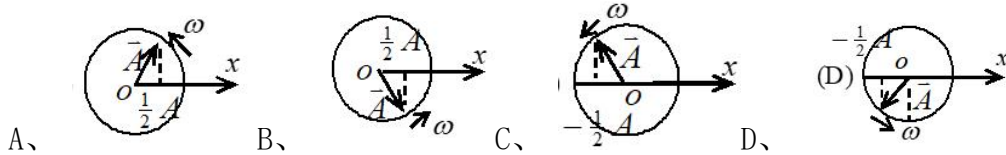


机械振动 2025 秋

一、单选题（共 5 题，15 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 $A/2$ ，且向 x 轴的正方向运动，代表此简谐振动的旋转矢量图为 []

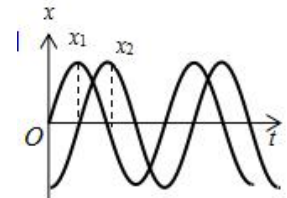


2、一物体作简谐运动，振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \frac{1}{4} \pi)$ 。在 $t = T/4$ (T 为周期) 时刻，物体的加速度为

- A、 $-\frac{1}{2} \sqrt{2} A \omega^2$; B、 $\frac{1}{2} \sqrt{2} A \omega^2$; C、 $-\frac{1}{2} \sqrt{3} A \omega^2$; D、 $\frac{1}{2} \sqrt{3} A \omega^2$ 。

3、两个同周期简谐运动曲线如图所示。 x_1 的相位比 x_2 的相位

- A、 落后 $\pi/2$ B、 超前 $\pi/2$ C、 落后 π D、 超前 π



4、一弹簧振子作简谐振动，当其动能为振动总能量的 $24/25$ 时，振子偏离平衡位置的位移的大小为振幅的 []

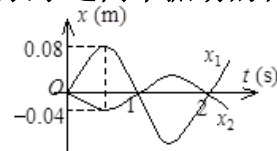
- A、 $1/2$; B、 $1/3$; C、 $1/4$; D、 $1/5$

5、质点作简谐振动，振幅为 A_0 ，当它离开平衡位置的位移分别为 $x_1=A/4$ ，和 $x_2=A/2$ 时，动能分别为 E_{k1} 和 E_{k2} ，则 E_{k2}/E_{k1} 之比值为：

- A、 $2/3$; B、 $4/5$; C、 $8/27$; D、 $27/32$

二、填空题（共 3 题，6 分）

1、图中所示为两个简谐振动的振动曲线。若以余弦函数表示这两个振动的合成结果，则合振动的方程为 $x = x_1 + x_2 =$ _____ (SI)



2、一弹簧振子作简谐运动的周期为 0.2π s，某一时刻振子位移为 0.2 m，振动速度为 $2\sqrt{3}$ m/s，则其振幅为_____。

3、一物体同时参与同一直线上的两个简谐振动，其分振动的表达式分别为：

$$x_1 = 0.05 \cos(4\pi t + \frac{1}{3} \pi) \quad (\text{SI}), \quad x_2 = 0.03 \cos(4\pi t - \frac{2}{3} \pi) \quad (\text{SI})$$

则合成振动的振幅为_____。

三、简答题（共 1 题，6 分）

1、简谐运动何时动能取得最大值？何时势能取得最大值？总的机械能是否守恒？

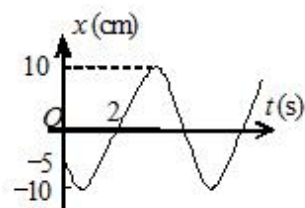
四、计算题（共 3 题，30 分）

一质量为 0.20 kg 的质点作简谐振动，其振动方程为： $x = 0.6 \cos(5t + \frac{1}{2} \pi)$ (SI)

1、求：(1) 质点的初速度； (2) 质点在正向最大位移一半处所受的力。

2、

已知某简谐振动的振动曲线如图所示，位移的单位为厘米，时间单位为秒。求此简谐振动的振动方程。



3、

质量 $m = 10 \text{ g}$ 的小球与轻弹簧组成的振动系统，按 $x = 0.5 \cos(8\pi t + \frac{1}{3} \pi)$ 的规律作自由振

动，式中 t 以 s 为单位， x 以 cm 为单位，求：

- (1) 振动的角频率、周期、振幅和初相；
- (2) 振动的速度、加速度的表达式；
- (3) 振动的能量 E ；
- (4) 平均动能和平均势能。

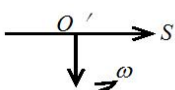
机械波 2025 秋

一、单选题（共 7 题，21 分）

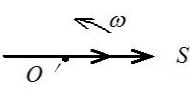
1、在下面几种说法中，正确的说法是：

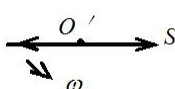
- A、波源不动时，波源的振动周期与波动的周期在数值上是不同的
- B、波源振动的速度与波速相同
- C、在波传播方向上的任一质点振动相位总是比波源的相位滞后（按差值不大于 π 计）
- D、在波传播方向上的任一质点的振动相位总是比波源的相位超前（按差值不大于 π 计）

