

2023 北京日坛中学高二 10 月月考

物 理

时长: (90) 分

第一部分 (选择题共 54 分)

一、选择题: 本部分共 18 小题, 每小题 3 分, 共 54 分。在每小题列出的四个选项中, 选出最符合题目要求的一项。把答案用 2B 铅笔填涂在答题卡上。

1. 以下物理量属于矢量的是 ()

- A. 电势 B. 电容 C. 电势能 D. 电场强度

2. 关于各种“电荷”, 下列说法中正确的是 ()

A. 元电荷就是电子

B. 电场强度定义式 $E = \frac{F}{q}$ 中, q 指的是场源电荷的电荷量

C. 体积很小的带电小球一定可以看成点电荷

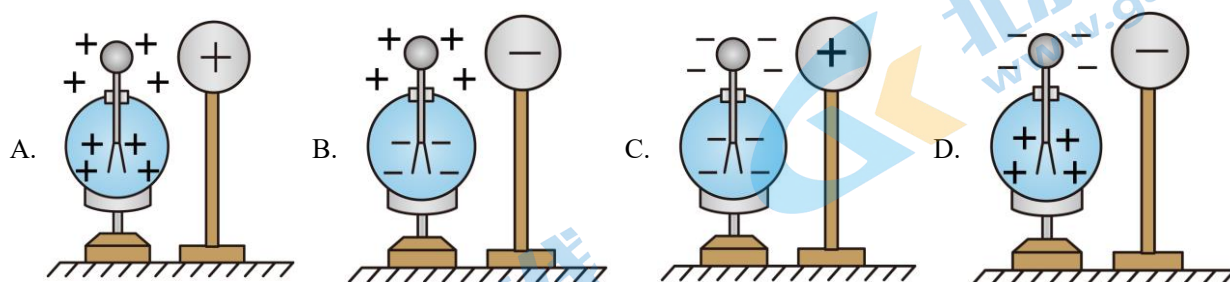
D. 点电荷场强公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 中, Q 指的是场源电荷的电荷量

3. 完全相同的两个金属小球 A 、 B 带电分别为 $+3Q$ 、 $-Q$, 相隔一定距离, 两球之间库伦力的大小是 F 。

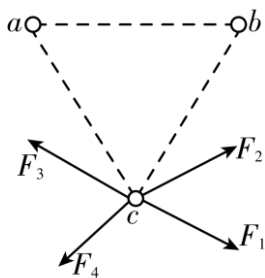
今让两金属球接触后放回原来的位置。这时 A 、 B 两球之间的作用力大小是 ()

- A. $\frac{F}{3}$ B. $\frac{F}{4}$ C. $\frac{3F}{4}$ D. $\frac{4F}{3}$

4. 使用带电的金属球靠近不带电的验电器, 验电器的箔片张开。下列各图表示验电器上感应电荷的分布情况, 正确的是 ()

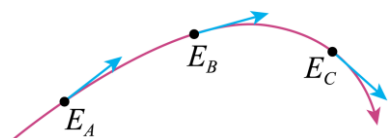


5. 如图, 三个完全相同的金属小球 a 、 b 、 c 位于等边三角形的三个顶点上, 其中 a 和 c 带正电, b 带负电, a 所带电荷量比 b 的少。已知 c 受到 a 和 b 的静电合力可用图中四条有向线段中的一条来表示, 它是 ()



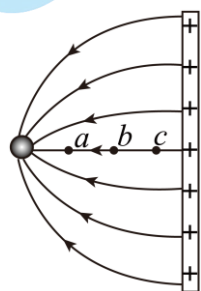
- A. F_1 B. F_2 C. F_3 D. F_4

6. 如图所示为电场中某条电场线的示意图，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 电场线是电场中实际存在的线
B. 电场线上每点的切线方向表示电场中该点的电场强度方向
C. 电场线在电场中可以相交
D. 把一带正电的粒子从 A 点静止释放，仅考虑电场力的作用，它将沿电场线运动

7. 如图为一静电除尘装置内部某一区域内的电场线分布。 a 、 b 、 c 是同一条电场线上的三个点，其电场强度大小分别为 E_a 、 E_b 、 E_c ，电势分别为 φ_a 、 φ_b 、 φ_c ，下列判断正确的是（ ）



