

南京大学 2007 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:

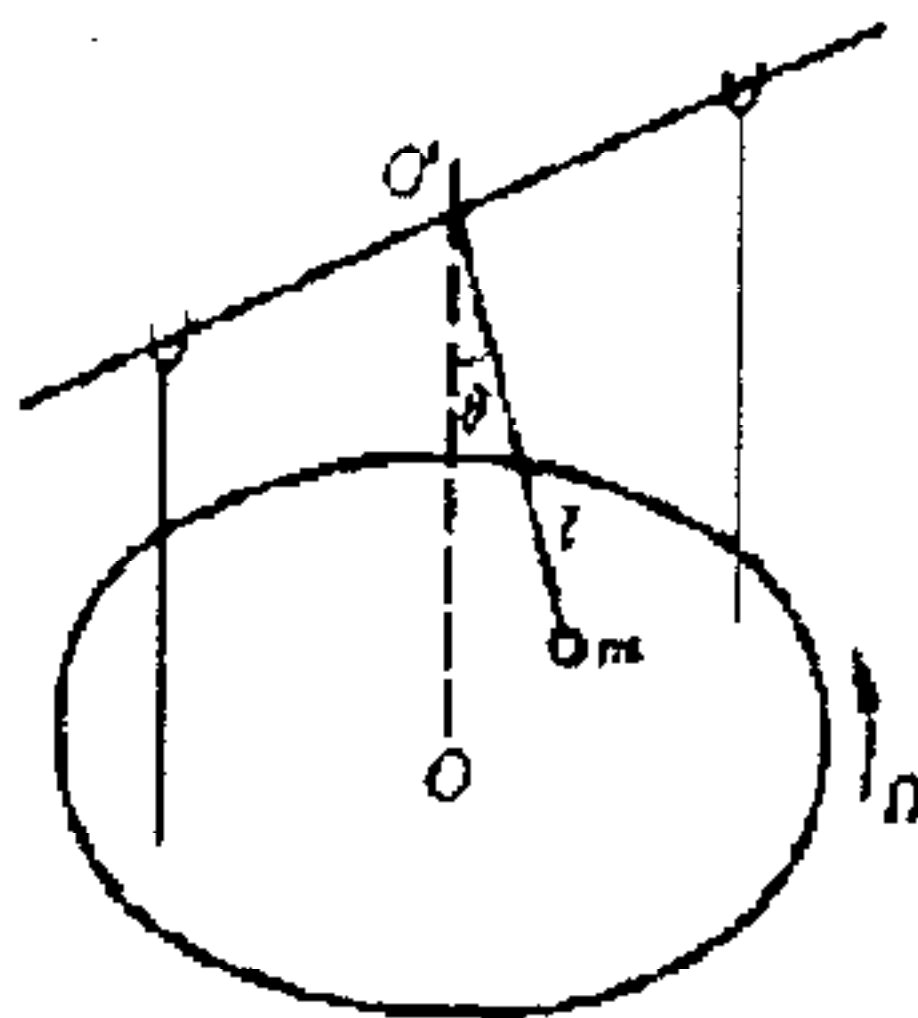
1. 所有答案必须写在研究生入学考试答题纸上, 写在试卷和其他纸上无效;
2. 本科目 ☒ 允许 / ☐ 不允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

共十二题, 选做十题, 每题 15 分。不得多选。

1. 质量为 m 的质点在一个力场的作用下在 $x-y$ 平面上运动, 其位置矢量满足以下方程: $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$, ω 是与轨道参数 a, b 无关的常数。求:

- (1) 质点的运动轨迹;
- (2) 求该力的表达形式, 这个力是否为保守力?
- (3) 质点 m 的运动中, 哪些量是守恒量? 这些守恒量的值各是多少?

