

中学二年级科学专题研习

-- 「酸雨对植物生长的影响」

郑美红、蔡庆麟

中国 香港 香港教育学院 科学系

电邮：maycheng@ied.edu.hk, hltsoi@ied.edu.hk

收稿日期：二零零三年五月六日(六月十一日再修定)

内容

引言

专题研习简介

专题研习活动设计及流程

(一)资料搜集阶段

(二)设计实验阶段

(三)进行实验阶段

(四)分析及汇报结果阶段

教师的回馈

总结

参考数据

附录

表格一：工作进度表

表格二：学生指引

表格三：评分准则

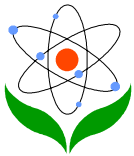
表格四：自我评估表格

表格五：小组评估表格

表格六：实验设计草案

引言

本文辑录了一项中二年级的专题研习活动，供其它教师参考。此专题研习活动是「寰宇学校计划」(Schools Around the World Project, SAW)与本地科学科教师的



合作成果。学生透过进行科学探究，探讨「酸雨」这个问题¹。

「寰宇学校计划」计划是由美国基础教育议会构思的教师专业发展计划，参与国/地区包括美国、澳洲、捷克、法国、德国、香港、日本、葡萄牙及英国。计划以科学科为首个研究范畴，会员教师提交的学生习作则是计划的研究基础，亦是教师间作专业交流的桥梁。各地的参与教师可透过互联网，在科学教学及评估等范畴上交流经验及心得，进一步扩阔视野，促进科学教学专业的发展，从而提升学生的学习表现。

自二零零一年开始，「寰宇学校计划」与部分参与学校合作，推行校本科学课程发展计划，目的是进一步支持本地科学教师的教学，提升教学素质。计划小组先与校长及有关的科任老师接触，了解学校课程发展的目的及需要，然后就特定课题设计教学建议。期间，计划小组与教师保持紧密联系，为他们提供顾问服务，并按个别学校的实际需要，制订教案、活动、教材及学生习作。校方审定及选出合适的教学建议，并尝试于课堂上使用。

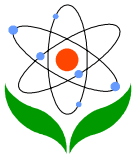
专题研习简介

酸雨对人类及自然生态造成很大伤害，例如：腐蚀建筑物、酸化土壤、酸化湖泊等等；而酸雨亦是中二年级科学科课题--"酸和碱"的内容之一。为了让学生更明白酸雨的影响，教授这个课题后，可让学生以「酸雨对植物生长的影响」为题进行科学探究，了解被酸雨酸化的土壤对植物生长的影响。

「酸雨」这一个词汇对我们来说并不陌生，因为它经常在报章、电视新闻中出现，而我们对它的认识又有多深呢？「酸雨」是指酸性的雨水，根据酸碱值的测量准则（数值 1 至 14）来说，数值等于 7 为中性，少于 7 为酸性，大于 7 则为碱性。由于空气中含有大量二氧化碳，天然雨水本身略带酸性，而酸碱值约为 5.6。当雨水的酸碱值低于 5.6 时，便可被视为酸雨。可是，在一些特别情况下，雨水受许多自然现象影响，其 pH 值变化介乎 4.9~6.5 之间，因此，大多数人会以 pH 值小于 5.0 作为酸雨的指标。

形成酸雨的化学污染物主要为二氧化硫及氮氧化物。在人口密集的地区，由于发

¹本活动承蒙九龙三育中学、世界龙冈学校刘皇发中学的校长及有关老师参与，藉此向上述人士一一致谢。



电及各类使用燃料的燃烧活动会排放这些化学气体, 所以雨水的酸度通常较高, 酸碱值一般介乎 4.5 至 5.6 之间。

专题研习活动设计及流程

本专题研习以《科学习作的多元化设计--提升学生「学会学习」的能力》(2002) 中的建议为设计蓝本, 旨在培养学生的科学探究技巧(Science Process Skills), 流程中亦加入了 P.O.E. (Predict(预测)--Observe(观察)--Explain(解释)) 元素(Russell, 1998; Baird and Northfield, 1995), 步骤包括:

- **预测**

教师先向学生展示一套实验工具, 讲解将要进行的实验示范。之后, 学生便要预测将发生的事情, 以及解释为甚么认为这等预测最正确。列出原因后, 各同学可私底下投票, 互相选出心目中认为最适当的一项解释--私底下投票可令他们更自主地选出心目中的答案。

