

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小學生动手动脑小实验 (全十册)

生物趣味游戏

eBOOK
网络图书 学校专集

序言

编写该丛书的目的是培养广大中小学生动手动脑的习惯，通过各种形式的游戏和实验，学会手脑并用，全面提高中小学生的素质。

丛书紧密联系现行中小学教材，并适当予以延伸，以拓宽学生的知识面。趣味性是丛书最大的特点，所选素材力求生动活泼、形式多样、题材广泛，力戒死板单调，使广大中小学生能于轻松愉快中学习和掌握各科知识，收到课堂教学所不曾有的效果。丛书还注意从多角度启迪少年儿童智慧，特别注重培养学生逆向思维和发散思维的能力。

丛书包括以下十本：《语文趣味游戏》、《数学趣味游戏》、《英语趣味游戏》、《物理趣味游戏》、《化学趣味游戏》、《生物趣味游戏》、《谜语趣味游戏》、《棋牌趣味游戏》、《制作趣味游戏》、《智力趣味游戏》。

《语文趣味游戏》包括字、词、句、标点诸方面的内容。通过各种形式的趣题，帮助学生掌握、巩固、归纳、总结已学过的语文知识。

《数学趣味游戏》包括 100 多道精选的数学趣题，这些趣题对中小学生的课堂学习将有很大的帮助。

《英语趣味游戏》将向大家介绍如何通过游戏来学习英语。不失为广大中学生和中学英语教师的良师益友。

《物理趣味游戏》、《化学趣味游戏》、《生物趣味游戏》主要是向中小学生介绍一些简便易行、富有启发性的小实验。一方面帮助中小学生巩固课堂上所学的知识，另一方面可培养中小学生做实验的能力。

《谜语趣味游戏》精选谜语 5000 条之多，分为字、自然、人体、地理、谜语故事等十余类，内容全面、新颖。

《棋牌趣味游戏》介绍了扑克牌和象棋的各种趣味玩法，生动活泼，于游戏中训练中小学生的思维能力。

《制作趣味游戏》一书将教你如何从身边取材，制作一些精美的装饰品和生动有趣的小玩具，通过这些小制作，你将拥有一双灵巧的手。

《智力趣味游戏》主要通过形式多样的智力题来培养学生的智力，读过这本书，你的脑筋将变得更加灵活。

由于编者水平有限，未免有不尽人意之处，恳请广大读者批评指正！

编者

1997.6

一、植物篇

1 幼芽为什么弯曲了

事情发生在一百多年前的英国。

一天，生物学家达尔文的儿子用草籽去喂金丝鸟。不小心把几位草籽掉在紧靠墙角的地上。几天以后，角落里长出了小草的嫩芽，有趣的是，这些小芽全都是弯的，而且弯向有光的一边。

这个现象引起达尔文父子的兴趣。他们想弄清楚，是不是所有植物发芽的时候都是这样，于是，父子俩设计了一个巧妙的实验。

他们把一些草籽放在小盘里，洒上点水，用硬纸筒扣上小盘，放到温暖的地方让草籽发芽。几天后，他们拿开纸筒，草籽果然都发了芽，而且幼芽是直的。他们又做了一个硬纸筒，并在侧面钻了个小孔，再把幼芽分成两半，一半扣上没有孔的纸筒，一半扣上有小孔的纸筒。实验使他们得到一个重要的发现：植物的芽鞘弯向有光的一面。

然而，芽鞘为什么会向有光的地方弯曲呢？

达尔文父子通过实验知道了：只有芽的顶尖，才能接受光线刺激。他们推论：顶尖在光的作用下，产生了某种物质，这种物质能使幼芽发生弯曲。1880年，达尔文发表了这个重要的发现。

可是，这个重要发现当时并没有引起人们的重视。直到三十年后的1910年，丹麦植物学家波森才继续研究这方面的问题，他想搞清楚：在光作用下芽鞘产生的这种物质有什么特性。他实验后证实了：芽鞘尖端产生一种化学物质，它溶解在植物的汁液里，并在植物体中流动。

那么，这种物质是怎么运动的呢？波森认为，它是从芽鞘背光的一侧运送到芽鞘下部的。

虽然波森并没有弄清楚这种物质的特性，但是他的实验，却启发了荷兰科学家温特。

1928年，温特用燕麦的胚芽做了一个实验，终于从燕麦芽尖中提取出了这种物质，因为它能促进植物生长，当时就叫它“植物生长素”。温特还测定出芽鞘背光的一侧运送的植物生长素是65.3%，向光的一侧运送34.7%。

1934年，荷兰化学家又从人尿中提取了这种植物生长素，并且弄清了它的化学结构是吲哚乙酸。经过半个世纪的探索，终于揭开了植物向光性的秘密。

好，下面我们来重复一下科学家的实验

你把一些草籽或小麦、绿豆的种子放在小盘里，洒上点水，然后用一个硬纸筒把小盘扣上，放在温暖的地方。过几天，你打开纸筒看看，一粒粒草籽都会发芽，而且芽鞘笔直。你再糊个硬纸筒，在侧面钻个孔，然后把幼芽分成两半，一半扣在有孔的纸筒里，让光线从小孔进去；另一半仍然扣在无孔的纸筒里。

几天以后，两个纸筒里的小芽的生长情况截然不同了：无孔纸筒里的芽鞘仍然笔直向上；而有孔的纸筒里的芽鞘却向着小孔的方向弯曲了。这跟达尔文父子发现的现象是一致的。

这时候，你用黑纸做一个纸帽，罩在直芽鞘的顶尖；再用黑纸做个环带，

套在另一个直芽鞘尖端稍下的地方。然后把两个芽鞘扣在带孔的纸筒里。结果，带纸帽的芽鞘没有弯曲，而套环带的芽鞘向小孔弯曲了。你把一个芽鞘的顶端切去，也用带孔的纸筒扣上，芽不再弯曲，也停止生长了。这说明确实是芽鞘的顶尖在光照下所产生的生长素比较多，导致幼芽弯曲。

接着你把一个芽鞘尖切下来，在切剩的芽鞘顶上放一块琼脂（一种植物胶，菜市场有卖的，也叫洋菜），再放上芽鞘尖，扣在有孔的纸筒里。结果，芽鞘又向有光的一侧弯曲了。

这就是波森得出的结论：在光照下，芽鞘尖所产生的物质能够流动。流向是怎样的呢？

你在芽鞘背光的一侧，嵌入一片锡箔（包香烟的锡纸就可以），不让汁液通过。结果，芽鞘正直生长，也不向有光的一面弯曲了。但是，如果把锡箔片嵌在向光的一侧，芽鞘又弯曲了。可见，那种物质是从背光的一侧流向芽鞘下面的。

向日葵能够向着太阳转也是这个道理。

科学家发现植物生长素以后，各国都相继进行了广泛的研究。目前已经搞清了许多种不同类型的生长素的化学结构和它们的作用机理，并且用人工方法合成了许多种生长素。

1942年发现，一般在低浓度的时候，生长素促进植物生长；浓度大的时候，还能抑制植物生长。

1945年又发现，有的生长素能杀死双子叶植物，而对单子叶的禾谷类作物没有任何伤害，所以被广泛地用作除草剂。

总之，目前各国已经大量地人工合成生长素，并且应用在农业生产上，比如用来控制植物的生长，诱导插枝生根，诱导植物开花，增加棉花、果树和蔬菜的结果率，培育无籽果实，延长休眠或抑制块根、块茎和鳞茎等的发芽，单倍体育种、遗传工程等许多方面。

2 植物不能倒着长

植物的根总是向下长，芽总是向上长的。能不能倒过来，叫根向上长，芽向下生长呢？

现在我们可以设计这样一个很简单的实验：

挑选四粒好玉米种子，用水浸泡四个小时后，平放在洗干净的培养皿底部，每粒种子的尖头都向着中心部位，分上下左右四个方位摆好。

把一张吸水纸剪成圆片，直径要和培养皿的直径相等，盖在种子上面。再找一些脱脂棉，用水浸湿了，铺在吸水纸上面，使皿盖能压住棉花（同时能把四粒种子固定住）。盖好盖以后，把皿放倒，种子分别处在上下左右四个方位，并写个“上”字作为标记。然后，把皿用一点粘土固定在木板上。

把这套装置放在室内 25 摄氏度左右的地方。如果棉花干了，可以打开皿盖，加些水。一定注意不能改变皿的方位，有“上”字的那边永远向上。

三五天以后，从皿底就可以看到种子发芽了。上面那粒种子向正常的方向发芽；下面那粒种子的发芽方向颠倒了——芽向下长，根向上长；另外两粒种子向横的方向发芽。但是，过了几天，又出现新的变化：左右和下面那三粒种子的芽和根开始拐弯，芽拐了个弯向上生长，根弯过向下生长了。

通过化学分析知道，这个现象说明植物的生长是受生长素调节的，而生长素的分布受重力的影响。当植株横放的时候，幼芽的尖端下方分布的生长素比较多，那么下方的生长速度就快，因而幼芽就向上弯曲了。这样看，芽总是背着重力的方向，向上生长，这就叫芽的背地性。幼根的尖端下方分布的生长素也比较多。根对生长素要比芽更敏感。过量的生长素反而会抑制细胞的分裂，使根的生长速度变慢。这样，在根尖上方生长素分布比较少的地方，反而生长得快。幼根总是朝着重力的方向，向下生长，这就叫做根的向地性。

经过研究，知道根和芽对重力最敏感而发生弯曲的部位，只限于尖端的一小部分。

玉米种子刚发芽的时候，你把它的根和芽的最尖端都切掉。看看结果会怎么样？

人们发现地球引力不仅对于植物生长发育的方向有影响，而且对开花结果也有一定影响。实验证明横向的枝条开花结果多，人们用苹果树做试验，使苹果树的枝条横向生长，结果比一般苹果枝条上的花开得多、开得早。

重力影响植物生长的方向是怎么被人们发现的呢？1806 年，植物学家赖德在研究植物的时候发现，种子无论放在什么位置上，发芽的时候，幼根必然向地心弯曲，而幼芽则向相反的方向伸去即背着地心的方向生长。他认为这是由于地心引力作用的结果。后来，他精心设计了一个很有名的实验，进一步研究地心引力对幼芽是不是有这个影响。

他把发芽的种子放在一个直立旋转的轮盘边缘上面，使根放射状地向着各个不同的方向。结果看到不同方向上种子的根都朝轮盘外生长，而幼芽都朝轮盘中心生长。这就证明了幼根是朝力的方向（离心力的作用方向是向外的）生长的，而幼芽是背着离心力的作用方向生长的。

后来，他又把轮盘横着放，并且控制旋转的速度，观察离心力跟重力（即地心引力）的相互影响。他发现，离心力可以减弱重力的作用。当离心力达到一定程度的时候重力作用就没有了，根就向轮盘外生长。

以后，有不少学者重复了赖德的实验。

他们是这样设计的：把花盆横放的时候，幼芽就背着重力方向向上弯曲。如果把横放的花盆用个动力带动，以慢速旋转的时候，幼芽就正直向前生长，不再弯曲。这个实验也证明了植物横放时，芽还是要背地心生长的，但是横放的植物被转动的话，就可以抵消重力的作用，根向外长，芽向中央长。

3 根毛怎样吸水

大多数高等植物的吸水器官是根上的根毛。根毛很细，但是每株植物的根毛加起来总长度却很长。比如一株健壮的玉米，把根毛连接起来，可达二十五公里。这么多的根毛是怎么吸水的？后来知道，根毛吸水是通过细胞膜来完成的。细胞膜是一种很特殊的薄膜，它究竟怎样吸水呢？要弄清这个问题，还需要追溯到一百多年前的实验。

早在 1862 年，英国化学家格拉汉姆发表了胶体物质的研究。几年以后，特劳伯就利用胶体来研究细胞的渗透现象。他用一滴胶体溶液加入到鞣质酸溶液当中，结果在这两种液体相接触的面上就形成了一种薄膜。后来又发现，这个膜只允许某些小分子物质（比如水）透过；而不让大分子物质（比如糖、蛋白质、脂肪等）透过，科学家把这种膜叫做半透膜。特劳伯是第一个研究半透膜的人。

后来，科学家费倍尔对半透膜进行了广泛的研究，认为动植物的细胞膜都具有半透性的特点。比如，根毛细胞、膀胱壁、毛细血管壁和肠壁等都是半透膜。

为了进一步了解细胞膜是一种半透膜的道理，我们可以用带微孔的玻璃纸来做实验。

怎样使玻璃纸打上微孔呢？用小针吗？不行！针眼太大。要用化学方法来打孔。

找一张普通玻璃纸，擦干净后平铺在大碗或大碟子里，倒进一些 20% 浓度的硫酸铜溶液，要浸没玻璃纸。在室温为 10—20 摄氏度下，浸泡一小时以后，用镊子取出来（硫酸铜有些毒性，不要用手取，以免误入嘴里）。用清水冲洗干净，半透膜就做成了。20% 的硫酸铜溶液能把玻璃纸腐蚀成许多肉眼看不见的小洞洞。

你把番茄汁包在玻璃纸半透膜里，用线把膜袋口紧紧扎住，然后慢慢地放在盛有浓盐水的瓶子里，让半透膜袋悬在盐水中。不一会儿，就看到半透膜袋明显地变瘪了。这是番茄汁中的水分通过半透膜进入了浓盐水里造成的。

这时候，你把膜袋取出来，再把它悬在另一个盛有清水的深盆里。

不久，你又会看到半透膜袋慢慢地鼓了起来。这是因为水分通过半透膜进入到玻璃纸半透膜袋里来了。

植物根毛细胞的吸水跟这个道理完全一样。当土壤溶液的浓度小于细胞液的时候，根毛细胞就吸水；相反，根毛细胞就排水。但是必须强调，细胞膜绝不是一种简单的、机械的半透膜。它的功能跟活细胞的生命活力有密切关系，一旦活细胞的生命活动受到阻碍或停滞了，细胞膜的半透性也会发生很大变化，甚至丧失半渗透能力。

再做这个实验，你就会更清楚地懂得根毛细胞的吸水道理了。

把一个胡萝卜的顶部顶去，在切口面上用小刀挖一个圆孔，孔的大小要正好能塞紧一个软木塞（或橡皮塞）。从圆孔向下，把胡萝卜心里的肉挖出去，成一个长柱形的深坑。注意不要把胡萝卜捅穿——这是实验成败的关键之一。

找一个刚好能把坑口塞紧的软木塞。在软木塞的中心地也钻一个小孔，刚好能插进一根两头开口的玻璃管。

在胡萝卜坑里灌满浓糖水（要用白糖或红糖，不能用葡萄糖）。塞上软木塞以后，糖水就进入玻璃管里，记下这时候玻璃管上的水位。然后，用熔化的蜡把软木塞封住，不能漏气——这是实验成败的关键之二。

在一个干净的大玻璃或大口瓶里，装上干净的水，再把上面的一套装置放在水中，让玻璃管口露出水面。

大约十分钟左右，玻璃管中的液面慢慢上升。如果玻璃管比较短的话，一小时以后，糖水就会从玻璃管的上口溢出来。时间越长，溢出来的水越多。你尝一尝溢出来的水有甜味，再尝尝杯子里的水，一点甜味也没有。可见，杯子里的水透过胡萝卜，渗进了胡萝卜坑里，所以糖水会增加；然而胡萝卜坑里的糖水却没有进到杯子里去。

这是什么原因呢？秘密也在细胞膜上。胡萝卜的细胞膜就好像我们筛土用的筛子一样。筛子只允许小于筛孔的土粒通过，大于筛孔的土粒就过不去。像水和溶解在水里的食盐等无机物，它们的分子比较小，可以自由通过细胞膜，像白糖、红糖、淀粉、蛋白质等有机物，它们的分子大，就不能通过细胞膜。

那为什么胡萝卜细胞里的水不会倒流到杯子里面去呢？这是由第二种因素，即膜的两边溶液的浓度来决定的。如果细胞液的浓度大于外面溶液的浓度，外面的溶液里的水分就会渗进细胞里；如果细胞液的浓度小于外面溶液的浓度，细胞液里的水就会就流出去。杯子里的清水不含糖类等有机物质，所以水就很快渗进胡萝卜里去了。

在一般情况下，根毛细胞液的浓度总是大于土壤溶液的浓度，所以根里的水是不会倒流到土壤里去的！如果给花草树木及农作物施用太浓的肥料水时，植物体内的水就会倒流到土壤里，很快会打蔫甚至枯死。

科学家利用细胞膜的半渗透特性，来速测种子的成活率，从而快速地了解种子的质量。方法很简单：

取 5 毫升红墨水，用 95 毫升的冷开水或自来水稀释，就配制成了 5% 的染色液。配制多少染色液要看种子多少来决定，配好随即使用。

取 50 粒玉米种子，浸泡在 30 摄氏度左右的温水里，大约泡三四个小时。种子充分膨胀以后，用刀片把每粒种子纵切成两半。再把它们全部浸没在盛有红墨水染色液的碗里，半小时以后，把红墨水染色液倒掉，再用自来水反复冲洗种子，一直到冲洗后的水不带红色为止。

最后把洗净的种子平铺在白纸上，仔细地察看每一粒种子的胚和胚乳的着色情况。如果种子的胚，特别是胚根部分，已经全部被染成红色，而且和胚乳的着色程度相近，这样的种子肯定是丧失发芽能力的死种子。如果种子的胚出现斑斑点点的红色，说明种子的部分组织已经死亡，是生命力较弱的种子。如果种子的胚和胚乳完全没有着色，或者略带浅红色，这些种子就是生命力较强的活种子。用这种方法就可以快速地测算出种子的发芽率。

为什么用红墨水染色就能知道种子的死活呢？这是由于种子活细胞的原生质膜是一种半透膜，这种半透膜不能透过红墨水的微小颗粒，所以活种子的胚就不会染色。死种子细胞的原生质膜丧失了半透性，红墨水的颗粒就可以自由地进入细胞，胚和其他部位就很容易染上红色。

4 水往高处流

这个题目是不是写错了？没有错。这里说的是大多数高等植物里面的水，被根上的根毛吸进来以后，慢慢运到上面的茎叶花果等部分，满足植物生活的需要。一部分水分又通过叶片散发到空气中去。可以这样说，根毛是植物水分的入口，叶片是植物水分的出口。对小草来说，水的出入口相距很近；对高大的乔木来说，水的出入口相差可达几十米。水为什么能不断地由下而上地流动，是什么力量迫使水在植物体内这样运行呢？

下面我们先做几个简易的实验，重复一些重要的科学结论，再弄清其中的道理。

选择好一枝杨树枝条（或用芹菜），应该是无伤、无病，生长正常的健壮枝条，像铅笔那么粗正好。用枝剪（或剪刀）把它从杨树上剪下来，立即插入盛有水的盆里或桶里。一定让切口浸泡在水里，这样可以防止空气从切口处进入植物导管而形成气栓。这是实验成败的关键。

然后，把枝条下部的老叶子摘掉一些，尖端只留三到七片叶子就行（大叶片留三四片，小叶片留六七片）。在水中把枝条的切口端再剪去一段（约5—10厘米），这样就可以保证切口处不会有空气进入导管了。