2. 一个摆刚性地固定于两个支架支起的横轴上, 因此它只能在垂直于横轴的平面内摆动 (如图)。摆是由一个质量为 m 的摆锤固定于长度为 l 而质量可以忽略的杆的端点组成。支架装在一个以恒定角速度 Ω 转动的平台上。假定振幅很小, 求摆的频率。



3. 有 N 个人站在铁路上静止的平板车上, 每人的质量为 m , 平板车的质量为 M 。他们以相对于平板车的速度 u 跳离平板车的某端, 平板车无摩擦地沿相反方向滑动。

- (1) 如果所有的人同时跳车, 平板车的最终速度是多少?
- (2) 如果他们一个一个地跳离 (在一个时刻只有一个人跳), 平板车的最终速度又是多少?
- (3) 在情况 (1) 和 (2) 中, 哪种情况最终速度较大?

4. 不考虑质量的可移动活塞如容器八中所示。

$m_2 = 16.00$ 克的氧气，温度是 $T_{20} = 400$ K，氢和氧的摩尔质量分别为 $\mu_1 = 2.00$ g/mole 和 $\mu_2 = 32.00$ g/mole。 $R = 8.31$ J/(K·mole)。氢气和氧气之间的活塞有轻微的导热，最终系统的温度到达平衡，所有的过程都是准静态过程。

- 1) 系统最终的温度 T 是多少？
- 2) 系统最终压强 P_f 和初始压强 P_i 之比？
- 3) 从氧气到氢气传递的热量 Q 是多少？

5. 在高度为 1000 m 的摩天大厦底部，室外温度为 $T_{\text{bot}} = 30^\circ\text{C}$ 。本题的目标是估算摩天大厦顶部的温度 T_{top} 。设想一片薄的空气切片（可近似为理想氮气，其绝热系数为 $\gamma = 7/5$ ）慢慢上升到高度为 z 气压较低的地方，并假设这空气切片绝热膨胀，使得它的温度降低到周围空气的温度。

- 1) 问随着压强的相对变化 dp/p ，温度的相对变化 dT/T 是多少？
- 2) 请用高度变化 dz 来表达压强差 dp 。
- 3) 由此可得到楼顶温度是多少？

玻尔兹曼常量： $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J K⁻¹

单个氮分子的质量： $m = 4.65 \times 10^{-26}$ kg

重力加速度： $g = 9.80$ m s⁻²

南京大学 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题(三小时)

6. 把血液看作不可压缩的粘性液体, 并把它的密度 μ 视为和水一样, 它的动态粘滞系数为 $\eta = 4.5 \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 。我们用圆柱形直筒作为血管模型, 其半径为 r , 长度为 L , 并用泊肃叶定律来描述血流量, $\Delta p = R D$, 这一流体动力学公式与电学中的欧姆定律相似, 这里 Δp 是血管入口和出口的压强差, $D = S v$ 是单位时间流经横截面积为 S 的血管的血液的体积, v 是血液流动的速度。血管阻抗 R 由下式给出: $R = \frac{8\eta L}{\pi r^4}$ 。在体循环中 (即血液从左心室流经身体到右心房), 处于平静状态的人, 血流是 $D \approx 100 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ 。假设所有的毛细血管都并联, 并且其半径为 $r = 4 \mu\text{m}$, 长度为 $L = 1 \text{ mm}$, 并在压强差为 $\Delta p = 1 \text{ kPa}$ 的情况下工作, 回答下列问题:

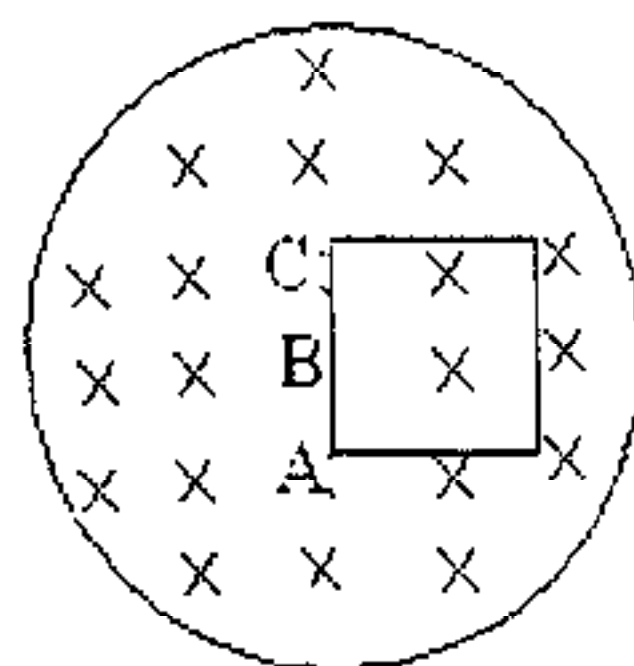
- 1) 人体内共有多少根毛细血管?
- 2) 当血液流经毛细血管时, 它的流速 v 是多少?

