

高度测量创意教学

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

许嘉琪

嘉义市立兰潭国民小学

嘉义市小雅路 419 号

电邮：chi0705@ms63.hinet.net

收稿日期：二零零四年七月二十日 (于八月三十日再修定)

内容

[摘要](#)

[一、缘起](#)

[二、相关教学方法回顾](#)

[三、测量全都录创意教学架构](#)

[四、创意教学内容介绍](#)

[五、主要教学活动地点介绍](#)

[六、进行步骤](#)

[七、测量结果](#)

[八、成果评量](#)

[九、结语](#)

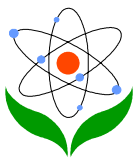
[十、意外的发现](#)

[十一、活动醒思与建议](#)

[参考文献](#)

[附录一](#)

[附录二](#)



摘要

本创意教学试着结合学习者间的合作学习 (Cooperative Learning) 与分组探索教学 (Group Investigation), 并加入问题解决法 (Problem-Solving Method), 引导国中二年级学生进行各式测量活动进行, 以兼具科学教育、团队合作与休闲娱乐需求, 发挥科学类博物馆教育与休闲功能, 同时充份应用学生旧经验、学习新经验并预知未来的学习领域及挑战。

经由一整日的室内、外测量活动进行, 利用简易经纬仪测量建筑物高度及重力法测量桥梁高度, 绝大部份学生均表现出乐于参与、分工与合作学习, 并于发散式感言活动勇于发表自己的看法, 随队教师也发现部份在校内不善于表情达意者, 在校外分组教学活动中, 竟能畅所欲言, 特别是具有表演天份的孩子, 在本创意教学中也勇于发挥其不为人知的天份。

关键词: 科学类博物馆、教育、休闲、合作学习、分组探究教学、经纬仪

一、缘起

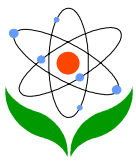
国二康轩版的自然与生活科技, 其中有一个单元为基本测量, 当教到时间测量时, 和学生一起去学校附近之国立科学工艺博物馆(以下简称工博馆), 观察户外的水钟—希望之塔 (Tower of Hope), 操作各种计时的工具, 当观察完后, 学生若有所思的问到: 这座水钟—希望之塔到底有多高时, 遂引起了这个「高度测量」教学设计的产生, 结合国二学生三角几何测量、自然与生活科技科学应用与工博物馆相关测量展示单元。

二、相关教学方法回顾

教学方法之一的合作教学 (Cooperative Instruction) 或合作学习 (Cooperative Learning), 旨在运用团体气氛, 促使学习者相互帮忙、利益与共、团结一致, 使每位学习者皆能蒙其利, 达到学习效果 (林生传, 1990)。

教学方法之二的问题解决法 (Problem-Solving Method), 即由学生自己发现问题和解决问题的一种教学和思维训练的方法, 又叫发现学习法(方炳林, 1979)。但一般科学展览或发表活动中, 往往最难入门的仍是发现问题, 特别是学生主动发现问题并拥有解决问题的动机与兴趣。

