# 第十二单元 电磁波 光的本性

# 一、概述

本单元基础型课程的内容由电磁场、电磁波及其应用等组成；拓展型课程的内容由光的干涉衍射现象、光的电磁说、光电效应、光子说等组成。电磁场、电磁波的提出都是建立在电场、磁场、电磁感应理论发展的基础上；电磁场的提出、光的本性的研究都是现代物理发展的重要内容，并对现代生活影响巨大，本单元是从宏观世界走入微观领域的重要基础。

在本单元学习中，要了解电磁波在生活、技术中的广泛应用，感受科学、技术与社会的相互关系。要了解电磁波在现代科技中的实际应用，激发学习兴趣；了解技术更新和电磁污染所引起的负面影响，增强节约意识和环保意识。要经历光本性的认识过程，感受科学家的提出理论、实验探究、提出新的理论、实验进一步探究等研究方式，认识到物理学是建立在实验基础上的一门科学，同时也可以感悟到人类对事物的认识是不断深入、循序渐进的。

本单元基础型课程需4课时，拓展型课程需8课时。

# 二、学习内容与要求

## （一）内容与水平

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **编号** | **基础型** | **拓展型** | **学习水平** |
| 12.1.1 | 电磁场 |  | A |
| 12.1.2 | 电磁波及其应用 |  | A |
| 12.1.3 | 法拉第和麦克斯韦的科学贡献 |  | A |
| 12.2.1 |  | 光的干涉 光的衍射 | B |
| 12.2.2 |  | 观察光的干涉现象和衍射现象（学生实验） | B |
| 12.2.3 |  | 光的电磁波说 | A |
| 12.2.4 |  | 光电效应 光子说 | A |
| 12.2.5 |  | 对光本性的认识过程 | A |
| 12.2.6 |  | 光的波粒二象性 | A |

## （二）导图

**电磁场**

光

**电磁波**

电磁波的特性

电磁波的应用

法拉第和麦克斯韦的科学贡献

光的波粒二象性

波动性

麦克斯韦提出光是一种电磁波

光的干涉

光的衍射

杨氏双缝

干涉实验

薄膜干涉

泊松亮斑

爱因斯坦提

出光子说

光电效应

粒子性说

## （三）要求

12.1.1 知道电磁场。①知道电磁场的概念；②知道麦克斯韦电磁场理论的基本思想。

12.1.2 知道电磁波及其应用。①知道电磁波的概念；②知道电磁波谱；③知道电磁波的特点；④通过阅读、收集资料，知道电磁波在生活中的应用。

12.1.3 知道法拉第和麦克斯韦的科学贡献。①通过搜集、整理资料，知道法拉第和麦克斯韦等科学家的生平事迹以及对电磁学的贡献；②知道法拉第发现电磁感应现象和麦克斯韦建立电磁场理论在物理学发展史上的意义；③知道电磁场理论的建立对社会发展产生的巨大影响。

12.2.1 理解光的干涉和衍射。①知道光的干涉现象；②知道干涉条纹的特点；③知道产生干涉现象的条件；④知道杨氏双缝干涉实验的实验装置、实验现象及实验结论；⑤会用波的叠加原理简单解释光的干涉现象。⑥知道薄膜干涉现象；⑦理解薄膜干涉现象产生的原因。⑧知道光的衍射现象；⑨知道衍射条纹的特点；⑩知道产生衍射现象的条件；⑪知道光的衍射现象的实验装置、实验现象及实验结论；⑫理解光的干涉与衍射现象证明了光是一种波；⑬理解光的波长、频率和波速之间的关系。

12.2.2 学会“观察光的干涉现象和衍射现象”的实验。①知道实验器材和步骤；②会自制双缝屏和狭缝屏；③能参照实验步骤独立完成相关操作；④会描述观察到的实验现象并记录观察结果；⑤通过比较归纳得出实验结论。

12.2.3 知道光的电磁波说。①知道光的电磁波说的基本观点；②知道从无线电波到γ射线都是本质相同的电磁波；③知道电磁波的共同特点；④知道麦克斯韦及其他科学家推动光的电磁波理论发展的相关历史史实。

