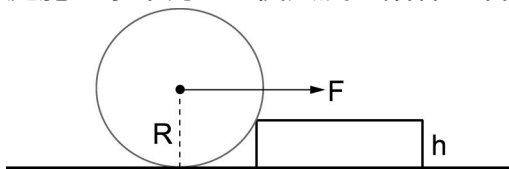


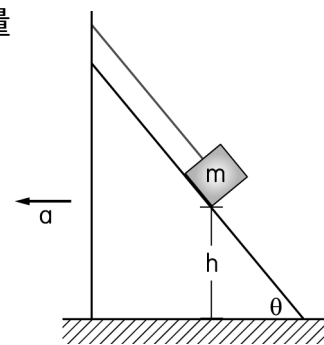
臺北市立大同高級中學 115 學年度第 1 次教師甄選初選【高中物理科】試題卷

1. 假設有一列火車在直線軌道上自 A 站出發，先以恆定加速度  $\alpha$  加速。當時間達到  $t_m$  時，火車改以恆定加速度  $\beta$  ( $\beta < 0$ ) 減速，最終在時間  $T$  時停於 B 站。若 A、B 兩站的總距離為  $L$ ，試求出總時間  $T$  與  $L, \alpha, \beta$  的關係式。(3%)
2. 如下圖所示，有一半徑為  $R$ 、重為  $W$ 、材質均勻的光滑輪子，與高  $h$  的階梯接觸，靜置於水平地面上。今在輪子中心處施一水平力  $F$ ，使其爬上階梯，若輪子不變形，回答下列問題。



- (1) 輪子在受到一水平力  $F$ ，但尚未脫離地面，呈靜態平衡時，輪子受到哪些力？列舉並繪出其力圖。(2%)
  - (2) 以輪子與階梯的接觸點為參考點，求在輪子中心處最少需施力多少才能使輪子脫離地面？(2%)
3. 將 2 個物體分別為  $m_1=400\text{ g}$  和  $m_2=200\text{ g}$  通過繩子繞過質量  $M=300\text{ g}$ 、半徑  $R=10\text{ cm}$  的均質實心圓柱 ( $I=\frac{1}{2}MR^2$ )。假設繩不打滑， $g=10\text{ m/s}^2$ 。
    - (1) 求系統加速度  $a$ ，並與無轉動慣量的 Atwood 機比較。(3%)
    - (2) 求兩張力  $T_1$  和  $T_2$ 。(3%)
  4. 如果一位跳傘者開啟降落傘後，受到的空氣阻力為  $f=-kv$ 。試利用微分方程導出其下降速度  $v(t)$ ，並求出終端速度。(3%)

5. 如圖所示，水平地面上有一斜角為  $\theta$  的光滑斜面，在其頂端以質輕之細線平行於斜面懸掛一質量為  $m$  的小體積物體，開始時斜面靜止且物體底部離地面之垂直高度為  $h$ ，設重力加速度為  $g$ 。
  - (1) 當斜面靜止時，細繩上張力與物體所受斜面的正向力之比值為何？(3%)
  - (2) 當整個系統以等加速度  $a$  向左運動時，則加速度  $a$  最低為何值時物體會脫離斜面？(3%)
  - (3) 若物體脫離斜面時，細繩也恰好斷裂，則細繩所能承受之最大張力何？(3%)



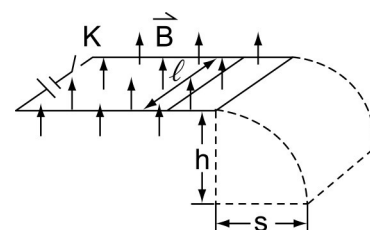
6. 進行楊氏雙縫實驗，如果狹縫間距  $d=0.5\text{ mm}$ ，狹縫到屏幕距離  $L=2\text{ m}$ ，光波長  $\lambda=600\text{ nm}$ ，狹縫寬  $a=d/4=0.125\text{ mm}$ 。
  - (1) 求相鄰亮紋間距  $\Delta y$ 。(3%)
  - (2) 當  $d=4a$  時，有哪幾個干涉亮紋與單縫繞射暗紋重疊？(3%)
  - (3) 若光源換為白光 (400–700 nm)，第一個亮紋位置橫跨多少範圍？(3%)
7. 一莫耳理想氣體經歷準靜態絕熱膨脹。試利用熱力學第一定律與理想氣體狀態方程，導出 Poisson's Equation 中的  $TV^\gamma = \text{const}$ ，其中  $\gamma=C_p/C_v$ 。(3%)

