

105 學年度 國立成功大學與臺南一中高中科學班 科學能力檢定

自然能力檢定

請不要翻到次頁！

讀完本頁的說明，聽從監試委員的指示才開始作答！

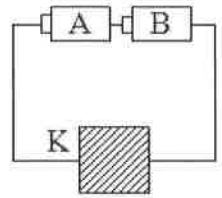
請閱讀以下測驗作答說明：

測驗說明：

1. 本試卷包含物理、化學、生物、地球科學四科，共 10 頁。
2. 本卷共三大題，共計 100 分。
3. 選擇題皆為單選題，共 32 題，答錯不倒扣，請用 2B 鉛筆繪於答案卡上。作圖題共 2 題，簡答題共 2 題，請依說明寫於答案卷 I、II 上。
4. 測驗時間從 08:40 到 10:00 共 80 分鐘。
5. 可利用試卷中空白部分計算，切勿在答案卡上計算。
6. 作答時不可使用計算機，如有攜帶附計算功能之任何工具，請放在臨時置物區。

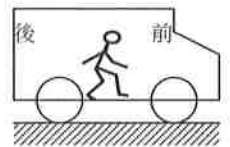
一、選擇題（共 32 題，每題 2.5 分，共 80 分）

1. 假設有一個儀器K，它的消耗功率會隨輸入電壓上升而變大，但是該儀器的工作電流恆為 1 安培而不隨電壓改變。今有電壓均為 1.5V 的 A、B 兩個不同乾電池，A 電池單獨連接儀器K只能運作 2 小時；B 電池單獨儀器K連接只能運作 1 小時。現在將兩電池如右圖串聯後連接儀器K，問最多可以使儀器K運作幾小時？



(A) 1 小時 (B) 2 小時 (C) 3 小時 (D) 4 小時 (E) 超過 1 小時但不到 2 小時。

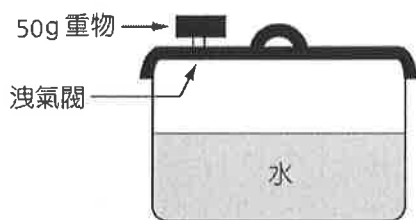
2. 小明站在一靜止車內，當車啟動並加速向前時，他的雙腳相對於車廂地板保持靜止，但身體向後傾。對路邊的靜止觀察者而言，此加速過程中車廂地板給小明的摩擦力：



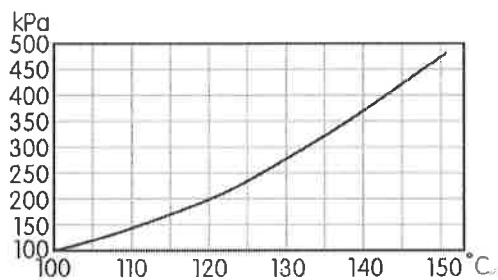
- (A) 大小為 0
(B) 是靜摩擦力，方向向前
(C) 是靜摩擦力，方向向後
(D) 是動摩擦力，方向向前
(E) 是動摩擦力，方向向後。

3. 如下圖(一)為一封閉快鍋的示意圖，鍋蓋上有一洩氣閥，閥口寬度為 5.00 mm^2 ，圖(二)為蒸汽壓力-水沸點溫度的關係圖。已知一大氣壓約為 100 kPa ， $1 \text{ Pa} = 1 \text{ 牛頓/公尺}^2$ ，今以 50 gw 的重物壓在此洩氣閥上，則在一大氣壓下使用此快鍋，鍋內的水沸點約為多少 $^{\circ}\text{C}$ ？

(A) 100 (B) 112 (C) 120 (D) 133 (E) 138 $^{\circ}\text{C}$ 。



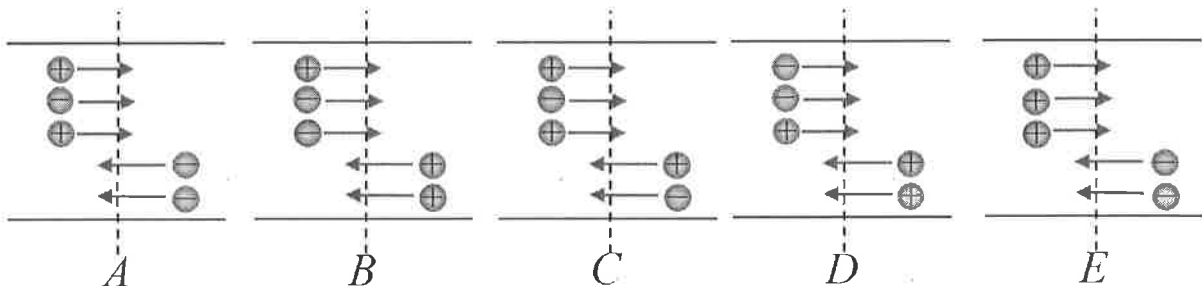
圖(一)