然后，你向盛有大半杯清水的茶杯里加入一点红墨水（清水量的 $1/20$ 左右即可），茶杯里的水很快变红了。这时候，把准备好的枝条，从水里取出来，立即插入茶杯的红水里。最后，把茶杯放在向阳的窗台上。两三个小时以后，你就会发现：杨树枝的叶片，从叶脉开始到整个叶片逐渐都变红了。同时你也能看到茶杯里的红水也减少了一些。很明显这红水是通过枝条上升到叶片，再经叶片蒸发出去了。水分减少了，留在叶片里的红色颗粒也就越来越多，叶片的颜色就越来越深了。如果放在阴凉不通风的地方，水蒸发得慢，叶片要经过很长时间才能变红。

水沿着枝条上升到叶片，跟叶片的蒸腾作用有关。水分上升，是由于叶片的蒸腾作用，有个向上拉的力量。蒸腾作用强，拉力就大，水在茎内运行就快。上面的实验就说明了这个问题。

那么，水分是从枝条的哪一部分上升的呢？你只要把枝条横切开，再竖切，看看哪个部位变红了，那就是水上升的路线。你也许猜想，准是整个枝条里面都是红色的。可是，切开以后，你会看到只有木质部的导管才是红色的，其余部分一点红色也不染，仍是杨树枝条本来的颜色，可见水是沿导管上升的。再做一个实验：

找三根长短、粗细都一样的小玻璃管，分别装满土。A管装细土，B管装中等土粒的土，C管装大粒的土。

再找三个瓶盖或培养皿，分别倒入一定量的酒精。把玻璃管插在酒精里，然后，用火柴点燃玻璃管的上口。你马上会看到：A管的火焰最旺，C管的火焰最弱。

这是因为A管里土粒细，土粒和土粒之间的缝隙小而多，这些很小的缝隙上下连接起来，就形成了许许多多弯弯曲曲的毛细管了。酒精就会通过毛细管，上升到玻璃管的上端。土粒越大，它们之间的毛细管就越少，液体上升得就越少越慢，所以火焰就弱了。

而植物体内的导管是由长形的管状细胞上下连接起来组成，形成了许多毛细管，从而形成引水上升的现象。

这样看，由于根毛细胞内的溶液浓度大于土壤溶液的浓度，水通过细胞膜进入细胞，又进入导管。那么，水从导管源源不断地上升到叶片又是靠的什么力量呢？除上面讲的叶片具有蒸腾作用和毛细现象以外，还有一个最主要的动力就是根压。什么是根压呢？你再做个观察实验就明白了。

把一株向日葵的小苗（其他植物幼苗也可以），剪去紧贴地面的幼茎。过一会儿，就看到茎端冒出液滴（也叫做伤流）。可见根部有压力，水才能由下向上走。如果有条件的话，你向老师借个压力计，用小橡皮管把茎端和一个压力计连接起来，就会看到在压力计上有一定的压力指示，这就是根压。

一般植物的根压是一两个大气压，树木和葡萄的根压可达到几个大气压。

水进入根毛细胞以后，沿导管在植物体内向上运行的过程，也是经过二百多年的探索才弄清楚的。

二百多年前，英国的谷鲁用显微镜系统地观察了植物的组织。他发现植物的茎可以分成髓部和木质部，而水分的上升是在木质部，由于许多毛细管的作用而完成的。直到二百年后，魏士脱美耶才用实验证明了谷鲁的这个结论。

1727年生理学家海尔士发现植物的叶子有蒸发水分的作用，并且研究了叶蒸发水的量同根吸水的量的关系。他认为水的上升跟叶的蒸腾有关。

1735年，植物生理学家德拉贝士用有色的液体来培育花，或把植物枝条放在有色的液体中进行实验，证明了叶片具有蒸腾作用。

5 植物和七色光

我们所见到的太阳光，是由红橙黄绿蓝靛紫七色光组成的。那么这七色光是不是都被植物吸收了呢？这还得通过实验来回答。

二百多年前，荷兰医生英根·浩斯发现，植物的生长需要阳光。

1834年，法国化学家杜马，首先用阳光中的七色光分别对植物进行照射证明植物需要蓝色光。

1880年英格曼证明，光合作用中叶绿素是接受光的色素。他把水绵（静水中分布十分普遍的一种丝状藻类，具有螺旋形的大型叶绿体）的丝状体，跟一种嗜氧细菌（具有趋氧运动的特性）悬浮液一起，放在显微镜的载玻片上面。再把载玻片放在一个密闭小室内。经过一段时间光照以后，用显微镜检查载玻片，并计算细菌的群落。他发现细菌密集在水绵的带状叶绿体周围。这是因为在光照下，叶绿体进行光合作用以后，释放出氧气的结果。随后，他把三棱镜放在光源和显微镜台之间，通过棱镜把光分成红橙黄绿蓝靛紫七种颜色，分别用这些不同颜色的光线照射水绵。结果发现，位于蓝光和红光下的叶绿体周围的细菌最多。于是，他得出结论：植物生长时最需要蓝光和红光。

下面你也可以用一个简单的实验，来重复证明一百年前科学家的实验结论。

请你找来一些豌豆（或其他豆类）的种子，用清水浸泡，让它吸足水分。然后播种在一个木盆里。在小苗长出两三个叶片的时候，从中挑选出九棵大小和长势基本相同的豆苗，分别栽种在九个小箱（或小花盆）里。然后，把其中的七棵分别用红橙黄绿蓝靛紫七种颜色的玻璃罩（或塑料薄膜，或玻璃纸）罩上。如果用塑料薄膜或玻璃纸的话，周围要用木条支架起来固定住。剩下的两棵，一棵用不透光的纸盒罩上，另一棵裸在自然光下。如果材料允许的话，最好这九种情况中，每一种都做两份进行对照。然后，把它们都放到向阳的地方，每天适当浇些水。

大约四五一个星期以后，把罩全都打开，比较一下九种条件下幼苗生长的情况。这时候，你会发现，裸露在自然光中的幼苗，生长得最好。其次是蓝色和红色罩下的幼苗。绿色罩下的幼苗生长得最差，几乎和纸盒罩下的幼苗一样，变得又黄又弱，甚至可能已经死掉。

因为红色玻璃罩只能让红光透过罩里，其他各色光都被玻璃罩吸收了。同样，橙黄绿蓝靛紫等各色的罩子也都只允许和它颜色相同的光通过，植物只得到相应的一种色光。纸盒是不透光，幼苗得不到光照。而裸露的植物却能得到七种光照射，所以长得最好。

实验证明：红光和蓝光是植物最需要的光，它们对植物的光合作用和生长最有利。而绿色植物几乎是不吸收绿光的，绿光都被反射出来，所以我们才能看到植物的叶片是绿色的。

人们掌握了这个原理以后，就可以用人工的方法提高光合作用的效率，以达到增产的目的。目前，科学家已经制造了一种含有较强的红紫光灯泡，应用在温室栽培上。

我国许多城区已经采用蓝色和红色的塑料薄膜来培育稻秧，普遍获得了培育壮苗和增产的目的。

6 向南瓜借根

冬瓜是夏天人们喜欢吃的一种蔬菜。可是，在冬瓜生长过程中，常常会得一种枯萎病，造成大片死苗，影响冬瓜产量。后来发现，病菌是从瓜苗的根部侵入幼根，引起地面茎秆枯萎的。在实践中，人们又发现南瓜根有很强的抗枯萎病能力。你们也许很自然地就会想到，能不能把冬瓜的根换上南瓜根呢？

能！只要把南瓜苗的地上部分切去，接上冬瓜苗不就行了吗？下面向你介绍一种嫁接的方法，叫做靠接。

你来试试，具体做法如下：

春天设法把几粒冬瓜种子播种下去，并且盖上塑料薄膜，温湿度适宜，种子萌发就快。等冬瓜苗出土以后，再播种南瓜种子。几天以后，冬瓜和南瓜的两片子叶完全伸展平直的时候就可以靠接了。

靠接最好选择在阴雨天或者下午两三点钟，气温在 15 摄氏度左右。你先认真地挑选好粗壮、无病害、高度基本一致的两种幼苗（一棵冬瓜苗，一棵南瓜苗），用铲子把它们连根挖起，放在簸箕里，轻轻地再把土除去，准备靠接。

靠接前，先把手洗干净，刀片也先用酒精擦一擦。用刀片把南瓜顶芽连同一片子叶轻轻地削去。再在植株上部，削子叶那边的茎的上部，从上向下呈 30 度角斜切一刀，深度可达茎粗的一半。并且把切口外侧的表皮刮一刮，露出形成层。接着，在冬瓜苗的茎上，和南瓜相对应的高度，沿相反的方向（即由下向上），按照同样的方法斜切一刀（靠接后，使三片子叶成品字形），达到和南瓜一样的深度，切口外侧的表皮也得刮一刮，也露出形成层。然后，迅速地把南瓜和冬瓜的切口互相插入，粘合在一起。注意两个切口的形成层必须完全对齐，这是成活的关键。可以用手指轻轻地摸一下，看看表面是不是平整，由此作出是否对齐的判断。最后用塑料纸绳把切口缠绕几圈扎紧，靠接就做完了。

这时候，你把接好的苗，移植到有湿土的花盆里，再用广口玻璃瓶扣上，把花盆移到向阳的地方，温度尽量控制在 25—30 摄氏度之间，保持盆土的潮湿。如果中午太阳光很强的话，可以遮一遮阴；夜间温度太低，也可以设法保温。

大约经过两个星期以后，茎的伤口愈合了。不久长出了第一片真叶来，这时候可以把冬瓜苗在接口下面用刀片切一刀，约二分之一的深度，过三天后，再把剩下的一半切断。这样就成了一棵南瓜根冬瓜蔓的新型植株了。

这时候一定要注意遮阴，防止幼苗萎蔫。等植物再长大一些，就可以去掉接口的塑料纸绳。这样长的冬瓜就可以抗枯萎病。

我国劳动人民早在两千年前的西汉时期就进行了瓜类的靠接。据古书上记载，当时用十株瓠靠接在一起，离地约五寸左右，把十株苗用布缠紧，用泥涂上，接活后剪去九株的上部，只留一条蔓，让十株的根所吸收的养分，供给一株上部的生长，果实大而多。

五百年以后，在《齐民要术》一书中，也记载了靠接的技术。开始由同一种作物发展到不同作物的嫁接，由单纯的结大果实，发展到以改良产品的质量为目的的嫁接。

到了今天，嫁接技术就更完善了，不仅同种、同属的植物可以嫁接，就

是同科的植物也可以嫁接。冬瓜和南瓜都是葫芦科的植物，所以可以用靠接的方法进行嫁接。

你掌握了靠接技术，就可以根据这个思路去做更多的科学实验了。最近，印度的格勒农业大学的茄子和辣椒上靠接番茄的实验已获成功，这样培育出来的新型番茄品种，既可以抗番茄易感染的细菌性萎蔫病，又可以成倍地提高番茄的产量。

7 闷不死的发芽豆

把浸过水的蚕豆种在小花盆里，浇上水。将花盆套进塑料袋，把袋口扎牢，放在暗角里。

一周至十天后，你会看到叶子长出来了，但还是不必打开塑料袋，也不必浇水，只要把盆移到阳光下就行了。蚕豆在盆里继续生长，到秧苗有七八厘米高的时候，若再不打开袋口，蚕豆就会死掉了。

原来，种子萌发时，依靠种子里贮藏的养料，自己并不制造养料，因此不需要很多空气；原来浇的水被塑料袋封住，又不易蒸发。于是它就在袋里顺利地生长、发芽。但长到七八厘米高的时候，它的养料工厂要开工了，就需要更多的水分和二氧化碳。你再也不打开袋口，它就将枯萎了。

8 怕羞的气象预报员

在盆里种一棵含羞草，那是十分好玩的。你用手碰碰它，它就会“害羞”地把叶子收拢、垂下。你可知道它还能预报天气呢！

如果你碰了含羞草叶子以后，它的叶子马上收拢，过相当长时间再慢慢恢复，那么这一天多半是晴天。反之，如果它的叶子被触动以后，懒洋洋地不是马上收拢垂下；或者稍稍一闭又重新摊开，那就说明天快要下雨了。

含羞草叶子的基部叫叶枕，它对刺激的反应很敏感，这里还有许多薄壁细胞。一受到刺激，叶枕上半部的薄壁细胞内的细胞液被排出去，细胞就变“小”了；而叶枕下半部的薄壁细胞仍旧保持原来的状态，叶子就收拢了。晴天空气干燥，叶片收缩的能力强，所以特别“怕羞”；阴天空气潮湿，叶片膨胀的能力反而大了，叶子对外界刺激的反应不灵敏了。

9 切开的两块马铃薯

取两个大小基本相同的马铃薯，将其中的一个煮上二十分钟，算是把它“杀死”。两个马铃薯的两头用刀削平并掏上一个凹口，然后将它们下半部的外皮整个削去。

每个马铃薯的凹口处放一调羹颗粒白糖。大盘子中装上水，将两个马铃薯放在盘中。

让它们在盘中放上 24 小时，到时生马铃薯的凹口处充满了水和糖而熟马铃薯中的白糖仍然是原封不动。

这种植物的活细胞的吸水性称作“渗透性”。因此，如果我们煮熟马铃薯，“杀死”了细胞，就不会出现渗透现象了。

10 马铃薯吸水

植物需要水，它没有嘴去喝水，用的是另外两种方法：一是水分从叶片上蒸发掉，根就从土中吸收水；另一种是渗透作用，就是我们在下面要观察的。

在马铃薯的两端，各切去一片。在剩下部分一头削去一圈外皮；另一头挖掘个圆柱形的洞穴。洞穴向上，灌入一半容积的浓糖水，再把这个马铃薯放在盛有清水的碟子里。

几小时以后来看时，洞穴里水满了，这就是渗透的结果。渗透时，总是清水或较淡的溶液渗向浓的溶液。现在洞穴里放的是浓糖水，碟子里的清水就通过马铃薯渗过来了。

如果用煮过几分钟的马铃薯来做同样的实验，水就不渗到洞穴里来了。因为马铃薯的细胞都已被煮死，不能完成渗透作用了。

用空蛋壳也能做类似的实验。这一次，清水是通过蛋壳上的微孔和薄膜渗透进来的。

11 植物的蒸腾

在天竺葵（石蜡红）主茎上剪下一片绿叶，要连着叶柄的。把叶柄穿在一张 10 厘米见方的卡纸中央的小孔里，再用油脂把小孔封住。找一对玻璃杯，其中一只装大半杯水，放在阳光里。将上面准备好的卡纸盖住杯子，使那片天竺葵叶子的叶柄插到水中。另一只杯子揩干后，倒扣在上面。

几小时后，上面杯子的壁上有许多小水滴子！我们来仔细分析一下，下面杯子里的水是不能通过卡纸上的小孔直接蒸发上去的，因为小孔已用油脂封住。唯一的通道是：由叶柄将水吸进叶片内，再通过叶片表皮的气孔蒸发到上面的杯子里去。天竺葵叶子在这里表演的是它的一个本领——蒸腾水分。

蒸腾对各种植物来说是很重要的，水分从叶片上蒸发掉，根再从土里吸收水，是植物摄取营养的一种手段。

12 蒸腾强度的测定（钴纸法）

下面我们介绍在自然条件下利用定量钴纸法测定蒸腾强度的方法，以比较不同植物在不同条件下的蒸腾强度。利用无水氯化钴与含结晶水的氯化钴颜色明显不同的特性可以测蒸腾强度。氯化钴纸在干燥时为蓝色，当吸收水分后逐渐变为粉红色。根据变色所需时间长短及钴纸从蓝变红的吸水量，即可计算出植物的蒸腾强度。

该实验需如下材料和用具：优质滤纸、剪刀、镊子、烘箱、干燥器、称量瓶、分析天平、小搪瓷盘、小玻璃板、弹簧夹、指管（带塞）、载玻片、薄橡皮、氯化钴。

我们可以按如下步骤来做实验：

1. 氯化钴纸的制备称取 9.2 克 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，用蒸馏水配成 100 毫升，加几滴盐酸调成弱酸性溶液。取优质滤纸条，放在小搪瓷盘内，倒入氯化钴溶液。待浸透后取出，用吸水纸吸去多余的溶液，将其平铺在干洁的玻璃板上，置 60 ~ 80 烘箱中烘干，即成为蓝色的钴纸。选取颜色均一的钴纸条，精确地切成 0.8 平方厘米的小片，再行烘干。取出后贮于带塞指管中，放入干燥器中备用。

2. 钴纸的标准吸水量取 100 片 0.8 平方厘米的烘干钴纸放在已知重量的干燥称量瓶内称重。然后使钴纸暴露在空气中充分吸湿，当变为粉红色时再称重。计算每平方厘米钴纸由蓝色变为粉红色时所吸收的水量（毫克）。重复三次，求得平均值，作为钴纸的标准吸水量。

3. 测定取薄橡皮一小块（约 1.5 平方厘米），在其中央开 1 平方厘米的小孔，用胶水将其固定在薄载玻片上。用镊子从干燥器中取出钴纸小片，放在载玻片上的橡皮小孔中，立即置于待测叶片的背面（或正面），另取一玻片放在叶片的正面（或背面）的相应位置上，用夹子夹紧，同时立即记下时间。注意观察钴纸颜色的变化，待钴纸全部变为粉红色时，再记下时间。以钴纸的标准吸水量与钴纸由蓝变粉红色所需的时间来计算该叶片的蒸腾强度，用 $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{分钟}$ 表示。

用此方法可以比较叶片正面和背面、不同部位叶片及不同环境条件下叶片的蒸腾强度。测定时要重复多次，求其平均值。

每次用过的钴纸小片，不要弄脏，可以集中放在干净的玻璃器皿中，烘干后尚可再用。

13 蒸腾拉力的观察

下面我们做一个实验，来证明叶片蒸腾时产生很大的蒸腾拉力，它是植物体内水分沿导管上升的主要动力。

叶片蒸腾时，气孔下腔附近的叶肉细胞因蒸腾失水，水势下降。便从邻近细胞夺取水分。同理，这些细胞又可从其邻近细胞吸水。这样依次下去，便可从导管夺取水分，产生巨大的吸水力。又由于水和水银间有吸附力存在，水银即被牵引沿着玻管上升，根据水银上升的高度可知蒸腾拉力的大小。

做这个实验需如下材料和用具：侧柏（或棉花等）带叶枝条、长约 50 厘米直径约 0.5 厘米玻璃管一根、铁架、滴定管夹、橡皮管、小烧杯、水银、氢氧化钠溶液。

我们可以按如下步骤做这个实验：

1. 将玻璃管用氢氧化钠溶液洗净，再用水冲洗后备用。取长约 8 厘米粗细与玻璃管相当的橡皮管，洗净后一端套在玻管外面，另一端准备插枝条用。

2. 选取枝叶生长旺盛的侧柏（或其它植物枝条），将基部一段的树皮剥去，并在水中将茎基部剪去一小段后，插在水中备用。

3. 在玻管和相连的橡皮管内吸满冷开水，管下端用手指堵紧，将基部削皮的枝条插入上端的橡皮管内，再将下端插入盛有水银的烧杯中，移开手指，然后将其固定。也可以在水银上面加一层水，既可防止水银蒸气产生，又可使堵住玻管下端的手指只要伸入水层后即可移开，然后再继续将玻管插入水银层中。注意整个水柱内不能有气泡存在。

