

天体运动历年真题

2012 年 21. 假设地球是一半径为 R 、质量分布均匀的球体。一矿井深度为 d 。已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。矿底部和地面处的重力加速度大小之比为

- A. $1 - \frac{d}{R}$ B. $1 + \frac{d}{R}$ C. $(\frac{R-d}{R})^2$ D. $(\frac{R}{R-d})^2$

2013 年 20. 2012 年 6 月 18 日，神州九号飞船与天宫一号目标飞行器在离地面 343km 的近圆形轨道上成功进行了我国首次载人空间交会对接。对接轨道所处的空间存在极其稀薄的大气。下面说法正确的是

- A. 为实现对接，两者运行速度的大小都应介于第一宇宙速度和第二宇宙速度之间
B. 如不加干预，在运行一段时间后，天宫一号的动能可能会增加
C. 如不加干预，天宫一号的轨道高度将缓慢降低
D. 航天员在天宫一号中处于失重状态，说明航天员不受地球引力作用

2013 广东 14. 如图 3，甲、乙两颗卫星以相同的轨道半径分别绕质量为 M 和 $2M$ 的行星做匀速圆周运动，下列说法正确的是

- A. 甲的向心加速度比乙的小 B. 甲的运行周期比乙的小
C. 甲的角速度比乙大 D. 甲的线速度比乙大

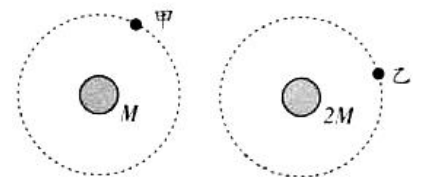


图 3

2016 全国 17. 利用三颗位置适当的地球同步卫星，可使地球赤道上任意两点之间保持无线电通讯，目前地球同步卫星的轨道半径为地球半径的 6.6 倍，假设地球的自转周期变小，若仍仅用三颗同步卫星来实现上述目的，则地球自转周期的最小值约为

- A. 1h B. 4h C. 8h D. 16h

2014 全国 19.太阳系各行星几乎在同一平面内沿同一方向绕太阳做圆周运动。当地球恰好运行到某地外行星和太阳之间，且三者几乎排成一条直线的现象，天文学称之为“行星冲日”。据报道，2014 年各行星冲日的时间分别为：1 月 6 日木星冲日；5 月 11 日土星冲日；8 月 29 日海王星冲日；10 月 8 日天王星冲日。已知地球及各地外行星绕太阳运动的轨道半径如下表所示，则下列判断正确的是

	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
轨道半径	1.0	1.5	5.2	9.5	19	30

- A、各地外行星每年都会出现冲日现象
- B、在 2015 年内一定会出现木星冲日
- C、天王星相邻两次冲日的时间间隔为土星的一半
- D、地外行星中，海王星相邻两次冲日的时间间隔最短

2015 全国 21. 我国发射的“嫦娥三号”登月探测器靠近月球后，先在月球表面附近的近似圆轨道上绕月运行；然后经过一系列过程，在离月面 4m 高处做一次悬停(可认为是相对于月球静止)；最后关闭发动机，探测器自由下落。已知探测器的质量约为 $1.3\times10^3\text{ kg}$ ，地球质量约为月球的 81 倍，地球半径约为月球的 3.7 倍，地球表面的重力加速度大小约为 9.8m/s^2 。则此探测器

- A. 在着陆前的瞬间，速度大小约为 8.9 m/s
- B. 悬停时受到的反冲作用力约为 $2\times10^3\text{N}$
- C. 从离开近月圆轨道到着陆这段时间内，机械能守恒
- D. 在近月圆轨道上运行的线速度小于人造卫星在近地圆轨道上运行的线速度

第 1 章

1. 两种电荷：丝绸摩擦过的玻璃棒带正电荷，毛皮摩擦过的橡胶棒带负电荷。

物体带电的三种方式：摩擦起电、感应起电、接触起电

静电感应：靠近带电体一端带异种电荷（近异），远离带电体一端带同种电荷（远同）

3. 电荷量（电量）：电荷的多少，用 Q 、 q 表示，单位：库仑，用 C 表示。自然界最小的电荷量叫元电荷，用 e 表示， $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ ，自然界中任何带电体所带电量都是 e 的整数倍。

比荷（荷质比）：带电体的电量与质量的比值

4. 库仑定律：真空中两个静止点电荷之间的相互作用力，与它们的电荷量的乘积成正比，与它们的距离的平方成反比，作用力的方向在它们的连线上。

即： $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 其中 k 为静电力常量， $k = 9.0 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$

