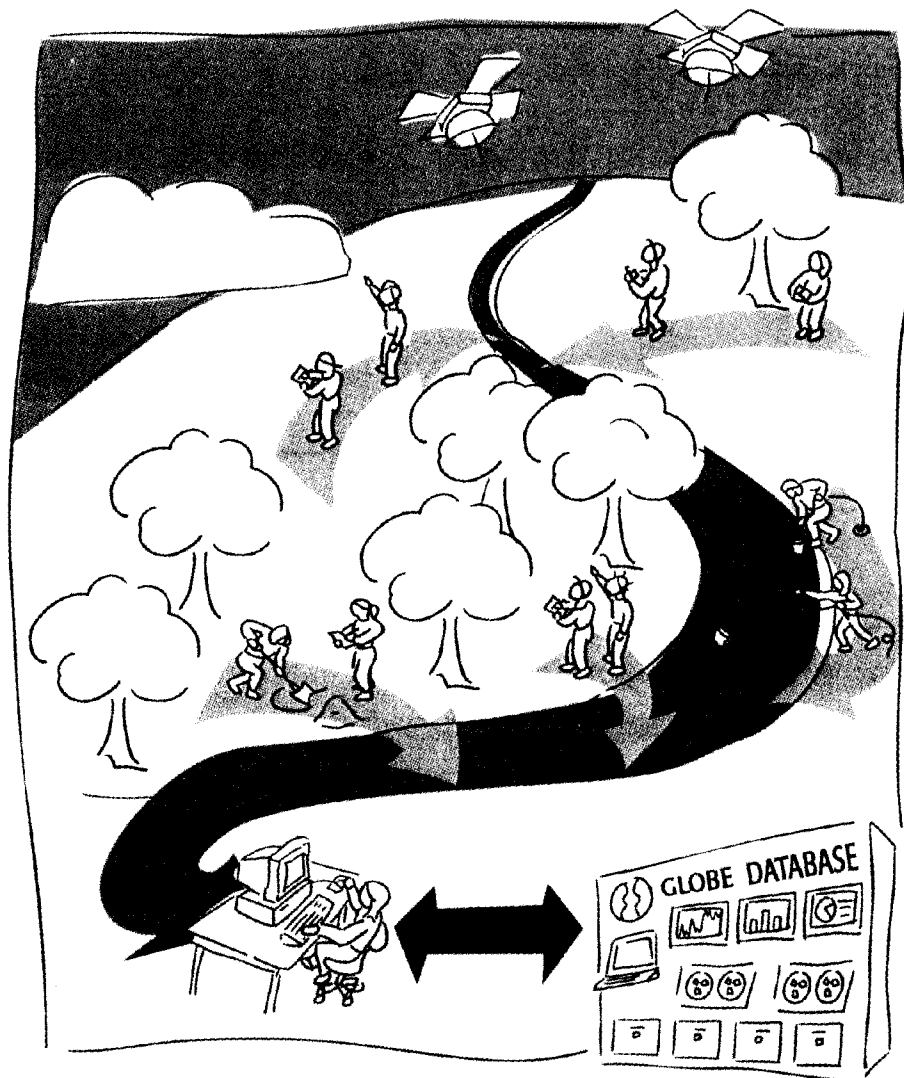


大气调查



一项 GLOBE™ 学习调查



大气调查概览



规则

每天在当地正午前后一个小时内进行以下项目的观测：

云型

云量

降水(降雨或降雪)量

降水的 pH 值

当前温度

过去 24 小时最高温度

过去 24 小时最低温度

建议活动顺序

阅读第一部分：欢迎参加大气调查。

将科学家的信和采访复印并分发给你的学生。

仔细阅读第三部分的观测规则以便了解观测的内容和方法。

在第四部分学习活动一节，阅读概述。

在按照观测规则进行观测前，与学生一起作以下的准备工作：学习观察、描述、辨认云型的方法以及如何估测云覆盖并做模拟联系。

在校园内适当的位置安装百叶箱和雨量计。如果可能的话，应让学生们也参与地点的选择。仪器安装地点的标准在第三部分观测规则中有详细说明。

将研究点的情况说明输入 GLOBE 学生数据服务器。

复印第五部分附录中的大气数据工作表。

根据观测规则的说明，教会学生如何进行每天的测量工作。

将每天的测量数据输入 GLOBE 学生数据服务器。

在进行每天观测的同时开展其余的学习活动。



注意事项

请确认你已备齐观测规则要求的所有仪器。在“工具箱”章节中有关于如何配置这些仪器的信息。

目 录

· 欢 迎 ·

科学家致学生们的信	欢迎 - 5
与 Susan Postawko 博士交谈	欢迎 - 6

· 引 言 ·

概 述	引言 - 2
野外大气观测	引言 - 2
重要科学概念聚焦	引言 - 3
准备工作	引言 - 5
对教育活动的总体看法	引言 - 6
评估学生	引言 - 7

· 规 则 ·

怎样进行大气调查	规则 - 2
云型观测规则	规则 - 4
云量观测规则	规则 - 5
降雨量测量规则	规则 - 6
固体降水量测量规则	规则 - 8
降水 pH 值测定规则	规则 - 10
最高、最低及当前温度的测量规则	规则 - 13

· 学 习 活 动 ·

云的观察、描述和识别	学习活动 - 2
估测云量: 模拟练习	学习活动 - 6
百叶箱知识	学习活动 - 8
制作温度计	学习活动 - 11
陆地、水和空气	学习活动 - 19
云的观察	学习活动 - 21

· 附 录 ·

大气调查数据工作表	附录 - 2
云型观测	附录 - 4
词汇表	附录 - 7
GLOBE 网上数据输入表	附录 - 8



* 科学家致学生们的信

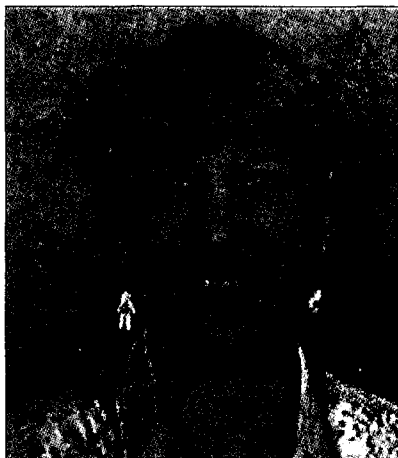
* 与 Susan Postawko 博士交谈

科学家致学生们的信

复印并分
发给学生

亲爱的同学们:

大家好!我是 GLOBE 计划大气与气候调查组的课题组长苏姗·波斯塔克。目前,我在美国俄克拉何马大学气象学院工作,在这里,马克·莫里斯博士、里尼·麦克泼森女士、肯·卡福特博士、瑞杰·达博士是我的合作伙伴。此外,还有好几位本科生和硕士研究生与我们一起工作。非常欢迎你们参加大气和气象调查;我们期待与你们的合作。



我们地球上几乎每个人都开始不同程度地关注气候与气候变化的问题。因为全球范围气温和降雨的任何长期变化都会影响到我们每个人,很多国家都在实施教育、信息及培训以增进有关气候变化的潜在影响的意识。为了解其变化的长期趋势,我们必须加强对全球气候的监测。

通过每天对云、气温和降水情况的观察和测量,同学们能够帮助我们全面地掌握全球变化的数字。这是责任性很强的工作,但是我们相信同学一定能做得很好!

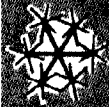
事实上,大家在测量环境参数并与世界范围的同学分享这些数据的时候,你也获得了相关的知识和技巧,从而在给我们的后代留一个什么样的地球方面作出自己的选择。

我和我的同事将定期把最新的有关天气和气候的研究成果告诉大家,当然也希望同学们能将你们的发现告诉我们。

最后,再次向加入 GLOBE 计划的同学们表示欢迎,并祝愿大家能从科学研究中找到乐趣!

Susan Postawko

于美国,俄克拉何马大学



与 Susan Postawko (苏珊·波斯塔克) 博士交谈

复印并分
发给学生

博 士:我是俄克拉何马大学气象学院的一名讲师,我一向对地球以及其他行星,尤其是火星上的天气情况感兴趣,我的研究领域主要是太阳系形成初期火星上发生的天气现象并与地球可能的变化进行对比。

GLOBE:火星上也存在天气现象吗?

博 士:是的。火星被一层大气包围着,而所有外层存在大气的行星都有天气现象。火星的大气层较薄,其厚度只有地球大气层厚度的十分之一,温度也低于 0°C ,但当我们通过天文望远镜观测火星时,我们可以看到它有与地球云层相似的云层形态。40亿年前,也就是火星形成的初期,它可能与地球有很多相似之处。在其表面,我们可以看到干涸的河床以及其它种种证实水曾在这个星球上存在的迹象。30亿年前的火星可能与地球更相似。而我所感兴趣的问题之一是,既然火星与地球在彼此形成的初期如此相似,那为什么现在却如此不同呢?

GLOBE:除了地球,太阳系的其它星球上有液态水存在吗?

博 士:也许在木星的卫星之一,欧罗巴之上是有水存在的。有充分的证据表明在其大约几十米厚的冰层下面有水存在。我们之所以这样推断,是因为欧罗巴的表面很光滑。太阳系的绝大多数星体表面都有高高低低的火山口,但是欧罗巴却没有。从“旅行者”发回的照片,我们可以看到一个大概有几米高的浮雕状立体物。当欧罗巴表面有东西高于该物体时,就有一些液体从其内部流出来将低凹部分填平,既然表面是冰,那我们有理由相信这种液体就是水。

GLOBE:就是说欧罗巴的表面看上去就和小朋友们玩的弹子球一样光滑?

博 士:对,可以这么说。太阳系是一个很神秘的地方,当你看到地球以外的其他星球的情况时,可能会情不自禁地发问:“哇,这是怎么回事?”

GLOBE:你要求 GLOBE 学生收集什么数据和如何收集数据?

博 士:我对降水及云的状况感兴趣,因为它们会影响到地球表面的阳光的数量。太阳为整个地球提供能量并维持生命的存在。我们需要了解到底有多少阳光照射到地球表面,什么类型的云可能将阳光反射回宇宙空间。同时,云的有关信息也能告诉我们大气中水蒸气的含量,有助于我们掌握地球最关键的循环,水的循环的情况。例如有多少水从地面蒸发?大气中有多少水?特定地点和特定时间的降水量?近来大家都在谈论全球变暖问题。但人类对大气的影响还没有精确的结论,不过我们都知道这样一个事实,即地球的气候状况总是在不断变化。地球在变冷和变热时,曾有过几次变化。我们需要了解那些变化以便判断新的变化何时到来。我们正在进入新的冰河时代吗?那对人类的生存和谷物的种植意味着什么?

GLOBE:您能够看到变化的趋势,那么您是否知道引起这种变化的原因呢?

博 士:并不是所有的变化原因我们都已掌握。地球是一个复杂的系统,而科学家必须对大气科学、洋流学、地质学、生物学以及任何其他学科有所了解,从而真正掌握引起变化的原因。很长一段时间以来,科学家只是在他们自身的一个小圈子内进行研究。直到最近,我们才意识到我们还不能真正认识过去的地球。从这个意义来讲要掌握变化的原因难度是很大的。举个例子来说,降水的趋势似乎可能与地球变暖有关。但紧接着,你可能会问:“是什么使地球变暖呢?”关于这个问题,答案可能是大气中二氧化碳含量的增加,也可能是其他什么原因。

GLOBE:人类在改变天气方面有什么进展?例如能否增加沙漠地区的降水量?

博 士:这是个很有争议的话题,在意识

到天气问题的初期,人类就曾经试图改变它。我们尝试过人工降雨,也尝试过使飓风在登陆前减弱或消失,但大多数情况下我们其实并不知道我们所做的一切到底有什么样的效果,我们并不清楚其后的降雨过程是否是人为努力的结果。

GLOBE:学生们是不是已经帮助科学家们收集了这些数据?

博 士:当然,我们正在参与一项活动,那就是最近三年中,环太平洋地区的一些学生开展降雨的测量。太平洋是一片大洋,而不是一个整块的陆地,所以同学们提供的任何数据对于我们掌握这一地区气温与降水的变化是很有价值的。事实上,环太平洋地区约30%的观察是由这些学生完成的。

GLOBE:您能否向我们做个自我介绍?比如,你出生在哪儿?在哪儿长大?

博 士:我从小在密苏里州的圣路易斯长大,并进入那儿的密苏里大学深造。那时,我特别对天文学感兴趣,因此选择了物理和天文学专业。但我却准备不足。我上学的高中没有高等数学和科学课程。我喜欢科学,但我一点也不喜欢数学。在我进入大学并发现数学在自然科学中的广泛应用时,我才开始喜欢它,甚至为之着迷。连做梦都不敢想的是后来我竟成为数学课代表。最后我顺利的取得了物理及天文学学士学位。那时我对天文学的兴趣集中体现在对行星的研究上。在我打算进入研究生院时,我的一位教授建议我考虑大气科学专业,因为那时他们正在从事一项有关行星大气研究的项目。这样我成为密歇根大学大气科学的研究生并于1983年取得了PH.D学位,之后又到夏威夷大学学习行星的进化与大气。1991年我和我丈夫来到俄克拉何马大学,现供职于传统的气象学院,这项工作也很有意思。在天气转坏的时候,人们总是好奇的开车向着龙卷风经过的地方开去。

GLOBE:您是不是也这样追过龙卷风?

博 士:在天气不好的时候,我总是喜欢呆在小阁楼里。这儿的人都去追逐龙卷风,有时一些研究生也邀我同去。因为他们都有摄像机,所以我可以在家里看他们拍摄的录像片。

GLOBE:要是龙卷风在追您,您怎么办?

博 士:那这可要有麻烦了。

GLOBE:您有孩子吗?

博 士:噢,没有,不过我养了四只狗,五只猫,还有三只鸟。

GLOBE:平时您有什么娱乐吗?

博 士:我最大的娱乐就是我的科学研究,晚上我喜欢带着双筒望远镜出门去观测星座、流星,并努力寻找那几颗恒星。自从我搬到俄克拉何马后,我的爱好发生了戏剧性的变化,我曾经喜欢徒步远足,划独木舟和潜水。而在俄克拉何马没有潜水。不过,俄克拉何马也是个不错的州。

GLOBE:您对天文学的兴趣是从高中时开始的吗?

博 士:可以说从我记事起,我就对天文很感兴趣了,我想这可能与我父亲喜欢观察星座有一定关系。他给我读有关星球方面的书籍。

GLOBE:在初中和高中时,您对科学的态度是怎样的?

博 士:其实我很喜欢科学,那时我对数学之所以有抵触情绪,是因为我不了解它的用途。上大学时,我的导师是一位蓝头发的小个子女士。当我告诉她,我想学习物理和天文专业时,她说:“宝贝,你知道那个专业对数学的要求是很高的。”“没办法了,如果必须学也只好去学了。”当时那位老师还以为我要选西班牙语专业呢,因为在中学时我学过西班牙语,但是我根本没有那样想过。

GLOBE:作为女性,在您从事科学研究的过程中有人劝您放弃吗?

博 士:算起来就是有刚才提过的那位女导师了。我想,她可能没指导过几位女生。事实上,每当我听到女士们讲她们遇到的阻碍时,我



总是很钦佩她们那种坚持不懈的精神。因为对于我来说，从来没有人阻碍我做我想做的事儿。我的父母总是鼓励我，我的教授从没劝我做科学研究以外的其他事情。

GLOBE:假设从灯上突然出来一个小精灵，能回答任何问题，那您想问什么问题呢？

博 士:我想我会问火星最早是什么样的，我已经花了好多年寻找这个答案了。

GLOBE:您认为人类在不登上火星的情况下就能够完成这方面的研究，还是只有实地考察后才能完成呢？

博 士:我想最终我们是要到火星上去的，因为利用外层空间仪器存在一些局限，那就是这些仪器不能看到那些不寻常的东西并加以验证。就像我们之所以能详尽地了解月球的情况，其主要原因就是宇航员们进行了实地考察从而决定研究的对象。

GLOBE:作为一个科学家，您遇到过的最大挑战是什么？

博 士:科学研究中最大的乐趣就是每天你都在做别人从来没做过的事，学到别人从未了解的知识。科学最令人兴奋的不仅是那些偶然的重大发现，而是每天都增加新知识的那种快乐感。

GLOBE:您觉得科学研究的回报是什么？

博 士:我想有两方面的收获。一方面是发现那些对人们的日常生活有所帮助的东西，纵观我们所使用的技能，无一不是科学研究的成果。另一方面，使人类能够了解自然、地球、行星以及整个宇宙，你难以想象这些知识和信息对我们的后代来说是多么重要。在牛顿发现重力



的计算方法和理论时，我想他肯定不知道后代如何应用其研究成果。事实上现在我们能够向木星发射宇宙飞船，就是其理论的具体应用。

GLOBE:请问在您成长的过程中，您心目中的英雄是什么样的人？

博 士:宇航员。你知道我曾经非常希望成为一名宇航员，我想他们是我们周围最酷的人。

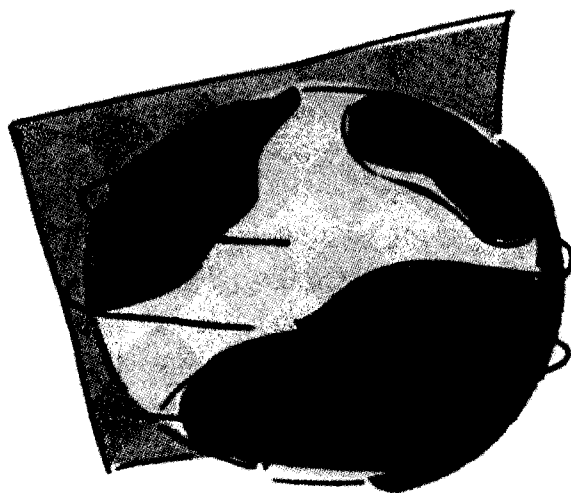
GLOBE:对于那些对地球科学感兴趣的同同学，您有什么建议和忠告吗？

博 士:首先要对自己有信心。做自己想做的事，不要理会别人说你不适合做某事之类的话，既然我能作到，大家也一定能做到。你们一定要按照自己的心愿，做自己真正感兴趣的事。只要你真的用心，一定可以做得很好！这些话听起来很像大道理，如果有位高年级的同学这样对我说，我可能说“好、好，我知道了，但你并不了解我的情况。”但是，这些老生长谈的话确是千真万确的。

GLOBE:最后，您还有什么要补充的吗？

博 士:我希望同学们不要以为科学家是坐在象牙塔里，与外面的现实世界没有联系。其实恰恰相反，现实世界就是科学。科学就象一本神秘的小说，你总是在不断寻找答案，不断地问为什么，我相信同学们一定会从中发现乐趣！

引言



- * 概 述
- * 野外大气观测
- * 重要科学概念聚焦
- * 准备工作
- * 对教育活动的总体看法
- * 评估学生



概述

“我们大家都谈论天气,但是没有人想为它做一点儿事!”这几乎成了世界各地的人们抱怨了几个世纪的陈词滥调。实际上,有人正在从事着和天气有关的工作。世界各地的科学家们每天都在研究天气。现在,通过 GLOBE 计划,你的学生也能有所贡献!他们的测量将会帮助我们更好地了解我们星球的气候。

为什么我们要对大气进行研究呢?原因是多方面的。每天,我们都需要收听气象预报,以便决定穿什么样的衣服;外出时是否需要带雨伞;或者要不要戴帽子和太阳镜,保护我们免受太阳紫外线的伤害。农民需要知道他们的庄稼能否得到充足的雨水。滑雪场的人们需要知道雪量是否充足。易受飓风袭击地区的人们总想知道,某一年将会发生几次飓风。几乎每个人都希望了解未来的天气,不仅要知道明天的,即第二天的,而且要知道从现在起六个月的、一年的,甚至十年的天气情况!大气科学家们更是不仅要研究当今世界的天气,还要弄清过去这样的天气产生的原因以及将来可能出现的天气状况。

我们所说的天气是指今天、明天的天气甚至包括下个星期的。气候则是表示一段时间的天气。例如,某城的某一天当前温度可能是 25℃ (这是指天气),但是如果 we 查阅一下在过去的 30 年里该城市同一天的天气记录,我们可能会发现,其平均温度是 18℃ (这是指气候);我们还会发现,这一天温度变化范围在高温 30℃ 至低温 12℃ 之间。因此,当前气温 25℃ 是正常的。

在研究地球气候史时我们注意到,任何一个地区的温度和降水都是有变化的。例如,某些卫星图像显示,撒哈拉沙漠曾经有大河流过,非洲的部分地区还曾被冰帽覆盖过,大部分的美国地区曾是一片浅海。所有这些变化均发生在很久以前,那时人类还尚未在这些地区定居。既然地球的去与现在差别如此之大,那么,我们是否也能预测将来可能会发生的情况?

