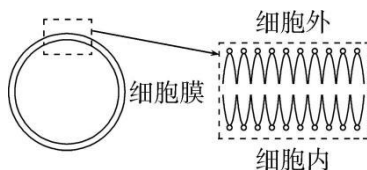


课时作业 43 电场能的性质

基础达标练

1. 如图为人体细胞膜的模型图，它由磷脂双分子层组成，双分子层之间存在电压（生物学上称为膜电位）。实验小组研究了某小块均匀的细胞膜，该细胞膜可简化成厚度为 d 、膜内为匀强电场的模型。初速度为零的正一价钠离子仅在电场力的作用下通过双分子层，则该过程中以下说法正确的是（ ）

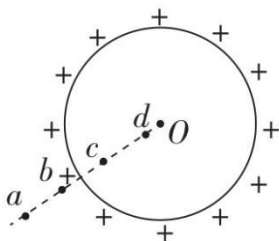


- A. 膜内电势处处相等
- B. 钠离子的加速度越来越大
- C. 钠离子的电势能越来越小
- D. 若膜电位不变，当 d 越大时，钠离子通过双分子层的速度越大

【答案】C

【解析】膜内存在匀强电场，沿电场方向电势逐渐降低，即膜内存在电势差，A 错误；膜内为匀强电场，则钠离子所受的电场力不变，由牛顿第二定律可知，钠离子的加速度不变，B 错误；初速度为零的正一价钠离子仅在电场力的作用下通过双分子层，则电场力对钠离子做正功，其电势能减小，C 正确；钠离子通过双分子层的过程由动能定理可知 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ ，若膜电位不变，钠离子通过双分子层的速度与 d 无关，D 错误。

2. [2024·江苏南通模拟] 如图所示为一带正电的金属球， a 、 b 、 c 、 d 为过圆心 O 的同一直线上的点，则（ ）

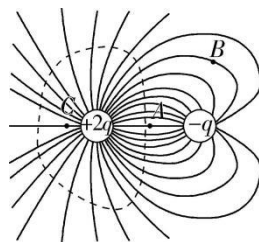


- A. a 点的电势比 b 点的低
- B. a 点的场强比 b 点的大
- C. c 点的电势比 d 点的低
- D. c 点的场强比 d 点的大

【答案】A

【解析】带正电的金属球的电荷均匀分布在球的外表面，电场线垂直球面向四周辐射，金属球内部场强处处为零，整个金属球为等势体；金属球外部离金属球越远，场强越小，电势越低，则有 $E_b > E_a > E_c = E_d$ ， $\varphi_c = \varphi_d > \varphi_b > \varphi_a$ ，故 A 正确，B、C、D 错误。

3. 如图所示是两个点电荷的电场线，虚线框为等势线，其中A、B、C三点的位置如图所示，其中A点为两点电荷连线的中点，设无穷远处电势为零，则（ ）

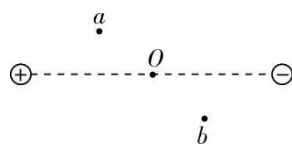


- A. A点的电势等于零
- B. $\varphi_C > \varphi_B > \varphi_A$
- C. 电荷仅在电场力作用下从A运动到C，电场力做功可能为0
- D. 负电荷在A点的电势能比在B点的小

【答案】D

【解析】若两点电荷为等量异种点电荷，则两点电荷连线中点的电势为零，因为两点电荷电荷量不等，所以A点的电势不等于零，选项 A 错误；根据沿着电场线方向电势降低可知，C点的电势高于虚线框上各点的电势，A点的电势略低于虚线框上各点的电势，而B点的电势低于A点的电势，所以有 $\varphi_C > \varphi_A > \varphi_B$ ，选项 B 错误；A、C两点的电势不等，则电势差不等于零，根据 $W = qU$ 可知，电荷仅在电场力作用下从A运动到C，电场力做功不可能为0，选项 C 错误；B点的电势低于A点的电势，负电荷在电势高的地方电势能小，则负电荷在A点的电势能比在B点的小，选项 D 正确。

4. 多选 纸面内固定有两个等量异种点电荷，a、b两点的位置如图所示，O既是两点电荷连线的中点，也是a、b连线的中点。下列说法正确的是（ ）



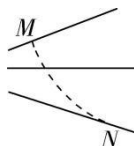
- A. a点的电势等于b点的电势
- B. a点的电场强度等于b点的电场强度

- C. 电子在 a 点的电势能小于在 b 点的电势能
D. 电子在 a 点受到的电场力大于在 b 点受到的电场力

【答案】BC

【解析】根据沿电场线方向电势降低以及 a 、 b 位置的对称性可知， a 点的电势高于 b 点的电势，故 A 错误；根据对称性可知， a 点的电场强度等于 b 点的电场强度，故 B 正确；因为电子带负电，根据 $E_p = -e\varphi$ 可知，电子在 a 点的电势能小于在 b 点的电势能，故 C 正确；根据 $F = eE$ 可知，电子在 a 点受到的电场力等于在 b 点受到的电场力，故 D 错误。

