



# 中大物理通訊

2008 年 3 月

第 8 期

http://www.phy.cuhk.edu.hk/

physics@cuhk.edu.hk

2609 6339

## CU Physics Newsletter

### 系況速遞

- ◆ 今個學年共有 11 名本科生獲選參加中大的交換生計劃，人數是歷年來最多的。參與交換的國家包括中國、美國、加拿大、丹麥和瑞典。他們到海外包括美國加州大學柏克萊分校和加拿大多倫多大學等的知名學府交換學習一至兩個學期，在學習之餘更可以親身體驗不同地方的風俗和文化。
- ◆ 今個學期新增設了「氣象學中的物理」的科目予本科同學修讀。本課程簡介氣象學及天氣預測中的物理原理。課程包括流體物理學、動態氣象學、大氣熱力學、大氣物理(光氣、電學和雲)、天氣系統及現象、天氣觀測、分析及預測。此外，亦會安排學生參觀香港天文台總部及其戶外觀測站，以明瞭各觀察儀器和實際生活中天氣分析及預報的操作。
- ◆ 物理英才精進課程已進入第三單元—量子世界。

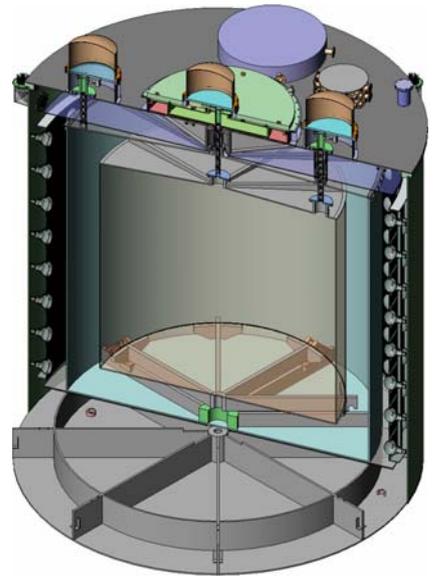
### 大型科研項目成功取得撥款

#### 大亞灣核反應堆反中微子振盪實驗計劃

本系教授朱明中與港大物理系的研究組成員最近成功申請到研究資助局的協作研究金(前稱中央撥款)，為其研究項目「配合大亞灣反應堆中微分子實驗的科研發展」取得港幣 9 百萬元的撥款。所有協作研究金的申請是由協作研究金小組委員會進行嚴格評審，並由多位來自世界各地的海外專家審閱人員協助評核。此項研究金主要為研究人員提供較長期的資助、令研究人員擁有更大的發揮條件、以及進一步提升卓越學科領域的潛能。此筆撥款將會用作於購買儀器和增聘研究人員。

此項計劃開始自 2004 年，當時朱教授以及系內一班學生參加了一項利用大亞灣核電廠所產生的反中微子去量度  $\theta_{13}$  的計劃。此項計劃自展開以來一直備受關注，並吸引到國際一流的專家前來合作，現已發展成一項大型的國際性科研項目。今次成功取得大額撥款，無疑為研究組成員注入了更大的信心和動力，亦肯定了他們一直以來所付出的努力和心血。

而經過三年多以來的籌劃及準備，位於大亞灣的實驗室已於去年年底開始動工興建，所需的中微子探測器亦已開始構建，預計於 2009 年中便可以正式投入運作。有關此項研究計劃的詳情可參看網頁 <http://theta13.phy.cuhk.edu.hk/index.htm> 及本通訊第 4 期。



中微子探測器的橫切面圖：3 層結構，最中間是直徑 3 米、高 3 米盛載滲 Gd 元素液體閃爍劑的阿加力膠缸；外一層是直徑 4 米、高 4 米的盛載普通液體閃爍劑的阿加力膠缸；最外層是直徑 5 米、高 5 米盛載礦物油的不銹鋼缸。液體閃爍劑會把粒子放下的能量轉成光子，不銹鋼上有 192 支光電倍增管去接收這些光子。

