

高雄市高級中學 112 學年度

生物科競賽試題

1. 題目共五題，請先確實清點各試題所需之器材是否有缺少，如有缺少請立即向監考老師或助教反應。
2. 所有實驗材料每人一份，用完不再補發。
3. 請務必於試題各頁右上角「組別」處填入個人參賽組別，否則不予計分。

中華民國 112 年 11 月 09 日

組別： _____

3. 若你需以隨機抽樣 (random sampling) 的方法，在你選擇的生物族群內，決定五個實驗樣本，你將如何利用你的現有器材進行隨機取樣？請說明選擇那個器材？如何使用器材執行隨機取樣抽樣過程？對象生物族群如何被選擇？及最後取樣結果如何（那些個體被選中）？(5%)

【試題二】檢測牛乳中乳糖含量

組別： _____

20 分

【背景說明】

乳糖是一種由葡萄糖和半乳糖結合而成的雙糖，天然存在牛奶及其他乳製品中。在亞洲有高達90%的成人在攝入乳糖後，有乳糖消化不良或乳糖吸收不良的情形，常造成腹脹、腹瀉的不良反應，稱作乳糖不耐症。其主要的原因是消化系統中缺乏分解乳糖的乳糖水解酶（lactase），一直是大眾所關心的營養議題，而解決的方式即是避免攝入乳糖或食用其他乳製酸奶（優酪乳）因乳酸菌分泌的乳糖酶已分解乳糖，較牛奶易消化；另外，起司（乾酪）在其發酵過程，乳糖亦比牛奶低很多。而無乳糖牛奶則是應用工業量產的乳糖酶將牛奶中的乳糖完全分解成半乳糖和葡萄糖。

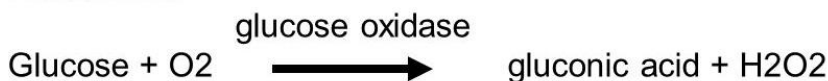
現有市售牛奶（乳糖含量在 10%以內），請利用下列提供的器材和乳糖酶已被包埋固定化在海藻酸鈣所形成的膠體微球來分解牛奶中的乳糖成份進行探究。已知葡萄糖檢測試紙是將酵素固定在紙片上，再利用其來檢測亦是酶應用的一個主要領域。葡萄糖檢測試紙為雙種酵素連續反應，第一種酵素稱為葡萄糖氧化酶，將葡萄糖氧化成葡萄糖酸及過氧化氫；過氧化氫再被第二種酵素稱過氧化酶，依葡萄糖的量試紙呈現顏色變化。葡萄糖檢測試紙的檢測顏色變化與葡萄糖濃度之關係如下：（提示： $\text{mg/dL} = \text{mg}/100\text{mL}$ ）

Glucose color chart

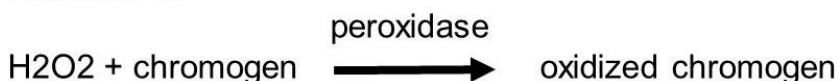
GLUCOSE 30 seconds	NEG	g/dL(%) mg/dL	1/10 100 Trace	1/4 250 1+	1/2 500 2+	1 1000 3+	≥ 2 ≥ 2000 4+
-------------------------------------	-----	------------------	----------------------	------------------	------------------	-----------------	-------------------------------

Copyright © 2011 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins

Reaction A:



Reaction B:



【實驗材料與儀器】

1. 市售牛奶 1 管
2. 葡萄糖檢測試片 10 張
3. 3mL 塑膠滴管 2 支
4. 15mL 塑膠離心管 3 支
5. 固定量海藻膠鈣 1 管
6. 50mL 稀釋用緩衝溶液 2 管
7. 計時器 1 個（學生自備）

組別：_____

【實驗步驟】

1. 量取牛奶溶液 2.5mL 注入已裝有海藻膠鈣固體的離心管。
2. 靜置，反應 30 秒。
3. 以葡萄糖檢測試紙浸入反應後的牛奶溶液 1 秒後取出，靜置。
4. 每隔 30 秒重複步驟 3 一次。
5. 每次皆用新試紙測試，共操作 10 次。
6. 對照背景說明檢測試紙的檢測顏色，判斷葡萄糖含量。

【問題】

1. 請說明你如何設計實驗進行牛奶中乳糖含量的測定？你所測得的乳糖含量是多少？(5 分)

2. 請將你的實驗數據以時間和含糖量作圖，並給予合適解釋。(5 分)

組別：_____

3. 若已知葡萄糖檢測試紙的呈色劑(chromogen)為碘化鉀，請說明顏色改變的原理為何?(5分)

4. 請列出你認為實驗中最可能產生誤差的因素是甚麼?(5分)