5. 如图所示，实线为某点电荷电场中的部分电场线（方向未画出），曲线 MN 为一带电粒子仅在静电力作用下的运动轨迹。则下列说法正确的是（ ）

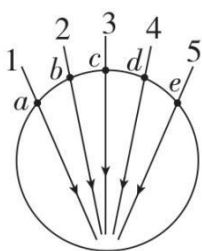


- A. 若粒子带负电，则场源电荷一定是正电荷
B. 粒子在 M 点的加速度一定小于它在 N 点的加速度
C. 粒子在 M 点的速率一定小于它在 N 点的速率
D. 粒子在 M 点的电势能一定小于它在 N 点的电势能

【答案】C

【解析】由题图可知，带电粒子所受的静电力沿电场线向右，若带电粒子带负电，则场源电荷一定是负电荷，故 A 错误。电场线的疏密表示电场强度大小，由题图知 M 点的电场强度大于 N 点的电场强度，由 $a = \frac{qE}{m}$ 知粒子在 M 点的加速度大于它在 N 点的加速度，故 B 错误。若粒子从 M 点运动到 N 点，静电力做正功，动能增大，电势能减小；若粒子从 N 点运动到 M 点，静电力做负功，动能减小，电势能增大，所以粒子在 M 点的速率一定小于它在 N 点的速率，在 M 点的电势能一定大于它在 N 点的电势能，故 C 正确，D 错误。

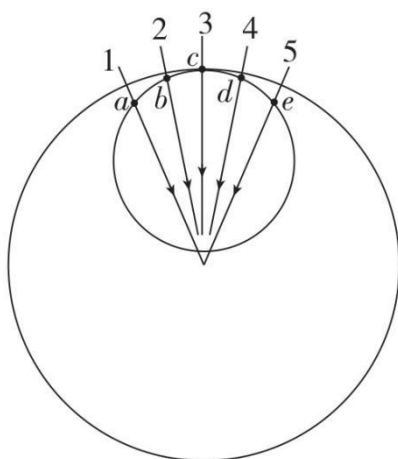
6. [2024 · 广东惠州模拟] 多选 真空中一点电荷形成的电场中的部分电场线如图所示，分别标记为 1、2、3、4、5，且 1、2 和 5、4 分别关于 3 对称。以电场线 3 上的某点为圆心画一个圆，圆与各电场线的交点分别为 a 、 b 、 c 、 d 、 e ，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 电场强度 $E_a > E_c$
- B. 电势 $\varphi_b > \varphi_d$
- C. 将一正电荷由 a 点移到 d 点，电势能增大
- D. 将一负电荷由 b 点移到 e 点，电场力做正功

【答案】AC

【解析】延长任意两条电场线交于一点，该点就是点电荷所在的位置，以点电荷所在位置为圆心作过 c 点的圆，如图所示，根据点电荷的性质可知，大圆上各点的电势相等，电场强度大小也相等，由图可知 a 点比 c 点距离点电荷更近，根据 $E = \frac{kQ}{r^2}$ ，有 $E_a > E_c$ ，故 A 正确； b 、 d 两点关于电场线 3 对称，与点电荷之间的距离相等，因此电势 $\varphi_b = \varphi_d$ ，故 B 错误；由电场线分布可知点电荷带负电，离负电荷越远，电势越高，则 d 点的电势比 a 点的电势高，而正电荷在电势高的地方电势能大，因此将一正电荷由 a 点移到 d 点，电势能增大，故 C 正确； e 点比 b 点离负电荷更近，所以 e 点的电势比 b 点的电势低，而负电荷在电势低的地方电势能大，因此将一负电荷由 b 点移到 e 点，该负电荷的电势能增大，电场力做负功，故 D 错误。



能力强化练

7. [2024·北京卷·11, 3分]如图所示,两个等量异种点电荷分别位于 M 、 N 两点, P 、 Q 是 MN 连线上的两点,且 $MP = QN$ 。下列说法正确的是()

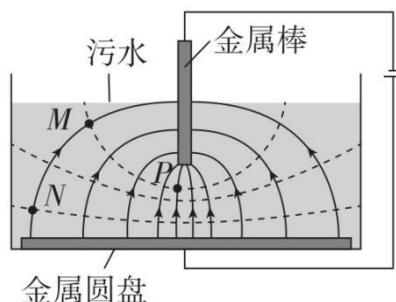


- A. P 点电场强度比 Q 点电场强度大
- B. P 点电势与 Q 点电势相等
- C. 若两点电荷的电荷量均变为原来的2倍, P 点电场强度大小也变为原来的2倍
- D. 若两点电荷的电荷量均变为原来的2倍, P 、 Q 两点间电势差不变

