

國立臺南第一高級中學 112 學年度教師甄選初試

物理科－題目卷

【試題說明】

一. 本試卷內容共分三部份：

1. 第一部份（中文試題），10 題，共 20 分
2. 第二部份（英文試題），13 題，共 30 分
3. 第三部份（問答題），6 題，共 50 分

二. 部份問答題中的資訊會在答案卷上再次提供，以便考生參照使用。

三. 所有答案皆請寫在答案卷上對應的空格或欄位，否則不計分數。

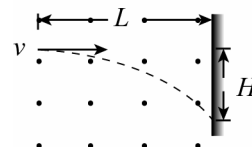
四. 不得使用計算機或其它具有計算功能之工具。

國立臺南第一高級中學 112 學年度教師甄選初試

物理科題目卷

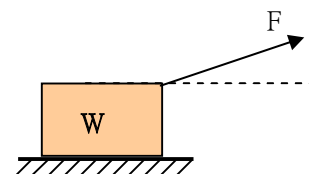
第一部份（中文試題）（20%，每題 2 分）

1. 一個帶電質點以速度 v 垂直射入穿出紙面的均勻磁場 B 中，其路徑如右圖虛線所示，則此質點的荷質比為何？（以 v 、 B 、 L 、 H 表示）

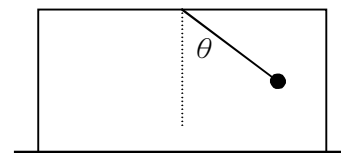


2. 一小球自高處自由下落，撞到一斜角 θ 的固定光滑斜面後反彈。若其反彈的速度方向恰為水平，且此碰撞的恢復係數 $\frac{1}{3}$ ，則 $\theta = ?$ ($^\circ$)

3. 重量 W 的木塊置於水平地面，木塊與地面間靜摩擦係數 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ，若以一斜向上之力拉此木塊，則欲拉動此木塊之最小拉力為何？



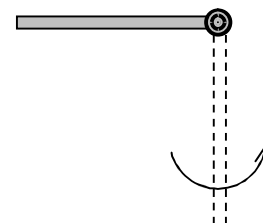
4. 如圖示，一質量 m 物體以質量可略長度 L 之輕繩懸吊於質量 m 的空箱頂部，此箱底部和水平地面間有摩擦，最初施力於物體和空箱，使細繩張緊且繩與鉛垂線夾角 90° ，而物體與空箱均保持靜止。當施力除去後，小物體開始擺動。重力加速度 g ，若空箱在 $\theta = 53^\circ$ 時開始滑動，求箱與地面間的靜摩擦係數為何？



5. 在 10°C 時以一鐵尺測量一銅棒的長度，測得銅棒長度為 100.000 公分，若兩者溫度均升為 50°C 時，則當時以鐵尺所測得之銅棒長度約為若干公分？

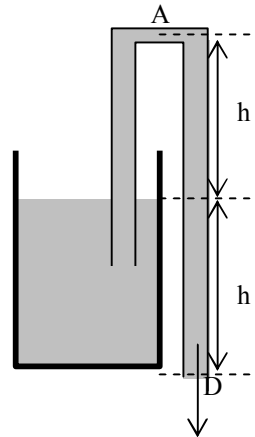
（鐵與銅之線膨脹係數分別為 $1.2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 及 $1.7 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ）

6. 一質量 2 公斤的均質細桿，一端以樞紐固定，使其由水平自由擺下，一切阻力不計，則當其擺至鉛直狀態瞬時，該樞紐對細桿之作用力大小為多少公斤重？



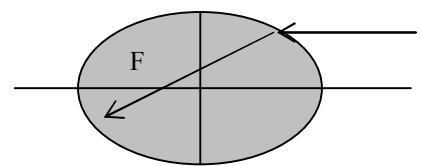
7. 一容器內含 1 莫耳單原子理想氣體，已知在一絕熱過程中外界對氣體作功 7470 焦耳。若該氣體的起始溫度為 200K、氣壓為 1.0×10^4 帕斯卡，則其最終氣壓為多少帕斯卡？
(氣體常數 $R=8.3\text{J/mole-K}$)

