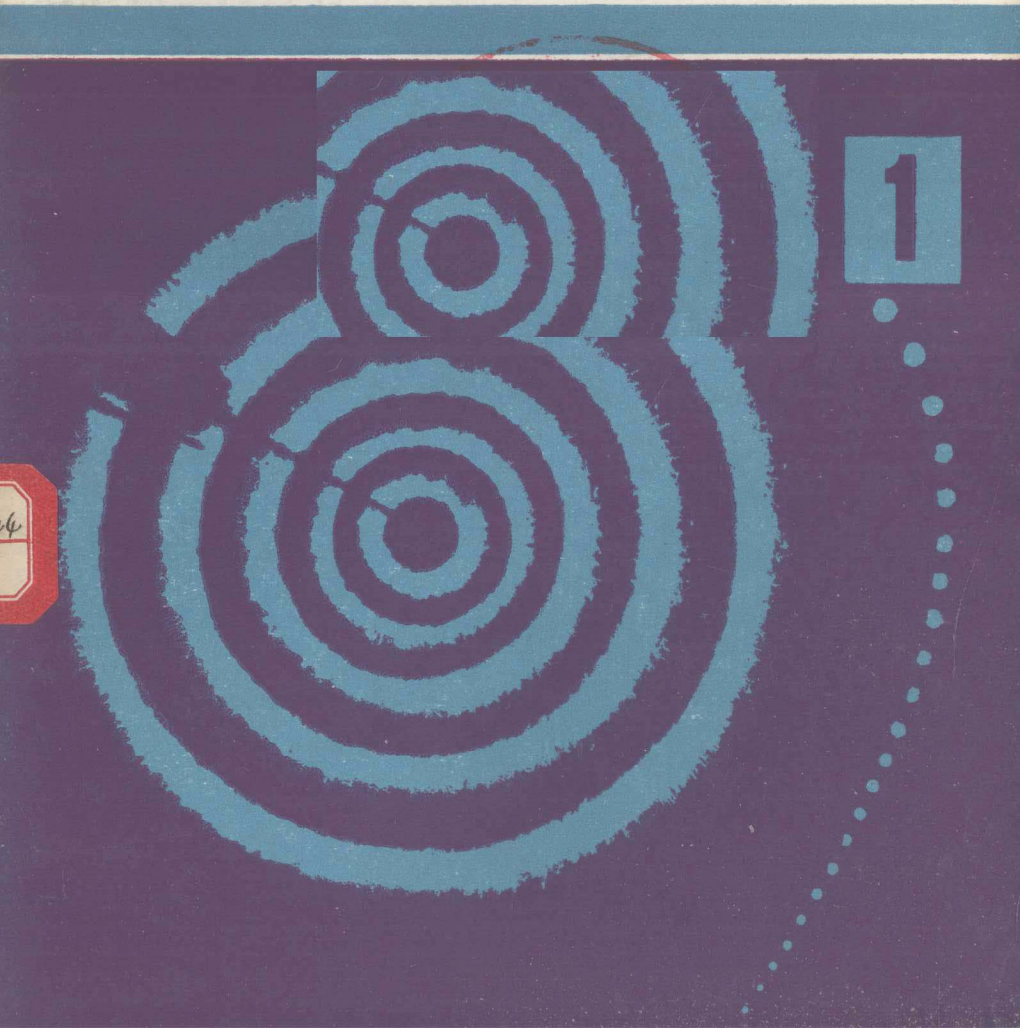


# PSSC 物理

## 摘要与题解

1

The lower half of the book cover features a dark blue background. On the left, there are two sets of concentric circles in a lighter blue color. A dotted line starts from a small square containing the number '1' and extends diagonally towards the bottom right corner. On the far left edge, there is a small red octagonal sticker with the number '4' written on it.