地球的大气层是一层很薄的气体层,由大约 79% 的氮、20% 的氧以及 1% 的其它气体(包

括水蒸气和二氧化碳)组成的。大气层十分活跃,世界上一个地区大气层的变化可能导致其它地区大气层发生变化。许多科学家都在担心由于煤炭和石油这些矿物燃料的燃烧向我们的 大气层排放了大量的二氧化碳,从而导致了全球变暖。燃烧还会使一种名叫悬浮微粒的粒子排入我们的大气层。在某些局部地区,这些悬浮微粒的作用甚至超过了二氧化碳和其它气体的温室效应。矿物燃料的燃烧还会增加大气中二氧化硫、氮氧化物气体的含量。这些气体的增加与降水的酸性增大有关,酸雨会影响植物、动物、供水、土壤和建筑物。尽管地球的气候变化有其自然规律,但是这种自然变化的速率远比由于人类的潜在影响造成的气候变化慢得多。

气候的内在变化会对我们地球上每一种生物产生影响。因此为了解和处理由于全球气候变化可能产生的影响而进行国际性的交流与合作是至关重要的。为了追踪当前的大气状况,并对任何可能发生的变化予以警示,必须进行环境参数的测量。通过 GLOBE 计划,学生们将帮助科学家们了解当前以及未来地球上的环境状况,并确定是否会有变化发生。人们通常以为科学家会对世界各地正在发生的一切了如指掌,但事实远非如此。在许多地方,那里的科学家对如温度、降水之类的环境参数的了解仅仅是最一般的。甚至在一些看似数据丰富的地区,科学家也不会知道这些参数在一个相对的短距离内变化值有多大。学生们通过 GLOBE 计划所做的测量将极大地帮助我们每个人更多地了解这个世界。

野外大气观测

尽管大气有许多方面都需要我们去了解,但我们对大气和基本测量主要集中在云型、云量、气温、降水量及降水的 pH 值等方面。要养成这样一个良好的习惯:每当走到室外,抬头看着天空,耐心地观察大气层中正在发生的变化。你一定会对你所见到的倍感惊讶!

学生要学会用眼睛观察云,云量是他们要估算的一个参数。云量的覆盖率在 0 (晴空万

里)到 100%(乌云密布)之间。

云型是学生要用眼睛确定的另一个参数。科学家根据云的外形和高度对云进行了分类。学生可能已经熟悉一些云型,如厚厚的雷雨天,叫做积雨云;又如高空中面积很大的冰晶云,叫做卷云。借助 GLOBE 云层图谱,学生要学会把每种云按图谱上的十种云型进行归类。

测量温度的基本仪器是温度计,温度计有许多种。专业温度计可以显示温度的最大值和最小值,即自上次温度计重新设置时起,这段时间的最高温度和最低温度。为了测量气温,温度计应安放在通风良好的环境中,并避开直射阳光和当地热源。

降水测量相对容易些。雨量器是个收集雨水的简单容器,可以用它来确定容器中收集的水量。雨量器的安放位置很重要,不能让建筑物或树木遮挡住雨量器,因为这会影响落入雨量器中的雨量。在降雪地区,雪的深度可以用硬尺测量。随着降雪的持续,水的容量会大大改变,所以水量也需进行测量。测量雨水或融雪的 pH 值可用 pH 试纸、pH 笔或 pH 计,方式的选择取决于学生的年龄水平。

安放大气观测仪器前,请阅读观测规则中有关仪器的安放说明;然后,带着学生绕着校园走一走,确定安放仪器的最佳位置。这个活动有助于检验学生所学的最初知识,并促使他们思考影响测量的因素。

下列适当的提问将有助于学生着手选择最佳的测量地点:

· 校园中哪个地方看到的云最多? 哪个地方最少?

· 校园中哪个地方温度最高? 为什么? 哪个地方最低? 为什么? 这两者之一能否代表整个校园?

· 建筑物对温度有何影响?

· 草地与水泥的停车场或操场的温度有差别吗? 为什么?

· 雨量器放在什么地方,能收集到最多的雨水? 为什么? 把板放在一个地方收集到的雪会最多吗?

当你们绕着校园走的时候,让学生画一张

校园图。最小的学生应画出主要特征草图,像学校建筑物、停车场、操场等等;大一点的学生应该填写更详细的内容,如操场表面的情况(是水泥地、草地,还是裸露的泥地?)让他们记下小溪、池塘的位置,注明树木的面积。使用测角器,并依据“土壤覆盖/生物调查”部分的技能,测量建筑物和树的高度,并在图上标注出来。这样做的目的是画个校园图,以便在决定了气象仪器的安放位置后,学生能在图上标明这个位置。这样做也使得学生能够对仪器周围的环境作出正确的、自然的描述。并在以后的几年里,新生仍能够重复使用该地图,明白选择这些地点的原因。

重要科学概念聚焦

大气测量是 GLOBE 计划的内容之一,在这一节中我们将进一步了解大气测量的每一项活动的科学重要性。

云

水以气体(水蒸气)、液体(雨滴或云滴)和固体(冰晶或冻雨)的形式存在于大气中。像组成大气的大多数其它气体一样,水蒸气是看不见的;而不同的是,在适当的条件下,水蒸气能从气体变成固体微粒或液体水滴。若温度高于冰点,水蒸气将凝结成云滴;随着云滴在大气中不断上升,当温度低于冰点时,水蒸气则形成细小的冰晶。云只是这些冰晶或云滴的外在可见形式。

天空出现何种云,通常取决于当时的天气或即将要出现的天气情况。有些云只会在晴朗的天气里出现;而另一些云则会带来大雨或雷暴雨。云型为我们提供了不同高度大气层的垂直运动的重要信息。通过对云的仔细观察,你很快就能够利用云的信息预测天气!

每个人都知道云,但并不是每个人都了解云对天气和气候的重要性。在气候系统中,云扮演着一个复杂的角色。云是降水的来源,影响着地球对太阳能的吸收,并隔离地表和低空大气层。无论是在任何时刻,地表都大约有一半要被云遮蔽住。云反射了部分太阳光,因而地球的温度在有云时要比无云时低;同时,云也部分



的吸收地球表层所辐射的热能，并将部分热能释放回地球，这也使得地表比在无云时要暖和。卫星测量表明，通常，云的冷却作用比升温作用显著。经科学家计算，如果地球大气层中从来就没有过云，那么我们星球的温度将比现在平均高出大约 30°C 。

讨论问题：掌握你所在地区每个月的晴天数和每个月的平均温度（查阅年鉴或类似的参考书，或者在 Internet 上检索；一年以后也可以用你的 GLOBE 数据。）如果晴天增加或减少，你们那儿的温度会受到什么影响？学生对这个问题有何看法？

降水

学生所要做的另一个重要测量是降水测量。降水指的是从大气层降至地表的包括液体和固体的所有形式的水。液体降水包括大雨和蒙蒙细雨；固体降水包括雪、冰珠、冰雹和冻雨。

我们的星球是一个水球。事实上，它是太阳系中唯一一个有液态水自然地流过其表面的星球。几乎所有的生命都依赖于水。水升到大气层时就消失了，只有返回地表时才又出现，水是更大的水文循环的组成部分之一。在这个循环中，来自海洋和陆地的水蒸气经过大气层，再以降水的方式落至地球表面，最后通过河流和其它途径，从陆地返回大海。

降水是气候的一个重要组成要素。在雨水稀少的地方，就会出现沙漠；雨水丰富的地方，植物生长也茂盛。水维持着生命。降水对农业、淡水的供给以及某些地区的能源供应至关重要。

地球上水的关键作用之一是将热带地区的热量传递到高纬度地区。这是通过海水的运动（洋流）以及大气中水的运动共同实现的。当太阳的能量到达地球表面时，赤道附近要比极地附近获得更多的热量，这就是热带温暖而南极、北极寒冷的主要原因。

赤道地区的太阳能大多被海洋所吸收，从而导致水的蒸发。此时，蒸发的水蒸气在大气中做自由运动。当水蒸气向上或向高纬地区运动

时，水蒸气遇到较低的温度，开始冷凝（从气体变成液体）并形成云和降水；水从气体变成液体时，释放热量，并排入大气层。也就是说，通过大气中的水由液体变为气体，再由气体变成液体的转化，使部分太阳能从赤道地区传递到了极地。

通过了解云形成的方位，以及何时、何地降水、降水量有多大，科学家能够更好地了解在地球大气层中能量在何处被释放、又在何处被吸收。由此，还能帮助科学家了解地球大气层的特性。

讨论问题：找出你所在地区每个月的平均降水量（查阅年鉴或类似的参考书、或者在 Internet 上检索；一旦你有了至少一年的 GLOBE 数据，也包括参考这些数据）。如果所有降水都集中在一个月内，你认为会出现什么情况？如果降水平均分布在一年中，结果会怎么样？如果一年中降水量只有原降水量的一半，结果怎样？如果一年中降水量是原有降水量的两倍，结果又会怎么样？你认为哪些因素影响降水的时间和地点？

降水的 pH 值

水的运动是通过每一个有生命的植物和动物而进行的，因而，水的化学成份影响所有陆生和水生生态系统。尽管正常的降水略带酸性（pH 值大约 5.6），这是由地球大气层气体的自然组成决定的。然而，由于矿物燃料燃烧释放出的气体排入了大气，与水蒸气相互作用，形成了 pH 低于 5.6 的降水。这种酸性降水会长时间地直接伤害植物，但它最严重的影响是削弱植物的抵抗力，导致植物在诸如寒冷、病害、虫害和干旱胁迫下更易受到伤害。酸雨会使土壤中的养分流失，而且会使土壤释放出对植物根系有害的溶解性铝离子。如果这些铝离子被冲刷到湖泊和溪水中，则会毒害多种鱼类。

众所周知，酸雨除了对生物的不利影响外，对建筑物也有很大的破坏作用。大家知道，酸雨会加速金属的锈蚀，并损坏砖石结构的建筑物和雕塑；世界上许多地区的著名建筑物和雕塑都因酸雨的破坏作用而加速了破损。

水在环境中运动时，其酸度即 pH 值会发生变化。当水刚开始在大气中冷凝时，其 pH 值

是中性,即 7.0;当来自大气中的气体,如二氧化碳之类的气体和固体微粒溶于水滴中时,通常会使其 pH 值降低;当水流过地表或通过土壤时,与土壤进行化学反应, pH 值就发生了变化。然后,这些水汇集到溪水、河流、湖泊中,最后流入海洋。在 GLOBE 计划的实施过程中,学生要测量降水、土壤以及地表水的 pH 值。

温 度

当我们思考白天和夜晚、冬季与夏季、热带气候与极地气候之间的差别时,我们会很自然地想到用一个术语——温度来反映这些差别。有许多因素影响温度,纬度是最重要的因素之一。温度是否会随纬度而变化,这是研究我们星球气候的科学家很感兴趣的事。若果真如此,是否所有纬度上的温度都这样变化?大多数地球气候的计算机模型预测表明:如果地球变暖,那么极地变暖的幅度将超过热带地区(尽管极地永远比热带冷)。

气温和降水两者对于生活在某个地区的动植物类型、甚至土壤结构都有重要影响。学生为 GLOBE 大气研究所做的测量对于研究天气、气候、土地覆盖、生物、水和土壤的科学家来说都具有重要作用。

讨论问题:找出你所在地区每个月的平均温度(查阅年鉴或类似的参考书,或者在 Internet 上检索;若一旦你手头有至少一年的 GLOBE 数据,也包括参考这些数据)。每个月的气温有变化吗?如果有,说出你的理由。与你处于同一纬度的所有地区的温度都相同吗?为什么相同或为什么不同?你认为什么因素对你所在地区的温度影响最大?

准备工作

选择好你进行大气研究的观测位置,并在此安装好雨量器和百叶箱。这将是你在大气研究中最耗时的一项工作。请从头至尾阅读观测规则中有关地点选择和仪器正确放置的说明。每天读取降水量和温度数据通常只需不到 10 分钟的时间(对于年龄最小的学生来说,时间或许会长些,因为他们需要更多的时间来学习数字)。每天大约

需要 5 分钟的时间观察云,这要取决于对云量和云型进行了几次课堂讨论。可以想象,当学生第一次学着观察云时,会用较长的时间。同样对于年龄最小的学生来说,可能也需要更多的时间。测量降水的 pH 值要花 5 到 10 分钟,这取决于所选择的测量方法(如果近期没有对 pH 笔、pH 仪进行校准,将会花更多的时间)。

为了保证世界各地的测量数据具有可比性,所有的大气科学测量需要每天进行,而且要尽可能在每天的同一时间测量。根据 GLOBE 要求,所有大气观测应在当地的正午前后一小时内进行。在这两小时内,雨量器应倒空,温度计也应重新设置。请看下面文本框中有关如何计算正午时间的介绍。这是否意味着只有那些规定在此时活动的班级才能参加?不是!因为这些测量不需要花很多时间。那些活动时间迟一点或早一点的班级的学生,可以指派他们利用午间休息的时候进行测量。关键是要坚持不懈地在每天的同一时间测量。

一个学生就可读取雨量器和温度计的数据,然而,由一个小组的学生共同采集数据,以便互相检查校对,这是一个很好的主意。可以将一组作为一个整体共同读取数据,也可以逐个读取数据,然后再相互比较。如果数据是逐个读取的,那么,这组学生一定要记住,在结束时要倒空雨量器,并重新设置温度计。一天或一周在班级中(或班级间)各小组之间轮换一次,使所有的学生都有机会参与。我们不赞成由多个小组在同一天不同时间进行测量,因为这会造成在雨量器倒空、温度计重新设置及报告数据方面的混乱。切记,当 GLOBE 在同一天收到同一个大气测点的第二份数据报告时,这第二份报告将被看作是对第一份报告的修正和替代。

对云型和云量的估测是个主观测量,因此参加的学生越多越好。每个学生应当独立地观测并读数,然后,全组学生一起得出一个一致的小组意见。如果学生起初观察有困难,不要奇怪。即使有经验的天气观察者也会对他们所看到的云型或天空中云的准确覆盖率有争议。当学生习惯了这些观察后,他们将开始认识到不同云型间的微妙差别。



如何计算太阳午时

太阳午时是太阳在天空中位于一天最高位置的时候。太阳午时是 GLOBE 中使用的名词。一位宇航员也许将这个时间称为当地午时。太阳午时通常与“钟表午时”不同，它与你在时区内所处的位置有关，但太阳午时总是出现在太阳升起和落下的中间时间。因此，一个简单地计算当地太阳午时的方法是从附近找一份登载有日出和日落时间的报纸，取这两个时间的中间时间值即是太阳午时。第一，将所有时间转换为 24 小时制时间，第二，取日出时间和日落时间的中间值即是太阳午时。

举 例	1	2	3	4
日出(am 或 24 小时制皆可)	7:02am	6:58am	7:03am	6:32am
日落	5:43pm	5:46pm	8:09pm	5:03pm
日落(24 小时制)	17:43	17:46	20:09	17:03
日出 + 日落	24 小时 45 分	23 小时 104 分	27 小时 12 分	23 小时 35 分
等值变换(以方便小时平均)	不变	24 小时 44 分	26 小时 72 分	22 小时 95 分
除 2	12 小时 22.5 分	12 小时 22 分	13 小时 36 分	11 小时 47.5
当地太阳午时 (精确到分钟)	12:23pm	12:22pm	1:36pm 13:36	11:48am

对教育活动的总体看法

学生学习目标

在 GLOBE 计划中，学生通过亲自动手和开展科学研究而得到教育。为此学生的学习目标是：

- 准确客观地观察和测量天气以及与气候相关的现象；
- 把设计和测试学生自己做的天气观测仪器作为了解标准仪器工作原理的一个方法；
- 在相似点、不同点和相互关系的基础上，对事物和现象进行分类；
- 通过实验解决问题；
- 解释收集到的数据，并得出正确的结论；
- 探索并了解任何科学测量中固有的不确定性；
- 交流通过科学调查所获得的信息；
- 根据数据、图形或其相互关系建立模型。

概念

与观测规则和这些调查学习活动有关的概念包括：

- 大气的组成
- 云的形成
- 冷凝
- 云的冷却和升温作用
- 根据云的形状、高度及降水特性识别云
- 云和云的变化与天气的关系
- 风对降水测量的影响
- 状态的变化
- 雪的密度
- 影响降水 pH 值的因素
- 温度
- 热
- 对流
- 传导
- 辐射

通过辐射、传导和对流方式进行的热传递
传导和对流是两个主要的热传递方式
不同物质(如土壤、水和空气)以不同的速
度传递热量

比热

物体随温度变化而膨胀和收缩

热胀冷缩是液体温度计的工作原理

用模拟的方法研究观察的准确性

凹液面的读数

评估学生

采用正式的、概要的方法评估学生,这些方
法实质上可能是定性的,也可能是定量的。这些
方法应反映学生的发展水平。可用各种方法评
估学生在以下几个方面的进步:

- 概念的掌握
- 科学操作技巧的运用
- 对科学、科学课程、及科学事业的态度
- 高水平的技能,包括:提出问题、识别原
因和结果、进行预测
- 新环境下概念和操作技巧的运用

检查学生每天记录和提交的数据是评估学
生对大气观测的内容和操作过程理解程度的一
种方法。学生记录的最高温度总是大于最低温
度吗?记录的当前温度是否等于或介于过去 24
小时中的最高温度和最低温度之间?这两个例
子的答案都应当是“是”。如果不是,你该怀疑学
生或不知道怎样读取最高、最低温度,或不能确
定自己的读数。

另一个评估学生对观测规则理解程度的方
法是,要求他们根据提供的各种各样环境,选择
仪器最佳安放位置。如果学校位于城市,该选择
什么位置?如果学校位于茂密的林区,又该选择
什么位置?