8. 一廣口容器與虹吸管裝置如右圖示，設虹吸管最高點 A 處截面積 a ，而下方出口 D 處截面積 $2a$ ，且容器截面積甚大於 a 。若水無黏滯性、密度 d ，A 高於容器水面 h 、D 低於容器水面 h ，重力加速度 g 、大氣壓力 P 。則當虹吸管内水流正穩定自 D 處流出時，圖中 A 處之壓力為何？



9. 10.0 莫耳的理想氣體在溫度 $T = 342\text{ K}$ 下，體積由 V 等溫(可逆)膨脹至 $2V$ 。求其熵的變化量約為何？ (氣體常數 $R=8.3\text{J/mole-K}$)

10. 如圖，真空中有一玻璃製橢球體長軸 10cm、短軸 8cm，若以平行於長軸之光線射向此橢球體，發現折射後的光線恰可通過橢球內的後方焦點上，則此玻璃之折射率為何？



第二部份 (英文試題) (30% , 1~9 每題 2 分 ; 10~13 每題 3 分)

1. As shown in Figure (1), space shuttle travels in a circular orbit $2R$ above the surface of the Earth with a period of T , where R is the radius of the Earth. The shuttle is now returning to the ground from point A of the orbit, it must reduce the speed at point A and enters a new elliptical orbit with the center of the Earth at one focus, and the orbit is tangent to the Earth's surface at point B. AB is the major axis of the ellipse. How long does it take for the shuttle to land from point A to the ground (point B)? In terms of T .

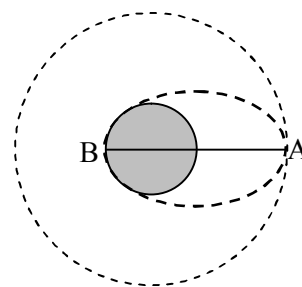


Fig. (1)

2. As shown in Figure (2), two identical blocks B and C of length 36.0 cm on the smooth horizontal surface, and the object A (treat A as a particle) is located at the right end of B, with the same mass of A, B and C. A and B are moving with the same speed toward the stationary C, and then B undergoes a one-dimensional completely inelastic collision with C. A is known to slide to the right end of C without falling and there is friction between A and C. Find the distance that C has traveled from the collision of B and C to A just arriving the right end of C.

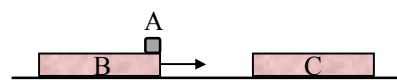


Fig. (2)

3. Figure (3) shows the transverse velocity u versus time t of the point on a string at $x = 0$, as a wave passes through it. If the wave has the form $y(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t - \phi)$. What is the phase constant ϕ ?

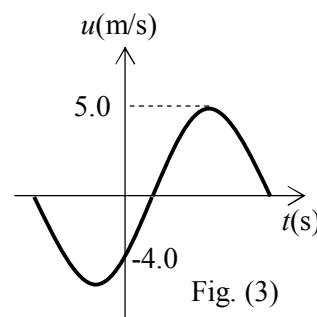


Fig. (3)

4. Pipe A has only one open end; pipe B is four times as long and has two open ends. Of the lowest 10 harmonic numbers n_B of pipe B, what is the second smallest value at which a harmonic frequency of B matches one of the harmonic frequencies of A?

