参考答案

第一章　静电场

1　电荷　电荷守恒定律

问题式预习

知识点一

1.正电荷　负电荷　**2.**排斥　吸引　吸引轻小物体　**3.**(1)电荷量　库仑　正数　负数　10^{-6}　10^{-9}　(2)电荷的最小单元　整数倍　1.6×10^{-19} C　**4.**正　负　**5.**(1)摩擦　**6.**(2)自由电子

［科学思维］

提示：摩擦起电适用于绝缘体。

知识点二

1.(1)转移　转移　(2)守恒

［科学思维］

提示：两小球上的异种电荷中和了，即正、负电荷的代数和为零，对外不显示电性。

［判一判］

1.×　**2.**×　**3.**√

知识点三

1.相反　相同　**2.**静电感应　**3.**导体　自由移动　**4.**转移

［科学思维］

提示：先感应起电，后接触起电。

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示：(1)摩擦起电的过程并没有创造电荷。在一个封闭的系统中，电荷的总量保持不变。不带电的验电器也带上了同种电荷，其原因是带电棒与验电器之间发生了电荷转移。

(2)物体所带的电荷量不是任意的，它只能是 1.6×10^{-19} C 的整数倍。元电荷是电荷的最小单元，不是实物粒子，而电子和质子是实物粒子，不是元电荷。

【评价活动】

1.C

2.解析：(1)若 A、B 两球带同种电荷，设电荷量均为 Q，不带电的 C 球与 A 球接触后，二者平分 A 球的电荷量，A、C 两球所带的电荷量均为 $\frac{1}{2}Q$；C 球再与 B 球接触后，平分二者的总电荷量，则 B、C 两球所带的电荷量均为 $\frac{1}{2}\times\left(\frac{1}{2}Q+Q\right)=\frac{3}{4}Q$，$A$、$B$ 两球最终的电荷量之比为 $\left(\frac{1}{2}Q\right):\left(\frac{3}{4}Q\right)=2:3$。

(2)若 A、B 两球带异种电荷，设电荷量分别为 Q、$-Q$，A、C 两球接触后，平分电荷量 Q，A、C 两球所带的电荷量均变为 $\frac{1}{2}Q$；C 球再与 B 球接触后，平分二者的总电荷量，C、B 两球所带的电荷量均为 $\frac{1}{2}\times\left(\frac{1}{2}Q-Q\right)=-\frac{1}{4}Q$，则 A、B 两球最终的电荷量大小之比为 2∶1。

答案：(1)2∶3　(2)2∶1

3.解析：(1)由题意可知 $n=\frac{1.6\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}}=1.0\times10^{13}$ 个。

(2)此人身上失去电子的个数 $N=\frac{3.2\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}}=2.0\times10^{13}$ 个。

(3)这个球体的电荷体密度为 $\rho=\frac{Q}{V}=\frac{3Q}{4\pi r^3}=\frac{3\times3.2\times10^{-6}}{4\times3.14\times(1\times10^{-15})^3}$ C/m$^3\approx7.6\times10^{38}$ C/m^3。

答案：(1)1.0×10^{13} 个　(2)2.0×10^{13} 个

(3)7.6×10^{38} C/m^3

任务二

【探究活动】

提示：(1)物体 C 移近导体 A，A、B 下部的金属箔片都张开。

(2)金属箔片仍张开，但张角变小。

(3)A、B 接触，金属箔片都闭合。

(4)感应起电不能发生在绝缘体上，因为绝缘体中的电子不能自由移动。

【评价活动】

1.ACD

2.C　**解析**：由题意可知，验电器的正、负电荷数相等，不显示电性；当带正电的金属球靠近不带电的验电器上的金属小球时，在带电金属球产生的静电场的作用下，验电器金属箔 b 上的电子向金属小球 a 转移，使得金属小球 a 带负电，金属箔 b 带正电，故 A、B、D 错误，C 正确。

3.D　**解析**：由题意可知，静电感应现象使得 A 端带正电，B 端带负电，这与沿哪条虚线切开无关，故 D 正确，A、B、C 错误。

2　库仑定律

问题式预习

知识点一

1.(1)形状　(3)形状　大小

2.$mg\tan\theta$　变小　变大　变大　变小　增大　减小

[科学思维]

提示：甲、乙两位同学的观点都不正确。当带电体的大小和形状相对于研究的问题可以忽略不计时，该带电体就可以看成点电荷，一个带电体能否看成点电荷，不能只看它的体积大小，也不能只看它的电荷量是多少。

知识点二

1.(1)真空　点电荷　乘积　平方　连线　(2)$k\dfrac{Q_1Q_2}{r^2}$

(3)$9.0\times10^9\ \mathrm{N\cdot m^2/C^2}$　(4)真空　点电荷

2.相互作用力

[科学思维]

提示：不对。当 $r\to0$ 时，电荷就不能看成点电荷了，库仑定律不再适用。

知识点三

1.不会　**2.**矢量和　**3.**平行四边形

[科学思维]

提示：(1)不发生变化，两点电荷之间的库仑力不会因为第三个点电荷的出现而发生变化。

(2)发生变化，B 受到的库仑力由一个力变为两个力的矢量和。

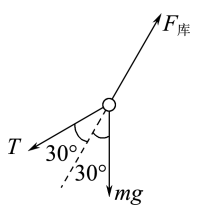
任务型课堂

任务一

1.C　**解析**：能否把一个带电体看成点电荷，关键在于分析问题时是否考虑它的大小和形状，而不能以它的大小而论，应该根据具体情况而定。若它的体积和形状可不予考虑，就可以将其看成点电荷，若带电球体电荷分布不均匀，则带电球体不能看成电荷全部集中于球心的点电荷。故选项 C 正确。

2.C　**解析**：由题表中数据可知，库仑力 F 与 r^2 成反比，与两小球所带电荷量的乘积成正比，故 A、B、D 错误，C 正确。

3.C　**解析**：如图所示，对 A 球受力分析，根据平行四边形定则可得，轻绳上的拉力大小为 $T=mg$，AB 两球间的库仑力大小为 $F_{库}=2mg\cos30^\circ=\sqrt{3}mg$，故 A、B 错误；若将轻绳剪断，则 A 球受到轻绳的拉力消失，其他两力保持不变，根据三力平衡知识，此时 A 球的合力大小为 mg，则加速度大小为 g，故 C 正确；若将轻绳剪断，剪断瞬间 B 球受到的库仑力、重力不变，小球 B 仍然处于静止状态，则轻杆对 B 球的作用力不变，故 D 错误。



4.BD　**解析**：在接触前，设两个金属小球的电荷量的绝对值分别为 $5q$、q，距离为 r，两个金属小球之间的相互作用力大小为 $F_1=k\dfrac{5q^2}{r^2}$。若两金属小球带异种电荷，接触后再分开，两小球各自的电荷量的绝对值均为 $2q$，此时两小球间的相互作用力大小为 $F_2=k\dfrac{4q^2}{r^2}=\dfrac{4}{5}F_1$，则 $F_1:F_2=5:4$；若两金属小球带同种电荷，接触后再分开，两小球各自的电荷量的绝对值均为 $3q$，此时两小球间的相互作用力大小为 $F_2=k\dfrac{9q^2}{r^2}=\dfrac{9}{5}F_1$，则 $F_1:F_2=5:9$，故 B、D 正确。

任务二

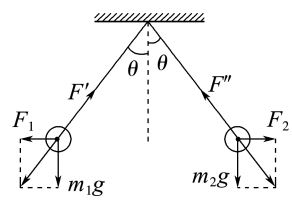
【探究活动】

提示：(1)A 对 C 的静电力为 $\dfrac{kQ^2}{a^2}$，方向沿 AC 方向；B 对 C 的静电力为 $\dfrac{kQ^2}{a^2}$，方向沿 BC 方向。

(2)根据平行四边形定则，电荷 C 所受静电力的合力为 $\dfrac{\sqrt{3}kQ^2}{a^2}$，方向沿 AB 连线的中垂线斜向下。

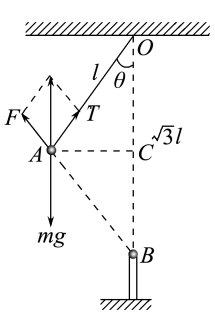
【评价活动】

1.B　**解析**：依据题意对两个带电小球进行受力分析，如图所示：



根据平衡条件得 $F_1=m_1g\tan\theta$、$F_2=m_2g\tan\theta$，因为 $F_1=F_2=k\dfrac{q_1q_2}{r^2}$，所以有 $m_1=m_2$。故 B 正确。

2.B　**解析**：带电小球 A 受力如图所示，根据几何关系知，$OC=\dfrac{\sqrt{3}}{2}l$，即 C 点为 OB 中点，根据对称性知 $AB=l$。由库仑定律知 A、B 间库仑力大小 $F=\dfrac{kq^2}{l^2}$，绝缘线拉力 $T=F=\dfrac{kq^2}{l^2}$，选项 A、C 错误；根据平衡条件得 $2F\cos30^\circ=mg$，得 $F=\dfrac{\sqrt{3}mg}{3}$，绝缘线拉力 $T=\dfrac{\sqrt{3}mg}{3}$，选项 B 正确，D 错误。



3.D　**解析**：O 点为三角形的中心，则 A、B、C 到 O 点的间距相等，令为 r，由于 q_B 对 Q 的库仑力为 F，则有 $F=k\frac{qQ}{r^2}$，q_A 对 Q 的库仑力为 $F_A=k\frac{qQ}{r^2}$，q_C 对 Q 的库仑力为 $F_C=k\frac{3qQ}{r^2}$，根据力的合成可知，Q 受到的合力为 $F_{合}=F_C+2F\cos 60°=4F$，故选 D。

4.解析：(1)3 个点电荷要想平衡，应处在同一条直线上，具有“两同夹一异”的特点。第 3 个小球 C 应放置在小球 A 和 B 的连线上并带负电。

(2)设第 3 个小球 C 所带电荷量为 q(取绝对值)，到 A 球的距离为 x m，则对小球 C，由平衡条件可得

$$k\frac{Qq}{x^2}=k\frac{9Qq}{(l-x)^2}$$

可解得 $x=0.1$ m

即小球 C 放在 A、B 连线上距 A 球 0.1 m 处

对小球 A，由平衡条件可得 $k\frac{Qq}{x^2}=k\frac{9Q^2}{l^2}$

解得 $q=\frac{9}{16}Q$。

答案：(1)带负电　(2)在 A、B 两个小球连线之间，距 A 球 0.1 m 处　$\frac{9}{16}Q$

3　静电场　电场强度和电场线

问题式预习

知识点一

1.电场　电荷　**2.**作用力　**3.**静止

[判一判]

1.×　**2.**×　**3.**√

知识点二

1.(1)体积　(2)电荷　**2.**(1)电场力　(3)N/C

(4)相同　相反　(5)力　无关　**3.**(1)$k\frac{Q}{r^2}$

(2)①背离　②指向　**4.**单独　矢量和

[科学思维]

场源　距离

知识点三

1.曲线　切线　电场　**3.**(1)正电荷　无穷远处

(2)相交　(3)较密集　较稀疏　**4.**(1)相同　(2)平行线

[科学思维]

提示：做匀变速运动。

任务型课堂

任务一

1.CD　**解析**：电场强度的大小由场源电荷及其位置决定，与检验电荷及其所受电场力无关，A 错误，D 正确；电场及电场强度的有无与检验电荷的有无无关，B 错误；根据 $E=\frac{kQ}{r^2}$ 可知，趋近于无穷大时，电场强度为零，C 正确。

2.BD　**解析**：电场强度的定义式为 $E=\frac{F}{q}$，q 为检验电荷的电荷量，由此可判断选项 B 正确；根据点电荷的场强公式，可知选项 D 正确。

3.解析：(1)根据电场强度的定义式 $E=\frac{F}{q}$，得 P 点的电场强度大小为 $E=\frac{F}{q}=\frac{6\times10^{-7}}{4\times10^{-9}}$ N/C$=1.5\times10^2$ N/C。

由于检验电荷的电性为正，则 P 点电场强度的方向与其所受静电力的方向相同，为水平向右。

(2)电场强度是描述电场性质的物理量，跟有无检验电荷无关，所以没有检验电荷时，P 点的电场强度大小仍为 1.5×10^2 N/C，方向为水平向右。

(3)由 $E=\frac{F}{q}$ 得 $F=qE$，故 $F'=q'E=1.2\times10^{-6}\times1.5\times10^2$ N$=1.8\times10^{-4}$ N，负电荷所受静电力的方向与该点场强的方向相反，所以 F' 方向为水平向左。

答案：(1)1.5×10^2 N/C，方向水平向右

(2)1.5×10^2 N/C，方向水平向右

(3)1.8×10^{-4} N，方向水平向左

4.解析：(1)根据库仑定律，q 在 M 点受到的库仑力大小为 $F_M=k\frac{|Qq|}{r^2}=1.0\times10^{-8}$ N。

因为 Q 为正电荷，q 为负电荷，则库仑力是吸引力，所以力的方向沿 MO 指向 Q。

(2)根据电场强度定义式得 M 点的电场强度 $E_M=\frac{F_M}{|q|}=\frac{1.0\times10^{-8}}{1.0\times10^{-10}}$ N/C$=100$ N/C，其方向沿 OM 背离 Q，因为它的方向跟负电荷所受电场力的方向相反。

(3)电场强度是反映电场性质的物理量，它是由形成电场的电荷 Q 及场中位置决定的，与检验电荷 q 是否存在无关，故 M 点的电场强度仍为 100 N/C，方向沿 OM 背离 Q。

(4)由 $E=\frac{kQ}{r^2}$，且 O、M 的距离小于 O、N 的距离可知，M 点的电场强度大。

答案：(1)1.0×10^{-8} N，方向沿 MO 指向 Q

(2)100 N/C，方向沿 OM 背离 Q

(3)100 N/C，方向沿 OM 背离 Q

(4)M 点

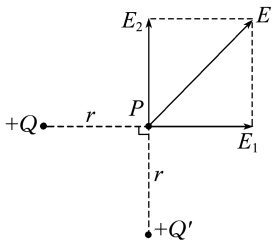
任务二

【探究活动】

提示：(1)$+Q$ 产生的电场在 P 点的电场强度大小为 $E=k\frac{Q}{r^2}$，方向沿 $+Q$、P 点的连线由 $+Q$ 指向 P 点。

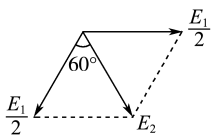
(2)如图所示，P 点的电场强度为 $+Q$、$+Q'$ 单独在 P 点产生的电场强度的矢量和，则

$E=\sqrt{E_1^2+E_2^2}=\dfrac{\sqrt{2}kQ}{r^2}$。

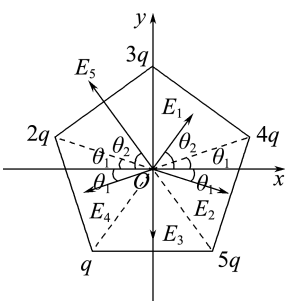


【评价活动】

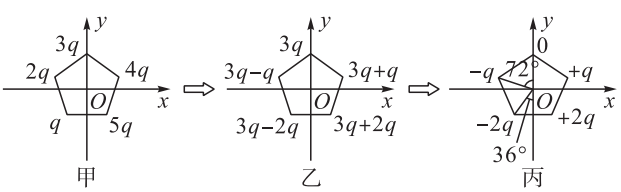
1.B　**解析**：依题意，每个点电荷在 O 点产生的电场强度大小为 $\dfrac{E_1}{2}$，则当 N 点处的点电荷移至 P 点时，O 点的电场强度如图所示，合电场强度大小为 $E_2=\dfrac{E_1}{2}$，则 $\dfrac{E_1}{E_2}=\dfrac{2}{1}$，B 正确。



2.AD　**解析**：方法一，点电荷在 O 点产生的场强方向如图所示，由几何关系可知 $\theta_1=18°$，$\theta_2=54°$，将 5 个场强沿 x、y 轴分解可得 $E_x=E_1\cos 54°+E_2\cos 18°-E_4\cos 18°-E_5\cos 54°=-\dfrac{2kq}{R^2}(2\cos 54°+\cos 18°)$，$E_y=E_1\sin 54°+E_5\sin 54°-E_4\sin 18°-E_2\sin 18°-E_3=\dfrac{6kq}{R^2}(\sin 54°-\sin 18°-\dfrac{1}{2})=0$，根据电场强度叠加原理可知 O 点电场强度方向沿 x 轴负方向，大小为 $\dfrac{2kq}{R^2}(2\cos 54°+\cos 18°)$，故 A、D 正确，B、C 错误。



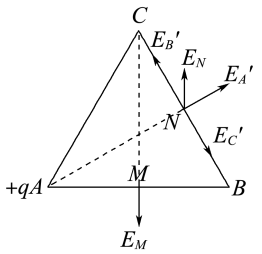
方法二，将各处电荷进行等效，如图所示：



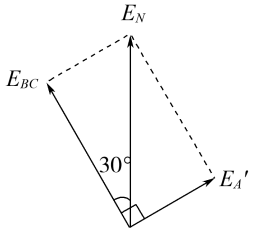
根据均匀带电圆环在其内部中点的合场强为零，则五个点中 $3q$ 的电荷在 O 点产生的合场强为零。根据等量异种电荷中垂线上电场线和电场强度的分布特点可知，O 点的电场强度方向沿 x 轴负方向，故 A 正确，B 错误；根据图丙可知，$-q$ 的电荷与 y 轴正方向的夹角为 $\theta=\dfrac{360°}{5}=72°$，$-2q$ 的电荷与 y 轴负方向夹角为 $\alpha=\dfrac{72°}{2}=36°$，根据电场强度的叠加可知，$O$ 点场强大小为 $E=\dfrac{2kq}{R^2}\cos 18°+\dfrac{2\times 2kq}{R^2}\cos 54°=\dfrac{2kq}{R^2}(2\cos 54°+\cos 18°)$，故 C 错误，D 正确。

3.D　**解析**：根据点电荷的电场强度公式 $E=\dfrac{kQ}{r^2}$ 及正方体的对称性可知，两个等量同种电荷在其连线的中点处的合电场强度为零，两个等量正电荷在其连线的中垂线上的合电场强度沿中垂线指向远离正电荷的方向，两个等量负电荷在其连线的中垂线上的合电场强度沿中垂线指向负电荷的方向。在正方体的上表面中心，上表面的四个电荷按电性分成两组，产生的电场强度都是零，下表面的四个电荷按电性分成两组，产生的电场强度等大反向，所以正方体的上表面中心处的合电场强度为零，同理，所有各表面中心处的合电场强度都为零。在正方体中心，可以将八个电荷分成四组，产生的合电场强度为零。在各棱中点，电场强度无法抵消，合电场强度不为零。故 D 正确。

4.**解析**：(1)因为 M 点电场强度竖直向下，则 C 为正点电荷，根据电场强度的叠加原理，可知 A、B 两点的电荷在 M 点的电场强度大小相等、方向相反，则 B 点处点电荷带电荷量为 q，电性与 A 相同，又 N 点电场强度竖直向上，可得 A 点处电荷在 N 点的电场强度垂直 BC 沿 AN 连线向右上，如图所示，可知 A 点处点电荷为正电荷，所以 A、B、C 均为正点电荷。



(2)对 N 点处的电场强度进行分析，如图所示：



由几何关系得 $E_A'=E_{BC}\cdot\tan 30^\circ$

即 $\frac{kq}{AN^2}=\frac{\sqrt{3}}{3}\left(\frac{kq}{BN^2}-\frac{kq_C}{CN^2}\right)$

其中 $AN=\sqrt{3}BN=\sqrt{3}CN$

解得 $q_C=\frac{3-\sqrt{3}}{3}q$。

答案：(1)q，A、B、C 均为正电荷　(2)$\frac{3-\sqrt{3}}{3}q$

任务三

【探究活动】

提示：(1)由于电场线起始于正电荷或无穷远处，终止于无穷远处或负电荷，因此 a 带正电，b 带负电。

(2)电场线的疏密表示电场强度的强弱，电场线上某点的切线方向表示该点的电场强度方向，故 A、B 两点电场强度大小不同，B 点较大。电场强度方向相同，均向右。

(3)电场中某点的电场强度的大小和方向是唯一确定的。若电场线相交，由于交点的切线不唯一，交点处的电场强度失去了上述的唯一性，所以电场中的电场线不相交。

【评价活动】

1.ACD　**解析**：根据对称性可以看出，B、C 两点的电场线疏密程度相同，则 B、C 两点的电场强度大小相同，这两点电场强度的方向均由 $B\to C$，方向相同；同理，A、D 两点的电场强度大小、方向也都相同，E、F 两点的电场强度大小和方向都相同，故 A、C 正确，B 错误。在 E、F 两点连线上，从 E 点到 F 点，电场线先变密后变疏，故从 E 点到 F 点电场强度先增大后减小，故 D 正确。

2.BC　**解析**：负点电荷的电场线是自四周无穷远处从不同方向指向负点电荷的直线，故 A 错误；电场线越密的地方电场强度越大，由题图可知 $E_A>E_B$，故 B 正确；某点电场强度的方向沿该点切线方向，故 C 正确；B 点的切线方向即为 B 点的电场强度方向，而负电荷所受电场力方向与其相反，故 D 错误。

3.BC　**解析**：根据电场线的疏密程度可知，a 点的电场强度小于 b 点的电场强度，c 点的电场强度小于 d 点的电场强度，故 A 错误，B 正确；由题图可知，电场线从点电荷 P“发出”，所以 P 带正电，故 C 正确；由于题图中电场线不是直线，所以检验电荷在运动过程中所受静电力方向会时刻变化，检验电荷将做曲线运动，其所受静电力将指向轨迹的凹侧，且沿电场线切线方向，所以检验电荷不可能沿着电场线运动到 c 点，故 D 错误。

单元活动 1

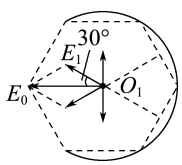
【任务引导】

任务一

活动 1　**提示**：公式 $E=\frac{F}{q}$ 适用于任何电场。

活动 2　**提示**：公式 $E=\frac{kQ}{r^2}$ 适用于真空中的点电荷产生的电场。

活动 3　**提示**：在题图甲中，设 $\frac{1}{6}$ 圆环在 O_1 点产生的电场强度大小为 E_1，缺少的两个 $\frac{1}{6}$ 圆环在 O_1 点产生的电场强度与题图甲中的其中两个 $\frac{1}{6}$ 圆环在 O_1 点产生的合电场强度等大反向，设圆环带正电，如图所示，则有 $E_0=2E_1\cos 30^\circ=\sqrt{3}E_1$，解得 $E_1=\frac{\sqrt{3}}{3}E_0$；在题图乙中，半圆环可分成三个 $\frac{1}{6}$ 圆环，设这三个 $\frac{1}{6}$ 圆环在 O_2 点产生的合电场强度大小为 E，则有 $E=E_1+2E_1\cos 60^\circ=\frac{\sqrt{3}}{3}E_0+2\times\frac{\sqrt{3}}{3}E_0\times\frac{1}{2}=\frac{2\sqrt{3}}{3}E_0$。



任务二

活动 1　**提示**：对滑块受力分析，根据平衡条件可以求出 $N=mg\cos\theta$，$f=mg\sin\theta$。由于滑块静止在斜面上，故还有隐含条件 $mg\sin\theta\leqslant f_m=\mu mg\cos\theta$。

活动 2　**提示**：对滑块进行受力分析，垂直斜面方向有 $N'=(mg+qE)\cos\theta$，由活动 1 知沿斜面方向仍满足 $(mg+qE)\sin\theta\leqslant f_m'=\mu(mg+qE)\cos\theta$，可知加电场后，滑块仍然静止。

任务三

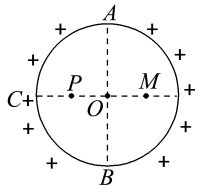
活动 1　**提示**：若电场线为直线，带电粒子的初速度为零或者初速度的方向与电场线的方向在同一直线上时，运动轨迹与电场线重合。若电场线为曲线，则其运动轨迹不可能与电场线重合，因为粒子做曲线运动时静电力指向轨迹内侧，而静电力与电场线相切。

活动 2　**提示**：轨迹上某点切线的方向即为带电粒子在该点的速度方向，若运动轨迹的方向未知，则速度方向有相反的两种可能。合力方向指向轨迹曲线弯曲的内侧。

活动3　**提示**：根据静电力和电场线的方向关系可判断电荷的正负。根据力与速度间的夹角判断带电粒子做加速运动还是减速运动。若二者夹角为锐角，则带电粒子做加速运动；若二者夹角为钝角，则带电粒子做减速运动。

【活动达标】

1.C　**解析**：因 P 点的电场强度为零，所以半球面在 P 点的电场强度和点电荷 Q 在 P 点的电场强度等大反向，即半球面在 P 点的电场强度大小为 $E_1=\frac{kQ}{4R^2}$，方向沿轴线向右。现补全右半球面，如图所示，根据均匀带电的封闭球壳内部电场强度处处为零可知，球面在 M 点产生的电场强度为零，即左半球面在 M 点的电场强度和右半球面在 M 点的电场强度等大反向，又由对称性知左半球面在 P 点的电场强度和右半球面在 M 点的电场强度等大反向，即左半球面在 M 点的电场强度为 $E_2=\frac{kQ}{4R^2}$，方向向右。点电荷 Q 在 M 点的电场强度为 $E_3=\frac{kQ}{R^2}$，方向向左，故 M 点的合电场强度为 $E_M=\frac{kQ}{R^2}-\frac{kQ}{4R^2}=\frac{3kQ}{4R^2}$，方向向左，选项 C 正确。



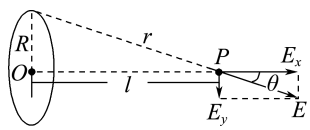
2.A　**解析**：单位面积带电荷量为 q_0 的无限大均匀带电平板的半径 R 取无限大时，在 B 点产生的电场强度大小 $E_1=2\pi kq_0\left(1-\frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}\right)\approx 2\pi kq_0$；单位面积带电荷量为 q_0、半径为 r 的均匀带电圆板在 B 点产生的电场强度大小 $E_2=2\pi kq_0\left(1-\frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}}\right)$；从无限大均匀带电平板中间挖去一半径为 r 的圆板后，其在 B 点的电场强度 E 是以上两个电场强度的差，所以 $E=E_1-E_2=2\pi kq_0\cdot\frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}}$，故 A 正确。

3.B　**解析**：由粒子的运动轨迹可知，粒子的受力方向沿着电场线的方向，所以粒子带正电，故 A 错误；电场线密的地方电场强度大，电场线疏的地方电场强度小，由题图可知，N 点的电场强度大于 M 点的电场强度，故粒子在 N 点受到的静电力大于在 M 点受到的静电力，所以粒子在 M 点的加速度小于在 N 点的加速度，故 B 正确；因粒子带正电，假设粒子从 M 点运动到 N 点，这个过程中静电力做正功，动能增大，粒子在 M 点的动能小于在 N 点的动能，故 C 错误；根据粒子的运动轨迹可以判断其受力方向，但不能判断出粒子一定是从 M 点运动到 N 点，故 D 错误。

4.B　**解析**：因 a 点电场强度为 0，故带电薄板在 a 点产生的电场强度与 $-q$ 在 a 点产生的电场强度等大反向，则带电薄板在 a 点产生的电场强度为 $E=\frac{kq}{d^2}$，方向向左，因为 b 点和 a 点到带电薄板的距离相等，由对称性可知，带电薄板在 b 点产生的电场强度为 $E'=\frac{kq}{d^2}$，方向向右，则 b 点的合电场强度为 $E_b=\frac{kq}{d^2}+\frac{kq}{(3d)^2}=\frac{10kq}{9d^2}$，方向向右，故选 B。

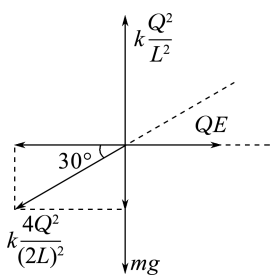
5.A　**解析**：由三个点电荷平衡模型的特点“两同夹异”可知，q_1 和 q_3 为同种电荷，它们与 q_2 互为异种电荷，设 q_1 和 q_2 间的距离为 r，则 q_2 和 q_3 间的距离为 $2r$。对于 q_1，有 $\left|\frac{kq_2q_1}{r^2}\right|=\left|\frac{kq_3q_1}{(3r)^2}\right|$，则有 $\left|\frac{q_2}{q_3}\right|=\frac{1}{9}$；对于 q_3，有 $\left|\frac{kq_1q_3}{(3r)^2}\right|=\left|\frac{kq_2q_3}{(2r)^2}\right|$，所以 $\left|\frac{q_1}{q_2}\right|=\frac{9}{4}$。考虑到各电荷的电性，故 A 正确。

