

自然能力檢定試卷

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. 測驗時間從 08:40 到 10:00 共 80 分鐘。
2. 本試卷共四大題(選擇題 24 題，填充題 4 題，計算題 3 題，實驗題 2 題)，共計 100 分。
3. 請將選擇題答案畫記於答案卡上，答案卡須用黑色 2B 鉛筆畫記，修正時請用橡皮擦將原畫記擦拭乾淨，不得使用修正液(帶)。答案卡如有畫記不清或汙損等情事，至電腦無法辨認者，其責任自負。不得提出異議。
4. 填充題、計算題、實驗題請依說明，書寫於答案卷 I、II上，寫於題目卷不予計分。
5. 可利用試卷中空白部分計算。
6. 本科目不可使用計算機，如有攜帶附計算功能之任何工具，請放在教室前後方地板上。
7. 試題本及答案本(卷)如有印刷不清、缺頁、漏印或汙損等情形，請立即舉手告知監試委員，其餘一概不得發問。

一、選擇題(每題 2 分，共計 48 分)

1. 下列有關功與能量之敘述：

(甲)作功有正負之分，正功、負功代表功的方向

(乙)摩擦力有可能作正功而使物體的動能增加

(丙)質量相同的兩物體，其動能僅與速率的平方成正比，而與運動方向無關

(丁)重力位能乃重力相互作用之兩物體所共有，兩物體距離越近則兩星球間的重力位能越小

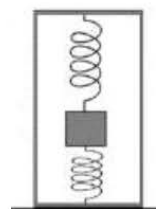
(戊)運動中的物體若力學能不守恆，則力學能可能減少亦可能增加。

以上正確為何?

(A)甲乙丙戊 (B)乙丙丁戊 (C)甲乙丁 (D)丙戊

2. 取彈簧、木塊及木箱連接如右圖，使木塊在木箱中上下搖晃。木塊與木箱的質量相等，重力加速度為 g ，已知某瞬間木箱恰欲離開桌面，問此瞬間木塊加速度值？

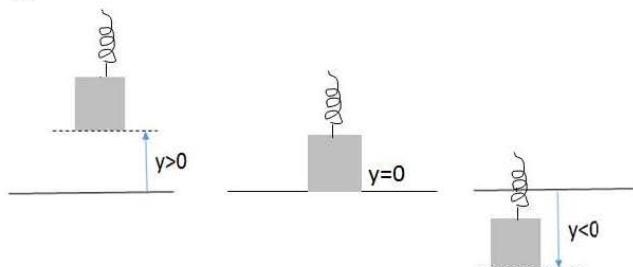
(A) g (B) $2g$ (C) 0 (D) $0.5g$



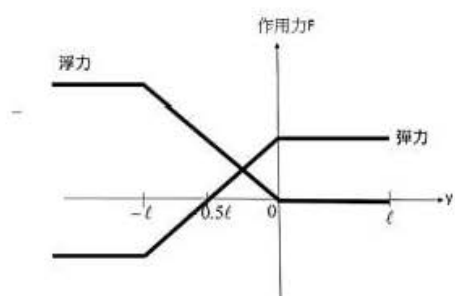
3. 如右圖，在光滑絕緣的水平面上固定著等質量的A、B、C三個帶電小球，且三球共線。若B與C固定，則A釋放瞬間之加速度為 1m/s^2 ，方向向左。若A與B固定，則C釋放瞬間之加速度為 3m/s^2 ，方向向右，現若A與C固定，則B釋放瞬間之加速度應為何？

(A) 2m/s^2 ，方向向右 (B) 2m/s^2 ，方向向左
(C) 4m/s^2 ，方向向左 (D) 2.5m/s^2 ，方向向右

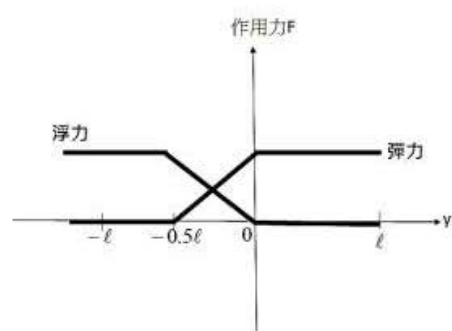
4. 在水面上方有一邊長 ℓ 的正方形木塊，木塊的密度是水的一半。將木塊上方繫一彈簧，手持彈簧另一端，從空中維持木塊等速度向下運動，直至木塊全部浸入水面下，過程如圖所示。若木塊底部與水面的距離為 y ，設向上為正，向下為負，則在過程中木塊受到的彈力、浮力等兩個作用力的與 y 的關係應為下列何圖？註：需考慮作用力與 y 的方向性