5. A small lightbulb suspended at distance $d_1 = 250$ cm above the surface of the water in a swimming pool where the water depth is $d_2 = 200$ cm. The bottom of the pool is a large mirror. Looking down nearly perpendicularly, how far below the real mirror surface is the image of the bulb?
6. A particle of charge $+Q$ is assumed to have a fixed position at P. A second particle of mass m and charge $-Q$ moves at constant speed in a circle of radius R_1 , centered at P. Derive an expression for the work that must be done by an external agent on the second particle in order to increase the radius of the circle of motion, centered at P, to R_2 .
7. In Figure (4), a voltmeter of resistance $R_v = 300\ \Omega$ and an ammeter of resistance $R_A = 5.00\ \Omega$ are being used to measure a resistance R in a circuit that also contains a resistance $R_0 = 100\ \Omega$ and an ideal battery of **emf** $\varepsilon = 18.0$ V. Resistance R is given by $R = V/i$, where V is the voltmeter reading and i is the current in resistance R . However, the ammeter reading is not i but rather i' . Thus, the ratio of the two meter readings is not R but only an apparent resistance $R' = V/i'$. Assume that $R = 100\ \Omega$. Calculate the apparent resistance R' ?
8. X rays with wavelength $\lambda = 1.24\ \text{\AA}$ eject photoelectrons from a gold foil. The electrons form circular paths of radius r in a region of magnetic field B . Experiment shows that $rB = 1.82 \times 10^{-4}$ tesla-m. Find the work function of the gold foil in electron volts. (Electron rest mass $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)
9. Radiation from a helium ion He^+ is nearly equal in wavelength to the first line of the Balmer series. Between what states (values of n) does the transition in the helium ion occur?

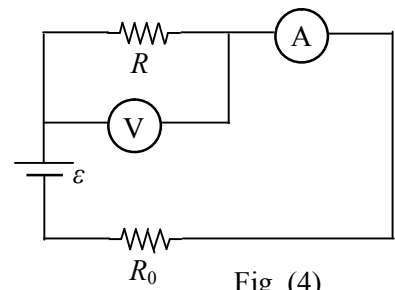


Fig. (4)

10. In Figure (5), a wheel of radius 0.25 m is mounted on a frictionless horizontal axle. A massless cord is wrapped around the wheel and attached to a 2.0 kg box that slides on a frictionless surface inclined at angle $\theta = 37^\circ$ with the horizontal. The box accelerates down the surface at 2.5 m/s^2 . What is the rotational inertia of the wheel about the axle? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

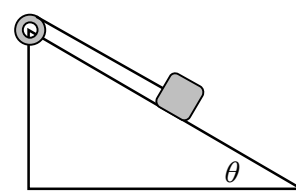


Fig. (5)

11. Figure (6) shows a cycle consisting of five paths: AB is isothermal at 300 K, BC is adiabatic with work = 52 J, CD is at a constant pressure of 2.0 atm, DE is isothermal, and EA is adiabatic with a change in internal energy of 64 J. What is the change in internal energy of the gas along path CD?

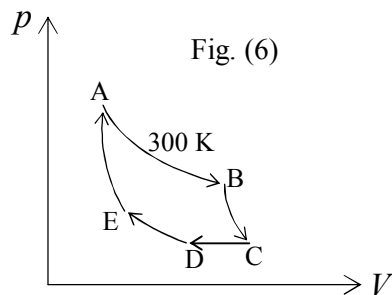


Fig. (6)

12. Suppose that the central diffraction envelope of a double-slit pattern contains 11 bright fringes and the first diffraction minima eliminate (are coincident with) bright fringes. What order of bright fringes lie between the first and second minima of the diffraction envelope?
13. Figure (7) shows a rectangular loop of wire immersed in a nonuniform and varying magnetic field $\vec{B}$ that is perpendicular to and directed into the page. The field's magnitude is given by $B = 6t^2x$, with B in teslas, t in seconds, and x in meters. (Note that the function depends on both time and position.) The loop has width $W = 3.0 \text{ m}$ and height $H = 2.0 \text{ m}$. What are the magnitude and direction of the induced *emf* around the loop at $t = 0.20 \text{ s}$?