2、一平面简谐波沿 x 轴正方向传播， $t=0$ 时刻的波形图如图所示，则 P 处质点的振动在 $t=0$ 时刻的旋转矢量图是：

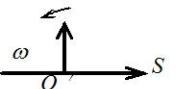
- 

A、

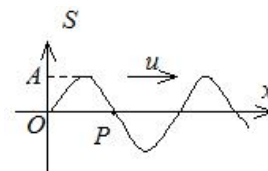


B、
- 

C、



D、



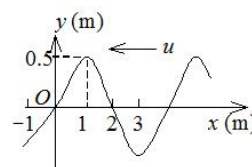
3、一沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t = 2$ s 时的波形曲线如图所示，则原点 O 的振动方程为：

- A、 $y = 0.50 \cos(\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI).

C、 $y = 0.50 \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI).

B、 $y = 0.50 \cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI).

D、 $y = 0.50 \cos(\frac{1}{4}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI).



4、如图所示， S_1 和 S_2 为两相干波源，它们的振动方向均垂直于图面，发出波长为 λ 的简谐波， P 点是两列波相遇区域中的一点，已知 $\overline{S_1P} = 2\lambda$ ， $\overline{S_2P} = 2.2\lambda$ ，

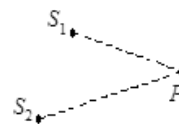
两列波在 P 点发生相消干涉。若 S_1 的振动方程为 $y_1 = A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ ，则 S_2 的振动方程为：

- A、 $y_2 = A \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$

C、 $y_2 = A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$

B、 $y_2 = A \cos(2\pi t - \pi)$

D、 $y_2 = 2A \cos(2\pi t - 0.1\pi)$



5、关于波的衍射现象，下列说法正确的是：

- A、某些波在一定条件下才有衍射现象
- B、某些波在任何情况下都有衍射现象

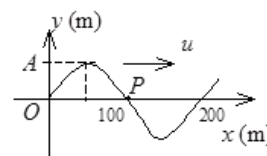
C、一切波在一定条件下才有衍射现象 D、一切波在任何情况下都有衍射现象

6、一平面简谐波在弹性媒质中传播,在媒质质元从平衡位置运动到最大位移处的过程中:

- A、 它的动能转换成势能 ; B、 它的势能转换成动能
- C、 它从相邻的一段质元获得能量其能量逐渐增大
- D、 它把自己的能量传给相邻的一段质元,其能量逐渐减小

7、图示一简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图,波速 $u=200\text{ m/s}$, 振幅 $A=10\text{ cm}$, 则 P 处质点的振动速度表达式为:

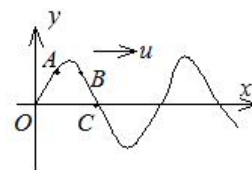
- A、 $v = -0.2\pi \cos(2\pi t - \pi)$ (SI) B、 $v = -0.2\pi \cos(\pi t - \pi)$ (SI)
- C、 $v = 0.2\pi \cos(2\pi t - \pi/2)$ (SI) D、 $v = 0.2\pi \cos(\pi t - 3\pi/2)$ (SI)



二、判断题 (共 4 题, 8 分)

1、在波传播方向上的任一质点的振动相位总是比波源的相位超前。(按差值不大于 π 计)

2、一个余弦横波以速度 u 沿 x 轴正向传播, t 时刻波形曲线如图所示。图中 B 质点在该时刻的运动方向向下。



3、波在一定条件下才有衍射现象。

4、媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化,且二者的相位相同。

三、简答题 (共 2 题, 6 分)

1、机械波在传播过程中,各质元在什么位置动能最大?在什么位置势能最大?各质元总机械能是否守恒?

2、波的干涉条件是什么?

四、计算题（共 5 题，46 分）

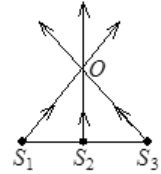
一横波沿绳子传播，其波的表达式为 $y = 0.05 \cos(100\pi t - 2\pi x)$ (SI)

- (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
 1、 (3) 求 $x_1 = 0.2$ m 处和 $x_2 = 0.7$ m 处二质点振动的相位差

2、如图所示,三个频率相同,振动方向相同(垂直纸面)的简谐波,在传播过程中在 O 点相遇;若三个简谐波各自单独在 S_1 、 S_2 和 S_3 的振动方程分别

为 $y_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$, $y_2 = A \cos \omega t$ 和 $y_3 = 2A \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$;

且 $\overline{S_2O} = 4\lambda$, $\overline{S_1O} = \overline{S_3O} = 5\lambda$ (λ 为波长),设传播过程中各波振幅不变,