圖(二)

4. 下圖中每一粒子所帶電荷的電量均為相同，它們均在 1 秒內先後通過虛線所表示的導線截面，今以檢流計測得電流值最小者為？

(A) A (B) B (C) C (D) D (E) E。

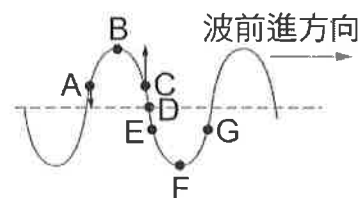


5. 庫倫定律 (Coulomb's law)：法國物理學家查爾斯·庫倫於 1785 年發現，因而命名的一條物理學定律。公式中 $F_e = \frac{kQq}{R^2}$ 中表示兩個靜止點電荷之間的作用力，與點電荷帶電量乘積 Qq 成正比，而與兩點電荷距離 R 的平方成反比，稱為庫倫定律。其中 Q 與 q 分別為兩點電荷個別的電量，而 k 是庫倫常數。從以上的敘述中，我們可以得出的推論是

- (A) 公式中並沒有提到「磁場」，所以點電荷在磁場中的受力可以使用這個公式
 (B) 公式中並沒有提到「速度」，所以任何速度的點電荷都可以使用這個公式
 (C) 公式中並沒有提到「時間」，所以電力的傳遞完全不需要考慮時間
 (D) 公式中並沒有提到「電流」，所以兩條載流導線之間電力可以使用這個公式
 (E) 公式中並沒有提到「電壓」，所以兩個電池之間電力可以使用這個公式

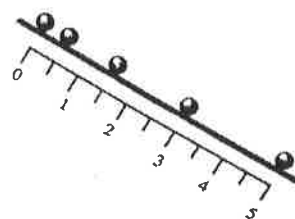
6. 右圖為向右前進連續週期波在某時刻的波形，則下列何者正確？

- (A) E 點與 G 點的振動方向相同
 (B) 此瞬間，B 點與 F 點的振動速率最快
 (C) 此瞬間，B 點與 F 點的振動加速度值最小
 (D) F 點比 G 點先回到平衡位置
 (E) 此瞬間，B 點振動加速度值比 C 點小。



7. 右圖是一小球沿斜面軌道滑下之閃光攝影照片，已知相鄰兩次閃光的時間間隔為 0.2 秒，圖中沿斜面標示的距離單位是「公分」。若小球質量是 400 公克，問小球在右圖運動期間所受的合力大小？

- (A) 2.5 (B) 5 (C) 0.25 (D) 0.05 (E) 0.5 牛頓。



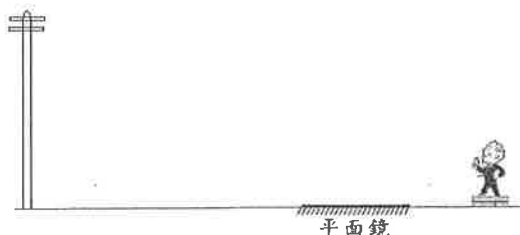
8. 若金屬導線的材質均勻，則導線電阻和導線長度 ℓ 成正比，和導線截面積 A 成反比。有一個與金屬種類有關的係數稱為金屬電阻率 ρ ，此係數與導線長度或截面積均無關，則導線電阻值可以表示為

$R = \rho \frac{\ell}{A}$ 。今有一鉛製圓柱體，當以 0.5 安培電流，由一端圓面流入而從另一端圓面流出，此時測得圓柱體電阻值為 R_0 。在溫度不定條件下，將此鉛製圓柱均勻拉長為 3 倍，成為一新圓柱體，當用相同 0.5 安培電流，由一端圓面流入而從另一端圓面流出，問此時測得新圓柱體的電阻應為？

- (A) R_0 (B) $\frac{R_0}{9}$ (C) $\frac{R_0}{3}$ (D) $3R_0$ (E) $9R_0$ 。

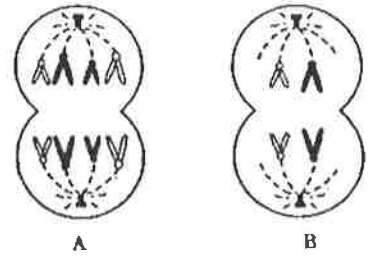
9. 某人身高 170cm，站立於高度 8 公尺的電線桿前方 15 公尺處，今於水平地面上置一反射面朝上的平面鏡，且某人站立處為一台階，使某人眼睛距地面高度為 2 公尺，若欲使此人在平面鏡中見到電線桿上半部的像，問平面鏡最小長度？

