

詩經·國風·王風·采葛

狂想主題： 物理心理時間與相對論

朱嘉雯 & 吳秀陽

課程內容

2

週次	內容
10	七月流火·九月授衣 從先民的節氣與農作習俗·談全球暖化與氣候變遷的影響和科技如何幫忙解決問題。
11	昔我往矣·楊柳依依 從久戍戰士的層層追憶·談電影科技與電影語言。
12	手如柔荑·膚如凝脂 從先民的審美觀·談美的歷史與現代美容藥妝科技。
13	天命玄鳥·降而生商 從先民的神話傳說·談現代生物科技。
14	一日不見·如三秋兮 一日不見·確實能歷三秋·談物理時間、心理時間與相對論。
15	有美一人·清揚婉兮 從先民情侶的浪漫邂逅·談科技對現代人感情世界的影響。
16	東方未明·顛倒衣裳 勞動者的更大悲哀或轉機—淺談人工智慧自動化對勞動市場的衝擊。
17	碩鼠碩鼠·無食我鼠 從動物的表徵與特性引發對惡政的檢討·淺談大數據科技對於政治的影響。
18	期末成果發表 綜合電腦遊戲、程式設計、戲劇創作、朗誦書寫...等活動·呈現學習成果。

《詩經》與科技狂想_11 采葛

3

國風·王風·采葛

彼采葛兮，一日不見，如三月兮！

彼采蕭兮，一日不見，如三秋兮！

彼采艾兮！一日不見，如三歲兮！

《詩經》與科技狂想_11 采葛

4

《采葛》注釋

- 葛：一種蔓生植物，塊根可食，莖可製纖維葛布。生長期三個月，與一般人民生活息息相關。
- 蕭：是牛尾蒿，即青蒿，有香氣，古時用於祭祀，秋天時結果成熟。
- 艾：是艾草，菊科植物，煮熟可食，可制艾絨(艾灸用)，長的越久似乎效果更好，生長期最久可到三年，孟子曾說「七年之病求三年之艾」。
- 三秋：通常一秋為一年，後又有專指秋為三月的用法。這裏三秋長於三月，短於三年，義同三季。

《詩經》與科技狂想_11 采葛

5

相思欲狂的《采葛》

- 相思情切、熱戀欲狂的「**思美詩**」！
- 此詩自古以來眾說紛紜，有說是“懼讒”、有斥為“淫奔”、有認為比喻“蓄養人才”、還有人肯定是“懷友憶遠”之詩！無奇不有！
- 又是受「文以載道」、「詩以言志」的影響
- 為甚麼不能單純的從詩解詩，真情以待？
- 此詩簡單幾句，把熱戀中情侶的**相思欲狂**，**迫不及待**，甚至**不可自拔**的心情表露無遺！
- **沒有過這樣的感覺，就不曾熱戀過！**
- 終究還是有深具浪漫情懷的詩人！

《詩經》與科技狂想_11 采葛

6

細品《采葛》

- 各種說法不免牽強，只有懷友憶遠較接近。
- 但自古採集皆女子事，因此懷友邏輯上不通。
- 直接感受，最為真切！詩意明白，根本不須多做解釋。
- 短短三句，大大詩情(思情)！
- 從採集嬌態開始，立即**引人入勝**，**勾起共鳴**。
- 三種與生活各層面(食、衣、藥、祭祀)息息相關的植物選擇，代表情牽**無時不刻**、**無所不在**。
- 一日三月、三秋、三歲，形容手法**極富創意**，思念的急切煎熬之情，**溢於言表**。！
- 層層疊加，戀戀癡情，終於引發**思念海嘯**！’

《詩經》與科技狂想_11 采葛

狂想主題

7

- 一日三秋純粹只是心裡感覺嗎？
- **時間**是非常奇妙和有趣的。
- **心理時間**和**物理時間**可能差異很大。
- 物理時間本身也非絕對！
- 看過電影「**星際效應(Interstellar)**」嗎？
- 知道為甚麼男主角庫柏回到地球後，女兒卻比自己還老許多嗎？是科幻還是真實？
- **狂想主題：物理心理時間與相對論**

