

南京大学 2003 年攻读硕士学位研究生入学考试试题(三小时)

考试科目名称及代码 普通物理 - 802

适用专业: 物理学专业、天体物理

注意:

1. 所有答案必须写在“南京大学研究生入学考试答题纸”上, 写在试卷和其他纸上无效;

2. 本科目允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

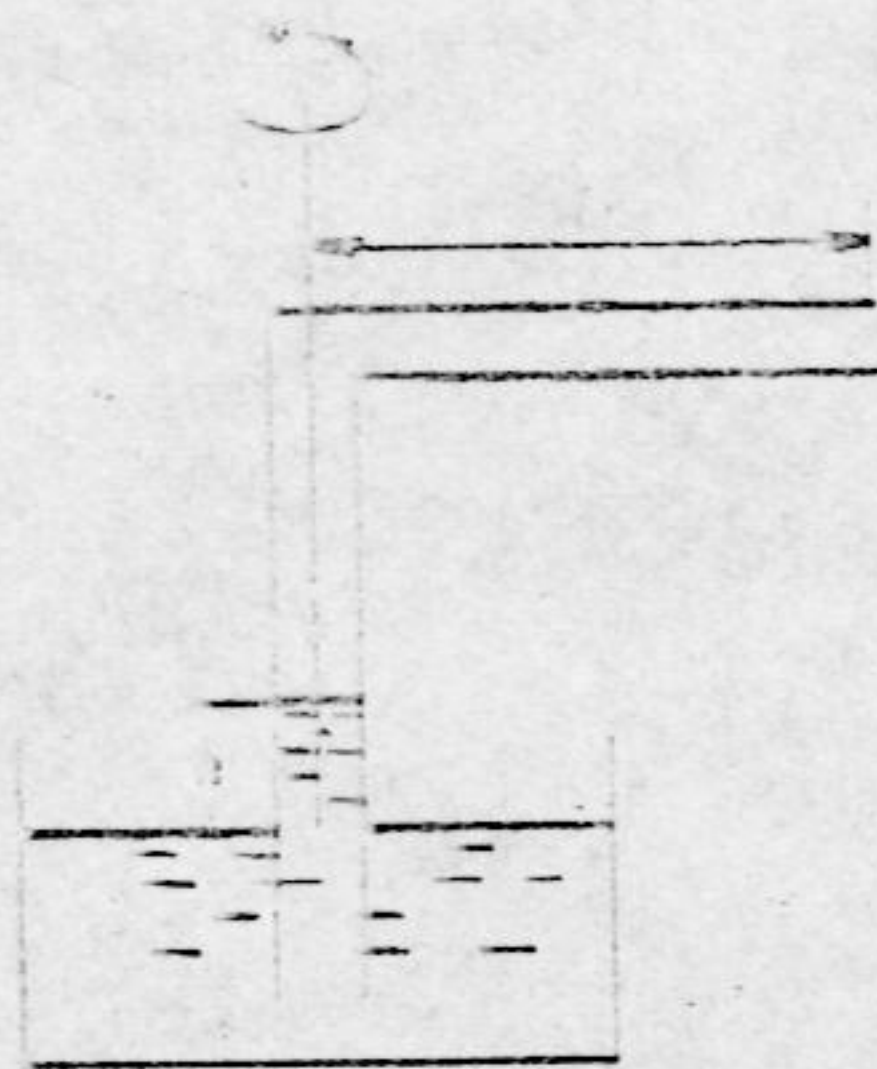
12 题选做 10 题 (其中第 4 题为必做), 每题 15 分。注意: 若所做题目数超过 10 题, 则要将得分最高的题作为废题。

(一) 质量为 M 、长为 l 的均匀直杆, 一端与铰链联接, 手持另一端拉至水平位置后静止释放, 试求直杆下落摆动到竖直位置时的 (1) 直杆的角速度; (2) 铰链的支持力。忽略一切摩擦。

(二) 光滑水平桌面上有一内半径为 R 的无底圆筒, 桌面上有一质量 m 的小球紧贴着圆筒内表面, 在 $t=0$ 时刻以 v_0 初速度作水平运动。已知小球与圆筒内表面间摩擦系数为 μ , 试求在 t 时刻小球的运动速度。

(三) 设地球为一密度 ρ 的均匀球体, (1) 试求出地球内部离开地球中心 r 处的重力加速度 (2) 现在在北京和纽约之间开一条直线光滑隧道, 若有一物块在隧道内滑行。试证明物块的滑行可视为简谐振动, (3) 试求出它的振动周期。

