

國立臺中第一高級中學

98 學年度科學班甄選入學自然科學成就測驗試題卷

注意：本試卷共分生物、物理、化學三部分，配分情形詳列於答案卷上。

請仔細閱讀題目後，將答案填入答案卷之適當位置。

第一部分：生物試題

壹、掠鳥的捕食效率

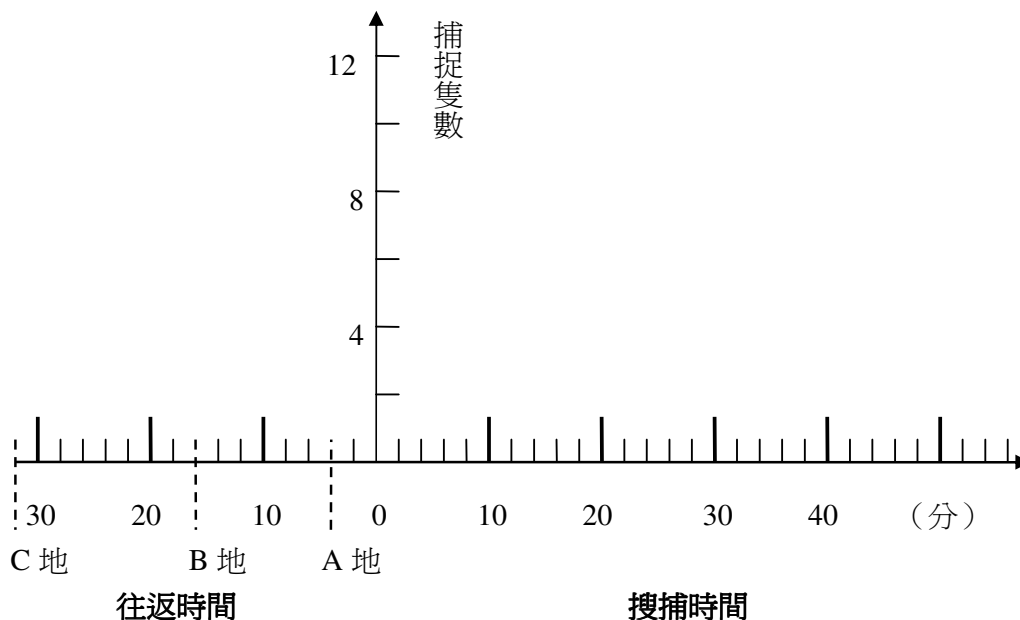
阿彬想試著研究某隻於甲地築巢育幼之掠鳥的捕食行為。於是加入台中一中科學班發奮研究數十個月。結果發現：該掠鳥常於 A、B 和 C 三地捕食昆蟲。該掠鳥由甲地往返 A 地約 4 分鐘；往返 B 地約 16 分鐘；往返 C 地約 32 分鐘。當該鳥到達捕食地時，由於昆蟲密度相近，不論 A、B 和 C 地區，其『搜捕效率』相近，平均結果如下：

捕捉隻數（隻）	1	2	3	4	5	6	7	8	9
搜捕時間（分）	1	2	4	6	8	10	14	18	44

（請注意：該鳥捕食之昆蟲主要為育幼之用，故含於口中於回巢後食用！）

請根據上表數據回答下列問題：

1.請由所提供之座標繪製搜捕效率圖：



2.定義『捕食效率』＝捕捉昆蟲數／(往返時間＋搜捕時間)（提示：該數值越高，捕食效率越高）。若該掠鳥於 A 地與 C 地均達最高的捕食效率，則下列有關該掠鳥於 A、C 兩地的捕捉昆蟲數大小關係，何者正確？

