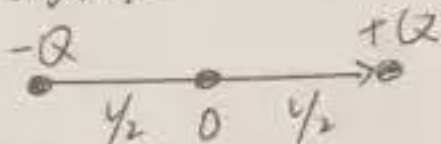


一、填空题 (2x15)

A.

1. 设 α 粒子质量为 m , 动能为 E_k . 不计相对论效应, 其德布罗意波长为 _____.
2. 绝对黑体是指能够 _____ 任何频率电磁波的理想物体.
3. 飞船以速度 u 相对地球运动, 固定在飞船尾端的光源发出一光信号, 到达前端又返回尾端. 火箭上观测者测量光信号往返一次时间为 Δt , 地球上测量者往返一次时间为 $\Delta t'$. 则: $\Delta t' = \Delta t \cdot (\gamma / 1) =$ _____.
4. 光与原子的相互作用有光的吸收、自发辐射和 _____ 三种过程.
5. 原子中的电子处于 $3d$ 态. 按量子力学计算, 其角动量的大小 $L =$ _____, 角动量在 z 轴上的投影共有 _____ 个.
6. 如图所示: 电偶极子轴线中点 O 的电势是 $U =$ _____; 电场强度大小 $E =$ _____.
7. 外来单色光把氢原子激发至第四激发态. 则当氢原子跃迁回低能态时, 可发光的谱线总数是 _____; 可见光条数是 _____.
8. 真空中平面电磁波其磁感应强度的表达式为 $\vec{B} = \vec{B}_0 \cos \omega(t + \frac{z}{c}) [SI]$. 电场强度 \vec{E} 的方向 _____ ($\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ 表示); 波的传播方向 _____.
9. 氙 ($Z=54$) 原子基态的电子组态是 _____.
10. 磁场被限制在半径为 R 的圆柱形空间, 且 $\frac{dB}{dt} = c > 0$, 导线 $ab=2R$, $cd=\sqrt{2}R$, 如图所示放置, ab 在直径上, cd 在弦上. 则导线 ab 中的感应电动势 $\mathcal{E}_{ab} =$ _____, 导线 cd 中的感应电动势 $|\mathcal{E}_{cd}| =$ _____.

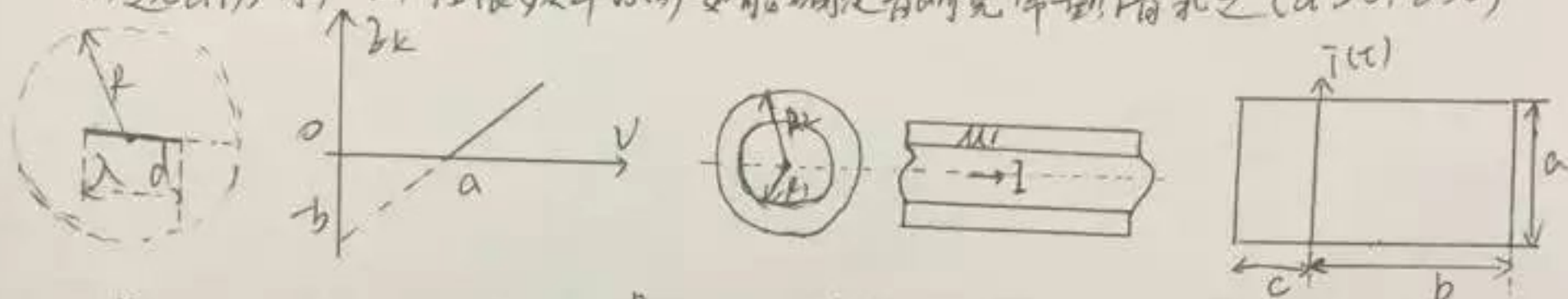


二、计算题 (共 50)

1. 球形电容器由半径为 R_1 的导体球和与它同心的导体球壳构成, 壳的内半径为 R_2 . 设球和球壳分别带电量为 $+Q$ 和 $-Q$. 其间充满相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质. 如图所示. 求: (1) 电介质中的电位移矢量 \vec{D} 和电场强度 \vec{E} ; (2) 球和球壳间的电势差 ΔU ; (3) 电容器电容 C ; (4) 电场的总能量. (10分)
2. S 系中有一静止质量为 m_0 的静止粒子, S' 系相对惯性系 S 以 $u = \frac{3}{5}c$ 的速度沿 x 轴正方向运动. 求: (1) 在 S 系中测量该粒子的总能量 E ; (2) 动能 E_k' (以 m_0, c 表示). (6分)

3. 一均匀带电直线长为 d , 电荷线密度为 λ , 以带电直线中心 O 为球心, R 为半径 ($R > d$) 做一球面, 如图所示. 求: (1) 通过该球面的电通量 Φ_e ; (2) 带电直线的延长线与球面交点 P 处的电场强度 E_P ; (3) P 处的电势 U_P . (无限远处为电势零点). (7分)

4. 光电效应中光电子的最大初动能与入射光频率的关系如图示. 求: (7分)
(1) 逸出功 A ; (2) 红限频率 ν_0 ; (3) 若能确定普朗克常数, 请求之 ($a > 0, b > 0$)



5. 一无限长圆柱形直导线, 外包一层相对磁导率为 μ 的同轴形顺磁介质, 导线半径为 R , 磁介质外半径为 kR , 导线内有电流 I 通过且在横截面上均匀分布. 求: (1) 磁感应强度 B 的空间分布; (2) 磁感应强度 B 的空间分布, 画出 $B \sim r$ 曲线. (10分)

6. 一无限长直导线通以电流 $i(t) = I_0 \sin \omega t$. 与直导线同一平面内有一矩形线圈, 一边与直导线平行. 如图所示, 且 $b/c = 3$. 求: (1) 直导线与线圈的互感系数 M ; (2) 线圈中的互感电动势 \mathcal{E} .

三、简答题 (5 × 4 = 20)

1. 列车和隧道静止时长度均为 L , 有列车以 u 的高速通过隧道时, 分别在地面和列车上测量, 列车长度 L 与隧道长度 L' 的关系如何? 若地面观察者发现当列车完全进入隧道时, 隧道的进出口同时发生了雷击 (击中列车). 按相对论理论, 列车上的旅客观测到列车遭雷击吗? 为什么? (非相对论)

2. 估算质量为 m 的粒子在宽度为 a 的一维无限深势阱中的零点能量 (动能) 并讨论.

3. 用光的粒子性 (能量 $E = h\nu$, 动量 $p = \frac{h}{\lambda}$) 解释康普顿效应.

4. 描述微观粒子运动的物质波函数 $\psi(r, t)$ 来描述. 满足薛定谔方程, 它本身没有一个经典的物理量与之对应, 但 $|\psi(r, t)|^2$ 有物理意义. 它表示什么? 波函数一定要满足的物理条件有哪些?