

2024年本科生入学物理考试试卷

注意事项：

1. 本试卷为回忆版，并对解答题的排版进行了一定的调整。
2. 虽然是回忆版但是可以保证题目的 100% 准确率，感兴趣的话就看看吧。
3. Made By Selena. 感谢 Uphi. 学长提供的模板支持。

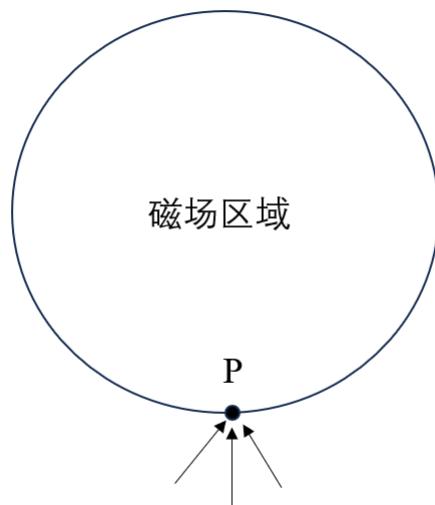
一、填空题（共 48 分）

1. (4 分) 一个小球由静止开始沿着半径为 R 的圆周运动，角加速度 β 为常数，小球刚好转动一周耗时为 $\boxed{\Delta}$ 。
2. (4 分) 均匀电场把真空管道里的一个电子由静止开始加速，最终电子的能量变为静止时的 1.25 倍。真空中的光速取 $3 \times 10^8 m/s$ ，电子静止能量取 $0.5 MeV$ ，则加速电压大小为 $\boxed{\Delta}$ ，电子最终速度大小为 $\boxed{\Delta}$ 。
3. (6 分) 一个探测器绕地球做椭圆轨道运动，近地点距地表 R ，远地点距离地表 $5R$ ， R 是地球半径。现在让探测器在近地点加速，使其刚好脱离地球引力，那么探测器变轨的时候速度增量为 $\boxed{\Delta}$ 。（重力加速度用 g 表示）
4. (4 分) 半径为 R 的光滑圆环绕其竖直方向直径以角速度 $\omega = \sqrt{\frac{2g}{R}}$ 转动，圆环上串有一个质量为 m 的小珠。小珠稳定平衡的位置与圆心的连线和竖直方向的夹角为 $\boxed{\Delta}$ 。
5. (6 分) 如图，光滑桌面上 3 个完全相同，质量为 m 的小球通过不可伸长的细线连接，所有线长均为 $2l$ 。初始时 AB 均静止，它们之间的细线绷紧， C 以平行于 AB 方向的速度 v_0 运动， C 到 AB 的距离为 l ， BC 间的细线松弛，那么 BC 间细线绷紧瞬间体系动能大小



为 $\boxed{\Delta}$ 。

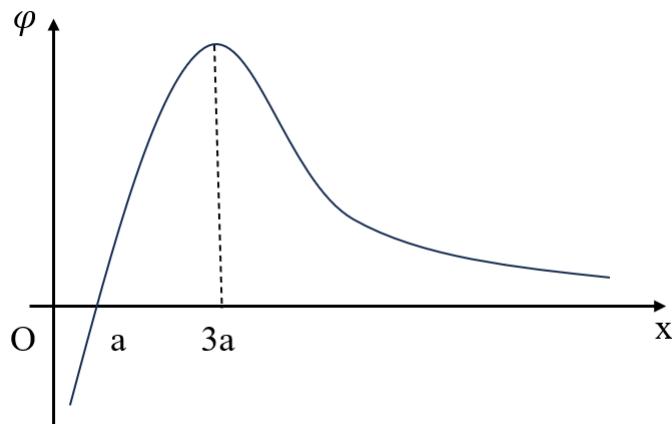
6. (4 分) 如图, 圆形区域内有一垂直纸面的匀强磁场, P 为磁场边界上一点。电子枪发射的具有确定速率的电子沿各个方向经由 P 点进入磁场。这些电子射出边界的位置均处于边界的某一段圆弧上, 其弧长是圆周长的 $\frac{1}{3}$ 。将磁感应强度的大小从原来的 B_1 变为 B_2 , 结果相应的