- **观察**

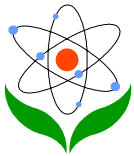
当教师完成实验示范后, 学生都可观察到实验结果。在大部份情况下, 同学其中一个预测会跟实验结果相符, 但亦可能有多于一个预测符合实验结果, 或没有同学预测到真正结果。

- **解释**

全班同学可尝试逐步解释实验为甚么会产生这样的结果。学生会以小组形式进行, 由于互助合作与学生的正面学习态度发展关系密切, 以及组员在智能、科学学习能力、性别等方面各有不同, 因此互助合作的情况将可更贴近社会现实情况, 并能培养学生尊重他人的态度。

为了让学生更容易掌握这些技能, 整个探究过程会分为以下四个阶段 (见图表一): (一) 资料搜集阶段--搜集有关酸雨的资料, 初步了解其定义及影响; (二) 实验设计阶段--设计实验, 以确定提出的假设, 须考虑公平测试条件、变因的界定及控制、测试物料的选用等; (三) 进行实验阶段--进行实验时, 运用合适的工具收集数据, 有系统、清晰地表达数据; 及 (四) 分析及汇报结果阶段--分析所收集的数据, 作出结论及汇报结果。

进行活动前, 教师应预先订立进度表 (见表格一), 把整个活动分成不同阶段, 注明各阶段预定的工作, 这样学生会更容易掌握和分配工作。工作进度表上有"日期"、"预定的工作"和"完成的工作及日期"三个项目, 首两项由教师填写, 最后一项由学生负责。透过定期审查此进度表, 教师可知道每组学生的工作状况, 给跟不上进度的组别提供适当的支持。



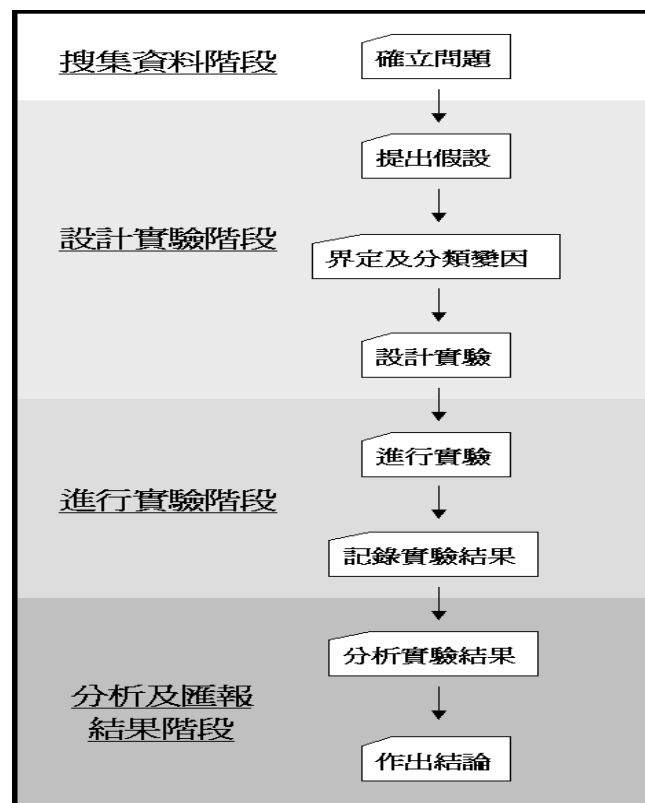
此外，学生指引（见[表格二](#)）和评分准则（见[表格三](#)）也相当重要。学生指引清楚地列明活动的要求、注意事项和评分项目；而评分准则详细地解释每项评分项目的要求。虽然这两份表格同样列出评分项目，但用途各有不同。前者只列出评分的范围，简单扼要，学生较容易明白；后者则详细描述各评分范围，供教师使用，有助分辨不同表现的学生，同时亦可给予学生回馈。

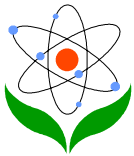
完成探究活动后，各组学生须提交实验报告，以及在班上口头汇报实验结果。是次专题研习是根据以下三方面作出评核（详情请参阅评分准则）：

1. 编排（40%）-- 实验报告"资料的质素"、"内容组织"、"文法与错字"及"是否用心制作及作品外观"。
2. 实验（30%）-- 科学探究技巧的运用，包括："实验设计"、"记录(图表、图片及数据表)"及"分析及总结实验结果"。
3. 汇报（30%）-- 口头汇报的表现，包括："汇报内容"、"表达技巧"、"问答技巧"及"时间控制"。