求:O 点的合振动方程并作矢量图。

3、

一列平面简谐波在媒质中以波速 $u = 5$ m/s 沿 x 轴正向传播,原点 O 处质元的振动曲线如图所示。

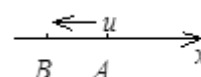
- (1) 求波动方程
 (2) 求解并画出 $x = 25$ m 处质元的振动曲线。
 (3) 求解并画出 $t = 3$ s 时的波形曲线。



4、如图,一平面波在介质中以波速 $u = 20 \text{ m/s}$ 沿 x 轴负方向传播,已知 A 点的振动方程为 $y = 3 \times 10^{-2} \cos 4\pi t$ (SI),

(1) 以 A 点为坐标原点写出波的表达式;

(2) 以距 A 点 5 m 处的 B 点为坐标原点, 写出波的表达式。



5、

如图所示, 两相干波源分别在 P、Q 两点, P 点比 Q 点的相位超前 $\frac{\pi}{2}$, 它们发出的波频率为

ν , 波长为 λ , 振幅为 A。设 $PQ = 3\lambda/4$, R 为 PQ 连线上的一点.求:

(1) 自 P、Q 发出的两列波在 R 处的相位差;

(2) 两波在 R 处干涉时的合振幅.



光的干涉 2025

一、单选题 (共 9 题, 27 分)

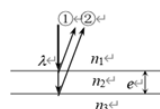
1、获得相干光的方法有：(1) 任意两束频率相同的光；(2) 分振幅法；(3) 分波阵面法；(4) 两束相同频率的激光光源。

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

2、用单色光进行双缝实验, 若将双缝之间的距离减小一点, 干涉条纹的间距将
A、 不变; B、 增大; C、 减小; D、 不能确定。

3、如图所示, 折射率为 n_2 、厚度为 e 的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为 n_1 和 n_3 , 已知 $n_1 < n_2 > n_3$, 若用波长为 λ 的单色平行光垂直入射到该薄膜上, 则从薄膜上、下两表面反射的光束(用①②示意)的光程差是:

- A、 $2n_2e$ B、 $2n_2e - \lambda / (2n_2)$
C、 $2n_2e - \lambda$ D、 $2n_2e - \lambda / 2$



4、若用白光光源做杨氏双缝实验, 下列观察结果中, 哪一个是最有可能发生的?

- A、 观察屏幕上被均匀照亮
B、 中央为黑色暗条纹, 在其两侧有逐渐变白的两条纹
C、 中央为白色条纹, 两侧有彩色条纹
D、 中央为黑色暗条纹, 两侧有彩色条纹
E、 中央为白色亮条纹, 两侧有白色亮条纹

5、在双缝干涉实验中, 入射光的波长为 λ , 用玻璃纸遮住双缝中的一个缝, 若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大 1.5λ , 则屏上原来的明纹处 []

- A、 仍为明条纹 B、 变为暗条纹
C、 既非明纹也非暗纹 D、 无法确定是明纹, 还是暗纹

6、光在真空中和介质中传播时, 正确的描述是:

- A、 波长不变, 介质中的波速减小; B、 介质中的波长变短, 波速不变;
C、 频率不变, 介质中的波速相比小; D、 介质中的频率减小, 波速不变。

7、在照相机镜头的玻璃片上均匀镀有一层折射率 n 小于玻璃的介质薄膜, 以增强某一波长 λ 的透射光能量。假设光线垂直入射, 则介质膜的最小厚度应为:

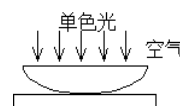
- A、 λ/n ; B、 $\lambda/2n$; C、 $\lambda/3n$; D、 $\lambda/4n$

8、由两块玻璃片($n_1 = 1.75$) 所形成的空气劈形膜, 其一端厚度为零, 另一端厚度为 0.002 cm 。现用波长为 500 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色平行光, 沿入射角为 30° 角的方向射在膜的上表面, 则形成干涉条纹数约为 []

- A、 27; B、 39; C、 56; D、 100

9、如图, 用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上. 当平凸透镜垂直向下缓慢平移而靠近平面玻璃时, 可以观察到这些环状干涉条纹 []

- A、 向右平移; B、 向中心收缩;



C、向外扩张； D、静止不动； E、向左平移

二、判断题（共4题，8分）

1、两块玻璃构成空气劈尖，左边为棱边，用单色平行光垂直入射，若上面的平玻璃慢慢向上平移，则干涉条纹向远离棱边的方向平移，条纹间隔变小。

2、两束频率相同的光相遇就可以产生干涉。

3、肥皂膜产生的干涉是通过波阵面分割法获得两束相干光。

4、牛顿环和劈尖都是等厚干涉。

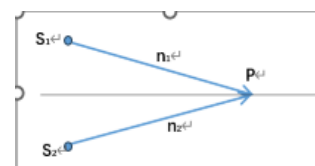
三、简答题（共5题，35分）

1、何为光的半波损失？回答中要包含产生的条件、在哪里产生、如何计入。

2、用一束 $\lambda = 632.8\text{nm}$ 激光垂直照射一双缝，在缝后 2.0m 处的墙上观察到中央明纹中心和第一级明纹中心的间隔为 14cm 。（1）求两缝间的距离。