6.解析：若将圆环分成 n 小段，当 n 相当大时，则每一小段可视为点电荷，其电荷量为 $q=\frac{Q}{n}$，每一个点电荷在 P 点处产生的电场强度大小为 $E=\frac{kQ}{nr^2}=\frac{kQ}{n(R^2+l^2)}$。如图所示，根据对称性可知，每一个点电荷在 P 点处的电场强度在垂直于 OP 方向上的分量 E_y 互相抵消，$E_x=E\cos\theta=\frac{kQ}{n(R^2+l^2)}\cdot\frac{l}{\sqrt{R^2+l^2}}=\frac{kQl}{n(R^2+l^2)^{\frac{3}{2}}}$，所以 $E_P=nE_x=\frac{kQl}{(R^2+l^2)^{\frac{3}{2}}}$，方向由 O 指向 P。



答案：$\frac{kQl}{(R^2+l^2)^{\frac{3}{2}}}$　方向由 O 指向 P

7.解析：(1) 对小球 A 分析受力，由于其处于平衡状态，故其受力示意图如图所示：



根据正电荷在匀强电场中所受静电力方向与电场方向相同，故电场方向水平向右。

(2)由于小球 A 处于静止状态，所以在水平方向上有 $QE=k\frac{4Q^2}{(2L)^2}\cos 30°$，解得 $E=\frac{\sqrt{3}kQ}{2L^2}$。

(3)设水平向左为正方向，对小球 C 受力分析，在水平方向上根据平衡条件可得

$$f-k\frac{4Q^2}{(L\tan 60°)^2}+4QE-k\frac{4Q^2}{(2L)^2}\cos 30°=0$$

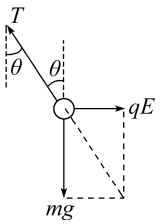
解得 $f=\frac{kQ^2}{6L^2}(8-9\sqrt{3})$

则摩擦力大小为 $\frac{kQ^2}{6L^2}(9\sqrt{3}-8)$，方向水平向右。

答案：(1)水平向右　(2)$\frac{\sqrt{3}kQ}{2L^2}$

(3)$\frac{kQ^2}{6L^2}(9\sqrt{3}-8)$　水平向右

8.解析：(1)由于小球处于平衡状态，对小球进行受力分析，如图所示：



$T\sin\theta=qE$，$T\cos\theta=mg$

解得 $q=\frac{mg\tan\theta}{E}$。

(2)因带电小球受力平衡，重力与静电力的合力与丝线的拉力大小相等，故剪断丝线后小球所受重力与静电力的合力为 $F_{合}=T=\frac{mg}{\cos\theta}$，小球的加速度为 $a=\frac{F_{合}}{m}=\frac{g}{\cos\theta}$，小球由静止开始沿丝线拉力的反方向做匀加速直线运动，当碰到金属板时，它的位移为 $l=\frac{b}{\sin\theta}$，又有 $l=\frac{1}{2}at^2$，可得 $t=\sqrt{\frac{2l}{a}}=\sqrt{\frac{2b\cos\theta}{g\sin\theta}}=\sqrt{\frac{2b}{g\tan\theta}}$。

答案：(1)$\frac{mg\tan\theta}{E}$　(2)$\sqrt{\frac{2b}{g\tan\theta}}$

4　电场力的功　电势能

问题式预习

知识点一

1.qEd　**2.**路径　始末位置

［科学思维］

重力

［判一判］

1.×　**2.**×

知识点二

1.电场　**2.**减少量　$E_{pA}-E_{pB}$　减少　增加　**3.**零电势能位置　**4.**无穷远

［科学思维］

提示：不一定。可以通过电场力做功来判断。

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示：(1)qEa，做正功；qEa，做正功。

(2)一样。电场力做功与路径无关，只与始末位置有关。若电荷沿曲线 ADB 运动，电场力做的功为 qEa，做正功。

【评价活动】

1.BC　**解析**：电场力做功与电荷运动路径无关，A 错误；电场力做功与电荷的初、末位置有关，若其他条件不变，则电荷从某点出发又回到了该点，电场力做功为零，B 正确；正电荷沿电场线的方向运动，则正电荷受到的电场力和电荷的位移方向相同，故电场力对正电荷做正功，同理，负电荷逆着电场线的方向运动，电场力对负电荷做正功，C 正确；电荷在电场中运动，电场力可能对电荷做功，但是电荷的电势能与其他形式的能之间的转化满足能量守恒定律，D 错误。

2.解析：质子在匀强电场中受到的电场力为 $F=qE$

质子沿电场线方向的位移为 $l\cos\theta$

电场力对质子做的功为 $W=qEl\cos\theta=1.6\times10^{-19}\times4\times10^5\times0.2\times\frac{\sqrt{3}}{2}$ J$\approx1.1\times10^{-14}$ J。

答案：1.1×10^{-14} J

3.解析：正电荷受到的电场力沿场强方向，负电荷受到的电场力沿场强反方向，因此杆顺时针转动，电场力对正、负电荷都做正功，所以电场力一共做的功为

$$W=2QE\cdot\frac{1}{2}l\cdot(1-\cos 60°)=\frac{1}{2}QEl。$$

答案：$\frac{1}{2}QEl$

任务二

【探究活动】

提示：(1)在题图甲中，正电荷从 A 点移动到 B 点，电场力做正功，电势能减少；正电荷从 B 点移动到 A 点，电场力做负功，电势能增加。重力做的功等于重力势能的减少量，即 $W_G=E_{pA}-E_{pB}$。类比重力做功与重力势能变化的关系，电场力做的功等于电势能的减少量，即 $W_{AB}=E_{pA}-E_{pB}$。

(2)重力势能具有相对性，求重力势能时，首先要选取零势能面，电势能也具有相对性，故求电势能时也要首先确定零势能面，然后根据 $W_{AB}=E_{pA}-E_{pB}$ 求得。例如，在题图甲中，若规定电荷在 B 点的电势能为零，则电荷在 A 点的电势能等于 W_{AB}，即电荷在某点的电势能等于电场力把它从该点移动到零势能位置时电场力所做的功。

【评价活动】

1.A　**解析**：正电荷从 A 点移到 B 点时，所受电场力的方向与电场线的方向相同，即向右，又电荷向右运动，与电场力方向相同，所以电场力做正功，电荷的电势能减少，故 A 正确，B、C、D 错误。

2.D

3.B　**解析**：晶片带上与电极极性相反的电荷后向卡盘运动，说明电场力方向与位移方向的夹角小于 90°，由功的公式 $W=Fs\cos\theta$ 可知，电场力做正功，故 A 错误；电场力对晶片做正功，由电场力做功与电势能变化的关系 $W=-\Delta E_p$ 可知，电场力做正功时电势能减少，因此晶片的电势能逐渐减少，故 B 正确；晶片与卡盘电极带异种电荷，根据库仑定律 $F=k\dfrac{Q_1Q_2}{r^2}$，异种电荷相互吸引，因此晶片与卡盘电极之间表现为吸引力而非斥力，故 C 错误；晶片与卡盘电极之间的电场为非匀强电场，由电场线分布可知各点场强大小和方向不尽相同，电场强度 E 并非处处相同，故 D 错误。

4.解析：(1)由 $W=qE\cdot AB$ 得，该电场的电场强度大小为 $E=\dfrac{W}{q|AB|}=\dfrac{1.2\times10^{-7}}{4\times10^{-8}\times5\times10^{-2}}$ N/C=60 N/C。

(2)电荷从 B 点移到 C 点的过程中，电场力做的功为 $W'=qE\cdot BC\cdot\cos 60°=4\times10^{-8}\times60\times12\times10^{-2}\times0.5$ J$=1.44\times10^{-7}$ J

所以，该过程中电势能减少 1.44×10^{-7} J。

答案：(1)60 N/C　(2)减少 1.44×10^{-7} J

5　电势　电势差

问题式预习

知识点一

1.比　**2.**$\dfrac{E_p}{q}$　**4.**(1)无穷远处　大地　(2)高　低

5.逐渐降低

［科学思维］

提示：由电场本身决定。均无关。

知识点二

1.$\varphi_A-\varphi_B$　$\varphi_B-\varphi_A$　**2.**qU_{AB}　$\dfrac{W_{AB}}{q}$　**3.**无关

4.标量　高　低　**5.**伏特　V

［科学思维］

$E_{pA}-E_{pB}$　qU_{AB}　$\dfrac{W_{AB}}{q}$

［判一判］

1.√　**2.**√　**3.**√　**4.**×

知识点三

1.电势相等　**2.**(1)零　(2)垂直

任务型课堂

任务一

1.ACD　**解析**：从题图中可以看出，a 点的电场线比 b 点的电场线密，所以 a 点的电场强度比 b 点的大，故 A 正确；沿电场线的方向电势降低，所以 a 点的电势比 b 点的低，故 B 错误；两个负电荷在 c 点的合电场强度为零，正电荷在 c 点的电场强度方向竖直向下，两个负电荷在 d 点产生的电场强度叠加后方向竖直向下，正电荷在 d 点产生的电场强度方向竖直向上，因为正电荷到 c、d 距离相等，所以，叠加后的合电场强度肯定是 c 点大，故 C 正确；正电荷在 c、d 两点激发的电势相等，分析负电荷对 c、d 两点的影响，由于无穷远处电势为零，越靠近负电荷电势越低，则 c 点的电势比 d 点的低，故 D 正确。

2.CD

3.D　**解析**：题图中为一条电场线，根据沿电场线方向电势逐渐降低的特点，则电势最高的是 d 点，最低的是 a 点，故 D 正确，A、B、C 错误。

4.解析：因无穷远处电势为零，故 $E_{pA}=2.0\times10^{-8}$ J

$\varphi_A=\dfrac{E_{pA}}{q}=-2$ V

又 $W_{AB}=E_{pA}-E_{pB}=1.0\times10^{-8}$ J

故 $E_{pB}=E_{pA}-W_{AB}=1.0\times10^{-8}$ J

$\varphi_B=\dfrac{E_{pB}}{q}=-1$ V。

答案：-2 V　-1 V

任务二

1.BD　**解析**：U_{AB} 表示 A 点相对于 B 点的电势差，即 $U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B$，故 A 错误；$U_{AB}$ 和 U_{BA} 是不同的，它们的关系是 $U_{AB}=-U_{BA}$，故 B 正确；电势虽有正负之分，但电势是标量，故 C 错误；零电势点的规定虽然是任意的，但通常规定大地或无穷远处为零电势点，故 D 正确。

2.BC　**解析**：电势具有相对性，与零电势点的选取有关，而电势差是标量，虽有正、负之分，但大小与零电势点的选取无关，故 A 错误，B 正确；电势差为电场中两点的电势之差，与电荷移动的路径无关，故 C 正确；由于 $U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B$，$U_{BA}=\varphi_B-\varphi_A$，故 $U_{AB}=-U_{BA}$，故 D 错误。

3.C　**解析**：$U_{AB}=75$ V 表示 φ_A 比 φ_B 高 75 V，$U_{BC}=-200$ V 表示 φ_C 比 φ_B 高 200 V，所以三点电势高低关系为 $\varphi_C>\varphi_A>\varphi_B$，故选 C。

4.解析：(1)M、N 两点间的电势差

$U_{MN}=\varphi_M-\varphi_N=4$ V。

(2)B 板接地时，$U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B=8$ V

若 A 板接地时，则 B 点的电势

$\varphi_B=\varphi_A-U_{AB}=-8$ V

同理 $\varphi_M=U_{MA}=-2$ V

$\varphi_N=U_{NA}=-6$ V

$U_{MN}=\varphi_M-\varphi_N=4$ V。

答案：(1)4 V　(2)-8 V　-2 V　-6 V　4 V

任务三

【探究活动】

提示：(1)公式 $W_{AB}=qU_{AB}$ 适用于任何电场，故在两种电场中都成立。

(2)成立。只要 W_{AB} 是电荷在电场中运动时电场力做的功，$W_{AB}=qU_{AB}$ 就成立。

(3)不一定。根据 $U_{AB}=\dfrac{W_{AB}}{q}$，$W_{AB}<0$，若 q 为正电

荷，则 $U_{AB}<0$，若 q 为负电荷，则 $U_{AB}>0$。

【评价活动】

1.A

2.解析：(1)无限远处与 A 点间的电势差

$U_{\infty A}=\dfrac{W_1}{q}=\dfrac{-8\times10^{-6}}{2\times10^{-8}}$ V$=-400$ V

而 $U_{\infty A}=\varphi_\infty-\varphi_A$

又 $\varphi_\infty=0$，所以 $\varphi_A=400$ V。

(2)无限远处与 B 点间的电势差

$U_{\infty B}=\dfrac{W_2}{q}=\dfrac{-2\times10^{-6}}{2\times10^{-8}}$ V$=-100$ V

而 $U_{\infty B}=\varphi_\infty-\varphi_B$

又 $\varphi_\infty=0$，所以 $\varphi_B=100$ V

则 A、B 两点的电势差为 $U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B=300$ V。

(3)电场力做的功

$W=q'U_{AB}=-2\times10^{-8}\times300$ J$=-6\times10^{-6}$ J。

答案：(1)400 V　(2)300 V　(3)-6×10^{-6} J

3.解析：(1)由于 $U_{CD}=\varphi_C-\varphi_D=0-(-30\text{ V})=30$ V

则电荷从 C 点移到 D 点，电场力做功

$W_{CD}=qU_{CD}=1.2\times10^{-6}\times30$ J$=3.6\times10^{-5}$ J。

(2)由于 $U_{DA}=\varphi_D-\varphi_A=-30\text{ V}-10\text{ V}=-40$ V

则电荷从 D 点移到 B 点再移到 A 点，电场力做功

$W_{DA}=qU_{DA}=1.2\times10^{-6}\times(-40)$ J$=-4.8\times10^{-5}$ J

故电势能的变化量 $\Delta E_p=-W_{DA}=4.8\times10^{-5}$ J，电荷的电势能增加。

答案：(1)3.6×10^{-5} J　(2)增加了 4.8×10^{-5} J

任务四

【探究活动】

提示：(1)由等势面的电势高低可以判断电场中 A 点电势较高。由等势面的电势高低可以判断正电荷在电场中从 A 点移动到 B 点时电场力做正功。

(2)由于等势面和电场线垂直，若已知等势面的形状分布，可以绘制出电场线，从而确定电场的大致分布。等差等势面越密，电场越强，因此 B 点电场较强。

【评价活动】

1.D　**解析：**等势面由电势相等的点组成，电场线垂直于等势面，因此电荷在等势面上移动时，电场力不做功，但仍受电场力的作用，A 错误；等势面上各点的电场强度大小不一定相等，等势面不可能相交，B、C 错误；等差等势面的疏密程度能反映电场强度的大小，D 正确。

2.D　**解析：**等高线越密集，坡面越陡，根据牛顿第二定律 $ma=mg\sin\theta$，可得加速度 $a=g\sin\theta$（θ 为坡面与水平面夹角），MB 对应的等高线较密集，坡面较陡，即 θ 较大，可得小球沿着 MB 运动时的加速度比沿着 MA 运动时的加速度大，故 A 错误；A、B 在同一等高线上，小球沿 MA 和 MB 下落的高度相同，根据机械能守恒定律可知运动到 A、B 点时的速度大小相同，故 B 错误；等差等势线越密集，电场强度越大，B 点等势线较密集，故 A 点电场强度比 B 点小，故 C 错误；等势线越密集，电势降低越快，右侧等势线较密集，右侧电势比左侧降低得快，故 D 正确。

3.B　**解析：**粒子带正电，$q>0$，由电势能定义式 $E_p=q\varphi$ 可知，粒子沿题图所示方向运动，电势能先减小后增大，则电场力先做正功后做负功，故 B 正确，A、C 错误；由 $U=Ed$ 可知，等差等势面间距越小的位置电场强度越大，题图中沿着运动轨迹等差等势面间距不均匀，所以电场分布不均匀，即粒子所受电场力不是恒力，故 D 错误。

4.C　**解析：**根据题意可知，a、c 连线的中点即为 b 点的等电势点，则 ac 的中垂线为匀强电场的等势线，又 $\varphi_a>\varphi_c$，故 a 点电场强度的方向为 $a\to c$，故 C 正确，A、B、D 错误。

6　电势差与电场强度的关系

问题式预习

知识点

1.Ed　$\dfrac{U}{d}$　**2.**场强　电场线　**3.**(1)匀强　(2)电场方向　**4.**(1)场强　(2)伏特每米　V/m　V/m

［科学思维］

提示：在非匀强电场中不能进行定量计算，但可以定性地分析有关问题。

［判一判］

1.×　**2.**√　**3.**×　**4.**√

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示：(1)A、B 两点间距离为 d，电势差为 U_{AB}，电场强度为 E。把正电荷 q 从 A 点移到 B 点时，电场力 qE 所做的功为 $W=qEd$；利用电势差和功的关系，所做的功又可以表示为 $W=qU_{AB}$，比较这两个式子，可得 $W=qEd=qU_{AB}$，即 $U_{AB}=Ed$。

(2)正电荷从 A 点移动到 B 点，所受电场力方向水平向右，与位移间的夹角为 α，故电场力做功为 $W=qEs\cos\alpha$，$s\cos\alpha=d$，所以 $W=qEd$，由电势差和功的关系有 $W=qU_{AB}$，比较这两个式子可得 $U_{AB}=Es\cos\alpha=Ed$。d 为 AB 沿电场线方向的距离，也是 A、B 两点所在等势面间的距离，或者说是 A、B 两点间距离 s 在电场强度方向上的投影。

(3)三个电势降低的方向中，沿 $A\to C$ 方向电势降低得最快。电势降低最快的方向与电场强度的方向相同。

【评价活动】

1.AB　**解析：**a、b 两点间的最大电势差 $U_{ab}=Ed=2$ V，

最小电势差 $U_{ab}=0$，故 $0\leqslant U_{ab}\leqslant 2$ V，A、B 可能，C、D 不可能。

2.D

3.解析：(1)正点电荷从 A 点移到 B 点时，电场力做正功，故 A 点电势高于 B 点，可以求得

$$U_{AB}=\frac{W_1}{q_1}=\frac{3\times10^{-6}}{1\times10^{-8}}\ \text{V}=300\ \text{V}$$

同理可判断 A 点电势高于 C 点，可求得

$$U_{AC}=\frac{W_2}{q_2}=300\ \text{V}。$$

(2)由(1)可知 $U_{BC}=0$，即 B、C 两点电势相等，BC 为一等势线，因此电场线方向垂直 BC。设 D 为 BC 的中点，则电场线方向由 A 指向 D。AB 沿电场强度方向的距离 d 等于线段 AD 的长度，故 $d=3$ cm。

由匀强电场中电势差与电场强度的关系式 $E=\frac{U}{d}$ 可得 $E=\frac{300}{3\times10^{-2}}\ \text{V/m}=1\times10^4\ \text{V/m}$。

答案：(1)300 V　300 V　(2)1×10^4 V/m

4.解析：(1)两板间是匀强电场，由 $U=Ed$ 可得两板间的电场强度 $E=\frac{U}{d}=\frac{60}{5\times10^{-2}}\ \text{V/m}=1.2\times10^3\ \text{V/m}$。

(2)P_1、P_2 两点沿电场强度方向的距离 $d'=4$ cm

所以 $U_{P_1P_2}=Ed'=1.2\times10^3\times4\times10^{-2}\ \text{V}=48\ \text{V}$。

(3)B 板接地，即 B 板电势为零，电场中某点的电势就等于这点与 B 板的电势差，即

$\varphi_{P_1}=Ed_1=1.2\times10^3\times4.5\times10^{-2}\ \text{V}=54\ \text{V}$

$\varphi_{P_2}=Ed_2=1.2\times10^3\times0.5\times10^{-2}\ \text{V}=6\ \text{V}$。

答案：(1)1.2×10^3 V/m　(2)48 V　(3)54 V　6 V

任务二

【探究活动】

提示：(1)不能。因为 x 不是沿电场线方向的距离。

(2)$E=\frac{U_{AB}}{x\cos\alpha}$。

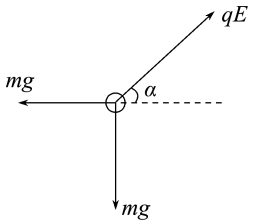
(3)不能。因为点电荷周围的电场不是匀强电场。

【评价活动】

1.B　**解析**：因为 bc 与 ad 平行且相等，由匀强电场特点可得 $\varphi_b-\varphi_c=\varphi_a-\varphi_d$，解得 $\varphi_c=8$ V。

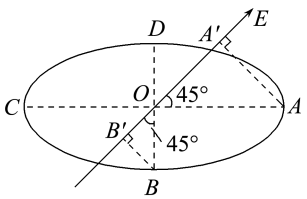
2.ACD　**解析**：AC 的中点电势为 2 V，根据几何关系可知 BE 为等势线，CD、AF 同为等势线，故 A 正确；CA 为电场线方向，电场强度大小 $E=\frac{U}{d}=\frac{2}{2\times10\times\cos30^\circ\times10^{-2}}\ \text{V/m}=\frac{20}{3}\sqrt{3}\ \text{V/m}$，故 B 错误，C 正确；$U_{ED}=U_{BC}=-1$ V，$\Delta E_p=-W_{ED}=-eU_{ED}=-1.6\times10^{-19}$ J，故 D 正确。

3.BCD　**解析**：作出小球在 A 点时的受力分析图，如图甲所示：



甲

由力的平衡条件结合几何关系有 $qE=\sqrt{(mg)^2+(mg)^2}=\sqrt{2}\,mg$，所以电场强度的大小 $E=\frac{\sqrt{2}mg}{q}$，且其方向与 OA 的夹角 α 满足 $\tan\alpha=1$，则 $\alpha=45^\circ$，故 A 错误，B 正确；分别作出 A、B 两点在经过 O 点的电场线上的两等势点 A'、B'，如图乙所示：



乙

则由几何关系可知，A、B 两点间沿电场方向的距离为 $d=A'O+OB'=a\cos45^\circ+b\cos45^\circ=(a+b)\cos45^\circ$，所以 A、B 两点间的电势差为 $U_{AB}=-Ed=-\frac{(a+b)mg}{q}$，故 C 正确；小球所受支持力对其始终不做功，根据题意可知，小球所受电场力与重力的合力水平向右，BD 连线沿竖直方向，所以从 B 到 D 的过程，小球所受合外力做的总功为 0，由动能定理可知其动能变化量为 0，故小球在 B、D 两点的速度大小均为 v_0，故 D 正确。

4.D　**解析**：根据电场线和等势面的关系画出等势面，可以判断出 M 点的电势比 P 点的电势高，A 错误；将负点电荷由 O 点移动到 P 点，电场力做负功，B 错误；根据 $U=Ed$ 进行定性分析可知 $U_{MN}<U_{OM}$，C 错误，D 正确。

5.AD　**解析**：等差等势面的疏密程度体现电场强度的大小，由题图可知，N 点的等差等势面比 M 点更密，则 N 点的电场强度大小比 M 点的大，选项 A 正确；沿着电场线方向电势逐渐降低，由题图可知电场线由 N 指向 Q，则 Q 为负电荷，选项 B 错误；沿着电场线方向电势逐渐降低，结合各等势面的电势高低关系可知 M 点的电场方向沿 x 轴正方向，选项 C 错误；M 点与 N 点在同一等势面上，电势均为 0 V，P 点与 N 点的等势面间隔 4 个，而相邻等势面间的电势差为 3 V，则 P 点与 M 点的电势差为 12 V，选项 D 正确。

7　静电的利用和防护

问题式预习

知识点一

1.电荷　**2.**电压　好　高　大　**3.**(1)静电力　吸附　(2)②吸引

[科学思维]

提示:静电除尘、静电喷漆、静电复印、静电植绒、静电屏蔽等。

知识点二

1.(2)爆炸　(3)电磁　**2.**(2)湿度　(3)通风

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示:(1)自由电子受外加电场的电场力作用而定向移动;向着与电场相反的方向定向移动。

(2)不能。感应电荷产生的电场与外加电场反向,阻碍电子的定向移动,当这两个电场大小相等时,电子的定向移动终止。

【评价活动】

1.C　**解析**:根据"近异远同"的特点,导体 B 端的感应电荷为正电荷,A 错误;导体处于静电平衡状态,内部电场强度处处为零,B、D 错误;导体处于静电平衡状态,感应电荷产生的电场强度和带电小球产生的电场强度等大、反向、共线,相对于 B 点,由于带电小球在 C 点产生的电场强度大,故感应电荷在 C 点产生的电场强度也大,C 正确。

2.C　**解析**:水平导体棒达到静电平衡后,棒上感应电荷在 O 点产生的电场强度与等量异种电荷在 O 点产生的合电场强度等大反向,等量异种电荷在 O 点产生的电场强度大小为 $E=\frac{2kQ}{l^2}$,方向水平向右,所以棒上感应电荷在 O 点产生的电场强度大小为 $E'=\frac{2kQ}{l^2}$,方向水平向左,故选 C。

3.解析:根据电场的叠加和静电平衡,球心 O 处的合场强为零,即感应电荷的电场强度与 A、B 两点电荷在 O 处所产生的合场强等大、反向,即 $E_{感}=E_A+E_B=k\frac{Q}{l^2}+k\frac{2Q}{l^2}=\frac{3kQ}{l^2}$,$A$、$B$ 在 O 处产生的场强方向向左,所以 $E_{感}$ 方向水平向右。

答案:$\frac{3kQ}{l^2}$　方向向右

任务二

【探究活动】

提示:(1)消除静电。

(2)电工被铜丝编织的衣服所包裹,使人体内的电场强度保持为零,对人体起保护作用。

【评价活动】

1. C　**解析**:古建筑上的屋脊中央常装有的铜葫芦是利用尖端放电来引雷的,相当于避雷针,美观是其次的,故选 C。

2.AC

3.D　**解析**:雷雨将至,几名游客头发直立如同刺猬一般,说明空气中有很多带电的自由电荷,此时最有效且合理的一种避险方式是找个静电屏蔽的地方,如躲进汽车里,因为汽车由金属制造,能起到静电屏蔽的作用,故选 D。

4.AD　**解析**:导体滚筒 C 要顺时针旋转,使物质粉粒靠近电极 G 而带上负电,选项 A 正确,B 错误。在物质粉粒靠近电极 G 时,大量的电子或负离子被喷射在粉粒 a、b 上而带负电,粉粒 b 因具有良好的导电性而与带正电的导体滚筒 C 接触后,其上的负电被中和并带上正电,故粉粒 b 一方面随导体滚筒转动,一方面受到 C 上正电的静电斥力而离开导体滚筒,最后落于料槽 F;绝缘性能良好的粉粒 a 因其所带负电不容易传给导体滚筒 C,而受 C 的静电吸引作用附着于 C 的表面并随其转动,最后粉粒 a 在重力和刮板 D 的作用下掉入料槽 E,则粉粒 b 的导电性能比粉粒 a 的好,选项 C 错误,D 正确。

8　电容器　电容

问题式预习

知识点一

1.(2)绝缘　靠近　(3)绝对值

2.(3)法拉　10^6　10^{12}

[科学思维]

提示:不能。

[判一判]

1.√　**2.**×　**3.**×　**4.**×

知识点二

1.(1)绝缘　平行金属板　**2.**(1)固定电容器　可变电容器　(2)①正常工作　②击穿

[科学思维]

所有　平行板

任务型课堂

任务一

1.D　**解析**:电容器所带的电荷量是指一个极板所带

电荷量的绝对值，故 A 错误；电容是用来描述电容器容纳电荷本领的物理量，其大小与电容器所带的电荷量无关，故 B 错误；某一电容器标注的是“300 V　5 μF”，其含义是电容器的额定电压是 300 V，它的电容等于 5 μF，故 C 错误；法拉(F)是电容的国际单位，但是这个单位很大，通常用微法(μF)这个单位，1 F=10^6 μF，故 D 正确。

