**《大学物理II》作业No. 5 光的衍射 （C卷）**

**班级 \_\_\_\_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_\_\_**

1. **选择题**（8小题）
2. 波长为的单色平行光，垂直照射在宽度为的狭缝上, 衍射图样第1级极小对应的衍射角为, 由此可知的大小为

**[ ]** A. B.

C. 2 D.

**答案：C**

**答案解析：**由单缝衍射暗纹条件 ，将，代入得。因此选C。

单缝



1. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中，设中央明纹的衍射角范围很小，若使单缝宽度变为原来的，同时使入射的单色光的波长变为原来的，则屏幕上单缝衍射条纹中央明纹的宽度将变为原来的

**[ ]** A. 倍 B. 倍

C. 倍 D. 倍

**答案：D**

**答案解析：**单缝衍射中央明纹两侧第一暗纹中心间距离为中央明纹线宽度：

由第一暗纹中心条件，即

中央明纹角位置很小，有 ，所以

，其中*，*。

所以 、改变后的中央明纹宽度变为原来宽度的1/2。因此选D。

1. 用一束平行白光垂直照射在单缝上，则在观察屏上能看到

**[ ]**

A. 中央亮纹为白色，两边对称分布着由紫到红的彩色光谱

B. 中央亮纹为白色，两边对称分布着由红到紫的彩色光谱

C. 中央亮纹为白色，两边对称分布着黑白相间的条纹

D. 不出现条纹，因为白光是复合光

**答案：A**

**答案解析：**由单缝衍射明纹公式可知，入射光波长越长，衍射角越大，在同一级光谱中偏离中央明纹越远。白光中红光波长最大，故同一级光栅光谱中，偏离中央明纹最远的是红光。另外，所有波长的衍射光线在透镜主光轴与屏相交处光程差均为零，所以中央明纹是白色。因此选A。

1. 波长为的蓝光通过一个宽度为的单缝，在屏幕上形成一个衍射图样。如果用波长为的红光代替蓝光，要想再现原先的衍射图样，单缝的宽度要变成

**[ ]** A. B.

C. 没必要改变 D.

E. F. 无法通过改变缝宽来重现原先的图样

**答案：D**

**答案解析：**单缝夫琅禾费衍射中央条纹的角宽度，其余明纹的角宽度，

还想再现原先的衍射图样，那么角宽度不能变。由于波长变成了原来的倍，单缝的宽度就要变成原来的倍。因此选D。

****

1. 一束波长为的平行单色光垂直入射到一单缝上，装置如图，在屏幕上形成衍射图样，如果是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置，则的长度为