外云取：书第百佳

# 《PSSC物理》摘要与题解

第 一 册

王 忠 亮

（第一册）摘要与题解《PSSC物理》

四川人民出版社 成都

四川人民出版社

一九八一年·成都

封面设计：邱云松

# 《PSSC 物理》摘要与题解

第一册

王忠亮

## 《PSSC 物理》摘要与题解（第一册）

四川人民出版社出版 重庆印制一厂印刷  
四川省新华书店重庆发行所发行

开本850×1168毫米 1/32 印张6.75 字数162千  
1981年2月第一版 1981年2月第一次印刷  
印数：1—27,360册

书号：7118·483

定价：0.71元

## 前 言

本书是美国《PSSC 物理》第四版的内容摘要与全部习题解答。《PSSC 物理》是一本较新颖的中学物理教材。它按照近代物理发展的特点和要求，注重物理概念的逻辑发展，重视物理实验在建立物理理论过程中的作用，重视培养学生的科学分析方法和解决物理学问题的能力。所以，教材各章都设置了大量的习题，包括家庭作业题、实验性习题和课堂讨论题。习题的题材多取自现代科学技术的新成就，内容新颖，形式多样，有一定深度和广度，对我们提高中学物理教学有一定的参考价值。

本书重点是题解部分。各章附内容摘要，便于读者查阅和掌握题解。摘要译文参考了第三版中译本。全书分四册：第一册是光学部分的摘要与题解；第二册是力学和分子物理学的摘要与题解；第三册是电学和原子物理学的摘要与题解；第四册是角动量、统计力学、狭义相对论和量子物理学的摘要与题解。

王忠亮 1980.3

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第一章 光的行为 .....             | 1  |
| 一、摘 要 .....                | 1  |
| 光 源 .....                  | 1  |
| 透明的和不透明的物质 .....           | 2  |
| 反 射 .....                  | 2  |
| 光敏器件 .....                 | 2  |
| 光的传播 .....                 | 3  |
| 光 速 .....                  | 3  |
| 影 子 .....                  | 4  |
| 光柱、光束和光线 .....             | 5  |
| 怎样确定物体的位置 .....            | 5  |
| 二、题 解 .....                | 7  |
| 第二章 反射和成像 .....            | 17 |
| 一、摘 要 .....                | 17 |
| 反射定律和平面镜成像 .....           | 17 |
| 抛物面镜和天文望远镜 .....           | 19 |
| 像和幻觉 .....                 | 21 |
| 实像和虚像 .....                | 24 |
| 二、题 解 .....                | 25 |
| 第三章 折射 .....               | 37 |
| 一、摘 要 .....                | 37 |
| 折 射 .....                  | 37 |
| 折射率——斯涅耳定律 .....           | 39 |
| 光从玻璃(或水)进入空气——光路的可逆性 ..... | 40 |
| 光从玻璃进入水 .....              | 42 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 全反射 .....         | 43  |
| 棱镜的折射; 色散 .....   | 44  |
| 用一组棱镜会聚光、透镜 ..... | 46  |
| 透镜形成的实像 .....     | 48  |
| 二、题 解 .....       | 48  |
| 第四章 光的粒子模型 .....  | 70  |
| 一、摘 要 .....       | 70  |
| 牛顿设计的光粒子模型 .....  | 70  |
| 光源强度和照度 .....     | 70  |
| 光 压 .....         | 71  |
| 吸收和变热 .....       | 71  |
| 反 射 .....         | 72  |
| 折 射 .....         | 72  |
| 粒子理论的某些困难 .....   | 75  |
| 光速和折射理论 .....     | 75  |
| 二、题 解 .....       | 77  |
| 第五章 波 .....       | 92  |
| 一、摘 要 .....       | 92  |
| 波——另一种传播方式 .....  | 92  |
| 螺旋弹簧上的波 .....     | 92  |
| 叠加——相互通过的脉冲 ..... | 95  |
| 反射和透射 .....       | 97  |
| 二、题 解 .....       | 100 |
| 第六章 波和光 .....     | 113 |
| 一、摘 要 .....       | 113 |
| 直线脉冲和圆形脉冲 .....   | 113 |
| 反 射 .....         | 114 |
| 传播速率与周期波 .....    | 116 |
| 折 射 .....         | 117 |
| 色 散 .....         | 119 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 衍 射 .....         | 120 |
| 二、题 解 .....       | 122 |
| 第七章 干涉 .....      | 143 |
| 一、摘 要 .....       | 143 |
| 弹簧上的干涉 .....      | 143 |
| 两个点源的干涉 .....     | 144 |
| 节线形状 .....        | 146 |
| 波长、源的间距及角度 .....  | 147 |
| 周 相 .....         | 149 |
| 二、题 解 .....       | 152 |
| 第八章 光波 .....      | 171 |
| 一、摘 要 .....       | 171 |
| 能否看见光的干涉 .....    | 171 |
| 光波的干涉——杨氏实验 ..... | 172 |
| 光源的周相——原子 .....   | 173 |
| 光的颜色和波长 .....     | 174 |
| 单狭缝衍射理论 .....     | 175 |
| 分辨本领 .....        | 180 |
| 薄膜的干涉花样 .....     | 182 |
| 二、题 解 .....       | 184 |