4. 由于叶片的蒸腾作用，玻管内水柱不断上升，水银也随着上升。记录水银上升的高度和速度。

实验证明，叶片蒸腾时可产生很大的蒸腾拉力，一个小枝条即能使水银柱上升相当的高度。

14 小孔扩散效率的观察

下面我们介绍一个实验来证明小孔扩散的效率较高，从而说明叶片上气孔虽小，却能蒸腾大量的水分。

小孔扩散效率较高是和小孔存在边缘效应有关。在任一蒸发面上，处于蒸发面中心的气体分子，由于分子间的相互碰撞和干扰，向大气中的扩散速度较慢；在蒸发面边缘的气体分子则因相互干扰少而扩散较快。因此水分通过小孔扩散的量和小孔的周缘长度成正比，而和小孔的面积不成比例。孔愈小，周长与面积的比值愈大，边缘效应愈显著。这正是小面积的气孔能够大量散失水分的重要原因。

该实验需如下材料和用具：培养皿（直径7厘米）2个、坐标纸、胶水、直尺、滴管一个、台天平一架、酒精或丙酮、铅笔。

我们可以按如下步骤来做实验：

1. 将培养皿分别放在两张直径约9厘米的圆形坐标纸正中间，沿培养皿边缘画一圆圈。然后在一张纸的中央，切割一个 2.5×2.5 厘米的方孔；在另一张纸的圆圈内切割25个 0.5×0.5 厘米的小方孔，使其均匀地分布在圆圈内。两张纸上方孔的总面积相等（ 6.25cm^2 ），但孔的数量及每个孔的大小不同。

2. 将两张带孔的纸分别覆盖在两个培养皿上，圆圈对准培养皿边缘，纸边下折，用胶水贴在培养皿外壁上。注意一定要贴紧，不能有缝隙，然后在纸面上涂一层熔化的石蜡。

3. 将此两培养皿置于台天平两边。用砝码调节使之平衡。然后向两培养皿中加入等量的酒精（或丙酮），使两边再达到平衡状态。

4. 半小时后，可以看出天平指针偏向大孔一边，说明小孔具有较高的边缘效应。虽然孔的总面积相等，但酒精通过小孔散失的量要比大孔快得多，即小孔扩散效率较高。

15 制氧工厂

绿色植物进行光合作用时会放出氧气，所以被人们称为“天然的制氧工厂”。

洗净一只透明的药水瓶、一只套在药水瓶口上的小瓶和一只玻璃缸。

往药水瓶里灌水，塞进几棵水草（如金鱼藻），再放在玻璃缸里。往缸里倒水，使水面超过药水瓶口约1厘米。用手按住灌满了水的小瓶，将瓶倒置进玻璃缸，套在药水瓶口上。注意在套的过程中，应该等小瓶瓶口浸入水面后再放开手。

最后，把装置好的玻璃缸放在阳光下，你会看到，不断有气泡进入小瓶。傍晚，小瓶里的水都被挤了出去。用手按住小瓶，将它取出。你把带有火星但没有火焰的草纸卷塞进小瓶。草纸卷马上会燃起明火，这说明小瓶里收集的是氧气。

第二天可以重复实验一次，不过这次把玻璃缸放在暗角里，傍晚你去看小瓶，依然装满了水。如果水草会说话，它会对你说：“没有阳光，制氧工厂停产一天。”

16 淀粉粒的观察实验

同学们都吃过藕粉，也见过做菜和做饭用的粉芡，那就是从植物细胞中提取出来的淀粉。如果将淀粉放在显微镜下观察，可以清楚地看到它呈粒状，所以称之为淀粉粒。淀粉粒存在于有贮藏机能的细胞的细胞质中，它不是细胞本身的固有结构，而是细胞内含物。大家一定很想看看这小东西究竟是个什么样，请做实验观察。

请你事先准备一块甘薯（红薯）块根，一块马铃薯（土豆）块茎，一段藕（莲的根状茎），几粒泡软的小麦和大米。实验时，用洗净的小刀将材料一切开，并刮（或挤压）其切面，弄破细胞，其中的淀粉粒则破壁而出。然后将刮出的汁液分别涂在编号的载玻片上，加盖玻片，依次放在显微镜下观察（先用低倍镜，后用高倍镜），就可见到它们的真面目了（不同植物的淀粉粒的形状和小大均有差异）。为了看得更清楚，可用碘酒染色，然后再观察，这时看到的淀粉粒为蓝色，其形象非常清晰。

17 检验种子含有淀粉和蛋白质的实验

在课堂上已经学过，植物种子中含有大量的有机成分，如玉米的种子中含有淀粉和蛋白质。请你做个简单的小实验，亲眼看看这两种成分的存在。

1. 实验过程：取一粒种子，用清水泡软后，将其纵切为二。一半放入碘酒中，一半放入浓硝酸中。不断搅拌，过一会儿碘酒中的种子的胚乳明显变蓝，浓硝酸中的种子的胚明显变黄。捞出种子，用清水洗净后仔细观察，并作记录。

2. 结果分析：实验结果种子的胚乳在碘酒中变蓝，证明胚乳里含有大量的淀粉（因为淀粉有遇碘变蓝的特性）；种子的胚在浓硝酸中变黄，证明胚里含有大量的蛋白质（因为蛋白质有遇硝酸变黄的特性）。

18 种子萌发过程中淀粉、脂肪和蛋白质的转化

种子的贮藏物质淀粉、脂肪和蛋白质，在萌发过程中经各种水解酶的作用，转变成简单的有机化合物，如葡萄糖、脂肪酸、甘油和氨基酸等。这些物质是构成新器官的材料，也是供给呼吸作用的原料。本实验在了解种子萌发过程中这些贮藏物质的转化情况。

一、淀粉的转化

淀粉在淀粉酶、麦芽糖酶的作用下分解成葡萄糖。利用淀粉对 I—KI 的蓝色反应，可以观察淀粉的转化情况。淀粉分解后形成还原糖，可用费林试剂检验。

该实验需如下材料和用具：

发芽和未发芽的小麦籽粒、显微镜、载玻片、盖玻片、研钵、烧杯、水浴锅、培养皿、试管、刀片、琼脂、毛笔。

I—KI 溶液溶解 1.5 克 KI 于少量蒸馏水中，加 0.3 克碘，搅拌、使之溶解，然后稀释成 100 毫升。

费林氏溶液分甲、乙两液：

甲液：6.93 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 溶于 50 毫升蒸馏水中，加水稀释至 100 毫升。

乙液：34.60 克酒石酸钾钠及 10.32 克氢氧化钠溶于 50 毫升蒸馏水中，加水稀释至 100 毫升。

甲、乙两液分别保存，使用时等量混合。

我们如按如下步骤来做实验：

1. 淀粉的消化

(1) 取芽鞘或幼叶长 3—5 厘米的小麦籽粒，将其胚乳汁液挤出少许，涂在载玻片上，加一滴水，盖上盖玻片，在显微镜下观察淀粉粒的形状。然后加一滴 I—KI 溶液于制片上，观察染色情况，可以看到有些淀粉粒染色较浅，有些淀粉粒发生缺刻或缺痕，以至裂成数块。

(2) 刮取未发芽的小麦胚乳淀粉，加少许水后在显微镜下观察淀粉粒的形状。同样加一滴 I - KI 溶液，再观察着色情况。比较发芽与未发芽的小麦籽粒的淀粉形状及染色情况。

2. 淀粉种子萌发时还原糖的形成

(1) 取发芽的与未发芽的小麦籽粒各 10 粒，分别研磨。用 30 温水冲入量筒内，使总体积为 15 毫升。充分摇动后，静置 10—20 分钟。

(2) 各取上清液 5 毫升，加入试管中，再各加入 5 毫升费林试剂，然后将试管放在沸水浴中加热 10—20 分钟。观察有无红色氧化亚铜沉淀生成。比较发芽的与未发芽的小麦籽粒中还原糖的含量。

3. 淀粉种子萌发时淀粉酶的形成

(1) 称取琼脂 2 克，置于烧杯中，加蒸馏水 100 毫升，小火加热，不断搅拌，使琼脂融化。另取淀粉 1 克，置于小烧杯中，加少量水调匀，倒入已融化的琼脂中，搅匀。趁热将琼脂倒入几个培养皿中，使成一薄层，冷却凝固后备用。

(2) 取已萌发和未萌发的小麦籽粒各 20 粒，分别于研钵中，加蒸馏水 5 毫升研磨，再用 5 毫升蒸馏水将研碎物全部洗入小烧杯中，静置 15 分钟后，将上清液倒入另一烧杯中，即为淀粉酶提取液。

(3) 用毛笔分别蘸取两种提取液，分别在培养皿内淀粉琼脂平板上绘一

字样，加培养皿盖，置 25℃ 温箱中。30 分钟后，以 I—KI 稀溶液浸湿整个平板。比较用两种提取液所绘的字样，其颜色有何不同。

(4) 将萌发和未萌发的种子切开，切面用水湿润后，直接置于淀粉琼脂平板上（切面朝下），保温后去掉种子，用 I—KI 溶液染色，比较两者有何不同。

二、脂肪的转化

油类种子萌发时，在脂肪酶的作用下，贮藏的脂肪水解成脂肪酸和甘油。生成的脂肪酸可用标准碱液滴定，根据耗碱量可知生成脂肪酸的量和脂肪酶的活性。

该实验需如下材料和用具：发芽和未发芽的大豆种子、研钵、碱滴定管、100 毫升三角瓶 4 个、铁架、滴定管夹、漏斗、纱布、量筒、0.1N 氢氧化钠溶液、0.1% 酚酞。

实验步骤如下：

1. 取刚吸胀的大豆 25 粒，放在研钵内，加少量石英砂和 10 毫升蒸馏水，充分研磨后，略加水稀释（不能超过 20 毫升），用纱布过滤入量筒中，冲洗残渣数次，洗液一道滤入量筒内，再加水至 50 毫升，充分混匀。

2. 另取发芽大豆种子（“芽”长 1—3 厘米）25 粒，依上法制成提取液。

3. 用量筒取上述提取液各 25 毫升，分别放入两个 100 毫升的三角瓶内，加酚酞指示剂三滴，用 0.1N 氢氧化钠进行滴定，至滤液呈粉红色摇动一分钟不退色为止。记录用去氢氧化钠溶液的毫升数。以消耗氢氧化钠溶液的量表示滤液中脂肪酸的含量，进一步可说明脂肪酶活性的大小。比较发芽的和未发芽的大豆种子中脂肪酸的含量。

三、蛋白质的转化

含蛋白质较多的豆类种子萌发时，蛋白质在蛋白酶的作用下水解产生氨基酸。氨基酸与水合茚三酮共热时，能产生紫色化合物。因此可根据紫色的深浅来确定蛋白质转化成氨基酸的量。

本实验所需要的材料和用具包括：发芽和未发芽的大豆种子、台天平、研钵、试管、试管架、滤纸、滴管、80% 酒精、1% 水合茚三酮。

实验步骤如下：

1. 分别取称刚吸胀的大豆和已发芽的大豆种子（芽长 3—4 厘米）各 5 克，分别置于研钵中加石英砂少许研磨。在研磨过程中逐步加入 80% 酒精 10 毫升，用滤纸过滤，滤液即可用于测定氨基酸。

2. 取干净试管 4 支，标号后各加入 5 毫升蒸馏水和 1 毫升 1% 水合茚三酮，按顺序排列在试管架上。取未发芽的大豆种子滤液，用滴管在 1 号试管中加 2 滴滤液，2 号试管中加 8 滴。同样，在 3 号和 4 号试管中分别加入已发芽大豆种子滤液各 2 和 8 滴（滴管粗细应一致）。

3. 将四支试管都放在沸水浴中 10 分钟，观察比较各管的颜色有何不同。

19 用活体染色法鉴定细胞的死活

下面我们介绍一种用活体染色技术鉴定植物细胞死活的方法。

活体染色是利用某种对植物无害的染料稀溶液进行活细胞染色的技术。中性红是常用的活体染料之一，它是一种碱性染料，也是一种弱碱性 PH 指示剂，变色范围在 PH6.8—8.0 之间（由红变黄）。在中性或微碱性环境中，植物的活细胞能大量吸收中性红并向液泡内排泌。由于液泡通常呈酸性反应，因此进入液泡的中性红呈现樱桃红色，在这种情况下，原生质和细胞壁一般不着色。死细胞由于膜的选择透性消失，液泡破坏，因此不产生液泡着色现象。但中性红的阳离子却与带有一定负电荷的原生质及细胞核结合，使原生质和细胞核染色。

本实验需要如下材料和用具：洋葱鳞茎、小麦叶片或紫鸭跖草叶片、刀片、尖头镊子、载玻片、盖玻片、显微镜、0.03% 中性红溶液、1M 硝酸钾溶液、酒精灯。

实验步骤：

1. 削取较幼嫩的洋葱鳞片，在内表面切割 5 平方毫米左右的方形切痕，用尖镊子撕下这块内表皮，投入 0.03% 的中性红溶液中。如用小麦叶片，表皮不易撕取，可把叶片平放载玻片上，加水蘸湿，用刀片轻轻刮去上表皮、叶肉和叶脉，只留下一层下表皮，再切割成 5 平方毫米的小片。

2. 染色 10 - 15 分钟后取出，用蒸馏水稍加冲洗，在低倍镜下观察，此时主要是细胞壁染色，原生质和液泡不着色。

3. 将制片放在自来水（PH 略高于 7.0）中浸泡 10 - 15 分钟，再进行显微观察，此时细胞壁完且脱色，液泡染成均匀的樱桃红色，细胞核和原生质不着色。

4. 将染好的表皮浸入 1M 的硝酸钾溶液中，约 10 分钟后取出观察。由于钾离子能使原生质膨胀，发生帽状质壁分离，因此能清楚地看到无色透明的原生质和染为红色的液泡。

5. 将表皮组织加热或酒精浸泡，杀死细胞后再染色，则可看到死细胞的细胞质及细胞核都染上颜色，而看不到活细胞具有的液泡染色现象。

如将步骤 3 中的活染制片在酒精灯火焰上微微加热，以杀死细胞，也可看到原生质呈不均匀的凝胶状，与细胞核一起被染成红色。

另外，在活染制片中仔细寻找，也可能看到个别死细胞，经中性红染色后其细胞核清晰可辨。

20 种子萌发需氧的实验

老师讲过空气是种子萌发的条件，种子萌发时需要的是空气中的氧，而不是其他成分。请做这个有趣的实验，来证明这一理论。

1. 实验装置：选三个窄玻璃条（或玻璃棒），在玻璃条中部分别固定 3—4 粒玉米种子，其中两条下端再系一些水生植物（沉水植物如金鱼藻、眼子菜等），将其分别放入装满清水的 A、B 两个广口瓶（也可用罐头瓶）中。另一条不系水生植物，放在装满清水的 C 广口瓶中。

2. 实验与结果：将 A 瓶和 C 瓶放在适宜温度的阳光下（夜间用强灯光照射更好），同时将 B 瓶放在适宜温度的黑暗处。数日后，可见 A 瓶内玉米种子萌发出芽，而 B 瓶和 C 瓶内的种子只膨胀不萌发出芽。

3. 分析讨论：

A 瓶中的水生植物，在阳光下进行光合作用，放出氧气，所以该瓶中的玉米种子因得到氧气而萌发出芽。B 瓶内虽有水生植物，但是在黑暗处，不能进行光合作用放出氧气，反而只进行呼吸作用吸收氧气，所以该瓶内缺氧，种子不能萌发。C 瓶虽在阳光下，但内无绿色水生植物，所以瓶内氧气不足，种子也不能很好地萌发。

这就证明了氧是种子萌发的必要条件。

21 观察植物导管的实验

在植物根、茎等器官的木质部里，都存在一些可以输导水分和无机盐的上下相通的管子，那就是同学们都熟知的导管。导管壁上有不同程度的增厚，形成各种花纹。因为花纹不同，导管的名称也就各异。在显微镜下可以看得清清楚楚，很有意思。你愿意目睹这奇妙的景观吗？

事先买一些又粗又长的新鲜大豆芽，稍加泡洗，随即到实验室内做实验。

1. 取一粗壮挺硬的豆芽胚茎，捏在左手食指上，右手持极锋利的刀片（刮脸刀片），从胚茎上纵削下一张张薄片（越薄越好），放入事先准备好的清水中。

2. 取一张洗擦干净的载片，滴上一滴清水，放入刚才削好的胚茎薄片（要用小镊子从清水中挑选最薄的一片），然后加 1—2 滴 30% 盐酸—间苯三酚饱和液，使木质化的次生壁染成红色。再加盖片，放在显微镜下观察。

3. 在显微镜下观察，可以看到在许多纵行的薄壁细胞之间，有许多已染成红色的导管。请你辨认哪是环纹导管、螺纹导管、梯纹导管、网纹导管、孔纹导管和一些过渡类型的导管？

观察后，将各种典型导管各绘一图。

22 水分和无机盐运输途径的实验

在上个实验中，你亲眼看见了植物的导管，那么从根吸收来的水分和无机盐是怎样通过导管输送到叶内的呢？要想了解这个问题，请做如下实验。

1. 挖取一株生长良好的萝卜幼苗（幼苗有叶3—4片，叶长不超过20厘米为宜），用清水洗净，将根浸入红水液（红墨水与水的比例为1:3）中，一小时左右，待叶片开始发红时取出（时间过长或过短都会影响实验效果），洗去根系的红色。

2. 将上述幼苗，放入装有酒精的烧杯中隔水加热，叶绿素便渐渐溶解在酒精里。待叶和幼茎脱去叶绿素变成黄白色时，即可取出观察。

3. 观察：此时可看到从根开始有几条清晰的红线，通过胚茎、叶柄、直达叶的主脉和侧脉。

请同学们想一想这个实验说明了什么问题？然后绘一水分子和无机盐运输途径的示意图解。

23 光合作用放氧实验

同学们在课堂上做过或看老师演示过“光合作用放氧”的实验（见初中《植物学》61页）。现在我们用另一种更科学、更准确地方法来验证绿色植物光合放出的是氧气，而不是别的物质。

在做实验之前，首先向大家介绍两种化学药品：一种是靛红，它溶于水，可被硫代硫酸钠还原，溶液呈微黄色。该溶液可被氧分子氧化，溶液就变成蓝色。另一种是亚甲基蓝，它也溶于水，在有氢的条件下为还原态，溶液无色，在有氧的条件下为氧化态，溶液呈蓝色。我们利用这两种化学药品的变色反应，可以准确地鉴定出氧的存在。

1. 实验与结果：取两个标本瓶（或广口瓶），编号为A、B。A瓶注满0.01%靛红溶液，滴加10%硫代硫酸钠，搅拌，至溶液呈微黄色。B瓶注满蒸馏水，再加入0.025%亚甲基蓝溶液若干滴（每10cc蒸馏水加1滴亚甲基蓝溶液），然后用氢气（或在老师指导下用化学方法临时制氢）还原为无色溶液。

溶液配调好以后，再在A、B二瓶内各放少许绿色沉水植物（如金鱼藻、黑藻、眼子菜等，也可用其他绿色植物的叶片）。如果植物上浮，则悬以重物，使其沉没于溶液中。然后盖严瓶盖，放于黑暗处，十分钟后取出，观看溶液颜色有无变化？结果颜色没有变化。再把此二瓶移放在阳光下，几分钟到十几分钟后观察溶液颜色有何变化？结果是植物叶周围变蓝，随之颜色逐渐加深且范围慢慢扩大。A、B两瓶都是这样的结果。

2. 分析讨论：根据实验结果，请同学们略思考，讨论如下问题：

（1）A、B二瓶在暗处放置，为什么这两瓶溶液的颜色都没发生变化？

（2）后来将A、B二瓶移至阳光下，为什么两瓶溶液的颜色都是从绿色植物周围开始变蓝（A瓶溶液是从微黄变蓝，B瓶溶液是从无色变蓝）？这蓝色为什么能逐渐加深且范围慢慢扩大呢？

