述，何者正確？ (A)由量子力學發展得到的重大科技 (B)梅曼(Maiman)首先製成紅寶石雷射 (C)雷射光的同調性極高，適合當作狹縫干涉或繞射的光源 (D)雷射光的強度大，不適合用於醫療方面 (E)影音光碟片是利用雷射光在其表面上燒製小洞，以記錄影像聲音的數位訊號。答：ABCE

類 1.下列有關雷射的敘述何者不正確？ (A)雷射是受激輻射而將光增強 (B)雷射是應用古典光學知識所做的重大發明 (C)雷射用不同的材質製成，可發出不同顏色的光 (D)雷射光具準直、光度強、光束不發散的特性。答：B

類 2.雷射具有下列哪些特點？ (A)準直 (B)光度強 (C)多重波長 (D)光束不發散 (E)多重頻率。答：ABD

類 3.下面有關雷射的敘述，何者正確 (A)雷射光與一般光源不同，它是由高能量的粒子束所組成 (B)雷射光的方向性很好 (C)雷射光的強度很集中 (D)雷射光的覆蓋面積很大。答：BC

類 4.下列何者不是利用雷射的例子？ (A)超市條碼機 (B)電腦光碟機 (C)微波爐 (D)CD 唱片 (E)光纖通訊。答：C

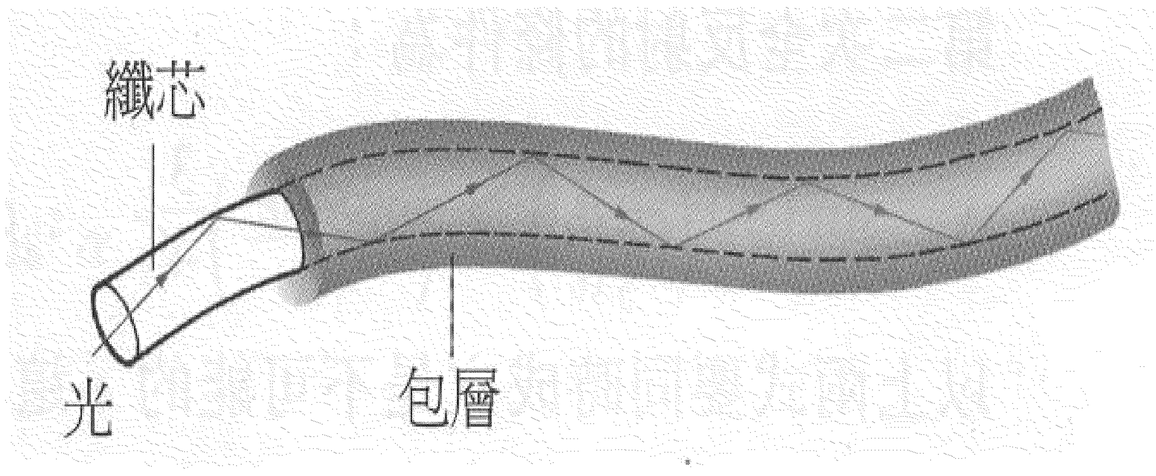
類 5.下列何者是同時應用雷射和光纖的例子？ (A)超市用條碼機結帳 (B)電腦光碟存取資料 (C)CD 唱盤播放音樂 (D)光纖通訊系統。答：D

類 6.下面那一項發明，其原理屬於近代物理的領域 (A)槓桿 (B)滑輪 (C)雷射 (D)收音機。答：C

※光纖

光纖：由石英(SiO_2)抽製而成的纖維，細如髮絲直徑約 **125** 微米，輕柔堅韌。

由純度極高的石英(SiO_2)熔融後抽絲製成圓柱體，直徑約為 **125** 微米，含內外兩層—纖芯和包層。



光纖的應用始於 **1950** 年代末期；用於製作醫療診病用的內視鏡。**1966** 年英國科學家首先研究以光的訊號來進行遠程通訊。**1970** 年美國康寧玻璃公司製出合乎通訊要求的高品質光纖；加上二極體雷射的發展，提供了穩定的光源，終於啟動了通訊技術的革命。

光纖通訊較傳統銅線電纜通訊好的優點：

通訊容量大。

有利於長距離通訊。

不受電磁的干擾。

重量輕、體積小。

台灣於 **1994** 年已完成本島的長途光纖通訊系統，並且鋪設了台灣與馬祖、台灣與澎湖、以及澎湖與金門之間的海底光纜系統。並計畫於 **2010** 年前實現電話用戶線路全面光纖化的目標。

例 10.光纖是將純度極高的_____熔融後抽絲製成，它可用於導引光的傳播方向，這是因為光在光纖內部進行_____作用的緣故。答：石英，全反射

類 1.當光的入射方向和中心軸之間的角度小於某特定角時，則光會在纖芯和包層界面處發生_____，使光被限制在光纖內部傳播。答：全反射

類 2.光纖通訊較傳統有線通訊佳的方面有哪些？ (A)通訊容量大 (B)有利於長距離通訊 (C)不受電磁的干擾 (D)重量輕 (E)體積小。答：ABCDE

類 3.和傳統有線通訊相比，試簡述光纖通訊有哪些優點？答：(1)通訊容量大；(2)有利於長距離通訊；(3)不受電磁干擾；(4)重量輕、體積小

※超導體

超導體：一般物體在常溫下或多或少都有電阻，但有些物質若將之冷卻到某種溫度以下時，其電阻將完全消失，此稱之為超導態。此時若在其內部引發電流，則此電流將永不消減。

超導現象於 **1911** 年由荷蘭物理學家翁內斯**(Heike Kamerlingh Onnes,1853-1926)**所發現。

超導的特性：零電阻、永久電流、反磁性**(**麥士納效應**)**。

1933 年德國物理學家麥士納**(Walther Meissner,1882-1972)**發現超導的反磁性，即對外加磁場會產生排斥作用，而因此可懸浮在磁場上。

1896 年後出現高溫超導**(125K=－148**℃**)**。

例 11.下列有關「超導體」的敘述，何者正確？ (A)超導現象是指所有物質冷卻至某一溫度以下時，其電阻完全消失的現象 (B)承(A)，首先發現此現象的人是德國物理學家麥士納(Meissner) (C)超導體的兩大特性為「零電阻」和「永久電流」 (D)在超導體內引發的電流有其上限值，超過此限，立即恢復有電阻的正常態 (E)捷運系統的磁浮車就是利用超導體的「懸浮效應」。答：CDE

類 1.超導體具有下列哪些特性？ (A)零電阻 (B)暫時電流 (C)永久電流 (D)順磁性 (E)反磁性。答：ACE

類 2.翁內斯在 1911 年發現汞在 4.2K 時，其電阻突降爲零，這種電阻爲零的狀態稱爲 (A)半導體 (B)超導體 (C)雷射 (D)光纖。答：B

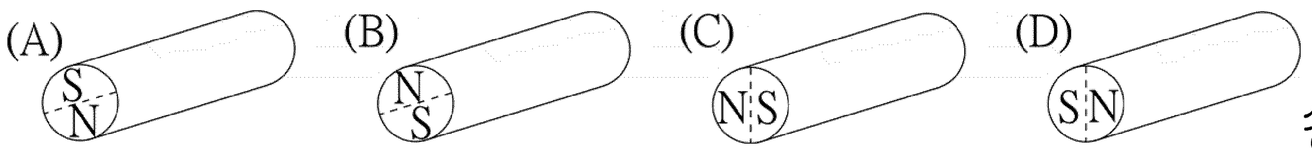
類 3.下面有關超導體的敘述，何者正確 (A)超導體的電阻爲零 (B)超導體的質量特別大 (C)超導體具有反磁的特性 (D)超導體在室溫下便可以正常工作。答：AC

類 4.超導體在轉變溫度以下時，有兩項特性，分別是_____，_____。答：零電阻，永久電流

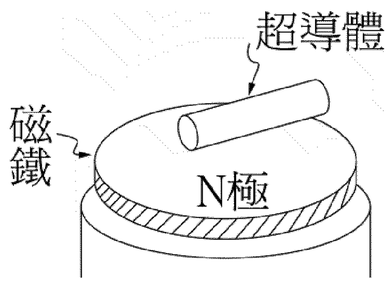
類 5.超導體的磁浮現象，是因爲超導體具有完全的_____性而導致。答：反磁

類 6.下列有關超導體的敘述何者正確？ (A)在某一特定的溫度下，超導體的電阻會消失 (B)超導體具有反磁性 (C)超導體具有順磁性 (D)超導體可用來製作磁浮列車 (E)醫療用的核磁共振儀(MRI)是利用超導磁鐵製成。答：ABDE

類 7.如附圖，一超導體放置在普通磁鐵的上方，因具有完全的反磁性，故懸浮於空中，則下列何者是超導體上的極性分佈？



答：A



※核能發電

例 12.鈾 235 的分裂：${}_{0}^{1}n+{}_{92}^{235}U\rightarrow{}_{56}^{143}Ba+{}_{36}^{90}Kr+3\cdot{}_{0}^{1}n$，其中各原子核的質量分別為

${}_{92}^{235}U$：235.043924u，${}_{56}^{143}Ba$：142.920483u，${}_{36}^{90}Kr$：89.919528u，${}_{0}^{1}n$：1.008665u，求

(1)一個鈾 235 分裂後所釋放的能量為何？

(2)若 1kg 的碳燃燒釋放出的能量為 3.29×10^{7} 焦耳，則 1kg 的鈾所釋放的能量為碳的幾倍？答：(1) 2.78×10^{-11} J；(2) 2×10^{6}

類 1.一般核能電廠利用鈾同位素之核分裂產生之能來發電。下列有關此核反應之敘述，何者正確？

(A)所使用的鈾同位素爲 ${}_{95}^{235}U$ (B)所使用的鈾同位素需受到質子的撞擊才能分裂 (C)此核分裂反應中，反應物之質量大於生成物之能量 (D)所使用的鈾同位素，每一莫耳分裂後所產生之能量，大約爲燃燒一莫耳的碳所產生熱能的一萬倍 (E)此核分裂所放出的能量，主要來自分裂前後參與反應或所產生原子之電子組態之大幅改變。答：AC

類 2.關於核能發電，下列敘述何者正確？ (A)核反應時損失之質量轉化成能量用以發電 (B)收集原子核放射之電荷用以發電 (C)核反應時，原子外圍之電子全體釋出，收集後用以發電 (D)收集原子核中之中子動能加以發電 (E)以上皆非。【83 推甄】答：A

類 3.核電廠以鈾 235 爲燃料，以慢中子促使其分裂，利用這種核分裂反應所釋出的能量來發電。有關反應事件的敘述，何者錯誤？ (A)原子經過核分裂反應，反應前後的原子種類改變了 (B)有的反應生成物，帶有很強的輻射性 (C)比起煤或石油來，核燃料只以很少的質量就可產生很大的能量 (D)這種反應生成物的輻射性，經過低溫冷處理即可清除。【84 推甄】答：(D)

