

华中农业大学本科课程考试试卷

考试课程与试卷类型：大学物理学 A (A 卷)

姓名：

学年学期：2020-2021-1

学号：

考试时间：2020-11-21

班级：

题 号	一	二	三	四	五	六	七	总 分
得 分								
评卷人								

本题
得分

一、判断题(判断下列命题正误,正确的画“√”,错误的画“×”。每小题 2 分,共 10 分。)

1. 选择不同的参考系描述同一运动时,可以得出不同的运动学方程。 【√】
2. 刚体定轴转动的转动惯量 J 是矢量,不但有大小,还有方向。 【×】
3. 平面简谐波中处于平衡位置的质元的动能和势能同时达到最大。 【√】
4. 两种理想气体的温度相等,则它们的内能必然相等。 【×】
5. 任何热力学过程,熵永不减少。 【×】

本题
得分

二、单项选择题(从下列各题的四个备选答案中选出一个最佳答案,并将答案代号写在试卷相应的位置。每小题 3 分,共计 30 分。)

1. 一个质点在做匀速率圆周运动时 【B】。

A. 切向加速度改变,法向加速度也改变. B. 切向加速度不变,法向加速度改变.

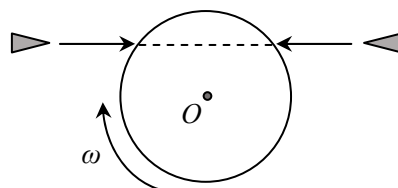
C. 切向加速度不变,法向加速度也不变. D. 切向加速度改变,法向加速度不变.
2. 某质点作直线运动的运动学方程为 $x = 3t - 5t^3 + 6(\text{SI})$, 该质点做 【B】。

A. 匀速直线运动. B. 变加速直线运动.

C. 匀加速直线运动. D. 无法判断.
3. 一圆盘绕过盘心且与盘面垂直的轴 O 以角速度 ω 按图示方向转动,若射来两颗完全相同的子弹,方向相反并在同一条直线上,子弹射入圆盘并留在其中,则子弹射入后的瞬间,盘的角速度 ω 【C】。

A. 增大 B. 不变

C. 减小 D. 无法确定



4. 长为 l 质量为 m 的均匀细棒,绕一端点在水平面内作匀速率转动,已知棒中心点的线速率为 v ,则细棒的转动动能为 【B】。

A. $\frac{1}{2}mv^2$

B. $\frac{2}{3}mv^2$

C. $\frac{1}{6}mv^2$

D. $\frac{1}{24}mv^2$

5. 两个质点各自作简谐振动，它们的振幅相同、周期相同。第一个质点的振动方程为 $x_1 = A\cos(\omega t + \alpha)$ 。当第一个质点从相对于其平衡位置的正位移处回到平衡位置时，第二个质点正在最大正位移处。则第二个质点的振动方程为【 A 】。

A. $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha - \frac{1}{2}\pi)$

B. $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha + \frac{1}{2}\pi)$

C. $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha - \frac{3}{2}\pi)$

D. $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha + \pi)$

6. 两相干波源 S1 和 S2 相距 $\lambda/4$ ，S1 的相位比 S2 的相位超前 $\pi/2$ ，在 S1 和 S2 的连线上有一点 P 如下图，则在 P 点两波引起的振动的相位差是多少，P 点的振幅如何变化？

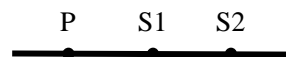
【 C 】

A. 0，P 点振增大

B. $\pi/2$ ，P 点振幅减小

C. π ，P 点振幅减小

D. π ，P 点振幅增大



7. 驻波的波长为 λ ，则相邻两个波节之间相距【 A 】。

A. $\lambda/2$

B. λ

C. $\lambda/4$

D. 2λ

8. 三个容器 A、B、C 装有同种理想气体，其分子数密度 n 相同，而方均根速率之比为 $(\overline{v_A^2})^{1/2} : (\overline{v_B^2})^{1/2} : (\overline{v_C^2})^{1/2} = 1:2:3$ ，则其压强之比 $p_A:p_B:p_C$ 为【 D 】。

A. 1:2:3

B. 3:2:1

C. 9:4:1

D. 1:4:9

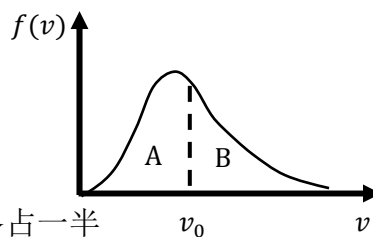
9. 麦克斯韦速率分布曲线如图所示，图中 A、B 两部分面积相等，则图中的 v_0 表示【 D 】。