提示：考虑靛红和亚甲基蓝的化学特性。最后要证实光合作用确实是放出了氧气。

24 绿色植物光合作用和呼吸作用的比较实验

同学们可能都知道光合作用和呼吸作用是两个截然不同的生理过程。二者是对立统一的关系。也就是说它们既是相互对立的矛盾的两个方面，又是相互依存相互统一的代谢过程。通过以下的实验，你对这个问题会有更进一步的了解。

实验一：光合作用吸收二氧化碳，呼吸作用放出二氧化碳。

这个实验是根据溴麝香草酚蓝指示剂的变色反应来验证二氧化碳的存在。它的变色范围是：酸性为黄色，中性为绿色，碱性为蓝色。

溴麝香草酚蓝简称 BTB。该指示剂的配方是：将 0.1 克 BTB 溶于 500 毫升 20% 的酒精中，呈橙色。

1. 实验与结果：

(1) 取 4 只广口瓶，编号 A、B、C、D，均装满自来水，再各加入 4—5 滴 BTB 指示剂，这时溶液呈蓝色。如果不呈蓝色，可加少量稀氨水调至蓝色。这里四瓶深液均为碱性。

(2) 将玻璃管插入 A 瓶，用口吹气，使溶液由蓝变绿。而后放入水生植物（金鱼藻等），再盖瓶盖。

B 瓶装置方法开始同 A 瓶相同，但后来不放水生植物。

装置完毕，将 A、B 二瓶同时都放在阳光下，观察溶液颜色的变化。

结果：20—30 分钟后，A 瓶液由绿变蓝，B 瓶溶液颜色不变（这时请做好记录，并思考变色和不变的原因）。

(3) C 瓶装置方法完全同 A 瓶，D 瓶装置方法完全同 B 瓶。

装置完毕，将 C、D 二瓶同时用黑纸或报纸包住，放于黑暗处，次日观察。

结果：C 瓶溶液由原来的绿色变成了黄色，D 瓶溶液颜色未变（请再做记录、思考）。

2. 分析讨论：

(1) 用玻璃管往瓶内吹气，该气内含二氧化碳（ CO_2 ）较多。二氧化碳溶于水，生成碳酸（ H_2CO_3 ），结果使液变为中性，所以呈绿色。

(2) 由于 A 瓶中的绿色水生植物，在阳光下进行光合作用，吸收了溶液中的二氧化碳。液中的碳酸又不断分解，产生二氧化碳。二氧化碳再被光合使用利用。这样连续进行的结果，溶液中的碳酸就越来越少，溶液就慢慢变成了碱性，所以其颜色就由绿变蓝。

B 瓶是作为该实验的对照，它虽然和 A 瓶的处理方法完全相同，但由于瓶内无绿色植物，不可能有光合作用，溶液中的二氧化碳和碳酸都不会减少，酸碱度不变，所以其颜色也不变。

从 A、B 二瓶溶液颜色变与不变的结果，足以证明光合作用是吸收了二氧化碳。

(3) C 瓶中的绿色水中植物，由于在黑暗处，光合作用停止，不吸收二氧化碳。而该植物的呼吸作用则照常进行，不断放出二氧化碳，因此溶液中的碳酸就逐渐增多，溶液就慢慢变成了酸性，其颜色由绿变黄。

D 瓶作为该实验的对照，它虽然和 C 瓶的处理方法相同，但由于内无植物，不能进行呼吸作用，溶液内二氧化碳和碳酸都不会增多，酸碱度不变，所以其颜色也不变。

C、D 二瓶的对照实验，证明植物呼吸作用是放出了二氧化碳。

实验二：光合作用放氧，呼吸作用吸氧。

这个实验是根据两个化学反应来设计的。在水中，氯化锰 (MnCl_2) 与氢氧化钠 (NaOH) 反应，生成氢氧化亚锰 [$\text{Mn}(\text{OH})_2$] 的白色胶状沉淀。如果水中有氧，则氢氧化亚锰被氧化为氢氧化锰 [$\text{Mn}(\text{OH})_3$] 的棕褐色沉淀。

1. 实验与结果：

(1) 取两个广口瓶，编号 A、B，均装满自来水，各放入等量的水生绿色植物（金鱼藻、眼子菜等），加盖。

(2) 将 A 瓶置于阳光下，B 瓶置于黑暗处。

(3) 30 分钟后，开盖，取出绿色植物。然后二瓶各加入 1% 的氯化锰 (MnCl_2) 8—10 滴和 4% 的氢氧化钠 (NaOH) 8—10 滴，加盖，观察颜色。

(4) 结果：A 瓶色深，产生红褐色至棕黑色的沉淀多。B 瓶色浅，产生的红褐色至棕黑色的沉淀少。

2. 分析讨论：因 A 瓶中的绿色植物在阳光下进行光合作用，放出了氧气，所以含氧量增加，使氢氧化亚锰氧化为氢氧化锰，故颜色深，棕褐色沉淀多。而 B 瓶内的绿色植物，未见阳光，不能进行光合作用，不放氧。该植物能照常进行呼吸作用，却吸收了原来在自来水中的氧，因此 B 瓶溶液中残留的氧极少，所以产生的氢氧化锰很少，故色浅，棕褐色沉淀很少。

实验证明光合作用放出的是氧，呼吸作用吸收的是氧。

实验三：光合作用需要阳光并合成有机物，呼吸作用不需阳光而分解有机物。

在做这个实验的前几天，派两位同学到附近的坑塘里，采集一些鲜绿色的水绵，放进两个装满清水的烧杯里。一个放在阳光下培养，另一个放在黑暗处培养，三至五天后进行实验。

1. 实验与结果：

(1) 取二试管，编号 A、B，各加入一些酒精（约三分之一试管）。A 管中放进少许阳光下培养的水绵，B 管中放进少许黑暗处培养的水绵。两管同时隔水加热，脱去叶绿素。

(2) 从 A、B 二管中各取出一点脱去叶绿素的水绵，分别放在两张玻璃片上，然后各滴少许碘酒，加盖片，接着在盖片一侧滴清水，再从另一侧用滤纸吸收。最后用低倍镜镜检。

(3) 结果：在显微镜上看到 A 管水绵叶绿体中的淀粉核呈蓝色，B 管水绵叶绿体中的淀粉核不呈蓝色。

2. 分析讨论：淀粉有遇碘变蓝的特性。A 管中是阳光下培养的水绵，它进行光合作用，合成了有机物（淀粉），贮存在叶绿体内的淀粉核中。所以此核遇碘变成了蓝色；B 管中是在暗处培养的水绵，因其缺乏阳光，不能进行光合作用制造有机物（淀粉），而它的呼吸作用在暗处照常进行，其结果是消耗（分解）尽了原来贮存的有机物（淀粉），所以淀粉核内没有淀粉，遇碘不会发生蓝色反应。

这个实验证明了绿色植物的光合作用需要在阳光下进行，最终合成有机物；呼吸作用不需要阳光，最终是分解了有机物。

25 叶绿体色素的提取和分离（纸层析法）

下面我们介绍一下叶绿体色素的提取和分离方法，并了解一下叶绿体色素的种类。

叶绿体中一般含有绿色素（叶绿素 a 和 b）和黄色素（胡萝卜素和叶黄素）。这两类色素均不溶于水，而溶于有机溶剂中。因此，常用酒精或丙酮来提取。

色素分离方法很多，纸层析是最简便的一种。当溶剂不断地从滤纸上流过时，由于混合物中各成分在固定相和流动相间具有不同的分配系数，因此，它们的移动速度不同，便可将混合液中的各种色素分离开。

实验所需要的材料和用具：菠菜叶片（或其它新鲜绿叶）、台天平、研钵、量筒、漏斗、试管、试管架、色层分析滤纸、细玻璃棒、大培养皿两个（底和盖直径相等）、95%酒精、碳酸钙、汽油（纯净无色的）、小酒杯（或平底短玻管）1个、剪刀、滴管。

实验步骤如下：

1. 选取鲜绿的菠菜叶片，擦净、剪碎后称取 3 克鲜叶，放入研钵中，加少许碳酸钙（可中和细胞中的有机酸，避免形成去镁叶绿素）和 5 毫升酒精，研磨成浆糊状。再加酒精 5 毫升，研匀后用漏斗过滤，滤液即为叶绿体色素提取液，内含有叶绿素 a、b 及叶黄素和胡萝卜素。

2. 取色层分析滤纸，剪成圆形，其直径应略大于培养皿的直径（如无层析滤纸，也可用圆形定性或定量滤纸）。在滤纸圆心戳一圆形小孔。另取同样的滤纸，剪成长 5 厘米、宽 1.5 厘米的窄条，用细玻璃棒沿长度方向卷成 1.5 厘米长的纸捻，抽出玻璃棒后再进一步搓成均匀、紧密的纸捻。

3. 用细口滴管吸取叶绿体色素提取液，滴在纸捻的一端，风干（或用电风吹干），再滴，再风干，如此重复 3 - 5 次。

4. 将滴有色素的纸捻端插入圆形滤纸中心小孔中，使纸捻与圆形滤纸紧密接触，且与纸面平齐，切勿高出纸面。

5. 取两个直径相等的干燥培养皿，在一个培养皿内放一小酒杯（或平底短玻管），杯内加入适量的汽油（或石油醚）做为扩散剂。把插有纸捻的圆形滤纸平放在培养皿上，使纸捻下端浸入汽油中，迅速盖上另一培养皿，两培养皿周边对齐。

6. 小杯内的汽油沿纸捻扩散到圆形滤纸上，并推动叶绿体色素也向滤纸四周扩散。待汽油扩散到培养皿边缘时。取出滤纸，即可看到四种色素分离成四个同心圆环。用铅笔标出各种色素的位置和名称。

由于各种色素在扩散剂中的溶解度不同，以及滤纸对各色素的吸附能力不同，而达到分离的目的。扩散最快的是胡萝卜素，为橙黄色；其次是叶黄素，为鲜黄色；再次是叶绿素 a，为蓝绿色；扩散最慢的是叶绿素 b，为黄绿色。

26 对花粉萌发的观察

花粉成熟以后，经传粉在雌蕊柱头上，受到粘液的刺激就开始萌发，生成花粉管。同学们一定想看看这个萌发的实况吧？让我们一起进行如下实验。

1. 实验步骤：

(1) 取两支小瓶，编号 A、B，均放入少量清水。

(2) 采摘初开放的凤仙花若干朵，剥取雌蕊（主要是柱头）。置于 A 瓶中，浸泡。B 瓶不放雌蕊，作为对照。

(3) 从 A、B 二瓶中各取一滴水液，分别滴在 A、B 两张载片上，然后都放入凤仙花花粉，加盖片。几分钟后，放在显微镜上观察。

2. 观察结果：A 片上的花粉萌发，B 片上的花粉不萌发。

3. 分析讨论：

A 片上的液滴为雌蕊浸出液，内有柱头分泌出来的刺激花粉萌发的物质（主要是酶），所以花粉能萌发。而 B 片上是清水，没有这种物质，所以花粉不能萌发。

据此得出结论：雌蕊（主要是指柱头）分泌物的刺激作用是花粉萌发的重要条件。

27 对花粉和柱头亲和力的研究

上述实验，说明凤仙花花粉，受凤仙花雌蕊分泌物的刺激，能萌发出花粉管来。而凤仙花花粉若受别种植物雌蕊分泌物的刺激，是否也能萌发呢？那就不一定了。据前人的研究结果得知，花粉能否萌发决定于花粉和柱头的“亲和力”（也叫亲和性）。自花授粉植物的柱头对外来花粉没有亲和性，远缘杂交不育也是这种不亲和性的生理原因。据此推理，似乎是植物的亲缘关系越近，其亲和力越强，但也不尽然。有些异花授粉植物（如某些苹果品种、某些西洋梨品种）的花粉，对本品种花的柱头，表现为不亲和性。

鉴于上述情况，请同学们商讨、设计一个研究计划。计划大体可分下列几个项目，括号里是内容提要，请作为你们写计划时的参考。

1. 研究目的：研究几对植物花粉和柱头的亲和力，为苹果园或梨园配植授粉树以及植物杂交工作提供理论依据。

2. 参加人员：写上小组负责人和组员的姓名。

3. 预计完成时间：写上年、月、日。

4. 器材准备：包括仪器药品和实验植物的准备。其中的实验植物可选几个梨树品种、几个苹果品种作自花亲和力及品种间花的亲和力试验，在小麦品种间、种间和属间作亲和力试验。在棉花等作物中作远缘花的亲和力试验。当然结合学校的情况和当地生产的需要去选择别的植物作实验材料，那就更合适了。

5. 研究方法：这是计划的主要部分。要写出进行研究的具体方法、工作进展日程、参加者的必要分工等。

6. 结果分析：对实验结果做科学的解释和分析。

7. 问题讨论：通过试验，总结出一些肯定、否定和尚待研究的问题。并对此一一提出自己的见解。如：“试验证明××花粉受××柱头分泌物的刺激，萌发力最强，……萌发力较差；……没有萌发力。对后者可以否定其亲和力，但对前者则不能完全肯定其亲和力。因为我们仅做了柱头对花粉单方面影响的试验，没做花粉对柱头影响的研究。对此有待今后的工作和实践再做进一步的结论。”

28 制作花粉永久装片

观察花粉，常常是临时制片，看后随即丢掉。但由于植物的开花季节不同，要让各种花在你需用的时间同时开放，那是很困难的。为了教学和科研的需要，必须学会制作花粉永久装片。植物开花时制片，需用时就拿来观察研究。其制作方法如下：

1. 材料的采集与固定：

取即将开放或刚开放的油菜花（或其他花），用解剖针将花药拨动，使花粉散落在盛有明胶福尔马林的小培养皿中，固定 12 小时左右。

2. 粘片：取固定后的花粉，置于载片中央，用解剖针轻敲载片，使花粉分散均匀，置于干燥箱中，保持 35℃，6—12 小时，花粉则牢固地粘在载片上。

3. 染色

将上述载片浸入蒸馏水中 1 分钟

50%酒精 1 分钟

70%的酒精 1 分钟

85%的酒精 1 分钟

95%的酒精 1 分钟

1%固绿酒精溶液 3 分钟

95%酒精 快过（约 3 秒）

100%酒精 快过

100%酒精 快过

二甲苯 1 分钟以上

二甲苯 1 分钟以上

4. 封片：

用加拿大树胶或阿拉伯树胶封片。

5. 镜检：

用显微镜观察，可以明显地看到花粉粒的壁，外壁上有网状雕纹，萌发孔 3 个；细胞质为绿色，似萤光；细胞核（花粉管核）圆球形，有时还可见生殖核。

29 不用土也能种番茄

目前，全世界人口已有五十多亿。据估计到本世纪末，世界人口可能达到六十一亿，二十一世纪末要大大超过一百亿。而耕地面积却增加不了多少。因此寻求一种不用土壤的栽培方法，就引起各国科学家的重视。现在全世界已经有三个国际机构，一百三十多个研究机关正在专门从事这项工作。

在美国，许多家庭用这种方法提供了大部分食用蔬菜。他们用 40 瓦日光灯作光源，建立了家庭小菜园，随时可以吃到新鲜的蔬菜。不少城市居民的窗台、阳台、平顶屋顶、走廊以及室内空闲地方，都广泛地应用无土壤的溶液培养法种植各种花草、树木和蔬菜。因此人们把楼房里、屋顶上的无土“耕地”叫做“新型耕地”。它为增加今后的耕地面积展现了前景。这种不用土壤，只用营养液的栽培方法叫做溶液培养法，或者叫无土栽培法。

你也可以亲手做做这种无土栽培的溶液培养试验，方法很简单：

先制备土壤溶液。找一个旧脸盆（或旧水桶），在盆里装上三分之一的肥沃土壤。然后，加入半脸盆的水，进行充分的搅拌，使水变得非常混浊。最后把盆静放一天，这时候，脸盆里的水又变得澄清了。把这些澄清的水慢慢地倒在一个容器里，这种水就叫土壤溶液（或土壤提取液），在土壤溶液中含有植物生长发育需要的各种矿物质。

瓶栽植物。找来三个大口瓶，一号瓶装入冷开水，二号瓶装入土壤溶液，三号瓶装上土壤。然后，从城里挑选三棵大小基本相同的西红柿幼苗（也可以用当地的其他植物幼苗），把它们从地里挖出来，连土坨一起放在水盆里浸泡二十分钟。在水里，把根系上的泥土轻轻的抖掉（千万不要损伤幼根），再把这三棵幼苗分别用弹簧秤（或小秤）称一称，并记录下来。然后，把这三棵幼苗分别栽倒三个大口瓶里，用硬纸壳做个瓶盖，盖好。硬纸壳盖中间的小孔要比幼苗茎秆大一些，周围可以用棉花把幼苗塞紧。然后，把它们都放在向阳的地方。一号瓶，每隔五天换一次冷开水，二号瓶，每隔五天换一次土壤溶液，三号瓶，要适时浇水。

过几天后，就会看到：一号瓶的幼苗会枯萎、死掉。二三号两瓶里的幼苗正常地生长。这样生长一个月的时候，把这两棵苗分别取出来（三号瓶苗从土里挖出来时，小心地把根上的土粒洗干净），再称一称。结果你会发现，它们几乎没有什么差别。如果你有兴趣的话，还可以把它们换到较大的盆里，继续观察它们的生长发育和开花结果情况，看看它们是否有差别。你会同样得出无差别的结论。这个试验可以说明，植物是吸收溶解在土壤溶液里的营养物质来生活的。

如果有条件的话，你还可以用化学试剂配成营养溶液，来代替土壤溶液作试验。试剂的名称和用量见下页表：

名 称	用 量	名 称	用 量
硝酸钙	0.8 克	尿素	0.2 克
硝酸钾	0.2 克	食盐	0.2 克
硫酸镁	0.2 克	磷酸铁	微量
磷酸二氢钾	0.2 克	冷开水	1000 毫升

试验结果，你会发现化学试剂里生长的植物和土壤里生长的植物一样健壮。

现在有些国家已经用化学试剂配成营养溶液，在工厂里栽培农作物了。据报道，世界上已经建立起五座蔬菜工厂，它们一般都用营养液代替土壤，用灯光代替阳光。

第一座是七十年代初在丹麦建立的克利思顿森农场，生产嫩芽和水芹。种子种在培养盘上面，培养盘在传送带上水平移动。作物从播种到收获要随传送带走九十米的路程，共需要六天。

第二座是澳大利亚的鲁斯那公司建造的，工厂是个八层大楼，采用立体移动方式栽培。生产马铃薯、圆辣椒和茼蒿。

第三座是美国的通用电气公司建造的，生产茼蒿、马铃薯。它比露天土地栽培的产量高出五十倍。

第四座是美国通用研磨公司建造的，产量是露地的一百倍。

第五座是霍依塔克公司建造的，产量也是露天土壤栽培的一百倍。

你看，这种新型的无土栽培法生产，前途多么广阔啊。

二、动物篇

1 蜜蜂的“鼻子”

七十多年前，德国动物学家佛烈希做过一个有名的试验。他用意大利桔子皮提炼成的芳香油来训练蜜蜂，叫它们熟悉这种芳香油气味。一天后，他在一个长条试验桌上放了两排盒子，共 24 个。每个盒子上面有个活动的盖，盒的前面开一个小洞，蜜蜂能自由进出。在这 24 个盒子当中，只有一个盒子里放着一个小盘子，上面盛有用意大利桔子皮制成的芳香油，其余 23 个盒子里分别滴上其他 23 种芳香油。