- (A) 0.5 (B) 1.0 (C) 1.5 (D) 2.0 (E) 2.5 公尺。



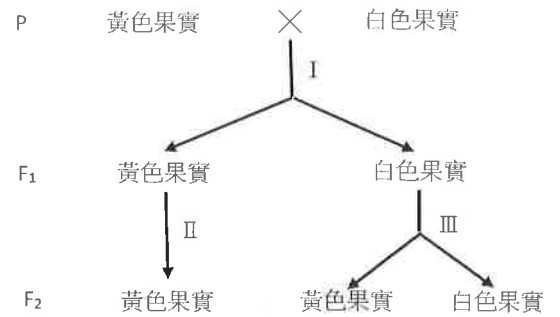
10. 右圖是某種魚類體內細胞分裂的示意圖，A和B是魚細胞處於不同分裂時期，根據右圖，下列敘述何者正確：

- (A) A細胞內有染色體八條，B細胞內不具有同源染色體
(B) A細胞會發生基因重組現象
(C) A細胞處於有絲分裂後期，B細胞處於第一次減數分裂後期
(D) B細胞分裂產生的子細胞，可直接與卵子結合

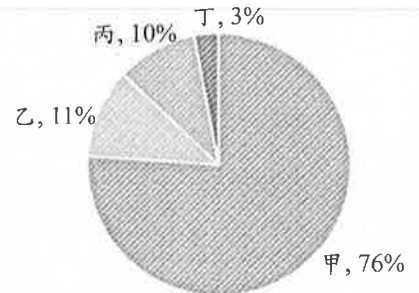


11. 某生進行植物雜交實驗，選取果實顏色為表徵進行實驗，假設果實的黃色和白色是由一對等位基因(R和r)所控制的，用純品系黃色果實植株與白色果實植株進行雜交，子代(F₁)有黃色果實植株與白色果實植株，再讓F₁自交產生F₂，其表形如右圖，請問下列敘述何者正確：

- (A) 由 I、II 步驟，可知黃色果實是顯性性狀
(B) 由 III 步驟可判定白色果實是隱性性狀
(C) F₁中白色果實的基因型為RR
(D) F₂中，黃色果實與白色果實理論上比例應該為5：3

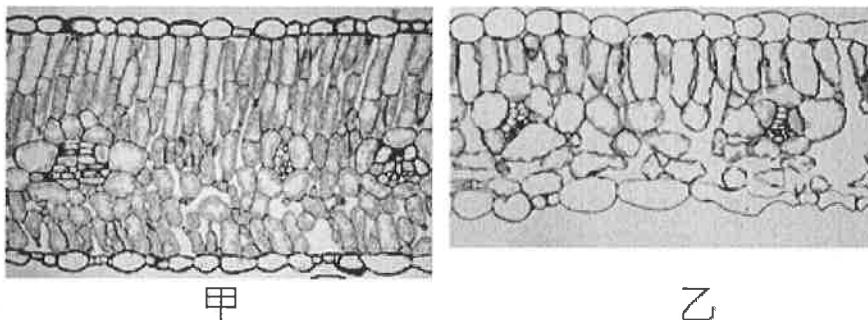


12. 右圖為某一生態系統，四種生物在該生態系中生物量占該生態系統生物之間最可能的食性關係為：



- (A) 甲 → 乙 → 丙 → 丁
(B) 丁 → 甲 → 乙 → 丙
(C) 甲 → 乙 → 丙 → 丁
(D) 甲 → 乙 → 丙 → 丁

13. 下圖是從同一株植物不部位所取的葉片橫切面顯微照片（放大倍率相同），下列推論何者最正確？



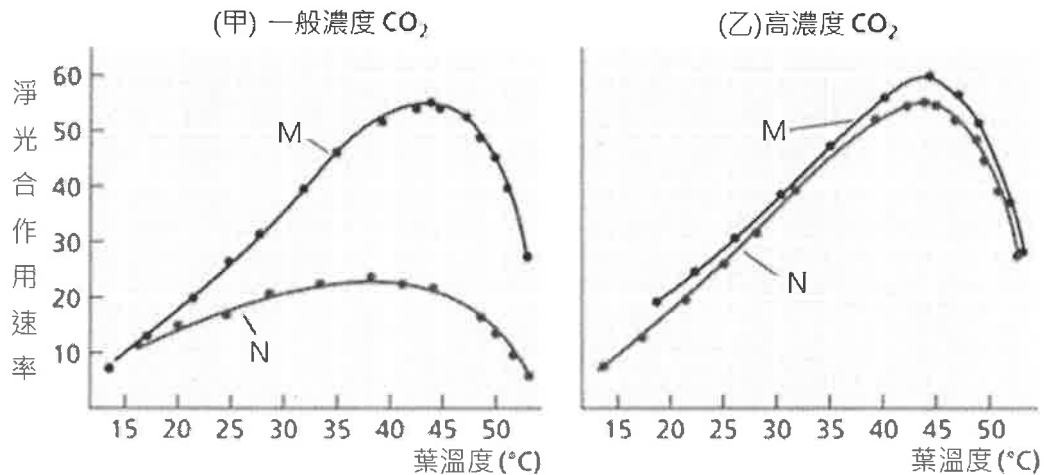
- (A) 甲葉片位於陽光較充足處
(B) 乙葉片的表皮較甲葉片的表皮具有更厚的角質層，以減少水分散失
(C) 乙葉片的葉肉細胞較大，具有更多的葉綠體，以增加光合作用的效率
(D) 甲葉片具有氣孔，但乙葉片則無。