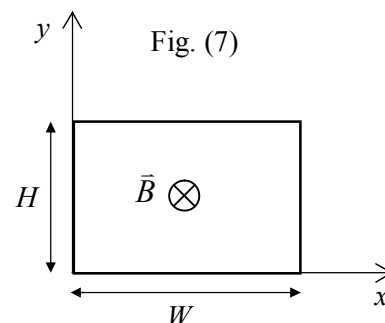


Fig. (7)

第三部份（問答題）（50%，依各題配分）

1. 【12%】以下內容改寫自網路媒體《換日線》的一篇報導--

〈美國「核融合」技術重大突破，用之不盡的「潔淨能源」要成真了？何時能全面商用化？〉

作者：Jack I.C. Huang

-----分隔線-----

美國能源部科學家 2022 年 12 月 13 日宣佈，在核融合技術方面取得了重大突破，人類將有機會在不遠的將來，使用「取之不盡的潔淨能源」，能源部長 Jennifer Granholm 也在記者會上表示，這是一個劃時代的成果，並可以促使更多的研究與發現。

◎「核融合」到底是什麼？

這個被稱為「人造太陽」的東西究竟有什麼神奇之處？其實，在 1953 年被當成武器做出的「氫彈」，就是首次在地球上進行的核融合反應，只不過反應過程太劇烈，因此如果想要應用在一般能源供應，重點會是如何準確控制釋放能量的過程，而非透過爆炸。

而所謂的核融合(又稱核聚變)，與常聽到的「核分裂」不同，主要是利用中子撞擊一顆較重的原子(例如鈾元素)，重原子就會分裂成兩顆較輕的原子，過程中會釋放出能量；而核融合的原理剛好反過來，是把兩顆較輕的原子(例如氫)對撞後，強迫他們「黏」在一起，過程中一樣會放出能量，且約是核分裂的 4 倍之多。至於釋放出能量的來源，兩者皆是來自於反應過程中因原子核分裂或融合所減少的質量，也就是愛因斯坦著名的質能互換公式： $E = mc^2$ 。

以核電廠裡的「鈾-235」分裂為例，1 公克的鈾-235 完全發生裂變，減少的質量大約為 0.09%，也就是 0.9 毫克，可以釋放 810 億焦耳(J)的能量。這個能量我們換算一下，若以平均每公斤的煤標準熱值為 7000 大卡，1 大卡約為 4180 焦耳，則僅僅 1 公克的鈾-235 就相當於燃燒了 2.76 公噸的標準煤(可提供 22500 度電)。

我們若以微觀的觀點：物質是由「原子」構成，它由帶負電的電子、帶正電的質子，以及不帶電的中子所組成。而在原子核內部，除了電磁力之外，還會有「核力」的作用。同為帶正電的原子核彼此是相斥的，所以要強迫兩顆原子核強碰且「聚」在一起，必須讓「核力」大於相斥的電磁力才行。因此如果我們能用極高的溫度與壓力，讓氫或重氫(氫原子的同位素：氕、氘，但在自然界中含量較少)碰撞在一起，原理其實就與太陽產生能量的原理相同，可以有源源不絕的能源，而這也是為什麼核融合又被譽為「人造太陽」的說法。

再說了，比起核分裂(現行的核電廠)，核融合用氫來反應後的產物也相對「乾淨」，根據其反應公式：「氕 + 氕 → 氦 + 中子」來看，氦氣本身不具危險，雖說釋放出的中子可能會被其他物質吸收，從而導致該物質具備放射性，但也相對微量，跟鈾-235 相比，並不會對人體造成顯著的傷害。再加上，即便氕也有放射性，但半衰期只有 12 年，即便發生洩漏，似乎也還是風險可控的災難。

◎核融合與廣泛使用的距離

既然這麼好，為什麼核融合始終尚未全面商用化呢？原因就出在要「控制穩定的能量釋放」，實在是太困難了。要知道，當年的氫彈試爆，也是先引發了「核分裂」，創造出足夠高溫的環境，從而才讓「核融合」能夠發生，並進一步產生連鎖反應，放出巨大的破壞性能量。