《詩經》與科技狂想_11 采葛

物理學和宇宙學

8

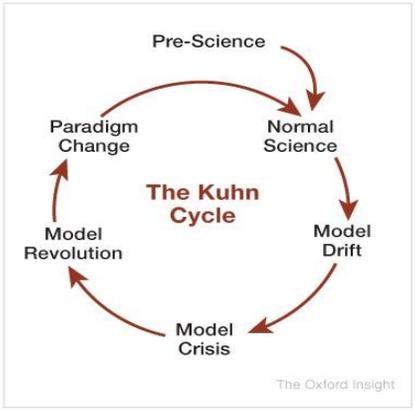
- **物理學**：窮究自然界**事**(事件)**物**(物體)之理的學問。
- **宇宙學**：《文子·自然》：「往古來今謂之**宙**，四方上下謂之**宇**。」研究**時間**與**空間**和廣渺**宇宙內涵**的學問。
- 物理學和宇宙學看似與日常生活無關。
- 人類**的好奇心**和**求知慾**引領我們探究物理和宇宙，成為科學之本。
- 重要**新發現**往往帶來人對自然的觀念和互動之**革命性改變**。

《詩經》與科技狂想_11 采葛

科學發展的軌跡

9

科學哲學大師孔恩(Thomas S. Kuhn)在其巨著「**科學革命的結構(The Structure of Scientific Revolutions)**」中對科學革命、典範移轉歷程提出了重要學說！



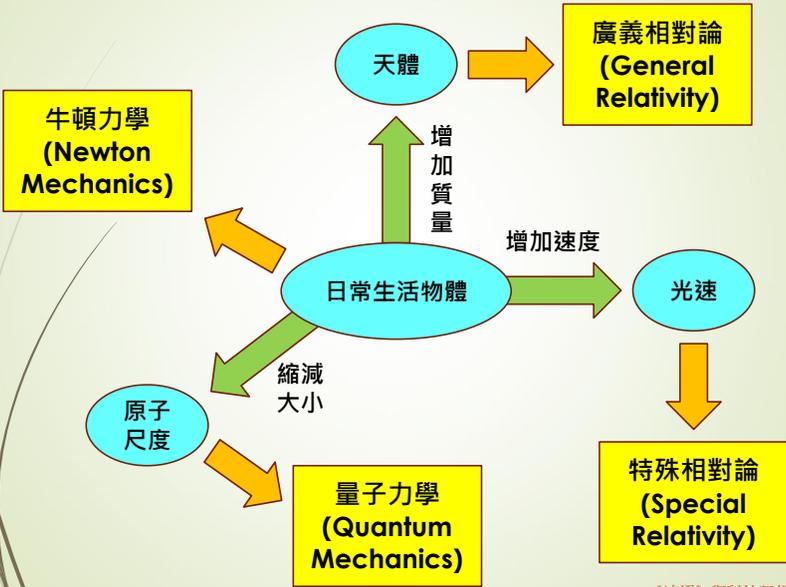
The Oxford Insight



《詩經》與科技狂想_11 采葛

一張圖看物理學發展

10



《詩經》與科技狂想_11 采葛

11 傳統的時空觀念

- 傳統對於時空的直覺是由牛頓力學三大運動定律所規範。
- 時間與空間各自獨立，**時間是絕對的**，每個地方所看到的時間是一樣的。
- 這些定律符合我們在地球上，一般速度下的所有現象。
- 當物體的速度增加，逐漸接近光速時，牛頓力學就出現漏洞，產生危機。
- **愛因斯坦**在1905年提出劃時代的**特殊相對論(狹義相對論)**理論，帶來典範轉移。