A. 最概然速率

B. 平均速率

C. 方均根速率

D. 速率大于 v_0 和小于 v_0 的分子各占一半



10. 下列说法正确的是【 C 】。

A. 孤立系统内工质的状态不能发生变化。

B. 系统在相同的初、终态之间的可逆过程中做功相同。

C. 经过一个不可逆过程后，工质可以恢复到原来的状态。

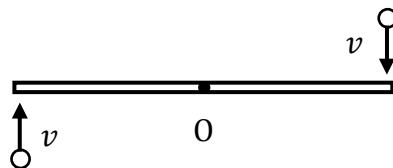
D. 质量相同的物体 A 和 B，A 的温度较高，所以 A 具有更多的热量。

本题 得分	
----------	--

三、 计算题 (答案写在试卷相应位置, 每题 16 分, 共 48 分)

1. 有一长为 $2l$ 、质量为 m 的匀质细杆, 可绕其中点的固定轴 O 在水平桌面上自由转动. 初期杆静止, 桌面上有两个质量均为 m 的小球, 各自在垂直于杆的方向上, 正对着杆的一端, 以相同的速率 v 相向运动, 如图所示. 当两小球同时与杆两端发生完全非弹性碰撞后与杆粘在一起转动, 求:

- 碰撞之前杆的转动惯量以及碰撞之后杆和两个小球一起的转动惯量。
- 这一系统碰撞后的角速度。
- 这一系统碰撞后的转动动能。



解: 1) $J_{\text{杆}} = \frac{1}{12}m(2l)^2 = \frac{1}{3}ml^2$

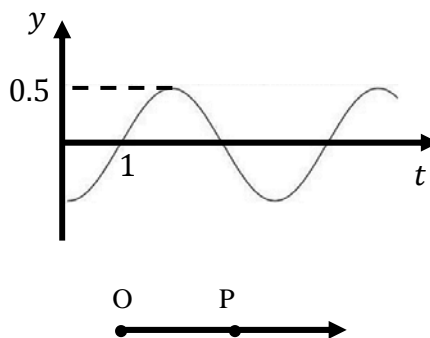
$$J_{\text{总}} = \frac{1}{3}ml^2 + ml^2 + ml^2 = \frac{7}{3}ml^2 \quad (5 \text{ 分})$$

2) 系统角动量守恒: $mv l + mv l = \frac{7}{3}ml^2 \omega$, $\omega = \frac{6v}{7l}$ (6分)

3) 系统的转动动能: $\frac{1}{2}J_{\text{总}}\omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{3}ml^2 \cdot \left(\frac{6v}{7l}\right)^2 = \frac{6}{7}mv^2$ (5分)

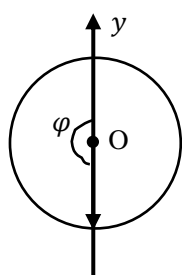
2. 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 波长为 $\lambda = 2\text{m}$, P 点处质点的振动规律如图:

- 求出 P 点处质点的振动方程.
- 如果 P 点是波源, 写出此波的波动方程.
- 如果距离 P 点为 $x = \lambda/2$ 的 O 点为波源, 写出此波的波动方程.



解: 1) 由图: $A = 0.5\text{m}$, $T = 4\text{s}$, $\omega = \frac{\pi}{2}$

又 $\lambda = 2\text{m}$, 所以 $u = 0.5\text{m/s}$,



由旋转矢量图: $\varphi = \pi$,

因此 P 点处质点的振动方程为: $y = 0.5\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \pi\right)$. (5分)

2) 简谐波沿 x 轴正向传播, 因此波动方程为:

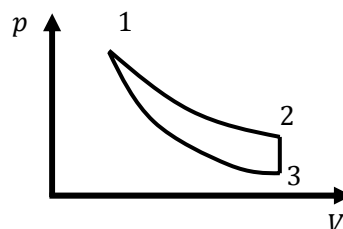
$$y = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \varphi\right] = 0.5 \cos\left[\frac{\pi}{2}(t - 2x) + \pi\right] \quad (5 \text{ 分})$$

