

第 12 屆中小學人權教案徵選設計比賽

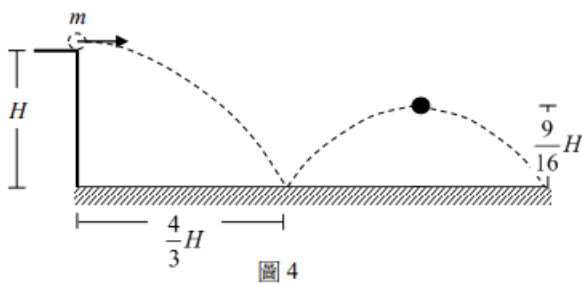
組別： ☐ 國小組 ☐ 國中組 ☒ 高中組

課程名稱		偵查現場：從物理角度審視歷史爭議事件
人權主題（地點）		陳文成事件紀念廣場
說明	撰寫動機	<p>回應常見疑問：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「『議題融入教學』要怎麼融入？進度都上不完了哪有那個時間？」 2. 「要談人權議題的話，沒有歷史老師不能結合的學科。」 「那數學呢？那自然科呢？」 3. 「轉型正義的核心是什麼？為什麼要教轉型正義？」
	撰寫目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 打破人權議題是人文學科範疇的錯誤認知。 2. 跨學科 / 領域的合作並非遙不可及，從單一學科兩節課的基礎進行合作。 3. 認識到白色恐怖除了叛亂案、冤錯假案，還有未解懸案（林宅血案、陳文成案）。 4. 誰是陳文成？我們為什麼需要透過陳文成案認識轉型正義？ 5. 鼓勵善用各種出版品暨研究成果（政府機關的，民間組織的，學者的.....）。
	內容	教案、學習單（教用，學用）

單元主題	偵查現場：從物理角度審視歷史爭議事件			節數	歷史 2 物理 2	設計者	陳燕琪、張洵愷
核心素養	社-U-A2	對人類生活相關議題，具備探索、思考、推理、分析、批判、統整與後設思考的素養，並能提出解決各種問題的可能策略。					
	自 S-U-B2	能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，適度運用有助於探究、問題解決及預測的資訊，進而能察覺問題或反思媒體報導中與科學相關的內容，以培養求真求實的精神。					
學習表現	歷 1b-V-3	選用及組織資料，提出合乎邏輯的因果關係與歷史解釋。					
	歷 2c-V-1	審視重要的歷史爭議事件，理解歷史作為共同記憶的政治意涵。					
	歷 3a-V-1	覺察當代事件與歷史的關係，啟發問題意識，並進行問題釐清與探究。					
	物 PEb-V a-5	質點如在一平面上運動，則其位移、速度、加速度有兩個分量，應用向量表示，例如：拋體運動，其軌跡是拋物線。					
	物 PEb-V a-10	質點的動量等於質點的質量乘以速度，其時間變化率等於質點所受作用力。衝量等於動量的變化。					
單元目標	從生活經驗出發，選用物理牛頓第二定律，與拋體運動理論，結合陳文成案偵查現場圖，討論陳文成的死亡可能是意外或蓄意，以及覺察與自身安全相關的情境；並透過文本啟發問題意識，對案件原因進行探究，理解該案為何是重要的歷史爭議事件；也組織資料對自己的答案提出合乎邏輯的解釋。						
核心問題	陳文成案為何是歷史爭議事件？						
學生先備知識分析	參見十二年國教自然科學、數學、社會領域／物理、數學、歷史科目課程綱要： 物 PEb-V c-4 牛頓三大運動定律。 歷 Db-V-2 戰後的民主化追求與人權運動。 數 G-10-6 三角比：定義銳角的正弦、餘弦、正切，推廣至廣義角的正弦、餘弦、正切，特殊角的值，使用計算機的 sin, cos, tan 鍵。 數 G-11A-1 平面向量：坐標平面上的向量係數積與加減，線性組合。						
學習脈絡	投球拋體與碰撞經驗，認為民主像呼吸一樣自然。						
表現任務	表現任務： 能分析拋體運動的二維初速，以及墜地時的力量大小。能說出轉型正義的定義與目標。能對陳案爭議提出合乎邏輯的解釋。 任務說明： （1）透過文本閱讀與討論，能知道轉型正義的定義與目標，以及為何需要轉型正義。 （2）建立拋體運動的前導概念，由落地水平位移、鉛直位移、滯空時間導出拋體的初速（現代保險雜誌社文章提到的公式：保險認定 104 保險上字第九號，課本公式的變化形式），再由先備知識牛頓第二定律代入衝量概念，進而瞭解受力面積上的承受力。 （3）教師引導現場建築側面圖以及案發現場偵查圖，抓出墜樓的鉛直高度跟水平位移，並進行計算推論。 （4）能選用及組織資料，為陳案的爭議提出合乎邏輯的解釋；並知道戒嚴對人權造成的迫害。 任務要求： 能完成學習單。						
設計學生學習經驗	第一節課	學習目標	透過文本閱讀與討論，能知道轉型正義的定義與目標，以及為何需要轉型正義。				
		學生學習	教學流程、內容及實施方式			時間	教師指導注意事項

