

江苏省仪征中学 2023-2024 学年度第一学期高三物理学科导学案

专题突破 带电粒子在电场中运动的综合问题（二）

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 授课日期:

【课程标准】

通过带电粒子在复合场中运动的典例分析，加强 牛顿运动定律、动能定理、静电场基本规律的应用以及运动合成与分解法、等效重力法、图像法等方法的运用，进一步提高分析综合能力

【自主导学】

1. 力学规律

(1)动力学规律：牛顿运动定律结合运动学公式.

(2)能量规律：动能定理或能量守恒定律.

2. 电场规律

(1)电场力的特点： $F = Eq$ ，正电荷受到的电场力与场强方向相同.

(2)电场力做功的特点： $W_{AB} = FL_{AB}\cos\theta = qU_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$.

3. 多阶段运动

【重点导思】

考点二 带电粒子的力电综合问题

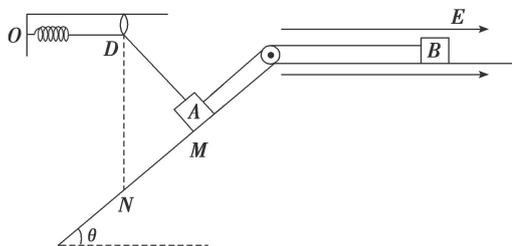
例 1. 在如图所示的竖直平面内，物体 A 和带正电的物体 B 用跨过定滑轮的绝缘轻绳连接，分别静止于倾角 $\theta = 37^\circ$ 的光滑斜面上的 M 点和粗糙绝缘水平面上，轻绳与对应平面平行. 劲度系数 $k = 5 \text{ N/m}$ 的轻弹簧一端固定在 O 点，一端用另一轻绳穿过固定的光滑小环 D 与 A 相连，弹簧处于原长，轻绳恰好拉直，DM 垂直于斜面. 水平面处于场强 $E = 5 \times 10^4 \text{ N/C}$ 、方向水平向右的匀强电场中. 已知 A、B 的质量分别为 $m_A = 0.1 \text{ kg}$ 和 $m_B = 0.2 \text{ kg}$ ，B 所带电荷量 $q = +4 \times 10^{-6}$

C. 设两物体均视为质点，不计滑轮质量和摩擦，绳不可伸长，弹簧始终在弹性限度内，物体 B 的带电量不变. 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$.

(1)求 B 所受静摩擦力的大小；

(2)现对 A 施加沿斜面向下的拉力 F，使 A 以加速度 $a = 0.6 \text{ m/s}^2$ 开始做匀加速直线运动. A 从 M 到 N 的过程中，B 的电势能增加了 $\Delta E_p = 0.06 \text{ J}$. 已知 DN 沿竖直方向，B 与水平面间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$. 求 A 到达 N 点时拉力 F 的瞬时功率.

【本题重点导思】 如何解决连接体问题



学科素养提升

1. 等效重力法

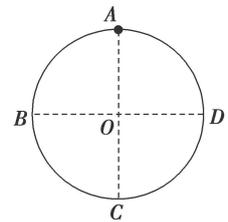
2. 物理最高点与几何最高点

例 2. 如图所示, 半径为 r 的绝缘光滑圆环固定在竖直平面内, 环上套有一质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的珠子, 现在圆环平面内加一个匀强电场, 使珠子由最高点 A 从静止开始释放(AC 、 BD 为圆环的两条互相垂直的直径), 要使珠子沿圆弧经过 B 、 C 刚好能运动到 D 。(重力加速度为 g)

- (1) 求所加电场的场强最小值及所对应的场强的方向;
- (2) 当所加电场的场强为最小值时, 求珠子由 A 到达 D 的过程中速度最大时对环的作用力大小;
- (3) 在(1)问电场中, 要使珠子能完成完整的圆周运动, 在 A 点至少应使它具有多大的初动能?

【本题重点导思】

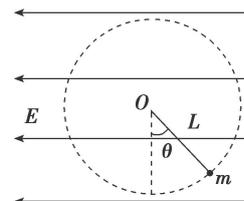
物体仅在重力场中的运动是最常见、最基本的运动, 但是对于处在匀强电场和重力场中物体的运动问题就会变得复杂一些. 此时可以将重力场与电场合二为一, 用一个全新的“复合场”来代替, 可形象称之为“等效重力场”.



【随堂导练】

练 1. 如图所示, 在竖直平面内有水平向左的匀强电场, 在匀强电场中有一根长为 L 的绝缘细线, 细线一端固定在 O 点, 另一端系一质量为 m 的带电小球. 小球静止时细线与竖直方向成 θ 角, 此时让小球获得初速度且恰能绕 O 点在竖直平面内沿逆时针方向做圆周运动, 重力加速度为 g . 下列说法正确的是()

- A. 匀强电场的电场强度 $E = mg \tan \theta / 2q$
- B. 小球动能的最小值为 $E_k = mgL 2 \cos \theta$
- C. 小球运动至圆周轨迹的最高点时机械能最小
- D. 小球从初始位置开始, 在竖直平面内运动一周的过程中, 其电势能先减小后增大

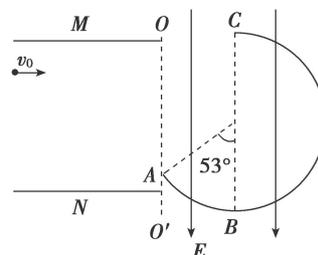


练 2. 如图, 一质量为 $m_1 = 1 \text{ kg}$, 带电荷量为 $q = +0.5 \text{ C}$ 的小球以速度 $v_0 = 3 \text{ m/s}$, 沿两正对带电平行金属板(板间电场可看成匀强电场)左侧某位置水平向右飞入, 极板长 0.6 m , 两极板间距为 0.5 m , 不计空气阻

力，小球飞离极板后恰好由 A 点沿切线落入竖直光滑圆弧轨道 ABC ，圆弧轨道 ABC 的形状为半径 $R < 3\text{ m}$ 的圆截去了左上角 127° 的圆弧， CB 为其竖直直径，在过 A 点竖直线 OO' 的右边界空间存在竖直向下的匀强电场，电场强度为 $E = 10\text{ V/m}$ 。(取 $g = 10\text{ m/s}^2$)求：

(1) 两极板间的电势差大小 U ；

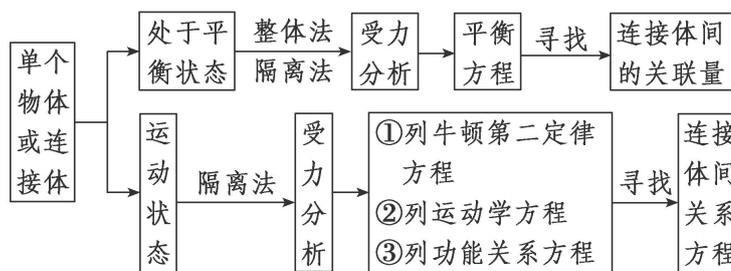
(2) 欲使小球在圆弧轨道运动时不脱离圆弧轨道，求半径 R 的取值应满足的条件。



【导学感悟】 本节课你学到了什么？

【导思总结】

(1) 解题思路



(2) 解题技巧

要善于把电学问题转化为力学问题，建立带电粒子在电场中加速和偏转的模型，能够从带电粒子的受力与运动的关系及功能关系两条途径进行分析与研究。

【导练巩固】 见附页