**学期**

**活动**

我国每年因心脏骤停死亡的人数超过 50 万，每 60 s 就会有一条生命因此离去。4 min 是心脏骤停发生后的黄金救助时间。在生死一线的黄金时刻，自动体外除颤器（Automated external defibrillator，缩写 AED，图 9–72）可以担负起挽救生命的职责。自动体外除颤器智能易操作，能完成心脏电击除颤，为患者争取更多生命的机会。自动体外除颤器以 100 kW 的电功率用 20 A 的电流通过胸腔，在约 2 ms 的时间内传输最多 200 J 的电能。在人流密集的公共场所，如何才能找到自动体外除颤器？



图 9–72 地铁站中的自动体外除颤器

以小组为单位，查阅资料了解自动体外除颤器具体的工作原理和使用方法，并寻找我们身边设置有自动体外除颤器的地点，完成一篇调查报告，同时绘制宣传海报。介绍自动体外除颤器的工作原理、使用方法和学校周边 AED 设备分布图。

电场强度

静电场

静电现象

点电荷

电场描述

电容器

静电的利用

和防范

库仑定律

电势

电容

建模

抽象

探究

探究

*F* = *k*

*E* =

*C* =

*φ* =

基本概念和基本规律

**元电荷**：最小的电荷量，用符号 *e* 表示。通常 *e* 取 1.6×10−19 C。

**库仑定律**：真空中两个静止点电荷之间的相互作用力的大小跟它们的电荷量的乘积成正比，跟它们之间的距离的二次方成反比；作用力的方向沿两点电荷的连线，  
*F* = *k* （*k* 为静电力常量，*k* = 9×109 N·m2/C2）。

**电场强度**：放入电场中任意点的电荷所受的电场力 *F* 跟其电荷量 *q* 之比，用符号 *E* 表示，*E* = 。

**电势能**：在电场中的电荷受电场力作用而具有的能做功的能量，用符号 *E*p 表示。

**电势**：电场中某一点电荷的电势能 *E*p 跟它所带的电荷量 *q* 的比，用符号 *φ* 表示，*φ* = 。

**电势差**：电场中两点间电势之差，也叫电压，*UAB* = *φA* − *φB*。

**电容**：电容器所带的电荷量 *Q* 与电容器两极板间的电势差 *U* 之比，用符号 *C* 表示，*C* = 。

基本方法

通过研究带电体之间相互作用所建立的点电荷模型，认识模型建构的思想方法。

通过科学家建立库仑定律的过程，认识库仑扭秤实验巧妙解决电荷量和微小库仑力的测量问题，感受类比、微小力放大、守恒和对称等思想方法。

通过电场强度、电势、电容等物理量的概念和定义，认识比值定义法。

知识结构图

小

结

**复习 巩固**

**与**

1. 下列物理量是矢量还是标量？

（1）电场强度 （2）电场力 （3）电势 （4）电势能 （5）电容

1. 如图 9–73 所示为某电场电场线的分布，*A*、*B* 是电场中的两点。*A*、*B* 两点中哪一点的电场强度大？画出正点电荷在 *A* 点和负点电荷在 *B* 点所受电场力的方向。

*A*

*B*

图 9–73

1. 某点电荷在距离其 50 cm 处产生的电场的电场强度大小为 2 N/C。该点电荷所带电荷量的大小是多少？
2. 如图 9–74 所示，棒 *AB* 上均匀分布着正电荷，它的中点正上方有一 *P* 点。*P* 点的电场强度的方向如何？简述理由。

*C*

S

图 9–75

图 9–74

*A*

*B*

*P*

1. 如图 9–75 所示，将一电容 *C* = 0.25 μF 的不带电电容器和电势差 *U* = 12 V 的电源连接。闭合开关 S，对电容器充电。充电完成后，电容器的负极板上带的电荷的电荷量相当于多少个电子所带的电荷量？
2. 两个完全相同的金属小球 *A* 和 *B* 所带的电荷量大小相等，相隔一定距离，两球之间的相互吸引力的大小为 *F*，现让第三个完全相同的不带电的金属小球 *C* 先后与 *A*、*B* 接触后移开，则此时 *A*、*B* 两金属小球之间的静电相互作用是吸引还是排斥？相互作用力的大小为多少？
3. 如图 9–76 所示，实线是一组未标明方向的由点电荷产生的电场线，虚线是某一带电粒子通过该电场区域的运动轨迹，*a*、*b* 是其轨迹上的两点。若带电粒子在运动中只受电场力作用。比较带电粒子在 *a*、*b* 两点的电势能大小和速度大小的关系。

