

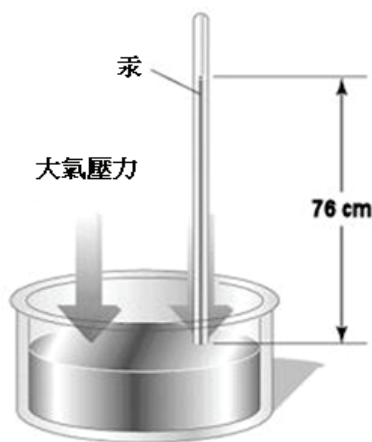
2008 年第五屆國際國中科學奧林匹亞競賽 --理論試題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

試題 I：

壓力

在 1643 年，Torricelli 把 1 米長、一支一端密封的長管以汞填滿，然後倒立豎於一個盛了汞的盤中。管中的汞會掉到距盤內汞面約 76 cm 高的位置，使得管部上方留下一個‘Torricellian’真空。在這發現後，人們普遍接受 1 atm (大氣壓力) 相當於 760 mmHg 或 760 Torr。壓力定義為‘每單位面積上沿垂直於表面方向施加於物體的力’。假設水銀的密度是水的密度的 13.6 倍，而 g 等於 9.8 m/s^2 。



I-1 以 kg、m 和 s，表示壓力的單位。(0.3 分)

I-2 若你用足夠長的管子在 1 atm 下裝滿水以代替汞，水柱會有多高？(0.5 分)

I-3 1 atm 以 SI 單位表示是多少？(0.5 分)

血壓

血壓定義為循環血液施於血管壁上單位面積的壓力，是主要的生命跡象之一。血壓這名詞一般指動脈中的壓力，亦即在主要動脈 (把血液從心臟帶走的血管) 中的壓力。在每次心臟跳動的周期中，血壓會分別達到其最大值和最小值，分別稱為收縮壓和舒張壓；對於健康的心臟，它們在心臟高度測量的值約為 120 mmHg (收縮壓) 和 80 mmHg (舒張壓)。

I-4 一個心臟健康的駕駛員朝上(沿他/她頭部的方向)加速。估計使得其血液完全停止流進頭部的最小加速度。

(假設下列各點：1. 血壓固定。 2. 血液的密度與水相同。 3. 大腦位於心臟上方 42 cm 處。 4. 駕駛艙中空氣的壓力固定不變。)(1.2 分)

I-5 心臟把血液泵到大動脈(主動脈)內，大動脈的內壁半徑是 1.2 cm，它把血液送到 32 條次動脈中。若大動脈中的血液以 25 cm/s 的速度流動，它在次動脈中的流動速度約是多少？(假設血液可視為不可壓縮和無黏滯的流體，而每一條次動脈的內壁半徑是 0.2 cm。)(1.0 分)

Poiseuille 定律

事實上血液是黏滯流體。對於在圓柱狀管線內、沿著水平方向的黏滯流體的線流，已知其體積流量 $\Delta V/\Delta t$ 是： $\Delta V/\Delta t \propto \Delta P r^4$ ，這其中 r 是管線的內半徑， ΔP 是管的兩端之間的壓力差。

I-6 一位心臟科醫生告訴病人說，他的一條主要動脈的內半徑比正常值小了10.0%。要在這動脈中保持正常的血液流量，動脈中的壓力差要增加多少百分比？假設血液的流動是線流。(1.0 分)

跟電路的類比

血液循環系統在一些方面跟電路很類似。下表中列了在這兩者的類比中一些對應的元素。

I-7 在(A)至(E)的每一空格中，填上有正確對應關係的數字 1 至 5。(每空格 0.2 分)

血液循環系統	電路
心臟	(A)
血液	(B)
血壓	(C)
血管	(D)
血流	(E)