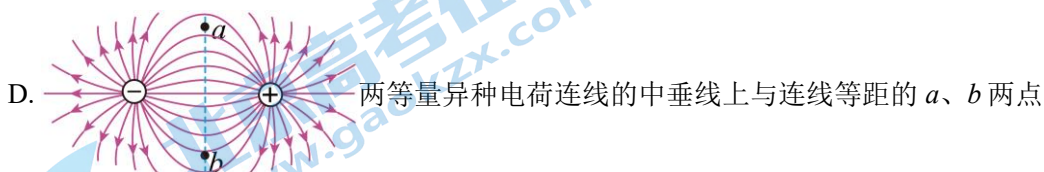
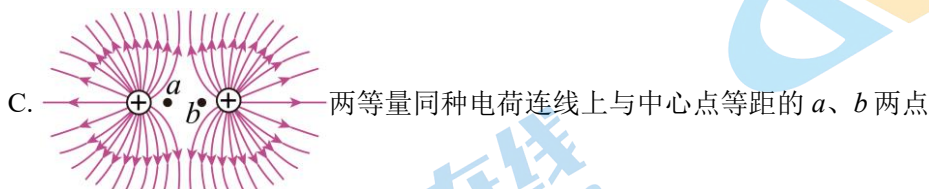
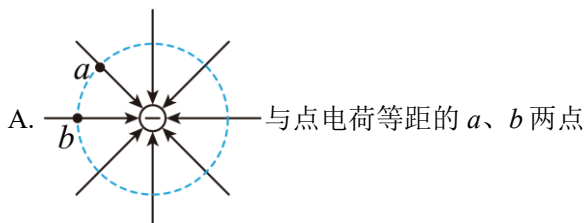
- A. $E_a > E_b$ $\varphi_a > \varphi_b$ B. $E_a < E_b$ $\varphi_a < \varphi_b$
C. $E_b = E_c$ $\varphi_b = \varphi_c$ D. $E_b > E_c$ $\varphi_b < \varphi_c$

8. 如图所示，某电场中 A 、 B 两点的电势差 $U_{AB} = 10\text{V}$ 。若将一电荷量 $q = +2 \times 10^{-11}\text{C}$ 的点电荷从 B 点移到 A 点，电势能变化为（ ）

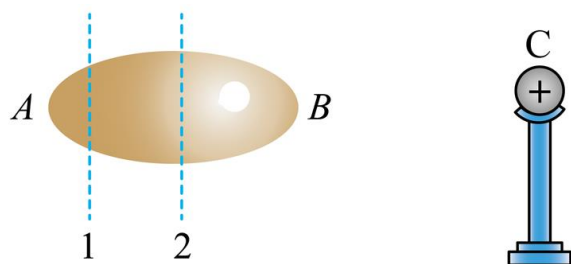


- A. 增加 $2 \times 10^{-12}\text{J}$ B. 减少 $2 \times 10^{-12}\text{J}$
C. 减少 $2 \times 10^{-10}\text{J}$ D. 增加 $2 \times 10^{-10}\text{J}$

9. 在如图所示的四种电场中，分别标记有 a 、 b 两点，其中 a 、 b 两点的电势相等、电场强度大小和方向也相同的是（ ）



10. 如图所示，将带正电的导体球 C 靠近不带电的导体。若沿虚线 1 将导体分成 A 、 B 两部分，这两部分所带电荷量分别为 Q_A 、 Q_B ；若沿虚线 2 将导体分成两部分，这两部分所带电荷量分别为 Q'_A 和 Q'_B 。下列说法正确的是 ()



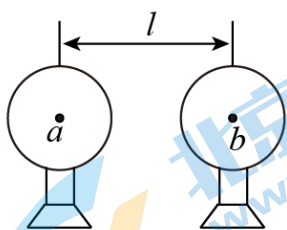
A. $Q_A = Q_B$ ， A 部分带正电

B. $Q_A = Q_B$ ， A 部分带负电

C. $Q'_A < Q'_B$ ， A 部分带正电

D. $Q'_A < Q'_B$ ， A 部分带负电

11. 如图所示，两个质量均为 m 的完全相同的金属球壳 a 和 b ，其壳层的厚度和质量分布均匀，将它们固定于绝缘支架上，两球心间的距离 l 是球半径的 3 倍。若使它们带上等量异种电荷，使其电荷量的绝对值均为 Q ，那么关于 a 、 b 之间的万有引力 $F_{\text{引}}$ 和库仑力 $F_{\text{库}}$ 的表达式中正确的是 ()