*a*

*b*

图 9–76

1. 把电荷量 *q* = −3×10−6 C 的点电荷从 *A* 点移到 *B* 点，电场力做功为 6×10−4 J。把同样的点电荷从 *B* 点移到 *C* 点，克服电场力做功 3×10−4 J。比较电场中 *A*、*B*、*C* 三点的电势大小。
2. 细胞膜的厚度约等于 8 nm（1 nm = 10−9 m）。若将细胞膜内的电场视为匀强电场，试求当细胞膜的内外层之间的电压达 40 mV 时，细胞膜内电场强度的大小。此时一价钠离子（Na+）可发生渗透通过细胞膜，则一个钠离子发生渗透时电势能改变多少？
3. 一电场的电场线分布关于 *y* 轴对称，*O*、*M*、*N* 是 *y* 轴上的三个点，且 *OM* = *MN*。*P* 点在 *y* 轴右侧，*MP*⊥*ON*，如图 9–77 所示。*M* 点与 *P* 点的电势哪点更高？电势差 *UOM* 与 *UMN* 的大小关系如何？

*P*

*N*

*y*

*x*

*M*

*O*

图 9–77

1. \* 在与 *x* 轴平行的匀强电场中，一带电荷量为 1.0×10−8 C、质量为 2.5×10−3 kg 的物体在光滑水平面上沿 *x* 轴做直线运动，其位移与时间的关系是 *x* = 0.16*t* − 0.02*t*2，式中 *x* 以 m 为单位，*t* 以 s 为单位。从开始运动到第 5 s 末，物体所经过的路程为多少？克服电场力所做的功为多少？
2. \* 如图 9–78 所示，两块分别带等量异号电荷的大平行金属板相距 5.0 cm，它们之间的电场可视为匀强电场。电子（e）从负极板表面静止释放的同时，质子（p）也从正极板表面静止释放。忽略电子和质子间的相互作用力，当它们到达同一等势面时，该等势面与正极板之间的距离是多少？（质子的质量为 1.67×10−27 kg，电子的质量为 9.11×10−31 kg）

*E*

正

极

板

负

极

板

e

p

图 9–78

## 学期活动

正常的心率称为窦性心律，心脏纤颤是指心肌纤维的高频颤动；心房纤颤造成心律不齐，可能引起心脑血管阻塞，偶发且无不适者无需治疗；心室纤颤则非常严重，使心脏不能工作，几分钟即可致人死亡，而且极少能自行中止。如何治疗心室纤颤呢？这里做一个简单的类比：把一块木板的四角用四根弹簧支撑，如果四根弹簧同步振动，木板就能平稳地振动；但如四根弹簧不能同步振动，木板的振动就乱了。怎么办呢？简单的办法就是先用手把木板按住，让所有的弹簧静止下来，然后再让整个装置重新开始振动。按照这个想法，现在心室纤颤的治疗方法是一个纯粹、“物理”的办法——用自动体外除颤器（AED）进行治疗。除颤器的作用是，在很短的时间内让可控的电流通过心脏，使心脏完全停止跳动，再让心脏重新起搏，这样纤颤就消失了。除颤器的核心元件就是一个耐压较高、电容较大的电容器。

## 复习与巩固解读

1．参考解答：（1）矢量 （2）矢量 （3）标量 （4）标量 （5）标量

命题意图：能区分本章中所学的一些重要物理量有无方向性。

主要素养与水平：科学推理（Ⅰ）。

2．参考解答：A 点电场强度较大，因为该处的电场线较密。作图略。

命题意图：能用电场线描述电场，体会使概念形象化是科学研究的重要方法。

主要素养与水平：运动与相互作用观念（Ⅱ）；科学推理（Ⅱ）。

3．参考解答：*E* = = = *k* ，*Q* = = C = 5.56 × 10−11 C。

命题意图：知道用物理量比值定义新物理量，应用库仑定律。

主要素养与水平：科学论证（Ⅱ）。

4．参考解答：垂直于 AB 向上。可把电荷均匀分布的 AB 棒视为无数个正点电荷所组成，P 点电场强度是所有点电荷电场强度的叠加。对称处于中垂线两侧的任意两个点电荷的合电场强度均垂直于 AB 向上，所以 P 点的电场强度方向必然也垂直于 AB 向上。

命题意图：了解电场强度的叠加原理，体会利用对称性的方法。

主要素养与水平：物质观念（Ⅰ）；科学推理（Ⅱ）。

5．参考解答：*q* = *CU* = 0.25 × 10−6 × 12 C = 3 × 10−6 C，*N* = = = 1.87 × 1013 个。

命题意图：通过电容器的充电过程，了解电容器的作用。

主要素养与水平：科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

6．参考解答：相互吸引，，两球之间是吸引力，所以金属小球 A 和 B 带等量异号电荷，电荷量分别为 + *q* 与 – *q*。库仑力为 *F* = *k* = *k* = *k* ，A、B 两金属小球带异号电荷相互吸引。