教学方法之三的分组探究教学 (Group Investigation), 是因学生不易主动发现问

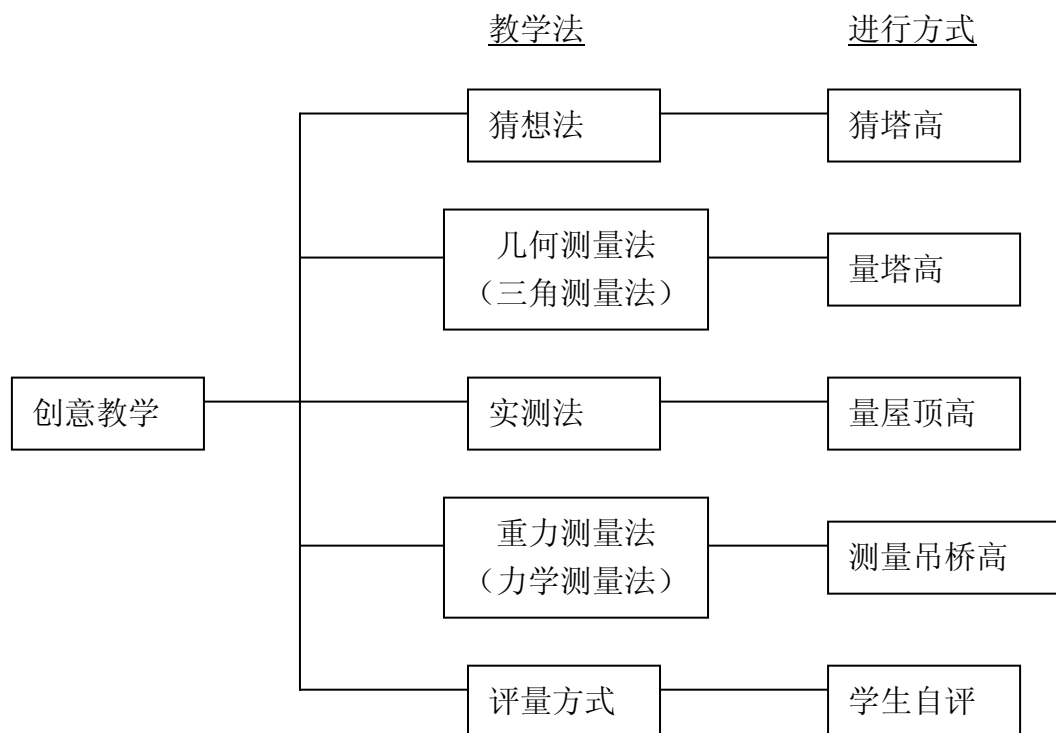


题, 改由教师引导学生主动探问题, 并获得问题解决的过程(王秀玲, 1997)。

在教学活动上, 鲜少有教学者综合上述不同教学与学习方法运用在教学活动中, 本文试着取不同教学方法之菁华, 应用在一测量教学活动中, 使学习的领域与情境改变, 藉以观察学习者之反应与回馈, 并加以进行成效评量。

三、测量全都录创意教学架构

本创意教学法在进行测量教学活动时, 因应不同地点与环境限制, 采用因地制宜的教学方式, 其教学架构如图一, 相关进行方法介绍如下:

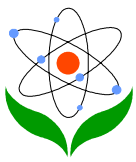


图一：高度测量创意教学法架构图

(一) 猜想法 (Guess Method): 在掌握少量事实的基础上, 凭借个人旧经验, 建立猜测性设想的一种研究与学习方法。

(二) 测量方法 (Measure Method): 运用量具或仪器仪表测定客体的形态特征、属性参量的方法。按照测量原理和技术手段, 测量方法可以区分为

1、 几何测量法 (三角测量法): 利用三角几何影长比例或三角函数运用, 进行高度角测量与高度换算等学习方法。



- 2、 实测法：利用卷尺实际测量物体高度
- 3、 重力测量法(力学测量法)：利用自由落体公式($S=1/2 G T^2$ 其中 G 为重力加速度, 大约为 9.8 公尺/秒平方; T 为物体自由落下所需时间, 单位为秒), 在远处自由投下一物体, 利用其落下花费时间, 估算出所在处高度。
- 4、 评量方式：采学生自评, 就其学习心得, 满意度与学习意愿自评。

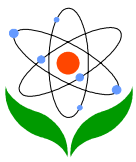
四、创新教学内容介绍

本项创意教学旨在应用学生旧经验、探索科学新知识、延展固有生活圈、开创学习新天地, 创意教学活动方式简介如下:

工博馆附近有多所学校, 就近善用工博馆展示资源, 并将学习动线与情境延伸至校外, 以普通班级为单位, 安排校外一日游教学活动, 创造一个既可小组合作、又可团队竞赛的「高度测量」创意教学活动, 其创新策略如下。