《詩經》與科技狂想_11 采葛

12 相對論簡介

- 特殊相對論是基於兩個假設：
 1. 在所有的**慣性系統**中，所有**物理定律**保持**不變**。(想想在高鐵中的各種活動，宛如靜止時)
 2. 對於所有系統中的所有觀測者，**光速永遠不變**。
($c=299,792,458 \text{ m/s} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)。
- 時間和空間實為一體兩面，就叫作**時空(space-time)**，世界是四維度，時間是空間外另一維度。
- 靜止不動時，我們只(仍)在時間軸移動。移動時，我們同時在時空中改變。
- 沒有絕對時間，依相對速度，時間會不同。
- 此時會發生有趣的**空間壓縮**和**時間膨脹**現象。
- 因為時間膨脹，一日三秋確實有可能發生。

《詩經》與科技狂想_12 采葛

13

用一個非常簡單的思想實驗說明

事件 2: 女孩接到球

事件 1: 男孩將球丟出

在一個等速行進的火箭中

$w=4m$

$t=1s$

$v = \frac{w}{t} = 4m/s$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

14

從地球觀察

兩個事件發生地點不同
經過時間相同
小球速度看似變快了

$V_0=3m/s$

$V_0=3m/s$

$w=4m$

$d = \sqrt{(3m)^2 + (4m)^2} = 5m$

$v_0 t = 3m$

$t = 1s$

$v = \frac{d}{t} = 5m/s$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

換成光線

事件 2: 女孩接收到光線

事件 1: 男孩閃燈發出光線

《詩經》與科技狂想_11 采葛

從地球觀察

已知光速不變
行走距離變長
時間必定拉長

$t = ?$

$c = \frac{d}{t} = \frac{\sqrt{(vt)^2 + w^2}}{t}$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

t 與 t₀之關係為何?

17

t = 地球上的時間

t₀ = 移動中物件上的時間

$$c = \sqrt{\frac{(vt)^2 + w^2}{t}}$$

$$ct = \sqrt{(vt)^2 + w^2}$$

$$(ct)^2 = (vt)^2 + w^2$$

$$(ct)^2 = (vt)^2 + (ct_0)^2 \quad \rightarrow \quad (ct)^2 - (vt)^2 = (ct_0)^2 \quad \rightarrow \quad (c^2 - v^2)t^2 = c^2 t_0^2$$

$$\rightarrow t^2 = \frac{c^2}{c^2 - v^2} t_0^2 \quad \rightarrow \quad t^2 = \frac{1}{1 - v^2/c^2} t_0^2$$

$$\rightarrow t = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} t_0 \quad \rightarrow \quad t = \gamma t_0 \quad \text{時間膨脹了!!}$$

this is called γ

《詩經》與科技狂想_11 采葛

γ 的特性 = $\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

18

Suppose $v = 0.01c$ (i.e. 1% of c)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.01c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.01)^2 \cancel{c^2}/\cancel{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.01)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.0001}} = \frac{1}{\sqrt{0.9999}}$$

$\gamma = 1.00005$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

19

γ 的特性 = $\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

Suppose $v = 0.1c$ (i.e. 10% of c)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.1c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.1)^2 \cancel{c^2}/\cancel{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.1)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.01}} = \frac{1}{\sqrt{0.99}}$$

$\gamma = 1.005$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

我們建一個表格

v	$\gamma = 1/\sqrt{(1-v^2/c^2)}$
0.01 c	1.00005
0.1 c	1.005

《詩經》與科技狂想_11 采葛

21

其他 γ 值如何？

Suppose $v = 0.5c$ (i.e. 50% of c)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.5c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.5)^2 \cancel{c^2}/\cancel{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.5)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.25)}} = \frac{1}{\sqrt{0.75}}$$

$\gamma = 1.15$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

繼續填入表格

v	$\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$
0.01 c	1.00005
0.1 c	1.005
0.5c	1.15

《詩經》與科技狂想_11 采葛

22

續看其他 γ 值

23

Suppose $v = 0.6c$ (i.e. 60% of c)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.6c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.6)^2 \cancel{c^2}/\cancel{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.6)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.36)}} = \frac{1}{\sqrt{0.64}}$$