2.BCD　**解析**：由 $C=\frac{Q}{U}=\frac{Q-3\times10^{-6}\ \text{C}}{\frac{U}{3}}$，解得 $Q=4.5\times10^{-6}$ C，故 B 正确。当 $U_1=5$ V 时，$C_1=\frac{Q}{U_1}=\frac{4.5\times10^{-6}}{5}$ F=0.9 μF；当 $U_2=5\times10^{-2}$ V 时，$C_2=\frac{Q}{U_2}=\frac{4.5\times10^{-6}}{5\times10^{-2}}$ F=90 μF。常见电容器的电容一般都以微法作单位，符合实际情况，故 C、D 正确。

3.B　**解析**：电容器放电过程中，开始时电流较大，随着带电荷量的减少，放电电流逐渐减小，不是恒定的，选项 A 错误；这次放电过程中通过患者身体的电荷量 $Q=CU=14\times10^{-6}\times10\times10^3$ C=0.14 C，选项 B 正确；电容器的电容是由其本身决定的，与电容器的电压无关，选项 C 错误；患者身体是导体，不是绝缘体，不能起到绝缘电介质的作用，选项 D 错误。

4.解析：(1)由电容器电容的定义式 $C=\frac{Q}{U}$ 可知

$$C=\frac{\Delta Q}{\Delta U}=\frac{Q_2-Q_1}{U_2-U_1}=\frac{3.6\times10^{-5}-3\times10^{-5}}{12-10}\ \text{F}=3\ \mu\text{F}。$$

(2)当两极板间电势差降到 6 V 时，每个极板应减少的电荷量为 $\Delta Q'=C\Delta U'=3\times10^{-6}\times(10-6)$ C=1.2×10^{-5} C。

答案：(1)3 μF　(2)1.2×10^{-5} C

任务二

【探究活动】

提示：(1)控制变量法。

(2)由 $Q=CU$ 可知，由于极板上的电荷量 Q 几乎不变，所以电容器的电容 C 与电压 U 成反比，而两个导体间的电压 U 的变化可通过静电计指针的偏转角度 θ 显示出来，θ 变大，电压 U 增大，说明 C 减小；θ 变小，电压 U 减小，说明 C 增大。

(3)①保持极板上的电荷量 Q 和两极板间的距离 d 不变，改变两极板的正对面积 S。S 越大，静电计显示的电势差越小。分析可知，S 越大，U 越小，C 越大。

②保持极板上的电荷量 Q 和两极板的正对面积 S 不变，改变两极板间的距离 d。d 越小，静电计显示的电势差越小。分析可知，d 越小，U 越小，C 越大。

③保持 Q、S、d 都不变，在两极板中间插入电介质，静电计显示的电势差减小。分析可知，插入电介质，U 减小，C 增大。

【评价活动】

1.AD　**解析**：探测仪靠近水管后，电容器的两板间距离和极板正对面积均未变，而指示灯亮起说明电容器发生了充电或放电，即电容发生改变，根据 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知电容器的电介质发生变化，故 A、D 正确，B、C 错误。

2.A　**解析**：电容器与电源保持连接，电容器两端电压不变，现将电容器两极板间距增大至原来的 2 倍，由公式 $E=\frac{U}{d}$ 可知，极板间电场强度变为原来的 $\frac{1}{2}$，则由 $W=Eqd$ 可知，再把电荷由 a 点移至 b 点，则电场力做功变为原来的 $\frac{1}{2}$，即电场力做功为 $\frac{W}{2}$。故 A 正确，B、C、D 错误。

3.BC　**解析**：保持 S 闭合，则两极板间的电势差 U 不变，减小两极板间的距离 d 时，根据电场强度公式 $E=\frac{U}{d}$，两极板间电场的电场强度将变大，故 A 错误；保持 S 闭合，根据平行板电容器电容的定义式和决定式，即 $C=\frac{Q}{U}=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$，当在两极板间插入一块电介质时，相对介电常数 ε_r 变大，电容 C 变大，而 U 不变，所以极板上的电荷量增大，故 B 正确；断开 S，极板上的电荷量 Q 不变，减小两极板间的距离 d 时，电容 C 变大，则电势差 U 一定变小，故 C 正确；断开 S，在两极板间插入一块电介质，则 C 变大，Q 不变，则电势差 U 一定减小，故 D 错误。

4.C　**解析**：若 S_1 闭合、S_2 断开，S_1 仅连通 a、c，b 板的电荷会束缚住 a 板的异种电荷，使其不会流到 c 板，因此 S_1 和 S_2 只要不是同时闭合，则 a、b 两板组成的电容器的电荷量都不会发生改变，两板之间的电场强度也不会发生变化，根据平衡条件可知，粒子在两板间的平衡态没有变化，则微粒仍保持静止，故 A、B 错误；S_1、S_2 同时闭合，则 a、b 的电荷就分别向 c 板和 d 板转移，从而 a、b 间的电荷量减小，电压降低，场强减小，微粒受到的重力大于向上的电场力，合力向下，可知微粒向下运动，故 C 正确，D 错误。

9　带电粒子在电场中的运动

问题式预习

知识点一

1.相同　相反　**2.**(1)动能定理

[判一判]

1.×　**2.**×　**3.**×

知识点二

1.垂直　**4.**(2)中央 O 点　垂直放置

［科学思维］

极板长度　极板间距

［判一判］

1.√　**2.**√　**3.**√　**4.**×　**5.**×

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示:(1)在带电粒子运动的过程中,电场力所做的功为 $W=qU$,设粒子到达负极板时的速率为 v,其动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$,由动能定理有 $qU=\frac{1}{2}mv^2$,得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$。由动能定理有 $qU=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$,得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}+v_0^2}$。

(2)由动能定理有 $-qU=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$,得 $v=\sqrt{v_0^2-\frac{2qU}{m}}$。

(3)结果仍然适用。因为不管是否为匀强电场,电场力做功都可以用 $W=qU$ 计算,动能定理仍然适用。

【评价活动】

1.D　**解析**:带电极板吸引带负电的绒毛,则其带正电,故 A 错误;绒毛在飞往需要植绒的物体的过程中,绒毛在加速运动,电场力做正功,电势能不断减小,故 B 错误;植绒效果主要由容器和极板间的电势差决定,若增大容器与带电极板之间的距离,而电势差不变,则植绒效果不变,故 C 错误;由动能定理得 $qU=\frac{1}{2}mv^2$,可知质量相同的绒毛,所带电荷量越多,到达需要植绒的物体表面时速率越大,故 D 正确。故选 D。

2.A　**解析**:由动能定理有 $\frac{1}{2}mv^2=eU$,得 $v=\sqrt{\frac{2eU}{m}}$,可见电子到达 Q 板的速率与极板间距 d 无关,故 A 项正确,B 项错误;两极板间为匀强电场,电场强度 $E=\frac{U}{d}$,电子的加速度 $a=\frac{eU}{md}$,由运动学公式 $d=\frac{1}{2}at^2$ 得 $t=\sqrt{\frac{2d}{a}}=\sqrt{\frac{2md^2}{eU}}$,若两极板间电势差 U 增大一倍,则电子到达 Q 板的时间减为原来的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$,故 C、D 项错误。

3.C　**解析**:根据题意,设 A、B 的距离为 d,B、C 的距离为 s,且 $d+s=L$,在 A、B 间有 $\frac{qU}{d}=ma$,$qU=\frac{1}{2}mv^2$,$v=at_1$,解得 $a=\frac{qU}{md}$,$v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$,$t_1=d\sqrt{\frac{2m}{qU}}=\frac{d}{\frac{v}{2}}=2d\sqrt{\frac{m}{2qv}}$,在 B、C 间有 $t_2=\frac{s}{v}=s\sqrt{\frac{m}{2qU}}$,则整个过程的时间 $t=t_1+t_2=2d\sqrt{\frac{m}{2qv}}+s\sqrt{\frac{m}{2qU}}=(d+L)\sqrt{\frac{m}{2qU}}$。结合上述分析,保持 S 闭合,$U$ 不变,若仅 $\frac{q}{m}$ 变大,即 $\sqrt{\frac{m}{q}}$ 变小,则 t 变短,故 A 错误;保持 S 闭合,若仅 U 增大,则 t 变短,故 B 错误;保持 S 闭合,U 不变,A、C 位置不变,若仅 B 极板向右移动,则 d 增大,s 减小,L 不变,t 变长,故 C 正确;将 S 断开,极板上电荷量 Q 不变,A、C 位置不变,若仅 B 极板向右移动,A、B 间电场强度 $E=\frac{U}{d}=\frac{Q}{Cd}=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon_r S}$ 不变,则大分子的加速度不变,则有 $v^2=2ad$,$t_1=\frac{d}{\frac{v}{2}}=\frac{2d}{v}$,$t_2=\frac{s}{v}$,则整个过程的时间 $t=t_1+t_2=\frac{2d+s}{v}=\frac{d+L}{\sqrt{2ad}}=\frac{1}{\sqrt{2a}}\left(\sqrt{d}+\frac{L}{\sqrt{d}}\right)$,由于 d 增大但小于 L,s 减小,L 不变,根据数学知识可知,当 $d=L$ 时,$\left(\sqrt{d}+\frac{L}{\sqrt{d}}\right)$ 有最小值,可知,随着 d 增大但小于 L,$\left(\sqrt{d}+\frac{L}{\sqrt{d}}\right)$ 减小,则总时间 t 减小,故 D 错误。

4.解析:(1)两金属板间的电场强度 $E=\frac{U}{d}$

带电粒子所受的静电力 $F=qE=q\frac{U}{d}$。

(2)带电粒子从静止开始运动到 N 板的过程,根据动能定理有 $qU=\frac{1}{2}mv^2$

解得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$。

(3)设带电粒子运动 $\frac{d}{2}$ 距离时的速度大小为 v',根据动能定理有 $q\frac{U}{2}=\frac{1}{2}mv'^2$

带电粒子在前 $\frac{d}{2}$ 距离内做匀加速直线运动,后 $\frac{d}{2}$ 距离内做匀速直线运动,设用时分别为 t_1、t_2,有 $\frac{d}{2}=\frac{v'}{2}t_1$,$\frac{d}{2}=v't_2$,则该粒子从 M 板运动到 N 板经历的时间 $t=t_1+t_2=\frac{3d}{2}\sqrt{\frac{m}{qU}}$。

答案:(1)$q\frac{U}{d}$　(2)$\sqrt{\frac{2qU}{m}}$　(3)$\frac{3d}{2}\sqrt{\frac{m}{qU}}$

任务二

【探究活动】

提示:(1)带电粒子以初速度 v_0 垂直于电场线方向射

入匀强电场时，受到恒定的、与初速度方向垂直的电场力作用而做匀变速曲线运动，类似于力学中的平抛运动。平抛运动的研究方法是运动的合成和分解。

(2)带电粒子在垂直于电场线方向上不受力，做匀速直线运动；在平行于电场线方向上，带电粒子受到电场力的作用，做初速度为零的匀加速直线运动。

【评价活动】

1.BC　**解析**：带电微粒在电场中只受电场力作用，加速度不为零且恒定，故C正确；微粒可能做匀变速直线运动或匀变速曲线运动，故D错误；微粒做匀加速直线运动时，速度、动能均增大，做匀减速直线运动时，速度、动能均减小，故A错误，B正确。

2.AC　**解析**：由题意可知，在XX′方向上电子向X方向偏转，X带正电，A正确，B错误；在YY′方向上电子向Y方向偏转，Y带正电，C正确，D错误。

3.BD　**解析**：粒子在电容器中水平方向做匀速直线运动，竖直方向做匀变速直线运动，根据电场强度和电势差的关系及电场强度和静电力的关系可得 $E=\frac{U_2}{2d}$，$F=qE=ma$，粒子射入电容器后的速度为 v_0，水平方向和竖直方向的分速度 $v_x=v_0\cos 45°=\frac{\sqrt{2}}{2}v_0$，$v_y=v_0\sin 45°=\frac{\sqrt{2}}{2}v_0$，从射入到运动至最高点的过程，由运动学关系得 $v_y^2=2ad$，粒子射入电场时由动能定理可得 $qU_1=\frac{1}{2}mv_0^2$，联立解得 $U_1:U_2=1:1$，B正确；粒子从射入到运动到最高点，由运动学可得 $2L=v_xt$，$d=\frac{0+v_y}{2}\cdot t$，联立得 $L:d=1:1$，A错误；粒子穿过电容器，从最高点到穿出时由运动学关系可得 $L=v_xt_1$，$v_{y1}=at_1$，射入电容器到最高点有 $v_y=at$，解得 $v_{y1}=\frac{v_y}{2}$，设粒子穿过电容器与水平的夹角为 α，则 $\tan\alpha=\frac{v_{y1}}{v_x}=\frac{1}{2}$，设粒子射入磁场时和水平方向的夹角为 β，利用三角函数公式可得 $\tan(\alpha+\beta)=3$，C错误；粒子射入到最高点的过程水平方向的位移为 x，竖直方向的位移为 $y=\frac{1}{2}at^2$，联立解得 $y=\frac{U_2x^2}{4dU_1}$，且 $x=v_xt'$，$y=\frac{0+v_y}{2}\cdot t'$，解得 $x=2L$，$y=d=L$，即粒子在运动到最高点的过程中，水平和竖直位移均与电荷量和质量无关，射出磁场过程同理有 $x_1=L=v_xt_1'$，$y_1=\frac{v_{y1}+0}{2}t_1'=\frac{x_1}{4}=\frac{L}{4}$，即轨迹不会变化，D正确。

4.解析：(1)带电粒子在电场中做类平抛运动，垂直于电场线方向上做匀速直线运动，所以粒子从射入电场到打到屏上所用的时间 $t=\frac{2l}{v_0}$。

(2)设粒子射出电场时沿平行电场线方向的速度为 v_y，所用时间 $t'=\frac{l}{v_0}$

根据牛顿第二定律可知，粒子在电场中的加速度为

$a=\frac{qE}{m}$

所以 $v_y=at'=\frac{qEl}{mv_0}$

则粒子刚射出电场时的速度方向与初速度方向间夹角的正切值为 $\tan\alpha=\frac{v_y}{v_0}=\frac{qEl}{mv_0^2}$。

(3)设粒子在电场中的偏转距离为 y，则

$y=\frac{1}{2}a\left(\frac{l}{v_0}\right)^2=\frac{qEl^2}{2mv_0^2}$

方法一　令 $Y=y+l\tan\alpha$

解得 $Y=\frac{3qEl^2}{2mv_0^2}$。

方法二　$Y=y+v_yt'=\frac{3qEl^2}{2mv_0^2}$。

方法三　由 $\frac{Y}{y}=\frac{l+\frac{l}{2}}{\frac{l}{2}}$ 得 $Y=3y=\frac{3qEl^2}{2mv_0^2}$。

答案：(1)$\frac{2l}{v_0}$　(2)$\frac{qEl}{mv_0^2}$　(3)$\frac{3qEl^2}{2mv_0^2}$

5.解析：加速过程中，由动能定理得 $eU=\frac{1}{2}mv_0^2$

进入偏转电场后，电子做类平抛运动，在平行于板面的方向上做匀速运动，有 $l=v_0t$

在垂直于板面的方向上做匀加速直线运动，设平行极板间电压为 U'，则加速度为 $a=\frac{F}{m}=\frac{eU'}{dm}$

偏转距离为 $y=\frac{1}{2}at^2$

能飞出极板的条件为 $y\leqslant\frac{d}{2}$

联立解得 $U'\leqslant\frac{2Ud^2}{l^2}=400$ V

即要使电子能从平行板间飞出，所加电压最大为400 V。

答案：400 V

单元活动 2

【任务引导】

任务一

活动1　**提示**：描述电势能的性质的物理量有电势、电势差。其公式分别为 $\varphi_A=\frac{E_{pA}}{q}$，$U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B=\frac{W_{AB}}{q}$。

活动2　**提示**：根据沿电场线方向电势降低判断；离

正场源电荷越近电势越高，离负场源电荷越近电势越低；也可结合电荷的正、负及电势能的变化情况进行判断。

活动3　**提示**：静电力做正功，电势能降低，相反做负功，电势能增加；由公式 $E_p=q\varphi$ 进行计算，应包含物理量的正、负号；根据能量守恒进行判断，只有静电力做功时，电势能与动能总量不变。

任务二

活动1　**提示**：静电力做功实现了电势能与其他形式的能量间的相互转化。重力做功实现了重力势能与其他形式的能量间的相互转化。合外力做功实现了动能与其他形式的能量间的相互转化。

活动2　**提示**：除重力和系统内的弹力以外的力做功时，实现了机械能与其他形式的能量的相互转化。

任务三

活动1　**提示**：根据 v-t 图像中的速度变化、斜率确定电荷所受合力的方向与合力大小的变化，从而确定电场的方向、电势的高低及电势能的变化。

活动2　**提示**：电场强度的大小等于 φ-x 图像的斜率大小，电场强度为零处，其图像存在极值，切线的斜率为零。

活动3　**提示**：E-x 图像反映了电场强度随位移变化的规律。$E>0$ 表示电场强度沿 x 轴正方向，$E<0$ 表示电场强度沿 x 轴负方向。图线与 x 轴围成的“面积”表示电势差，“面积”的大小表示电势差的大小。

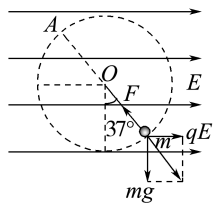
活动4　**提示**：E_p-x 图像的切线斜率大小等于静电力大小。

【活动达标】

1.C　**解析**：B、D 两点的电场强度的方向不同，A错误；根据对称性可知 $\varphi_A=\varphi_C$，$\varphi_B=\varphi_D$，$U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B$，$U_{CD}=\varphi_C-\varphi_D$，解得 $U_{AB}=U_{CD}$，B错误；一质子由 B 点沿 $B\to O\to D$ 路径移至 D 点，静电力先做负功后做正功，电势能先增大后减小，C正确；一电子由 C 点沿 $C\to O\to A$ 路径移至 A 点，静电力对其先做负功后做正功，D错误。

2.C　**解析**：沿电场线方向电势降低，则 A 点电势低于 B 点，A错误；两小球所带电荷量相等，转动中两球在电场线方向的运动距离相等，根据 $W=qEd$ 可知，静电力对两小球做功相等，则两小球的电势能变化量大小相等，B错误，C正确；转动过程中静电力对两小球均做正功，则该过程两小球的总电势能减小，D错误。

3.C　**解析**：小球的受力分析如图所示，小球静止时悬线与竖直方向成37°角，受重力、拉力和静电力作用，三力平衡，根据平衡条件，有 $mg\tan 37^\circ=qE$，解得 $E=\dfrac{mg\tan 37^\circ}{q}=1\times10^{-4}$ N/C，故A错误；小球受静电力的方向与电场线方向相同，所以小球带正电，故B错误；小球恰能绕 O 点在竖直平面内做圆周运动，在等效最高点 A 点的速度最小，根据牛顿第二定律，有 $\dfrac{mg}{\cos 37^\circ}=m\dfrac{v^2}{L}$，解得小球做圆周运动过程中的最小速度为 $v=\sqrt{\dfrac{gl}{\cos 37^\circ}}=\sqrt{5}$ m/s，故C正确；根据能量守恒定律，电势能与机械能之和不变，所以机械能最大的位置是电势能最小的位置，即位于圆周上与 O 点等高的最右的位置，故D错误。



4.AC　**解析**：φ-x 图像的斜率代表电场强度的大小，A 点的斜率大于 B 点，所以 $E_A>E_B$，同理 $E_C<E_D$，A、C 两点斜率符号相反，所以电场强度在 x 轴上的方向相反，则A、C正确，B错误；根据 $E_p=\varphi q$ 可知，负点电荷在电势低的地方电势能大，B 点电势低，则负点电荷在 B 点电势能大，则D错误。

5.C　**解析**：由题图乙可知，电子从 A 点到 B 点的过程中，速度减小，动能减小，电子的加速度恒定，故可知该电场为匀强电场，该电场不可能是正点电荷产生的，且静电力做负功，故电势能增加，则电子在 B 点的电势能大于在 A 点的电势能，由电子带负电可知 A 点的电势高于 B 点的电势。故选C。

6.C　**解析**：由题图可知 $0\sim2t_0$ 时间段，粒子做匀加速直线运动，加速度 $a_1=\dfrac{v_0}{2t_0}$，$2t_0\sim3t_0$ 时间段，粒子做匀速直线运动，加速度为零，$3t_0\sim4t_0$ 时间段，粒子做匀减速直线运动，加速度 $a_2=-\dfrac{v_0}{t_0}$，粒子在 a 点的速度 $v_a=\dfrac{v_0}{2}$，$v_b=\dfrac{3v_0}{4}$，$v_c=\dfrac{v_0}{2}$，粒子带正电，$q>0$，粒子由 a 到 b 点，速度增大，动能增大，电势能减小，由 $E_p=q\varphi$ 可知，$\varphi_a>\varphi_b$，故A错误；粒子由 a 到 b 做匀加速直线运动，由牛顿第二定律可知 $qE=ma$，则电场强度不变，即 a、b 两点的电场强度相等，故B错误；粒子在 a、c 两点的速度相等，动能相等，由功能关系可知，粒子在这两点的电势能相等，故C正确；由牛顿第二定律可知，粒子在 a 点时有 $F_a=ma_1$，在 c 点时有 $F_c=ma_2$，可知粒子在 c 点受到的电场力较大，故D错误。

7.解析:(1)$A\to B$ 过程,由动能定理得

$(mg+qE)L=\frac{1}{2}mv_B^2-0$

B 点向心力的来源 $T-(mg+qE)=m\frac{v_B^2}{L}$

联立解得 $T=54$ N。

(2)$B\to C$ 由动能定理得

$(mg+qE)h_{BC}=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2$

将 C 点处速度分解得 $v_C\sin\theta=v_B$

电势差与电场强度关系为 $U=Eh_{BC}$

联立解得 $U=562.5$ V。

答案:(1)54 N　(2)562.5 V

8.解析:(1)题中匀强电场竖直向下,b 板接地,因此 $\varphi_a=U_{ab}=Eh=1.0\times10^2\times0.8$ V$=80$ V。

(2)不计粒子重力,只有静电力做功,对粒子由动能定理得 $qU_{ab}=E_k-\frac{1}{2}mv_0^2$

可得带电粒子打在金属板上时的动能为

$E_k=qU_{ab}+\frac{1}{2}mv_0^2=1.2\times10^{-10}$ J。

(3)粒子源释放出的粒子打在金属板上的范围是以粒子水平抛出落点为边界的圆,设水平抛出后 t 时间粒子落在板上,则 $x=v_0t$,$h=\frac{1}{2}at^2$,$a=\frac{qE}{m}$,$S=\pi x^2$

联立以上各式得所形成的面积 $S=\frac{2\pi mv_0^2h}{qE}\approx4.0$ m^2

可以通过减小 h 或增大 E 来实现。

答案:(1)80 V　(2)1.2×10^{-10} J

(3)4.0 m^2　减小 h 或增大 E

第二章　电路及其应用

1　电流　电压　电阻

问题式预习

知识点一

1.(1)电源　用电器　(2)断路　短路　(3)串联　并联　**2.**(1)①自由电子　②正负离子　(2)定向移动　(3)定向移动　电势差　(5)$\frac{q}{t}$　(6)电流　**3.**(1)必要　(2)伏特　伏　V　(3)电压　**4.**(2)$\frac{U}{I}$　(3)欧姆　Ω　(4)阻碍作用　**5.**(1)$\frac{U}{R}$　(2)金属　电解液

[科学思维]

1∶2　2∶1

[判一判]

1.×　**2.**√　**3.**√

知识点二

1.稳定　**2.**不变　大小

[科学思维]

增大　减小

[判一判]

1.×　**2.**×　**3.**√

知识点三

1.电阻　**2.**选择　**3.**(1)电压　量程　(2)正极　负极　**4.**(1)黑　红　(2)短　电阻　(3)倍率　(4)选择开关　电阻调零　(5)中间

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示:(1)A、B 之间的电势差会减小。

(2)最终 A、B 两个导体球会达到静电平衡状态。

(3)导线中会出现电流;电流只是瞬时的。

【评价活动】

1.D　**解析**:电荷的定向移动形成电流,但正、负电荷同时向相反方向定向移动时,通过该截面的电荷量应是两者绝对值之和。在 2 s 内通过截面的总电荷量应为 $q=1.6\times10^{-19}\times2\times1.0\times10^{19}$ C$+1.6\times10^{-19}\times1\times2.0\times10^{19}$ C$=6.4$ C,由电流的定义式得 $I=\frac{q}{t}=\frac{6.4}{2}$ A$=3.2$ A。

2.D　**解析**:根据 $Q=CU$,可知 $\Delta Q=C\Delta U=10^{-8}\times(30+70)\times10^{-3}$ C$=1\times10^{-9}$ C,则该过程中跨膜电流的平均值为 $I=\frac{\Delta Q}{t}=\frac{1\times10^{-9}}{2\times10^{-3}}$ A$=5\times10^{-7}$ A,故选 D。

3.解析:正、负离子的电荷量均为 10 C,则在 $t=10$ s 内通过横截面的总电荷量为 $q=|q_{正}|+|q_{负}|=20$ C

由电流的定义式得 $I=\frac{q}{t}=\frac{20}{10}$ A$=2$ A

即电流表的示数为 2 A,电流的方向与正离子定向移动的方向相同。

答案:2 A　方向与正离子定向移动方向相同

任务二

【探究活动】

提示:(1)时间 t 内通过导体 AB 某一横截面的自由电子总数 $N=nSvt$。

(2)时间 t 内通过某一横截面的电荷量 $q=neSvt$。

(3)时间 t 内通过导体 AB 的电流 $I=\frac{q}{t}=neSv$。

【评价活动】

1.AC　**解析**:根据电流的定义求解,由电流的定义式 $I=\frac{q}{t}$ 可知,在时间 Δt 内通过导线横截面的电荷量 $q=$

$I\Delta t$，所以在这段时间内通过的自由电子数为 $N=\frac{q}{e}=\frac{I\Delta t}{e}$，故 C 正确，D 错误；根据电流形成的微观原因求解，在时间 Δt 内，位于横截面积为 S、长为 $L=v\Delta t$ 的这段导线内的自由电子都能通过该横截面，这段导线的体积 $V=SL=Sv\Delta t$，所以在时间 Δt 内通过横截面 S 的自由电子数为 $N=nV=nSv\Delta t$，故 A 正确，B 错误。

2.D

3.AB　**解析**：截取圆环的任一截面 S，则在橡胶环运动一周的时间内通过这个截面的电荷量为 Q，即 $I=\frac{Q}{T}=\frac{Q}{\frac{2\pi}{\omega}}=\frac{Q\omega}{2\pi}$，由上式可知 A、B 正确。

4.AD　**解析**：由电流定义知 $I=\frac{q}{t}=\frac{ne}{t}$，故 A 正确，B 错误；根据电流的微观表达式 $I=nSqv$，I、n、q 均相等，由 $S_A<S_B$，知 $v_A>v_B$，故 C 错误，D 正确。

任务三

1. A　**解析**：两个开关同时控制切割刀，说明两开关与切割刀串联。故选 A。

2.C

3.BD　**解析**：由题图可知，该图像是 I-U 图线，图像的斜率表示电阻的倒数，斜率越大，电阻越小，所以 R_2 的阻值大于 R_1 的阻值，故 A 项错误，B 项正确；两电阻串联后的总电阻要比并联后的总电阻大，则串联后电路中的总电流要小，故 C 项错误，D 项正确。

4.解析：(1)由题图可知 $R_{cd}=\frac{R_3R_4}{R_3+R_4}=\frac{6\times3}{6+3}\ \Omega=2\ \Omega$

故 $R_{ad}=R_1+R_2+R_{cd}=8\ \Omega+4\ \Omega+2\ \Omega=14\ \Omega$。

(2)由欧姆定律知 $I=\frac{U}{R_{ad}}=\frac{42}{14}\ \text{A}=3\ \text{A}$

设通过 R_3、R_4 的电流分别是 I_3、I_4，又并联电路各支路两端电压相等，得 $I_3R_3=I_4R_4$

而 $I_3+I_4=I$

解得 $I_3=1\ \text{A}$，$I_4=2\ \text{A}$。

答案：(1)14 Ω　(2)3 A　3 A　1 A　2 A

任务四

【探究活动】

提示：(1)三个参数分别是内阻 R_g、满偏电流 I_g、满偏电压 U_g；关系是 $U_g=I_gR_g$。

(2)需要给表头串联一个分压电阻，改装成大量程的电压表。

(3)需要给表头并联一个分流电阻，改装成大量程的电流表。

【评价活动】

1.A　**解析**：当将电流表改装成电压表时，需要串联一个电阻，由 $U=I_g(R_g+R)$，得 $R=\frac{U}{I_g}-R_g=\frac{10}{0.01}\ \Omega-100\ \Omega=900\ \Omega$，故选 A。