在这个模式里,学习活动的设计是帮助学
生理解和实施观测规则所用仪器。同时该学习
活动还能让你评估学生对主要概念和技巧的理

解程度。学生可以保存其活动记录,在班级做口
头报告(甚至可以对全校作天气报告),并且写
一些能够让别的同学回顾的论文。

技能

气象研究的观测规则和学习活动中所涉及
的技巧如下:

广泛适用的科学技能

仔细观察

一个阶段的系统观察

测量

准确地读取刻度

收集和记录数据

进行实验

制作实验所需仪器

假设和预测

设计实验

用表格处理数据

分析数据

作图

将观察到的现象与相关现象进行关联

口头或书面

交流实验结果交流数学计算结果

有效地参与小组工作

气象观测有关的特殊技能

估算相似的云量

估算云量

观察和描述云的外形

估测云的高度

识别十种主要云型

在 GLOBE 科学笔记本中记录和處理云
的数据

使用雨量器

使用温度计

使用 pH 测量仪器

规则



下面所有的测量必须每天在当地太阳午时（即中午 12: 00 左右）一小时内进行。

* **云型观测规则**

学生将观察当地天空中的云型

* **云量观测规则**

学生将观测当地天空中云量的情况

* **降雨量测量规则**

学生将在他们的研究点用雨量计测量液体降水量

* **固体降水量测量规则**

学生将在他们的研究点测量雪或者其他形式的固体降水

* **降水 pH 值测定规则**

学生将在他们的研究点测定降水或融化雪水的 pH 值

* **最高、最低及当前温度的测量规则**

学生将在他们的研究点测量气温。

怎样进行大气调查



调查的研究点

大气调查的研究点应在该校内或者靠近该校的区域,这样便于学生每天都可以到那里进行观测。测量降水量的研究点要选在距离土壤调查中所描述的土壤湿度测量点 100 米以内的地方。

云的观察

测量云量和观察云的类型要求在视野开阔、无遮挡的地方。运动场的中心就是一个极好的观察点。测量云的研究点不一定非要与你放置雨量计和温度计的位置丝毫不差。要选择一个好的位置,从那里进行云的测量,简单的做法是在学校周围走一走,当你走到一处地方,在那里你可以看到一片视野最广阔的、无遮挡的天空时,这个地方就是一处好的研究点。

如果你生活在城市,可能找不到一片视野完全无遮挡的天空。那么,要想检验你所选择的是不是一个好的位置,可以问一问自己,如果被遮挡的、你无法看到的那片天空完全被云覆盖或者完全是晴朗的,将会出现什么

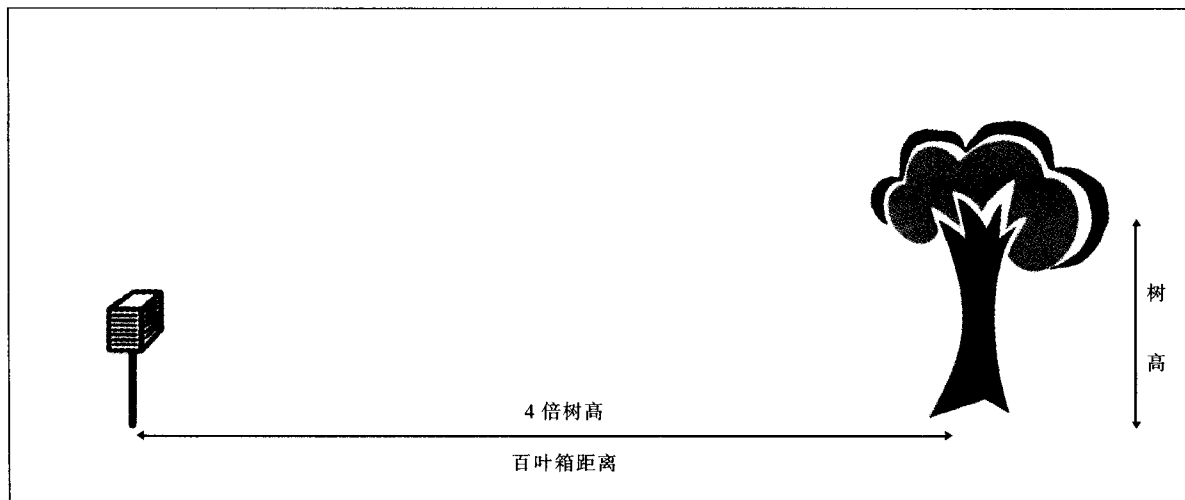
结果。是否这样会造成你所报送的测量结果的差异?如果即使有一小部分天空被遮挡着,但它不会改变你所要报送的测量结果,(也就是说,无论你把看不见的这部分天空认为是完全被云覆盖的,还是完全晴朗的,得到的观测结果都基本相同),那么这个位置就是令人满意的。

仪器放置

放置雨量计(和/或雪板)和用来安放温度计的百叶箱的理想位置是一块平坦的、开阔的、地面为自然覆盖(如长满草的)的区域。要尽可能避免选择建筑物的屋顶,以及铺砖的或混凝土地面;因为,这样的地面比长满草的地面热一些,从而会影响温度计的读数。由于雨水会溅起来,所以坚硬的地面还会造成降水量测量的误差。同时,也要避免把仪器放置在陡峭的斜坡上或者掩蔽的坑里,除非这种地形代表着周围地区的地形。

不要把雨量计和百叶箱放在靠近建筑物、树木或者高大灌木的地方,因为附近的物体会阻碍温度计周围的空气流动,并且影响收集到

图 ATM-P-1



雨量计中的雨水量。

最理想的是,把雨量计和百叶箱放在离某一物体的距离为该物体高度4倍的地方。例如,假设你所选的位置周围被一些10米高的树或者建筑物所环绕,那么就把你的仪器放置在距离这些树或建筑物至少40米远的地方。看图ATM-P-1。这样的距离,树、灌木或者建筑物可以减弱风力,实际上使你的降雨量的读数更准确了。

仪器可以安放在一根独立的柱子上,雨量计放置在百叶箱的背面,并且要比百叶箱高,这样百叶箱才不会阻碍雨量计对雨水的收集。但是,风是造成雨量计测量误差的最大原因(风吹过雨量计的顶部会使雨点偏离雨量计),所以可能的话,最好把雨量计放低,安放在地面高度的位置上。这就要求把雨量计安装在另外一根单独的、距离百叶箱3至4米远的柱子上,以便百叶箱不会阻碍雨量计对雨水的收集。百叶箱则应安装在该柱子背离赤道的一侧(即在北半球安放在柱子的北面,在南半球则安放在柱子的南面)。

你的学生要画一幅仪器位置图,该图采用南北坐标,将仪器所在位置附近的建筑物、树和灌木标在图上,并注明它们和这些物体间的距离。同时,还要注意放置仪器的地面类型。如果不能找到一处符合要求的、远离建筑物、树或者灌木的地点安放你的仪器,或者百叶箱周围区域的地面不是被草自然覆盖的,那么要将可能存在的障碍物的相对位置和地面覆盖的资料报送给GLOBE学生数据服务器,这些资料将作为确定你的大气研究点的部分材料。

雪板的放置

把雪板放在较水平的地面上,使雪板放置处雪的深度最能代表周围区域的雪的平均深度。山坡上,则要在背向太阳一侧斜坡上放置雪板(这意味着,在北半球放在朝北的斜坡上,在南半球放在朝南的斜坡上)。而且放置雪板的地方要没有树、建筑物和其他障碍物,因为它们会影响风的流动或雪的融化。

确定位置

选择了仪器的安放位置后,要用GPS接收器来确定该位置的坐标,并且把定位数据结果提交给GLOBE学生数据服务器。

也许,在你的学校周围没有上述理想的位置安放大气观测仪器。那么应尽一切努力,将仪器安放在尽可能理想的位置,并且将不理想之处,也就是与规定的理想位置有偏差的地方(例如,百叶箱距离30米高的树只有20米远,而且被安放在沥青地面上)记录下来。

注意:有些学校喜欢用自动的仪器来测量温度。关于你所使用仪器的资料应该汇报给GLOBE学生数据服务器,这将作为确定你的大气研究点的部分材料。自动仪器要求定期重新校准。如果该校使用自动仪器,那么你必须每月通过与另一仪器上的读数进行比较来校正它的准确度;这台用于校准的仪器应是符合GLOBE仪器规格的,并且被安放在离自动系统的感受器尽可能近地方。



云型观测规则

目标

在学校的大气研究点观察云的类型。

综述

云的类型对于研究气候有价值，并且与降水和气温有关。

时间

5分钟。

水平

各级。

频率

每天当地太阳午时(即中午 12:00 左右)一小时内。

主要概念

云层；
大气组分；
云的冷暖效应。

技能

确认云的类型；
记录数据；
仔细观察。

材料和工具

大气调查数据工作表。

必备条件

无。

怎样观察云的类型

从你的云类型观察点，观察天空中的云。参考 GLOBE 云图和根据附录中的图表“观察云的类型”中的定义来确定现场云的类型。然后，对大气数据采集表中观察到的每一种云的类型做出判断。不必估计每种类型云的数量。

注意：在某些情况下，要区别云的类型有些困难(如，中积云与卷积云)。在这种情况下，学生们要利用他们良好的判断力，并且在备注

部分和 GLOBE 科学笔记本上记录他们不能确定的内容。

数据提交

向 GLOBE 学生数据服务器报送以下数据：

- (1) 云类型观察的日期和时间(用世界时 UT 表示)；
- (2) 观察到的云的类型(你可以报送一种以上的云类型)。

世界时

判断世界时的一个简单方法是，问一问“(在 24 小时的时钟上)英国的格林威治现在是什么时间？”因为格林威治位于零经度线上，这里是全球一天开始的起点。在格林威治的午夜，UT 为 0:00。在近代史上，UT 被称为 GMT，也就是格林威治平均时。

云量观测规则



目标 在学校的天气研究点观察云覆盖的情况。	主要概念 云层； 大气组分； 云的冷暖效应。
概述 云的类型对于研究气候有价值，并且与降水 and 气温有关。	技能 判断云量； 记录数据； 仔细观察。
时间 5分钟	材料和工具 天气调查数据工作表。
水平 各级	必备条件 无。
频率 每天当地太阳午时（即中午 12:00 左右）一小时以内。	

怎样观测云量

在观测云的类型的同时地点、同一时间进行云量的观测。按照如下对云覆盖程度的分级定义来记录云量。

晴：空中无云，或者云覆盖了不到 1/10 的天空。（因为晴朗的天空中可以有一些云，所以在你报送晴天的同时，报送云的类型是可能的。）

散云：云覆盖了 1/10 至 5/10 的天空。

多云：云覆盖了 5/10 到 9/10 的天空。

阴：云覆盖了超过 9/10 的天空。

注意：即使是经验丰富的观测者有时也会难以准确区分散云和多云。如果你看到的蓝天比云多，那么可以认为云量为散云；如果你看到的云比蓝天多，那么可以认为云的为多云。

数据提交

每天在天气观测数据工作表上记录云量，云的覆盖情况为以上四种情况之一，向 GLOBE 学生数据服务器报送你的观测结果。



降雨量测量规则



目标

在大气研究点测量降雨量。

综述

对气候和地球系统的研究要求准确的长期的降雨量测量。

时间

5分钟。

水平

各级。

频率

每天当地太阳午时一小时以内。

主要概念

凝结

风对降水量测量的影响；

弯液面读数。

技能

使用雨量计；

记录数据；

读取刻度尺。

材料和工具

雨量计；

大气调查数据工作表；

钢笔或铅笔；

木工的水平仪；

木桩(一般为10厘米×10厘米)；

螺丝起子；

挖掘木桩用的工具。

准备

雨量计的放置。

必备条件

无。

背景

降雨量是一定时间内超过水平面的雨水的深度。可以通过读取量尺上与液面相应的、以毫米为单位的刻度值来确定降雨量。注意，这是一个扩大的刻度尺(也就是说，如果你拿着一把尺子与中央量筒上的刻度相比较，中央量筒上刻度线之间的距离与尺子上的是不同的)。这是因为雨量计漏斗收集面的面积是中央量筒横切面面积的10倍。这就要求内部的量筒上的刻度显得大一点，雨水的数量才能直接从刻度线上读取。

怎样安放雨量计

学生使用的是标准雨量计，由四个部分组成。看图 ATM-P-2。

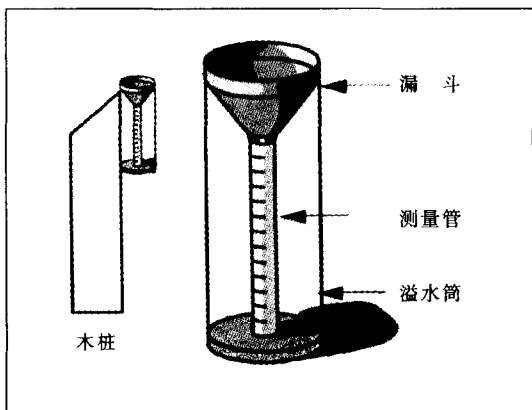
- 1、漏斗，被固定在量筒上；
- 2、量筒，是一个上下直径相同，一侧划有刻度尺的圆柱状小筒；
- 3、溢水筒，是一个为在降雨量大的时候装盛溢出量筒的雨水而设计的圆柱状大筒；
- 4、一个固定的支架。

将量筒插入溢水筒中，然后再将漏斗插入量筒和溢水筒中。

将固定的支架捆在一根宽度接近于雨量计



图 ATM-P-2



宽度的木桩上，并且捆支架时要让雨量计的顶端高出木桩的顶端 10 厘米。如果可能的话，将木桩的顶端削成 45 度角，从而减少雨水溅入雨量计的机会。

固定和安放雨量计必须水平，可以在漏斗的顶端用木工用的水平仪检查其是否水平，水平仪要分别放在互相垂直的两个方向。

怎样测量降雨量

1. 放好雨量计后，每天要在当地太阳午时（即中午 12:00 左右）一小时内读取数值。

2. 学生读刻度尺时，要确保他们的眼睛与量筒中的液面保持水平，并且读取的是弯液面底部的数值。

3. 每次测量后，学生将雨水从量筒中倒至干净的烧杯或者广口瓶中，测量雨水的 pH 值。然后，把量筒倒置，晾干。在这之后，重新装配和安放雨量计。在大气调查数据工作表上记录测量时间、读数时的 UT 时间、以毫米为单位的降雨量的深度，以及累计降雨的天数。

在雨量大的时期，雨水量可能会超出量筒的容量，雨水就会流到溢水管中。这种情况下，先把量筒中水面的读数记下来，然后将量筒倒空。接着，再把溢水管中的雨水注入量筒，记录水面的读数，从而测量出溢水管中的雨量。重复操作，直到溢水管被倒空为止。将每次测得的深度相加确定总的雨水量。

即使没有下雨，学生也要每天检查一下雨量计，确保里面没有碎屑（如风吹来的树叶、树枝、纸片等）。每天读数后，用蒸馏水将雨量筒冲洗干净。

当室外温度下降到零度以下时，为防止塑料的雨量计被冻裂，应将雨量计带回室内。当室外温度在℃度上下变化，而且有可能下雨和下雪的情况下，可把溢水管留在室外。

数据提交

向 GLOBE 学生数据服务器报送以下信息：

1、收集数据的日期和时间（用 UT 时间表示）；

2、每天降雨的总量（以毫米为单位）；

3、累计的降雨天数。

没有下雨的日子，在“雨量计中的雨水”一栏中填“0”。在雨量计中的雨水被不小心溅泼了，或者因为某些原因测量数据被丢失的日子里，填上字母“M”（即 missing，丢失）表示当天的雨水总量。报送“丢失数据”而不报送“0”是非常重要的。（用“0”代替“丢失数据”是一个常见的错误，这会导致错误的分析结果）。

在有降雨，但雨水总量少于 0.5 毫米的日子里，输入字母“T”（即 trace，微量）表示当天的雨水总量。这就告诉我们发生了极少量的降雨。在某些研究中，雨量并不重要，重要的是知道下过雨。