要控制這股能量以細水長流的方式釋放，目前科學界有幾種做法。而近期廣受報導的美國取得的進展，就是勞倫斯利弗摩爾國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL)所嘗試使用的國家點火設施(National Ignition Facility)。至於國家點火設施到底點了什麼火？那並不是真的「火」，而是把 190 多束超高能量的雷射光，全部衝向一個頂針頭大小、內含氫同位素的容器中，藉此創造出近 1 億度的高溫環境，讓原子發生融合反應。

眼尖的讀者可能會發現，聚焦雷射光也是相當耗能的行為，如果用了(N+1)的能量投入，卻只產生 N 的能量輸出，那根本是在開玩笑，因此美國科學界才會如此大力宣傳此次的實驗結果。因為在他們操作的核融合反應中，產生了 3.15 百萬焦耳(MJ)的能量，大於其雷射所用能量 2.05MJ，也首次達到了所謂的「能量淨增益」。

不過，這個說法有點偷吃步，因為這僅計算了使用雷射的「直接耗能」，但沒把驅動雷射裝置與整套系統的耗能算進去，如果以 All-in 的角度納入全部總體投入的能量，其實高達 300 多 MJ，能量轉換率只有 1%左右，離大規模商業化還有很大的空間需要努力。

《巴黎協定》定調淨零碳排是永續發展的必要路徑，相信在各個幾次「重大突破」之後，人類有機會更全面地掌握核融合技術，用於供應大多數人們所需的電力。

-----分隔線-----

請以上篇的報導內容，針對新式學測的閱讀理解題型，設計三個小題，並附上參考答案。(12%)

(1)可單選或多選，或新式學測中的問答或填充。

(2)其中一題必須含有計算。

(3)題目中可增加資料、數字或圖片，使題目有所變化。

2. 【10%】以下內容取材自《高級中學物理實驗手冊第二冊 / 國立編譯館 / 中華民國八十七年一月十三版》 實驗八 力學能之轉換

-----分隔線-----

◎實驗目的：本實驗將量度彈力位能、重力位能及動能間的「定量式」關係，進而說明力學能轉換的現象。

◎器材及裝置：如右圖，其中--

重錘質量 m 已測得、彈簧原長 L 及力常數 k 已測得、電鈴計時器頻率 f 已知、重力加速度 g 值已知。

◎實驗步驟：

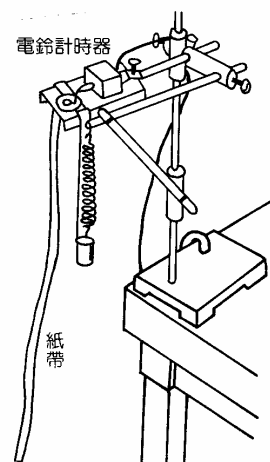
(1)重錘黏上紙帶的一端，穿過上方的電鈴計時器。再托住重錘上移至彈簧長度較原長略長處。

