

## 物理暨生物科学教育：发力无边一头发张力的测量与展现

隋安莉

私立嘉南药理科技大学 医务管理系  
717 台南县仁德区二仁路一段 60 号  
电邮：[anlisui@mail.chna.edu.tw](mailto:anlisui@mail.chna.edu.tw)

陈正治

国立科学工艺博物馆 科技教育组  
807 高雄市三民区九如一路 720 号  
电邮：[nelson@mail.nstm.gov.tw](mailto:nelson@mail.nstm.gov.tw)

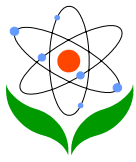
陈青浩

国立高雄第一科技大学 风险管理系  
811 高雄市楠梓区卓越路 2 号  
电邮：[chinghao@ccms.nkfust.edu.tw](mailto:chinghao@ccms.nkfust.edu.tw)

收稿日期：二零零七年四月三十日(于六月十二日再修定)

### 内容

- [摘要](#)
- [绪论](#)
- [文献探讨](#)
- [发力无边科教活动](#)
- [学习活动单的设计—内容与说明](#)
- [民众可以学习到什么](#)
- [参与的民众基础资料与头发性质分析](#)
- [头发张力与承重的测量](#)
- [头发张力的展现 吊大象，挑战金氏世界纪录](#)
- [成效评量](#)
- [结论与建议](#)
- [参考文献](#)
- [附录](#)



## 摘要

本活动单元结合物理科学中的张力与生物科学中的头发构造，以实际测量操作方式设计，分成两大部份、总共 13 项的系列活动单元。引导民众认识学习物理力学中的张力、载重、头发直径厚度、微观长度单位的认识与头发的显微观察，并提供实际操作的环境，利用科学仪器，鼓励民众实际参与学习。另外也和民间企业合作，利用上述所得数据规划演练，以横切面 32 万根头发，吊起重达 7.8 公吨的物品及多位见证人，申办创新挑战金氏世界纪录。

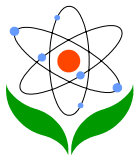
**关键词:**头发张力、载重、头发直径厚度、科学教育、自主教育

## 一、绪论

在科学教育中，数学与物理常是一般民众认为难以接近的学门，也是一般莘莘学子最感头痛的科目。学校提供的是制式教育，也就是学理观念的覆诵教学，其趣味性与生活化难免不足。因此，属于非制式教学的博物馆就成为理论与生活间衔接的桥梁。国立科学工艺博物馆的展出内容均以科学为主，尤其是物理、机械相关等主题，因此对于推广物理科学教育，并将它融入一般民众的生活中，应是责无旁贷。适逢 年底国人发生头发卷入电扶梯中，造成头皮掀起的意外，因此引发此活动设计的构想。利用问题：「若头发卷入电扶梯中，为何是头皮掀起而非头发扯断？」激发民众的好奇，进而将物理科学中的张力、载重，暨生物科学中头发的微观构造，配合个人切身生理组织中的头发，提供民众一个生活化的探索主题，达到实作学习与寓教于乐的目的，并落实休闲与教育之间的结合。

## 二、文献探讨

19 世纪赫伯特·史宾塞 (Herbert Spencer, 1820—1903) 提出科学教育的观念，以科学来决定学科价值的高下。他认为对生存有关的学科知识是最重要的，而许多人类的活动如保健的活动、谋生活动、休闲活动等都需要科学知识。因此，科学知识的价值最高。对于科学教育，史宾塞也提出了「兴趣教育，快乐教育」的教育理念，成为科学教育基本特征，和中国人所谓寓教于乐的观念不谋而合。他强调应培养学习的主动性、积极性，引导学习者自己进行探讨和推论。就科学方面而言，激起学习者的兴趣，进而主动探索、得到答案，应符合其理论。



史宾塞提出的教育思想归纳起来有三点：(一)提倡科学教育，反对古典主义教育。(二)提倡自主教育，反对灌输式教育。(三)提倡快乐和兴趣教育，反对忽略身心发展的教育方式(晨曦，2004)。他认为人类完全是从自我教育中取得进步，也就是说四周的人应尽量减少干预，让学习者自行探索。科学教育就是要培养一个人的独立思考、分析谬误的能力，因此，可以训练学习者的独立性与自信心。

