

学号

姓名

专业

年级

院系

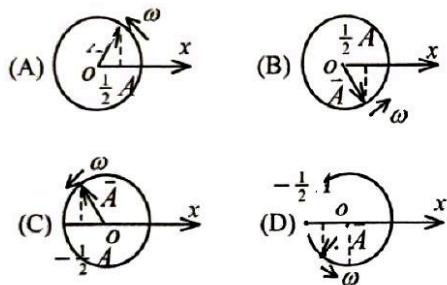
20²³—20²⁴学年第^二学期
 《大学物理 A(上)》期末考试试卷 (A 卷)
 (闭卷 时间 120 分钟)
 考场登记表序号_____

题号	一	二	三(15)	三(16)	三(17)	三(18)	四(19)	总分
得分								
阅卷人								

得 分	
-----	--

一、单选题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. 一个质点作简谐振动, 振幅为 A , 在起始时刻质点的位移为 $\frac{1}{2}A$, 且向 x 轴正方向运动, 则代表此简谐振动的旋转矢量图为 ()



2. 一弹簧振子作简谐振动, 当位移为振幅的一半时, 其动能为总能量的 ()

(A) $1/4$ (B) $1/2$ (C) $3/4$ (D) $\sqrt{3}/2$

3. 有两列沿相反方向传播的相干波, 其表达式为

$$y_1 = A \cos 2\pi(vt - x/\lambda) \quad \text{和} \quad y_2 = A \cos 2\pi(vt + x/\lambda).$$

- 叠加后形成驻波, 其波腹位置的坐标为 ()

(A) $x = \pm k\lambda$. (B) $x = \pm \frac{1}{2}(2k+1)\lambda$.
 (C) $x = \pm \frac{1}{2}k\lambda$. (D) $x = \pm (2k+1)\lambda/4$. 其中 $k = 0, 1, 2, 3, \dots$

4. 一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中: ()

(A) 它的势能转换成动能. (B) 它的动能转换成势能.
 (C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量, 其能量逐渐增加.
 (D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元, 其能量逐渐减小.

5. 两个相同的容器，一个盛氢气，一个盛氦气(均视为刚性分子理想气体)，开始时它们的压强和温度都相等，现将 6 J 热量传给氦气，使之升高到一定温度。若使氢气也升高同样温度，则应向氢气传递热量：

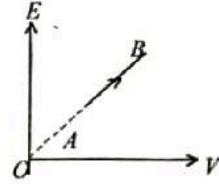
- (A) 12 J. (B) 10 J. (C) 6 J. (D) 5 J. ()

6. 一容器贮有某种理想气体，其分子平均自由程为 $\bar{\lambda}_0$ ，若气体的热力学温度降到原来的一半，但体积不变，分子作用球半径不变，则此时平均自由程为：()

- (A) $\sqrt{2}\bar{\lambda}_0$. (B) $\bar{\lambda}_0$.
(C) $\bar{\lambda}_0/\sqrt{2}$. (D) $\bar{\lambda}_0/2$.

7. 某理想气体状态变化时，内能随体积的变化关系如图中 AB 直线所示。 $A \rightarrow B$ 表示的过程是：()

- (A) 等压过程.
(B) 等体过程.
(C) 等温过程.
(D) 绝热过程.



8. 一卡诺循环的热机，高温热源温度是 400 K. 每一循环从此热源吸进 100 J 热量并向一低温热源放出 80 J 热量。则低温热源温度和循环的热机效率分别是：()

- (A) 320 K 20%. (B) 320 K 50%.
(C) 500 K 20%. (D) 500K 50%.

9. 在一个惯性系中观测，两个事件同时不同地，则在其他惯性系中观测，它们_____. ()

- (A) 一定同时 (B) 可能同时
(C) 不可能同时，但可能同地 (D) 不可能同时，也不可能同地

10. 根据相对论力学，动能为 0.26 MeV 的电子，其运动速度约等于 ()

- (A) $0.1c$. (B) $0.5c$.
(C) $0.75c$. (D) $0.85c$.

(c 表示真空中的光速，电子的静能 $m_0c^2 = 0.51 \text{ MeV}$)

二、填空题（每小题 4 分，共 16 分）

得 分	
-----	--

11. 一质点作简谐振动，速度最大值 $v_m = 5 \text{ cm/s}$ ，振幅 $A = 2 \text{ cm}$ 。若令速度具有正最大值的那一时刻为 $t = 0$ ，则振动表达式为_____。

12. 一辆机车以 30 m/s 的速度驶近一位静止的观察者，如果机车的汽笛的频率为 550 Hz，此观察者听到的声音频率是_____ Hz. (空气中声速为 330 m/s)

13. p - V 图上的一点代表_____；

p-V 图上任意一条曲线表示_____.