1	電荷
2	電位
3	導線
4	電池
5	電流

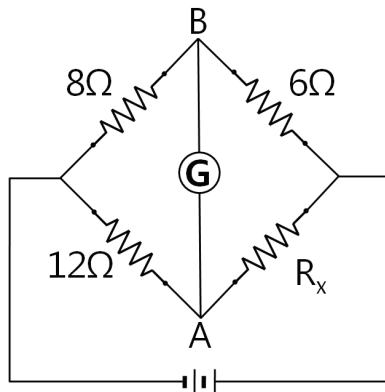
電路的 Kirchoff 定則

按這類比，我們可以理解下列關於電路的 Kirchoff 定則。

1. 流進每一節點的電流的總和等於流出該節點的電流的總和。
2. 沿著電路中的任一閉合迴路，電位改變的代數和必等於零。

利用 Kirchoff 定則，回答下列的問題。

Wheatstone 電橋是用以測量未知電阻的電路。圖中的電橋是平衡的：沒有電流通過檢流計（或安培計， G ）。



I-8 A 和 B 兩點間的電位差(電壓)是多少？ (0.5 分)

I-9 電阻 R_x 的值為何？ (0.5 分)

若把 R_x 設為 6Ω ，通過檢流計的電流會等於 0.2 A ，其方向是從 A 流向 B。

I-10 A 和 B 之間的電壓為何？ (0.5 分)

I-11 電池的電壓是多少？ (1.5 分)

I-12 若把檢流計斷路，A 和 B 兩點之間的電壓為何？那一點的電壓較高？ (1.5 分)

試題 II：各種能源

汽油是汽車燃料中最常使用的碳氫化合物混合物。汽油的主要成分是辛烷。

液化石油氣(LPG)是低分子量碳氫化合物的混合物，在高壓下凝結成液態。LPG 是丙烷和丁烷以不同比例混合的混合物。

液化天然氣(LNG)是主要含甲烷的天然氣。

這些化合物可以當作能源的原因是它們與氧(O_2)發生燃燒反應時會放出大量的熱。下表提供這些燃料的有用數據。(假設所有的氣體均為理想氣體，且液體的體積不會隨溫度而改變。)

燃料	主要成分	化學式	液體密度(kg/L)	能含量(kJ/kg)
汽油	辛烷	C_8H_{18}	0.70	44000
LPG(液化石油氣)	丙烷	C_3H_8	0.50	46000
	丁烷	C_4H_{10}	0.57	46000
LNG(液化天然氣)	甲烷	CH_4	0.42	54000

- II-1 在某些國家，引擎的效率是以汽車每行駛 100 km 所消耗的汽油來表示，而在其他國家則以汽車消耗 1 L 燃料時所行駛的距離來表示。某輛汽車的汽油消耗量為 13.0 L/100 km。假如這輛汽車可用 LPG 作為替代燃料，**計算它使用 1 L 的液態 LPG 所能行駛的距離**。假設此 LPG 含純的丙烷，且這輛汽車引擎在使用汽油和 LPG 的效率相同。(2.5 分)
- II-2 LNG 通常在極低溫下以液態貯存。假設 1 mL 的液態 LNG 在 25 °C 和 1atm 下完全蒸發成氣態，**則生成的氣態 LNG 之體積是多少**？假設此 LNG 是純的甲烷。(1.0 分)
- II-3 LPG 通常是用丙烷和丁烷以不同比例的混合製成。某瓶 LPG 含有丙烷和丁烷且其質量比為 3：2。**此瓶中的 LPG 在 25 °C 和 1 大氣壓下完全蒸發成氣態時的混合氣體之密度是多少**？(1.5 分)
- II-4 碳氫化合物類燃料完全燃燒時產生二氧化碳(CO_2)和水蒸氣。**寫出辛烷完全燃燒時平衡的化學反應式**。(1 分)
- II-5 燃料燃燒時產生的 CO_2 氣體是主要的溫室氣體之一。假如欲從燃燒辛烷或甲烷得到 1 kJ 的能量，**每種燃料產生的 CO_2 質量是多少**？假設這兩種燃料都完全燃燒。(2.5 分)
- II-6 因為化石燃料是有限的資源且引起環境問題，很多人都努力想利用太陽能作為新的乾淨能源。太陽能電池可將太陽的光能轉變為電能。假如我們想在 1.0 小時內從太陽能電池得到與燃燒 1.0 L 液態汽油相同的能量，並假設每 1 m^2 地球表面面積所接收的太陽能功率為 1000 W，而太陽能電池的轉換效率為 20 %，**則太陽能電池的表面積最小需要多少**？(1.5 分)