另外，学生还须填写自我评估表格（见[表格四](#)）及小组评估表格（见[表格五](#)），进行自我评估和同侪互评。

图表一：科学探究流程





(一)资料搜集阶段

学生一般都只会阅读教科书，很少接触其它知识读物，例如：报章、杂志、网上资料及参考书等。为了扩阔学生学习知识的领域，本活动要求各组同学透过不同途径，搜集有关酸雨的资料。学生须分工合作，每一个途径只可由一名组员负责，例如：一名组员选择从网上搜寻数据，其它组员就不可选择该途径。经初步处理及分类搜寻所得的数据后，须将有关资料以列点形式填在白纸上，并在每项数据旁附注数据来源。如多于一个数据来源提及有关数据，须将所有数据来源写上。

根据学生搜寻得来的资料，可反映学生以下几方面的表现：

- 分配工作的情况
- 各组员的工作表现
- 数据搜寻的技巧
- 数据处理及分类的技巧

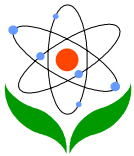
最重要的是搜集得来的资料有助学生了解他们将要探讨的问题--「酸雨对植物生长的影响」。

(二)设计实验阶段

在上一阶段，学生清楚知道酸雨如何影响植物的生长。在这个阶段，学生须提出假设，解释原因；此外，学生还要界定和分类问题中的因素（变因），然后设计实验，以证明提出的假设。因为学生欠缺上述的科学探究经验，所以须要透过讨论，以及运用工作纸（表格六：实验设计草案）辅助，引导他们思考、表达和分享自己的见解。

本活动是模拟酸雨的情况，并以酸性溶液作为人造酸雨。根据有关酸雨的资料，二氧化硫及氮氧化物是酸雨的主要成份；为了使实验条件与真实情况相约，人造酸雨的成分应选用硫酸及 / 或硝酸。本活动是测量酸雨对植物生长速度的影响，所以选用植物时应考虑植物的生长速度。红豆、绿豆和蚕豆是种植活动中常用的植物种子。

选定实验材料后，就要考虑进行实验的条件，例如：酸雨的 pH 值、浇水的次数、被阳光照射的时间，以及如何控制不变变因、订定操纵变因和应变变因。首先，大多数人会以 pH 值小于 5.0 的雨水作为酸雨的指标，所以可选用 pH 值 5.0 或以下的酸性溶液。除酸性溶液本身的酸性外，溶液的化学成份亦可能影响植物的生长，故此教师可选择所有组别使用同一种酸性溶液（硝酸或硫酸）；或一半组别使用硫酸，另一半使用硝酸（如选择后者，可比较每组的实验结果）。另外，还须测试没有带有酸性（中性）的雨水，作为对照实验。本实验所探究的因素（变



因)是「水的 pH 值」,因此其它影响植物生长的因素(变因),如浇水的次数、被阳光照射的时间等等,要保持不变,这是公平测试的原则。

本实验主要量度植物生长速度的变化,还须量度一些保持不变的因素(变因),如气温和湿度,以查证它们是否真的不变,确保符合实验假设。为了有系统且快捷地记录大量数据,学生须设计数据记录表记下这些数据。

完成设计后,各组同学把设计填在白纸上,然后在班上汇报,由老师评述各实验设计的优点和缺点,然后设定一个或数个可行的实验方案。实验设计须填写以下四项:

- (i) 实验目的
- (ii) 仪器及材料清单
- (iii) 实验步骤
- (iv) 实验结果记录

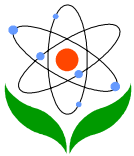
在进行实验之前,让学生根据假设,预测结果,以便他们进一步思考所探究的问题。

(三)进行实验阶段

在进行实验前,应指导学生应如何量度植物的生长,如:量度植物主干的高度、树叶的大小等。在第一天的观察及量度,教师应从旁指导学生正确的方法。往后的观察及量度,则不一定要教师从旁协助。

学生根据可行的实验方案,进行植物种植测试,并记录连续十天的植物生长情况。现假设一半组别使用硫酸,而另一半则使用硝酸。在实验中,人造酸雨的 pH 值为 3、4 和 5。以下的实验步骤可供选用硫酸 / 硝酸的组别参考:

1. 利用 pH 试纸测试"蒸馏水" (pH 7)、" 10^{-3}M 硫酸 / 硝酸" (~pH 3)、" 10^{-4}M 硫酸 / 硝酸" (~pH 4)、" 10^{-5}M 硫酸 / 硝酸" (~pH 5)。(学生应学习正确的测试技巧。)
2. 在四个培养皿表面贴上标签,分别为 pH 3、pH 4、pH 5、pH 7。
3. 在各培养皿底铺上一层棉花。
4. 在各培养皿里,小心放下 5 棵小幼苗。(可自行决定小幼苗的数量,不可过多或过少)
5. 用一小块棉花包裹好幼苗的根。
6. 在贴有"pH 7"标签的培养皿注入蒸馏水;在贴有"pH 5"标签的培养皿加入 10^{-5}M 硫酸 / 硝酸;在贴有"pH 4"标签的培养皿加入 10^{-4}M 硫酸 / 硝酸;在贴有"pH 3"标签的培养皿加入 10^{-3}M 硫酸 / 硝酸。(注意:蒸馏水和各



浓度硫酸 / 硝酸的份量相同)

7. 把四个培养皿放在同一地方。
8. 几天后，观察并记录幼苗的生长情况。
9. 如发现棉花开始干涸，请重复步骤 6。

进行实验期间，学生须注意以下事项：

- 是次实验所探究的变因为「水的 pH 值」，其余因素须保持不变。
- 正确运用实验仪器。
- 重复多次量度，取其平均值。
- 运用记录表记录数据。
- 如发觉事前设计的实验步骤有错，应根据实验情况作出修改，然后再进行实验。

(四)分析及汇报结果阶段

学生把记录表的结果绘画在图表上，以便比较它们在不同情况下的生长变化。图表的 Y 轴为植物的高度，X 轴为时间。学生须清楚知道绘画图表的要求及注意事项。

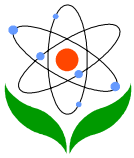
在分析实验结果时，须考虑以下因素：

- 不变变因(Controlled variables)在实验中是否不变
- 操纵变因(Independent variables)及应变变因(Dependent variables)的变化关系
- 实验结果是否符合实验假设

如实验的不变变因并非保持不变，表示实验设计不完善或实验出错，须修改实验设计，重做实验。如果实验的不变变因保持不变，而操纵变因与应变变因的变化关系跟预测的一样，表示实验结果符合实验假设；相反，表示实验结果不符合实验假设。

完成分析后，让学生比较实验前的预测与实验结果，从而纠正、阐明及重整学生已有的看法，以及进一步延伸所学的知识。

在实验设计阶段，实验书面报告的四个项目（实验假设、仪器及材料清单、实验步骤和记录实验结果）已经提交，由教师评述各实验设计的优点和缺点，然后设定一个最好的实验方案。因此，在实验书面报告中，应提交已修改的设计。最后，每组学生须在班上进行三分钟的口头汇报，解释实验结果，以及作出结论。



教师的回馈

以下是其中一间参与学校的教师回馈，藉此让其它教师更容易掌握本专题研习的进行过程。教师常用的教学模式是口头讲解。以往，他们通常会用 1 至 2 课节，教授「酸雨」这课题；但以专题研习形式进行科学探究时，他们则预计需要两个月时间（详情请参考「[表格一：工作进度表](#)」）。

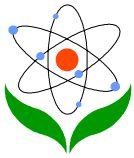
推行期间，他们发现能力较逊或较被动的组别，需要教师的额外协助及较长的时间，方能完成本专题研习。这些组别主要遇到以下三方面的困难：

- 学习动机、专注力不足--遇到困难时，学生很少主动向教师提问，只是等待教师的协助。例如：量度一棵弯曲的植物的长度时，学生不知怎样量度才是最好。有些学生会胡乱地采用他们直觉上正确的方法；有些则什么都不做，等待教师告诉他们量度的方法。
- 缺乏科学思想及不懂运用科学探究技巧--虽然学生在之前的一个学年已学会如何假设、界定变因，但他们并不懂得运用这些科学探究技巧，分析实际问题，因此，在与学生讨论「[表格六：实验草案设计](#)」时，教师须要额外的时间，作清楚说明。
- 组员之间的沟通不足和合作性低--虽然组员懂得分工合作，但分工后，各组员只顾自己的工作，不会过问其它组员的进行情况，就算知道其它组员遇到困难，亦不会主动提供任何协助，导致工作不能跟上预定的进度。

