

902-普通物理（专）

一、考试性质

《普通物理》是 2012 年仪器仪表与工程专业学位研究生入学统一考试的科目之一。《普通物理》考试要力求反映仪器仪表工程（专业学位）的特点，科学、公平、准确、规范地测评考生的基本素质和综合能力，选拔具有发展潜力的优秀人才入学，培养具有信息筛选与处理、自动检测、智能仪器、图像处理技术、网络与数字通讯技术等方面基础知识与应用能力，能在工业、能源、环保、医疗仪器设备、国防、航空航天、遥感遥测、通讯信息技术等领域从事传感测量、自动检测、信息处理、图像处理、智能仪器、系统识别与控制的应用研究和技术开发等方面工作的高级专门工程技术应用型人才。

二、考试要求

测试考生对于普通物理的基本概念、基础理论的掌握和运用能力。

三、考试内容

（一）力学

1. 质点运动学
 - 1) 位矢、位移
 - 2) 速度、加速度
 - 3) 直线运动
 - 4) 曲线运动
2. 牛顿定律
 - 1) 常见的几种力
 - 2) 用牛顿定律解题
3. 动量与角动量
 - 1) 冲量与动量定理
 - 2) 动量守恒定律
 - 3) 质点的角动量和角动量定理
 - 4) 角动量守恒定律
4. 功与能
 - 1) 功
 - 2) 动能定理
 - 3) 势能
 - 4) 功能原理、机械能守恒定律

5. 刚体定轴转动
 - 1) 刚体定轴转动的运动学描述
 - 2) 转动定律
 - 3) 转动惯量
 - 4) 刚体的角动量和角动量守恒
 - 5) 转动中的功与能
6. 狭义相对论基础
 - 1) 爱因斯坦的相对性原理和光速不变
 - 2) 同时性的相对性和时间延缓
 - 3) 长度收缩
 - 4) 洛伦兹坐标变换
 - 5) 狭义相对论的质量、动能、能量
 - 6) 动量和能量的关系

(二) 电磁学

1. 静电场
 - 1) 电场与电场强度
 - 2) 库仑定律与静电场的计算
 - 3) 用高斯定理求静电场的分布
 - 4) 导体的静电平衡
 - 5) 电场对电荷的作用力
2. 电势
 - 1) 静电场的保守性
 - 2) 电势和电势差
 - 3) 电势叠加原理
 - 4) 点电荷在外电场中的静电势能
 - 5) 静电场的能量
3. 电容器和电介质
 - 1) 电容器及其电容
 - 2) 电介质对电场的影响
 - 3) 电位移矢量及其高斯定理
 - 4) 电介质中电场的能量
4. 恒稳电流的磁场
 - 1) 磁场与磁感应强度

- 2) 比奥—萨伐尔定律
- 3) 安培环路定理
- 4) 利用安培环路定理求磁场的分布
5. 磁力
 - 1) 带电粒子在磁场中的运动
 - 2) 霍尔效应
 - 3) 载流导线在磁场中受的磁力
 - 4) 载流线圈在磁场中受的磁力矩
6. 磁介质
 - 1) 物质的磁化
 - 2) 磁场强度及其环路定理
7. 电磁感应
 - 1) 法拉第电磁感应定律
 - 2) 动生电动势
 - 3) 感生电动势与感生电场
 - 4) 自感与互感
 - 5) 磁场的能量
8. 麦克斯韦方程组与电磁波
 - 1) 与变化电场联系的磁场
 - 2) 麦克斯韦方程组
 - 3) 电磁波

(三) 波动与光学

1. 振动
 - 1) 简谐振动的描述
 - 2) 简谐振动的动力学方程
 - 3) 简谐振动的能量
 - 4) 同一直线上同频率的简谐振动的合成
 - 5) 同一直线上不同频率的简谐振动的合成
2. 波动
 - 1) 平面简谐波的波动方程
 - 2) 波的能量
 - 3) 惠更斯原理与波的反射、折射
 - 4) 波的叠加、驻波

- 5) 多普勒效应
3. 光的干涉
 - 1) 杨氏双缝干涉
 - 2) 等厚干涉
 - 3) 等倾干涉
 - 4) 迈克耳孙干涉仪
4. 光的衍射
 - 1) 单缝的夫琅禾费衍射
 - 2) 光学仪器的分辨本领
 - 3) 光栅衍射
 - 4) X射线衍射
5. 光的偏振
 - 1) 起偏和检偏
 - 2) 马吕斯定律
 - 3) 布儒斯特定律
 - 4) 双折射