14. 將剛採下的甜玉米立即放入沸水片刻，可保持其甜味，其主要原因為何？

- (A)提高澱粉酶的活性 (B)防止玉米萌芽
(C)破壞可將可溶性醣類轉變為澱粉的酵素 (D)增加可溶性醣類的濃度。

15. 下圖是M、N兩種植物在不同濃度 CO_2 與溫度的淨光合作用速率關係圖，下列相關敘述何者錯誤？

- (A)在乾熱環境下，M植物較N植物更有生長優勢
(B) M植物產生的種子量比N植物多
(C)地球進入冰河時期對M、N植物的生存均不利
(D)M、N植物的最佳光合作用溫度範圍大致相同。



16. 若以含0.20% ^{18}O 的水，及含0.68% ^{18}O 的 CO_2 ，用於植物的光合作用，則植物釋放的氧氣中含多少比例的 ^{18}O ？

- (A)0.20% (B)0.44% (C)0.64% (D)0.88%。

【題組題】請閱讀下列短文後，回答 17-18 題

免疫系統攻擊自身正常細胞的疾病，如類風濕性關節炎(rheumatoid arthritis)、全身性紅斑性狼瘡(systemic lupus erythematosus)等，稱為「自體免疫疾病(autoimmune disorder)」。估計日本的自體免疫疾病患者高達數百萬人；在臺灣，自體免疫疾病總盛行率約為總人口的5%。造成這些疾病的主要原因是T細胞對自體抗原產生多餘的免疫反應。

位於心臟上方胸腺(thymus)的T細胞，經分化逐漸成熟的過程中，隨機製造具辨識抗原的蛋白質—T細胞抗原受體(T cell antigen receptor)，因此，必然會出現與自體抗原產生反應的T細胞。為了避免攻擊自體抗原，會在胸腺內篩選及去除具自體反應性的(autoresponsive) T細胞。該過程中，T細胞抗原受體是分辨「自體」與「非自體」的最終檢查點，在免疫寬容(immune tolerance)的形成，扮演非常重要的角色。

17. 根據短文中所提到的「自體免疫」是什麼樣的疾病？

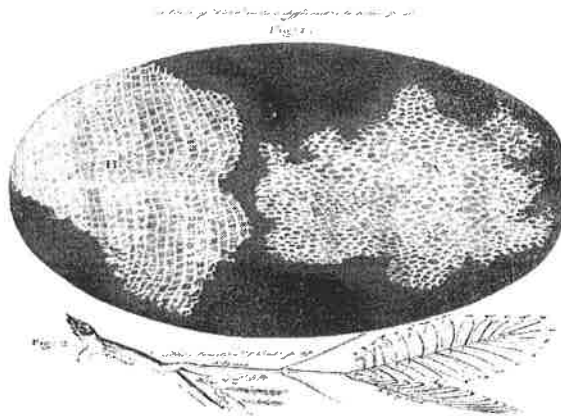
- (A)病毒感染 (B)細菌感染 (C)只會有日本與台灣的族群才有會個體罹患 (D)免疫系統異常。

18. 根據短文，T細胞與自體免疫的關係，哪些選項的敘述是錯誤的？

- (A)T細胞在胸腺中可以全部分化並保留 (B)辨認外來抗原的T細胞可攻擊外來病原體
(C)辨認自身抗原的T細胞會造成自體免疫 (D)T細胞透過抗原受體辨識病原體的抗原

19. 右圖為一個非常有名的英國科學家，利用自製的複式顯微鏡所觀察到的細胞圖，你認為下列敘述何者正確？

(A)此圖為活細胞的構造
(B)此樣本主要為動物細胞
(C)仔細用顯微鏡觀察可以看到細胞核
(D)此構造為樹皮的小單元。



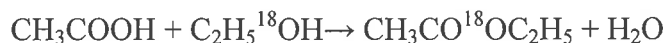
20. 已知有三種金屬元素分別為X、Y、Z。急凍鳥將金屬X分別置入Y的硝酸鹽溶液以及Z的硝酸鹽溶液後，即可判斷出三種金屬的活性大小，試問下列哪一個活性順序最可能是急凍鳥所獲得之結果？

