

【A1、A2 卷大部分试题从清华题库摘录或改编，除去：A1 填空第 6 题、A2 选择第 5 题为几何光学；A1/A2 选择 9、10 题、填空第 8-10 题、第五大题为量子物理。若已做过清华题库试题请做 B1、B2 卷】

2022 年秋季学期 大学物理 IB 复习试题 (A1)

2023. 2

说明：

1. 仅供复习参考，不作猜题押题之用。
2. 本次考试为闭卷考试，考试时间为 120 分钟，总分 100 分。
3. 把握好做题节奏，尽量不要暂停。

备用常数：玻耳兹曼常量 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ，普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

阿伏伽德罗常量 $N_A=6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ，普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

电子质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ；电子电量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ；

$1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$ ，维恩位移公式中的常量 $b=2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ ，里德伯常量 $R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

斯特藩-玻尔兹曼公式中的常量 $\sigma=5.670 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

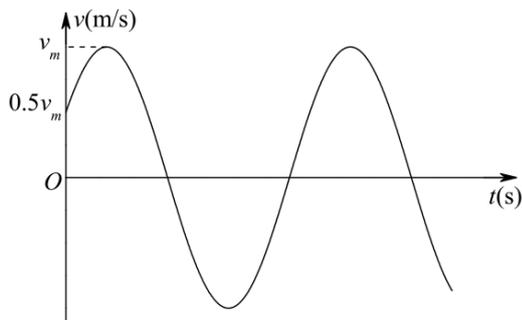
注意行为规范 遵守考场纪律

一、单项选择题 (每小题 3 分，满分 30 分)

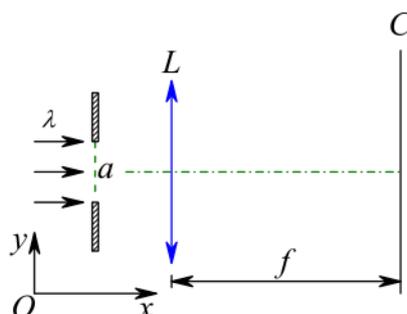
每小题均只有一个选项符合题目要求。请将每小题的答案填在题干末尾的中括号里，填在中括号以外的答案无效。

1. 【3396, 176】一质点作简谐振动。其运动速度与时间的曲线如图所示。若质点的振动规律用余弦函数描述，则其初相应为【 】

- (A) $\pi/6$ (B) $5\pi/6$ (C) $-5\pi/6$ (D) $-\pi/6$



第 1 题图



第 3 题图

2. 【3411, 229】若一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos(Bt - Cx)$ ，式中 A 、 B 、 C 为正值常量，则【 】

- (A) 波速为 C (B) 周期为 $1/B$ (C) 波长为 $2\pi/C$ (D) 角频率为 $2\pi/B$

3. 【5648, 340】在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中，将单缝宽度 a 稍稍变宽，同时使单缝沿 y 轴正方向作微小平移 (透镜屏幕位置不动)，则屏幕 C 上的中央衍射条纹将【 】

- (A) 变窄，同时向上移 (B) 变窄，同时向下移 (C) 变窄，不移动
(D) 变宽，同时向上移 (E) 变宽，不移动

【动态分析例题还有：325-327、333、336、341，注意衍射和干涉分析的区别】

4. 【3525, 348】波长为 λ 的单色光垂直入射于光栅常数为 d 、缝宽为 a 、总缝数为 N 的光栅上。取 $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ，则决定出现主极大的衍射角 θ 的公式可写成【 】

- (A) $N \sin \theta = k \lambda$ (B) $a \sin \theta = k \lambda$ (C) $N d \sin \theta = k \lambda$ (D) $d \sin \theta = k \lambda$

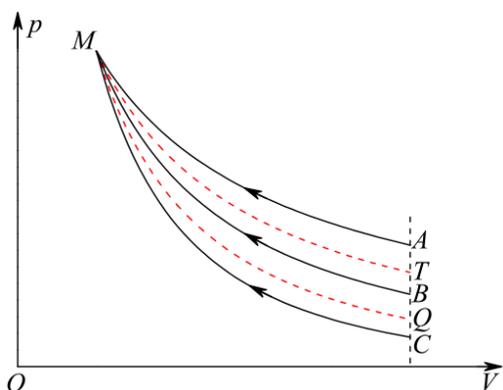
5. 【3545, 356】自然光以 60° 的入射角照射到某两介质交界面时，反射光为完全线偏振光，则知折射光为【 】

- (A) 完全线偏振光且折射角是 30°
 (B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为 $\sqrt{3}$ 的介质时，折射角是 30°
 (C) 部分偏振光，但须知两种介质的折射率才能确定折射角
 (D) 部分偏振光且折射角是 30°

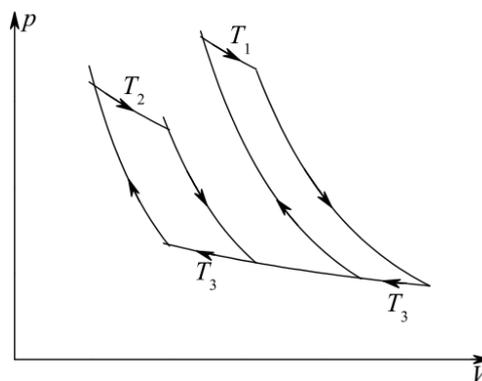
【问：反射光的性质是什么？】

6. 【4316, 461】下图为一理想气体几种状态变化过程的 $p-V$ 图，其中 MT 为等温线，MQ 为绝热线，在 AM、BM、CM 三种准静态过程中：(1) 温度降低的是_____过程；(2) 气体放热的是_____过程。【 】

- (A) (1) AM; (2) BM、CM (B) (1) AM; (2) BM、AM
 (C) (1) BM、CM; (2) AM (D) (1) BM、AM; (2) CM



第 6 题图



第 7 题图

7. 【4121, 426】两个卡诺热机的循环曲线如图所示，一个工作在温度为 T_1 与 T_3 的两个热源之间，另一个工作在温度为 T_2 与 T_3 的两个热源之间，已知这两个循环曲线所包围的面积相等。由此可知【 】

- (A) 两个热机的效率一定相等
 (B) 两个热机从高温热源所吸收的热量一定相等
 (C) 两个热机向低温热源所放出的热量一定相等
 (D) 两个热机吸收的热量与放出的热量（绝对值）的差值一定相等

8. 【4253, 442】一定量的理想气体贮于某一容器中，温度为 T ，气体分子的质量为 m 。根据理想气体分子模型和统计假设，分子速度在 x 方向的分量的下列平均值： $\overline{v_x} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，

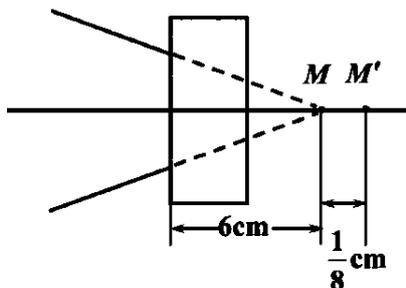
$\overline{v_x^2} = \underline{\hspace{2cm}}$ 【 】

- (A) $\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$, $\sqrt{\frac{3kT}{m}}$ (B) $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$; $\frac{kT}{m}$ (C) 0 ; $\frac{kT}{m}$ (D) $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$; $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{3kT}{m}}$

9. 光是由光子组成的。在光电效应中，光电流的大小取决于【 】
 (A) 入射光的强度 (B) 入射光的相位和频率
 (C) 入射光的强度和频率 (D) 入射光的频率
10. 假设把白炽灯中的钨丝看作黑体，若其点亮时的温度为 2900K，则电磁辐射中单色辐射度的极大值对应的波长为【 】
 (A) 999 nm (B) 645 nm (C) 888 nm (D) 550 nm

二、填空题（每小题 3 分，满分 30 分）

1. 【5315, 218】两个同方向同频率的简谐振动，其合振动的振幅为 20 cm，与第一个简谐振动的相位差为 $\varphi - \varphi_1 = \pi/6$ 。若第一个简谐振动的振幅为 $10\sqrt{3}$ cm = 17.3 cm，则第二个简谐振动的振幅为 _____ cm，第一、二两个简谐振动的相位差 $\varphi_1 - \varphi_2$ 为_____。
2. 【3835, 223】在竖直悬挂的轻弹簧下端系一质量为 100 g 的物体，当物体处于平衡状态时，再对物体加一拉力使弹簧伸长，然后从静止状态将物体释放。已知物体在 32 s 内完成 48 次振动，振幅为 5 cm。则上述的外加拉力大小是_____N；当物体在平衡位置以下 1 cm 处时，此振动系统的动能是_____J。
3. 【3294, 285】在截面积 S 的圆管中，有一列平面简谐波在传播，其波的表达式为 $y = A \cos[\omega t - 2\pi(x/\lambda)]$ ，管中波的平均能量密度是 w ，则通过截面积 S 的平均能流是_____。
4. 【7938, 367】空气中有一玻璃劈形膜，其一端厚度为零，另一端厚度为 0.005 cm，折射率为 1.5。现用波长为 600 nm 的单色平行光，沿入射角为 30° 角的方向射到劈的上表面，则在劈形膜上形成的干涉条纹数目为_____。
5. 【3203, 377】用迈克耳孙干涉仪测微小的位移。若入射光波波长 $\lambda = 628.9$ nm，当动臂反射镜移动时，干涉条纹移动了 2048 条，反射镜移动的距离 $d =$ _____。
6. 自一透镜射出的光向 M 点会聚(如图所示)，在 M 点的左方放一厚度为 t 的平行平面玻璃，折射率为 1.50，玻璃垂直于水平轴，则光线会聚于 M' 点，即 M 点沿水平轴平移至 M' 点。已知玻璃左边一面距 M 点为 6cm， MM' 为 $1/8$ cm，则玻璃的厚度为_____cm。

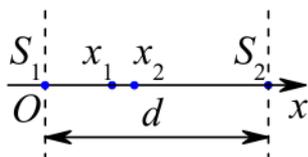


7. 【4025, 445】一气体分子的质量可以根据该气体的定体比热来计算。氩气的定体比热 $C_V = 0.314$ kJ/(kg · K)，则氩原子的质量 $m =$ _____。

8. 根据玻尔的氢原子理论，电子在基态轨道运动时，其德布罗意波的波长为_____。
9. 宽度为 $a=2\times 10^{-10}\text{m}$ 的一维无限深势阱中的电子由 $n=3$ 的能级跃迁到 $n=1$ 的能级，所发出光波的波长为_____。
10. 在康普顿散射实验中，若用波长为 0.1nm 的光子作为入射源，则散射角 45° 的康普顿散射波长是_____，分配给这个反冲电子的动能为_____。

以下为计算题，每小题 10 分，满分 40 分。

三、【3099, 306】如图所示，两相干波源在 x 轴上的位置为 S_1 和 S_2 ，其间距离为 $d=30\text{m}$ ， S_1 位于坐标原点 O 。设波只沿 x 轴正负方向传播，单独传播时强度保持不变。 $x_1=9\text{m}$ 和 $x_2=12\text{m}$ 处的两点是相邻的两个因干涉而静止的点。求两波的波长和两波源间最小相位差。



四、【3660, 400】用波长为 500 nm 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上。在观察反射光的干涉现象中，距劈形膜棱边 $l=1.56\text{ cm}$ 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。

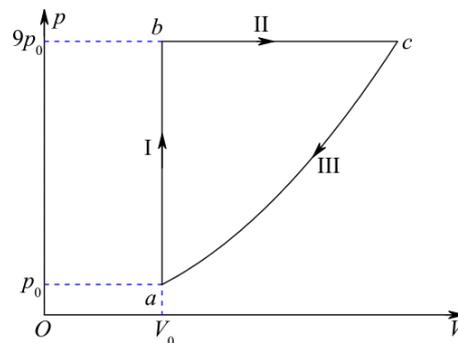
(1) 求此空气劈形膜的劈尖角 θ ;

(2) 改用 600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹，A 处是明条纹还是暗条纹？

(3) 在第 (2) 问的情形从棱边到 A 处的范围内共有几条明纹？几条暗纹？

五、处于第一激发态的氢原子被外来单色光激发，在其发射的光谱中仅观察到三条巴耳末系谱线。试求这三条光谱线中波长最长的那条谱线的波长以及外来光的频率。

六、【0203, 486】1 mol 单原子分子的理想气体，经历如图所示的可逆循环，联结 ac 两点的曲线 III 的方程为 $p = p_0 V^2 / V_0^2$ ， a 点的温度为 T_0 。(1) 试以 T_0 ，普适气体常量 R 表示 I、II、III 过程中气体吸收的热量；(2) 求此循环的效率。



2022 年 秋 季 学 期
大 学 物 理 IB 复 习 试 题 (A2)

2023. 2

说明:

1. 仅供复习参考, 不作猜题押题之用。
2. 本次考试为闭卷考试, 考试时间为 120 分钟, 总分 100 分。
3. 把握好做题节奏, 尽量不要暂停。

备用常数: 玻耳兹曼常量 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, 普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

阿伏伽德罗常量 $N_A=6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

电子质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; 电子电量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$;

$1 \text{ atm}=1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$; $1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$, 里德伯常量 $R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

注意行为规范 遵守考场纪律

一、单项选择题 (每小题 3 分, 满分 30 分)

每小题均只有一个选项符合题目要求。请将每小题的答案填在题干末尾的中括号里, 填在中括号以外的答案无效。

1. 【5179, 179】一弹簧振子, 重物的质量为 m , 弹簧的劲度系数为 k , 该振子作振幅为 A 的简谐振动。当重物通过平衡位置且向规定的正方向运动时, 开始计时。则其振动方程为

【 】

(A) $x = A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{1}{2}\pi\right)$ (B) $x = A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t - \frac{1}{2}\pi\right)$

(C) $x = A \cos\left(\sqrt{\frac{m}{k}}t - \frac{1}{2}\pi\right)$ (D) $x = A \cos\left(\sqrt{\frac{m}{k}}t + \frac{1}{2}\pi\right)$

2. 【3088, 249】一平面简谐波在弹性媒质中传播时, 某一时刻媒质中某质元在负的最大位移处, 则它的能量是【 】

(A) 动能为零, 势能最大 (B) 动能为零, 势能为零

(C) 动能最大, 势能最大 (D) 动能最大, 势能为零

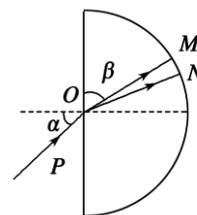
3. 【3162, 352】在真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B, 若 A、B 两点相位差为 3π , 则此路径 AB 的光程为【 】

(A) 1.5λ (B) $1.5\lambda/n$ (C) $1.5n\lambda$ (D) 3λ

4. 【5656, 393】用波长为 λ 的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上, 其光栅常数 $d = 3 \mu\text{m}$, 缝宽 $a = 1 \mu\text{m}$, 则在单缝衍射的中央明条纹中共有多少条谱线 (主极大)? 【 】

(A) 3 (B) 5 (C) 6 (D) 7

5. 如图所示，一束黄光和一束蓝光，从 O 点以相同角度沿 PO 方向射入横截面为半圆形的玻璃柱体，其透射光线分别从 M 、 N 两点射出，已知 $\alpha = 45^\circ$ ， $\beta = 60^\circ$ ，光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。则下列说法错误的是【 】



- (A) OM 是黄光， ON 是蓝光
 (B) 玻璃对 OM 光束的折射率为 $\sqrt{2}$
 (C) OM 光束在该玻璃中传播的速度为 $\sqrt{3} \times 10^8 \text{ m/s}$
 (D) 若将 OM 光束从 N 点沿着 NO 方向射入，不会发生全反射

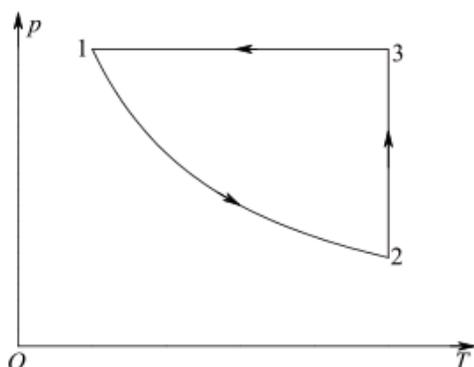
6. 【4955, 440】容积恒定的容器内盛有一定量某种理想气体，其分子热运动的平均自由程为 $\bar{\lambda}_0$ ，平均碰撞频率为 \bar{Z}_0 ，若气体的热力学温度降低为原来的 $1/4$ 倍，则此时分子平均自由程 $\bar{\lambda}$ 和平均碰撞频率 \bar{Z} 分别为【 】

- (A) $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0$ ， $\bar{Z} = \bar{Z}_0$ (B) $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0$ ， $\bar{Z} = \frac{1}{2} \bar{Z}_0$
 (C) $\bar{\lambda} = 2 \bar{\lambda}_0$ ， $\bar{Z} = 2 \bar{Z}_0$ (D) $\bar{\lambda} = \sqrt{2} \bar{\lambda}_0$ ， $\bar{Z} = \frac{1}{2} \bar{Z}_0$

7. 【4124, 429】设高温热源的热力学温度是低温热源的热力学温度的 n 倍，则理想气体在一次卡诺循环中，传给低温热源的热量是从高温热源吸取热量的【 】

- (A) n 倍 (B) $n-1$ 倍 (C) $\frac{1}{n}$ 倍 (D) $\frac{n+1}{n}$ 倍

8. 【4683, 463】已知一定量的理想气体经历 $p - T$ 图上所示的循环过程，则图中 $1 \rightarrow 2$ 、 $2 \rightarrow 3$ 、 $3 \rightarrow 1$ 各过程中，吸热的过程个数是【 】



- (A) 3 (B) 2 (C) 1 (D) 0

9. 在康普顿效应实验中，若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍，则散射光光子能量与反冲电子的动能之比为【 】

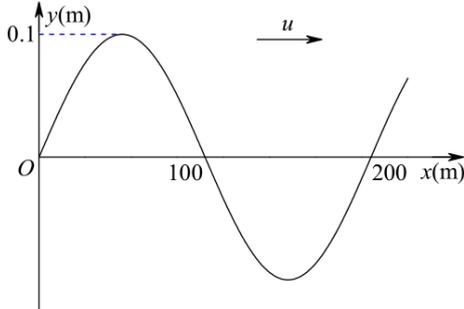
- (A) 5:6 (B) 5:1 (C) 6:1 (D) 1:5

10. 德布罗意波也称物质波，是一种概率波，以下正确的是【 】

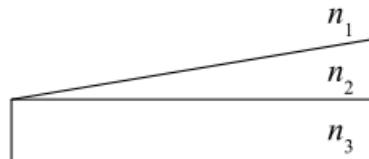
- (A) 波粒二象性指出微观粒子是沿微小起伏的波的轨迹运动的，且波长 $\lambda = \frac{h}{p}$
 (B) 黑体辐射、光电效应、康普顿散射实验为光的波动性提供了有力的论据
 (C) 概率密度 $P = |\Psi|^2$ ，其中 Ψ 是粒子的波函数
 (D) 概率波不是物质作波动运动的形式，而是其在不同位置出现的概率的描述

二、填空题（每小题 3 分，满分 30 分）

- 【3817, 201】一简谐振动的表达式为 $x = A\cos(3t + \varphi_0)$ ，已知 $t = 0$ 时的初位移为 0.04 m ，初速度为 0.09 m/s ，则振幅 $A =$ _____，初相 $\varphi_0 =$ _____。
- 【3338, 242】图示为一简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形图，波速 $u = 200 \text{ m/s}$ ，则图中 O 点的振动加速度表达式为_____。



第 2 题图



第 5 题图

- 【3182, 398】在双缝干涉实验中，波长 $\lambda = 550 \text{ nm}$ 的单色平行光垂直入射到缝间距 $d = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$ 的双缝上，屏到双缝的距离 $D = 2 \text{ m}$ 。则中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距为_____；用一厚度为 $6.6 \times 10^{-6} \text{ m}$ 、折射率为 1.58 的玻璃片覆盖一缝后，零级明纹将移到原来的第_____级_____ (明/暗) 纹处。
- 【3524, 384】平行单色光垂直入射在缝宽为 $a = 0.15 \text{ mm}$ 的单缝上。缝后有焦距为 $f = 400 \text{ mm}$ 的凸透镜，在其焦平面上放置观察屏幕。现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为 8 mm ，则入射光的波长为 $\lambda =$ _____。
- 【3621, 371】用波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的、折射率为 n_2 的劈形膜 ($n_1 > n_2$, $n_3 > n_2$)，观察反射光干涉。从劈形膜顶 (图中左侧) 开始，第 2 条明条纹对应的膜厚度 $e =$ _____。
- 【4018, 444】有一瓶质量为 $M \text{ kg}$ 的氢气 (视作刚性双原子分子的理想气体)，温度为 T ，则氢分子的平均平动动能为_____，氢分子的平均动能为_____，该瓶氢气的内能为_____。
- 【4596, 474】在一个孤立系统内，一切实际过程都向着_____的方向进行。这就是热力学第二定律的统计意义。从宏观上说，一切与热现象有关的实际的过程都是_____。
- 波长为 400 nm 的平面光波朝 x 轴正向传播。若波长的相对不确定量为 $\Delta\lambda / \lambda = 10^{-6}$ ，则光子坐标的最小不确定量为_____。
- 已知金属钾的逸出功是 2.0 eV 。则其发生光电效应时的红限频率为_____ Hz ，如果入射光波长为 583.9 nm ，那么遏止电势差等于_____。

10. 原子内电子的量子态由 n, l, m_l, m_s 四个量子数来表征。当 n, l 一定时, 原子中电子可能具有的状态数为_____, 当 n 一定时, 原子中电子可能具有的状态数为_____。

以下为计算题, 每小题 10 分, 满分 40 分。

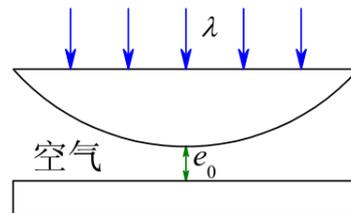
三、【3086, 299+5319, 298 改】一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 波的振幅 $A = 10 \text{ cm}$, 波的角频率 $\omega = 7\pi \text{ rad/s}$ 。当 $t = 1.0 \text{ s}$ 时, $x = 10 \text{ cm}$ 处的 a 质点正通过其平衡位置向 y 轴负方向运动, 而 $x = 20 \text{ cm}$ 处的 b 质点正通过 $y = 5.0 \text{ cm}$ 点向 y 轴正方向运动。设该波波长 $\lambda > 10 \text{ cm}$, 求

- (1) 该平面波的表达式;
- (2) 写出 $t = 4 \text{ s}$ 时刻各波峰位置的坐标表达式, 并求出此时离坐标原点最近的那个波峰的位置;
- (3) 求 $t = 4 \text{ s}$ 时离坐标原点最近的那个波峰通过坐标原点的时刻 t 。

四、【3198, 399+5324, 325 改】如图所示, 牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃有一小缝隙 e_0 。

现用波长为 λ 的单色光垂直照射, 已知平凸透镜的曲率半径为 R ,

- (1) 求反射光形成的牛顿环的各暗环半径。
- (2) 当平凸透镜慢慢地向上平移时, 由反射光形成的牛顿环条纹间距有什么变化? 条纹是向中心收缩, 还是向外扩张?



五、 微观粒子在一维无限深势阱中运动, 其波函数为 $\psi_n(x) = A \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$, ($0 < x < a$). 求:

- (1) A 的值;
- (2) 若粒子处于 $n=2$ 状态, 在 $0 \sim a/4$ 区间发现该粒子的概率是多少?
- (3) 势阱内什么位置处发现粒子的概率密度为 0?

六、【4114, 489】一定量的某单原子分子理想气体装在封闭的汽缸里。此汽缸有可活动的活塞 (活塞与汽缸壁之间无摩擦且无漏气)。已知气体的初压强 $p_1 = 1 \text{ atm}$, 体积 $V_1 = 1 \text{ L}$, 现将该气体在等压下加热直到体积为原来的两倍, 然后在等体积下加热直到压强为原来的 2 倍, 最后作绝热膨胀, 直到温度下降到初温为止。

- (1) 在 $p - V$ 图上将整个过程表示出来; (2) 试求在整个过程中气体内能的改变;
(3) 试求在整个过程中气体所吸收的热量; (4) 试求在整个过程中气体所作的功。



2022 年 秋 季 学 期
大学物理 IB 复习试题 (B1)

2023. 2

说明:

1. 仅供复习参考, 不作猜题押题之用。
2. 本次考试为闭卷考试, 考试时间为 120 分钟, 总分 100 分。
3. 把握好做题节奏, 尽量不要暂停。

备用常数: 玻耳兹曼常量 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, 普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

阿伏伽德罗常量 $N_A=6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

电子质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; 电子电量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$;

$1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$, 维恩位移公式中的常量 $b=2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$, 里德伯常量 $R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

斯特藩-玻尔兹曼公式中的常量 $\sigma=5.670 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

注意行为规范 遵守考场纪律

一、单项选择题 (每小题 3 分, 满分 30 分)

每小题均只有一个选项符合题目要求。请将每小题的答案填在题干末尾的中括号里, 填在中括号以外的答案无效。

1. 利用多普勒效应监测车速, 固定在地面上的波源发出频率为 ν_0 的超声波, 当汽车向波源行驶时, 与波源安装在一起的接收器接收到从汽车反射回来的波的频率为 ν_t 。已知空气中的声速为 u , 则车速为【 】

(A) $\frac{\nu_t + \nu}{\nu_t - \nu} u$ (B) $\frac{\nu_t - \nu}{\nu_t + \nu} u$ (C) $\frac{\nu_t + \nu}{\nu} u$ (D) $\frac{\nu_t - \nu}{\nu} u$

2. 一弹簧振子作简谐振动, 当其偏离平衡位置的位移大小为振幅的 $\frac{1}{4}$ 时, 其动能为振动总能量的【 】

(A) $\frac{1}{4}$ (B) $\frac{3}{4}$ (C) $\frac{15}{16}$ (D) $\frac{1}{16}$

3. 光强分别为 I_0 和 $4I_0$ 的两束相干光相遇而发生干涉时, 在相遇区域内有可能出现的最大光强是【 】

(A) $3I_0$ (B) $5I_0$ (C) $9I_0$ (D) $25I_0$

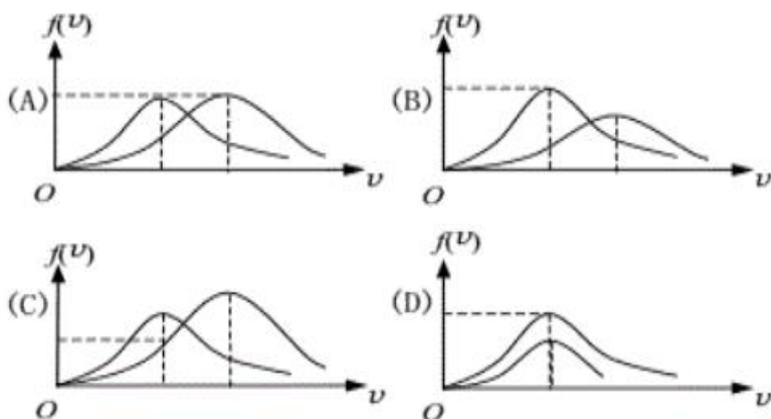
4. 平行单色光垂直入射于宽度为 a 的单缝上, 观察夫琅禾费单缝衍射。下列说法正确的是【 】

- (A) 若屏上 P 点处为第二级明纹, 则单缝处波面可相应划分为 5 个半波带
(B) 若将单缝宽度缩小一半, 原来第二级暗纹处将显示第一级明纹
(C) 若将单缝略向上移动而保持其他条件不变, 则中央明纹略向上移动
(D) 当衍射角适合 $a \sin \theta = k \lambda$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 时, 此处为暗纹 (中心)

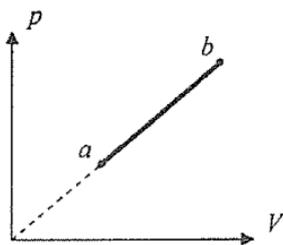
5. 一物置于焦距为 8cm 的薄凸透镜前 12cm 处，现将另一焦距为 6cm 的薄凸透镜放在第一个透镜右侧 30cm 处，则最后成像的性质是【 】

- (A) 一个放大的实像 (B) 一个缩小的实像
(C) 无像或成像于无穷远 (D) 一个放大的虚像

6. 按照麦克斯韦速率分布律 $f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$ ，下列各图所示的速率分布曲线哪一个可以是同一温度下氮气和氦气的分子速率分布曲线？【 】



7. 某单原子理想气体经历图示过程 ab ，由初态 a 变到终态 b ，则该理想气体在 ab 过程中的摩尔热容量为（普适气体常量为 R ）【 】



- (A) R (B) $2R$ (C) $0.5R$ (D) $2.5R$

8. 已知某金属的截止频率为 ν_0 ，用频率为 ν_1 和 ν_2 的两种单色光先后照射该金属均能产生光电效应，测得两次照射时的遏止电势差大小关系为 $U_{01} = \frac{1}{2}U_{02}$ ，则这两种单色光频率的关系为

【 】

- (A) $\nu_2 = 2\nu_1 - \nu_0$ (B) $\nu_2 = \nu_1 + \nu_0$ (C) $\nu_2 = \nu_1 - \nu_0$ (D) $\nu_2 = 2\nu_1 + \nu_0$

9. 低速运动的质子和 α 粒子，若它们的德布罗意波长相同，则动能之比为【 】

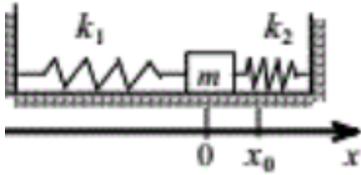
- (A) 4:1 (B) 1:4 (C) 1:1 (D) 2:1

10. 若氢原子处于 $n=2, l=1$ 的状态，其归一化径向波函数为 $R_{21}(r) = \left(\frac{1}{2a_0}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{r}{\sqrt{3}a_0} e^{-\frac{r}{2a_0}}$ ，则电子径向概率密度最大的的位置是【 】

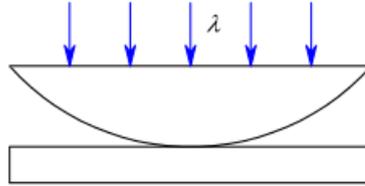
- (A) $4a_0$ (B) $2a_0$ (C) $6a_0$ (D) $3a_0$

二、填空题（每小题 3 分，满分 30 分）

1. 如图所示，一质量为 m 的滑块，两边分别与劲度系数为 k_1 和 k_2 的轻弹簧连接，两弹簧的另外两端分别固定在墙上，滑块可在光滑的水平面上滑动， O 点为系统平衡位置。将滑块向右移动到 x_0 ，自静止释放，并从释放时开始计时，取坐标如图所示，则滑块的振动方程为 $x=$ _____。

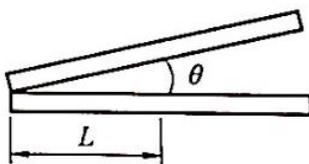


第 1 题图

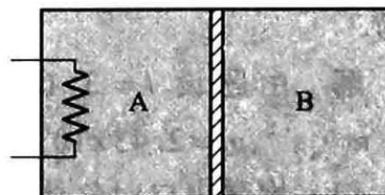


第 3 题图

2. 一拉直了的绳索两端固定，长度为 4m ，波在绳中的传播速度为 $u=35\text{m/s}$ 。绳上形成一定的驻波，除端点外期间有 3 个波节，驻波波腹处振幅为 0.1m ， $t=0$ 时绳上各点均经过平衡位置。绳索沿 x 轴水平放置，以其左端为坐标原点。则绳索振动频率为_____Hz；驻波的表达式为 $y=$ _____（用余弦函数表示）。
3. 用波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的牛顿环装置，观察从空气膜上下表面反射的光形成的牛顿环。若观察到第 k 级暗环的直径为 4mm ，该环外第十个暗环直径为 6mm ，透镜曲率半径为 1.03m ，则 $k=$ _____，光的波长为_____。
4. 老鹰眼睛的瞳孔直径约为 6mm ，则其最高飞翔高度为_____m 时，才能看清地面上身长为 5cm 的小鼠。（设光在空气中的波长为 600nm ）
5. 用波长为 λ 的单色光垂直照射到空气劈形膜上，从反射光中观察干涉条纹，距顶点 L 处是暗纹，如图所示。使劈尖角连续变大，直到该点处再次出现暗条纹为止，劈尖角的改变量是_____。
6. 绝热气缸被一不导热的隔板平均分成体积相等的 A、B 两室，隔板可无摩擦地平移，如图所示。A、B 中各有 1mol 的氮气（视为刚性双原子分子理想气体），它们的温度都是 T_0 ，体积都是 V_0 。现用 A 室中的电热丝对气体加热，平衡后 A 室体积为 B 室的两倍。则此时 A 室中气体的温度是_____ T_0 ，A 室中气体吸收的热量大小是_____ T_0 。（均填数字）



第 5 题图



第 6 题图

7. 某种理想气体, 分子总数为 N , 每个分子质量为 m , 其速率分布函数为 $f(v) = \begin{cases} Cv & (0 \leq v \leq v_0) \\ 0 & (v > v_0) \end{cases}$,

其中 v_0 为已知量, C 为未定常数, 则分子的平均速率为_____ , $\int_{\frac{v_0}{2}}^{v_0} Nf(v)dv$ 表

示的物理意义是_____ , $\int_{\frac{v_0}{2}}^{v_0} \frac{1}{2}mv^2 Nf(v)dv$ 表示的物理意义是_____。

8. 可逆卡诺制冷机的制冷系数为 ω , 可逆卡诺热机的效率为 η , 则两者的关系是_____ (用仅含 ω , η 的式子表示)。

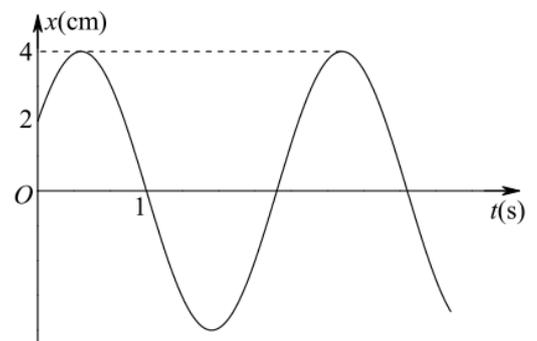
9. 角量子数 $l=2$ 的量子态, 其轨道角动量为_____ , 其轨道角动量在外磁场 z 方向的投影可能取的值分别为_____。

10. 已知某恒星到达地球的单位面积上的辐射功率为 $P=1.2 \times 10^{-8} \text{W/m}^2$, 恒星距地球 $4.3 \times 10^{17} \text{m}$, 表面温度为 5200K 。若恒星辐射可视作黑体辐射, 则恒星的半径_____。

以下为计算题, 每小题 10 分, 满分 40 分。

三、(本题 10 分)

一平面简谐波, 波长为 8m , 沿 ox 轴负向传播。如图所示为 $x=1.0 \text{m}$ 处质点的振动曲线, 求: (1) 此波的波速; (2) 此波的波动方程; (3) 若介质的密度为 $\rho=9.0 \times 10^2 \text{kg/m}^3$, 求该波的能流密度。



四、(本题 10 分)

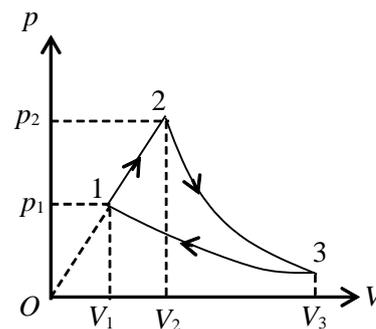
两束平行光，波长分别为 $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$ ， $\lambda_2 = 700 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)。现让它们分别垂直入射到某个光栅上，实验发现，两种波长的谱线重合于衍射角 $\theta = 30^\circ$ 的方向上。

- (1) 求此光栅的光栅常数 d 的最小值。
- (2) 按(1)中求得的光栅常数，当入射光波长为 700 nm 时，若光栅的缝宽为 1750 nm ，则在光屏上能观察到的主极大的级次有哪些？

五、(本题 10 分)

1mol 某理想气体作如图的可逆循环过程,其中 1-2 为直线, 2-3 为绝热线, 3-1 为等温线。 T_1 已知, 且 $T_2=2T_1$, $V_3=8V_1$ 。普适气体常量为 R 。试求:

- (1) 各过程的功, 内能增量和外界对理想气体传递的热量;
- (2) 此循环的效率。



六、(本题 10 分)

分别用波长 $\lambda_1 = 400\text{nm}$ 的可见光和 $\lambda_2 = 0.04\text{nm}$ 的 X 射线与自由电子碰撞。

(1) 若在 $\theta = \pi/2$ 的方向上观察散射光，两种情况下散射光波长的相对改变量；

(2) 估算两次散射电子获得的动能比值；

(3) 为了观察到更明显的散射现象，应选用哪种光？若该光与某反冲电子作用后，反冲电子的动能为 758eV ，求散射光子的波长及散射角。

2022 年 秋 季 学 期

大 学 物 理 IB 复 习 试 题 (B2)

2023. 2

说明:

1. 仅供复习参考, 不作猜题押题之用。
2. 本次考试为闭卷考试, 考试时间为 120 分钟, 总分 100 分。
3. 把握好做题节奏, 尽量不要暂停。

备用常数: 玻耳兹曼常量 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, 普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

阿伏伽德罗常量 $N_A=6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

电子质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; 电子电量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$, 里德伯常量 $R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

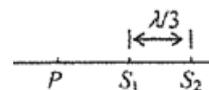
注 意 行 为 规 范 遵 守 考 场 纪 律

一、单项选择题 (每小题 3 分, 满分 30 分)

每小题均只有一个选项符合题目要求。请将每小题的答案填在题干末尾的中括号里, 填在中括号以外的答案无效。

1. 两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/3$, S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\pi/3$, 在 S_1 、 S_2 的连线上, S_1 左侧各点 (例如图中 P 点) 两列波引起的两谐振动的相位差 $\varphi_1 - \varphi_2 =$ 【 】

- (A) π (B) $\frac{2\pi}{3}$ (C) 0 (D) $-\frac{\pi}{3}$



2. 一长为 l 的均匀细棒悬于通过其一端的光滑水平固定轴上, 作成一复摆。

已知细棒绕通过其一端的轴的转动惯量 $J = \frac{1}{3}ml^2$, 此棒作微小振动的周期为 【 】

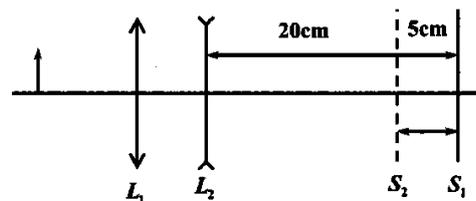
- (A) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (B) $2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$ (C) $2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}$ (D) $\pi\sqrt{\frac{l}{3g}}$

3. 折射率为 1.50 的两块标准平板玻璃间形成一个劈尖, 用波长 $\lambda=500 \text{ nm}$ 的单色光垂直入射, 产生等厚干涉条纹。当劈尖内充满液体时, 相邻明纹间距为 0.4 mm , 比劈尖内是空气时的相邻明纹间距缩小了 $\Delta l = 0.12 \text{ mm}$, 则液体的折射率为 【 】

- (A) 1.20 (B) 1.40 (C) 1.30 (D) 1.35

4. 如图所示, L_1 、 L_2 分别为凸透镜和凹透镜, 前面放一小物, 移动屏幕到 L_2 后 20 cm 的 S_1 处接收到像。现将凹透镜 L_2 撤去, 将屏幕移前 5 cm 至 S_2 处, 重新接收到像。则凹透镜 L_2 的焦距为 【 】

- (A) -20 cm (B) -40 cm
(C) -60 cm (D) -80 cm



5. 在一个以匀速 v 运动的容器中, 盛有 1 mol 单个分子质量为 m 的某种刚性双原子分子理想气体。若使容器突然停止运动 (动能全部转化为内能), 则气体状态达到平衡后, 其温度的增量为 【 】

- (A) $\frac{mv^2}{5k}$ (B) $\frac{mv^2}{5R}$ (C) $\frac{mv^2}{7k}$ (D) $\frac{mv^2}{7R}$

6. 一定量理想气体, 其分子总数为 N , 分子数密度为 n , 每个分子质量为 m , 其速率分布函数为 $f(v)$, 则下列表达式与其物理意义对应正确的是【 】
- (A) $nf(v)dv$: 速率 v 附近, dv 区间内的分子数目
- (B) $\int_0^{v_0} vf(v)dv$: 速率 $0 \sim v_0$ 之间的分子的平均速率
- (C) $\int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{2}mv^2 f(v)dv$: 速率 $v_1 \sim v_2$ 之间的分子的平均平动动能
- (D) $f(v)dv$: 气体分子速率处于速率 v 附近单位速率区间内的概率
7. 一定量理想气体, 从同一状态开始使其体积由 V_1 膨胀到 $2V_1$, 分别经历以下三种过程:
(1) 等压过程; (2) 等温过程; (3) 绝热过程。其中: _____ 过程气体对外作功最多; _____ 过程气体内能增加最多; _____ 过程气体吸收的热量最多。【 】
- (A) 等温, 等压, 等温 (B) 等压, 等压, 等压
- (C) 等压, 绝热, 等压 (D) 绝热, 等压, 等温
8. 下列关于热力学第一定律和热力学第二定律的表述, 正确的是【 】
- (A) 系统对外作的功不可能大于系统从外界吸收的热量。
- (B) 系统内能的增量等于系统从外界吸收的热量。
- (C) 不可能存在这样的循环过程, 在此循环过程中, 外界对系统作的功不等于系统传给外界的热量。
- (D) 热力学第二定律的开尔文表述指出了热传导的过程是不可逆的。
9. 某氢原子体系, 氢原子都处于基态, 用能量为 12.9eV 的电子束去轰击, 则氢原子可激发到的最高能级是_____, 这些氢原子向低能级跃迁时能发出_____种不同波长的谱线。
【 】
- (A) 3,3 (B) 3,2 (C) 4,3 (D) 4,6
10. 原子内电子的量子态由 n, l, m_l, m_s 四个量子数来表征。下列说法正确的是【 】
- (A) 基态的氦原子内两个电子的量子态可由 $\left(1,0,0,\frac{1}{2}\right), \left(1,0,0,-\frac{1}{2}\right)$ 两组量子数表征
- (B) 当 $n=4$ 时, m_l 可能取值为 $0,1,2,3$
- (C) 当 $n=4$ 时, l 可能取值为 $0,1,2,3,4$
- (D) 当 $n=4$ 时, 原子内电子所有可能的状态数为 16

二、填空题 (每小题 3 分, 满分 30 分)

1. 一端悬挂的轻弹簧下端挂一物体, 最初用手将物体托住, 使弹簧处于竖直的原长状态, 然后放手, 此系统便在弹簧弹性限度内做简谐振动, 物体最低位置在初始位置下方 l 处, 则该系统的振动频率为_____, 物体第一次运动到初始位置下方 $\frac{3l}{4}$ 处时所用时间为_____, 速度大小为_____。

2. 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，各质点的振幅为 2cm ，某时刻相距 20m 的两质点的位移都为 1cm ，但运动方向相反，则这列波可能的最长波长为_____。

3. 概念题合集。以下前 3 题选 1 道作答，后 2 题选 1 道作答。

A) 波在介质中的传输可以用惠更斯原理进行解释，介质中波所到达的每一个点都可以看成_____，新的波前是由_____组成。

B) 菲涅尔以_____观点发展了惠更斯原理，从而得到了惠更斯—菲涅尔原理。

C) 坡印廷矢量的物理意义是_____，定义式为_____。

D) 从普通光源获得相干光的方法有_____和_____等。

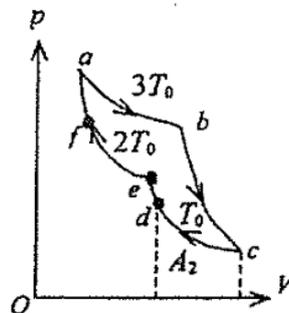
E) 牛顿环与等倾干涉的干涉图样都是同心圆环，两者的区别是_____。(至少答出一点，提示：可以从条纹亮暗、级次分布等方面考虑)

4. 要使一束线偏振光通过偏振片之后振动方向转过 90° ，至少需要让这束光通过_____片理想偏振片，在此情况下，透射光强最多是原来的_____倍。

5. 波长为 600nm 的单色光垂直入射到一光栅上，第二级主极大出现在 $\sin\varphi = 0.20$ 处，第四级缺级。则光栅上狭缝的宽度可能是_____。

6. 设有 1mol 理想气体从初态 p_0, V_0 开始，经等温过程吸收热量 p_0V_0 后到达终态，则终态体积为_____，此过程中系统熵的增量是_____。(普适气体恒量为 R)

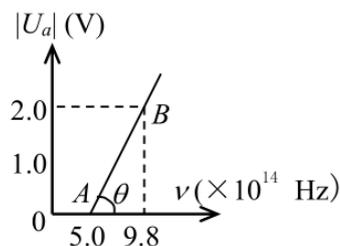
7. 一热力学系统做如图所示的可逆循环过程，其中 ab 、 cd 、 ef 均为等温过程，其相应的温度分别为 $3T_0$ 、 T_0 、 $2T_0$ ； bc 、 de 、 fa 为绝热过程。设该循环过程所包围的面积为 A_1 ， cd 过程曲线下的面积为 A_2 ，则 $cdefa$ 过程中系统熵的增量是_____，循环过程的效率是_____。



8. 一质量为 40g 的子弹以 1000m/s 的速率飞行，测量子弹位置的不确定量为 0.1mm 。则子弹的德布罗意波长为_____，速率的不确定量为_____。

9. 已知一弹簧振子的质量为 2kg ，以频率 2.0Hz 作简谐振动，振幅为 0.1m 。如果振动能量呈量子化，那么该振动系统的量子数 n 为_____。

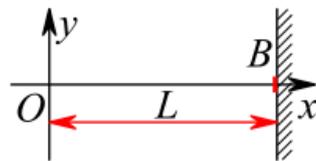
10. 如图所示为在一次光电效应实验中，使用某金属材料得出的入射光频率 ν 与遏止电压 U_a 的关系曲线，由图中数据，求出普朗克恒量 $h = \underline{\hspace{2cm}}$ ，逸出功 $W_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



以下为计算题，每小题 10 分，满分 40 分。

三、 设沿弦线传播的一入射波的表达式为 $y_1 = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$ ，波在 $x = L$ 处（B 点）发生反

射，反射点为固定端（如图）。设波在传播和反射过程中振幅不变。



(1) 求反射波的表达式；

(2) 若 $L = 1.5\lambda$ ，求入射波和反射波所合成驻波的表达式；

(3) 在 (2) 的条件下，求在 O、B 之间波节和波腹的位置坐标。

四、 双缝干涉实验装置如图 1、图 2 所示，双缝与屏之间的距离为 D ，两缝 S_1 和 S_2 之间的距离为 d 。

(1) 用波长 λ 的单色光垂直照射双缝(图 1)，近似认为 $\angle AS_1B$ 与 $\angle PAO$ 都等于 θ ，且 $\tan \theta \approx \sin \theta$ ，试推导出屏幕上第 k 级明条纹所在处的坐标 x 的表达式。

(2) 在 (1) 问条件下，设上述参数 $D=120\text{cm}$ ， $d=0.50\text{ mm}$ ，波长 $\lambda=500\text{ nm}$ ，求原点 O 上方第五级明条纹的坐标 x 。

(3) 如果将两个缝隙用厚度均为 e ，折射率分别为 n_1 和 n_2 的透明薄膜覆盖，波长为 λ 的单色光斜入射到双缝上(图 2)，求在屏幕中央 O 处两束相干光的光程差。

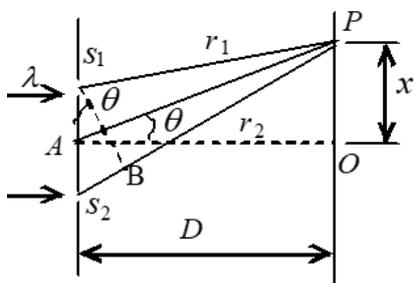


图 1

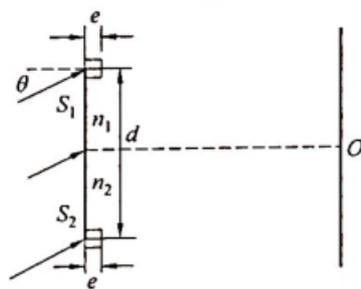


图 2

五、 已知一维运动粒子的波函数为 $\psi(x) = \begin{cases} Axe^{-\lambda x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$ ，式中 $\lambda > 0$ 。求：

(1) 该粒子位置坐标的概率分布；(2) 什么位置处发现粒子的概率密度最大？

六、 一定量的理想气体，其过程方程为 $pV^2 = \text{常数}$ 。该气体定容摩尔热容 $C_{v,m}$ ，普适气体常量为 R ，已知 $C_{v,m} > R$ 。问：

(1) 该气体的温度和压强有何关系？(2) 气体膨胀时温度是升高还是降低？吸热还是放热？(3) 利用热容定义 $C = \frac{dQ}{dT}$ ，求此过程中气体的摩尔热容。