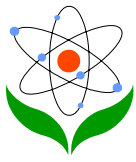
著名教育家杜威(Dewey. J., 1859—1952)亦有类似的理论。他认为从做事里求得的学问要比仅靠听得来的学问好得多；校外生活经验也应该能和学校教材相关联，并且要配合「从做中来学」、「从经验中学」、「从解决问题中学」，就是一种「在实践中学习」(Learning by Doing)。因此，简而言之，其核心概念就是「经验」，并且在经验中杜威还加入了「实验」的意涵(林秀珍，2006)。

史宾塞与杜威不约而同都指出了实际操作的重要性：在实作中学习，要比课堂上理论的覆诵具有更佳的效果。

美国自 50 年代以来，科学教育广受注目。其时因国际局势与政治奥援，物理学蓬勃发展。美国的原子弹之父罗伯特·奥本海默所主持的「曼哈顿计划」带领美国物理的跃进，影响第二次世界大战甚巨；其后其弟佛朗克·奥本海默更成为推广科技博物馆，提出探究式科学教育思想的提倡者。因此科技博物馆在教育上形成重要的环节其来已久。

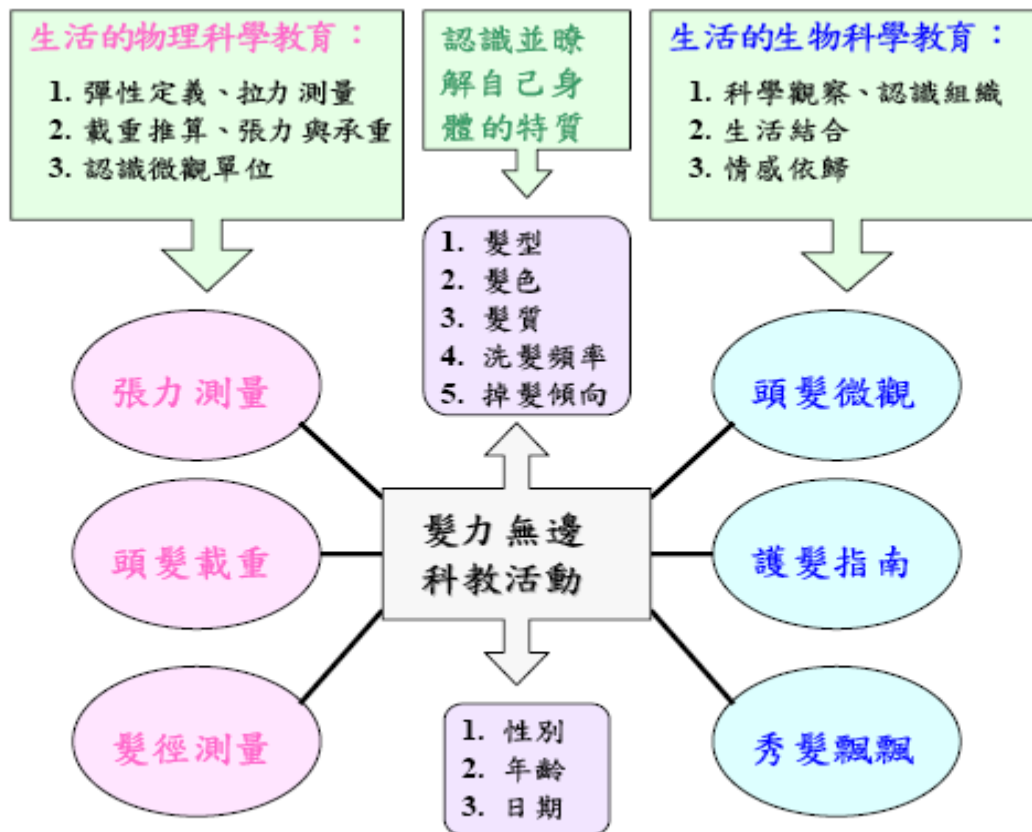
透过教育来提升国民的科学素养一直是各国政府努力的目标之一。但是由于科学的专业性，造成与一般民众之间的鸿沟日深，物理科学尤其如此。因此针对民众推广物理科学教育的工作就日形重要。学校、研究机关等学术机构所提供的制式教育方法中，艰涩的理论与诘屈聱牙的科学语言无形中加深物理学的不可近性。相较之下非制式教育的方式颇为可行。所谓非制式教育是代表学校以外的教育体制，就是实施教育时并不一定限于固定场所、师资与内容。若能加入趣味的因素，激起参与者的学习，将可填补位于理论与生活之间的隔阂。