【試題三】微生物濃度的直接計數

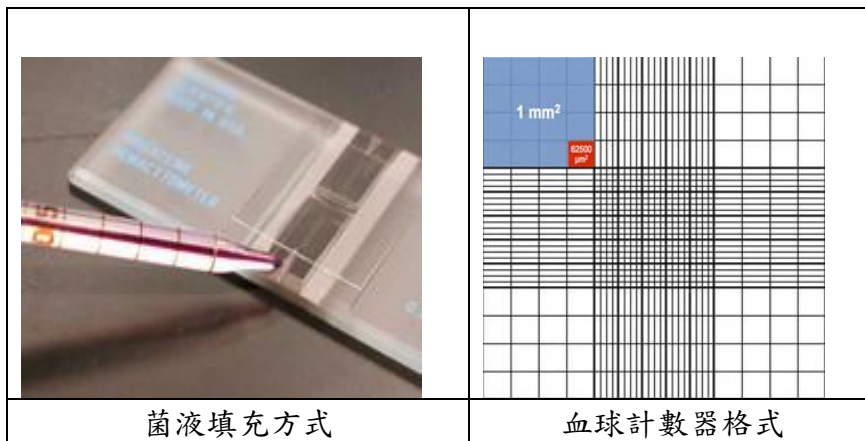
組別： _____

20 分

【背景說明】

總菌數測定是計算微生物數量的直接方法，其中直接計數是利用不同的計數器（如 Sedgwick-Rafter counting cell、Palmer Maloney nanoplankton cell、standard medical hemacytometer 等）或載玻片（有界限或一般載玻片）在顯微鏡下直接觀察，計算微生物細胞的總數量。此方法優點為方便、快速、節省時間。直接計數之目的為技術並非觀察，所以只需能辨別出菌體即可。

血球計數器為直接計數法中最常用的方法，計數器上有凹槽有一邊長 1mm 的大正方形格子（中間），該格內分為 25 個中方格（5*5），每中方格再細分為 16 小格（4*4），因此每小方格的邊長為 0.05mm。在計數器四個角落有 4 個大正方形格子，該大格內分為 16 個中方格（4*4），因此每中方格的邊長為 0.25mm。在高度方面，蓋上蓋玻片後，玻片與計數器的間距恰好為 0.1mm。實驗時滴入菌液蓋上蓋玻片，使菌液充滿計數器凹槽中，接著以顯微鏡觀察計算小方格內菌體數量，可求得單位體積樣品之總菌數。



【實驗材料】

1. 血球計數器 1 個 （至講台領取）
2. 蒸餾水 （共用；至講台領取）
3. 光學顯微鏡 1 台 （學生自備）
4. 酵母液 1 管
5. 面紙 2 包
6. 蓋玻片 5 片
7. 燒杯 1 個
8. 1mL 塑膠滴 3 支
9. 1.5mL 微量離心管 3 管

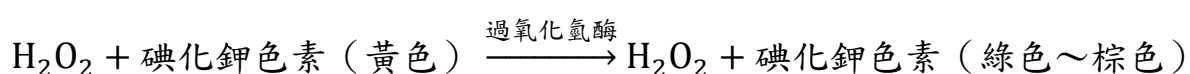
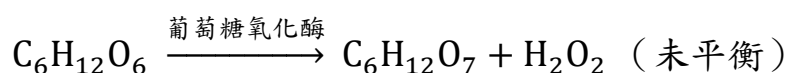
【試題四】尿糖檢測

組別：

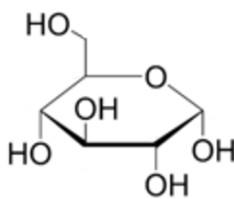
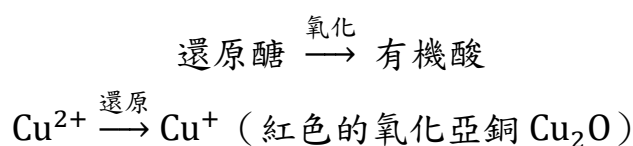
20 分

【背景說明】

尿糖是指尿液中所含的葡萄糖 (glucose)。現今尿糖檢測的方法是藉由尿糖試紙的顏色變化而得知尿液中的尿糖值，為一種簡易、快速且非入侵體內的檢測方法。尿糖試紙上有葡萄糖氧化酶、過氧化氫酶與碘化鉀色素。葡萄糖氧化酶會將葡萄糖催化形成葡萄糖酸和過氧化氫。而過氧化氫酶經由碘化鉀色素催化過氧化氫，使色素由綠色逐漸氧化成棕色。



尿試紙未發展前，尿糖檢測方法是利用班氏試劑 (Benedict's reagent) 來檢測尿液中是否含有尿糖。班氏試劑是由碳酸鈉、檸檬酸鈉和硫酸銅所配製而成。其原理是由於葡萄糖的還原性質會將硫酸銅中的二價銅離子 (Cu^{2+}) 還原成一價銅離子 (Cu^+)，並以氧化亞銅 (Cu_2O) 的形式沉澱出來。如果尿液檢體中含有葡萄糖，則與班氏試劑反應後會出現磚紅色的沉澱物。若葡萄糖的含量較低，則產生的氧化亞銅便會相應減少，因此試驗後可能只會出現綠色、混濁的黃色或橙色沉澱物。