5. 电场强度（场强）：描述电场强弱和方向的物理量，电场中某点的场强等于试探电荷所受电场力与该电荷电量的比值。即： $E = \frac{F}{q}$ ，国际单位： V/m 、 N/C

方向规定：电场中某点的电场强度的方向跟正电荷在该点所受的静电力的方向相同，跟负电荷在该点受力方向相反。特别说明：电场强度与 F 、 q 无关

电荷间的相互作用是通过电场发生的，电场是客观存在的一种物质。

真空中点电荷产生的电场场强表达式： $E = \frac{kQ}{r^2}$ ，其中 Q 是场源电荷的电量

6. 电场线：电场线上某点切线方向为该点的电场强度的方向，电场线的疏密表示电场的强弱。

电场线的特点：（1）电场线从正电荷或无限远出发，终止于无限远或负电荷。

（2）电场线在电场中不相交，电场线是假想的曲线。

7. 匀强电场：电场中各点电场强度的大小相等、方向相同。匀强电场的电场线是均匀的平行线。

8. 静电力做功的特点：静电力做的功与电荷的起点到终点沿电场方向的距离有关，与电荷的运动路径无关。静电力做的功等于电势能的减少量： $W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$

电荷在某点的电势能等于静电力把它从该点移动到零势能位置时所做的功。

9. **电势**：电荷在电场中某点的电势能与它的电荷量的比值。**特别说明**：电势与 E_p 、 q 无关

即： $\varphi = \frac{E_p}{q}$ 式中各个量数值有正负之分，电势是标量，单位：伏特 用 V 表示

零电势（零电势能）位置的选取：通常选取无限远处或大地，电势和电势能都有正负值。

10. **等势面**：电场中电势相同的各点构成的面

电场线跟等势面垂直，并且由电势高的等势面指向电势低的等势面。

11. **电势差**：电场中两点间电势的差值。记作： $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B, U_{BA} = \varphi_B - \varphi_A$

电场力做功与电势差的关系： $W_{AB} = qU_{AB}$

12. **电势差与电场强度的关系**： $U_{AB} = Ed$

13. **静电现象的应用**：静电除尘、静电喷涂、静电复印

静电平衡状态：指导体处于静电平衡状态，其内部场强为 0。

处于静电平衡状态的整个导体是个等势体，它的表面是个等势面。

静电屏蔽就是利用了静电平衡原理。

静电平衡时，导体上的电荷分布有两个特点：

（1）导体内没有电荷，电荷只分布在导体的外表面；

（2）导体表面，越尖锐的位置，电荷的密度越大，凹陷的位置几乎没有电荷。

14. **电容器的电容**：电容器所带电荷量 Q 与电容器两极板间的电势差 U 的比值，即： $C = \frac{Q}{U}$ 其中

C 的大小与 Q 、 U 无关。单位：法拉，用 F 表示，还有常用单位： $\mu F, pF$

$1F = 10^6 \mu F = 10^{12} pF$ 电容是表示电容器容纳电荷本领的物理量。

对于平行板电容器的电容： $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ ， ϵ 是极板间电介质的相对介电常数， S 是两极板相对面积，

d 为极板间距， k 为静电力常量， C 的大小取决于 ϵ, S, k, d 的大小。

有关结论：1、正电荷沿电场线的方向，电场力做正功，电势能减少，电场的电势降低

2、正电荷逆电场线的方向，电场力做负功，电势能增加，电场的电势升高

3、负电荷沿电场线的方向，电场力做负功，电势能增加，电场的电势降低

4、负电荷逆电场线的方向，电场力做正功，电势能减少，电场的电势升高

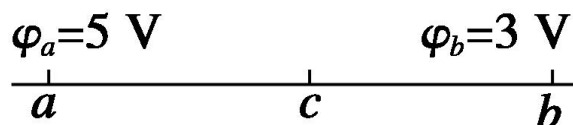
5、在匀强电场中电场线的方向就是电场的方向

6、沿电场线的方向，电场的电势逐渐降低。

静电场

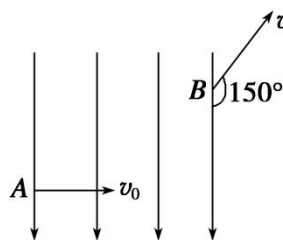
一、选择题

1. 如图所示，a、b、c 为电场中同一条电场线上的三点，c 为 ab 的中点，a、b 点的电势分别为 $\varphi_a = 5 \text{ V}$ ， $\varphi_b = 3 \text{ V}$ ，下列叙述正确的是()