每天都读取降雨量是重要的，如果每天读取降雨量，累计的降雨天数报送为“1”。如果许多天都没能读取雨量计的数据，那么你报送的天数应该是从上次读数或者雨量计被倒空的那天计算起。即使读数为“0”，你也要报送天数。举个例子，如果你在星期五将雨量计倒空，星期六和星期天没有读取雨量计的数据，而在星期一读取了数据，那么星期一你在输入实际的降雨量读数时，还要一起输入累计的降雨天数为 3 天。



固体降水量测量规则



目标

在大气研究点测量固体降水量。

概述

对气候和地球系统的研究要求准确的、长期的固体降水量的测量。

时间

5分钟。

水平

各级。

频率

每天当地太阳午时(即中午 12:00 左右)一小时内。

主要概念

状态的改变；
热容量；
雪的密度。

技能

读取刻度；
记录数据。

材料和工具

米尺(如果你们那里的雪有超过一米的趋势,那么你需要一根更长的测量杆子。);
雪板。

必备条件

无。

背景

雪板是一块薄的、表面平坦的、放在雪层顶部的板。雪落到其上部,可以用量尺来测量雪的厚度。雪板可以用薄的合成板来做(1厘米或者3/8英寸^①)。雪板的大小至少为40厘米×40厘米,这样才能进行一次以上的积雪深度的测量。在放置雪板的地方作一个标记,以便在雪板被新的降雪覆盖后容易被找到。

多数情况下,测量雪的厚度米尺就足够了。但是,某些地区24小时都会发生降雪或整个冬季积雪堆积超过地面1米以上,在这些地区需要用更长的测量杆。这时,可以取一段笔直的木头,仔细地用尺子和恒定的刻度标志器在上面标出长度刻度线,做成一根测量杆。这根杆子可以永久地放置,因为将一根杆子垂直地穿过1米多深的积雪常常是很困难的。

^① 1英寸=0.0254米

怎样测量固体降水量

1. 第一次测量降雪量时,可将量尺垂直插入雪中,直到它接触到地面。注意不要错误地把冰层或者结壳的冰当作是地面。在雪层受倾斜影响最少的几个位置,重复地进行测量。如果没有新的积雪,就填上“0”;如果测得的深度在0和0.5毫米之间,就填上字母“T”(即 trace,微量)。

2. 将雪板放在原有的积雪的顶部,然后将其轻轻压入雪中,使其表面与积雪表面等高。在雪板附近放一面旗子或者其它的标志物,便于你在下次降雪后找到雪板。

3. 当新的雪降落在旧的雪层上后,轻轻地将量尺插入雪中,直到量尺接触到雪板。在雪板上的不同位置进行多次测量,然后计算这些测量结果的平均值。这个平均值就是雪板上新的积雪的深度。

4. 在同一时间测量地面上雪的总深度作为每天的积雪量。步骤与测量第一次降雪量相

同：在几个地方（不要在放置雪板的区域）将量尺垂直地插入雪中，然后取这几个地方积雪深度读数的平均值。

测量每天固体降水的液态水容量

并非所有的降雪都一样。有的雪是轻的、绒毛状的，有的雪则是潮湿的、厚重的。与固体降水等量的液态水的每日测量是通过融化雪样，然后测量雪水的容量来确定的。

进行这项测量，必须有一个收集雪的容器。当室外温度降到冰点以下时，用于液体降水量测量的塑料雨量计会被冻裂，所以应将雨量计拿入室内。但是，雨量计中大的溢水筒可以作为理想的容器，用于收集测量液态雪水量的固体雪。

1. 每天测量了雪板上降雪的深度后，从雨量计中取出大的量筒（即溢水筒），将其倒插在雪板上，小心地向下压使其接触到雪板的表面。如果积雪的深度超过了溢水筒的深度，就将筒中的雪压紧。这样做的时候，要小心不要把雪挤压出筒径。如果积雪太深了，不能将雪压到筒中形成单独的一个样品；那么，根据雪板的大小和降雪的深度，至少有两种方法可以将雪圈中的雪装入溢水筒。

方法 A：如果你的雪板不是很大或者很重，你可以握住倒插着的筒，让它顶着雪板，然后将雪板和筒一起倒过来正立着。这样做会减少筒外面雪板上的雪，所以你要确定已经测量了积雪的深度。现在，收集到筒中的积雪就可以带回室内了。

方法 B：如果你的雪板太大或者太重了，以致于不容易倒转；或者即使是紧压，雪柱也不能装入筒中，那么你就不得不用手将积雪转移到筒内或者其他容器中。小心地将筒从雪板上移开，你会得到一个有趣的、形状象筒的雪圈。仔细地把雪圈内的雪铲到你的筒内或者其他容器中。

2. 当积雪被装入了溢水筒或者其他容器中，将其拿到室内，让其融化。同时，用盖子盖住容器，防止蒸发。

3. 积雪融化后，小心地把雪水注入雨量计的量筒中，然后用读取降雨量数据的方法读取雪水的深度。

有可能在测量降水量前，前一天晚上的降雪已经融化了。如果你已经把溢水筒留在了室外，那么你仍然可以报送与降雪量等量的液态雪水的量。同时，输入“M”表示当天新的积雪的深度，并用 0.0 毫米表示地面上总的积雪的深度。万一出现这种情况，可以注明说明有降雪、雪已经融化或者被风吹散了。如果在雪融化前，你已经测量了积雪的深度，那么可以将积雪的深度与测量时间一起报送，当然要附加一定的情况说明。记住，在数据表中的常规数据应是在当地太阳午时（即中午 12:00 左右）一小时内的测量结果。

进行下一次测量

完成降雪观测后，将雪板清扫干净，并且再次将它放在与积雪表面等高的位置上。

数据提交

向 GLOBE 学生数据服务器报送以下信息：

- (1) 收集数据的日期和时间（用 UT 时间）；
- (2) 地面积雪的总深度（以毫米为单位）；
- (3) 当天新的积雪的深度（以毫米为单位）；
- (4) 雪在雪板上堆积的天数
- (5) 雪板上的雪样融化后的雪水的深度（以毫米为单位）。

注意：如果下了雪，但由于某些原因没有进行测量（例如，雪板被吹走了；或者有人在进行测量之前，偶然地将它清扫干净了），那么输入字母“M”（即 missing，丢失）。地面积雪的总深度仍然可以报送。

在降雪量少得无法读取深度的日子里，输入字母“T”（即 trace，微量）表示当天的降雪量。

每天读取降雪量是重要的，但如果不能每天测量，那么与降雪总量一起记录的天数应该是从上一次清扫雪板的那天算起，这表明测得的总量是在 24 小时以上的时间内收集的。举个例子，如果你在星期六和星期天都没有读取雪板的数据，而在星期一读取了数据，那么你应在星期一与实际的读数一起输入 3 天。



降水 pH 值测定规则



目的

测量雨和雪的 pH 值。

概述

降水的 pH 值对降水地区会有影响。酸性沉降会对植被、建筑、雕塑产生影响，而且会改变地表或土壤中水体的 pH 值。

时间

实际测量:5 分钟;
校正笔式 pH 计或 pH 测定仪:5 分钟。

水平

全部(包括初、中、高各级学生)。

频率

对于降雨,无论何时,只要你的雨量测量器收集到 2 毫米以上的降雨,就可以进行测量。

对于降雪,无论何时,只要你能够采集到一定量的新的积雪(这些积雪应当没有与地面或是你的采雪板直接接触),且这些雪融化后可以产生至少 20 毫升雪水,就可以进行测量。

主要概念

影响降水 pH 值的因素。

技能

使用 pH 值测量仪器;
记录数据。

材料和工具

pH 值测定仪器(初级水平者使用 pH 试纸;中级水平者使用笔式 pH 计,程度较高的学生采用 pH 计;加上必要的校准用材料);
雨量测量器;
采雪板;
100 毫升烧杯。

准备

阅读并熟悉《水文学调查 pH 值规则》。如果你指导的是中级或高级程度的学生,则必须要保证你的 pH 笔或 pH 计按照上述规则中的规定进行了调试和校准。

必备条件

无。

虽然此方法中采用的仪器与《水文学调查 pH 规则》中的仪器是一样的,但是为了测定降水的 pH 值,你并不需要到一个水样采样点进行 pH 值的测定。

初级阶段学生:pH 试纸

最快捷最简便的办法,就是带上一个清洁、干燥的烧杯和 pH 试纸到你的雨量测量器所在的地方,在读取并记录了降雨量之后,马上进行 pH 值的测定。

1. 使用一个清洁、干燥的 100 毫升烧杯。
2. 读取并记录下雨量测量器中的降雨量后,如果其中至少有 2 毫米的累积雨量,就可将雨水倒入烧杯中。如果雨量很大,那么你只须倒

入约半烧杯的雨水即可。

3. 将一条 pH 试纸浸入烧杯中的雨水里,保持约 20 秒。要保证试纸上彩色的部分完全浸入雨水中。

4. 将试纸从水中取出并将其变化后的颜色与 pH 试纸盒子上的颜色图谱进行对比。试着找到一个试纸上所有片段的颜色与盒子上某一条纹的所有片段的颜色完全一致的次序。

5. 如果读得不是很清楚,则需将试纸浸泡

更长的时间,以使之充分反应。将试纸放回烧杯中的雨水里,再浸泡 20 秒,然后重复步骤 4 和 5。重复进行直至读数精确到让你满意为止。如果 2 分钟后,读数还不够清晰,则用一条新的试纸重新开始。如果试验再次失败,可在你的大气调查数据表中作简要说明。

6. 如果你得到了满意的 pH 值读数,将这个 pH 值记录到大气调查数据表上。

7. 如果你有足够多的雨水,就再重复一遍步骤 2 至 5,作为质量控制检验。

8. 将你测得的 pH 值汇报给 GOLBE 学生数据服务器。

9. 不论有没有下雨,你的雨量测量器每周必须至少用蒸馏水彻底清洗并烘干一次。你的雨量测量器中的任何杂质都会影响 pH 值读数。切勿使用肥皂或洗涤剂清洗你的雨量测量器,因为其残留物会影响你的 pH 读数!

中级/高级:pH 笔/pH 计

步骤 1:pH 笔或 pH 计的调试与校准

按照《水文调查 pH 值规则》对你的仪器进行调试和校准。

步骤 2:测定所采集的雨水的 pH 值

将经过校准的 pH 笔或 pH 计和一个清洁、干燥的烧杯带到你的雨量测量器放置处去,在读取降雨量之后马上进行 pH 值测定。

1. 离开教室之前,将电极的盖子取下,用蒸馏水冲洗 pH 笔或 pH 计的电极及其附近的部份,然后用一块柔软的纸巾把水吸干。

2. 取一个清洁、干燥的 100 毫升烧杯,与你的 pH 笔或 pH 计一起带到雨量测量放置处。

3. 读取并记录雨量测量器中雨量的读数。

4. 如果雨量测量器中有 2 毫米以上的雨量,就将雨水倒入烧杯中。如果雨量很大,那么只须倒入约半烧杯的雨水即可。

5. 将 pH 笔或 pH 计的电极浸入烧杯中的雨水里。确保整个电极完全浸入雨水中,但要避免将不必要的部分过多地浸入水里。如果收集的雨水不够多,无法将电极完全浸没,则不要进行降雨 pH 值的测定。

6. 用 pH 笔或 pH 计将雨水搅拌一下,然后让显示的读数稳定。

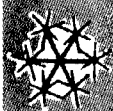
7. 当显示的读数稳定时,读取 pH 值并把它记录在大气调查数据表上。

8. 如果雨量测量器中剩下的雨水还足够多,就再取一份水样,重复步骤 4 至 7,作为质量控制检验。两次测得的 pH 值之间的误差应当小于 0.2(这是这个方法的精确度)。如果它们的差别大于 0.2,那么再取一份新的雨水样品作第三次测定(如果雨量测量器中的雨水还够的话)。如果雨水不够用来作第三次测定的话,就不要将这个降水 pH 值汇报给 GLOBE 学生数据服务器。在下次测量之前,要重新校准 pH 笔或 pH 计。

9. 如果雨水量只够做一次 pH 值测定的话,可以将你测定的 pH 值汇报给 GLOBE 数据服务器。

10. 如果有足够的雨水来进行两次独立的测定,而且两次测定结果之差小于 0.2,那么将 pH 值的平均结果汇报给 GLOBE 数据服务器。

11. 如果有足够的雨水可以进行三次或三次以上的 pH 值测定,那么取所测 pH 值的平均值。如果所有记录到的值与这个平均值的差别都在 0.2 之内,就将平均值汇报给学生数据服务器。如果只有一个偏离值(一个与其余数据差别很大的数据),那么舍弃这个偏离值,并计算其余数据的平均值。如果现在剩下的各个数据与这个新的平均值之差都小于 0.2,那么就将这个新的平均值报告给数据服务器,并注明作了三次或更多次的测定(即使全部三次测定的结果都不等于所报告的平均值,也要注明)。如果 pH 读数有很大的分散性的话,请不要向数



据服务器报告 pH 值测定结果。检查你对仪器的校正，并对操作的过程和误差的可能来源进行讨论。

12. 用蒸馏水清洗 pH 笔或 pH 计，用柔软的纸巾吸干，将电极重新盖上，关上仪器。

13. 不论有没有下雨，必须每周至少彻底用蒸馏水清洗并完全烘干一次雨量测量器。雨量测量器中的任何杂质都会影响 pH 值读数。切勿使用肥皂或洗涤剂清洗你的雨量测量器，因为其残留物会影响你的 pH 读数！

为测定 pH 值采集降雪

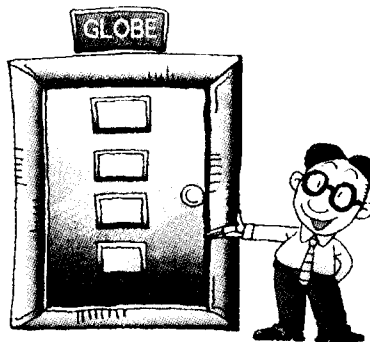
虽然你可能曾经测量过降雪厚度以及它所相当的液体的量，但是为了测定 pH 值，你在收集雪样时还要更加小心一些。用来测量降雪厚度的采雪板(见《固态沉降物分析规则》)可能在真正开始下雪之前就已经在外面放了相当一段时间了。因此，树叶或土壤之类的物质可能会被收集在采雪板上。当你从采雪板上取了积雪的一个“芯”去测定它相当于多少液体量时，底部的雪(与采雪板直接接触)可能已经与板上的物质(或是板本身)发生了反应。而我们想要测

定的是雪本身的 pH 值。因此，如果你要测定雪的 pH 值，就需要采集两份雪样，一份用于测量液体当量而另一份用于测定 pH 值。

你也需要从采雪板上取出一个雪芯来作为测定 pH 值的雪样，然而，如果可能的话，你要尽量避免取到与采雪板直接接触的雪。为什么需要取一个芯而不是仅仅从上层挖一些雪呢？原因是，在下雪的过程中雪的 pH 值是会发生变化的。我们想要得到的是降雪的平均 pH 值，因此，我们需要一个雪的芯，但又必须在快要碰到采雪板时停住。为了得到足够的雪量，使得这些雪融化后至少可以产生 20 毫升的雪水，可以在你的采雪板的不同部位分别采集几个雪芯。

任何清洁、干燥、较深的容器(玻璃或是塑料的)都可用来采集用于 pH 值测定的雪样。当你采集到雪样后，将容器拿到室内并盖上，让雪在室温下融化。

当雪融化后，就可以按照上一节的说明，用雪水代替雨水来进行你的 pH 值测定了，雪水 pH 值的测定在教室里而不是在大气调查现场进行。



最高、最低及当前温度的测量规则



目的 在大气调查现场测量气温。	记录数据； 读刻度尺。
概述 气候研究和地球系统研究需要准确、长期的气温测量。	主要概念 热； 温度； 对流； 传导； 辐射。
时间 5分钟。	材料和工具 一支最高温/最低温温度计； 一个百叶箱； 另一支温度计，用于校准最高/最低温度计； 大气调查工作表。
水平 全部。	必备条件 无。
频率 每日当地太阳午时前后一小时之内。	
技能 使用温度计。	

背景

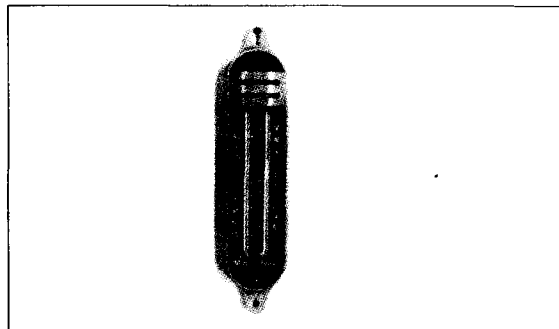
最高/最低温度计是一个U-形管，带有两个刻度，分别指示最高温度和最低温度。见图ATM-P-3。在最高温度一侧，刻度指示的温度是自下向上升高的（就像一般的家用温度计那样）。在最低温度一侧，刻度显示的温度是自下向上降低的。因此，随着温度的升高，温度计最高温度一侧，水银柱将其顶端的指示器向上顶，当温度下降时，指示器保持在原来的最高位置，指示出最高的温度。类似地，随着温度的下降，温度计最低温度一侧水银柱将其顶端的指示器向上顶，温度再度上升时，指示器仍保持在最高位置指示着最低温度。

注意：水银是推动指示器的底部直到达到了最高或者最低温度。因此，学生们应从指示器的底部读取最高和最低温度。

如果你使用的温度计带有华氏温度刻度，要将其涂掉，这样学生们就不会误读了。注意在图ATM-P-3中就有一个应被涂黑的华氏温标。

因为在运输过程中水银柱有时会断裂成数段，因此在使用你的最高温/最低温温度计之

图 ATM-P-3: 最高最低温度计



前，要确认一下水银柱是否连续。如果水银柱内有缝隙，要握住温度计的框架部分，让温度计朝上，然后晃动框架直至水银形成一个连续的水银柱。不要挤压温度计的枝干部位以免引起破裂。可能还需要将温度计的底部在你的手掌上敲打，使断开的水银柱接起来。

