

华中农业大学本科课程考试参考答案

考试课程与试卷类型：大学物理学 A (A 卷)

姓名：

学年学期：2019-2020-1

学号：

考试时间：2020-01-03 9:00-11:00

班级：

一、判断题 (判断下列表述, 正确的在答题纸上相应位置把 T 涂黑, 错误的在答题纸上相应位置把 F 涂黑, 每小题 2 分, 共 10 分.)

T F T F F

二、单项选择题 (从下列各题四个备选答案中选出一个正确答案, 并将其代号在答题卡上相应的位置涂黑, 每小题 3 分, 共 30 分.)

CBADD BCACB

三、应用题 (将解答过程填写在答题纸上相应位置, 本题 12 分.)

解: (1) 电热装置是将电功变为焦耳热, 产生的热能等于消耗的电能。空调制热即热泵消耗电能是对工质做功, 经历一次循环, 工质把这部分功连同从低温热源(即室外)吸收的热量, 一起释放到高温热源(即室内)上, 因此热泵产生的热能除了消耗的电能外还包括从室外吸的热, 因此消耗相同的电能, 空调制热在室内产生的热能更多。 (3 分)

(2) 电热装置产生的热能为: $Q_{\text{电热}} = 1000 \text{ J}$. (1 分)

热泵的效能为: $\varepsilon_h = \frac{Q_1}{A} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2}$. (2 分)

可逆的卡诺循环有: $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$. (2 分)

∴ 此热泵的效能为: $\varepsilon_h = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$. (2 分)

此热泵产生的热能为: $Q_{\text{热泵}} = \varepsilon_h A = \frac{AT_1}{T_1 - T_2} \approx 18866 \text{ J}$. (2 分)

四、计算题 (将解答过程填写在答题纸上相应位置, 三小题, 每题 12 分, 共 36 分.)

1. 解: (1) 由静电平衡的导体的性质可知, 导体球所带的电荷均匀分布于表面, 导体内部场强 $E=0$, 电势相等, 无电荷分布, 等效于一个均匀带电球面. (2 分)

因此整个系统的电荷呈球(或中心)对称分布, 故电场也呈球对称分布, 场强方向沿径向且到球心等距离的点场强大小相同。于是取与导体球同心的球面作为高斯面, 根据电介质中的高斯定理有: $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \sum_{S_{\text{内}}} q$ (1 分)

$$r > R_2 \text{ 处, } \sum_{S_{\text{内}}} q = 0, Dg4\pi r^2 = 0 \quad \therefore D = 0, \quad E = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$R_1 < r < R_2 \text{ 处, } \sum_{S_{\text{内}}} q = Q, Dg4\pi r^2 = Q \quad \therefore D = \frac{Q}{4\pi r^2}, E = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon r^2} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 电势差为: } U = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{R_1}^{R_2} E dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q}{4\pi\varepsilon r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\varepsilon} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (3 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 电容为: } C = \frac{Q}{U} = \frac{4\pi\varepsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 电场能量为: } W_e = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (2 \text{ 分})$$

2. 解: (1) 由于气体是向真空膨胀, 无阻力, 因此气体系统做功 $A=0$. (1 分)

容器是绝热的, 故过程中系统吸热: $Q=0$ (1 分)

根据热力学第一定律, 系统的内能变化量为: $\Delta U = Q - A = 0$ (2 分)

由理想气体的内能公式 $U = \nu \frac{i}{2} RT$, 可知系统的温度变化量: $\Delta T = 0$ (2 分)

(2) 此过程为不可逆过程, 不可直接按克劳修斯熵的定义式积分。由于过程的始、末平衡态的温度相同, 因此可假设一个从过程的初态到末态的可逆等温过程来计算熵变:

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \frac{Q}{T} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{等温过程吸热: } Q = A = \int_1^2 p dV = \int_1^2 \frac{\nu RT dV}{V} = \nu RT \int_1^2 \frac{dV}{V} = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1} = \nu RT \ln 2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{系统的熵变为: } \Delta S = \frac{Q}{T} = \nu R \ln 2 \approx 5.76 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (1 \text{ 分})$$

3. 解: (1) 单缝夫朗和费衍射两侧第一级暗纹的衍射角 θ 满足: $a \sin \theta = \pm \lambda$ (1 分)

$$\therefore \text{中央明纹的宽度为: } \Delta x = 2f \tan \theta \approx 2f \sin \theta = \frac{2f\lambda}{a} = 5 \text{ cm.} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{次级明纹衍射角满足: } a \sin \theta = \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2}, \therefore \text{次级明纹间距为: } \Delta x \approx \frac{\lambda f}{a} = 2.5 \text{ cm.} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 半波带数 = $\frac{a \sin \theta}{\lambda/2}$, 第二级暗纹衍射角满足 $a \sin \theta = 2\lambda$, \therefore 对应的半波带数为 4. (3 分)

(3) 一级明纹衍射角满足 $a \sin \theta = 3\lambda/2$, 缝宽变为 $a'=2a$, 则 $a' \sin \theta = 2a \sin \theta = 3\lambda$ (2 分)

\therefore 原来第一级明纹处会出现第三级暗纹. (2 分)

五、简答题 (将解答过程填写在答题纸上相应位置, 两小题, 每题 6 分, 共 12 分.)

1. 答: 由于衍射效应的影响, 根据瑞利判据, 观测可分辨的极限以观测对象的最小分辨

角表示，即 $1.22\lambda/D$ ，波长越小、等效孔径越大，最小分辨角就越小，分辨本领就越高。本例中的观测对象极为遥远，故要求观测装置具有极小的最小分辨角，而天体活动发出的电磁波波长是不能改变的，所以只能通过增大等效口径的方式减小最小分辨角以达到观测目的。

(4 分)

观测对象尺度不变，则离我们越远，其对观测装置所张的角就越小。当远到一定程度，使这一张角小于观测装置的最小分辨角时，就不能分辨了，也就无法观测了。 (2 分)

2. 答：(1) 开尔文表述指出不可能从单一热源吸热并将其全部转化为有用的功而不产生其它影响。克劳修斯表述指出热量不可能从低温物体传到高温物体而不产生其它影响。二者分别指出了实际的功热转换和热传导过程是不可逆的。 (2 分)

(2) 开尔文表述和克劳修斯表述是等价的。 (2 分)

(3) 热力学第二定律的实质是指出了一切与热现象有关的实际宏观过程都是不可逆的。

(2 分)