	活動	一、教師協助學生複習二戰後的台灣關於民主化追求與人權運動內容。 二、教師發給學生文本《記憶與遺忘的鬥爭》卷一「清理威權遺緒」〈導言〉與學習單，請學生閱讀後回答下列問題： 1.轉型正義的定義為何？ 2.轉型正義的目標為何？ 3.你認為台灣社會需要轉型正義嗎？為什麼？ 三、教師與學生核對書寫內容並請學生分享答案。 四、教師發給學生陳文成案之相關文本與學習單，請學生閱讀文本或觀看影片後，口頭說明「誰是陳文成」。 五、進行學習單題目 1.陳文成的筆錄是在哪個單位進行？那個單位存在的目的為何？ 六、進行學習單題目 2.陳文成被叫去問話的原因為何？（錄音檔跟警總密件） 七、教師帶學生看過學習單上列出的其餘題目並預告接下來三堂課的上課內容。	50分鐘	一、教師可以口頭或發放文本進行。（文本請見參考資料 1.、2.、3.（一）〈序：免於恐懼的自由〉頁 1～頁 11。 二、文本請見參考資料 4。 三、教師也可藉不同答案進行討論。 四、請見參考資料 3.（一）〈導言〉頁 11～頁 18，（二）〈附錄（二）陳文成大事記〉頁 1053～頁 1059，4.（卷三）頁 130～頁 139），5.（卷三）頁 197～頁 202。或擷取 17.、18.影片段落讓學生觀看。 五、請見參考資料 6.，8。 六、請見參考資料 3.（一）頁 321～頁 325。
	學習評量	能完成學習單。		
第二節課	學習目標	介紹拋體運動與牛頓力學，並學會公式的變化。		
	學生學習活動	教學流程、內容及實施方式	時間	教師指導注意事項
		(1)運動獨立性（挖空學生寫） 畫拋體運動圖，依據向量分解，學生要能畫出兩個維度的初拋速度（挖空學生寫） 說明水平運動讓推出公式一（挖空學生寫） 說明鉛直運動讓推出公式二（挖空學生寫） (2)將公式 1 的時間代入公式 2 中的時間位置，讓學生動手計算導出保險公司的墜樓事件初速 V $H = V \sin \theta \times \frac{D}{V \cos \theta} - \frac{1}{2} g \left(\frac{D}{V \cos \theta} \right)^2$ $\text{處理分母} \Rightarrow 2V^2 \theta \cdot H = 2V^2 \cos \theta \cdot \sin \theta \cdot D - gD^2$ $\text{推導出} \Rightarrow \text{初速} V = \sqrt{\frac{gD^2}{2 \cos \theta \cdot (D \sin \theta + H \cos \theta)}}$ (3)藉由牛頓第二定律的先備知識，建立平均接觸面積的受力大小概念。	50分鐘	引導學生推導公式，並確認學生都能確實完成。
		學習評量	能完成學習單。	
第三節課	學習目標	將案發偵查現場數據，帶入拋體運動與牛頓力學概念，找出相關數據，進行案件的推論判讀。		
	學生學習	教學流程、內容及實施方式	時間	教師指導注意事項