#### 今期主要內容

- 科研焦點：對稱、對稱破缺、和純自旋流的直接測量
- 人物專訪：李炳華博士
- 最新動態

## 對稱、對稱破缺、和純自旋流的直接測量

劉仁保教授

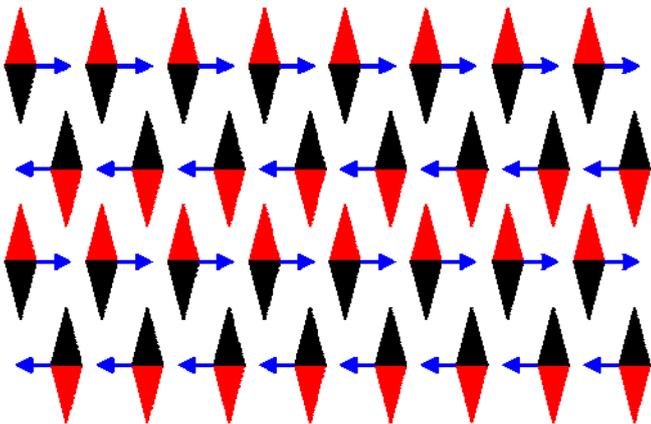
自旋是量子世界裡的一種獨特現象。簡而言之，自旋類似有南北極的小磁針（見圖一），不過它的磁矩只能取某些離散的值。電子帶電荷，也有自旋。用電子自旋儲存信息在現代信息科技中已不是什麼新聞。我們用的磁盤和記憶棒都是如此。去年的諾貝爾物理學獎也頒發給發現並開發“巨磁阻”效應的幾位科學家—該效應在磁盤讀寫中有廣泛應用。現在科學家還想利用自旋來處理信息。這一方面是因為現有的利用電荷來處理信息的大規模集成電路愈來愈難以提高集成度，特別是難以克服電流致熱問題；另一方面則是因為自旋的量子特性或許可以用於並行量子計算（參看《中大物理通訊》第 3 期）。我們可以控制自旋使其原地轉動，這是自旋量子計算的基礎。也可以移動自旋所在位置而獲得自旋流。自旋流是自旋電子學中的基本要素。

尤其有意思的是“純自旋流”，其中自旋朝上的電子和自旋朝下的電子以相同的平均速度反向運動（見圖一）。在純自旋流中，既沒有淨磁化，也沒有淨電流（因此也沒有電流致熱）。怎麼測量這樣一個看起來“什麼都沒有”的流卻是一個問題。現有的辦法包括截斷自旋流而在相對的邊緣累積相反的磁化以便傳統的磁光學測量（例如法拉第效應）。也可以通過類似霍爾效應的機制將自旋流轉變成為電流或電壓以便電學測

量。一個有趣而又基本的問題是：我們能不能直接測量純自旋流呢？

不妨先考慮一個更基本的問題：究竟什麼樣的物理量能夠被測量？我們發現，一個“完美的”、具有所有對稱性的物體和空無一物並無區別，也無法測量（按：“所有的對稱性”卻並無定義）。破壞了對稱性的或說“有缺陷”的物理現象則必有可觀測到的效應。例如一個點電荷在空間引入了一個“點缺陷”，破壞了平移對稱性，產生可測的電場。一個電流回路在空間引入了一個“環缺陷”，產生可測的磁場。這其中的道理是：若整個系統（或世界）具有所有的對稱性，描述它的作用量或哈密爾頓量必然在所有的對稱變換下保持不變（即為一個“標量”）；若有一個流破壞了某種對稱性，則必有一個相應的流和它耦合成標量以恢復對稱性。耦合的流即可直接測量那個破壞對稱的流。上世紀 60、70 年代時，這個原理在描述粒子物理中的流-流相互作用中不乏應用。

純自旋流破壞了什麼對稱性？考察之後我們發現它破壞了空間反演和旋轉對稱性。那什麼樣的流具有一樣的對稱特徵而可以用來測量它呢？自然地，另外一個純自旋流就可以。當然我們並不希望用到另外一個自旋流（否則又如何測量另外那個自旋流？）。我們想到了光。光子有兩個正交的偏振方向，就像電子有兩個自旋取向。一束光可以看作一個“光子自旋流”（若不計光的能量流，它就是純自旋流）。直接計算也顯示，在半導體中，虛的光子吸收和發射可以導致純自旋流和光子自旋流的耦合，以致不同偏振的光的速度或折射率會有所不同，因而出現光雙折射現象，類似磁光學的法拉第效應和 Voigt 效應，只是這裡無涉淨磁化。這種自旋流之間的耦合可以類比電流的奧斯特效應和安培效應：一個“純”電流包含相反傳播的正電荷和負電荷，它處處電中性卻可以用一個磁針或者另外一個電流來測量—其實磁針就是一個小的電流回路。