8. 有一均勻帶電圓環，半徑  $R$ ，總電荷  $Q$ ，置於  $xy$  平面，圓心在原點。
  - (1) 求  $z$  軸上距圓心  $z$  處的電場  $E(z)$ 。(3%)
  - (2) 在圓心處放質量  $m$ 、電荷  $-q$  的小球， $z \ll R$  近似下求其振動頻率。(3%)

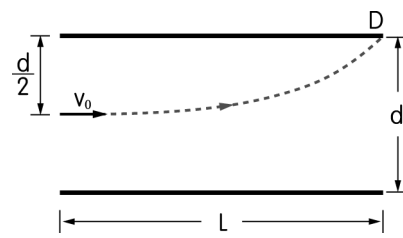
9. 有一金屬探測器由一發射線圈 (半徑  $R_f$ ) 與一接收線圈 (半徑  $R_p$ ) 組成，兩者同心且共平面。發射線圈通以正弦電流  $I(t)=I_0\sin\omega t$ 。
  - (1) 求接收線圈中的感應電動勢  $\epsilon$ 。(3%)
  - (2) 若在中心放置一塊鐵盤，試定性說明感應電動勢的變化。(3%)

10. 如果使用直流供電系統，電壓為  $110\text{ V}$ 。假設此系統之傳輸電纜線的電流為  $100\text{ A}$ ，供電區域的地球磁場量值為  $5.0 \times 10^{-5}\text{ T}$ ，而真空磁導率  $\mu_0=4\pi \times 10^{-7}\text{ T} \cdot \text{m/A}$ 。
  - (1) 若每一用戶平均每月使用 300 度的電，假設可忽略傳輸電纜線所消耗的能量，則此供電系統約可供給幾戶的電力需求？(3%)
  - (2) 試問距此供電系統中一段長直的电纜線多少垂直距離處，其電流所產生的磁場與地球磁場的量值相等？(3%)

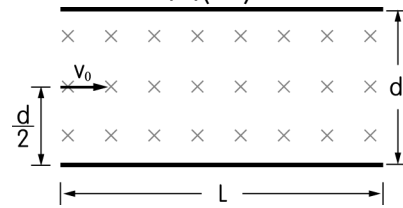
11. 如圖所示，兩根光滑金屬的軌道置於同一水平面上，相互距離為  $0.1\text{ m}$ ，質量為  $3\text{ g}$  的均勻金屬棒置於軌道上，均強磁場方向垂直於軌道平面向上，磁場強度大小  $B=0.1\text{ N/A}\cdot\text{m}$ ，軌道平面距地面高  $h=0.8\text{ m}$ ，當電鍵開關  $K$  接通後，金屬棒被水平拋出，落地點距拋出點的水平距離  $s=2\text{ m}$ 。 $g=10\text{ m/s}^2$ ，不考慮感應電流，試求接通  $K$  期間，金屬棒上通過的電量為若干？(3%)



12. 有一平行板電容器，內部為真空，兩個電極板的間距為  $d$ ，每一個正方形電極板的長均為  $L$ 。電容器內有一均勻電場，其量值固定為  $E = \frac{V}{d}$ ， $V$  為兩個電極板間的電位差，如下圖(一)所示。電子從電容器左端的正中央以初速  $v_0$  射入，其方向平行於電極板之一邊，並打在圖上的 D 點。電子的電荷以  $-e$  表示，質量以  $m$  表示，重力可不計。回答各問題。