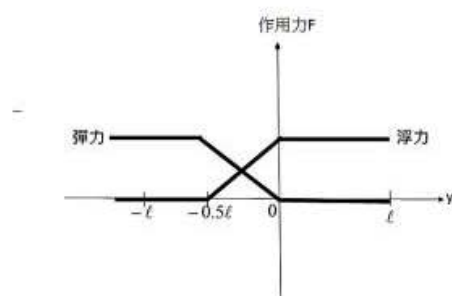
(A)



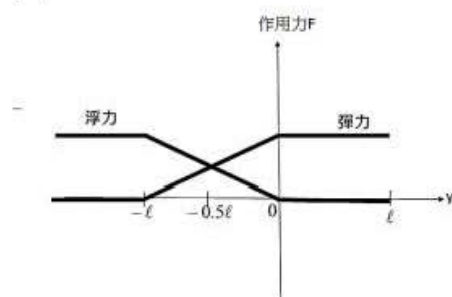
(B)



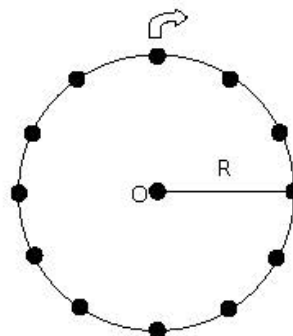
(C)



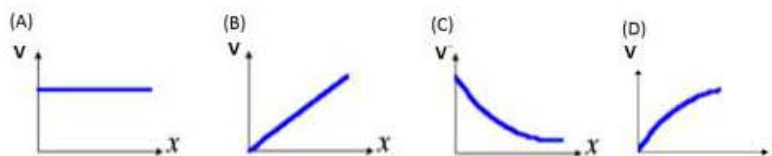
(D)



5. 國中課本提到庫倫靜電力和兩電荷電量(Q 、 q)成正比、和兩電荷距離 r 平方成反比，故庫倫靜電力可寫 $\frac{kQq}{r^2}$ ， k 為庫倫靜電常數。如圖，圓心為 O 點放置一點電荷 $-q$ ，半徑為 R 的絕緣環上有12個點電荷 $-q$ 均勻分布在環上，若將最上方之點電荷拿走，則圓心電荷所受到之電力為？(k 為庫倫常數)



- (A) $\frac{15kq^2}{R^2}$ 方向向上 (B) $\frac{15kq^2}{R^2}$ 方向向下
(C) $\frac{kq^2}{R^2}$ 方向向上 (D) $\frac{kq^2}{R^2}$ 方向向下
6. 右邊的電路由一個電池、遵守歐姆定律的電阻 R 、電阻值與長度正比的電熱絲所組成。若不計連接上述元件的導線電阻，假定電池的電壓恆定，當電阻絲上的滑動頭可任意改變位置時，則電阻絲兩端的電壓 V 與圖中 X 的關係圖形應為下列何者？



7. 某生取一附有測電變色條的電池1個(圖1)，依照電池指示，用手壓住測電條兩端的白色接點，發現測電條開始變色。用工具小心剝下測電條，發現測電條的變色是來自於其中的石墨電阻，測電條的石墨電阻元件如圖2所示。若已知石墨電阻越窄處的電阻愈大，且測電條是由負極端的接點處開始變色，則(甲)~(戊)的敘述正確者為何？

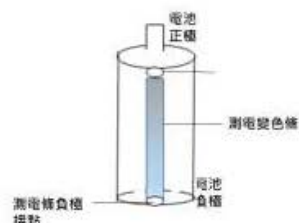


圖1 附測電條電池



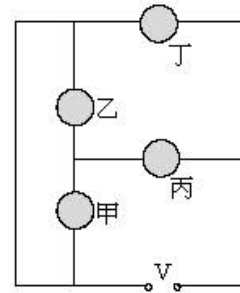
圖2 測電條的石墨電阻元件

- (甲)當手壓測電條，開始測量電池的電力時，通過測電條較窄處橫截面的電流較小。
(乙)測電條各處橫截面電流的大小不同，原因是與各處電阻值的差異有關。
(丙)測電條石墨會變色，是因為電流產生熱能所致。
(丁)測電條是由負極端的接點處開始變色。
(戊)由測電條的變色方向，可推論當石墨電阻長度相同時，橫截面的面積愈小，電阻愈大。

