

國立彰化高級中學 111 學年度科學班特色招生甄選入學【物理科】試題

一、 物體的運動

根據美國 IIHS 高速公路安全保險協會 (Insurance Institute for Highway Safety) 發布的一份報告指出速限每提高 5 mph (約時速 8 km/h) 就會增加 4% 的車禍致死率。為了避免民眾開快車而發生事故，因此馬路上都會架設測速儀，防止民眾超速，目前國內的測速儀主要有以下幾種類型：「雷達測速儀」其原理為都卜勒效應，藉由發射與接收微波，並透過發射和接收時頻率的改變測得車輛行駛的速度。；「雷射測速儀」原理為利用固定間隔發射雷射微波與接收反射回波，可經由兩次雷射光束的發射時間及被測物反射後測速器接收的時間間隔，換算在這段時間車輛移動的距離，進而求出車輛的速度。最後一種「感應式線圈測速儀」，感應式線圈測速儀含有兩組感應線圈，測量目標車輛通過第一組及第二組感應線圈之時間差來計算車速。從而得出車輛在這段路上的平均速率，以判斷車輛有無超速。

近年來交通部推動速度管理與科技執法所採用的「區間測速」，讓超速的用路人更難躲避。其原理即車輛在測速區間的起點與終點進行兩次拍攝，配合拍照時間間隔與測速區起點到終點的距離，從而得出車輛在這段路上的平均速率，以判斷車輛有無超速。

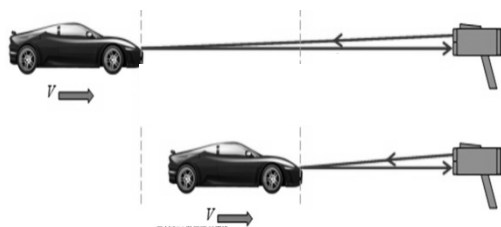


▲道路測速照相機

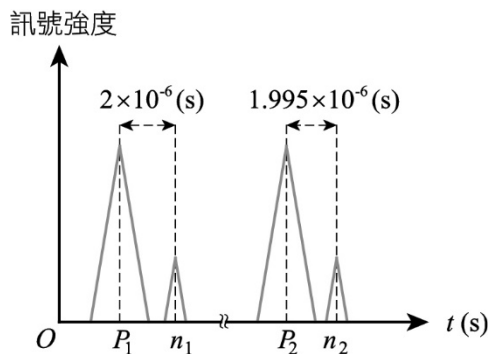


▲區間測速

- (一) 小明趁著連假期間進行環島旅行，旅途中，小明開車行駛於平直道路上，期間有一警察手持雷射測速儀，對小明的車輛進行測速，假設測速器與車輛保持在同一直線上，圖(a)為車輛與測速儀器相對位置關係，偵測結果如圖(b)所示，其中 P_1 、 P_2 表示儀器發出的訊號， m_1 、 m_2 為由汽車反射後接收到的訊號，假設波源訊號發射頻率為 25Hz，光速為 3×10^8 m/s，根據數據可推估小明的車速約為多少 km/h？（此題 6 分，需列出計算過程，否則不與計分。）



▲圖(a)



▲圖(b)

(二) 隨後小明將汽車開上了高速公路，帶著輕鬆的心情聽著輕快音樂以時速 108 km/h 前進，然而於匝道口處有一輛以時速 54 km/h 的白色車輛於加速車道中準備加速切入車道，為確保行車安全小明在相距 80 m 時開始踩下煞車，以加速度量值為 2 m/s^2 等減速煞車，而白色車輛以加速度量值為 6 m/s^2 等加速前進；當兩車再度相距 80 m 時，兩車停止加速或減速，則小明最後的車速為多少 km/h？（此題 8 分，需列出計算過程，否則不與計分。）

