

**臺中市立臺中第一高級中等學校 107 學年度
學術性向資賦優異【數理類】學生入班鑑定安置計畫
物理實作 試題卷**

試題說明：

- 1、本試卷共有 12 題，總分 100 分。
- 2、請用藍色或黑色原子筆，將答案書寫於答案卷。
- 3、請先檢查材料袋中，實作器材是否有缺少。若有缺少請立即向監試老師反應，測驗開始 3 分鐘後恕不補發。
材料袋內有：30 公分直尺 1 支、麵包板 1 個、剪刀 1 支、電線紅白各 1 條、LED1 個、電阻 4 個。

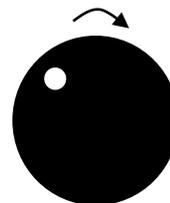
1、請寫出以下常見的物理量大小(請標出單位)(5%)

- (1)地球的半徑約為多少？ (2)氫原子在基態時的直徑大小約為多少？ (3)一根頭髮的直徑粗細約為多少？
(4) $1 \text{ atm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nt/m}^2$ (5)可見光的波長範圍約為何？

2、請利用材料袋內的 30 公分直尺測量此張試卷的長度與寬度，並計算其面積，請注意有效位數的判別。(5%)

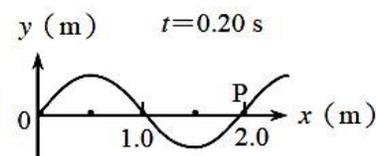
3、試估計此教室內空氣分子的總重，並詳細說明你判斷的方法或依據。(5%)

4、如圖所示，帶有一白點的黑色圓盤，可繞過其中心，以垂直盤面的軸等速率轉動，每秒鐘沿順時針方向旋轉 30 圈。今天你在暗室中用每秒閃光 31 次的頻閃光源照射此轉動中的圓盤。你會觀察到白點的運動為「每秒鐘沿_____（填入順時針或逆時針）旋轉_____圈。」(6%)

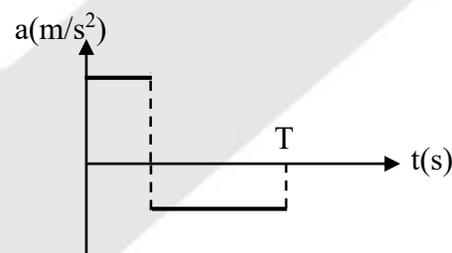


5、一列週期性繩波以 5.0 m/s 之速度，沿+x 方向傳播時，以致質輕細繩沿著 y 方向振動。

若以 y 代表細繩偏離平衡位置的位移，則在 $t=0.20 \text{ s}$ 時，繩上各點的位移，如圖所示，請畫出在 $x=2.0 \text{ m}$ 處之 P 點的位移 y 自 $t=0$ 隨時間 t 的變化關係圖？(10%)



6、一汽車自靜止開始運動，其加速度(a)與時間(t)關係如右圖所示。最後 $t=T$ 時，汽車靜止。請試著畫出此過程的速度(v)與位移(x)的關係圖。(5%)



7、在地面上有質量分別為 2 kg 與 3 kg 的木塊。兩木塊一開始相距 170 m，並分別以 10 m/s 與 2 m/s 的初速相向運動。若兩木塊與地面的動摩擦係數均為 μ 。從開始運動後 20 秒兩木塊相遇。求動摩擦係數 μ 為何？(8%)

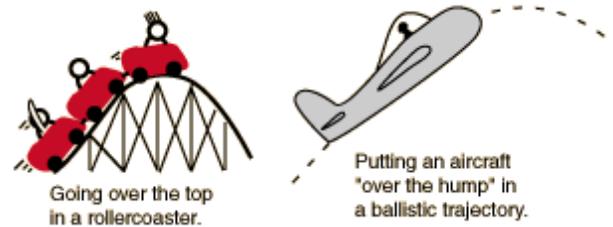
8、一密閉容器中裝有溫度分布均勻的油，現將此容器放在溫度始終不變的環境中慢慢冷卻。某同學每 15 分鐘記錄一次油溫，共記錄 7 次，數據如下表。