2.B　**解析**：题图甲中 R 与电流计 G 并联，R 起分流作用，为电流表，其量程 $I=I_g+\frac{U_g}{R}$，所以 R 增大时，量程减小，选项 A 错误，B 正确；题图乙中 R 与电流计 G 串联，R 起分压作用，为电压表，其量程 $U=U_g+I_gR$，R 增大时，量程增大，选项 C 错误。

3.解析：按题图甲的接法，由并联电路中电流跟电阻成反比，可得

$$R_1=\frac{I_g}{I_1-I_g}R_g=\frac{2\times10^{-3}}{0.1-2\times10^{-3}}\times200\ \Omega\approx4.08\ \Omega$$

$$R_2=\frac{I_g}{I_2-I_g}R_g=\frac{2\times10^{-3}}{1-2\times10^{-3}}\times200\ \Omega\approx0.4\ \Omega$$

按题图乙接法，量程为 0～1 A 时，R_2 和 R_g 串联后与 R_1 并联；量程为 0～0.1 A 时，R_1 和 R_2 串联后与 R_g 并联。分别得 $I_g(R_g+R_2)=(1\ \text{A}-I_g)R_1$

$I_gR_g=(0.1\ \text{A}-I_g)(R_1+R_2)$

联立以上两式解得 $R_1\approx0.41\ \Omega$，$R_2\approx3.67\ \Omega$。

答案：甲　4.08 Ω　0.4 Ω；乙　0.41 Ω　3.67 Ω

2　实验：练习使用多用电表

问题式预习

【实验思路】

提示：(1)用多用电表测直流电流时，选择开关应旋至直流电流挡的某个量程处，且把电表串联接入被测电路中。

(2)用多用电表测直流电压时，应把选择开关旋至直流电压挡的某个量程处，且并联于被测电路两端。

(3)因红表笔与表头正接线柱相连，黑表笔与表头负接线柱相连，所以用多用电表测直流电压和直流电流时，都必须把红表笔接在电势高处，即电流从红表笔流入。

(4)①电阻读数必须要用刻度乘以倍率，即 6×10 Ω=60 Ω。

②多用电表的直流电压、直流电流的刻度都是均匀的。读直流电压、电流时看表盘正中央的那条均匀的刻度线。用“10 mA”挡测电流时，10 mA 代表能测出的最大电流值。每格刻度为 $\frac{10}{50}\ \text{mA}=0.2\ \text{mA}$，不用估读到下一位，读数为 7.2 mA。

③同理，用直流“5 V”挡测量电压时，每格刻度为

$\frac{5}{50}$ V=0.1 V，指针所在位置格数为 35.9 格，所以读数为 35.9×0.1 V=3.59 V。

(5)用多用电表测量二极管的正向电阻：将多用电表的选择开关旋至低倍率的电阻挡，进行电阻调零之后将黑表笔接触二极管的正极，红表笔接触二极管的负极。

用多用电表测量二极管的反向电阻：将多用电表的选择开关旋至高倍率的电阻挡，进行电阻调零之后将黑表笔接触二极管的负极，红表笔接触二极管的正极。

欧姆表中的电流是从黑表笔流出，经过待测电阻，再从红表笔流入。

任务型课堂

【原型实验】

1.解析：用多用电表测电阻的一般步骤为：机械调零→选挡→电阻调零→测量→断开→将选择开关置于“OFF”挡或交变电压最高挡。注意每换一个挡位，需重新进行电阻调零；选挡的原则是使在测电阻时指针尽量指在表盘中央部分，一般应使指针指在满偏的$\frac{1}{3}$～$\frac{2}{3}$之间，即$2R_{中}$～$\frac{1}{2}R_{中}$之间。例如题图中表盘中央位置的刻度为 150 时，若选“×10”挡，则 $R_{中}=1\ 500\ \Omega$，测量范围在 750 Ω～3 kΩ 为佳。在测量过程中，对 R_1 与 R_2 测量的先后次序没有限制。

答案：HAIFCIGE(或 HCIGAIFE)

2.解析：(1)用欧姆表测电阻时，表盘上的数字为 30，倍率为“×100”，则电阻的读数为 30×100 Ω=3 000 Ω。

(2)电学元件可能是一个阻值约为 3 000 Ω 的电阻，故 A 项可能；由 $R=\frac{U^2}{P}$可得，“220 V　50 W”的白炽灯在额定状态下的阻值为 $R_1=\frac{220^2}{50}\ \Omega=968\ \Omega<3\ 000\ \Omega$，“220 V　100 W”的白炽灯在额定状态下的阻值为 $R_2=\frac{220^2}{100}\ \Omega=484\ \Omega<3\ 000\ \Omega$，两阻值都小于所测电学元件的阻值，且多用电表测出来的电阻是冷状态下的电阻，比额定状态下的电阻还要小，故 B、C 都不可能。故该电学元件可能是 A。

(3)若测电阻时指针偏转角度过小，说明此倍率下的阻值相对较大，为了让读数在中值电阻附近，需要将倍率调大，而换倍率后需要重新欧姆调零，然后再测电阻，故顺序为 ADC。

(4)0～5 V 的直流电压挡可选择 0～50 V 量程的刻度作参照，最小刻度为 0.1 V，估读到 0.01 V，则电压的读数为 2.21 V。

答案：(1)3 000　(2)A　(3)ADC

(4)2.21(2.20～2.22 均正确)

3.解析：(1)直流电流“100 mA”挡，读中间刻度，最小刻度值为 2 mA，估读到 1 mA 就可以了，所以读数是 23 mA 或 24 mA。

(2)直流电压“2.5 V”挡，读中间刻度，最小分度值为 0.05 V，估读到 0.01 V 就可以了，所以读数是 0.57 V。

(3)电阻“×100”挡，读最上的刻度，测量值等于表盘上读数“3.3”乘以倍率“100”，所以读数是 330 Ω。

答案：(1)23(24 也可)　(2)0.57(0.56～0.58 均可)

(3)330(340 也可)

思考

提示：①电阻挡更换规律为“大小，小大”，即当指针偏角较大时，表明待测电阻阻值较小，应换较小的挡位，反之应换较大的挡位，且都需要重新进行电阻调零后测量。

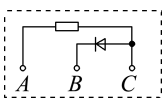
②在多用电表选用电阻挡时，红、黑表笔插在哪个接口其实并不影响测量结果。

③用多用电表电阻挡，只能测孤立电阻(不能测含电源的电路)，故必须把该电阻与电路断开。

④用多用电表电阻挡测电阻时只需在换挡时进行电阻调零。

【创新实验】

4.解析：由 A、C 间的阻值测量情况可知，A、C 间显然为一个电阻；由 B、C 间阻值测量情况和二极管的单向导电性可知，B、C 间应是一个二极管，且 B 接负极，C 接正极；由 A、B 间的阻值情况可进一步验证上述判断是合理的，所以盒内元件的连接情况如图所示。



答案：见解析图

5.AC　**解析**：选直流电压挡时，红、黑表笔分别接高、低电势点，若指针偏转，说明 a、b 两点有电压，其他地方完好，而 a、b 之间有断路；若指针不偏转，说明 a、b 两点电势相等，a、b 之间必定短路，1 正确；选电阻挡时，已启用欧姆表内电源，必须将外电路电源断开，故 2 是错误的；而 3 显然正确。故选项 A、C 正确。

3　电阻定律　电阻率

问题式预习

知识点一

1.(1)材料　(2)电阻　刻度尺　千分尺　$\frac{\pi d^2}{4}$

(3)R　$\frac{l}{S}$　**2.**(1)正比　反比　(2)k　$\frac{l}{S}$

［科学思维］

n　$\frac{1}{n}$

知识点二

1.(1)电阻率　(2)导电　(3)欧·米　Ω·m

(4)温度

［判一判］

1.√　**2.**×　**3.**√

知识点三

1.(1)长度　(2)D　D

［科学思维］

提示：滑动变阻器的电阻值是连续可变的，但不能随时知道连入电路的电阻阻值。

电阻箱的电阻虽然可变，但不是连续的，只能一个挡一个挡地选择。

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示：(1)A 与 B、C、D 都是串联关系，电流相等。由上述分析可知，导体两端电压与其电阻成正比，因而分别测出它们的电压就可以知道电阻之间的关系。

(2)导体的电阻与其长度成正比。

(3)导体的电阻与其横截面积成反比。

(4)其他因素都相同，说明与材料有关。

【评价活动】

1.C　**解析**：设电阻正方形表面的边长为 l，厚度为 d，则电阻的长度为 l，横截面积为 $S=ld$，则 $R=\frac{\rho l}{ld}=\frac{\rho}{d}$，说明电阻大小只与厚度和电阻率有关，与其正方形表面的边长无关，R_1、R_2 材料相同，则电阻率相同，且厚度相同，所以电阻大小相等，故选 C。

2.A　**解析**：将金属丝均匀拉长至 $2l$，体积不变，横截面积变为原来的 $\frac{1}{2}$，根据 $R=\rho\frac{l}{S}$ 可知，电阻变为原来的 4 倍，故选项 A 正确；同理可判断，选项 C 中电阻变为原来的 $\frac{1}{4}$，选项 D 中电阻变为原来的 16 倍，故选项 C、D 错误；电阻的大小与电压无关，故选项 B 错误。

3.D　**解析**：导线原来的电阻为 $R=\rho\frac{l}{S}$，拉长后长度变为 $2l$，横截面积变为 $\frac{S}{2}$，所以 $R'=\rho\frac{l'}{S'}=\rho\frac{2l}{\frac{S}{2}}=4R$，导线原来两端的电压为 $U=IR$，拉长后为 $U'=IR'=4IR=4U$，D 正确。

4.解析：(1)由实验原理可知 $R_x=\frac{U}{I}$，而由 $\frac{U}{I}$-l 图像可知待测电阻最大阻值约为 8 Ω，为了使电压表有明显的示数变化同时便于调节，滑动变阻器的最大阻值不能太大，故选 0～20 Ω 的滑动变阻器。

(2)为避免电路中电流过大，产生较多热量，使导体的电阻率发生变化，实验中应选用量程为 0～3 V 的电压表，其分度值为 0.1 V，估读到 0.01 V，则电压表示数 $U=1.33$ V。

(3)根据电阻定律有 $\frac{U}{I}=R_x=\frac{\rho}{S}l$，则 $\frac{U}{I}$-l 图像的斜率为 $k=\frac{\rho}{S}$，可得合金丝 A 的电阻率 $\rho=kS=\frac{7.4-4.0}{0.44-0.20}\times 7.0\times10^{-8}$ Ω·m≈1.1×10^{-6} Ω·m。

(4)另一根长度相同、材料相同的合金丝 B 与合金丝 A 并联后，电阻率不变，而横截面积变为 $S'=S+S_B$，由题图线 b 可得 $S'=\frac{\rho}{k'}=\frac{1.1\times10^{-6}}{\frac{2.1-1.2}{0.40-0.16}}$ m²≈29.3×10^{-8} m²，解得 $S_B=S'-S=22.3\times10^{-8}\,\text{m}^2>S$，故合金丝 A 的横截面积小于合金丝 B 的横截面积。

答案：(1)0～20 Ω

(2)1.33(1.32～1.34 均可)

(3)1.1×10^{-6}(0.99×10^{-6}～1.2×10^{-6}均可)

(4)小于

任务二

1.C

2.A　**解析**：电阻率反映材料导电性能的好坏，与材料有关，选项 A 错误，B 正确；电阻率与温度有关，选项 C 正确；根据电阻定律 $R=\rho\frac{l}{S}$，解得 $\rho=\frac{RS}{l}$，电阻率在国际单位制中的单位为欧·米，选项 D 正确。故 A 符合题意。

3.B　**解析**：用再生塑料制作的电线外皮，其电阻率变小，导致绝缘性变差，A 错误；电线使用了再生铜或含杂质很多的铜，导电性能减弱，其电阻率变大，B 正确；电阻率不受电线横截面积的影响，C、D 错误。

4.D　**解析**：导线的拉伸不会影响电阻率，所以电阻率不变。横截面直径为 d 的镍铬丝拉制成直径为 $\frac{d}{10}$ 的均匀细丝后，根据 $S=\frac{1}{4}\pi d^2$ 得知，横截面积变为原来的 $\frac{1}{100}$，镍铬丝的体积不变，则长度变为原来的 100 倍，由电阻定律 $R=\rho\frac{l}{S}$，分析可知电阻变为原来的 10 000 倍，即为 1×10^4R，故 A、B、C 错误，D 正确。

任务三

【探究活动】

提示:(1)连入的长度越长,阻值越大。

(2)接入电路的电阻丝的电阻最小。

【评价活动】

1.B　**解析**:首先要明确小灯泡变亮了,这表明电路中的电流增大,滑动变阻器接入电路中的电阻值减小,长度变短,而滑动变阻器接入电路的电阻由下面的接线柱决定,只有 N 端接接线柱 C 才能满足题意,选项 B 正确。

2.C　**解析**:滑动变阻器为分压式接法,灯泡两端的电压在 $0\sim U$ 范围内变化,选项 C 正确。

3.BD　**解析**:分压电路的正确接法是"一上两下",而且 a 与 b 需要接电源两极,可将 a 接电源正极,b 接电源负极,由于题目要求"滑片 P 向 c 移动时,小灯泡两端电压减小",可知滑片 P 向 c 移动时,分压部分的电阻丝的长度减小,由题图可知 P 与 a 之间的电阻丝长度减小,所以需要 c、a 或 d、a 接小灯泡两端,故选 B、D。

4.**解析**:(1)当 S 断开时,滑动变阻器 R_1 为限流式接法,R_1 的下部不接入电路中,当滑片 P 在最上端时,R_1 接入电路的电阻为零,因此 R_2 获得的最大电压等于 8 V;当滑片 P 在最下端时,R_1 与 R_2 串联,此时 R_2 两端的电压最小,有 $U_{R2}=\dfrac{R_2}{R_1+R_2}U_{AB}=4.8$ V

所以 R_2 两端可获得的电压变化范围为 4.8～8 V。

(2)当 S 闭合时,滑动变阻器 R_1 为分压式接法,当滑片 P 在最下端时,R_2 两端电压为零,当滑片 P 在最上端时,R_2 两端的电压最大,为 8 V,所以 R_2 两端可获得的电压变化范围为 0～8 V。

答案:(1)4.8～8 V　(2)0～8 V

4　实验:测量金属的电阻率

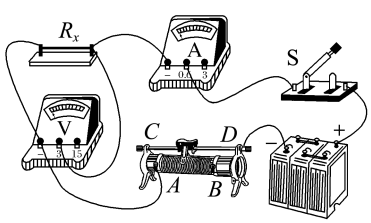
问题式预习

【实验思路】

(2)毫米刻度尺　螺旋测微器

【实验器材】

1.**提示**:由于金属丝的电阻比电压表的内阻小得多,因此采用电流表外接法;由于金属丝的电阻比滑动变阻器的总电阻要小,因此采用限流式接法,为了保证滑动变阻器起限流作用,滑动变阻器应该连接"A(B)、C"或"A(B)、D"两个接线柱;具体连线如图所示。



2.(1)①厚度　长度　深度　内径　外径

②1　0.1　0.1　0.05　0.05　0.02　0.02

(2)0.5　0.5　0.01　0.01

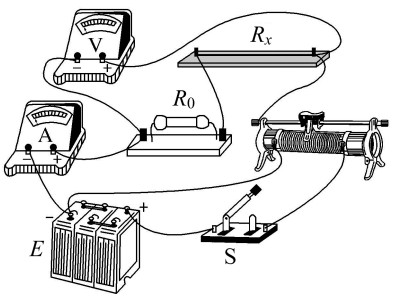
任务型课堂

【原型实验】

1.**解析**:(1)电阻 R_x 两端的最大电压 $U=IR_x=0.25$ V,不到电压表量程的 $\dfrac{1}{10}$,需要在待测电阻 R_x 两端串联分压电阻,即串联标准电阻 R_0,此时 $R_0+R_x<\sqrt{R_AR_V}$,电流表应采用外接法,选项 C 正确。

(2)滑动变阻器若选用 R_2 并采用限流式接法,调控范围小,操作不便,因而选择 R_1,并采用分压式接法。

(3)根据测量电路图和滑动变阻器的分压式接法,实物连线如图所示。



(4)待测电阻 $R_x=\dfrac{U}{I}-R_0$。

由电阻定律有 $R_x=\dfrac{\rho L}{S}=\dfrac{\rho L}{\frac{\pi D^2}{4}}$,

联立解得 $\rho=\dfrac{\pi D^2}{4L}\left(\dfrac{U}{I}-R_0\right)$。

(5)螺旋测微器的读数为 1 mm+0.01×20.5 mm=1.205 mm。

答案:(1)C　(2)R_1　分压式　(3)见解析图

(4)$\dfrac{\pi D^2}{4L}\left(\dfrac{U}{I}-R_0\right)$　(5)1.205(±0.002) mm

2.**解析**:(1)螺旋测微器的读数为

0.5 mm+0.01×18.0 mm=0.680 mm。

(2)①两节干电池串联后的总电压约为 3 V,因此电压表应选 A;根据欧姆定律可知,最大电流约为 $I=\dfrac{E}{R}=\dfrac{3}{5}$ A=0.6 A,故电流表应选 C;电阻大的滑动变阻器调节时电阻变化大,操作不方便,故为便于调节电路,应选阻值小的滑动变阻器 E。

②错误 1:导线连接在滑动变阻器的滑片上。

错误 2:由于 $R<\sqrt{R_AR_V}$,电流表应采用外接法,采

用电流表内接法误差较大。

答案:(1)0.680　(2)①A　C　E　②导线连接在滑动变阻器的滑片上　采用了电流表内接法

3.解析:(1)螺旋测微器的精度为 0.01 mm,其读数为 0.5 mm+0.0×0.01 mm=0.500 mm。

(2)根据 $R=\frac{U}{I}=\rho\cdot\frac{L}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2}$,得 $\rho=\frac{U\pi d^2}{4IL}$。

(3)由 $\rho=\frac{U\pi d^2}{4IL}$,得 $U=\frac{4\rho}{\pi d^2}\cdot IL$,则 U-IL 图像的斜率 $k=\frac{2.30-0}{(70.0-0)\times10^{-3}}$ V/A·m=$\frac{4\rho}{\pi d^2}$,代入数据解得 $\rho\approx6.4\times10^{-6}$ Ω·m。

(4)干电池使用一段时间后,其内阻增大,但根据该实验的原理可知,电源内阻的改变与铅笔芯电阻率的测量无关,故对电阻率的测量结果无影响。

答案:(1)0.500　(2)$\frac{U\pi d^2}{4IL}$　(3)6.4×10^{-6}　(4)无

【创新实验】

4.解析:(1)该样品横截面直径的平均值为 $\overline{d}=\frac{0.499+0.498+0.503}{3}$ mm=0.500 mm。

(2)由于滑动变阻器采用限流式接法,应将其串联接在电路中,根据"一上一下"原则,即电流表的"+"接线柱应与滑动变阻器的 a 接线柱相连。为了保护电路,闭合开关前,滑动变阻器的滑片应置于最大阻值处,即最左端。

(3)保持滑动变阻器滑片位置不变,两次操作均使电流表指针指到 15.0 mA 处,说明合金丝的电阻等于电阻箱的接入电阻,根据题图乙,电阻箱的接入电阻 $R=0\times100\ \Omega+0\times10\ \Omega+3\times1\ \Omega+2\times0.1\ \Omega=3.2\ \Omega$,因此合金丝的接入电阻为 $R_x=3.2\ \Omega$,合金丝接入电路中的长度 $l=70.00\ \text{cm}-20.00\ \text{cm}=50.00\ \text{cm}$,根据电阻定律 $R_x=\rho\frac{l}{S}=\frac{\rho l}{\frac{\pi\overline{d}^2}{4}}=\frac{4\rho l}{\pi\overline{d}^2}$,电阻率 $\rho=\frac{\pi\overline{d}^2R_x}{4l}=\frac{3.14\times(0.500\times10^{-3})^2\times3.2}{4\times0.500}$ Ω·m$\approx1.3\times10^{-6}$ Ω·m。

(4)根据电阻率的表达式 $\rho=\frac{\pi\overline{d}^2R_x}{4l}$ 可知,为了减小实验误差,可减小测合金丝电阻时的误差,即选择精度更高的电阻箱,如换用阻值范围为 0～99.99 Ω 的电阻箱,或多次测量该合金丝不同区域等长度样品的电阻率,再求平均值。综上分析,A、B 错误,C、D 正确。

答案:(1)0.500　(2)a　左　(3)1.3×10^{-6}　(4)CD

5　实验:描绘 I-U 特性曲线

问题式预习

【原理启示】

1.电流表　电压表

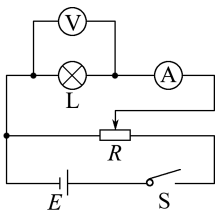
【实验器材】

提示:干电池、滑动变阻器、小灯泡、电流表、电压表、开关以及导线若干。

任务型课堂

【原型实验】

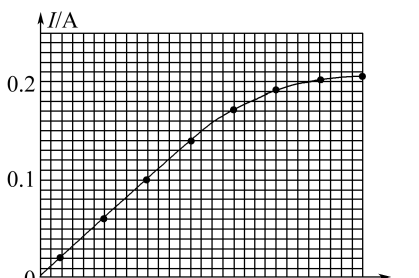
1.解析:(1)由实物电路图知滑动变阻器采用分压式接法,电流表采用外接法。电路图如图甲所示。



甲

(2)①为保护电路安全,开关闭合之前,图中滑动变阻器的滑片应该置于左端。

③根据表格中的数据,画出小灯泡的 I-U 图线如图乙所示。



乙

(3)①从图线上可以得出,当电压逐渐增大时,灯丝电阻的变化情况是先不变,后逐渐增大。

②由以上分析得出结论:导体的电阻随温度升高而增大。

③根据 I-U 图线可知,当灯泡两端电压 $U=3$ V 时,$I=0.205$ A,所以小灯泡正常工作时的电阻约为 $R=\frac{3}{0.205}$ Ω≈14.6 Ω。

答案:(1)见解析图甲　(2)①左　③见解析图乙

(3)①先不变,后逐渐增大　②增大　③14.6

2.解析:错误或不妥的步骤是 ACD。A 步骤:测量不同电压下的电流值 I 时,应先预设各组数据中的电压 U 或

电流 I 的值，而不是随意测，随意测时会使描点疏密不均匀，画图线时出现较大误差，甚至无法画出 I-U 图线。C 步骤：闭合开关前应使小灯泡两端电压为零，即触头应置于滑动变阻器的最右端。D 步骤：应将各点用平滑的曲线连接。

答案：(1)见解析　(2)BCAD

思考

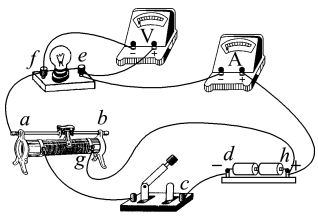
提示：①实验连线时，应先从电源的正极出发，依次将电源、开关、电流表、待测小灯泡、滑动变阻器连成主干线路，然后再把电压表并联在待测金属导线的两端。

②本实验要测出多组包括零在内的电压值、电流值，因此滑动变阻器应采用分压式接法。

3.解析：(1)虽然两个电流表的量程均大于小灯泡的额定电流，但为了使读数更加准确，应选择同样电流下指针偏转较大的 A_1。

实验要求电压表示数从零调起，则滑动变阻器应采用分压式接法，为了能够便于控制分压，应选择最大阻值较小的 R_2。

(2)由于小灯泡的电阻 R_L 满足 $R_L<\sqrt{R_V R_{A1}}$，所以为了减小误差，电流表采用外接法，电路图如图所示。



开关闭合前，应使分压电路部分的电压为零，则滑动变阻器的滑片应移到最右端。

闭合开关后，反复调节滑动变阻器，小灯泡亮度发生变化，但电压表和电流表示数不能调到零，说明此时滑动变阻器为限流式接法，即 g、h 两个接线柱间发生了断路。

(3)根据欧姆定律可知纵轴表示灯丝的电阻，所以由图像可知，小灯泡灯丝的电阻随温度的升高而增大。

由前面分析可知小灯泡灯丝的电阻随温度的升高而增大，所以 I-U 图像上点与坐标原点连线的斜率应随 I 的增大而减小，故 A、B 错误；根据 $P=\dfrac{U^2}{R}$ 可知，P-U^2 图像上的点与坐标原点连线的斜率应随 U^2 的增大而减小，故 C 正确，D 错误。

答案：(1)A_1　R_2　(2)见解析图　右　g、h

(3)增大　C

思考

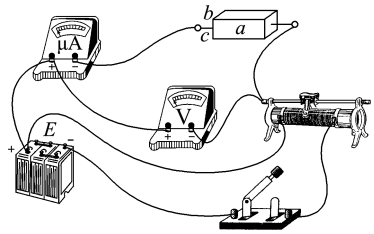
提示：①外接法。

②闭合开关 S 前，滑动变阻器的滑片应移到使小灯泡分得电压为零的一端。

【创新实验】

4.解析：(1)多用电表选择开关旋转到电阻“×1 k”挡，故根据题图甲可知读数为 8 000 Ω。

(2)长方体导电水泥块样品的电阻 $R_x>\sqrt{R_A R_V}$，故采用电流表内接法；实验中要求滑动变阻器采用分压接法，故连接实物图如图所示。



(3)根据电阻定律 $R=\dfrac{\rho L}{S}$

可知 $\rho=\dfrac{RS}{L}=\dfrac{Rbc}{a}$。

(5)根据题图丙可知压力越大电阻率越小，即电阻越小；压力大于或等于 F_0 时，回路中电流增加，R_2 两端电压增加，R_1 两端电压减小，而报警器在其两端电压大于或等于 3 V 时启动，故应将报警器并联在 R_2 两端。

(6)电源电动势 E 减小，要使报警器启动，即 R_2 两端电压要仍为 3 V，根据串联分压有 $U_2=\dfrac{R_2}{R_1+R_2}E=\dfrac{1}{\dfrac{R_1}{R_2}+1}E$，可知 E 减小需要 R_1 更小，又因为 F 越大 R_1 越小，可知 F_1 需要大于 F_0。

答案：(1)8 000　(2)见解析图　(3)$\dfrac{Rbc}{a}$　(5)R_2　(6)大于

单元活动 3

【任务引导】

任务一

提示：由电源电动势是 3 V，确定电压表应选择 V_1，电路最大电流约为 $I=\dfrac{U}{R_x}=\dfrac{3}{5}\text{A}=0.6\text{ A}$，电流表应选择 A_1。若想尽量多测几组数据，滑动变阻器采用分压式接法，考虑阻值便于调节，所以应该选用的滑动变阻器是 R_1。

任务二

提示：先将单刀双掷开关 S_2 调到 a，闭合 S_1，调节 R，使电流表示数为 I_0，保持 R 不动；再将单刀双掷开关调到 b，调节 R_0，使电流表示数仍为 I_0，则此时电阻箱 R_0 的示数就是待测电阻的阻值。

任务三

提示：(1)利用题图甲电路测电流表内阻的依据是并联电路的分流规律，测量值比真实值偏小。

(2)利用题图乙电路测电压表内阻的依据是串联电路的分压规律，测量值比真实值偏大。

【活动达标】

1.解析：(1)根据游标卡尺读数规则，游标尺 0 刻度线在主尺 30 mm 刻度右侧，主尺读数为 30 mm，游标卡尺为 20 分度，精度为 0.05 mm，游标尺上刻度 10 与主尺刻度线对齐，则该导体截面的外边长 $D=30\ \text{mm}+10\times0.05\ \text{mm}=30.50\ \text{mm}$。

(2)题中要求实验中数据有较大的测量范围，则滑动变阻器采用分压式接法，滑动变阻器选择最大阻值较小的 D，由于电源电动势为 3 V，所以电压表选择量程为 0～3 V 的 B，由于电压表内阻已知，所以电流表外接，电路图选择 B。

(3)根据欧姆定律得 $R_x=\dfrac{U}{I-\dfrac{U}{R_V}}$，根据电阻定律有 $R_x=\dfrac{\rho L}{S}$，$S=D^2-(D-2d)^2=4dD-4d^2$，联立解得电阻率 $\rho=\dfrac{4dD-4d^2}{L}\cdot\dfrac{UR_V}{IR_V-U}$。

