

國立臺灣大學機械工程學系 100 學年度  
大學甄選入學綜合評量筆試試題

※考試時間：100分鐘  
不得參考圖書等資料

- 請注意： 1. 題目共有5題，請儘量作答，滿分為100分。  
2. 請在另附的試卷上作答。  
3. 本試題紙請務必隨試卷繳回。

1. 一網球選手回擊對方的來球。球從地上反彈後，與球拍接觸前的球速為  $v_1=15$  公尺/秒，且與水平線夾  $10^\circ$ ，如圖 1 所示；球拍打到球後，擊出的球速為  $v_2=22$  公尺/秒，且與水平線夾  $20^\circ$ 。如果球拍作用在球的時間為 0.05 秒，且網球的質量為 60 克。設重力加速度  $g=10.0$  公尺/秒<sup>2</sup>， $\sin 10^\circ=0.174$ ， $\cos 10^\circ=0.985$ ， $\sin 20^\circ=0.342$ ， $\cos 20^\circ=0.940$ 。試問
- (a) 作用期間，球拍施給球在水平方向的平均作用力為何? (7%)  
(b) 作用期間，球拍施給球在垂直方向的平均作用力為何? (7%)  
(c) 總平均作用力與水平線的夾角為何? (6%)

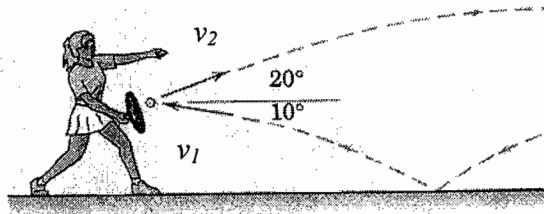


圖 1.

2. 當一個很小的氣泡自一杯水內緩慢的往上冒出時，若此氣泡未與其它氣泡結合，此氣泡的體積仍會逐漸增加，如圖 2 所示。設此氣泡內的氣體為氮氣，莫耳數為  $n$ ，理想氣體常數為  $R$ 。氮氣與水介面的表面張力為  $\gamma$ ，水的密度為  $\rho$ ，重力加速度為  $g$ ，水面的大氣壓力為  $P_0$ ，整杯水的溫度固定在  $T$ ，氣泡離水面的距離遠大於氣泡的直徑。
- (a) 令氣泡內的氣體壓力為  $P$ ，氣泡的直徑為  $D$ 。請依照理想氣體方程式，寫出  $P$  與  $D$  的關係式。(5%)  
(b) 當氣泡離水面的距離為  $h$  時，氣泡外的壓力為何? (5%)  
(c) 當氣泡離水面的距離為  $h$  時，氣泡內的氣體壓力( $P$ )與氣泡外的壓力，可藉由氣泡的表面張力達到力平衡，請寫出此平衡關係式。(5%)  
(d) 請推導出氣泡的直徑( $D$ )與氣泡離水面距離( $h$ )的關係式。(5%)

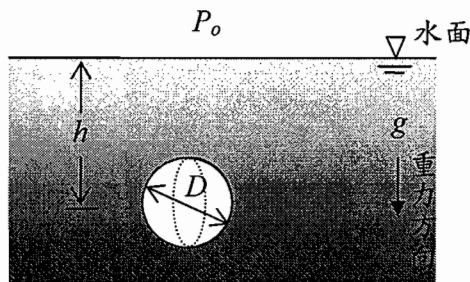
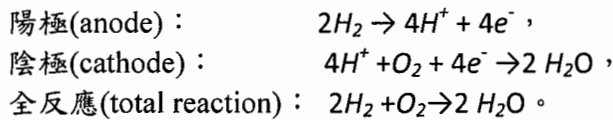


圖 2.

國立臺灣大學機械工程學系 100 學年度  
大學甄選入學綜合評量筆試試題

※考試時間：100分鐘  
不得參考圖書等資料

3. 質子交換膜燃料電池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell; PEMFC)的工作原理，可視為電解水的逆反應，如圖 3 所示。輸入氫氣及氧氣，在陽極端藉由觸媒將氫分子分解為氫離子及電子，所產生的電子經由外部電路到達陰極端，而氫離子則經由質子交換膜到達陰極端，與氧分子反應，得到電力及水。質子交換膜燃料電池可包含數片電池組 (cells)，每一片電池組的化學反應式如下：



假設每一片電池組的輸出電壓是 0.7 V，我們通常可以串聯數片電池組達到所需的工作電壓。(常用常數：一莫耳氫重 2 克，有  $6 \times 10^{23}$  個氫分子；一個電子帶有  $1.6 \times 10^{-19}$  庫侖電量；法拉第常數  $F=9.6 \times 10^4$  庫侖/莫耳電子；庫侖單位為安培·秒)。