佛烈希观察记录了 5 分钟，有 205 只蜜蜂爬进装有意大利桔子皮芳香油的盒子里，而其他盒子只有几只蜜蜂进去，有的甚至一只蜜蜂也没有进去。

佛烈希注意到，凡是能吸引蜜蜂的芳香油，基本原料都是柑杏果实制成的。可见，蜜蜂的“鼻子”喜欢闻柑桔的香味。

那么蜜蜂的“鼻子”究竟在什么地方呢？

你通过下面这个简单的实验就能够弄清楚。

先做一个纸盒，上面做个可以活动的盖，前面也开个小圆孔。在盒内放一个小瓶盖，装上一些白糖水，盒里再放一个芳香诱人的柑桔，使蜜蜂爬进去，就能嗅到柑桔挥发出来的芳香气味。让蜜蜂从这只盒子爬进爬出几次，受到了训练。

好，下面你这样做：把纸盒中的蜜蜂拿出来几只，分别剪去尾端的毒刺，以防止它们螫人。然后，在放大镜下面，再把触角的前七节剪掉。经常看看蜜蜂是不是能够找到放有柑桔的纸盒。你可以到，无论纸盒孔朝向哪边，这只蜜蜂都能够找到洞口。触角被剪掉了七节，它仍有嗅觉功能，说明蜜蜂的“鼻子”不在这七节里面。

下面，你把剪掉七节触角的蜜蜂，再剪掉一节，或者另捉一个受过训练的蜜蜂，剪掉它触角的前八节，再进行观察。你会发现，当放有柑桔的纸盒移动位置以后，这只蜜蜂会东奔西跑地再也找不到那个纸盒的圆孔了。假如它偶尔也钻进了纸盒，那纯属巧合。

从上面三个步骤的实验来看，可以肯定蜜蜂的“鼻子”是在触角的前八节上面。

科学家用显微镜观察了工蜂的触角，发现触角表面大约有六千个小孔；而雄蜂的触角有三万个小孔。这些小孔里面长有嗅细胞。蜜蜂对花朵的辨认，大多依靠嗅觉。

科学家还发现，蜜蜂的触角，对蔗糖汁还有味觉的反应。可见它的触角既能当鼻子用，又有舌头的功能。

昆虫的种类繁多，“鼻子”的形状、位置也多种多样。比如，苍蝇的“鼻子”长在脚底下。在显微镜下面，你就可以观察到苍蝇脚的末端有一对“钢钩”，它下面有一对半透明的扇形器官，表面还生有密毛，那就是苍蝇的“鼻子”。另外，苍蝇的头顶上还有“鼻子”的构造。

用电子扫描显微设备拍摄蚜虫的触角，它的基节上面有许多外形很像一朵一朵波斯菊花似的感受器，这种感受器能感受声音、气味和气流，可以起到鼻子和耳朵的作用。

2 拖着气泡呼吸

水里的哺乳动物用肺呼吸，鱼用鳃呼吸，而水里的昆虫龙虱，它呼吸既不用肺，也不用鳃。请你做个小实验，就可以明白龙虱独特的呼吸方式了。

捉一只龙虱放在有水的大口玻璃瓶里。你细心观察的话，会发现它的“鼻子”不在头部，而是在尾端，它常把腹部末端伸出水面进行呼吸。

大约呼吸一分钟，它再潜入水中游泳。这时候，你会看到它腹部末端拖着一个闪光的气泡。

这个气泡是从哪儿来的呢？

这就需要了解一下它的身体构造。龙虱也有两对翅膀。前翅质地坚硬，静止的时候覆盖在后翅上面，好像鞘一样，所以叫鞘翅。鞘翅下面是膜质的后翅，有飞行的能力。

鞘翅的边缘还有个特点：向下向里折了一个小窄边，就像水果罐头瓶盖的小边那样。这就把龙虱腹部的背面盖得严严实实的，鞘翅和腹部背面之间形成了一个扁平的小腔，叫做气腔。

气腔通向哪里呢？龙虱腹部两侧有八对呼吸孔，每个孔都跟气腔相通，尾端的呼吸孔是进气口。当它吸足气以后，就潜入水里。龙虱边吸氧气，边排出二氧化碳。气腔里的二氧化碳越来越多，慢慢由前向后移动，最后冲出气腔，在尾端就形成了一个气泡。

龙虱是在水里过冬的。冬天水面结冰的时候，它怎么办呢？你可以做个模拟冬天的冰层来实验一下。

在玻璃缸的水面下一指多深的部位，罩上一层窗纱或冷布（模拟冰层），龙虱只能在窗纱下面游泳。

你会看到，龙虱东游西窜，到处寻找浮到水面的通道。但是它始终也浮不出水面来。这时候它只好攀在窗纱上面，翘起腹部的末端，一会儿从腹部和鞘翅之间出现一个气泡，并且越来越大，就像吹气球一样。到一定大小以后，就固定不动了。这个气泡始终在腹部末端拖着，就像潜水员背着的氧气瓶一样。龙虱就靠这个“小气球”在水里呼吸。

这个气泡里面的气体，就是龙虱呼出来的，含有大量的二氧化碳。而气泡是由一层很薄的膜构成的，这层膜只能让气体分子通过，水分子却不能透过。换句话说，气泡内外的气体是可以自由进出的，这样二氧化碳就通过膜排到水里，而水里含的氧气就能通过膜进入气泡，再通过呼吸孔进入龙虱体内。所以龙虱只要背着这个气泡，即使在冰下也能对付。

龙虱是一种普通的大型甲虫，身长有 35 毫米左右。龙虱夜间大多潜伏在水草丛中，等小鱼游过来的时候，它突然捕食。所以，它是池塘养鱼的主要害虫，应该设法捕杀它。我国南方常把龙虱制成美味食品，供人们佐餐，这真是一举两得的好办法。

目前科学家们仿照龙虱的“气泡呼吸”原理，用硅橡胶薄膜，试制了一个二立方米的水下气室，这种橡胶薄膜也只能透气不能透水。它可以供应一个人在一段时间内的水下呼吸，以便在水中从事各种操作和研究工作。科学家曾经把一只老鼠放进这种气室，然后让气室潜入水下，老鼠能够正常生活。

3 哪个管吸，吸个管呼

捉来两只蝗虫，一只倒栽葱似的把它整个头部淹没在水里，而身体露在水面外；另一只蝗虫的整个身体浸没在水里，只把头部露出水面。

你想想看，是哪一个蝗虫先淹死呢？

答案会使你觉得奇怪，头露出水面的蝗虫先溺死了，而头淹没在水中的则安然无恙。这是怎么回事呢？

你用放大镜仔细地观察一只大蝗虫的身体两侧，都可以看到一排小圆孔，就好像我们从远处看见一条海船两侧的舷窗一样。

轮船的舷窗是给船舱旅客通风换气的窗口。蝗虫体侧的小圆孔，也是用来换气的“窗口”，叫做呼吸孔，也叫气门。蝗虫就用气门来呼吸。这些气门连接了许多小管子，小管子又有许多分支，遍布整个蝗虫体内。蝗虫体内的二氧化碳和空气中的氧，就通过气门进行交换。

蝗虫的胸腹部两侧，一共有十对气门。那么，这十对气门中，哪几对是呼气的，哪几对是吸气的呢？我们来做个简单的实验就知道了。

先配一些石灰水：把少量的石灰放在试管（或玻璃瓶）里，再加入10—15倍的水充分搅拌，水就变得混浊了。静置一段时间以后，石灰小颗粒慢慢沉下去，水又变清了。这时候，上面的清水就是配好的石灰水了。

你还可以用下面讲的方法来检验制得的石灰水是不是合格。把一些石灰水倒进试管中，用一根麦秆或塑料吸管，用嘴向里面吹气。如果石灰水由清变成混浊的白色，就证明石灰水是合格的。

把这种石灰水分别倒入两个试管（或小口玻璃瓶）里，开始做下面的实验：

捉几只蝗虫，剪掉翅和腿。剪两块比试管口径大一些的橡皮膜，中间开个小洞。把蝗虫插进小洞中，使橡皮膜正好箍在蝗虫的从前往后数的第四对和第五对气门之间。

再把两只套好橡皮膜的蝗虫，分别放进两个预先准备好的盛有石灰水的试管中。一只蝗虫头朝上，另一只头朝下。橡皮膜蒙在试管口，用细线捆紧，防止漏气。

不久，你就会发现：蝗虫头上朝上的那个试管里的石灰水，由澄清变成混浊的白色；而蝗虫头朝下的那个试管里的石灰水却没有变化，仍然是澄清的。

这说明，蝗虫胸腹部的十对气门中，前四对是用来吸气的，而后六对是用来呼气的。蝗虫呼出的二氧化碳和石灰水发生了化学反应，最后形成了白色沉淀的碳酸钙。

4 蚂蚁认路

你知道蚂蚁是怎样认路回家的吗？科学家通过许多实验，发现蚂蚁有好几种活动路标。

比较普遍的是气味路标。你看，蚂蚁走路的样子很像盲人。蚂蚁的触角跟盲人手里的竹竿一样，它每走一步，都要用两根“竹竿”不断地敲地，这也是在探路。

蚂蚁的触角比盲人的竹竿还灵。因为这对触角有两种功能：一种是触觉作用，通过触角接触外界，就能探明前面物体的轮廓、形态和硬度，以及前进道路的地形起伏等情况。这种作用跟盲人的竹竿完全相同。另一种是嗅觉作用，通过闻味进行识别。这是盲人的竹竿所没有的。原来，蚂蚁一边走路，一边从腹部末端的肛门和腿上的腺体里，不断分泌出少量的、带有特殊气味的化学物质，叫做标记物质，沾染在路上，留下痕迹。远离蚁巢的同窝蚂蚁，回巢的时候，就用它的特殊鼻子——触角，来闻着这条气味路标前进，这叫做“气味导航”。

下面请你做个小试验：

用手指在蚂蚁回家途中用劲抹擦几遍，破坏它原来的化学气味路标，或者放上一个卫生球，让卫生球的气味压盖标记物质的气味。这时候，你会看到许多蚂蚁爬到这个地方以后，顿时停止前进，就地乱作一团。因为它们一时间不到原来的气味，所以暂时迷失了方向。如果继续观察，你会发现，过不了多久，它们用触角互相碰，好像在交头接耳地互相转告：“前面的路标已破坏，得赶紧想办法”。它们走走停停，在周围兜圈子。最后，它们会设法绕过异味线，重新建立回巢的新路线。

那么，蚂蚁是用什么办法重建新路标的呢？一般是采用另一种定位手段。

那就是靠太阳的位置来导航，又叫天文路标。这个秘密，在很早以前就被法国昆虫学家法布尔发现了。好，下面也请你来试一试：

找一只拖着食物回巢的蚂蚁，用一个密不透光的纸盒把它扣上（火柴盒就可以）。这时候，请你顺着它原来前进的方向在地上划一个箭头作为记号。三小时以后，你再掀开这个纸盒，就会看到蚂蚁不按原来的方向前进，反而急急忙忙奔向另外一个新方向。这时候，你在这条新路上再划一个箭头。最后你用量角器量一下，发现新路和老路形成的夹角，大约是四十五度，正好是蚂蚁被关闭期间，太阳横越天空时移动的角度。可见，蚂蚁是用太阳的位置来定向的。

要说明的是，它原来前进道路上的气味路标，也可能仍然存在，也可能消失了，因为不同种的蚂蚁，分泌的标记物质残留时间的长短不同。这时候，不管原来的气味路标是不是在，它都可能利用太阳定向。

利用太阳来定向的昆虫很多，除蚂蚁外，还有蜜蜂、蝇类、金龟子等。在其他动物中，比如鲑和水蚤也用太阳定向。这些利用太阳的位置来定向的动物，主要是对太阳的偏振光非常敏感。因为阴雨天气，乌云密布的时候，太阳的偏振光仍然可以穿过云层到达地面。所以这些对偏振光敏感的动物，在坏天气里仍然可以用太阳来定位。

以上是蚂蚁认路最常用的两种路标。科学家认为，蚂蚁在认路时，这两种路标是交替兼用的。但在一般情况下，蚂蚁首先是用气味标记物质来认路

的。

最近，美国科学家已经搞清了一种蚂蚁的标记物质，叫做菲罗蒙素。这种物质具有很难消失的特殊气味，蚂蚁就是靠分泌这种物质来觅食和返巢的。科学家已经用人工方法合成了这种物质，并且用来灭蚁。美国东南部常遭受“利黑太尔”蚂蚁的袭击和破坏。如果用大量的杀虫剂消灭它们，会伤害周围有益的生物。如果在杀虫剂中加入人造菲罗蒙素，那么，就会把蚂蚁成群地吸引来，集中消灭，这样，只要用少量的杀虫剂就能收到非凡的灭蚁效果，而且减少了周围环境的污染。

据报道，美国哈佛大学生物学家霍特勃勒在研究非洲臭蚁的时候发现：蚂蚁还可以用图像作为路标。这种方法叫做“按图导航”。当时，特勃勒在非洲的森林中发现了这个现象，然后，他就把蚂蚁带回实验室。他在实验室的天花板上糊了一幅巨大的非洲森林阴影的透明图像，在图像的后面装有照明灯。实验室黑暗的时候，蚂蚁无法辨别回巢的方向；但是灯一亮，蚂蚁就顺利地返巢了。这说明非洲臭蚁确实是以森林阴影的图像作路标进行活动的。

5 萤火虫发光的秘密

尽管人们很早就对萤火虫有好感，而且用它来为人们做事情。但是，对于它为什么会发光，那还是近代科学家才弄明白的。经过研究发现，萤火虫的腹部有发光器，这个发光器由发光层、反射层和透明层三部分组成。发光层里有几千个发光细胞，细胞里有萤光素和萤光素酶，萤光素酶能够使萤光素和氧化合而发光。发光层就好比是电灯泡里的灯丝，而透明层就好比玻璃灯泡，反射层就好比灯罩。那么，萤光素发光时所需要的氧气是哪里来的呢？那是由发光器周围的气管供给的。氧气充足的时候，光就明亮；氧气不足时，光就暗淡，甚至不发光。这样就发出忽明忽暗的闪光来。

这种忽明忽暗的闪光对萤火虫生活究竟有什么意义呢？是用来照明吗？不是。如果用来照明，“灯”就应该放在前面。汽车后面有个尾灯，是发信号用的。那么，萤火虫的光是从腹部发出来的，这个“灯”是“信号灯”吗？它表示什么信号呢？请做做下面两个小实验，你就明白啦。

第一个实验：你用一张像图画纸那么厚的黑纸，做成一个圆锥形的纸筒。把纸筒的尖端剪去一点，成为一个极小的孔。把黑纸筒套在手电筒头上，用线捆紧。光线只能从纸筒尖端的小孔射出。

捉一只萤火虫，用棉线捆在稻秆上。在萤火虫发光的时候，打开手电筒，让细光柱照萤火虫的头部，结果，它的“小灯”就熄灭了；手电筒一关，“小灯”又亮了。如果用手电筒的光照它的身体，就没有这种反应。看来，萤火虫的头部是感知光线的重要部位。

第二个实验：捉一些没有翅的萤火虫，放在小笼子里，把小笼子挂在草地上方的树枝上。当萤火虫发出荧光的时候，就会招来一些带翅的萤火虫，它们也一闪一闪的开亮自己的“小灯”。

我们知道，大多数种类的萤火虫，雌虫没有翅，只有雄虫有翅。可见，亮“灯”是雌雄虫互相联络的信号。

近年来，科学家研究证明：萤火虫的闪光，实际上是用来招引异性的一种“灯语”，有点像水兵在舰艇上使用的“旗语”。

美国科学家研究了一百三十种萤火虫，根据它们发光的规律，共分成了四个类型。在每一种类型里，雌雄虫的发光又有自己的特点，当雄虫发出闪光的时候，雌虫就会发出一定的信号来回答，对方“明白”了，雌雄虫才靠近完成婚配。

萤火虫发出的光是一种冷光，它不会产生热。科学家根据萤火虫的发光原理，已经成功地制出了能发冷光的荧光粉，涂在日光灯管的内壁上。日光灯的灯丝通电以后，温度较低，只有四十多摄氏度，消耗的电能也很少，而发光效率却是白炽灯的四五倍。所以，日光灯受到人们的欢迎。

6 蛾子相会

绝大部分蛾子是夜间活动的。雌雄蛾子在夜空飞来飞去，准确无误地寻找配偶的现象，令人惊异。那么，它们是怎样找到对方的呢？

原来，不少动物都有一种神秘的联络信号——能够传递各种“语言”的气味。科学家认为这是世界上最古老的无声“语言”。现代科学家把这种传递信息的物质叫做信息素。信息素有许多种，跟繁殖有关的信息素叫做性外激素。

雌蛾在夜间飞舞的时候就会放出这种性外激素，雄蛾在几里甚至几十里以外都可以嗅到这种激素的气味，纷纷赶来相会。

早在几十年以前，法国著名的昆虫学家法布尔，首先发现了雌雄蛾子相会的秘密。当时，法布尔养了许多种昆虫，就在他的一只养虫笼里羽化出一只雌孔雀蛾，它是一种大型美丽的蛾子。这天晚上，他刚刚入睡，屋里却热闹起来，一下子飞进来许多雄孔雀蛾，它们有蝙蝠那么大，在屋里到处乱闯。一个晚上居然飞来四十多只，闹得法布尔全家无法睡觉。他看了半天才弄清楚，原来这些雄蛾是跟笼子里的雌蛾来相会的。一连几天，每个晚上都有一些雄蛾来跟雌蛾相会。

法布尔天天观察着，并且做了一些试验，进一步探索雄蛾找到雌蛾的秘密。最后，他发现雄蛾不是用眼睛看到雌蛾的，而是闻到了雌蛾发出的一种气味，雄蛾就追寻这种气味准确地找到了雌蛾。

雌蛾的气味是从哪里发出来的？在法布尔发现雌雄蛾相会的秘密以后的几十年中，人们一直在研究这个问题，直到几年前才弄清楚：在雌蛾腹部的末端有个腺体，能释放出一种叫做性外激素的化学物质，是它的气味把雄蛾从几里地以外招引过来的。

如果你有兴趣，想重复一下科学家的实验，就请你照下面的方法去做，造个假雌蛾，把真雄蛾招引来吧！

第一步，采蛹。采来一种蛾子的雌蛹（雄蛹腹面末两节的节线呈水平状，雌蛹腹面末两节的节间线呈倒“V”字形）25个，放在一个广口瓶内进行饲养（把瓶放在温度和湿度合适的地方）。

第二步，配制性外激素的酒精提取液。在蛹羽化成蛾子的第二天夜间两点钟（这时雌蛾分泌的性外激素最多），把雌蛾的腹部末端三节剪下来，放在盛有5毫升95度的酒精里，密封好，至少要浸泡两天。使用以前，要用玻璃棒或干净的木棍把浸在酒精中的雌蛾腹部捣碎。

第三步，做个假雌蛾。取一小张吸水性强的纸片，剪成雌蛾形状。

第四步，夜晚把浸有雌蛾腹部的酒精，滴在假雌蛾纸片上，挂在窗前，不久就会有雄蛾飞来。

因为假雌蛾的“身上”沾有真雌蛾的性外激素，雄蛾是追寻雌蛾性外激素的气味找来的。

现在，农业生产上用这种方法来防治害虫。农民用泡沫塑料小块，浸上某种农业害虫（如粘虫）的雌性外激素，然后每隔一定距离抽放一块，这样就可以在一定范围内使雄粘虫蛾飞向塑料小块，而跟真粘虫雌蛾错过相遇的机会（一般雄蛾比雌蛾羽化早）。这样可减少粘虫的产卵量，达到消灭害虫的目的。在缺乏电力供应的偏远山村，用这种方法代替黑光灯诱集捕杀蛾类害虫，更有实用价值。