類 4.核能發電是利用_____原子核在控制的情況下進行核分裂；分裂之後，若質量減少 m 公斤，而轉變成能量 E（焦耳），則 E=_____。答：鈾，mc^2

類 5.核分裂和核融合皆因反應後的什麼比反應前減少而釋放出巨大的核能。 (A)總質量 (B)原子種類 (C)原子個數 (D)總能量。答：A

類 6.核能發電其原理是利用什麼物體，在控制的情況下，進行核分裂，將釋放出的核能轉變爲電能。(A)鈾原子 (B)鈾原子核 (C)銀原子 (D)銀原子核。答：B

1-3 物理學與測量

※物理的數與量

1.所有的物理量皆包含數值和單位兩部分。

2.數值部分：凡測量則必有誤差。

(1)測量值=準確值+一位估計值。

測量工具的最小刻度：測量值的倒數第二位。

例如：某次測量中測得物體長 6.38cm，則尺的最小刻度為_____，____則為估計值。

(2)誤差的種類：

A.系統誤差：

①主要來自儀器的校正不良、使用的理論公式不正確或人為操作習慣不當。

②實驗前對儀器的瞭解及正確且仔細的操作、使用正確的分析與理論公式是降低誤差的不二法門。

B.隨機誤差：

①源自於一些偶然、不正確的因素，如不預期的振動、氣流的影響、測量者個人的因素等等。

②<u>增加測量的次數</u>可用來降低實驗中的隨機誤差。

(3)誤差的表示方式：

①絕對誤差 ΔA：

$\Delta A = A(\text{測量值}) - A_0(\text{理論值})$

②百分誤差(相對誤差)：

$$\text{百分誤差}(\%) = \frac{|\Delta A|}{A_0(\text{理論值})} \times 100\% = \frac{|A - A_0|}{A_0} \times 100\%$$

※測量值&誤差

例 13.甲、乙、丙三人在緯度 45-之海面上做重力加速度 g 之測量，已知最大可能值為 980 cm/s^2，而甲、乙、丙三人分別測得 978、976、974 cm/s^2 三個測量值之平均值為 976 cm/s^2。

(1)試求甲的絕對誤差、相對誤差、準確度。

(2)試求甲的絕對偏差、相對偏差、精密度。

【解】 (1)1 絕對誤差 $=978-980=-2$（cm/s^2）

2 相對誤差 $=\dfrac{-2}{980}=-0.00204=-0.204\%$

3 準確度 $=1-\left|\dfrac{-2}{980}\right|=0.998=99.8\%$

(2)1 絕對偏差 $=978-976=2$（cm/s^2）

2 相對偏差 $=\dfrac{2}{976}=0.00205=0.205\%$

3 精密度 $=1-0.205\%=99.8\%$

類 1.以一把尺，量測某物體之長度，所得之長度值爲 18.21 公尺。則該尺之最小刻度爲 (A)公尺 (B)公寸 (C)公分 (D)公厘（釐）。答：B

類 2.某生以三梁天平測得金屬小圓筒的質量爲 31.20 g，以排水法測得此物體體積爲 4.00 cm^3，若此金屬密度爲 7.68 g/cm^3，回答下列各題：

(1)金屬小圓筒的密度爲【 7.8 】g/cm^3。

(2)此實驗之密度的絕對誤差爲【 0.12 】g/cm^3。

(3)相對誤差爲【 1.56 】%。

解析：(1)$D_{測}=\dfrac{M}{V}=\dfrac{31.20}{4}=7.8$。

(2)絕對誤差＝｜正確值－測量值｜＝7.8－7.68＝0.12。

(3)相對誤差＝$\dfrac{｜正確值－測量值｜}{正確值}\times100\%=\dfrac{0.12}{7.68}\times100\%=1.56\%$

類 3.量度一球，半徑誤差爲 2%，則(A)表面積誤差爲若干？(B)體積誤差爲若干？答：4%；6%

類 4.於一電路上兩點間量得其電位差爲 V，電位差之誤差爲△V；電流爲 I，電流之誤差爲△I，則電功率之誤差爲：(A)△V△I (B)V△I＋I△V (C)(V－△V)(I－△I) (D)$\sqrt{VI\Delta V\Delta I}$。答：B

※有效數字&運算

誤差的傳遞：測量必形成誤差，而經由運算，誤差將像滾雪球般越來越大。即誤差會隨著數學的運算而傳遞下去，所以如何取捨經運算後的數字表示，是一門重要課題。

有效數字：凡是有意義的數字皆謂之有效數字。

(1)有效數字的位數：

A.為有效數字：

非 0 的數字皆算一位有效數字。例如：1234(四位)、578(三位)。

夾在兩個非 0 數字間的 0，要算為一位有效數字。例如：1204(四位)、508(三位)。

小數點最後的 0，算一位有效位數。例如：12.30(四位)、1.800(四位)。

B.不為有效數字：

純小數前的 0，不算有效數字。例如：0.1234(四位)、0.058(二位)。

整數後面的 0，不算有效數字。例如：1000(一位)、570(二位)。

(2)運算法則：

A.加減法：利用直式運算來判斷，原則上只能取一位估計值。

例如：$1.3\overline{8}+0.21\overline{2}=$

$$\begin{array}{r} 1.3\overline{8} \\ +\ 0.21\overline{2} \\ \hline \end{array}$$

B.乘除法：積(商)的有效位數，與乘數(除數)或被乘數(被除數)中有效位數最少的相等。

例如：$1.3\overline{1}\times 2.\overline{5}=$

C.開方運算：其結果的有效數字位數與原量相同。

D.非度量性的數字(例如倍數或無理數)，其有效數字應視為無限多位。

※有效數字&運算

例 14.把 12.251 cm^3 、20.13 cm^3 和 42.1 cm^3 的三杯水倒入底面積為 2.2 cm×3.05 cm的矩形柱內(注意有效數字)，則：(1)容器內所含水之總體積為若干？ (2)底面積為若干？ (3)容器內之高為若干？
答：(1)74.5 cm^3 (2)6.7 cm^2 (3)11cm

類 1.下列各量中，各有多少位有效數字？
(A)3.150cm (B)0.0315cm (C)6.025cm (D)36km (E)3.34×10^6 (F)36.00
答：(A)4 (B)3 (C)4 (D)2 (E)3 (F)4

類 2.某人開車行經三段路程，分別費時 27.8 小時、1.324 小時、0.66 小時，則此人開車共費時(注意有效數字的運算) (A)29.7840 (B)29.784 (C)29.78 (D)29.8 (E)30 小時。答：D

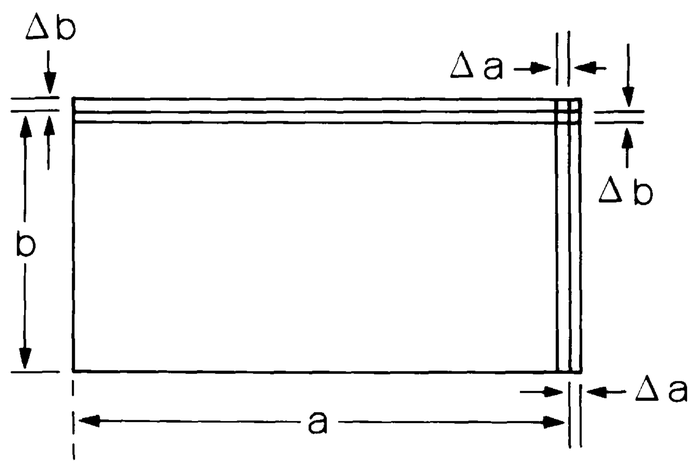
類 3.以有效數字表示下式的答案，3.365+0.0415-2.07=1.3365，答：1.34

類 4.欲求一長方形面積，測得其長爲 1.11 公尺、寬爲 0.11 公尺，則其面積爲
(A)0.1221 (B)0.122 (C)0.12 (D)1.2×10^{-1} (E)1.22×10^{-1} 平方公尺。答：CD

類 5.欲求一長方形之面積，測得長 1.11 公尺、寬 0.11 公尺，則面積以有效數字法表示爲 (A)0.1221 (B)0.122 (C)0.12 (D)0.120 平方公尺。 答：(C)

```
      1 . 1 [1]
      0 . 1 [1]
    ---------------
      [1] [1] [1]
    1 1   [1]
  ---------------
  0 . 1 [2] [2] [1]
```

類 6.若是我們丈量一塊長方形的田地，由於所用的皮尺以及測量步驟的不準而得到的結果如圖，其一邊長爲 10.3±0.05 公尺，另一邊爲 12.5±0.05 公尺，則我們對這塊田的面積可以相信到什麼程度？（在什麼範圍以內？）試以「±」符號表示此面積的不準確度。 【解】 面積的通式（a±ra）（b±rb）＝ab±（arb＋bra）＋rarbra×rb 很小，可忽略，面積之不準確度爲±（arb＋brb）（10.3±0.05）×（12.5±0.05）＝128.75±（10.3×0.05＋12.5×0.05）＝128.75±1.14（m^2）



類 7.若是 1.23×21.44=26.3712（純數學運算）。今若有一紙條寬 1.23 cm，長 21.44 cm，則其面積爲
(1)若干 cm^2 ？ (2)若干 m^2 ？ 答：(1)26.4 cm^2 (2) 2.64×10^{-3} m^2

※數量級

科學記號：

甚大或甚小的數字，宜以科學記號表示。

→ $X = a \times 10^n$，$1 \le a < 10$ 且 n=整數 Z。

數量級：

(1)當數值的精確度並不重要時，我們只需要一個概略的數值時，可以將數值以 10 的冪次表示，此種表示方法即稱為數量級。

例如：3.2×10^{-6} 的數量級為 10^{-6}。

$a \times 10^n$ ---當 a< $\sqrt{10} = 3.16$ 時，數量級為 10^n；

當 a> $\sqrt{10} = 3.16$ 時，數量級為 10^{n+1}。

(2)欲判斷某數的數量級時，可先將其化成科學記號，再判斷之。

例 15.試將下列各數以其最接近的數量級表示之。

(A)1.21×10^2 (B)9.01×10^4 (C)0.0008 (D)0.0201 (E)4.22×10^6 (F)0.004

答：(A)10^2 (B)10^5 (C)10^{-3} (D)10^{-2} (E)10^7 (F)10^{-2} 。

類 1.「1 莫耳」定義爲 0.012 公斤的「碳-12」所含的原子數目，其值約爲 6.02×10^{23}，則其數量級寫爲_____。答：10^{24}

類 2.試將下列各數以其最接近的數量級表示之。

(A)1.21×10^2 (B)9.01×10^4 (C)0.0008 (D)0.0201 (E)4.22×10^{18}。答：10^2，10^5，10^{-3}，10^{-2}，10^{19}

類 3.下列有關數量級的敘述中何者正確？

(A)晶體原子間的平均距離約爲10^{-10}米。

(B)太陽至地球之距離約爲10^{-3}光年。

(C)光線貫穿原子核所需時間約爲10^{-23}秒。

(D)在標準狀態下 1 立方公分體積的空氣分子數約爲10^{23}個。

(E)可見光的波長(5000 Å)約爲10^{-10}米。答：AC

※國際單位系統(SI　Units)

一、國際單位系統：**1960** 第十一屆在巴黎召開的國際度量衡會議，協議統一科學用單位，定名為國際單位系統**(Le System Internationale d'Unites)**簡稱 **SI**。

二、**SI** 七大基本單位：

物 理 量	單　位	英文名稱	符號
長度	公尺	meter	m
質量	公斤	kilo-gram	kg
時間	秒	second	s
照度	燭光	candela	cd
溫度	絕對溫度	kelvin	K
電流強度	安培	ampere	A
物質計量	莫耳	mole	mol