$\gamma = 1.25$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

繼續填入表格

v	$\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$
0.01 c	1.00005
0.1 c	1.005
0.5c	1.15
0.6c	1.25

24

25

再看其他 γ 值

Suppose $v = 0.8c$ (i.e. 80% of c)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.8c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.8)^2 \cancel{c^2}/\cancel{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.8)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.64)}} = \frac{1}{\sqrt{0.36}}$$

$$\gamma = 1.67$$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

持續填入表格

v	$\gamma = 1/\sqrt{(1-v^2/c^2)}$
0.01 c	1.00005
0.1 c	1.005
0.5c	1.15
0.6c	1.25
0.8c	1.67

《詩經》與科技狂想_11 采葛

26

27

其他 γ 值的意義

Suppose $v = 0.9c$ (i.e. 90% of c)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.9c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.9)^2 \cancel{c^2}/\cancel{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.9)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.81}} = \frac{1}{\sqrt{0.19}}$$

$\gamma = 2.29$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

繼續增添表格內容

v	$\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$
0.01 c	1.00005
0.1 c	1.005
0.5c	1.15
0.6c	1.25
0.8c	1.67
0.9c	2.29

《詩經》與科技狂想_11 采葛

28

29

更接近光速時

Suppose $v = 0.99c$ (i.e. 99% of c)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.99c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.99)^2 \cancel{c^2}/\cancel{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.99)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.98}} = \frac{1}{\sqrt{0.02}}$$

$\gamma = 7.07$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

比較表格內容

v	$\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$
0.01c	1.00005
0.1c	1.005
0.5c	1.15
0.6c	1.25
0.8c	1.67
0.9c	2.29
0.99c	7.07

《詩經》與科技狂想_11 采葛

30

31

速度等於光速時

Suppose $v = c$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \cancel{c^2}/\cancel{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 1^2}} = \frac{1}{\sqrt{0}} = \frac{1}{0}$$

$\gamma = \infty$ 無限大!!!

《詩經》與科技狂想_11 采葛

表格接近完成

v	$\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$
0.01 c	1.00005
0.1 c	1.005
0.5c	1.15
0.6c	1.25
0.8c	1.67
0.9c	2.29
0.99c	7.07
1.00c	∞

《詩經》與科技狂想_11 采葛

32

假設超過光速時

33

Suppose $v = 1.1c$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (1.1c)^2/c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (1.1)^2 \cancel{c^2/c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (1.1)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 1.21}} = \frac{1}{\sqrt{-0.21}}$$

$\gamma = ???$ 會變成虛數!!!