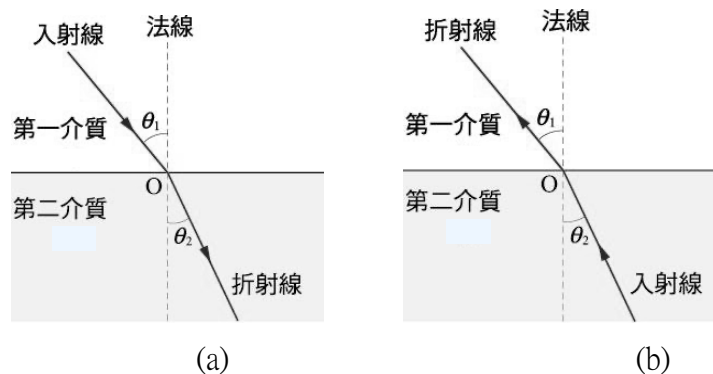
(三) 蘇花改在 2020 年 1 月 6 日全線通車正式全線通車，其全名為蘇花公路山區路段改善計畫。全線分為三段，蘇澳-東澳、南澳-和平、和中-大清水路段。近年來，進入花蓮縣境內車流量逐年增加，為了車輛行駛於隧道內的安全，避免超速行駛導致發生交通事故，花蓮縣警察局於轄內蘇花改中仁隧道及仁水隧道建置區間測速設備，將於 2022 年 2 月 26 日 8 點起開始執法。

區間測速是依照通行路段平均測速開罰，有利長距離行車速度管理，也能減少定點測速桿，避免民眾因急煞導致後車閃避不及，容易造成追撞意外。

小明將汽車駛入一長直隧道內，隧道內某段區間的兩偵測點間距離為 4.2km，當車尾通過第一個偵測點時的速率為 60km/h，汽車以等加速運動行駛 36s 後速率達到 80km/h，接著以等速率行駛 90s，然後以等減速運動行駛。隧道限速 70km/h，為使汽車在兩偵測點間之平均速率不超過最高速限 70km/h，該車之車尾通過第二個偵測點時的最高速率為多少 km/h？（此題 10 分，需列出計算過程，否則不與計分。）

二、光學問題

在下圖中，當光從速率較快第一介質以入射角 θ_1 射入速率較慢的第二介質時，若折射角為 θ_2 ，則折射後的光線會偏向法線。而在圖中，光線改從第二介質以入射角 θ_2 ，反向射入第一介質時，折射角等於 θ_1 ，即光沿著同一路徑反方向行進，表示光在折射時，其路徑具有可逆性。



如上圖，說明光的折射路徑具有可逆性：(a)光由介質 1 進入介質 2 時入射角為 θ_1 ，折射角為 θ_2 ；(b)光由介質 2 進入介質 1 時，若入射角為 θ_2 ，則折射角必等於 θ_1 ，即光循原路徑反方向行進。

(一) 一游泳者站在游泳池畔，不小心把蛙鏡掉到游泳池內邊緣的底部。他發現水深刻度顯示的深度為 1.0 公尺，但是他看到掉在水底的蛙鏡似乎比較淺。為什麼呢？（此題 6 分，需畫出光線圖說明解釋，才有算分。）

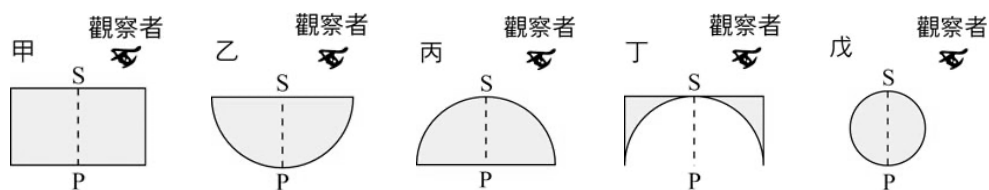
- (二) 由於光的特性，使我們擁有了多采多姿的環境，豐富、美妙了我們的生活，夜晚裡觀看天頂的星光，是多麼賞心悅目的事，但由於光徑折射使然，造成觀察上的差異。如圖所示，井口大小和深度相同的兩口井，一口是枯井（水面極為貼近井底），一口是水井（水面在井口之下 $1/2$ 深處），兩個井底各有一隻青蛙，以科學的方式探究並驗證青蛙看見井口的直徑大小，可以推測哪一隻青蛙看見的井口較大？（此題 6 分，需畫出光線圖說明解釋，才有算分。）