三、常用的符號表示法

有☆記號者為常用字首

倍數	Prefixes of Units	字首	符號
10^{-18}	atto	微微微	a
10^{-15}	femto	毫微微	f
10^{-12}	pico	微微	p
☆10^{-9}	nano	毫微（奈）	n
☆10^{-6}	micro	微	μ
☆10^{-3}	milli	毫	m
10^{-2}	centi	釐	c
10^{-1}	deci	分	d
10^{0}	Fundamental Unit	基本單位	
10^{1}	deca	十	D
10^{2}	hecto	百	H
☆10^{3}	kilo	千	K
☆10^{6}	mega	百萬	M
10^{9}	giga	十億	G
10^{12}	tera	兆	T

原子物理常用單位：　1埃($\mathring{A}$)＝10^{-10} 公尺；　1費米(Fermi)＝10^{-15} 公尺

※SI 制

例 16.做為單位標準必須具有：恆常性、複製性、國際公認三個條件，則下列何者滿足上面三個條件？ (A)以鉑銥合金標準尺作為長度的單位 (B)以平均太陽日作為時間的單位 (C)以 ^{133}Cs 電磁輻射的波長作為長度單位 (D)以鉑銥合金公斤原器作為質量單位。答：D

類 1.SI 單位系統中共有幾個基本量 (A)3 (B)5 (C)7 (D)9。答：C

類 2.下面哪些物理量的單位是國際單位系統的基本單位 (A)時間 (B)長度 (C)質量 (D)密度(E)莫耳。答：ABCE

類 3.在公制單位系統中，哪一種是唯一以人造物品作爲基準的項目？ (A)長度 (B)體積 (C)質量 (D)重量。答：C

類 4.在 SI 制中，電流的單位爲_____；溫度的單位爲_____。答：安培，凱氏度

類 5.下列物理量中，何者爲基本量？ (A)時間 (B)面積 (C)密度 (D)速度。答：A

類 6.下列各物理量中，何者爲向量？ (A)溫度 (B)力 (C)時間 (D)能量。答：B

類 7.在牛頓萬有引力定律中，兩球體間的引力可寫爲 $F=\frac{Gm_1m_2}{r^2}$，其中 m_1、m_2 爲質量，r 爲距離。若將力的單位表爲牛頓時，則式中係數 G 的單位應寫爲 (A)牛頓－公尺／公斤 (B)牛頓－公尺^2／公斤 (C)牛頓－公尺^2／公斤^2 (D)係數是沒有單位的。答：C

類 8.電力公司在你家所安裝的電度表，是用來測量什麼物理量？ (A)電能 (B)電功率 (C)電流強度 (D)端電壓。答：A

類 9.下面哪一個物理量，不是國際標準單位系統的基本量 (A)庫侖 (B)安培 (C)新燭光 (D)莫耳 (E)克氏度。答：A

類 10.下列哪一個物理的單位不屬於基本單位？ (A)公斤 (B)燭光 (C)莫耳 (D)安培 (E)庫侖。答：D

類 11.下列各物理量（ ）內爲單位，何者正確？ (A)熱能（卡） (B)重量（kg） (C)力（牛頓） (D)密度（kg/m^3） (E)功（kg・m/s）。答：ACD 解析：(B)重量：kgw。(E)功：N・m。

類 12.爲何國際社會有必要制定公約，採用公制單位系統？答：爲了能準確地表達實驗測量的結果，以及能方便地和他人共通分享實驗資料，必須訂有大家公認的一致性標準單位系統，因此有必要制定國際公約。標準單位的制定，必須考慮「方便性」和「不變性」，並且有科學上的根據，所以採用公制單位系統。

※常用的單位換算：

長度	質量	時間
1公里(km)=10^3公尺 1公分(cm)=10^{-2}公尺 1毫米(mm)=10^{-3}公尺 1微米(μm)=10^{-6}公尺	1公斤(kg)=10^3公克 1毫克(mg)=10^{-3}公克 1微克(μg)=10^{-6}公克	1天=24Hr.=86400秒 1毫秒(ms)=10^{-3}秒 1μs=10^{-6}s

※因次定理

因次式：以基本量來表示導出量。如：

速度 V 之因次式為：LT^{-1}

力 F 之因次式為：MLT^{-2}

例 17.小角度擺動的單擺，具有等時性，已知其週期 T 與擺長 L 以及重力加速度 g 有關，若其關係可表為 $T=CL^a g^b$，C 為無單位的係數。則：(1)式中的 a 值為何？(2)式中的 b 值為何？答：

$a=\frac{1}{2}, b=-\frac{1}{2}$

類 1.若將長度單位以 L 表示，質量以 M 表示，時間以 T 表示，則在單位時間通過加油槍的汽油體積，其單位應表為 (A)$\frac{ML^2}{T}$ (B)$\frac{L^3}{T}$ (C)$\frac{M}{TL^3}$ (D)$\frac{M}{T}$ (E)$\frac{ML^3}{T}$。答：B

類 2.假定有某個物理量 x 可表為 $x=ky+z$，則 (A)x 與 k 的單位須相同 (B)x 與 y 的單位須相同 (C)x 與 z 的單位須相同 (D)x 與 ky 的數量須相同 (E)x 與 z 的數量須相同。答：C

※時間⇨時間的標準

1967 年，第十三屆國際度量衡會議採用「 **Cs-133**」原子鐘所發出特定波長的頻率，作為「秒」的基準根據。當此原子鐘某特定波長所發出的光振動 **9,192,631,770** 次所經過的時間，定義為 **1** 秒。原子鐘非常穩定，不容易受環境變化的影響。

類 1.長度的基本單位標準用的元素是_____，時間的標準是用那一元素_____。答：氪，銫

類 2.知地球自轉速率逐漸變慢，假設一天（1 個平均太陽日）的時間一直穩定的變長，且一天增加 0.001 秒，試計算在 20 個世紀後共增加的時間。【解】 1 年增加 0.001×365＝0.365 秒

20 世紀共有 2000 年，所以大約共增加 2000×0.365＝730 秒

※時間⇨太陽日&恆星日

1.太陽日：太陽連續兩次通過天球上同一條子午線所經歷之時間。

2.平均太陽日：一年中太陽日有長有短，取其平均值定為平均太陽日。

[補充討論**]**恆星日、太陽日：

①恆星日：極遠處某一恆星連續兩次通過天球上同一條子午線所經歷的時間。**(**即地球自轉週期**)**

②恆星日與太陽日：

(a)如右圖，設在A處時地球上P點同時正對太陽及遠處某恆星R。

(b)地球在其公轉軌道上由A自轉一週時公轉至B，此時P點又對正R恆星，故地球由A公轉至B之時距為一恆星日(即自轉 360 度)。

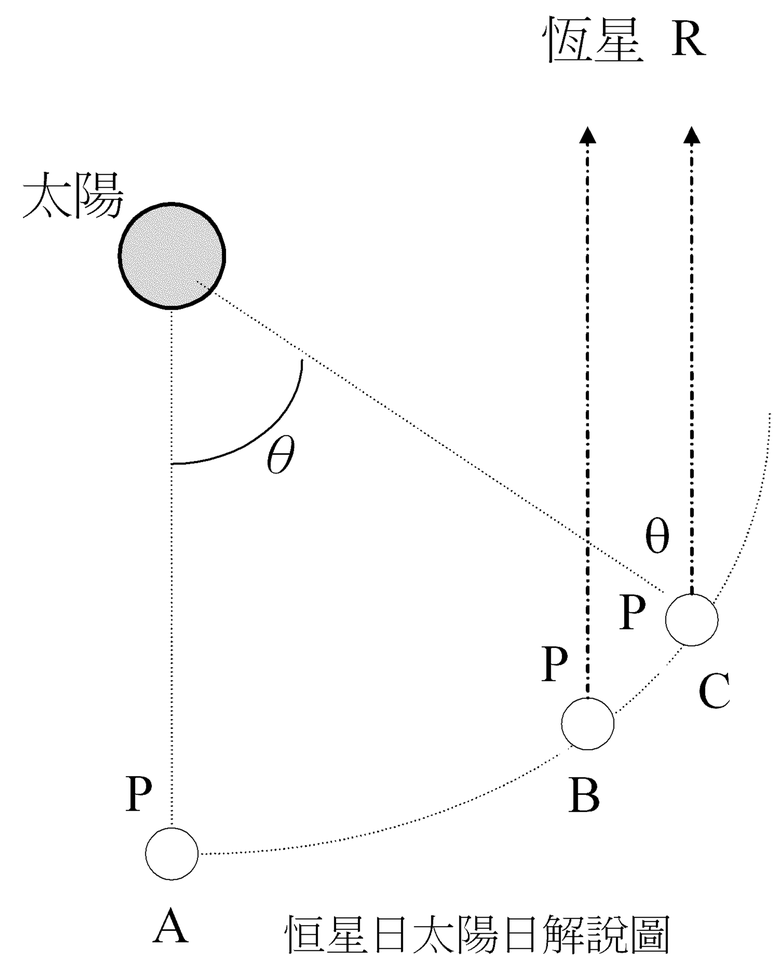
(c)地球的自轉需再多轉θ角即公轉至C，其上之P點才能再次對正太陽，故地球由A公轉至C的時距為一太陽日(即自轉 360 度+θ)。

(d)自轉θ角所需時間約為$\frac{1}{365}$太陽日，故恆星日約較太陽日短$\frac{1}{365}$太陽日。

(e)一年有 366 個恆星日，而有 365 個太陽日。

1秒＝1／86400 平均太陽日

＝9,192,631,770 倍銫原子光譜中某一特定輻射週期(1964 年標準)



恒星日太陽日解說圖

例 18.某行星繞日公轉一周需時T，自轉一周需時t，則在該行星上的人，見一太陽日為若干？

(A)$\frac{Tt}{T+t}$ (B)$\frac{Tt}{T-t}$ (C)$\frac{T^2}{T+t}$ (D)$\frac{T^2}{T-t}$ (E)$\frac{t^2}{T+t}$ 。答：(B)

類 1.某行星繞太陽一年 300 天，自轉一次要 50 天，則其一”太陽日”爲幾天？ 答：60 天

類 2.設恒星日週期爲T_1，太陽日週期爲T_2，地球繞日公轉週期爲T，則三者間有何關係？

答：$\frac{T}{T_1}-\frac{T}{T_2}=1$

類 3.設行星繞太陽的軌道爲圓形，此行星公轉一周費時 180 天，而自轉一周又 20° 爲一太陽日，則在行星上，一太陽日爲幾天？ (A)18 天 (B)17 天 (C)19 天 (D)10 天 (E)9 天。答：D

※時間⇨單擺

秒擺：擺長約為 **1** 公尺的單擺，上端固定，下端繫一重物，擺動角度在 **5°** 角之內，來回擺動一次的時間約為 **1** 秒。

單擺週期公式：$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$ 。

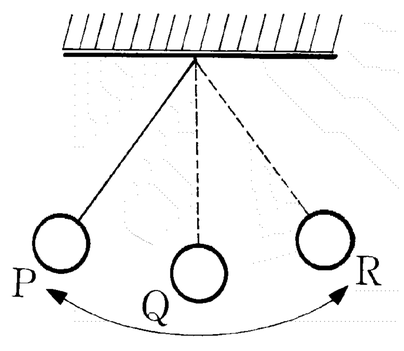
例 19.一單擺製成的掛鐘，其擺動為準確。若將其擺長增加 20%，則此鐘每小時將 (A)慢 12 分 (B)慢 5.2 分 (C)慢 5.7 分 (D)快 5.2 分 (E)快 5.7 分。答：B