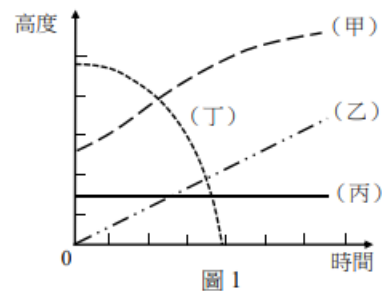
		活動	(1)依據偵查現場的數據和保險公司的墜樓初速 V，推出陳文成案的可能初速 (2)找出墜樓瞬間速率 (3)學生自行分析可能的撞擊接觸時間 1 秒或 0.1 秒 (依據接觸面的彈性程度而設定，可由偵查圖猜測) (4)分析撞擊接觸面的平均受力 (5)個人小結論：陳文成案可能是意外或蓄意 (6)開始 5 人分組，討論各自的分析數值，找出問題 (1)~(4)平均值，並讓學生瞭解日常生活中的移動速度與碰撞瞬間的力傷害，並總結小組最後的偵查答案。	50 分鐘	第一份學習單發還給學生，讓學生可以有計算的公式可參考。	
		學習評量	能完成 5 人各自的計算學習單、小組討論後的學習單。			
	第四節課	學習目標	能選用及組織資料，為陳案的爭議提出合乎邏輯的解釋；並知道戒嚴對人權造成的迫害。			
		學生學習活動	教學流程、內容及實施方式	時間	教師指導注意事項	
			一、接續物理課的計算，教師擷取陳文成的口供筆錄段落讓學生輪流對全班念，再請學生自由分享聽口供後的感受，如問話者的問話方式、內容，答話者的回答內容，氛圍等等不限。 二、進行學習單題目 3.媒體報導的方向從 7/4 的他殺到 7/7 的畏罪自殺，其中轉折的關鍵是什麼？ 三、進行學習單題目 4.所謂的「畏罪自殺」你推測是畏什麼罪呢？ 四、陳案所處的時代為何實施戒嚴？你認為戒嚴是有必要的嗎？為什麼？ 五、分組討論：依物理課同樣的五人為一編組再次討論陳案之所以是歷史爭議事件的原因。 六、每組派代表向全班分享討論結果與爭點。 七、結尾：教師總結以及完成學習單最後一題「請寫下經過這四堂課，你的感想、心得或對教師、課程的建議有哪些。」	50 分鐘	一、請見參考資料 3. (一) 頁 3~頁 197。教師可擷取段落使用。 二、請見參考資料 9. (19810705~19810707) 三、請見參考資料 10.、11.、12.。 四、請見參考資料 3. (一) 頁 1~頁 11。	
學習評量	能完成個人學習單，小組學習單。					
參考資料	1.普通型高級中等學校歷史第一冊，薛化元等，普審字第 108084 號，三民書局股份有限公司。 2.普通型高級中等學校歷史第一冊，陳鴻圖等，普審字第 108077 號，南一書局企業股份有限公司。 3.戰後臺灣政治案件：陳文成案史料彙編（精裝全 2 冊），張世瑛，蕭李居，國史館，2019。 4.記憶與遺忘的鬥爭：臺灣轉型正義階段報告，臺灣民間真相與和解促進會，衛城出版社，2015。 5.百年追求：臺灣民主運動的故事 卷三 民主的浪潮，胡慧玲，衛城出版社，2013。 6.促進轉型正義委員會 陳文成案調查報告 摘要 https://www.tjc.gov.tw/news/185 7.促進轉型正義委員會 陳文成案調查報告 https://admin.tjc.gov.tw/public/cipas-uploads/news/2020/07/35223c8465a5ed85035b3d3680673d00.pdf 8.臺灣警備總司令部保安處（博愛路 172 號） https://hsi.nhrm.gov.tw/home/zh-tw/injusticelandmarks/112951 （不義遺址資料庫 https://hsi.nhrm.gov.tw/home/zh-tw ） 9.中央日報全文影像資料庫 http://tbmc.ncl.edu.tw:8080/cnnewsapp/start.htm 10.蘇瑞鏘老師 2019 年 1 月 19 日「法律暴力與人權侵害——戰後臺灣政治案件的法理分析」講座內容。 11.建議閱讀李筱峰，〈台灣戒嚴時期政治犯的遭遇與處境：政治受難者的經驗見證〉，收入：張炎憲、陳美蓉（主編），《戒嚴時期白色恐怖與轉型正義論文集》，頁 383-423。 12.蘇瑞鏘，〈從雷震案看戒嚴時期政治案件的法律處置對人權的侵害〉，《國史館學術集刊》，15（2008.03），頁 113-158。 13.財團法人陳文成博士紀念基金會 陳文成事件調查報告 http://www.cwcmf.org.tw/the%20truth/report_1.pdf 14.財團法人陳文成博士紀念基金會 魏契－為民主而死 / 原著：魏契（Cyril Wecht,M.D.,J.D.）中譯：黃怡 http://www.cwcmf.org.tw/the%20truth/wecht_1.pdf					