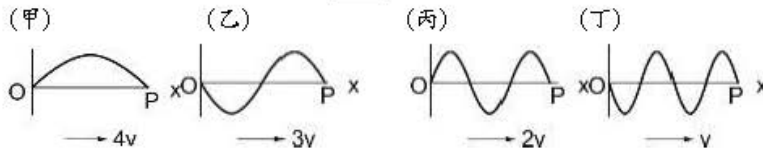
- (A) 甲乙丙 (B) 甲丙丁 (C) 丙丁戊 (D) 乙丙丁

8. 右圖電路中的 4 個燈泡完全相同，若逐漸增加電源電壓 V ，則下列敘述何者正確？

- (A) 丙燈泡最先燒壞
(B) 所有燈泡未燒壞前，甲燈泡比乙燈泡亮
(C) 當第 1 個燈泡燒壞時，其他 3 個便不再發光
(D) 當燒壞 2 個燈泡時，其他 2 個便不再發光



9. 波列很長的四個橫波，都沿正 x 軸方向傳播，若 x 軸上 O 與 P 兩點間距離為 L ，在時間 $t = t_0$ 看到此四個波的部份波形分別如圖的甲、乙、丙及丁所示，其波速分別為 $4V$ 、 $3V$ 、 $2V$ 及 V 。則下列敘述中何者**錯誤**？



- (A) 頻率大小依序為丁 > 丙 > 乙 > 甲
(B) 甲與丁的週期相同，乙與丙的頻率相同
(C) 甲的波長是乙的兩倍，乙的波長則是丁的兩倍
(D) 在時間 $t = t_0$ 後， O 點最早出現下一個波峰的是乙

10. 甲、乙兩個絕熱容器都盛有 100 立方公分、 100°C 的開水。將質量都為 10 克，溫度都為室溫的銅、鉛分別放入甲、乙容器中。已知銅的比熱較鉛為大。忽略達熱平衡的過程的熱量散失，關於上述現象的討論，下列哪一項正確？

- (A) 甲容器的平衡末溫較乙高，鉛的吸熱較銅大
(B) 甲容器的平衡末溫較乙高，銅的吸熱較鉛大
(C) 乙容器的平衡末溫較甲高，銅的吸熱較鉛大
(D) 乙容器的平衡末溫較甲高，鉛的吸熱較銅大

11. 進行下列氣體製備實驗：實驗 I 為氫氧化鈣與氯化銨置入試管中加熱，實驗 II 為雙氧水與二氧化錳反應；實驗 III 為大理石與稀鹽酸反應。則所收集到的氣體之密度比空氣大，且微溶於水者為何？

- (A) 僅 III (B) 僅 II (C) 僅 I (D) II、III

12. 柯瑞喜歡做科學研究，有時候他會戴著口罩做實驗，因為裡面活性碳的吸附作用(a)，可以除去一些毒氣，有一次實驗時，不小心打翻了酒精燈，酒精的揮發性(b)助長了火勢，他立刻拿起乾粉滅火器噴向火源，噴出的碳酸氫鈉受熱分解(c)，產生了二氧化碳，因二氧化碳具有比空氣重(d)，不助燃，也不可燃(e)的特性，可以用來滅火。火熄了，他鬆了一口氣道：「好險，下次實驗要小心一點才是。」以上畫線部分，有幾項屬於化學性質？



(A)1 (B)2 (C)3 (D)4 項

13. 麵粉工廠要嚴禁煙火，以防止麵粉塵的氣爆意外事件。下列敘述何者**錯誤**？

(A)麵粉的主要成分為碳水化合物
(B)麵粉塵與空氣中的氧分子接觸面積大，增加了氧化反應的速率
(C)產生氣爆就是因為反應後放出高熱及產生大量的氣體
(D)袋裝麵粉直接點火會有氣爆的危險

14. 反應前 $[H_2] = [I_2] \neq 0$ ，則反應 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ 達平衡時，下列何圖正確？
(R：反應速率，t：時間)