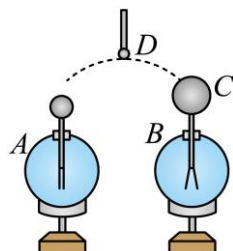
A. $F_{\text{引}} = G \frac{m^2}{l^2}$ ， $F_{\text{库}} = k \frac{Q^2}{l^2}$

B. $F_{\text{引}} > G \frac{m^2}{l^2}$ ， $F_{\text{库}} > k \frac{Q^2}{l^2}$

C. $F_{\text{引}} = G \frac{m^2}{l^2}$, $F_{\text{库}} > k \frac{Q^2}{l^2}$

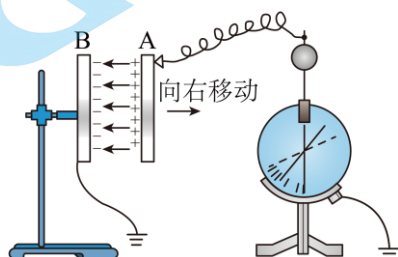
D. $F_{\text{引}} < G \frac{m^2}{l^2}$, $F_{\text{库}} < k \frac{Q^2}{l^2}$

12. 为了研究空腔导体内外表面的电荷分布情况，取两个验电器 A 和 B，在 B 上装一个几乎封闭的空心金属球 C（仅在上端开有小孔），D 是带有绝缘柄的金属小球，如图所示。实验前他们都不带电，实验时首先将带正电的玻璃棒（图中未画出）与 C 接触使 C 带电。以下说法正确的是（ ）



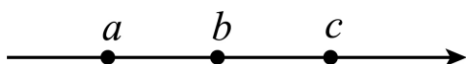
- A. 若将带正电的玻璃棒接触 C 外表面，则 B 的箔片带负电
- B. 若将带正电的玻璃棒接触 C 内表面，则 B 的箔片不会带电
- C. 使 D 接触 C 的外表面，然后接触 A，操作若干次，观察到 A 的箔片张角变大
- D. 使 D 接触 C 的内表面，然后接触 A，操作若干次，观察到 A 的箔片张角变大

13. 在如图所示的实验装置中，一带电平行板电容器的极板 A 与一静电计相接，极板 B 接地。若极板 A 稍向右移动一点，则下列说法中正确的是（ ）



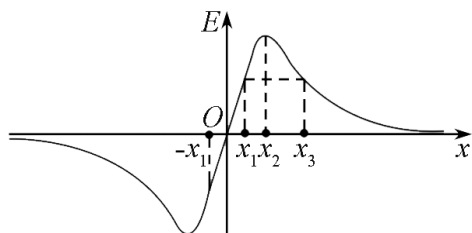
- A. 静电计指针偏角变小
- B. 静电计指针偏角不变
- C. 极板上的电荷量几乎不变，两极板间的电压变大
- D. 极板上的电荷量几乎不变，两极板间的电压变小

14. 如图所示，a、b、c 是由正点电荷形成的电场中一条电场线上的三个点，已知 $ab = bc$ ，a、b 两点间电势差为 $10V$ ，则 b、c 两点间电势差（ ）



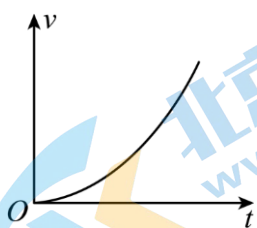
- A. 小于 $10V$
- B. 等于 $10V$
- C. 大于 $10V$
- D. 条件不足，无法判断

15. 空间有一沿 x 轴对称分布的电场，其电场强度 E 随 x 变化的图像如图所示。下列说法正确的是



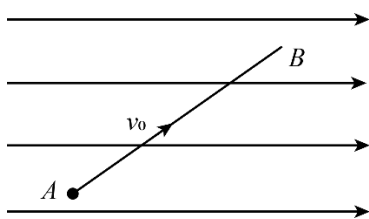
- A. O 点的电势最低
- B. x_2 点的电势最高
- C. x_1 和 $-x_1$ 两点的电势相等
- D. x_1 和 x_3 两点的电势相等