類 1.在相同時間內以長 l_1 的單擺計時較標準擺快 t 秒，而長改為 l_2 時較標準擺慢 t 秒，則標準擺之擺長為何？答：$\dfrac{4l_1l_2}{(\sqrt{l_1}+\sqrt{l_2})^2}$

類 2.將使用單擺的時鐘吊在一汽球下，若該汽球以 $3\,m/\sec^2$ 的加速度鉛直下降，則時鐘每小時 (A)快 10 分 (B)慢 10 分 (C)快 12 分 (D)慢 12 分 (E)快 12 分 15 秒。答：(B)

類 3.甲乙二擺，甲擺動 3 次的時間內乙恰擺動 4 次，若甲之擺長為 0.36m，則乙之擺長為：(A)0.64m (B)0.48m (C)0.27m (D)0.20m。答：D

類 4.附圖為一單擺的示意圖，則擺錘由 P 擺至 R，再由 R 回到 P，再由 P 至 Q 位置，共歷時 5 秒，則此單擺之週期為_____秒。答：4



類 5.當單擺做小角度的擺動時，根據實驗觀測，其擺動的週期是固定的。今有某個單擺以小角度擺動時，在 1 日內可擺動 10^5 次，則當此擺擺動 10^8 次時，須費時 (A)10 (B)10^2 (C)10^3 (D)10^5 (E)10^8-10^5 日。答：C

類 6.在日本做好的標準擺鐘，移到台灣來使用，須如何調整才能得正確時刻？ (A)擺長增長 (B)擺長減小 (C)擺錘質量增加 (D)擺錘質量減少。答：B

類 7.一作小角度擺動的單擺，下列什麼原因會使其擺動加快？ (A)溫度下降，擺長改變了 (B)考慮地球自轉，從低緯度的地方搬到高緯度的地方使用 (C)從高山上搬到平地使用 (D)放在電梯中，電梯向上加速運動 (E)從地球表面移到月球表面使用。 答：(A)(B)(C)(D)

類 8.有一單擺每日快一分鐘，其擺長應增長或縮短若干才能準確？答：增加原長的 0.0014 倍

※時間⇨半衰期

半生期：放射性元素衰變至原來質量的一半(或強度減半)所經歷的時間。

年代測定原理：

$$m = m_0\left[\frac{1}{2}\right]^{t/\tau}$$

m_0＝原始質量

m＝ t 時間後剩餘質量

τ ＝半生期

例 20.碳 14 的半衰期約為 6000 年，若從古至今空氣中碳 12 及碳 14 的比例都不變，則出土的人類遺跡鑑定，碳 14 含量只剩$\frac{1}{8}$，應是距現在多久以前？答：18000 年

類 1.某試樣含有U^{235}與U^{238}，半衰期分別爲7.5×10^{8}年與4.5×10^{9}年，今分析試樣含有U^{235}與U^{238}的原子比爲 1：8，則4.5×10^{9}年前其比值爲何？　答：4：1

類 2.一放射性元素，現在起經 2 年後，其強度變爲原有值得 1/49，則該元素現在起經 3 年後，其強度變爲原來的若干？ 答：1/343

類 3.『莊子天下篇』中有言「一尺之棰，日取其半，萬世不竭」。若現在量得其長爲$\frac{1}{256}$尺，則此棰從開始截取，已經過了多少天？答：8 天

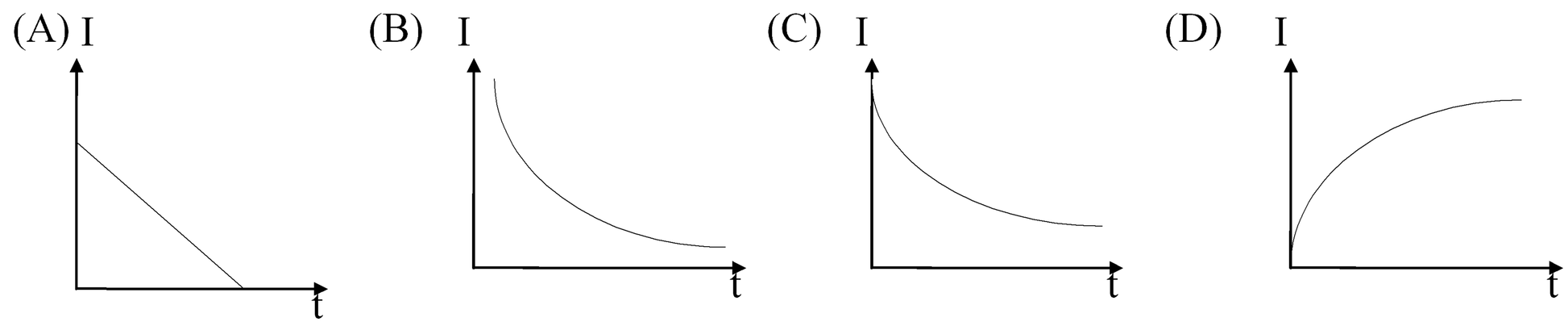
接上題，若現在量得其長爲 0.0012 尺，則此棰從開始截取，已經過了多少天？（log 2＝0.3010，log 3＝0.4771）答：9.7 天

類 4.某放射性元素每天衰變 40%，則 3 天後共衰變若干？答：78.4%

接上題，此元素半衰期約爲若干天？答：1.36 天

類 5.某放射性元素半衰期爲 d 天，則經過 3d 天後剩餘強度爲原來強度的 (A)1/2 (B)1/3 (C)1/6 (D)1/8 倍。答：D

類 6.放射性物質之強度 I 與時間 t 之函數關係圖爲何？答：C



※長度：

(1)1 公尺：的定義演變如下：

①1792 年訂：自北極經巴黎至赤道之子午線長度的一千萬分之一。

②1889 年：鉑銥合金標準原器。

③1960 年訂：氪(^{86}Kr)所發橘紅色光波長的 1,650,763.73 倍。

④1983 年訂：光於 299,792,458 分之一秒內，在真空中所走的距離。

(2)幾個常用的長度單位：

1 光年(light year)：光一年所走的距離。$\Rightarrow 1\ell.y = 9.46\times10^{15}m$

地球半徑 R=6400km= $6.4\times10^{6}m$

氫原子的半徑 r=0.53$\mathring{A}$

地球至太陽的距離=1A.U.(一個天文單位)=$1.496\times10^{15}m$

1 奈米（1nm）=10^{-9} m。

長度單位的換算

公制	英制	
基本單位 ：公尺(m)	基本單位 ：呎(ft)	單位換算
1 公里(km)=10^{3}公尺 1 公分(cm)=10^{-2}公尺 1 毫米(mm)=10^{-3}公尺 1 微米(μm)=10^{-6}公尺	1 碼(yd)＝3 呎 1 吋(in)＝1/12 呎 1 哩(mi)＝5280 呎 1 浬＝6080 呎	1 吋＝2.54 公分 1 呎＝30.48 公分 1 哩＝1609 公尺

原子物理常用單位： 1 埃($\mathring{A}$)＝10^{-10} 公尺； 1Fermi＝10^{-15} 公尺

※長度⇨長度的單位

例 21.依國際單位系統，長度的基本單位為公尺。一公尺的標準最初曾被定義為「由北極經巴黎到赤道的子午線（經線），其長度的一千萬分之一」。根據這個標準，及下表的資料，問：

一大氣壓	1.01×10^5 牛頓／公尺^2
半徑爲 R 的圓周長	$2\pi R$
半徑爲 R 的圓球表面積	$4\pi R$

(1)地球上的半徑約為多少公尺？ (A)6×10^4 (B)6×10^6 (C)6×10^8 (D)6×10^{10} (E)6×10^{12}。答：(B)。

(2)地球大氣層的空氣總質量約為多少公斤？ (A)5×10^{14} (B)5×10^{16} (C)5×10^{18} (D)5×10^{20} (E)5×10^{22}。答：(C)

類 1.目前所採用的長度定義，係以何種方式來標定 (A)以手臂長度 (B)以子午線長度 (C)以鉑銥合金的標準尺 (D)利用光速爲標準。答：D

類 2.現行長度的基準是依照下面哪一種性質來訂定的 (A)單擺的等時性 (B)地球運轉的規則性 (C)地球的形狀的對稱性 (D)光速的不變性 (E)光波波長的穩定性。答：D

類 3.要測量手邊的原子筆長度時，用下面那一個單位比較恰當 (A)公里 (B)公尺 (C)公分 (D)公厘。答：C

類 4.“光年”是天文學上常用的長度單位，意思是指光在一年中所行經的距離，試估算 1 光年約爲多少公尺？ (A)3×18^8 (B) 9.5×10^{15} (C) 1.5×10^{18} (D)2.7×10^{20} 公尺。答：B 解析： $(3\times10^8)\times(365\times86400)=94608\times10^{11}=9.5\times10^{15}$(m)

類 5.某原子之大小爲 2.5 埃，它等於_____微米。答：2.5×10^{-4}

類 6.某物長約 2 公尺，但某生測此物長記爲 20.01，則下列敘述何者錯誤？ (A)該生所用之尺測定單位不同 (B)該生所用之尺最小刻度單位可能是公分 (C)可能看錯尺上之刻度 (D)該生所用之尺最小刻度單位可能是公寸。答：D

類 7.下列敘述，何者正確？ (A)光年是時間單位 (B)繞赤道一周約 4 千萬公尺 (C)由早期對公尺的定義，約可算出地球的半徑 (D)由最近對公尺的定義，可知光速約爲 $3\times10^8\,m/\sec$ (E)已知紫光波長約爲 4000 埃，相當於 4×10^{-6} 公尺。答：BCD

類 8.大多數的原子半徑約爲 1 埃（1Å$=10^{-10}$m），將原子覆蓋在 1 平方公寸的表面所需的原子數爲 (A)10^{12} (B)10^{14} (C)10^{16} (D)10^{18} (E)10^{20} 個。答：D

