

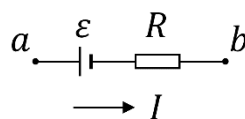
中国科学院大学
2020 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题
科目名称：普通物理（乙）

考生须知：

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均一律无效。
-

一、单项选择题（共 32 分，每小题 4 分）

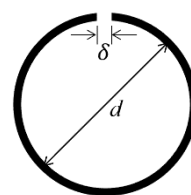
1. 若作用于一质点系上的外力的合力为零，下列说法正确的是：
(A). 质点系的动量守恒、角动量不一定守恒、机械能不一定守恒。
(B). 质点系的动量守恒、角动量守恒、机械能不一定守恒。
(C). 质点系的动量守恒、角动量守恒、机械能守恒。
(D). 质点系的动量不一定守恒、角动量不一定守恒、机械能不一定守恒。
2. 自然界中存在四种基本作用力，下面不属于四种基本力的是：
(A). 引力。 (B). 弱相互作用力。 (C). 电磁力。 (D). 弹性力。
3. 波源 S 的振动频率为 f_0 ，所发出波在介质中传播速度为 u （远小于光速）。波源 S 相对介质运动，速度大小为 v_S ，方向朝向观察者 B。观察者 B 也相对介质运动，速度大小为 v_B ，方向朝向波源 S。波源和观察者的运动速度大小均小于波速 u ，则观察者接受到的频率为：
(A). $(u + v_S)f_0/(u - v_B)$ 。 (B). $(u - v_B)f_0/(u - v_S)$ 。
(C). $(u + v_B)f_0/(u - v_S)$ 。 (D). $(u - v_S)f_0/(u - v_B)$ 。
4. 当一个带电导体达到静电平衡时，下列说法正确的是：
(A). 表面上电荷密度较大处电势较高。
(B). 表面曲率较大处电势较高。
(C). 导体内部的电势比导体表面的电势高。
(D). 导体内任一点与其表面上任一点的电势差等于零。
5. 在下图的电路系统中，电流为 I ，方向从 a 到 b ，电源的电动势大小为 ε ，内阻忽略不计。则 a 、 b 两端的电势差 ($U_a - U_b$) 为：
(A). $\varepsilon - IR$ 。
(B). $IR + \varepsilon$ 。
(C). $-\varepsilon + IR$ 。
(D). $-IR - \varepsilon$ 。



6. 在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint \vec{E}_K \cdot d\vec{l} = -d\Phi/dt$, 式中 \vec{E}_K 为感应电场的电场强度。下列说法正确的是:
- (A). 在感应电场中不能像对静电场那样引入电势的概念。
 (B). 闭合曲线 l 上 \vec{E}_K 处处相等。
 (C). 感应电场是保守力场。
 (D). 感应电场的电力线不是闭合曲线。
7. 把压强为 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$, 体积为 1.0m^3 的氧气压入容积为 0.5m^3 的容器中, 容器中原已充满压强为 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 且温度相同的氢气。假设容器中气体温度保持不变, 下列有关混合气体总压强 $p_{\text{总}}$, 两种气体各自的分压强 p_{O_2} 和 p_{H_2} 的说法正确的是:
- (A). $p_{\text{总}} = 5.0 \times 10^5 \text{Pa}$, $p_{\text{O}_2} = 4.0 \times 10^5 \text{Pa}$, $p_{\text{H}_2} = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 。
 (B). $p_{\text{总}} = 5.0 \times 10^5 \text{Pa}$, $p_{\text{O}_2} = 3.3 \times 10^5 \text{Pa}$, $p_{\text{H}_2} = 1.7 \times 10^5 \text{Pa}$ 。
 (C). $p_{\text{总}} = 3.0 \times 10^5 \text{Pa}$, $p_{\text{O}_2} = 2.4 \times 10^5 \text{Pa}$, $p_{\text{H}_2} = 0.6 \times 10^5 \text{Pa}$ 。
 (D). $p_{\text{总}} = 3.0 \times 10^5 \text{Pa}$, $p_{\text{O}_2} = 2.0 \times 10^5 \text{Pa}$, $p_{\text{H}_2} = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 。
8. 电子、 μ 子和 τ 子是三种轻子, 它们的质量分别为 $m_e = 0.511 \text{MeV}/c^2$, $m_\mu = 105.66 \text{MeV}/c^2$ 和 $m_\tau = 1776.86 \text{MeV}/c^2$ 。电子具有氢原子的第一玻尔半径 (电子的基态轨道半径) 和康普顿波长这两个特征长度。 μ 子具有较长的寿命, 能够像电子那样与质子结合形成类氢原子, 因此具有第一玻尔半径和康普顿波长这两个特征长度。假设 τ 子也能与质子结合形成类氢原子, 那么 τ 子也将具有这两个特征长度。在此情况下, 下面说法中正确的是:
- (A). 三者的第一玻尔半径反比于质子的质量。
 (B). 三者的第一玻尔半径正比于轻子的质量。
 (C). 三者的康普顿波长正比于质子的质量。
 (D). 三者的康普顿波长反比于轻子的质量。

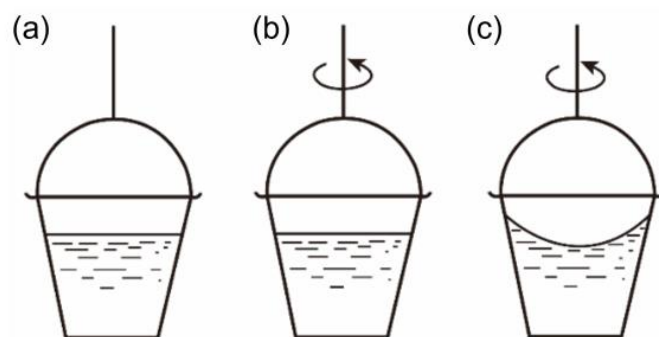
二、简答题 (共 30 分)