校准

在放置最高/最低温度计的时候，必须对温度计进行校准，在安装后也须每6个月校准一次。（在下述情况下必须对温度计进行更经常的校准：当前的温度在温度计两边刻度上的读数



不一样时；或是当某处的水银柱变得不连续而须重新使之连续时，参见上段。）

校准最高/最低温度计时，需要将它与一支标准温度计进行对照。标准温度计应当是一支典型的、柱内填充液体材料的单管温度计，标准温度计可以测定的最低温度至少应为 -5°C 。而且标准温度计本身必须首先放在冰-水浴中以检验其准确性。

1. 准备水-冰屑混合物一份，其中水和冰屑各一份。

2. 将上述冰-水浴放置 10 至 15 分钟，以使之达到其最低温度。

3. 然后将标准温度计的玻璃球部分放入冰-水浴中。轻轻地在冰水浴中搅动温度计，使它彻底冷却。此时温度计的读数应在 0.0 至 0.5°C 之间。如果不是，则应另换一支温度计。

4. 当确信标准温度计是准确的之后，用一个钩子把它悬挂在百叶箱下。再按照下节的指导放置最高/最低温度计。

5. 24 小时后，比较两支温度计的读数。如果读数不同，则须将最高/最低温度计校准至与标准温度计相同。将温度计背面的小螺丝拧松，调整温度计两侧的温度刻度板。当小螺丝被拧松后，两片温度刻度板可以独立地向上或向下滑动。

放置最高/最低温度计

将最高/最低温度计安放在百叶箱下，要使温度计四周的空气能够流通。温度计应当固定在百叶箱后壁的支架上，这样，温度计的任何一部分都不会与百叶箱的壁、顶或底相接触。温度计安放的高度应当在距地面 1.5 米以上或是在距积雪的最大厚度处 0.6 米以上。百叶箱的作用是防止温度计受到来自于太阳、天空、地面以及周围物体的辐射的影响，但是要让空气流通，这样才能使得百叶箱内部空气的温度与百叶箱外部空气的温度保持一致。

百叶箱应安装在一根柱子上，这根柱子要尽量牢固地固定在地上，以尽量减小强风引起的振动。振动会使最高/最低温度计上的指示器偏离原来的位置，造成错误的读数。百叶箱的门，在北半球应当向北开，在南半球应当向南开，以尽量避免在进行日常观测时因为开门而

使温度计暴露在直射的阳光下。

百叶箱应当遵照本指南中“工具箱”一节“GLOBE 设备清单”中的规则。可以按照工具箱中的设计图来制作百叶箱。百叶箱的里面和外面都应当漆成白色。锁的作用是为了防止仪器受到破坏。固定支架应安装在指定的范围内以保证最高/最低温度计不会接触到后壁。门用铰链安装在右侧（这在图中没有画出来）。各部分要用螺丝钉拧在一起。设计图采用的是公制尺寸。请查阅工具箱中的百叶箱制作详图。

百叶箱开始使用后，每隔一段时间要用一块干布掸去其中的灰尘。

如何测量气温

1. 指派一组学生，在每日当地太阳午时一小时之内读取温度计读数。学生们要站得离温度计尽量远，以避免体温引起温度计读数的变化。在比较冷的天气里，这一点尤为重要。不能触摸，也不能让呼吸影响到温度计的感温部分，因为这同样会影响到读数。

2. 学生们每日都要读取 U-形管温度计的最高温和最低温两侧水银柱顶端的当前温度。要确保他们的眼睛与水银柱的顶端保持在同一水平面上，否则，读数就会偏高或是偏低。

3. 从指示器的下缘读取最高温度和最低温度。观察者的眼睛必须与指示器的下缘保持在同一水平面上。

4. 当最高温度、最低温度和当前温度都读取完毕之后，学生们要将指示器恢复原位。将指示器复位的方法是，用一小块磁铁拖动指示器直到它到达水银柱的顶端为止。为防止磁铁丢失，可用一根细线把它系在百叶箱或者温度计上。

如果漏掉了一次温度观测，在下次观测时将温度计恢复原位，并且只记录当时的当前温度。因为在两次读数之间间隔了 24 个小时以上，我们无法知道最高温度和最低温度是在哪一天达到的。

提交数据

将下列数据报告给 GLOBE 学生数据服务器：采集数据的日期和时间（用世界时，即格林威治时间）；当前气温；每日最高气温；每日最低气温。



*** 云的观察、描述和识别**

学生们将开始学习云型和云的名称。

*** 估测云量：模拟练习**

学生们将练习估测天空有多大的部分被云所覆盖。

*** 百叶箱知识**

通过小组活动，学生们将研究百叶箱的放置和它的特性是

如何对观测产生影响的。

*** 制作温度计**

学生们将通过组装一支简单的温度计来了解玻璃管中装填

液体式的温度计为什么可以用来测定温度，以及它是如何工作的。

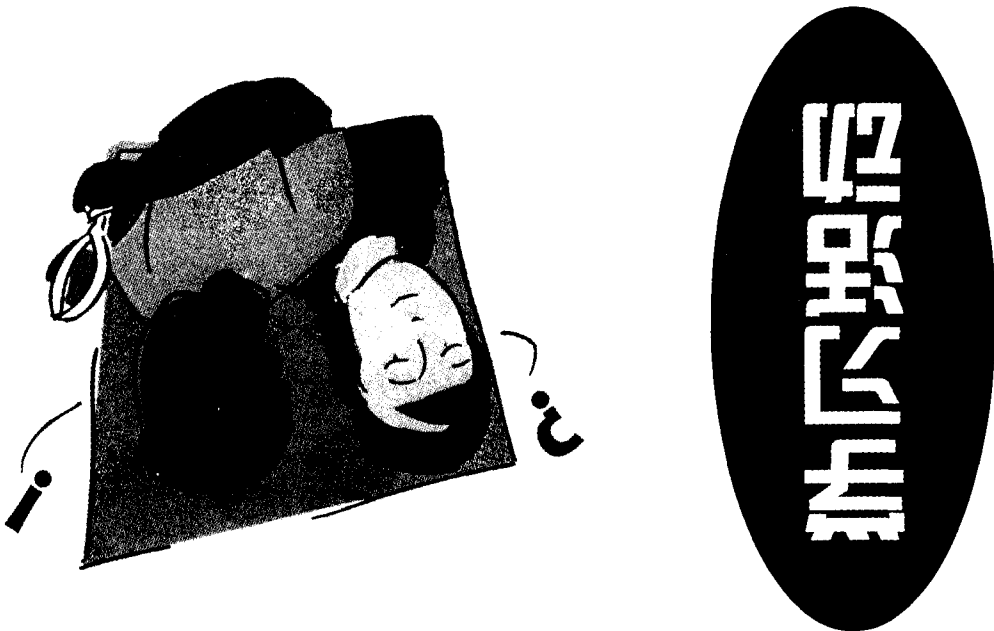
*** 陆地、水和空气**

这项动手活动将向学生们展示陆地、水和空气之间冷却和升温

速率的差别，而这一点正是多种天气现象形成的原因。

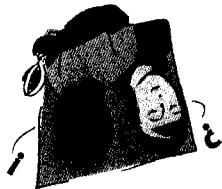
*** 云的观察**

学生们将观测云和天气，以初步了解二者之间的联系。





云的观察、描述和识别



<p>技能</p> <p>观察并描述云的外观； 识别 10 种主要类型的云； 估计云的高度； 在 GLOBE 科学笔记本上记录并整理云的数据。</p>	<p>目的</p> <p>使学生学会观察云，用普通的词汇去描述它们，并将他们的描述与云的正式名称进行比较； 学生们观察并画出云的略图，描述它们的形状。起初他们将作出带有个性的描述，然后，将逐步使用一套更加科学的词汇。他们将用 GLOBE 所确认的 10 种云的类型，把他们的描述与标准的分类联系起来。每个学生都要建立一本个人的关于云的手册，用来将他们对云的观察与 GLOBE 的云图相联系。</p>
<p>材料和工具</p> <p>GLOBE 云图； 云的主要类型的观测记录纸（在附录中）； GLOBE 科学笔记本； 带有云的图像的参考书； 用于拍摄云的眼相机或摄影机（光学的）。</p>	<p>时间</p> <p>两个课时。可能要在不同类型的云出现的日子重复进行。</p>
<p>准备</p> <p>准备好有关云的参考书，并作好可供参考的书页作好标记。</p>	<p>主要概念</p> <p>水平 全部。</p> <p>描述云的形状、高度和降水特性对云进行分类。</p>
<p>必要条件</p> <p>无。</p>	<p>背景</p> <p>准确的天气预报来自认真、持续的观察。人类的眼睛是最好（也是最便宜）的气象仪器之一。我们有关天气的大多数知识都是人类在上千年的时间里直接观察得到的。虽然能够鉴别云的类型本身就很有用，但是明了天气与特定类型的云相关联，并在一个规则的基础上对云进行观测，将使学生们了解云的类型与天气之间的联系。认识云的类型可以帮助你预测在短</p>

期内可能出现的天气类型。我们在这里不描述这些联系，但是有很多气象方面的书籍可以使你和你的学生们了解这些问题。邀请一位气象学家到你们的课堂上与同学们交谈，肯定可以激发起学生们对于云和天气特征之间的关系

的兴趣。

在这次活动中，我们要求学生仔细观察云，画下它们的略图并且在使用正式名称之前用他们自己的语言来描述它们。当不同类型的

云在不同的日子里出现时，这项活动可以重复进行。实际上，如果你做得自然一些，可以无论何时，只要当一种新的云在天空中出现，你就可以稍事休息，到室外去作一些“云的功课”，这是一个很棒的做法。随着时间的推移，学生们对云的类型将会变得相当熟悉。另外，如果你不可能总是每当一些有趣的云一出现，就带着学生们跑到外面去的话，你们也许可以通过窗户进行观察。

学生建立一本个人的云手册

学生们应当在他们的 GLOBE 科学笔记本或者是单独的云手册中建立一套独立的、个人的有关云和云的类型记录。他们应当在各自的 GLOBE 科学笔记本上为自己确定的每一种类型的云分出一页。其中的内容不但可以包括有关的观测与描述，还可以有拍摄的照片或是从别的地方剪贴来的图片。在任何特定的日子里，学生们都可能同时在天空中观测到几种不同类型的云。如果确实有几种类型的云出现，他们应当在各自的 GLOBE 科学笔记本上，用独立的一页对一种云的类型进行记录。

云的识别与分类

GLOBE 规则中要求你识别十种常见的云。根据三方面因素对云命名：云的形状、云出现的高度和它们是否会造成降水。

1. 云有三种基本形状：积云（堆积的和膨胀的）；层云（层状的）；卷云（细束状的）。

2. 云出现在三个高度区域内（特指云底的高度）：

高云（在 6000 米以上），以“卷（cirrus 或 cirro-）”命名：

- 卷云 (Cirrus)
- 卷积云 (Cirrocumulus)
- 卷层云 (Cirrostratus)

中云（2000 - 6000 米），用“高（alto-）”命名：

· 高积云 (Alto cumulus)

· 高层云 (Altostratus)

低云（在 2000 米以下），没有前缀：

· 层云 (Stratus)

· 雨层云 (Nimbostratus)

· 积云 (Cumulus)

· 层积云 (Stratocumulus)

· 积雨云 (Cumulonimbus)

注意：积云和积雨云常常很厚，云底可能从 2000 米以下开始，伸展到中层甚至高层。这样，积云和积雨云常常被称作“垂直发展的云”。因为只有高云是纤细的，所以谈及高云时，卷须（cirrus）和细束状（wispy）就成了同义词。

3. 降水是由名字中带有“雨云（nimbus）”或是前缀为“雨（nimbo-）”的云造成的。

云的识别技巧

了解下面几件事，对于云的识别和根据正式的分类来对云进行命名是很有用的：

呈细束状且在高空中的云，一般都是两种卷云中的一种。如果这些卷云带有波浪或喷烟，那么它们就是卷积云。如果它们形成连续的层状云，好像是高高在上的把天空遮住，它们就是卷层云。

高度居中的云是用前缀“高（alto-）”来命名的。如果是层状，就是高层云；如果呈堆积和膨胀状，就是高积云。

在低处（低于 2000 米）形成的云都属于积云或层云的家族。积云家族中的云都是呈膨胀和堆积状。层云家族中的云则呈层状或者片状，覆盖住天空中宽阔的区域。

颜色较暗的、预示着要下雨并且实际上造成降雨的云被称为“雨云”。雨层云呈广阔的片状，将整个天空完全遮盖住，并产生持续的降雨。雨层云在水平方向上的尺度比在垂直方向上的尺度要大。伴随着雨层云的降雨，其降水强度是较弱的，但这种降雨会持续一



段相当长的时间,并覆盖一片较大的区域。积雨云具有深色的底部和膨胀的顶部,经常形如砧状,有时被称为“雷暴云砧(thunderheads)”。这种云倾向于形成强降水,其典型情况是伴随着闪电和雷鸣。

利用照片

在书籍、图表和杂志中找到云的照片并不困难。然而,学生们仍然喜欢亲手去拍摄云的照片。我们建议,在学生们画完了云的略图并且用他们自己的语言描述完云的形态之后,可以让他们拍摄天空中的云。将运动中的云拍成录像,可以了解云的形成和云的行为提供一个新的视角,特别是当你们能使用三脚架和采用延时摄影术的时候,效果会更好。

第一部分:用自己的语言描述云

做什么和怎么做

1. 将学生分组,每组两人。让他们带着他们的 GLOBE 科学笔记本到户外一处开阔的地带去观察云。每个学生都要为天空中的云画一张详细的素描。如果天空中有几种不同类型的云,那么他们应当在笔记本上将各种不同类型的云分别画在不同的页面上。

2. 每位学生都要在图的边上记录下日期和时间,并描述云的外观。对云形态的描述要尽可能详细。需要强调的是,对此没有什么正确或是错误的答案,学生们可以使用任何他们认为恰当的词汇。某些学生的答案可能是:

大小:小、大、重、轻、密、厚

形状:蓬松的、纤细的、棉花似的、块状的、破裂的、平滑的、斑块状的、片状的、粗糙的、看起来像……

颜色:灰色、黑色、白色、银光闪闪的、乳白色的

描述:雷雨云、欲雨的、大雨将至、阴暗的、

铺天盖地的、美丽的、带条纹的、模模糊糊的、泡沫状的、分散的、移动的、旋涡状的。

3. 回到课堂上后,每组学生要在一起互相介绍他们各自对云的描述。让每两组学生将他们描述每一种类型云的所有词汇编写成一份“本组词汇表”。他们需要挑选出他们认为对他们所看到的云描绘得最好的词汇。

4. 使用 GLOBE 云图,他们需要将他们画的图与其中的一幅照片对上号,并在图边上记录下这种类型的云的学名。

第二部分:将你的描述与规则的描述进行比较

做什么和怎么做

1. (你可以等到全班同学积累了对数种不同类型的云的描述之后,再进行这个讨论。)组织一场课堂讨论。让一个四人小组将他们所观察的云的略图画在黑板上,并写下他们这个小组用来描述这种云的词汇。如果观察到的云不止一种,就让不同的小组各做一种。并让其他的小组对进行讲述的小组进行补充。让学生们将他们所用的词汇分组,把相匹配的词汇放在一起。让他们给云的某种特性(例如大小、形状、颜色、高度或其他特性)命名。各组词汇是否较好地描述了他们认为一个观察者所应当注意到的云的主要特征?是否还有一些云的特征没有被包括进去?他们认为他们这个体系中的主要因素是什么,或是说,他们关注的是云的哪些特征?