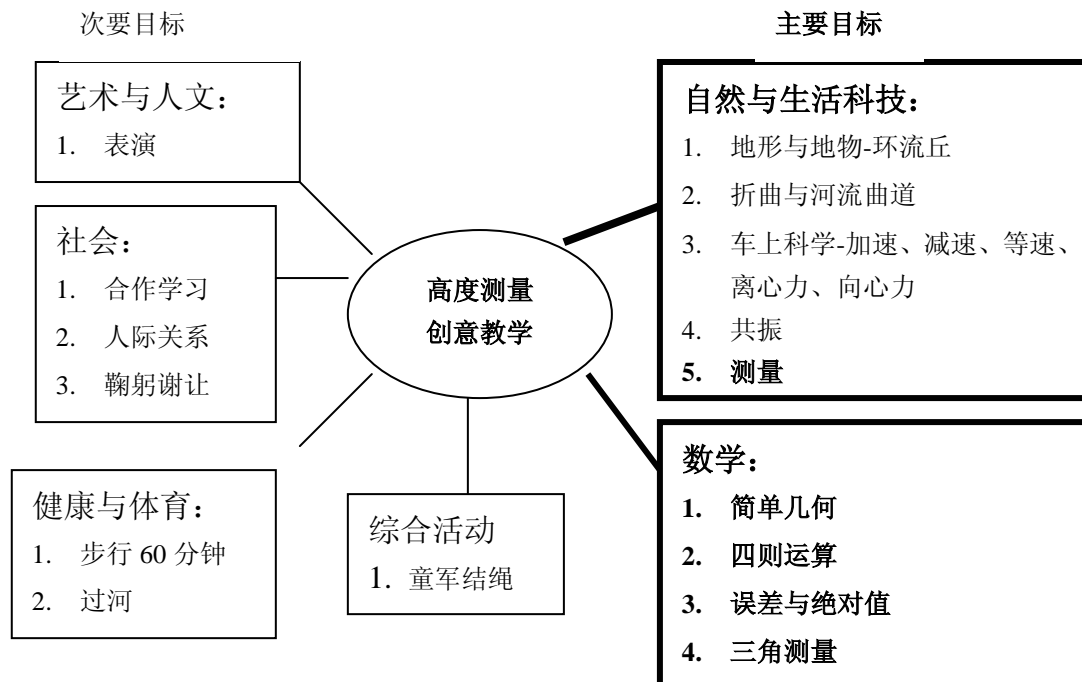
- 1、 事前测量：学生利用放假日就近前往参观工博馆之户外展品-水钟：希望之塔, 并估量其高度。
- 2、 班级讨论：以小组为单位, 阐述其估量方法与估量值。
- 3、 校外教学：学生自行抽空至工博馆参观展示厅, 例如交通与文明展示厅高度角测量区及居住与环境展示厅之桥梁区, 并预先自学习得测量方法, 活动当日上午在工博馆区内学习制作一枚简易经纬仪(如[附录一](#)), 作为测量高度所使用的教具, 下午搭车前往高雄县茂林风景区美雅谷附近利用重力测量法测量茂林高吊桥高度。
- 4、 测量应用：分别利用三角测量、重力测量(自由落体)等方法测量高吊桥高度。其中三角测量是使用学员自制之简易经纬仪, 测量被观测物高度角(Angle of Elevation) 并丈量观测点与被观测物基底之间距离, 应用三角函数之正切 (Tangent) 函数, 换算出被观测物之高度。另外因桥底下不平整, 难以简易经纬仪在桥下测量桥高, 故改以重力测量法代之, 学员从桥面上随手放下一石子, 并计算小石子从桥面掉自由落到水面时间(因桥面太高, 以目视石子碰水面溅出水花一刹那时间为止), 再藉由自由落体公式($S = 1/2 G T^2$ 推算出桥面高度。
- 5、 填写活动学习单：学员依所作结果填写学习单(如[附录二](#))

除主要高度测量教学活动之外, 在前往活动目的地(即茂林)的行程中亦酌以加入延伸科学教育, 例如:



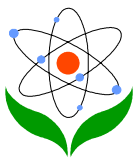
- 1、 车上延伸：利用简易经纬仪铃当配件附属教育功能，动手操作并观察行进中车辆之加速度、减速度与等速度、向心力与离心力等现象。
- 2、 地形地物延伸：带领学员进入桥下溪流探索应用绳结安全渡河方式，并观察河床曲道转弯处，受到不同水流速影响所产生的岩壁冲激与淤沙情形，延伸观察地表因板块运动产生折曲现象，以结合地球科学之相关教学领域。
- 3、 余兴节目：利用绳索安全渡河并尽情地在多纳高吊桥下河面玩水。
- 4、 谢让：活动中强调学员间团队的重要，为激励孩子们勇于表达、互相合作与独立思考，藉由团队比赛积分，作为团队给奖依据，同时让获奖团队上台进行「谢让」仪式。

整体而言，本项创意教学，主要目标是充份发挥自然与生活科技的教学领域(物理测量)，试图结合几何数学与测量之应用，进行实体测量活动；次要目标是延伸至艺术与人文、社会、健康与体育及综合活动等，以达到跨领域学习与其它师生协同学习与教学，以作为尔后不同领域学习之预告参考。其概念图(Concept Map)如图二



图二、高度测量创意教学与其它领域相关之概念图

五、主要教学活动地点介绍：



本高度测量创意教学活动相关地点有工博馆交通与文明展示厅, 居住与环境展示厅、工博馆户外展示品-希望之塔水钟、车上科学与茂林国家风景区之美雅谷地(含龙头山及茂林高吊桥), 择要介绍如下:

(一)、工博馆户外展示品-希望之塔水钟(如图三): 塔高 41 公尺, 展示功能为利用大气压力 虹吸管原理进行时间计算, 并在整点时刻有不同响数钟声与乐音产生。

(二)、工博馆交通与文明展示厅高度角测量区展示品应用(如图四)