16. M 、 N 是一条电场线上的两点。在 M 点由静止释放一个 α 粒子（带正电），粒子仅在电场力的作用，沿着电场线从 M 点运动到 N 点，粒子的速度随时间变化的规律如图所示。以下判断正确的是（ ）



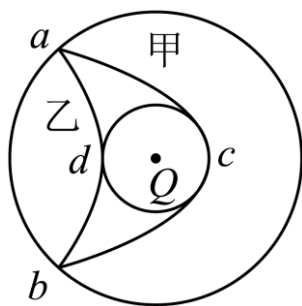
- A. 该电场可能是匀强电场
- B. α 粒子在 M 点所受电场力大于在 N 点所受电场力
- C. M 点的电势高于 N 点的电势
- D. M 点到 N 点， α 粒子的电势能逐渐增大

17. 如图所示，在水平方向的匀强电场中，一初速度为 v_0 的带电微粒沿着竖直平面内的直线由 A 点运动到 B 点的过程中，微粒的（ ）



- A. 电势能一定减少，动能一定减少
- B. 电势能一定增加，动能一定增加
- C. 电势能一定减少，动能一定增加
- D. 电势能一定增加，动能一定减少

18. 如图所示，在点电荷 Q 形成的电场中， a 、 b 两点在同一等势面上， c 、 d 两点在另外同一等势面上，甲、乙两带电粒子的运动轨迹分别为 acb 曲线和 adb 曲线。若两粒子通过 a 点时具有相同的动能，仅考虑电场力的作用，则下列说法中不正确的是（ ）

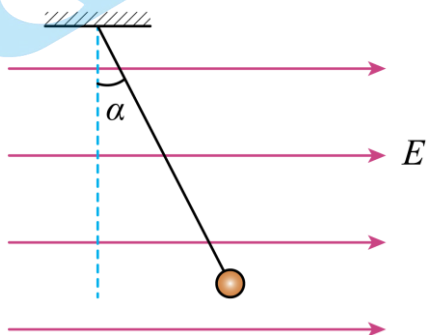


- A. 甲、乙两粒子带异种电荷
 B. 甲粒子经过 c 点时与乙粒子经过 d 点时的动能相同
 C. 两粒子经过 b 点时的动能相同
 D. 若取无穷远处为零电势，则甲粒子在 c 点的电势能小于乙粒子在 d 点时的电势能

第二部分（计算题 共 46 分）

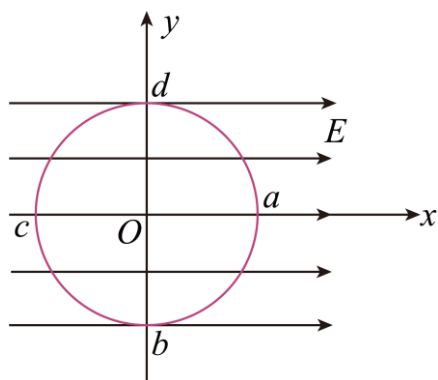
19. 如图所示，一条长为 L 的细线上端固定，下端栓一个质量为 m 的带电量为 q 的小球，将它置于一方向水平向右的匀强电场中，当细线与竖直方向夹角为 α 时，小球处于静止状态，重力加速度为 g 。求

- (1) 小球所带电性；
- (2) 小球所受电场力的大小；
- (3) 匀强电场的场强大小。



20. 如图所示，以 O 为圆心、 r 为半径的圆与坐标轴的交点分别为 a 、 b 、 c 、 d ，空间有方向与 x 轴正方向相同的匀强电场，同时在 O 点固定一个电荷量为 $+Q$ 的点电荷。如果把一个电荷量为 $-q$ 的试探电荷放在 c 点，则恰好平衡，静电力常量为 k ，则：

- (1) 匀强电场的场强大小为多少？
- (2) a 、 d 两点的实际场强大小分别为多少？
- (3) cd 间的电势差？
- (4) 该电荷从 c 运动到 d 的过程中，电场力做了多少功？



21. 场是一种物质存在的形式，我们可以通过研究物质在场中受力情况来研究场的强弱。如：在研究电场时我们引入了电场强度描述电场的强弱。

(1) 真空中有一点电荷所带电荷量为 $+Q$ ，试根据库仑定律和电场强度的定义式，推导出距离点电荷 $+Q$ 为 r 处的电场强度的表达式，静电力常量为 k ；