- (A) A 地多於 C 地 (B) A 地少於 C 地 (C) A 地等於 C 地 (D) 沒有固定模式

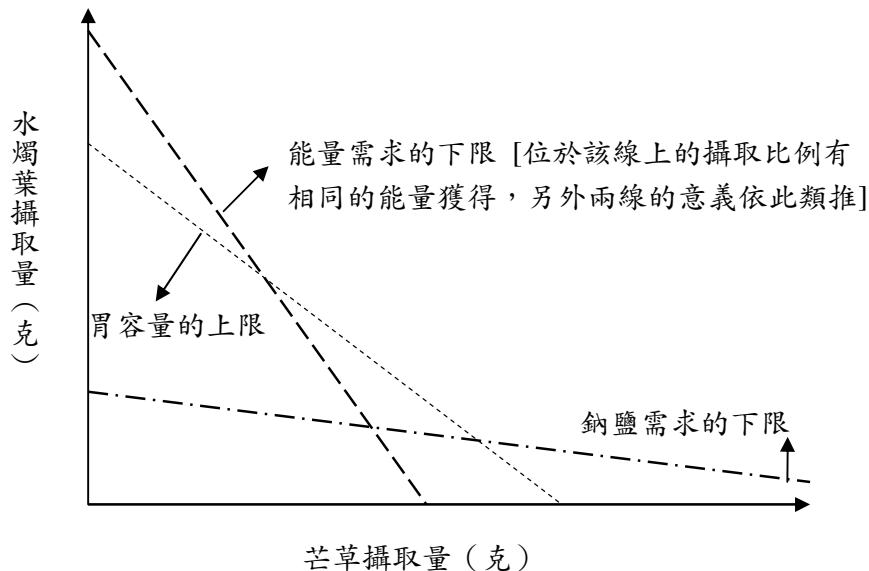
- 3.若該掠鳥於C地捕食達最高**捕食效率**，則請估計**捕捉昆蟲數**約為幾隻？並簡述理由（請利用第一小題之座標**繪圖**作答，**未繪圖者不予計分**）

貳、最佳的套餐

有一天阿彬忽然對花蓮深山裡的水鹿攝食行為感到興趣。他發現該群水鹿同時啃食陸上的**芒草**和水中的**水燭葉**，而且兩者草糧之間似乎存在著微妙的比例關係，於是加入台中一中科學班發奮研究數十個月。結果發現幾項重要的決定因素：

- 一、陸上的**芒草**和水中的**水燭葉**，其單位生物量（乾重）所含的能量不同
- 二、陸上的**芒草**和水中的**水燭葉**，其單位生物量（乾重）所含的鈉鹽量不同
- 三、水鹿每日的攝食量必須同時滿足能量與鈉鹽量兩項需求，但是水鹿的胃容量有限，因此水鹿勢必同時攝食**芒草**和水中的**水燭葉**，才能滿足兩項需求（能量與鹽量）與一項限制（胃容量）

最後阿彬巧妙的將上述三項關係繪於一個座標圖中：



請根據上圖回答下列問題

- 1.芒草和水燭葉何者的**能量乾重比值**（**仟卡／單位生物量**）較高？
（A）芒草＞水燭葉（B）芒草＜水燭葉（C）芒草＝水燭葉（D）無法判斷
- 2.芒草和水燭葉何者的**鈉鹽比值**（**鈉鹽重／單位生物量**）較高？
（A）芒草＞水燭葉（B）芒草＜水燭葉（C）芒草＝水燭葉（D）無法判斷
- 3.請利用上圖找出水鹿的最佳套餐：（須以上圖作圖表示，並簡述其理由）

參、由大變小的蛋：

卵生動物產生大卵似乎是許多雌性動物的不歸路。魚類和兩生類的卵越來越多，總量多到近乎媽媽體重的一半；爬蟲類和鳥類的卵卻越來越大、大到讓卵細胞的形體是一般細胞的數億倍！這樣看似沒有止境的蛋蛋投資大賽，卻在哺乳動物中急轉直下，產生

稀少而微小的卵，展現截然不同的生殖投資策略。哺乳動物挾著體內受精的高成功率，自然可以減少卵的數量；但產生小卵的技術，關鍵不在於把卵變小，而是要想法子讓卵受精後才開始供應養分，畢竟盲目的把未受精的卵都養得胖嘟嘟的，若有部分卵沒有受孕，就是投資浪費。上述分析看似合理，但小蛋的前途其實充滿了風險和困難，因為不論胚胎與母體的親緣關係如何接近，在媽媽的免疫系統看來，胎兒都是另一個個體，先要能通過免疫系統的偵防，才有機會在母體內獲得養分。這項突破主要是靠身先士卒、死而後已的「絨毛膜」。