稻瘿蚊是我国南方水稻的主要害虫之一。用其他方法防治比较困难。1975年，广东昆虫研究所做了性激素诱集雄瘿蚊的试验，效果比较好。他们在一个直径 35 厘米的水盆诱捕器里，放两只未交尾的雌瘿蚊。一个晚上可诱集 851 只雄瘿蚊，最多时可诱集 1300 只。诱集范围方圆六十米。

据研究，一只雌蚕蛾虽然只分泌 0.005—1.0 微克的性外激素，但是它能诱集 100 万只雄蚕蛾。

目前人们已查明了一百多种昆虫信息素的化学结构，以及信息素所引起的昆虫不同的行为特征。

7 平衡棒的奇功

尽管现代的飞机种类繁多，机型新颖，操纵自如，载重量大，速度快捷等等都是惊人的，然而，许多昆虫，比如蜻蜓、蜜蜂、蚊子、苍蝇等等，它们的飞行本领仍然是任何现代化飞机都无法与之比拟的。它们所具有的各种灵活机动的飞行技巧，比如突然掉头，定点悬空等，使许多航天工程师十分羡慕。

为什么昆虫有那么高超的飞行本领呢？科学家在实验中发现，苍蝇除了有一对翅外，还有一对已经退化成哑铃状的后翅，叫做平衡棒。平衡棒的基部有感受器。

科学家用仪器测得平衡棒的振动频率跟前翅的一样，但方向却相反，苍蝇在水平飞行时，平衡棒起稳定和平衡的作用。如果航向偏离了，平衡棒的振动平面的变化就被它基部的感受器所感觉由神经传到脑部。苍蝇脑部分析了这个偏离的信号以后，就向一定部位的肌肉组织发出“命令”，立即纠正偏离的航向。

下面用一个很简单的实验，来了解一下平衡棒的作用。

捉三只活苍蝇，分别装在三个小瓶子里。在一间明亮的房子里，把门窗关好，实验就可以开始。

第一个实验：把一只苍蝇一侧的平衡棒小心地从基部剪掉（这一点非常关键，否则影响实验效果），不要损伤其他部位。然后把苍蝇抛向空中，这时你会看到，苍蝇飞行不平稳，而且总向一边倾斜或拐弯，甚至它会很快地落在一个地方。受惊扰后，它还能起飞，但是比较困难。

第二个实验：取另一只苍蝇，把它两侧的平衡棒都从基部剪掉，然后抛起来放飞。这时候，它可能向前平飞，或向上直飞。你如果用苍蝇拍在它前面晃动，它不能及时转弯避开，结果就会东碰西撞，甚至会径直掉到地面上来。

第三个实验：把第三只苍蝇放飞，它飞行的十分自由，而且总是往明亮的玻璃窗上飞。一旦用蝇拍在它前方阻挡时，它能迅速绕开飞行，甚至突然掉头而飞。

从实验看出，平衡棒虽小，但在飞行中起着重要的作用。它是苍蝇的平衡器和导航仪。

科学家根据苍蝇平衡棒的导航原理，已经研制成功了一种“振动陀螺仪”。

它的主要组成部件好像一个双臂音叉，通过中柱固定在基座上。音叉两臂的四周装有电磁铁，从而能产生固定振幅和频率的振动，以模拟苍蝇平衡棒的陀螺效应。当航向偏离的时候，音叉基座也随着旋转，导致中柱产生扭转振动，中柱上的弹性杆也跟着振动，并且把这个振动转变成一定的电信号传送给转向舵。于是，航向就被纠正了。在这个基础上，还制成了高精度的小型“振弦角速率陀螺”和“振动梁角速度陀螺”。这些新型的导航仪已经应用在高速飞行的火箭和无人驾驶飞机上面，用它自动导航。

8 没有眼睛也能感光

眼睛对人和高等动物来说，是高度灵敏的光感受器。但对低等动物来说，它并不是唯一的感光器官，代替眼睛感知外界环境的器官是多种多样的。比如，大家比较熟悉的变形虫、草履虫、水螅等，它们都没有专门的眼睛。科学家发现它们对光都能产生相应的反应。

环节动物中的蚯蚓是无脊椎动物中比较高等的了，虽然它也还没有分化出眼睛这个专门的感光器官，但是它对不同强度的光线能够产生不同的反应：对弱光有趋光性，对强光产生背光反应而有回避现象。

我们的祖先早在两千多年前就记载了对蚯蚓的观察研究。但是比较系统和科学地研究蚯蚓的，那还是从十九世纪的英国著名生物学家达尔文开始的。

达尔文对蚯蚓的光感觉活动，做了许多有趣的实验。他把蚯蚓放在容器里，用颜色、形状和大小都不同的几种物体来试验。结果，不论物体怎么移动，都没有引起蚯蚓的任何反应。于是达尔文认为蚯蚓是个瞎子。

后来，他又将蚯蚓装在一个盒子里，在盒子的一面穿一个小孔，让光线从这个小孔透进去。经过几小时以后，装在盒子里的蚯蚓却爬到黑暗的一端去了。达尔文又用比较强的光来刺激地面上的蚯蚓时，蚯蚓就迅速地爬回洞里去了。达尔文试验，发现了一个有趣的现象：蚯蚓虽然没有眼睛，却有感觉光的能力，这就叫做“不用眼睛的光感觉”。

直到近代，经过动物学家的研究发现，蚯蚓的身体除腹面以外，其他各部分都有光感受器。这些感受器在口前叶和前端几节分布较多，而后端较少，它们都能辨别光的强弱。

动物学家还发现，许多动物似乎都有这种不用眼睛的光感觉。

下面我们通过实验来证明这个现象。

做一个长方形的、不带盖的木板盒（或用旧鞋盒），盒子的侧面相对地分别开一个圆孔，圆孔外面，用硬纸壳各做一个活动的圆盖。先把一只青蛙的两眼用黑漆涂上或用黑布蒙上，再把它放在平地上面，迅速用木盒把它扣上。这时候，把盒子侧面的一个圆孔打开，让光线从圆孔射进去。你从圆孔向里看，青蛙就会转身面对圆孔，而且向有光的这边跳过来。如果把圆孔关上。而开另一个圆孔，青蛙就会转向另一个圆孔，并且跳过去。

如果你怀疑上面的实验有漏洞，认为眼睛没有全遮严的话，那你还可以进一步这样做：

把青蛙的双眼剃去甚至把青蛙的大脑剪去（用剪刀沿口裂深处把头的上部剪下来，即成无头蛙）。用这只蛙重复上面木盒中的实验，一定会得到相同的结果。

是不是因为开了圆孔以后，由于空气的气流，引起青蛙的感觉呢？那么，你再这样做：

把两个圆孔都装上玻璃或玻璃纸，再安上盖。这样，把盖打开以后，光线照样能透入，而空气却进不去了。最后，你再重复上面的实验。结果仍然不变。这是因为青蛙全身的皮肤里都有感光细胞的缘故。

9 有趣的色变

动物的色变既有利于逃避天敌的袭击，也有利于捕捉食物。这是动物在漫长的进化过程中逐渐形成的特异本领。

青蛙也有这种奇妙的特性。它在绿草丛中是绿色的，在水稻田里往往是褐色的，在岩石涧溪中是棕绿色的。

雨蛙和树蛙是蛙类中的“变色龙”。一旦环境改变，它皮肤的颜色也随着发生变化。在白天或者在浅色物体上面，它的肤色是浅色的；而在阴暗的角落里，它的肤色会骤然变深；如果在干燥的环境中，它的肤色就变成苍白色的了。

下面我们做一个简单的实验，来观察雨蛙的这种“魔术”。

准备好五个罐头瓶（要用无色玻璃的罐头瓶或广口瓶），内侧衬上色纸。色纸的颜色分别用黑色、茶色、白色、黄色、粉红色五种（连瓶底也贴上）。然后，把五只雨蛙分别放进带色纸的瓶子里。再用硬纸片盖好（硬纸片朝下的一面也要贴上色纸并挖几个小孔，使空气流通）。以后，每隔二十分钟，你观察并记录一次蛙色的变化，结果见下页表：

从表中可以看出，在暗色的环境（如黑色和茶色），蛙色很快地随着环境的变化而变化；在浅色的环境里（如白色和黄色），蛙色几乎不变。

如果你把雨蛙的眼睛涂抹上黑漆，或用黑布蒙上，使它看不见外面的颜色，你再看看蛙的体色，又会有什么变化？

时间 \ 色纸	20分钟	40分钟	1小时	1小时 20分	1小时 40分	2小时
黑色	绿色变浅	灰色	产生黑色花斑	变成黑色		
茶色	绿色变浅	灰色	无变化	无变化	无变化	有浅黑色花斑
白花	无变化					
黄色	无变化					
粉红色	浅色粉红	粉红加深	进一步加深	再加深	接近色纸	粉红色

雨蛙的变色，是由于皮肤细胞里含有色素粒。当色素粒集中在细胞的一个点上的时候，肤色就变浅了；色素粒散开的时候，肤色就变深了。色素粒的变动和眼睛的感光有关系。当眼睛感到外界环境的变化以后，立即传到蛙的大脑。由大脑和体内激素的共同调节，蛙的皮肤就发生相应的变化了。

很早以前，达尔文就观察研究过动物的色变现象。在英国的工业城市曼彻斯特附近，他捕捉到了一种黑色的飞蛾，但是，在非工业区捕捉到的同类飞蛾，大多数都是白色的。达尔文发现，黑飞蛾（叫白色枝尺蠖蛾）本来大都是白色的。但是，在烟筒林立的工业区，煤烟很多，房屋、村庄都是黑色的。如果黑色飞蛾落在这些物体上面，就比白色飞蛾更不容易被鸟类等外来天敌所发现，黑飞蛾幸存下来的机会就多。相反，非工业区，则白飞蛾不容易被发现，就生存下来了。

经过长期自然淘汰的结果，工业区白色蛾被淘汰，黑色蛾被保留下来。非工业区则相反。达尔文把这种现象叫做“自然选择”。达尔文认为这是生物进化的结果，这种进化速度是非常缓慢的。

后来，人们发现许多动物都有色变的行为。避役是爬行动物，它能迅速地随着不同的环境来改变自己的体色。如果它站在灰褐色的石头上，它的体色就是灰褐色的，要是停留在绿叶树上，体色马上就变成绿色的了。

号称水中变色龙的章鱼，也是有名的变色能手。

章鱼是软体动物，它能够随着周围环境的颜色，魔术般地改变自己的体色。它乳白色的身体，可以变成暗红色、褐色、蓝灰色、紫褐色等等。这样在海水中忽明忽暗，变化莫测，使对方眼花缭乱，不可捉摸。达尔文也曾在浅海里见到一只小章鱼，它看到人以后，先在原地一动不动。然后它仿佛琢磨着要找一个安全的地方，偷偷地向前爬了几厘米，又停下不动。每次它占据新地形之后，都随着周围环境的颜色来改变自己身体的颜色。

动物变色的行为启发了人们。从本世纪三十年代开始，人们系统地研究了碱金属卤化物和碱土金属化合物中颜色变化的现象。目前全世界已经有上百种具有光色互变特性的物质了。军事上，人们考虑一旦发生现代化战争，首先就要保护眼睛。为避免眼睛受到核闪光和激光的侵害，要研制含有变色物质的保护装置，它可以在千分之几秒的时间内，使透光率从原来的 80% 迅速降低到 0.04%。

10 青蛙的人工冬眠

温带和寒带地区的许多无脊椎动物、两栖类、爬行类和哺乳类动物都有冬眠的习性。

一百多年前，美国科学家富兰克林在北极海旅行的时候，就发现了被冻僵的鱼受热后复活的事实；探险家罗斯在南极用蝴蝶的幼虫成功地作了“冻死”复活的实验。

冬眠是动物在亿万年的进化过程中，所形成的一套特异本领。这些动物随着环境温度的下降，食物的减少，用减缓新陈代谢的速度来抵御不利环境的影响，从而进入了冬眠。冬眠主要表现为不活动，心跳缓慢，体温下降和陷入昏睡状态。

下面我们来做一个人工模拟冬天的实验，看看青蛙在温度逐渐降低的时候，是怎样进入冬眠的。

先准备好一个大口瓶、一个洗脸盆、一些冰块、一些细沙和一只青蛙。在大口瓶底铺上一层一寸厚的细沙，把水注入瓶内，使水面离瓶口约一二厘米。再把青蛙轻轻地放在水里。为了防止青蛙跳出来，可用纱布蒙上瓶口，并扎紧。在纱布上留一个小孔，准备插入温度计。

然后，把装有青蛙的大口瓶放在脸盆里。这时候，你测量一下瓶内的水温，并记录水温和测量的时间。

再把碎冰块从少到多放在大口瓶的周围。这时候，你注意测量瓶内水温下降的速度（不要让它降得太快）。

瓶内水温开始下降的时候，你要仔细观察青蛙的活动状态，并且认真做好记录，直到青蛙停止活动，即进入冬眠。

一分钟以后，你把瓶子从冰水中立即取出，放在温暖的地方（千万不要放在热处），让瓶内水温慢慢回升。这时你要观察随水温回升青蛙行为的变化。什么时候它冬眠苏醒，什么时候又浮到水面进行正常的活动？所观察到的情况填入下表，这就是一份很有意义的科学研究资料。

一九九年月日青蛙的人工模拟冬眠实验

时间	温度	青蛙的行为	其他
时分		浮上水面的活动正常	
时分		活动开始减慢	
时分		潜入水底	
时分		开始挖沙土	
时分		停止活动，进入冬眠	
时分		冬眠苏醒	
时分		浮上水面	
时分		正常活动	

通过这个模拟冬天的实验，你可以大体上了解你所在的地区，青蛙是在某月某日开始挖土入穴，进行冬眠；又在某月某日开始苏醒，出穴活动的。

1930年，科学家曾作过这样的实验：把动物放在低温、中温（适合生长的温度）和高温的环境里，观察它们的生活情况，以便了解温度对生命活动

影响的程度。实验结果表明，动物在适宜的温度中，由于生长发育很快，新陈代谢活动比较旺盛，所以寿命最短；如果在高温环境里，动物生长发育有所延缓，继续升高温度时，动物就会很快死亡；当温度趋向低温的时候，动物的生长发育缓慢，新陈代谢降低，生命能够延长。

随着近代科学技术的发展，人们对动物冬眠的研究和应用已经取得了初步进展。目前在医疗卫生事业中，人工冬眠疗法已用来治疗腹膜炎、严重的肠梗阻、重烧伤、高烧、精神病、脑脊髓炎和破伤风等疾病，从而使人体在经受恶性刺激的时候，机体内部仍然能够保持平衡，有效地保存了生命。

在生产中，人们在无水的条件下，设法采用人工冬眠术，把活鱼运到数百公里以外的地方保持不死。国外曾有把捕来的鱼放在有少量催眠剂的水中养十几分钟，让它们经过“人工冬眠”之后，再装车外运。据报道，这种鱼运送了六百四十公里以后仍是活的。

高等动物是不是也能人工冬眠呢？现代科学回答是“可能的”。据 1975 年日本《科学新闻》报道：美国一所大学在低温麻醉实验中，曾经把十二只狗的体温缓慢冷却到 4 摄氏度，让它停止心脏和大脑活动两小时，然后开始让它们苏醒。

11 “听话”的青蛙

你见过“听话”的青蛙吗？我可见过。有一天，我到朋友家去玩，快到他家的时候，只见他两手各握着一只青蛙，向他家门前的水塘边走去。我们站在水塘边，只听他说了一声：“向右转圈。”话音刚落，就见他把右手握着的那只青蛙扔进了水塘。还真灵！这只青蛙向右斜着身子，不停地向右转着圈游泳。接着，他又说了声“向左转圈”。又把左手里的那只青蛙扔进了水塘，这只青蛙的身体又向左歪斜，乖乖地向左边一圈一圈地游了起来，活像杂技团表演跑马节目一样。

当时，我很纳闷：这两只青蛙为什么能听懂人的话呢？

原来，每个人都可以叫青蛙“听话”。你想知道这里边的秘密吗？请你这样做：

先给青蛙做一个小手术。随便找一块木板，把青蛙四脚朝天地用大头针固定在木板上（只钉趾蹼，不要刺伤骨头），也把它上颌用一个大头针钉在木板上；用曲别针把下颌勾住以后，再用一根线穿进曲别针里尽量把下颌向后拉，使青蛙的嘴张大。这时候，你就可以看到青蛙的口腔靠近咽的两侧，各有一个圆鼓鼓透明部分，这就是青蛙的内耳部位，里面白色的东西是耳石。

然后，再把青蛙翻转过来，让它背部朝上，同样用大头针把它固定在木板上，用锥子在它的内耳部位（约在鼓膜内侧，就是图中划X的部位）刺进去，再搅动几下，注意不要刺得太深，以免损伤周围的血管和神经。只要看见流出一种白色的液体，就证明把耳石破坏了。好了，这个小手术就算做完了。

如果你要青蛙向右转圈游泳，就破坏它的右侧耳石；要青蛙向左转圈游泳，就破坏它左边的耳石。

也许你会问，耳朵是听声音的，怎么管起身体拐弯的动作来了？好，请你这样实验一下：站在原地朝一个方向使劲旋转，转十几圈以后，立即站住，在会有什么感觉？然后，你向反方向转几圈再停住，又有什么感觉？

许多人都这样转过，可能感觉是相同的。第一次转圈停下来时会觉得天旋地转、东倒西歪站不稳。第二次向反方向转了几圈，再停住的时候，头昏的现象就大大减轻了。这是什么原因呢？

这要从耳朵的构造和机能说起。人的耳朵分为外耳、中耳和内耳。耳廓和外耳道是外耳部分，中耳又叫鼓室，是外耳和内耳之间的小腔。内耳由耳蜗、前庭和半规管三部分组成，构成了一个复杂的管道系统，里面装满了淋巴液。内耳的三个部分当中，耳蜗管听觉，而前庭和半规管是专门管平衡感觉的。前庭的内壁有耳石，半规管的内壁有许多毛细胞，耳石和毛细胞都泡在淋巴液里。当你朝一个方向旋转的时候，管腔里的淋巴液也朝着一个方向流动。虽然你已经停止旋转，淋巴液却不能马上停止转动，还要继续朝原方向转动一段时间。淋巴液的流动，又刺激了耳石和毛细胞。这种刺激再通过神经传给大脑，就使人感到还在转动，并且觉得眩晕。要是向反方向旋转几圈，淋巴液受到一种反方向的力，就会逐渐停止转动，眩晕的感觉就减轻了。