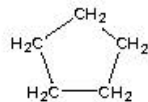
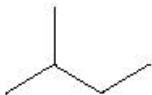
15. 二氧化氮存在下列平衡： $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) + Q$ (其中 $Q > 0$)。在測定 NO_2 的分子量時，下列條件何者較適宜？

(A)高溫、高壓 (B)高溫、低壓 (C)低溫、高壓 (D)低溫、低壓

16. 取等莫耳的兩種酸，以 HA、HB 表示，分別加水配成等體積的甲、乙兩溶液，解離後溶液的溶質粒子數量如圖所示(每一個粒子代表 0.01 莫耳)，下列敘述何者正確？

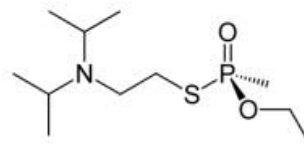
(A)溶液中 pH 值：甲 > 乙
(B)HA 屬於弱酸，HB 屬於強酸
(C)兩溶液均能使石蕊試紙變藍色
(D)酸鹼中和完全反應時，所需的氫氧化鈉溶液體積：甲 = 乙

17. 已知某溶液中僅有 H^+ 、 Na^+ 、 Zn^{2+} 、 OH^- 、 NO_3^- 五種離子，其中 H^+ 、 OH^- 的數量很少可忽略。若溶液中的離子個數比為 $\text{NO}_3^- : \text{Na}^+ = 5 : 1$ ，則 $\text{Na}^+ : \text{Zn}^{2+}$ 的離子個數比應為下列何者？
 (A) 1 : 3 (B) 1 : 2 (C) 1 : 5 (D) 1 : 4
18. CH_4 、 CO 、 Ar 之混合氣體 60 mL，加 O_2 42 mL 使之完全燃燒，通過 CaCl_2 管後，體積變為 66 mL (同溫同壓)，再通過 KOH 管體積變為 39 mL，則 Ar 佔原混合氣體總體積之若干%？
 (A) 25 (B) 20 (C) 55 (D) 65 %
19. 水在 25°C 時，解離成 H^+ 和 OH^- 的量很少，1L 的純水中，只解離出 1×10^{-7} 莫耳的 H^+ 和 1×10^{-7} 莫耳的 OH^- 。在相同溫度下，2L 的純水中，所含 H^+ 和 OH^- 分別為多少莫耳？
 (A) 2×10^{-7} 莫耳的 H^+ 和 2×10^{-7} 莫耳的 OH^-
 (B) 1×10^{-7} 莫耳的 H^+ 和 1×10^{-7} 莫耳的 OH^-
 (C) 2×10^{-7} 莫耳的 H^+ 和 0.5×10^{-7} 莫耳的 OH^-
 (D) 0.5×10^{-7} 莫耳的 H^+ 和 2×10^{-7} 莫耳的 OH^-
20. 反應式 $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ 完成平衡後，其係數最簡單整數之和為：
 (A) 6 (B) 8 (C) 10 (D) 12
21. 鏈線式 (line-angle formulas) 常用在表示有機分子結構，通常氫原子都會省略不畫；另外，為了表示立體透視，會以實線表示鍵在紙平面上、虛線表示鍵在紙平面後方、實心楔形線表示鍵在紙平面的前方。舉例如下所示：

正戊烷	異戊烷	新戊烷	環戊烷
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	$\text{C}(\text{CH}_3)_4$	
			

已知神經毒劑 VX 的結構如右示，其分子式為何？

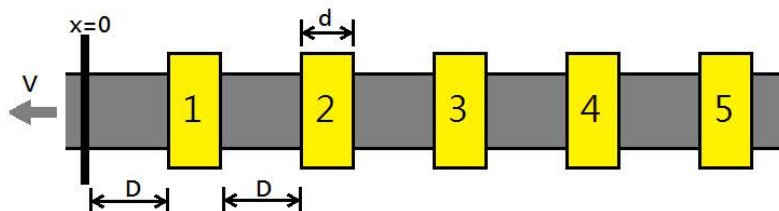
- (A) $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{NO}_2\text{PS}$
 (B) $\text{C}_{11}\text{H}_{26}\text{NO}_2\text{PS}$
 (C) $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{NO}_2\text{PS}$
 (D) $\text{C}_{13}\text{H}_{30}\text{NO}_2\text{PS}$