(2) 地球周围存在引力场，我们可以借鉴研究电场的方法来研究地球周围的引力场。为研究方便我们将地球视为质量分布均匀的球体，已知地球质量为 M ，引力常量为 G 。

a. 仿照电场强度的定义，试写出地球外部距离地心 r 处引力场强“ $E_{\text{引}}$ ”的表达式；

b. 引力场中的物体具有引力势能，电场中的电荷具有电势能，请说明为什么这两种场可以引入“势能”的概念。

22. 如果场源是多个点电荷，电场中某点的电场强度为各个点电荷单独在该点产生的电场强度的矢量和，电场中某点的电势为各个点电荷单独在该点产生电势的代数和。

若规定无限远处的电势为零，真空中点电荷周围某点的电势 φ 可表示为 $\varphi = k \frac{Q}{r}$ ，其中 k 为静电力常量，

Q 为点电荷的电荷量， r 为该点到点电荷的距离。

(1) 如图所示， M 、 N 是真空中两个电荷量均为 $+Q$ 的固定点电荷， M 、 N 间的距离为 d ， OC 是 MN 连线中垂线， $\angle OCM = 30^\circ$ 。已知静电力常量为 k ，规定无限远处的电势为零。求：

a. C 点的电场强度；

b. C 点的电势。

(2) 如图所示，一个半径为 R 、电荷量为 $+Q$ 的均匀带电细圆环固定在真空中，环面水平。一质量为 m 、电荷量 $-q$ 的带电液滴，从环心 O 正上方 D 点由静止开始下落。已知 D 、 O 间的距离为 $\frac{4}{3}R$ ，静电力常量为 k ，重力加速度为 g 。求液滴到达 O 点时速度 v 的大小。



参考答案

第一部分（选择题共 54 分）

一、选择题：本部分共 18 小题，每小题 3 分，共 54 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。把答案用 2B 铅笔填涂在答题卡上。

1. 【答案】D

【详解】既有大小又有方向的物理量属于矢量，只有大小没有方向的物理量属于标量，电势，电势能，电容都属于标量，而电场强度属于矢量。

故选 D。

2. 【答案】D

【详解】A. 元电荷是指最小的带电量，电子、质子的电荷量都是元电荷，故 A 错误；

B. 电场强度定义式 $E = \frac{F}{q}$ 中， q 指的是试探电荷的电荷量，故 B 错误；

C. 点电荷是理想化模型，能否把带电体看成点电荷，取决于所研究问题是否与带电体本身大小、形状无关，不取决于带电体本身大小，故 C 错误；

D. 公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 是点电荷场强的决定式， Q 指的是场源电荷的电荷量，故 D 正确。

故选 D。

3. 【答案】A

【详解】由题意得

$$F = k \frac{3Q \times Q}{r^2} = k \frac{3Q^2}{r^2}$$

让两金属球接触，正负电荷中和一部分，只剩下 $+2Q$ 的电荷，然后平均分配，各自带 $+Q$ ，所以新的作用力大小为

$$F' = k \frac{Q \times Q}{r^2} = k \frac{Q^2}{r^2} = \frac{F}{3}$$

A 正确。

故选 A。

4. 【答案】B

【详解】AC. 当金属球带正电时，靠近带电金属球的验电器的金属球带异种电荷（负电荷），而验电器的金属箔片带同种电荷（正电荷），故 AC 错误；

BD. 当金属球带负电时，靠近带电金属球的验电器的金属球带异种电荷（正电荷），而验电器的金属箔片带同种电荷（负电荷），故 B 正确，D 错误。

故选 B。

5. 【答案】B

【详解】由题意，根据库仑定律可知 a 对 c 的静电力（沿 $a \rightarrow c$ 方向）小于 b 对 c 的静电力（沿 $c \rightarrow b$ 方向），根据力的合成与分解规律可知 c 受到 a 和 b 的静电合力可以用 F_2 来表示。

故选 B。

6. 【答案】B

【详解】A. 电场线是为了形象的描述电场而假象的，不是真实存在的，A 错误；
B. 电场线上每点的切线方向表示电场中该点的电场强度方向，B 正确；
C. 电场线在电场中不可以相交，如果相交，则交点处电场强度的方向有两个，与电场方向唯一性相矛盾，C 错误；
D. 由于粒子具有惯性，即使从 A 点静止释放，仅考虑电场力的作用，也不可能沿电场线运动，D 错误。
故选 B。