冷卻時間 t (分鐘)	0	15	30	45	60	75	90
油溫 T (°C)	276	148	84	52	36	28	24
與環境溫度的差值 (°C)	256	128	64	A	16	8	B

若已知油溫 T 與冷卻時間 t 之間滿足 $T = (x + 2^{y-\frac{t}{z}})$ ，則(A、B、x、y、z)分別為何？(10%)

9、請閱讀下篇文章後，回答問題：

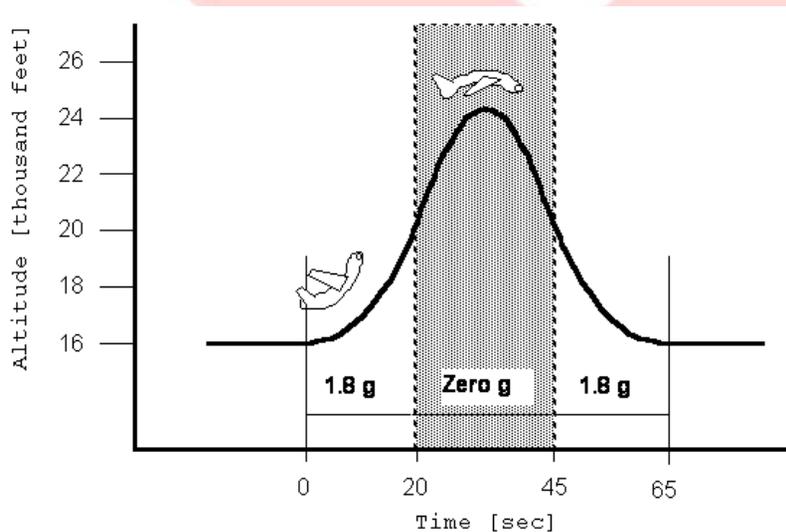
Feeling "Weightless" When You Go "Over the Hump"



The phenomenon of "weightlessness" occurs when there is no force of support on your body. When your body is effectively in "free fall", accelerating downward at the acceleration of gravity, then you are not being supported. Different sensations of apparent weight can occur on a roller-coaster or in an aircraft because they can accelerate either upward or downward.

If you travel in a curved path in a vertical plane, then when you go over the top on such a path, there is necessarily a downward acceleration. Taking the example of the roller-coaster which is constrained to follow a track, then the condition for weightlessness is met when the downward acceleration of your seat is equal to the acceleration of gravity. **Considering the path of the roller-coaster to be a segment of a circle so that it can be related to the centripetal acceleration, the condition for weightlessness is $v_{weightless} = \sqrt{gr}$ from the centripetal acceleration relationship $\frac{v^2}{r} = g$.** The "weightlessness" you may feel in an aircraft occurs any time the aircraft is accelerating downward with acceleration **1g**. It is possible to experience weightlessness for a considerable length of time by turning the nose of the craft upward and cutting power so that it travels in a ballistic trajectory. A ballistic trajectory is the common type of trajectory you get by throwing a rock or a baseball, neglecting air friction. At every point on the trajectory, the acceleration is equal to g downward since there is no support.

What is a parabolic flight?



