

2019 版

南 卷 汇

大二大学物理（下）期末试题汇总

南洋书院学生会制作

目录

2016 年大学物理（下）期末试题.....	1
2016 年大学物理（下）期末答案.....	8
2015 大学物理（下）期末试题.....	11
2015 年大学物理（下）期末答案.....	14
2014 年大学物理（下）期末试题.....	17
2014 年大学物理（下）期末答案.....	22

2016 年大物下期末考试题

一、 选择题（每题 2 分，共 20 分）

1. 两瓶不同摩尔质量的理想气体，温度和压强相同，但体积不同，则关于分子数密度 n 、单位体积气体分子总平均动能 (E_k/V) 、气体质量密度 ρ ，描述正确的是

- (A) n 不同， (E_k/V) 不同， ρ 不同；
 (B) n 相同， (E_k/V) 相同， ρ 不同；
 (C) n 不同， (E_k/V) 不同， ρ 相同；
 (D) n 相同， (E_k/V) 相同， ρ 相同； []

2. 设有以下一些过程：

- (1) 两种不同气体在等温下互相混合；
 (2) 理想气体在等容下降温；
 (3) 液体在等温下气化；
 (4) 理想气体在等温下压缩；
 (5) 理想气体绝热自由膨胀。

在这些过程中，使系统的熵增加的过程是：

- (A) (1)、(2)、(3) (B) (2)、(3)、(4)
 (C) (1)、(4)、(5) (D) (1)、(3)、(5) []

3. 质点作振幅为 A 的简谐振动，当其速度是最大值的一半时，质点距平衡位置的距离为

- (A) $A/2$ (B) $A/\sqrt{2}$ (C) $\sqrt{3}A/2$ (D) A []

4. 平面简谐波在弹性媒质中传播时，媒质质元在负的最大位移时

- (A) 动能为零，势能为零； (B) 动能为零，势能最大；
 (C) 动能最大，势能为零； (D) 动能最大，势能最大。 []

5. ~~空气中薄玻璃片~~厚度为 $0.4\mu\text{m}$ ，折射率为 1.5，用白光垂直照射，在可见光范围内 ($400\text{nm} \sim 760\text{nm}$)，反射光加强的波长为

(A) 400nm (B) 480nm (C) 500nm (D) 600nm []

6. 在单缝夫朗费衍射装置中，设中央明纹的衍射角范围很小，若使单缝宽度 a 变为原来的 $3/2$ ，同时使入射的单色光的波长 λ 变为原来的 $3/4$ ，则屏幕上单缝衍射条纹中央明纹宽度将为原来的

(A) $3/4$ 倍 (B) $2/3$ 倍 (C) $9/8$ 倍 (D) $1/2$ 倍 []

7. ~~自然光~~以布儒斯特角入射到一玻璃表面上，则反射光是

- (A) 平行于入射面的振动的线偏振光；
- (B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光；
- (C) 垂直于入射面振动的线偏振光；
- (D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光；

8. 波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 的光沿 x 轴正向传播，若光的波长的不确定量

$\Delta\lambda = 10^{-4}\text{nm}$ ，则利用不确定关系 $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq h$ 可得光子的 x 坐标的不确定量至少为

(A) 25cm (B) 50cm (C) 250cm (D) 500cm []

9. 将波函数的振幅变为原来的 E 倍，则粒子在空间的分布概率将

- (A) 变为原来的 E^2 倍；(B) 变为原来的 $2E$ 倍；
- (C) 变为原来的 E 倍；(D) 不变；

10. 下列各组量子数中，哪一组可以描述原子中电子的状态 []

$$(A) n=2, l=2, m_l=0, m_s=\frac{1}{2};$$

$$(B) n=3, l=1, m_l=-1, m_s=-\frac{1}{2};$$

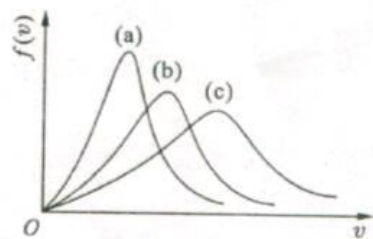
$$(C) n=1, l=2, m_l=1, m_s=\frac{1}{2};$$

$$(D) n=1, l=0, m_l=1, m_s=-\frac{1}{2};$$

二、填空题(共 30 分)

1. (5 分) 1mol 氧气(视为刚性双原子分子理想气体)储于一氧气瓶中, 温度为 T , 这瓶氧气的内能为_____ ; 分子的平均平动动能为_____ ; 分子的平均总动能为_____。

2. (3 分) 如图所示曲线为处于同一温度 T 时氦(原子量 4)、氖(原子量 20)和氩(原子量 40)三种气体分子的速率分布曲线, 曲线(a)是_____ 分子的速率分布曲线。曲线(c)是_____ 分子的速率分布曲线。



3. (5 分) 有三个同方向的简谐振动, 以 (SI) 为单位它们的振动方程分别为

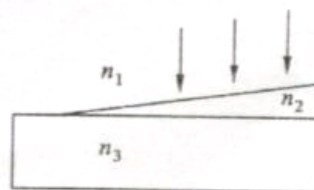
$x_1 = 0.06\cos(15t + 5\pi/4)$, $x_2 = 0.06\cos(15t + 3\pi/4)$, $x_3 = 0.06\cos(15t + \varphi)$ 。则以余弦函数表示的 $x_1 + x_2$ 合振动的振幅为_____ ; 合振动的初相为_____。

为使 $x_1 + x_2 + x_3$ 合振动振幅最大, 则 x_3 中的 $\varphi =$ _____ ; 为使 $x_1 + x_2 + x_3$ 合振动振幅最小, 则 x_3 中的 $\varphi =$ _____ ;

4. (3 分) A 、 B 是简谐波波线上距离小于波长的两点, 已知 B 点振动的相位比 A 点落后 $\pi/3$, 波长为 $\lambda = 3\text{m}$ 。则 A 、 B 两点相距 $L =$ _____。

5. (3分) 火车 A 以 20m/s 的速度向行驶, A 车司机听到本车的汽笛频率为 120Hz , 另一火车以 25m/s 的这度向 A 迎面驶来, 则 B 车司机听到车汽笛的频率为_____ (空气中声速为 340m/s)。

6 (3分) 用真空中波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的劈尖膜 ($n_1 > n_2 > n_3$) 上, 观察其反射光的干涉情况, 则劈尖顶角的条纹是_____ (暗、明); 从劈尖顶角算起, 第 2 条明纹中心对应的膜厚为_____。



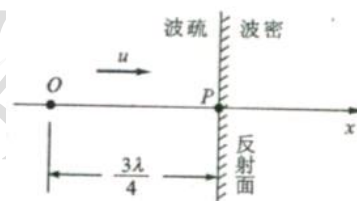
7. (5分) 用每毫米 500 条的光栅观察钠光光谱 ($\lambda = 590\text{nm}$), 则当光线垂直入射时, 最多能看到_____条条纹; 当光线以入射角 30° 入射时, 最多能看到_____条条纹, 此时可能看到的条纹的最大级次是_____。

8. (3分) 波长为 300nm 的单色光垂直入射到 4cm^2 的表面上, 设光强是 $0.15\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$. 则每个光子的能量为_____ ; 每秒撞击表面的光子数为_____ (普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$, 空气中光速为 $3 \times 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

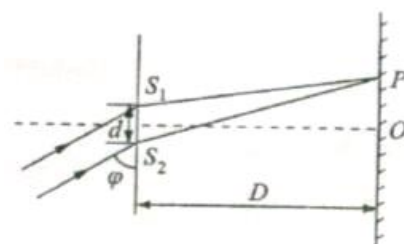
三计算题(共 50 分)

1. (10分) 一定量氢气在保持压强为 $4.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 不变的情况下, 温度由 0°C 升高到 50°C 时, 吸收了 $6.0 \times 10^4 \text{J}$ 的热量。 (1) 氢气的量是多少摩尔? (2) 氢气内能变化多少? (3) 氢气对外做了多少功? (4) 如果该氯气的体积保持不变而温度发生同样的变化, 则吸收多少热量?

2. (10 分) 平面简谐波沿 x 轴正向传播，如图所示，振幅为 A 。频率为 ν ，传播速度为 u 。(1) $t=0$ 时，在原点 O 处的质元由平衡位置向 y 轴正方向运动，试写出此波的波函数：(2) 若经界面反射的波的振幅入射波的振幅相等，试写出反射波的波函数：(3) 求在 x 轴上因入射波和反射波叠加而静止的各点的位置。



3. (10 分) 如图所示，波长为 λ 的平面单色光以倾角 φ (φ 接近 90°) 照到间距为 d 的双缝 S_1 、 S_2 上，双缝到屏的距离为 D ($D \gg d$)，在仅考虑屏上 O 点附近形成干涉条纹的情况下，求(1)屏上



各级明纹的位置；(2)相邻明条纹的间距；(3)若将厚度为 l ，折射率为 n 的透明薄片置于一个缝后，使原有的零级明条纹移至屏幕 O 点处，则倾角 φ 为多少？应加在哪一缝后？

4. (10 分) 双缝中央间距 $d = 0.1\text{mm}$ ，缝宽 $a = 0.02\text{mm}$ 。用波长 $\lambda = 600\text{nm}$ 的平行单色光垂直入射，双缝后放焦距为 $f = 2.0\text{m}$ 的透镜，观测屏位于焦平面上，求(1)单缝衍射中央亮条纹的宽度内有几条干涉主极大条纹？分别是第几级？(2)在这双缝的中间再开条相同的狭缝。中央亮条纹的宽度内又有几条干涉主极大条纹？分别是第几级？

5. (5 分) 室温(300K)下的中子称为热中子。试求热中子的德布罗意波长。(不考虑相对论效应，中子的质量 $m_n = 1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$ ，玻耳兹曼常量 $k = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$ ，普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ 。

6. (5 分) 一粒子被限制在相距为 l 的两个不可穿透的壁之间，描写粒子状态的波函数为 $\psi = Cx(l-x)$ ，式中 C 为待定常量，求在 $0 \sim l/3$ 发现粒子的概率。

2016 大物下期末参考答案

一、选择题

1. B ($p = nkT$, $\frac{E_K}{V} = n\frac{3}{2}kT$, $p\mu = \rho RT$)
2. D
3. C (由定义计算)
4. A (以绳为例, 绳质点在最大位移处无形变, 无势能)
5. A (考虑半波损失, $2nd = (k + \frac{1}{2})\lambda$)
6. D ($a \sin \theta = a \frac{x}{D} = \lambda$)
7. C
8. C ($p = \frac{h}{\lambda} \rightarrow \rightarrow \Delta p = \frac{h}{\lambda^2} \Delta \lambda$)
9. A (概率密度为波函数振幅的平方)
10. B

二、填空题

1. $\frac{5}{2}RT$; $\frac{3}{2}KT$; $\frac{5}{2}KT$ (平动动能只有 3 个自由度; 注意后两个问的是单个分子)
2. 氩; 氦 (最概然速率 $V_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$)
3. $0.06\sqrt{2}m$; π ; π ; 0 (向量合成或代数合成均可)
4. $0.5m$ (2π 对应 $3m$, 那么 $\pi/3$ 对应 $1/2m$)
5. 136.875Hz (多普勒频移公式)
6. 明; $\frac{\lambda}{2n_2}$ (注意到 $n_1 > n_2 > n_3$, 反射面均无半波损失; 劈尖顶角处为第 1 条明纹, 也即零级明纹, 第 2 条明纹为一级明纹)
7. 7; 7; 五 ($d \sin \theta = k\lambda$, 由 $\sin \theta \leq 1$ 解得 k 的范围; 第 2、3 问所列方程变为 $d(\sin \theta + \sin 30^\circ) = k\lambda$)
8. 6.63×10^{-19} ; 9.05×10^{13} (第一问 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$; 第二问 $NE = PS$)

三、计算题

1. (1) $\gamma = 41.24\text{mol}$

解析: 对氢气, 双原子分子, $C_v = \frac{5}{2}R$; 等压膨胀, $Q = \gamma(\frac{5}{2}R + R)\Delta T$, 由此解得 γ

(2) $\Delta E = 4.29 \times 10^4 J$

解析: $\Delta E = \gamma \frac{5}{2} R \Delta T$

(3) $A = 1.71 \times 10^4 J$

解析: $A = Q - \Delta E$

(4) $Q' = 4.29 \times 10^4 J$

解析: 等体膨胀, $A = 0$, $Q' = \Delta E = \gamma \frac{5}{2} R \Delta T$

2.

(1) $y(x, t) = A \sin \left[2\pi \gamma \left(t - \frac{x}{u} \right) \right]$

解析: 按照波函数定义写出即可

(2) $y'(x, t) = A \sin \left[2\pi \gamma \left(t + \frac{x}{u} \right) \right]$

解析: 先写出入射波在界面 $x = \frac{3}{4} \lambda$ 处的波函数, $y_{x=\frac{3}{4}\lambda} = A \sin \left[2\pi \gamma t - \frac{3}{2} \pi \right]$,

再由此写出反射波函数, 同时考虑到半波损失, $y'(x, t) = A \sin \left[2\pi \gamma \left(t - \frac{\frac{3}{4}\lambda - x}{u} \right) - \frac{3}{2} \pi + \pi \right] = A \sin \left[2\pi \gamma \left(t + \frac{x}{u} \right) \right]$

(3) $x = \frac{2k+1}{4} \lambda \quad (k = 1, 0, -1, -2 \dots)$

解析: $Y(x, t) = y(x, t) + y'(x, t) = 2A \sin(2\pi \gamma t) \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)$, 然后由 $\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 0$ 求解即可

3.

(1) $x = k \frac{D\lambda}{d} - D \cos \varphi$

解析: 明纹条件: $d(\cos \varphi + \sin \theta) = k\lambda$, 又 $\sin \theta \approx \theta \approx \tan \theta = \frac{x}{D}$

(2) $\Delta x = \frac{D\lambda}{d}$

(3) $\varphi = \arccos \frac{(n-1)l}{d}, S_2$

解析: 光程差抵消, 则有: $d \cos \varphi = (n-1)l$

4.

(1) 11 条; 零到五级

解析: 单缝衍射中央亮条纹的边缘对应一级暗纹位置, $a \sin \varphi = \lambda$, 又 $\sin \varphi \approx \varphi \approx \frac{x}{f}$, 解得 $x = 60 \text{ mm}$, 因此单缝衍射中央亮条纹的位置为 $-60 \text{ mm} \sim 60 \text{ mm}$ 。

双缝干涉公式, 亮纹位置 $x = k \frac{f}{d} \lambda = 12k \text{ mm}$ 。因此在 $-60 \text{ mm} \sim 60 \text{ mm}$ 范围内, k 可取 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \pm 5$, 总共有 11 条亮纹, 对应零级到五级

(2) 5 条; 零到二级

解析：此时 d 变为原来的一半。因为 a 不变，单缝衍射中央亮条纹的位置为 $-60\text{mm} \sim 60\text{mm}$ 不变。而 $x = k \frac{f}{d'} \lambda = 24k \text{ mm}$ ， k 可取 $0, \pm 1, \pm 2$

5.

$$1.58 \times 10^{-10} \text{ m}$$

解析：由 $p = \frac{h}{\lambda}$ ，德布罗意波长 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ ，计算动量时， v 取平均速率 $\bar{v} =$

$$\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

6. 20.99%

解析：粒子在各点出现的概率总和为 1，则 $\int_0^l \psi^2 dx = \int_0^l C^2 x^2 (l-x)^2 dx = 1$ ，解得

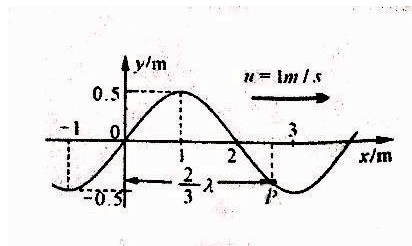
$C^2 = \frac{30}{l^5}$ ，则在 $0 \sim \frac{l}{3}$ 处，

$$\int_0^{\frac{l}{3}} \psi^2 dx = \int_0^{\frac{l}{3}} C^2 x^2 (l-x)^2 dx = \frac{30}{l^5} \times \int_0^{l/3} x^2 (l-x)^2 dx = \frac{17}{81} \approx 20.99\%$$

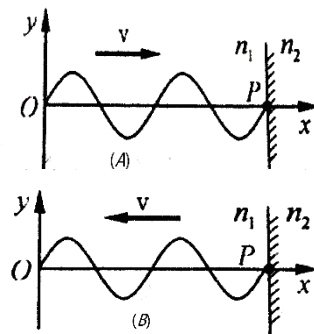
大学物理（下）2015 年期末

一. 填空题

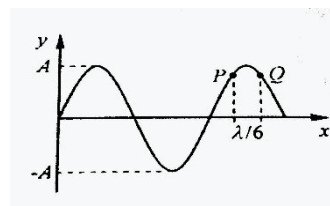
1. 平面简谐波沿 x 轴正向传播，在 $t=0$ s 时的波形曲线如图所示，则函数波的表达式为_____，距原点 $\frac{2\lambda}{3}$ 的 P 点处的振动方程为_____。



2. 如图所示，分别为两种介质，(折射率分别为 n_1 , n_2) 分界面处的入射波和反射波的波形图，则 n_1 n_2 ($>$, $<$, $=$), 反射点 P 处入射波和反射波的相位差为_____。



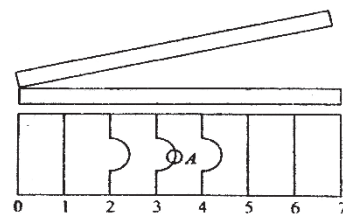
3. 如图所示为一条绳子上形成的驻波，则此刻波腹处振动的动能为____(最大，最小，零)势能为____(最大，最小，零)，相距 $\frac{\lambda}{6}$ 的 P、Q 两点间的相位差为_____。



4. 杨氏双缝实验中，光源 S 向下做微小位移，干涉条纹____(向上向下不)移动；双缝间距 d 减小，干涉条纹间距____(变宽，变窄，不变)。

5. 在折射率 $n_3 = 1.60$ 的玻璃表面镀一层折射率 $n_2 = 1.38$ 的 MgF_2 薄膜作为增透膜。波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光从空气垂直入射到玻璃片上，为使反射光尽可能减小， MgF_2 薄膜厚度至少是_____。

6. 图(a)为一块光学平板玻璃与一个加工过的平面一端接触构成空气劈尖，用波长为 λ 的单色光垂直照射，看到反射光干涉条纹(实为暗条纹)如图 (b)，则干涉条纹说明平板在 A 处存在____(凸、凹)状缺陷；A 点处对应的空气薄膜厚度为_____。



7. 迈克尔逊干涉实验中，若一个反射镜移动 0.066mm ，则测得干涉条纹移动 192 条，则入射光波长等于_____。

8. 若把单缝夫琅费衍射实验装置浸在折射率为 n 的透明液体中，波长为 λ 的光线垂直入射到宽度为 a 的单缝上，衍射角用 φ 表示，则暗条纹公式为_____，中央主极大宽度为_____。

9. 若光栅的光栅常数 d 、缝宽 a 和入射光波长 λ 都保持不变，而使其缝数 N 增

加, 则光栅光谱的同级光谱线将变得_____ (更宽、更窄), _____ (更亮、更暗)。

10. 自然光以布儒斯特角从空气入射到一块玻璃表面上, 则反射光是_____偏振光, 折射光是_____偏振光。已知玻璃的折射率 $n=1.5$, 此时的入射角 $i_b =$ _____。

11. 两个偏振片叠放在一起, 强度为 I_0 的自然光垂直入射其上。若通过两个偏振光后的光强为 $\frac{I_0}{8}$, 则两偏振片偏振化方向的夹角(取锐角)为_____度。如果在两片之间再插入一个偏振片, 其偏振化方向与前后两片的偏振化方向的夹角(取锐角)相等, 则通过三个偏振片后透射光强度为_____。

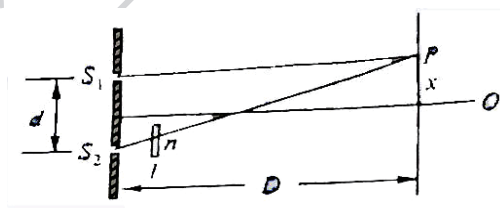
12. 自然光入射到方解石晶体中, 分为 o 光和 e 光两束, 其中 o 光的振动方向_____其主平面; e 光的振动方向_____其主平面。光线经过一块由方解石晶体制成的 $\frac{1}{4}$ 波片, o 光和 e 光的相位差为_____。

二. 计算题

1. 杨氏双缝干涉实验中, 设两缝间距 $d=0.2\text{mm}$, 双缝到观察屏的距离 $D=100\text{cm}$,

(1) 以波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 的单色光垂直入射, 求第 10 级明纹离开中央明纹中心的距离 x 是多少?

(2) 若改为白光入射 (波长范围为 $400\text{nm} \sim 760\text{nm}$), 求第十级光谱的宽度;



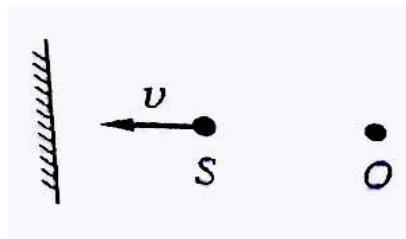
(3) 为测量一块厚度为 $l=1.89 \times 10^{-2} \text{ mm}$ 的透明薄片的折射率, 将它放在双缝的一条缝后, 以波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 的单色光垂直入射, 观察到第 20 级亮纹移到了原来中央明纹的位置处, 求波片的折射率。

2. 波长 $\lambda = 630\text{nm}$ 的单色平行光垂直入射到宽度为 $a=1.0\text{mm}$ 的单缝上, 单缝后有一个焦距 $f=100\text{cm}$ 的凸透镜, 是光线聚焦于屏上。

(1) 求第一级极小和第三级亮纹距中央明纹中心的距离是多杀?

(2) 若改为 λ' 的单色光垂直入射, 其第三级明纹与 $\lambda = 630\text{nm}$ 的第二级明纹恰好重合, 求波长 λ' 等于多少?

3. 如图, 一个发射频率为 $\nu_0 = 1500\text{Hz}$ 的声源 S , 以速度 $v=5\text{m/s}$ 向一个固定的反射面运动, 已知声波在空气中传播速度为 $u=340\text{m/s}$, 求声源运动后方 O 点的静止观察者接收到声源发射波的频率、被反射面反射的反射波频率、声源发射波和反射波形成的拍频 ν_b 。



4. 为了测定一个光栅的光栅常数, 用波长 $\lambda = 600\text{nm}$ 的平面单色光垂直照射光

栅，观察到第二级主级大出现在衍射角 $\varphi = 30^\circ$ 的方向上，且第三级缺级。

- (1) 光栅常数 d 和透光缝可能的最小宽度 a 等于多少？
- (2) 在选定上述 d 和 a 之后，能观察到的光谱线主级大的最高级次是多少？
- (3) 若光线以与光栅平面法线的夹角 $\theta = 30^\circ$ 的方向入射，能观察到的光谱线主级大的最高级次是多少？

2015 大物下期末

一、填空题

1. $y(x, t) = 0.5 \cos \left[\frac{\pi}{2} (t - x) + \frac{\pi}{2} \right] \text{ m} ; 0.5 \cos \left(\frac{\pi}{2} t - \frac{5}{6} \pi \right) \text{ m}$

解析：由图像可知 $A=0.5$, $\lambda=4$, $u=1\text{m/s}$ 。由 $u=\lambda f$ 解得 f , 则角频率 $\omega=2\pi f$ 。可先写出 O 点的振动方程, 然后根据延时性写出 $y(x, t)$ 的方程。第二问取 $x=2\lambda/3$ 代入即可。

2. $< ; \pi$

解析：界面 P 点处, 入射波与反射波叠加, P 点位移始终为 0, 表明有反射有半波损失。

3. 零; 零; 0

解析：各质元达到最大位移, 速度为 0, 动能为 0。此时波腹处无形变, 势能也为 0 (实际上势能主要在波节处)。驻波中同一段上各质点的振动相位相同。

4. 向上; 变宽

解析：零级明纹处, 两束光走过的光程应该相同; $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$

5. 905.8 Å

解析：两表面均有半波损失, 反射光干涉相消: $2n_2d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$, k 取 0 时, d 有最小值

6. 凸, $\frac{3}{2}\lambda$

解析：干涉条纹上各点对应的空气厚度是相等的。若为凹状缺陷, 凹坑里的点的空气厚度比两侧深, 需要往左边 (劈尖侧) 靠 才能出现与两侧的空气厚度, 那么干涉条纹应向左突出。同理可分析凸状缺陷导致条纹向右突出。注意到半波损失, 暗纹条件为 $2d = k\lambda$ 。

7. 687.5nm

解析：迈克尔逊干涉仪 $2d=k\lambda$, 此处 $d=0.066\text{mm}$, $k=192$

8. $na \sin \varphi = k\lambda; \frac{2f\lambda}{na}$

解析：此时光程由 $a \sin \varphi$ 变为 $na \sin \varphi$ 。第二问取 $k=1$, 利用 $\sin \varphi \approx \varphi \approx \frac{x}{f}$ 即可, 中央主极大宽度为 $2x$

9. 更窄; 更亮

解析：由衍射光强与暗纹宽度的公式可推导

10. 完全; 部分; 56.31°

解析： $\tan i_b = \frac{n_2}{n_1} = 1.5$

11. $60^\circ; \frac{9}{32} I_0$

解析: 自然光通过第一个偏振片后光强为 $\frac{1}{2}I_0$, $\frac{1}{2}I_0 \cos^2 \alpha = \frac{1}{8}I_0$, $\alpha = 60^\circ$ 。第二问,

三个偏振片前后夹角均为 30° , 因此 $\frac{1}{2}I_0 \times \cos^2 30^\circ \times \cos^2 30^\circ = \frac{9}{32}I_0$

12. 垂直; 平行; $\pi/2$

二、计算题

1.

(1) 2.75cm

解析: $x = k \frac{D}{d} \lambda$

(2) 1.8cm

解析: $l = k \frac{D}{d} \Delta \lambda$

(3) 1.58

解析: $(n-1)l = 20\lambda$

2.

(1) 0.63mm; 2.205mm

解析: 暗纹条件: $a \sin \varphi = a \frac{x}{f} = k\lambda$, 则 $x = k \frac{\lambda f}{a}$, 此处取 $k=1$ 。明纹同理有

$x = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda f}{a}$, 此处取 $k=3$

(2) 450nm

解析: $(3 + \frac{1}{2}) \frac{\lambda' f}{a} = (2 + \frac{1}{2}) \frac{\lambda f}{a}$

3.

(1) 1478.26Hz

解析: $\gamma_1 = \frac{u}{u+v} \gamma_0$

(2) 1522.39Hz

解析: $\gamma_2 = \frac{u}{u-v} \gamma_0$

(3) 44.13Hz

解析: $\gamma_b = \gamma_2 - \gamma_1$

4.

(1) 2.4 μ m, 0.8 μ m

解析: 光栅方程 $d \sin \varphi = k\lambda$, 此处取 $\varphi = 30^\circ$, $k = 2$ 。缺级数 $k = \frac{d}{a} k'$, $k=3$

时缺级, 则 $k \frac{a}{d} = 3 \frac{a}{d} = k' = 1, 2, 3, 4 \dots \geq 1$, 解得 $a \geq \frac{d}{3}$

(2) 二

解析: $|k| < \frac{d}{\lambda} = 4$ 。缺级数 $k = \frac{d}{a} k' = 3k'$, 因此 $k = \pm 3$ 缺级。所以 k 最大

取 2，最多观察到二级明纹

(3) 五

解析：此时光栅方程 $d(\sin \varphi + \sin \theta) = k\lambda$ ，由 $|\sin \varphi| < 1$ ，解得 $-2 < k < 6$ 。
单缝衍射暗纹公式 $a(\sin \varphi + \sin \theta) = k'\lambda$ ，解得 $k = 3k'$ 缺级。所以 $k = 5$ 可取，
能观察到五级明纹

南洋书院学生会

2014年大学物理下期末试题

一、填空（共40 分）（本题3分）

1. 在容积为 10^{-2} m^3 的容器中，装有质量 200 g 的气体，若气体分子的方

均根速率为 $200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，则气体的压强为_____.

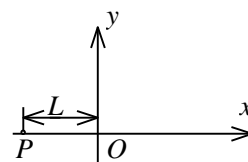
2. （本题 3 分）

理想气体分子的平均平动动能与热力学温度 T 的关系式是_____，此式所揭示的气体温度的统计意义是_____.

3. （本题 4 分）

氮气在标准状态下的分子平均碰撞频率为 $5.42 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ ，分子平均自由程为 $6 \times 10^{-6} \text{ cm}$ ，若温度不变，气压降为 0.2 atm ，则分子的平均碰撞频率变为_____；平均自由程变为_____.

~~4. （本题 3 分）~~



如图所示，一平面简谐波沿 Ox 轴负方向传播，波长为 λ ，若 P 处质点的振动方程是 $y_P = A \cos(2\pi \nu t + \frac{1}{2}\pi)$ ，则该波的表达式是

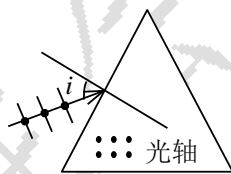
_____ ; P 处质点
_____ 时刻的振动状态与 O 处质点 t_1 时刻的振动
状态相同.

5. (本题 4 分)

要使一热力学系统的内能增加, 可以通过_____或_____
两种方式, 或者两种方式兼用来完成. 热力学系统的状态发生变化时, 其内能的
改变量只决定_____, 而与_____无关.

6. (本题 4 分)

用方解石晶体(负晶体)切成一个截面为正三角形的
棱镜, 光轴方向如图. 若自然光以入射角 i 入射并产生
双折射. 试定性地分别画出 o 光和 e 光的光路及振动方
向.



7. (本题 4 分)

氢原子的运动速率等于它在 300 K 时的方均根速率时, 它的德布罗意波长是
_____. 质量为 $m=1\text{ g}$, 以速度 $v=1\text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ 运动的小球的德布罗意波长
是_____. (普朗克常量为 $h=6.63 \times 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$, 玻尔兹曼常量 $k=1.38$
 $\times 10^{-23}\text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, 氢原子质量 $m_{\text{H}}=1.67 \times 10^{-27}\text{ kg}$)

8. (本题 3 分)

如果电子被限制在边界 x 与 $x+\Delta x$ 之间, $\Delta x=0.5\text{ \AA}$, 则电子动量 x 分量的不
确定量近似地为_____ $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$. (不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$, 普朗
克常量 $h=6.63 \times 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$)

9. (本题 3 分)

粒子在一维无限深方势阱中运动 (势阱宽度为 a), 其波函数为

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi x}{a} \quad (0 < x < a),$$

粒子出现的概率最大的各个位置是 $x =$ _____.

10. (本题 2 分)

热力学第二定律的实质是, 一切实际宏观过程都是_____过程.

11. (本题 4 分)

根据量子力学理论, 原子内电子的量子态由 (n, l, m_l, m_s) 四个量子数表

征，那么，处于基态的氦原子内两个电子的量子态可由_____和_____两组量子数表征。

12. (本题 3 分)

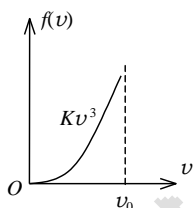
设描述微观粒子运动的波函数为 $\psi(\mathbf{r}, t)$ ，则 $\psi\psi^*$ 表示_____， $\psi(\mathbf{r}, t)$ 须满足的条件是_____。

二、计算题 (共 60 分)

13. (本题 6 分)

已知某粒子系统中粒子的速率分布曲线如图所示，即

$$f(v) = \begin{cases} Kv^3, & 0 < v < v_0 \\ 0, & v_0 < v < \infty \end{cases}$$

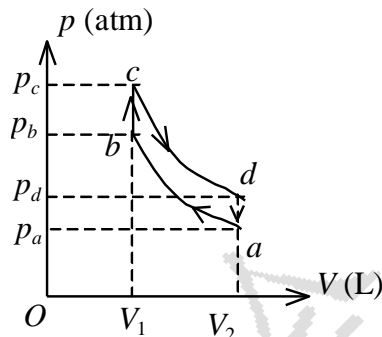


- 求：(1) 比例常数 $K = ?$
 (2) 粒子的平均速率 $\bar{v} = ?$
 (3) 速率在 $0 \sim v_1$ 之间的粒子占总粒子数的 $1/16$ 时， $v_1 = ?$ (答案均以 v_0 表示)

14. (本题 10 分)

1 mol 氦气作如图所示的可逆循环过程，其中 ab 和 cd 是绝热过程， bc 和 da 为等体过程，已知 $V_1 = 16.4 \text{ L}$ ， $V_2 = 32.8 \text{ L}$ ， $p_a = 1 \text{ atm}$ ， $p_b = 3.18 \text{ atm}$ ， $p_c = 4 \text{ atm}$ ， $p_d = 1.26 \text{ atm}$ ，试求：(1) 在各态氦气的温度；(2) bc 过程的熵变 ΔS_{bc} ；(3) 循环效率。

(1 atm = $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ， $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)



15. (本题 6 分)

用单色光照射某一金属产生光电效应，如果入射光的波长从 $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ 减到 $\lambda_2 = 360 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)，遏止电压改变多少？数值加大还是减小？

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ，基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

16. (本题 10 分)

已知氢电离能为 13.60 eV 。设氢原子从某一定态移去一个电子所需要的能量是 0.85 eV 。试问从上述定态向激发能为 10.20 eV 的另一定态跃迁时，所产生的谱线的波长是多少？属什么线系？

17. (本题 5 分)

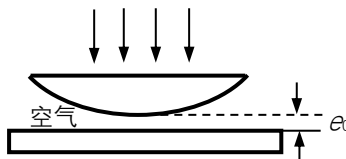
已知 X 射线光子的能量为 0.60 MeV ，若在康普顿散射中散射光子的波长为入射光子的 1.2 倍，试求反冲电子的动能。

18. (本题 6 分)

水的折射率为 1.33，玻璃的折射率为 1.50，当光由水中射向玻璃而反射时，布儒斯特角是多少？当光由玻璃射向水中而反射时，布儒斯特角又是多少？

19. (本题 7 分)

如图所示，牛顿环装置中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 ，求反射光形成的牛顿环的各暗环半径。



20. (本题 10 分)

波长为 600nm 的单色光垂直入射到一光栅上，第二级、第三级分别出现在 $\sin \theta_2 = 0.20$ 和 $\sin \theta_3 = 0.30$ 处，第四级缺级，求（1）光栅常数是多少？（2）狭缝最小可能宽度有多大？（3）按上述选定 a 、 b 值，实际呈现的全部级次是什么？

南洋书院学生会

14 年大物下期末答案

一、填空

1. $\frac{8}{3} \times 10^5$ (2.67×10^5)

解析: $p = \frac{1}{3}nm\bar{v}^2 = \frac{1}{3}\frac{N}{V}m\bar{v}^2 = \frac{1}{3}\frac{\Sigma m}{V}\bar{v}^2$ 。

2. $\bar{\varepsilon} = \frac{3}{2}kT$; 温度是大量分子热运动的集体表现

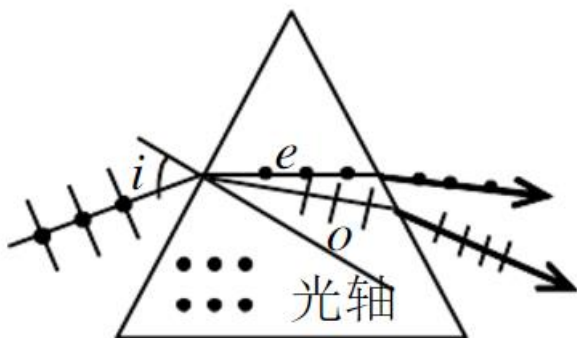
3. $1.084 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$; $3 \times 10^{-5} \text{ cm}$

解析: \bar{v} 只与温度有关, 不变。 $p = nkT$, n 变为 0.2 倍。

4. $y = A \cos\left(2\pi\gamma t + \frac{1}{2}\pi + 2\pi\frac{L+x}{\lambda}\right)$; $t_1 + \frac{L}{\lambda\gamma} + \frac{k}{\gamma}$ ($k \in Z$)

5. 做功; 热传递; 初末状态的温度差; 过程

6.



7. $1.46 \times 10^{-10} \text{ m}$; $6.63 \times 10^{-29} \text{ m}$

解析: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ 。

8. 1.326×10^{-23}

9. $\frac{1}{6}a$, $\frac{3}{6}a$, $\frac{5}{6}a$

解析: $|\varphi(x)|^2$ 取最大值点。

10. 不可逆

11. $(1, 0, 0, +\frac{1}{2})$, $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$

12. 概率密度; 单值、有限、连续

二、计算题

13. $\frac{4}{v_0^4}$, $\frac{4}{5}v_0$, $\frac{1}{2}v_0$

解析: $\int_0^{v_0} K v^3 dv = \frac{K}{4} v_0^4 = 1, K = \frac{4}{v_0^4};$

$\bar{v} = \int_0^\infty v f(v) dv = \int_0^{v_0} K v^4 dv = \frac{4}{5} v_0;$

$\int_0^{v_1} K v^3 dv = \frac{v_1^4}{4} = \frac{1}{16}, v_1 = \frac{1}{2} v_0.$

14. $T_a = 399.84 K, T_b = 635.74 K, T_c = 799.67 K, T_d = 503.79 K, \Delta S_{bc} = 2.86 J \cdot K^{-1}, 36.59\%$

解析: $T = \frac{pV}{R};$

$dS = \frac{1}{T} dQ = \frac{1}{T} C_v dT, \Delta S_{bc} = \frac{3}{2} R \times \ln \frac{T_c}{T_b};$

$\eta = 1 - \frac{Q_{放}}{Q_{吸}} = 1 - \frac{Q_{da}}{Q_{bc}} = 36.59\%.$

15. 0.345V, 加大

解析: $h\nu = h \frac{c}{\lambda} = E_k - W = eU_c - W, \lambda \text{减小}, U_c \text{加大}.$

16. 487.5nm, 巴耳末系

解析: 定态一的能量为-0.85eV, 定态二的能量为-13.60+10.20eV=-3.40eV。而

$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ 。因为 $\sqrt{\frac{13.6}{0.85}} = 4, \sqrt{\frac{13.6}{3.4}} = 2$, 从第四能级向第二能级跃迁, 属巴耳末系。

17. 0.10MeV

解析: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \lambda \text{变为} 1.2 \text{倍}, E \text{变为} \frac{5}{6} \text{倍}, \text{光子能量由} 0.60 \text{ MeV 变为} 0.50 \text{ MeV},$

由能量守恒知电子动能为 0.10MeV。

18. 48.44°, 41.56°

解析: $i_1 = \tan^{-1} \frac{1.5}{1.33} = 48.44^\circ, i_2 = \tan^{-1} \frac{1.33}{1.5} = 41.56^\circ.$

19. $r = \sqrt{(k\lambda - 2e_0)R}$

解析: 与牛顿环类似, 将 d 换为 $d + e_0$ 即可。

20. $6 \times 10^{-6} m, 1.5 \times 10^{-6} m, k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$

解析: $d = \frac{k\lambda}{\sin\theta};$

$k = \frac{d}{a} k'$ 缺级, $k = 4$ 时, $k' = 4 \frac{a}{d}$ 为整数, $a_{min} = \frac{1 \times d}{4} = \frac{d}{4};$

$k < \frac{d}{\lambda} = 10$, 且 $k = \frac{d}{a} k' = 4k'$ 缺级。



更多精彩，尽在南洋书院学生会微信公众
号的南卷汇专栏，欢迎通过公众号提供题目或
反馈错题信息，南卷汇需要您的支持。