22. 常溫常壓時，下列哪些選項之混合物可以共存而不發生化學反應？
- (A) HCl(g) 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{NH}_3(\text{g})$
 - (B) $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ 、 $\text{SO}_2(\text{g})$
 - (C) $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{CH}_4(\text{g})$ 、 Xe(g)
 - (D) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\ell)$ 、 $\text{C}_6\text{H}_{14}(\ell)$ 、 Na(s)
23. 鋅銅合金 10.00 克與足量鹽酸作用，得 STP 下氫氣 2.24 升，下列各項敘述何者正確？(原子量：Cu = 63.5，Zn = 65.4；STP 下，氣體莫耳體積 = 22.4L)
- (A) 氧化力：Zn > H_2 > Cu
 - (B) 此過程中，銅發生氧化反應
 - (C) 此鋅銅合金中，銅佔了 6.54 克
 - (D) 此鋅銅合金為一固態溶液，其中鋅當溶劑
24. 哈伯法(Haber process)製備氨氣為一可逆反應： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + 91.8\text{kJ}$ ，下列關於此反應之各項敘述，何者正確？
- (A) 擴大反應槽體積，會使平衡左移， N_2 、 H_2 的濃度均變大
 - (B) 升高溫度，使逆反應速率變快，正反應速率變慢，平衡向左移
 - (C) 降低溫度，正、逆反應速率均變慢，平衡向右移
 - (D) 加入鐵粉當催化劑，可使反應速率加快，產率提高

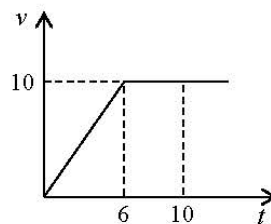
二、填充題(共計 15 分)(請將答案書寫於答案卷 I)

25. 假設有一個無窮長的輸送帶以等速率 $v=5\text{m/s}$ 穩定地往左方傳送，輸送帶上面等間隔放置無窮多個相同木塊，相鄰兩木塊的間隔 $D=2$ 公尺，每個木塊的寬度 $d=1$ 公尺，編號 1 木塊前方 $D=2$ 公尺有固定不動的擋板如下圖 $x=0$ 處， $t=0$ 秒瞬間輸送帶的俯視圖如下。已知木塊未撞擊擋板或其他木塊之前，木塊與輸送帶之間無相對運動；當木塊撞擊擋板或其他木塊後，木塊便立刻保持靜止不動，試回答下列 2 題：



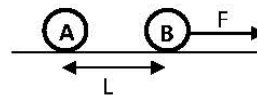
- (1) 問編號第 10 號木塊恰停止的瞬間，其時間 t 應為何時？(3 分)
 (2) 問編號第 10 號木塊停止時，該木塊左邊界的座標應在何處？(3 分)

26. 質量 56 kg 的短跑選手參加百米競賽，其速度 $v(\text{m/s})$ 與時間 $t(\text{s})$ 的關係圖如右，已知在過程中，選手受重力、地面正向力、摩擦力及空氣阻力。則 $3\sim 10\text{ s}$ 的時間間隔內，摩擦力做功及空氣阻力做功之總和為若干焦耳？_____ (3 分)

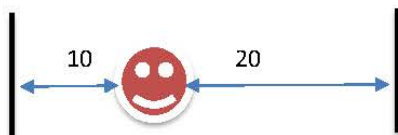


27. 國中課本提到庫倫靜電力和兩電荷電量 $(Q、q)$ 成正比、和兩電荷距離 r 平方成反比，故庫倫靜電力可寫 $\frac{kQq}{r^2}$ ， k 為庫倫靜電常

數。如右圖，A、B 二個半徑相同金屬球其質量分別為 $m、2m$ 置於一光滑、絕緣水平面上，彼此相距 L ，A、B 金屬球分別均勻帶電 $+2q、-q$ 。今欲施一水平向右之作用力 F 於 B，使 A、B 自靜止開始皆保持間距 L 向右運動，則 F 量值需為何？(3 分) (不考慮 A、B 間的萬有引力)



28. 在兩面對著放的鏡子之間，會產生無窮多的像。如果有一人，在兩面鏡子之間，距離左邊的鏡子 10 公尺，距離右邊的鏡子 20 公尺。請問他朝向左面看，數來第 42 個像，在該鏡後面多遠處？_____ (3 分)