英国博物馆教育者 Beaumont(1960) 曾指出，博物馆可提供民众超越一般空间的「五度空间中的教育」。博物馆的教育方式即为非制式教育(黄嘉郁，2000)，并且亦属于多元化、可以将经验延伸的一种学习环境。除了让学习者拥有互动模式，并能自其中激发兴趣、促进主动探索的功能(洪楚源，2002；张美珍，2003)。在现代社会对科学教育的需求不断提高的情况下，博物馆能够辅助学校教育，提供不再枯燥的学习方式(于瑞珍，2002)。



### 三、 文献发力无边科教活动

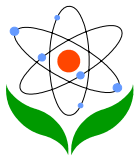
结合史宾塞、杜威的理论，利用现今世界均极重视的博物馆展示性教学，利用参观活动单的设计(张美珍，2003)，将物理科学以生活化方式展现，使得原本让民众视为畏途的枯燥物理学名词，以较友善的另一种面目呈现。所借用的主角就是头发：它也是男女都十分在意的身体构造之一。本活动涵盖的内容包括(1)物理科学：张力与载重的认识。(2)生物组织学：角质的微观构造。(3)自我了解：发质、发型与掉发程度。(4)实际探索：张力测量、拉力测量、发径测量与解剖显微镜的观察。(5)自我与外在情感的关照：秀发飘飘，情侣共乘。其学习架构如图一。



圖一：髮力無邊科教活動學習架構

### 四、 学习活动单的设计—内容与说明

学习活动单共分两大部分(见附录)：



第一部分：民众基础数据与头发特征调查，包括七项，分别为性别、年龄、洗发频率、发质、发型、实验发色与掉发倾向。此部分由民众主观填答。

第二部分：六项活动单元，分别为张力测量、护发指南、头发微观、发径测量、头发载重与秀发飘飘。每项分成四个字段，依序为：「想一想」、「图标」、「操作纪录」与「过关盖章」栏。每项的「想一想」中会提出一个相关的问题，并在「图示」中显示与该项相关的操作仪器。而「操作纪录」则依各项不同分别有一至四题，让民众在实际观查、操作或测量后填入。

## 五、民众可以学习到什么

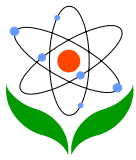
### *了解自己的头发特质：*

除了省思个人头发的种种生理特质，并能经由问题觉察一般可能未加留意的生物特征，如洗发频率、掉发倾向等，增加对于自己身体的关心与认识。

### *科学内涵的学习与体验：*

1. 张力测量—物理学上，绳子承载所施予的重量不会断裂时即为绳的张力；而最大张力是指持续施予绳子不断增加之重量，当绳子瞬间断裂时，所施予的重量就是该绳的最大张力。此处以头发取代绳子，而承重则以拉力计测量。物质的张力会受到组成成分、长度、质量及粗细等因素的影响。因此民众可从切身的头发测量学习到物理力学中的张力，同时也可发现不同的头发特征也会影响其张力的大小。
2. 护发指南—利用外加的不同化学物质，可以在头发角质层外再形成一层保护膜，除了阻止水分的过度丧失，本身亦可能具有保湿作用。常见的护法方式有涂抹蛋白、醋、啤酒、柠檬等。
3. 发微观—利用解剖显微镜将头发放大数十倍，因此民众能清楚地观察其外观，也就是角质层的排列。光滑头发的角质层极平整，有如覆盖整齐紧密的鱼鳞片；但是粗糙分叉的头发，其角质层就会有外翻翘突的情况。
4. 发径测量—从发径的测量，民众可以接触到平时很少触及的微小长度单位。经由实际的操作应可认知到头发的粗细是以微米为单位。此外，在学习单上亦列出毫米、微米与奈米的代换关系。
5. 头发载重—这个有趣的实验推算不仅与前述测量张力问题衔接，进而亦衍生出头发的特质—高载重性。民众利用简单的计算可以发现头发张力与其载重有正比关系；也就回答了该项「想一想」的问题：为什么头发卷入电扶梯内是头皮被掀掉，而非断发。