## 附录 三角函数表



# 第一章 光的行爲

## 一、摘 要

### 光 源

能够发光的物体称为发光体。一个物体发光还是不发光，既取决于组成物体的材料，也取决于物体存在的条件。通过改变一些常见的物体的条件，使它们可以发光或者不发光。例如，把一块不发光的冷铁（它之所以可见，只是由于它受到某一光源的照射，把光反射到我们眼里的缘故）放在燃烧着的煤炉内，使它发出红色、黄色或白色的光。这时它就成为发光体了。把固体或被熔化了的金属的液体加热至  $800^{\circ}\text{C}$  以上，它们就会变成光源。这种被加热的物质是一种灼热体，称为白炽体。

但是，象氖光管和萤光灯在发光时，就不象白炽灯泡那样发热，而是保持冷却状态。我们逐渐增加白炽灯泡的灯丝电流，灯泡的亮度会增加，光的颜色也要变化。开始是暗红光，然后变成浅黄光，最后，当电流足够大时变成“白炽”光。但是，如果增加通过一氖光管的电流，则只能增加其亮度，观察不到光的颜色变化。因此，白炽光源与其它光源之间有一个基本区别，前者改变亮度、温度和颜色，这些因素似乎是密切联系的；后者，光源的颜色主要取决于物质的性质，与光的亮度变化无关。

射入我们眼睛的光，大部分来自不发光的表面。例如普通房间，常常是白色的天花板或浅色的墙壁，它们能反射和漫射所接受的大部分光，因而会增强房间内的亮度。



## 透明的和不透明的物质

一块玻片好象能完全透过光，这种传输光的物质，称为透明的物质。如果重叠十块或二十块明净的玻片，则有一些光被吸收，通过它的光度变得暗淡，并呈现稍微有色的光。

透明的物质对于光还有另外一个重要的效应，当光进入或离开它们时，其方向会发生改变。尺子插入明净的水中，在进入水表面的那一点，表现出明显的弯折。两个相同的硬币，一个放在空杯中，另一个放在盛满水的杯中，在水中的硬币看起来比空杯中的硬币大些。这个“浮动的”硬币，和“弯折的”尺子的幻觉，发生的原因是光从一种物质进入另一种物质时，其传播方向发生了变化。这种光路弯折的现象称为折射。

## 反 射

无论是透明的物体或是不透明的物体，都要反射射到它表面的光。大多数表面是向各个方向反射光，称为漫反射。借助于这种漫反射的光，我们才能看见被照明的物体。在黑暗中一只烛光照着一面镜子和一张白纸，白纸被照亮了，呈现白色，而镜子则很暗淡。相同的光量到达白纸和镜子，镜子能很好地反射白色蜡烛的光，使你看清蜡烛的像。但是为什么白纸反而比镜子要亮一些呢？因为镜子会定向反射来自蜡烛的光，当我们在这种反射光的方向上去看镜子，除了反射的光好象发自蜡烛的像而外，其他各处的反射光由于定向反射，达不到人眼内，所以镜面则很暗淡，这时白纸在所有的方向反射来自蜡烛的光，这些来自纸面各处光的一部分会到达我们的眼睛，所以它要亮一些。