图三: 工博馆户外展示品-
希望之塔水钟



图四: 工博馆交通与文明展示厅
--高度角测量区

(三)、茂林高吊桥

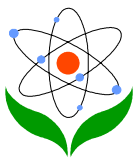
位于进入美雅谷入口前约 200 公尺, 位于万山和多纳之间的 Kubia 龙头山, 往多纳上方一座很高的吊桥(如图五)。从日据时代这个就是茂林乡多纳地区族人必经的路径, 全长 232 公尺、高 103 公尺, 它是多纳人起步发展很重要的桥梁, 也是族人与亲人、情人、朋友道别的情之桥(如图六)。



图五、茂林高吊桥远眺图



图六、茂林高吊桥桥面

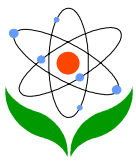


六、进行步骤

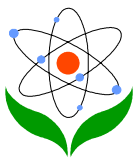
本创意教学活动以一天活动安排为主, 活动时间配当表如表一

表一、高度测量创意教学活动配当表

时间分配	内容	图示	说明	地点
8:30~9:00	猜想法猜塔高		看一看, 想一想, 猜猜看, 「希望之塔」有多高?	工博馆户外展示品
9:15~10:00	简易经纬仪 DIY		自己亲手做做看, 经纬仪有很多功能: 测高度、念力功、观察行进中车辆的运动状态、煽风。	工博馆研习教室
10:00~10:30	如何操作经纬仪?		讲解几何测量法(三角测量法之正切函数)的原理与步骤。	工博馆研习教室
10:30~11:00	简易经纬仪户外实测(一)		测测看, 量量看, 到底实际的塔高与当初自己的猜测差多少?	工博馆户外展示品
11:00~11:30	简易经纬仪户外实测(二)	 	测量建筑物的高度, 并实际用卷尺量量看, 用经纬仪所测得的高度与实际测量的高度一样吗?	工博馆户外场地
11:45~12:30	车上科学之一: 速度的变化		观察行进中车辆之加速度、减速度与等速度、向心力与离心力等现象。	游览车上



12:30~13:00	车上科学之二: 制作黄莺笛		户外的求生之道,以黄莺笛 DIY,体会声音的三要素(音量、音调、音品),并吹出求救讯号 SOS (... --- ...).	游览车上
13:00~14:00	车上科学之三: 学习「称人结」的绑法		当团体要集体渡河时,以童军绳绑「称人结」,绳子的一端绑在自己身上,另一端绑在以抛绳枪抛至对岸的绳子上,当渡河时以避免水流将自己冲走。	游览车上
14:30~15:00	重力测量法		在桥面上放下一粒石头,并利用码表测出石头从桥上掉到桥下水面的时间(自由落体)。	茂林高吊桥
15:00~15:30	多纳吊桥有多高啊?		再利用塑料绳系上重物往下掉,实际测量桥高,待绳子全部收回,再量量看塑料绳的总长度就可以知道多纳吊桥到底有多高。	茂林高吊桥
15:30~16:00	延伸教学之一: 抛绳枪的运用		河面很宽,大伙儿却很想渡河,怎么办?利用抛绳枪把细绳子抛到河的对岸,再牵引粗绳横跨河面。	茂林美雅谷地
16:00~16:30	延伸教学之二: 利用绳结渡河啰!		每个人各自利用童军绳绑「撑人结」在自己身上与横跨河面的绳子上,就可以一一安全渡河啰!	茂林美雅谷地
16:00~17:00	延伸教学之三: 观察地形折曲与河道		河水流经转弯曲道处,因流速变化,产生两侧不同的切割与积沙情形(外侧产生岩壁切割现象,内侧淤沙)	茂林美雅谷地



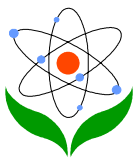
16:30~17:00	好玩耶!		大家安全渡河后,「打水仗」的好戏就要正式上场啰! GO!	茂林美雅谷地
在校园内	量量看! 多纳吊桥到底有多高?		到学校上课,第一件事情就是赶快把绳子摊开,量量多纳吊桥到底有多高实际的高度是多少?	高雄市立民族国中
				

七、测量结果:

活动中将学员分为四组, 各组名称配合高雄市马路名称, 分别为一心、二圣、三多、四维等四组, 各组测量结果与实际高度进行比较, 误差值越小者其所得积分越高(即 4 分), 反之所得积分越低(即 1 分), 各组测量工博馆水钟塔高、建物高与桥高结果如下表二:

表二、各组测量结果与获得积分

组别	一心	二圣	三多	四维
目测塔高	2,200cm	2,700cm	3,500cm	3,000cm
实际塔高	4100cm			
误差量(积分)	1,900cm(1)	1,400cm(2)	600cm(4)	1,100cm(3)
经纬仪测屋高	1,200cm	1,150cm	1,130cm	1,230cm
实际屋高	1250cm			
误差量(积分)	50cm(3)	100cm(2)	120cm(1)	20cm(4)
经纬仪测塔高	3,150cm	3,300cm	3,750cm	3,500cm
实际塔高	4100cm			
误差量(积分)	950cm(1)	800cm(2)	350cm(4)	600cm(3)
重力法测量桥高	120m	135m	149m	98m
实际桥高	103m			
误差量(积分)	17m(3)	32m(2)	46m(1)	5m(4)
积分总和	8	8	10	14



(一) 说明:

- 1、 请学生以目测方式猜塔高, 各组共同讨论后决定的高度分别为 2,200cm、2,700cm、3,500cm 及 3,000cm。
- 2、 经过简易经纬仪 DIY、讲解原理以及操作方式后, 各组实际利用经纬仪测量所得的高度分别为: 3,150cm、3,300cm、3,750cm 及 3,500cm。
- 3、 工博馆建筑设计图上的希望之塔高度为 4,100cm。

(二) 讨论过程中, 询问学生在这过程中, 除了用猜想法 (Guess Method) 猜塔高以及利用简意经纬仪测量等观察方法外, 是否还有其它方法? 结果三多组员开始目测塔高时, 大家都用目测方式推估, 唯独一名组员 A 却想出运用「光影测量法」(影子法或相似三角形比例法), 以人身高与人影子的比例, 从塔影推算塔高, 测出的塔高为 3,838cm, 但是这只是 A 个人的想法, 同组成员却一致认为塔应该没有这么高, 而以多数决的方式牺牲了 A 生的想法, 决定该组目测塔高的数字为 3,500cm。

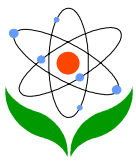
(三) 光影测量法: 三多组员 A 生上台发表其使用影子法(即光影测量法或相似三角形比例法)测量塔高的依据, 并接受其它学员的提问。

八、成果评量

学生是教学活动的接受者, 对于活动之欢喜好恶, 从学生的学习表情与回馈反应, 最能表现出来, 除了比测量结果所得积分作为给奖的评量标准外, 兹将学生的发散式回馈反应分为教学方式与活动过程纪录如下:

(一) 教学方式:

- 1、 大多数学生都肯定这样户外教学的上课方式非常有趣、活泼, 教具新颖, 考量受教主体是学生时, 活动的安排以生动活泼兼具有趣, 符合其需要以收寓教于乐之功效。
- 2、 老师穿叉使用英语教学很棒。
- 3、 跟平常上课不一样, 许多理论都可以验证在生活上, 例如: 如何透过自制教具结合理论模型进行实测工作。
- 4、 但是发现有许多实验学校未做过, 希望以后常办这样的活动, 因为这种上课方式可以学到很多新东西以及启发思考能力, 而且团体合作感觉很好。



(二) 活动过程:

- 1、 觉得一天的课程设计非常充实, 可是时间似乎有点赶, 而且最后玩水时间太短。
- 2、 如果能过夜更好

(三) 学习目标达成度评量: 本创意将学活动旨在藉由校外测量教学, 观察并纪录预期的学习目标是否达成, 同时对于活动中使用测量的测量技法是否熟悉并会操作, 综合活动的观察纪录, 本文就学员自制教具、操作教具与测量技法熟悉度等三项成果指标, 汇整出下表三之学习评量目标达成度。

表三、高度测量创意教学学习目标达成度

成果指标	样本数	成功样本	达成度
自制简易经纬仪	32	31	96.7%
熟悉操作简易经纬仪	32	30	93.8%
熟悉重力法测量高度	32	28	87.5%

基本上, 大部份的学员均能完成本次测量活动所期望达成目标, 但在重力测量法的操作上, 由于测量现场计时误差及风力的影响, 使得测量准确度大大降低, 且大部份学员尚未学习到重力测量法的基本理论概念, 所以采用此方法仅着重于告知其然, 尚未告知其所以然。

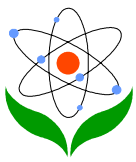
九、结语

就活动的执行与成效而言, 本文归纳出几项成功的地方供参:

(一)、进行校外测量教学与延伸休闲活动, 有着互补的功能, 从学习者的感言与回馈纪录中, 引起学习动动机。

(二)、本创意教学提供一个固有学习场域(如学校)的改变, 学生离开学校进行校外教学, 自是一种新鲜与期待, 特别是在活动中发现许多学生在校学习有怠惰倾向的学生, 其热烈参与并全心投入的情形, 实令随队教师讶异。