**[ ]** A. B.

C. D.

**答案：A**

**答案解析：**单缝（宽度）衍射暗纹中心满足：

是第一暗纹所在位置，，则。因此选A。

1. 波长为的单色光垂直投射到的平面光栅上，则第1级衍射极大所对应的衍射角的正弦值为

**[ ]** A. 0.052 B. 0.104

C. 0.156 D. 0.207

**答案：B**

**答案解析：**根据题意知，光栅常数，由光栅方程可知，。因此选B。

1. 用波长为的平行光垂直入射到一光栅上，发现在衍射角为处出现缺级，则光栅上缝宽的最小值是

**[ ]** A. B.

C. D.

**答案：B**

**答案解析：**由光栅方程，可知

根据缺级条件 ，可知狭缝宽度

当时，狭缝宽度最小，即。因此选B。

1. 在圆孔的夫琅禾费衍射实验中，设圆孔的直径为，透镜焦距为，所用单色光的波长为，则在透镜焦平面处的屏幕上，显现的艾里斑半径为

**[ ]** A. B.

C. D.

**答案：B**

**答案解析：**光学仪器最小分辨角 ，所以显现的艾里斑半径。因此选B。

1. **判断题**（6小题）
2. **[ ]** 惠更斯---菲涅耳原理的基本内容是：波阵面上各面积元所发出的子波在观察点的干涉，决定了点的合振动及光强。

**答案：√**

**答案解析：**由惠更斯---菲涅耳原理知正确。

1. **[ ]** 无线电波能绕过建筑物，而可见光波不能绕过建筑物。这是因为光是沿直线传播的。

**答案：×**

**答案解析：**无线电波能绕过建筑物，是因为它的波长长，而可见光不能绕过，是由于其波长同障碍物比起来，数量级差太多，衍射现象不明显。

1. **[ ]** 衍射角就是衍射光线与入射光线间的夹角。

**答案：×**

**答案解析：** 衍射角是衍射光线与障碍物所在波面法线之间的夹角。

1. **[ ]** 若衍射光栅单位长度上的刻痕数越多，则光栅的光栅常数越小。

**答案：√**

**答案解析：**由光栅的光栅常数定义知，该表述正确。

1. **[ ]** 在单缝夫琅禾费衍射实验中，增大缝宽，其他条件不变，则中央明条纹宽度变小。

**答案：√**

**答案解析：**由单缝衍射暗纹条件 可知，

中央明纹宽度（的两条暗纹之间的距离）为 ，

故增大缝宽时，减少，屏上中央明纹将变小。

1. **[ ]** 假如一光栅摔成了大小相同的两块，得到的衍射图样与之前完整的光栅相比，其条纹的位置不变，但条纹将变宽，分辨本领也将降低。

**答案：√**

**答案解析：**光栅的两个重要参数，一是光栅常数，二是总缝数。当一光栅摔成大小相同的两块时，其光栅常数不变，总缝数减半。

由光栅公式可知，光栅常数将决定衍射条纹的位置；

由主明纹角宽度公式，以及光栅分辨率公式 ，可知越大，条纹将越细窄，能量越集中，条纹也将越明亮，作为分光仪器，其分辨本领也就高。

因此，和完整光栅相比，其条纹的位置不变，但条纹将变宽，分辨本领也将降低。

1. **填空题**（8小题）
   * + 1. 单缝夫琅禾费衍射实验中，屏上第三级暗条纹所对应的单缝处波面可划分为  个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第三级暗纹处将是第 级 纹。

**答案：6；一；明**

**答案解析：**由单缝衍射暗纹公式

当时，，

即第三级暗条纹所对应的单缝处波面可划分为6个半波带。

若将缝宽缩小一半，有光程差 ，

即此时单缝处波面划分为3个半波带。

因，满足单缝衍射明纹公式 ，

可知原来第三级暗纹处现在将是第一级明纹。

* + - 1. 在单缝夫琅禾费衍射实验中，平行光垂直入射单缝，所用光波长，透镜焦距，第三级暗纹离中央明纹中心，另一波长的光，它的第二级暗纹在屏的同一位置上，则单缝宽m，波长nm。

**答案：；**

**答案解析：**由单缝衍射暗纹条件

和近轴衍射结论

得 单缝宽

因另一波长的光，它的第二级暗纹在屏的同一位置上，所以有

波长

* + - 1. 一单缝宽度为，缝后放一个焦距为的会聚透镜，用波长的平行光垂直照射单缝，则位于透镜焦平面处的屏幕上中央明纹的宽度和中央明纹两侧任意两条相邻暗纹中心之间的距离分别为mm和mm。

**答案：；2.73**

**答案解析：**由单缝衍射暗纹条件 可知，

中央明纹宽度（的两条暗纹之间的距离）为

中央明纹两侧任意两条相邻暗纹中心之间的距离为

* + - 1. 一平面衍射光栅，每厘米刻条，用平行可见光（波长）垂直入射，缝后透镜焦距，则光栅衍射第一级完整可见光谱所占宽度为。

**答案：**

**答案解析：**根据题意知，光栅常数，

由光栅方程

：，

，

光栅衍射第一级完整可见光谱所占宽度为

* + - 1. 一光栅宽为，每厘米有条刻线。在第三级谱线中，对，可分辨的最小波长间隔为。

**答案：**

**答案解析：**由光栅衍射的各级分辨本领

可分辨的最小波长间隔

* + - 1. 如在双缝垂直入射衍射实验中，若每条缝宽，两缝中心间距，则在单缝衍射的两个第一极小条纹之间出现的干涉明条纹数为  条。

**答案：9**

**答案解析：**由光栅衍射垂直入射缺级条件

可知第一极小条纹出现的干涉明条纹级次为：，即干涉明条纹第一次缺级出现在级次，根据垂直入射衍射条纹分布的对称性，有在单缝衍射的两个第一极小条纹之间出现的干涉明条纹级次分别为：，即共有9条。

