

南京航空航天大学

2011 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 811

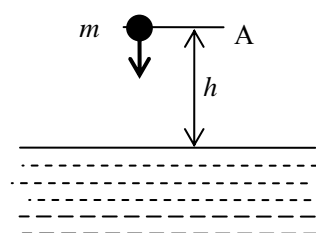
科目名称: 普通物理

满分: 150 分

注意: 认真阅读答题纸上的注意事项; 所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; 本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一 填空题 (共 75 分)

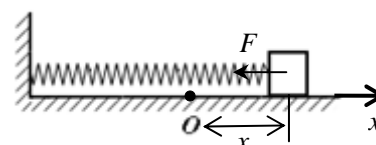
- 1 (本题 5 分) 如图所示, 一质量为 m 的小球, 从高出水面为 h 的 A 点自由落下, 已知小球在水中所受水的浮力为 B , 下落时受到的水的阻力与其运动速度的关系为 $f = -kv$ (k 为常数)。若以小球恰好垂直落入水中时为计时起点, 则小球在水中的运动速度 v 随时间 t 的变化关系是 (1)。



第 1 题图

- 2 (本题 3 分) 航天器绕地球作圆周运动时必须具备的速度叫第一宇宙速度, 其值为 $7.9 \times 10^3 \text{ m/s}$ 。若月球表面的重力加速度为地球重力加速度的 $1/6$, 月球的半径为地球半径的 $3/11$, 则嫦娥二号绕月探测卫星绕月飞行具备的最小速度为 (2)。

- 3 (本题 6 分) 如图所示, 一物体在弹簧的作用下振动, 弹力 $F = -kx$, 而位移 $x = A \cos \omega t$, 其中 k 、 A 、 ω 都是常量, 则在 $t=0$ 到 $t=\pi/(2\omega)$ 的时间内弹力给予物体的冲量为 (3); 弹力对物体所作的功为 (4)。



第 3 题图

- 4 (本题 6 分) 一个保守力 $F = -Ax + Bx^2$ 沿 Ox 轴作用在质点上, 其中 A 、 B 为常量, 式中各量均采用国际单位制。若取质点在 $x=0$ 处势能为零, 则质点在任意位置时所具有的势能为 (5); 质点从 $x=2\text{m}$ 运动到 $x=3\text{m}$ 时势能的变化为 (6)。
- 5 (本题 3 分) 一转台可绕过其中心的竖直固定轴转动, 转动惯量为 J , 开始时, 一质量为 m 的人站在转台的中心 (设人可作为质点看待), 人与转台一起转动的周期为 T , 若人沿转台半径向外走动, 则当人离转台中心距离为 r 时, 转台转动的角速度为 (7)。

6 (本题 3 分) 设在平衡状态下理想气体分子的麦克斯韦速率分布函数为 $f(v)$, 则由此函数表示的分子的平均速率为 (8)。

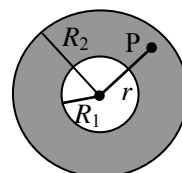
7 (本题 3 分) 已知某理想气体分子的方均根速率为 400m/s , 则当其压强为 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ 时, 该气体的质量密度为 (9);

8 (本题 3 分) 1mol 的双原子分子理想气体, 经过可逆的等压过程, 体积从 V_0 膨胀到 $3V_0$, 则在这一过程中气体的熵变为 (10)。(普适气体常量 $R = 8.31 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

9 (本题 6 分) 球形电容器内、外两极板的半径分别为 R_1 、 R_2 , 各带电量为 $+Q$ 、 $-Q$, 两极板间充满相对电容率(介电常数)为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质, 则两极板间距球心距离为 $r(R_1 < r < R_2)$ 的任一点的电场强度为 (11); 此电容器的总静电能为 (12)。(真空电容率 ϵ_0 为已知)

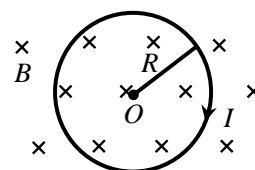
10 (本题 3 分) 一质量为 m 、面积为 S 的均质薄金属盘, 放置在一无限大导体平板上方, 平板水平放置。最初金属盘和平板都不带电, 然后缓慢对它们充电, 若忽略边缘效应, 即假设金属盘和平板电荷面密度相同, 则它们的电荷面密度增加到 (13) 时, 金属盘可离开平板。(设重力加速度 g 、真空电容率 ϵ_0 为已知)