參考數據：

原子量：H = 1, C = 12, N = 14, O = 16 amu

氣體常數 $R = 0.082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

在 25 °C (室溫) and 壓力 (1 atm)時氣體的莫耳體積為 24.5 L/mol (24.5 dm^3/mol)。

試題 III

光照期對開花的調控

植物常用來偵測年度的變化的環境刺激為光照期，即一天 24 小時周期中，日照與黑夜的相對時間長度。植物按其受光照期所調控的開花狀態分成兩類，第一類為短日照植物，通常於夏末、秋季或冬季，日照時間顯著較短的季節開花。另一類為長日照植物，通常於晚春或初夏，日照時間相對較長的季節開花。1940 年代時科學家發現，真正調控開花的是夜晚的時間長度(黑夜長度)，而非日照時間的長度(日照長度)。事實上，常稱的短日照植物，實應稱為”長夜”植物。

對花而言，短日照植物需要一定的黑夜長度方能開花。以典型的短日照植物菸草 (*Nicotiana tabacum*) 為例，當黑夜長度達到或大於一定的關鍵長度時才會開花。長日照植物需要黑夜長度短於其關鍵長度時方能開花。以長日照植物天仙子 (*Hyoscyamus niger*) 為例，當黑夜長度少於 14 小時才會開花。植物對黑夜長度的反應十分精確，某些短日照植物，只要黑夜長度少於所需關鍵長度 10 分鐘，便不能開花，故有些植物常於每年的同一天開花。

有些植物只要單次曝露於所需的光照條件時便可開花。科學家發現光照期的黑夜時間，如受到幾分鐘的干擾，便會使短日照植物無法開花。短日照植物菊花通常於秋季開花，藉由調控光照期，於每晚照射一段短時間的紅光，把一個長夜轉換成兩個短夜，可將開花時間延至來年春天。

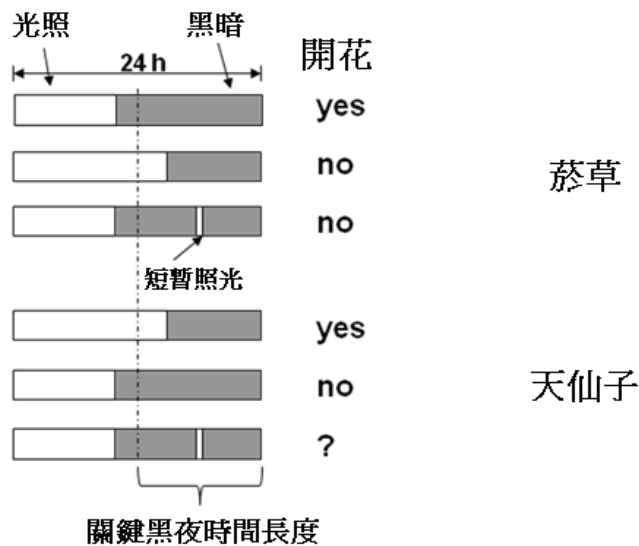


圖 1

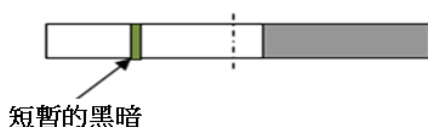
III-1 如圖 1 所示般，於光照期中的夜晚時段，照光一小段時間，(1 分)

天仙子是否會開花？

III-2 當給予下述的條件時，煙草是否會開花？(1 分)

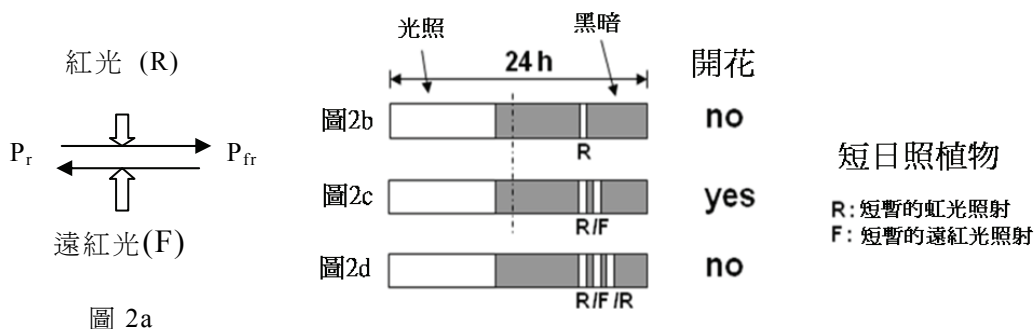


III-3 當給予下述條件時，天仙子是否會開花？(1 分)



