

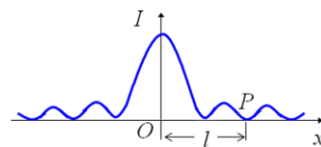
工科物理 BII 试卷 (A)

院(系)_____ 班级_____ 学号_____ 姓名_____

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 40 分）

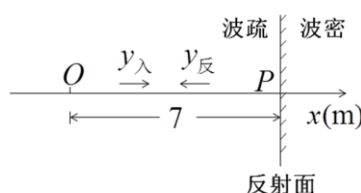
- 根据经典的能量按自由度均分原理，理想气体每个分子每个自由度的平均能量为（ ）
 (A) $\frac{1}{4}kT$; (B) $\frac{1}{3}kT$; (C) $\frac{1}{2}kT$; (D) kT 。
- 一定量的理想气体，处在某一初始状态，现在要使它的温度经过一系列变化后回到初始状态的温度，可能实现这一目的的过程为（ ）
 (A) 先保持压强不变而使它的体积膨胀，接着保持体积不变而增大压强；
 (B) 先保持压强不变而使它的体积减小，接着保持体积不变而减小压强；
 (C) 先保持体积不变而使它的压强增大，接着保持压强不变而使它体积膨胀；
 (D) 先保持体积不变而使它的压强减小，接着保持压强不变而使它体积膨胀。
- 关于热力学第二定律，下列表述不正确的是（ ）
 (A) 在孤立系统中所进行的自然过程总是沿着熵增大的方向进行，它是不可逆的；
 (B) 一切自然过程总是沿着分子热运动的无序性增大的方向进行，这是不可逆性的微观本质；
 (C) 其唯一效果是热全部转变为功的过程是不可能的，因此只利用一个恒温热库进行工作的热机是不可能制成的；
 (D) 无论采用什么方法，热量都不可能从低温物体传向高温物体。
- 设声波在空气中的速度大小为 u 。教室中，学生坐在座位上不动。教师手拿振动的音叉站立不动时，学生听到音叉振动声音的频率为 ν_0 ；若教师以速率 V ($V < u$) 向黑板走去，则教师身后的学生将会听到拍音，则拍频为（ ）
 (A) $\left(\frac{u}{u-V} - \frac{u}{u+V}\right)\nu_0$; (B) $\left(\frac{u+V}{u} - \frac{u-V}{u}\right)\nu_0$;
 (C) $\left(\frac{u+V}{u} - \frac{u}{u-V}\right)\nu_0$; (D) $\left(\frac{u}{u-V} - 1\right)\nu_0$ 。
- 振子质量为 m 的弹簧振子，其位移为 $x = A\cos(\omega t)$ 。振子动能随时间也呈简谐变化，其振幅为（ ）
 (A) $\frac{1}{4}m\omega^2 A^2$; (B) $A\omega$; (C) $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$; (D) A 。
- 光强同为 I 的两束相干光在某区域内叠加，则可能出现的最大光强为（ ）
 (A) I ; (B) $2I$; (C) $3I$; (D) $4I$ 。
- 设夫琅和费单缝衍射装置的缝宽为 a ，透镜焦距为 f ，入射光波长为 λ ，透镜焦平面上衍射图样光强分布如图所示，图中 O 、 P 两点间距离 l 为（ ）
 (A) $\frac{f\lambda}{a}$; (B) $2\frac{f\lambda}{a}$; (C) $\frac{3}{2}\frac{f\lambda}{a}$; (D) $\frac{5}{2}\frac{f\lambda}{a}$ 。



8. 如图所示, 有一沿 x 轴正向传播的平面简谐波, 其波函数为 $y_{\lambda}(x,t)=A\cos(10\pi t-\frac{\pi}{2}x-\pi)$ (SI)。

此波在 $x=7\text{ m}$ 处受到波密介质平面的反射(反射时波的强度不变)。则反射波的波函数 $y_{\text{反}}(x,t)$ 为()

- (A) $y_{\text{反}}(x,t)=A\cos(10\pi t+\frac{\pi}{2}x+\frac{\pi}{2})$;
 (B) $y_{\text{反}}(x,t)=A\cos(10\pi t-\frac{\pi}{2}x+\frac{\pi}{2})$;
 (C) $y_{\text{反}}(x,t)=A\cos(10\pi t+\frac{\pi}{2}x+\pi)$;
 (D) $y_{\text{反}}(x,t)=A\cos(10\pi t-\frac{\pi}{2}x+\pi)$ 。