四、考试方式与分值

1. 满分及考试时间

试卷满分为 150 分，考试时间 180 分钟。

分数分配：力学 30 分；电磁学 30 分；光学 50 分；振动与波动 30~35 分；狭义相对论基础 5~10 分。

2. 答题方式

答题方式为闭卷、笔试。允许使用计算器（仅仅具备四则运算、乘方与开方、三角函数运算功能的计算器）。

五、参考书目

1. 《大学物理学》，张三慧主编，清华大学出版社；
2. 《普通物理学》，程守洙、江之泳编，高等教育出版社；
3. 《物理学》，马文蔚编，高等教育出版社；
4. 《光学教程》，姚启钧编，高等教育出版社。

六、参考试题

1. (本题 3分)

质量为 m 的物体，初速极小，在外力作用下从原点起沿 x 轴正向运动。所受外力方向沿 x 轴正向，大小为 $F = kx$ 。物体从原点运动到坐标为 x_0 的点的过程中所受外力冲量的大小为_____。

2. (本题 3分)

质量为 $m = 0.5 \text{ kg}$ 的质点，在 Oxy 坐标平面内运动，其运动方程为 $x = 5t$, $y = 0.5t^2$ (SI)，从 $t = 2 \text{ s}$ 到 $t = 4 \text{ s}$ 这段时间内，外力对质点作的功为_____。

3. (本题 3分)

一作定轴转动的物体，对转轴的转动惯量 $J = 3.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，角速度 $\omega_0 = 6.0 \text{ rad/s}$ 。现对物体加一恒定的制动力矩 $M = -12 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，当物体的角速度减慢到 $\omega = 2.0 \text{ rad/s}$ 时，物体已转过了角度 $\Delta\theta =$ _____。

4. (本题 4分)

两个滑冰运动员的质量各为 70 kg ，均以 6.5 m/s 的速率沿相反的方向滑行，滑行路线间的垂直距离为 10 m ，当彼此交错时，各抓住一 10 m 长的绳索的一端，然后相对旋转，则抓住绳索之后各自对绳中心的角动量 $L =$ _____；它们各自收拢绳索，到绳长为 5 m 时，各自的速率 $v =$ _____。

5. (本题 5分)

一艘正在沿直线行驶的快艇，在发动机关闭后，其加速度方向与速度方向相反，大小与速度平方成正比，即 $dv/dt = -Kv^2$ ，式中 K 为常量。试证明快艇在关闭发动机后又行驶 x 距离时的速度为

$$v = v_0 \exp(-Kx)$$

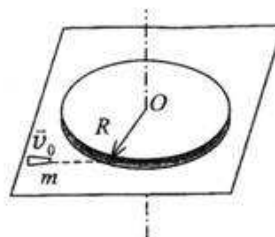
其中 v_0 是发动机关闭时的速度。

6. (本题 3分)

一个质量为 m 的质点，沿 x 轴作直线运动，受到的作用力为
$$\vec{F} = F_0 \cos \omega t \vec{i} \quad (\text{SI})$$
 $t = 0$ 时刻，质点的位置坐标为 x_0 ，初速度 $\vec{v}_0 = 0$ ，则质点的位置坐标和时间的关系式是 $x =$ _____。

7. (本题 10 分)

一质量均匀分布的圆盘, 质量为 M , 半径为 R , 放在一粗糙水平面上(圆盘与水平面之间的摩擦系数为 μ), 圆盘可绕通过其中心 O 的竖直固定光滑轴转动. 开始时, 圆盘静止, 一质量为 m 的子弹以水平速度 v_0 垂直于圆盘半径打入圆盘边缘并嵌在盘边上, 求

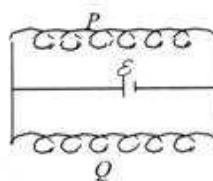


- (1) 子弹击中圆盘后, 盘所获得的角速度.
- (2) 经过多少时间后, 圆盘停止转动.