3) O 点为波源, x 轴上一点与 P 点之间的距离为 $x - \lambda/2$,

则波动方程为: $y = A = 0.5 \cos\left[\frac{\pi}{2}[t - 2(x - 1)] + \pi\right]$. (6分)

3. 理想双原子分子气体开始处于 $T_1 = 300\text{K}$, $p_1 = 3 \times 10^5\text{Pa}$, $V_1 = 4\text{m}^3$ 状态, 先等温膨胀至 16m^3 , 接着经过一等体过程达到某一压强, 再经过绝热压缩回到初态 (如图). 设全部过程都是准静态可逆过程

- 1) 求 3 处的压强.
- 2) 求各分过程的吸热和放热量.
- 3) 求此循环构成的热机效率.



解: 1) 1-3 是绝热过程, 根据过程方程有: $p_3 V_3^\gamma = p_1 V_1^\gamma$, $\gamma = 1.4$ (2 分)

可得: $p_3 = \frac{p_1 V_1^\gamma}{V_3^\gamma} = 0.43 \times 10^5\text{Pa}$, $T_3 = 172.3\text{K}$ (2 分)

	p	V	T
1	$3 \times 10^5\text{Pa}$	4m^3	300K
2	$\frac{3}{4} \times 10^5\text{Pa}$	16m^3	300K
3	$0.43 \times 10^5\text{Pa}$	16m^3	172.3K

2) $pV = \frac{m}{M}RT$, 因此 $\frac{m}{M}R = \frac{pV}{T}$ (2 分)

1-2 是等温过程: $Q_{12} = \frac{m}{M}RT \ln \frac{V_2}{V_1} = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = 1.66 \times 10^6\text{J}$ (3 分)

2-3 是等体过程: $Q_{23} = \frac{m}{M}C_{v,m}(T_3 - T_2) = \frac{i}{2} \frac{m}{M}R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \frac{p_1 V_1}{T_1}(T_3 - T_2) = -1.28 \times 10^6\text{J}$ (3 分)

3-1 是绝热过程: $Q_{21} = 0$. (1 分)

3) 热机效率: $\eta = 1 - \left| \frac{Q_2}{Q_1} \right| = 1 - \frac{1.28 \times 10^6}{1.66 \times 10^6} = 22.89\%$ (3 分)

本题	
得分	

四、应用题 (答案写在试卷相应位置, 本题 12 分)

两绝热容器 A, B 中各有理想气体 $\nu \text{ mol}$, A, B 中气体的初状态分别为 V_1, p_1, T 和 V_2, p_2, T 。此后将两容器连通使其达到平衡, 气体混合后温度不变, 仍然为 T 。求下列情况下系统的熵变

- 1) A, B 中为同种气体.
- 2) A, B 中为不同种气体.

3) 熵变有何区别, 说明了什么? (从微观角度去考虑)

解: 理想气体求熵公式:

$$\Delta S = \nu \left[C_{V,m} \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) + R \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \right]$$

1) 若 A 和 B 中为同种气体, 连通前状态为 V_1, p_1, T 和 V_2, p_2, T

连通后, A 和 B 中的气体温度不变仍为 T , 压强相同为 p ,

A 和 B 中的气体各占总体积的一半 $(V_1 + V_2)/2$

$$\begin{aligned} \Delta S &= \Delta S_A + \Delta S_B = \nu R \ln \frac{V_1 + V_2}{2V_1} + \nu R \ln \frac{V_1 + V_2}{2V_2} \\ &= \nu R \ln \frac{(V_1 + V_2)^2}{4V_1V_2} \end{aligned} \quad (4 \text{ 分})$$

2) 若 A 和 B 中为不同种气体, 连通前状态为 V_1, p_1, T 和 V_2, p_2, T

连通后, A 和 B 中的气体温度不变仍为 T , 压强相同为 $p/2$,

体积均扩展为 $V_1 + V_2$

$$\begin{aligned} \Delta S &= \Delta S_A + \Delta S_B = \nu R \ln \frac{V_1 + V_2}{V_1} + \nu R \ln \frac{V_1 + V_2}{V_2} \\ &= \nu R \ln \frac{(V_1 + V_2)^2}{V_1V_2} \end{aligned} \quad (4 \text{ 分})$$

3) 不同气体的熵变更大, 证明任何逻辑上不可逆的信息操纵过程, 一定伴随着外部环境或者是信息存储载体以外的自由度的熵增 (能分辨本身就是熵增的, 类似言之有理都给分)。

(4 分)