6. 秀发飘飘—此一柔性的活动提供关照民众内心与头发相关的感情世界。年轻与成年的民众更易触及往日情怀，在知性之余，为此活动划下一个感性的句点。

### 仪器操作与推理比对

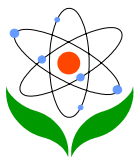
民众除了学习到科学的名词、意涵，更能借着活动单元中的实际操作，接触平时距离遥远的科学器具，包括张力计、显微镜、测量仪与滑轮组等，让一般物理科学与生物科学中常用的仪器能更贴近民众，缩短之间的鸿沟。

## 六、参与的民众基础资料与头发性质分析

「发力无边」科普教育活动分别于 2006 年 3 月 12 日、18 日、19 日、25 日、26 日及 4 月 1 日、2 日、8 日、9 日、22 日、23 日、29 日及 30 日于台湾高雄市国立科学工艺博物馆内举办，全部参与并填答的民众人数总共计 2234 人，依据性别、洗发频率、发质、掉发倾向、发型与头发微观进行分析。因为有少部份活动学习单上数据有缺填情形发生，因此各项目中的有效总样本数会有差异。参与民众中女性(64.9%)比男性多、民众洗发频率以一天一次(35.6%)与二天一次(43.6%)最多、多数民众的发质为中性(63.4%)而干性(16.5%)与油性(20.1%)比率相近、有掉发倾向的民众为 10.9%、人工卷烫发的人约有 11.9%。就头发微观结果显示，极多数的民众头发微观都为光鲜亮丽(96.4%)，仅少数有分叉(1.1%)与粗糙不平(2.4%)的情形(表一)。

表一 参加「发力无边」科普教育活动民众的基本资料

项目	类别	人数	%	项目	类别	人数	%
性别	男	752	35.1	掉发倾向	是	232	10.9
	女	1390	64.9		否	1892	89.1
	总和	2142	100.0		总和	2124	100.0
洗发频率	一天	782	35.6	护发指南使用过的方法	茶水	12	.6
	二天	958	43.6		啤酒	13	.6
	三天	368	16.8		蛋白	209	10.3
	四天以上	87	4.0		陈醋	19	.9
	总和	2195	100.0		柠檬	20	1.0
发质	干性	359	16.5	无	1734	85.5	
	中性	1376	63.4	其它	22	1.1	
				总和	2029	100.0	



	油性 总和	436 2171	20.1 100.0				
发型	直发	1479	67.2	头发微观	光鲜亮丽	1697	96.4
	自然卷发	460	20.9		粗糙不平	43	2.4
	人工烫发	263	11.9		分叉	20	1.1
	总和	2202	100.0		总和	1760	100.0
实验发色	黑发	1766	82.7	年龄组别	≤10岁	874	41.7
	白发	20	.9		11~20岁	377	18.0
	染色	201	9.4		21~30岁	136	6.5
	棕色	110	5.1		31~40岁	451	21.5
	黑白各半	39	1.8		41~50岁	176	8.4
	总和	2136	100.0		51~60岁	48	2.3
					61~70岁	26	1.2
					≥71岁	9	.4
			总和	2097	100.0		

## 七、头发张力与承重的测量

### 测量教学设计

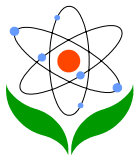
将设计后的活动学习单发给参与的民众，请他们先行填入第一部份的个人资料后，再依馆内规划的第二部份内容，实际观察、测量与操作。每作完一项可以加盖证明章，全部项目均盖有认证章者，可参加抽奖，抽中者可获赠一份礼物。现场并有专员解说，以便随时为民众的疑问提供解答，并宣导未来的相关活动，欢迎民众随时参与。