Picture P1 : Diagram to visualize the parabolic flight : During the flight upwards the people and items feel an acceleration of 1.8g (1.8fold gravity of the earth) before the acceleration is stopped and then they feel 20 seconds micro gravity. (Source: ESA)

Originally parabolic flights were primarily used to train astronauts for space missions and to get used to weightlessness. Using a modified Boeing 727 equipped with a special padded area, Astronauts fly upward at a steep angle to 24,000 feet then arc over into an equally steep descent of about 8000 feet. The flight is divided into 3 parts: First the aircraft ascends at 45 degrees against the sky, leading to an acceleration of everything and everybody in it. Secondly the acceleration is reduced to a minimum so that the trajectory of the plane describes a parabola. In this phase there is weightlessness for approx. 20 seconds and the experiments can be performed by the accompanying researchers. At the bottom of the parabola, the aircraft slowly pulls out of its dive and levels off for the next arc. About 15 trajectories are experienced in each Zero Gravity ride, which typically lasts about 2 hours from take-off to landing. The cost of such an adventure runs about \$3500 per person.



Picture P2 : The specially prepared Airbus A300 of Novespace.

(1) 請問對地面上靜止的觀察者而言，下列敘述哪些正確？(5%)

- (A) 依據文章的示意圖，當飛行器在高空達到「無重力飛行」時，是因為此時的重力加速度為零。
- (B) 文章中「無重力飛行」是在重力場為零的高空進行拋物線軌跡的飛行。
- (C) 當進行拋物線軌跡時，空中巴士內的物體其加速度為重力加速度 g 。
- (D) 當進行拋物線軌跡時，空中巴士內的物體處於失重狀態。
- (E) 當進行拋物線軌跡時，空中巴士內的物體所受的重力為零。

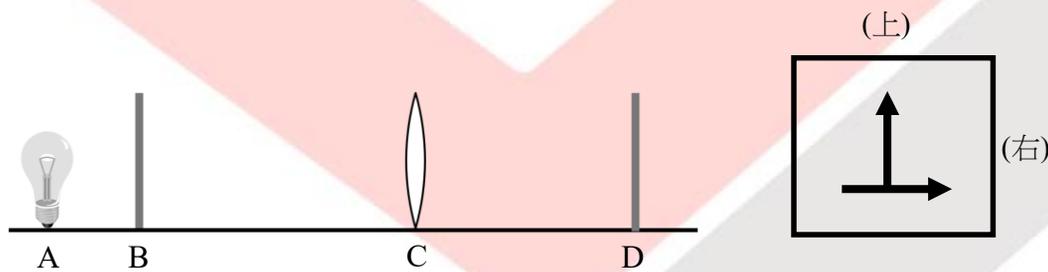
(2) 請解釋文中「Considering the path of the roller-coaster to be a segment of a circle so that it can be related to the centripetal acceleration, the condition for weightlessness is $v_{weightless} = \sqrt{gr}$, from the centripetal acceleration relationship $\frac{v^2}{r} = g$.

The "weightlessness" you may feel in an aircraft occurs any time the aircraft is accelerating downward with acceleration $1g$ 。」這句話的意思，並繪出雲霄飛車的受力圖，指出此時何力為零。(5%)

(3) 雲霄飛車是一種常見於主題樂園中的遊樂設施，其軌道通常有如右圖所示的迴圈。若考慮正圓的迴圈軌道，且軌道可視為在一鉛直面上，雲霄飛車的車廂在沒有動力驅動之下，沿著軌道內側繞行，且軌道只能提供向心力，摩擦阻力可忽略，重力加速度為 g ，已知車廂可沿整個圓圈軌道繞行時，且在軌道最高點時恰為失重狀態，則車廂在軌道最低點時的加速度量值為 g 的多少倍？(5%)



10、某生為了測得一個凸透鏡的未知焦距，進行以下實驗：將光源 A、光源屏 B、薄透鏡 C、像屏 D 等依序水平排列，如下左圖所示。若該生由 B、C 之間面對光源屏 B，會看到光源屏如下右圖所示，其中黑色的箭頭圖案即為光源屏的可透光區。每當改變 BC 的距離，則經調整 CD 的距離後，便可在像屏 D 上清楚看到帶有箭頭的影像。某生針對五個不同的 BC 距離，分別測量對應的 CD 距離，記錄於數據表。(15%)