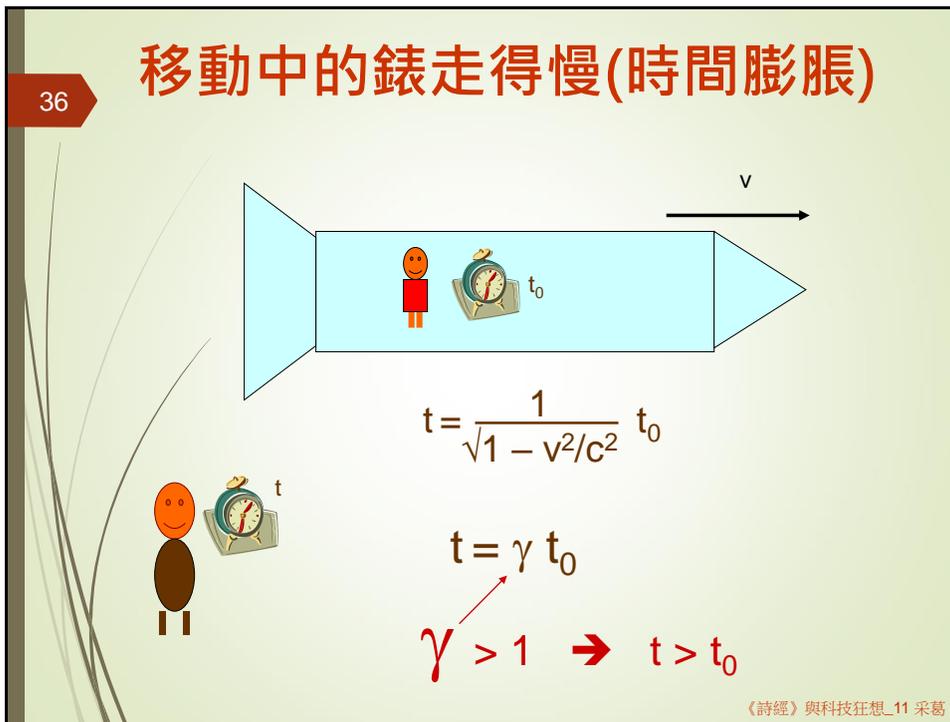
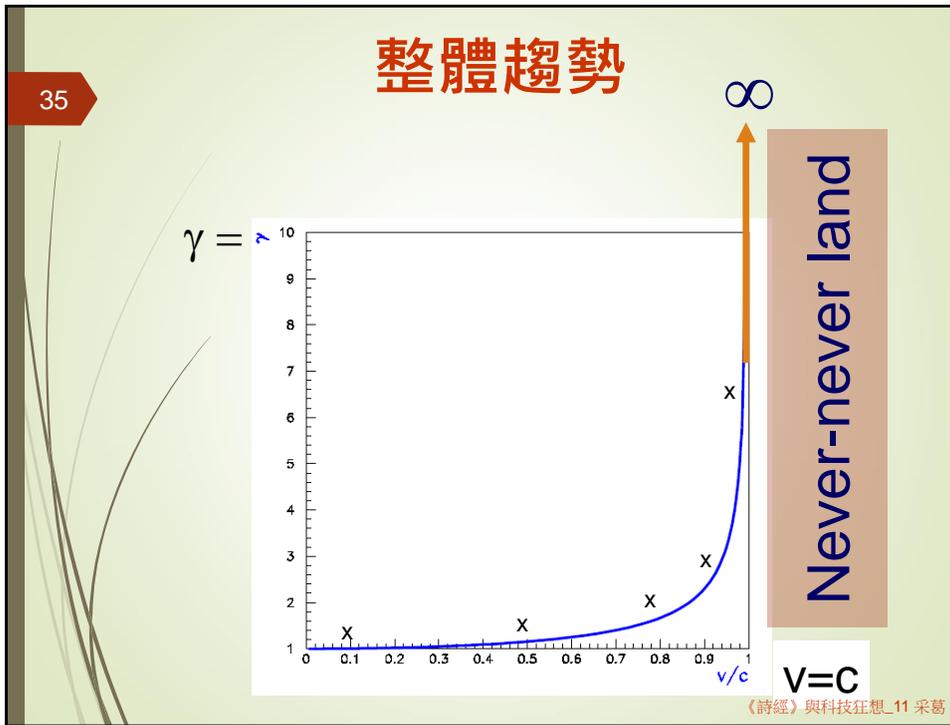
《詩經》與科技狂想_11 采葛

完整表格

v	$\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$
0.01 c	1.00005
0.1 c	1.005
0.5c	1.15
0.6c	1.25
0.8c	1.67
0.9c	2.29
0.99c	7.07
1.00c	∞
Larger than c	Imaginary number

《詩經》與科技狂想_11 采葛

34



時間膨脹(Time Dilation)效應

37

《詩經》與科技狂想_11 采葛

空間壓縮現象

38

time = t
 $L_0 = vt$

變短了!

man on rocket

Time = $t_0 = t/\gamma$
 Length = $vt_0 = vt/\gamma = L_0/\gamma$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