※長度⇨長度的測量

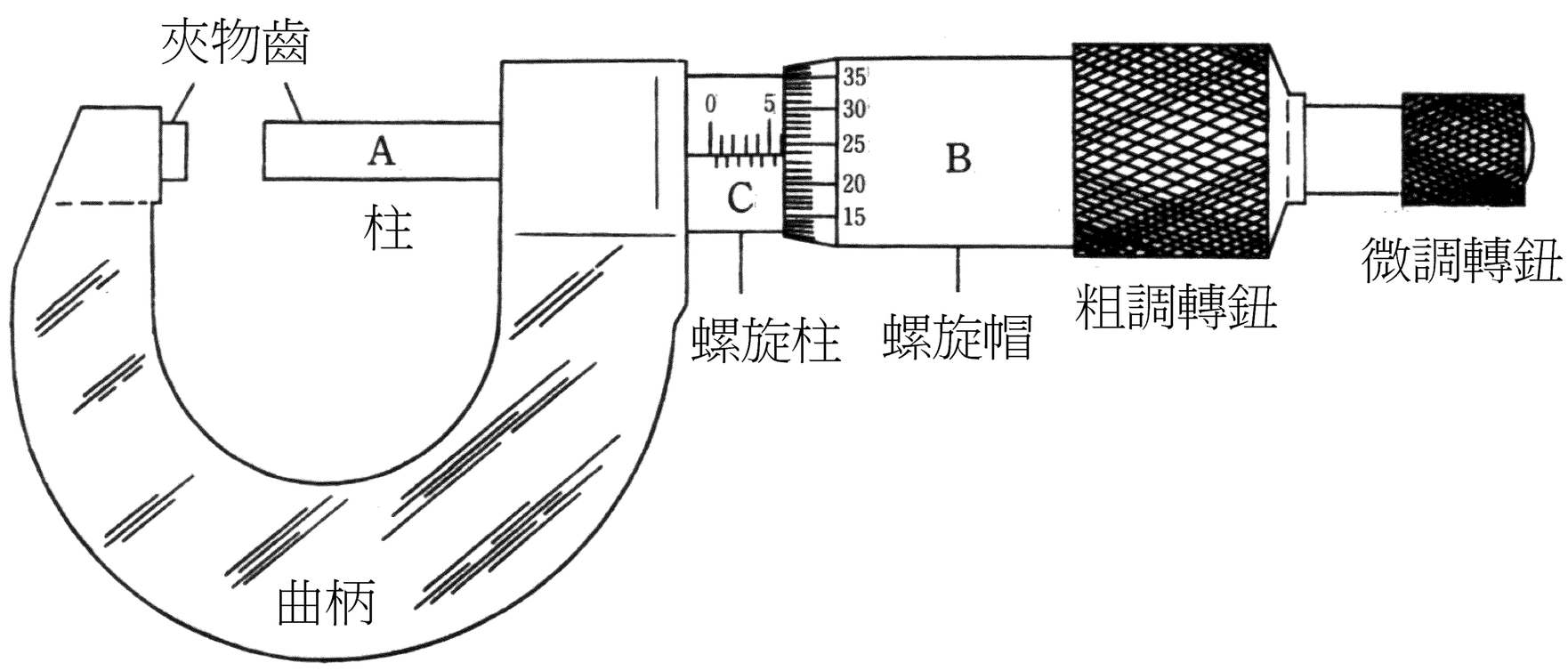
例 22.某生以手邊的原子筆測量桌子的長度時，將測量值記為 a；利用橡皮測量相同的桌長時，將測量值記為 b，則原子筆與橡皮擦的長度比為_____。答：$\frac{b}{a}$

類 1.某生以鉛筆的長度爲基準，測量桌子的長與寬，其讀數分別爲 a 與 b。若鉛筆長度以標準尺測量時的讀數爲 c，則以標準尺的單位來表示桌子面積時，其結果應爲_____(標準單位)^2。答：abc^2

類 2.用甲尺去量固定兩點間之距離，所量得之數值爲 a，用乙尺去量得 b，已知乙尺比甲尺短，用乙尺來量甲尺得 c，則 (A)a＝b＋c (B)b＝c＋a(C)a＝bc。答 Ë

※長度⇨螺旋測微器

螺旋測微器：



(1)螺距通常為 0.5 毫米，套筒上等分為 50 刻度，則：
精密度為 1/100 毫米(套筒旋轉一刻度，螺桿進退之距離)
測量值可達到 1/1000 毫米(加一位估計值)。

(2)若在歸零修正時，主尺橫線上之零刻度與套筒上對正之刻度差 a(a 超過零取正，未到零取負)，將待測物夾入後，套筒邊緣在主尺橫線之 m 與 n 刻度間，且固定軸之刻度對正套筒之 y 刻度，則物長應為：m+(y-a)/100。

(3)測量時，當待測物已與 A、B 微微相接觸，切勿用力轉動粗調轉鈕，以免損壞儀器或造成質軟物體被壓縮引起量度的不準確。此時應微微轉動微調轉鈕，直至發出三、四聲響為止。

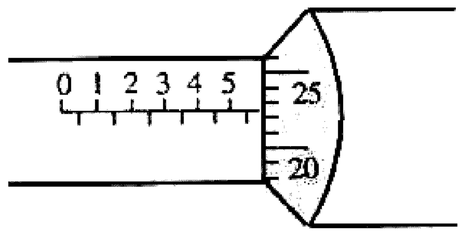
※長度⇨螺旋測微器

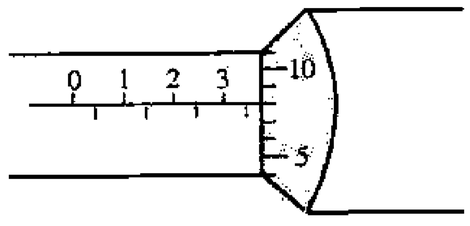
例 23.(1)螺距 0.5 ㎜套筒區分為 50 刻度之螺旋測微器測一物如右圖，應該記為若干？答：5.724mm

(2)同(1)題之螺旋測微器今測一物如圖應讀做若干？答：3.580mm

(3)可知此種螺旋測微器可準確到_____㎜，估計到_____㎜。

答：0.01；0.001



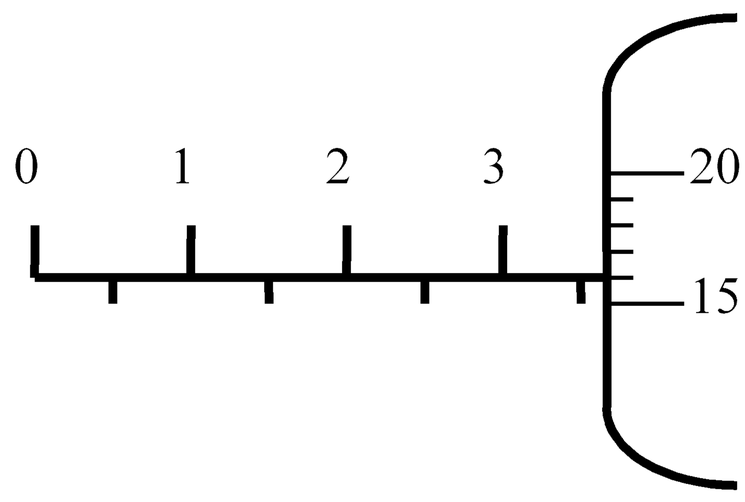


類 1.一螺旋測微器其螺距爲 0.5 mm，而套筒周緣刻劃成 40 個等分刻度。在未夾待測物時，把螺旋轉到底，見到螺帽邊緣在主尺之 0 與 0.5 mm之間，而第 3 格與主尺中央線對齊，當夾一待測物時螺旋帽邊緣在主尺之 3.5 到 4 mm之間，而第 16 格與主尺中央線對齊，求待測物長。

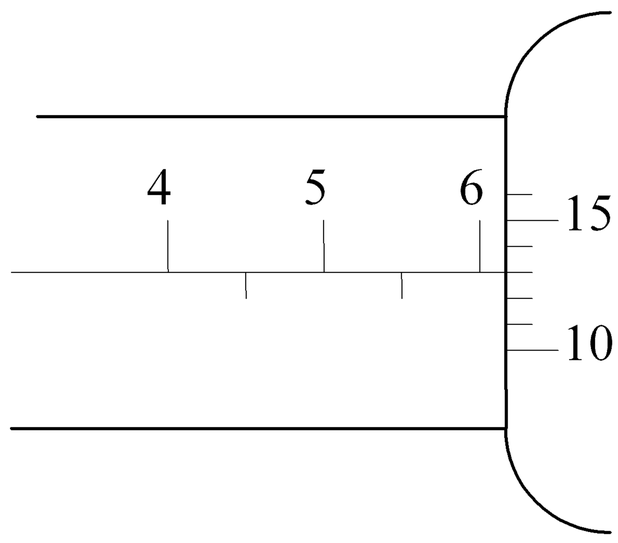
類 2.一螺旋測微器的螺距爲 1mm，而其套筒上刻有 50 個分度，則此測微器的準確度爲？
(A)0.02cm (B)0.2cm (C)0.002cm (D)0.01cm (E)0.001cm。答：C
利用上題的螺旋測微器測量一待測物時，發現物長介於 4 mm 與 5 mm 間，而套筒上的讀數爲 30，則物長爲若干 mm？ (A)4.30 (B)4.80 (C)4.60 (D)4.70 (E)4.90。答：C

類 3.螺旋測微器的螺距爲 0.50 毫米，套筒邊緣作 50 等分，今測得一鐵皮的厚度介於 2.5～3.0 毫米間，且套筒的第 15 刻度線與中央基準線對齊，則鐵皮的厚度爲何？答：2.650 毫米

類 4.一螺旋測微器，當螺帽轉動一周時，可推進螺柱前進一螺距設爲 0.5mm，且在螺帽周緣均勻刻劃 50 刻度。若未夾物體時旋緊旋轉套筒，螺帽第 48 刻度對齊主尺的中央線。當夾緊一物體時，見螺帽 16 刻度與主尺中央線對齊，如右圖所示。問待測物的長度爲若干 mm？
(A)3.860 (B)3.680 (C)3.660 (D)3.640 (E)4.180。 答：B



類 5.(1)螺旋測微器之螺距爲 0.5 ㎜，套筒上刻畫 50 分格。於某次量度如右圖所示，則待測物長度爲若干？
(A)6.13 ㎝ (B)6.13 ㎜ (C)6.130 ㎜ (D)6.630 ㎜。答：C
(2)若量測前歸零時，副尺之第 4 7 分格對正主尺中央橫線，則待測物長度爲何？(A)6.770 ㎜ (B)5.560 ㎜ (C)6.160 ㎜ (D)6.100 ㎜。答：C
(3)本題中之螺旋測微器可以準確至何單位？ (A)0.1 ㎜ (B)0.01 ㎜ (C)1μm (D)1nm。答：B