除顾及学生的学习困难外，本专题研习的成功也须要实验室技术员和同事的协助，因为本专题研习为期两个月，需要很多事前准备工作，例如：幼苗发芽、预备酸性溶液、编写工作进行表等。

根据观察学生进行活动时的情况，按他们的经验，归纳出以下教师须要注意的事项：

- 幼苗吸收水的速度十分快，因此须要每天浇水，才可确保幼苗正常地生长；而种植生长的观察期为十日，教师须考虑到周末、日的浇水安排。
- 红豆的生长状况最理想，叶子的数目较多，茎的生长速度较快，且可长得很高，方便比较；绿豆的叶子只得 1 至 2 片，以及茎干较幼，容易折断；蚕豆的生长速度太慢。
- 学生可能会误读量度单位，把毫米读为厘米。
- 学生可能没有理解数据出现误差的原因，例如：一个培养皿内有五棵幼苗，折线图中的数据是这五棵幼苗高度的平均值；假如其中一棵幼苗折断或枯死，学生通常会继续量度这棵幼苗，以致数据出现重大的误差。



- 学生不懂得运用折线图中的数据, 具体地证实所提出的假设。
- 有些组别的实验结果不理想, 他们大致知道成因, 但不能具体地提出改善实验方法。

学生表示对这类型的科学探究式专题研习十分有兴趣, 与课本中的实验相比, 这才算是真实的科学实验。另外, 教师认为本专题研习的教学资源十分有帮助, 例如: 工作进度表可助学生在指定的日期内完成有关工作; 评分准则、自评表格和小组互评表格可助教师评核学生的表现等。本专题研习历时两个月, 学生须完成"搜集数据"、"设计实验"、"进行实验"、"撰写书面实验报告"和"口头汇报"五个部分。他们认为下个学年会继续遵循这个学习模式, 但鉴于学生能力的问题, 会修改部分内容, 集中推行"设计实验"和"进行实验"两部分。整体而言, 此类科学探究或专题研习可帮助能力较逊或较被动的学生解决上述三大困难: (1)学习动机、专注力不足; (2)缺乏科学思想及不懂运用科学探究技巧; (3)组员之间的沟通不足和合作性低。

总结

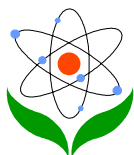
本专题研习是以科学探究模式进行, 培养学生的逻辑思考方法, 并让他们认识常用的科学过程技巧。在进行科学探究过程中, 学生模仿科学家的主动探究角色, 运用已学会的知识解决一些难题, 因而产生更大的学习动力, 主动地发问及讨论, 使学习效率大大提高。由于本专题研习以「酸雨对植物生长的影响」为题, 让学生运用科学过程技巧, 进行科学探究, 因此评核的重点亦集中在"科学过程技巧的运用"及"逻辑思维"这两方面。除了注意如图表一所列的进行阶段外, 教师亦须让"教学"、"学习"及"评估"三方面互相配合。

参考数据

郑美红 (2002): 《建构主义学习观的教学实践——探讨科学教学法》, 香港, 香港教育学院。

Baird, J. R., and Northfield, J. R. (Eds). (1995). *Learning From the PEEL Experience*. Melbourne, Australia: The Monash University Printing Services.

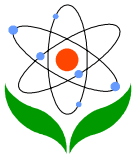
Russell, T. (1998). *An Introduction to P.O.E.* [Online]. <http://educ.queensu.ca/~russellt>



附录

表格一：工作进度表

工作进度表		
日期	预定的工作	完成的工作及日期
13/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 老师简介专题研习目的、报告形式及工作进度表。● 学生分组搜集资料。	
20/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 学生提交关于酸雨的资料搜集初稿。● 学生列出有关资料来源。● 老师派发自我评估表及小组评估表。	
25/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 老师派发实验设计草案。● 全班讨论，并完成实验设计草案。	
27/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 各组按设计草案设计实验，并记录在大画纸上。● 各组把实验设计贴在黑板，简单介绍。● 老师总结各组的设计，选出最优秀的实验设计。	
31/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 学生进行实验。	
31/3/xx - 11/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 每天记录实验（约 10 天）。	
4/4/xx	<ul style="list-style-type: none">● 老师派发实验报告及口头报告指引。● 老师指导学生撰写报告技巧。	
10/4/xx	<ul style="list-style-type: none">● 学生提交部份实验报告（包括：实验名称、目的、材料及仪器、实验步骤等）。	
16/4/xx	<ul style="list-style-type: none">● 学生提交实验结果。	
29/4/xx	<ul style="list-style-type: none">● 学生提交整份专题研习报告书初稿，除上述已交的部份外，还包括实验讨论、结论、感想、参考数据来源、自我评估及小组评估。	
5/5/xx	<ul style="list-style-type: none">● 学生提交整份专题研习报告。	
15/5/xx	<ul style="list-style-type: none">● 学生口头报告。	