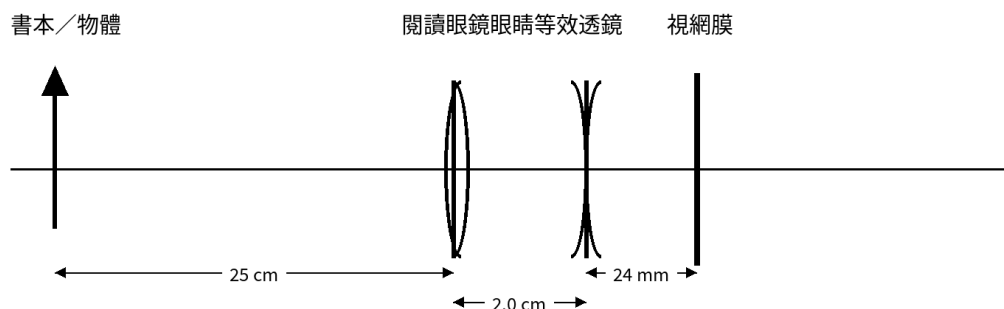
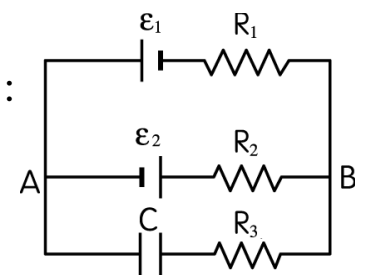


圖(一)



圖(二)

- (1) 試問電子的初速  $v_0$  至少必須大於何值，電子才能避開電極板，逸出電容器外？(以  $e$ ， $m$ ， $L$ ， $d$  及  $V$  表示) (3%)
- (2) 若電容器內沒有電場，只有垂直進入紙面的均勻磁場，其值固定為  $B$ 。電子從電容器左端的正中央以平行於電極板之一邊的初速  $v_0$  射入，如圖(二)所示。若不計重力，則電子的初速  $v_0$  至少必須大於何值，電子才能避開電極板，逸出電容器外？(以  $e$ ， $m$ ， $L$ ， $d$  及  $B$  表示) (3%)
13. 如圖所示的電路， $\varepsilon_1 = 4.0 \text{ V}$ ， $\varepsilon_2 = 6.0 \text{ V}$ ， $R_1 = 3.5 \Omega$ ， $R_2 = 1.5 \Omega$ ， $R_3 = 4.0 \Omega$ ， $C = 2.0 \text{ pF}$  ( $1 \text{ pF} = 1 \times 10^{-12} \text{ F}$ )。電池的內電阻可以忽略，平行板電容器  $C$  的板距為  $2.0 \text{ mm}$ 。充電完畢後，求：
- (1) A 點與 B 點間的電位差 (即  $V_A - V_B$ ) 為何？(3%)
- (2) 平行板電容器內的電場。(3%)
14. 一個電子在  $\text{Li}^{++}$  (鋰離子， $Z=3$ ) 中從  $n=4$  能階躍遷回  $n=3$  能階。
- (1) 求射出光子的波長。(3%)
- (2) 若此光子隨後打在功函數為  $1.9 \text{ eV}$  的金屬板上，求射出光電子的最大動能及其對應的德布羅意波長 (3%)
15. 利用海森堡不確定性原理： $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$ ， $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$ ；德布羅意： $\lambda = h/p$ 。請回答下列問題：
- (1) 利用不確定性原理估算氫原子基態半徑和能量量級。(3%)
- (2) 電子顯微鏡解析度  $\sim 0.1 \text{ nm}$ ，估算電子動能，是否為相對論性電子？(3%)
- (3) 說明量子數  $n$  不能為零 (3%)
16. 將眼睛視為一套成像系統。為了分析老花眼的成因與矯正方式，可將人眼簡化成一個等效模型：以一片薄凸透鏡代表眼球中的折射系統 (主要由角膜與水晶體共同提供折射能力)，而透鏡後方固定距離處的成像面代表視網膜。設透鏡前、後方介質折射率皆為 1。已知此等效眼模型中，視網膜位於透鏡後方  $24 \text{ mm}$  處。對正常眼而言，當眼睛放鬆觀察遠方物體時，遠方物體 (可視為位於無窮遠) 恰可成像於視網膜上。現有位年長者罹患老花眼，當其眼睛用盡最大調節能力時，仍只能清楚看見位於眼前  $80 \text{ cm}$  以外的物體；若物體比這更近，影像將無法落在視網膜上，因此看不清楚。若欲配戴一副閱讀眼鏡，讓他能夠舒適地閱讀放在眼前  $25 \text{ cm}$  處的書本文字。假設眼鏡鏡片可視為薄透鏡，且配戴時鏡片位於眼睛等效透鏡前方  $2.0 \text{ cm}$  處。



設老花眼眼最近能看清的位置為  $80 \text{ cm}$ ；配戴後希望能清楚閱讀  $25 \text{ cm}$  處的書本。  
圖中各距離皆沿主光軸量測，眼鏡視為薄透鏡。