（2）在中央明纹以上还能看到几条明纹？（3）如果在中央明纹以上还能看到 20 条明纹，则所用光波的波长是多少纳米？

3、如图所示，由相干光源 S_1 和 S_2 发出波长为 λ （真空中波长）的单色光，分别通过两种介质（折射率分别为 n_1 和 n_2 ，且 $n_1 > n_2$ ）射到这两种介质分界面上的一点 P 。已知两光源到 P 的距离均为 r 。问这两条光的几何路程是否相等？光程是否相等？光程差是多少？



4、用有两个波长成分的光束做杨氏干涉实验，其中一种波长为 $\lambda_1=550\text{nm}$ ，已知两缝间距为 0.600mm ，观察屏与缝之间的距离为 1.20m ，屏上 λ_1 的第 6 级明纹中心与未知波长的光的第 5 级明纹中心重合，求：

(1) 屏上 λ_1 的第 3 级明纹中心的位置；

(2) 未知光的波长。

5、波长为 600nm 的单色光垂直入射到置于空气中的平行薄膜上，已知膜的折射率 1.54 ，求(1)反射光最强时膜的最小厚度；(2)透射光最强时膜的最小厚度。

衍射和偏振 2025

一、单选题 (共 8 题, 24 分)

1、下列几种说法正确的是

- A、无线电波能绕过建筑物, 而光波不能绕过建筑物, 是因为无线电波的波长比光波波长短, 所以衍射现象显著
- B、声波的波长比光波的波长长, 所以声波容易发生衍射现象
- C、用单色光做单缝衍射实验, 波长比缝宽相比, 波长越长, 缝宽越小, 衍射条纹就越细窄
- D、用波长为 λ_1 的红光与波长为 λ_2 的紫光的混合光做单缝衍射实验, 在同一级衍射条纹中, 红光的衍射角比紫光的衍射角小。

2、根据惠更斯-菲涅耳原理, 若已知光在某时刻的波阵面为 S, 则 S 的前方某点 P 的光强决定于波阵面上所有面元发出的子波各自传到 P 点的:

- A、振动振幅之和 ; B、相干叠加 ;
- C、振动振幅之和的平方 D、光强之和

3、在单缝夫琅禾费衍射实验中, 波长为 λ 的单色光垂直入射在单缝上, 对应于衍射角为 30° 的方向, 单缝处波阵面可分成 3 个半波带, 则单缝的宽度 b 为

- A、 2λ ; B、 3λ ;
- C、 4λ ; D、 5λ

4、若星光的波长按 550 nm 计算, 孔径为 127 cm 的大型望远镜所能分辨的两颗星的最小角距离 θ (从地上一点看两星的视线间夹角) 是

- A、 3.2×10^{-3} ; B、 1.6×10^{-4} ;
- C、 5.3×10^{-7} ; D、 5.3×10^{-5}

5、测量单色光的波长时, 下列方法中哪一个方法最为准确:

- A、双缝干涉 ; B、牛顿环 ;
- C、单缝衍射 ; D、光栅衍射

6、光强为 I 的自然光依次通过两个偏振片, P_1 和 P_2 的偏振化方向的夹角为 90° , 则透射偏振光的强度是

- A、 $\frac{\sqrt{3}}{4} I$; B、 $\frac{\sqrt{3}}{2} I$;
- C、 $0.125I$; D、 $0.375I$

7、自然光以 60° 的入射角照射到某两介质交界面时, 反射光为完全偏振光, 则知折射光为

- A、完全偏振光且折射角是 30° ; B、部分偏振光且折射角是 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 60°

8、用波长 $400\sim 760\text{ nm}$ 的白光照射光栅, 在它的衍射光谱中, 第 2 级和第 3 级发生重叠, 第 3 级光谱被第 2 重叠部分的光谱范围是

- A、 $400\sim 506.7\text{ nm}$ B、 $600\sim 760\text{ nm}$ C、 $506.7\text{ nm}\sim 600\text{ nm}$ D、 $506.7\sim 760\text{ nm}$

二、填空题 (共 3 题, 6 分)

1、用波长为 546.1 nm 的平行单色光垂直照射在一透射光栅上, 在分光计上测得第一级光谱线的衍射角为 $\theta = 30^\circ$ 。则该光栅每一毫米上有_____条刻痕。

2、波长为 550nm 的单色光垂直入射于光栅常数为 $\times 10^{-4} \text{cm}$ 的平面衍射光栅上, 可能观察到光谱线的最高级次为第_____级.

3、空气中一束平行的自然光, 以 60 度角入射到平玻璃表面上。若反射光束是完全偏振的, 则透射光束的折射角是_____; 玻璃的折射率为_____.