### 创意教学内容介绍

由国科会委托研究计划，计划内容为推广力学科普教育，2006年3月12日至4月30日的每个周末假日上午9:30-12:00、下午14:00-16:30，举办「发力无边~力学科普教育推广活动」，搭配既定推广力学基础教育科教活动，办理系列活动。

### 进行方式

1. 包含发径量测、张力量测、伸长量测量、护发指南、头发载重及头发微观等「动手做」活动。
2. 2006年4月8日并配合举办一场「SHOW 飘飘创意发型走秀活动」。



3. 2006年4月8日、9日、22日、23日、29日、30日共举办6场「最近不要剪头发~头发义剪活动」, 邀请高雄市树德家商美容科美发组师生为到馆民众剪去顶上万根烦恼丝, 除了免费义剪, 还可为民众设计发型。

### 测量结果

分析参与活动民众的各项测量数据, 如表二所示。头发厚度系指头发之直径, 头发载重根数则是依照民众试验之头发其拉力, 计算可拉起民众本人所需要的头发根数(体重 kgw1000/头发张力)。表二中并对各测量项目计算平均值之 95% 信赖区间。以头发可承受张力为例, 有效样本数为 2222 人, 头发样本平均可承受张力为 54.23 公克, 头发样本可承受张力标准差为 31.288 公克, 有 95% 之信心估计头发真正平均可承受张力约在 52.93~55.54 公克之间; 另外头发受外力拉动时, 头发长度会逐渐变长, 其形变伸长量与原始头发取样之长度有关, 平均而言, 约可长 2.34 公分(标准差 1.605 公分)。

表二 参加「发力无边」科普教育活动民众的头发资料分析

分析项目	样本人数	平均数	标准差	平均值 95%信赖区间
可承受张力(gw)	2222	54.23	31.288	( 52.93 , 55.54 )
头发厚度(μm)	2217	69.66	15.542	( 69.02 , 70.31 )
头发载重根数(注)	1991	1157.71	1179.425	( 1105.48, 1209.94 )
伸长量(cm)	2212	2.34	1.605	( 2.27, 2.40 )

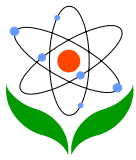
注: 由于人人体重与张力不同, 拉动自己所需之最低发量也就有异, 标准差因此特别大

## 八、头发张力的展现—吊大象, 挑战金氏世界纪录

### 测量教学架构

根据民众所测得的数据, 可得到国人一般头发载重的平均值。但是这只是一个数字, 无法让民众具体了解头发具有惊人承重的能力。要把较抽象的理论与数据具象化, 成为实际甚至可以眼见为凭的景象, 在公开场所进行实验是一个好方法。而此实验必须同时具备趣味性与冲击性, 若能广受瞩目则更可加深国人的印象。因此, 师法古代曹冲秤象, 我们以头发悬吊大象为主题。





## 理论介绍

头发接受外力拉扯时, 头发会变长。取一根头发, 当拉力增加时, 头发会慢慢的拉长, 所受的外力愈大就延伸得愈长。假设原本 32 公分的头发, 在拉力为 60 公克长度变成 43 公分时断裂, 那么这根头发增加长度为 11 公分时可支撑拉力 60 公克, 为此根头发的形变量。每个人的形变量都不一样, 而且头发变长后就无法再回复原状。

一根健康的成人头发可以承受的重量范围为 40 至 80 公克, 约可吊起一支手机, 但经过染、烫后的头发受力程度较差。1 个人平均的头发数总共约有 10 万根, 若以 50 公克计算, 1 个人整头头发的载重力大约是 5000 公斤, 相当于 4 部小轿车或 1 头成年亚洲象的重量。应用前述的概念, 我们可以估算支撑一定重量时所需要的头发数目。因此假设以参加「发力无边」活动之民众的样本平均头发拉力 54.23 公克来估计, 10 万根头发理论上拉力应至少可达到 5423 公斤, 超过一头成年亚洲象的重量, 因此计划以大象进行头发拉力试验。