(三)、本教学活动中将有关的测量方法及延伸的教学内涵, 设计成一套科教活动并综合在一日户外教学与旅游的行程中, 学生的受教方式不再是在课堂内听教师口述或科学实验, 而是将科学教育与休闲活动结合, 科学类博物馆提供教案与活动规划, 学校教师充份配合并讨论活动安排, 让受教者有新奇与期待, 充份达到寓科学教育于生活娱乐之中。



(四)、理论与实作的结合、独立研究与合作学习的结合、教学与休闲的结合、团体讨论与解答困难的结合, 教学活动不再是一味单向讯息传递, 而是综合教学目标、地形、地物与环境的结合, 落实教师寓教于乐且学员乐于互动学习。

十、意外的发现:

一个教学活动, 除了教师预期达到的实务测量目标与成果以外, 从中捕捉一些非预期中的学生表现, 也算是一种额外的收获。

(一)、孩子的表情:

念力功的运用是经纬仪的附属功能之一, 这是共振(Resonance)的应用。当外界振动频率(身体)与物体固有频率(系绵绳的铃铛)一致时, 物体发生激烈震动的现象称为共振。学生运用此原理表演「念力功」, 不但非常成功, 还加上他自己独创趣味的脸部表情(如图七), 令在场的师生不禁莞尔, 娱乐效果十足, 此亦可解释吊桥上不宜齐步走的理由。



图七: 孩子的表情

(二)、石头落水时间:

当全体师生在多纳吊桥上, 以沿路所捡拾的石头, 从吊桥上将石头往下丢, 利用码表测量石头从桥上至河谷掉落所需的时间, 结果可以发现, 有的学生测得 5.5 秒, 有的学生测得 6.2 秒, 为什么会有这样的差别? 经过讨论过后, 石头的形状与大小均不相同, 在空气中掉落的过程, 会因为空气浮力与空气阻力的因素, 而影响其掉落的时间。

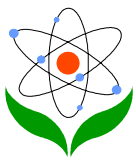
(三)、漂浮的红绳:

为了要实际测得多纳吊桥的真正高度, 计划利用红色塑料绳绑着石头垂到河谷, 将红色塑料绳做记号, 再把红色塑料绳全部收回后, 再利用卷尺量量看, 就可以得知多纳吊桥的真正高度, 但是在红色塑料绳垂至河谷的过程中, 石头却脱落了, 虽然必须再重新把石头改用宝特瓶绑着红色塑料绳比较牢靠, 却也从中发现红色塑料绳在空中飞舞是那么的美妙(如图八), 原来是风力的作用。



图八、随风飘曳的彩绳

(四)、摩擦生热:



手拿着红色塑料绳在快速的垂落过程中, 学生会因为红色塑料绳在高速的摩擦中产生热, 让手不自觉的放开以避免烫伤。

十一、活动醒思与建议

(一)、任何测量都得允许误差值的存在, 即使相同的标准作业流程, 由于测量者操作微量误差, 均会对测量值产生变异, 并与实际值有误差存在, 藉此可将教学活动延伸在校内进行, 请学习者探究(Explore)产生各种误差的原因, 并上台发表自己的看法。

(二)、教育之目的地之一是培养学生具有独立思考、判断与解释的能力, 三多队 A 生以光影测量法的科学实验方式所得的塔高数据, 结果是最接近正确高度, 但是在这个过程中, A 生却被该组成员说服, 用大家所一致认为应该可能的数字(猜想法)。科学教育应该多一点鼓励, 让学生多一点空间, 当学生有他们自己独特的见解与看法时, 鼓励他们课堂上一起讨论, 无论他们的想法正确与否, 相信在整个逻辑思辩、探究讨论的过程中, 加上老师从旁引导, 迷思概念 (Misconception) 将予以导正, 正确的见解与看法也会得到验证。教师亦可藉由学习者旧经验的应用, 利用数学相似三角形比例概念结合光影测量法, 进行跨领域之协同教学。

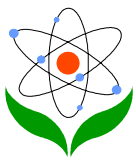
(三)、校外教学活动, 除掌握主要目标(测量)完成以外, 让学习者能利用当地地形地物并从中玩乐, 并进行安全教育, 更能吸引学习者投入学习的兴致。

(四)、谢让单元虽不是活动重点, 却是在鼓励团队合作与竞赛的教学活动中, 免除彼此间情感摩擦的润滑剂, 本次测量活动比较积分, 以四维获得 10 分最多, 优胜四维队上台念一段谢让台词:

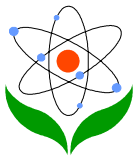
「一二三、三二一、你输我赢没关系、下次机会让给你, 一二三、三二一、有本事、再来比一比」随后组员深身一鞠躬, 大声说道「谢谢各位的承让」, 此一鞠躬举动, 赢得其它比赛队伍满堂掌声, 此举目的在于强调团队合作的重要性与感恩他人共襄盛举的心情(陈正治, 2003)。