	<p>15.財團法人陳文成博士紀念基金會 陳文成案之死因 (ppt)https://reurl.cc/j7KR3D</p> <p>16.墜樓是意外還是自殺？「起跳速率」是關鍵 https://www.rmim.com.tw/news-detail-11686_f71e2aad9180ff322f349bf47611f8f20b29ad61</p> <p>17.誰殺了陳文成？警總監聽證據出土！（公共電視-有話好說）2020 https://reurl.cc/9EkdnO</p> <p>18.政治禁忌不能談？誰殺了陳文成博士？（有話好說）2018 https://reurl.cc/AqrEae</p>
教學設備 / 資源	分組教室、投影設備、計算機。
試教成果與省思	<p>物理科省思：</p> <p>個人於民國 80-85 學年的歷史課程中，一直沒接觸過完整的台灣史，228、美麗島…等事件都是民國 96 年後陸續從新聞報導中窺得一二，再經由歷史科同事口中得知事件全貌，衝擊的是生長在台灣卻不知道這裡曾發生過的悲傷和勇敢。於是，讀過陳文成教授的資料後，將情緒抽離後開始進行這教案的產出。在跨科教案討論過程中，我們先定位出參與的學生年級別，以及先備知識後，再順著將同理心和理性判讀放進架構中，產出過程很順暢愉悅，知道是正進行著一件有重量的事情。期望透過這份教案，讓併存於時空中的物理和歷史帶給學生們更有意義的主題討論，經由物理學角度來瞭解歷史的路，常是沒有正解只有反思。</p> <p>歷史科省思：</p> <p>「如何運用有限的教學時間，透過政治案件體現白色恐怖的統治結構？如何讓號稱「天然獨」世代的學生理解現在的民主自由是有一群人在國家公權力被用來公然侵害人權的情況下仍懷抱著信念與熱情追求而來？而什麼樣的時代會讓人僅僅是募款、寄支票就家破人亡？」抱著這樣的想法進行跨學科／領域的合作。此教案雖尚未正式實施，但期盼教案的發想有助於教師進行教學設計時的思考，特別是以一學科兩節課的基礎不至於讓教師們對跨學科／領域的合作感到遙不可及；而此教案做為系列課程的開端，未來也許是跨科，從公民與社會談人權保障、犯罪處罰與媒體識讀；也許是跨領域，從國語文談商禽〈木棉花／悼陳文成〉散文詩內含的社會觀照……；如同教案主題「偵查現場：從物理角度審視歷史爭議事件」，轉型正義做為奠定與深化民主的一環，不分社會組、自然組或任何學制，都應該有所認識。</p>
附錄	<p>與此教案計算相關的歷屆物理試題：</p> <p>102 年指考—</p> <p>9-10 為題組</p> <p>如圖 4 所示，一質量為 m 可視為質點的小球從離地 H 處水平射出，第一次落地時的水平位移為 $\frac{4H}{3}$，反彈高度為 $\frac{9H}{16}$。若地板為光滑，且空氣阻力可以忽略，而小球與地板接觸的時間為 t，重力加速度為 g。</p>  <p>圖 4</p> <p>9. 第一次落地碰撞期間，小球在鉛直方向所受到的平均作用力之量值為何？</p> <p>(A) $\frac{m\sqrt{2gH}}{4t}$ (B) $\frac{7m\sqrt{2gH}}{16t}$ (C) $\frac{25m\sqrt{2gH}}{16t}$ (D) $\frac{5m\sqrt{2gH}}{4t}$ (E) $\frac{7m\sqrt{2gH}}{4t}$</p> <p>10. 小球第一次落地點到第二次落地點的水平距離為何？</p> <p>(A) H (B) $\frac{4H}{3}$ (C) $\frac{3H}{2}$ (D) $2H$ (E) $\frac{8H}{3}$</p>