弧长变为原来的一半, 则 $\frac{B_2}{B_1}$ 等于 ▲ 。

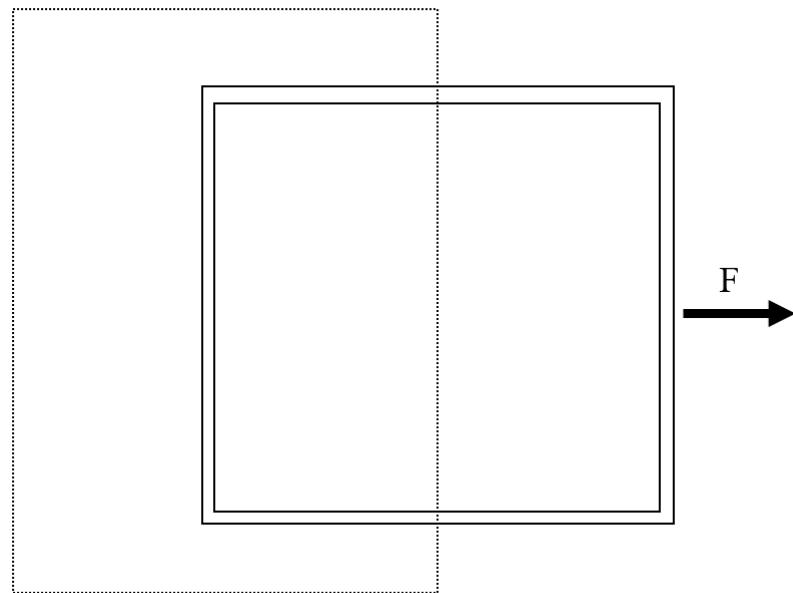
7. (4 分) 两个质子和两个电子初始时彼此相距无穷远, 现将它们无限缓慢地移动至边长为 a 的正方形的四个顶点处, 此过程中外界需抵抗静电力做功。若两个质子位于正方形的对角线上, 外界做功为 A_1 , 而若两个质子位于正方形的某条边上, 外界做功为 A_2 , 那么 $\frac{A_1}{A_2}$ 等于 ▲ 。
8. (6 分) 一个平行板电容器的两极板 A 和 B 分别带有电量 Q 和 $-Q$, 极板间距为 d 。现将一块与 A 和 B 面积相均同、带电量为 Q 的导体薄板 C 平行地插入两极之间, C 与 A 、 B 的距离分别为 $2d/3$ 和 $d/3$ 。设在板 C 插入前后, 板 A 、 B 间的电压分别为 V_0 和 V , 板 A 、 B 两者内侧电荷间的相互作用力大小分别为 F_0 和 F 。那么 $V/V_0 = \text{▲}$, $F/F_0 = \text{▲}$ 。

9. (6 分) 一个正点电荷和一个负点电荷位于 x 轴上, 若取无穷远处作为电势参考点, 则两点电荷在正 x 轴上各点产生的电势如图中曲线所示: 当 $x \rightarrow 0$ 时, 电势 $\varphi \rightarrow -\infty$; 当 $x \rightarrow +\infty$ 时, 电势 $\varphi \rightarrow 0$; 坐标为 a 处电势等于零, 坐标为 $3a$ 处电势取极大值, 则正电荷与负电荷的



电量绝对值之比为 $\boxed{\quad}$.

10. (4 分) 图中的虚线框区域表示电磁铁的磁极, 在该处存在垂直于纸面的匀强磁场。矩形框架由一根直径为 5 毫米的铝棒弯曲而成, 两端焊接在一起。假设从图示位置开始施加 1 牛顿的恒定力, 可以在 1 秒内将框架拉出磁场区域。如果将拉力改为 2 牛顿, 将框架拉出需要的时间为 $\boxed{\quad}$, 如果框架由直径为 1 厘米的铝棒制成, 在 1 秒内将其拉出需要力的大小为 $\boxed{\quad}$ 。(该框架自身的惯性可忽略)



二、计算题 (共 52 分)

11. (20 分) 光滑桌面上有 N 个相同的小球围成一个半圆，相邻球之间的距离相同， N 个球的总质量为 M 。另一质量为 m 的小球以初速度 v_0 从左边靠近半圆， m 依次将半圆上的所有 N 个小球推开，并最终由另一侧离开半圆，末速度 v 的方向与初速度相反（图中所示是 $N = 4$ 的情形）。设碰撞是完全弹性的，且 $M < Nm$ 。