(五)、教学活动可结合社会新闻报导, 进行团体解难的科学探究活动, 例如跳楼事件, 测量跳楼者所在位置高度、落地时间与着地速度, 以及如果撞到地面上行人时的力量大小与后果等科学知识, 进而探究某些动作片电影情节的谬误。

(六)、藉由活动的延伸, 向国中二年级学生预告未来延伸学习的相关内容与挑战, 例如:

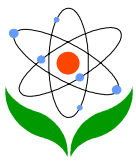


- 1、 光影测量法的限制及无光影或有障碍物时, 如何应用三角函数测量。
- 2、 速度与时间关系图: $S = 1/2 G T^2$ 的理论基础。
- 3、 共振(Resonance)为何物: 介绍频率概念与生活的应用。
- 4、 速度(Velocity) 与速率(Speed)的区别。



参考文献

- 1、王海山(1998): 科学方法百科。台北: 恩楷。
- 2、林进材(2000): 教学理论与方法。台北: 五南。
- 3、方炳林(1979): 普通教学法。台北: 教育文物出版社。
- 4、王秀玲(1997): 主要教学方法。载于黄政杰主编, 教学原理。台北: 师大书苑。
- 5、林生传(1990): 新教学理论与策略。台北: 五南。
- 6、陈正治(2003): [亚太科学教育论坛, 第四期、第二册、文章六](#)。香港: 香港教育学院科学系。
- 7、陈正治(2001): 七段式科教活动之开发与设计--以经纬仪之施作为例, 2001 创意教学研讨会论文集 p. 595-620。台北: 国立台湾师范大学。
- 8、梅锡(1996): 测量学。台北: 东华。
- 9、胡学俪译(1995): 测量--量度与时间。台北: 文库。



附录一、简易经纬仪操作图示

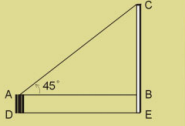

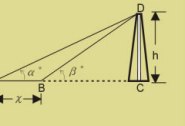
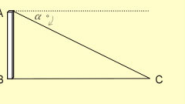
簡易經緯儀組裝與操作說明
(專利新型第186790號)

<p>1</p>  <p>沿外框剪下, 以A、B為對稱軸壓平</p>	<p>2</p>  <p>半圓部份黏貼雙面膠, 並在竹棒中央繫上細繩, 穿過圓中心</p>
<p>3</p>  <p>撕下雙面膠, 將圓盤對摺並黏貼平整</p>	<p>4</p>  <p>綠色端黏貼大窠孔, 紅色端黏貼小窠孔</p>
<p>5</p>  <p>繩子另端繫上鈴嘴, 即可完成簡易經緯儀: 圖示為仰角測量操作示範(眼睛貼近綠色窠孔, 指標在綠色區塊)</p>	<p>6</p>  <p>俯角測量操作示範(指標在紅色區塊)</p>


 國立科學工藝博物館
NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY MUSEUM

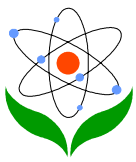
版權所有, 請勿翻印

簡易經緯儀原理與應用說明
(專利新型第186790號)

國小版	<p>當觀測物高度角 $\angle CAB=45^\circ$ 則 $BC=AB=DE$ 觀測物高度 $EC=EB+BC=DA+DE$ 即觀測物高度= 觀測者身高(眼腳至腳底)+ 觀測者距觀測物基底長度 例: 身高(眼腳至腳底)$=DA=165\text{cm}$ $DE=1000\text{cm}$ 仰角 $\alpha=45^\circ$ $EC=165+1000=1165\text{cm}$</p>	
國中版	<p>當觀測物高度角 $\angle CAB=\alpha^\circ$ 則 $BC=AB \times \tan(\alpha^\circ) = DE \times \tan(\alpha^\circ)$ 觀測物高度 EC $=EB+BC=DA+DE \times \tan(\alpha^\circ)$ 例: 身高(眼腳至腳底)$=DA=165\text{cm}$ $DE=1000\text{cm}$ 仰角 $\alpha=30^\circ$ $EC=165+1000 \times 0.5774$ $=742.4\text{cm}$</p>	
高中版(測高)	<p>測高: 當B、C兩點間有障礙物, 無法測量直線距離時: 假設 $CD=h$, 且A、B、C成一直線, $AB=x$ $h = \frac{(x \times \tan \beta^\circ - \tan \alpha^\circ)}{(\tan \beta^\circ - \tan \alpha^\circ)}$ 例: A點仰角 $\alpha=30^\circ$ B點仰角 $\beta=40^\circ$ $x=50\text{m}$ 則 $h = \frac{(50 \times 0.8391 - 0.5774)}{(0.8391 - 0.5774)}$ $\approx 92.57\text{m}$</p>	
高中版(測遠)	<p>測遠: $BC=AB \times \cot(\alpha^\circ)$ 例: 已知 $AB=30\text{m}$ $\alpha=40^\circ$ 則 $BC=30 \times \cot(40^\circ)$ $=30 \times 1.1918$ $=35.754\text{m}$</p>	