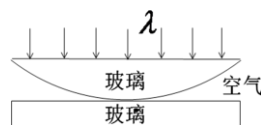


9. 接上题, 入射波和反射波叠加形成驻波后, 在 $x=6$ 米处, 质点振动的振幅为()

- (A) $2A$; (B) A ; (C) 0 ; (D) $A/2$ 。

10. 如图所示的牛顿环干涉装置, 其干涉条纹的特点不包括()

- (A) 明暗相间; (B) 内密外疏;
 (C) 不等间距同心圆; (D) 级次里低外高。



11. 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, 且折射角不能确定;
 (C) 部分偏振光, 且折射角是 30° ; (D) 完全线偏振光, 且折射角不能确定。

12. 杨氏双缝干涉实验中, 入射光的波长为 λ , 现用玻璃纸遮住双缝中的一个缝, 若该光在玻璃纸中的光程比在相同厚度的空气中的光程大 2.5λ , 则屏上原来的明纹处()

- (A) 仍是明纹; (B) 变为暗纹;
 (C) 既非明纹也非暗纹; (D) 无法确定是明纹, 还是暗纹, 抑或是非明非暗。

13. 狭义相对论力学的基本方程为()

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

14. 在地面惯性系中, A 向左运动, 速率设为 v_1 ; B 向右运动, 速率设为



v_2 (v_1 和 v_2 均大于零, 并且接近真空光速 c)。由洛伦兹速度变换可知在

A 上测得的 B 的速率为()

- (A) $\frac{v_1+v_2}{1-\frac{v_1v_2}{c^2}}$; (B) $\frac{-v_1+v_2}{1+\frac{v_1v_2}{c^2}}$; (C) $\frac{-v_1-v_2}{1+\frac{v_1v_2}{c^2}}$; (D) $\frac{v_1+v_2}{1+\frac{v_1v_2}{c^2}}$ 。

15. 普朗克量子假说是为解释() 的规律而提出来的。

- (A) 光电效应实验; (B) X 射线散射实验;
 (C) 黑体辐射实验; (D) 氢原子光谱。

16. 坐标和动量的不确定关系说明, 微观粒子()

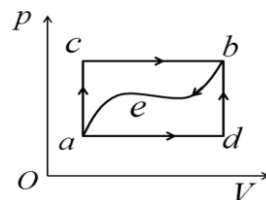
- (A) 不可能具有确定的坐标; (B) 不可能具有确定的动量;
 (C) 可能同时具有确定的坐标和动量; (D) 不可能同时具有确定的坐标和动量。

17. 关于在一维无限深势阱中运动的微观粒子，下列说法中错误的是（ ）
 (A) 粒子运动的能量不能连续取值，只能取分立值，即能量是量子化的；
 (B) 粒子运动的能量的量子化的结果不是计算得到的，是强行规定的；
 (C) 粒子运动的能量的最小值不能为零；
 (D) 粒子在各处出现的概率密度不是常数。
18. 为了证实德布罗意假设，戴维孙和革末于1927年在镍单晶体上做了电子衍射实验，从而证明了（ ）
 (A) 电子的波动性和粒子性； (B) 电子的波动性； (C) 电子的粒子性； (D) 所有粒子具有二象性。
19. π^+ 介子是不稳定的粒子，在相对于它静止的参照系中测得的平均寿命是 $2.6 \times 10^{-8} \text{ s}$ ，如果它相对实验室以 $0.80c$ (c 为真空中光速，其大小为 $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$) 的速率运动，那么在实验室参照系中测得的 π^+ 介子的寿命约是（ ）
 (A) $4.3 \times 10^{-8} \text{ s}$ ； (B) $1.6 \times 10^{-8} \text{ s}$ ； (C) $3.3 \times 10^{-8} \text{ s}$ ； (D) $2.1 \times 10^{-8} \text{ s}$ 。
20. 在氢原子的K壳层中，电子可能具有的量子数 (n, l, m_l, m_s) 是（ ）
 (A) (1, 0, 0, 1/2)； (B) (1, 0, -1, 1/2)； (C) (1, 1, 0, -1/2)； (D) (2, 1, 0, -1/2)。