2. 某生靜坐在樹幹筆直的果樹下，觀測以下 (I) 至 (IV) 四者的高度隨時間變化的情況：

- (I) 樹幹上的凹洞
(II) 從樹下沿樹幹等速向上爬行的松鼠
(III) 樹上落下的果實
(IV) 從樹上起飛且越飛越高的小鳥

該生將各運動簡化為質點運動，並以質點距地面的高度為縱坐標，時間為橫坐標，繪製高度對時間的關係圖，如圖 1 所示。關於圖線 (甲) 至 (丁) 與 (I) 至 (IV) 四者的高度隨時間變化的對應關係，下列選項何者最可能？



圖線 情境	甲	乙	丙	丁
(A)	I	II	III	IV
(B)	II	I	IV	III
(C)	IV	III	I	II
(D)	III	IV	II	I
(E)	IV	II	I	III

41-43 為題組

一些常見的繩索在拉力作用的情況下，與彈簧類似。當達成靜力平衡時，其伸長量 x 會隨著拉力的量值 F 而改變。若以 L 與 A 分別代表繩索未受拉力時的長度與橫截面積，並令繩索單位長度的伸長量 $x/L = S$ 、單位面積所受的拉力 $F/A = T$ ，則 T 對 S 的曲線大致如圖 5 所示。當 T 不超過線性上限 T_1 時，因 L 與 A 為定值，故拉力 F 與伸長量 x 成正比，即 $F = kx$ ，式中 k 為力常數。當繩索受到拉力而未斷裂時， T 的最大值稱為極限強度，以 T_m 表示。表 3 的力常數 k 是各類繩索在相同粗細與長度下測得的相對值，而 k_0 則為尼龍繩的力常數；至於 T_m 則僅與材質有關，而與繩索的粗細與長度無關；在表 3 中 MPa 代表 10^6 牛頓/平方公尺。試依據上述文字與相關圖表，回答第 41-43 題。