*F*′ = *k* = *k* = *k* =

命题意图：知道两个电荷间相互作用的规律，库仑定律的简单应用。

主要素养与水平：科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

7．参考解答：虽然电场线方向和带电粒子所带电荷的正负题中未明确给出，但根据电场力提供了带电粒子做曲线运动所需的向心力，可确定电场力的方向。假设带电粒子从 a 运动到 b，由于带电粒子受到的电场力的方向沿电场线，则由图可知带电粒子在电场中所受电场力的方向和位移方向的夹角大于 90°，可推得电场力做负功，电势能增加，所以 *E*pa < *E*pb；又因为带电粒子只受电场力作用，动能和电势能之和守恒。带电粒子从 a 到 b，带电粒子的电势能增加，动能减少，所以 *v*a > *v*b。如带电粒子从 b 运动到 a，电场力做正功，结论相同。

命题意图：电场力做功和电势能变化关系的应用，理解只有电场力做功情况下的能量守恒观念。

主要素养与水平：能量观念（Ⅱ）；科学推理（Ⅱ）。

8．参考解答：*U*AB = = V = 200 V，即 B 点的电势比 A 点的电势高 200 V。*U*BC = = V = 100 V，即 B 点的电势比 C 点的电势高 100 V。所以在 A、B、C 三点中，B 点的电势最高，A 点的电势最低。即 *φ*B > *φ*C > *φ*A。

命题意图：知道电场力做功和电势差的定量关系，理解电势差的概念。

主要素养与水平：科学推理（Ⅱ）。

9．参考解答：*E* = = V/m = 5 × 106 V/m

*W* = *qU* = 1.6 × 10−19 × 40 × 103 J = 6.4 × 10−21 J

命题意图：将真实情境模型化。

主要素养与水平：科学论证（Ⅱ）；科学本质（Ⅱ）。

10．参考解答：M点的电势更高；*U*OM > *U*MN。可画出经过 M 点与 P 点的两个等势面，根据沿着电场线的方向电势降低，可判断 M 点的电势比 P 点的电势高。由于该电场不是匀强电场，OM 间的电场强度比 MN 间的电场强度大，当 OM = MN 时，O、M 两点间的电势差要大于 M、N 两点间的电势差。

命题意图：会用等势面和电场线描绘静电场，了解非匀强电场中电势差与电场强度的定性关系。

主要素养与水平：能量观念（Ⅱ）；科学推理（Ⅱ）。

\*11．参考解答：位移与时间的关系式是 *x* = 0.16*t* − 0.02*t*2

当 *t* = 4 s 时，*x* 正向最大：*x*m = 0.32 m

当 *t* = 5 s 时，*x* = 0.3 m

所以路程 *s* = 0.32 m + （0.32 − 0.3）m = 0.34 m

由 *x* = 0.16*t* − 0.02*t*2 可得，该物体做匀变速直线运动的初速度和加速度为：*v*0 = 0.16 m/s，*a* = − 0.04 m/s2

所以 *t* = 5 s 时，*v*t = *v*0 + *at* =（0.16 − 0.04 × 5）m/s = 0.04 m/s

只有电场力对物体做功。则由动能定理，电场力做的功

*W* = *mv*t2 − *mv*02 = × 2.5 × 10−3 × [（−0.04）2 −（0.16）2] J = − 3 × 10−5 J

所以，克服电场力做功 3 × 10−5 J

命题意图：将静电场与匀变速直线运动、动能定理等知识综合运用，提高学生综合运用知识以及分析和解决问题的能力。

主要素养与水平：科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅲ）。

12．参考解答：质子与电子都在电场力的作用下做初速度为零的匀变速直线运动。设质子的质量为 *m*1，加速度大小为 *a*1，到达同一等势面时距正极板的距离为 *x*1；电子的质量为 *m*2，加速度大小为 *a*2，到达同一等势面时距负极板的距离为 *x*2。

*a*1 =

*a*2 =

由于电子与质子电荷量的大小相等，质子与电子加速度大小之比为

= = = 5.46 × 10−4

由于 *x* = *at*2 可得

= = 5.46 × 10−4 ①

且

*x*1 + *x*2 = 0.05 m ②

可见，由于质子和电子质量悬殊，实际上质子刚启动，电子已抵达。由 ①、② 式可得：质子移动的距离 *x*1 = 2.73 × 10−5 m。所以，当它们到达同一等势面时，该等势面与正极板之间的距离为 2.73 × 10−5 m。

命题意图：能结合具体匀强电场中带电粒子的运动问题，认识电场对带电粒子的作用。

主要素养与水平：科学推理（Ⅲ）；科学论证（Ⅲ）。