在爬蟲類的大卵中有養分充足的卵黃囊。卵黃囊的養份在受精後先建構胚胎以外的養育設施，最後再鋪陳至胎兒的消化道內襯。卵中的養份還可建立如：交換氣體所需的絨毛膜、防止震盪的羊膜和搜集廢物的尿囊等，這些養護設備是爬蟲類在陸域產卵的必要投資。相對於魚類和兩生類的受精卵，若有防震、氣體交換和廢物排出等問題，就可交給水域環境來解決，所以幾乎可將卵中的養分盡數轉換成身體結構，而沒有這些額外的開支。但哺乳動物所產下的小卵，內含的養分只夠胚胎在子宮內挖個小洞，所以受精卵在埋入子宮後，首要的工作不是發育胎兒，而是要去搜刮更多的養份來投資養護設備。

在搜括養分的初期，絨毛膜在子宮內挖出許多坑洞，雖然在養份挖掘的同時他們也一面壯大自己，但最後則是讓自己鋪在坑洞中，而不是成為胎兒的一部分。橫亙在胎兒與母體間的絨毛膜，除了可交換氣體、養分和胎兒廢物外，還可抵擋母親免疫系統的攻擊，讓胎兒豐足安全的在母體中成長。

請根據上述文章簡答下列問題

1.相對於爬蟲類，下列哪些構造，在胎生哺乳動物身上是退化的？

(A) 絨毛膜 (B) 卵黃囊 (C) 尿囊 (D) 羊膜 (E) 蛋殼 (多選題)

題組：

2.對於快孵化的爬蟲類而言，a.絨毛膜、b.卵黃囊、c.羊膜、d.消化道肌肉、e.皮膚表皮、f.子宮內膜，由外而內的排序為何？

(A) aecdb (B) acedb (C) eadcb (D) aecbd

3.承上題，在人類母體腹中的胎兒，由外而內的排序為何？

(A) afbced (B) fcade (C) faced (D) afced (E) afcbcd

4.和魚類與兩生類相比，胎生哺乳動物除了可妥善保護胎兒外，「小卵」還有哪項優點？

第二部分：物理試題

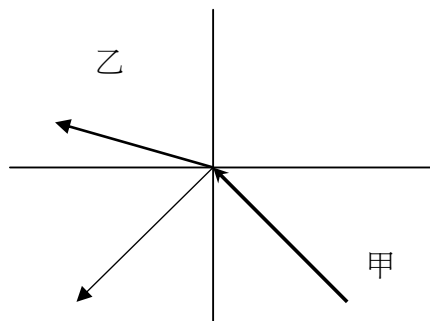
壹、光的折射

光穿越介質交界面時，因速度不同，所以行進方向會發生改變，稱為光的折射現象。

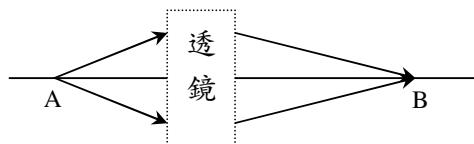
已知光在不同介質中的行進速度大小關係如下： $v_{\text{空氣}} > v_{\text{水}} > v_{\text{玻璃}}$ 。請據此回答下列問題：

1. 右圖中，三條帶有箭頭的直線，分別代表光在兩種不同介質中的入射線、反射線與折射线。請問下列選項中，有關甲乙兩種介質的組合，哪些是可能的？（注意：本題答案不只一個，全對才給分）

選項	介質甲	介質乙
(A)	空氣	水
(B)	水	玻璃
(C)	玻璃	水
(D)	水	空氣



2. 如果阿彬將玻璃透鏡置於空氣中，並在 A 點處置一 LED 燈源，會在 B 點處看到一清晰實像。則阿彬將整組裝置改放入水中時，成像處可能會在下列何種位置？



- (A) 透鏡右邊，B 點右側 (B) 透鏡右邊，B 點上
(C) 透鏡右邊，B 點左側 (D) 透鏡左邊。

3. 承上題，請說明你做此判斷的理由。

答：_____

貳、功與能量

炎炎夏日的午後，來一場雷陣雨，常令人感到沁涼無比。某日，阿彬在教室走廊，欣賞著雨絲飄落的情景。並想起物理書本中寫到：「自由落下的物體，因為受到空氣阻力作用，所以不會做等加速度運動。如果高度足夠，此物體在落到地面之前可能做等速度運動，這個速度稱為『終端速度』。……，英國物理學家焦耳，曾經以實驗證明並求得 1 卡的熱量約等於 4.2 焦耳的能量」