2. 让学生们指出黑板上所画的云的“正式”名称。向同学们讲解正式的体系中对云进行分类是基于云的三个特征:形状、高度和降水。将正式的体系和他们自己建立的分类体系进行比较。比较这两种体系分别包括和忽略了云的哪些特征?向学生们提问,问他们用哪一个词汇

来描述下列每一种类型的云：层云、积云、卷云、雨云。

3. 在以后的日子里,当新的类型的云出现在你们的天空中时,重复进行上述对不同种类的云的观察、素描和描述。让学生们在他们的GLOBE科学笔记本上为他们观察到的每一种新的云准备新的一页。让他们记录下这种云的正式名称和他们自己所喜欢的名称。继续对正式分类体系的要素进行分析。

为年龄较小和年龄较大的学生所做的一些调整

年龄较小的学生可以按照云的基本类型来对云进行描述:卷云、积云和层云。他们也可以描述云的高度:低、中或高;云的形状:大或小;以及云的颜色:白、灰或黑。

年龄较大的学生可以将云的类型和特定类型的天气特征联系起来。参见《云的观测学习活动》。学生们还可以注意观察在连续几天的过程中云的类型的变化次序,并研究导致云形成的因素。

如果能与一位艺术教师或者一位文学教师合作的话,这项活动可能会更加有趣。他们会对云进行一种与众不同的,可能是非科学性的描述。

进一步的研究

考察风和云之间的关系。当每一种类型的云出现时,画出当时的风向和风速。

讲解水文学循环与大气状况之间的关系。

人造卫星和航天飞机拍摄的照片,使我们能够考察大气圈动力学,考察从陆地上不可能考察的大尺度现象。使用从太空中得到的图象来预测天气或跟踪风暴。思考太空图像与当地气象信息和气象数据各自的优点和缺点。

在一定距离之外跟踪风暴和云,有助于了解当地的气象状况。使用双筒望远镜从远处对云及其形成进行研究。使用当地地图来确定陆标的距离和云移动的速度。设计有关云的游戏来练习云的识别和熟悉有关云的概念:

游戏 1: 让每一位学生制作一套3英寸×5英寸的云的索引卡,内容为十种类型的云的名称。再制作另一套卡片,内容为这十种云的图片。各对学生将他们两人的卡片混合起来,正面朝下放好。每人轮流翻开两张卡片,看翻开的两张卡片,名称与图片是否能正好配对。翻出成对卡片的人可以继续再翻一次。一直玩到所有的卡片都配成对为止。卡片成对多的人获胜。

游戏 2: 各组学生可以提出有关云的各种问题,包括:外观、形状、高度和主要的覆盖率。在一张3英寸×5英寸的索引卡上写下答案。例如:“散云”就是问题“当十分之一到一半的天空被云覆盖时的云量是什么?”的答案。将全班分成几组来做这个游戏。游戏者针对答案卡片将问题(见上)说出来。

* 1英寸=0.0254米



估测云量：模拟练习



目的

使学生们了解凭视觉估计云量的难度，通过纸上模拟来练习估测云量，并对估测的正确性进行评估。

概述

成对或分小组活动，学生们将用纸来模拟云量。他们将对云量进行估测并建立一个云量分类表。

时间

一个课时。

水平

中级和高级。

主要概念

通过模拟来研究观测的准确性。

技能

- 估测模拟的云量。
- 用数学的方法进行交流。
- 采集并记录数据。
- 将数据整理到表格中。

材料和工具

- GLOBE 科学笔记本
- 彩纸，每个学生一张蓝纸和一张白纸
- 胶棒或胶带

必备条件

- 熟悉云量分类体系。
- 熟悉分数与百分数。

背景

即使是有经验的观察者，在估计云量方面也会有困难。部分的原因似乎是，与物体本身——在这里指的就是云——所占据的空间相比，我们倾向于低估物体所占空间的大小。学生们有机会通过他们自己的实验来对此有一个感性的认识，对这个现象在他们的科学工作中可能造成的影响作出思考，并且想办法提高他们估测云量的能力。

做什么和怎么做

和学生们一起学习云量调查规则。告诉学生们，他们要用纸来模拟云量，要想办法估计出白色的碎纸片所代表的云量。演示下述步骤中的 3 ~ 6 步，使学生们明白将如何进行。

- 为每一个学生提供必需的材料：
 - 一张淡蓝色的纸

- 一张白纸，分成大小相等的 10 份
- GLOBE 科学笔记本
- 胶棒或胶带
- 将学生们分成两两一组。
- 让每一对学生选定他们想模拟的云量。他们所选的云量必须是 10% 的倍数（即 20%、30%、60% 等等，而不能是 5% 或 95% 等）。他们不能把他们选定的云量透露给别人。
- 各对学生分别从白纸上裁下代表他们所选定的云量的大小的纸片。例如，假如他们选择了 30%，那么他们就应当从他们的白纸上裁下 30%，而将余下的 70% 收起来。
- 然后，学生们把他们裁下来的白纸撕成不规则的形状来代表云。
- 让学生们把这些小纸片粘贴到蓝纸上，代表云量。
- 学生们依次观看别的小组模拟的云量

并估测云量的百分比。他们还要将每一个模拟的云量按照“无云、散云、碎云或多云”进行分类。他们要用类似图 ATM-L-1 的表格，把他们估测的结果记录在笔记本上。你可以选择让所有的学生观察所有的模拟结果，或者把全班学生进行分组，使学生们只需要观察部分模拟。

8. 当学生们完成对云量的估测之后，在黑板上做一张表，比较估测的结果与实际的云量。见图 ATM-L-2。

图 ATM-L-1

姓名	估测的百分比	分类
乔恩和爱丽丝	40%	散云
胡安和约瑟	70%	碎云

9. 另外做一张表，比较正确分类与错误的分类。见图 ATM-L-3。

10. 与全班同学讨论他们估测的准确性。哪一种判断的准确性更大——是估计云量的百分比还是判断云量的类型？最大的误差是在哪

里产生的？学生们能否对他们的集体估测的精确度给出一个定量的衡量？整个班级是倾向于高估还是倾向于低估云量？哪些因素对估测的准确性产生影响（例如，云的大小、云聚集在空中的位置、天空被覆盖的百分比？）学生们是否认为作这样的估测是有某些诀窍的，还是认为这种估测是可以通过学习掌握的？在哪些其他场合这种空间估测的技巧可能会有用？哪一种云的类型是最容易或是最难判断的？哪些策略使得学生们能够获得成功？什么策略可能使分类更加准确？

为年龄较小和年龄较大的学生所做的一些调整

年龄较小的学生可能需要一些指导，来判断分数等价于什么和将简单的分数换算成百分数。

年龄较大的学生可以制作每天的天气预报并拍成录像带，模拟一个当地新闻或气象频道。电视播放的形式可以包括主要类型的云的剪辑、云量的百分数，以及能见度报告。

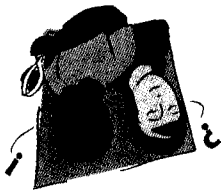
图 ATM-L-2

姓名	实际百分比(%)	低估	正确估计	高估
乔恩和爱丽丝	50	4	5	12

图 ATM-L-3

姓名	正确类型	归类到过低云量	归类正确	归类到过高云量
乔恩和爱丽丝	散云	4	9	8

百叶箱知识



目的
弄明白为什么百叶箱要制造成这个样子。

概述
学生们将对百叶箱的某些特点以及它的放置方法做一些研究。这项活动的主要部分将是制作具有不同特性的百叶箱并研究这些特性对温度测量的影响。学生们将被要求预测一下他们认为各种设计不同的百叶箱会产生什么结果。

时间
用1个课时来讨论与百叶箱有关的问题并设计实验。再花2-3个课时来用各种百叶箱模型做实验。

水平
全部。

技能
假设与预测；
设计实验；
收集数据。

主要概念
整理和分析数据，通过辐射、传导和对流进行热传递。
通过口头和书面对实验结果进行交流。

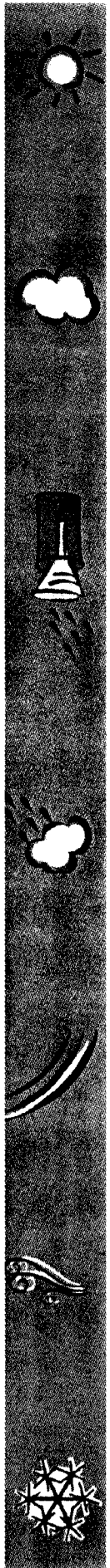
材料和工具
至少两个用硬纸板做成的百叶箱(制作的数量取决于要研究的特性和所拥有的材料的多少)。可以用现成的盒子，如燕麦片盒或者鞋盒。
最好所有用来做试验的百叶箱都是一样的。

必备条件
收集那些制造百叶箱所需要的材料。学生们可以把家里的燕麦片盒(圆形的)或鞋盒带来。

准备
真正的GLOBE百叶箱。如果没有真正的百叶箱的话，那么学生们应当有“工具箱”中给出的百叶箱的图片以及对它的客观描述。

列材料：
白漆和黑漆(用于研究颜色)；
两把刷子(如果要用油漆)；
重型剪刀(如果需要用硬纸板来制作百叶箱的话。研究百叶箱中铰链的作用时也需要剪刀)；
纸(用于比较不同的材料做成的百叶箱有什么不同的效果)；
每个学生小组两支以上温度计(取决于要同时研究的特性的数目)；
细线；
一根或一根以上的木桩，要足够结实，可以插在地里并支持住百叶箱(百叶箱可以用钉子钉在木桩上)；
钉子(在需要的时候，用于将百叶箱钉在木桩上)；
锤子；
米尺；
真正的GLOBE百叶箱。如果没有真正的百叶箱的话，那么学生们应当有“工具箱”中给出的百叶箱的图片以及对它的客观描述。

必备条件
收集那些制造百叶箱所需要的材料。学生们可以把家里的燕麦片盒(圆形的)或鞋盒带来。



背景

虽然气温的测定看起来似乎应当是简单得不能再简单的事情了，但是，要使世界各地的测量者恰好进行同样的测定工作，使得他们的测量可以相互进行比较，却不是一件简单的事。要真正地、真正地了解所测量的温度，我们所测量的就必须是同一样东西。风、直射的阳光和潮气这些因素会对温度计产生影响，所以我们需要对这些测量仪器进行保护，把它们放在一个具有特定性能的百叶箱内。还有，百叶箱放在什么样的地方以及温度计在百叶箱内如何放置也是非常关键的。

我们要保证从不同的地区报告来的温度之间的差别，确实是来自于气温的差别，而不仅仅是由于一个人将温度计放在一片草地中间的百叶箱内而另一个人将温度计放在窗口直射的阳光下。

做什么和怎么做

第一天

1. 开始讨论的时候，你可以向学生们提问，让他们说出 GLOBE 百叶箱的哪些特性会影响其内部的温度。这些特性包括：

- 百叶箱的颜色
- 百叶箱的狭缝
- 用来制作百叶箱的材料

要引导学生们讨论为什么这些特性如此重要。

2. 在讨论了百叶箱的物理特性之后，应当讨论百叶箱及其里面的温度计的放置。需要问的问题有：

——为什么百叶箱要放在远离建筑物和树木的地方？

——为什么百叶箱要放在一个天然的表面上，例如草地？

——为什么要把它安放在距离地面 1.5 米以上的高度上？

——为什么在北半球百叶箱的门要朝北而在南半球百叶箱的门要朝南？

——为什么温度计不能接触到百叶箱？

学生们要对上述各项因素对温度测量的影响作出预言。以后将对他们的预测进行检验。

第一天/第二天(取决于讨论所占用的时间)

1. 将学生们分成小组。小组的数目取决于所要研究的特性的数目、拥有的材料的量和学生的人数。最多可以组成八个小组，来研究前面所讨论的八个基本要素。

2. 每一个小组要制作两个百叶箱。如果学生们使用现成的纸盒，如燕麦片盒或是鞋盒的话，那么这只是一个简单的任务。如果他们必须从硬纸板开始制作，就要复杂一些了。如果是用硬纸板来制作的话，百叶箱的实际设计样式(不论是圆柱型的，象燕麦片盒，还是长方形的，象鞋盒)并不是很重要，重要的是所有的百叶箱的样式和大小要尽量一致。

3. 每个小组选择或是被指定一项特性去研究。对于那些研究百叶箱的物理特性的小组，还要对百叶箱做一些必要的工作。下面是为了研究某些特性，可能要对百叶箱做的一些改动：

——将一个百叶箱漆成白色而将另一个百叶箱漆成黑色

——在一个百叶箱上做出狭缝而另一个没有(两个百叶箱都漆成白色)

——如果你们使用的是现成的鞋盒，那么就请用白纸做一个形状和大小都与这个硬纸板盒子类似的百叶箱。把硬纸板的那一个也漆成白色。

4. 所有的百叶箱都必须固定在柱子上(除非这个小组是在研究百叶箱离开地面的高度所产生的影响)。对于大多数小组来说，柱子的高度不需要超过一米。研究百叶箱远离地面的小组则需要有一个不被固定的百叶箱而将另一个百叶箱固定在一根约 1.5 米高的柱子上。

5. 每个小组发给两支温度计。在他们把温度计放入百叶箱之前，学生们要确认这些温度计在室内时的读数是一致的。如果不是的话，那么他们就需要按照大气规则中的指导进行校准。如果当一支温度计放在冰-水浴中时，其读数与 0℃ 的偏差超出了 0.5℃，那么这支温



度计就不能用了。在学生们准备好把百叶箱拿到室外之前，不要把温度计放在百叶箱内。

第三天/第四天

1. 选择一个晴朗的日子，最理想的情况是有一些微风。不要选择多云或是下雨下雪的天气。

2. 每个小组必须记录下温度计的初始温度。（再重复一遍，这些温度计的初始温度应当是一致的。）

3. 温度计放在百叶箱内的时候，不能碰到硬纸板（或纸）的表面（当然，除非这个小组是在研究温度计接触到百叶箱壁所产生的影响）。如果使用的是现成的硬纸板盒子，温度计可以用一根细线悬挂在百叶箱的顶上。

4. 各个小组都把他们的两个百叶箱（和百叶箱内的温度计）拿到室外。研究百叶箱的物理特性（颜色、狭缝和材料）的小组需要找一个远离建筑物的地方，最好是一处开阔的场地。研究百叶箱的放置位置的小组要再分成两部分，一部分把他们的百叶箱放在正确的地方（绿地，远离建筑物）；另一部分要把他们的百叶箱放在一个非理想的地点，去研究百叶箱的摆放产生的影响：

- 一个百叶箱放在理想位置，另一个紧靠着建筑物的向阳面摆放
- 一个百叶箱放在理想位置，另一个放在停车场中间，或其他水泥或沥青的表面上。
- 一个百叶箱放在地面以上 1.5 米处，未固定的百叶箱放在柱子下面的地上。
- 一个百叶箱门朝北放置，另一个门朝南，两个百叶箱放在一起。

5. 放好百叶箱后，过大约五分钟，学生们就要记录下每一个温度计的温度读数。然后再等五分钟，再次记录温度。需要每隔大约五分钟记录一次温度，直到百叶箱内的温度达到稳定，两次相邻的读数之间不再有差别为止。注意，两个百叶箱达到稳定所需要的时间不一定是相同的。也就是说，其中一个百叶箱达到其最高温度所需要的时间可能比另一个百叶箱要长。因此，对两个温度计都要进行检查，这是很重要的。

6. 当两个百叶箱内的温度都达到稳定之

后，学生们就可以把他们的百叶箱和他们记录的温度拿回教室了。

7. 每个小组都要把他们的发现对全班作一个简要的汇报，然后讨论温度为什么会有这些差别。

8. 每个小组都要写一份简短的报告，展示他们所记录的温度。小组要在报告中对他们的发现作出讨论，讨论他们所研究的特定变量是如何对温度产生影响的，以及它们为什么会对温度产生影响。

为年龄较小和年龄较大的学生所作的一些调整

对年龄较小的学生：可减少所研究的变量数目，如只研究颜色、狭缝、摆放位置距离建筑物的远近以及摆放在自然表面和水泥表面上。百叶箱可以放在地面上，而不必固定在柱子上。（只要在所有不同的地点它们都是放在地面上的，那么这个因素对于所有读数的影响就都是相似的。）

对年龄较大的学生：年龄较大的学生，每组可以制作不止两个百叶箱，用于研究所有变量中哪一个是最重要的。例如，他们可以通过制作不带狭缝的一黑一白两个百叶箱和带有狭缝的一黑一白两个百叶箱，来研究颜色是否比狭缝更重要。看看他们可以提出多少种组合，哪一个变量对温度测量有最大的影响。他们还可以研究百叶箱的不同设计在晴朗或多云的日子里，或是在无风或刮风的日子，各会产生什么样的影响？

学生评估

学生们对于百叶箱的设计和放置位置重要性的理解可以通过下列各项来进行评估：

- 他们在口头和书面报告中作出的结论。
- 他们在课堂讨论中表现出来的对这些问题的理解程度。
- 他们处理一些相关问题的能力，例如：如果白色的百叶箱上落了一层很厚的尘土，会有什么影响？
- 测量的准确性。

制作温度计



目的

帮助学生们理解为什么一支标准的温度计可以用来测量温度,以及它是怎样工作的。

概述

这两类温度计的原理都是学生们将制作一个苏打水瓶温度计,这个温度计与 GLOBE 学校里使用的温度计类似。当温度变化时大多数物质会发生膨胀或收缩。这个实验还将示范热量传递的原理。

时间

两个课时

1. 做实验——一个课时;
2. 讨论膨胀和收缩的原理以及热量通过传导和对流的传递——15~30分钟;
3. 在黑板上或挂板上记录下数据并作画——30分钟;
4. 每一个小组向全班提交他们各自的结果,检验关于一些其他变量的想法,以及他们碰到的任何问题——30分钟。

水平

中级

主要概念

- 物体随着温度的变化而膨胀或收缩;
- 玻璃容器中装填液体式的温度计的工作原理是热膨胀和冷收缩;
- 传导与对流是热传递的两种形式。

技能

- 为实验制作仪器;
- 做一次实验;
- 观察和测量;
- 采集、整理与记录数据;
- 在小组中有效地工作。

材料和工具(每组学生)

- 冰;
- 水;
- 容积为一升的塑料苏打水瓶;
- 透明或者白色的塑料吸管;
- 做模型用的粘土。一磅做模型用的粘土,可以满足制作 25 至 30 支温度计的需要;
- 两个两升的塑料苏打水瓶——这些瓶子的顶端要切掉;
- 剪刀或小刀,用于裁掉两升的苏打水瓶的顶部;
- 食用颜料(黄色的不如红色的、蓝色的和绿色的好用);
- 一个带秒针的表或钟;
- 一把米尺;
- 一支记号笔,润滑脂铅笔或钢笔,用于在吸管上做记号;
- 设计一张温度计活动作业纸。

准备

- 收集材料;
- 复习热传递的原理。

必备条件

无。



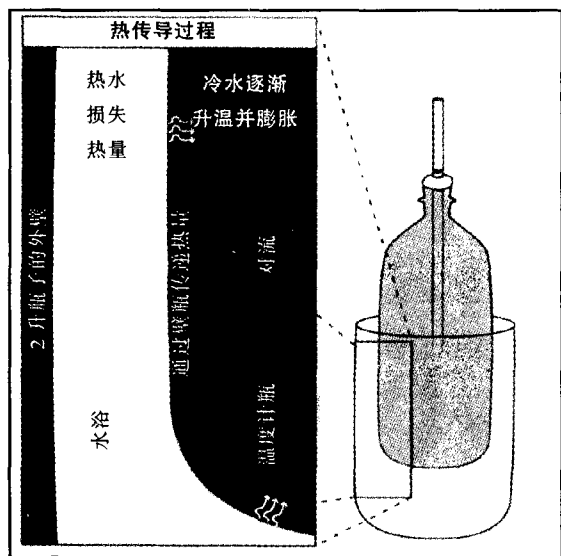
背景

如果想更多了解有关温度计如何工作的知识,请复习“欢迎”部分中的“大气调查概述”。

苏打水瓶温度计与你们在 GLOBE 活动中使用的温度计有些不同:首先,里面的液体不同,其次,苏打水瓶不是一个封闭系统,还有,它没有数字刻度。

在这项活动中,有几个科学原理在起作用。一个原理是热膨胀与冷收缩。大多数物质在被加热时膨胀而在被冷却时收缩。在这项实验的温度范围内,水也是加热时膨胀和冷却时收缩的。(当水达到它的凝固点时,它又会膨胀。)

