

2016-2017 学年第 1 学期考试试题 (B) 卷

课程名称 《大学物理》光学、热学与近代物理

任课教师签名_____等

考试时间 (120) 分钟

出题教师签名 题库抽题

审题教师签名_____

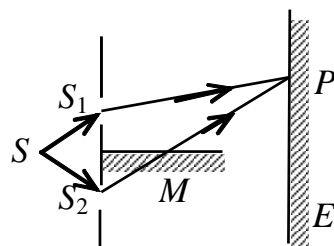
考试方式 (闭) 卷

适用专业 2015 级理工各专业

题 号	一	二	三	四	五	六	总 分
得 分							

一、 选择题 (每题3分, 共30分)

1. 在杨氏双缝干涉实验中, 屏幕 E 上的 P 点处是明条纹。若将缝 S_2 盖住, 并在 S_1S_2 连线的垂直平分面处放一反射镜 M , 如图所示, 则此时 []



- (A) P 点处仍为明条纹。
 (B) P 点处为暗条纹。
 (C) 不能确定 P 点处是明条纹还是暗条纹。
 (D) 无干涉条纹

2. X 射线射到晶体上, 对于间隔为 d 的平行点阵平面, 能产生衍射主极大的最大波长为 []

- (A) $d/4$ (B) $d/2$
 (C) d (D) $2d$

3. 设星光的有效波长为 550 nm , 用一台物镜直径为 1.20 m 的望远镜观察双星时, 能分辨的双星的最小角间隔 $\delta\theta$ 是 []

- (A) $3.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ (B) $5.4 \times 10^{-5} \text{ rad}$
 (C) $1.8 \times 10^{-5} \text{ rad}$ (D) $5.6 \times 10^{-7} \text{ rad}$

4. 一束光强为 I_0 的自然光, 相继通过三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 后, 出射光的光强为 $I=I_0/8$ 。已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直, 若以入射光线为轴, 旋转 P_2 , 要使出射光的光强为零, P_2 最少要转过的角度是 []

- (A) 30° (B) 45° (C) 60° (D) 90°

5. 下列各式中, 哪一式可以用来表示理想气体分子的平均平动动能 (式中 P 为气体压强, V 为气体体积, M 为气体的总质量, m 为气体分子的质量, N

为气体分子的总数目, n 为气体分子数密度, M_{mol} 为气体的摩尔质量, N_A 为阿伏伽德罗常数。) []

- (A) $\frac{3M}{2m} PV$ (B) $\frac{3M}{2M_{\text{mol}}} PV$
 (C) $\frac{3n}{2P}$ (D) $\frac{3M_{\text{mol}}}{2N_A M} PV$

6. 已知 $f(v)$ 为麦克斯韦速率分布函数, N 为总分子数, 则速率 $v > 100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的分子数的表达式为 []

- (A) $\int_{100}^{\infty} f(v) dv$ (B) $N \int_{100}^{\infty} f(v) dv$
 (C) $N \int_0^{100} f(v) dv$ (D) $\int_{100}^{\infty} v f(v) dv / \int_{100}^{\infty} f(v) dv$

7. 在标准状态下, 若氧气(视为刚性双原子分子的理想气体)和氦气的体积比 $V_1/V_2=1/2$, 则其热力学能之比 E_1/E_2 为: []

- (A) $3/10$ (B) $1/2$
 (C) $5/6$ (D) $5/3$

8. K 系与 K' 系是坐标轴相互平行的两个惯性系, K' 系相对于 K 系沿 Ox 轴正方向匀速运动。一根刚性尺静止在 K' 系中, 与 $O'x'$ 轴成 30° 角。今在 K 系中观测得该尺与 Ox 轴成 45° 角, 则 K' 系相对于 K 系的速度是: []

- (A) $2c/3$ (B) $c/3$ (C) $\sqrt{2/3}c$ (D) $\sqrt{1/3}c$

9. 设某微观粒子的总能量是它的静止能量的 K 倍, 则其运动速度的大小为 (c 表示真空中光速) []

- (A) $\frac{c}{K-1}$ (B) $\frac{c}{K} \sqrt{1-K^2}$ (C) $\frac{c}{K} \sqrt{K^2-1}$ (D) $\frac{c}{K+1} \sqrt{K(K+2)}$

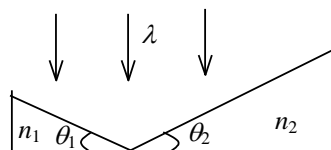
10. 在均匀磁场 B 内放置一极薄的金属片, 其红限波长为 λ_0 。今用单色光照射, 发现有电子放出, 有些放出的电子(质量为 m , 电荷的绝对值为 e) 在垂直于磁场的平面内作半径为 R 的圆周运动, 那末此照射光光子的能量是 []