假設地表附近的重力加速度值為 10 公尺/秒^2 ，請以科學記號回答下列問題：

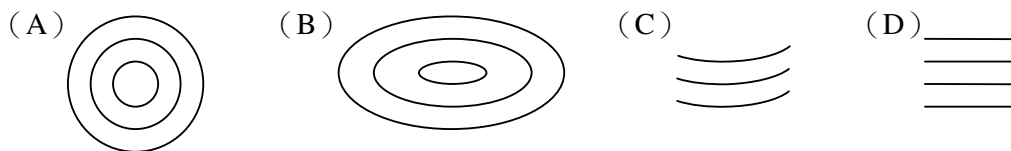
1. 如果一滴質量 0.03 公克的雨滴，由距地面 1.6 公尺的 A 點開始，以速度 20 公分/秒等速落至地面，則雨滴由 A 點落至地面這段時間內，雨滴受到的空氣阻力大小為_____牛頓；重力對雨滴作功的功率為_____瓦特。
2. 承上題，假設空氣阻力對雨滴所作的功，全部轉換為熱能，而且這些熱量全部被雨滴吸收，則雨滴由 A 點落至地面，溫度上升_____ $^{\circ}\text{C}$ 。

參、波動現象

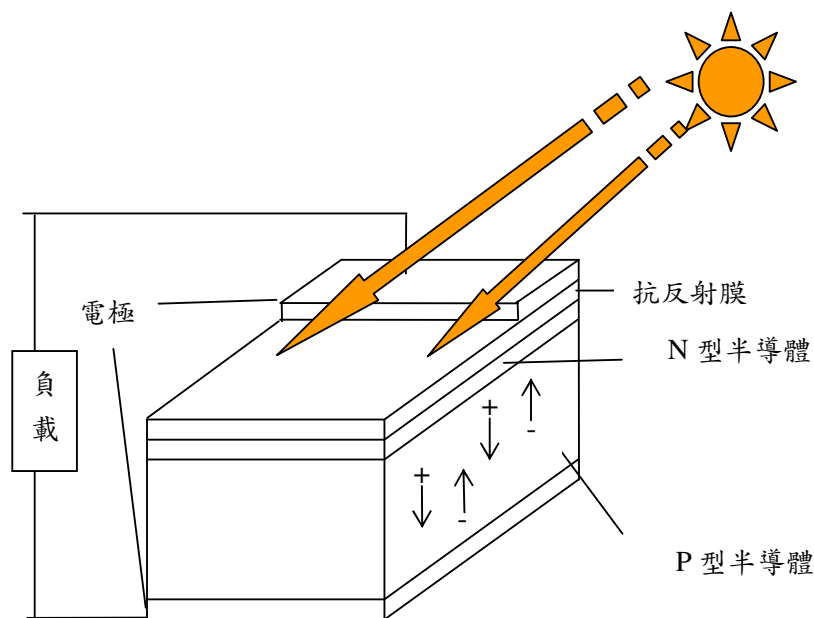
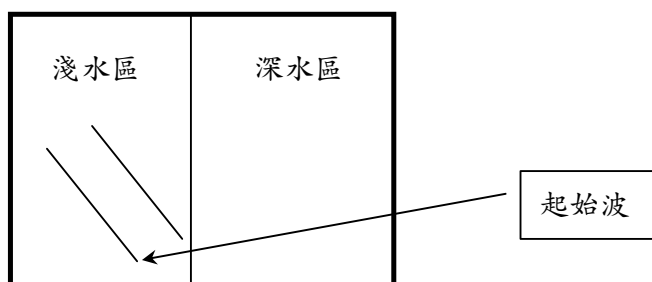
放暑假的某一天下午，阿彬到住家附近的游泳池游泳。當他帶著泳鏡將頭埋入水中時，看到池底有許多明亮的線條，這使他想起物理書本中描述的水波槽實驗：「在一

個透明淺盤中裝少許的水，將淺盤架高，並在其上方安置一個光源，下方地面上鋪一張白紙。如果在淺盤中產生一個直線形水波，因為波峰有會聚光線的功能，所以在其下方的白紙上會形成亮紋。觀察白紙上亮紋的移動，就可記錄水波的移動情形。」請問：