1. (12 分) 若某多质点体系所在的质心参考系为平动非惯性系, 证明该多质点体系在质心系中所有质点所受到的惯性力做功之和为零。
2. (10 分) 如右图, 一直径为 d 的均匀磁化永磁体环, 环上有一宽为 δ 的空气间隙, 间隙内的磁感应强度为 B_0 , 略去间隙边缘的漏磁。假定 $\delta \ll d$, 真空中的磁导率为 μ_0 , 将永磁体的磁化强度用上述物理量表示出来。



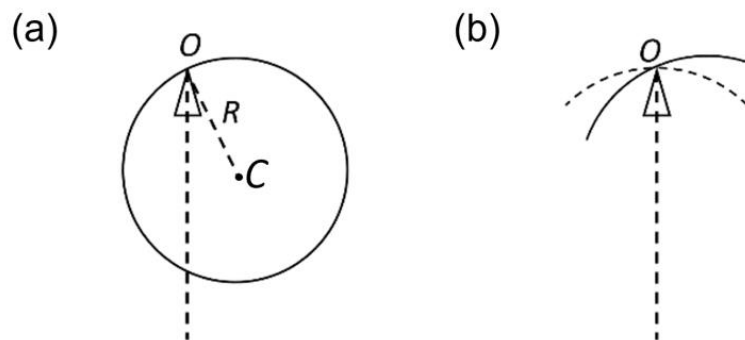
3. (8分) 写出两束光干涉的必要条件。普通光源难以满足相干条件，杨氏双缝实验为何可实现基于普通白光光源的干涉？

三、(共 20分) 1689年牛顿开展了一项如下图所示的简单而深刻的思想实验：水桶实验。该思想实验分为如下几个步骤：(a)桶吊在一根长绳上，将桶旋转多次而使绳拧紧，然后盛水并使桶与水静止，此时水面是平的；(b)接着松开桶，因长绳的扭力使桶旋转。起初，桶在旋转而桶内的水并没有跟着一起旋转，水面还是平的；(c)转过一段时间，因桶和水界面的摩擦力带动水一起旋转，水面就变成了凹面，直到水与桶的转速一致。这时水和桶之间是相对静止的，相对于桶，水是不转动的，但水面却仍然呈凹状，中心低，桶边高。假定在(c)的情况下，水与桶的转动角速度皆为 Ω ，重力加速度为 g ，水面最低处距桶底 h 。请给出图(c)中旋转水面的曲面方程。



四、(共 20分) 如图(a)所示，半径为 R 的匀质薄圆环放置于固定的刀口 O 上，令其在自身平面内在重力作用下作微小的摆动，摆动时圆环与刀口的接触点不会移动。

- (1) 求该圆环的摆动周期。
- (2) 将圆环去掉 $2/3$ 而刀口支于剩余圆弧的中央，平衡位置如图(b)中虚线圆弧所示。求此时的摆动周期。

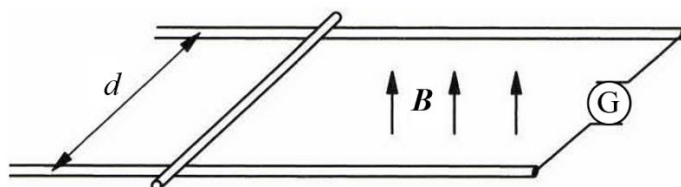


五、（共 20 分）圆柱形电容器由半径为 r 的圆柱形导体和与它同轴的内半径为 R 的圆筒导体构成（ $R > r$ ），圆柱导体带正电，圆筒导体带负电，两导体间充满了介电常数为 ε 的介质，边缘效应可以忽略。该介质所处电场强度超过 E_b 时将会被击穿。当圆筒内半径 R 固定时，在介质不致被击穿的前提下：

- (1) 应如何选择圆柱形导体的半径 r ，以使两导体间的电势差最大？电势差最大是多少？
- (2) 应如何选择圆柱形导体的半径 r ，使电容器的储能最大？
- (3) 在上一问最大储能的情况下，求与导体接触处介质的两个表面各自的极化电荷面密度。

六、（共 20 分）如图所示，一质量为 m 的金属杆在水平平行放置的两根导轨上滑动，导轨之间相距为 d ，金属杆所受摩擦力与速度成正比，比例系数为 k ，金属杆电阻为 R ，其余电阻忽略。导轨位于竖直的均匀磁场 B 中。

- (1) 从发电机 G 流出的恒定电流 I 流入导轨，再沿另一导轨流回。在 $t = 0$ 时刻，导线静止。求导线的速度关于时间的函数 $v(t)$ 。
- (2) 用电动势 \mathcal{E} 恒定的电池替代发电机 G 。金属杆的速度最终趋于恒定值。求此时金属杆的速度和电源的输出功率。
- (3) 当金属杆速度趋于恒定时，将电池换成导线，整个回路电阻仍为 R 。求金属杆将会继续运动多长距离？在这一过程中回路产生的焦耳热和摩擦产生的热分别为多少？



七、（共 8 分）肥皂泡或者路面和水面上的油污薄膜层通常都呈现不同颜色，通常被称为“薄膜色”。现有空气中的肥皂膜，其厚度为 $0.3 \mu\text{m}$ ，折射率为 1.3。若用白光垂直照射，肥皂膜呈什么颜色？注：可见光颜色与波长对应关系参见下表。

颜色：	红色	橙色	黄色	绿色	蓝色	青色	紫色
波长	740	625	590	565	500	485	440
(nm)：	~	~	~	~	~	~	~
	625	590	565	500	485	440	380