## 进行方式

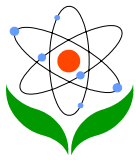
### 1. 挑战前测

高雄市国立科学工艺博物馆陈正治研究员获得头发加工公司赞助 60 万根头发做试验, 在 2006 年 3 月 9 日上午 10 点, 利用 300 根黄种人黑发, 经过编结后成功吊起一个 20 公斤的三岁半小朋友黄榆翔。

### 2. 挑战设计

计划以人发编成发绳, 并穿在绳索中后, 再与一座货柜基座载象平台连接来吊起大象。台南县顽皮世界野生动物园的亚洲象“爱丽美”已在园中饲养十多年, 性情相当温驯, 应可站在平台上作为受测的重物提供者。

工博馆共花费 25 万元购买 160 万根头发提供各项活动试验之用, 每根长约 54 公分的人发, 委请高雄市树德家商师生, 每 1000 根编织成 3 股编之小发辫, 再利用双套伸缩结的技术, 将 5 条发辫串长成一发束, 4 条发束平面编织成一大发辫, 4 条大发辫再利用立体编织术编成一立体发串, 每 4 条发串两端再插入粗尼龙绳内, 即完成一条发绳, 总共完成 5 条发绳供悬吊大象使用(照片 1)。每 1 条发绳横切面平均有 6 万 4 千根头发, 5 条发绳横切面共计 32 万根头发, 约为亚洲地区 3 个成年人头发量, 但因头发利用双套伸缩结技术加长, 始能与一般尼龙绳编串成发绳, 因此总头发耗用量高达 160 万根, 若以每根头发平均可受重 50 公克计算, 预计可以支撑 15 公吨物体 (邱仁武, 2006)。



照片 1 横切面 32 万根头发，总耗用量 160 万根所编成的 5 条各 50 公分长的发辫穿在绳索中。

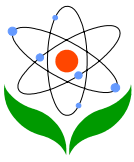
## 展现结果

### 1. 第一次测试

2006 年 12 月 16 日，与台南县顽皮世界野生动物园合作，挑战金氏世界记录。在大象表演区，以大型吊车以钢缆及吊绳衔接一条发绳后，再与一座货柜基座平台连接。因当日气候不佳，风势颇强且有细雨，为避免影响大象情绪，于是改用与大象同重量木材，放在货柜基座载象平台上进行试吊。此实验目地在于藉由单一发绳(约可拉动 3500 公斤重物)拉动比预期重的物体(约 6000 公斤)时，当起重机载重表读数达 3500 公斤左右，头发发束本身并未断裂，但头发与绳子的连接松散滑脱所致，藉此研究如何加强头发与绳子的编结技术(陈逸民，2006；康日升，2006)。

### 2. 第二次测试

2007 年 2 月 16 日再度尝试(照片 2)「头发吊大象」活动，但是由于环保人士到场抗议(卢萍珊，2007)，因此临时改以大约等重的原木、巨石、平台和 6 位见证人代替大象。包括台南县苏焕智县长、顽皮世界野生动物园董事长徐崇雄、王骏发及现场游客成大研究生王安妮等 6 人站进平台内，一同体验头发的神奇力量。研究人员以 5 条各 50 公分长的发辫穿在绳索中(照片 3)，在电子媒体、平面媒体，以及众多游客见证下，于下午 1 点 35 分，用起重机吊起重达 7.8 公吨的物品及多位见证人，横切面 32 万根头发成功吊起平台，并距离地面 40 公分达一分钟，顺利成功挑战金氏世界纪录。主办单位已将全程录像申请金氏世界纪录(照片 4) (刘婉君，2007)。



