

北京林业大学 2019—2020 学年第 二 学期考试试卷

课程名称: 物理学 D (A) 课程所在学院: 理学院
考试班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____ 成绩: _____

试卷说明:

1. 本次考试为开卷考试。本试卷共计 三 页, 共三大部分, 请勿漏答;
2. 考试时间为 90 分钟, 请掌握好答题时间;
3. 答题之前, 请将答题纸上的考试班级、学号、姓名填写清楚;
4. 本试卷所有答案写在答题纸上;
5. 答题完毕, 请将答题纸拍照上传到课堂派;
6. 考试中心提示: 请你遵守考场纪律, 诚信考试、公平竞争!

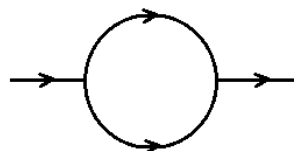
普适气体常量 $R=8.31\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 玻尔兹曼常量 $k=1.38\times 10^{-23}\text{J/K}$

标准大气压 $p_0=1.013\times 10^5\text{Pa}$ 水的表面张力系数 $\alpha=7.3\times 10^{-2}\text{N/m}$

水的折射率 $n=1.3$

一、填空: (60 分)

1. 相干波源满足的三个条件是频率相同: 振动方向一致; 两个波源之间有恒定的相位差。
2. 两个平衡位置相同的质点做同方向、同频率的简谐振动, 振幅分别为 1m 和 2m , 相位差为 $\pi/3$ 。则两个质点在一个周期内相遇 2 次, 相遇时的位移是 $\pm 1\text{m}$ 。
3. 在平衡态下, 摩尔质量为 u 的双原子分子理想气体速率分布函数为 $f(v)$, 则其方均根速率为 $\sqrt{\int_0^\infty v^2 f(v) dv}$, 分子平均转动动能为 $\frac{u}{3N_A} \int_0^\infty v^2 f(v) dv$ 。
4. 液体对固体润湿的程度可以用 接触角 的大小表示。
5. 一列平面波向 x 轴负方向传播。如其波速是 -2m/s , 且 $x=5\text{m}$ 处质点的振动方程是 $y=2\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$, 则波函数为 $y=2\cos[\pi(t + \frac{x}{2}) - \pi]$ 。
6. 某单色光垂直入射到每厘米有 2500 条刻线的光栅上, 如果第三级主极大的衍射角为 34° , 则入射光波长为 746.7nm ; 如果除了中央明纹所有偶次级主极大都无法观察到, 则光栅的狭缝宽为 2000nm 。($\sin 34^\circ=0.560$ $\cos 34^\circ=0.829$)
7. 如图, 一根直导线在某一位置分成了两个半圆形的支路, 则圆心的磁感应强度为 0。

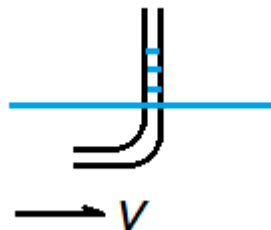


8. 一束部分偏振光从空气斜射到某介质上,当折射角为 30° 时反射光为线偏振光,则反射光的振动方向__垂直__于入射面,介质的折射率为__ $\sqrt{3}$ __。

9. 在下列过程中:

- ① 理想气体绝热自由膨胀
- ② 水蒸气凝结为水
- ③ 理想气体经历一个循环过程
- ④ 理想气体等温压缩
- ⑤ 氢气和氦气在等温下混合

系统的熵增加的是__1、5__,减少的是__2、3__,保持不变的__4__。

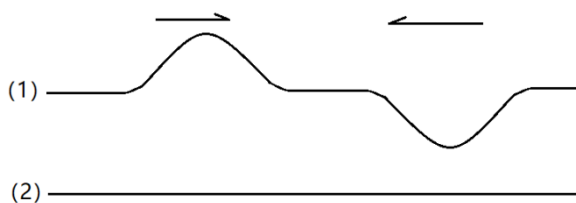


10. 如图所示的 L 形管可用于测量流体流速,如竖管内的液面比周围高 h ,则流速为__ $\sqrt{2gh}$ __。

11. 动能相同的质子和 α 粒子(氦核)在匀强磁场中做匀速率圆周运动,则回转半径之比为__1:1__。

12. 在杨氏双缝干涉中,如将整个装置置于水中,其它参数不变,则条纹间距将变__小__。

13. 用两个偏振片使一束光强为 I_0 的线偏振光振动方向旋转 60° ,则出射光的光强取值范围是__ $\left[0, \frac{9}{16}I_0\right]$ __。



二、简答:(20 分)

1. 定常流动和匀速直线运动有什么区别?

