

課程編號：7N1029

獎勵大學校院辦理區域教學資源整合分享計畫

夏季學院通識教育課程

課程計畫書

學校名稱	真理大學		
課程中文名稱	棒球場上的物理學		
課程英文名稱	Physics of Baseball		
授課教師姓名	李中傑	單位/系所	真理大學/通識教育中心

第一部份、課程規劃			
開課學校	真理大學		
中文課程名稱	棒球場上的物理學		
全英語授課	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否		
課程類別	<input checked="" type="checkbox"/> C 類一般課		
課程領域	<u>自然科學</u>		
修課人數上限	<u>50</u> 人		
特殊限制	★是否 開放 準大學生（高三升大一之新生）修課 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 ★是否 開放 研究生修課 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 ★是否 開放 旁聽 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否		
學分數	<u>2</u> 學分		
上課起迄日	<u>2017</u> 年 <u>07</u> 月 <u>11</u> 日至 <u>08</u> 月 <u>16</u> 日		
上課總週數	上課共 <u>6</u> 週，是否連續每週排課？ <input checked="" type="checkbox"/> 是，上課時間連續數週不中斷		
上課時間及節數	日期 <u>7/11,18,25, 8/1,8,15</u> 週 二 13:20 ~16:20 每次 <u>3</u> 節、共 6 次； 日期 <u>7/12,19,26, 8/2,9,16</u> 週 三 09:10 ~12:10 每次 <u>3</u> 節、共 6 次； 上課時數共計 <u>36</u> 節		
上課地點	<input checked="" type="checkbox"/> <u>國立臺灣大學</u>		
是否提供住宿	<input checked="" type="checkbox"/> 否		
課程目標	誰說物理學是門抽象的學科？誰說物理公式太過冰冷，而無法吸引一般人的目光？在棒球場上舉凡是高飛球的弧線、投手的球路軌跡、二縫線球、四縫線球、或是球棒甜蜜點的位置等等，無一不是可用物理學原理來給予解釋，棒球場就如同一個展示物理定律的奇幻舞台！只是大半的棒球迷忘記如何去欣賞這舞台上的物理展演。那就讓這門「棒球場上的物理學」以抽絲剝繭的方式，替所有的棒球迷上一堂你會感興趣的物理課，在棒球點滴之間揭開隱藏於棒球現象背後的科學原理。相信這門課會讓你激發出另一種觀看棒球的角度，甚至進一步地也能對物理學多出一分的好感，進而去追尋事物背後的基本道理與科學解釋，而這也正是現代公民社會中科學素養的具體表現。		
教學內容及進度	次別	上課日期/時間	課程內容
	1	2017/07/11(二) 13:20—16:20	<input type="checkbox"/> 課程介紹 - 棒球的物理思考 <input type="checkbox"/> 力學 ABC - 如何描述物體的運動/ 牛頓的三個運動

		定律/ 牛頓的重力理論 <input type="checkbox"/> 理想狀況下的棒球可飛多遠？
2	2017/07/12(三) 09:10–12:10	<input type="checkbox"/> 作用於飛行棒球上的力有哪些？ <input type="checkbox"/> 棒球飛行的流體力學 – 氣動力怎麼來？ <input type="checkbox"/> 阻力係數與馬格納斯係數的大小測定 <input checked="" type="checkbox"/> 棒球飛行的流體力學 – 量綱分析(此單元建議同學於課後可自行在教學網上觀看我所錄製的教學影片)
3	2017/07/18(二) 13:20–16:20	<input type="checkbox"/> 如何以 Excel 處理簡單的數值分析 <input type="checkbox"/> 棒球飛行軌跡的科學解釋 <input type="checkbox"/> 投手的技倆 – 球種介紹
4	2017/07/19(三) 09:10–12:10	<input type="checkbox"/> 物理學家眼中對投手不同球種的科學解釋 <input type="checkbox"/> 大聯盟官方網站之 GAMEDAY <input type="checkbox"/> GAMEDAY 之核心 – PITCH f/x 系統對投手球路的追蹤 <input type="checkbox"/> 王建民得意與難過的一天
5	2017/07/25(二) 13:20–16:20	<input type="checkbox"/> 課堂小實驗 – 人的反應時間(分組) <input type="checkbox"/> 細看打擊者的揮棒與視覺反應時間 <input type="checkbox"/> 紅線密碼
6	2017/07/26(三) 09:10–12:10	<input type="checkbox"/> 棒球的製造 <input type="checkbox"/> 棒球之反彈係數(COR) <input type="checkbox"/> 從棒球的反彈係數談「能量」的概念 <input type="checkbox"/> 影響棒球反彈係數的因素
7	2017/08/01(二) 13:20–16:20	<input type="checkbox"/> 球棒的製造 <input type="checkbox"/> 從球棒的平衡點談「質量中心」與「力矩」的概念 <input type="checkbox"/> 怎樣的球棒比較好揮？
8	2017/08/02(三) 09:10–12:10	<input type="checkbox"/> 球棒的轉動慣量與揮棒速度 <input type="checkbox"/> 打擊出去 – 剛體間的正向碰撞 <input type="checkbox"/> 球棒的反彈率 <input type="checkbox"/> 打擊出去的棒球可飛多快？
9	2017/08/08(二) 13:20–16:20	<input type="checkbox"/> 非理想剛體撞擊後的振盪模式 <input type="checkbox"/> 細看球棒遇見球 <input type="checkbox"/> 外野守備的第一步是看到球，還是聽到球？ <input type="checkbox"/> 何處是球棒的「甜蜜點」？
10	2017/08/09(三) 09:10–12:10	<input type="checkbox"/> 球棒「甜蜜點」再思考 – 撞擊中心 <input type="checkbox"/> 木棒與鋁棒的比較 – 彈簧墊效應
11	2017/08/15(二) 13:20–16:20	<input type="checkbox"/> 問題討論 – 有沒有可能打出一支 600 英尺全壘打？ <input type="checkbox"/> 問題討論 – 快速球，還是曲球可打得遠？ Ps. 此兩問題會在課程介紹時提出，且為開放沒有明確答案的問題。學生將需運用到之前所討論過的所有物理定律來討論此兩問題。此兩問題亦會納入期末報告。
12	2017/08/16(三) 09:10–12:10	期末分組報告與課程總體檢討
教學助理規劃	請勾選教學助理類型，並預估需求人數：	