(A)Y > X > Z (B)X > Y > Z (C)Y > Z > X (D)X > Z > Y。

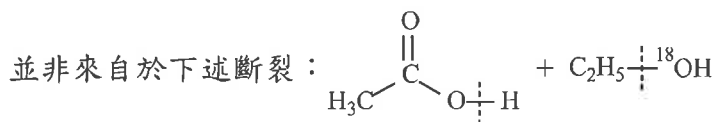
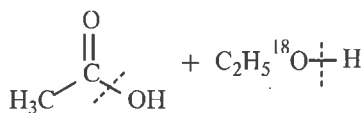
21. 油脂若存放時間過久或重複加熱，所含的游離脂肪酸多，酸價就高，故酸價可作為油脂變質的指標之一。酸價(acid value)定義為中和1克油脂中所含游離脂肪酸所需的氫氧化鉀毫克數，其反應方程式為： $\text{RCOOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{RCOOK} + \text{H}_2\text{O}$ 。今取10克地溝油，加入適量酒精溶解後，再滴入2~3滴酚酞指示劑，以0.1M KOH標準溶液滴定之，滴入5.0 mL後指示劑變色，試問該地溝油的酸價為何？(原子量：K=39)

(A)28 (B)2.8 (C)5.0 (D)0.5。

22. 探討化學反應時，若將反應中的特定原子以同位素替代(標記)，便可得知其反應途徑，例如，在乙酸與乙醇的酯化反應中，若以氧的同位素 ^{18}O ，標記乙醇分子中的氧原子，使之成為 $\text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH}$ ，便可得知乙酸乙酯的生成主要是乙酸中的OH基被乙醇的 $^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$ 取代所致：



因此涉及下述化學鍵斷裂(如下圖虛線所示)：



科學家也以類似方法，將水分子中的 ^{16}O 置換成 ^{18}O ，藉以探討鐵的生鏽反應：



依據上述反應式，下列有關鐵生鏽的敘述，何者錯誤？

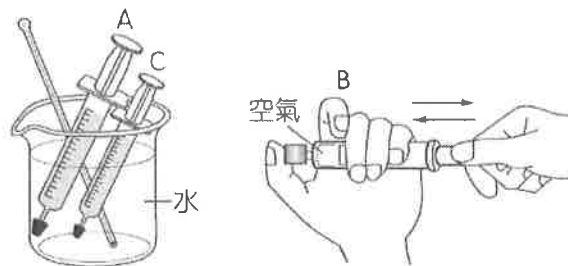
(A) ^{16}O 與 ^{18}O 之質子數相同
(B)與鐵化合的氧，來自空氣中的氧氣
(C)鐵生鏽時，同時進行水的分解
(D)鐵生鏽時，同時有水的產生。

23. 八仙樂園派對粉塵爆炸事件，是由於工作人員為了舞臺效果，向觀眾噴出彩色粉末，然而舞台旁粉塵突然起火引發粉塵爆炸，火勢瞬間蔓延導致多人嚴重燒傷，傷亡慘重。下列相關之敘述，何者正確？

- (A) 彩色粉末的主要成分為小蘇打
- (B) 粉塵與空氣中的氧分子接觸面積大，增加了氧化還原反應的速率
- (C) 袋裝粉末直接點火會有氣爆的危險
- (D) 若當時在室內噴灑彩色粉末，不會引起傷亡。

24. 常溫下，將 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 達到平衡的混合氣體，取出等體積氣體，分別通入附有膠塞的兩支注射針筒 (A 與 C)，另取一支同樣的注射針筒 B 抽進等體積的空氣後，三支注射針筒的壓力，一直保持與外界壓力一樣。下列敘述何者錯誤？

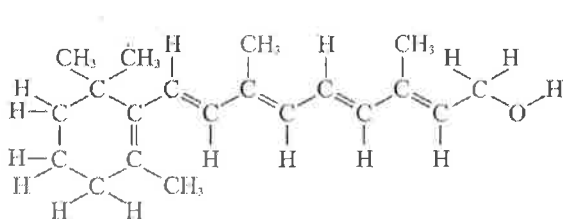
- (A) 常溫下，針筒 A 內 NO_2 分子數 $<$ B 內空氣分子數
- (B) 將針筒 A 和 B 放置在熱水浴數分鐘後，
A 內氣體的體積大於 B 內氣體的體積
- (C) 將 A 由熱水中移至冰水中，其顏色由濃轉淡
- (D) 將 A 的活塞向內壓，幾秒後與 C 比較，
A 的顏色較淡。



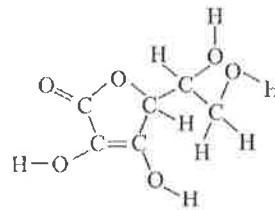
25. 物質對水的溶解度代表在定溫下 100 克的水所能溶解最大量的溶質莫耳數。下表列出一些醇類分子 (含有 OH 極性官能基) 在 20°C 對水的溶解度：