12.2.4 知道光电效应，知道光子说。①知道光电效应现象；②知道光电子、极限频率、极限波长的概念；③知道发生光电效应的条件；④知道光电效应现象与光的波动理论相矛盾之处。⑤知道光子说的内容；⑥知道光子说对光电效应现象的解释；⑦知道光电效应在技术上的应用。

12.2.5 知道对光本性的认识过程。①知道光的波动说和微粒说的历史发展过程；②知道不同理论对光的各种现象的解释与不足之处。

12.2.6 知道光的波粒二象性。①知道光的本性；②知道粒子性和波动性既是光的性质的两个不同方面，却又有统一的微观原理。

**说明：**

在初中已学过关于“电磁波”的粗浅知识，因此，本教材使用学习包的形式展现，要求在内容上有所加深，知识面上有所拓宽，学习方法上有所创新。

# 三、学习指引（基础型）

## 应用示例

**例题** 关于电磁波，下列说法中正确的是（ ）

（A）不同频率的电磁波在真空中均有相同的速度

（B）所有的电磁波都是看不见的

（C）均匀变化的电场或均匀变化的磁场都能产生电磁波

（D）电磁波的频率越大，传播速度越大

**分析**：不同频率的电磁波在真空中的传播速度都等于光速*c*＝3×108 m/s。电磁波按波长从小到大依次为：γ射线、X射线、紫外线、可见光、红外线、无线电波等，其中只有可见光的波长段可以被人眼接收。麦克斯韦的电磁场理论指出：变化的电场周围会产生磁场，变化的磁场周围又会产生电场，这种变化的电场和变化的磁场总是交替产生，并向周围空间传播，就形成了电磁波。但是均匀变化的电场产生的是恒定不变的磁场，恒定不变的磁场无法进一步产生电场，因此均匀变化的电场或均匀变化的磁场不能产生电磁波。电磁波的传播速度受介质影响，与频率无关。

**解答**：A

**说明**：本题考查电磁场和电磁波。要求知道电磁波的相关知识，知道麦克斯韦提出的电磁场理论的内容。因此本题的学习水平为理解（B）。

**学习内容**：12.1.1电磁场，12.1.2电磁波及其应用。

**学习要求**：12.1.1②知道麦克斯韦电磁场理论的基本思想；12.1.2 ①知道电磁波的概念；②知道电磁波谱；③知道电磁波的特点。

**学习水平**：理解（B）。

# 四、评价示例（基础型）

## （一）评价建议

单元评价包括日常作业评价、单元测试和活动评价等几个部分，其中日常作业评价和单元测试的方式与方法具体可参考第一单元；活动评价如合作交流可由学生和教师根据活动过程中的资料搜集、参与态度、团队合作、研究表现、沟通交流等方面的表现，完成对学生的自主学习、创新能力、交流能力和学业成果等维度的评价。

## （二）活动示例

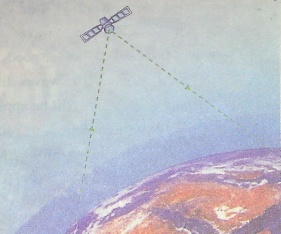
### 合作与交流——电磁场与电磁波

以小组合作的形式，分别对“无线电通信的发展”、“手机的合理使用”“不同波长电磁波的应用”等主题开展自主学习。通过资料的搜集、整理，开展实验、制作等活动，完成学习报告；制作演示文稿进行交流和评比。

## （三）检测示例

### 填空题

1. X射线、紫外线、可见光、红外线和无线电波，以上几种电磁波中波长比可见光长的有\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。利用海事通信卫星做为无线电波中继站传递信息，如图所示。若甲、乙两地与卫星的距离均为4.2×107 m，则甲地发射的无线电波大约要经过\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_s可到达乙地。



通信卫星

无线电波

无线电波

甲地

乙地

1. 收音机接收中波广播的频率范围是535.0～1605 kHz，则它接收的波长范围是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