【答案】C

【解析】由等量异种点电荷的电场线分布特点知, P 、 Q 两点电场强度大小相等, A 错误;由沿电场线方向电势越来越低知, P 点电势高于 Q 点电势, B 错误;由电场叠加得 P 点电场强度 $E = k\frac{Q}{MP^2} + k\frac{Q}{NP^2}$,若两点电荷的电荷量均变为原来的2倍,则 P 点电场强度大小也变为原来的2倍,同理 Q 点电场强度大小也变为原来的2倍,而 P 、 Q 两点间距离不变,根据 $U = Ed$ 可知, P 、 Q 两点间电势差变大, C 正确, D 错误。

8. [2024·广东卷·8, 6分]多选 污水中的污泥絮体经处理后带负电,可利用电泳技术对其进行沉淀去污,基本原理如图所示。涂有绝缘层的金属圆盘和金属棒分别接电源正、负极,金属圆盘置于容器底部,金属棒插入污水中,形成如图所示的电场分布,其中实线为电场线,虚线为等势面, M 点和 N 点在同一电场线上, M 点和 P 点在同一等势面上。下列说法正确的有()



- A. M 点的电势比 N 点的低
- B. N 点的电场强度比 P 点的大
- C. 污泥絮体从 M 点移到 N 点,电场力对其做正功

D. 污泥絮体在 N 点的电势能比其在 P 点的大

【答案】AC

【解析】沿电场线方向电势降低， M 点电势比 N 点电势低，A 正确；电场线密处电场强度大，所以 P 点的电场强度比 N 点的大，B 错误；由于污泥絮体带负电，污泥絮体从 M 点移动到 N 点电场力对其做正功，C 正确； N 点电势高于 P 点电势，负电荷在电势高处电势能小，则污泥絮体在 N 点的电势能小于在 P 点的电势能，D 错误。

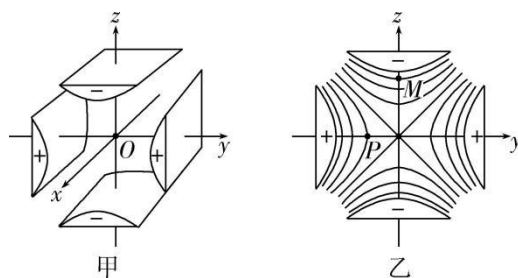
9. [2023·湖北卷·3, 4分]在正点电荷 Q 产生的电场中有 M 、 N 两点，其电势分别为 φ_M 、 φ_N ，电场强度大小分别为 E_M 、 E_N 。下列说法正确的是（ ）

- A. 若 $\varphi_M > \varphi_N$ ，则 M 点到电荷 Q 的距离比 N 点的远
- B. 若 $E_M < E_N$ ，则 M 点到电荷 Q 的距离比 N 点的近
- C. 若把带负电的试探电荷从 M 点移到 N 点，电场力做正功，则 $\varphi_M < \varphi_N$
- D. 若把带正电的试探电荷从 M 点移到 N 点，电场力做负功，则 $E_M > E_N$

【答案】C

【解析】电场线由正点电荷发出，且沿电场线方向电势降低，若 $\varphi_M > \varphi_N$ ，则 M 点到电荷 Q 的距离较近，A 错误。点电荷周围的场强 $E = k\frac{Q}{r^2}$ ，若 $E_M < E_N$ ，则 M 点到电荷 Q 的距离较远，B 错误。若把带负电的试探电荷从 M 点移到 N 点，电场力做正功，则其电势能减小，即 $E_{pM} > E_{pN}$ ，又由于试探电荷带负电，则 $\varphi_M < \varphi_N$ ，C 正确。若把带正电的试探电荷从 M 点移到 N 点，电场力做负功，则其电势能增加，即 $E_{pM} < E_{pN}$ ，又由于试探电荷带正电，则 $\varphi_M < \varphi_N$ ， N 点到电荷 Q 的距离较近，再由 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 知， $E_M < E_N$ ，D 错误。

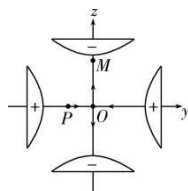
10. [2023·辽宁卷·9, 6分]多选 图甲为金属四极杆带电粒子质量分析器的局部结构示意图，图乙为四极杆内垂直于 x 轴的任意截面内的等势面分布图，相邻两等势面间电势差相等，则（ ）