照片 2 2007 年 2 月 15 日大象爱美就站进平台准备被头发吊起，却因保育团体抗议，只好临时取消。



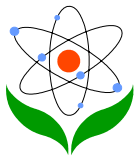
照片 3 五条各 50 公分长的发绳外观。



照片 4 2007 年 2 月 15 日成功以 32 万根头发吊起重达 7.8 公吨的重物及见证人，离开地面 40 公分，时间超过一分钟，申请金氏世界纪录。

## 九、 成效评量

活动的参与者是一般民众，经观察发现参与情况十分踊跃，民众对于活动之态度，可从其学习表情与回馈反应表现出来。其教学方式与活动过程之成效评量纪录如下：



### 活动单元：

1. 大多数民众都认为此项活动非常有趣、活泼，不仅将艰涩的物理与生物科学以最平易近人的方式，在实际操作中介绍给民众，而且有实际参与感，符合杜威的「实践中学习」，更能将科学生活化而收寓教于乐之功效。
2. 现场解说员的态度十分平易近人。
3. 因为设计的活动单各项之间环环相扣，十分具有组织性，许多理论都可以验证在生活上，例如：发质与拉力，张力与头发卷入的意外等，可以依照设计一一参与实作，学习的更多，跟一般自行参观、随性四处闲逛不一样。
4. 此活动由于设计精巧、有趣又简易，因此参加民众的年龄层分布极广，由幼儿到 87 岁均可参与，的确是老少咸宜、寓教于乐。

### 相关活动—挑战金氏世界纪录：

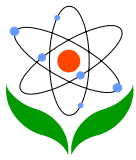
1. 由于广大电子媒体的宣导，更形增加民众的兴趣与好奇，也就激发主动学习的动机，而「主动的学习」在好奇心的推动下，最具教育意义，也是非制式教育一直企盼能达到的。
2. 经由此活动，让大家看见头发强大的张力，这可能是目前经由最多电子平面媒体报导的博物馆活动。
3. 经由吊重物的活动，实际证实理论，更进而为台湾缔造一个新的金氏世界纪录。

## 十、 结论与建议

就本活动的执行与成效而言，本文归纳出几项结论作为参考：

1. 在非制式教育的博物馆参观中，实作活动能弥补一般学校制式教学的不足，此活动也是民众休闲活动的延伸，学习与休闲结合，从学习者的观点而言，是最易接受且能引起学习动机的最佳方式。
2. 本活动能提供一个多元的场所与教育机会，对已离开学校的民众而言，是一种成人再学习；对在学学生而言，则是提供学习时不同切入的角度。有趣的活动可以引发学习的动机，更能为往后的活动奠定基础，吸引更多民众参与。
3. 本活动将测量方法、载重计算、观察操作及延伸的载重内涵，设计成一套与物理暨生物科学科教活动，浓缩在一日行的参观行程中，因此可以





推广至其它博物馆参观教育。也可为一般学校提供教案与活动规划, 增加学生对科学的兴趣。

4. 由简单的操作验证理论、事前缜密的规划, 进而创造世界记录, 本活动除了激发民众对科学的兴趣, 更能结合理论与实作、促进独立探索研究、结合教学与休闲, 并且落实了史宾赛所指出教育最重要的核心价值: 科学教育、自主教育与快乐和兴趣教育。

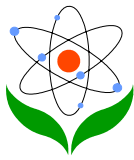
本文建议以下两点作为延伸研究工作:

5. 藉由各项统计检定技术, 探究性别、年龄、发型、发色、洗发频率、掉发倾向、护发习性与头发厚度、张力等相关分析。
6. 进一步探讨测试头发受力拉长后伸长量与原长之间的相关度及比例关系。