三、計算題(共計 15 分) (請將答案書寫於答案卷 I)

29. 一質點沿 x 軸作直線運動，其速度 v 與時間 t 變化關係如圖所示。當 $t=0$ 時，質點位於座標原點處，請清楚的標繪出下列圖形。



- (1) 表示質點運動的加速度 a 與時間 t 的關係圖(2 分)
 (2) 表示質點運動的位置 x 與時間 t 的關係圖(4 分)

30. 高一 19 班在竹園崗園遊會擺丟水球攤位，小竹當人體標靶時被砸了五顆水球，五顆水球都以近乎垂直入射撞擊小竹；小竹發現當水球填滿水時，不易反彈，而如水球內含氣泡越多，則越易反彈。下表是五顆水球的觀察記錄，回答下列 3 題：

水球編號	丟球人	撞擊部位	水球撞擊時間	飛行速度	水球重量	備註
A	杜子騰	左大腿	0.15 秒	3.0m/s	200 克	水球填滿水
B	史貞香	右大腿	0.15 秒	2.4m/s	250 克	水球含氣泡 2 個
C	蕭泛統	右大腿	0.15 秒	2.0m/s	300 克	水球填滿水
D	侯尚術	左大腿	0.15 秒	2.4m/s	250 克	水球含氣泡 3 個
E	吳梁新	右大腿	0.15 秒	2.4m/s	250 克	水球填滿水

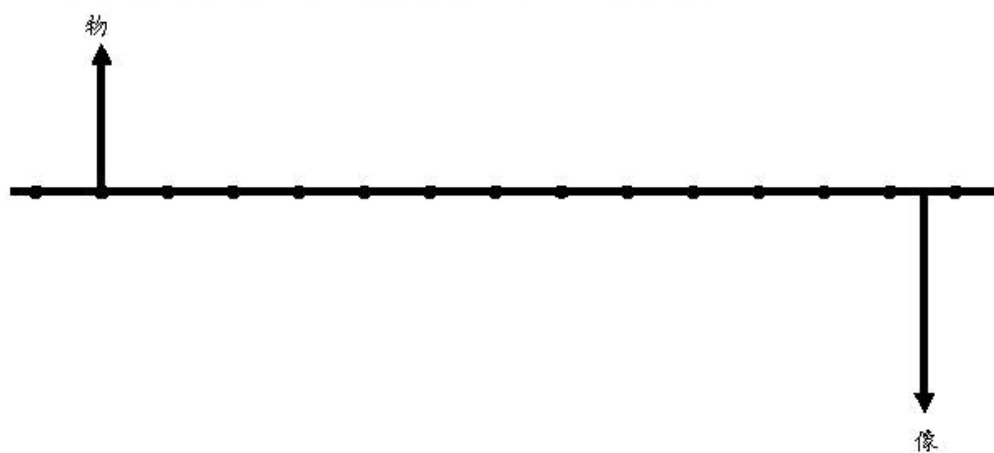
- (1) 在尚未打到人之前，哪一顆球的動能最大？以水球編號作答(1 分)
 (2) 水球打到人之後，哪一顆球給人的力量最大？以水球編號作答(1 分)
 (3) 我們能推論物體動能越大，碰撞時給予的力就越大嗎？請推論其理由？(3 分)

31.

小明在實驗室作凸透鏡成項實驗，調整屏幕的位置直到可清楚成倒立實像，小明將物體與像的大小與位置記錄下來，如圖所示，但是糊塗的小明忘記記錄透鏡位置，請幫忙一下小明找到以下數據。

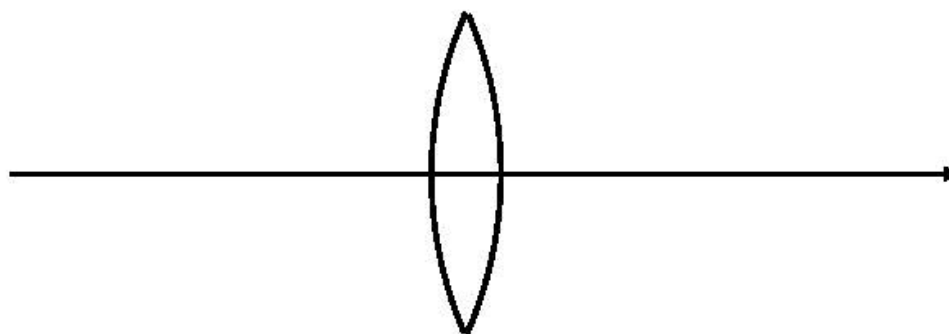
(1)請利用特殊光路幫小明找到透鏡位置，並在圖中標示透鏡位置O。

(特殊光路圖請用直尺標示清楚)(清楚記錄O點位置)(2分)