(圆盘绕通过 O 的竖直轴的转动惯量为 $\frac{1}{2}MR^2$, 忽略子弹重力造成的摩擦阻力矩)

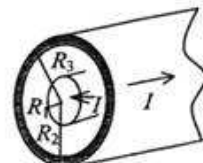
8. (本题 3 分)

如图所示, 两个线圈 P 和 Q 并联地接到一电动势恒定的电源上. 线圈 P 的自感和电阻分别是线圈 Q 的两倍, 线圈 P 和 Q 之间的互感可忽略不计. 当达到稳定状态后, 线圈 P 的磁场能量与 Q 的磁场能量的比值是



9. (本题 4 分)

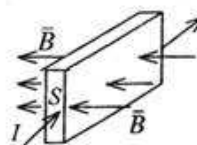
有一同轴电缆, 其尺寸如图所示, 它的内外两导体中的电流均为 I , 且在横截面上均匀分布, 但二者电流的流向正相反, 则



- (1) 在 $r < R_1$ 处磁感强度大小为_____.
- (2) 在 $r > R_3$ 处磁感强度大小为_____.

10. (本题 4 分)

截面积为 S , 截面形状为矩形的直的金属条中通有电流 I . 金属条放在磁感强度为 \vec{B} 的匀强磁场中, \vec{B} 的方向垂直于金属条的左、右侧面(如图所示). 在图示情况下金属条的上



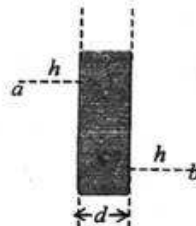
侧面将积累_____电荷, 载流子所受的洛伦兹力

(注: 金属中单位体积内载流子数为 n)

$f_m =$ _____.

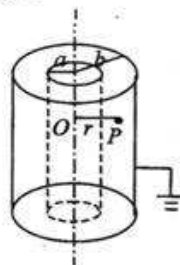
11. (本题 3分)

如图所示, 一厚度为 d 的“无限大”均匀带电导体板, 电荷面密度为 σ , 则板的两侧离板面距离均为 h 的两点 a 、 b 之间的电势差为:



12. (本题 3分)

一长直导线横截面半径为 a , 导线外同轴地套一半径为 b 的薄圆筒, 两者互相绝缘, 并且外筒接地, 如图所示. 设导线单位长度的电荷为 $+\lambda$, 并设地的电势为零, 则两导体之间的 P 点 ($OP=r$) 的场强大小和电势分别为:



13. (本题 3分)

一质点作简谐振动, 周期为 T . 质点由平衡位置向 x 轴正方向运动时, 由平衡位置到二分之一最大位移这段路程所需要的时间为 _____

14. (本题 3分)

弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时, 弹性力在半个周期内所作的功为 _____

15. (本题 5分)

观察者甲以 $0.8c$ 的速度 (c 为真空中光速) 相对于静止的观察者乙运动, 若甲携带一质量为 1 kg 的物体, 则

(1) 甲测得此物体的总能量为 _____;

(2) 乙测得此物体的总能量为 _____.

16 (本题 12 分)

一半径为 R 的“无限长”圆柱形带电体, 其电荷体密度为 $\rho = Ar$ ($r \leq R$), 式中 A 为常量. 试求:

(1) 圆柱体内、外各点场强大小分布;

(2) 选与圆柱轴线的距离为 l ($l > R$) 处为电势零点, 计算圆柱体内、外各点的电势分布.

17 (本题 10 分)

在一轻弹簧下端悬挂 $m_0 = 100$ g 砝码时, 弹簧伸长 8 cm. 现在这根弹簧下端悬挂 $m = 250$ g 的物体, 构成弹簧振子. 将物体从平衡位置向下拉动 4 cm, 并给以向上的 21 cm/s 的初速度 (令这时 $t = 0$). 选 x 轴向下, 求振动方程的数值式.

18 (本题 8 分)

有一沿 x 轴正方向传播的平面简谐波, 其波速 $u = 400$ m/s, 频率 $\nu = 500$ Hz.

(1) 某时刻 t , 波线上 x_1 处的相位为 ϕ_1 , x_2 处的相位为 ϕ_2 , 试写出 $x_2 - x_1$ 与 $\phi_2 - \phi_1$ 的关系式, 并计算出当 $x_2 - x_1 = 0.12$ m 时 $\phi_2 - \phi_1$ 的值.