## 光 敏 器 件

我们能知道光的出现和它是什么颜色，这要归功于奇异的仪

器——人类的眼睛。通过眼球前部结构的光，折射后恰好落在视网膜上成像，在网膜上发生化学变化，由此产生的电脉冲沿着神经系统被送給大脑。

除了眼睛外，还有许多仪器取决于光的化学作用或电学作用，如照相感光底片和光电池等，它们常常用在研究光的方法中。

## 光的传播

太阳离地球约为 $1.5 \times 10^{11}$ 米，地球离最近的恒星比这个距离还远约30万倍。我们所看到的无数星体都离我们如此遥远，这就说明光可以通过极大的距离，而且能自由地在真空中传播。

物体在太阳光照射下常出现阴影，阴影的形状也说明了光的一些性质，从影子上不同的点至投影物体上各对应点之间的连线总是平行的，并都指向光源。这就是说，光总是沿着直线传播的。

## 光速

最早说明光速的，是1676年罗麦从观察木星的几个卫星的运动之后提供的。这几个木星卫星每转一周都要消失在木星的影内一次，然后重新出现（图1—1）。任何一个卫星相继两次消失所经历的时间，就是这个卫星公转周期。当地球在绕日运行的轨

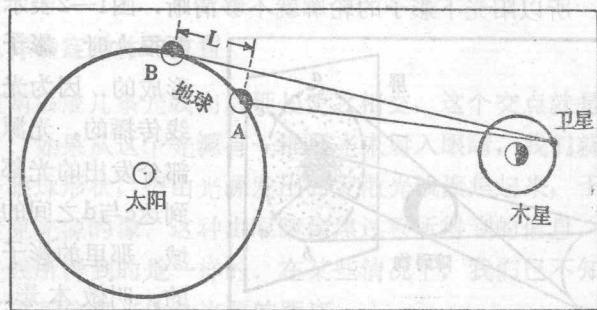


图1—1

道上离开木星较远时（如在图1—1中从A到B），木星卫星的周期要略长；当地球正在接近于木星时，木星卫星周期略短。罗麦认为地球并不影响木星卫星的运动，但当地球离开木星时，木星卫星从木星阴影背后第二次出现发出的光要多走一段路程（图1—1中的L）才能到达地球。光通过这个附加的距离需要附加的时间这一事实表明，光不是瞬时传播的，而是具有有限的速率。

罗麦的贡献是巨大的。但是，他测量光横穿地球轨道直径的时间有误差，对地球轨道本身的直径也知道得不十分精确。

以后多次测量卫星蚀的延迟时间，表明光横穿地球轨道需时16分20秒。现在知道，从太阳到地球的平均距离是  $1.47 \times 10^{11}$  米，所以光速为

$$C = \frac{2 \times 1.47 \times 10^{11} \text{米}}{980 \text{秒}} = 3.00 \times 10^8 \text{米/秒}$$

## 影 子

清晰的影子都是由可以看成点光源的微小光源所投射的。太阳表面每一点都向外发射光，因此由太阳投射的影子实际上不是单一的，而是由太阳表面每一点发出的光所投射的无数个影子叠加而成。所以阳光下影子的轮廓就不够清晰。图1—2表示，当光源很大时，影子是如何形成的。因为光是沿直线传播的，光源任何一部分发出的光都不能够到达c与d之间的圆形区域。那里的影子是全黑的，叫做本影。在圆ab和cd之间的黑点区