图 ATM-L-4



物体受热膨胀是由于它们的动能,或者说运动的能量随着温度而增加。分子运动加速,分子间的距离加大,从而引起材料膨胀。当物质被冷却时,分子运动减弱,物质就收缩。

水的膨胀系数相当小,因此水加热时体积的增加很小。但是因为所有体积的增加都被引导到直径很小的吸管中,所以膨胀是可以被看见的。

这个实验还展示了热通过传导被传递。当能量通过直接接触从一个分子传递到另一个分子时,传导就发生了,例如平底锅的金属把手变热,就是由于热的传导。金属是热的良导体。木材是热的不良导体。在这个实验中,外面容器中

的热水通过容积为一升的塑料瓶的瓶壁将它的热量传导给瓶子中的水。

虽然固体、液体和气体都可以通过传导来传递热量,但是固体和液体的热传导最有效。在大气中,与地面相接触的空气分子就是通过传导被加热的。当这些空气分子获得能量后,它们的密度变小,并开始上升。

对流是使整个容器中的热量重新分布的液体或气体的大尺度的运动。一个常见的对流的例子,是水壶中水的沸腾。水壶中,与底部(这里是热源)相接触的水被加热,密度变得比水壶上部的水要小。热水上升,冷水下降。下降的冷水又由于接触水壶的底部而被加热。

准备

这个活动最好是以两三个人组成的小组来进行。以下是一些任务的分配和说明:

学生 1: 作者——收集材料并制作温度计。

学生 2: 记时员/报告员——实验开始后每隔两分钟进行一次跟踪测量/在吸管上做记号,标记出水位移动了多少/实验结束后测量吸管上的标记并将测量结果告诉记录员/向全班报告实验的结果。

学生 3: 记录员——记录记时员的测量结果/还要把小组的测量结果转移到数据表格上。

给每一组学生复制一份温度计制作活动的作业纸。

在课程开始之前,教师要把材料准备好。如果采用小组活动的形式,那么要事先分配好各小组的成员。1升和2升的苏打水瓶要由学生们带来。如果是由学生们提供瓶子的话,要留出大约一个星期的时间让他们收集所需的材料。在进行课堂实验之前,一定要回顾一下后面列出的可能出现的问题。

确实理解了热传递(传导和对流)以及材料的膨胀和收缩的原理。一些不同情况下的实际例子对于讨论会很有帮助的。你可能需要和学生们一起复习一下如何以毫米为单位来进行测量。

小组数据表

用毫米表示

2分钟	
4分钟	
6分钟	
8分钟	
10分钟	

班级数据表

	A组	B组	C组	D组	平均
2分钟					
4分钟					
6分钟					
8分钟					
10分钟					

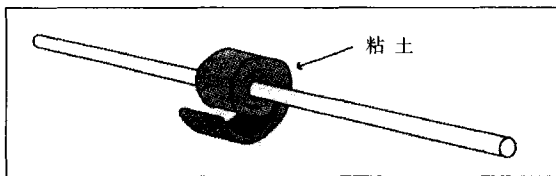
做什么和怎么做

这个活动也可以作为演示实验来进行，但是如果由学生们单独或分组合作亲自制作他们自己的温度计，效果可能会更好。下述指导也可在“附录”部分的“制作温度计”一页上找到，可以将其复制并散发给学生们。

制作温度计

1. 将一个1升的苏打水瓶子装满冷的自来水。
2. 加入四滴食用颜料。这可以使水柱易于观察。蓝色、绿色或红色效果最好。
3. 将一些做模型的粘土搓成直径约25毫米的小球。然后把它搓长，成为长度和直径都与一支铅笔差不多的圆柱。把铅笔状的粘土压扁成为一根厚带子。将这粘土带子缠绕到吸管的中间部位上。见图ATM-L-5。

图 ATM-L-5



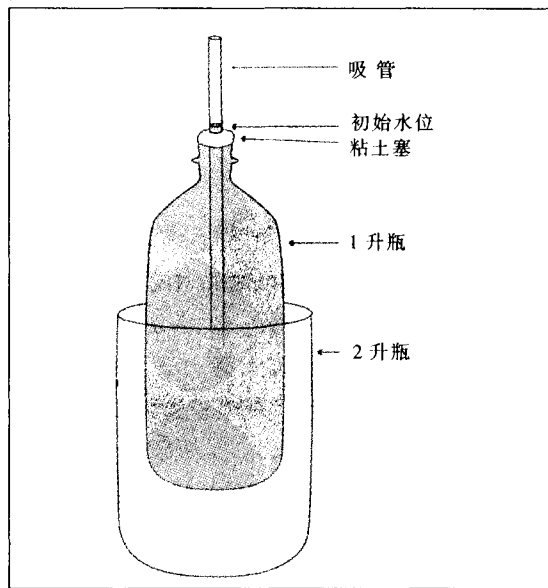
4. 将吸管插入瓶子并用粘土把瓶口封好。当心，不要把吸管压扁。也不要让粘土上有孔洞或是裂缝，那会让水跑出来。吸管一半在瓶

子里，一半在瓶子外。把粘土塞子压入瓶颈里，直到水位升到吸管里能被看见时为止。见图ATM-L-6。

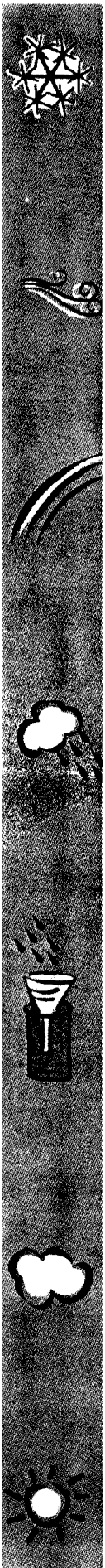
实验

1. 将灌好水的1升的瓶子(苏打水瓶温度计)放入2升的塑料瓶做成的容器中。在吸管上的水位处做一个标记。
2. 将热水倒入2升瓶的容器中，等两分钟，在水位处做上记号，每两分钟做一个记号，一共进行十分钟。到十分钟结束的时候，用尺子测量出每一个记号离吸管最下面的最初水位之间的距离。将你们测量的结果记录在小组数据表上。密切注意任何变化。看到什么变化了吗？描述你们所观察到的现象。
3. 将冰和凉水放入第二个2升的容器。
4. 把温度计瓶子放入冰水。记录观察结果。

图 ATM-L-6



5. 当温度计放入热水中的时候，吸管中的水位发生了什么变化？(答案：水位升高了约4厘米，如果温差有25℃的话。)为什么？当温度计放入冷水中的时候，发生了什么变化？(答案：水位下降了。)为什么？
6. 解释你认为为什么会发生这些现象。
7. 根据你对问题6的回答，解释在为GLOBE测定中午温度时所使用的最高/最低温度计是如何工作的？



8. 另外两个变量,如果它们发生变化就可能引起这个实验的结果,这两个变量是什么?(部分答案:接触苏打水瓶温度计的水量、水温、容器的大小、吸管的直径。)

9. 用你们在小组数据纸上记录的测量结果作图。 x -轴(横轴)为时间(用分钟表示), y -轴(纵轴)为从加入热水之前的初始水位开始的水位测量结果(用毫米表示)。不要忘记给你们的图加一个标题并注明图的轴线,使其他的人能够明白图的含义。

10. 在黑板上或是在一张广告纸上作一个班级数据表。将你们的数据记录在班级数据表上。将你们的数据与其他同学们数据进行比较,算出在每两分钟的时间间隔内水位移动的平均距离是多少。

11. 将水位移动的平均数据加入到你们的图中。记住要标记这条新的线。你们作出的图与全班的平均线有什么差别?

12. 对图进行解释。你们的图说明了什么事情?你们能得出什么结论吗?

13. 为什么在作出结论的时候,做不止一次的实验可能是非常重要的?

实验中可能出现的问题

· 模型用粘土制作的封口内有裂缝,导致有水漏出。

· 如果1升的水瓶没有一直灌满到最顶端,那么水移上吸管就需要比较长的时间。甚至水根本就不能移上吸管。

· 1升瓶子中的水与2升瓶子中的水之间的温差不够大。 25°C 或更大的温差是比较合适的。如果温差比较小的话,你就无法在吸管中得到很大的水位位移。为了使实验可行,热水和凉水之间的温差要足够大。

· 学生们可能会忘记给初始水位作记号。必须要让他们明白,应当在把1升的瓶子放入2升的瓶子之后,在加入热水之前,标记出初始水位。

· 如果获取或是在教室内保存冰块有麻烦的话,你可以省略这部分实验,或者只做一次演示实验。

为年龄较小和年龄较大的学生所作的调整

对年龄较小的学生:年龄较小的学生可以制作温度计并观察吸管中水位的变化,但不用每隔两分钟记录下水位。教师应当提前为他们裁好2升的塑料容器。

对年龄较大的学生:可以试验其他变量,比如吸管尺寸不同,或是容器尺寸不同的温度计。学生们自行设计实验并进行操作,然后向全班提交他们的发现。这些年龄较大的学生可以用标准温度计校准他们制作的温度计。

进一步研究

1. 用标准温度计测量苏打水瓶温度计的水温,并将这个温度与温度计外的水温进行比较。当温度不同时,吸管内水位移动的距离是否有变化?做一个实验,记录下结果,并把你的发现报告给全班同学。

2. 容器的大小是否会影响温度计的工作?设计一个实验来检验这个想法。完成实验并作一个图来展示你的结果。

3. 到图书馆查阅不同种类的温度计都是用什么材料制做的。一定要找出它们工作的不同原理。将你的发现报告给全班同学。

4. 给当地的气象办公室、电视台或广播电台打电话,看看那里使用的是什么类型的温度计。做一次旅行,去参观当地的气象台。拍下照片,并制作一份张贴画来与你的全班同学分享你的收获。

5. 用直径不同的吸管来制作温度计,看看是否有一些差别。你认为可能是什么引起了这些差别?这是否会对制作真正的温度计有影响?

6. 调查清楚科学家们是如何记录不同深度的海水温度的。在一张海洋图上,标出平均水温。制作一张图展示给全班同学。

学生评估

学生们应当能够在实验中回答学生活动作业纸上的问题。他们还应当能够在班上或是在小测验中解释温度计是如何工作的。

制作温度计说明

复印并分
发给学生

目的

帮助你弄明白玻璃容器内填充液体的温度计是如何工作的,它为什么可以工作。

概述

你们在这个活动中制作的软饮料瓶温度计与你们在 GLOBE 仪器百叶箱内使用的温度计是类似的。尽管如此,它们还是有些不同。两者都使用液体,但使用的液体不同。你知不知道标准的 GLOBE 温度计中使用的是什么液体?还有,你们要制作的温度计是不带温度刻度的。但是这两种温度计的工作原理是相同的。

你们用来测量温度的温度计和你们将要制作的仪器都是基于当温度变化时物质会发生膨胀和收缩的原理。

实验还将展示热传递的原理。当把一个热的物体放在一个冷的物体边上时,热量通过传导从热的物体传递到冷的物体上。例如,在冬天,如果你把你的手放在汽车的挡泥板上,你的手就会通过传导将热量传递给金属。

通常,当你进行一项工作的时候,你是在一个小组中工作的。在这个活动中,你也将成为一个小组的一部分。下面是你们的工作:

学生 1: 制作者——收集材料并制作温度计

学生 2: 计时员/报告员——当实验开始后,用钟或表以两分钟的间隔进行跟踪——在吸管上做记号,标记出水位移动了多少——在实验结束后测量吸管上的标记并将测量结果告诉记录员——向全班报告实验的结果。

学生 3: 记录员——记录下计时员的测量结果——还要把小组的测量结果转移到数据表格上。

材料和工具(每组学生)

冰

水

容积为一升的塑料苏打水瓶

透明或者白色的塑料吸管

做模型用的粘土(一个直径约为 25 毫米的粘土球)

剪刀或小刀,用于裁掉两升的苏打水瓶的顶部

两个 2 升的塑料苏打水瓶——这些瓶子的顶端要切掉,这样就可以用来作为装水和装 1 升的塑料苏打瓶的容器

食用颜料(红色的、蓝色的和绿色的要比黄色的好用)

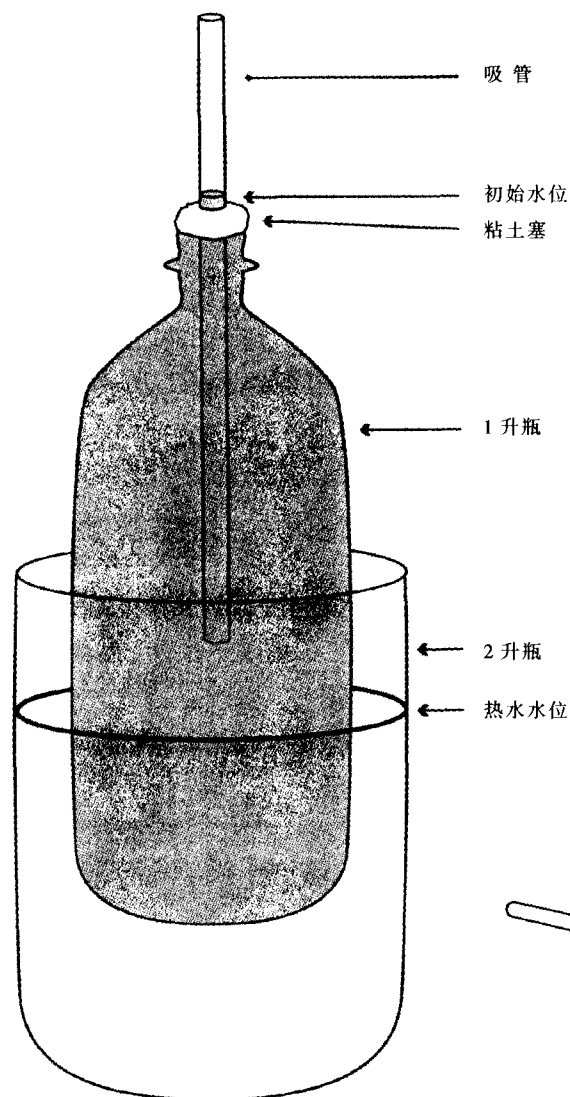
一个带秒针的表或钟

一把米尺

一支记号笔,润滑脂铅笔或钢笔,用于在吸管上做记号

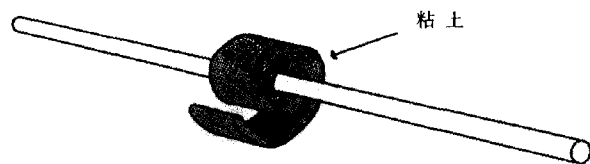
制作温度计

1. 将一个 1 升的苏打水瓶子装满冷的自来水。
2. 加入四滴食用颜料。这可以使水柱易于观察。蓝色、绿色或红色效果最好。



3. 将一些做模型用粘土搓成直径约 25 毫米的小球。然后把它搓长，成为长度和直径都与一支铅笔差不多的圆柱。把铅笔状的粘土压扁成为一根厚带子。将这粘土带子缠绕到吸管的中间部位上。

4. 将吸管插入瓶子并用粘土把瓶口封好。做这些事情的时候，要小心仔细，不要把吸管压扁。也不要让粘土上有孔洞或是裂缝，那会让水漏出来。吸管一半在瓶子里，一半在瓶子外。把粘土塞子压入瓶颈里，直到水位升到吸管里能被看见时为止。



实验

1. 将灌好水的 1 升的瓶子(软饮料瓶温度计)放入空的 2 升的塑料瓶作成的容器中。在吸管上的水位处做一个标记。
2. 将热水倒入 2 升瓶的容器中。等两分钟。在水位处做上记号。然后每两分钟做一个记号，一共进行十分钟。到十分钟的时候，用尺子测量出每一个记号离吸管最下面的最初水位之间的距离。将你们测量的结果记录在下面的小组数据纸上。

小组数据纸

复印并分
发给学生

时 间	水位(用毫米表示)
2 分钟	
4 分钟	
6 分钟	
8 分钟	
10 分钟	

密切注意任何变化。你们看到什么变化了吗？描述你们所观察到的变化。

3. 将冰和凉水放入第二个 2 升的容器中。
4. 把温度计瓶子放入冰水,记录你们的观察结果。

5. 当温度计放入热水中的时候,吸管中的水位发生了什么变化?

当温度计放入冷水中的时候,发生了什么变化?

6. 解释你认为为什么会发生这些现象。

7. 根据你对问题 6 的回答,解释在为 GLOBE 测定中午温度时所使用的最高/最低温度计是如何工作的?

8. 另外两个发生了变化就可能引起这个实验的结果发生改变的变量是什么?

9. 用你们在小组数据纸上记录的测量结果作图。x-轴(横轴)为时间(用分钟表示),y-轴(纵轴)为从加入热水之前的初始水位开始的水位测量结果(用毫米表示)。不要忘记给你们的图一个标题并注明图的轴线,使其他的人能够明白。

10. 在黑板上记录数据,或是按照老师的指导将数据记录在班级数据表上。结合你们的数据与其他同学的数据,算出在每两分钟的时间间隔内水位移动的平均距离是多少。

11. 将水位移动的平均数据加入到你们的图中。要标记这条新的线。你们作出的图与全班的平均线有什么差别?

12. 对图进行解释。你们的图说明了什么事情?你们能得出什么结论吗?

13. 为什么在作出结论的时候,做不止一次的实验可能是非常重要的?