7. 一平行板电容器的两极板间有两层均匀电介质, 一层电介质的 $\epsilon_{r1} = 4.0$, 厚度 $d_1 = 2.0 \text{ mm}$, 另一层电介质的 $\epsilon_{r2} = 2.0$, 厚度 $d_2 = 3.0 \text{ mm}$, 极板面积为 $S = 50 \text{ cm}^2$, 极板间电压为 200 V 。计算:

- (1) 每层介质中的电场能量密度;
- (2) 每层介质中的电场总能量;
- (3) 用电容器的能量公式计算其储存的能量。

8. 边长为 20 cm 的正方形导体回路, 放置在圆柱形空间的均匀磁场中, 已知磁感应强度的量值为 0.5 T , 方向垂直于导体回路所围平面 (如图所示), 若磁场以 0.1 T/s 的变化率减小, AC 边沿圆柱体直径, B 点在磁场的中心, 求:

- (1) AC 边的感应电动势有多大? 回路内的感应电动势有多大?
- (2) 如果回路的电阻为 2 欧姆 , A 、 C 两点的电势差为多少? 哪一点的电势高?



9. 一数码相机装有边长为 $L = 35 \text{ mm}$ 的正方形 CCD 芯片, 像素为 $N_p = 5 \text{ Mpix}$ ($1 \text{ Mpix} = 10^6 \text{ pixels}$), 其透镜焦距为 $f = 38 \text{ mm}$ 。出现在透镜上的著名数列(2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22) 叫做 F-数, 记作 $F\#$, 定义为透镜焦距和孔径 (即光圈直径) 之比, 即 $F\# = f/D$ 。

1) 由于相机镜头所限, 求芯片所能达到的最佳空间分辨率 Δx_{\min} 。请用波长 λ 和 F-数 (即 $F\#$) 来表达。当波长 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 时, 求空间分辨率的数值。
2) 若 CCD 芯片要达到此最佳的空间分辨率, 求其 CCD 芯片所必须拥有的像素数 $N \text{ Mpix}$ 。

3) 已知人类肉眼的角度分辨率大约是 $\phi = 2 \text{ arcsec}$ (秒), 普通照片打印机的分辨率为 300 dpi (即每英寸打印 300 点)。求你的眼睛和打印出的纸张之间的最小距离 z , 以确保你看到的不是单个分开的点。

注: 1 inch (英寸) $= 25.4 \text{ mm}$; 1 arcsec (秒) $= 2.91 \times 10^{-4} \text{ rad}$

10. 光线在双折射晶体中的传播。现有一单轴双折射负晶体, 用惠更斯作图法求以下情形 o 光和 e 光的传播情形。

- 1) 光轴垂直于界面, 光线正入射;
- 2) 光轴平行于界面, 光线正入射;
- 3) 光线斜入射, 光轴垂直于入射面 (即纸面)。

11. 用物理摆测量重力加速度。

- 1) 说明实验原理, 列出公式,
- 2) 设计用于记录实验测量数据的表格。
- 3) 说明由你所设计的实验, 如何得到重力加速度的值? (可以作草图)

12. 测量凹透镜的曲率半径。器材: 氦氖激光器, 凹透镜 1 只, 长短焦距凸透镜各一只, 像屏、孔屏各一块, 米尺, 坐标纸。

- 1) 如何测量凹透镜的曲率半径, 作光路图并给出公式,
- 2) 简要说明本实验如何调节光路, 使得各个光学器件共轴。