### 单选题

1. 建立完整的电磁场理论并首先预言电磁波存在的科学家是（ ）。

（A）法拉第 （B）奥斯特 （C）麦克斯韦 （D）赫兹

1. 关于电磁波及其应用，下列说法中正确的是（ ）

（A）电磁波不能被反射

（B）电磁波的传播不需要介质

（C）手机在发短消息时，不发射电磁波

（D）γ 射线不是电磁波

1. 下列现象不属于电磁波屏蔽的是（ ）。

（A）收音机放到金属薄膜袋内接收不到广播

（B）收音机放到封闭木箱内听不清声音

（C）在电梯里手机很难接收到信号

（D）有些精密仪器为了防止外界电磁信号的干扰，上面常用金属盒罩起来

1. 对于声波、无线电波和红外线，以下说法正确的是（ ）。

（A）都能在真空中传播

（B）都能发生反射与折射

（C）本质上都是电磁波

（D）在气体中传播的速度都大于在液体中传播的速度

### 计算题

1. 红外线有哪些特性和用途？红外线的波长范围约在8×10-7～7.5×10-4 m之间，其频率范围是多少？

# 五、学习指引（拓展型）

## （一）实验指要

### 学生实验“观察光的干涉现象和衍射现象”

1．主要器材：激光、自制的双缝屏和狭缝屏，光屏

2．实验要点：

（1）自制双缝屏时，在玻璃片上涂上墨汁，厚度应均匀适中；用刀片在玻璃片上划出间隙，应使刀片沿着直尺，这样划出的双缝边缘规则，干涉现象会较明显。

（2）激光束应与双缝屏（狭缝屏）、光屏的中央位置在同一水平高度上。

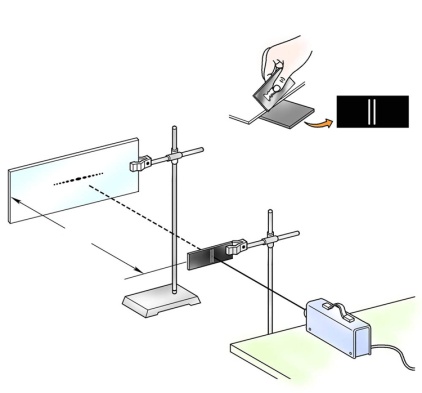
（3）自制狭缝屏时，硬纸片两侧应用橡皮筋固定牢固。

（4）在较黑暗的环境中进行实验，现象将更明显。

（5）也可用白色墙壁代替光屏。

## （二）应用示例

**例题1**利用如图所示装置，可以在光屏上观察到明暗相间的条纹，这是光的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_现象，若保持缝到光屏的距离不变，调节狭缝的缝宽，则屏上明暗相间的条纹间距将随缝宽的减小而\_\_\_\_\_\_\_（选填“增大”、“减小”或“不变”）。