1.如果阿彬在平靜水池中投入一小塊橡皮擦，最可能看到池底的亮線呈哪一種形狀？



2.如果水池中有深淺不同的兩個區域，已知水波在深水中的行進速度比在淺水中快。請依據圖中的起始直線波樣式，在下列方框中，畫出**至少三條**後續的波形。



肆、太陽能發電

太陽能發電系統(Photovoltaic 簡稱 PV ，參考結構示意圖如上)，可將太陽能轉換為電能，一般稱為太陽電池(Solar cells) 或太陽能光伏電池。

一般而言，矽原子有 4 個價電子，如果在純矽中加入 5 價的原子（如磷原子），就會

有一個多餘的電子無法產生共價鍵結，形成自由電子，而提高導電能力，因為電子帶負電（negative），所以稱他為 N 型半導體。如果在純矽中加入 3 價的原子（如硼原子），就會少掉一個能產生共價鍵結的電子，形成電洞，而提高導電能力，因為電洞表現出的導電行為，類似帶正電（positive）的粒子，所以稱他為 P 型半導體。將 PN 兩種半導體接合後，因為自由電子與電洞的復合作用，會導致接觸面附近形成導電粒子極少的空乏區，進而使 P-N 兩端之間產生電位差。這種材料稱為 PN 接面二極體。當光線照射到 P-N 二極體時，攜帶足夠能量的光子 (photon)，將可破壞原有的晶體共價鍵，而產生電洞-自由電子對。將此二極體外接負載形成封閉迴路，帶正電的電洞會由電位較高的半導體內部往另一端移動；帶負電的自由電子則依相反方向移動，再分別離開二極體，通過負載而形成電流！

1. 在 PN 接面二極體中，有關電位高低與帶電性質的描述下列何者正確？

選項	電位高低	帶電性質
(A)	P 型端較 N 型端高	P 型帶正電，N 型帶負電
(B)	P 型端較 N 型端高	P 型帶負電，N 型帶正電
(C)	P 型端較 N 型端低	P 型帶正電，N 型帶負電
(D)	P 型端較 N 型端低	P 型帶負電，N 型帶正電
(E)	無電位差	都呈電中性

2. 一個烈日當空的下午，阿彬在籃球場上，將太陽能發電系統連接一條南北放置的長直導線，並在導線下方放一小磁針。已知電流由較北邊的 A 端經導線流向 B 端，則小磁針的 N 極將往_____方偏轉（請填東或西）；此時阿彬應該是將導線的 A 端接在太陽能電池的_____型端（請填 P 或 N）。

3. 承上題，阿彬使用量角器與安培計，測得導線上的電流為 400 毫安培時，磁針偏轉 5 度。於是阿彬預測在導線與磁針距離不變的情況下，將電流增為 2 安培，磁針將偏轉 25 度。請問阿彬的預測對嗎？請說明你做此判斷的理由。

4. 已知一個電子的帶電量為 1.6×10^{-19} 庫倫，如果在導線上只有自由電子移動形成電流，則當阿彬測得導線上的電流強度為 400 毫安培時，表示 1 秒鐘的時間內有_____個自由電子通過該導線。

第三部分：化學試題

壹、溶解度

已知氯化鉀對水的溶解度與溫度關係如下表所示：

溫度(°C)	0	20	40	50	60	70	80	100
溶解度 (g/100g 水)	21.9	25.5	28.6	30.1	31.4	32.7	33.9	36.0

阿彬取氯化鉀固體，與不溶於水的固體雜質，混合後加入水中，經充分攪拌後發現：當 20°C 時，有 30 克的固體殘留；加熱至 40°C 時，還有 23.8 克的固體殘留；加熱至 80°C 時，仍有 15 克的固體殘留。請問：

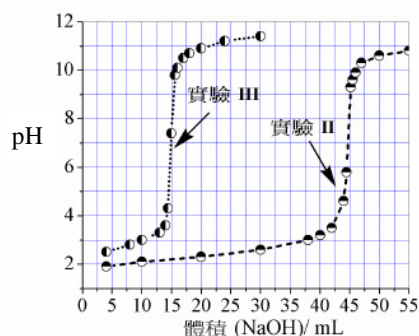
1. 此混合固體最初加水若干克？_____。
2. 此混合固體中含氯化鉀若干克？_____。