- (三) 以相同材質的透明壓克力作成 5 塊外形不同的透明體，其側視圖如下：甲是厚度為 R 的長方體；乙、丙均是半徑為 R 的半圓球；丁是厚度為 R 的長方體，挖去半徑為 R 的半圓球之後的剩餘部分；戊是直徑為 R 的圓球。（光在此透明壓克力內之光速小於光在空氣中的光速）

有一觀察者由上方以接近鉛直線向下觀察壓克力 P 點與 S 點的距離，如圖所示，（注意：眼睛觀察物體不會只觀察到一條光線，所以不能單只討論入射角為零的光線，仍須假設入射角很小的觀察），觀察者看到甲乙丙丁戊 5 個透明體之 P 點與 S 點的距離分別為： $d_{甲}$ 、 $d_{乙}$ 、 $d_{丙}$ 、 $d_{丁}$ 、 $d_{戊}$ ，則其距離大小關係為何？

（此題 4 分，請由下列 A~E 中，選出最適合的答案。）



- (A) $d_{丙} > d_{甲} = d_{乙} = d_{丁} > d_{戊}$ (B) $d_{戊} > d_{丙} > d_{甲} = d_{乙} = d_{丁}$ (C) $d_{丙} = d_{丁} > d_{甲} = d_{乙} > d_{戊}$
 (D) $d_{丙} = d_{丁} > d_{乙} > d_{甲} > d_{戊}$ (E) $d_{丙} > d_{戊} > d_{甲} = d_{乙} = d_{丁}$

- (四) 呈上題，請說明上述選擇項目之原因，需畫圖說明解釋。

（此題 10 分，需畫出光線圖說明解釋，才有算分。）

三、能量的形式與轉換

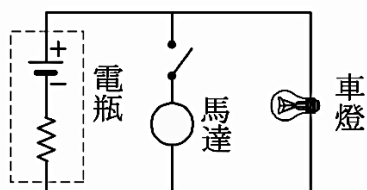
(一). 用來標定溫度的測溫性質，不單是熱脹冷縮一種，有些物理性質，例如電阻，也可以用來標定溫度。假定有某種電阻絲，其電阻與溫度的關係，如表中所示（歐姆為電阻單位）

電阻（歐姆）	200	220	240	260	280	300	320	330	335
溫度（℃）	0	50	100	150	200	250	300	350	400

- (1) 根據此表，畫出電阻—溫度圖（此部分 6 分，需標示座標、數值與單位），並說明出電阻與溫度在哪些溫度區間呈線性關係？（此部分 3 分）
- (2) 當測量電阻為 296 歐姆，則此時電阻絲的溫度為多少℃？（此題 5 分，需寫出計算過程，否則不與計分。）

(二). 電池是一種使得本身儲存的化學能轉換成電能的裝置，然而對一般電池而言，當電流流經電池時電源內部存在對電流的阻礙作用，則可說明為電池內有電阻的存在，如此常將一般電池設定為一個理想電池（沒有內電阻的電池）和內電阻的串接。

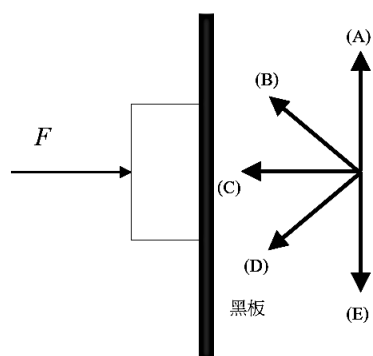
由以上敘述來討論一台玩具汽車所使用電池的能源分配；假設此玩具汽車使用的電池當電流為零時，其正負兩極的電位差為 12 伏特。當電池內有電流通過時，電瓶內會有內電阻，且假設此內電阻值不隨電流而變。現將此電池接上並聯的車燈和起動馬達，如圖所示。當汽車的起動馬達斷路時，有 5 安培的電流通過汽車車燈；但當起動馬達接通時，車燈變得較暗，我們量得通過車燈的電流為 4 安培。如果接通馬達需要 60 安培的電流，則由上述數據可推論汽車電池的內電阻約為多少歐姆？（此題 10 分，需寫出計算過程，否則不與計分。）