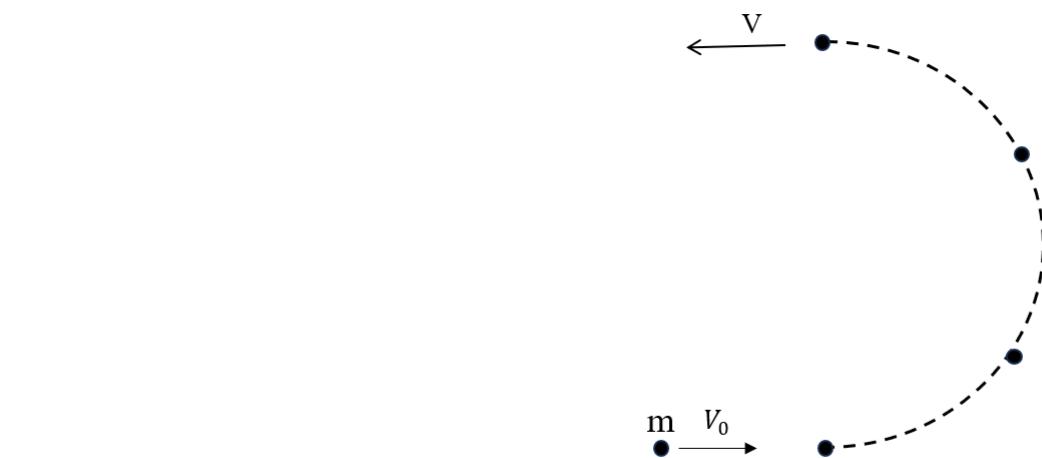
(1) (6 分) 质量为 m 的小球以速度 u_0 撞向质量为 m_0 的静止小球，设碰撞是弹性的。且 $m > m_0$ 。试求 m 的最大散射角 θ_m ，并求 m 以散射角 $\theta (\leq \theta_m)$ 出射时的速度大小 (m 的散射角是指其出射速度与碰前速度之间的夹角)。

(2) (8 分) 在 $N = 4$ 的情形下，为了使题目中所描述的过程能够发生， M/m 的最小值应为多大？当 M/m 恰好等于该最小值时，比值 v/v_0 等于多大？

(3) (6 分) 在极限 $N \rightarrow \infty$ 下，为了使题目中所描述的过程能够发生， M/m 的最小值应为多大？当 M/m 恰好等于该最小值时，比值 v/v_0 等于多大？

提示：

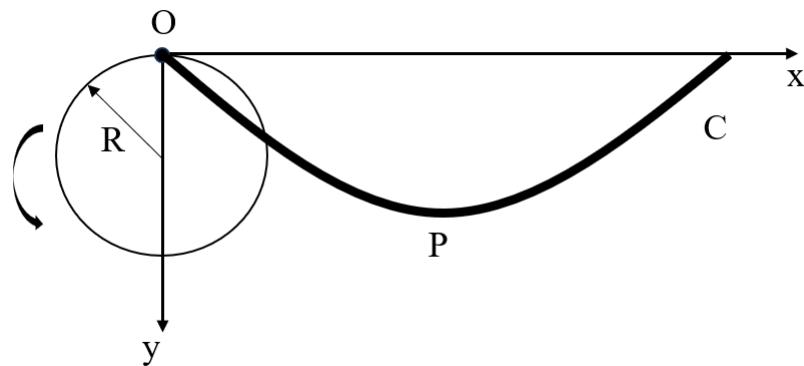
$$\lim_{N \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{x}{N}\right)^N = e^x.$$



12. (20 分) 如图所示, 半径为 R 的圆盘在水平的 x 轴下方作纯滚动, 圆盘边缘上一点 A (图中未画出) 初始时与原点 O 重合, 点 A 的轨迹 C 称为滚轮线。图中 P 点是曲线 C 的最低点, 设 θ 是圆盘由图示位置逆时针转过的角度, 重力加速度设为 g .

(1) (8 分) 设从开始到 t 时刻圆盘转过了角度 θ , 并且 t 时刻圆盘的角速度为 ω , 角加速度为 β 。试求 t 时刻点 A 的坐标、速度大小及其方向与竖直向下方向的夹角, 并求点 A 加速度的大小。

(2) (12 分) 如果曲线 C 是一条光滑的钢丝, 其上串有一质量为 m 的小珠。现将小珠在 O 点静止释放, 运动过程中小珠在钢丝上的位置可用题目中的参数 θ 描述。试确定小珠第一次下滑到 P 点所用的时间, 并将运动过程中钢丝对小珠的支持力 N 表示为 θ 的函数。



13. (12 分) 如图所示, 均质正三角形金属线框 ACD 绕着一边 AD 以常角速度 ω 转动, 线框处于均匀、稳恒的磁场中, 磁感应强度大小为 B 。已知磁场垂直于 AD , $t = 0$ 时刻线框所处平面与磁场平行。设线框每条边的长度为 a 、电阻为 R .

(1) (6 分) 求 $t = 0$ 时刻流经线框的电流强度。

(2) (6 分) 若设 A 点的电势为零, 试求 $t = 0$ 时刻边 AC 上各点电势的取值范围。