14. 一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着米尺的长度为 0.5 m, 设米尺静止长度为 1m. 则此米尺以速度 $v = \text{_____} c$ 接近观察者 (光速为 c) .

三、计算题 (共 54 分)

15. (本题 12 分)

得 分	
-----	--

一横波沿绳子传播, 其波的表达式为 $y = 0.05 \cos(100\pi t - 2\pi x)$ (SI)

- (1) 求此波的振幅、波速、频率和波长;
- (2) 求绳子上各质点的最大振动速度和最大振动加速度 (π 取 3.14);
- (3) 求 $x_1 = 0.2 \text{ m}$ 处和 $x_2 = 0.7 \text{ m}$ 处二质点振动的相位差.

得 分	
-----	--

16. (本题 15 分)

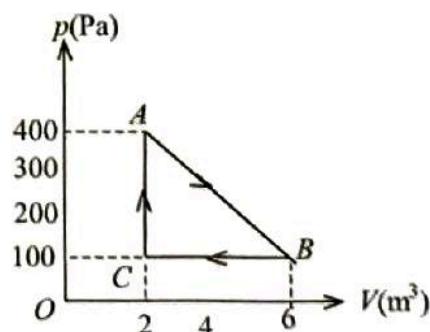
相干波源 S_1 和 S_2 , 相距 11 m, S_1 的相位比 S_2 超前 $\frac{1}{2}\pi$. 这两个相干波在 S_1 、 S_2 连线上传播时可看成两等幅的平面余弦波, 它们的频率都等于 100 Hz, 波速都等于 400 m/s. 试求在 S_1 、 S_2 之间因干涉而静止不动的各点位置 (取 S_1 、 S_2 连线为 x 轴, 向右为正).

得 分	
-----	--

17. (本题 15 分)

比热容比 $\gamma = 1.40$ 的理想气体进行如图所示的循环. 已知状态 A 的温度为 300 K. 求:

- (1) 状态 B、C 的温度;
- (2) 每一过程中气体所吸收的净热量. (普适气体常量 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)



得分

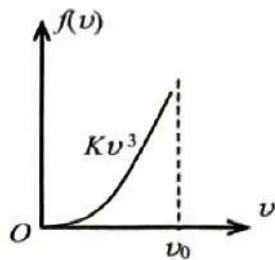
18. (本题 12 分)

已知某粒子系统中粒子的速率分布曲线如图所示，即

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

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)



得分

四、证明题 (10 分)

19. 在 A 、 B 、 C 三个容器中，装有不同温度的同种理想气体，设其分子数密度之比 $n_A : n_B : n_C = 1 : 2 : 4$ ，方均根速率之比 $(\overline{v_A^2})^{1/2} : (\overline{v_B^2})^{1/2} : (\overline{v_C^2})^{1/2} = 1 : 2 : 4$ 。根据理想气体压强与平均平动动能之间的关系求证：分子的压强之比为 $p_A : p_B : p_C = 1 : 8 : 64$ 。

2023—2024学年第二学期

《大学物理A(上)》期末考试试(A卷)参考答案及评分标准

一、选择题(每小题2分,共20分)

1-5. BCCCB ; 6-10. BAABC

二、填空题(每小题4分,共16分)

11. $x = 2 \times 10^{-2} \cos(5t/2 - \frac{1}{2}\pi)$. 12. 605.

13. 系统的一个平衡态; 系统经历的一个准静态过程. 14. $\sqrt{3}/2$ (0.86或0.87也给分).

三、计算题(共54分)

15. (12分)

解: (1) 已知波的表达式为 $y = 0.05 \cos(100\pi t - 2\pi x)$ 与标准形式 $y = A \cos(2\pi vt - 2\pi x/\lambda)$ 比较得

$$A = 0.05 \text{ m}, \quad v = 50 \text{ Hz}, \quad \lambda = 1.0 \text{ m}$$

$$u = \lambda v = 50 \text{ m/s} \quad (4 \text{ 分})$$

(2) $v_{\max} = (\partial y / \partial t)_{\max} = 2\pi v A = 15.7 \text{ m/s}$

$$a_{\max} = (\partial^2 y / \partial t^2)_{\max} = 4\pi^2 v^2 A = 4.93 \times 10^3 \text{ m/s}^2 \quad (6 \text{ 分})$$

(3) $\Delta\phi = 2\pi(x_2 - x_1)/\lambda = \pi$, 二振动反相 (2分)

16. (15分) 解: 取 S_1 、 S_2 连线为 x 轴, 向右为正, 以 S_1 为坐标原点. 令 $\overline{S_1 S_2} = l$.