- (A) $\frac{hc}{\lambda_0}$ (B) $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{(eRB)^2}{2m}$
 (C) $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{eRB}{m}$ (D) $\frac{hc}{\lambda_0} + 2eRB$

二、填空题(每题 3 分, 共 30 分)

1. 在迈克尔逊干涉仪的某一光路中, 放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后, 测出波长为 λ 的两束光的相位差的改变量为 2π , 则该薄膜的厚度 $d=$ _____。

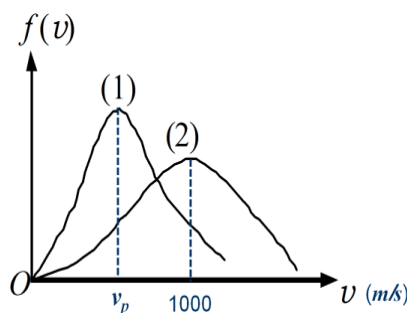
2. 如图所示, 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到两个劈尖上, 两劈尖角分别为 θ_1 和 θ_2 , 折射率分别为 n_1 和 n_2 , 若二者分别形成的干涉条纹的明条纹间距相等, 则 θ_1 , θ_2 , n_1 和 n_2 之间的关系是_____。



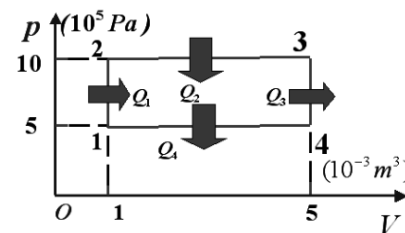
3. 一平凸透镜, 凸面朝下放在一平玻璃板上。透镜刚好与玻璃板接触。波长分别为 $\lambda_1=600\text{ nm}$ 和 $\lambda_2=500\text{ nm}$ 的两种单色光垂直入射, 观察反射光形成的牛顿环, 从中心向外数的两种光的第五个明环所对应的空气膜厚度之差为_____ nm。

4. 设某种理想气体的体密度为 ρ , 摩尔质量为 μ , 则该气体的分子数密度为_____; 若该气体分子的最概然速率为 v_p , 则此气体的压强可表示为_____。(N_A 为阿伏伽德罗常数, 用 ρ , μ , v_p , N_A 表示。)

5. 现有两条气体分子速率分布曲线 (1) 和 (2), 如图所示。若两条曲线分别表示同一种气体处于不同的温度下的速率分布, 则曲线_____表示的温度较高。若两条曲线分别表示同一温度下的氢气和氧气的速率分布, 则氧气的最概然速率为_____ m/s。



6. 如图所示为刚性双原子分子理想气体氮气的循环过程, 1-2 和 3-4 为等容过程, 2-3 和 4-1 为等压过程, 则该热力学系统一次循环对外做功为_____ J, 循环效率为_____。(结果保留 3 位有效数字)。



7. 一宇宙飞船相对地球以 $0.8c$ (c 表示真空中光速) 的速度飞行。一光脉冲从船尾传到船头, 飞船上的观察者测得飞船长为 90 m , 地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两个事件的空间间隔为_____ m。

8. 一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行。如果宇航员希望把这路程缩短为 3 光年, 则它所乘的火箭相对于地球的速度应是_____。(设真空中光速为 c)

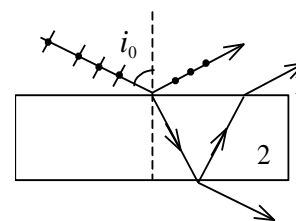
9. 在 X 射线散射实验中, 散射角为 $\varphi_1 = 45^\circ$ 和 $\varphi_2 = 60^\circ$ 的散射光波长改变量之比 $\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2 =$ _____。

10. 设大量氢原子处于 $n=3$ 的激发态, 它们跃迁时发射出一簇光谱线。这簇光谱线最多可能有_____条, 其中最短波长光子的能量是_____ eV (结果保留 3 位有效数字)。

三、判断题 (每题 1 分, 共 10 分) (在要判断正误的说法后面括号中填写 \checkmark 或 \times)。

1. 一束自然光以布儒斯特角自空气射向一块平板玻璃, 如图所示, 则对在界面 2 的反射光和透射光有下述三种说法, 请判断正误。

- (1) 在界面 2 的反射光是自然光。 ()
- (2) 在界面 2 的透射光是部分偏振光。 ()
- (3) 在界面 2 的反射光是完全偏振光。 ()



2. 下面四种说法, 请判断正误

- (1) 从微观上看, 理想气体的温度表示每个气体分子的冷热程度。 ()
- (2) 可以设计一台可逆卡诺热机, 每循环一次可从 400 K 的高温热源吸热 1800 J , 向 300 K 的低温热源放热 800 J , 同时对外做功 1000 J 。 ()
- (3) 理想气体和单一热源接触作等温膨胀时, 吸收的热量全部用来对外作