	<p>■申請 C 類一般課教學助理，預估 TA <u> 1 </u> 人</p> <p>請說明運用教學助理之規劃：</p>
指定用書	<p>指定閱讀教材：課程教學投影片 pdf (可由我所管理之 FB - 「棒球場上的物理學」社團下載)</p> <p>延伸閱讀：《棒球物理大聯盟》，第二版，李中傑 著，五南出版社，2016 年 10 月，ISBN 978-957-11-8793-8</p>
參考書籍	<p>《瘋足球，迷棒球》，Stefan Szymanski and Andrew Zimbalist (張美惠譯)，時報出版，ISBN 978-957-13-4805-6</p> <p>《圖解台灣棒球史》，王御風、蔡博任 著，好讀出版，ISBN 978-986-178-326-0</p> <p>以上兩本參考書籍為探討棒球文化的好書，亦可作為本課程期末報告的參考書籍。</p>
作業設計	<p>作業一：問題面向 - 棒球的飛行。(第六次上課繳交)</p> <p>作業二：問題面向 - 球與球棒的特性。(第十一次上課繳交)</p> <p>(此兩次作業的難度均偏易，旨在讓學生能複習課堂的內容)</p> <p>期末報告：課程的整體報告(含對棒球文化的一些探討)，見附錄一(以 104 學年度夏季學院本課程之期末報告為範本)</p>
成績評定方式	<p>本課程除出席為個人成績外，其餘分數的評定將以組為單位。</p> <p>出席與課堂表現 - 20%；作業成績 - 40%；期末報告(口頭與書面) - 40% (含 10% 的同儕評量)</p>
特殊創意規劃	<ul style="list-style-type: none"> ● 棒球乃是一個可包容個人風格的團隊運動。因此，本課程除了課堂講棒球外，也要讓大家學習尊重個人，以及有個團隊合作的經驗。 <p>本課程分組的人數將以 8 人為原則，除問題作業的團隊討論外，每人也各掌職責如下：隊長(1 人，負責召開會議)、課程小老師(2 人，須會 Excel 的基本程式撰寫與分析，亦可幫我照顧到每一人對課堂的理解)、會議紀錄(2 人，負責每次團隊會議的記錄)、文字校稿(1 人，負責期末報告的文字校稿工作)、美編(1 人，負責期末報告的美編工作)、最後一週期末作業的報告人(1 人)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本課程有提供我所管理經營之 FB - 「棒球場上的物理學」社團，方便學生之問題討論與互動。
課程網址	<p>FB - 「棒球場上的物理學」社團，</p> <p>https://www.facebook.com/groups/629401813855971/</p>
其他補充資料	<p>附件一 作業與期末報告(以 104 學年度夏季學院本課程之作業與期末報告為範本)</p>

棒球場上的物理學 第一次作業 (07/20 上課前繳交，以組為單位。)