二、填空题（每空 2 分，共 36 分）

1. 理想卡诺制冷机在温度为 200 K 和 400 K 的两个热源之间工作。若把低温热源温度升高 100 K，则其致冷系数将变为原来的_____倍。

2. 如图所示，一理想气体系统由状态 a 沿 acb 到达状态 b 对外做功 130 J，吸收热量 350 J。



(1) 系统由状态 a 沿 adb 到达状态 b 的过程中对外做功 40 J，则系统吸收的热量 $Q =$ _____J。

(2) 系统由状态 b 沿曲线 bea 返回状态 a 的过程中，外界对系统做功为 60 J，则系统吸收的热量 $Q =$ _____J。

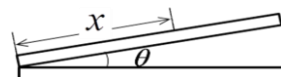
3. 一个质点同时参与三个同一直线上的简谐振动，振动表达式分别为 $x_1 = 3\cos(\pi t + \pi/6) \text{ cm}$ ，

$x_2 = 4\cos(\pi t + \varphi_2) \text{ cm}$ ，和 $x_3 = 7\cos(\pi t + \varphi_3) \text{ cm}$ 。当 $\varphi_2 =$ _____ ($-\pi < \varphi_2 \leq \pi$) 且 $\varphi_3 =$ _____

($-\pi < \varphi_3 \leq \pi$) 时，合振幅最小。这一最小振幅为_____cm。

4. 若频率为 1200 Hz 和 400 Hz 的平面简谐波有相同的振幅，它们在相同的介质中以相同的速度传播，则两列波的强度的比值是 $I_{1200}/I_{400} =$ _____。

5. 用波长为 λ 的单色光垂直照射到如右图所示的空气劈形膜上，从反射光中观察干涉条纹，距顶点为 x 处是暗条纹。使劈尖角 θ ($\theta \approx \tan \theta \approx \sin \theta$) 连续变大，直到该处再次出现暗条纹为止。在此过程中劈尖角的改变 $\Delta \theta =$ _____。



6. 位于我国贵州省境内的“天眼”(FAST)是目前世界上最大的单天线射电望远镜，其有效口径为 300m。对波长为 3.00 m 的电磁波，其最小分辨角为_____rad (请用科学计数法表示)。

7. 在康普顿散射实验中，如果将入射 X 射线改为可见光，则波长偏移量 $\Delta \lambda$ 将_____ (填“变大”，“变小”或者“不变”)。

8. 强度为 I_a 的自然光和强度为 I_b 的线偏振光混合而成的一束入射光垂直入射到一偏振片上, 当以入射光方向为转轴旋转偏振片时, 出射光将出现最大值和最小值, 其比值为 n 。那么 I_a / I_b 与 n 的关系为 $I_a / I_b =$ _____。

9. 由玻尔的氢原子理论, 氢原子光谱波长满足 $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$, 由各高能级 ($k > 2$) 向 $n = 2$ 的能级跃迁辐射出来的波长属于巴尔末系。则巴尔末系的系限 (最短) 波长为_____。

10. 静质量为 m_1 、速率为 v 的粒子与静质量为 m_2 的静止粒子碰撞, 碰后复合成一个粒子, 则复合粒子的速率 $u =$ _____。

11. 设某金属的逸出功为 A , h 为普朗克常数, 则该金属光电效应的红限 (截止) 频率为_____。

12. 晶体硅的禁带宽度设为 ΔE , 能使电子越过禁带上升到导带的光子的最大波长是_____。掺入适量磷之后, 施主能级和硅的导带底的能级差设为 ΔE_D , 则 ΔE_D _____ $\frac{\Delta E}{2}$ (请填 “>”, “<” 或者 “=”)。

13. 请写出概率波波函数 Ψ 所需要满足的归一化条件_____。

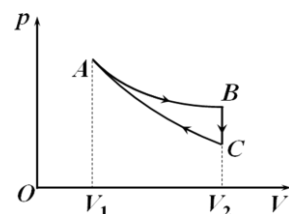
14. 微观粒子具有波粒二象性, 若普朗克常数为 h , 则动量为 p 的粒子对应的波长为_____。

三、计算题 (6 分)

已知一静止质量为 m_0 的粒子的相对论动能等于其静能的 n 倍。 c 为真空中光速的大小。求粒子的 (1) 运动质量 m ; (2) 速率 u ; (3) 动量的大小 p 。

四、计算题 (8 分)

ν 摩尔理想气体进行如图所示的循环过程。 AB 为等温线, BC 为等体线, CA 为绝热线。设全部过程都是可逆的。已知 A 状态体积为 V_1 ; B 状态体积为 V_2 。 R 为普适气体常量。设 AB 过程熵变为 ΔS_{AB} , BC 过程熵变为 ΔS_{BC} , CA 过程熵变为 ΔS_{CA} 。