※長度⇨游標尺

游標測徑器：利用主、副尺每一刻度之差額對長度做更精密的測量。

(1)一般主尺之最小刻度為 1 毫米。

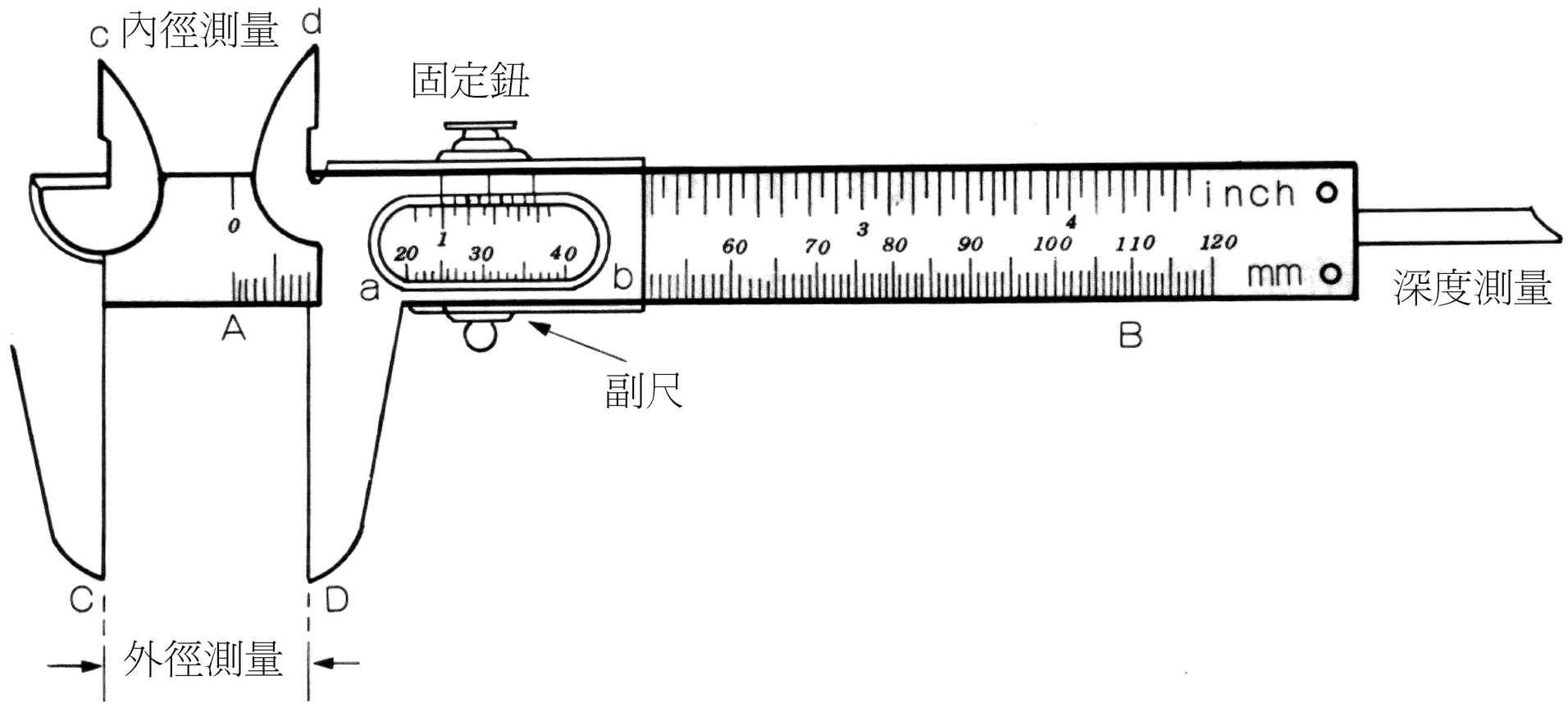
(2)若副尺 n+1 個刻度相當於主尺 n 毫米，則：

精密度：1/(n+1)毫米。

若副尺 x 刻度對正主尺 y 毫米，而副尺之零刻度在主尺的 u 與 v 毫米之間，則長度應為：

$u+\frac{x}{n+1}$ 或 $y-\frac{nx}{n+1}$。

(3)歸零修正：未夾物體時，求出主副尺零刻度間之距離 a。



副尺之零刻度在主尺零刻度之右，須從讀數上減去 a。

副尺之零刻度在主尺零刻度之左，須從讀數上加上 a。

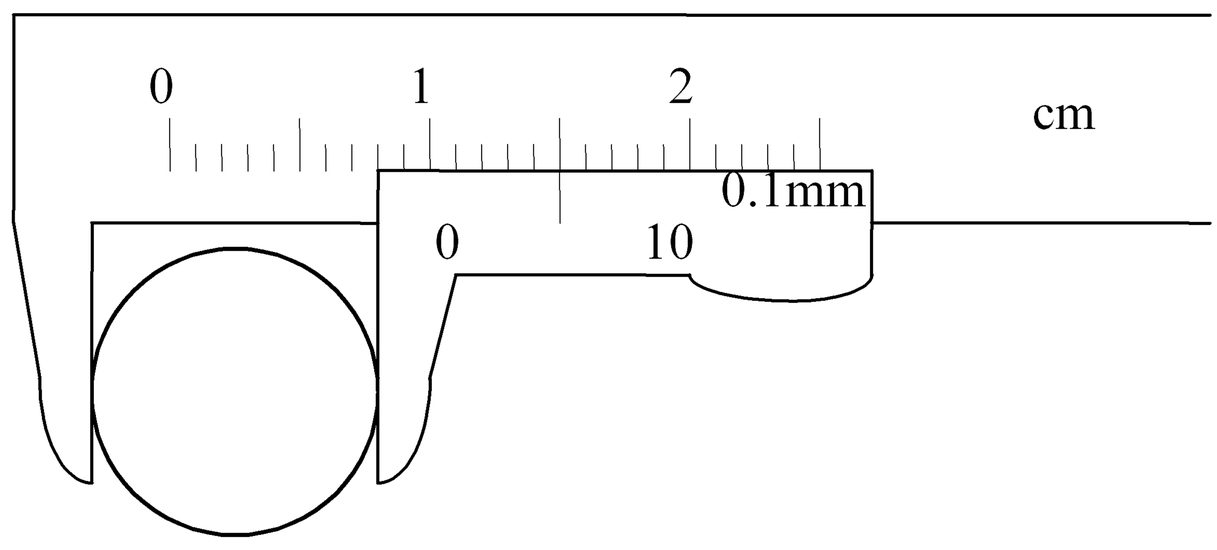
例 24.(A)一游標尺的游尺 20 刻度間隔等於主尺的 19mm，其能精確至多少 mm？

(B)設在某一量度中，游尺的零點在主尺的 32、33 刻度間，且游尺的第 6 刻度對齊主尺的 38 刻度，則待測物長多少 cm。答：(A)0.05，(B)3.230

例 25.某游標尺其主尺每小格之大小為 1 毫米，且主尺 39mm 的長度恰等於游尺 20 小格的長度，今夾一薄鐵片時，主尺的第 28mm 線恰與游尺的第 11 刻度線成一直線，則此薄鐵片之厚度為：(A)7.55 毫米 (B)4.05 毫米 (C)6.55 毫米 (D)7.25 毫米 (E)6.25 毫米。答：C

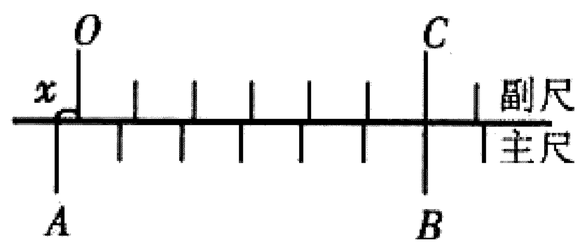
例 26.一游標尺之主尺每一刻度代表 1 公釐，副尺的 20 刻度相當於 19 公釐。當主尺與副尺兩趾相合時，副尺的第 10 刻度與主尺的第 9 刻度相對齊。現用此游標尺測量一圓柱體的外徑，若副尺的零刻度在主尺的第 11 刻度及第 12 刻度間，而副尺的第 15 刻度與主尺的某刻度相對齊，則該物的外徑為 (A)10.75 (B)11.25 (C)11.75 (D)12.25 公釐。【83 年夜大】答：(D)

類 1.以游標尺測量一圓的直徑，得如下圖之結果，此圓之直徑爲：
(A)0.8 釐米 (B)0.08 釐米 (C)1.05 釐米 (D)1.5 釐米 (E)1.95 釐米。



答：C

類 2.(1)若主尺 9 ㎜等於副尺 10 分格之游標尺如右圖，則表示 x=_____。答：0.5



(2)若右圖主尺 19 ㎜等於副尺 20 分格之游標尺，則表示 x=_____。答：0.25

(3)若右圖主尺 49 ㎜等於副尺 50 分格之游標尺，則表示 x =

類 3.設游標尺上的 20 個刻度等於主尺上 39 個刻度(即 39mm)，則下列那些數據爲利用此游標尺讀得者？
(A)1.20×10^{-2} m (B)6.582 ㎝ (C)0.11175m (D)2.45 ㎜ (E)42.5 ㎜。答：CD（游標尺之測量結果，精確度即爲估計值）

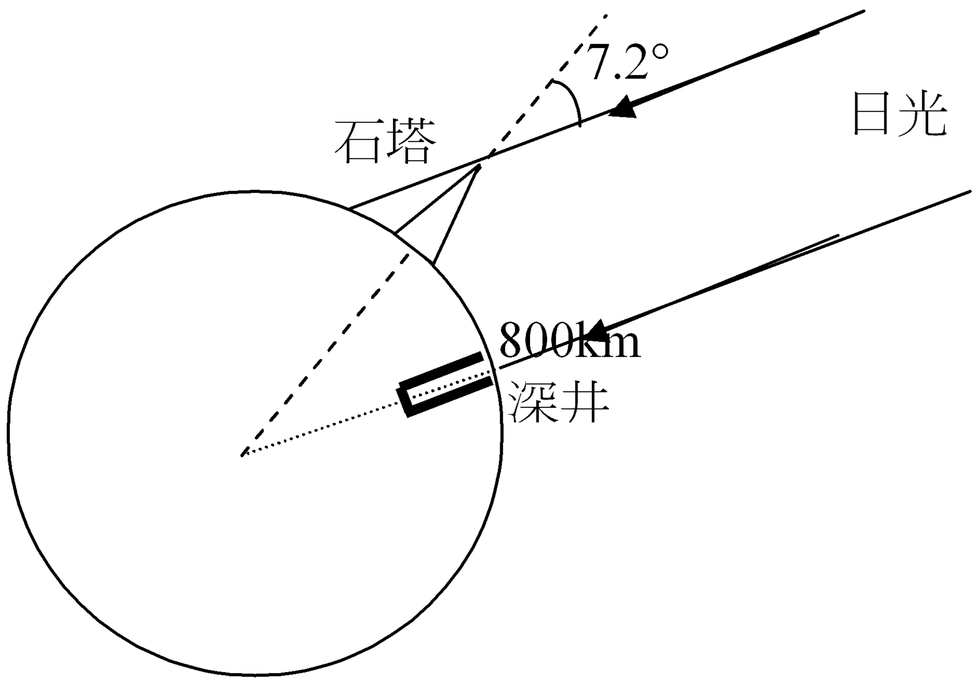
類 4.甲、乙兩人作短距離測量時，若游標尺副尺 20 分格等於主尺 19（mm），甲測量木條長度時發現副尺之 12 分格與主尺之 60（mm）對齊，乙測同一木條之長度時，發現副尺 0 刻度位於 4.8 cm 與 4.9 cm 之間，且副尺之 6 分格與主尺之 60（mm）線對齊，已知甲測量值爲正確而乙測量結果不正確，用彈簧秤測出一固體在空氣中的重量爲 100 公克重，再把它全部浸入水中，稱其重量爲 90 公克重，則此物體的密度爲【 10^4 】kg/m^3。

類 5.某游標尺最小刻度爲㎜，副尺 20 刻度的長度等於主尺 39 個刻度的長度。於某次量度，若副尺第 11 個刻度恰對正主尺 11 ㎝處，則待測物長度？(A)11.11cm (B)10.55cm (C)9.955cm (D)8.855cm。答：D

※長度⇨三角測量

例 27.設某行星及地球均在同一平面內，繞太陽運行，其軌道均為圓形，今自地球觀看行星與太陽，發現其視線的最大夾角 $\theta=53^\circ$ ，則地球軌道半徑Re與行星軌道半徑R大小之比為： (A)5：4 (B)4：5 (C)5：3 (D)3：5 (E)4：3 。答：(A)

例 28.於埃及亞歷山大里亞石塔南方 800km 處的息尼有口深井，每當一年中夏至正午，太陽恰於頭頂，陽光可直射入井，此時亞歷山大里亞的石塔，塔尖陰影偏離鉛直線 7.2°，則地球半徑約為若干公里？答：6.4×10^3（公里）