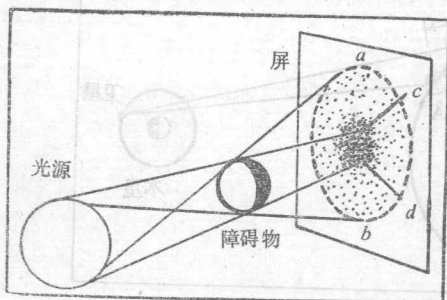


图1—2

源很大时，影子是如何形成的。因为光是沿直线传播的，光源任何一部分发出的光都不能够到达c与d之间的圆形区域。那里的影子是全黑的，叫做本影。在圆ab和cd之间的黑点区

域，从光源某些部分发出的光可以不受物体的阻挡而射到屏上，因此影子的这一区域不是全黑的，叫做半影。随着趋近于圆  $a, b$  的模糊边界，影子逐渐变淡，直至最后消失。当我们位于月球的本影内时就会看到日全蚀。当我们位于月球的半影内时能够看到太阳的一部分，这就是日偏蚀。

### 光柱、光束和光线

由手电筒发出的光柱，只是由于空气中存在细小的尘粒，光柱才可以在整个通路上清晰地显现出来。光柱的直线边缘连接着光源和被照亮部分的周界，这使我们确信光是沿着直线传播的。

我们常把极细小的光束叫做光线。事实上，我们永远得不到单个光线，但是光线是一个非常有用的概念，它使我们能够在纸上画出线条来表示光的传播方向。在自然界光束是可以看到的，但光线只是我们用来表示极细光束的一个概念。

一般说来，从两个以上的光源发出的光柱，其中每个光柱所表现的行为就象其他光柱不存在时一样。这种光行为的独立性是很重要的。正是由于两个光源中每个光源发出的光的行为与它们各自单独存在时完全一样，因此我们才能画出一些光线，来求出当两个光源同时存在时所形成的明亮区域和阴影区域。

### 怎样确定物体的位置

把两条或几条光线向后延长使之相交，这个交点就是点光源的位置。如果从这个光源有一锥形光束射入眼睛，我们会自动地改变眼球形状，把由光源发出的发散光线聚焦起来，于是我们可以看见光源的像。这种由眼睛聚焦过程所得到的信息，与向后延长光线所得到的是一样的。在某些情况下，我们已不知不觉地利用了这种信息来估计光源的距离。

用两只眼睛估计距离，往往比用一只眼睛更为容易。例如一

个人拿着一根金属丝站在没有其他物体的地方，然后你用一根同样的金属丝，站在可以接触到的距离内试着去碰他的金属丝的端点，你将发现能够相当准确地做到这一点。如果你用手遮住一只眼睛重做这个实验，就会发觉这时要把两根金属丝碰到一起就困难多了（图 1—3）。这个实验说明了用两只眼睛能够更好地判

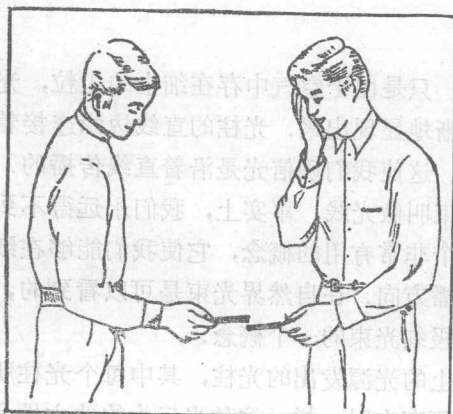


图 1—3

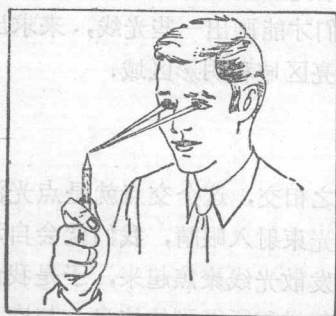


图 1—4

断距离的理由之一。从物体一端射出的光，必定沿着不同方向到达两只眼睛（图 1—4），把两只眼睛的视线正好对准物体一点，并使它们会聚成两个锥形光束，这种动作已被过去的经验所校准，结合对准视线和聚焦成光束这一特殊动作所得到的有关距离的知识，就会立刻告诉你物体所在的位置，它比