三、判断题 (共 3 题, 6 分)

1、光栅衍射是单缝衍射和缝间干涉的合效应。

2、马吕斯定律的数学表达式为 $I = I_0 \cos^2 a$. 式中 I_0 为入射光的强度。

3、可以利用光的反射和折射产生偏振光, 也可以通过偏振片直接获取偏振光。

四、简答题 (共 5 题, 34 分)

1、请写出瑞利判据的内容和最小分辨角的公式

2、讨论杨氏双缝干涉和单缝衍射的区别? 至少写出三条。

3、一束具有两种波长 λ_1 和 λ_2 的平行光垂直照射到一衍射光栅上, 测得波长的第三级主极大衍射角和 λ_2 的第四级主极大衍射角均为 30° 。已知 $\lambda_1 = 560 \text{nm}$ ($1 \text{nm} = 10^{-9} \text{m}$), 试求: (1) 光栅常数 $a+b$; (2) 波长 λ_2 。

4、波长为 600 nm 的单色光垂直入射到宽度为 $a=0.10$ mm 的单缝上，观察夫琅禾费衍射图样，透镜焦距 $f=1.0$ m，屏在透镜的焦平面处。求：（1）中央衍射明条纹的宽度；（2）第二级暗纹离透镜焦点的距离 x_2 。

5、在单缝夫琅禾费衍射实验中，垂直入射的光有两种波长， $\lambda_1=400$ nm， $\lambda_2=760$ nm。已知单缝宽度 $a=1.0\times 10^{-2}$ cm，透镜焦距 $f=50$ cm。求（1）两种光第一级衍射明纹中心之间的距离；（2）若用光栅常数 $d=1.0\times 10^{-3}$ cm 的光栅替换单缝，其他条件和上一问相同，求两种光第一级主极大之间的距离。

气体动理论 2025 秋

一、单选题 (共 3 题, 9 分)

1、一定量某理想气体按 $pV^2 = \text{恒量}$ 的规律膨胀, 则膨胀后理想气体的温度 ()

A、 将升高; B、 将降低; C、 不变; D、 升高还是降低, 不能确定。

2、刚性双原子分子所具有的平均能量为

A、 $3kT/2$; B、 $5kT/2$; C、 $7kT/2$; D、 $3kT$

3、一个能量为 1.0×10^{12} eV 宇宙射线粒子射入氖管中, 氖管中有氖气 0.1 mol。如果宇宙射线粒子的能量全部被氖气分子所吸收而变为分子热运动能量, 则氖气升高的温度为 ()

A、 1.93×10^{-7} K; B、 1.28×10^{-7} K; C、 7.70×10^{-6} K; D、 5.50×10^{-6} K

二、填空题 (共 3 题, 12 分)

1、在容积为 10^{-2} m^3 容器中, 装有质量 100 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、三个容器内分别贮有 1 mol 氦(He)、1 mol 氢(H_2)和 1 mol 氨(NH_3)(均视为刚性分子的理想气体)。若它们的温度都升高 1 K, 则三种气体的内能的增加值分别为: (普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) (1) 氦: $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$,
(2) 氢: $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$, (3) 氨: $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

3、有一瓶质量为 M 的氧气, 温度为 T , 则氧分子的平均转动动能为____, 平均动能为_____。

三、简答题 (共 2 题, 6 分)

1、对于处在平衡态下温度为 T 的理想气体的物理意义是?

2、请简述能量均分定理。

四、计算题 (共 1 题, 6 分)

1、一容器内储有温度为 127°C 的理想气体, 其压强为 $2.07 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。求该气体的 (1) 分子数密度; (2) 分子平均平动动能。

热力学基础 2025 秋

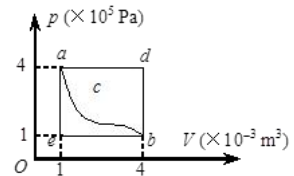
一、单选题（共 10 题，30 分）

1、一定量的理想气体，经历某过程后，温度升高了。则根据热力学定律可以断定：
 (1) 该理想气体系统在此过程中吸了热；(2) 在此过程中外界对该理想气体系统作了正功；(3) 该理想气体系统的内能增加了；(4) 在此过程中理想气体系统既从外界吸了热，又对外作了正功。以上正确的断言是

A、 (1)、(3)。 B、 (2)、(3)。 C、 (3)。 D、 (3)、(4)。

2、一定量的理想气体经历 acb 过程时吸热 400 J。则经历 $acbda$ 过程时，系统与外界交换的净热量为

A、 -1200 J； B、 800 J；
 C、 -400 J； D、 -800 J。



3、有两个相同的容器，容积固定不变，一个盛有氨气 (NH_3)，另一个盛有氢气（看成刚性分子的理想气体），它们的压强和温度都相等，现将 5J 的热量传给氢气，使氢气温度的升高，如果使氨气也升高同样的温度，则应向氨气传递热量是