類 1.金星最早東升的時刻約爲早上 3 時，則金星公轉的軌道半徑爲地球軌道半徑的若干倍？
(A)0.4 (B)0.5 (C)0.6 (D)0.7 (E)0.8。答：(D)

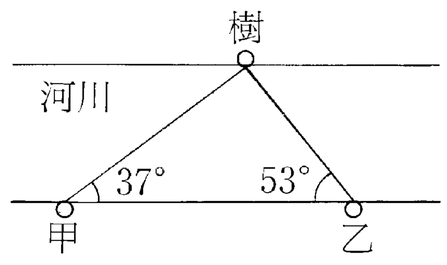
類 2.地球至太陽與金星間之連線所成的最大角度爲 θ ，則金星與地球的公轉軌道半徑爲之比爲：
(A)$\sin\theta$ (B)$\cos\theta$ (C)$\tan\theta$ (D)$\csc\theta$。答：A
承上題，若 $\theta=45^\circ$，則在一天中可以看到金星的時刻 (A)最早於日出後 3 時 (B)最晚於日落後 3 時 (C)最晚於日落前 3 時 (D)任何時刻均可看到。答：B

類 3.地球赤道上兩地時差爲 4 小時，則兩地相距(地球半徑 6400 km) (A)2200 (B)3300 (C)4400 (D)5500 (E)6700 km。答：E

類 4.假設某日正午，太陽恰可照射到一口垂直深井的水面，此時，距井 S 遠處有一垂直於地面之長竿，日光與長竿之夾角爲 θ 弧度，則地球之周長爲： (A)$\frac{2S}{\theta}$ (B)$\frac{S}{\theta}$ (C)$\frac{2\pi S}{\theta}$ (D)$\frac{\pi S}{\theta}$。答：C

例 29.一畫家寫生時伸直手臂，手中持一鉛直之鉛筆，此鉛筆恰好遮住遠方一座無線電塔之視線，眼睛至鉛筆的距離為 60 cm，鉛筆長 15 cm，已知塔高 75m，則畫家與塔之距離為何？ (A)120m (B)160m (C)240m (D)300m 。答：D

例 30.如附圖所示，甲、乙兩人利用三角測量法，欲測河川的寬度，已知甲、乙兩人以彼此間的距離為基線，而與對面樹上某定點的觀測角度分別為 37°與 53°，若甲、乙兩人相距 200 公尺，則河寬為若干公尺？ (A)64 (B)82 (C)96 (D)112 (E)48。答：C



類 1.設太陽光在早上 6 時東昇，下午 6 時西沉，則電線桿在日光下於上午 10 時與下午 4 時，桿影長之比爲何？ (A)1：2 (B)1：3 (C)1：4 (D)2：3 。答：B

類 2.某人身高 1.6m，自高 4.0m 的路燈下某處離燈而去，在 3 秒內移動了 3m 則其頭頂的影子在此期間內移動了 (A)3m (B)4m (C)5m (D)6m 。答：C

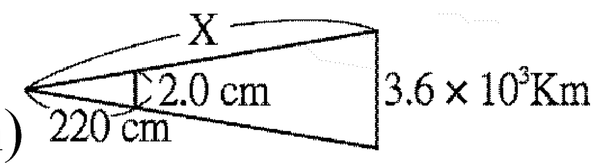
類 3.一人於河之南岸河邊，測得北岸河邊一樹之方位爲東偏北 53° ，此人沿河岸東行 1500m 後，樹之方位變爲西偏北 37° ，則河寬爲：(A)150m (B)300m (C)450m (D)720m 。答：D

類 4.一人在 A 地見一山頂在西偏北 60° 的方位上，此人駕車以 40 km／hr 的等速度向西偏南 37° 的方位行駛，半小時到達 B 地，在 B 地見山頂在北偏東 23° 的方位上，則 A 地與山的距離爲？答：12.5 km

類 5.設一房屋之天花板與地板相距 5 m，天花板上有一小孔，問在正午時太陽經由此小孔投射在地板的像，移動的速度量值爲若干公尺／秒？ (A)π／2160 (B)π／4320 (C)π／8640 (D)π／17280 (E)π／34560。答：C

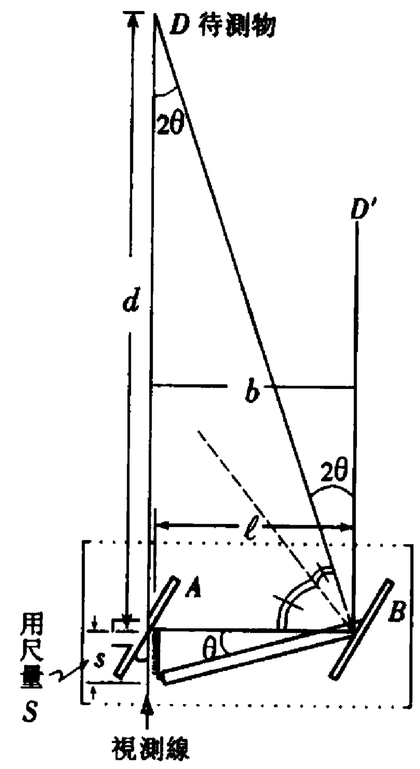
類 6.將一個一元小銅板貼在窗戶的玻璃上，用一隻眼睛看它，當它剛好將滿月的月亮完全遮住時，眼睛和銅板的距離約爲 220 公分，已知銅板直徑約爲 2.0 公分，月球直徑約爲 3.6×10^3 公里，則月球與地球的距離約爲多少公里？ (A)4.0×10^3 (B)4.0×10^5 (C)4.0×10^7 (D)4.0×10^9 (E)4.0×10^{11}。

答：B 解析：如附圖所示：$\frac{x}{3.6\times10^3}=\frac{220}{2.0}\Rightarrow x=3.96\times10^5(\text{km})$



※長距離三角測量法——測遠儀

例 31.一測遠儀，若 b:兩平面鏡間距離，l：旋轉臂長，s:旋轉臂末端移動距離，θ:旋轉臂轉動角度，當$\theta > 15^{o}$時，則待測物距離 d 為 (A)$\frac{bs}{2l}$ (B)$\frac{b^2}{ls}$ (C)$\frac{s^2}{l^2-s^2}\times b$ (D) $\frac{2ls}{l^2-s^2}$ (E) $\frac{l^2-s^2}{2ls}\times b$ 。答：(E)



類 1..右表為測遠儀實驗中，所得之已知距離(d)與刻度(s)的數據，則由表可知，如刻度 s=2.5 時，待測距離為若干? (A)500 米 (B)350 米 (C)300 米 (D)250 米 (E)160 米。答：(E)

距離(d)	刻度 s
100(米)	4
200	2
400	1

※短距離測量——光學測微儀

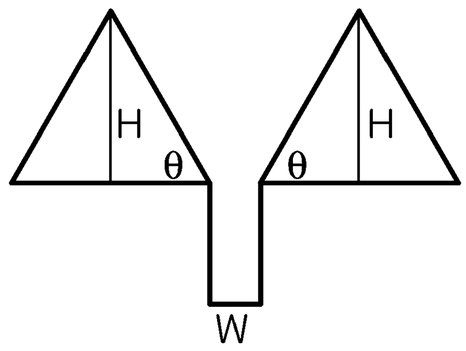
例 32.在「短距離之測定」實驗中，設平面鏡離照門之距離為 50 cm，二薄玻璃片疊合並以 1 cm之距離參差放置，當插入厚度為 0.1m 之刀片時，照門應移動多少距離？ (A)0.5 mm(B)1 mm (C)5 mm (D)10mm (E)5 mm 。【大學聯考題】

類 1.利用光學測微器測物體厚度，有一人求得一刀片之厚度為$1\frac{1}{2}$刻度，此刻度刻劃是以 1 張紙之厚度為基準，而 100 張紙之厚度等於 2.0 mm,則刀片之厚度為(A)1.5×10^{-2} (B)1.5×10^{-1} (C)3.0×10^{-1} (D)3.0×10^{-2} (E)3.0×10^{-3} cm。

類 2.利用光學測微器量毛髮、刀片一類之短距離，放一張薄紙時，參考針在鏡內之像位移為 2 cm，若置一薄物使參考針像之位移為 4 cm時，則薄物之厚度為一張紙的 (A)1 倍 (B)$\frac{1}{2}$倍 (C)4 倍 (D)$\frac{1}{4}$ (E)$\sqrt{2}$ 倍。

※長度⇨體積

例 33.下圖為一水庫與兩座山的鉛直截面示意圖，底部的長方形凹槽代表水庫，而兩側的等腰三角形則代表山。為估計山區豪雨對水庫水位的影響，假設沿垂直於紙面的方向延伸時，水庫與兩山的鉛直截面都不變，因此水庫兩側的山坡可視為斜傾角 θ 為 45-的平面斜坡。若山區降雨量為 400 公厘，山高 H 為 500 公尺，水庫寬度 W 為 100 公尺且下降水庫兩側山坡的雨水全部流入並蓄積於水庫中，則水庫的水位會因而增高多少公尺？ (A)2 (B)4 (C)42 (D)20 (E)40。 答：B

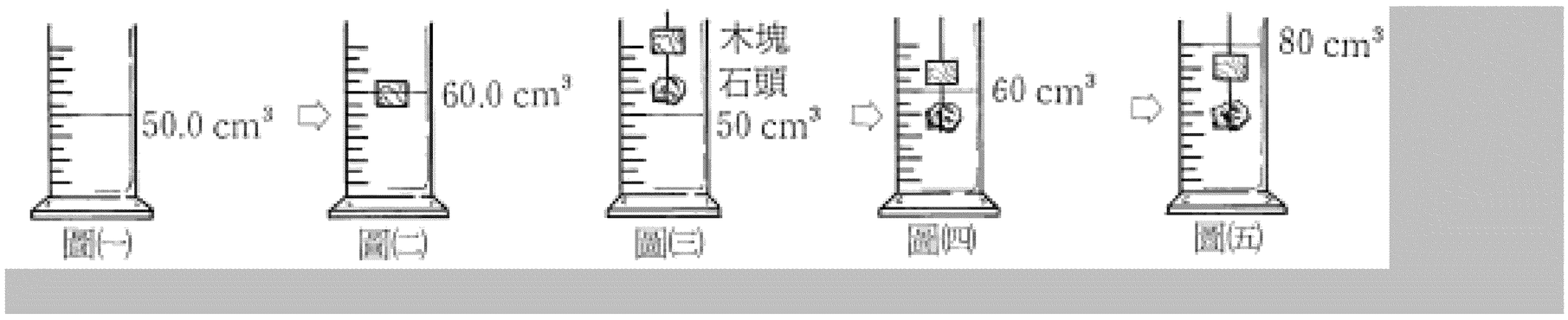


類 1.如果以原子組成物質的單元，則直徑為 0.1 毫米的一粒細砂含有原子數目約為多少？(選最近的數量級)(A)10^6 (B)10^9 (C)10^{13} (D)10^{17}。答：D

解：原子直徑約 10^{-10}～10^{-9}m，$(\frac{10^{-4}}{10^{-10}})^3 = 10^{18}$，$(\frac{10^{-4}}{10^{-9}})^3 = 10^{15}$

0.1mm 砂粒約有 10^{15}～10^{18} 個原子，選(D)