## 参考文献

1. 晨曦(2004): 斯宾塞的科学家庭教育。台北: 高富国际。
2. 林秀珍(2006): 杜威之「经验与教育」导读。中等教育, 57卷2期, 138-150。
3. 于瑞珍(2002): 科学博物馆辅助学校科技教育教学资源之探讨。科技博物, 6卷6期, 4-18。
4. Beaumont, H. W. (1960): Education in Five Dimensions, Wellington, New Zealand Books.
5. 黄郁嘉(2000): 博物馆的非制式科学教育。科技博物, 4卷4期, 48-57。
6. 洪楚源(2002): 从培养国民科学素养观点发展科学博物馆的展示。科技博物, 6卷5期, 25-35。
7. 张美珍(2003): 从探索学习的观点探究博物馆参观活动单的运用。科技博物, 7卷2期, 63-79。
8. 邱仁武(2006): 头发吊大象一波多折。台南新闻网, 12月17日。  
<http://tnews.cc/06/newscon1.asp?number=4045>
9. 陈逸民(2006): 用人发吊大象 编发松脱失败。自由时报, 12月17日。
10. 康日升(2006): 人发吊大象 挑战金氏纪录失败。中国时报, 12月17日。
11. 卢萍珊(2007): 虐待动物? 头发吊大象叫停。中华日报, 2月16日。
12. 刘婉君(2007): 32万根发力破纪录 吊重7.8吨。自由时报, 2月17日。





## 附录



### 國立科學工藝博物館 「髮」力無邊科教活動學習單

說明：本活動資料僅作髮質張力檢測與科學分析使用，不另作他用

樣本編號：\_\_\_\_\_ 日期：95年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

1. 性別：男 女
2. 年齡：\_\_\_\_\_歲
3. 洗髮頻率(幾天一次)：一天 二天 三天 四天以上
4. 髮質：乾性 中性 油性
5. 髮型：直髮 自然捲髮 人工(燙)捲髮
6. 實驗髮色：黑 白髮 染色 棕色 黑白各半
7. 是否有嚴重掉髮傾向：是 否

活動單元	想一想	圖示	操作紀錄	過關章
髮力無邊—張力量測 Tension of Hair	頭髮真的有彈性嗎？能抵抗多少拉力呢？ How much tension can the hair resist?		A 頭髮原長：_____公分 B 頭髮拉動後總長：_____公分 C 拉動後伸長量：_____公分(B-A) D 可承受拉(張)力：_____公克重 *單根頭髮張力超過 120 公克重者獲禮物一份(每日限量 10 份，送完即止)	
大髮師—護髮指南 Hair Guide	哪些方法可以讓您的頭髮更烏黑亮麗呢？How to make hair more shining		曾經使用過的方法： A <input type="checkbox"/> 茶水 B <input type="checkbox"/> 啤酒 C <input type="checkbox"/> 蛋白 D <input type="checkbox"/> 陳醋 E <input type="checkbox"/> 檸檬 G <input type="checkbox"/> 無 H <input type="checkbox"/> 其它：_____	
好髮無傷—頭髮微觀 Visibility of Hair	您看過微觀顯微鏡下的頭髮長相嗎？ Observe the hair with microscope?		A <input type="checkbox"/> 光鮮亮麗 B <input type="checkbox"/> 粗糙不平 C <input type="checkbox"/> 分叉	
絲絲髮條—髮徑量測 Diameter of Hair	你看過「一微米」到底有多細嗎？ Do you have any idea about micrometer?		我的頭髮厚度(頭髮直徑)是： _____微米( $\mu\text{m}$ ) 備註：毫米(millimeter, mm)= $10^{-3}$ 米 微米(micrometer, $\mu\text{m}$ )= $10^{-6}$ 米 奈米(nanometer, nm)= $10^{-9}$ 米	
髮斷皮掀—頭髮載重 Loading Capacity of Hair	為什麼頭髮捲入電扶梯內是頭皮被掀掉，而非髮斷！ Not be cut-off, but scalped by escalator?		拉動一下繫在滑輪上秀髮下的重物，算一算，如果要拉起你一人，大約需要幾根頭髮？_____根 (體重 $\times$ 1000/頭髮張力) *可參閱背面附表速算表	
往日情懷—秀髮飄飄 Hair Waving	回味一下共乘腳踏車時光 The time we had on a same bike.		請上四樓交通與文明展示廳，觀賞自行車物件展示區，情侶車展示板上—共寫到_____種洗髮精	

1. 凡全部完成本學習單並蓋過關章者，始可參加「髮進」贈品抽獎活動，每日限量 40 份耐斯贈品

2. 獲得禮物：1.手電筒 2.燦坤贈品 3.NICE(耐斯)贈品 得獎者電話：\_\_\_\_\_