表格二：学生指引

「酸雨对豆芽成长的影响」

专题研习

学生指引

探究目的：找出不同酸性的水对植物生长的影响。

实验报告需包括以下项目：

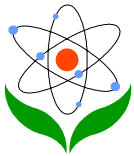
- 实验名称
- 目的*
- 假设、研究因素及其它因素（包括实验假设及其支持理据、实验研究的因素、其它保持不变的因素。）
- 实验材料及仪器*（包括怎样盛载幼苗、种子、酸雨）
- 实验步骤*（提示：怎样预备不同酸性的酸雨？怎样量度水的酸性？怎样量度幼苗的生长情况？怎样观察实验结果？怎样设计对照实验？）
- 记录实验结果*（提示：以数据表显示实验结果，再以曲线图及其它图表形式表达实验结果）
- 讨论实验结果（提示：根据实验结果，尝试分析数据间的关系，并加以解释。）
- 结论（提示：作出总结，尝试将实验结果、所作假设及探究问题联系起来。）
- 评论（提示：评述这实验设计的优点及缺点，并作改善，或建议进一步探究的问题。）
- 参考数据来源
- 感想（各组员一份）
- 自我评估表格（各组员一份）及小组评估表格（每组一份）

(提交实验设计需包括附有*的项目)

学生须达到下列要求：

实验书面报告

- 实验只可改变一个研究因素，其它因素则要保持不变。
- 量度每棵豆芽的生长，计算其平均值。



- 以表格形式（数据表）及图片记录豆芽生长的进度。
- 以图表形式显示观察结果。
- 分析生长结果，并尝试归纳自己的结论。
- 可用手写或「WORD」制作文字报告；图表则可用「EXCEL」制作或绘画在方格纸上。

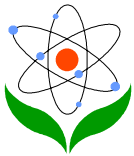
口头报告

- 报告时应按实验报告编排顺序叙述。
- 咬字清晰、说话速度徐疾有次、注意声量。
- 在适当环节提高声量及改变语调，增强听众的注意力。

评分准则：

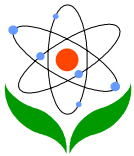
表现等级		尚待改进	达到标准	杰出表现
评分准则				
编排	资料的质素			
	内容组织			
	语法、用字正确			
	是否用心制作及作品外观			
实验	实验设计			
	记录(图表、图片及数据表)			
	分析及总结实验结果			
汇报	汇报内容			
	表达技巧			
	答问技巧			
	时间控制			