1. 棒球飛行時會受到哪些力的作用？這些力又是怎麼來的？若有一快速球其球速 100mph，自旋速度 1,400rpm。
請評估一下作用於此球上的力，其大致的大小比例為何？(ps.注意單位的使用)
2. 九局下半，一出局三壘有人。打擊者擊出一球右外野不遠不近的飛球，右外野手就在 280 英尺(約 84 公尺)處將此飛球接殺出局。此時三壘跑者開始加速飛奔本壘，右外野手試圖在最快的時間內將球傳回捕手以刺殺跑者。假設此右外野手的出手球速最快可達 95mph (約 42.2 m/sec)。在下列條件中：
 - (a.) 理想狀況下。
 - (b.) 不考慮球的自旋，然空氣阻力之阻力係數 $C_D = 0.3$ 。
 試問此右外野手要以幾度的仰角將球傳出？(此題可利用 Excel 作答)
3. 許多投手都以能夠投出多種球路而自豪，像快速球(fastball)、曲球(curve)、滑球(sliver)、指叉球(fork ball)、螺旋球(screwball)等等。為什麼會有這些不同的球路？其特色在哪？又是什麼樣的原因造成這些不同的球路？請盡可能地以作用於球上之力圖來說明。
4. 遠征美國大聯盟的日本名投松坂大輔，除了球投的好外，他所投的「迴轉球」(gyroball)在棒球的科學界還引起一陣子的討論。關於這「迴轉球」(gyroball)的球種，它到底是什麼球？又此球種有何特性？也試著以科學的論述去分析此球種的可能軌跡。

棒球場上的物理學 第二次作業 (08/03 上課前繳交，以組為單位。)

1. 反應時間的實驗：

實驗器材：30 公分直尺

實驗方法：一人拿起直尺使之垂直向下(手於直尺的頂端)，直尺的最下端則於另一人拇指與食指之間(直尺此端的刻度為零)。拿尺的人無預警地放開直尺使之自由落下，另一人則盡可能地快速合起拇指與食指以抓住直尺。藉由抓住直尺位置的刻度，記錄直尺下落的距離。相同的實驗步驟重覆十回，並記錄下實驗結果。

實驗編號	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
下落距離 d (單位: cm)										
反應時間 t (單位: sec)										

ps. 反應時間 $t = \sqrt{2d/g}$ ，其中 $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ 。

平均反應時間=?，實驗結果之標準差=?，實驗可能出現的誤差原因有哪些？又如何去改進此實驗？

2. 依照大聯盟對棒球反彈係數(COR)的要求 $e = 0.546 \pm 0.032$ ，試問棒球於撞擊後其能量損失大約百分之多少？又影響棒球反彈係數的因素有哪些？

組員(隊長)照片	自我介紹、為何選此課又對此課程有何期待？ 課堂內容中的哪一部分你覺得最有興趣？ (500 字左右即可)
組員照片	Ps. 依組別成員數與此規格自行增減列數。

3. 雖然球隊的全壘打總數直接與隊中大砲型打者的多寡與能力有關，但如果你去比較各球隊歷年的全壘打數，你還是可發現在某些特定球場比較容易打出全壘打。也就是說，在相同的投打條件下，某些球場上是可以把球打的較遠。試問有那些環境因素會影響這球的飛行距離，也量化評估一下其影響程度。同時我們又有什麼辦法來防止這環境因素的干擾，理由何在？

4. 理想的職業球場上，擁有好成績，自然就可簽得好合約。打放水球太不入流了，把球打好才是賺錢之道。但有些選手為了把球打好還是作了一點於法不容的勾當，暗地把球棒的前端挖空，並填充一些像是軟木塞的物質(corked bat)，他們所盤算的理由為何？而這作弊的球棒有用嗎？

棒球場上的物理學

一、組員介紹

二、棒球在台灣

1. 台灣第一支正式棒球隊於何時、何地成立？
2. 台灣第一支離開台灣本島外出比賽的球隊為哪一支球隊，又是何時？
3. 請描述一下台灣 50 及 60 年代，台灣棒球的概貌。
4. 請描述一下紅葉棒球隊的興衰過程。
5. 台灣第一支在美國威廉波特拿下少棒世界冠軍的球隊為何？何時？此球隊之球員組成來自何地？
6. 探討一下為何於美國威廉波特拿下少棒世界冠軍，會讓國人如此的瘋狂？
7. 台灣的第一個職棒聯盟何時成立？當時報章媒體對此事的輿論與期許為何？
8. 台灣職棒的發展上，是否有第二個職棒聯盟出現過？若有，為何出現？又如何與原先的聯盟競爭？其結果又如何收場？
9. 你期待台灣的職棒有第二個聯盟成立嗎？為什麼？

三、我們常稱呼「棒球」為台灣的「國球」。那何謂「國球」？申論之，並舉出一個實例來驗證你們的論述。

四、對 3/4 側投之右投手與左投手，試分別定性地描述其「快速球」與「曲球」之球路軌跡。(請以出作用於各球路上球之力圖來回答此題)

五、試分析有沒有可能打出一支 600 英尺的全壘打？

六、團隊點滴、課程總結與建議