11 (本题 6 分) 如图所示, 一“无限长”空心柱形导体内、外半径分别为 R_1 、 R_2 , 导体内载有电流 I , 设电流 I 均匀分布在导体的横截面上, 任一点 P 到导体中心轴线的距离为 r , 则当 r 在如下范围时, P 点处磁感应强度的大小为 (14) ($r < R_1$); (15) ($R_1 < r < R_2$); (16) ($r > R_2$) (设真空磁导率 μ_0 为已知)



第 11 题图

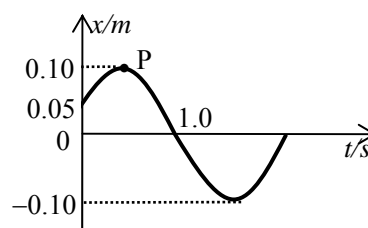
12 (本题 4 分) 如图所示, 垂直于纸面向里的均匀磁场, 磁感应强度为 B , 一圆线圈半径为 R , 载有电流 I , 放在垂直于磁场的平面内, 若不考虑载流圆线圈本身所激发的磁场, 则该线圈所受磁力的大小为 (17);



第 12 题图

线圈导线内的张力为 (18)。

13 (本题 6 分) 一质点作简谐振动, 其振动曲线如图所示, 则以余弦函数表示的该质点的运动方程为 (19); 从振动开始到达 P 点所需的时间为 (20)。

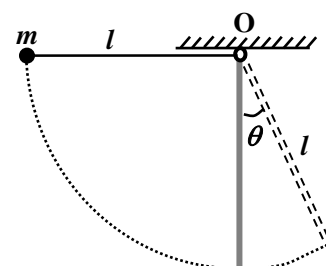


第 13 题图

- 14 (本题 3 分) 在制作珠宝时, 为使人造水晶 (折射率为 1.5) 具有强反射本领, 可在其表面镀一层一氧化硅 (折射率为 2.0) 薄膜, 要使波长为 560nm 的光反射增强, 则所镀一氧化硅薄膜的厚度至少为 (21) nm。
- 15 (本题 3 分) 用波长为 633nm 的单色光垂直照射一狭缝时, 其夫琅禾费衍射图样的第一级极小与狭缝法线的夹角为 5° , 则该狭缝的宽度为 (22) nm。
- 16 (本题 3 分) 利用布儒斯特定律可以测定不透明介质的折射率, 在对某介质测量时, 测得照射该介质表面光的入射角为 58° 时, 反射光为垂直于入射面的线偏振光, 则该介质的折射率为 (23)。
- 17 (本题 6 分) 在某一参照系 K 中观察到同一地点发生了两个事件, 且第二个事件发生在第一个事件之后 2s。而在另一个参照系 K' 中却观察到第二个事件在第一个事件后 3s 发生, 则按照狭义相对论的理论, 这两个参照系的相对运动速度为 (24) m/s; 在参照系 K' 中测量, 这两个事件的空间距离为 (25) m。(设真空中光速 $c=3\times 10^8$ m/s)
- 18 (本题 3 分) 晶体中的电子对 X 射线散射时可出现康普顿效应。若入射 X 射线光子的能量为 0.60MeV, 被散射后波长增加了 20%, 则电子获得的反冲动能为 (26) MeV。

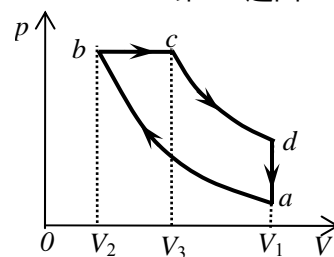
二 计算题 (共 75 分)

- 19 (本题 10 分) 如图所示, 长为 l 的均质细杆, 一端悬于 O 点, 自由下垂, 紧挨 O 点又悬一单摆, 轻质摆线的长度也是 l , 摆球质量为 m 。设单摆从水平位置由静止开始下摆, 与细杆作完全弹性碰撞, 碰撞后单摆正好静止。求: (1) 细杆的质量; (2) 细杆摆动的最大角度 θ 。
(已知细杆绕端点的转动惯量为: $J = \frac{1}{3} ML^2$)



