

等 別：高等考試

類 科：專利師

科 目：物理化學

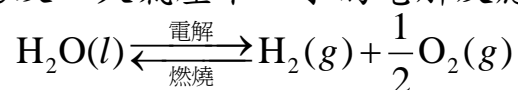
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(二)可以使用電子計算器，但需詳列解答過程。

一、考慮在 25°C 及一大氣壓下，水的電解反應以及氫氣和氧氣的燃燒反應：



已知相關的電化學和熱力學資料為：

(1) 標準半電池反應還原電位：



(2) $\text{H}_2(g)$, $\text{O}_2(g)$, $\text{H}_2\text{O}(l)$ 的標準莫耳生成熱 (ΔH_f^0)，莫耳生成自由能 (ΔG_f^0)，及莫耳熵 (S^0) 為：

| | ΔH_f^0 (kJ/mol) | ΔG_f^0 (kJ/mol) | S^0 (kJ/mol) |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| $\text{H}_2(g)$ | 0 | 0 | 131 |
| $\text{O}_2(g)$ | 0 | 0 | 205 |
| $\text{H}_2\text{O}(l)$ | -286 | -237 | 70 |

(3) 液態水的比熱為 4.184 J/(g·K)；1 卡 (cal) = 4.184 焦耳 (J)。

問：(每小題 6 分，共 30 分)

(一) 在純水中， $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M}$ ，求上述二個半電池反應在純水中的還原電位？

(二) 在純水中裝上白金電極，並加入適量的電解質，用電來電解水，產生 $\text{H}_2(g)$ 及 $\text{O}_2(g)$ 。

問在理想狀況下，電解 1 莫耳的純水需要多少的電能？

(三) 在家中，我們常用電鍋或電熱器煮東西。問上述(二)題中所使用的電能能將 25°C 1 公升的水加熱到幾度？

(四) 某發明家聲稱他發明了一套水的電解裝置，能使用家裡的電，先將水電解為 H_2 及 O_2 ，再燃燒來煮飯燒水，可用來節省電費。如果此發明家設計的電解槽和燃燒爐非常完美的話，問由(二)所得到的 H_2 和 O_2 可用來加熱(三)中所提到的水至多少溫度？

(五) 臺灣的家庭用電，很大部分來自火力發電廠。站在臺灣電力公司立場，上述(四)的發明真的能為地球節能減碳嗎？說明您的理由。

二、太陽能熱水器主要是由一片太陽輻射吸收板及一熱水儲水槽所組成。太陽輻射吸收板吸收了太陽光，轉為熱能，將水加溫，再輸送到儲水槽中。隨著太陽光的照射，儲水槽中的水會不斷和輻射吸收板中的熱水進行熱對流循環，水溫即可逐漸升高。常見的太陽能熱水器儲水槽的水量約為 150 公升左右，輻射吸收板的面積為 2 平方米。為了簡化我們的問題，假設太陽能熱水器的環境溫度一直維持在 25°C，整個熱水器系統（亦即水加不銹鋼容器及管件等）的比熱即等於 200 公升水的比熱，在這些條件下解答下列問題：

(一) 假設整個熱水器隔熱非常好，沒有任何熱能流失。已知晴天時地表的日照強度約為 400 W/m^2 ，假設日照時間為 8 小時，問熱水器的溫度可達幾度？（註：該熱水器起始溫度即為環境溫度 25°C， $1 \text{ W} = 1 \text{ J/sec}$ 。）（6 分）

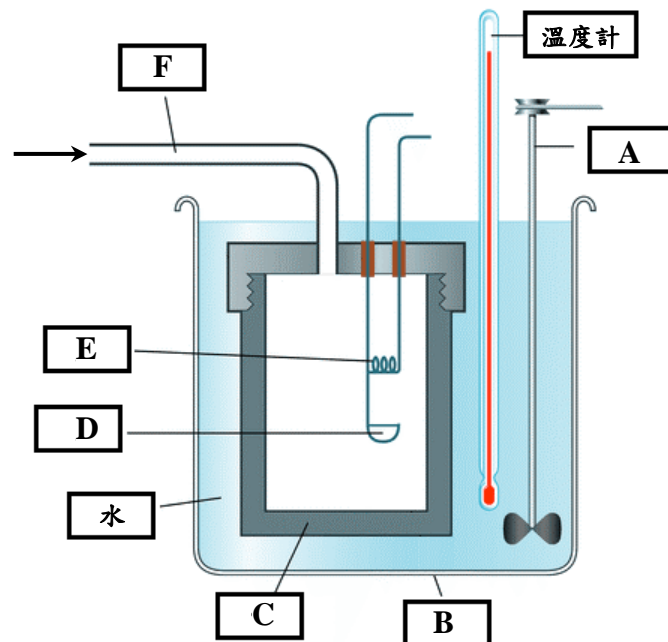
(二) 在沒太陽照射下或是晚上，環境溫度為 25°C 時，該產品規格書中說明 70°C 的水溫經 12 小時，溫度會降到 40°C。問該熱水器在每一秒鐘每一溫度差的條件下，會流失多少熱量？（註：亦即求該熱水器的散熱係數或熱傳導係數。）（10 分）

(三) 在(二)所標示的熱能流失的條件下，如果日照時間可無限延長，請問該熱水器理論上最高可達到的溫度為多少？如果該項產品的規格表聲稱最高溫度可達 70°C，問此溫度規格是在合理範圍內或是有誇大之嫌？說明您的理由。（註：假定環境溫度一直維持在 25°C。）（10 分）

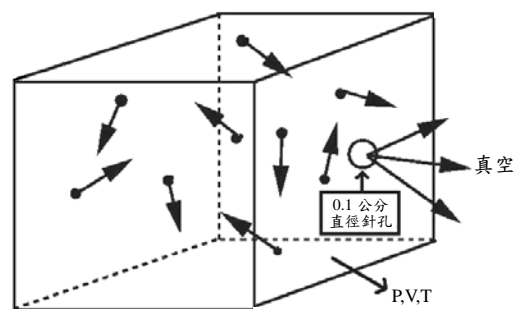
(請接背面)

等 別：高等考試
類 科：專利師
科 目：物理化學

三、下圖為彈卡計 (Bomb Calorimeter) 的實驗裝置示意圖。請寫下 A、B、C、D、E、F 所標示的配件或物品名稱，並簡述其在儀器中所擔負的功用。(24分)



四、考慮如下圖所示氣體逸散的實驗：



我們已知氣體和氣壁碰撞的頻率和下列三個因素成正比

(1) 氣體分子的平均速率 $\bar{u} = \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi m}}$

(2) 氣壁的面積

(3) 氣體的密度

經過小心分析，上述關係之間的比例常數為 1/4。

(一) 寫下氣體碰氣壁的頻率的公式。(4分)

(二) 如圖所示逸散實驗，氣體容器體積為 V ，起始氣壓為 P_0 ，氣體分子量為 M ，溫度為 T 。容器只有一個 0.10 cm 直徑的圓形開口，推導出容器氣壓 (或是容器氣體的莫耳數) 隨時間變化的方程式，並求其積分解。(註：假設氣體為理想氣體)(8分)

(三) 如果容器是 1 公升，起始氣壓為 1 大氣壓，氣體為氧氣，溫度為 300K。問容器氣壓降為一半所需時間多長？(8分)

(註： $R = 1.987 \text{ cal/mol-deg} = 8.314 \text{ J/mol-deg} = 0.082 \text{ L atm K}^{-1}\text{mol}^{-1}$)