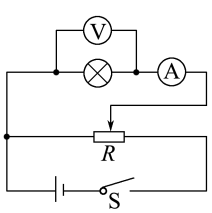
答案：(1)30.50　(2)D　B　B

(3)$\dfrac{4dD-4d^2}{L}\cdot\dfrac{UR_V}{IR_V-U}$

2.解析：(1)小灯泡上标有“2 V　1 W”的字样，因此电压表选择 A，而用 B 时，指针偏转角度较小，测量读数误差较大。小灯泡的最大电流约为 0.5 A，因此电流表应选择 D。要求电压表从 0 开始变化且多取几组数据，故滑动变阻器选择阻值小、额定电流大的，故 E 符合要求。

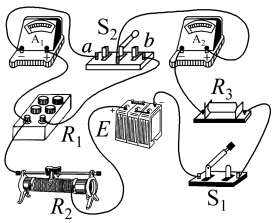
(2)根据 I-U 图像的斜率倒数，可知小灯泡的电阻随电压增大而增大。

(3)因 $R_{灯}<\sqrt{R_AR_V}$，所以电流表采用外接法，电路图如图所示。



答案：(1)A　D　E　(2)增大　(3)见解析图

3.解析：(1)根据电路图从电源的正极出发，逐步连接实物如图所示：



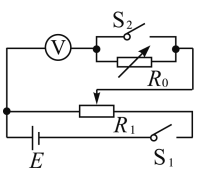
(2)电阻箱的阻值读数为(10 000×0＋1 000×0＋100×0＋10×8＋1×6＋0.1×3) Ω＝86.3 Ω。

电阻箱表示的阻值大小等于被测电流表 A_1 的内阻，所以电流表 A_1 的内阻为 86.3 Ω。

答案：(1)见解析图　(2)86.3　86.3

4.ABC　**解析**：在用半偏法测电流表的内阻 R_g 的实验中，为了保护电路中的用电器，开关 S_1 接通前，R 必须调节到高阻值的位置，故 A 正确；开关 S_2 接通后，R 的阻值要保持不变，调节 R'，使电流表指针半偏，故 B 正确；开关 S_2 接通后，R 的阻值要保持不变，调节 R'，使电流表指针半偏，分析电路结构可知，R' 和 R_g 并联，并联后总电阻减小，干路电流增加，当电流表的示数从满偏电流 I_g 减小到半偏电流时，干路电流会稍大于 I_g，因此 R' 中的电流稍大于 $\dfrac{1}{2}I_g$，故 C 正确；开关 S_1 接通前，由于开关 S_2 处于断开状态，因此 R' 不需要调节到高阻值，故 D 错误。

5.解析：(1)因为滑动变阻器 R_1 阻值较小，所以采用分压式接法，如图所示。



(2)移动滑动变阻器的滑片，以保证通电后电压表所在支路分压最小；闭合开关 S_1、S_2，调节 R_1，使电压表的指针满偏；保持滑动变阻器滑片的位置不变，断开 S_2，调节电阻箱 R_0，使电压表的指针半偏；读取电阻箱所示的电阻值，此即为测得的电压表内阻。

(3)断开 S_2，调节电阻箱使电压表呈半偏状态时，电压表所在支路总电阻增大，分得的电压也增大，此时 R_0 两端的电压大于电压表的半偏电压，故 $R'_V>R_V$。

答案：见解析

6　电源的电动势和内阻　闭合电路欧姆定律

问题式预习

知识点一

1.电能　**2.**(1)用电器　(3)IR　Ir

3.(1)正电荷　(3)伏特　V

［科学思维］

提示：把 1 C 的正电荷从 1.5 V 的干电池的负极移到正极，电势能增加了 1.5 J，非静电力做功 1.5 J；把 1 C 的正电荷从 3.7 V 的手机电池的负极移到正极，电势能增加了 3.7 J，非静电力做功 3.7 J。3.7 V 的手机电池做功本领大。

知识点二

1.正比　电阻　**2.**$\frac{E}{R+r}$

5.(1)减小　增大　(2)增大　减小

【科学思维】

1.提示：在外电路中沿电流方向电势降低；在内电路中沿电流方向电势升高。

2.提示：外(路端)电压分别为 7.5 V、8 V、9 V。随着外电阻的增大，路端电压逐渐增大。

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示：(1)不论是在电源的外部还是内部，电场的方向都是从电源的正极指向负极。

(2)在电源的外部，电子从电源的负极移动到正极，电场力做正功；在电源的内部，电子从电源的正极移动到负极，电场力做负功。

(3)在电源的内部，非静电力克服电场力做功，将电子从电源的正极移动到负极。

(4)电源中非静电力做功，把其他形式的能量转化成了电势能。

【评价活动】

1.B　**解析**：锂电池内部电场的方向是从正极指向负极，故 A 错误；锂电池充电时，电池内部静电力做正功，电能转化为化学能，故 B 正确；锂电池供电时，锂离子从负极向正极运动，故 C 错误；电池的容量是指电池储存的电量大小，故 D 错误。

2.D　**解析**：电动势在数值上等于将 1 C 的正电荷从电源的负极移到正极过程中非静电力做的功，故电池的电动势为 1.2 V，表示该电池将 1 C 的正电荷由负极移送到正极的过程中，非静电力做了1.2 J的功，即电源把 1.2 J 其他形式的能转化为电能；电动势表示非静电力做功能力的大小，不表示做功的多少，也不表示做功的快慢。故选 D。

3.解析：根据电动势的定义有

$E=\frac{W}{q}=\frac{2}{1}$ V=2 V

根据 $I=\frac{q}{t}$ 可得该时间内移动的电荷量

$q'=It=0.2\times10\times60$ C=120 C

非静电力做功 $W'=q'E=120\times2$ J=240 J。

答案：2 V　240 J

任务二

【探究活动】

提示：(1)在内电路中，沿电流方向电势升高；在外电路中，沿电流方向电势降低。

(2)Ir；$U=E-Ir$。

(3)$I=\frac{U}{R}$；$E=IR+Ir$ 或 $I=\frac{E}{R+r}$。

【评价活动】

1.A　**解析**：设单个电池组的电动势为 E，内阻为 r，令 $I_1=1.0$ A，$I_2=1.5$ A，a、b 端分别接入 d、e 端时，由闭合电路欧姆定律可得 $I_1=\frac{E}{R+r}$，a、c 端分别接入 d、e 端时，两电池组串联，同理可得 $I_2=\frac{2E}{R+2r}$，代入数据可得 $E=15$ V，$r=5$ Ω，故选 A。

2.AD　**解析**：图线与纵轴的交点表示电源的电动势，图线斜率的大小表示电源的内阻，由题图可知 $E_{甲}>E_{乙}$，$r_{甲}>r_{乙}$，A 正确，B 错误；当电流都为 I_0 时，两电源的路端电压相等，内电压不相等，C 错误；当路端电压为 U_0 时，电流为 I_0，外电阻 $R=\frac{U_0}{I_0}$ 相等，D 正确。

3.解析：当 S 闭合时，R_1 和 R_2 并联接入电路，由闭合电路欧姆定律得 $U_1=E-I_1r$

代入数据得 $E=1.6$ V$+0.4$ A$\cdot r$

当 S 断开时，只有 R_1 接入电路，由闭合电路欧姆定律得 $U_2=E-I_2r$

代入数据得 $E=1.7$ V$+0.3$ A$\cdot r$

联立解得 $E=2$ V，$r=1$ Ω。

答案：2 V　1 Ω

4.解析：(1)当开关 S_1 和 S_2 均闭合时，电路连接情况为电阻 R_1、R_3 并联后再与 R_2 串联接入电路中，电压表测量 R_2 两端的电压，故 $I_2=\frac{U_2}{R_2}=\frac{10}{10}$ A=1 A。

(2)路端电压等于外电路电压，故

$U=I_2\left(R_2+\dfrac{R_1R_3}{R_1+R_3}\right)=1\times(10+5)\ \text{V}=15\ \text{V}$。

(3)因为 $U=E-I_2r$,所以

$E=U+I_2r=15\ \text{V}+1\times5\ \text{V}=20\ \text{V}$。

(4)当开关 S_1 闭合而 S_2 断开时,R_1、R_2 串联再与电源构成闭合电路,电压表示数等于外电路电压,则

$U'=\dfrac{E}{R_1+R_2+r}\cdot(R_1+R_2)=\dfrac{20}{10+10+5}\times(10+10)\ \text{V}=16\ \text{V}$。

答案:(1)1 A　(2)15 V　(3)20 V　(4)16 V

任务三

1.B　**解析**:本题是电路的动态变化分析问题,一般按"局部→整体→局部"的思路分析。由题图可知 R_2 与 R_3 并联后与 R_1 串联,电压表测量路端电压,电流表测量 R_3 所在支路的电流。当变阻器 R_3 的滑动触头向上移动时,滑动变阻器接入电路的电阻增大,电路中总电阻增大,则由闭合电路欧姆定律可得,电路中总电流减小,由 $U=E-Ir$ 知路端电压增大,故电压表示数变大;由于并联部分的电压 $U_{并}=E-I(R_1+r)$,I 减小,其他量不变,可见 $U_{并}$ 增大,通过 R_2 的电流 I_2 增大,由流过电流表的电流 $I_A=I-I_2$ 可知,I 减小,I_2 增大,I_A 减小,可知电流表示数变小。故 B 正确。

2.C　**解析**:由题图可知滑动变阻器的滑片由中点滑向 b 端时,滑动变阻器接入电路中的阻值增大,则外电路的总阻值 $R_{总}$ 增大,干路电流 $I=\dfrac{E}{R_{总}+r}$ 减小,故电流表 A_1 示数减小;路端电压 $U=E-Ir$,由于 I 减小,故 U 增大,即电压表示数增大;R_2 两端电压 $U_2=E-I(R_1+r)$,由于 I 减小,故 U_2 增大,由 $I_2=\dfrac{U_2}{R_2}$ 知,I_2 增大,即电流表 A_2 示数增大,故选项 C 正确,A、B、D 错误。

3.D　**解析**:由题意可知,脂肪含量高者,电阻较大。测试时,脂肪含量高者接入电路中的电阻 R_3 较大,由闭合电路的欧姆定律可知 $I=\dfrac{E}{R_1+R_2+R_3+r}$,电路中的电流较小,因此电流表示数较小,A 错误;由路端电压 $U=E-Ir$ 可知,脂肪含量高者接入电路时,电流 I 较小,电源内电路电压 $U_{内}=Ir$ 较小,路端电压 U 较大,D 正确,C 错误;电流 I 较小,R_1、R_2 分压较小,路端电压 U 较大,故脂肪含量高者分压较大,电压表示数较大,B 错误。

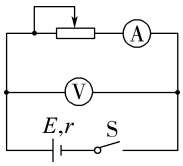
7　实验:测量电池的电动势和内阻

问题式预习

【实验思路】

(1)**提示**:闭合电路欧姆定律。

(2)**提示**:如图所示。



(3)**提示**:由 $U=E-Ir$ 得 $\begin{cases}U_1=E-I_1r\\U_2=E-I_2r\end{cases}$

解得 $\begin{cases}E=\dfrac{I_1U_2-I_2U_1}{I_1-I_2}\\r=\dfrac{U_2-U_1}{I_1-I_2}\end{cases}$。

【实验器材】

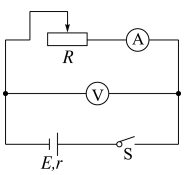
提示:待测干电池一节,电流表(0～0.6 A)、电压表(0～3 V)各一只,滑动变阻器一只,定值电阻一只,开关一只,导线若干。

任务型课堂

任务一

【原型实验】

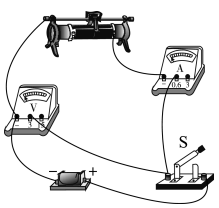
1.解析:(1)由于电源内阻较小,故采用电流表内接法(相对于滑动变阻器),电路图如图甲所示。



甲

(2)放电电流又不能太大,一般不超过 0.5 A,所以电流表应选 A;考虑到待测电源只有一节干电池,所以电压表应选 C;从获取变化明显的数据以减小实验误差的角度和允许的最大电流来看,滑动变阻器不能选择太大的阻值,应选择电阻较小而额定电流较大的滑动变阻器 E。

(3)实物连接图如图乙所示。注意闭合开关前,要使滑动变阻器接入电路的电阻最大,即滑片应滑到最左端。



乙

(4)系统误差一般是由测量工具和测量方法造成的,该实验中的系统误差是由于电压表的分流作用,使得电流表示数(即测量值)总是比干路电流值小,造成 $E_{测}<E_{真}$,$r_{测}<r_{真}$。

答案:(1)见解析图甲　(2)A　C　E　(3)见解析图乙　(4)电压表的分流作用

思考

提示:①电池的内阻宜大些,可选用已使用过一段时间的一号干电池。

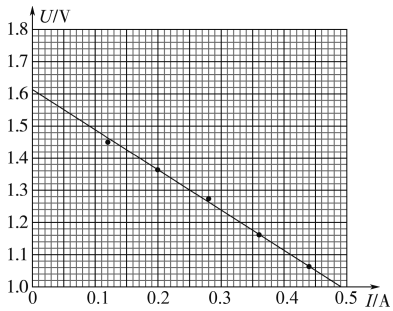
②滑动变阻器选择阻值较小一点的。

③由于电流表内阻与干电池内阻接近,所以电流表应采用相对于电源的外接法,误差较小。

④电池在大电流放电时,若时间过长会造成电路结构的损坏,电动势 E 会明显下降,内阻 r 会明显增大,故长时间放电不宜超过 0.3 A,短时间放电不宜超过 0.5 A。

2.解析:(1)电流表选用的量程为 0～0.6 A,分度值为 0.02 A,则其示数为 0.46 A。

(2)坐标系选择合适的标度,根据表中数据描点作出的 U-I 图线如图所示。



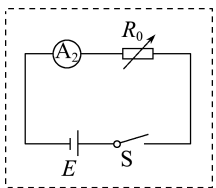
图线与纵轴交点为"1.61 V",故 $E=1.61$ V,由图线斜率的绝对值 $\left|\frac{\Delta U}{\Delta I}\right|=1.24\ \Omega$ 知,电池内阻为 1.24 Ω。注意此处不要用图像与纵轴交点值除以与横轴交点值。

(3)长时间保持电路闭合,电池会发热,电池内阻会因此发生变化,干电池长时间放电,也会引起电动势变化,导致实验误差增大。

答案:(1)0.46　(2)见解析图　1.61(1.60～1.62 均对)　1.24(1.22～1.26 均对)　(3)干电池长时间放电,会引起电动势和内阻发生变化,从而导致实验误差增大

3.解析:(1)①该电池允许的最大放电电流为 80 mA,故电流表应选 A_2。

②由题干中的器材应采用安阻法测量该电池的电动势,补全的电路图如图(1)所示。



(1)

③按照②中正确的电路图连接电路,闭合开关 S,记录电流表示数 I 及电阻箱阻值 R_0;断开开关 S,改变 R_0。重复以上步骤,根据闭合电路欧姆定律有 $E=I(r+R_0)$

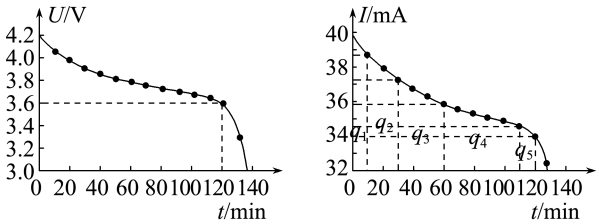
可得 $\frac{1}{I}=\frac{1}{E}R_0+\frac{r}{E}$

根据题图(a)所示的 $\frac{1}{I}$-R_0 图像的斜率可得

$\frac{1}{E}=\frac{50.0-25.0}{(2.02-1.00)\times10^2}\ \mathrm{V^{-1}}$

解得电池电动势为 $E\approx4.1$ V。

(2)②在题图(b)中作辅助线,如图(2)所示,由图(2)乙可知,当 $t=120$ min 时,电池输出电压为 3.6 V;



乙　　丙

(2)

在 0～120 min 时间段电池处于正常工作状态,由图丙的 I-t 图像与时间轴围成的面积表示电池放出的电量,将 I-t 图像中 0～120 min 时间段的图像与时间轴围成的面积分割成上图中所示的 5 个部分,对应的时间段分别为 0～10 min、10～30 min、30 ～60 min、60～110 min、110～120 min。估算该电池的实际容量为 $q=q_1+q_2+q_3+q_4+q_5=\frac{1}{2}(39.9+38.7)\times\frac{10}{60}$ mA·h$+\frac{1}{2}(38.7+37.2)\times\frac{20}{60}$ mA·h$+\frac{1}{2}(37.2+35.9)\times\frac{30}{60}$ mA·h$+\frac{1}{2}(35.9+34.6)\times\frac{50}{60}$ mA·h$+\frac{1}{2}(34.6+34.0)\times\frac{10}{60}$ mA·h$\approx$73 mA·h。

答案:(1)①A_2　②见解析图

③4.1(或 4.2)　(2)3.6　73(71～74 均可)

【创新实验】

4.解析:(1)R_0 串联在电路中,起保护作用。

(2)根据闭合电路欧姆定律得

$E=I(R+R_0+r)$

变形得 $\frac{1}{I}=\frac{1}{E}(R+R_0+r)$。

(3)根据(2)分析可得 $\frac{1}{I}=\frac{1}{E}R+\frac{R_0+r}{E}$

$\frac{1}{I}$-R 图像的斜率 $k=\frac{1}{E}=\frac{24-7}{25}\ \mathrm{V^{-1}}=\frac{17}{25}\ \mathrm{V^{-1}}$

纵轴截距 $b=\frac{R_0+r}{E}=7\ \mathrm{A^{-1}}$

解得 $E\approx1.47$ V，$r\approx1.3$ Ω。

(4)设电流传感器的内阻为 R_A，再根据闭合电路欧姆定律得

$E=I(R+R_0+r_{真}+R_A)$

变形得 $\frac{1}{I}=\frac{1}{E}R+\frac{R_0+r_{真}+R_A}{E}$

则 $\frac{R_0+r_{真}+R_A}{E}=7\ A^{-1}$

可知干电池内阻的测量值 $r_{测}=r_{真}+R_A$

故电流传感器的电阻对干电池内阻的测量结果有影响。

答案：(1)保护　(2)$\frac{1}{E}(R+R_0+r)$　(3)1.47　1.3　(4)有

8　焦耳定律　电路中的能量转化
9　家庭电路

问题式预习

知识点一

1.(1)电压 U　电流 I　时间 t　(2)UIt　(3)焦耳　J

2.(1)比　(2)UI　(3)瓦特　W　(4)乘积　(5)快慢

[科学思维]

提示：3.6×10^6

知识点二

1.(1)正比　正比　正比　(2)I^2Rt

3.(1)比　(2)I^2R

[科学思维]

(1)**提示**：电流通过用电器时受到电阻的“阻碍”而做功，将电能转变为内能。

(2)**提示**：由 $Q=I^2Rt$ 可知，电烙铁的烙铁头电阻比导线的电阻大很多，因此相同时间内 $Q_{烙铁头}\gg Q_{导线}$。

知识点三

1.(1)$P_{热}$　(2)$P_{热}$　$P_{其他}$

2.(1)IU　I^2r　(2)IU　I^2r

[科学思维]

提示：(2)UI　I^2R

知识点四

1.焦耳热　**2.**(1)低　高　(2)切断电源开关

3.(1)接地　(2)过载　漏电　**4.**(3)关闭电源

[科学思维]

提示：能源消耗　环境污染

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示：(1)导体中的恒定电场通过静电力对自由电荷做功，通过电流做功的过程是把电能转化为其他形式的能量的过程。

(2)不一定。功率是描述做功快慢的物理量，功率越大的用电器在相同时间内做的功就越多，时间不同时就不一定。

【评价活动】

1.BC　**解析**：由题图可知，当电流为 0.4 A 时，该元件的电压为 50 V，则由欧姆定律可知，阻值为 $R=\frac{U}{I}=\frac{50}{0.4}\ \Omega=125\ \Omega$，故 B 正确，A 错误；由 $P=UI$ 可知，该元件消耗的电功率为 $P=UI=50\times0.4$ W$=20$ W，故 C 正确，D 错误。

2.C　**解析**：在电路 A 中，两灯泡串联，则通过两灯泡的电流相等，不能保证两灯泡都正常发光；在电路 B 中，若两灯泡都正常发光，则通过 R 的电流等于两灯泡的额定电流之和，$I_{总}=\frac{P_1}{U}+\frac{P_2}{U}=\frac{14}{11}$ A，两灯泡的并联电压为 110 V，则 R 上的电压为 110 V，根据 $P=UI$，知电阻上消耗的功率与两灯泡消耗的功率之和相等，所以整个电路的总功率 $P=(40+100)\times2$ W$=280$ W；在电路 C 中，若两灯泡正常发光，通过 R 的电流为 $\frac{6}{11}$ A，R 与 L_1 并联，电压相等，根据 $P=UI$，得 R 与 L_1 的功率之比等于电流之比，为 3∶2，则 R 上消耗的功率为 60 W，故整个电路的总功率 $P=60$ W$+40$ W$+100$ W$=200$ W，电路 C 的接法消耗的功率较低；在电路 D 中，灯泡 L_1 的额定电流 $I_1=\frac{40}{110}$ A$=\frac{4}{11}$ A，灯泡 L_2 的额定电流 $I_2=\frac{100}{110}$ A$=\frac{10}{11}$ A，若灯泡 L_2 能正常发光，则灯泡 L_1 就会烧掉，电路不能保证两灯泡同时正常发光。本题选最合理的接法，故选 C。

3.解析：(1)当 S 闭合时，R_2 短路，用电器消耗的电功率 $P_1=\frac{U^2}{R_1}$；当 S 断开时，$P_2=\frac{U^2}{R_1+R_2}$。因为 $P_1>P_2$，故 S 闭合时为加热状态，S 断开时为保温状态。

(2)S 闭合时，由 $P_1=\frac{U^2}{R_1}$ 得 $R_1=\frac{U^2}{P_1}=\frac{220^2}{400}\ \Omega=121\ \Omega$；S 断开时，由 $P_2=\frac{U^2}{R_1+R_2}$ 得 $R_2=\frac{U^2}{P_2}-R_1=\left(\frac{220^2}{40}-121\right)\Omega=1\ 089\ \Omega$。

答案：(1)加热　保温　(2)121 Ω　1 089 Ω

任务二

【探究活动】

提示：(1)分别含有白炽灯、电炉、电熨斗和电饭锅的电路属于纯电阻电路。

(2)电动机工作时主要把电能转化为机械能，是非纯电阻电路，故 P 不等于 $P_{热}$。

【评价活动】

1.A　**解析**：纯电阻电路中，电功和电热相等，电功和

电热可用公式 $W=UIt$ 计算，也可用公式 $W=I^2Rt$ 计算，故 A 正确，B 错误；非纯电阻电路中，电功只能用公式 $W=UIt$ 计算，故 C 错误；非纯电阻电路中，电热只能用公式 $Q=I^2Rt$ 计算，故 D 错误。

2.D　**解析**：低温挡的额定功率 $P_1=UI_1=220\times 2$ W$=440$ W，故 A 正确。中温挡正常工作 1 min 产生的热量 $Q=UI_2t=220\times 5\times 60$ J$=6.6\times 10^4$ J，故 B 正确。当 S_1 断开，S_2 接 b 时，R_1、R_2 串联，电阻最大，为低温挡，此时电路中的总电阻为 $R_1+R_2=\dfrac{U}{I_1}=\dfrac{220}{2}\ \Omega=110\ \Omega$；当 S_1 闭合，S_2 断开时，接入电路的电阻只有 R_1，为中温挡，此时电路中的总电阻为 $R_1=\dfrac{U}{I_2}=\dfrac{220}{5}\ \Omega=44\ \Omega$，解得 $R_2=66\ \Omega$；当 S_1 闭合，S_2 接 a 时，R_1、R_2 并联，为高温挡，此时电路中的总电阻为 $R_{并}=\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\dfrac{44\times 66}{44+66}\ \Omega=26.4\ \Omega$，额定电流 $I=\dfrac{U}{R_{并}}=\dfrac{220}{26.4}$ A≈ 8.3 A，故 C 正确，D 错误。

3.解析：(1)电动机不转动时，是纯电阻电路，则

$r=\dfrac{U_r}{I_r}=\dfrac{0.2}{0.4}\ \Omega=0.5\ \Omega$。

(2)当电动机正常工作时，转化为机械能的电功率

$P_{机}=UI-I^2r=(2.0\times 1.0-1.0^2\times 0.5)$ W$=1.5$ W。

(3)当电动机正常工作时，$P_{总}=UI=1\times 2$ W$=2$ W

当电动机正常工作 1 min 时，电动机消耗的电能

$E=P_{总}t=2\times 60$ J$=120$ J。

(4)电能转化为机械能的效率

$\eta=\dfrac{P_{机}}{P_{总}}\times 100\%=\dfrac{1.5}{2}\times 100\%=75\%$。

答案：(1)0.5 Ω　(2)1.5 W　(3)120 J　(4)75%

4.解析：电压 $U_1=0.3$ V 时，剃须刀不转动，则输出的机械功率为 0，此时的电路可视为纯电阻电路，电路电阻

$r=\dfrac{U_1}{I_1}=\dfrac{0.3}{0.3}\ \Omega=1\ \Omega$

电压 $U_2=2$ V 时

剃须刀消耗的电功率

$P=U_2I_2=2\times 0.8$ W$=1.6$ W

由能量守恒定律可知，消耗的电能一部分转化为内能，另一部分转化为对外输出的机械能，因此剃须刀输出的机械功率

$P'=P-I_2^2r=1.6$ W$-0.8^2\times 1$ W$=0.96$ W。

答案：1.6 W　0.96 W

单元活动 4

【任务引导】

任务一

提示：(1)由题图可知，当滑动变阻器的滑片 P 由 A 向 B 滑动时，滑动变阻器的有效电阻在减小，外电路电阻由 $3r$ 逐渐减小为 r，电路电流增大，由电源的输出功率与外电阻的关系可知，电源的输出功率由小变到最大。

(2)定值电阻 R_0 消耗的功率为 $P_{R0}=I^2R_0$，因电流在不断增大，则 R_0 消耗的功率也由小变大。

(3)把 $R_0+r=2r$ 视为新电源的内阻，可知当 $R=2r$ 时滑动变阻器消耗的功率最大，当 R 变小时，其消耗的功率变小，则滑动变阻器消耗的功率由大变小。

(4)当 $R=0$ 时，R_0 消耗的功率最大。

任务二

提示：(1)电路稳定后，电容器在电路中就相当于一个阻值无限大(只考虑电容器是理想的、不漏电的情况)的元件，在电容器处电路可视为断路，无电流通过，简化电路时可去掉该支路。

(2)电容器两极板间的电压就等于该支路两端的电压。

(3)如果电容器两端的电压升高，电容器将充电；如果电容器两端的电压降低，电容器将通过与它连接的电路放电。

(4)求电容器所带电荷量时，可先求出电容器两端的电压，再根据 $Q=CU$ 计算。电路中的电流、电压变化时，将会引起电容器的充、放电，电荷量的变化量为 $\Delta Q=C\Delta U$。

【活动达标】

1.D　**解析**：由电源消耗总功率和电源内部的发热功率表达式 $P_1=EI$、$P_3=I^2r$ 可知，a 是直线，表示的是电源消耗的总功率，c 是抛物线，表示的是电源内部的发热功率，b 表示外电阻的功率，即电源的输出功率 P_2，故 A 项错误；由 $P_1=EI$ 知 $E=4$ V，故 B 项错误；由题图像知 $r=\dfrac{8}{2^2}\ \Omega=2\ \Omega$，故 C 项错误；由闭合电路欧姆定律 $I=\dfrac{E}{R+r}$ 知，当电流为 0.5 A 时，外电路的电阻为 6 Ω，故 D 项正确。