另解：要求单缝衍射的两个第一极小条纹之间出现的干涉明条纹数，其实就是求单缝衍射的中央明纹区的主明纹条数。当光垂直入射时，单缝衍射中央明纹区的主明纹条数可直接用公式：

* + - 1. 某卫星上的照相机能清楚识别地面上汽车的牌照号码。如果需要识别的牌照上的字划间的距离为，则在高空的卫星上的照相机的角分辨率应为  ；此照相机的孔径为  （光的波长按计算）。

**答案：；**

**答案解析：**照相机的角分辨率应为

由夫琅禾费圆孔衍射中心衍射角半径公式，照相机孔径应为

* + - 1. 伦琴射线投射在岩盐（其晶格常数）晶体上发生反射加强时，测得射线与晶体表面的最小掠射角为，根据晶格衍射的布拉格公式，伦琴射线的波长为 m。（答案保留2位小数）

**答案：**

**答案解析：**由晶格衍射的布拉格公式：，有

最小掠射角对应级次，所以该伦琴射线的波长为：

1. **计算题**（3小题）

（本题6分）在某个单缝衍射实验中，光源发出的光含有两种波长和，并垂直入射于单缝上。假如的第一级衍射极小与的第二级衍射极小相重合，试问：

(1) 这两种波长之间有何关系？

(2) 在这两种波长的光所形成的衍射图样中，是否还有其它极小相重合?

**解：**(1) 由单缝衍射暗纹条件 **（1分）**

和题意有：，所以 **（2分）**

(2) 若两种波长的极小重合，则满足 **（1分）**

又，所以，即只要满足第2波长的衍射级次是第1波长的衍射级次的2倍关系，二波长的衍射极小就会重合。 **（2分）**

1. （本题12分）在宽度的狭缝后处，有一与狭缝平行的屏，如以平行单色光垂直地照射狭缝，在屏上形成衍射条纹，若在离中心点的点看到的是明条纹，试求：
2. 该入射光的波长；
3. 点条纹的级数；
4. 从点看来狭缝处的波阵面可分成的半波带数目。

**解：**由题意知，单缝衍射衍射角满足 **（1分）**

再由单缝衍射明纹条件，有 **（1分）**

入射光的波长和级次关系为

**（2分）**

(1) 在可见光范围内有入射光的波长

， **（2分）**

， **（2分）**

(2)点条纹的级数为

，（） **（1分）**

，（） **（1分）**

(3)从点看来狭缝处的波阵面可分成的半波带数目

，（） **（1分）**

，（） **（1分）**

1. （本题10分）波长的单色光垂直入射到一光栅上，测得第二级主极大出现在处，设光栅不透光部分是透光部分的3倍，即，试求

(1) 光栅常数等于多少?

(2) 透光部分宽度等于多少?

(3) 在屏幕上可能呈现的全部主极大（明条纹）的级次。

**解：**(1) 由光栅公式， **（1分）**

将题意，代入，可得光栅常数

**（2分）**

(2) 由和上面结果有单缝最小宽度满足

**（1分）**

所以单缝最小宽度 **（1分）**

(3) 垂直入射到光栅，则由光栅公式，最大级次衍射角，所以

**（2分）**

又由缺级条件 **（2分）**

知4的倍数级次将缺级，所以屏上可能呈现的全部主极大的级次为

。共15条 **（1分）**

1. **简答题**（1小题）

图为单缝衍射装置示意图，对于会聚到P点的衍射光线，单缝宽度的波阵面恰好可以分成三个半波带，图中光线1和2，光线3和4在P点引起的光振动都是反相的，一对光线的作用恰好抵消，为什么在P点的光强是极大值而不是零呢？



**答：**会聚在P点的光线不只是1，2，3，4四条光线，而是从1到4之间的无数条衍射的光线，它们的相干叠加结果才决定P点的光强。现用半波带法分析P点的光强。由于缝被分成三个半波带，其中相邻两个半波带上对应点发的光线的光程差为半个波长，在P点均发生相消干涉，对总光强无贡献。但剩下的一个半波带上各点发出的衍射光线聚于P点，叠加后结果是光矢量合振幅为极大值（与P点附近的其他点相比），使P点光强为极大。