通过这个简单的实验也许你就清楚了，青蛙的耳石是管平衡的部位，耳石受到破坏，青蛙的活动就失去了平衡。

所以，青蛙的右侧耳石被破坏，青蛙失失了平衡，身体总向右偏，形成

了向右转圈。它左侧耳石被破坏，则向左转圈。青蛙就是这样“听话”的。

12 鸡也能辨认红绿灯

马戏团的动物舞台上表演的时候，个个都很听话，一切动作都能按教练的指挥来完成，十分逗人喜爱。

这种动物的杂技表演，还是我国的传统节目哩！据古书记载，在宋朝的时候，杭州的动物杂技表演就很受欢迎。当时，杭州的训练人员把龟、鳖、泥鳅、鱼之类的水生动物养在一个大水池里。表演的时候，教练在池边叫某种动物的名字。叫到哪个，哪个就浮到水面上来。这时候教练又加上敲铜锣的节拍来作为信号，每个动物戴上一个假面具按照节拍而舞起来，舞毕沉回水底。教练对每一种动物的表演都是经过千百次成功和失败的训练，最后才取得成功的。

国外也有这样的事实。1904年夏季的一天，在一个德国农民的院子里，有一匹名叫汉斯的枣红马正在表演算算术。同众们喊道：“15减9是多少？”马抬起了它的一只前蹄开始蹴地，一、二、三、四、五、六，就停住了。接着人们又出了简单的加法、乘法、除法，汉斯都会做。

现在，我们也可以训练一些动物来表演某个动作。下面向你介绍一个公鸡“辨认红绿灯”的训练过程。

选择一只当年的、体重半斤左右、活泼、健康的小公鸡。然后，做一个养鸡和实验用的木箱子。

训练分为三步来进行。

第一步，把鸡放进木箱以后，头两天，让鸡先熟悉环境。每天喂三次，每次都先在茶缸里放上三粒高粱（或稻谷、玉米、大米等鸡爱吃的食物）。鸡吃完这三粒粮食以后，马上把食盘外侧的已经放好食物的食槽旋转到箱内去，让鸡好好吃一顿。这样经过一两天，鸡就熟悉了茶缸、食盘、水碗等的位置了。

第二步，从第三天开始，每次喂食以前，先开亮绿灯，大约10秒钟，在茶缸里再放三粒粮食，鸡吃完以后，马上再把装有食物的食槽旋转到箱内。注意，每次的食量要控制好，不要让鸡吃的大饱，喂八分饱即可，控制食量是实验成败的关键之一。另外，放入茶缸的食物每次要固定三粒，不要有时多有时少。每次喂食，还要有固定的顺序，先开绿灯，放三粒粮食，最后再转食盘。经过一个多月的训练，你就可以发现，鸡对绿灯已经建立起来一种给食的信号联系。只要你一开绿灯，鸡就会马上到茶缸里啄三下，然后再转身到食盘边等食。鸡似乎已经意识到，绿灯一亮，吃完了三粒粮食后，就会有更多的好吃的食物。

这时候，你还要继续喂养四五天，让鸡牢固地“记住”绿灯的含义。

第三步，在每次喂食前，先开红灯，鸡也可能先去啄三下茶缸，但是，食盘里是空的。然后关掉红灯，10分钟后再开绿灯，鸡吃茶缸里的三粒粮食，再转动食盘，喂鸡。

这样训练许多次以后，鸡似乎“记住”了：红灯亮没有东西吃，绿灯亮了才有吃的。鸡就对红灯产生了抑制反应。只要你开绿灯，鸡就啄茶缸三下；开红灯，鸡就不动。

这时候，你就可以把鸡连同木箱一起拿到公共场所去表演了。

鸡和其他动物一样，看见东西就会吃；而且食物到了胃里以后，立即引起胃液的分泌。这些都叫做非条件反射，是动物生来就有的本能活动。这种

本能活动是由于神经系统对食物产生的有规律的一种反应。

在训练过程中，加上了红灯和绿灯，成为鸡吃食的附加条件，也就是鸡吃食的条件刺激。这样，本来红绿灯和鸡吃食是毫无关系的两件事，如果把灯的条件刺激和食物的自然刺激多次的同时出现，最后，就会形成由于这个条件刺激而产生的条件反射。使鸡一看见绿灯，就去吃三粒粮食，再去吃许多食物。这个理论就是俄国伟大的生理学家巴甫洛夫创立的条件反射学说。

正因为他开辟了高级神经活动生理学的研究，在 1904 年获得了诺贝尔生理和医学奖。

动物经过训练以后，不仅可以充当各种“杂技演员”，还能够为人们做许多事情。比如，警犬帮助公安人员侦察敌情，破获复杂的案件。

最近，苏联有关部门利用鸽子敏锐的鉴别力，训练鸽子成为“检验员”。在生产小铁球的工厂里，鸽子密切地监视着铁球的生产过程。当它发现不合格的铁球时，就会用嘴啄一下小铁片。这时候，跟小铁片连接的信号灯立即亮了，工人就会马上处理废品。与此同时，鸽子很快会得到少量的食物奖赏。据统计，一只鸽子每小时能检验三四千个铁球哩！

13 变形的蠼螋

有些昆虫的特性会让人感到吃惊。你见过臭虫吗？它是半翅目的昆虫，吸饱人血以后，就藏在墙缝、床板缝隙或桌椅的缝隙内，这时候它的身体只有被挤着才舒服，这种特性叫做向触性。具有向触性的昆虫并非臭虫一种。

蠼螋 [qú sū]，是一种昼伏夜出的昆虫，在院子里的花盆下面常常可以找到。它身体长形，头上有灵敏的丝状触角，背部有两对翅，前翅较小，略呈方形；后翅大而薄，呈扇形，平时折叠起来藏在前翅下方。尾端有一对角质的尾铗，因而它有个别名叫做“火铗子”。晚间它就出来顺着墙根爬行，找些小虫吃。对人来说，蠼螋的益害都不明显。但它的向触性特征非常突出。

向触性是个非常有趣的行为，但是往往被人们忽视。下面请你认识一下蠼螋的向触性吧！

先准备好几种容器：大口玻璃瓶，方底的容器（最好是边长超过 10 厘米的玻璃器皿）各一个，每种容器都用黑纸做个罩，用来遮光，蠼螋两只，镊子一把。

捉到蠼螋以后要分别单放，不然，食物缺少的时候，它们会互相残杀。

你把蠼螋放在瓶子里，它会在瓶中乱跑，过了一会儿，似乎它对环境熟悉了，就安稳下来了。每天，你用苍蝇或其他小型的昆虫去喂养，要注意带翅的昆虫一定要把翅剪掉。白天用黑罩的把容器罩上，黄昏以后取下来，渐渐地把罩暗的时间缩短，以便过渡到白天就可以观察蠼螋的活动。当然，白天不要把它放在阳光直晒的地方。饲养几天以后，你就可以发现，它总是用身体的一侧紧靠在瓶壁上面，在圆瓶中身体呈弧形，在方瓶中身体就呈直线形。无论你怎么试图叫它离开，最后它还是要跑到瓶壁那里紧靠着，似乎它感到这样才安全、舒适。

蠼螋夜晚出来的时候，也总是贴着墙根快速爬行或静候猎物的到来。每当发起攻击以后，就用尾端的铗子夹住猎获物，并且经过背面弯向前端，送到口中咀嚼。这是一种不用学习就会的本能行为。

希望你对身边的小动物多加观察，用脑思索，探个究竟，就会发现许多容易被忽视掉的奥秘！

做昆虫实验，就离不开养虫器，顺带向你介绍一种简单实用的养虫器。

最好用圆底的大口玻璃瓶（或玻璃缸）做养虫器。先用肥皂水把玻璃瓶涮洗干净，再用清水涮两遍，擦干。用黄土、黑土加些沙子掺合成三合土，加水拌湿，手捏成团后指缝间不滴水为适宜。把三合土放在瓶中，随放随压实，放土到瓶高的五分之一左右就可以了。压实平整后的土具有一定的湿度，此后在饲养过程中，要注意使土保持湿润，以便在饲养中适应虫体的正常生理需要。

在养昆虫的时候，瓶口应该用纱布盖好，纱布以两层为好，折成方形，要大于瓶口，最后用细绳扎紧。

如果养虫的瓶子比较多，应该在瓶外贴上标签，以便做记录和防止出现差错。

还要注意养虫瓶里的清洁卫生，最好每天清除一次。

把昆虫吃剩下的食物残渣和虫屎及时清除，防止它们在养虫器内发霉腐烂，影响实验昆虫的健康。

做个标准的养虫器是非常重要的。只有昆虫能够正常地生活，才能保证

实验顺利地进行，才能取得正确的实验结果。

14 鱼的呼吸

在炎热的夏天,为什么有些鱼(尤其是金鱼)有时会把嘴露出水面来呢?这是因为水被污染,氧气少了。现在我们就用一些简单的设备来做几个小实验,看看鱼的呼吸和哪些条件有关系。

把一尾金鱼放在有水的试管里,再把试管放在水槽里。试管的大小要看金鱼的大小来定,不能太大,也不能太小。让鱼在里面有一定的活动余地,但它又调不过头来为正好。因为它一转头,就会扭转身体,这就不便观察鳃部的运动了。

鱼进入试管以后,就开始数每 15 秒钟内鳃运动的次数(一张一闭算一次)。这样连续数三次,再算出平均数。

让槽里的水温分别在 10、15、20、25、30、35、40 摄氏度的时候,数出鱼鳃运动的次数。注意:每变换一种温度,都要等到试管里的水温达到指定温度以后,才能开始测定鱼的呼吸次数。调节水温的时候,可以把试管倒放在水槽里,通过调节槽里的水温来改变试管里的水温。最后把不同温度下观

呼吸次数	实验次数			平均次数
温度	1	2	3	
10 ℃				
15 ℃				
20 ℃				
25 ℃				
30 ℃				
40 ℃				

察的结果填入下表。

从表中你会发现,金鱼的呼吸跟水温的关系是密切的:金鱼对水温很敏感,随着水温的上升,呼吸次数也增加;温度升高到 35—40 摄氏度时(即炎热的夏季),呼吸次数反而减少。这是因为高温缺氧时它消耗了大量体力,而形成呼吸窒息现象。下面我们再看看金鱼运动量和呼吸次数的关系。把金鱼放在玻璃缸或水桶中,先观察记录自然安定状态下一分钟内鱼的呼吸次数。再用玻璃棒朝一定的方向搅动,形成一个水流。搅一分钟,再数一数一分钟内鱼的呼吸次数。然后,分别搅动 3 分钟、5 分钟、10 分钟以后,鱼在一分钟内的呼吸次数。最后分别记在下表里:

呼吸次数	1	2	3	平均次数
自然状态下				
搅动 1 分钟				
搅动 3 分钟				
搅动 5 分钟				
搅动 10 分钟				

你从表中可以看到:如果鱼的运动时间增加,呼吸次数也增加;可是,运动 10 分钟以后的金鱼,呼吸次数反而减少,而且浮到水面来呼吸。这是因

为运动量增加以后，氧气的消耗量也增加了，造成供氧不足，产生疲劳。

还可以观察一下水中溶解物质的多少跟金鱼呼吸次数的关系。

准备好四个鱼缸或者广口瓶 A、B、C、D。先在四个缸里分别倒进 500 毫升清水，然后，在 B 缸里加 5 克食盐，C 缸里加 15 克食盐，D 缸里加 50 克食盐。把它们都放在屋子里。

把一尾金鱼放进 A 缸，马上测定它的呼吸次数。每隔五分钟测一次，把每次一分钟内的呼吸次数记录下来，共测定五次，分别把结果填入下表，然后把鱼从 A 缸捞出来，放进 B 缸。也同样进行呼吸次数的测定，也把五次测定的结果分别填入下表。再依次放进 C、D 缸里。用同样方法制定并记录结果，填入下表。

浓度食盐水	A 清水食盐水	B1 %食盐水	C3 %食盐水	D10 %食盐水
1 分钟				

你从表中可以发现，在 1%的食盐水中，鱼的呼吸比较正常，对鱼的呼吸影响不大。但 3%的食盐水对鱼的呼吸影响就比较明显了。10%的食盐水影响就更大了。

在浓度高的盐水中（3%或 10%），金鱼坚持不到二十分钟，就开始停止呼吸（鳃盖不动、腹部朝上）。这时候赶紧把鱼捞出来，放到清水中，金鱼很快会恢复呼吸的。

从上面实验可以看出，溶解在水里的物质越多，对水生生物的呼吸影响就越大。

池塘养鱼的时候，饲养员看到出现浮头现象以后，就抓紧补充新鲜的水，保证鱼能正常地生活，也是这个道理。

15 鱼能辨别颜色吗

鱼能不能辨别颜色呢？这是许多人不大清楚的问题。请你做个小实验来求得答案吧！

你设法养几尾小鱼。每次喂鱼的时候，都用一个蓝色的碟子装上饵料放进鱼缸。久而久之，鱼一看到蓝碟子，即使上面不放饵料，它也会很自然地游过去；如果你把红碟子放下去，同时用棍子或其他东西来戏弄它，经过一段时间以后，鱼一看到红碟子，就乱逃乱窜。

如果你养了几种小鱼（鲤、鲫、鳊、泥鳅或者热带鱼），还可以做这样的实验：

在每个鱼缸里，用吸管轻轻地滴进几个鱼虫。你会看到，不同种的小鱼，捕食鱼虫的距离不同；如果放进去几粒木屑，小鱼捕食的距离也不同；还可以在室内明暗不同的地方对小鱼的视力进行测试，也会发现它们的视力是有区别的。

通过以上简单的实验，证明鱼是能够辨别颜色的。科学家利用各种各样的鱼进行实验，发现有些鱼能辨别出红橙黄绿蓝靛紫七种颜色，尤其对红蓝两色，大多数鱼类能够敏锐地辨别。潜水服大多采用红蓝两色，也是根据鱼眼能辨色的道理。比如，鲨鱼害怕红色，潜水员穿上红色的潜水服就能保障自身的安全。

科学家用不同颜色的光，对鱼类进行试验，发现鱼类不仅可以辨别各色光，而且对各色光还有不同的反应，特别是鳕鱼、鲭鱼等对色光更为敏感。比如，在短波光线（如紫光、蓝光、绿光）作用下，鱼的行动就很活泼，活动范围也比较大；而在长波光线（如红光、黄光）作用下，鱼的行动就变得迟钝了，活动范围也变小了，这时鱼群就都集中在灯光附近。

人们掌握了鱼类对光线的反应特性以后，对渔业的发展很有帮助。渔民把长波的红灯放在水下，鱼群很快聚集前来，然后，人们用拖网或围网进行捕捞。从五十年代起，人类已经利用灯光捕鱼，大大提高了产量。沙丁鱼类和蓝圆鲹（鲭类）就是灯光捕捞的主要对象。

16 蝌蚪的尾巴哪里去了

蛙类在生长发育过程中有变态现象。雌蛙产的卵，孵化出来的是一种长尾巴的小蝌蚪，但是长到一定阶段以后，小蝌蚪长出了四条小腿，而尾巴却逐渐萎缩不见了。这个长尾巴哪里去了呢？你不妨亲自饲养一些蝌蚪，认真地观察一番。

每年春天，在稻田或池塘里最容易找到蛙卵。采集时要注意区别青蛙卵和蟾蜍卵。青蛙的卵是由卵胶膜包裹着的，形成单独的小圆球，一个个的卵球再聚集成团，这叫卵块。蟾蜍卵外面的卵胶膜形成圆长的带状，卵在其中排成行，就像一串串黑色圆球包在长长的胶囊中一样。

把采来的卵块分成小块，放入广口瓶（或旧脸盆、废罐头瓶等），在室温下饲养。瓶内水深最好在四五厘米，不要超过十厘米，否则容易缺氧。三四天换一次水，大约经过一星期左右，卵就孵出小蝌蚪来了。

蝌蚪出齐后两三天，要换第二次水，水深到十厘米，并放些水草。水最好用新鲜的天然水，比如井水、溪水、池塘水等，如果用自来水的话，需要预先放在太阳下晒一天，除去氯气。饲养蝌蚪的最适水温在 12—22 摄氏度之间。水温高于 25 摄氏度时，它就不爱吃东西了，会影响生长。

刚开始只给蝌蚪喂些蛋黄粉，三天以后，需要在水底放进一些泥土（最好是在采集蛙卵的水池中去取土），泥土里有不少微小生物可供蝌蚪吃。还要供给些活鱼虫或小鱼小虾，馒头渣等，但用量要少，以保持水质的清洁。

如果发现大部分蝌蚪挤到水面来呼吸，很少到水底取食的话，说明水里氧气不足了，赶快换水。最好每天换一次水，至少也得隔天换一次。水中的泥土可以一周更换一次。

这样饲养一个月以后，有的蝌蚪就开始变态了。先看到在蝌蚪尾巴的两侧，开始伸出两个小突起，这两个突起越来越大，而且透明，可以看到里面的构造。你注意看它两边的突起是同时生出来的吗？以后这两个突起慢慢变成了两条后腿。接着，身体的前端两侧，也开始长前腿了。请你注意，它们在后腿长出以后，相隔多少天后，才开始长前腿呢？四条腿都长出来以后，尾巴还有吗？尾巴是怎么消失的？你通过饲养和观察，就会弄清楚：尾巴消失和长出四条腿是同时进行的。腿一边长，尾巴逐渐萎缩。

蝌蚪长出四肢以后，体形逐渐由圆变扁，口变阔，背部出现条纹。但是，长出前腿才是变态的决定时刻。这时候蝌蚪脱掉唇齿，长出大口，开始用肺呼吸，由吃杂食性食物转变成吃陆地上的动物性食物了。由于它的身体构造和生活习性发生变化，饲养方法也要相应地改变。

你可以在水面上放些小木片，让幼蛙爬上去休息和呼吸，不然幼蛙会淹死的。

幼蛙会蹦跳的时候，你就可以把它捞出来，放进木盆或旧脸盆里来饲养。在盆底铺上草皮（到水池或水塘边去铲些带土的草皮）。盆上可以用一块旧窗纱盖上，防止它跳出来。你经常用课余时间到草地捕些小昆虫，放到盆内草皮上。草皮的一角放上一盘水。这时候你可以侧重观察一下：小青蛙最喜欢吃哪些昆虫。从而思考一下：为什么说青蛙是人类的朋友？

我国已故著名科学家童第周教授，在小时候就曾经对青蛙变态产生浓厚的兴趣。他进行了大量的观察和研究。二十八岁那年，他到比利时留学。有一次，他的老师布拉舍教授要做一种剥除青蛙卵膜的手术。这种手术很难做，

布拉舍搞了好几年都没有成功，而从小就喜欢养蝌蚪的童第周却不声不响地做成了。当时布拉舍高兴地说：“童这个小个子真行！”

这件事给了童第周极大的鼓舞。从此他深信“中国人也不笨”。回国后，正值抗战时期，工作条件极端艰苦，他连培养青蛙卵的玻璃器皿都没有，就用粗陶瓷碗和酒杯来代替。他踏遍田野，采来许多蛙卵，和他的同事们做了许多有关蛙胚的实验，观察蝌蚪尾巴的变化。最后得到的结果和你实验观察的结果一样。

三、微生物篇

1 自制酸奶

吃过酸奶的人都知道，芬芳扑鼻的酸奶不仅味道甜美，营养又十分丰富，很容易被消化吸收，是男女老幼都喜爱的营养食品。

据说酸奶最早起源于保加利亚。过去保加利亚有许多游牧的色雷斯人，他们常常把灌满羊奶的皮囊背在身上。由于体温的作用，奶常常变成为豆腐脑状。如果把少量发酸的奶倒入煮过的奶中，它就会“传染”给新鲜的奶，使煮过的奶也全部变酸。

开始，人们都不敢喝这些酸奶。后来，胆大的人尝了尝，发现酸奶不但能喝，而且味道还不错。于是他们就不断地寻找加工酸奶的新方法：有的在奶中加酸面包，有的在奶中加带酸味的野生植物使奶变酸。这就是最早人工制造的酸奶。