貳、酸鹼中和

實驗課後阿彬發現實驗桌上有六瓶試劑未予歸位，可能為醋酸、鹽酸、硫酸、氫氧化鉀、氫氧化鈣以及氨水。阿彬取出其中兩瓶，進行簡易分析實驗以辨識二者成分。以下為其實驗記錄：

實驗 I：從第一瓶溶液中取出 25.00 mL，以標準 NaOH 溶液滴定，滴定結果列於下表中。

體積(NaOH)/ mL	pH
5.0	2.2
10.0	2.4
20.0	3.0
24.0	3.8
24.8	4.5
25.0	7.0
25.2	9.5
26.0	10.0
30.0	10.7



實驗 II：從第一瓶溶液中取 25.00 mL 後，加入 5.00 mL、0.02 M 的硫酸，再以同一標準 NaOH 溶液滴定，滴定結果繪於右上圖中。

實驗 III：從第一瓶與第二瓶溶液中分別取出 25.00 mL 與 10.00 mL，相互混合之後，再以標準 NaOH 溶液滴定。滴定結果也繪於右上圖中。

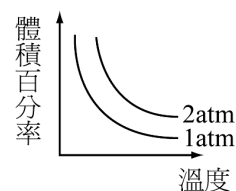
實驗 IV：完成實驗 III 後，再加入數滴 BaCl_2 ，溶液並無沉澱物出現，但若改加草酸鈉，則溶液出現白色沉澱物。

- 寫出第一瓶所含成分的化學式，並計算其濃度（單位：M）。_____。
- 寫出第二瓶所含成分的化學式，並計算其濃度（單位：M）。_____。

參、化學平衡

勒沙特列原理：改變一種因素（濃度，壓力，溫度）於一個平衡狀態，則平衡狀態會發生移動，以減小此因素所引起的效應。

- 已知可逆反應 $a\text{A}_{(\text{g})} + b\text{B}_{(\text{g})} \rightleftharpoons c\text{C}_{(\text{g})} + Q\text{kcal}$ 。產物 $\text{C}_{(\text{g})}$ 的體積百分率與溫度的關係如右圖，故 $a+b$ _____ c ， Q _____ 0。（兩格均請填 >、< 或 =）
- 在下列平衡反應中， $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{g})} + \text{熱} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{g})}$ 下列何者能加深系統的顏色？_____。（全對才給分）



- (A) 加大容器體積，使平衡右移 (B) 縮小容器體積，使平衡左移
(C) 降低溫度 (D) 升高溫度
(E) 加入催化劑 (F) 恆容下加入 He
(G) 恆壓下加入 He。

肆、水的解離

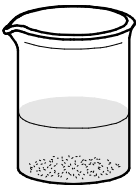
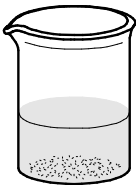
已知：水的解離方程式 $\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ $\Delta H = 56 \text{ kJ}$

在 25°C 時， $[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} (\text{M}^2)$

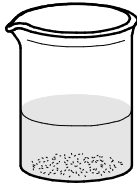
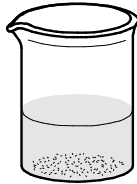
(1) 試比較水溶液甲 (25°C $\text{pH}=1$)，與水溶液乙 (100°C $\text{pH}=1$) 的 pOH 大小。

答：甲 _____ 乙。(請填 $>$ 、 $<$ 或 $=$)

(2) 下圖三杯中中性水，分別放在不同溫度下，則丙杯的 pH 值 _____ 7。(請填 $>$ 、 $<$ 或 $=$)

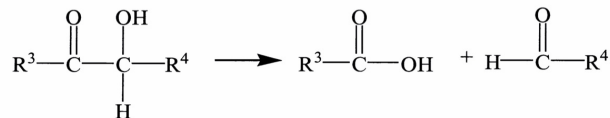
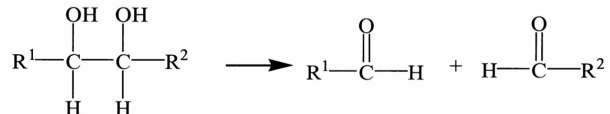
甲 15°C	乙 25°C	丙 35°C
 中性	 中性	 中性

(3) 下圖三杯不同溫度下 $\text{pH}=7$ 的水溶液，則己杯水溶液為 _____ 性。(請填酸、鹼、或中)