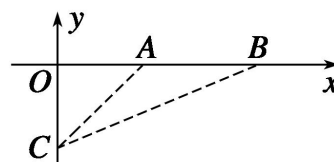
- A. 该电场在 c 点处的电势一定为 4 V
- B. a 点处的场强一定大于 b 处的场强
- C. 一正电荷从 c 点运动到 b 点电势能一定减少
- D. 一正电荷运动到 c 点时受到的静电力由 c 指向 a

2. 如图所示，一个电子以 100 eV 的初动能从 A 点垂直电场线方向飞入匀强电场，在 B 点离开电场时，其速度方向与电场线成 150° 角，则 A 与 B 两点间的电势差为()



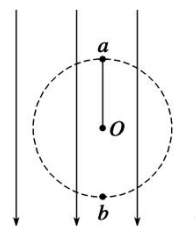
- A. 300 V
- B. -300 V
- C. -100 V
- D. $-\frac{100}{3} \text{ V}$

3. 如图所示，在电场中，将一个负电荷从 C 点分别沿直线移到 A 点和 B 点，克服静电力做功相同。该电场可能是()



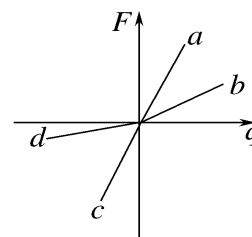
- A. 沿 y 轴正向的匀强电场
- B. 沿 x 轴正向的匀强电场
- C. 第 I 象限内的正点电荷产生的电场
- D. 第 IV 象限内的正点电荷产生的电场

4. 如图所示，用绝缘细线拴一带负电小球，在竖直平面内做圆周运动，匀强电场方向竖直向下，则()



- A. 当小球运动到最高点 a 时，线的张力一定最小
- B. 当小球运动到最低点 b 时，小球的速度一定最大
- C. 当小球运动到最高点 a 时，小球的电势能最小
- D. 小球在运动过程中机械能不守恒

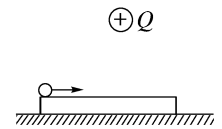
5. 在静电场中 a、b、c、d 四点分别放一检验电荷，其电量可变，但很小，结果测出检验电荷所受电场力与电荷电量的关系如图所示，由图线可知 ()



- A. a、b、c、d 四点不可能在同一电场线上
- B. 四点场强关系是 $E_c = E_a > E_b > E_d$
- C. 四点场强方向可能不相同
- D. 以上答案都不对

6. 如图所示，在水平放置的光滑接地金属板中点的正上方，有带正电的点电荷 Q ，一表面绝缘带正电的金属球(可视为质点，且不影响原电场)自左以速度 v_0 开始在金属板上向右运动，在运动过程中 ()

- A. 小球做先减速后加速运动 B. 小球做匀速直线运动
C. 小球受的电场力不做功 D. 电场力对小球先做正功后做负功



7. 如图所示，一个带正电的粒子以一定的初速度垂直进入水平方向的匀强电场。若不计重力，图中的四个图线中能描述粒子在电场中的运动轨迹的是 ()

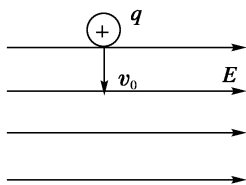


图 1

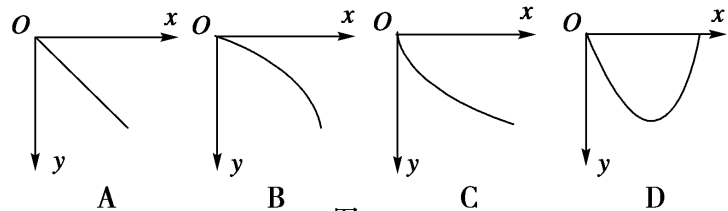
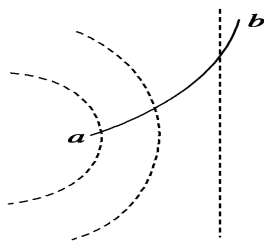


图 2

8. 图中虚线是用实验方法描绘出的某一静电场中的一簇等势线，若不计重力的带电粒子从 a 点射入电场后恰能沿图中的实线运动， b 点是其运动轨迹上的另一点，则下述判断正确的是 ()

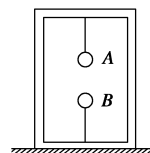
- A. b 点的电势一定高于 a 点 B. a 点的场强一定大于 b 点
C. 带电粒子一定带正电 D. 带电粒子在 b 点的速率一定小于在 a 点的速率



9. 如图所示，在粗糙水平面上固定一点电荷 Q ，在 M 点无初速度释放一带有恒定电量的小物块，小物块在 Q 的电场中运动到 N 点静止，则从 M 点运动到 N 点的过程中 ()