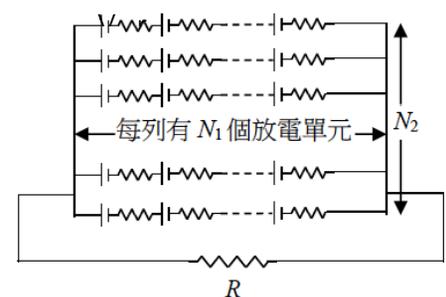
次序	BC 距離 (物距 p) (cm)	CD 距離 (像距 q) (cm)
1	20.0	20.0
2	25.0	17.0
3	30.0	15.0
4	40.0	13.0
5	50.0	12.5

(1) 在數據表中「次序 1」的實驗過程中，若由 C、D 之間面對像屏 D，畫出像屏上所看到的透鏡成像圖案（標出像屏的上及右）。比較該影像與光源屏 B 之圖案的尺寸大小，並說明理由。

(2) 試推導薄透鏡成像公式： $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ ， f 為焦距。

(3) 將數據表的數據做適當的運算或組合後，畫出合適的關係圖，以明確驗證薄透鏡成像公式，並說明可以明確驗證的理由。

11、電鰻可利用體內組織構成的放電單元產生高電壓以驅動電流。右圖的電路是電鰻在水中掠食時放電組織產生高電壓的示意圖，其中每一放電單元產生的電位差為 V ，其電阻為 r ，每一列串聯線路各含有 N_1 個放電單元，全部共有 N_2 列線路並聯在一起。電鰻放電組織與周遭的水與獵物串聯形成迴路，若周遭的水與獵物合計的電阻為 R ，則此電鰻可對 R 產生的最大電流為何？(6%)

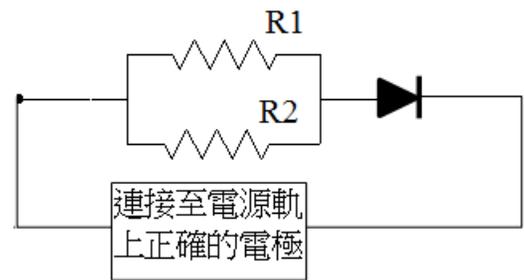


12、

請先閱讀以下三個參考資料後，利用材料袋內的器材，選用適當的電阻，按照右圖的線路設計，在麵包板上將此線路正確地接出來。(10%)

說明：

- (1)本實驗器材中並不提供電源，但請將接線連接到麵包板上電源軌上正確的電極。麵包板上方的 Va 孔、Vb 孔、接地孔均不需使用。
- (2)此 LED 為藍光 LED，依據藍光 LED 規格當電流約為 20mA 時，其工作電壓範圍約為 3.0V ~ 3.6V。
- (3)測試電源的電壓約為 6.5V。請由材料袋內 4 個電阻中選用 2 個適合的電阻使藍光 LED 能正常的發光。
- (4)使用麵包板時，請將電子元件(電線、電阻、LED)插入至底部，以免鬆脫掉落。



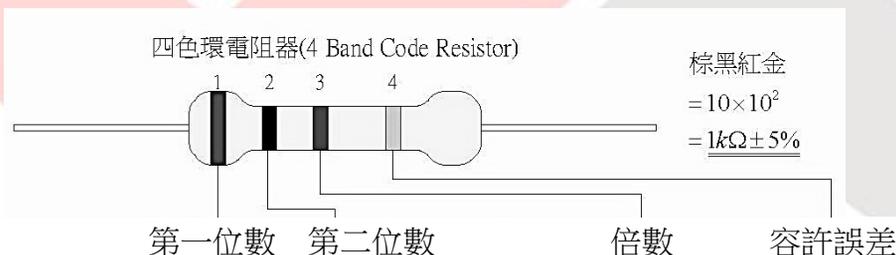
參考資料一：電阻色碼表示法

在電子電路上使用最多的電阻為碳質電阻，此類電阻一般功率不大，體積很小，若將電阻值的大小，直接打印在電阻上，不但印刷困難，而且讀起來有方向性，且容易發生錯誤。因色環成一圓圈，電阻不論在那一側方向，都能很容易查出其阻值，故一般都採用色碼表示法。