教师评语

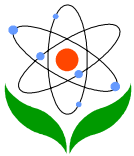


表格三: 评分准则

表现等级 评分准则		尚待改进	达到标准	杰出表现
编排 (40分)	资料的质素 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> 只有少量与主题有关的细节(0-5分) 	<ul style="list-style-type: none"> 部分细节有助理解主题, 但部分则较为粗略。(6-10分) 	<ul style="list-style-type: none"> 提供有助理解主题的相关细节。(11-15分)
	内容组织 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> 未能在报告内包含封面、目录、背景数据介绍、实验部分、建议、感想、参考文献, 每页均加上页码等所有元素 组织散乱 (0-5分) 	<ul style="list-style-type: none"> 报告包含封面、目录、背景数据介绍、实验部分、建议、感想、参考文献 每页均加上页码(6-10分) 	<ul style="list-style-type: none"> 报告包含封面、目录、背景数据介绍、实验部分、建议、感想、参考文献 内容编排具逻辑, 每页均加上页码(11-15分)
	语法、用字正确(5分)	<ul style="list-style-type: none"> 多个错误(0-1分) 	<ul style="list-style-type: none"> 语法 / 用字大概正确, 偶有一或两个可接受的错误(2-3分) 	<ul style="list-style-type: none"> 语法、用字正确, 没有错字。(4-5分)
	是否用心制作及作品外观 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> 学生没有留意细节, 亦未见尽全力以达到教师的要求 (0-1分) 	<ul style="list-style-type: none"> 如学生能再加以努力, 制成品将更突出 部分地方可见学生粗心大意 (2-3分) 	<ul style="list-style-type: none"> 制成品外观美丽, 可见学生用心制作、努力不懈的成果 (4-5分)
实验 (30分)	实验设计 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> 所作假设并不完整, 或未能根据研究数据有逻辑地发展出来 步骤欠完整, 没有顺序, 或读者须费劲才能遵照所列步骤 未能有系统、有逻辑地作出控制(组员可能在同一时间内界定多个变因, 且未能清楚决定如何量度变因)(0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> 从文献搜集资料, 作出合理的假设 列出经过深思熟虑、按序的步骤, 让任何人都能遵照 所列步骤能确保可搜集到所需的资料 有系统、有逻辑地控制所需之量度工作(每次量度一个变因)(5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> 从文献搜集资料, 作出合理、有理据的假设 列出经过深思熟虑、按序的步骤, 让任何人都能遵照 所列步骤能确保可搜集到所需的资料 有系统、有逻辑地控制所需之量度工作(每次量度一个变因), 并计划重复量度同一变因, 以确保数据可靠 (8-10分)
	记录(图表、图片及数据表) (10分)	<ul style="list-style-type: none"> 数据表不完整或有遗漏, 令读者难以理解 欠缺图表, 或图表有所缺漏、不正确 欠缺图片, 或图片欠缺文字描述 (0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> 数据表加上清楚的标签, 栏名亦列明单位 把所得数据全数记录, 但未能指出误差 图表正确显示数据, 在各轴加上清楚的卷标, 但所列单位不大正确; 未能以最适合的联机表达数据间的关系 图片附有文字描述, 但小部分描述与事实不符 (5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> 数据表加上清楚的标签, 栏名亦列明单位 能逻辑地列出数据, 并找出误差数据 图表正确显示数据, 在各轴加上清楚的卷标及单位 以最适合的联机表达数据间的关系 图片附有清楚的文字描述 (8-10分)

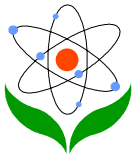


	分析及总结 实验结果 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ● 资料零碎 ● 只找出少部分数据间的关系或模式 ● 只利用少数从探究活动所得的数据作出总结 ● 没有把数据与所作假设及原定的探究问题联系起来 (0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 筛选及组织数据 ● 找出数据的模式 ● 把所得数据联系起来，解释探究主题 ● 整理及综合探究活动所得之数据，并将之与所作假设及原定的探究问题联系起来 (5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 探索数据间的关系及模式 ● 利用图表解释探究主题的关系或结果 ● 综合探究所得数据及意念，作出总结，甚至建构全面的新知识，验证所作之假设，解答原定的探究问题 (8-10分)
汇报 (30分)	汇报内容 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ● 部分数据不正确 ● 报告大部分有关资料 ● 说明部分所涉及的原理；没有提供任何背景资料 (0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 数据准确 ● 报告有关资料，但部分细节有所遗漏 ● 说明所有原理，并描述其中的大部分原理；简述背景资料 (5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 准确精要 ● 完整地报告所有相关的数据 ● 清楚说明所有相关的原理 ● 提供应用或理论的正确背景资料 (6-10分)
	表达技巧及运用辅助工具（如计算机、录像带、高影片等） (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ● 没有眼神接触 ● 常常参阅笔记 ● 很少请同学一同参与 ● 声调甚少改变 ● 未能吸引及维持所有同学的兴趣 ● 视觉工具欠缺系统及组织散乱 ● 只为报告增添少量支持工具 (0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 时有眼神接触 ● 很少参阅笔记来报告 ● 尝试请其它同学一同参与 ● 声调间中有高有低 ● 能维持部分同学对整个报告过程的兴趣 ● 报告时有利用工具辅助，但欠缺系统（例如：布满胶水渍、肮脏 / 皱折、凸出片片胶纸等） ● 为报告提供合适的支持 (5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 保持眼神接触 ● 不用参阅笔记都能流畅地报告 ● 请其它同学一同参与 ● 清晰而抑扬顿挫的声线 ● 能维持所有同学对整个报告过程的兴趣 ● 报告所用的工具整齐、有系统 ● 报告时善用支持工具，令文字内容更易于明白 (8-10分)
	问答技巧 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ● 报告者的答案与提问者问题完全无关 ● 或给予错误的答案。(0-1分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 报告者粗略地回答提问者问题 (2-3分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 报告者能清楚及详细地回答提问者问题 (4-5分)
	时间控制 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ● 时间太短或太长 (0-1分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 时间恰当 (2-3分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 能充分利用时间。(4-5分)