註：此上移距離之決定，應考慮當重錘釋放後，其下移的最低點不會碰觸地面。

(2)將紙帶略微拉緊，在釋放重錘的同時啟動計時器。且當重錘達最低點時切斷計時器。

(3)分析紙帶上的打點位置，測出重錘速度 v 與彈簧伸長量 x 的關係，計算並作重錘動能 K 與 x 的關係圖。

(4)再作彈簧位能 U_s 與重力位能 U_g 對 x 的關係圖，及總位能、總力學能對 x 的關係圖。



-----分隔線-----

作圖說明：

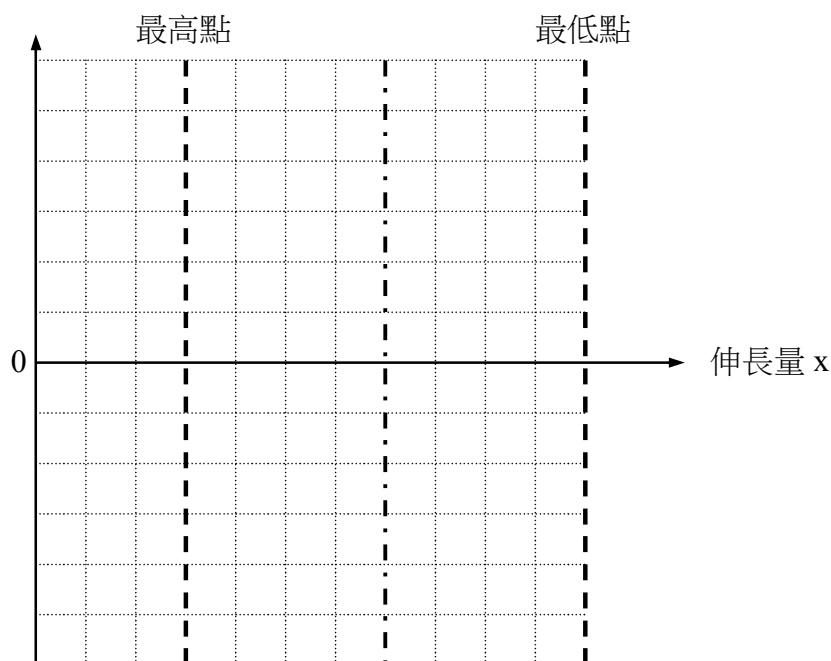
(1)在不考慮能量的耗損，本實驗結果為力學能守恆。

(2)因為重力位能 U_g 的零點的選擇，會影響關係圖線中的相關位置，故以[總力學能 E 設定為 0]，在答案卷的附圖中，畫出：動能 K 、彈簧位能 U_s 、重力位能 U_g 、總位能 U 、總力學能 E 對 x 的關係圖。

(3)請標明各關係線名稱。

(4)圖中的兩條粗間隔線，分別表示重錘開始下落的起點(最高點)，及下落的終點(最低點)。

能量(焦耳)



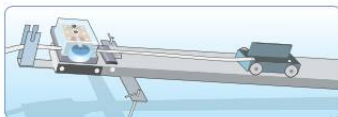
3.【4%】以下取材自《選修物理I-力學一 / 實驗活動手冊 / 南一書局》

實驗 1：直線等加速度 / 1-2 物體在斜面上的運動

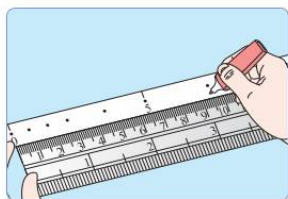
-----分隔線-----

實驗步驟的 2~6 如下左圖；實驗記錄表格如下右圖。

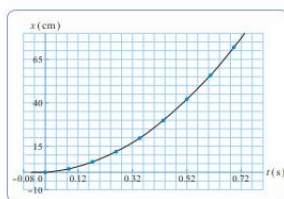
- 2** 啟動打點計時器，隨後讓滑車從斜面上由靜止開始滑下，紙帶上會留下打點痕跡記錄如圖所示。



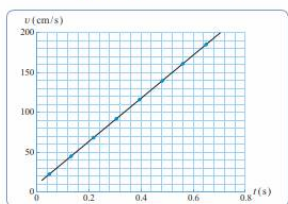
- 3** 在紙帶開頭處附近選取一清楚合適的點，將其設定為第 0 點，然後再依序定出第 5 點、第 10 點……，依此類推，亦即將紙帶上的打點記錄每隔 5 個打點區間分為一段時間間隔，記錄下這一段時間間隔 Δt 。