(2)針對上一小題的那條特殊光路圖，請幫我繪出該光線實際通過凸透鏡時的路徑。

(凸透鏡兩邊的曲面彎曲程度相同)(2分)



四、實驗題(共計 22 分)(請將答案書寫於答案卷 II)

32. 硝酸鉀在不同溫度的溶解實驗如下：

[步驟一]：取 6 克硝酸鉀置於試管中，加入 5 mL 逆滲透水，管口塞上雙孔橡皮塞，將鐵絲攪拌器及溫度計插入其中，置於 80°C 的熱水浴中，直到硝酸鉀全數溶解。

[步驟二]：將試管及溫度計移出熱水浴，在室溫下冷卻，觀察溶液內是否有硝酸鉀結晶出現，記錄溫度 (°C)。

[步驟三]：於試管中再加入 1 mL 逆滲透水，重覆步驟一到二，測得開始結晶溫度 t (°C)，測得實驗數據如表所示。(設水的密度為 1 g/cm^3)

硝酸鉀 (g)	6	6	6	6	6	6	6	6
水 (g)	5	6	7	8	9	10	15	20
開始結晶溫度 t (°C)	70	58	50	45	40	38	30	20
硝酸鉀 g/100 g 水			86		67			

試回答下列問題：

(1) 當硝酸鉀晶體由溶液中析出，哪裡的結晶最先出現？(2 分)

(A) 溶液的液面 (B) 溶液的內部 (C) 靠近容器器壁 (D) 溶液的任何處。

(2) 完成上述表格，並以溫度 (°C) 為橫軸、硝酸鉀溶解度 (g/100 g) 為縱軸，在方格紙上繪出硝酸鉀的溶解度曲線。(5 分)

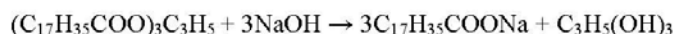
(3) 硝酸鉀溶解於水屬於_____熱(請填入「吸」或「放」)。(1 分)

(4) 70°C 時，將 50 克的硝酸鉀溶於 50 克水中，當降溫至_____°C 時，可析出 20 克硝酸鉀，此時硝酸鉀溶液重量百分比為_____。(2 分，2 分)

33. 關於皂化反應與肥皂含水率測定實驗如下：

[實驗一]：皂化反應

油脂是一種酯類，為甘油之三脂肪酸酯類，其與氫氧化鈉或氫氧化鉀溶液共熱可生成脂肪酸的鈉鹽或鉀鹽與甘油，此種反應稱為皂化反應。本實驗利用豬脂與氫氧化鈉溶液共熱，由皂化反應產生肥皂與甘油，其反應為：



[實驗二]：肥皂含水率測定

當肥皂與強酸(如鹽酸)作用，會被中和形成不溶於水的脂肪酸。將已知重量的肥皂，加入過量鹽酸標準溶液，再用氫氧化鈉標準溶液反滴定。因一莫耳鹽酸可與一莫耳脂肪酸鈉作用，故由反滴定求出未作用的鹽酸，即可由實驗結果推求脂肪酸鈉的重量，當無其他填充料時，由肥皂樣品總重量減去脂肪酸鈉重量可得含水量，再將含水量除以肥皂樣品總重即得含水率。

試簡答下列相關問題：(原子量：C=12，H=1，O=16，Na=23)

(1) 通常在皂化反應過程會加入乙醇，此目的為何？(2 分)

(2) 皂化結束後，會將混合液倒入濃食鹽水中，此目的為何？(2 分)

(3) 寫出[實驗一]中，代表肥皂的化學式：_____。(2 分)

(4) 承(3)題，若將此肥皂樣品 3.0 克，與 100 毫升 0.1M 鹽酸標準溶液充分混合，再使用 0.1M 氫氧化鈉溶液反滴定，結果共用去 20 毫升，試問肥皂樣品中的含水率為若干%？(4 分)