圖一：指向相反的自旋的反向運動形成純自旋流。

作者簡介：劉仁保於 1995 年獲南京大學物理學學士學位，其後進入中國科學院半導體研究所研究半導體中超快量子現象（即快至萬億甚或千萬億分之一秒之過程），於 2000 年獲理學博士學位。隨後作為博士後人員進入清華大學高等研究中心，專門研究超強超快電磁場下半導體中量子干涉現象，直到兩年後加入加州大學聖迭戈校區沈呂九先生的研究組。劉教授於 2006 年加入本系成為助理教授。目前劉教授主要研究量子計算和納米結構之量子光學等。

# 人物專訪

## 李炳華博士

簡介：李炳華博士是本系校友，他分別在 1984 及 1986 年於本校取得物理學學士及哲學碩士學位，其後赴美國德州大學奧斯汀分校深造，主攻流體力學、非線性波及電算物理，於 1993 年取得博士學位，現任職香港天文台科學主任。最近物理系增設了「氣象學中的物理」(Physics in Meteorology) 的科目供本系的學生修讀，李博士便是其中一位任教該科的教授，我們特此替他作了一個專訪。

問：為何你畢業後會進入香港天文台工作呢？

答：其實我在 93 年畢業返回香港的時候已經申請成為科學主任，未入職前我曾經在中大物理系跟梁培燈教授一起做有關水珠的研究，直到 94 年 9 月才正式入職。我在天文台的工作包括日常天氣預報、數值天氣預報 (Numerical Weather Prediction, NWP) 和臨近預報 (Nowcasting) 的研究及開發、研究風切變和湍流對航空的影響、以及定期作電視天氣報告等。我現時亦於中大和港大任教氣象學。

問：那麼為何你會在中大物理系教授氣象學呢？

答：任教這一科的目的是希望提升香港學生對氣象及大氣科學的興趣，以培養更多這門學科的本地人才。其實氣象與社會息息相關，但香港在這方面的研究卻很缺乏。近年我們聽到很多系內的同學要求增設氣象學，天文台當然會全力支持，與梁培燈教授和朱明中教授商討後，便決定於本年增設氣象學。作為校友的我能任教這一科，亦感到十分高興。

大氣科學的基礎是物理學，近年氣象學的發展主力在遙感 (Remote Sensing) 和數值天氣預報，當中有很多物理概念，所以在物理系開設氣象學是最合適的。有別於通識的氣象學，這一科會比較深入，亦是應用學科，所以我們需要同學具備大學一、二年級的基礎物理知識才能修讀。

問：你如何看現時香港天文台和中大物理系的關係呢？

答：一向以來，入職天文台的同事多為中大和港大物理系的校友，所以我想，早應該有天文台的同事來中大教授氣象學。而事實上在 80 年代開始已經有天文台的同事於港大任教氣象學。今年在中大開科教授氣象學雖然是遲了一點，但也是一個好的開始。我希望這一科能繼續下去，最重要是中大的同學有興趣。

此外，愈來愈多中大物理系同學於天文台進行研究工作，例如碩士研究、畢業作業 (Final Year Project) 和暑期實習，剛剛亦開始合辦一年制的實習計劃。透過這些途徑，同學們有機會在天文台上班，體會天文台的工作。和其他政府部門不同，天文台很著重研究，所以如果有同學對氣象學及有關的研究感到興趣，都可以接觸我們。



李炳華博士

問：香港天文台在未來會有甚麼新的研究和發展方向？

答：我們會著重颱風強度的預測、暴雨天氣預測以及氣候轉變的研究，亦會著重發展一些能直接予市民應用的天氣服務。例如早前天文台就設立了有關飛行、遠足及攀山、關顧長者等的天氣資訊網頁，遲些亦會有專門為奧運比賽剪裁的貼身服務。

