

关于带电粒子在电 场和重力场复合场 中的运动

例1：用长为 R 的绝缘细线栓一小球，质量为 m ，刚好能在竖直平面内做圆周运动，求小球运动过程中的最小速度和绳的最大拉力。

解：（1）在最高点A重力刚好提供向心力，速度最小，由牛顿第二定律：

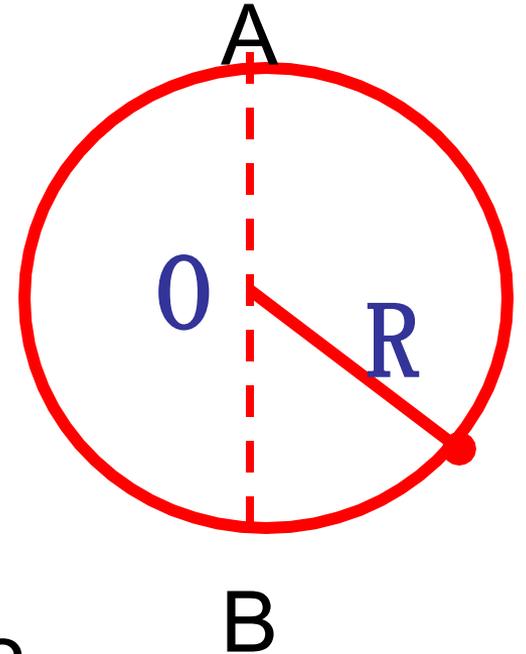
$$mg = mv^2/R \quad \text{得 } v_1 = (gR)^{1/2}$$

（2）在最低点B拉力和速度最大。

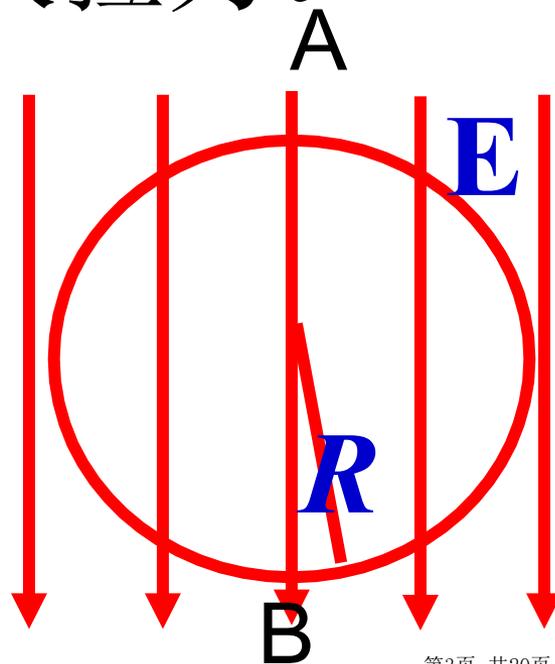
由牛顿第二定律： $T - mg = mv_2^2/R$

由动能定理： $2mgR = mv_2^2/2 - mv^2/2$

得 $T = 6mg$



例2：用长为 R 的绝缘细线栓一带正电 q 的小球，质量为 m ，在竖直向下的场强为 E 匀强电场中，刚好能在竖直平面内做圆周运动，求小球运动过程中的最小速度和绳的最大拉力。



解：(1) 在最高点A，当绳的拉力为零时，重力和电场力的合力提供向心力，有最小速度 v_1

由牛顿第二定律：

$$mg + qE = mv_1^2/R$$

$$\text{解得最小速度 } v_1 = \sqrt{R(g + qE/m)}$$

(2) 小球运动到最低点B时有最大拉力T，设此时速度最大为 v_2

由牛顿第二定律：

$$T - (mg + qE) = mv_2^2/R$$

小球由A到B的过程，由动能定理：

$$(mg + qE) \cdot 2R = mv_2^2/2 - mv_1^2/2$$

解得： $T = 6(mg + qE)$

等效:

题中电场力为恒力，且与重力同向

可将两者合力 $F=qE+mg$

等效成重力 $G' = mg'$

即 $g' = g + qE/m$

用 g' 替换结论中的 g 就可快速得到
[例2]的结果:

最高点有最小速度 $v = \sqrt{R(g + qE/m)}$

小球运动到最低点时有最大拉力

$$T = 6mg' = 6(mg + qE)$$

思考1：如果粒子带负电，大小为 q ，则结果如何？

解：若 $qE < mg$ ，则重力与电场力的合力等效重力竖直向下，最高点A速度最小，重力提供向心力。

由牛顿第二定律： $F=mg-qE$ $F=mv_1^2/R$

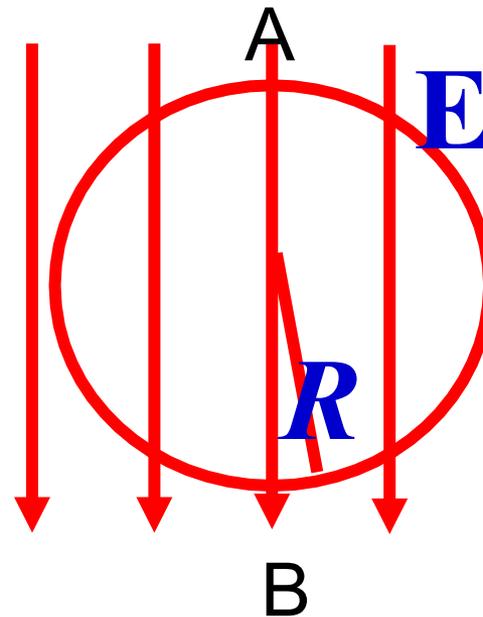
$$\text{得 } v_1 = \left((mg-qE) R/m \right)^{1/2}$$

(2) B点速度最大，合力提供向心力

由牛顿第二定律： $T-F=mv_2^2/R$

由动能定理： $2FR=mv_2^2/2-mv_1^2/2$

$$\text{得 } T=6F=6(mg-qE)$$



解：若 $qE > mg$ ，则重力与电场力的合力等效重力
竖直向上，最低点**B**速度最小，重力提供向心力。

由牛顿第二定律： $F = qE - mg$ $F = mv^2/R$

$$\text{得 } v_1 = \left((qE - mg) R/m \right)^{1/2}$$

(2) **A**点速度最大，合力提供向心力

由牛顿第二定律： $T - F = mv_2^2/R$

由动能定理： $2FR = mv_2^2/2 - mv_1^2/2$

$$\text{得 } T = 6F = 6(qE - mg)$$

思考2：如果将电场方向改为水平向右，则结果如何？

解（1）A点速度最小，F为等效重力，提供向心力

由牛顿第二定律： $F=mv_1^2/R$

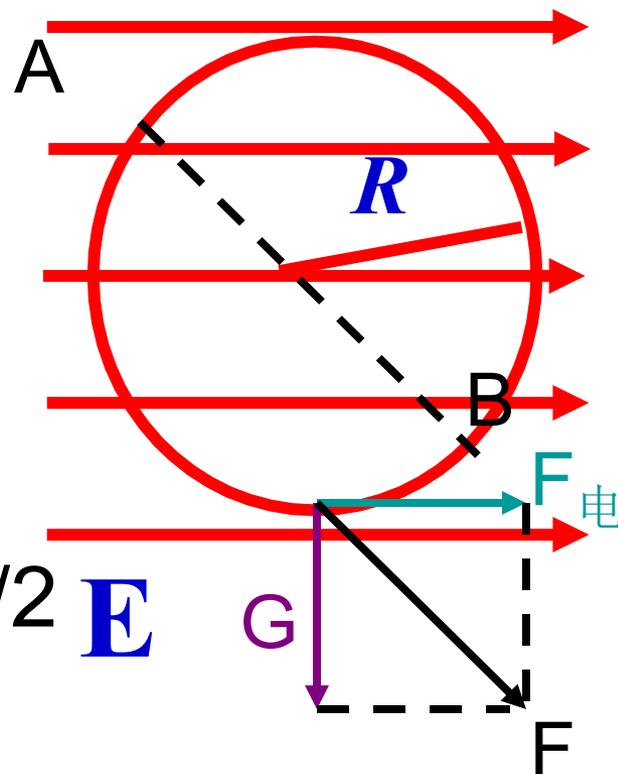
得 $v=(FR/m)^{1/2}$

（2）B点速度最大，合力提供向心力

由牛顿第二定律： $T-F=m_1v^2/R$

由动能定理： $2FR=mv_2^2/2-mv_1^2/2$

得 $T=6F=6(G^2+q^2E^2)^{1/2}$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/038136032033006063>