葡萄糖

【偽陽性的問題】

任何試劑都可能出現偽陽性的問題。

例如：最近出現的新聞標題：

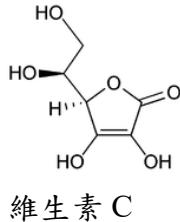
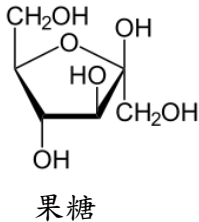
“陸軍 XX 旅 4 阿兵哥「滴工業醋」讓快篩（新冠）呈陽性”。

【問題與討論】

組別：_____

1. 請問：“陸軍 XX 旅阿兵哥「滴工業醋」” 是否可以造成尿試紙檢測尿糖反應時呈現陽性，為何？。(5%)

2. 如果尿液檢體中添加果糖、維生素 C (抗壞血酸)、或漂白水 (次氯酸)，是否會造成尿試紙進行尿糖檢測的結果造成陽性？(5%)

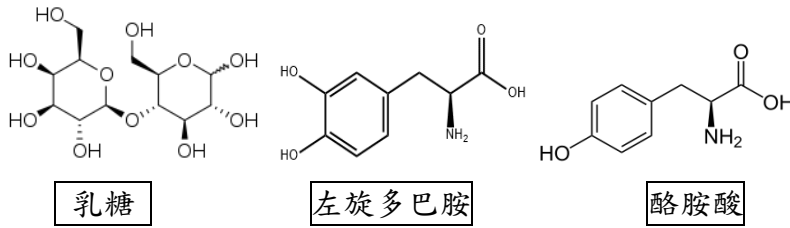


HClO
次氯酸

添加物	偽陽性 (有/無)	原因
果糖		
維生素 C		
次氯酸		

組別：_____

3. 如果使用班氏試劑檢測尿糖，可能出現的干擾物質不一樣。試著討論乳糖、左旋多巴胺、或酪胺酸，是否會對班氏試劑進行尿糖檢測造成偽陽性的結果，為什麼？（5%）



添加物	偽陽性 (有/無)	原因
乳糖		
左旋多巴胺		
酪胺酸		

4. 實驗控制組就是為了避免實驗可能出現的干擾物質使得實驗組出現偽陽性或偽陰性的結果。請就“陸軍 XXX 旅阿兵哥「滴工業醋」”可能發生的原因而設計一組控制組，避免尿試紙或班氏試劑反應過程所產生偽陽或偽陰的結果。（5%）

實驗名稱	控制組設計
尿試紙(酵素法)	
班氏試劑(化學法)	

【試題五】估算多肉植物氣孔數目

組別：

20 分

一、背景知識

原產於馬達加斯加，俗稱為蕾絲姑娘的景天科落地生根屬多肉植物 *Bryophyllum laetivirens* 是常見的多年生肉質草本觀賞用園藝植物，當其葉片長至一定大小時，葉緣鋸齒缺刻處會長出一個個不定芽，最後長成有根的小葉芽，脫落後即可繁殖，因此又有人稱其為落地生根，其耐旱易栽植的特性廣受喜愛。

氣孔是調節植物蒸散作用的重要器官，如果該植物耐旱，其氣管孔型態、數目是否與其他植物有所差異？利用手邊的工具，能否估算出該植物葉片氣孔數目以及大小？

二、實驗材料

1. *Bryophyllum laetivirens* 小苗一株
2. 光學顯微鏡 1 台 (學生自備)
3. 解剖刀 1 支 (學生自備)
4. 解剖剪刀 1 支 (學生自備)
5. 15 公分直尺 1 支 (學生自備)
6. 盧氏碘液(Lugol's iodine)1 瓶
7. 清水 1 瓶
8. 小滴管 1 隻
9. 塑膠培養皿 1 個
10. 蓋玻片、載玻片各 2 片
11. 面紙 3 包

三、實驗概念說明

1. 熟悉手上可以使用的材料與工具
2. 先觀察該植物葉片，小心取下富含氣孔的部分，設法利用所提供材料得到最佳觀察結果。
3. 再利用上述材料，推估觀察結果的真實尺度。
4. 善用良好觀察力、實驗設計與操作能力，用現有工具推估出最佳結果。

四、 結果與問題

組別： _____

問題一：請說明擬採用的研究步驟，以及原因。(6分)

問題二：描繪出所看到的氣孔分佈情形，並推估出每平方公分裡氣孔數目以及如此估算之原因。(7分)

問題三：描繪所看到的氣孔，並說明該種氣孔最可能的尺度大小為何。(7分)