

國立清華大學課程大綱

科目中文名稱	有趣的粒子物理簡介
科目英文名稱	Brief introduction of particle physics
學分	2
任課教師	張蓉

請勾選	此科目對應之系所課程規畫所欲培養之核心能力 Core capability to be cultivated by this course	權重 (百分比) Percentage
<input checked="" type="checkbox"/>	自我瞭解溝通表達 Self-awareness, expressions & communication	20%
<input checked="" type="checkbox"/>	邏輯推理批判思考能力 Logical reasoning & critical thinking	30%
<input checked="" type="checkbox"/>	科學思維反思 Scientific thinking & reflection	40%
<input type="checkbox"/>	藝術人文涵養 Aesthetic & humanistic literacy	<input type="checkbox"/> %
<input type="checkbox"/>	資訊科技媒體素養 Information technology & media literacy	<input type="checkbox"/> %
<input checked="" type="checkbox"/>	多元觀點社會實踐 Diverse views & social practices	10%

### 一、課程說明

地球中的物質由原子、分子組成，分子由原子組成，而原子由電子、質子、中子組成。除了這些熟知的粒子外，從量測宇宙射線以及對撞機等實驗中，漸漸發現多種不同的粒子。如組成質子、中子的夸克(quark)，同樣由夸克組成的介子(meson)，或是和電子同樣帶電的渺子(muon)，以及質量很小的微中子(neutrino)等。科學家建立粒子物理的標準模型(the Standard Model)，預測現存粒子及粒子之間的交互作用力。2012年，大強子對撞機觀測到希格斯粒子(Higgs particle)。目前為止，所有標準模型預測的粒子，都已被實驗觀測到。

本課程將依序介紹目前已發現的粒子，和這個粒子相關的實驗，並其有趣的科學現象。以及目前尚未觀測到的物質。

### 二、參考資料

1. “費曼的6堂Easy物理課” 費曼(Richard P. Feynman)
2. “費曼的6堂Easy相對論” 費曼(Richard P. Feynman)
3. “讓世界變簡單的日常物理學:徹底了解萬物本質, 辨別真相與欺詐” 松原隆彥
4. “給未來總統的能源課:頂尖物理學家眼中的能源真相” 理查.繆勒(Richard A. Muller)
5. “夸克與宇宙起源” 侯維恕

6. “為什麼  $E = mc^2$ ? 探索時空、質量之源與希格斯粒子” 考克斯(Brian Cox), 福肖(Jeff Forshaw)
7. “我們如何丈量世界:從生活的單位看見科學的趣味” 格瑞姆.唐諾(Graeme Donald)
8. “臥底身邊的科學秘密” 小谷太郎
9. “10種物質改變世界” 米奧多尼克(Mark Miodownik)
10. “Introduction to Elementary Particles” David Griffiths
11. “Symmetries of the Standard Model” Scott Willenbrock, arXiv:0410370 [hep-ph]
12. “Galaxy Formation” Longair, Malcolm S.
13. “Particle Data Group” <https://pdg.lbl.gov/>

#### 四、教學方式

1. 老師課堂講述內容，課堂發問及討論。
2. 期中團體報告：介紹粒子物理實驗。
3. 期末報告：介紹一個粒子（已發現的粒子、或新物理模型預測過但尚未發現的粒子，課堂中介紹過或沒有介紹都可以）或是介紹一位粒子物理學家，二選一即可。

#### 五、教學進度

週次, 日期	主題
1, 9/2	課程大綱、評分標準、教學方式簡介： 第一堂課程將簡介課程大綱、評分方式，並介紹粒子物理課程內容。 課程延伸閱讀資料：參考資料1, 10, 11
2, 9/9	電子： 這堂課將介紹電子的發現，測量電子電荷的油滴實驗等，以及加速帶電粒子產生的輻射。 課程延伸閱讀資料：參考資料1, 3, 8
3, 9/16	光子： 這堂課將介紹光的粒子性、波動性，以及光電效應及太陽能發電等。 課程延伸閱讀資料：參考資料1, 2, 3
4, 9/23	輕子與反粒子： 從宇宙射線中，發現正子、渺子等粒子。正子是電子的反粒子，帶電的渺子和電子同為輕子。這堂課將介紹輕子（電子、渺子、 $\tau$ 子）及反粒子相關內容。 課程延伸閱讀資料：參考資料3, 10, 11