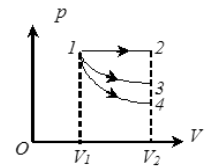
A、 6 J。 B、 5 J。 C、 3 J。 D、 2 J。

4、理想气体向真空作绝热膨胀

A、 膨胀后，温度不变，压强减小。 B、 膨胀后，温度降低，压强减小。
 C、 膨胀后，温度升高，压强减小。 D、 膨胀后，温度不变，压强不变。

5、如图所示，一定量理想气体从体积 V_1 膨胀到体积 V_2 分别经历的过程是： $1 \rightarrow 2$ 等压过程， $1 \rightarrow 3$ 等温过程； $1 \rightarrow 4$ 绝热过程，其中吸热量最多的过程

A、 $1 \rightarrow 2$ ； B、 $1 \rightarrow 3$ ；
 C、 $1 \rightarrow 4$ ； D、 既是 $1 \rightarrow 2$ 也是 $1 \rightarrow 3$ ，两过程吸热一样多



6、下列理想气体各过程那些过程可能发生

A、 等容加热时，内能减少，同时压强升高；
 B、 等温压缩时，压强升高，同时吸热；
 C、 等压压缩时，内能增加，同时吸热；
 D、 绝热压缩时，压强升高，同时内能增加。

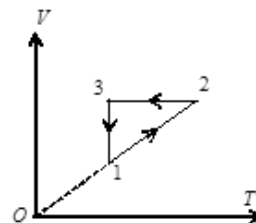
7、一定量的某种理想气体起始温度为 T ，体积为 V ，其经历的循环过程包括三个准静态过程：(1) 绝热膨胀到体积为 $2V$ ，(2) 等体变化使温度恢复为 T ，(3) 等温压缩到原来体积 V ，则此整个循环过程中

A、 系统将吸收的净热能转化对外所做的净功；

- B、系统将外界对系统所做的净功全部转化为热能释放到外界；
 C、气体内能增加； D、气体内能减少。

8、一定质量的理想气体完成一循环过程,此过程在 V-T 图中用图线 1→2→3→1 描写。该气体在循环过程中吸热、放热的情况是

- A、在 1→2, 3→1 过程吸热;在 2→3 过程放热.
 B、在 2→3 过程吸热;在 1→2, 3→1 过程放热.
 C、在 1→2 过程吸热;在 2→3, 3→1 过程放热.
 D、在 2→3, 3→1 过程吸热;在 1→2 过程放热.

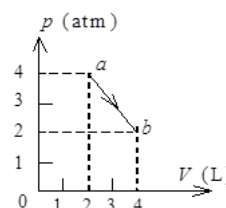


9、设高温热源的热力学温度是低温热源的热力学温度的 2 倍,则理想气体在一次卡诺循环中,传给低温热源的热量是从高温热源吸取热量的

- A、2 倍 ; B、1 倍 ; C、 $\frac{1}{2}$ 倍 ; D、 $\frac{3}{2}$ 倍

10、如图所示,一定量的理想气体,沿着图中直线从状态 a(压强 $p_1 = 4 \text{ atm}$, 体积 $V_1 = 2 \text{ L}$)变到状态 b(压强 $p_2 = 2 \text{ atm}$, 体积 $V_2 = 4 \text{ L}$).则在此过程中:

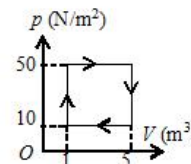
- A、气体对外作正功,向外界放出热量.
 B、气体对外作正功,从外界吸热.
 C、气体对外作负功,向外界放出热量.
 D、气体对外作正功,内能减少.



二、填空题 (共 4 题, 8 分)

1、在常压下,把一定量的理想气体温度升高 50°C , 需要 160J 的热量。在体积不变的情况下,把此气体温度降低 100°C , 将放出 240J 的热量,则此气体分子的自由度是_____。

2、气体经历如图所示的一个循环过程,在这个循环中,外界传给气体的净热量是_____



3、一定量的理想气体,从状态 A 出发,分别经历等压、等温、绝热三种过程由体积 V_1 膨胀到体积 V_2 。在上述三种过程中:气体的内能增加的是_____过程;气体的内能减少的是_____过程

4、一卡诺热机(可逆的),低温热源的温度为 27°C ,热机效率为 40% ,其高温热源温度为_____ K.

三、简答题（共 3 题，9 分）

- 1、简述热力学第一定律及其数学表达式。
- 2、改变系统内能的途径有哪些？它们本质上的区别是什么？
- 3、简述热力学第二定律的两种表述。

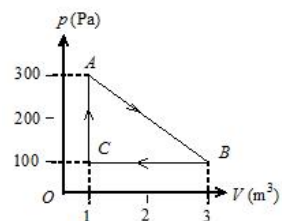
四、计算题（共 5 题，50 分）

1、一定量的刚性双原子分子理想气体,开始时处于压强为 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 体积为 $V_0 = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, 温度为 $T_0 = 300 \text{ K}$ 的初态, 后经等压膨胀过程温度上升到 $T_1 = 450 \text{ K}$, 再经绝热过程温度降回到 $T_2 = 300 \text{ K}$, 求气体在整个过程中对外做的功.