備註: 如需公式推導資料, 請e-mail: nelson@mail.nstm.gov.tw 版權所有, 請勿翻印

 國立科學工藝博物館
NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY MUSEUM



附录二：活动学习单

国立科学工艺博物馆
高度测量创意教学活动单

姓名：_____

一、猜一猜，工博馆「希望之塔-水钟」大约多高？_____公尺

二、猜一猜，工博馆南区建筑物大约多高？_____公尺

三、右图 当高度角(仰角)为 45 度时

AB= _____公分(CM)

BC= _____公分(CM)

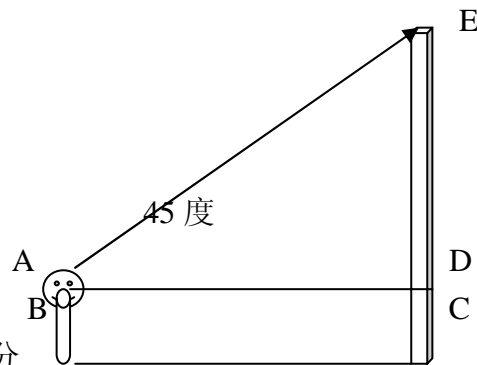
可以推得

AB=CD= _____公分(CM)

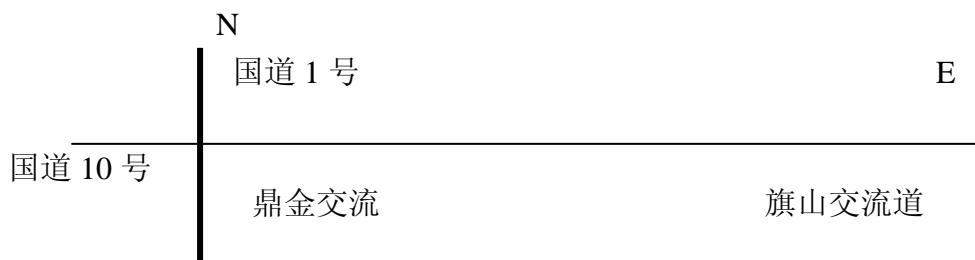
BC=AD=DE= _____公分(CM)

再推算

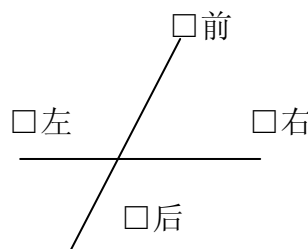
物高 CE=CD +DE=AB+BC= _____公分

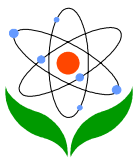


四、汽车往东经国道(梅花)1号经鼎金系统交流道接上国道10号高速公路仁午交流道时，路边指示牌位置是_____K+ _____，下旗山交流道时位置是_____K+_____，计算一下，鼎金系统交流道至旗山交流道距离大约_____公里_____公尺

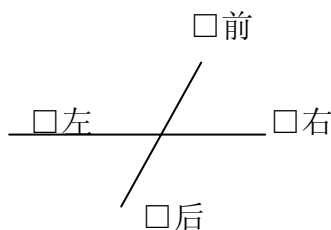


五、当汽车遇到十字路口红灯时，汽车驾驶会踩煞车，汽车越来越慢(减速度)，铃当摆锤会往那一方向运动？请打勾

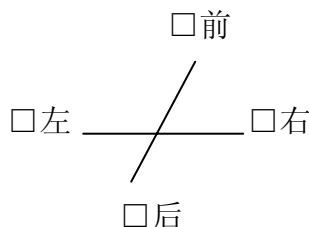




六、当汽车在十字路口绿灯亮, 汽车驾驶会踩油门加油, 汽车越来越快(加速度), 铃当摆锤会往那一方向运动? 请打勾



七、当汽车往左转弯时, 铃当摆锤会往那一方向运动? 请打勾



八、我学会绑称人结了吗? 会 不会

九、我学会做黄莺笛了吗? 会 不会

十、石头由桥面自由掉下到河谷所需时间是 _____秒, 估算桥面距河谷高度约 _____公尺 _____公分 ($S=4.9 * \text{时间平方}$)

十一、用绳子量一量桥面距河床高度大约 _____公尺 _____公分

十二、你如何过河比较安全? 请绘图看看