光屏

单缝

激光

**分析**：光通过细小的狭缝，产生的是衍射现象。根据衍射实验的实验结论，若保持狭缝到光屏的距离不变，屏上明暗相间的条纹间距随缝宽的减小而增大。

**解答**：衍射，增大

**说明**：本题考查观察光的衍射现象实验。要求根据实验器材判断该实验是干涉现象还是衍射现象，还需要知道实验的的结论。因此本题的学习水平为知道（A）。

**学习内容**：12.2.2观察光的干涉现象和衍射现象。

**学习要求**：12.2.2 ①知道实验器材和步骤；⑤通过比较归纳得出实验结论。

**学习水平**：知道（A）

**例题2** 在双缝干涉实验中，分别用a、b两束单色光照射同一双缝，在距双缝一定距离的光屏上得到如图所示的干涉图样，其中图甲是单色光束a照射时形成的图样，图乙是单色光束b照射时形成的图样，则（ ）

甲

乙

（A）它们在真空中的传播速度不相同

（B）若光束b照射某金属能发生光电效应，则光束a照射该金属也一定能发生光电效应

（C）若两色光都能使某金属发生光电效应，则光束a照射逸出的光电子数量更多

（D）在相同条件下，光束a比光束b更容易产生明显的衍射现象

**分析**：在双缝干涉实验中，在双缝间距和缝与屏的距离都不变的条件下，用不同颜色的光做实验，条纹间的间隔是不同的，波长越长的光干涉条纹间隔越大。由此可确定，*λ*a＞*λ*b。虽然两者波长不同，但都属于电磁波，所以两者在真空中的传播速度相同，都为*c*＝3.00×108m/s，光束a的频率小于光束b的频率，*ν*a＜*ν*b。在相同条件下，波长越长的a光束更容易产生明显的衍射现象。每一种金属都有极限频率，只有入射光的频率高于极限频率，才会产生光电效应，所以若光束b照射某金属能发生光电效应，频率较光束b小的光束a 并不一定也能使该金属发生光电效应。根据光子说理论，发生光电效应时，一个光子能激发出一个电子，所以若两色光都能使某金属发生光电效应，并不能确定光束a照射逸出的光电子数量就更多。

**解答**：D

**说明**：本题考查光的干涉和衍射、光电效应、光子说。要求先根据实验结论判断出a、b两束单色光的波长和频率关系，由此进一步确定是否能产生光电效应。因此本题的学习水平为知道（A）。

**学习内容**：12.2.1 光的干涉和衍射；12.2.4光电效应 光子说

**学习要求**：12.2.1 ④知道杨氏双缝干涉实验的实验结论；⑪知道光的衍射现象的实验结论；⑬理解光的波长、频率和波速之间的关系；12.2.4 ③知道发生光电效应的条件；⑤知道光子说的内容。

**学习水平**：知道（A）

# 六、评价示例（拓展型）

## （一）活动示例

### 1．观察与解释——光的干涉

观察杨氏双缝干涉的演示实验，结合水波的干涉了解光的干涉现象。分别观察白光下肥皂膜表面的花纹和肥皂膜表面酒精灯焰的像，尝试利用波的叠加原理和干涉条件对观察到的现象进行定性说明。

### 2．观察与讨论——光电效应现象、光子说

观察光电效应的演示实验,了解光电效应的实验规律和用波动说解释时面临的困难;阅读介绍爱因斯坦光子说的有关资料,尝试利用光子说对光电效应的实验规律作出分析、说明,并就分析、说明中的观点和疑问开展讨论。

## （二）检测

### 填空题

1. 部分电磁波的大致波长范围如图所示．若要利用缝宽与手指宽度相当的缝获得明显的衍射现象，可选用\_\_\_\_\_\_\_波段的电磁波，其原因是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

0.4m

0.7m

0.3mm

30nm°Å

紫外线

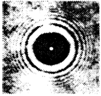
可见光

红外线

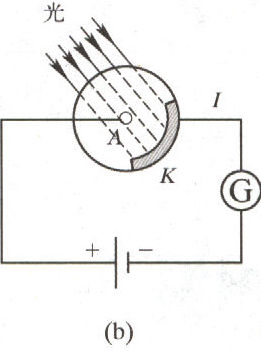
微波

1m

波长



1. 如图，当用激光照射直径小于激光束的不透明圆盘时，在圆盘后屏上的阴影中心出现了一个亮斑。这是光的\_\_\_\_\_\_\_（选填“干涉”、“衍射”或“直线传播”）现象，这一实验支持了光的\_\_\_\_\_\_\_（选填“波动说”、“微粒说”或“光子说”）。
2. 用某单色光照射金属表面，金属表面有光电子飞出。若照射光的频率增大，强度减弱，则单位时间内飞出金属表面的光电子的能量\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，数量\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（均选填“增大”或“减小”）
3. 光电管是应用\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的原理制成的光电元件。如图所示的电路中，如果a端与电源\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“正”或“负”）极相连，那么当光照射到光电管的阴极K时，电路中就会产生电流。