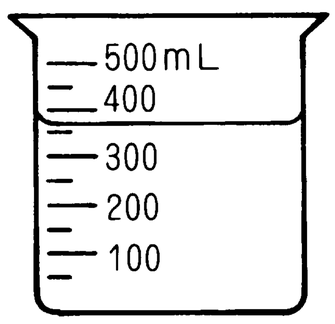
類 2..小明按附圖的步驟，測量木塊的體積，試回答下列問題：



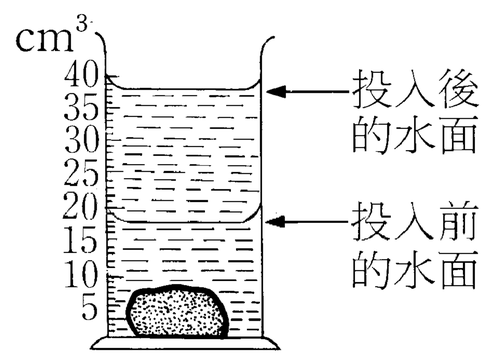
(1)由圖(二)，你是否能測得木塊的體積？_____。

(2)由圖(四)、圖(五)，木塊的體積為_____cm^3。答：(1)否；(2)20

類 3.如圖為一個 500 毫升的燒杯，其中裝有蒸餾水，試問下列何者是蒸餾水體積正確的讀數？ (A)385 毫升 (B)370 毫升 (C)400 毫升 (D)400.00 毫升。答：B



類 4..將一石塊投入盛水的量筒中，其水面的變化，如附圖所示，則石塊的體積為_____cm^3。答：20.0



※質量：

(1)1 公斤：1901 年國際度量衡會議正式訂定以鉑銥合金公斤原器為質量的國際標準。

(2)幾個常用的質量：

地球的質量=$6\times10^{24}kg$

電子的質量=$9.1\times10^{-31}kg$

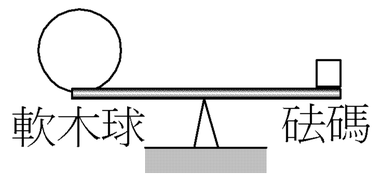
質子的質量=1u=$1.67\times10^{-27}kg$

※質量

例 34.下列關於質量的定義哪些正確？ (A)質量是物質所含有的量 (B)質量是由等臂天平兩端平衡時，物體與砝碼比較出來的量 (C)質量是由外力和物質受外力後所得加速度比較出來的量 (D)質量是物體慣性的表示。答：ABCD

類 1.溫度保持一定之下，下列哪些物理量不隨地點而變？ (A)密度 (B)質量 (C)重量 (D)重力加速度 (E)大氣壓力。答：AB

右圖中有一軟木球與砝碼，在等臂天平上達成平衡。若將該裝置改放在真空室內，則天平是否仍然可以維持水平的平衡狀態?_____。



答：不能

類 3.三梁天平可測定的最大值為 (A)11.1 公克 (B)111 公克 (C)311 公克 (D)3111 公克。答：C

類 4.已知氫的原子量為 1，則 1 個氫原子的質量為若干公斤？ (A)1.67×10^{-23} (B)6.23×10^{23} (C)1.67×10^{-27} (D)6×10^{23} (E)10^{-3}。答：C

解析：1 個氫原子的質量$=\dfrac{1莫耳氫原子的質量}{1莫耳氫原子的個數}=\dfrac{10^{-3}}{6\times10^{23}}=1.67\times10^{-27}$（公斤）

類 5.物體慣性的大小與下列何者有關？ (A)物質含量 (B)位置 (C)溫度 (D)形狀。答：A

類 6.實驗室中三梁天平所能測量質量之精確度為 (A)10^{-1} (B)10^{-2} (C)10^{-3} (D)10^{-4} 公克。答：B

類 7.地球質量 5.98×10^{24} 公斤，構成地球各種原子的平均質量為 40 u（1 u$=1.66\times10^{-27}$ 公斤），試估計地球上原子的數目。 【解】 1 個原子之平均質量 40 u$=40\times1.66\times10^{-27}$ kg$=6.64\times10^{-26}$ kg

x 地球上原子總數$=5.95\times10^{24}/6.64\times10^{-26}\fallingdotseq9.00\times10^{49}$（個）

※密度

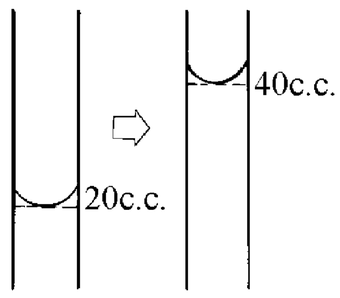
＊密度的定義 $d=\dfrac{m}{V}$

例 35.將同一石塊，放在盛滿酒精的杯中，溢出的酒精為 24 公克，放在盛滿某液體的杯中時，溢出的液體為 27 公克，設酒精的密度為 0.8 g/cm^3，則溢出液體的體積為？ (A)24 (B)27 (C)30 (D)$\dfrac{1}{24}$ (E)36　cm^3。
(2)該液體的密度為？ (A)0.9 (B)0.85 (C)0.75 (D)1.2　g/cm^3。答：C，A

類 1.一個長方體容器，底面的長爲 0.1 公尺，寬爲 0.05 公尺，用天平量得質量 0.15 公斤，將體積 2.0×10^{-4} 公尺^3 體倒入此容器內，用天平量得總質量爲 0.31 公斤，求
(a)容器內液體高度爲若干公尺？_____。答：0.04
(b)此液體密度爲若干公斤／公尺^3？_____。答：800

類 2.將質量 100 公克、密度 7.9 公克/公分^3 的鐵，做成厚度爲 0.6 公分的正立方盒子，則該盒子的邊長約爲　(A)3.2 (B)4.0 (C)4.6 (D)5.2 (E)6.2　公分。答：C

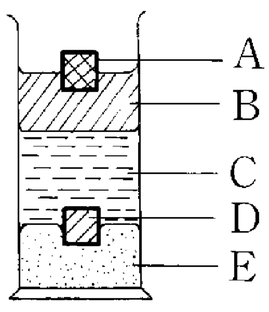
類 3.將一鋁塊投入盛水的量筒中，其水位變化如附圖所示，又將鋁塊撈起擦乾，並放置在等臂天平的左盤，當平衡時，右盤上有一個 50 克的砝碼，一個 2 克的砝碼和二個 1 克的砝碼，則鋁塊的密度爲_____g/cm^3。答：2.7



類 4.空瓶質量 13.7g 盛滿水以後，總質量爲 59.2g，若改盛以汽油時其質量爲 43.3 g：
(1)此空瓶容積爲_____cm^3。
(2)汽油之密度爲_____g/cm^3。答：(1)45.5；(2)0.65

類 5.甲乙兩物體密度比 1：2 質量比 2：1 則它們的體積比爲 (A)1：2 (B)2：1 (C)1：4 (D)4：1 (E)1：1 。答：D

類 6.將附圖中的五種物質密度，由大到小排列爲_____。答：E＞D＞C＞B＞A



類 7.質量相等的 A、B、C 三物體，其密度比爲 3：2：1，則體積比爲 (A)3：2：1 (B)1：2：3 (C)2：3：6 (D)6：3：2 。答：(C)

＊混合物的密度

例 36.國王的皇冠，已知是由金和銀所打造而成，若以天平稱得皇冠質量為 400g，排水法量得皇冠的體積為 $30cm^3$，(設金的密度為 $20g/cm^3$，銀的密度為 $10g/cm^3$)，試求：
(1)皇冠中金的質量為_____g。答：200
(2)皇冠中銀的體積為_____cm^3。答：20

類 1.密度 $8.9g/cm^3$ 的銅 534g 與密度 $19.3g/cm^3$ 的金 772g 組成的合金，其混合密度爲多少 g/cm^3？答：13.06 (g/cm^3)

類 2.有一由金和銀打造而成的金屬，質量爲 240 克，體積爲 15 立方公分，已知金的密度爲 20 克／立方公分，銀的密度爲 10 克／立方公分，則金的質量_____克。答：180

類 3.傳說中古希臘科學家亞基米得在洗澡中，領悟了分辨王冠真僞的方法。這種方法主要是依據下面的那一個觀念？ (A)溫度 (B)重量 (C)密度 (D)時間。答：C

類 4.兩支長度與截面積都相同的 AB 兩金屬棒，其密度分別爲 1.7 公克／公分 ^{3} 與 7.9 公克／公分 ^{3}，則 (A)AB 的體積比爲 1：1 (B)AB 的質量比爲 2：1 (C)將兩棒密接後，其平均密度爲 4.8 公克／公分 ^{3} (D)選項 (C)答案應爲 9.6 公克／公分 ^{3}。答：AC

類 5.密度爲 p_1 與 p_2 的兩液體，且 p_1 大於 p_2，則下列何者正確？ (A)取等質量混合後（假定體積守守恆），混合密度爲 $\frac{p_1+p_2}{2}$ (B)取等體積混合後（假定體積守守恆），混合密度爲 $\frac{2p_1p_2}{p_1+p_2}$ (C)兩液體任意混合，密度值可以爲任意數 (D)等體積混合的密度比等質量混合的密度大。答：D

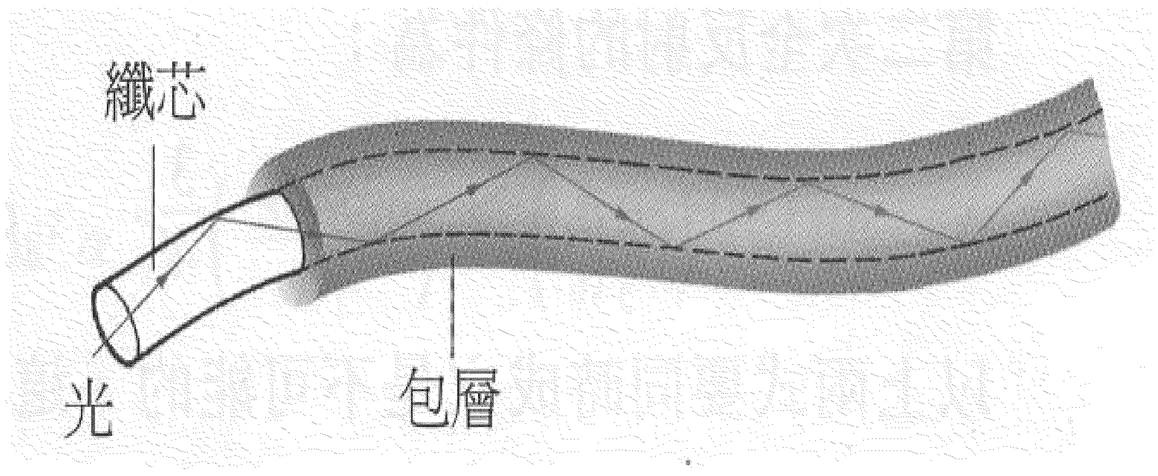
類 6.有 a、b 兩種液體，其密度分別爲 d、2d。今將兩液體混合時，混合液體的密度爲 $\frac{6}{5}$d。假定混合前後的體積總和不變，則 a、b 兩液體原來的體積整數比爲？____ 答：4：1

類 7.有 a、b 兩種液體，其密度分別爲 ρ_1、ρ_2。今將兩液體混合時，混合液體的密度爲 $\frac{\rho_1+2\rho_2}{3}$。假定混合前後的體積總和不變，則 a、b 兩液體原來的體積比爲何？答：2：1

基礎物理補充講義

第一章

物理學與人類生活



吳錫玠老師 編授