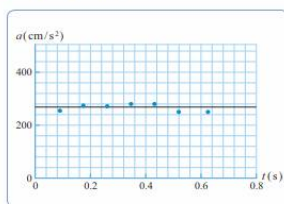
- 4** 將第 0 點的位置定為 $x = 0$ ，並作為時間的起始 $t = 0$ ，然後在實驗數據表內分別記錄第 5 點、第 10 點……的時間 t 與位置 x ，繪出 $x-t$ 圖。



- 5** 利用點痕的位置坐標數據，計算各段時間間隔 Δt 內的位移 Δx ，然後求出在每一段時間間隔內的平均速度 v_{av} ，並將此平均速度 v_{av} 當做這段時間間隔中點時刻的速度，繪出 $v-t$ 圖。



- 6** 相鄰兩段時間間隔中點時刻的時距亦為 Δt ，配合各中點時刻的速度變化 Δv ，求出其平均加速度 a_{av} ，並將此平均加速度 a_{av} 當做中點時刻的加速度繪出 $a-t$ 圖。



1-2 物體在斜面上運動

1. 紙帶上每隔 5 個打點的時間間隔 $\Delta t = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$ 。

打點編號	時間 t (s)	位置 x (cm)	位移 Δx (cm)	平均速度 $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (cm/s)	速度變化 Δv (cm/s)	平均加速度 $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (cm/s ²)
第 0 點						
第 5 點						
第 10 點						
第 15 點						
第 20 點						
第 25 點						
第 30 點						
第 35 點						
第 40 點						

-----分隔線-----

此實驗目的之一為求出物體(滑車)在斜面上運動的加速度大小。從實驗測量記錄的數據，目標去求得加速度 a 的大小時，學生有以下 3 種方法：

(方法 1)將記錄表格中最右欄的[平均加速度]，此項的各數據求總平均。

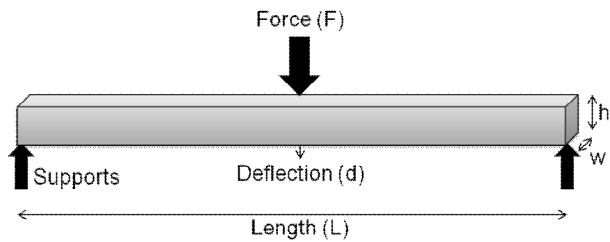
(方法 2)在畫出的 $a-t$ 圖中的各數據點間，畫出一水平線，並使此水平線上下的數據點平均對稱(如步驟 6 圖)，找到此水平線所對應 y 軸上的加速度 a 值。

(方法 3)在畫出的 $v-t$ 圖中的各數據點間，畫出一斜直線，並使此斜直線上下的數據點平均對稱(如步驟 5 圖)，計算出此斜直線的斜率大小即所對應的加速度 a 值。

你認為以上三種方法是否正確？若有錯誤，請你(向學生)說明理由。

或是你認為最佳的方法是何者，請說明其原因。

4. 【12%】學生在做科展時，經常需要做微小距離的測量，我們可利用光槓桿原理來量取。現在有同學想要測量一長鐵柱受力 F 與形變程度 d 的關係(如下圖/取自維基百科：彎曲模量)。

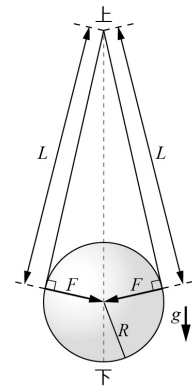


請利用雷射指示筆、小方鏡、長尺來測得形變量 d 。(若需要其它的器材輔助測量亦可)

- (1)請直接畫出裝置圖(不需要寫步驟)，並畫出小方鏡的擺置及轉動方式，雷射指示筆的光徑變化。
- (2)依上圖寫出如何從量取的數據得到形變量 d 的大小。
- (3)是否還有其它簡易的方法，請寫出至少一種，畫圖並說明之。