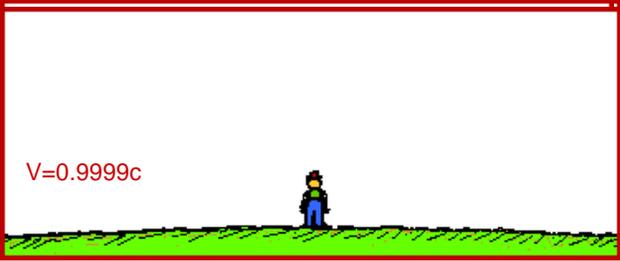
39

移動中的物體會變短

靜止時物體長度

$$L = L_0 / \gamma$$

$\gamma > 1 \rightarrow L < L_0$

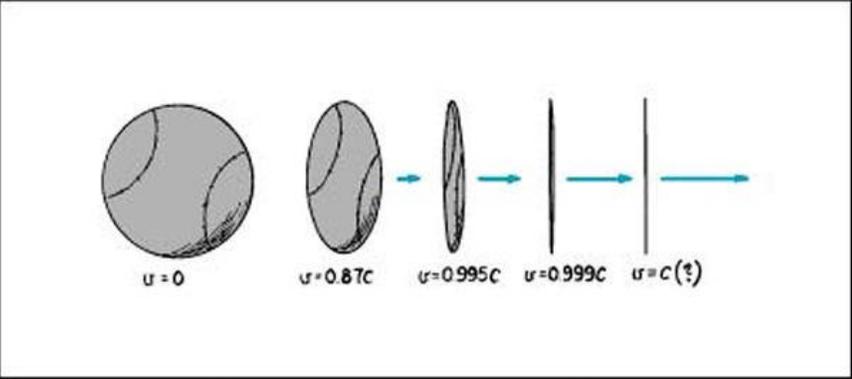


$V=0.9999c$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

40

空間壓縮 (Length Contraction) 現象



$u=0$ $u=0.87c$ $u=0.995c$ $u=0.999c$ $u=c(?)$

《詩經》與科技狂想_11 采葛

從質量看

41

$m = \frac{Ft}{\text{change in } v} = \frac{\gamma Ft_0}{\text{change in } v} = \gamma m_0$

$t = \gamma t_0$

$F = m_0 a = m_0 \frac{\text{change in } v}{\text{time} = t_0}$

$\text{change in } v = \frac{F t_0}{m_0}$

$m_0 = \frac{F t_0}{\text{change in } v}$

質量增加了!!

$m = \gamma m_0$

倍數為 γ

《詩經》與科技狂想_11 采葛

相對質量擴增現象

42

m_0 = 一個物體靜止時的質量 → “**靜止質量**”

物體移動時
質量增加

$m = \gamma m_0$

擴增倍數為 γ

as $v \rightarrow c, m \rightarrow \infty$

物體移動速度越
快，越難加速！

《詩經》與科技狂想_11 采葛

簡單歸納

43

- ➡ 移動中的時間走得慢(時間膨脹)
- ➡ 移動中的物體會變短(空間壓縮)
- ➡ 移動中的物體質量增加

《詩經》與科技狂想_11 采葛

理論與實驗

44

- ➡ 相對論已經過無數次嚴格實驗證明
- ➡ 迄今為止人類取得的最快速度是光速的99.9999995%，實驗結果符合相對論推導。
- ➡ 史丹佛線性加速器能把質量極小的電子加速至此，但需要消耗的電能比一座城市還多。
- ➡ 狹義相對論還告訴我們，一個物體越接近光速就需要更多的能量使其進一步加速。
- ➡ 隨著物體越來越接近光速，加速所需要的能量也會迅速上升，表示需要無限能量才能加速一個有質量的物體達到真空中的光速。
- ➡ 有質量的物質運動速度不可能到達光速。

《詩經》與科技狂想_11 采葛

45

Take Home 作業

- ▶ 一艘太空船要以多高的速度運動(光速的百分之多少)，才能出現一日如三日的現象？
- ▶ 一日三秋(季)呢？
- ▶ 一日三歲呢？

《詩經》與科技狂想_11 采葛