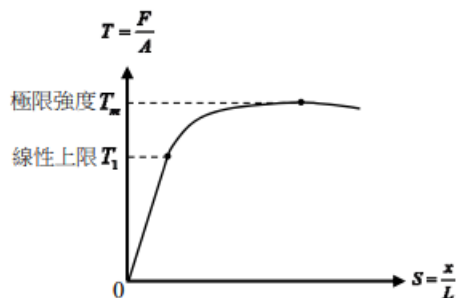


圖 5

表 3

繩索名稱	力常數 k	極限強度 T_m (MPa)
尼龍繩	k_0	620
棉繩	$2k_0$	230
蜘蛛絲	$3k_0$	1000
鋼索	$52k_0$	1330
碳纖維繩	$77k_0$	3430

42. 登山者在攀岩時常靠一端釘牢在岩壁的登山繩來支撐體重，但萬一不慎失足滑落，在將繩子拉直並繼續下降到最低點的過程中，失足者就會像高空彈跳者一樣，受到繩子向上的拉力而減速。減速過程的時間越短，繩子對失足者的拉力會越大，人也更容易受傷。假設由同一高處失足滑落，且所使用的繩索長短與粗細均相同，受力亦未超過線性上限，則登山者選用下列何種繩索，最可能可以減輕上述傷害？

- (A) 棉繩 (B) 尼龍繩 (C) 碳纖維繩 (D) 鋼索 (E) 蜘蛛絲

43. 假設電影中的蜘蛛人使用表 3 中的蜘蛛絲，希望能支撐 5000 N 的張力而不斷裂，則該蜘蛛絲的最小截面積約為多少 m^2 ？

- (A) 2×10^{-3} (B) 2×10^{-4} (C) 5×10^{-4} (D) 2×10^{-5} (E) 5×10^{-6}

46. 一質量為 60 kg 的成人駕駛質量 920 kg 的汽車，在筆直的高速公路上以時速 108 km (30 m/s) 等速度行駛，車上載著質量 20 kg 的小孩，兩人皆繫住安全帶。途中不慎正向追撞總質量為 2000 kg、時速為 54 km (15 m/s) 的卡車，碰撞後兩車糾結在一起，但駕駛人與小孩仍繫在座位上。假設碰撞時間為 0.2 s 且所有阻力的影響均可忽略不計，則在碰撞期間，安全帶對小孩的平均作用力大約多少 N？

- (A) 3000 (B) 2500 (C) 2000 (D) 1500 (E) 1000

105 年學測—

41-43 為題組

一物體的動量定義為質量與速度的乘積。假設甲、乙兩物體的質量分別為 m 與 m' ，此兩物體於 Δt 時段內發生正面碰撞，碰撞前後的速度變化量分別為 Δv 與 $\Delta v'$ 。依據牛頓第二運動定律，在 Δt 時段內甲、乙的平均受力 F 與 F' 分別為 $F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 與 $F' = m' \frac{\Delta v'}{\Delta t}$ ，而根據牛頓第三運動定律 $F = -F'$ ，故可得 $m\Delta v + m'\Delta v' = 0$ ，此即為「動量守恆律」。依據前述牛頓運動定律、動量守恆律，以及外力所作的功等於物體動能變化量的定理，回答下列 41-43 題有關碰撞的問題。

41. 以高速攝影機拍攝一質量為 50 g 之網球撞擊牆面的過程，所得到的球中心速度 v 對時間 t 的變化如圖 12 所示，則在撞擊牆面的過程中，網球受到牆面平均作用力的量值，最接近下列何者？

- (A) 0.02N
(B) 0.2N
(C) 2N
(D) 20N
(E) 200N

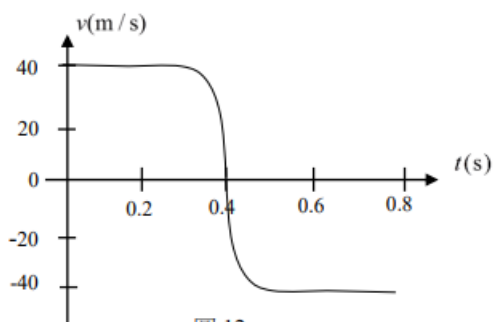


圖 12

105 年指考—

5. 從比水平地面高 100 m 的崖頂水平拋出一顆質量為 600 g 的籃球，籃球初速率為 10 m/s。當籃球擊中地面前瞬間，測得速率為 40 m/s，設重力加速度為 10 m/s^2 ，則墜落過程中籃球損耗的總力學能為多少？