7. 【答案】D

【详解】电场线的疏密反映了场强的大小，电场线越密集，场强越大，电场线越稀疏，场强越小，由图可知

$$E_a > E_b > E_c$$

沿着电场线电势逐渐降低，由图可知

$$\varphi_a < \varphi_b < \varphi_c$$

故选 D。

8. 【答案】D

【详解】由于

$$U_{BA} = -U_{AB} = -10V$$

此过程中电场力做的功为

$$W_{BA} = qU_{BA} = 2.0 \times 10^{-11} \times (-10) \text{ J} = -2 \times 10^{-10} \text{ J}$$

电场力做负功，故电势能增加了 $2 \times 10^{-10} \text{ J}$ 。

故选 D。

9. 【答案】D

【详解】A. 图中 a 、 b 两点电场线方向不同，故电场强度的方向不同， a 、 b 位于同一等势面上，电势相等，故 A 错误；
B. a 、 b 两点不在同一等势面上，故电势不相等，匀强电场中电场强度处处相同，故 B 错误；
C. a 、 b 两点电势相等，电场强度大小相等，方向相反，故 C 错误；
D. a 、 b 两点电场线的切线方向均水平向左，且两电荷中垂线为等势面，故电势相等，因两点关于连线对称，故电场强度相等、方向相同，故 D 正确。

故选 D。

10. 【答案】A

【详解】由于导体不带电，因此无论沿虚线 1 还是沿虚线 2 将导体分开，左右两部分所带电荷量总是相等的；由于同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引，因此 A 部分一定带正电。

故选 A。

11. 【答案】C

【分析】

【详解】由于 a 、 b 所带异种电荷相互吸引，使它们各自的电荷分布不均匀，即相互靠近的一侧电荷分布比较密集。又 $l=3r$ ，不满足 $l \gg r$ 的要求，故不能将带电球壳看成点电荷，所以不能应用库仑定律计算 a 、 b 间的库仑力，故

$$F_{\text{库}} > k \frac{Q^2}{l^2}$$

万有引力定律适用于两个可看成质点的物体，虽然本题中不满足 $l \gg r$ ，但由于其壳层的厚度和质量分布均匀，故两球壳可看作质量集中于球心的质点，所以可以应用万有引力定律计算 a 、 b 间的万有引力，故

$$F_{\text{引}} = G \frac{m^2}{l^2}$$

故选 C。

12. 【答案】C

【详解】A. 若将带正电的玻璃棒接触 C 外表面，则 C 以及与 C 连接的 B 的箔片都带正电，故 A 错误；
B. 若将带正电的玻璃棒接触 C 内表面，则 C 以及与 C 连接的 B 的箔片都带正电，故 B 错误；
C. C 带电，但电荷分布在外表面，若使 D 接触 C 的外表面，D 带电；然后接触 A，则 A 带电，可知操作若干次，观察到 A 的箔片张角变大，故 C 正确；
D. C 带电，但电荷分布在外表面，若使 D 接触 C 的内表面，D 不带电；然后接触 A，A 不能带电；可知操作若干次，观察到 A 的箔片张角不变，故 D 错误。

故选 C

13. 【答案】C

【详解】静电计张角的大小显示平行板电容器两极板电压高低，利用

$$C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}, \quad C = \frac{Q}{U}$$

可知当极板 A 稍向右移动一点，极板间距离 d 增大，电容 C 减小，而带电量 Q 几乎不变（除静电计带电量稍有变化），因此两板间电压 U 变大，静电计指针偏角变大。

故选 C。

14. 【答案】A

【详解】已知 $U_{ab} = 10V$ ，由图可知电场线的方向向右，而 a 、 b 、 c 是由正点电荷形成的电场中一条电场线上的三个点，则正电荷在 a 的左端，所以 ab 之间的平均场强一定大于 bc 之间的平均场强，由 $U = Ed$ 可得 b 、 c 两点间电压一定小于 $10V$ ；故 A 正确，BCD 错误

故选 A。

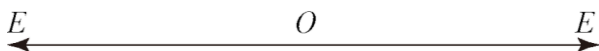
【点睛】本题考查了正点电荷周围的电场强度、电势、电势差的情况，知道电场线是从正电荷或者无穷远出发出，到负电荷或无穷远处为止，沿电场线的方向，电势降低，根据点电荷的周围电场分布情况可正确

解答.

本题就是考查学生基础知识的掌握, 加强基础知识的学习, 掌握住电场线的特点, 即可解决本题.