醇 類	溶解度 (莫耳/100 克水)
甲醇 CH_3OH	∞
乙醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	∞
丙醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	∞
丁醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	0.11
戊醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	0.030
己醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	0.0058
庚醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	0.0008
丙三醇 $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$	∞

下面兩圖分別是化合物 X、Y 的分子結構：



化合物 X



化合物 Y

根據上表與這兩個化合物的分子結構，有關其溶解度的推論，何者最合理？

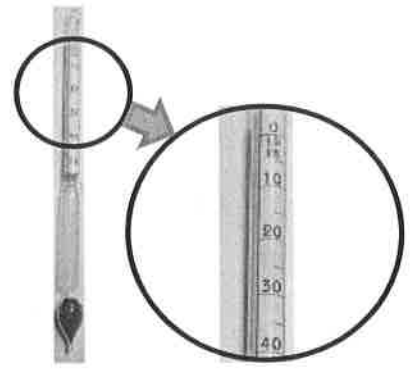
- (A) 都可溶於水
- (B) 都不溶於水
- (C) X 不溶於水，Y 可溶於水
- (D) X 可溶於水，Y 不溶於水。

26. 海水蘊含大量的資源，南台灣海岸多利用曬鹽製取食用鹽。鄰近台南科技工業園區的鹽田生態文化村，前身為南寮鹽村，是日據時代台灣第一個瓦盤製鹽工業區。

曬鹽過程必須經過引入海水--->大蒸發池---->小蒸發池---->結晶池--->收鹽等程序，而判定是否進入結晶池的方法，可以使用波美計(如照片)，波美計下方內含許多小鉛球，中間為中空玻璃管。把波美計浸入所測溶液中，得到的度數叫波美度。大蒸發池的溶液波美計沉的較深，波美度較小；小蒸發池波美計沉的較不深，波美度較大，一般蒸發池的鹵水得達波美 25° 才會注入結晶池。

依據上述文章所示，波美計定量食鹽濃度時，根據的原理為測定？

- (A)氯離子濃度 (B)溫度 (C)密度 (D)折射率。



【題組】請閱讀下列短文後，回答 27-28 題

日前國內某大賣場販售的美國汽水，含未經核准使用的溴化植物油。溴化植物油用在飲料中，目的是當作乳化劑或起雲劑，讓油與水混合。這種原料在歐盟、日本都禁用，據聯合國專家在 1970 年的評估，高劑量溴化植物油可能導致動物體心肌損害。

談到乳化劑或起雲劑，大多數人會想到 DEHP(鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯)。原則上乳化劑與起雲劑是食品界的食品添加物，可以食用的。DEHP 其實屬於塑化劑，是工業添加物，不可食用的。

乳化劑或起雲劑與塑化劑都可將互不相容之液體混合均勻，它們最大的功能也就在於能將不同物質混合均勻。塑化劑是工業上的用物，主要可以將高分子產品如塑膠，進行分散不致於太堅硬。

由上述文章回答 27-28 題：

27. 乳化劑、起雲劑或塑化劑的用途與下列何物質的性質較為接近？

- (A)香蕉油 (B)肥皂 (C)食鹽 (D)去光水。

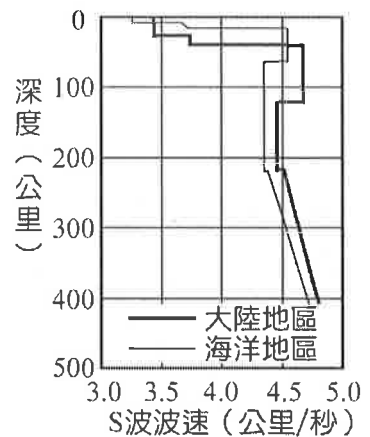
28. 生活中PVC(聚氯乙烯)是常見的高分子塑膠產品，排水管、保鮮膜、雨鞋都是由PVC做成。所謂PVC係指由氯乙烯聚合而成平均分子量極大的混合物，而塑化劑的加入可使其分散不致於太堅硬，試比較上述產品同質量之平均分子量大小？

- (A)排水管 > 保鮮膜 > 雨鞋 (B)排水管 > 雨鞋 > 保鮮膜
(C)雨鞋 > 排水管 > 保鮮膜 (D)保鮮膜 > 排水管 > 雨鞋。

29. 下列有關日食與月食的敘述，何者錯誤？

- (A)新月時不一定發生日食，是因為月球的公轉軌道面與地球公轉軌道面不一致
(B)日全食的平均持續時間比月全食的短
(C)地球上可以看見月全食發生的區域，比可以看見日全食的區域還要寬廣
(D)地球上看見月全食時，在月球上可見到日環食的現象

30. 右圖為地震波（S波）在地下不同深度的波速變化圖，軟流圈的發現其實是因為在地底下某深度，地震波波速有顯著降低的現象，因此軟流圈又可稱為低速帶。而軟流圈上方的區域則稱為岩石圈。由圖可知，大陸地區的岩石圈厚度約為若干公里？
 (A)35 公里 (B)65 公里 (C)120 公里 (D)225 公里。