第 19 题图

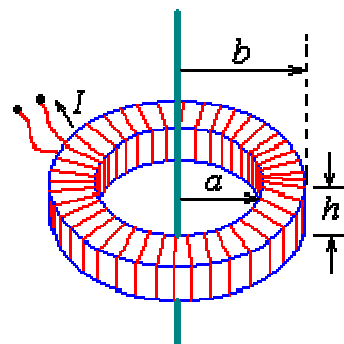
- 20 (本题 8 分) 用 1mol 的某种气体 (可视为理想气体) 作为工作物质, 进行的正循环过程 $abcda$ 如图所示, 其中 ab, cd 为绝热线, 已知 V_1, V_2, V_3 和气体的定压摩尔热容与定体摩尔热容之比 γ , 求此循环的效率 η 。



第 20 题图

- 21 (本题 10 分)一无限长均匀带电圆柱, 电荷体密度为 ρ , 横截面半径为 R 。(1) 用静电场的高斯定理求圆柱内、外电场强度的分布;(2) 取圆柱轴线上的电势为零, 求出圆柱内、外的电势分布。(设真空电容率 ϵ_0 为已知)

- 22 (本题 10 分) 如图所示, 截面为矩形的螺绕环内、外半径分别为 a 、 b , 高度为 h , 所绕线圈的总匝数为 N 。(1) 求此螺绕环的自感系数;(2) 若沿螺绕环的中心轴线放置一无限长直导线, 求直导线与螺绕环的互感系数。(设真空磁导率 μ_0 为已知)

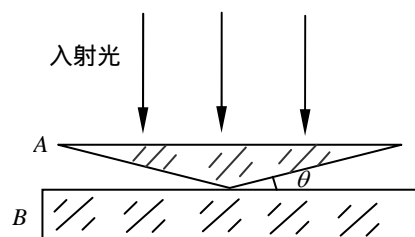


第 22 题图

- 23 (本题 9 分) 一弦线按下述方程振动: $y = 0.5 \cos(\frac{\pi x}{3}) \cos(40\pi t)$ 。

式中各量均采用国际单位制。求:(1) 振幅与波速各为多少的两个分波的叠加才能产生上述振动?(2) 相邻两波节之间的距离为多大?(3) 在 $x=3.0\text{m}$ 处, 当 $t = \frac{9}{8}\text{s}$ 时, 弦上质点的速度为多大?

- 24 (本题 8 分) 如图所示, 在一块光平的玻璃片 B 上, 端正地放置一锥顶角很大的圆锥形平凸透镜 A , 在其间形成一劈尖角 θ 很小的空气薄层, 当波长为 λ 的单色平行光垂直射向平凸透镜时, 从上方可以观察到干涉条纹。(1) 说明干涉条纹的形状如何? 求明、暗条纹到平凸透镜顶点的水平距离?(2) 若平凸透镜缓慢向上平移, 干涉条纹有何变化?(3) 若平凸透镜稍向左侧倾斜, 干涉条纹有何变化?



第 24 题图

- 25 (本题 10 分) 每毫米有 200 条狭缝的光栅, 其透光部分与不透光部分宽度相等。(1) 求光栅常数和透光部分的宽度(2) 若用波长 $\lambda=600\text{nm}$ 的平行光垂直照射该光栅, 求最多能观察到多少条明条纹?(3) 若以白光($400\text{ nm} - 760\text{ nm}$) 照射在该光栅上, 问可观察到多少无重叠的、完整的光谱级次?
- 26 (本题 5 分) 处于基态的氢原子吸收了一个能量为 16eV 的光子后其电子成为自由电子, 求该电子的速度(电子的质量 $m = 9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$)

27 (本题 5 分) 线性谐振子的势能为 $U(x) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$, 在某一状态时的波函数为 :

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{\alpha}{2\sqrt{\pi}}} \exp\left[-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2\right](2\alpha^2 x^2 - 1) \quad \left(\text{式中 } \alpha = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}\right)$$

求该状态对应的能量。(注 : $\exp[\xi] = e^\xi$)