15. 【答案】C

【详解】试题分析: 作出电场线, 根据顺着电场线电势降低, 则 O 电势最高, 故 A 错误, B 错误; 从图线看出, 电场强度关于原点 O 对称, 则 X 轴上关于 O 点对称位置的电势相等. 故 C 正确; x_1 和 x_3 两点在电场线的不同位置, 沿电场线电势降低, 故两点电势不相等, 故 D 错误.



考点: 匀强电场中电势差和电场强度的关系

【名师点睛】根据题意, 电场关于 x 轴对称分布可知, 作出电场线如图, 根据顺着电场线, 电势降低和对称性可判断电势高低.

16. 【答案】C

【详解】AB. 在 $v-t$ 图像中, 斜率表示加速度, 可知在 M 点的加速度小于在 N 点的加速度, 可知粒子在 M 点所受的电场力小于在 N 点所受电场力, M 点的场强小于 N 点的场强, A、B 错误;

C. 由于从 M 到 N , 粒子做加速运动, 可知电场线的方向从 M 指向 N , 沿电场线的方向, 电势逐渐降低, 因此 M 点的电势高于 N 点的电势, C 正确;

D. 从 M 点到 N 点, 电场力做正功, 电势能逐渐减小, D 错误

故选 C

17. 【答案】D

【详解】因为微粒做直线运动, 所以合外力跟速度在一条直线上, 可判断出来微粒所受电场力方向向左, A 点运动到 B 点的过程中, 电场力做负功电势能一定增加, 因为重力也做了负功, 所以动能也一定减少. 故选 D.

18. 【答案】B

【详解】A. 做曲线运动的物体, 受力的方向总是指向凹侧, 可知甲与场源电荷带异种电荷, 乙与场源电荷带同种电荷, 因此甲、乙两粒子带异种电荷, A 正确;

B. 甲从 a 到 c , 电场力做正功, 动能增加, 乙从 a 到 d , 电场力做负功, 动能减小, 因此甲粒子经过 c 点时动能比乙粒子经过 d 点时的动能大, B 不正确;

C. 由于 a 、 b 处于同一等势面上, 甲、乙两粒子从 a 到 b , 电场力做功为零, 动能不变, 因此两粒子经过 b 点时的动能也相同, C 正确;

D. 由于甲粒子与场源电荷带异种电荷, 从无穷远处向 c 运动的过程中, 电场力做正功, 电势能减小, 因此在 c 点的电势能小于零; 乙粒子与场源电荷带同种电荷, 从无穷远处向 d 运动的过程中, 电场力做负功, 电势能增加, 因此在 d 点的电势能大于零, 故甲粒子在 c 点的电势能小于乙粒子在 d 点时的电势能, D 正确.

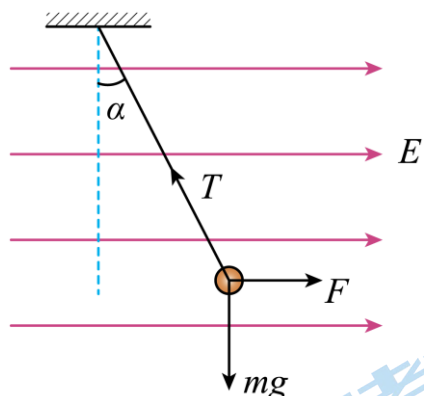
本题选不正确的, 故选 B.

第二部分 (计算题 共 46 分)

19. 【答案】(1) 带正电；(2) $mg \tan \alpha$ ；(3) $\frac{mg \tan \alpha}{q}$

【详解】(1) 由于小球受电场力的方向沿着电场线，因此小球带正电。

(2) 对小球进行受力分析如图所示



可知

$$T \cos \alpha = mg$$

$$T \sin \alpha = F$$

可得电场力的大小为

$$F = mg \tan \alpha$$

(3) 根据电场强度的定义

$$E = \frac{F}{q}$$

可知电场强度的大小为

$$E = \frac{mg \tan \alpha}{q}$$

20. 【答案】(1) $E = \frac{kQ}{r^2}$ ；(2) $E_a = \frac{2kQ}{r^2}$ ， $E_d = \frac{\sqrt{2}kQ}{r^2}$ ；(3) $\frac{kQ}{r}$ ；(4) $-\frac{kQq}{r}$