31. 根據岩石生成方式的不同，可把岩石分類成甲、乙、丙三群不同的岩石（如下表），下列敘述何者正確？

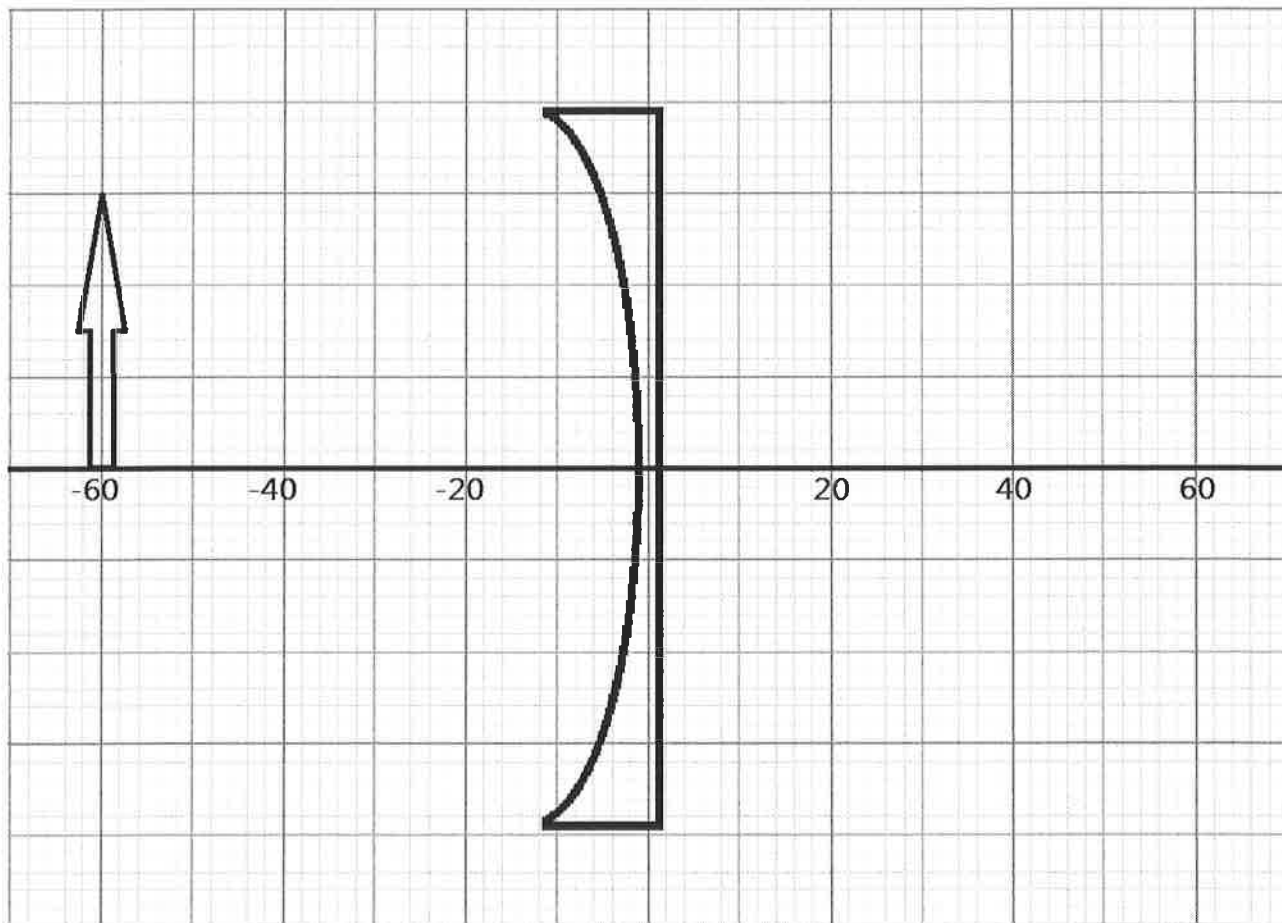
甲岩石群	乙岩石群	丙岩石群
角閃岩	礫岩	玄武岩
大理岩	砂岩	安山岩
片麻岩	頁岩	花崗岩

- (A)甲岩石群皆為單一礦物組成的岩石
 (B)化石燃料多發現於乙岩石群
 (C)地殼最多的岩石為乙岩石群
 (D)地表最多的岩石為丙岩石群。
32. 假設天氣圖上有一暖鋒向東北方移動，而地表有一個氣象觀測站在鋒面的東北方 150 公里處，鋒面的斜率為 $\frac{1}{200}$ 。若有一架飛機正在氣象觀測站上方 1 公里的高度飛行。則該飛機位置是在？
 (A)在冷氣團中飛行
 (B)在暖氣團中飛行
 (C)在沿著鋒面飛行
 (D)在穿過鋒面飛行。