- (A) 80 J (B) 150 J (C) 220 J (D) 300 J (E) 680 J

7. 某生打網球時，看見一時速為 80 km 的球水平朝自己飛來，立即揮拍回擊，使得球與原入射方向反向飛出，時速為 100 km。已知球質量為 50 g，且揮拍擊球時，球與球拍接觸時間為 0.10 s，在球與球拍接觸的這段時間，球所受的平均作用力之量值約為多少牛頓？

- (A) 50 (B) 40 (C) 35 (D) 30 (E) 25

106 年學測—

59. 王先生將半徑相等的甲、乙兩球對撞，以產生一維彈性碰撞，若甲球的質量為乙球的 2 倍，則下列有關兩球碰撞的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 甲、乙兩球的動量變化量之量值相同
(B) 甲球的動量變化量之量值約為乙球的 2 倍
(C) 乙球的速度變化量之量值為甲球的 2 倍
(D) 甲球的動能變化量為乙球的 2 倍
(E) 乙球所受撞擊力的量值為甲球的 2 倍

106 年指考—

1. 日常生活中常見的運動與牛頓運動定律息息相關，下列有關牛頓三大運動定律的敘述，何者正確？
 - (A) 依據第二定律，運動物體的速度方向必定與其所受合力的方向相同
 - (B) 依據第二定律，運動物體的位移方向必定與其所受合力的方向相同
 - (C) 用槳划水使船前進及加速的過程，可分別利用第三與第一定律解釋
 - (D) 用噴氣使火箭前進及加速的過程，可分別利用第三與第二定律解釋
 - (E) 溜冰選手站立於光滑水平地面以手猛推一下牆壁，反彈及其後以等速度離開，可分別利用第一與第二定律解釋
9. 有一登山隊員攜帶一個圓筒形鍋子上山，此鍋子蓋上鍋蓋後可以只靠鍋蓋重量而完全密閉，煮飯時在高山營地中測得當地氣壓為 720 毫米水銀柱，若要使鍋內的水恰在 100°C 時沸騰，而圓筒鍋的內直徑為 20 公分，則鍋蓋約需為多少公斤重？（1 大氣壓 = 760 毫米水銀柱 = 1.03×10^3 克重/平方公分 = 1.01×10^5 牛頓/平方公尺）
 - (A) 0.7
 - (B) 7
 - (C) 17
 - (D) 37
 - (E) 70

108 年指考—

7. 將位於同一高度的甲、乙兩質點，以相同初速同時鉛直上拋。甲在僅受重力的情況下，自初始上拋至再回到起點所需的時間為 $t_{\text{甲}}$ ，過程中最大的上升高度離起點為 h 。但乙在上升時，與一片固定在離起點高度為 $h/2$ 的水平鋼板面發生彈性碰撞而向下折返，自初始上拋至再回到起點所需的時間為 $t_{\text{乙}}$ 。若空氣阻力可忽略，則下列敘述何者正確？
 - (A) $t_{\text{甲}} = t_{\text{乙}}$
 - (B) 乙再回到起點瞬間，甲的速度方向為向下
 - (C) 在各自再回到起點瞬間，甲、乙兩者的動能相同
 - (D) 就上拋至再回到起點的整個過程而言，重力對甲所作之功大於對乙所作之功
 - (E) 乙發生碰撞後，向下運動的加速度量值，大於甲向下運動的加速度量值