(1) 求 ΔS_{CA} ; (2) 求 ΔS_{AB} ; (3) 请写出 $\Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CA}$ 的值。答案中不可以出现题目中没有给出的量。

五、计算题 (10 分)

波长为 600 nm 的单色光垂直入射到一个透明平面光栅上, 有两个相邻的主极大分别出现在 $\sin \theta_k = 0.2$ 和 $\sin \theta_{k+1} = 0.3$ 处, 第四级为缺级。

(1) 试求光栅常量 d (以 nm 为单位);

(2) 设光栅的每一条缝的宽度均为 a , 请求出 a 的可能取值 (以 nm 为单位);

(3) 在确定了光栅常量与缝宽之后, 列出在光屏上实际呈现的全部级次。(注意衍射角 $\theta = \pm \frac{\pi}{2}$ 处的条纹看不到)

北京科技大学 2019-2020 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 40 分)

CDDAA DBCAB CBDDC DBBAA

二、填空题 (每空 2 分, 共 36 分)

1	3
2 (空 1)	260
2 (空 2)	-280
3 (空 1)	$\frac{\pi}{6}$
3 (空 2)	$-\frac{5\pi}{6}$
3 (空 3)	0
4	9
5	$\lambda/(2x)$
6	1.22×10^{-2}
7	不变
8	$2/(n-1)$
9	$4/R$
10	$\frac{m_1 v}{m_1 + m_2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
11	A/h
12 (空 1)	$hc/\Delta E$
12 (空 2)	<
13	$\int_{-\infty}^{+\infty} \Psi^* \Psi dx dy dz = 1$
14	h/p

三、计算题（6分）

$$(1) \quad mc^2 - m_0c^2 = nm_0c^2, \quad m = (n+1)m_0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \quad m = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} m_0, \quad \frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} = n+1, \quad u = c \sqrt{1-\frac{1}{(n+1)^2}} = \frac{c}{n+1} \sqrt{n^2+2n}, \quad (2 \text{ 分})$$

$$(3) \quad p = mu = (n+1)m_0 \frac{c}{n+1} \sqrt{n^2+2n} = m_0c \sqrt{n^2+2n} \quad (2 \text{ 分})$$

四、计算题（8分）

$$(1) \quad \Delta S_{CA} = \int \frac{dQ}{T} = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \quad \Delta S_{AB} = \int \frac{dQ}{T} = \int \frac{dE + pdV}{T} = \int \frac{pdV}{T} = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu R}{V} dV = \nu R \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(3) \quad \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CA} = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

五、计算题（10分）

$$(1) \quad d \sin \theta_k = k\lambda, \quad d \sin \theta_{k+1} = (k+1)\lambda, \quad d(\sin \theta_{k+1} - \sin \theta_k) = \lambda,$$

$$d = \frac{\lambda}{(\sin \theta_{k+1} - \sin \theta_k)} = \frac{600 \text{ nm}}{0.1} = 6000 \text{ nm} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(2) \quad \text{第4级缺级, 即 } k = \frac{d}{a} k' = 4, \quad \frac{d}{a} \text{ 的可能取值为: } \frac{4}{1}, \frac{4}{2}, \frac{4}{3}.$$

如果 $\frac{d}{a} = \frac{4}{2}$, 那么第2级缺级。但是, 由 $d \sin \theta_k = k\lambda$, $d \sin \theta_{k+1} = (k+1)\lambda$, $\sin \theta_k = 0.2$, $\sin \theta_{k+1} = 0.3$,

得到 $\frac{k}{k+1} = \frac{2}{3}$, 即 $k=2$ 。由题意, 可以看到第2级条纹, 即第2级不缺级。所以 $\frac{d}{a} \neq \frac{4}{2}$ 。

$$\frac{d}{a} \text{ 的可能取值为: } \frac{4}{1}, \frac{4}{3}.$$

因此 a 的二个可能值为 $a = \frac{d}{3} = 1500 \text{ nm}$, $a = \frac{3d}{4} = 4500 \text{ nm}$ 。(4分)

(3) $k \leq \frac{d}{\lambda} = 10$, 最大能够看到 ± 9 级。考虑到 $\pm 4, \pm 8$ 缺级, 能够看到 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$ 级条纹。(2分)