113 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽
高雄市複賽物理科筆試試題

編號	«編號»

說明：

1.請先核對試題卷上之編號和你的編號是否一致。

2.本試題卷共 4 題，**請依題號**在答案卷上指定位置作答，否則不予計分。

3.背面還有作答區。

4.可使用非可程式用計算機。

5.可使用鉛筆作答。

113 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽
高雄市複賽物理科筆試試題

【試題一】

水平地面有一噴水設施，位於中央的噴水頭（體積極小）為半球形，其上佈滿許多噴水孔，可使水以同一速率 v 從各個角度和方向噴出，形成水幕。若從通過噴水頭的鉛直切面來看，該水幕邊界的曲線方程式為何？水幕的最大高度和其圓形底面直徑的比值為何？(20 分)

編號	«編號»
得分	

試題一作答區

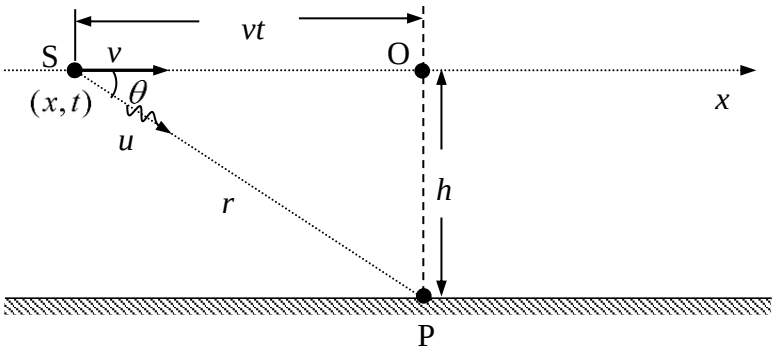
背面還有作答區

編號:«編號»

試題一作答區

【試題二】

如圖所示，一訊號源 S 以等速度 v 向+x 方向運動，訊號在空中的傳播速率為 u，訊號源 S 本身所發出的頻率為f_0，在地面上的靜止觀察者 P 所接收到的訊號頻率為 f。在訊號源 S 的飛行軌跡上，O 點為最靠近 P 點的位置，取為 x 軸的原點，兩者之間的距離為 h。設訊號源 S 的時空坐標為(x, t)，訊號源離觀察者的距離 $r >> x$，試證 $f = \frac{f_0}{1-\frac{v\cos\theta}{u}}$ (10 分)



編號	«編號»
得分	

試題二作答區

背面還有作答區

試題二作答區

編號:«編號»

【試題三】

(a) 考慮一團 N 莫爾的空氣分子在大氣團中由地表移動至高度 y，於此區間重力加速度 g 可視為定值，設 P 為該高度的氣壓，ρ 為該高度的空氣分子質量密度，試求該高度附近的 $\Delta P/\Delta y$。(4 分)

(b) 在這團空氣由地表移動至高度時體積會改變，由於空氣導熱不好，可將此體積變化過程視為和外界無熱量交換，其體積 V 和壓力 P 滿足 $PV^{\gamma}=$ 某定值，$\gamma=Cp/Cv$ 為定壓和定容比熱的比值。若這團空氣可視為理想氣體，試證明 $\frac{\Delta T}{\Delta y}=\frac{(1-\gamma)}{\gamma}\frac{mg}{k}$ 。(T 為溫度，$k=1.38\times10^{-23}$(J/K)為波茲曼常數，m 為空氣分子的平均質量。此題可利用 $\Delta(X^m Y^n)=m X^{m-1} Y^n \Delta X+n X^m Y^{n-1}\Delta Y$ 幫助推導)(7 分)

(c) 空氣主要是由氮(N_2)和氧(O_2)構成，對雙原子氣體分子 $\gamma=7/5$，試估算 $\frac{\Delta T}{\Delta y}$ (以 ^{0}C/公里 為單位)。(4 分)

編號	«編號»
得分	

試題三作答區

背面還有作答區

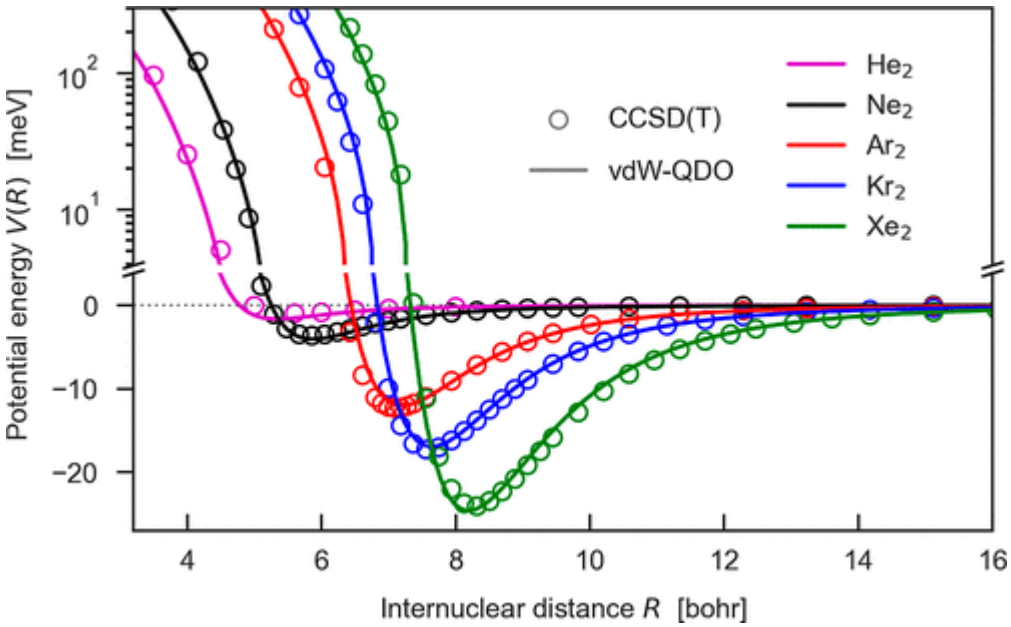
試題三作答區

編號:«編號»

【試題四】

下圖為惰性氣體分子與分子間交互作用的位能和分子間距離關係圖，壓力均為一大氣壓，依據圖示資料回答以下問題。

(圖片來源:J. Chem. Theory Comput. 2023, 19, 7895)



(a) 低溫(-190^{0}C 以下)時 Ar 形成固態晶體，此時 Ar 固態晶體內分子和分子的間距(請標明單位)是? (2 分)

(b) 當 Ar 固體於絕對零溫附近受熱，其分子會於平衡位置附近受熱擾動進行簡諧震盪，已知 Ar 的原子量為 40(gram/mole)，試求震盪頻率(請標明單位)。(8 分)

(c) Ar 的熔點約為-190^{0}C，試估算 Kr 的熔點(請標明單位)。(5 分)

編號	«編號»
得分	

試題四作答區

背面還有作答區

試題四作答區

編號:«編號»