- A. P 点电势比 M 点的低
- B. P 点电场强度大小比 M 点的大
- C. M 点电场强度方向沿 z 轴正方向
- D. 沿 x 轴运动的带电粒子，电势能不变

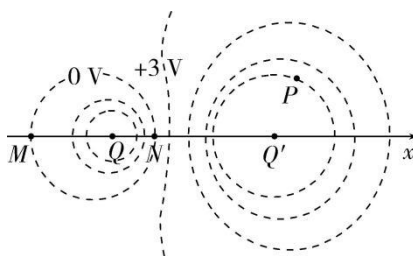
【答案】CD

【解析】由题图甲知 x 轴上的电场强度为 0，



沿 y 轴和 z 轴的电场线如图所示，C 正确；由沿电场线方向电势降低可知， $\varphi_P > \varphi_O > \varphi_M$ ，A 错误；等差等势面较密集的地方电场强度较大，故 P 点的电场强度比 M 点的小，B 错误； x 轴上电场强度处处为 0，所以沿 x 轴运动的带电粒子电势能不变，D 正确。

11. [2022 · 重庆卷 · 8, 5 分]多选 如图为两点电荷 Q 、 Q' 的电场等势面分布示意图， Q 、 Q' 位于 x 轴上，相邻等势面的电势差为 3V。若 x 轴上的 M 点和 N 点位于 0V 等势面上， P 为某等势面上一点，则 ()



- A. N 点的电场强度大小比 M 点的大
- B. Q 为正电荷
- C. M 点的电场方向沿 x 轴负方向
- D. P 点与 M 点的电势差为 12V

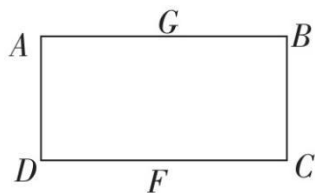
【答案】AD

【解析】等差等势面密集处场强大，由题图可知 N 点的电场强度大小比 M 点的大，A 正确。沿着电场线方向电势逐渐降低，由图可知电场线由 N 指向 Q ，则 Q 为负电荷，故可知 M 点的电场方向沿 x 轴正方向，B、C 错误。 M 点与 N 点在同一等势面

上，电势均为 0V ， P 点与 N 点等势面间隔四个，而相邻等势面的电势差为 3V ，则 P 点与 M 点的电势差为 12V ，D 正确。

素养综合练

12. [2024·湖北黄石模拟] 如图所示，长方形 $ABCD$ 所在平面有匀强电场， G 、 F 分别为 AB 边、 CD 边中点，已知 AB 边长为 8cm 、 BC 边长为 4cm 。将电子从 C 点移动到 D 点，电场力做功为 20eV ；将电子从 G 点移动到 F 点，电场力做功为 -10eV ，下列说法正确的是 ()



- A. 长方形 $ABCD$ 的四个顶点中， D 点的电势最高
- B. 匀强电场的电场强度大小为 $5\sqrt{2}\text{V/cm}$
- C. 沿 AC 连线方向，电势降低最快
- D. 从 D 点沿 DC 方向发射动能为 4eV 的电子，在以后的运动过程中该电子最小动能为 2eV

【答案】D

【解析】 由于电子带负电，根据 $U = \frac{W}{q}$ 可知，将电子从 C 点移动到 D 点，电场力做功为 20eV ，则有 $U_{CD} = -20\text{V}$ ，将电子从 G 点移动到 F 点，电场力做功为 -10eV ，则有 $U_{GF} = 10\text{V}$ ，取 F 点电势为零， $\varphi_G = 10\text{V}$ ，由于 F 为 CD 边中点，则有 $\varphi_F = \frac{\varphi_C + \varphi_D}{2}$ ，可得 $\varphi_C = -10\text{V}$ ， $\varphi_D = 10\text{V}$ ，则 DG 为等势面。根据等势面与电场线垂直及沿电场线方向电势逐渐降低，可知电场线沿 AF 方向，如图所示，可知沿 AF 方向电势降低最快， A 点的电势最高，故 A、C 错误；匀强电场的场强大小为 $E = \frac{U_{DF}}{DF \cos 45^\circ} = \frac{5\sqrt{2}}{2}\text{V/cm}$ ，故 B 错误；从 D 点沿 DC 方向发射动能为 4eV 的电子，则该电子在电场中做类斜抛运动，则当电子沿电场线方向上的分速度为零时，电子的动能最小，此时电子的速度为 $v_{\min} = v \cos 45^\circ$ ，由于电子的发射动能为 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，则最小动能为 $E_{k\min} = \frac{1}{2}mv_{\min}^2 = 2\text{eV}$ ，故 D 正确。