(1) 此老花眼患者在最大調節時，最近只能清楚看見距離眼睛等效透鏡前方 80 cm 的物體。試求此時眼睛等效透鏡的焦距約為多少？(3%)

(2) 若要使該患者能清楚閱讀位於眼前 25 cm 處的書本，且眼鏡位於眼睛前方 2.0 cm 處，則此閱讀眼鏡應為哪一種透鏡？其焦距約為多少？(請寫出透鏡種類與焦距) (3%)

17. 進行探究與實作課程中，單擺週期的測量是訓練理論建模、實作能力與數據處理的常用實驗。如果欲設計在探究實作課程中，學生使用下列器材建置單擺系統，透過智慧手機計時功能精確測量週期，並利用座標轉換將非線性關係線性化後作圖，以驗證單擺週期公式並求取重力加速度。

**可用器材：**細線、鐵架(含底座)、三爪夾、60.0 cm 鐵尺、砝碼組(10.0 g×1、20.0 g×2、50.0 g×2)、智慧手機(150 g，具 PhyPhox 計時、Tracker 影片分析等軟體)

**重力加速度(當地實驗值)：** $g = 9.80 \text{ m/s}^2$

(1) 畫出單擺實驗裝置圖，需標記裝置圖中各儀器名稱及規格(包含懸掛點、細線、擺錘質量、鐵尺規格、測量工具等)。(3%)

(2) 請寫出研究目的(控制什麼變因？改變什麼變因？觀測什麼物理量？)，並設計實驗記錄表格(含表頭說明、理論值與實驗值欄位)。(3%)

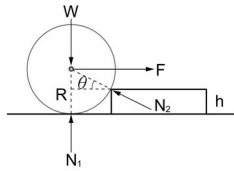
(3) 依據上述表格，自行設定至少 5 組數據，繪製圖表。請適度調整使圖表呈現線性關係。需標示刻度、單位、理論值斜率，以及圖下方說明文字。(3%)

臺北市立大同高級中學 115 學年度第 1 次教師甄選初選【高中物理科】答案卷

1.

$$T = \sqrt{\frac{2L(\alpha - \beta)}{-\alpha\beta}}$$

2.



F：水平力、W：重力、  
N<sub>1</sub>：地面正向力、N<sub>2</sub>：階梯正向力

$$F = \frac{W\sqrt{2Rh-h^2}}{R-h}$$

3.

系統加速度  $a=38 \approx 2.67 \text{ m/s}^2$ 。若無轉動慣量（理想滑輪）， $a'=310 \approx 3.33 \text{ m/s}^2$ 。  
 $T_1=1544 \approx 2.93 \text{ N}$ ； $T_2=1538 \approx 2.53 \text{ N}$

4.

略

5.

張力與正向力比值  $T/N=\tan\theta$

加速度最低為  $a=g\cot\theta$

細繩最大張力  $T=mg\csc\theta$

6.

相鄰亮紋間距  $\Delta y=2.4 \text{ mm}$

第 4, 8, 12... (4 的倍數) 干涉亮紋會與繞射暗紋重疊而消失

第一亮紋範圍：1.6 mm 至 2.8 mm (橫跨 1.2 mm 寬度)

7.

略

8.

$$(1) E(z) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qz}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$(2) f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{mR^3}}$$

9.

$$\epsilon(t) = -\frac{\mu_0\pi R_p^2 I_0 \omega}{2R_f} \cos \omega t, \text{ 略}$$

10.

約 26 戶

0.40 m

11.

1.5 C

12.

$$\sqrt{\frac{eV}{m}} \cdot \frac{L}{d}; \frac{eB}{md} \left(\frac{d^2}{4} + L^2\right)$$

13.

$$-3.0 \text{ (V)}, 1.5 \times 10^3 \text{ (V/m)}$$

14.

$$\lambda \approx 208 \text{ nm}, K \approx 4.05 \text{ eV}, \lambda \approx 0.61 \text{ nm}$$

15.

$$\sim 0.53 \text{ A}^\circ, \sim -13.6 \text{ eV}, \sim 150 \text{ eV}, \text{非相對論性電子, 略}$$

16.

$$f \approx 2.33 \text{ cm}, \text{凸透鏡, 焦距 } fg \approx 32.6 \text{ cm}$$

17.

略