二、作圖題，答案請繪製於答案卷 I 上。(共 2 題，共 10 分)

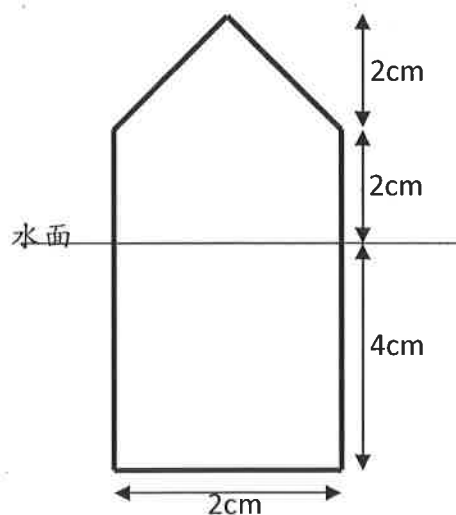
1. 一物體置於一薄凹透鏡前 60cm 處的主軸上，忽略透鏡厚度而視為放置在 $x=0$ 處，已知此薄凹透鏡的焦距為 20cm，如下圖：

- (1) 以作圖法在圖上作出物體經此透鏡的成像。若為實像以實線表示，虛像則以虛線表示 (2 分)
- (2) 依圖估算成像的高度為幾公分？(2 分)



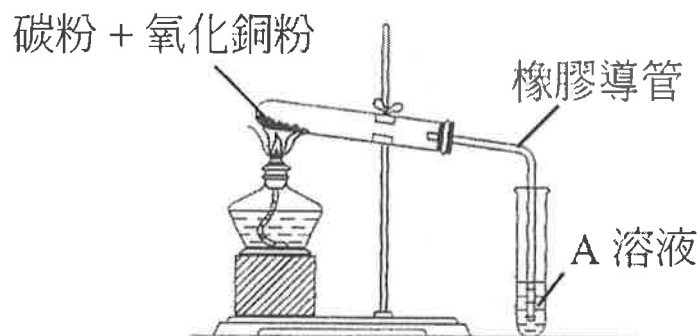
2. 在一廣闊無邊的水面，有一物體受浮力與重力成靜力平衡而靜止於水面，右圖為其側面圖，已知物體厚度為 2cm，水密度為 1g/cm^3 ：

- (1) 物體的質量為多少？(2 分)
- (2) 今施一鉛直下壓變力 F 使物體緩慢等速鉛直下移直至恰沒入水面，過程中每瞬間視為靜力平衡，畫出下壓施力 F 隨下壓位移 y 的關係圖？請在圖中註明 $y=0$ ， $y=2\text{cm}$ 與 $y=4\text{cm}$ 三個點的下壓施力 F 值，並以線連接上述三個點，如果不是直線請標示彎曲趨勢。(4 分)



三、簡答題，答案請填寫於答案卷Ⅱ上。（共2題，共10分）

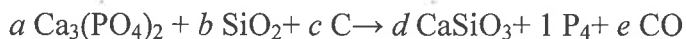
1. 在碳與氧化銅的實驗中，取5克的氧化銅粉與1克的碳粉充分混合後，置於硬試管中加熱，實驗裝置如下圖所示：



試問：

- (1) 寫出此反應之化學反應式。(2分)
 - (2) 裝置中的A溶液，可用來檢驗此實驗的某一產物，試寫出該產物與A溶液所發生的反應式(請標示物質狀態)。(2分)
 - (3) 本實驗承裝反應物的硬試管，管口微向下傾的原因為？(1分)
 - (4) 欲停止本實驗，須先將橡皮導管自A溶液中移出，才能熄滅加熱火源的原因為？(1分)
2. 十七世紀德國漢堡商人波蘭特(Brand.H.)是最早發現磷元素的人。他曾聽說從尿裏可以製得金屬之王的黃金，於是抱著圖謀發財的目的，使用尿做了大量的實驗。1669年，他在一次實驗中，將砂、木炭、石灰等跟尿混合，加熱蒸餾。雖然沒有得到黃金，即意外地得到一種十分美麗的物質。這種物質色白質軟，能在黑暗的地方放出閃爍的亮光，波蘭特給它取名叫冷光。他所發現的物質，就是我們所說的白磷。

磷的現代製法是將磷酸鈣與砂(主要成分為二氧化矽)及焦炭一起放在電爐中加熱，方程式如下：



- (1) 請將上述化學反應方程式進行係數平衡，則 $a+b+c+d+e=?$ (2分)
- (2) 由上述化學反應方程式中得知，欲從純度80%的磷酸鈣提煉1.28公斤的白磷，應該取不純的磷酸鈣多少公斤？(Ca=40、P=31、O=16) (2分，需列出算式)