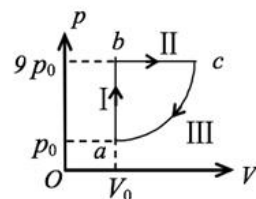
2、汽缸内有 1.0 mol 氦气, 初始温度为 27°C , 体积为 20 L (升), 先将氦气等压膨胀, 直至体积加倍, 然后绝热膨胀, 直至回复初温为止. 把氦气视为理想气体, 试求: (1) 在 $p-V$ 图上大致画出气体的状态变化过程; (2) 在这过程中氦气吸热多少? (3) 氦气的内能变化多少? (4) 氦气所作的总功是多少?

3、一定量的某种理想气体进行如图所示的循环过程。已知气体在状态 A 的温度为 $T_A=300\text{ K}$ ，求

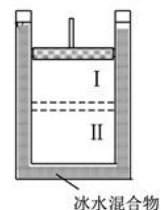
- (1) 气体在状态 B 、 C 的温度；
- (2) 各过程中气体对外所作的功；
- (3) 经过整个循环过程，气体从外界吸收的总热量(各过程吸热的代数和)。



4、2mol 氦气, 经历如图所示的可逆循环, 连接 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.



5、如图所示, 金属圆筒中盛有 1 mol 刚性双原子分子的理想气体, 用可动活塞封住, 圆筒浸在冰水混合物中. 迅速推动活塞, 使气体从标准状态(活塞位置 I)压缩到体积为原来一半的状态(活塞位置 II), 然后维持活塞不动, 待气体温度下降至 0°C , 再让活塞缓慢上升到位置 I, 完成一次循环. 1. 试在 p - V 图上画出相应的理想循环曲线; 2. 若作 100 次循环放出的总热量全部用来熔解冰, 则有多少冰被熔化?(已知冰的熔解热 $\lambda = 3.35 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$, 普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)



狭义相对论-2025 秋

一、单选题（共 7 题，27 分）

1、有下列几种说法：(1) 所有惯性系对物理基本规律都是等价的。(2) 在真空中，光的速度与光的频率、光源的运动状态无关。(3) 在任何惯性系中，光在真空中沿任何方向的传播速率都相同。其中哪些说法是正确的[]

A、 只有(1)、(2)是正确的； B、 只有(1)、(3)是正确的；

C、 只有(2)、(3)是正确的； D、 三种说法都是正确的。

2、在某地发生两事件，与该处相对静止的甲测得事件间隔为 4s，若相对甲作匀速直线运动的乙测得事件间隔为 5s，则乙相对于甲的运动速度是

A、 $4c/5$ ； B、 $c/5$ ； C、 $2c/5$ ； D、 $3c/5$

3、粒子的动能等于它本身的静止能量，这时该粒子的速度为

A、 $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ ； B、 $\frac{4}{5}c$ ； C、 $\frac{3}{4}c$ ； D、 $\frac{1}{2}c$

4、在狭义相对论中，下列说法中哪些是正确的[]

(1) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速

(2) 质量、长度、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而改变的。

(3) 在一惯性系中发生于同一时刻，不同地点的两个事件在其他一切惯性系中也是同时发生的。

(4) 惯性系中的观察者观察一个与他作匀速相对运动的时钟时，会看到这时钟比与他相对静止的相同的时钟走得慢些。

A、 (1), (3), (4)； B、 (1), (2), (4)； C、 (1), (2), (3)； D、 (2), (3), (4)

5、已知电子的静止能量为 0.51 MeV，若电子的动能为 0.25 MeV，则它所增加的质量 Δm 与静止质量 m_e 的比值近似为[]

A、 0.9； B、 0.5； C、 0.2； D、 0.1

6、边长为 a 的正方形薄板静止于惯性系 S 的 Oxy 平面内，且两边分别与 x, y 轴平行。今有惯性系 S' 以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速度相对于 S 系沿 x 轴作匀速直线运动，则从 S' 系测得薄板的面积为[]

A、 $0.6a^2$ ； B、 $0.8a^2$ ； C、 a^2 ； D、 $a^2/0.6$

7、在参照系 S 中，有两个静止质量都是 m_0 的粒子 A 和 B，分别都以速度 v 沿同一直线相向运动，相碰后合在一起成为一个粒子（相碰过程能量守恒），则合成后粒子静止质量 M_0 的值为

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

二、填空题（共 3 题，8 分）

1、若从一惯性系中测得宇宙飞船的长度为其固有长度的 0.8 倍，则宇宙飞船相对于该惯性系的运动速率是_____（用真空中的光速 c 表示）；若在飞船上进行一物理实验，飞船上的钟记录其持续时间为 1 小时，则在该惯性系中的观测者测得该实验持续的时间为_____小时。