5. 【4%】以下取材自《108 指考物理科》非選擇題

◎傳統鑷子：用兩邊長各為 L 、末端重合成V字形的鑷子，去夾半徑為 R 、質量為 m 的玻璃小球。夾小球時，鑷子在鉛垂面上，若每邊對小球施力量值為 F ，恰可將小球夾起，鑷子與小球的接觸點，如右圖所示。試畫出小球所受各外力的力圖(需標示各外力的名稱)，並計算出鑷子與小球之間的靜摩擦係數 μ 至少為若干？設重力加速度為 g 。



-----分隔線-----

在計算靜摩擦係數 μ 時，

(1)學生甲的解答如下：

鑷子與小球之間的靜摩擦力 $f = \mu N = \mu F$ (垂直施力 F)

如右圖(1)，鉛直方向，合力為0 $\rightarrow 2f \cos \theta = 2F \sin \theta + mg$

$$\text{可得 } \mu = \frac{R}{L} + \frac{mg\sqrt{L^2 + R^2}}{2FL}$$

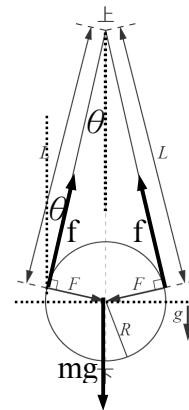
(2)學生乙的解答如下：

鑷子與小球之間的靜摩擦力 $f = \mu N = \mu F$ (垂直施力 F)

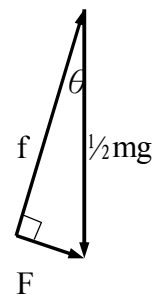
因為力的左右對稱，可得如右圖(2)的力的三角形，

$$f = \left(\frac{1}{2}mg\right) \times \cos \theta = \mu F \rightarrow \text{可得 } \mu = \frac{mgL}{2F\sqrt{L^2 + R^2}}$$

(1)



(2)



以上兩位同學何者正確？何者錯誤？

請你(向學生)說明錯誤的地方。

6.【8%】常見的電鍋，在指示面板上有紅燈、黃燈兩種指示燈。
其內部電路如右圖所示。各元件的作用如下：

S_1 —限溫磁簧開關。

[手動閉合；溫度達 103°C 時自動斷開即不再閉合]

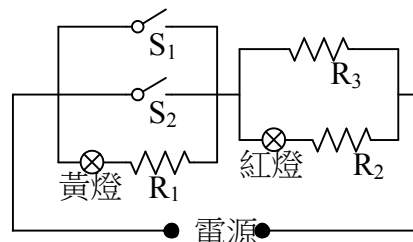
S_2 —雙金屬片自動開關。

[溫度達 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 時自動斷開；低於 70°C 時自動閉合]

R_3 —發熱電阻。[電鍋加熱用]

紅燈—加熱指示燈。[電流過小即熄滅]

黃燈—保溫指示燈。[電流為 0 時熄滅]



-----分隔線-----

(1)請在答案卷的下表空白處，填上各元件的工作狀態。

(2)黃燈與紅燈分別串聯電阻 R_1 、 R_2 ，作用為限流電阻，以避免通過指示燈的電流過大而燒壞。

但在設計時， R_2 比 R_3 應該要大一點還是小一些？

(3)保溫階段 R_3 上的電流大小，與煮飯階段的電流是否相同？請以溫度降至 70°C 前，與溫度低於 70°C 後，分別討論。

(4)用這種電鍋能不能讓其自動燒開水，並且像煮飯那樣將水溫一直保持在 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 之間？

元件	元件可能的狀態	煮飯開始	溫度達 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$	溫度達 103°C	溫度降至 70°C 前	溫度低於 70°C 後
S_1	手動閉合、 自動斷開	手動閉合	手動閉合			
S_2	自動閉合、 自動斷開	自動閉合				
R_3	大電流、小電流 、0 電流	大電流				
紅燈	亮、滅	亮				
黃燈	亮、滅	滅				