109 年學測—

2. 王君搭乘熱氣球在廣闊無風的平原上空觀賞風景，熱氣球以等速度 5.0 m/s 鉛直上升時，王君不小心使相機從離地高度為 100 m 處離手而成為自由落體，若不計空氣阻力並取重力加速度為 10 m/s^2 ，則相機著地前瞬間的速度量值約為多少 m/s？
 - (A) 55
 - (B) 45
 - (C) 35
 - (D) 25
 - (E) 15

43-44 為題組

某選手由架上挺舉質量為 100 公斤的槓鈴，垂直挺舉過程中，槓鈴垂直速度隨時間的關係曲線如圖 9 所示（速度向上為正），圖中甲至壬為挺舉過程中的某些特定時刻。

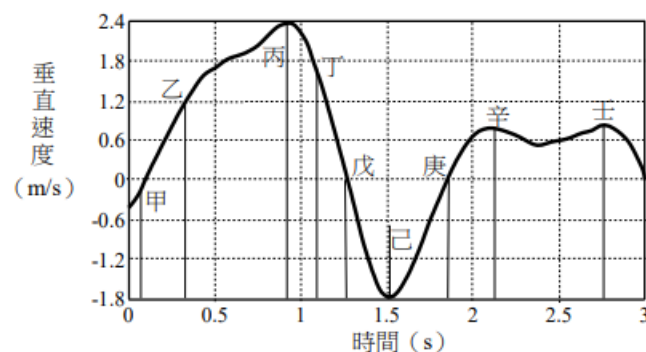


圖 9

44. 若取重力加速度為 10 m/s^2 ，則甲時刻到乙時刻之間，舉重選手挺舉槓鈴所施之平均作用力約是多少牛頓？
 - (A) 100
 - (B) 500
 - (C) 1000
 - (D) 1500
 - (E) 3200

5. 一顆落地前沒有旋轉的網球落在水平地面前瞬間的速度為 $(v_x, -v_y)$ ，其中 $v_x, v_y > 0$ ，落地反彈後瞬間的速度為 (v'_x, v'_y) ，其中 $v'_x, v'_y > 0$ ，如圖1所示。若網球和地面間有摩擦力，忽略空氣阻力，則下列有關網球反彈後運動的敘述何者正確？

- (A) $v'_x > v_x$ ，且網球以逆時針方向旋轉
 (B) $v'_x > v_x$ ，且網球以順時針方向旋轉
 (C) $v'_x < v_x$ ，且網球以逆時針方向旋轉
 (D) $v'_x < v_x$ ，且網球以順時針方向旋轉
 (E) $v'_x < v_x$ ，且網球並不旋轉

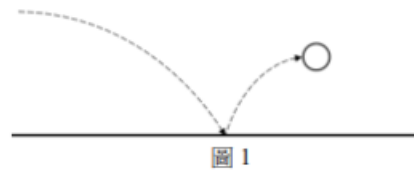


圖 1



21. 籃球比賽中，進攻球隊的當家射手運球在三分線外，突然急停跳投，以與水平面夾角 θ ($\cos\theta = \frac{4}{5}$) 的仰角、初速 $v_0 = 9.00 \text{ m/s}$ 將籃球投出，並通過籃框中心入網，已知籃框距離水平地面的高度 $H = 3.05 \text{ m}$ ，籃球被投出時，距離地面高度 h 、與籃框中心點的水平距離 $d = 7.20 \text{ m}$ ，若將籃球視為質點，且忽略籃球的旋轉與空氣阻力，則下列有關籃球運動狀態的描述哪些正確？（重力加速度 $g = 10.0 \text{ m/s}^2$ ）
- (A) 在運動的過程中，籃球的動能守恆
 (B) 籃球投出時的初始速率比其通過籃框中心時的速率大
 (C) 籃球從被投出至運動軌跡最高點經過的時間約 0.72 s
 (D) 籃球從被投出至通過籃框中心經過的時間約 1.00 s
 (E) 籃球被投出時，距離地面高度 h 約 2.65 m