1784年，有两个土耳其人把保加利亚的酸奶传到美国，后来又传到欧洲。但是因为酸味太浓，甜味不足，所以长期没受到人们的重视。

本世纪初，俄国科学家伊·缅奇尼科夫在研究人类长寿问题时发现：人的大肠内非常适合腐败细菌的生存，而腐败细菌正是造成人类早衰、减寿的重要原因。为了对付这种细菌，他曾调查过许多国家老人的长寿情况。在保加利亚，他发现每千名死者中就有四名百岁上的老人。而他们生前都喜爱吃酸奶。后来，他在保加利亚的酸奶中发现一种细菌，它能有效地消灭大肠内的腐败细菌。他就把这种细菌叫做“保加利亚乳酸细菌”。

西班牙商人伊萨克·卡拉索知道了这个秘密以后，就设法从保加利亚和德国巴斯德学院买来了菌种，开始生产酸奶。并且还作为长寿药在药房出售。

第二次世界大战爆发以后，卡拉索又在美国建立了一家酸奶厂，开始把酸奶作为食品公开出售。因为酸奶的味道酸甜可口，爱吃的人越来越多，渐渐成了一种大众化食品了。

我国公元六世纪出版的古农书《齐民要术》中，也详细记载了用羊奶或牛奶制酸奶的方法。并且已经认识到用酸奶接种鲜奶即可制成，这和今天我们用的方法很相像。当时还认识到温度对制酸奶是个很重要的因素。只不过后来没有进一步研究推广。

我们自己能不能做酸奶呢？能！方法也很简单，你可以试一试。

用鲜奶做酸奶。

把一瓶（半斤）鲜奶放入小奶锅，加入一两匙白糖，煮开以后，盖上锅盖，凉到35摄氏度左右（即不烫手），把这温奶倒入一个预先准备好的、并用开水烫洗过的、洁净带盖的容器（饮水杯、茶杯、茶缸、罐头瓶等）里。然后加入两三匙买来的酸奶作为菌种，而且搅匀后盖严实。用毛巾或棉絮把容器包起来，放在30摄氏度的环境中（暖气片旁边或炉灶旁边）发酵。一般情况下发酵八个小时，奶汁便凝固并产生酸香味。这时候酸奶就做成了。你可以把它放进冰箱或冷水中冷却，吃起来就更加可口了。

用奶粉做酸奶。

在缺少鲜奶的地方，也可以用奶粉来做酸奶。取一两全脂奶粉，加八钱白糖，用一斤水调成甜奶汁。煮开以后，取下奶锅，盖上盖，凉到不烫手的时候，就可以倒入准备好的容器里，加入两三匙酸奶作为菌种。发酵时间也

是八小时左右。

用含糖的速溶全脂奶粉做酸奶，奶粉用量要多一些，糖量要少一些，其他过程完全一样。

请你注意：不管是用哪种方法做酸奶，自制的酸奶也可以当作菌种。不过连续使用两三次后，就需要换用买来的酸奶作菌种了。

为什么要换用菌种呢？因为买来的酸奶里加进了人工培养的“保加利亚乳酸细菌”的纯菌种。这种菌在奶里生长繁殖的时候，能够把奶里的乳糖变成乳酸而使奶产生酸味；它还能够把奶里的蛋白质分解成各种氨基酸而使奶产生芬芳滋味，从而提高了奶的营养价值。这样，做成的酸奶里就繁殖了大量的乳酸细菌，可以用来当作菌种。但是在自制酸奶的过程中，由于消毒灭菌不严格，难免带进杂菌。经过一次又一次接种，杂菌量会不断增加，所以为了保证自制酸奶的质量，必须换用纯菌种。

2 自己做泡菜

假如你吃过泡菜的话，一定忘不了它那鲜艳水灵的色彩，香脆而咸辣、酸而不涩的味道吧？的确，泡菜是我国人民爱吃而又经济实惠、容易制作的食品。

泡菜是酸菜的一种，新鲜蔬菜制成酸菜以后就不容易腐败，能保存很长时间。我国人民食用酸菜的历史有几千年了。

怎样做泡菜呢？不妨按下面的方法试试看。成功了，你就可以吃到自己亲手做的泡菜了。

最好到商店里去买一个泡菜坛。如果买不到，也可以用小口的坛子或大玻璃瓶。当然，密器得洗得干干净净，尤其不能有碱和油，把刚烧开水灌进坛内，直到坛子的三分之二（如果是玻璃瓶，就应该灌凉开水）。再放进食盐（每斤水加一两盐就行了）和一匙白糖，让它们溶化在水中。等到水凉了，再加进洗净的带皮的萝卜条，把容器盖上。如果是泡菜坛，不要忘记在口沿里加上水。两三天以后，夹出一块萝卜条来尝尝，如果酸了，这坛子泡菜卤就算做好了。如果还不酸，可以再加糖进去，盖上盖子再等一两天。

做完了泡菜卤，就可以往里面加进你想吃的各种蔬菜了。如果你能吃辣，就放进几只辣椒，没有鲜的，干辣椒也可以。放点嫩姜和花椒进去，味道就会更好。从放进生菜到取出来吃，一般要两三天。天气热的时候，时间短些，天冷时就要长些。皮厚的菜时间长些，嫩菜泡的时间要短些，白菜叶子就更不能泡久了。不同的蔬菜也应该采取不同的加工方法，比如泡柿子椒，要先摘去柄和挖出籽，洗净凉干，再用牙签扎一些小洞；蒜苗洗净后要掐成小段；豇豆可以扎成捆。因为生菜上可能会有寄生虫卵，所以应该仔细洗干净以后再泡。

按照这种方法，可以泡一些，吃一些，常换菜。换一次菜，应该往里加一些盐。并注意取菜时用干净的筷子，取完以后赶紧盖上盖，泡菜卤就可以连续使用下去，而且泡出的菜越来越好吃。

泡菜为什么会酸而带香味呢？假如取一滴泡菜卤放在显微镜下观察，可以看到像小木棍一样的细菌最多，还有一些卵圆形的细菌和个儿大得多的酵母菌。那种像小棍一样的，叫做乳酸细菌。它能把蔬菜里的糖、淀粉变成乳酸。泡菜的酸味，主要就是乳酸细菌的贡献。乳酸细菌还可以产生出乙醇和醋酸等化合物，这些化合物彼此起作用，会形成许多种有香味的物质，使泡菜带有特殊的香味。

乳酸细菌不大需要氧气，是一种微需氧微生物，所以坛子加盖之后跟外界空气隔绝了，照样生长得很好。在氧气不多的情况下，它能大量繁殖，使泡菜卤很快变酸了。其他有害的或使蔬菜腐败的细菌，在氧气很少又比较酸的环境下很难长起来，这就使泡菜成为贮存鲜菜的一种方法了。乳酸不仅能够保护蔬菜中的维生素，而且它本身就是对人体有益的一种物质。所以泡菜是一种既富于营养又很卫生的美味食品。

有时候泡卤上会浮起一层白膜，这是酵母菌长起来了。这时候的泡菜就不好吃了，在里面加点白酒，白膜可能就会消失，如果除不掉，这种卤就只好倒掉了。注意白酒不可加得太多，否则连酸细菌也会被消灭了。防止生白膜的好办法是勤加新鲜菜，因为新鲜菜加进去以后，坛子里的氧气能够较快地减少。

总之，泡菜的成败关键是能否让乳酸细菌大量生长起来。只要你掌握好加进的糖量，控制好氧气量，并且严格消毒，不让别的细菌和油污混进去，你就可以连续不断地吃到亲手做的泡菜了。

3 米饭变甜酒

用粮食酿酒，先得把粮食中的淀粉分解成葡萄糖（这叫糖化），再使葡萄糖发酵生成酒精（这叫酒精发酵）。我国酿酒跟西方各国所用的方法不同：我国是用“曲”酿酒，而西方是用麦芽和酵母菌。用曲酿酒的时候，因为曲中既有起糖化作用的霉菌，又有起酒精发酵作用的酵母菌，糖化和酒精发酵两个过程连续而又交叉地进行，粮食就变成酒了。这种酿酒方法叫做复式发酵法，酿成的酒香气浓郁，风味醇厚。不经过蒸馏的就是甜酒，因为其中既有酒精，又有糖。

我国用霉菌酿制米酒的历史，有文字记载的，可以上推到公元前十世纪，当时国王喝的酒就是用米酿成的。东汉时曹操还向皇帝写过关于用米酿甜酒的报告。《齐民要术》中也详细记载了用米做甜酒的方法。到了宋代，用米酿酒的方法更多了，技术也更高明了。直到上一世纪末，法国科学家研究了中国的酒曲，才知道用霉菌糖化淀粉制酒的技术。至今还沿用“淀粉发酵法”来生产酒精呢。

经过近代科学家、特别是我国微生物学工作者的研究，现在已经知道：制甜酒的曲主要含有根霉菌和酵母菌，根霉菌把淀粉变成糖，酵母菌则把糖发酵成酒精。因为我国制甜酒的历史很长，经过千百年来选育，我国这类曲中的根霉菌有很强的糖化能力。

根据这个原理，你也可以做一点甜米酒尝尝。

先蒸饭。最好用糯米（北方叫江米），如果没有糯米，也可以用粳米或小站米。把两斤糯米淘洗干净，用温水浸泡七八个小时，把泡软的米用清水漂洗几次（但不要用力搓）。然后捞出来，松散地铺在蒸锅的屉布上（就像蒸馒头一样），蒸半小时就熟了。这时候，把米饭放在一个干净的大盆里，用筷子把米饭挑松，晾凉。注意米饭不能结成团。如果太粘，可以适当洒点冷开水，再用筷子挑松。当米饭温度降到 30 摄氏度左右的时候（即不烫手时），就可以拌酒药了。

副食品店里可以买到酒药。酒药是利用微生物学的方法从根霉菌中糖化能力最强的挑出来单独培养，再加上单独培养的酵母菌而制成的效力最强的纯种曲。买来的酒药，有的是装在小塑料袋中的粉末，有的是用大米压成的小块。如果是粉末，只要按说明使用就行；如果是小块，需要放在面板上轻轻地压碎，再用擀面棍擀成粉末。

把凉米饭从盆里移到事先准备好的一个干净的搪瓷盆或瓦盆里。这时候，铺一层米饭，撒一层酒药粉，再铺一层米饭，再撒一层酒药粉，直到将米饭拌完。接着用筷子把米饭按实一点，并在饭盆中央用筷子捅一个小坑。

然后，将预先留出来的四分之一的酒药粉，用一杯温开水把它搅匀，一边搅拌一边均匀地泼在米面。最后，把饭盆盖上盖，包裹起来放在温暖的地方进行发酵。

发酵的关键是适宜的温度。制酒的工人有句谚语叫做“人盖被子酒盖被，人盖毯子酒盖毛巾”。也就是说，冬天入睡觉要盖棉被，做米酒的饭盆也要包上棉絮。放在温暖的地方，两三天以后，在饭盆外面就可以闻到一股酒香味，米饭就变成甜酒了。夏天做甜米酒，发酵时间会缩短。

另外，所使用的用具，包括蒸饭锅、屉布、饭盆、筷子、面板、茶杯等，都必须干净，不要残留有盐、碱、酸、油类等物质。

这种甜米酒，有的地方叫醪糟，有的地方叫米酒，有的地方叫酒酿。它醇香可口、甜味极浓，因为它含有大量的葡萄糖、维生素，营养丰富，是我国传统的营养食品。

4 真菌的功过

真菌包括酵母菌、霉菌和蕈类三部分。它和人的关系非常密切。前面讲过，我国人民很早以前就知道用酵母菌和霉菌酿酒，制酱，做豆腐乳、醋等。用酵母菌发面还能做面包、馒头等。蕈类中的食用蕈，比如蘑菇、香菇、木耳、猴头、灵芝、茯苓等，不仅营养丰富，还可以用做药物。近年经过研究发现许多种真菌都含有抗癌物质，因而越来越引起人们的重视。另外，真菌在纺织、造纸、制革等工业中也发挥了不小的作用，这里就不细说了。

你不要以为真菌都对人有好处，它也有坏的一面。比如有少数酵母菌能使贮存的食物腐败，还有的能使人畜得病。霉菌对人的危害就更大了：粮食或饲料上面感染了霉菌后，就会使粮食变质；有些霉菌产生的毒素能致癌，或者引起人畜死亡。蕈类中也有些是有毒的，人畜误食了白毒伞、细网牛肝、蛤蟆菌等也会中毒。

你也许想自己动手，做个实验，来评价真菌的功劳和过失吧！那么，先做个发面小实验，看一下酵母菌的功劳。

称出面粉 10 克，放在一个小碗里，加一些水和成面团。把面团平分成两份。一分拌进适量的鲜酵母（也可用面肥，里面含有酵母菌）。然后，把这两团面再平分成两份，最后成四个面团（两个有酵母菌，两个没有酵母菌）。

找来四支试管，把四个面团都搓成比试管细、长短几乎相等的长条。把四个长条分别装进试管，用玻璃棒推到管底，再把长条的上端按平。最后用四层纱布把试管口包上。

用色笔在试管外壁划个记号，标出面团的长度，再用直尺量出面团的长度，记下来。

把加酵母的一支试管和没有加酵母的一支试管放在冷处，记下这里的温度。剩下的两支放在 25—30 摄氏度的地方，也记下温度。

15 分钟以后，你就可以看到：放在热处的，加了酵母的那支试管里面的面团开始伸长。每隔 15 分钟观察测量一次。而没加酵母的试管里的面团却没有变化。

面团为什么会伸长呢？这是因为酵母菌在里面得到了充分的营养，在合适的温度和湿度下，迅速地繁殖、生长。母菌在生长繁殖过程中，会产生大量的二氧化碳气体，因此使得面团体积增大，但是试管的粗细是固定的，面团只好向上伸长了。伸长的长度可间接的表示母菌生长繁殖的快慢。

那么，没有放酵母菌的面团为什么没有变化？再看看放在冷处的那两支试管的情况又怎样？你能解释清楚吗？

你掌握了用面团测量酵母生长繁殖的方法以后，还可以再做一个很有趣的试验。

1928 年，俄国科学家托金发现洋葱会分泌一种能杀死酵母菌的物质，叫做植物杀菌素。现在，我们可以用和上面相似的试验来验证一下托金的发现。

同前面的试验一样，把两块混有酵母菌的面团放在试管里，在一支试管内加进一克洋葱碎糊（把洋葱切碎捣烂）。另一支试管不放洋葱，进行对照。然后，标出记号，测量长度，记下来。

把两支试管都放在 25—30 摄氏度的地方。经过 15、30、45、60 分钟，分别量出面团的长度。结果发现不放洋葱碎糊的面团伸长了，而放进洋葱碎糊的面团长度没变。证明洋葱实有杀酵母菌的效力。

如果把洋葱换成大蒜、芥菜、辣椒、茴香、土豆、西红柿叶等等。结果会怎样？你还可以选用其他植物做一系列的实验，就可以知道哪些有杀菌作用，哪些没有杀菌作用了。

再做个小实验，看看霉菌的过失吧。

你切下一小片面包（馒头或米饭也行），把它沾一下水，放在一个盘子里。过一两个小时，水就蒸发掉一些。然后，用一个茶杯或小碗扣上，再把盘子放在温暖的地方（30摄氏度左右）。过两三天，你打开茶杯就会看到，面包上面长出像棉花或蜘蛛网一样的丝状东西来。你把茶杯再扣上。再经过两三天，就可以看到，这些丝状东西的上面出现了各种不同颜色的粉末，可能是黑的、白的、绿的、黄的，甚至还有红的、蓝的等等。这些东西是什么呢？这就是霉菌。夏天的衣物发霉了，就是这些家伙捣的鬼。

霉菌不是用肉眼看不见吗？怎么一下子就在面包上看出来了呢？

原来，面包上长的这些霉菌，不是单个的霉菌，而是集合在一起的几千几万个霉菌的群体，就好像是由许多树木组成的一片森林。这种霉菌的群体，科学上叫做菌落。那么菌落表面带色的粉末是什么东西呢？这就是它们用来繁殖后代的孢子。这些粉状颗粒就是由成千上万的孢子组成的。孢子成熟后，就在空气中到处漂浮，因为它们极小，所以我们平常并不觉察，也看不见它。

为什么要先把面包片暴露一两个小时呢？就是为了让飘浮在空气中的孢子落到面包片上。当孢子得到面包里的营养、水分，在适当的温度下，就开始繁殖了。

这些孢子一旦开始繁殖，繁殖速度之快，是任何一种大生物都比不过的。在适宜的环境里，真菌主要通过孢子分裂进行繁殖。

一般情况下，一个真菌个体就会生成几千几万个孢子，有时候可达几百亿、几千亿或更多！这样两三天内就可以长出几百亿个孢子繁殖的菌丝群落。我们就可以用肉眼直接看见它们了。

在生产中，我们如果能仔细观察菌落的变化，常可从中得到许多有益的启示。因为不同种类的霉菌的菌落具有不同的特点：有的菌落大，有的小；有的边缘整齐，有的边缘锯齿状；有的表面光滑湿润，有的表面粗糙或形成皱褶；有的松散，有的紧密；有的像棉絮，有的像蛛网；有的是红色、黄色、绿色、黑色、蓝色、紫色等等，五彩缤纷，应有尽有。一个熟练的微生物工作者，能从长出的菌落上初步鉴别出是哪一类、哪一种霉菌。所以观察菌落在科研和生产中有极大的意义。

5 培养青霉菌

日常生活中，人们常常跟各种霉菌打交道。有的霉菌给人带来好处，比如米曲霉、千万霉、青霉和根霉等等。有小部分霉菌能够引起人和动植物的病害，比如某些霉菌能使人长头癣、脚癣以及番茄腐烂等等。

好，下面以青霉菌为例，了解一下简易的霉菌的培养方法。

把新鲜的桔子皮（如果是干桔子皮，先用水泡软，晾至半干）放在 20—25 摄氏度的地方，最好是阴暗潮湿的地方。三五天后，你就可以发现桔子皮的内表面上长出许多小绒毛，这就是霉菌菌丝体。开始看到的是白色菌丝，过两天，这些白色菌丝的尖端变成了青绿色，这就是青霉菌，青绿色的粉末就是青霉菌的孢子。随着时间的延长，菌丝和孢子越来越多，整个桔子皮的内表面都长满了青霉菌。有时候，你还可以在桔子皮上看到红色、黄色、粉色或黑色等不同颜色的斑点。这是因为感染了其他霉菌的缘故。如果你要培养比较纯的青霉菌，就把第一次培养的桔子皮上的青霉菌，用一根牙签（或火柴棍）把它刮下来，抹到另一个新鲜的桔子皮上，进行第二次培养。这样经过两三次的纯化培养以后，桔子皮上长出来的就基本上都是青霉菌了。

微生物学工作者培养霉菌，常用液体培养基。什么是培养基呢？简单说，就是用人工配制的适合微生物营养要求的混合物质。这个混合物质一般包括碳水化合物、含氮物质、矿物盐类和水等。现在，也顺便介绍一下液体培养基的配制方法：

把马铃薯削去皮，切成小碎块，称出 200 克放在 1000 毫升水里，再煮半小时（煮开后用小火）。然后，用纱布把汤滤出来，再加进一些冷开水，使汤还变成 1000 毫升。最后在这 1000 毫升的马铃薯汤里加入 20 克白糖，这就做成了培养基。