III-4~5. (每題 1 分)

植物如何測量光照期？一種稱為植物光敏素的色素是部分的答案。植物光敏素是一種專門偵測紅光的光受器，科學家發現紅光最具干擾夜週期的效果。植物光敏素為光可逆狀態，可按光線的顏色，在兩種異構體間反覆來回轉換， P_r 型異構體會對紅光(波長 660 nm)作最大的吸收，而 P_{fr} 型異構體會對遠紅光(波長 730 nm)作最大的吸收。這兩種異構體間分子型態的互換，如同一種開關機制，調控了植物與光照期有關的多種反應，當中也包括了長、短日照植物的開花。



假如於黑暗時，先照射一小段時間的紅光(R)後，再照射一小段時間的遠紅光(F)，則短日照植物會如同圖 2c 所示般開花。

III-4 若於黑夜期，先照射一小段時間的紅光(R)後，再照射一小段時間的遠紅光(F)，你預期長日照植物，是否會如同圖 2c 所示般開花。

依序進行 R-F-R 的光照，將得到如同以單一 R 光照射的結果，即短日照植物不會如圖 2d 所示般開花。

III-5 如將 R-F-R 的光照方式，施用於長日照植物，你預期長日照植物在如同圖 2d 的條件下是否開花？

III-6、7 於答案卷的欄位中，勾選 P_r 或 P_{fr} (每欄 1 分)

每一天， P_{fr} 異構體轉成 P_r 異構體的反應，主要發生於日落後的連續黑暗中，反應中不需要遠紅光的參與。日出後，大量 P_r 異構體迅速轉成 P_{fr} 異構體，因陽光中的紅光顯著地多於遠紅光。植物光敏素可幫助植物區辨日夜，是因為植物光敏素於白天主要為 (III-6 _____) 型，而晚上主要為 (III-7 _____)。

III-8~9 (每題 1.5 分)

儘管花朵是由位於葉頂部之芽苞分生組織所形成，但卻是由葉子來偵測光照期的變化，並形成訊息分子來促使芽苞發育成花朵，據報導這些訊息分子可通行莖部。當在短日照的環境中，只有短日照植物能開花，而長日照植物則否。在下列的經典實驗中，一株長日照植物被接枝到短日照植物上，如同圖 3 所示。回答下列問題：

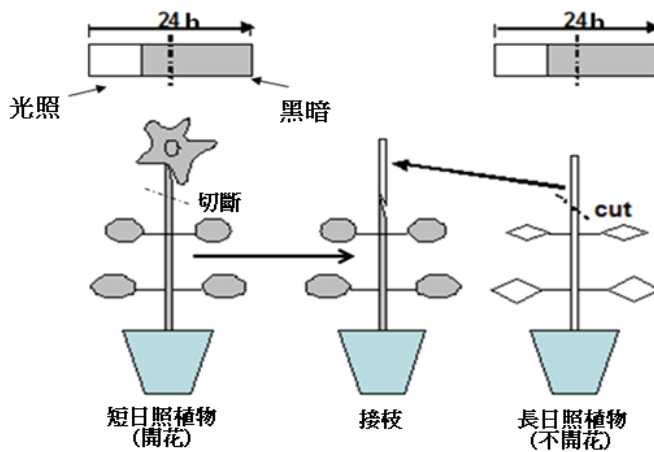
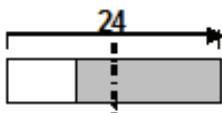


圖 3

III-8 你預期於下述的條件下，接枝後的植物會否會開花？



III-9 你預期於下述的條件下，接枝後的植物會否會開花？