2、设电子静止质量为 m_e ，将一个电子从静止加速到速率为 $0.6c$ (c 为真空中光速)，需作功_____。

3、 π^+ 介子是不稳定的粒子，在它自己的参照系中测得平均寿命是 2.6×10^{-8} s，如果它相对于实验室以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速率运动，那么实验室坐标系中测得的 π^+ 介子的寿命是_____s。

三、简答题（共 1 题，5 分）

1、简述一下狭义相对论的两条基本原理。

四、计算题（共 2 题，20 分）

1、在 S 系中观察到的两事件发生在空间同一地点，第二事件发生在第一事件以后 2 s。在另一相对 S 系运动的 S' 系中观察到第二事件是在第一事件 3 s 之后发生的，求在 S' 系中测量两事件之间的位置距离。

2、某一宇宙射线中的介子的动能 $E_k = 2m_0c^2$ ，其中 m_0 是介子的静止质量，该介子的固有寿命为 τ_0 。试求（1）在实验室下观察到它的寿命是多少？
（2）在实验室下该介子在衰变前能运动多长距离？

量子物理基础-2025 秋

一、单选题 (共 6 题, 18 分)

1、用频率为 ν 的单色光照射某种金属时, 逸出光电子的最大动能为 E_K ; 若改用频率为 2ν 的单色光照射此种金属时, 则逸出光电子的最大动能为: []

- A、 $2E_K$ B、 $2h\nu - E_K$ C、 $h\nu - E_K$ D、 $h\nu + E_K$

2、设用频率为 ν_1 和 ν_2 的两种单色光, 先后照射同一种金属均能产生光电效应。已知金属的红限频率为 ν_0 , 测得两次照射时的遏止电压 $|U_{a2}| = 2|U_{a1}|$, 则这两种单色光的频率有如下关系: []

- A、 $\nu_2 = \nu_1 - \nu_0$ B、 $\nu_2 = \nu_1 + \nu_0$

- C、 $\nu_2 = 2\nu_1 - \nu_0$ D、 $\nu_2 = \nu_1 - 2\nu_0$

3、在康普顿散射中, 如果设反冲电子的速度为光速的 60%, 则因散射使电子获得的能量是其静止能量的 []

- A、 2 倍。 B、 1.5 倍。 C、 0.5 倍。 D、 0.25 倍。

4、若 α 粒子(电荷为 $2e$)在磁感应强度为 B 均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动, 则 α 粒子的德布罗意波长是 []

- A、 $h/(2eRB)$ 。 B、 $h/(eRB)$ 。 C、 $1/(2eRBh)$ 。 D、 $1/(eRBh)$ 。

5、设氢分子(看作刚性双原子分子)的动能等于氢分子处于温度 T 时的热平衡态时的平均动能, 设氢分子的质量为 m , 此氢分子的德布罗意波长为 []

- A、 $\frac{h}{\sqrt{2mkT}}$ B、 $\frac{h}{\sqrt{3mkT}}$ C、 $\frac{h}{\sqrt{5mkT}}$ D、 $\frac{h}{\sqrt{6mkT}}$

6、关于不确定关系 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ ($\hbar = h/(2\pi)$), 有以下几种理解:

(1) 粒子的动量不可能确定。 (2) 粒子的坐标不可能确定。

(3) 粒子的动量和坐标不可能同时准确地确定。

(4) 不确定关系不仅适用于电子和光子, 也适用于其它粒子。

其中正确的是: []

- A、 (1), (2)。 B、 (2), (4)。 C、 (3), (4)。 D、 (1), (4)。

二、判断题 (共 2 题, 4 分)

1、实物粒子与光子一样, 既具有波动性, 亦具有粒子性

2、不确定关系式只适用于电子, 不适应于其他粒子。

三、简答题（共 2 题，6 分）

1、光电效应和康普顿效应都包含有光子和电子的相互作用过程。请简述一下这两种效应的不同点？

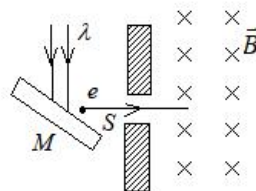
2、光的本性是什么？哪些实验可以证明其粒子性？哪些现象可以证明其波动性？

四、计算题（共 2 题，16 分）

1、

波长为 λ 的单色光照射某金属 M 表面发生光电效应，发射的光电子（电荷绝对值为 e ，质量为 m ）经狭缝 S 后垂直进入磁感应强度为 \bar{B} 的均匀磁场（如图示），今已测出电子在该磁场中作圆周运动的最大半径为 R 。求：

- (1) 金属材料的逸出功 W ；
- (2) 遏止电势差 U_0 。



2、用波长 $\lambda_0 = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$ 的光子做康普顿实验。求：(1) 散射角 $\phi = 90^\circ$ 的康普顿散射波长是多少？ (2) 反冲电子获得的动能有多大？