考虑 $0 \leq x \leq 11 \text{ m}$ 范围内各点的干涉情况. 从 S_1 、 S_2 分别传播来的两波在两者连线上一点的相位差

$$\begin{aligned} \phi_1 - \phi_2 &= \phi_{10} - \frac{2\pi}{\lambda}x - [\phi_{20} - \frac{2\pi}{\lambda}(l-x)] = \phi_{10} - \phi_{20} - \frac{4\pi}{\lambda}x + \frac{2\pi}{\lambda}l \\ &= \phi_{10} - \phi_{20} - \frac{2\pi}{\nu}vx + \frac{2\pi}{\lambda}vl = \frac{\pi}{2} - \pi vx + \frac{11\pi}{2} \end{aligned} \quad (8 \text{ 分})$$

(若只写出波动方程, 每个波动方程给3分)

由干涉静止的条件可得

$$\frac{\pi}{2} - \pi vx + \frac{11\pi}{2} = (2k+1)\pi \quad (k=0, \pm 1, \pm 2, \dots) \quad (5 \text{ 分})$$

$$\therefore x = 5 - 2k \quad (-3 \leq k \leq 2)$$

$$\text{即 } x = 1, 3, 5, 7, 9, 11 \text{ m} \text{ 为干涉静止点.} \quad (2 \text{ 分})$$

综上分析, 干涉静止点的坐标是 $x = 1, 3, 5, 7, 9, 11 \text{ m}$.

17. (15 分)

解: 由图得 $p_A = 400\text{Pa}$, $p_B = p_C = 100\text{Pa}$, $V_A = V_C = 2\text{m}^3$, $V_B = 6\text{m}^3$.

(1) $C \rightarrow A$ 为等体过程, 据方程 $p_A/T_A = p_C/T_C$ 得

$$T_C = T_A p_C / p_A = 75 \text{ K} \quad (3 \text{ 分})$$

$B \rightarrow C$ 为等压过程, 据方程 $V_B/T_B = V_C/T_C$ 得

$$T_B = T_C V_B / V_C = 225 \text{ K} \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 根据理想气体状态方程求出气体的物质的量(即摩尔数) ν 为

$$\nu = p_A V_A / RT_A = 0.321 \text{ mol}$$

由 $\gamma = 1.4$ 知该气体为双原子分子气体, $C_{V,m} = \frac{5}{2}R$, $C_{p,m} = \frac{7}{2}R$

$$B \rightarrow C \text{ 等压过程吸热} \quad Q_2 = \frac{7}{2}\nu R(T_C - T_B) = -1400 \text{ J} \quad (3 \text{ 分})$$

$$C \rightarrow A \text{ 等体过程吸热} \quad Q_3 = \frac{5}{2}\nu R(T_A - T_C) = 1500 \text{ J} \quad (3 \text{ 分})$$

循环过程 $\Delta E = 0$, 整个循环过程净吸热

$$Q = W = \frac{1}{2}(p_A - p_C)(V_B - V_C) = 600 \text{ J}$$

$$\therefore A \rightarrow B \text{ 过程净吸热: } Q_1 = Q - Q_2 - Q_3 = 500 \text{ J} \quad (3 \text{ 分})$$

18. (12 分)

$$\text{解: (1) 因为} \quad 1 = \int_0^\infty f(v) dv = \int_0^{v_0} K v^3 dv = K v_0^4 / 4$$

$$\text{可得} \quad K = 4/v_0^4 \quad (4 \text{ 分})$$

$$(2) \quad \bar{v} = \int_0^\infty v f(v) dv = \int_0^{v_0} v K v^3 dv = K v_0^5 / 5 = 4v_0 / 5 \quad (4 \text{ 分})$$

$$(3) \quad \text{因为} \quad \frac{1}{16} = \int_0^{v_1} f(v) dv = \int_0^{v_1} K v^3 dv = K \frac{(v_1)^4}{4} = \frac{4}{v_0^4} \frac{(v_1)^4}{4} = (\frac{v_1}{v_0})^4$$

$$\text{解得} \quad v_1 = v_0 / 2 \quad (4 \text{ 分})$$

四、证明题 (10 分)

19. 证明: 对于不同温度的同种理想气体, 有 $\overline{\epsilon_{kA}} = \frac{1}{2}mv^2$ (2 分)

分子平均平动动能之比为 $\overline{\epsilon_{kA}} : \overline{\epsilon_{kB}} : \overline{\epsilon_{kC}} = 1 : 4 : 16$ (3 分)

根据理想气体压强公式 $p = \frac{1}{3}nm\overline{v^2} = \frac{2}{3}n\overline{\epsilon_{kA}}$ (3 分)

可得 $p_A : p_B : p_C = 1 : 8 : 64$ (2 分)