2.A　**解析**：外电路总电阻 $R=\dfrac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}=\dfrac{(4+16)\times(10+10)}{4+16+10+10}\ \Omega=10\ \Omega$，路端电压 $U=\dfrac{R}{R+r}E=\dfrac{10}{10+2}\times 12$ V$=10$ V，R_1、R_3 两端的电压分别为 $U_1=\dfrac{R_1}{R_1+R_2}U=\dfrac{4}{4+16}\times 10$ V$=2$ V，$U_3=\dfrac{R_3}{R_3+R_4}U=\dfrac{10}{10+10}\times 10$ V$=5$ V。根据外电路中沿着电流方向电势逐渐降低可知，电容器上极板的电势低于下极板的电势，所以电容器上极板带负电，所带电荷量为 $Q=-C(U_3-U_1)=-1\times 10^{-5}\times 3$ C$=-3\times 10^{-5}$ C。

3.B　**解析**：R 的阻值减小时，电路的总电阻减小，总电流增大，灯泡 L 变亮，电源的内电压增大，路端电压减

小，所以电压表 V 的读数变小，故 A、D 错误；电流增大，则灯泡两端的电压增大，而路端电压减小，则光敏电阻 R 上的电压减小，故 B 正确；电容器 C 的电压等于灯泡两端的电压，则 C 的电压增大，由 $Q=CU$ 可知，电容器 C 的带电量增大，故 C 错误。

4.解析：(1)当 P 滑到 R_3 最右端时，电路参数对应题图乙中的 B 点，此时等效于 R_2 直接接在电源两端，则 $R_2=\frac{U_B}{I_B}=0.5\ \Omega$。

(2)由闭合电路欧姆定律可得 $U_A=E-I_Ar$，$U_B=E-I_Br$

解得 $E=6\ \text{V}$，$r=2\ \Omega$。

(3)设电路外电阻为 $R_{外}$，电源电动势为 E，则电源的输出功率为 $P=I^2R_{外}=\frac{E^2R_{外}}{(R_{外}+r)^2}=\frac{E^2}{R_{外}+\frac{r^2}{R_{外}}+2r}$

根据数学知识可知，当 $R_{外}=r$ 时，P 最大，则此时 $R_{外}=\frac{R_1R_3}{R_1+R_3}+R_2=r$

解得 $R_3=1.8\ \Omega$，$P_m=4.5\ \text{W}$。

答案：(1)0.5 Ω　(2)6 V　2 Ω　(3)1.8 Ω　4.5 W

5.解析：(1)电路稳定后电容器视为断路，则由题图可知，闭合开关 S 电路稳定后，R_1 与 R_2 串联，由闭合电路的欧姆定律有

$$I=\frac{E}{R_1+R_2+r}=\frac{12}{4+6+2}\ \text{A}=1\ \text{A}$$

所以稳定后通过 R_1 的电流为 1 A。

(2)闭合开关 S 电路稳定后，电容器两端的电压与 R_2 两端的电压相等，有

$$U_C=U_2=IR_2=1\times6\ \text{V}=6\ \text{V}$$

将开关 S 断开后，电容器两端的电压与电源的电动势相等，有 $U_C'=E=12\ \text{V}$

流过 R_1 的总电荷量为

$$Q=CU_C'-CU_C=C(U_C'-U_C)=30\times10^{-6}\times(12-6)\ \text{C}=1.8\times10^{-4}\ \text{C}$$

答案：(1)1 A　(2)1.8×10^{-4} C

第三章　电磁场与电磁波初步

1　磁场　磁感线

问题式预习

知识点一

1.(1)吸引铁　南北　(2)指南针

2.(1)磁体　(2)磁极　(3)排斥　吸引

[科学思维]

提示：任何一个磁体都有两个磁极，无论怎样分割磁体，磁极总是成对出现，不存在单一磁极。

知识点二

1.磁场　**2.**磁体　电流　磁场

3.(1)切线　疏密　(2)方向　强弱　(3)N 极　N 极

知识点三

1.安培定则　**2.**右手　电流　磁感线　**3.**环形电流　轴线

[科学思维]

提示：通电螺线管和条形磁铁的磁场分布相似，可看作一端是 N 极，一端是 S 极。

任务型课堂

任务一

1.A　**解析**：自然界中的磁体无论是否被分割，均存在 N 极和 S 极，未发现单磁极的磁体，故 A 正确；磁场方向定义为小磁针静止时 N 极的受力方向，若为 S 极，则其受力方向与磁场方向相反，故 B 错误；磁场是客观存在的，但磁感线是人为假想的曲线，用于描述磁场分布，并非真实存在，故 C 错误；磁感线在磁体外部从 N 极到 S 极，但在内部是从 S 极回到 N 极，形成闭合曲线，故 D 错误。

2.C　**解析**：奥斯特实验中电流能使静止的小磁针发生偏转，说明电流能产生磁场，故选 C。

3.AB　**解析**：减小白金丝直径，仍存在电流，其产生的磁场仍能使小磁针偏转，选项 A 正确；白金丝换成铜导线，仍存在电流，产生的磁场仍能使小磁针偏转，选项 B 正确；减小电源电动势，只要导线中仍有电流，小磁针还是会发生偏转，选项 C 错误；通电导线产生的磁场与地磁场叠加后，其空间磁场方向与位置有关，当小磁针在不同位置时其偏转情况不同，选项 D 错误。

任务二

【探究活动】

提示：(1)细铁屑有规律地排列起来，磁极处分布密集，其他位置分布稀疏。

(2)可以类比用电场线描述电场，在磁场中沿细铁屑画一些有方向的曲线，使曲线上每一点的切线方向都跟这一点的磁场的方向一致，这样的曲线叫作磁感线。利用磁感线可以形象地描述磁场。

(3)不是真实存在的。

【评价活动】

1.D　**解析**：在条形磁体的外部，磁感线从 N 极出发，回到 S 极，在内部则相反，正好构成闭合曲线，所以 A、B、C 错误，D 正确。

2.B　**解析**：由题图可知 b 处的磁感线密集，a 处的磁感线稀疏，所以 b 处的磁场比 a 处的磁场强，故 A 错误，B

正确；磁感线是闭合曲线，没有起点和终点，故 C 错误；没画磁感线的地方，并不表示没有磁场存在，故 D 错误。

3.D　**解析**：只有一条磁感线，无法判断 A、B 两点附近的磁感线疏密情况，所以无法判断两点的磁场强弱关系，A、B、C 均错误；因为题中磁感线为直线，所以两点处的磁场方向相同，D 正确。

4.B　**解析**：根据螺线管内部的磁感线的分布情况可知，在螺线管的内部，越靠近螺线管中心的位置，其磁感线的分布就越均匀；相反，越靠近两端，磁感线的分布就越不均匀，由此可知，螺线管越长，内部的磁场越接近匀强磁场，故 B 项正确。

任务三

1.C　**解析**：由安培定则可以判断，A 中水平通电直导线下面的磁场方向垂直纸面向里，故 A 错误；B 中竖直通电直导线右侧的磁场方向垂直纸面向里，故 B 错误；C 中通电圆环内的磁场方向垂直纸面向外，故 C 正确；D 中通电螺线管内磁场的方向向左，故 D 错误。

2.BC　**解析**：小磁针 N 极的指向即是磁针所在处的磁场方向。题中小磁针 S 极向纸内偏转，说明离子束下方的磁场方向由纸内指向纸外。根据安培定则可判定，由离子束的定向运动所产生的电流方向由右向左，故若为正离子，则应是自右向左运动，若为负离子束，则应是自左向右运动。故 A、D 错误，B、C 正确。

3.B　**解析**：由于圆环带负电荷，故当圆环沿顺时针方向转动时，等效电流的方向为逆时针，由安培定则可判断环内磁场方向垂直纸面向外，环外磁场方向垂直纸面向内；磁场中某点的磁场方向即放在该点的小磁针静止后 N 极的指向，所以 b 的 N 极向纸外转，a、c 的 N 极向纸里转。故 B 正确。

4. AB　**解析**：当油箱内燃油用尽时，线圈 L_2 被短路，左边线圈有磁场，铁质转子被磁化，指针偏向左侧，故 A 正确；随着油量的增加，和 L_2 线圈并联的电阻逐渐增大，通过线圈 L_2 的电流逐渐增大，产生的磁场逐渐增强，故 B 正确；随着油量的增加，电路总电阻逐渐增大，通过 L_1 线圈的电流逐渐减小，产生的磁场逐渐减弱，故 C 错误；当两线圈中均有电流通过时，根据安培定则可知两线圈在流量表指针处产生的磁场方向相反，故 D 错误。故选 AB。

2　磁感应强度　磁通量

问题式预习

知识点一

1.(1)强弱　方向　(2)N 极　磁场　(3)矢量

3. $B=\dfrac{F}{IL}$　特斯拉　特　T

4.大小　方向　平行　等间距

［判一判］

1.×　**2.**√　**3.**×

知识点二

1.乘积　**2.**(1)BS　(2)$BS\cos\theta$

3.韦伯　**4.** $\dfrac{\Phi}{S}$　单位面积　磁通密度　单位

任务型课堂

任务一

1.CD　**解析**：磁感应强度反映磁场本身的强弱和方向，由磁场本身决定，与放入磁场的导线所受的磁场力 F、导线的长度 L 和通过导线的电流 I 无关，故 A 错误；公式 $B=\dfrac{F}{IL}$ 是磁感应强度的定义式，当 L 很短、I 很小时，适用于任何磁场，故 B 错误，C 正确；一小段通电直导线放在磁感应强度 $B=0$ 的位置，由 $F=ILB$ 得知，它受到的磁场力 F 也一定为零，故 D 正确。

2.BD　**解析**：小磁针静止时 N 极的指向就是该点的磁感应强度 B 的方向，故 A 错误；小磁针 N 极受力的方向就是该处磁感应强度的方向，故 B 正确；B 的方向就是该处磁场的方向，故 C 错误，D 正确。

3.BC　**解析**：磁感应强度 B 与 F、I、L 无关，是由磁场本身的性质决定的，故 B 正确，D 错误；由 $F=BIL$ 可知，在 B 一定时，F 与 IL 成正比，故 A 错误，C 正确。

4.C　**解析**：根据对称性，左右两段半圆环中的电流在 O 点产生的磁感应强度的大小均为 $\dfrac{1}{2}B$，方向均垂直于纸面向里，将右边半圆环绕直径 ab 向上弯折 60°后，右边半圆环中的电流在 O 点产生的磁感应强度的方向也偏转了 60°，根据磁场的矢量叠加可得，O 点的磁感应强度的大小 $B_1=2\times\dfrac{B}{2}\cos 30°=\dfrac{\sqrt{3}}{2}B$，同理将右边半圆环绕直径 ab 向上弯折 120°后，根据磁场的矢量叠加可得，O 点的磁感应强度的大小为 $B_2=2\times\dfrac{B}{2}\cos 60°=\dfrac{1}{2}B$，故 $\dfrac{B_1}{B_2}=\sqrt{3}$，故选 C。

任务二

【探究活动】

提示：(1)不正确。因为两者都是描述场的力的性质的物理量。

(2)无关。

【评价活动】

1.BC　**解析**：所谓比值定义法，就是用两个或几个基本的物理量的比值来定义一个新的物理量的方法。比值定义法的基本特点是被定义的物理量往往反映物质的最

本质的属性，它不随定义所用的物理量的大小而改变。E 由电场自身性质决定，与 F 和 q 无关；B 由磁场自身性质决定，与 F 和 IL 无关，故 A 错误，B、C 正确。E 与 F 和 q 无关，但由 $F=qE$ 可知，F 与 q 有关；B 与 F 和 IL 无关，但由 $F=ILB$ 可知，F 与 IL 有关，故 D 错误。

2.ABD　**解析**：磁感应强度 B 和电场强度 E 都是矢量，它们的大小、方向均由它们自身的因素决定，故 A、B 正确；由磁感应强度和电场强度的定义知，它们都是用比值法来定义的，但与检验电流和检验电荷受到的力的大小无关，故 C 错误，D 正确。

3.AC　**解析**：电荷在电场中一定受电场力的作用，且 $E=\frac{F}{q}$，A 正确；正电荷所受电场力的方向与电场方向相同，负电荷所受电场力的方向与电场方向相反，C 正确；电流元在磁场中与磁场方向垂直放置时，一定受磁场力的作用，并且 $B=\frac{F}{IL}$，平行时不受磁场力，B 错误；磁感应强度的方向不是根据电流元的受力方向规定的，D 错误。

任务三

【探究活动】

提示：(1)在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，有一个与磁场方向垂直的平面，面积为 S，把 B 与 S 的乘积叫作穿过这个面积的磁通量，用 Φ 表示，即 $\Phi=BS$。

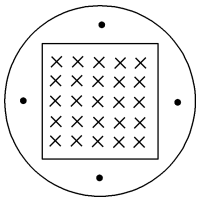
(2)当磁场方向与平面成 θ 角时，磁通量 $\Phi=BS\sin\theta$；当磁场方向与平面平行时，磁通量 $\Phi=0$。

【评价活动】

1.BCD　**解析**：$abcd$ 平面在垂直于 B 方向上的投影面积 $S_{\perp}=\frac{\sqrt{2}}{2}l^2$，所以 $\Phi_1=BS_{\perp}=\frac{\sqrt{2}}{2}Bl^2$，A 错误；$dcfe$ 平面与 B 垂直，即 $S=\frac{\sqrt{2}}{2}l^2$，所以 $\Phi_2=\frac{\sqrt{2}}{2}Bl^2$，B 正确；$abfe$ 平面与 B 平行，即 $S'_{\perp}=0$，$\Phi_3=0$，C 正确；整个三棱柱穿进的磁感线和穿出的磁感线条数相等，相互抵消，所以 $\Phi=0$，D 正确。

2.C　**解析**：根据安培定则可知直导线在圆面直径处时磁感线从一边半圆进、另一边半圆出，合磁通量为零，垂直圆面向里移动、沿直导线方向移动或绕圆心 O 转动，合磁通量仍为零，选项 A、B、D 错误；直导线沿圆面内垂直于导线方向移动 $\frac{1}{2}R$，磁通量增加，选项 C 正确。

3.A　**解析**：两个同圆心、同平面的金属圆环与磁体垂直且磁体在中央时，通过圆环的磁感线的俯视图如图所示，穿过圆环的磁通量 $\Phi=\Phi_{进}-\Phi_{出}$，由于两圆环面积 $S_a<S_b$，两圆环的 $\Phi_{进}$ 相同，而 $\Phi_{出a}<\Phi_{出b}$，所以穿过两圆环的有效磁通量 $\Phi_a>\Phi_b$，故 A 正确。



4.解析：(1)设圆形磁场区域的半径为 R，对线圈甲有

$\Phi_{甲}=B\pi R^2$

代入数据得穿过线圈甲的磁通量 $\Phi_{甲}=2.512\times10^{-4}$ Wb

穿过线圈乙的磁感线条数和穿过甲的磁感线条数相同，即 $\Phi_{乙}=\Phi_{甲}=2.512\times10^{-4}$ Wb。

(2)设线圈丙的半径为 r，θ 表示磁场转过的角度，则 $\Phi_{丙}=B\pi r^2\cos\theta$

代入数据解得 $\Phi_{丙}\approx5.439\times10^{-5}$ Wb。

答案：(1)2.512×10^{-4} Wb　2.512×10^{-4} Wb

(2)5.439×10^{-5} Wb

3　电磁感应现象及其应用

问题式预习

知识点一

1.奥斯特　磁场　磁效应　**2.**法拉第

4.(1)发电机　(2)变压器

[判一判]

1.√　**2.**√　**3.**×　**4.**√

知识点二

磁通量

[科学思维]

提示：将磁铁插入线圈，或将磁铁从线圈中抽出。

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示：(1)根据磁通量的定义式 $\Phi=BS$(平面 S 与磁场 B 方向垂直)，可知题图甲、乙中穿过线圈的磁通量没变，题图丙中穿过线圈的磁通量发生变化。

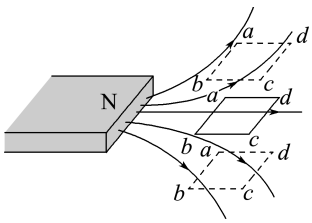
(2)题图丁中弹簧线圈的有效面积变小，磁通量变小。

【评价活动】

1.C　**解析**：通电直导线产生稳定的磁场，根据安培定则判断可知，在 AB 的外侧磁感线向下穿过线圈平面，在 AB 的里侧磁感线向上穿过线圈平面，根据对称性可知，穿过圆的磁感线的总条数为零，磁通量为零，CD 竖直向上平移时，穿过这个圆面的磁通量始终为零，保持不变，故 A、B、D 错误，C 正确。

2.D　**解析**：以磁感线竖直向上为正方向，末状态的磁通量 $\Phi_2=B_2S$，初状态的磁通量 $\Phi_1=-B_1S$，则线圈内的磁通量的变化量 $\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1=(B_2+B_1)S$，故 D 正确，A、B、C 错误。

3.D　**解析**：要知道线圈在下落过程中磁通量的变化情况，就必须知道条形磁体在磁极附近磁感线的分布情况，磁感线分布情况如图所示，由图可知线圈中的磁通量先减少，后增加。D 正确。



任务二

1.D　**解析**：感应电流的产生条件是穿过闭合线圈的磁通量发生变化，如果一个闭合线圈中没有产生感应电流，那么穿过这个线圈平面的磁通量一定没有变化，D 正确。

2.BCD　**解析**：线圈中通以恒定的电流，铜环 A 中磁通量不变，铜环 A 中没有感应电流，A 错误；滑动变阻器的滑片 P 匀速或加速移动时，线圈中的电流发生变化，铜环 A 中的磁通量发生变化，铜环 A 中有感应电流，B、C 正确；将开关突然断开的瞬间，线圈中电流变为零，铜环 A 中的磁通量发生变化，铜环 A 中有感应电流，D 正确。

3.D　**解析**：题图甲中，导线框 $abcd$ 与通电直导线在同一平面且沿平行于电流的方向移动，穿过导线框的磁通量保持不变，不会产生感应电流，故 A 错误；题图乙中，条形磁体快速穿过有缺口的导线框，磁通量会变化，但由于导线框不是闭合回路，所以不会产生感应电流，故 B 错误；题图丙中，闭合导线框在匀强磁场中垂直于磁场方向向右运动，导线框始终在匀强磁场内，穿过导线框的磁通量保持不变，不会产生感应电流，故 C 错误；题图丁中，闭合导线框绕轴线 AB 转动，穿过导线框的磁通量发生变化，会产生感应电流，故 D 正确。

4.BCD　**解析**：当 $v_1=v_2$，且方向相同时，二者无相对运动，AB 不切割磁感线，回路中无感应电流，故 A 错误；当 $v_1=v_2$，且方向相反时，AB 切割磁感线，有感应电流产生，故 B 正确；当 $v_1\neq v_2$ 时，无论方向相同还是相反，二者都有相对运动，AB 切割磁感线，有感应电流产生，故 C 正确；当 $v_2=0$，v_1 的方向改为与磁感线的夹角为 θ，且满足 $0°<\theta<90°$ 时，v_1 垂直磁感线方向的分量不为零，即 AB 切割磁感线，有感应电流产生，故 D 正确。

5.D　**解析**：磁带在放音时通过变化的磁场使线圈里产生感应电流，经放大电路后再送到扬声器中，①正确；录音时，话筒产生的感应电流经放大电路放大后在录音机磁头的空隙处产生变化的磁场，③正确。

4　电磁波的发现及其应用

问题式预习

知识点一

1.电场　**2.**电场　**3.**电磁场

［科学思维］

不能

知识点二

1.(1)电场　电磁波　(2)电磁波　(3)电磁波　(4)3×10^8 m/s　(5)λf　**2.**(1)波长　频率

3.信息　能量

［科学思维］

提示：通过电磁波来传递。

任务型课堂

任务一

1.D　**解析**：根据麦克斯韦电磁场理论，电场产生磁场时有如下规律，只有变化的电场才能产生磁场，均匀变化的电场产生恒定的磁场，非均匀变化的电场产生变化的磁场；磁场产生电场的情况亦有上述规律，故选项 D 正确。

2.D　**解析**：题图 A 中电场不随时间变化，不会产生磁场；题图 B 和 C 中电场都随时间均匀变化，它们只能在周围产生稳定的磁场，但不能发射电磁波；题图 D 中电场随时间不均匀变化，能在周围空间产生变化的磁场，且该磁场的变化也是不均匀的，这样又能产生变化的电场，从而交织成一个不可分割的统一体，即形成电磁场，所以该种情况的电场能发射电磁波。故 A、B、C 错误，D 正确。

3.解析：题图 A 中的磁场是恒定的，不能产生电场，更不能产生电磁波；题图 B 中的磁场是周期性变化的，可以产生周期性变化的电场，因而可以产生电磁波；题图 C 中的磁场是均匀变化的，能产生恒定的电场，而恒定的电场不能产生磁场，因此不能产生电磁波；题图 D 中的磁场是周期性变化的，可以产生周期性变化的电场，因而可以产生电磁波。

答案：BCD　BD

任务二

【探究活动】

提示：她们的通话信息是通过电磁波传播的，因为机械波在太空中无法传播。

【评价活动】

1.C　**解析**：第一个用实验的方法证实电磁波存在的科学家是赫兹，麦克斯韦只是预言了电磁波的存在，故 A 错误；“中国天眼”接收来自宇宙的射电波信号，射电波是一种波长更长、频率更低的电磁波，可以穿透云层、星云等天体物质，所以“中国天眼”在任何天气下都可以正常运行，不受白天黑夜的影响，故 B 错误；根据题意知“中国天眼”接收的射电波工作频率覆盖 70 MHz 到 3 GHz 的区间，由 $f=\frac{c}{\lambda}$，得射电波的波长范围约为 0.1～4.3 m，故 C

正确；电磁波是横波，电磁波的本质是电场和磁场的交替变化，在空间中以波的形式传播，不需要通过介质来传递能量，故 D 错误。

2.CD　**解析**：机械波的传播需要介质，但电磁波的传播不需要借助介质，故 A 错误；电磁波和机械波的传播速度都与介质有关，故 B 错误；电磁波和机械波都能传递信息，故 C 正确；根据麦克斯韦的电磁场理论，变化的电场产生磁场，故 D 正确。

任务三

【探究活动】

提示：无线电波：收音机；微波：电视机；红外线：电烤箱；可见光：人可看到五彩缤纷的世界；紫外线：紫外线消毒灯；X 射线：X 光透视机；γ 射线：γ 射线探伤。

【评价活动】

1.CD　**解析**：X 射线和 γ 射线、X 射线和紫外线有一部分频率重叠，界限不明显；无线电波波长范围从几毫米到几千米，而可见光波长约为 400～760 nm，故 C、D 选项正确。

2.D　**解析**：X 射线没有显著的化学作用，不能用来杀菌消毒，但 X 射线有较强的穿透能力，可用于人体透视，故 A 错误；在侦察上用紫外线拍摄指纹照片，因为紫外线波长短，分辨率高，故 B 错误；电磁波的使用不受天气影响，故雷达在能见度低的夜晚能使用，故 C 错误；红外线的热作用很强，有较好的穿透云雾烟尘的能力，可以制成热谱仪、红外线夜视仪等，所以在空间站上对地球进行拍摄是利用红外线有较好的穿透云雾烟尘的能力，故 D 正确。

5　微观世界的量子化

问题式预习

知识点一

1.波动　粒子　**2.**干涉　衍射　光电效应

3.波长　频率　**4.**实物粒子

［科学思维］

粒子　波动

知识点二

1.不连续

2.(1)量子化　(2)稳定　(3)跃迁　(4)吸收　释放

任务型课堂

任务一

【探究活动】

提示：地球上存在着大气，太阳光经大气中微粒的反射或折射后传向各个方向；而在太空的真空环境下，光不再发生散射，只能向前传播。

【评价活动】

1.D　**解析**：光是一种波，同时也是一种粒子，光具有波粒二象性。当光和物质作用时，是“一份一份”的，表现出粒子性；单个光子通过双缝后的落点无法预测，但大量光子通过双缝后在空间各点出现的可能性可以用波动规律描述，表现出波动性。粒子性和波动性是光子本身的属性，光子说并未否定电磁理论。故选项 D 正确，A、B、C 错误。

2.AB　**解析**：光既有粒子性，又有波动性，但这两种特性并不是牛顿所支持的微粒说和惠更斯提出的波动说，它体现出的规律不再是宏观粒子和机械波所表现出的规律，而是自身体现的一种微观世界特有的规律。光子说和电磁理论各自能解释光特有的现象，两者构成一个统一的整体，而微粒说和波动说是相互对立的。故选项 A、B 正确，C、D 错误。

3.C　**解析**：光具有波粒二象性，波粒二象性并不否定光的电磁理论，只是说某些情况下粒子性明显，某些情况下波动性明显，故 D 错误；光的频率越高，波长越短，粒子性越明显，波动性越不明显，越不易看到其衍射现象，故 A、B 错误；大量光子的行为表现出波动性，个别光子的行为表现出粒子性，故 C 正确。

4.B　**解析**：光波是一种概率波，不能理解为质点参与的振动，故 A 不可行；经过狭缝的光在屏上能产生明暗相间的衍射条纹，故 B 可行；光通过小孔成像，说明了光的直线传播，故 C 不可行。

任务二

【探究活动】

提示：原子只能处于一系列不连续的能量状态中，通常情况下，处于较低的能级时是最稳定的，原子处于较高的能级时是不稳定的。处于较高能级的原子会自发地向能量较低的能级跃迁，同时放出光子，经过一次或几次跃迁回到较低的能级。

【评价活动】

1.D　**解析**：原子从高能态向低能态跃迁时放出光子，光子的能量等于前后两个能级之差。由于原子的能级是分立的，所以放出的光子的能量也是分立的，因此原子的发射光谱只有一些分立的亮线。

2.ABC　**解析**：A、B、C 三项的核心是原子定态概念的引入与能量跃迁学说的提出，也就是“量子化”的概念，原子的不同能量状态与电子绕核运动时不同的圆轨道相对应，这是经典理论与量子化概念的结合，原子辐射的能量与电子在某一可能轨道上绕核的运动无关，故 A、B、C 正确，D 错误。

3.B　**解析**：氢原子从 $n=2$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级放出的光子的能量等于高能级和低能级的能级差，即 $(-3.4\ \text{eV})-(-13.6\ \text{eV})=10.2\ \text{eV}$，故选 B。

单元活动 5

【任务引导】

任务一

提示：(1)由安培定则可知 I_1、I_2 和 I_3 在 O 点产生的磁感应强度均垂直于纸面向里，I_4 在 O 点产生的磁感应强度垂直于纸面向外。

(2)根据以上分析，如果切断电流 I_4，O 点的磁感应强度将垂直于纸面向里。

(3)由于 $I_1<I_2<I_3<I_4$，设它们在 O 点产生的磁场分别为 B_1、B_2、B_3、B_4，且 $B_1<B_2<B_3<B_4$，如果切断电流 I_1，则 B_1 消失，若 $B_2+B_3<B_4$，则 O 点产生的磁感应强度垂直于纸面向外；若 $B_2+B_3>B_4$，则 O 点产生的磁感应强度垂直于纸面向里；若 $B_2+B_3=B_4$，则 O 点产生的磁感应强度为零。

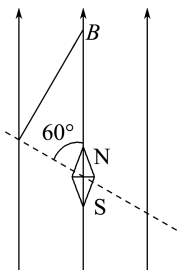
任务二

提示：(1)线圈 A 所在的回路的作用是使线圈中产生磁场。该回路中电流的大小决定了其产生的磁场的强弱。

(2)线圈 B 处在磁场中，通过线圈 B 的磁通量发生变化，产生感应电流。线圈 A 产生的磁场变化决定了线圈 B 中是否有感应电流产生。

【活动达标】

1.C　**解析**：由题意知磁矿所产生的磁场使原来指向正北的 N 极逆时针转过 60°，根据三角形定则可知，磁矿所产生的磁感应强度的水平分量最小时方向与图中虚线垂直，则最小值为 $B\sin 60°=\frac{\sqrt{3}}{2}B$，故 C 正确，A、B、D 错误。



2.D　**解析**：点电荷的定向移动形成电流，两个小球电荷量相等，转动的周期相等，由 $I=\frac{q}{T}$ 可知，它们的电流的大小是相等的；根据正电荷的定向移动方向即为电流的方向可知，小球 N 转动形成的等效电流沿顺时针方向，故 A、B 错误。根据安培定则可知，正电荷在 O 点的磁场方向为竖直向上，而负电荷在 O 点的磁场方向为竖直向下，由于正电荷运动时在 O 点产生的磁场较强，根据矢量叠加原理可知，合磁场的方向为竖直向上，故 D 正确，C 错误。