功，这既不违反热力学第一定律，也不违反热力学第二定律。（ ）

(4) 一定量的理想气体，在温度不变的条件下，当体积增大时，分子的平均碰撞频率 \bar{Z} 减小，平均自由程 $\bar{\lambda}$ 变小。（ ）

3. 下述三种说法，请判断正误。

(1) 在某惯性系中同一地点、同一时刻发生的两个事件，它们在其它惯性系中也是同时发生的。（ ）

(2) “黑体”是不能发射任何电磁辐射的物体。（ ）

(3) 在康普顿散射中，电子与光子的相互作用满足能量守恒，不满足动量守恒。（ ）

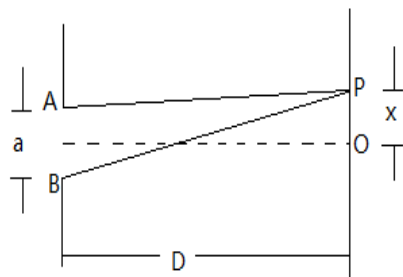
四、计算题 1 (10 分)

在宽度 $a=0.6 \text{ mm}$ 的狭缝后 $D=40 \text{ cm}$ 处，有一与狭缝平行的屏，如以平行可见单色光自左面垂直照射狭缝，在屏上形成衍射条纹，若在离 O 点为 $x=1.4 \text{ mm}$ 的 P 点，看到的是明条纹中心，试求：

(1) 该入射可见光的波长（可见光波长范围 $\lambda=380\sim 760 \text{ nm}$ ）？

(2) P 点明条纹的级次？

(3) 对该光波波长而言，从 P 点看来狭缝处的波阵面可分作的半波带的数目为多少？



五、计算题 2 (10 分)

波长 $\lambda=600 \text{ nm}$ 的单色平行光垂直入射到一衍射光栅上，测得第二级主极大的衍射角为 30° ，且第三级是缺级。

(1) 光栅常数 d 等于多少？

(2) 透光缝的可能宽度 a 最小等于多少？

(3) 在选定了上述 d 和 a 之后，求在屏幕上可能呈现的全部主极大的级次？

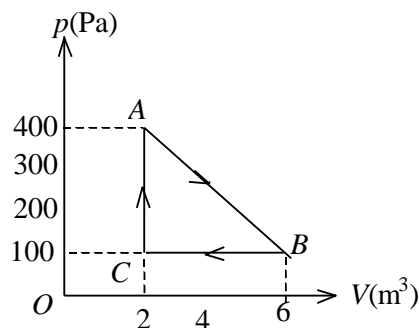
六、计算题 3 (10 分)

某种理想气体的摩尔比热容比 $\gamma=1.40$ ，该气体系统进行如图所示的循环过程。

已知状态 A 的温度为 $T_A=300 \text{ K}$ 。求：

(1) 状态 B 、 C 的温度 T_B 与 T_C ？

(2) $A-B$ ， $B-C$ 和 $C-A$ 过程中气体所吸收的净热量 Q_{A-B} ， Q_{B-C} 和 Q_{C-A} ？



参考公式

最小分辨角： $\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$

布拉格公式： $2d \sin \theta = k\lambda$

马吕斯定律： $I' = I \cos^2 \alpha$

布儒斯特定律： $\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$

理想气体状态方程： $PV = \nu RT$

玻尔兹曼常数： $K_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

普适气体常数： $R = 8.31 \text{ J/mol K}$

阿伏伽德罗常数： $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

洛伦兹变换： $x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - (\frac{u}{c})^2}}$ ， $y' = y$ ， $z' = z$ ， $t' = \frac{t - \frac{u}{c^2}x}{\sqrt{1 - (\frac{u}{c})^2}}$

相对论动能： $E_k = mc^2 - m_0c^2$ ；光电效应方程： $h\nu = \frac{1}{2}m_0v^2 + A$

康普顿公式： $\Delta\lambda = \lambda_c(1 - \cos \varphi)$ ；氢原子能级： $E_n = -\frac{13.6\text{eV}}{n^2}$

考完后，请监考老师和班长将答题纸和试卷分开装袋，并将答题纸按学号从小到大顺号。谢谢！

题 号	一	二	三	四	五	六	总 分
得 分							
评卷人							

***** 以下为学生答题区域（其它区域答题无效）*****

一、选择题：（共 30 分，每题 3 分）

1. []
2. []
3. []
4. []
5. []
6. []
7. []
8. []
9. []
10. []

二、填空题：（共 30 分，每题 3 分）

1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

三、判断题：（共 10 分，每小题 1 分）

1 (1)	1 (2)	1 (3)	2 (1)	2 (2)	2 (3)	2 (4)	3 (1)	3 (2)	3 (3)

四、（10 分）

五、（10 分）

六、（10 分）