(四) 题图-4 表示在水中竖直插入两端开口的直角形玻璃管的一臂, 并使整个直角形玻璃管绕竖直臂的中心轴作 ω 角速度匀速转动, 发现管中水面上升了 h 高度。 (1) 说明水面为什么会上升; (2) 在水平臂中把离开转动轴 $r \sim r+dr$ 处的一段气体为研究对象, 设该气体的密度为 $\rho(r)$, 摩尔质量为 μ , 试



题图-4

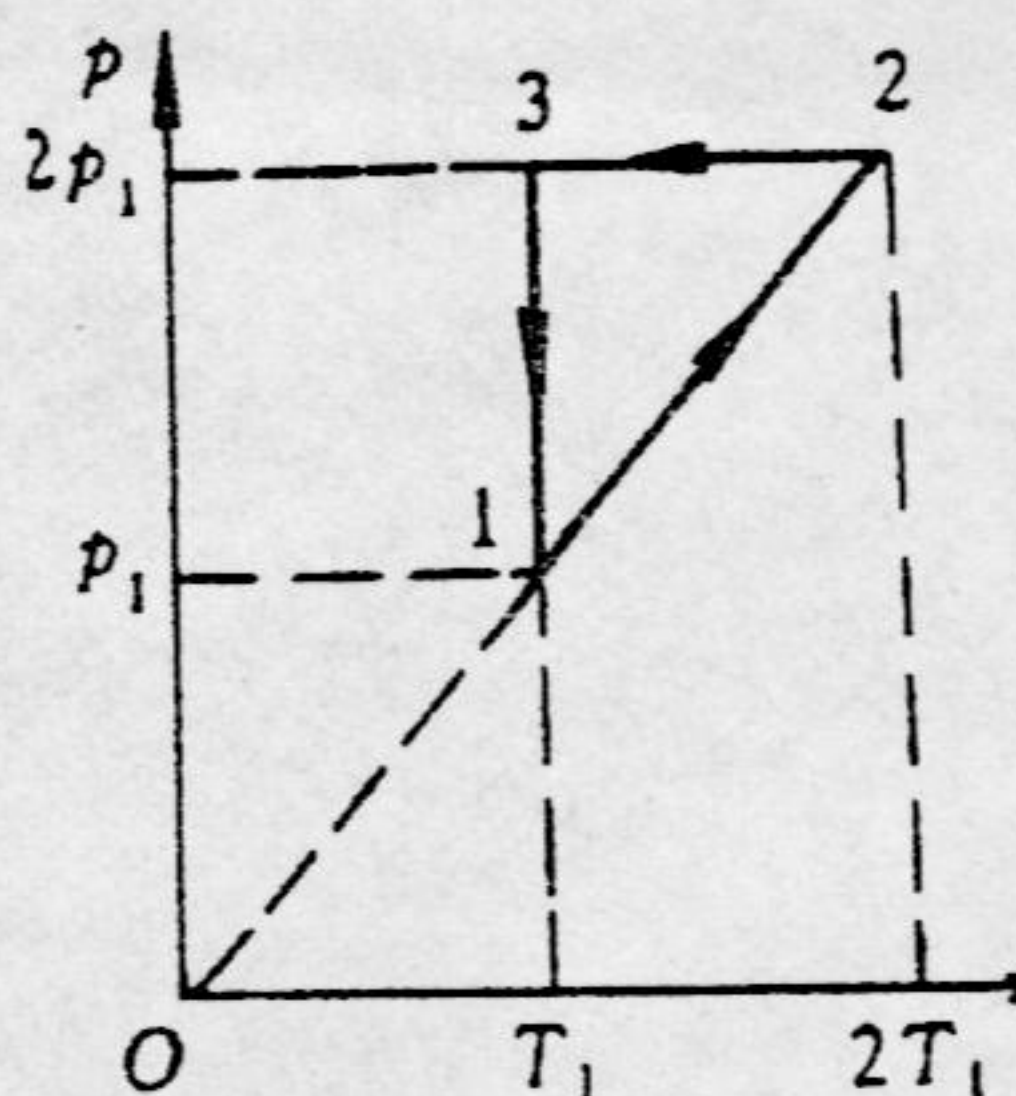
求出这段气体两端的压强差。 (3) 若大气压强为 p_0 , 水平臂管长 l , 水的密度为 ρ , 试求出 h ; (4) 试由此简短解释台风的形成及特点。

(五) 按照金属电子论, 金属中的价电子均是类似于组成理想气体的分子那样的、可以自由运动的自由电子。已知在绝对零度时自由电子的速率分布为

$$f(v)dv = \begin{cases} 0 & v > v_F \\ \frac{3v^2}{v_F^3} dv & v \leq v_F \end{cases}$$

其中 v_F 称为费米速率, 它是由金属本身性质所决定的常数。(1) 试求出自由电子的平均速率和方均根速率。(2) 已知铜的 $v_F = 1.55 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 试求出金属铜的自由电子在绝对零度时的平均速率。(3) 试简短说明在绝对零度时金属中的自由电子是否静止不动? 为什么?。

(六) 已知 ν 摩尔理想气体其摩尔定体热容为 $C_{V,m}$, 在 $p-T$ 图上经历如题图-6 所示的循环, 试问: (1) 它在该循环的各个过程中对外作的功分别是多少? 循环功是多少?