3.A　**解析**：根据右手螺旋定则结合几何关系，N 处导线在 P 点产生的磁感应强度方向垂直 MN 向上（与水平方向夹角为 60°），大小为 B，M 处导线在 P 点产生的磁感应强度方向垂直 MN 向上，大小为 B，O 处导线在 P 点产生的磁感应强度方向垂直 OP 向下（与水平方向夹角为 60°），大小为 $2B$，根据平行四边形定则，故 P 处合磁感应强度方向水平向右。

4.C　**解析**：小磁针会不会偏转取决于线圈 B 中有没有感应电流，而线圈 B 中有没有感应电流取决于线圈 B 中的磁通量是否发生变化，当线圈 A 中的电流足够大，但不变化时，线圈 B 中无感应电流，小磁针不会发生偏转，A 错误；当线圈 A 闭合开关电流稳定后，穿过线圈 B 的磁通量不再发生变化，所以小磁针也不会发生偏转，故 B 错误；线圈 A 和电池接通或断开的瞬间，穿过线圈 B 的磁通量发生变化，所以线圈 B 中有感应电流，则小磁针会偏转，故 C 正确，D 错误。

5.D　**解析**：根据安培定则判断线圈所在位置的磁场垂直于纸面向里，线圈绕 CC' 转动，磁通量发生变化，回路中有感应电流，故 A 正确，不符合题意；线圈绕 DD' 转动，磁通量发生变化，线圈中有感应电流，故 B 正确，不符合题意；线圈沿 EE' 方向运动，靠近导线，磁场的磁感应强度增大，远离导线，磁场的磁感应强度变小，回路中的磁通量发生变化，线圈中有感应电流，故 C 正确，不符合题意；线圈绕导线 AB 转动，与导线之间的相对距离不变，回路中的磁通量不发生变化，线圈中无感应电流，故 D 错误，符合题意。

6.解析：在通电直导线的磁场中的五个线圈，所在处的磁场都是垂直纸面向里的，离通电直导线越远，磁场就越弱。甲向右平动，穿过线圈的磁通量没有变化，故线圈中没有感应电流。乙向下平动，穿过线圈的磁通量减少，必定产生感应电流。丙绕轴转动，穿过线圈的磁通量变化（开始时减少），必产生感应电流。丁离纸面越远，线圈中磁通量越少，线圈中有感应电流。戊向上平动，穿过线圈的磁通量增加，但由于线圈没有闭合，因此无感应电流。

答案：甲、戊中无感应电流，乙、丙、丁中有感应电流。

第四章　能源与可持续发展

1　能量　能量守恒定律

问题式预习

知识点一

1.重　弹　**2.**增加　减少

知识点二

1.机械　内　电磁　化学　核

2.转化　转移　转化　转移　不变

［科学思维］

提示：能量守恒

任务型课堂

任务一

1.BCD　**解析**：图甲中只有重力和弹力做功，物体 A 和弹簧组成的系统机械能守恒，但 A 的机械能不守恒，故 A 错误；图乙中物体 B 除受重力外，还受支持力、拉力、摩擦力，但当拉力与摩擦力大小相等时，除重力之外的三个力做功的代数和为零，故 B 的机械能守恒，故 B 正确；图丙中绳子的张力对 A 做负功，对 B 做正功，两者代数和为零，又不计任何阻力，故 A、B 组成的系统机械能守恒，故 C 正确；图丁中只有小球的重力做功，故机械能守恒，故 D 正确。

2.B　**解析**：小孩沿滑梯匀速滑下，动能不变，重力势能减小，所以机械能减小，故 A 错误；被投掷出的铅球在空中运动，只受重力作用，机械能守恒，故 B 正确；发射过程中的火箭加速上升，动能及重力势能都增大，所以机械能增大，故 C 错误；电梯中的货物随电梯一起匀速下降，动能不变，重力势能减小，所以机械能减小，故 D 错误。

3.D　**解析**：若不计空气阻力，这些物体被抛出后只有重力做功，故机械能均守恒，A、B 均错误；因物体均被斜向上抛出，在整个运动过程中重力先做负功再做正功，因此重力势能先增大后减小，而动能先减小后增大，D 正确，C 错误。

任务二

【探究活动】

提示：(1)返回舱的动能增加，重力势能减少。由于返回舱表面与空气发生摩擦，机械能转化为其他形式的能量。故机械能不守恒。

(2)该过程中存在机械能向内能转化。根据能量守恒定律，机械能和内能的总量不变。

【评价活动】

1.D　**解析**：机械能守恒定律适用于系统中只有重力或弹力做功，且系统中只有动能和势能相互转化的情形，A 错误；牛顿第二定律只适用于宏观物体的低速运动，具有局限性，B 错误；动能定理只适用于合力的功和能的转化，C 错误；物理学家从千差万别的自然现象中抽象出一

个贯穿其中的物理量——能量，在自然界经历的多种多样的变化中它不变化，支配着至今所知的一切现象，这条定律是能量守恒定律，D正确。

2.A　解析：每平方米面积上每秒得到的能量 $E_0=\frac{E}{t_0}$，经时间 t，50 m^2 面积能够利用的太阳能 $E_{总}=E_0t\times50\times10\%$，根据功率的表达式有 $P_{max}=\frac{E_{总}}{t}$，解得 $P_{max}=7$ kW，B、C、D错误，A正确。

3.BD　解析：由图线①求所受阻力，由 $\Delta E_{kmax}=F_{阻}\Delta x$，得 $F_{阻}=2\ 000$ N，A错误；由 $E_{kmax}=\frac{1}{2}mv_m^2$ 可得，$v_m=40$ m/s，所以 $P=F_{阻}v_m=80$ kW，B正确；加速阶段，$Pt-F_{阻}x=\Delta E_k$，得 $t=16.25$ s，C错误；根据能量守恒定律，并由图线②可得，$\Delta E=E_{kmax}-F_{阻}x'=5\times10^5$ J，D正确。

4.解析：小木块刚放上传送带时，速度为零，受到传送带的滑动摩擦力作用，做匀加速直线运动，达到与传送带相同的速度后不再受摩擦力。整个过程中小木块获得一定的动能，系统内因摩擦产生一定的热量。

(1)以小木块为研究对象，相对滑动时，由 $\mu mg=ma$ 得 $a=\mu g$，小木块由静止到与传送带相对静止前做匀加速直线运动，则小木块的位移为 $l=\frac{v^2}{2\mu g}$。

(2)传送带始终匀速运动，转过的路程为

$s=vt=v\cdot\frac{v}{a}=\frac{v^2}{\mu g}$。

(3)小木块获得的动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$。

(4)摩擦过程产生的热量为 $Q=\mu mg(s-l)=\frac{1}{2}mv^2$。

(5)由能量的转化不可逆与守恒定律得，电动机输出的总能量转化为小木块的动能与因摩擦产生的热量，所以 $E_{总}=E_k+Q=mv^2$。

答案：(1)$\frac{v^2}{2\mu g}$　(2)$\frac{v^2}{\mu g}$　(3)$\frac{1}{2}mv^2$

(4)$\frac{1}{2}mv^2$　(5)mv^2

5.解析：(1)由能量转化和守恒定律可知

$\frac{1}{2}mv_0^2=P_{总}t$

而 $m=\pi r^2v_0t\rho$

联立解得 $P_{总}=\frac{1}{2}\pi r^2\rho v_0^3$。

(2)风能利用效率 $\eta=\frac{P}{P_{总}}=\frac{2P}{\pi r^2\rho v_0^3}$。

答案：(1)$\frac{1}{2}\pi r^2\rho v_0^3$　(2)$\frac{2P}{\pi r^2\rho v_0^3}$

2　能源
3　环境保护与可持续发展

问题式预习

知识点一

1.转化　转移　方向　**2.**内能(热能)　内能

3.(1)人类所需能量　(2)①一次　二次　②可再生　非再生　③传统　新　**4.**节流　开源

［科学思维］

(1)**提示**：汽油燃烧时化学能转化为内能，汽油释放出来的内能一部分转化为飞轮的机械能。

(2)**提示**：不可以。因为内燃机工作时总有内能损失，所以不可能将内能全部转化为机械能。

［判一判］

1.√　**2.**×　**3.**×

知识点二

1.酷热难耐　全部融化　淹没　土地

2.大量消耗　**3.**核能

［科学思维］

提示：由题图中的浓烟滚滚，可以发现存在的主要问题有两个：一是燃料燃烧不充分，且烟气带走大量的热量，造成能量损失；二是造成大气污染。

［判一判］

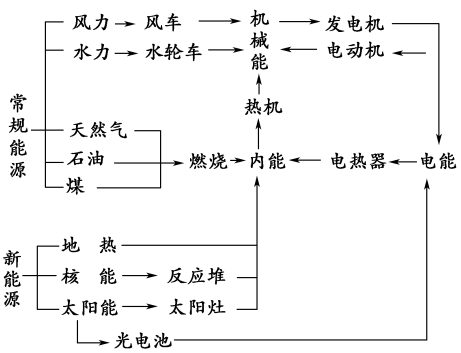
1.×　**2.**√　**3.**√

任务型课堂

【探究活动】

提示：(1)有利方面：能源的利用给人类的生活带来了极大的改善，人类社会每一次重大的经济飞跃和生产革命，都与新的能源和动力机械的利用密切相关，能源消耗的多少已经成为一个国家和地区经济发展水平的重要标准。不利方面：能源的大量使用会给环境带来极大的破坏，如大气污染、温室效应、酸雨等，对人类造成很大的危害。

(2)



【评价活动】

1.AB　**解析**："冲天爆竹"里的火药燃烧，将化学能转化为内能，腾空而起则是内能转化为机械能的过程，故A正确；将一杯热水倒入一盆冷水中，冷水和热水温度变得一样，是热水的内能转移到冷水中的过程，故B正确；冬日，人们在太阳光下晒太阳取暖，是太阳能转化为内能的过程，故C错误；在炉子上放一壶水，将水加热到50 ℃，是燃气的化学能向水的内能转化的过程，故D错误。

2.B　**解析**：能量守恒定律在任何情况下都成立，故A错误；汽车刹车时动能转化成内能，故B正确；能量从一种形式转化为另一种形式时，总量保持不变，故C错误；热传递是能量的转移，故D错误。

3.C　**解析**：能量的转移和转化过程具有方向性，在总量上是守恒的。能量的耗散不会使能量的总量减少，但会导致能量品质的降低。故C正确。

课后素养评价(一)

1.BCD　**解析**:元电荷是指电子或质子所带的电荷量,数值为 $e=1.60\times10^{-19}$ C,故 A 错误,C 正确;所有带电体的电荷量都等于元电荷的整数倍,故 B 正确;元电荷 e 的数值最早是由美国物理学家密立根用实验测得的,故 D 正确。

2.B

3.CD　**解析**:一个物体不带电并不是内部没有电荷,而是由于正、负电荷一样多,从而对外显示电中性,故 A 错误;当物体内正电荷多于负电荷时,对外显示带正电,当物体内负电荷多于正电荷时,对外显示带负电,故 B 错误;物体带电的实质就是得失电子,即电荷的转移,故 C 正确;带等量异种电荷的物体相接触时,带负电的物体中的多余电子全部转移到带正电的物体上与正电荷相互抵消,从而使两物体都呈电中性,故 D 正确。

4.C　**解析**:带电物体若带正电,则物体上缺少电子,若带负电,则物体上有多余的电子,A、B 错误;物体所带电荷量一定等于元电荷的整数倍,C 正确,D 错误。

5.D　**解析**:当带负电的导体 B 靠近导体 A 时,两导体之间无接触,由电荷守恒定律可知,A 带的电荷量不变,只是电荷在导体表面上发生了重新分布(电荷重新分布是由电荷之间的相互作用产生的),故 D 正确。

6.AC　**解析**:硬橡胶棒靠近金属小球少许时,负电荷间相互排斥,致使金属小球上的电子向金属箔片移动,金属箔片上的负电荷增多,金属箔片间的排斥力增大,使金属箔片间的张角增大,故 A、C 正确,B、D 错误。

7.B　**解析**:由于同种电荷相斥,异种电荷相吸,在 C、D 由导线连接起来组成的导体中,自由电子沿 y 向 x 运动,在 C 中聚集负电荷,在 D 中聚集正电荷,B 正确。

8.B　**解析**:摩擦起电的本质是电子转移,某次将头发梳理完成后,梳子带上了 $q=-4.8\times10^{-8}$ C 的电荷,则该过程有 4.8×10^{-8} C 的负电荷从头发转移到梳子,转移的电子数量为 $n=\dfrac{-4.8\times10^{-8}}{-1.6\times10^{-19}}=3\times10^{11}$ 个,故选 B。

9.CD　**解析**:根据电荷间的相互作用规律可知,把 C 移近导体 A 时,导体 B 要感应出正电荷,导体 A 会感应出负电荷,所以导体两端的金属箔片都张开,且 A 带负电,B 带正电,此时把 A 和 B 分开,A 带负电,B 带正电,金属箔片仍张开,故选项 A、B 正确;先把 C 移走,A、B 不再带电,再把 A、B 分开,A、B 上的金属箔片不会张开,故选项 C 错误;先把 A、B 分开,再把 C 移走,A、B 仍带电,但重新让 A、B 接触后,A、B 上的感应电荷完全中和,金属箔片都不会张开,故选项 D 错误。

10.解析:(1)金属瓶收集到的电子数目为

$$N=\frac{Q}{e}=\frac{-8\times10^{-12}}{-1.6\times10^{-19}}=5\times10^{7}(\text{个})。$$

(2)实验的时间 $t=\dfrac{N}{10^{4}\ \text{个/s}}=\dfrac{5\times10^{7}}{10^{4}}\ \text{s}=5\ 000\ \text{s}$。

答案:(1)5×10^{7} 个　(2)5 000 s

课后素养评价(二)

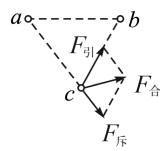
1.B　**解析**:物理学中引入"质点""点电荷"等概念,从科学方法上来说属于建立理想模型的方法,故选 B。

2.D　**解析**:点电荷是实际带电体的近似,只有带电体的大小和形状对电荷的作用力影响很小时,实际带电体才能视为点电荷,故 A 错误;当两个电荷之间的距离趋近于零时,不能再视为点电荷,公式 $F=k\dfrac{Q_1Q_2}{r^2}$ 就不能用于计算此时的静电力,故 B 错误;Q_1 和 Q_2 之间的静电力是一对相互作用力,它们的大小相等,故 C 错误;库仑定律的表达式为 $F=k\dfrac{Q_1Q_2}{r^2}$,万有引力定律的表达式为 $F=G\dfrac{m_1m_2}{r^2}$,两表达式相似,研究和运用的方法也很相似,都是平方反比定律,D 正确。

3.C　**解析**:同种电荷一定相互排斥,故选项 A、B 错误;由题意知距离越近,两小球向两侧偏离的角度越大,说明电荷间的作用力越大,故选项 C 正确,D 错误。

4.D　**解析**:设两球原来所带电荷量分别为 Q 和 $7Q$,先接触再分开后电荷量均为 $4Q$,根据库仑定律的公式 $F=k\dfrac{Q_1Q_2}{r^2}$ 可知,它们之间的库仑力是原来的 $\dfrac{16}{7}$,故 D 正确。

5.B　**解析**:以小球 c 为研究对象进行受力分析,由于 b 球所带电荷量的大小比 a 球的大,故 b 球对 c 球的静电引力较大,根据平行四边形定则,合力的方向应向右上偏,如图所示,故 B 正确。



6.B　**解析**:对 a、b 两球受力分析,由于细线都沿竖直方向,说明水平方向各自所受合力为零,由同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引,可得 a 球带负电,b 球带正电。以 a、b 作为整体受力分析,得 $+Q$ 对 a 和 $+Q$ 对 b 的水平方向的库仑力大小相等、方向相反,a 离 $+Q$ 近,根据 $F=k\dfrac{Q_1Q_2}{r^2}$ 可知 a 球所带电荷量较小,b 球所带电荷量较大,故 B 正确。

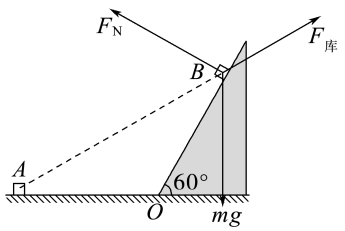
7.D　**解析**:由于点电荷 q 和圆盘间距离为 R,而圆盘的半径也为 R,因而圆盘的大小和形状不能忽略,即不能看成点电荷,所以点电荷 q 和圆盘间的库仑力不能用库仑定律计算,故选 D。

8.AD　**解析**:设 A、B 间的距离为 r,原来 A、B 间的静电力 $F=\dfrac{kq^2}{r^2}$,小球 C 先跟 A 接触,此时 A、C 的电荷量都变为 $q_1=\dfrac{Q+q}{2}$,C 再跟 B 接触,C、B 的电荷量都变为 $q_2=\dfrac{q_1+q}{2}$,移走 C 后,A 和 B 之间的静电力 $F=\dfrac{kq_1q_2}{r^2}$,

整理得 $Q^2+4Qq-5q^2=0$，即$(Q+5q)(Q-q)=0$，解得 $Q=-5q$ 或 $Q=q$，所以 $\left|\frac{Q}{q}\right|=5$ 或 $\left|\frac{Q}{q}\right|=1$，故 A、D 正确，B、C 错误。

9.AC　**解析**：小物体 A 至少受到两个力的作用，即重力和 B 对它的静电力，这 2 个力方向相反，若两者恰好大小相等，则 A 只受这 2 个力的作用；若向上的静电力小于 A 的重力，则 A 还将受到斜面的支持力，这 3 个力不能平衡，用假设法可得 A 必定也受到了斜面的静摩擦力。所以 A 受到的力可能是 2 个，也可能是 4 个，故选 A、C。

10.B　**解析**：对 B 受力分析，如图所示，根据共点力平衡条件有 $mg\sin 60°=F_{库}\cos 30°$，$mg\cos 60°+F_{库}\sin 30°=F_N$，其中 $F_{库}=k\frac{Qq}{(\sqrt{3}L)^2}$，解得 $F_{库}=F_N=mg$，$Q=\frac{3mgL^2}{kq}$，无法比较 A、B 的电荷量大小，故 B 正确，A、D 错误；对 A 受力分析可知 $F_{库}\sin 30°+mg=F'_N$，解得 $F'_N=\frac{3}{2}mg$，故 C 错误。

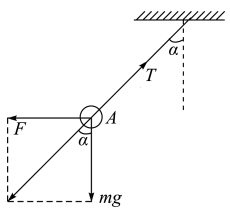


11.解析：(1)由库仑定律得 $F=k\frac{|Q|q}{r^2}$

代入数据得 $F=0.02$ N

故 A、B 两小球间的库仑力大小为 0.02 N。

(2)对小球 A 受力分析如图所示：



根据平衡条件得 $F=mg\tan\alpha$

代入数据可得小球 A 的质量为 $m=2\times10^{-3}$ kg。

答案：(1)0.02 N　(2)2×10^{-3} kg

课后素养评价(三)

1.CD　**解析**：$E=\frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式，某点的电场强度大小和方向与场源电荷有关，而与放入的检验电荷没有任何关系，故 A、B 错误；负电荷受到的电场力的方向与电场强度方向相反，故 C 正确；A 点电场强度 E_A 一定，放入的检验电荷所受电场力大小为 $F=qE_A$，所以当放入电荷量为 $+2q$ 的检验电荷时，检验电荷所受电场力大小应为 $2F$，故 D 正确。

2.A　**解析**：根据电场强度的定义式 $E=\frac{F}{q}$ 可知，$F=qE$，电场强度与题图中图线的斜率相对应，故 $E_A>E_B$，A 正确。

3.B　**解析**：题中空间存在着两个点电荷，因此空间里任何一点的电场强度，都是两点电荷分别在该点产生的电场强度 E_1 和 E_2 的矢量和。又因两电荷为同种电荷，故只有在 O、P 之间某处两电场强度才能大小相等、方向相反，矢量和为零。设在 $x=a$ 处 $E=0$，则有 $k\frac{Q_1}{a^2}=k\frac{Q_2}{(2l-a)^2}$，所以 $\frac{a^2}{(2l-a)^2}=\frac{Q_1}{Q_2}<1$，可知 $a<l$，即在 $0<x<l$ 的区间内某处 $E=0$，故选 B。

4.A　**解析**：根据库仑定律，M、N 两点电荷间的库仑力大小为 $F=k\frac{q^2}{l^2}$，代入数据得 $F=9.0\times10^{-3}$ N，两点电荷在 O 点产生的电场强度大小相等，均为 $E_1=k\frac{q}{l^2}$，M、N 两点电荷形成的电场在 O 点的合电场强度大小为 $E=2E_1\cos 30°$，联立并代入数据解得 $E=7.8\times10^3$ N/C，故选 A。

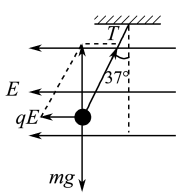
5.B　**解析**：静电场的电场线起始于正电荷，终止于负电荷或无穷远，不形成闭合曲线，故 A 错误；感应正电荷作为场源电荷，其产生的静电场中电场线从正电荷出发向外辐射，故 B 正确；电场线的切线方向表示电场强度的方向，若在无电荷区域相交，则同一点会有两个电场方向，违反电场强度的唯一性，故 C 错误；电场线从正电荷出发，终止于负电荷或无穷远处，而非终止于正电荷，故 D 错误。

6.ABD　**解析**：电场线的疏密表示电场强度的大小，由题图可知 $E_a<E_b$，$E_d>E_c$，$E_b>E_d$，$E_a>E_c$，故 C 正确，A 错误；由于电场线是曲线，由 a 点释放的正电荷不可能沿电场线运动，故 B 错误；电场线的切线方向为该点电场强度的方向，a 点和 b 点的切线不在同一条直线上，故 D 错误。

7.AD　**解析**：电场线从正电荷或无穷远处出发，终止于无穷远处或负电荷，故 A 正确，B 错误；由电场线的疏密程度可知，b 点的电场强度大于 a 点的电场强度，故 C 错误；c 点的电场强度大于 d 点的电场强度，所以正检验电荷在 c 点受到的电场力大于在 d 点受到的电场力，故 D 正确。

8.C　**解析**：因为题图中电场线从一个电荷出发，到另一个电荷终止，所以 a、b 是异种电荷；b 电荷处电场线密集，电荷量大，所以 a 所带电荷量小于 b 所带电荷量，故 C 正确，A、B、D 错误。

9.解析：对小球受力分析，受到重力、电场力和细线的拉力，如图所示：



结合平衡条件得

$mg\tan 37°=qE$

解得 $E=\frac{3mg}{4q}$。

答案：$\frac{3mg}{4q}$

10.解析：(1)由牛顿第二定律得

$qE-mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma$

解得 $a=5\ \mathrm{m/s^2}$

运动 $t=2\ \mathrm{s}$ 后小物块的速度为 $v_1=at=10\ \mathrm{m/s}$。

(2)设小物块从释放到运动至最高点的位移为 x，由动能定理得

$$qE\times\frac{1}{2}at^2-(mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta)\cdot x=0$$

解得 $x=15\ \mathrm{m}$。

答案：(1)10 m/s　(2)15 m

课后素养评价(四)

1.D　**解析**：电场力做功只与移动电荷的电荷量以及起点和终点的位置有关，而与路径无关，无论将正电荷沿哪条路径从 A 点移动到 C 点，电场力都做正功且相等，故选 D。

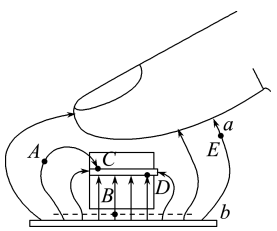
2.解析：(1)根据公式 $E=\frac{F}{q}$，可得电场力 F 的大小为 $F=qE=1.0\times10^{-8}\times1.0\times10^{4}\ \mathrm{N}=1.0\times10^{-4}\ \mathrm{N}$。

(2)电荷从 A 到 B 的过程中，电场力做功为 $W=qEd=1.0\times10^{-8}\times1.0\times10^{4}\times0.20\ \mathrm{J}=2.0\times10^{-5}\ \mathrm{J}$。

答案：(1)1.0×10^{-4} N　(2)2.0×10^{-5} J

3.C　**解析**：正电荷所受电场力方向向右，将某正电荷从 M 点沿图示虚线移动到 N 点的过程中，电场力方向与位移方向相同，电场力做正功，电势能减小，故 C 正确，A、B、D 错误。

4.C　**解析**：由题图可知，A 处电场线比 B 处电场线更稀疏，因此 A 点的电场强度小于 B 点的电场强度，故 A 错误；过 B 点平行于下极板的平面近似为等势面，如图所示：



沿电场线电势降低，有 $\varphi_B>\varphi_A$，$U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B<0$，将一电子从 A 点移到 B 点，电场力做功 $W=-eU_{AB}>0$，电场力做正功，电势能减小，故 B 错误；静电平衡下的上极板为等势体，表面为等势面，因此极板上表面 C 点的电势等于下表面 D 点的电势，故 C 正确；若电子在 E 点释放，仅受静电力作用，将沿电场线的切线方向运动，故 D 错误。

5.B　**解析**：设 X、Y 两带电小球相距为 r，开始时，X、Y 间的库仑斥力大小为 $F=\frac{kq^2}{r^2}$，X 受到的库仑力方向水平向左，由于 X 静止在平衡位置 O 点，则弹簧的弹力大小为 $F=k\frac{q^2}{r^2}$，方向水平向右，将 Z 与 X 接触时，根据电荷量分配原理可知，此时 $q_X'=q_Z'=-2q$，此时 X、Y 间的库仑力大小为 $F'=k\frac{2q^2}{r^2}$，大小发生了变化，X 受到的库仑力方向为水平向右，X 的平衡位置发生了变化，X、Y 系统的电势能发生了变化；当 Z 再与 Y 接触时，根据电荷分配原理可知，此时 $q_Y'=q_Z''=-\frac{q}{2}$，整个过程中 Z 始终带负电荷，故选 B。

6.BC　**解析**：把点电荷 N 从 a 移到 c，点电荷 Q 产生的电场对点电荷 N 不做功，在匀强电场中，电场力对点电荷 N 也不做功，故 A 错误，B 正确；从 d 移到 b，点电荷 Q 产生的电场对点电荷 N 不做功，匀强电场对点电荷 N 做功为 $W=qE\cdot2r=2qEr$，所以电场力做功为 $2qEr$，故 C 正确，D 错误。

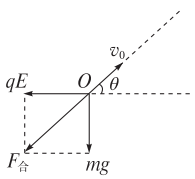
7.BD　**解析**：根据运动轨迹与受力关系，带电粒子受到的电场力与电场方向一致，故粒子带正电，A 错误，B 正确；粒子运动过程中，电场力方向与速度方向的夹角小于 90°，所以电场力做正功，粒子的电势能减少，C 错误，D 正确。

8.B　**解析**：小球的加速度方向竖直向上，大小是 $2g$，由牛顿第二定律可得 $F-mg=2mg$，所以电场力 $F=3mg$，方向竖直向上，电场力做功 $-3mgh$，电势能增加 $3mgh$，故 A、C 错误；根据动能定理 $\Delta E_k=-F_{合}\ h=-2mgh$，小球的动能减少了 $2mgh$，故 B 正确；小球下落 h 的过程中，重力势能减少 mgh，故 D 错误。

9.解析：设电场强度为 E，小球带电荷量为 q，因小球做直线运动，则它所受的电场力 qE 和重力 mg 的合力必和速度在一条直线上，如图所示：

有 $qE=\frac{mg}{\tan\theta}$，$F_{合}=\frac{mg}{\sin\theta}$

小球做匀减速运动的加速度大小为 $a=\frac{g}{\sin\theta}$



设从 O 点到最高点的位移为 x，由速度和位移的关系得 $0-v_0^2=-2ax$，则 $v_0^2=2ax$

运动的水平距离为 $l=x\cos\theta$

小球在两点的电势能之差 $\Delta E_p=qEl$

由以上各式得 $\Delta E_p=\frac{1}{2}mv_0^2\cos^2\theta$。

答案：$\frac{1}{2}mv_0^2\cos^2\theta$

课后素养评价(五)

1.C　**解析**：取无穷远处电势 $\varphi_\infty=0$，对正电荷有 $W_{\infty M}=0-E_{pM}=-q\varphi_M$，$\varphi_M=-\frac{W_{\infty M}}{q}=-\frac{6.0\times10^{-9}\ \mathrm{J}}{q}$；对负电荷有 $W_{N\infty}=E_{pN}-0=-q\varphi_N$，$\varphi_N=-\frac{W_{N\infty}}{q}=-\frac{7.0\times10^{-9}\ \mathrm{J}}{q}$，所以 $\varphi_N<\varphi_M<0$，故 C 正确。