表格四：自我评估表格

自我评估				
学生姓名: _____				
第一部份				
请在适当的空格内填上「 」				
	优	良	可	尚待改进
1. 我小心观察，并在笔记簿上作记录。				
2. 使用量度工具时，我会留意其准确度。				
3. 我适当及安全地使用实验材料。				
4. 完成实验后，我会协助清理。				
5. 我小心遵照老师的指示。				
6. 我小心阅读工作纸上的指示。				
7. 我有参与讨论，找出答案。				
8. 我明白实验的目的。				
9. 我了解实验的设计。				
10. 我明白如何分析这个实验。				
11. 我有向组员提出问题，并显示我对有关课题的好奇心。				
12. 当我不明白的地方，会寻求协助并提出问题。				
13. 我尽力协助组员。				
第二部份				
1. 请描述此实验中你最喜欢的一个项目：				
2. 请描述你在此实验中做得最好的地方：				
3. 请描述两种方法，以改善你日后参与小组实验的表现。				



表格五：小组评估表格

小组评估

(注意：你必须与所有组员讨论答案，共同完成下列评估工作。各答案应得到各组员核实。)

第一部份

请在适当的空格内填上「」

	优	良	可	尚待改进
1. 我们能设计及进行探究。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 我们能善用课堂时间，并在进行专题研习时尽量减少闲谈。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 我们分工合作，平均分配组员的工作。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 我们互相帮助，亦尊重每位组员。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 我们尝试了正面的合作技巧，包括：聆听、与小组共同进退、讨论及互相鼓励的技巧。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 如有不清楚的地方时，我们都会向老师提出问题。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

第二部份

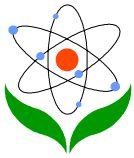
请写下你的姓名，并描述你在小组中所担任的主要工作：

组员一： _____

组员二： _____

组员三： _____

组员四： _____



表格六：实验设计草案

「酸雨对绿豆幼苗成长的影响」

实验设计草案

学生姓名：_____ 日期：_____

目的：_____

1. 确立问题：

- a. 根据有关酸雨的资料，你认为酸雨是什么？

- b. 你认为酸雨对植物幼苗有何影响？为什么？

2. 作出假设：

- a. 下列哪些句子是本实验的假设？（请在适当方格内加上「」号）

- 酸雨的酸性会减慢植物幼苗的生长，甚至令它们死亡。
- 酸雨不会对植物幼苗的生长造成任何影响。
- 酸性的环境有助植物幼苗的生长。
- 酸雨的酸性会增加植物幼苗的生长速度。
- 中性的雨水较酸性的雨水适合植物幼苗的生长。

3. 识别变因：

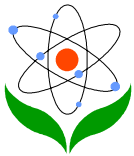
- a. 你认为哪些因素会影响植物幼苗的生长？

- b. 我们将会探讨哪一个影响植物幼苗生长的因素？

- c. 我们应如何控制其它影响植物幼苗生长的因素？

4. 界定变因：

在实验中会被改变的因素：_____ 照射阳光的时间



被量度的因素:

植物幼苗的生长速度

人造酸雨的 pH 值

植物幼苗生长的环境

5. 仪器及材料:

实验须使用哪些材料和仪器?

6. 实验步骤:

a. 你认为该如何量度植物幼苗的生长速度?

b. 甲学生提议:「当量度植物幼苗的生长速度时,应量度最少五株,并取其平均值,这样可提高实验结果的可信性。」你认为他的说法是否正确?为什么?

c. 请在下面的空格内计划实验步骤。(可用图画及文字表达)

7. 记录实验结果

a. 除植物幼苗的生长速度外,你认为还须量度哪些因素?为什么?

b. 请在下面空格内设计记录实验结果的数据表。

8. 预测实验结果

在进行实验前,请预测实验结果。