【详解】(1) 由电荷量为 $-q$ 的试探电荷在 c 点处于平衡状态，受力分析可得

$$k \frac{Qq}{r^2} = qE$$

匀强电场的场强大小为

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

(2) 正点电荷形成的电场的场强方向从圆心沿半径方向向外，大小为

$$E' = \frac{kQ}{r^2}$$

a 点的实际场强为两个等大、同方向场强的合成，为

$$E_a = \frac{2kQ}{r^2}$$

d 点的实际场强为两个等大、互相垂直的场强的合成，为

$$E_d = \frac{\sqrt{2}kQ}{r^2}$$

(3) 在电荷量为 $+Q$ 的点电荷场中， c 点和 d 点在同一等势面上， cd 间的电势差为 0，在与 x 轴正方向相同的匀强电场中， cd 间的电势差为

$$Er = \frac{kQ}{r^2} r = \frac{kQ}{r}$$

故 cd 间的电势差为 $\frac{kQ}{r}$ ；

(4) cd 间的电势差为 $\frac{kQ}{r}$ ，故电荷 $-q$ 从 c 运动到 d 的过程中，电场力做功为

$$(-q) \frac{kQ}{r} = -\frac{kQq}{r}$$

21. 【答案】(1) $E = \frac{kQ}{r^2}$ ；(2) a. $E_{\text{引}} = \frac{GM}{r^2}$ ；b. 见解析

【详解】(1) 将试探电荷 q 放在距离 $+Q$ 为 r 处，所受的库仑力大小

$$F = \frac{kQq}{r^2}$$

根据电场强度的定义，可知该点的电场强度

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kQ}{r^2}$$

(2)

a. 质量为 m 的物体，放在距离地心 r 处所受到的万有引力

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

因此可推的引力场强

$$E_{\text{引}} = \frac{F}{m} = \frac{GM}{r^2}$$

b. 由于这两种场有一个共同的特点：无论是电场力还是地球引力做功都与路径无关，仅仅与初、末位置有关，从而可以引入仅仅与位置有关的物理量“势能”的概念。

22. 【答案】(1) $\frac{\sqrt{3}kQ}{d^2}$ ，方向为由 O 指向 C (2) $\frac{2kQ}{d}$ (3) $\sqrt{\frac{8}{3}gR + \frac{4kQq}{5mR}}$

【详解】(1) a. 由几何关系可知， C 、 M 间的距离 $r = \frac{d/2}{\sin 30^\circ} = d$

M 在 C 点产生的电场强度

$$E_M = k \frac{Q}{d^2}，\text{方向与 } x \text{ 轴正方向成 } 30^\circ$$

由叠加原理和对称性可知， C 点的场强 $E = 2E_M \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}kQ}{d^2}$ ，方向为由 O 指向 C

b. 若规定无限远电势为零， M 和 N 在 C 点产生的电势 $\varphi_M = \varphi_N = k \frac{Q}{d}$

由叠加原理可知， C 点的电势 $\varphi = \varphi_M + \varphi_N = \frac{2kQ}{d}$

(2) 把圆环分成若干等份，每一份都足够小，可视为点电荷。设每一份的电荷量为 ΔQ 。研究其中任意一

份，它与 D 点的距离 $l = \sqrt{(\frac{4}{3}R)^2 + R^2} = \frac{5}{3}R$ ，它在 D 产生的电势 $\Delta\varphi_D = k \frac{\Delta Q}{l} = \frac{3k \cdot \Delta Q}{5R}$

由对称性和叠加原理可知，圆环在 D 点的电势 $\varphi_D = \sum \Delta\varphi_D = \frac{3k \sum \Delta Q}{5R} = \frac{3kQ}{5R}$

同理可求得，圆环在 O 点的电势 $\varphi_O = \frac{kQ}{R}$

所以 D 、 O 两点间的电势差 $U_{DO} = \varphi_D - \varphi_O = -\frac{2kQ}{5R}$

在液滴从 D 到 O 的过程中，根据动能定理有： $mg \cdot \frac{4}{3}R + (-q)U_{DO} = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

所以 $v = \sqrt{\frac{8}{3}gR + \frac{4kQq}{5mR}}$

【点睛】电场强度是通过比值定义的，比值与其电场力及电量均没有关系。例如：质量与体积的比值定义为密度。当质量变大时，体积变大，而比值却不变。电场线虽不实际存在，但却能形象描绘电场的强度与方向。

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：京考一点通，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！



微信搜一搜



京考一点通