電阻用色環的表示是在電阻外表塗上四環，用代表不同數字的顏色環來表示電阻值的大小。根據美國電子工業協會，所定的標準及顏色所代表的數字，如下表所示：

色碼	黑	棕	紅	橙	黃	綠	藍	紫	灰	白	金	銀	無
對應數字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5%	10%	20%

如下圖所示，在這四個環中，第一環、第二環各代表一數字，但第三環是表示應乘上 10 的若干次方，第四環表示其誤差值。例如：



第一色環為棕色，其代表數字為「1」；第二色環為黑色，其代表數字為「0」；第三色環為紅色，其代表數字為「2」，第三色環表示倍率，故為 10^2 。第四色環為金色，表示誤差為「±5%」。故此電阻值為 $10 \times 10^2 \Omega = 1000 \Omega$ ，誤差為 5%。

參考資料二：麵包板 <<原文網址：https://kknews.cc/zh-tw/news/pqprzqj.html>>

麵包板是不需要經由焊接過程，就可以將電路中所使用的電子元件加以連接，進而進行電路特性的量測，以驗證電路的功能是否正常的實驗工具。其連接電子元件的原理，是利用特殊的夾子將所要連接的元件接腳夾著，形成連接的狀態。如圖 4-1 所示。麵包板就是將許多的夾子組合在一個平面上，提供電路中各元件所需的連接。在使用上具有裝配速度快、容易更替元件的優點。



圖 4-1 麵包板連接元件接腳的原理

麵包板的基本構造如圖 4-2 所示，圖中每一條線所代表的意義，就是一個夾子所形成的連接點，而可供元件連接的連接點。基本上以連接 5 個電子元件接腳的連接點為主。上下兩列每 25 個點互相連接，可提供較多的元件接腳連線，一般都將其規劃為電源與共同接地端的連接點使用，因為電路中有較多的電子元件需要連接到電源與共同接地端。

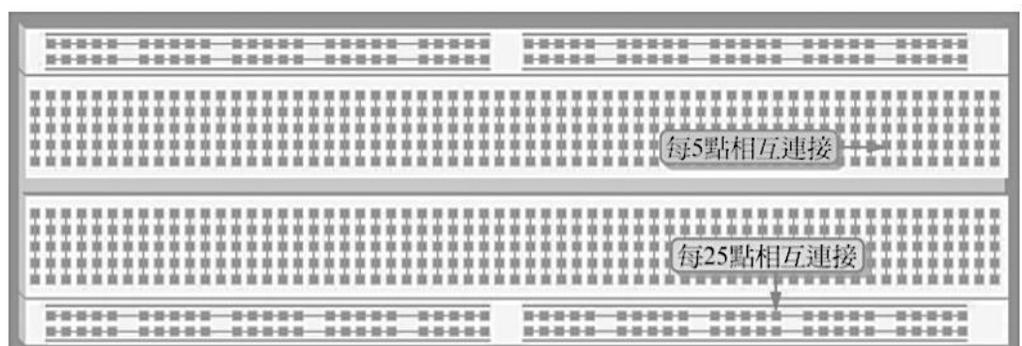


圖 4-2 麵包板的基本構造

麵包板的大小規格不同，如 170 孔 (35*47mm)，400 孔 (85*55mm)，800 孔 (165*55mm) 等。

麵包板的主要結構有二：

1、電源軌（見圖 4-3）：

在麵包板的兩側分別有兩列插孔，一般是作為電源引入的通路。

第一列：標有「+」的一列有 5 組插孔，每組 5 個（內部 5 個孔連通），均為正極。此 25 個孔接連在一起。

第二列：標有「-」的一列有 5 組插孔，每組 5 個（內部 5 個孔連通），均為負極。此 25 個孔亦全部接連在一起，可視為同一點。麵包板另一側的第一行與第二行結構同上。