答: 定常流动是指流体中任何一点的速度不随时间变化,而不同点的速度可能不同。
匀速直线运动是指舞台运动到不同点的速度一定相同。

2. 如图(1),在一根软绳上有一对宽度相同,相向传播的正负脉冲波,在图(2)所示时刻,两个脉冲正好完全交叠,叠加后软绳呈一条直线。定性分析图(2)中波的能量

分布。

答：两列波完全交叠时，只有动能。动能大小从左往右先减小到 0 后增大，且对称。

3. 一个电势为 0 的闭合等势面内部没有任何电荷，定性证明以下结论：等势面包围的空间电势处处为 0。

答：假设电势不全为 0。那必存在一点电势最高或最低，此时所有带南昌县都由该点引出或指向该点，与没有电荷相矛盾。

4. 由于洛伦兹力总是与带电粒子运动方向垂直，因此不做功。但在动生电动势中，做功的非静电力又来源于洛伦兹力，这是否是矛盾的？

答：不矛盾。当导体棒以速度 v 向右移动时，电子也向右移动。产生向下的洛伦兹力作为非静电力做功。

三、计算：（20 分）

1. 一个半径为 R_1 的固体球内部有一个半径为 R_2 的球形空腔，且球心到空腔中心距离为 l ，如固体球的电荷密度为 ρ ，证明空腔内的电场为匀强电场，并求电场强度。

将看作是一个带电量 $q_1 = \frac{4}{3}\pi R_1^3 \rho$ 的大球和一个带电量 $q_2 = -\frac{4}{3}\pi R_2^3 \rho$ 的小球。空腔内任一点的场强就是这两个点点球在该点产生的场强的矢量和。

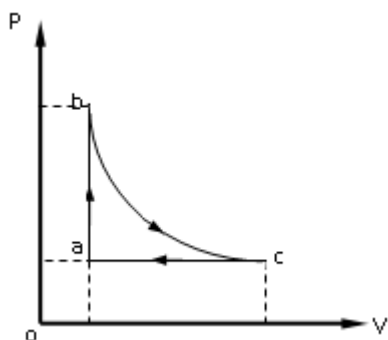
$$\vec{E}_1 \cdot 4\pi R_1^2 \frac{R_1}{R_1} = \frac{1}{\epsilon_0} q_1 = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{4}{3}\pi R_1^3 \rho, \text{ 解得, } \vec{E}_1 = \frac{\rho R_1}{3\epsilon_0}$$

$$\vec{E}_2 \cdot 4\pi R_2^2 \frac{R_2}{R_2} = \frac{1}{\epsilon_0} q_2 = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \left(-\frac{4}{3}\pi R_2^3 \rho\right), \text{ 解得, } \vec{E}_2 = -\frac{\rho R_2}{3\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{\rho}{3\epsilon_0} (R_1 - R_2) = \frac{\rho}{3\epsilon_0} l,$$

$$\therefore E = \frac{\rho l}{3\epsilon_0}, \text{ 方向: 固体球心指向空壳球心的方向。}$$

2. 如图为单原子分子理想气体经历的循环过程，a-b 是等体过程，b-c 是等温过程，c-a 是等压过程，已知 $V_c = 2V_a$ 。求：循环效率 η 。



$$\text{b-c: } Q_{bc} = \frac{M}{\mu} RT \ln \frac{V_c}{V_a} = \frac{M}{\mu} RT_a \ln 2, \text{ 吸热}$$

$$\text{c-a: } Q_{ca} = \frac{M}{\mu} C_{P,m} R(T_a - T_c) = -\frac{5}{4} \frac{M}{\mu} RT_a, \text{ 放热}$$

$$\text{a-b: } Q_{ab} = \frac{M}{\mu} C_{V,m} R(T_b - T_a) = \frac{3}{2} \frac{M}{\mu} RT_a, \text{ 吸热}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{ca}|}{Q_{bc} + Q_{ab}} = 13.38\%$$