(2) 波线上某定点 x 在 t_1 时刻的相位为 ϕ'_1 , 在 t_2 时刻的相位为 ϕ'_2 , 试写出 $t_2 - t_1$ 与 $\phi'_2 - \phi'_1$ 的关系式, 并计算出 $t_2 - t_1 = 10^{-3}$ s 时 $\phi'_2 - \phi'_1$ 的值.

19. (本题 10 分)

在竖直悬挂的轻弹簧下端系一质量为 100 g 的物体, 当物体处于平衡状态时, 再对物体加一拉力使弹簧伸长, 然后从静止状态将物体释放. 已知物体在 32 s 内完成 48 次振动, 振幅为 5 cm.

(1) 上述的外加拉力是多大?

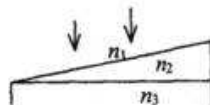
(2) 当物体在平衡位置以下 1 cm 处时, 此振动系统的动能和势能各是多少?

20. (本题 3 分)

一束白光垂直照射在一光栅上, 在形成的同一级光栅光谱中, 偏离中央明纹最远的是 _____.

21. (本题 3 分)

用波长为 λ 的单色光垂直照射折射率为 n_2 的劈形膜 (如图) 图中各部分折射率的关系是 $n_1 < n_2 < n_3$. 观察反射光的干涉条纹, 从劈形膜顶开始向右数第 5 条暗条纹中心所对



应的厚度 $e =$ _____.

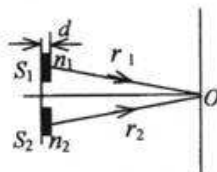
22. (本题 3 分)

一束波长为 $\lambda = 600$ nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9}$ m) 的平行单色光垂直入射到折射率为 $n = 1.33$ 的透明薄膜上, 该薄膜是放在空气中的. 要使反射光得到最大限度的加强,

薄膜最小厚度应为 _____ nm.

23. (本题 8分)

在图示的双缝干涉实验中, 若用薄玻璃片(折射率 $n_1 = 1.4$)覆盖缝 S_1 , 用同样厚度的玻璃片(但折射率 $n_2 = 1.7$)覆盖缝 S_2 , 将使原来未放玻璃时屏上的中央明条纹处 O 变为第五级明纹. 设单色光波长 $\lambda = 480 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 求玻璃片的厚度 d (可认为光线垂直穿过玻璃片).



24. (本题 8分)

在夫琅禾费单缝衍射实验中, 如果缝宽 a 与入射光波长 λ 的比值分别为(1) 1, (2) 10, (3) 100, 试分别计算中央明条纹边缘的衍射角. 再讨论计算结果说明什么问题.

25. (本题 8分)

用一束具有两种波长的平行光垂直入射在光栅上, $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 发现距中央明纹 5 cm 处 λ_1 光的第 k 级主极大和 λ_2 光的第 $(k+1)$ 级主极大重合, 放置在光栅与屏之间的透镜的焦距 $f = 50 \text{ cm}$, 试问:

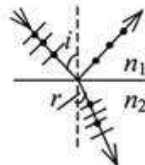
- (1) 上述 $k = ?$
- (2) 光栅常数 $d = ?$

26. (本题 5分)

在双缝干涉实验中, 双缝与屏间的距离 $D = 1.2 \text{ m}$, 双缝间距 $d = 0.45 \text{ mm}$, 若测得屏上干涉条纹相邻明条纹间距为 1.5 mm , 求光源发出的单色光的波长 λ .

27. (本题 3分)

如图所示, 一束自然光入射到折射率分别为 n_1 和 n_2 的两种介质的交界面上, 发生反射和折射. 已知反射光是完全偏振光, 那



么折射角 r 的值为_____.

28. (本题 5分)

沿光路长度为 $d = 28 \text{ mm}$ 的透明薄壁(厚度可忽略)容器放在迈克耳孙干涉仪的一条光路中, 所用单色光的波长为 $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). 当以氨气注入容器代替容器中的空气时, 观测到干涉条纹移动了 $\Delta N = 36$ 条. 已知空气的折射率 $n_1 = 1.000276$, 且氨气的折射率 $n_2 > n_1$, 求氨气的折射率(要求计算到小数点后六位).

29. (本题 5分)

由强度为 I_0 的自然光和强度为 I_0 的线偏振光混合而成的一束入射光, 垂直入射在一偏振片上, 当以入射光方向为转轴旋转偏振片时, 出射光将出现最大值和最小值. 其比值为 n . 试求出 I_0 / I_0 与 n 的关系.