提到奧運，我們已經把部分電腦系統運送到北京，在北京奧運中預測大雨、雷暴、冰雹等惡劣天氣。世界氣象組織裡的幾個尖端氣象機構亦會參與這個示範項目，所以這同時是另類比拼，可以說是氣象界的奧林匹克吧。

問：最後，你對有志從事氣象研究的同學有何忠告或經驗分享呢？

答：第一要緊的是要讀好本科物理。第二，要多留意天氣變化。氣象是一個每日都會遇到的問題，很多物理原理在每日的生活上都能應用得上，而我比較喜歡處理 “real life problem”，從中尋找 “real life solution”。事實上有不少氣象問題，單純從理論未必能夠解決到。最後，氣象已經發展成為一門跨學科的學問，除了物理外，亦需要數學、化學、電腦、地理、甚至生物科的知識。所以如果要從事氣象研究，必須要與時並進、同時要有肯學習的態度，因為氣象學與天氣一樣，每一刻都在發展、變化。

(是次專訪由碩士二年級生柳已丞主持及筆錄。)

## 最新動態

### 第二屆北京大學-香港中文大學本科生物物理學學術論壇

第二屆本科生物物理學學術論壇將於5月17日至19日舉行。如往年一樣，是次論壇由中大物理系和北大物理學院的本科生負責籌辦，不同的是舉辦的地點由中文大學移師至北京大學。論壇的目的是為兩校物理本科生和研究生提供交流學習和展示科學思維的平台，內容將包括教授演講、學生演講和小組討論。此外，北大方面亦會一盡地主

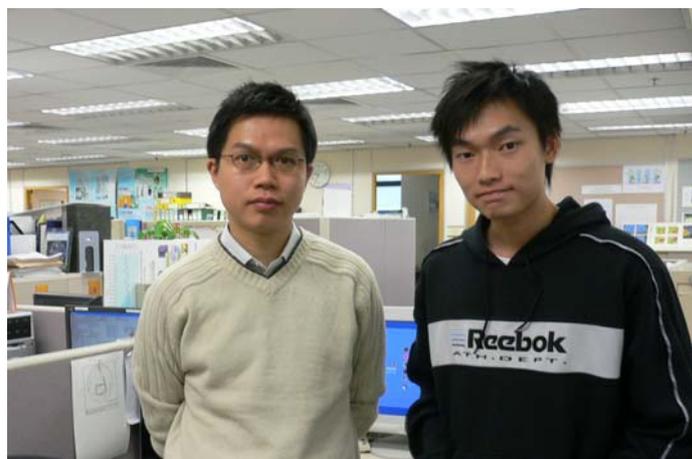
之誼，在空餘時會安排本系的師生於當地遊覽和觀光。

是屆論壇亦設立了學術獎勵（包括獎狀和現金獎），頒授予於演講中有優秀表現的同學，評審將由兩系的教授擔任。系主任林海青教授將會率領一眾師生前往北京出席論壇並擔任評審，而出席的同學將會獲系方資助部分開支。

### 科研實習計劃 (Placement Programme) 2008

本系今年首次與香港天文台合作，合辦一個一年制的實習計劃，為系內本科生提供研究氣象學和實習的機會。此計劃每年會甄選二至四位同學到天文台實習，而獲選的同學均會獲得天文台的獎學金。以下是今年其中一位獲選參與此計劃的同學劉保宏的小小工作匯報。

「大家好，可以在此為大家介紹一下小弟的工作實在榮幸。小弟現正在‘預報拓展組’跟隨一名科學主任作專題研究工作，利用數值天氣預報的方法預測香港區域雷暴的發生。小弟在過程中參考過很多學術文章，學到了很多氣象物理之餘，還須運用學過的物理知識和思維應用在研究之上。有趣的是，這兒在濃厚的學術氣氛中滲透著豐富的人情味，科學主任們有時也會像一個大小孩的呢！」



劉保宏同學（右）和天文台科學主任黃偉健先生（本系校友，分別在 93 及 95 年取得學士及碩士學位）

### 校友會周年聚餐

校友會周年聚餐於今年 2 月 2 日晚上假大學賓館舉行。眾校友再次聚首一堂，並於餐後進行大合照。（校友會網址：<http://www.phy.cuhk.edu.hk/alumni/>）