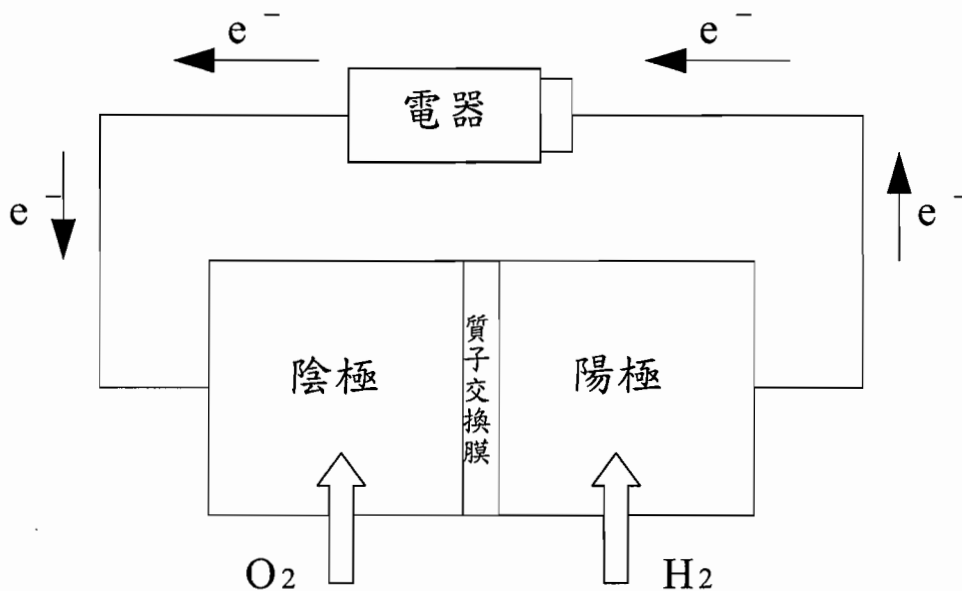


圖 3、燃料電池工作示意圖

- (a) 以上述質子交換膜燃料電池提供 24V 電力，最少需要串聯幾片電池組？(6%)  
 (b) 以此燃料電池提供 24V、6 安培操作電流，每秒需要幾莫耳氫分子？(7%)  
 (c) 一部以此燃料電池驅動的小型電動機車，配有一個 24V 馬達，車載氫氣瓶裝有 20 克的氫氣，理想情況下可以持續提供此馬達 6 安培的操作電流幾小時？(7%)
4. 甲乙二人玩擲一顆骰子的遊戲，甲為莊家，甲先擲骰子一次，乙後擲。如果乙擲出之點數與甲相同，甲需付該點數之 30 倍的金額給乙，若乙擲出不同點數，則乙需付甲 30 元。  
 (a) 請問此遊戲每擲骰子一次，甲、乙贏的機率各多少？(5%) (b) 此遊戲每一輪，甲所得報酬的期望值為多少元？(8%) (c) 若要求此遊戲對雙方都公平，當兩人擲出不同點數時，乙應付甲多少元？(7%)

國立臺灣大學機械工程學系 100 學年度  
大學甄選入學綜合評量筆試試題

※考試時間：100分鐘  
不得參考圖書等資料

5. 請根據物質特性及力學原理，回答下列各題：
- (a) 圖4為純水的相位圖，若壓力上升，請問純水的冰點會如何改變?為什麼?(5%)
  - (b) 利用(a)解釋花式溜冰選手可以冰刀鞋在冰上快速運動之原因。(5%)
  - (c) 一大氣壓下，鹽水的冰點較純水高或低?為什麼?(5%)
  - (d) 假設鹽水及純水冰點隨壓力變化之趨勢相同，請問同一個溜冰選手要在海水結成的冰原上以同樣的速度滑行，該把冰刀鞋磨利或磨鈍?為什麼?(5%)

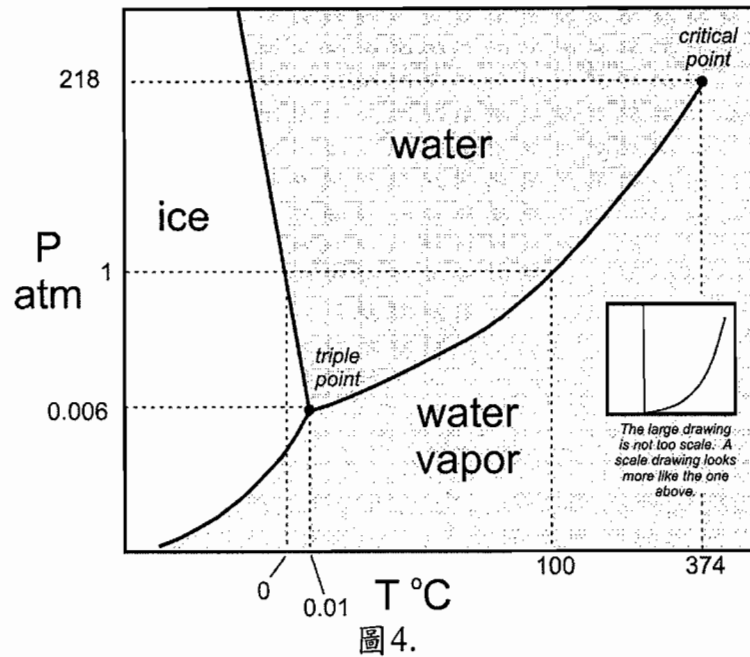


圖4.