週次, 日期	主題
5, 9/30	<p>微中子（一）：</p> <p>微中子是質量最輕的粒子，但標準模型尚未能夠解釋它的質量來源。這堂課將介紹它的發現、微中子震盪以及相關實驗。</p> <p>課程延伸閱讀資料：參考資料3, 10</p>
6, 10/7	<p>質子、中子、介子與夸克：</p> <p>這堂課將介紹質子、中子、介子以及組成這些粒子的基本粒子夸克。</p> <p>課程延伸閱讀資料：參考資料5, 9, 10</p>
7, 10/14	<p>原子與核能發電：</p> <p>這堂課將介紹原子以及核能發電。</p> <p>課程延伸閱讀資料：參考資料3, 4, 8</p>
8, 10/21	<p>電弱作用力與強作用力：</p> <p>這堂課將介紹電弱作用力與W和Z玻色子，以及強作用力與膠子。</p> <p>課程延伸閱讀資料：參考資料1, 2, 3, 6</p>
9, 10/28	<p>標準模型與希格斯粒子：</p> <p>希格斯粒子是標準模型中最後一個被觀測到的粒子，在標準模型中可以解釋質量的起源。這堂課將介紹它的發現以及如何賦予粒子質量。</p> <p>課程延伸閱讀資料：參考資料5, 6, 10</p>
10, 11/4	期中報告（一）
11, 11/11	期中報告（二）
12, 11/18	<p>微中子（二）：</p> <p>微中子是質量最輕的粒子，但標準模型尚未能夠解釋它的質量來源。這堂課將介紹解釋微中子質量的新物理理論模型。</p> <p>課程延伸閱讀資料：參考資料3, 10</p>
13, 11/25	<p>頂夸克：</p> <p>頂夸克是標準模型中最後一個被觀測到的夸克，這堂課將介紹它的發現，以及質量、特性等研究。</p> <p>課程延伸閱讀資料：參考資料5, 6, 10</p>

週次, 日期	主題
14, 12/2	宇宙起源與暗物質： 課程延伸閱讀資料：參考資料3, 5, 6, 10, 12
15, 12/9	其他新粒子： 標準模型是目前被實驗證實最全面的粒子物理理論模型，但標準模型中不能解釋中子的質量來源以及暗物質等的新物質。這堂課將介紹新物理模型以及實驗觀測新粒子的方向。 課程延伸閱讀資料：參考資料5, 6, 10, 12
16, 12/16	課程總結與回顧期末報告
17-18	同學可自行閱讀粒子物理相關實驗文章、科學家生平、粒子物理介紹影片。

## 六、成績考核

### 1. 期中團體報告 60%

報告題目/內容：介紹粒子物理實驗，包含實驗站的簡介、目的、探測的內容、.....。

書面報告：五頁A4以內，整組繳交一份。(20%)

口頭報告：時間視選修人數而定，需整組參與，約15分鐘。(20%)

團隊合作分數：老師評分，將參考團隊分工表及組員互評表以及老師參與的組別討論時間。(20%)

公布分組日期：9/23

9/23後每堂課保留最後15分鐘，組別討論期中報告內容，老師隨機參與不同組別討論，將作為團隊合作分數依據之一。

報告繳交日期：10/28，需繳交：書面報告、口頭報告使用之投影片、團隊分工表、組員分工互評表。

### 2. 期末報告 40%

繳交日期：11/25~12/8

題目二選一：

(一) 介紹這個粒子的動機、粒子的介紹(歷史、探測實驗/新物理模型、.....)、介紹完這個粒子的心得、參考資料，三頁A4以內。

(二) 介紹這位粒子物理學家的動機、粒子物理學家的介紹(生平、貢獻、.....)、介紹完這位物理學家的心得、參考資料，三頁A4以內。

## 七、採用下列何項 AI 使用規則

本課程無涉及AI使用

## 八、可連結之網頁位址

eeclass 數位學習平台