电源

a

b

### 单选题

1. 人类对光的本性的认识经历了曲折的过程，下列关于光的本性的陈述符合科学规律或历史事实的是（ ）。

（A）牛顿“微粒说”与爱因斯坦的“光子说”本质上是一样的

（B）光的双缝干涉实验证明了光具有波动性

（C）法拉第预言了光是一种电磁波

（D）光电效应现象说明光具有波粒二象性

1. 下图为红光或紫光通过双缝或单缝所呈现的图样，则（ ）。

甲 乙 丙 丁

（A）甲为紫光的衍射图样 （B）乙为紫光的衍射图样

（C）丙为红光的衍射图样 （D）丁为红光的衍射图样

1. 根据爱因斯坦的“光子说”可知（ ）。

（A）“光子说”的本质就是牛顿的“微粒说”

（B）光的波长越大，光子的能量越小

（C）一束单色光的能量可以连续变化

（D）只有光子数很多时，光才具有粒子性

1. 当用一束紫外线照射锌板时，产生了光电效应，这时（ ）。

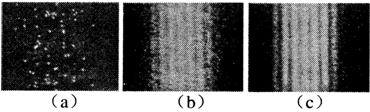
（A）锌板带负电 （B）有正离子从锌板逸出

（C）有电子从锌板逸出 （D）锌板会吸附空气中的正离子

1. 白光通过双缝后产生的干涉条纹是彩色的，其原因是不同色光的（ ）。

（A）传播速度不同 （B）强度不同

（C）振动方向不同 （D）频率不同

1. 用极微弱的可见光做双缝干涉实验，随着时间的增加，在屏上先后出现如图（a）、（b）、（c）所示的图像，则（ ）。

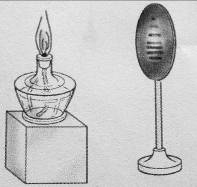
（A）图像（c）表明光具有粒子性

（B）图像（a）表明光具有波动性

（C）用紫外光观察不到类似的图像

（D）该实验表明光是一种概率波

### 实验题

1. 如右图，把酒精灯放在肥皂液薄膜前，从薄膜上可看到明暗相间的条纹，能解释这一现象产生原因的是示意图（图中实线、虚线为光照射到薄膜上时，从膜的前后表面分别反射形成的两列波）（ ）。

明

明

暗

肥

皂

液

体

明

明

暗

1. （B） （C） （D）

明

明

暗

肥

皂

液

体

肥

皂

液

体

明

明

暗

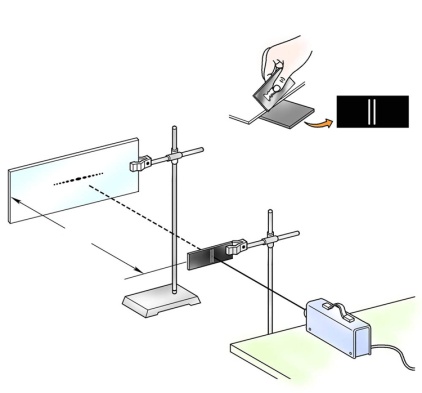
肥

皂

液

体

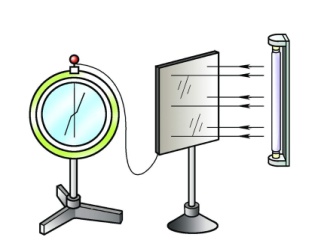
1. 如图为双缝干涉的实验示意图，若要使干涉条纹的间距变大可改用波长更\_\_\_\_\_\_\_（选填“长”或“短”）的单色光，或是使双缝与光屏间的距离\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“增大”或“减小”）。



光屏

双缝

激光器

1. 如图所示，用导线将验电器与洁净锌板连接，用紫外线照射锌板，验电器指针发生明显偏转，接着用毛皮摩擦过的橡胶棒接触锌板，发现验电器指针张角减小，此现象说明锌板带\_\_\_\_\_\_\_\_\_电（选填“正”或“负”）；若改用红外线重复以上实验，结果发现验电器指针根本不会偏转，说明金属锌的极限频率\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“大于”或“小于”）红外线的频率。