2、接線軌（見圖 4-4）：

麵包板中間的部份是我們的主工作區，用來插接元件和跳線。在同一行中的 5 個插孔是互相連通的（即 a-b-c-d-e 五點相通，f-g-h-i-j 五點相通）；行和行（即 1-30）之間以及凹槽上下部分（即 e-f）是不連通的。

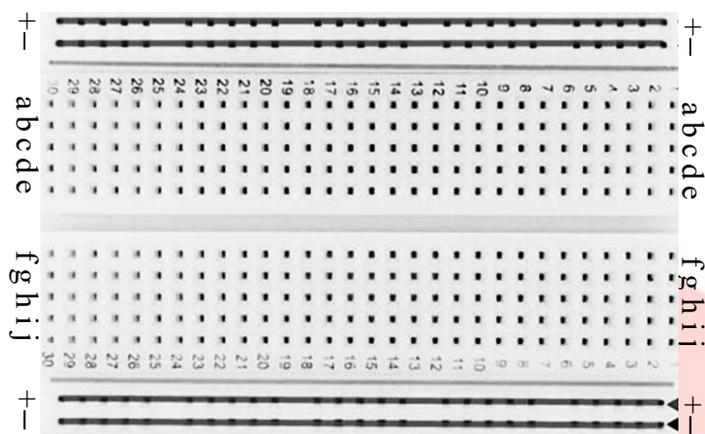


圖 4-3 電源軌

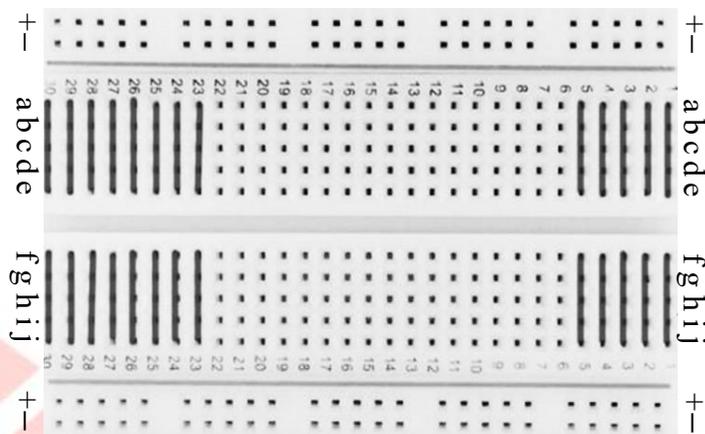


圖 4-4 接線軌

麵包板所連接的電路，通常為實驗性質的電路，經驗證電路功能正常後，可以經由印刷電路板的設計，將電路元件焊接於印刷電路板上，形成完整的電子成品。

參考資料三：二極體

在電子電路中，二極體可說是電子電路中的單行道，電流只能遵循電路符號的箭頭方向。它的用途為限制電流的流向，常用於整流及檢波裝置上。電路符號為 $\begin{matrix} p & \blacktriangleright & n \end{matrix}$ 。

辨別二極體正負的方法，除了使用三用電表外，最簡單的方式就是看外殼上的記號，有線條或黑端點的一端為負極，即為 n 極。一般的發光二極體則長腳為正極，短腳為負極。

由於二極體具單向導通的功能，所以若要使線路中電流處於導通狀態，則需要使用順向偏壓的接法，即 p 即連接電源的正極，n 即連接電源的負極。一般矽二極體的工作電壓為 0.6~0.7V、發光二極體紅光約為 2.4V、藍光約為 3.0~3.6V。



二極體



發光二極體

試題結束