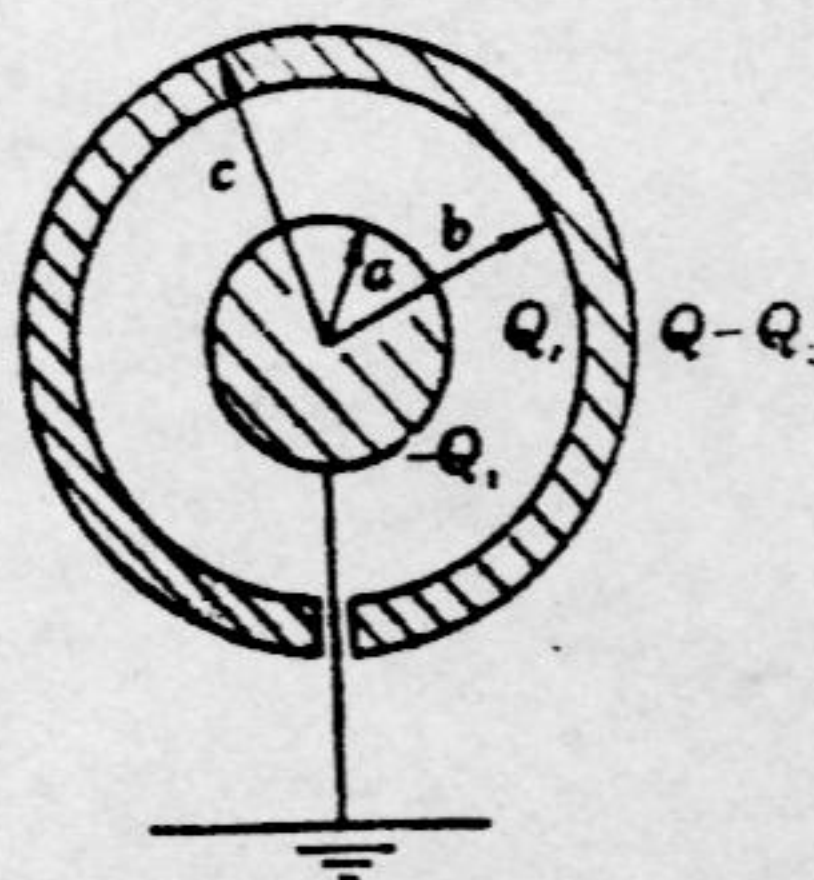


题图-6

(2) 各个过程中吸收或释放的热量是多少? (3) 试求循环效率。

(七) 一内半径为 b , 外半径为 c 的孤立导体球壳内有一接地的同心导体球 (半径为 a), 如题图-7 所示。今使外球壳带上电量 Q , 若可近似认为, 穿过球壳小孔的接地线的存在不会影响球及球壳上的电荷分布, 试求:

(1) 球壳内外表面上的电量; (2) 球壳上的电势。



题图-7

南京大学 2003 年攻读硕士学位研究生入学考试试题(三小时)

考试科目名称及代码 普通物理 - 802

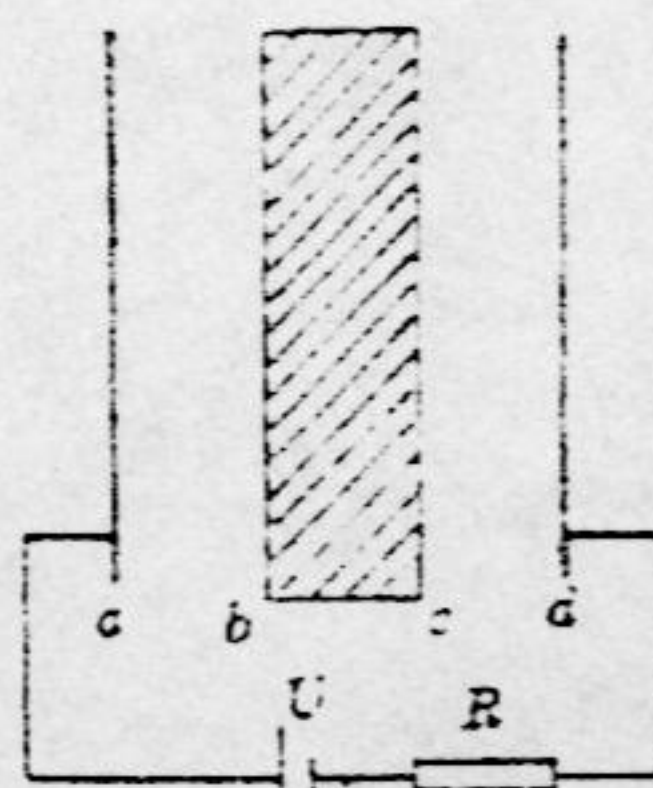
适用专业: 物理学各专业、天体物理

注意:

1. 所有答案必须写在“南京大学研究生入学考试答题纸”上, 写在试卷和其他纸上无效;

2. 本科目允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

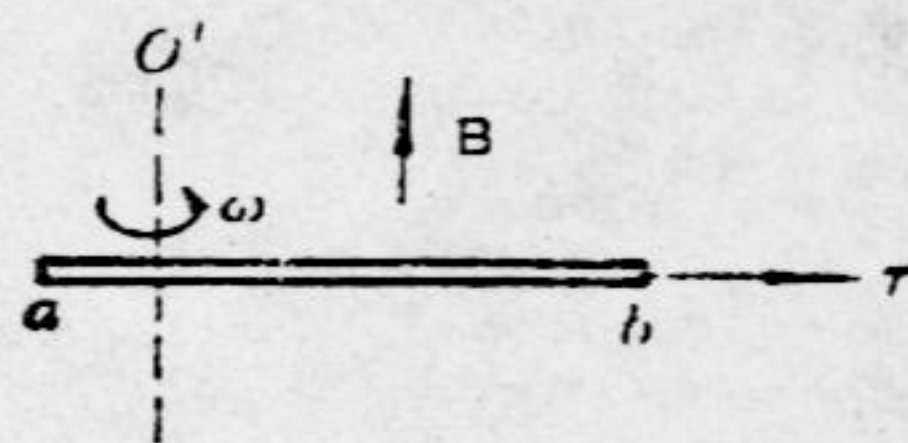
(八) 题图-8 中的 a, d 为一平行板电容器的两个平板. bc 是一块长宽都与 a, d 板相同的厚导体板, 平行地插在 a, d 之间. 导体板的厚度 $bc = ab = cd$. 板 a, d 与内阻可忽略的电动势为 U 的电源及电阻 R 相联接. 已知在没有导体板 bc 时, 极板 a, d 构成的电容器的电容为 C . 现将导体板 bc 抽走, 设抽走过程中所做的功为 A , 试求: (1) 在抽走导体板过程中电容器的电量变化. (2) 在抽走导体板过程中电阻所消耗的电能。



题图-8

(九) 长直导线与正方形线圈共面, 分别载有电流 I_1, I_2 . 正方形边长为 a , 其中心 O 与直导线的垂直距离为 d . 试求正方形线圈各边所受的磁场力和它们的合力。

(十) 如题图, 长为 0.50m 的金属棒水平放置, 以其长度的 $\frac{1}{5}$ 处为轴在水平面内旋转, 每秒转两圈. 已知地磁场在竖直方向上的分量



题图-10

$B = 0.50 \times 10^{-4}$ 脱斯拉. 求 a, b 两端的电势差。

(十一) 在研究光的干涉的菲涅耳双棱镜实验中, 已知棱镜折射率为 n_1 , 截面为等腰三角形的棱镜其棱角 (即等腰三角形的底角) α 很小, 设狭缝光源 S 到棱镜距离为 L_1 , 光源发出光的波

长为 λ 。(1) 试画出光路图。(2) 求两虚光源之间的距离。(3) 求距棱镜 L_2 距离的屏上干涉条纹的间距。(4) 若用折射率为 n_2 的肥皂膜遮住棱镜的一半, 发现系统中心 O 处的零级条纹移动了 a , 求肥皂膜的厚度。(说明: 在棱角 α 很小的情况下, 光线经过棱镜产生的偏向角为 θ , $\theta \approx (n-1)\alpha$)

(十二) 试根据地球不断地吸收太阳发射来的光波但地球的平均温度不变这一特点来估算温度。设太阳表面是黑体, 日地之间距离为 $a = 1.5 \times 10^{11} m$, 太阳常数(地球的外层空间单位时间内在垂直于太阳光线的单位面积上接收到的太阳光线的总能量) $C_{\odot} = 1.35 kW \cdot m^{-2}$, 太阳的半径 $R_{\odot} = 7.0 \times 10^8 m$, 斯忒藩-玻耳兹曼常数 $\sigma = 5.7 \times 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$ 。(1) 试由此估算太阳的表面温度 T_{\odot} 。(2) 若假设地球表面也是一个黑体, 试估算地球表面的平均温度 T_{\oplus} 。