陆地、水和空气



目的

帮助学生理解土地和水升温和冷却的速率是不同的，土壤和水的性质影响着它们上面的空气的加热。

概述

学生们测量当土壤、水和空气在阳光直射时温度的变化。

时间

共3~4个小时，实际活动时间1~2小时。

水平

中级和高级。

主要概念

不同的物质，例如土壤、水和空气，传输能量和热量的速率是不同的。

技能

设计并完成一个实验。

测量和记录数据；

将数据整理到表格中作图；

在小组中有效地工作。

材料和工具(每组学生)

两个塑料桶，每个至少30厘米深；

一把以厘米为刻度的尺子；

六支温度计；

在桶上悬挂温度计的工具，如细线或销子。

准备

在室外安排一块实验场地。(这个活动也可以在室内进行，这样要用强的人造光源来代替阳光。)在阳光明媚的、暖和的天气里，这个实验的结果最好。将学生们分成小的工作组。你可能要先示范一下这个活动，以使全体学生明白如何进行这项实验。

必备条件

无。

背景

地球上为什么会有各种不同类型的气候现象，答案是由于陆地和水升温和冷却的速率不同。

例如，佛罗里达下午的雷暴雨通常就是由于白天陆地受热升温的速度比水快而引起的。(为了更好地理解这个问题，学生们应当研究一下是什么引起了白天吹向内陆的海风，也就是海陆风。)季风(风向随季节而改变)气候区，雨季是以交替的活动性(多雨的)和非活动性(无雨的)天气为特征的，而这种天气的交替取决于

陆地是干燥的还是湿润的。

如果学生们曾经在一个温暖的、阳光灿烂的午后，赤脚穿过沙滩，跑到水里去的话，他们可能会注意到陆地和水的升温与冷却速率是不同的。他们可能会记得，陆地是多么的热，而水是多么的凉爽提神。如果他们在沙滩上直呆到太阳落山之后，并且赤脚走过沙滩来到水边的话，他们可能会记得，一天中的这个时候，却是沙滩让人觉得凉爽而水让人觉得暖和。学生们可以通过一个简单的实验研究这种陆地与水的差别。



做什么和怎么做

在一个桶里装上约 15 厘米的土壤。在另一个桶中装上同样深度的凉水（比如从一个户外的水龙头接来）。把两个桶都放在阳光下。对于在每一个桶，在土壤或水面 1 厘米之上、1 厘米之下和 8 厘米以下各悬挂一支温度计，每桶共悬挂三支温度计。想办法放置好温度计，使得阳光不能直射到玻璃球或玻璃管上。等待足够长的时间，使温度计显示的温度稳定下来，记录温度计的初始读数。

在 20 分钟之内，每两分钟读取一次温度，每支温度计的数据都要读取。然后，在一小时、两小时和三小时的时候，读取温度。

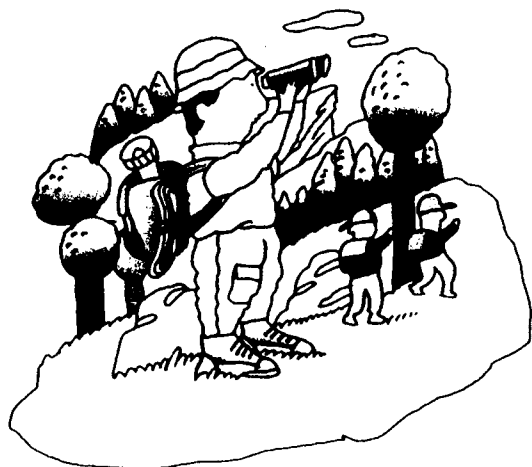
问题讨论

土壤下 1 厘米处的温度是否比三小时之前学生们将桶放在阳光下时要高？水的表面温度是否比三小时之前高？为什么？

8 厘米深处土壤和水的温度读数，哪一个高？从这个实验中，学生们可以得出什么结论？

你的学生们应当发现的是，土壤表面 1 厘米处的温度要远远高于水表面 1 厘米处的温度。另一方面，三小时之后，在 8 厘米深处，水的温度比土壤的温度要高。表面上 1 厘米处，应当是土壤的温度比水的高。

液态水分子的运动比组成土壤分子的运动要自由得多。因此，水能够比土壤将热量分散到更大的体积中。这就是为什么在日晒三小时之后，8 厘米深处水的温度比土壤的温度高。太阳落山后，土壤吸收的热量很快地散发到大气中，陆地很快冷却下来。然而，虽然水比陆地升温慢得多，但是一旦它被加热，它就需要更长的时间去冷却。如果学生们在日落后几个小时再重复这个实验，他们将发现在 1 厘米深处，水的温度比土壤的温度要高。



云的观察



目的

跟踪云和天气,开始了解二者之间的联系。

概述

学生们在五天的时间内对云进行观察并将这些观察与天气联系起来。

时间

每天十分钟,一共五天;加上大约半个课时进行讨论。

水平

全部

主要概念

云和云的变化与天气的关系。

技能

在一段时间内进行系统的观察;
将一个观察到的现象与另一个相联系。

材料和工具

GLOBE 科学记录本;
云图。

准备

把学生们分成小的工作组。
讨论他们将如何在他们的 GLOBE 科学笔记本上记录观察结果。

必备条件

无。

做什么和怎么做

在五天的时间内,学生们将要仔细地对云进行观察并写下他们所看到的东西。如果他们还不知道云的名字,他们可以写下云的外观。如果能够每天对天空进行三次观察的话是最好的:早晨一次(在上学的路上);下午早些时候一次(在午餐前后);下午晚些时候或晚上一次(可能在从学校回家的路上)。每次观测的准确时间不是最重要的,虽然如果观察者在每天大概相同的时间里进行观测可能会有些好处(例如,早上的观测都在8点左右,比一天在7点而另一天在10点要好。下午和晚上的观测也一样)。

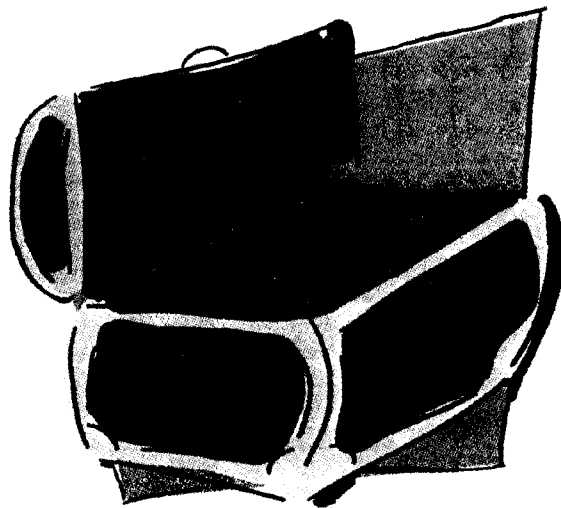
每天结束时,学生们也要记录下那一天的天气。那是一个下雨的早晨还是一个晴朗的下午?是不是整天都在下雪?是无风而潮湿

的吗?学生们不需要将他们的天气报告量化(例如,他们不必写下“降雨 21 毫米”或是“相对湿度 79%”),但是要尽量全面和清晰地对天气进行描述。

当学生们记录他们对云和天气的观察结果时,他们需要留意寻找一些模式。例如,是不是早晨的卷云(细束状的云)之后总是典型地跟着午后的雷暴雨?小型的膨胀状的云(积云)有没有伴随着降水?

记录了一周的云和天气状况之后,让学生们根据他们的观察去预测明天天气会是什么样的。让他们解释他们为什么作出这样的预测。让每一个学生跟踪记录他们的天气预报,看这些预报做得怎么样。他们可能会对预报天气的难度生出新的敬意!

附录



* 大气调查数据工作表

* 云型观测

* 词汇表

* GLOBE 网上数据输入表

大气调查数据工作表

学校名称: _____

观察者姓名: _____

pH 值测定方法: 试纸 pH 笔 pH 计

	星期六	星期日	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五
日期							
小时(世界时)							
观察者姓名							

云的类型

(登记所有观察的类型)

卷云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
卷积云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
卷层云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
高层云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
高积云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
层云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
层积云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
雨层云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
积云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
积雨云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

云量

(登记一种)

无云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
散云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
碎云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
多云	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

降雨

收集雨水的累积天数							
雨量测量器中的雨量(毫米)							

* 记住:

如果没有降雨或降雪,记为 0.0。

如果这一天的测量丢失或错过了,记为 M。

如果降雨量很少(少于 0.5 毫米)或是降雪量很少(太少以至于无法测量),记为 T。

大气调查数据工作表(续)

	星期六	星期日	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五
日期							
小时(世界时)							
观察者姓名							

降雪

地面雪的总深度:(毫米)							
雪板上积雪的累积天数							
雪板上新雪的深度:(毫米)							
每日新雪的液体当量:(毫米)							

降水的 pH 值

雨水或融化的雪水的 pH 值							
----------------	--	--	--	--	--	--	--

最高、最低和当前温度

当前气温(℃)							
每日最高气温(℃)							
每日最低气温(℃)							

记录:(异常情况)

*记住:

如果没有降雨或降雪,记为 0.0。

如果这一天的测量丢失或错过了,记为 M。

如雨量很少(少于 0.5 毫米)或是降雪量很少(太少以至于无法测量),记为 T。

云型观测

对不同类型的云,有五个词汇来描述:

“卷(CIRRO)”或高层的云(high clouds)

“高(ALTO)”或中层的云(middle clouds)

积云(CUMULUS)或白色而膨胀的云

层云(STRATUS)或分层的云

雨云(NIMBUS)或形成降水的云

下列十种类型的云,就是用上面的词汇来命名的。当你们报告你们地区云的类型时,就要用这十种云的名称:

高 云



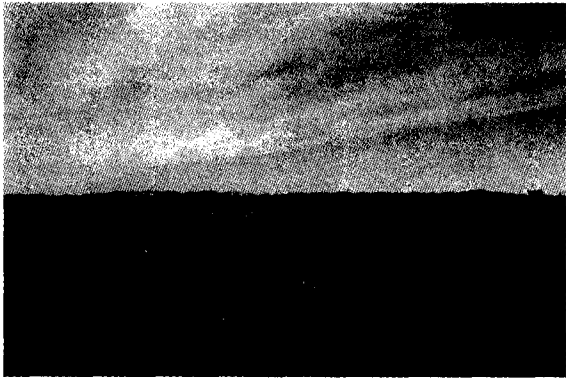
卷 云

这些云看起来就像是精巧的白色羽毛。它们通常都是白色细束状。它们含有冰晶。



卷积云

这些云呈白色的薄层状,带有一些没有阴影的纹理,看起来像是棉花或是波纹。卷积云中有小冰晶,也许还有一些非常冷的水滴。



卷层云

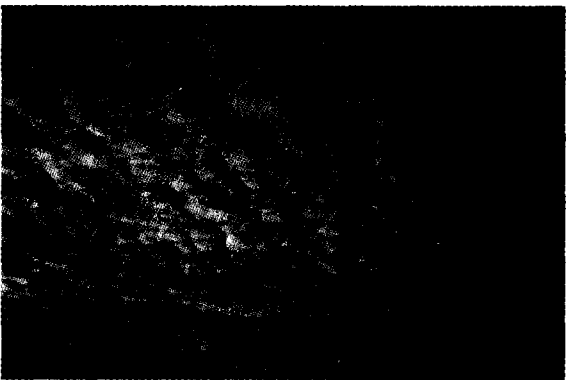
这些云呈很薄的，甚至透明的白色层状，由冰晶组成。它们会覆盖住全部或部分的天空，还会在太阳周围形成日晕。

中 云



高层云

这些云形成一层蓝色或灰色的纱，将天空完全或部分地覆盖住。可以透过这些云看到阳光，但不会形成日晕。



高积云

这些云带着白色和灰色的色彩与阴影，看起来像是大海的波浪。它们主要是由水滴组成的，也可能有一些冰晶。

低 云



层 云

这些云是灰色的，离地面很近。它们通常看起来像是一层薄片，但有时候呈块状。它们很少形成降水。



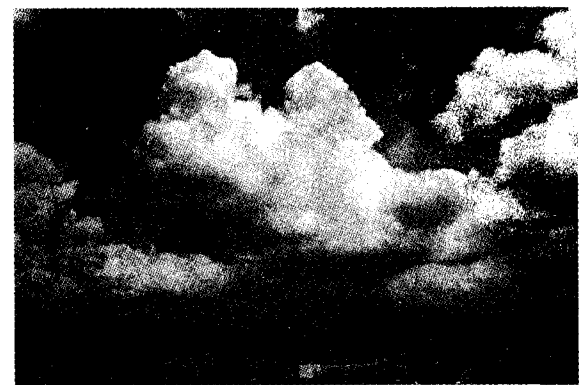
层积云

这些云为灰色或者白色。这些云的底部不平坦,倾向于呈圆形。它们可以从层云或是展开的积云形成。它们的顶部多数倾向于平坦状。



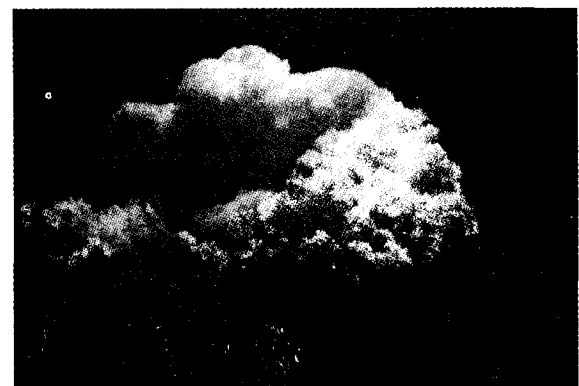
雨层云

这是灰色的、非常暗的云层,能够遮住太阳的光线,厚重,能形成持续的降水。



积云

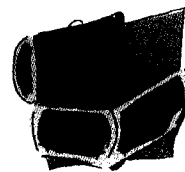
这些云的底部平坦,顶部为丘状,像是一棵巨大的菜花。这些云中被阳光照到的部位,呈闪亮的白色。其底部则倾向于呈暗灰色。积云通常不形成降水。



积雨云

这是一些巨大的、阴沉的、浓厚的云。底面平坦、黑暗,顶部巨大,犹如一座沉重的山脉或铁砧。这些云常常伴随着闪电和雷鸣,有时还会有冰雹。积雨云会形成龙卷风。

词汇表



酸性降水(acidic precipitation)

pH 值低于 5.6 的雨或雪。pH 等于 5.6 是雨或雪与大气中的二氧化碳达到平衡时的 pH 值。

气溶胶(aerosols)

分散或悬浮在空气中的气体或液体颗粒。但这个词不是指雨滴或云滴,也不是指冰晶。

气温(air temperature)

空气冷热程度的量度。

云(cloud)

大气中的水冷凝后形成的一种可见的形态。云中可能含有水滴和冰晶。另外,云中还可能含有气溶胶或固体颗粒物,这些东西常出现在气态烟尘、烟或粉尘中。

云量(cloud cover)

指天空被云覆盖的量(用十分之几来表示)。

当前温度(current temperature)

进行温度计读数时的温度。

高云(high clouds)

在 6000 米以上的高度形成的云,它们主要由冰晶组成。

液态降水(liquid precipitation)

包括降雨和雾状毛毛雨。

当地太阳午时(local solar noon)

在这个教师手册中,太阳时午时指的是一天中当太阳达到最高点的时刻。它是日出时刻

和日落时刻的中间点的时刻。

低云(low clouds)

低层的云,在 2000 米以下形成,主要由水组成,但是也会由雪和冰的颗粒组成。

最高温度(maximum temperature)

在进行温度计读数和温度计复位之间的时间内所达到的最高温度。

弯液面(meniscus)

由于液体与管子内表面之间的粘附现象而在细管内部形成的弯曲的液面。

中云(middle clouds)

这些云主要由液态水组成。这些云的底部位于 2000 米到 6000 米的高度范围之内。

最低温度(minimum temperature)

在进行温度计读数和温度计复位之间的时间内所达到的最低温度。

降水(precipitation)

指从大气中落到地球表面的任何形式的液态或固态颗粒。

固态降水(solid precipitation)

包括雪、冰丸、冰雹、冰晶,为了降水测量的目的,还包括冻雨。

水当量(water equivalent)

一次固态降水的水量,这是根据将样品融化后测量得到的水量而确定的。

GLOBE 网上数据输入表



大气调查站点数据输入表

学校名称


测量时间:

年: 月: 日: 时:

当前时间: 1997年6月18日20点 世界时

地点名称:

起一个独特的名称来描述你的研究点的位置。

请尽量提供你所知道的下列信息。当你获得了更多的信息时,点击登录按钮 , 转到“编辑一个调查地点”。

数据来源: GPS 其他

纬度: 度 分, 赤道 以北 以南

(按照 56 度 12.84 分的形式输入数据并标明是北还是南。)

经度: 度 分, 本初子午线 以东 以西

(按照 102 度 43.90 分的形式输入数据并标明是东还是西。)

海拔: 米

研究地点距离最近的建筑物或树木的距离: 米

离得最近的建筑物或树木的高度: 米

地面: 水泥 裸露地面 矮草 (<10 厘米) 长草 (> 10 厘米)

输入最详细的 MUC 水平的 MUC 码:

输入 MUC 名称:

发送

取消



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

大气调查 - 大气数据输入表

学校名称

测量时间: 年: 月: 日: 时: 世界时

当前时间: 1997年6月19日16点 世界时

地点名称:

只输入在调查地点的同一测量时间的数据。

云的观察:

云量:

无云 散云 碎云 多云

云的类型:

高: 卷云 卷积云 卷层云

中: 高层云 高积云

低: 积云 雨层云 层云 层积云 积雨云

注释:

气温:

当前气温: 摄氏度

每日最高气温: 摄氏度

每日最低气温: 摄氏度

注释:

降水

输入降雨或沉降雪。

微量降立输入 T, 数据丢失输入 M。

降雨:

降雨量: 天内 毫米

雨的 pH 值: 用 测量

注释:

沉降雪:

总积雪量: 毫米

每日积雪量: 天内 毫米

液体当量: 毫米

雪的 pH 值: 用 测量

注释:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado

大气调查云观测数据记录表

学校名称

测量时间:年: 月: 日: 时: 世界时

当前时间:1997年6月19日16点 世界时

地点名称:

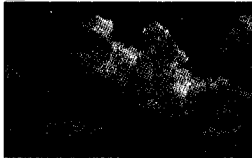
云量:

无云 散云 碎云 多云

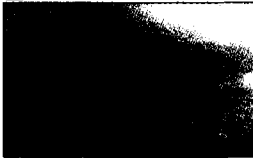
云的类型:

低云:

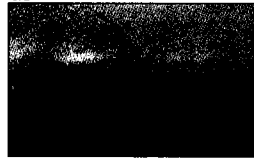
积云



雨层云



层云



层积云

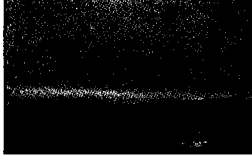


积雨云



中云:

高层云

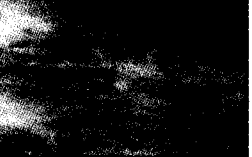


高积云



高云:

卷云



卷积云



卷层云



注释:



NOAA/Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado