

工科物理 BII 试卷 (A)

院(系)_____ 班级_____ 学号_____ 姓名_____

题号	一	二	三	四	五	六	卷面 总成绩
得分							

注意：请将答案涂写/填写在答题纸上（具体填涂要求详见答题纸）。

一、单项选择题（每题 2 分，共 30 分）

1. 1mol 刚性双原子分子理想气体，当温度为 T 时，其内能为（ ）（式中 R 为普适气体常量， k 为玻尔兹曼常量）

- (A) $\frac{3}{2}RT$; (B) $\frac{3}{2}kT$; (C) $\frac{5}{2}RT$; (D) $\frac{5}{2}kT$ 。

2. 就热源温度而言，下列做法有助于提高卡诺热机效率的是（ ）

- (A) 使高、低温热源温度差保持为恒定值； (B) 尽量减小高、低温热源的温度差；
(C) 尽量增大高、低温热源的温度差； (D) 尽量提高低温热源的温度。

3. 杨氏双缝干涉实验中，欲使屏上的干涉条纹间距变大，不可以采用的方法是（ ）

- (A) 使两缝间距变小； (B) 将装置放入折射率更大的介质中；
(C) 使入射光的波长增大； (D) 使屏与双缝之间的距离变大。

4. 图 1 为三种透明材料构成的牛顿环装置，各种材料的折射率如图中数字所示。用单色光垂直照射牛顿环，在反射光中看到干涉条纹，则在接触点 P 处形成的圆斑为（ ）

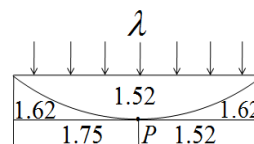


图 1

- (A) 全明； (B) 全暗； (C) 左半部明，右半部暗； (D) 左半部暗，右半部明。

5. 已知惯性系 S' 相对于惯性系 S 以 $v' = 0.4c$ 的匀速度沿 x 轴的负方向运动，若从 S' 系的坐标原点 O' 沿 x' 轴正方向发出一光波，设 S 系中测得此光波在真空中的波速为 v_c ，则 $v_c/v' =$ （ ）

- (A) 2.0; (B) 4.0; (C) 1.3; (D) 2.5。

6. 狭义相对论动力学方程的一般形式为（ ）

- (A) $\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dm}{dt}$; (B) $\vec{F} = \vec{v} \frac{dm}{dt}$; (C) $\vec{F} = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \frac{d\vec{v}}{dt}$; (D) $\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$ 。

7. 下列说法中，错误的是（ ）

- (A) 狭义相对论的相对性原理可以表述为：物理规律对所有的惯性系都是一样的，不存在任何一个特殊的惯性系；
(B) 光速不变原理可以表述为：在所有的惯性系中，光在真空中的速率都相等；
(C) 洛伦兹变换是伽利略变换在物体的运动速度接近于光速时的极限情况，因此伽利略变换比洛伦兹变换更具有普遍性；
(D) 相对论质量和相对论动量都与物体的运动速度的大小有关。

8. 绝对黑体是这样一种物体，它（ ）
- (A) 不能吸收也不能发射任何电磁辐射； (B) 不能反射但能全部吸收任何电磁辐射；
(C) 不能发射但能全部吸收任何电磁辐射； (D) 不能反射也不能发射任何电磁辐射。
9. 在康普顿效应实验当中，用 X 射线照射物质，在偏离入射方向的各个方向上观察散射光，散射光中（ ）
- (A) 只包含有与入射光波长相同的成分；
(B) 既有与入射光波长相同的成分，也有波长变长的成分，波长的变化量只与散射方向有关，与散射物质无关；
(C) 既有与入射光波长相同的成分，也有波长变长的成分和波长变短的成分，波长的变化量既与散射方向有关，也与散射物质有关；
(D) 只包含波长变长的成分，其波长的变化量只与散射物质有关与散射方向无关。

10. 图 2 为导体、半导体和绝缘体在热力学温度趋于 0 K 时的能带结构示意图。其中属于绝缘体的是（ ）

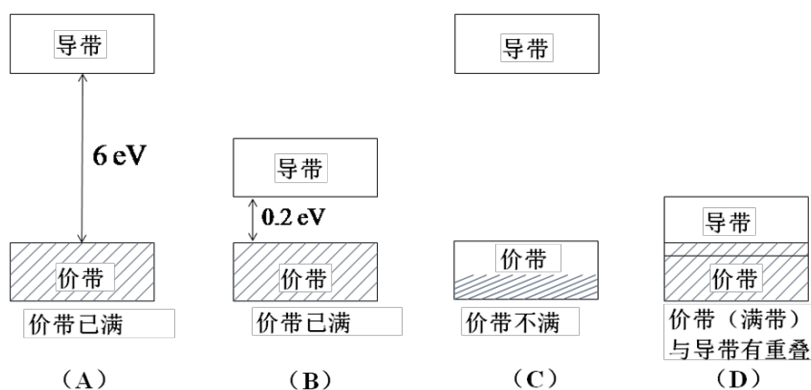


图 2

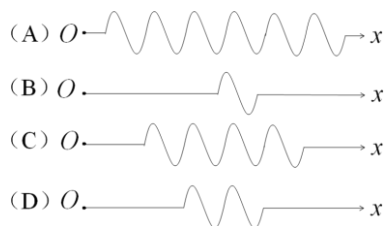


图 3

11. 设粒子运动的波函数图线分别如图 3 (A)、(B)、(C) 和 (D) 所示，那么其中确定粒子动量的精确度最高的波函数是（ ）
12. 静止质量不为零的微观粒子作高速运动，这时粒子物质波的波长 λ 与粒子运动速度大小 v 的关系为（ ）

- (A) $\lambda \propto v$; (B) $\lambda \propto \frac{1}{v}$; (C) $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$; (D) $\lambda \propto \sqrt{v^2 - c^2}$ 。

13. 氢原子的基态能量为 -13.6 eV 。某氢原子的电子已处于第二激发态 ($n=3$)。按照玻尔的氢原子理论，为使该原子成为正离子，需要提供的激发能（即为电离能）至少为（ ）

- (A) 3.4 eV ; (B) 13.6 eV ; (C) 1.51 eV ; (D) 0.85 eV 。

14. 在一个惯性系中，两个静止质量均为 m_0 的粒子 A 和 B，分别以速率 v 沿同一直线相向运动，相碰后合在一起成为一个新粒子 C，则新粒子 C 的质量为（ ）

- (A) $2m_0$; (B) $2m_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$; (C) $\frac{m_0}{2}\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$; (D) $\frac{2m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ 。

15. 有一种原子，在基态时 $n=1$ 和 $n=2$ 的壳层都填满电子， $3s$ 次壳层（支壳层）也填满电子，而 $3p$ 次壳层只填充了一半，这种原子的原子序数是（ ）

- (A) 14; (B) 15; (C) 16; (D) 17。

二、填空题（每空 2 分，共 30 分）

1. 有 1mol 刚性双原子分子理想气体，在等压膨胀过程中对外做功 W ，则此过程系统温度的变化 $\Delta T =$ _____。

2. 一个质点同时参与两个在同一直线上的简谐振动，其表达式分别为 $x_1 = 0.04 \cos(2t + \pi/6)$ (SI)，

$x_2 = 0.03 \cos(2t - 5\pi/6)$ (SI)，则合成振动的初相为_____。

3. 设沿弦线传播的一入射波的表达式为 $y = A \cos(\omega t - kx)$ ，该波在位置坐标 $x = L$ (> 0) 的 B 点处发生反射，反射点为自由端（无半波损失）。波在传播和反射过程中振幅不变。则（1）入射波和反射波叠加形成的驻波的表达式为_____（用余弦函数表示）；（2）离 B 点最近的波节的坐标为_____。

4. 折射率 $n = 1.45$ 的玻璃板上镀有厚度 $e = 0.40 \mu\text{m}$ ，折射率 $n' = 1.50$ 的介质膜。白光垂直照射该玻璃板，则在可见光 ($\lambda = 390 \text{ nm} \sim 760 \text{ nm}$) ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 范围内，波长 $\lambda =$ _____nm 的光在反射中增强。

5. 在通常亮度下，人眼瞳孔直径约为 3 mm。对波长为 600 nm 的光，人眼的最小分辨角约为_____rad。

6. 用波长为 λ 的单色光垂直照射折射率为 n_2 的劈形膜（如图 4）。图中各部分折射率的关系是 $n_1 < n_2 < n_3$ 。观察反射光的干涉条纹，从劈形膜左侧棱开始向右数第 5 条暗条纹中心所对应的膜的厚度 $e =$ _____。

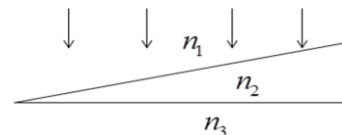


图 4

7. 单色光垂直入射一双缝装置，若两个缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的两块厚度均为 e 的透明介质所遮盖，此时分别由两个缝到屏上原中央极大所在处的两束光的光程差 $\delta =$ _____。

8. 为测定某音叉 C 的频率，选取频率已知且大小与 C 的频率接近的另两个音叉 A 和 B ，已知 A 的频率为 800Hz， B 的频率是 797 Hz。进行下面试验：第一步，使音叉 A 和 C 同时振动，测得拍频为每秒 2 次；第二步，使音叉 B 和 C 同时振动，测得拍频为每秒 5 次。由此可确定音叉 C 的频率为_____Hz。

9. 当一束自然光以布儒斯特角 i_0 入射到两种介质的分界面上时，反射光为_____偏振光（填“线”、“部分”、“圆”或“椭圆”）。

10. 自然光垂直入射到两个平行放置、偏振化方向夹角为 θ 的偏振片上，如果透射光强为入射光强的三分之一，则 $\cos^2 \theta =$ _____。

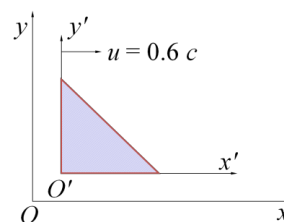


图 5

11. 惯性系 S' 相对于惯性系 S 以速度 $u = 0.6c$ 沿 x 轴正向匀速平动。有一等腰直角三角形固定在 S' 系中，如图 5 所示。设 S' 系中的人测量得到三角形的面积为 A ，则 S 系中的人测量得到的该三角形的面积为_____。

12. 按照量子力学的计算结果，氢原子中处于主量子数 $n = 3$ 能级的电子，轨道角动量可能取的值分别为_____。

13. 当波长为 λ 的光照射在某金属表面时，从金属表面出射的光电子的最大初动能为 W 。此金属的红限频率 $\nu_0 =$ _____。

14. 某系统由两种理想气体 A 、 B 组成。其分子数分别为 N_A 、 N_B 。若在某一温度下， A 、 B 气体各自的速率分布函数为 $f_A(v)$ 、 $f_B(v)$ ，则在同一温度下，由 A 、 B 气体组成的系统的速率分布函数为 $f(v) =$ _____。

三、计算题 (12 分)

平面简谐波沿 x 轴正向传播, 频率为 $\nu = 0.5\text{Hz}$, 波速为 $u = 18\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $t = 0.5\text{ s}$ 时刻的波形如图 6 所示。

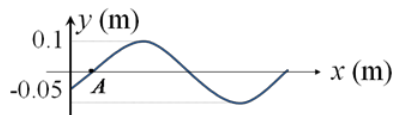


图 6

(1) 此时 A 点速度的方向为_____ (填“向下”、“向上”、“向左”或“向右”), 大小为_____ m/s 。

(2) 请完成此简谐波的波函数 $y = 0.1\cos[(\quad)t + (\quad)x + (\quad)]\text{m}$ 。

(3) 假设此简谐波向右垂直通过一个面积为 S 的截面, 单位时间通过截面的能量为 W 。如果波的振幅变为 0.2 m , 其他不变, 则单位时间通过 S 截面的能量为_____ (用 W 表示)。

四、计算题 (8 分)

A 气体热容为 C_1 、温度为 T_1 ; B 气体热容为 C_2 、温度为 T_2 。两种理想气体共置于一绝热容器内。已知系统达到平衡后的最终温度为 T 。

(1) 求这一过程中 A 气体的熵变。

(2) 请用 C_1 、 C_2 、 T_1 、 T_2 表示出系统的最终温度 T 。

五、计算题 (10 分)

一双缝, 缝间距为 d , 缝宽为 a , $\frac{d}{a} = 5$ 。用波长为 λ 的平行单色光垂直入射该双缝, 双缝后放一焦距为 f 的透镜, 试求:

(1) 透镜焦平面处屏上干涉条纹的间距;

(2) 透镜焦平面处屏上单缝衍射中央亮纹的宽度;

(3) 单缝衍射中央包线内 (即单缝衍射中央亮纹的宽度内) 有哪些级次的干涉主极大。

六、计算题 (10 分)

一维势阱中, 粒子的势能函数为 $U(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq a \\ U, & x < 0, x > a \end{cases}$, 势能曲线如图 7 所示。

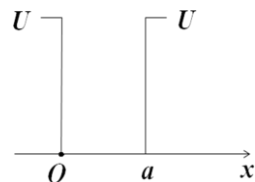


图 7

(1) 设粒子运动的波函数为 ψ , 阱外粒子的定态薛定谔方程为

$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + U\psi = E\psi$, 请写出阱内粒子运动的定态薛定谔方程。

(2) 接第 (1) 问, 若阱内粒子具有的能量 $E < U$, 那么粒子在阱外出现的概率是否一定为零?

(3) 若 $U = \infty$, 即势阱无限深, 设此时阱内的波函数为 $\psi = A \sin \frac{n\pi}{a} x$, $n = 1, 2, 3, \dots$ 。

请写出波函数所需要满足的归一化条件, 并由归一化条件求出待定常数 A 。若 $n = 2$, 请写出粒子出现概率最大处的 x 值。

北京科技大学 2018-2019 学年第 一 学期

工科物理 BII 期末参考答案 (A)

一、单项选择题 (每题 2 分, 共 30 分)

CCBCD ACBBA ACCDB

二、填空题 (每空 2 分, 共 30 分)

1	W/R
2	$\pi/6$
3	$y = 2A \cos(kx - kL) \cos(\omega t - kL),$ $L - \frac{\pi}{2k}$
4	480
5	2.44×10^{-4}
6	$9\lambda/4n_2$
7	$(n_1 - n_2)e$, 或 $(n_2 - n_1)e$, 或 $ n_1 - n_2 e$, 或 $ n_2 - n_1 e$
8	802
9	线
10	$2/3$
11	0.8A
12	$0, \sqrt{2}\hbar, \sqrt{6}\hbar$
13	$\frac{c}{\lambda} - \frac{W}{h}$
14	$\frac{N_A f_A(\nu) + N_B f_B(\nu)}{N_A + N_B}$

三、计算题 (12 分)

(1) 向下, 0.1π (4 分)

(2) $\omega = 2\pi\nu = \pi$, $k = \frac{\omega}{u} = \frac{\pi}{18}$, $x=0$, $t=0.5\text{s}$ 时的相位为 $\frac{2\pi}{3}$, 原点的初相位为 $\frac{\pi}{6}$, 因此波函数为

$$y = 0.1 \cos\left[(\pi)t + \left(-\frac{\pi}{18}\right)x + \frac{\pi}{6}\right] \quad (6 \text{ 分})$$

(3) $I \propto A^2$, $4W$ (2 分)

四、计算题 (8 分)

$$(1) S = \int \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^T \frac{C_1 dT}{T} = C_1 \ln \frac{T}{T_1} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(2) C_1(T - T_1) + C_2(T - T_2) = 0 \quad T = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2}{C_1 + C_2} \quad (4 \text{ 分})$$

五、计算题 (10 分)

$$(1) d \sin \theta = k\lambda, \quad f \frac{\lambda}{d} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(2) a \sin \theta = k\lambda, \quad 2f \frac{\lambda}{a} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(3) k = \frac{d}{a} k', \text{ 第 } \pm 5 \text{ 级缺级, 能看到 } 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4 \text{ 级条纹。} \quad (4 \text{ 分})$$

六、计算题 (10 分)

$$(1) -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = E\psi \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 否} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(3) \int_0^a |\psi|^2 dx = 1, \quad A = \sqrt{\frac{2}{a}}, \quad x = \frac{a}{4}, \quad \frac{3a}{4} \quad (6 \text{ 分})$$