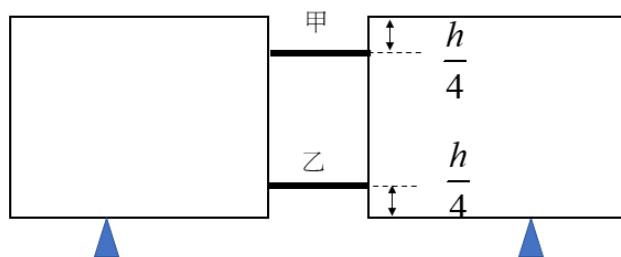
四、平衡的物體所受的力與力矩

靜止的物體既不平移也不轉動，稱此物體處在靜力平衡狀態；因此處於靜力平衡的物體所受合力為零，對任意參考點所受合力矩也亦為零。

- (一) 今施一個水平方向的力 F 作用於重量為 W 的板擦上，使其緊靠在粗糙鉛直黑板上而不下滑，如圖所示；假設板擦為一個密度均勻且形狀固定不變的長方體，則黑板給板擦的合力方向為何？（此部分 3 分，請由下列 A ~ E 中，選出最適合的答案。）
- 請說明上述選擇項目之原因（此部分 5 分，需說明如何判斷出力的種類、大小與方向）。



- (二) 假設密度相同且形狀固定不變的兩塊長方體，其質量皆為 m ，以甲細桿和乙細桿將兩長方體相連，甲細桿與頂部相距 $\frac{h}{4}$ ，乙細桿與底部相距 $\frac{h}{4}$ ，並以光滑的支架將其頂住，如圖所示，呈現靜力平衡狀態。當整個系統呈現靜力平衡時，則：



1. 請問下面哪一選項圖案，為左邊長方體達靜力平衡時的受力圖？請由下列 A~D 中，選出最適合的答案。

(此題 3 分，假設甲和乙細桿只提供水平方向的力， $F_{\text{甲}}$ 為甲細桿給左端長方體的力為、 $F_{\text{乙}}$ 為乙細桿給左端長方體的力為，而 N 為支架的支撐力， mg 為重力。)

(A)	(B)	(C)	(D)

2. 呈上題，請比較出 $F_{\text{甲}}$ 和 $F_{\text{乙}}$ 兩力大小的關係，並說明原因。（此題 5 分）

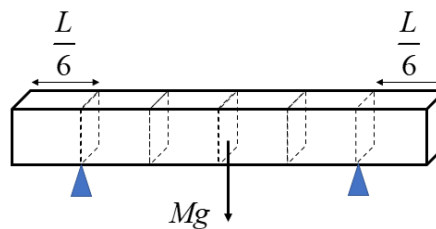
3. 「文昌」是星宿，《史記·天官書》中即記載了文昌六星，掌管天下文運祿籍，一般認為文昌帝君主管考試，能保佑考生文思泉湧下筆寫文章有如神助。

圖一所示為材料為桃木的文昌筆。若假設文昌筆為密度均勻且形狀固定不變的長方體，質量為 M ，長度為 L ，在距離兩端 $L/6$ 處，分別以一光滑的支架將其頂住，如圖二所示；則當靜力平衡時，則長方體右半邊透過中央垂直截面施予左半邊力矩的大小為何？

(答案請以質量 M 、長度為 L 、重力加速度 g 表示，此題 10 分，需寫出計算過程，否則不與計分。)



圖一



圖二