单用一只眼睛聚焦光束更为准确。

如果在判断距离时，周围放有其他物体，或者其他线索，也能帮助我们估计物体离我们的距离。有了这些线索后，直接进入两只眼睛的两个锥形光束以及这两个锥形光束之间的夹角来判断距离，就变得不那么重要了，但是在短距离内肯定利用了这两个明显的物理线索。

## 二、题 解

1—1. 下列物体在正常工作时，哪些是发光体？

照像机 汽车上镀铬部件 萤火虫 电炉热电阻丝 闪光灯泡 平面镜 金刚石

〔解〕 这些物体中，萤火虫、闪光灯泡和电炉热电阻丝在正常状态或工作时，都是发光体。

1—2. 怎样判断一个物体是发光体还是非发光体？

〔解〕 在黑暗中去看一个物体，很容易判断一个物体是不是发光体。

1—3. 我们知道玻璃虽然是透明的，但它不能透过照射到它上面的全部光，有一些光被吸收了。洁净的水也是这样吗？讨论一下能找到什么证据来支持你的答案。

〔解〕 所有已知的物质都要吸收一些光；纯水吸收光并不多。凭我们的经验知道，深水湖泊的水呈现蓝色，在水中的东西，水越深越不容易看清楚，甚至完全看不见。这些情况，部分原因可能是由于水中的杂质吸收光。我们若要测量一个大量筒（设有40厘米高）中的蒸馏水吸收的光，可以利用另一只相同的空量筒与盛水的那只量筒比较在筒底的光强度。由于光被40厘米的纯水吸收得很少，因而需要用极灵敏的光度计或照度计进行测量。

1—4. 太阳的颜色看起来是在变化的。例如，在黄昏时的太阳比中午时看起来要红些，从不同颜色的光通过空气的情况，你能得出什么结论？你能找出这个现象和天空是蓝色的这个事实之间



的联系吗？

〔解〕 太阳光本来是包含着极为完全的各种色光，总起来组成白色光。由于日出时太阳光到达地面的大气层通路最远，通过较厚的空气层（水蒸汽和其它一些杂物忽略不计），而空气分子向所有方向散射较多的蓝色光和紫色光（每一个空气分子作为一个新光源，散射光的强度和波长的四次方成反比，因此蓝色光和紫色光比其它光容易被散射），透过大气层的太阳光，余下的黄色光和红色光较多，所以在日落或日出时太阳呈现略为红的色光。由于无限多的空气分子作为一种散射的新光源，主要散射蓝色光和紫色光，但人的视觉对紫色光的灵敏度远低于蓝色光，所以看到在远离太阳的晴空呈现蔚蓝色。

1—5. 即使一束光原来的传播方向不是朝向我们，烟尘也能将光散射到我们眼睛内。既然如此，为什么天空的浓烟看起来是黑暗的，而不是明亮的呢？

〔解〕 如果浓烟背景是明亮的，它被周围空气散射来的光所照明，同时浓烟本身也吸收一些光，所以浓烟呈现黑暗。如果浓烟背景是黑暗的，当它受光照射时，它也要吸收一些光，但浓烟是发亮的。

1—6. 我们已经知道，由白色物体反射的光落到照相胶片上，在显影后产生黑色的银淀积物，于是胶片上形成熟知的负像。假设你使光通过负像照射到另一个胶片上，在显影后会得到什么类型的像？

〔解〕 如果使光通过底片负像，使另一照相胶片感光，显影之后将得到与负像相反的正像。这个过程正好与负像形成过程相反，它相当于由底片印相的过程（偏振片照相机不需要产生惯用的负像）。

1—7. 你闭上或遮住一只眼睛，把书朝着自己移动，当书刚好移到书中文字变得模糊不清的位置时，让另一人量出从你的眼睛



到书的距离，然后用另一只眼睛重复这个实验。这样两次量出的距离是大致相等的吗？让不同年龄的人也来做这个实验，并将所得结果按年龄记录下来。（a）为了得到清楚的视觉，眼睛调节本身的能力是否有一个限度？