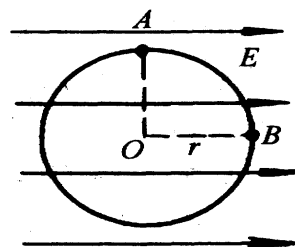
- A. 小物块所受电场力逐渐减小 B. 小物块具有的电势能逐渐减小
C. M 点的电势一定高于 N 点的电势 D. 小物块电势能变化量的大小一定等于克服摩擦力做的功

10. 如图所示, A, B 两个带有异种电荷的小球分别被两根绝缘细线系在木盒内, 且在同一竖直线上, 静止时木盒对地面的压力为 F_N , 细线对 B 的拉力为 F . 若将系 B 的细线断开, 下列说法中正确的是 ()



- A. 刚断开时木盒对地的压力等于 F_N B. 刚断开时木盒对地的压力等于 $F_N + F$
 C. 刚断开时木盒对地的压力等于 $F_N - F$ D. 在 B 向上运动的过程中, 木盒对地的压力逐渐变大

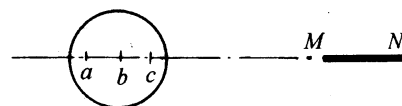
11. 有一匀强电场, 其场强为 E , 方向水平向右, 把一个半径为 r 的光滑绝缘环, 竖直放置于场中, 环面平行于电场线, 环的顶点 A 穿有一个质量为 m , 电量为 $q(q>0)$ 的空心小球, 如图所示, 当小球由静止开始从 A 点下滑 $1/4$ 圆周到 B 点时, 小球对环的压力



大小为: ()

- A. $2mg$ B. qE C. $2mg + qE$ D. $2mg + 3qE$

12. 如图所示, 一金属球原来不带电. 现沿球的直径的延长线放置一均匀带电的细杆 MN, 金属球感应电荷产生的电场在球内直径上 a、b、c 三点的场强大小分别为 E_a 、 E_b 、 E_c , 三者相比, 则: ()



- A. E_a 最大 B. E_b 最大 C. E_c 最大 D. $E_a = E_b = E_c$

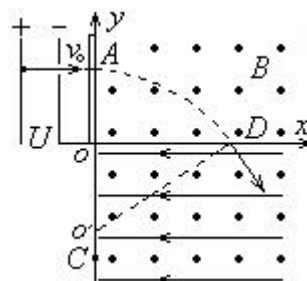
解: (1) 由动能定理可知, 粒子穿过铅板前的动能为: $E_{k0} = qU$

穿过铅板后由牛顿第二定律得: $qvB = m \frac{v^2}{R}$

由几何知识得: $R = \frac{L}{\sin 60^\circ}$, 解得: $v = \frac{2qLB}{\sqrt{3}m}$

粒子穿过铅板后的动能为: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{2B^2L^2q^2}{3m}$

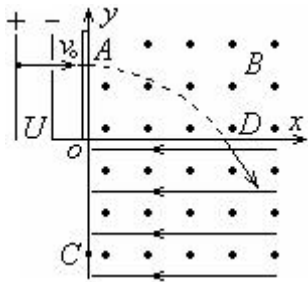
因此粒子穿过铅板后动能的损失为 $\Delta E_k = E_{k0} - E_k = qU - \frac{2q^2B^2l^2}{3m}$ 。



(2) 从 D 到 C 只有电场力对粒子做功, 电场力做功与路径无关, 根据动能定理, 有

$$qEl = \frac{1}{2}mv_c^2 - \frac{1}{2}mv^2, \text{ 解得 } v_c = \sqrt{\frac{4q^2B^2l^2}{3m^2} - \frac{2qEl}{m}}$$

15. 如图所示，在y轴的右方有一磁感应强度为 B ，方向垂直纸面向外的匀强磁场，在x轴的下方有一场强为 E ，方向平行x轴向左的匀强电场，有一铅板旋转在y轴处且与纸面垂直。现有一质量为 m ，带电量为 q 的粒子由静止经过加速电压为 U 的电场加速后以垂直于铅板的方向从A处穿过铅板，然后从x轴的D处以与x轴正方向夹角为 60° 的方向进入电场和磁场重叠区域，最后到达y轴上的C点。已知 OD 长为 L ，不计粒子的重力。求：(1)粒子经过铅板时损失的动能。(2)粒子到达C点时速度的大小。



- | | | | |
|---------------|----------------|---------------|-------|
| 2012 全国 21.A | 2013 全国 20.BC | 2013 广东 14.A | |
| 2014 全国 19、BD | 2015 全国 21. BD | 2016 全国 17. B | |
| 1. C | 2. B | 3. AD | 4. CD |
| 5.B | 6. BC | 7. C | 8.BD |
| 9.ABD | 10.BD | 11.D | 12.C |