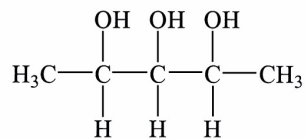
丁 15°C	戊 25°C	己 35°C
 $\text{pH}=7$	 $\text{pH}=7$	 $\text{pH}=7$

伍、有機化學

某一氧化劑 X，雖不能氧化甲醇、乙醇、甲醛或乙醛，但能氧化下列有機化合物，以得醛或酸：



其中 R^1 、 R^2 、 R^3 與 R^4 可能是氫、烷基或其他官能基。若以該氧化劑 X，氧化 2,3,4-戊三醇：

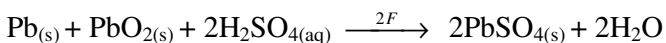


則可能獲得哪些產物？ _____ 、 _____ 。（以結構式表示）

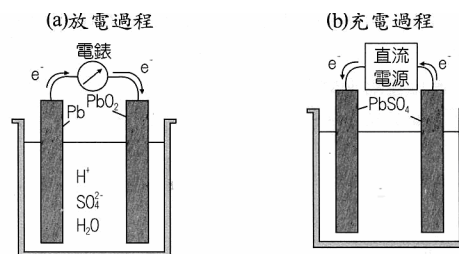
陸、電解電鍍

鉛酸電池（俗稱電瓶）為蓄電池，右圖為其放電與充電的過程，兩電極相對位置相同。

已知：1F=96500 庫侖=1 莫耳電子電量。且鉛酸電池的全反應如下：



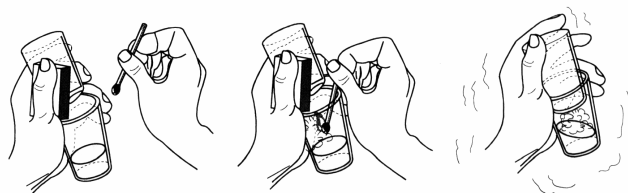
請據此回答下列問題：



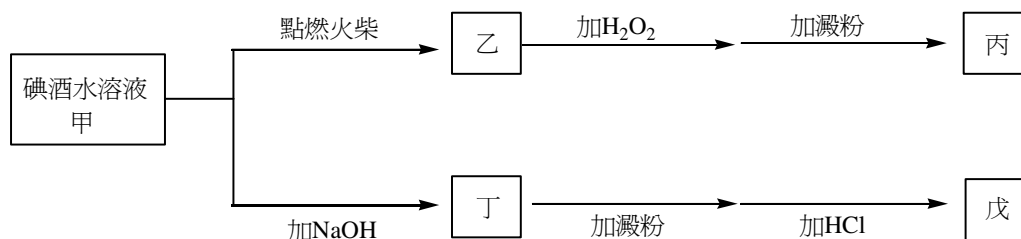
1. 電池充電時，二氧化鉛極應接外電源的_____極（請填正、負極），而二氧化鉛極應為_____極（請填陰、陽極）。
2. 假設電解液總重為 1000 克，硫酸重量百分濃度為 32.8%，若此電池以 2 安培的電流放電 48250 秒後，硫酸的重量百分濃度變為若干_____%？(S=32)

柒、碘的化學：

- ① 用一透明杯子取蒸餾水 20mL，並滴入碘酒至溶液呈黃褐色後（甲液），分成約等量的兩杯。
- ② 在其中一杯溶液中點燃數支火柴，迅速移至杯內，攪拌後黃褐色消失，溶液變成無色，稱此溶液為乙液。



- ③ 在另一杯溶液中，加 1 M 的氫氧化鈉溶液數滴，攪拌後黃褐色同樣消失，而稱此溶液為丁液。
- ④ 將無色的乙液再加入 3% 的雙氧水數滴，攪拌後靜置數分鐘，無色溶液逐漸呈黃褐色，繼續加入澱粉數滴，攪拌後得丙液，溶液呈藍紫色。
- ⑤ 同樣將丁液加入澱粉數滴後，繼續加入 1 M 的鹽酸數滴，攪拌後得戊液，溶液呈藍紫色。上面敘述實驗流程，用簡略的示意圖表示如下：



- (1) 由上述結果可推論，過氧化氫的角色 _____。（請填氧化劑、還原劑、或催化劑）
- (2) 由上述結果可推論，碘分子在_____性中無法穩定存在。（請填酸性、中性、或鹼性）