（b）对于所有的人，或者对任何一个人的两只眼睛，这个限度是否都相同？

（c）一般说来，这个限度是随着人的年龄而改变的吗？

〔解〕 本题再次引导学生注意这样一个事实，即他必须聚焦自己的眼睛。高中学生的明视距离约为10厘米，老年人可能达几十到一百多厘米。通常一个人的两只眼睛大体是相似的，但不是所有的情况都如此，而且明视距离也要随着眼睛的疲乏程度而变化。

1—8. 考察月球在一个月中的外形变化。你能解释满月在接近日落时升起，而新月在接近日出时升起的原因吗？

〔解〕 地球是不发光的。地球的白昼和黑夜是由于地球自转使地球上的某些地方相对于太阳的位置变化而产生的。月球的轨道平面近似与地球轨道平面相重合的（两个平面的夹角约为 $5^\circ$ ）。当地球上的某些地方被太阳光照射时，则为白天；当地球自转使某地方刚从本身的阴影中转向太阳时，它开始受到太阳光的照射，就好象太阳从某地方的地平面上升起来，所以常叫它为日出（图1—5中A所见）。经过一个白昼太阳光的照射之后，由于地球不断地自转，某地方又开始转向地球本身的阴影之中。这时，好象太阳从某地方的地平线降落（图1—5中A'所见），所以常叫它为日落。

月球和地球一样是不发光的天体，由于被太阳照射而反射阳光，才能为人们看见。阳光只照着月球的半个球面。月相是随月球和太阳与地球的相对位置而变化的。月球在地球和太阳之间时，被太阳照射的半球基本上对着太阳而背着地球。当人们位于地球

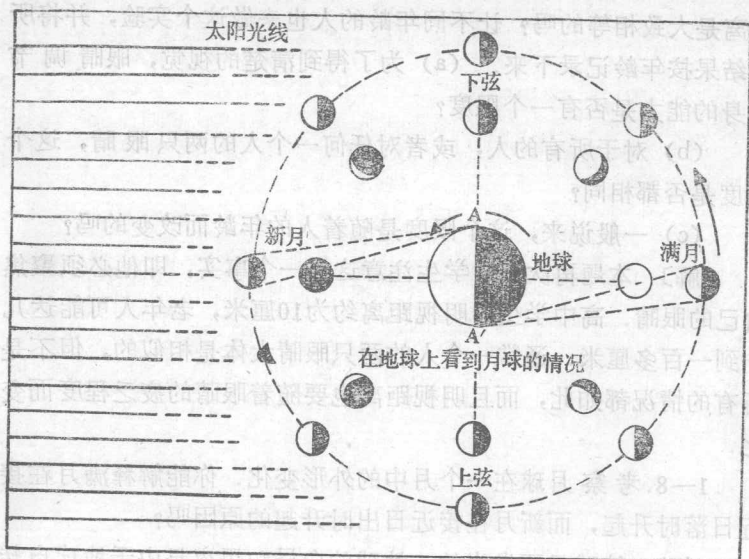


图 1—5

A的地方，正是看见日出的时候，也可以看见月球被照明的一个弓形边缘，这便是新月。所以人们说新月在临近日出时升起。当地球在月球与太阳之间，月球被照明的整个半球对着地球时，如在图1—5中，人们位于地球A'的地方，正好是看见日落的时候，这时也可以看见月球被照明的整个月面，这便是满月。所以人们说满月在日落时升起。

1—9. 在日落很久之后，我们常能在高空中看到明亮的人造卫星。有一个在地球赤道上方飞行的人造卫星，日落二小时后仍能在正上方看到它，试求它的最低高度是多少（用米来表示）？

（地球的半径为 $6.38 \times 10^6$ 米）

〔解〕 假若你在地球北极上俯视，将看见地球作反时针方向