2.C　**解析**：由电场强度的叠加可知，d 点电场强度的方向由 O 点指向 d 点，故 A 错误；由 O 点到 d 点合电场强度方向均沿 Od，故 d 点电势小于 O 点电势，$+q$ 在 O 点具有的电势能较大，故 B 错误，C 正确；设菱形的边长为 r，三

个点电荷在 d 点产生的电场强度大小相等，叠加后 $E_d=\frac{2kQ}{r^2}$，O 点电场强度 $E_O=\frac{4kQ}{r^2}$，$E_d<E_O$，故 D 错误。

3.B　**解析**：$q=2\times10^{-4}$ C 的电荷由 A 点到 B 点电场力做功 $W=qEl_{AB}\cos\alpha=0.6$ J，故电势能减少 0.6 J，C 错误；同理可知，D 错误；$U_{AB}=\frac{W}{q}=\frac{0.6}{2\times10^{-4}}$ V$=3\,000$ V，A 错误；由 $U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B$，$\varphi_A=0$，得 $\varphi_B=\varphi_A-U_{AB}=-3\,000$ V，B 正确。

4.AB　**解析**：电子从 A 点运动到 B 点，只有电场力做功，故 $E_{pA}+E_{kA}=E_{pB}+E_{kB}$，代入数据解得电子在 B 点时动能为 4.8×10^{-17} J，故 A 正确，C 错误；电子减少的电势能为 $\Delta E_p=E_{pA}-E_{pB}=1.6\times10^{-17}$ J$=100$ eV，故由 A 点到 B 点电场力做功为 100 eV，B 正确；由于电子带负电，故 A、B 两点之间的电势差 $U_{AB}=-100$ V，D 错误。

5.C　**解析**：同一检验电荷在 a、b 两点的受力方向不同，故 a、b 两点的电场强度方向不同，A 错误；因为 A、B 两处有负电荷，所以等势线由外向内表示的电势越来越低，将正电荷从 c 点移到 d 点，正电荷的电势能增加，电场力做负功，B 错误；将负电荷从 a 点移到 c 点，电势能减少，电场力做正功，C 正确；将正电荷沿虚线从 e 点移到 f 点，电势是降低的，电势能是减少的，D 错误。

6.D　**解析**：根据题图可知，上极板带正电，电场线方向从上到下，根据沿着电场线方向电势逐渐降低可知，N 点电势高于 P 点电势，又因为 M、N 两点在同一等势面上，所以 M 点的电势比 P 点的高，故 A 错误；电场线密的地方电场强度大，所以 M 点的电场强度比 N 点的大，故 B 错误；负电荷受力方向与电场线方向相反，一负电荷从 M 点运动到 P 点，电场力做负功，动能减小，速度减小，故 C 错误，D 正确。

7.C　**解析**：从速度－时间图像看出，电子从 A 点运动到 B 点的过程中速度增大，加速度变小，即静电力减小，则 $F_A>F_B$，电场强度变小，则 B 点的电场强度小于 A 点的电场强度，即 $E_A>E_B$，故 A、B 错误；根据题意，电子从静止释放后从 A 点运动到 B 点，则电子受到的静电力方向为 $A\to B$，而电子带负电，电场线方向为 $B\to A$，则 B 点的电势大于 A 点的电势，即 $\varphi_A<\varphi_B$，故 C 正确；因静电力做正功，则电势能减小，$E_{pA}>E_{pB}$，故 D 错误。

8.AB　**解析**：由 A 到 B 电场强度先不变后减小，所以电子的加速度先不变后变小，A 正确；沿着电子的轨迹，电势一直降低，故电子的电势能一直增大，D 错误；电子由 A 点到 B 点电场力做的功为 $W_{AB}=eU_{AB}=-1.6\times10^{-19}\times(120-30)$ J$=-1.44\times10^{-17}$ J，根据动能定理得 $W_{AB}=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$，解得 $v_B=5.7\times10^6$ m/s，故 B 正确，C 错误。

9.解析：设带电粒子在 B 点的速度大小为 v_B，粒子在垂直于电场方向上的速度分量不变，即

$v_B\sin30^\circ=v_0\sin60^\circ$

解得 $v_B=\sqrt{3}v_0$

设 A、B 两点间的电势差为 U_{AB}，由动能定理有 $qU_{AB}=\frac{1}{2}m(v_B^2-v_0^2)$，解得 $U_{AB}=\frac{mv_0^2}{q}$。

答案：$\frac{mv_0^2}{q}$

课后素养评价(六)

1.D　**解析**：由电场线垂直于等势面及电场线方向指向电势降低的方向可知，电场强度的方向水平向右，电场强度的大小为 $E=\frac{|U|}{d}=\frac{10}{0.25}$ V/m$=40$ V/m，故选 D。

2.AD　**解析**：根据 $U_{ab}=E\cdot ab\cdot\cos60^\circ$，可得电场强度的大小 $E=\frac{U_{ab}}{ab\cdot\cos60^\circ}=\frac{20}{0.2\times0.5}$ V/m$=200$ V/m，选项 A 正确；沿电场线方向电势逐渐降低，可知 b 点的电势比 d 点的电势高，选项 B 错误；将电子从 c 点移到 d 点，因电子所受静电力与位移反向，可知静电力做负功，选项 C 错误；因 a 点电势低于 c 点电势，则电子在 a 点的电势能大于在 c 点的电势能，选项 D 正确。

3.AC　**解析**：因为电场线与等势面垂直，根据等势面的形状和电势高低可知，电场线从左向右由密变疏，即从 a 点到 b 点电场强度逐渐变弱，则 $E_a>E_b$；电势为 25 V 的等势面应在 c 点的左边，所以 c 点的电势小于 25 V，故 A、C 正确。

4.A　**解析**：A 点处等势面分布较密，所以电场强度较大，A 正确；A、B 两点的电势相等，但是电荷量不同的电荷，在 A、B 两点时电势能不相等，B 错误；根据电势能公式 $E_p=q\varphi$ 可知，正电荷在正电势处电势能为正，所以质子在 A、B 两点的电势能相等且为正值，C 错误；把电子从 b 等势面移动到 e 等势面，则电场力做功 $W_{be}=U_{be}q=-15\cdot(-e)$ V$=15$ eV，D 错误。

5.D　**解析**：由题图可知，P、M 两点间的电势差 $U_{PM}=\varphi_P-\varphi_M=-2$ kV，故 A 正确，不符合题意；因 M 点的等势面比 P 点密集，可知 M 点的电场线密集，则 P 点的电场强度大小比 M 点的小，故 B 正确，不符合题意；M、N 两点在同一条等势线上，所以电子从 M 点到 N 点，静电力不做功，故 C 正确，不符合题意；因 P 点的电势比 N 点的低，可知电子在 P 点的电势能大于其在 N 点的电势能，故 D 错误，符合题意。

6.B　**解析**：ab 中点 e 的电势为 $\varphi_e=\frac{10+2}{2}$ V$=6$ V$=\varphi_c$，可知 dc 是电势为 6 V 的等势线，即 d 点的电势为 6 V，故 B 正确，A 错误；电场线与等势面垂直，且由高电势点指向低电势点，则电场强度的方向由 a 点指向 b 点，故 C、D 错误。

7.C　**解析**：由于 A、C 两点之间的电场线比 C、B 两点之间的电场线密，相等距离之间的电势差较大，即 $U_{AC}>U_{CB}$，所以 $\varphi_C<10$ V，故 C 正确。

8.C　**解析**：由题意得，a、c 两点间的电势差为 $U_{ac}=\varphi_a-\varphi_c=4\sqrt{3}$ V$-(-4\sqrt{3}$ V$)=8\sqrt{3}$ V，a、c 两点沿电场强度方向的距离为 $d=2R\sin\theta=2\times0.2\times\frac{\sqrt{3}}{2}$ m$=\frac{\sqrt{3}}{5}$ m，则该匀

强电场的电场强度 $E=\frac{U_{ac}}{d}=\frac{8\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{5}}$ V/m=40 V/m，故 A、B 错误；根据匀强电场中电势差与电场强度的关系式 $U=Ed$，同一方向上，相等距离的两点电势差相等，因为 $\varphi_a=4\sqrt{3}$ V，$\varphi_c=-4\sqrt{3}$ V，可知 O 点电势为零，而 $bO=Od$，则 b、O 两点间的电势差等于 O、d 两点间的电势差，可知 d 点的电势为 −4 V，故 C 正确，D 错误。

9.解析：(1)在匀强电场中，电荷量为 $q=5.0\times10^{-10}$ C 的正电荷由 a 点移到 b 点电场力做功是 3.0×10^{-8} J，故 a、b 两点间的电势差为

$$U_{ab}=\frac{W_{ab}}{q}=\frac{3.0\times10^{-8}}{5.0\times10^{-10}}\text{ V}=60\text{ V}。$$

(2)正电荷 q 分别从 a 点到 b 点和从 a 点到 c 点，电场力做功相等，由 $W=qU$ 知，$U_{ab}=U_{ac}$，所以 b、c 两点处在同一个等势面上，根据电场线与等势面垂直知，电场强度沿 ac 方向由 a 点指向 c 点。

由 $E=\frac{U}{d}$ 和 $d=ac=ab\cdot\cos 37°$ 得

$$E=\frac{U_{ab}}{ab\cdot\cos 37°}=\frac{60}{20\times10^{-2}\times0.8}\text{ V/m}=375\text{ V/m}。$$

答案：(1)60 V　(2)375 V/m　方向沿 ac 由 a 点指向 c 点

课后素养评价(七)

1.AD　**解析**：枕形导体处于静电平衡状态，其内部 A、B 两点的电场强度都为零，故 A 正确，B 错误；由 $E=\frac{kQ}{r^2}$ 知，由于 A 点离正电荷较近，正电荷在 A 点产生的电场强度较大，故感应电荷在 A 点产生的电场强度也较大，故 C 错误；开关 S 闭合时，枕形导体与大地成为整体，枕形导体为近端，大地为远端，电子从大地沿导线向导体定向移动，以中和枕形导体右端的正电荷，故 D 正确。

2.ABD　**解析**：根据静电平衡知识可知，金属棒 A 端感应出负电荷，B 端感应出正电荷，整个导体内部的电场强度为零，电子不再定向移动，故 A、B、D 正确，C 错误。

3.D　**解析**：金属板内的电场强度处处为零，则感应电荷的电场与点电荷的电场等大反向，即感应电荷在 A 点的电场强度沿 E_1 方向，选项 A、B 错误；Q 带正电，金属板左侧表面的电场强度垂直表面向右，即为感应电荷的电场与点电荷的电场的合电场强度方向，感应电荷在 B 点的电场强度不可能沿 E_4 方向，且 B 点的合电场强度不可能沿 E_3 方向，选项 C 错误，D 正确。

4.B　**解析**：带电荷的云层靠近避雷针时，在避雷针尖端感应出与云层电性相反的电荷，达到一定程度就向空中放电，中和云层中的电荷，从而避免建筑物遭受雷击，故 B 正确。

5.D　**解析**：静电喷漆、静电复印和静电除尘都是静电的应用，故 A、B、C 不符合题意；导电轮胎可将轮胎上的电荷导入大地，是防止静电危害，故 D 符合题意。

6.D　**解析**：由题意知，口罩中间层的熔喷布是一种用绝缘材料做成的带有静电的超细纤维布，所以当几微米的病毒靠近时，由于静电感应而带电，从而被熔喷布吸附，无法透过，因此可以吸附以气溶胶形式存在的病毒，其工作原理是利用了静电感应和静电吸附，故选 D。

7.D　**解析**：该现象是一种静电现象，即电视机工作时，显示屏表面由于有静电而吸附灰尘，故 D 正确。

8.C　**解析**：在静电除尘器中，金属丝与金属管间接有直流高压电，在金属丝附近产生极强的电场，该强电场将附近空气电离成正离子和电子，煤粉吸附电子后，在电场力的作用下被吸附到接高压电源正极的金属管的内壁上，金属管接电源正极，金属丝接电源负极，电场线由 A 向 B 集中，B 处电场线更密集，电场强度更大，故选 C。

9.B　**解析**：因为静电平衡时，M 上电荷密度大，其附近电场强度也大，周围空气中的气体分子被电离成正离子和电子，电子在向着正极 N 运动的过程中，遇到烟雾中的粉尘，使粉尘带负电，粉尘被吸附在瓶身上，从而达到除尘效果，故选 B。

10.C　**解析**：绝缘性能良好的化纤制品衣服不能及时把静电导入大地，容易造成手术事故，故 A 错误；飞机轮胎用导电橡胶制成可以将飞机产生的静电迅速导走，故 B 错误；由于金属导体能做到静电屏蔽，故用金属桶装易燃的汽油要更安全，故 C 正确；轿车上有一根露在外面的小天线是无线广播的接收天线，故 D 错误。故选 C。

11.BCD　**解析**：若金属板不接地，则其右侧表面将有感应的负电荷，左侧表面将有感应的等量正电荷。现金属板接地，负电荷通过接地导线移向金属板，静电平衡时其左侧表面不带电，故 A 错误，B 正确；金属板接地时，其右侧表面上仍有感应负电荷，而且 a 点附近的电荷面密度(单位表面积的电荷量)比 b 点附近的电荷面密度要大一些，电场线也密一些，则 a 点电场强度要大一些，故 C、D 正确。

课后素养评价(八)

1.BCD　**解析**：电容器的电容是表示电容器容纳电荷本领的物理量，是电容器的一种特性，一个电容器对应唯一的电容值，不能说电容器的电容与其所带电荷量成正比，与两极板间的电压成反比，故 A 错误，C、D 正确；由于电容是定值，由 $Q=CU$ 知，其所带电荷量与两极板间的电压成正比，故 B 正确。

2.A　**解析**：每一个电容器都有它的额定电压，电容器可以在额定电压及其以下正常工作，故 A 正确，B 错误；电容是表示电容器容纳电荷本领的物理量，是由电容器本身的性质决定的，所以电容不变，故 C 错误；有的电容器是有极性的，分正、负极板，故 D 错误。

3.CD　**解析**：由平行板电容器的电容决定式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知，d 增大，C 减小，A 错误；增大 ε_r 和 S 时，C 增大，C、D 正确；电容器的电容与两极板上的电荷量多少无关，B 错误。

4.A　**解析**：由题意可知，①过程为电容器充电过程，电容器两端电势差逐渐增大，根据 $Q=CU$ 可知，电容器的电荷量逐渐增大；②过程 S 接 b 端，则电容器 Q 不变，动极板向下运动，d 增大，电容 C 减小，根据 $C=\frac{Q}{U}$ 可知，U 增大；③过程为放电过程，动极板在最低处时电容为更小的恒定值，故对应 Q-U 图线为过原点、斜率更小的直线。综上分析，A 正确，B 错误；①过程的电容 C 大于③过程的电容 C，②过程中 Q 不变，因为 $C=\frac{Q}{U}$，所以 U 与 C 成反比，即 U-C 图像为双曲线的一支，故 C、D 错误。

5.BC　**解析**：题图中电容器充电后，A 极板带正电，B 极板带负电。根据平行板电容器电容大小的决定式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知，当增大电容器两极板间距离 d 时，电容 C 变小，由于电容器始终与电池相连，电容器两极板间的电压 U_{AB} 保持不变，根据电容的定义式 $C=\frac{Q}{U}$，当 C 减小时电容器两极板所带电荷量 Q 要减小，B 极板所带负电荷的一部分从 b 到 a 经电阻 R 流向 A 极板，即电阻 R 中有从 a 流向 b 的电流。所以 B、C 正确。

6.C　**解析**：由平行板电容器电容的决定式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$ 可得，d 减小，C 增大，选项 A 错误；电容器所带电荷量 Q 不变，C 增大，由 $U=\frac{Q}{C}$ 可得，U 变小，选项 B 错误；由匀强电场的电场强度与电势差关系公式可得 $E=\frac{U}{d}=\frac{Q}{Cd}=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon_r S}$，$E$ 与 d 无关，Q 不变，则 E 不变，选项 C 正确，选项 D 错误。

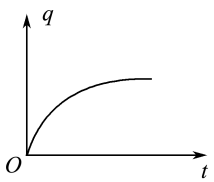
7.B　**解析**：合上开关 S 时，两极板间电势差为 5 V；插入金属板时，电势差仍然为 $U=5$ V；断开开关 S 后，电荷量不变，抽出金属板可以等效为极板间距增大为原来的 2 倍，根据公式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$ 知，电容减小为原来的 $\frac{1}{2}$；由 $U=\frac{Q}{C}$ 可知电压增加为原来的 2 倍，即 $U'=2U=10$ V。故 B 正确，A、C、D 错误。

8.D　**解析**：根据题意可知，油滴所受静电力向上，带负电，故 A 错误；由公式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知，若上极板竖直向上移动一小段距离，d 变大，则 C 变小，由于极板上的电荷量不变，则由 $C=\frac{Q}{U}$ 可知，U 变大，静电计指针张角变大，故 B 错误；由公式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$、$C=\frac{Q}{U}$ 和 $E=\frac{U}{d}$，联立得 $E=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon_r S}$，可知 E 不变，油滴不动，由于 P 与下极板的距离不变，则 P 与下极板的电势差不变，则 P 点的电势不变，故 C 错误，D 正确。

9.解析：(1)根据 $q=It$ 可知，在题图乙中画一个竖直的狭长矩形，它的面积的物理意义是电荷量。

(2)根据 I-t 图像，确定每个小方格所对应的电荷量值，纵坐标的每个小格为 0.2 mA，横坐标的每个小格为 0.4 s，则每个小格所代表的电荷量数值为 $q_0=0.2\times10^{-3}\times0.4$ C$=8.0\times10^{-5}$ C。图像与坐标轴围成的格子数约为 40 个，则电容器在全部放电过程中释放的电荷量约为 $q=40q_0=40\times8.0\times10^{-5}$ C$=3.2\times10^{-3}$ C。

(3)若对应开关 S 与 1 端相连的充电过程，开始时充电电流较大，则 q-t 图线的斜率较大，随着充电电流逐渐减小，则 q-t 图线的斜率逐渐减小，最后趋于稳定，则图像如图所示。



答案：(1)电荷量　(2)3.2×10^{-3}　(3)见解析图

课后素养评价(九)

1.BD　**解析**：由于粒子的电荷量和质量相等，因此加速度相等，初速度越大，带电粒子通过电场所用时间越短，A 错误；加速时间越短，则速度的变化量越小，C 错误；电场力做功 $W=qU$，与初速度及时间无关，因此电场力对各带电粒子做功相等，则它们通过加速电场过程中电势能的减少量相等，动能的增加量也相等，B、D 正确。

2.A　**解析**：粒子的加速度 $a=\frac{qE}{m}$，粒子的速度 $v=at=\frac{qEt}{m}$，粒子的动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{q^2E^2t^2}{2m}$，则时间 $t=\frac{\sqrt{2mE_k}}{qE}$，质子经历的时间 t_1 和 α 粒子经历的时间 t_2 之比 $\frac{t_1}{t_2}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}\cdot\frac{q_2}{q_1}=\frac{1}{1}$。故选 A。

3.B　**解析**：粒子进入偏转电场后，沿初速度方向做匀速直线运动，沿电场力方向做初速度为零的匀加速直线运动，加速度 $a=\frac{qU}{md}$，运动时间 $t=\frac{l}{v_0}$，粒子射出电场时的侧向位移 $y=\frac{1}{2}at^2=\frac{ql^2U}{2mv_0^2d}=\frac{ql^2U}{4E_kd}$，故质子和 α 粒子射出电场时的侧向位移之比为 1∶2，故 B 正确。

4.BD

5.AD　**解析**：电子受到的静电力沿电场线的反方向，因此电子会向带正电的电极方向偏转，A 正确；设电子枪的加速电压为 U_1，电子加速过程由动能定理可得 $eU_1=\frac{1}{2}mv^2$，设偏转电极 YY′的极板长为 L，偏转电极 XX′的极板长为 l，电子在偏转电场中的运动时间 $t_1=\frac{L+l}{v}=(L+l)\sqrt{\frac{m}{2eU_1}}$，可知打到荧光屏上的电子在电场中运动的时间取决于加速电场电压 U_1 的大小，与偏转电压无关，

B 错误；设偏转电极 YY′的极板间距为 d，偏转电压为 U_2，电子在 YY′方向的偏移量为 y，电子在垂直于偏转电场方向做匀速直线运动，可得 $L=vt$，沿偏转电场方向做匀加速直线运动，可得 $y=\frac{1}{2}at^2$，电子在 YY′偏转电场中的加速度为 $a=\frac{eU_2}{md}$，联立可得 $y=\frac{U_2L^2}{4U_1d}$，电子在 YY′方向的偏移量 y 与电子枪的加速电压 U_1 成反比，C 错误；根据 $y=\frac{U_2L^2}{4U_1d}$，若 YY′方向的电压 U_2 增加，则 y 也增加，波形图纵向拉长，D 正确。

6.C　解析：粒子向下偏转，可知粒子带正电，选项 A 错误；粒子在 $0\sim t_0$ 时间段做曲线运动，在 $t_0\sim 2t_0$ 时间段不受任何力，则做直线运动，选项 B 错误；粒子在水平方向一直做匀速直线运动，可知射入电场时的速度大小为 $v_0=\frac{L}{2t_0}$，选项 C 正确；若粒子射入电场时的速度减为原来的一半，由于粒子在电场中受向下的静电力作用，有向下的加速度，射出电场时有沿电场方向的速度，则粒子射出电场时的速度不可能垂直于电场方向，选项 D 错误。

7.C　解析：由于不知道两粒子的电性，故不能确定 M 板和 N 板的电势高低，选项 A 错误；根据题意可知，两粒子所受静电力做正功，电势能减小，选项 B 错误；设两板间距离为 d，平行 M 板向下的粒子刚好从 N 板下端射出，在两板间做类平抛运动，有 $\frac{L}{2}=v_0t$，$d=\frac{1}{2}at^2$，垂直 M 板向右的粒子，在两板间做匀加速直线运动，因两粒子相同，在电场中加速度相同，有 $(\sqrt{2}v_0)^2-v_0^2=2ad$，联立解得 $t=\frac{L}{2v_0}$，$a=\frac{2v_0^2}{L}$，选项 C 正确，选项 D 错误。

8.解析：(1)含 A 细胞的液滴带正电，在电极板间向右偏转做类平抛运动。设其离开电场时偏转的距离为 x，在电场中的加速度大小为 a，运动时间为 t。

其沿竖直方向做匀速运动，则有 $l=vt$

其沿水平方向做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律与运动学公式得 $qE=ma$，$x=\frac{1}{2}at^2$

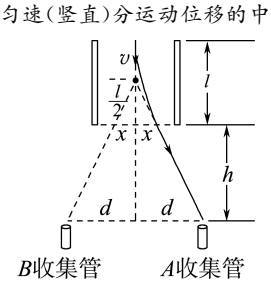
已知 $m=2.0\times10^{-10}$ kg，$q=1.0\times10^{-13}$ C，$v=2.0$ m/s，$l=2.0\times10^{-2}$ m，$E=2.0\times10^5$ N/C

联立解得 $x=5\times10^{-3}$ m。

(2)方法一：

设含 A 细胞的液滴从进入电场到被 A 收集管收集的过程中，其水平位移大小为 d。

根据类平抛运动规律的推论，其离开电场时速度方向的反向延长线交于匀速(竖直)分运动位移的中点，如图所示：



由几何关系得 $\frac{x}{d}=\frac{\frac{l}{2}}{\frac{l}{2}+h}$

解得 $d=0.055$ m

含 B 细胞的液滴带负电，其电荷量与含 A 细胞的液滴相等，向左偏转的距离与含 A 细胞的液滴相等，可得 A、B 细胞收集管的间距为 $2d=2\times0.055$ m$=0.11$ m。

方法二：

设含 A 细胞的液滴从离开电场到被 A 收集管收集的过程中，其水平位移大小为 d'

则有 $h=vt'$，$d'=att'$，联立解得 $d'=0.05$ m，$d=x+d'=5\times10^{-3}$ m$+0.05$ m$=0.055$ m

含 B 细胞的液滴带负电，其电荷量与含 A 细胞的液滴相等，向左偏转的距离与含 A 细胞的液滴相等，可得 A、B 细胞收集管的间距为 $2d=2\times0.055$ m$=0.11$ m。

答案：(1)5×10^{-3} m　(2)0.11 m

课后素养评价(十)

1.C　解析：电流是有方向的，电流的方向是人为规定的，物理上规定正电荷定向移动的方向为电流的方向，则负电荷定向移动的方向一定与电流的方向相反，故选 C。

2.B

3.C　解析：已知导线中自由电子定向移动的速率为 v，设导线中自由电子从一端定向移动到另一端所用的时间为 t，则导线的长度 $l=vt$，体积 $V=Sl=Svt$，质量 $m=\rho Svt$，这段导线中自由电子的数目为 $n=\frac{m}{M}N_A=\frac{\rho Svt}{M}N_A$，在时间 t 内这些电子都能通过下一截面，则电流为 $I=\frac{q}{t}=\frac{ne}{t}$，代入解得 $I=\frac{\rho N_AeSv}{M}$，故选 C。

4.D　解析：假设电子定向移动的平均速率为 v，那么在时间 t 内通过导线横截面的自由电子数相当于在体积 vtS 中的自由电子数，而体积为 vtS 的铜的质量为 ρvtS，摩尔数为 $\frac{\rho vtS}{M}$，所以电荷量 $q=\frac{\rho vtSne}{M}$，由电流 $I=\frac{q}{t}=\frac{\rho vSne}{M}$，解得 $v=\frac{MI}{neS\rho}$，故选 D。

5.A　解析：I-U 图像斜率的倒数表示电阻，则 $R_1:R_2=1:3$，故 A 正确，B 错误；两电阻串联后接于电源上，$I_1:I_2=1:1$，故 C 错误；两电阻并联后接于电源上，$I_1:I_2=R_2:R_1=3:1$，故 D 错误。

6.C　解析：将电流表改装成电压表，应串联电阻。串联电阻两端的电压 $U'=U-U_g=1$ V$-200\times500\times10^{-6}$ V$=0.9$ V，串联的电阻阻值为 $R=\frac{U'}{I_g}=\frac{0.9}{500\times10^{-6}}\ \Omega=1\ 800\ \Omega$，故选 C。

7.AD　解析：若只闭合 S_1，则 G 与 R_2 并联后与 R_1 串联，由于 R_1 的阻值很大，故电路中电阻较大，只能充当电压表使用，故 A 正确；若只闭合 S_2，则 R_1 被短路，

只有表头接入电路，故只相当于灵敏电流计，故 B 错误；两个开关均断开，则 G 与 R_1 串联，则相当于电压表，故 C 错误；两个开关均闭合，则 G 与 R_2 并联，电阻较小，相当于电流表，故 D 正确。

8.BC　**解析**：因为多用电表在不使用时，指针指在电流表的零刻度线上，但是此时欧姆表的两支表笔并没有接触，表笔之间的电阻无穷大，所以电流表的零刻度线对应的是欧姆表的无穷大刻度线。当电流表示数最大即处于满偏刻度时，对应的电阻最小，所以零欧姆刻度线与电流表的满偏刻度线重合，选项 A 错误，B 正确；从欧姆表的刻度盘上得知欧姆表的刻度是不均匀的，欧姆值越大，刻度线越密，选项 C 正确，D 错误。

9.B　**解析**：根据题意，当滑片滑至 R_2 的中点时，滑动变阻器上、下部分电阻各为 100 Ω，下部分与 R_1 并联后总电阻为 $R_{ab}=50\ \Omega$，整个电路总电阻为 $R=150\ \Omega$，设并联部分电压为 U_{ab}，则有 $\frac{U}{R}=\frac{U_{ab}}{R_{ab}}$，即 $U_{ab}=\frac{UR_{ab}}{R}=40\ \text{V}$，故 B 正确。

10.D　**解析**：根据 I-U 图像可知，电阻 a 的阻值保持不变，大小为 $R_a=\frac{U}{I}=5\ \Omega$，根据电阻 b 的伏安特性曲线可知，曲线上的点与原点连线的斜率逐渐减小，而连线斜率为 $k=\frac{I}{U}=\frac{1}{R_b}$，可知 b 的电阻随电压的升高而增大，$U=1\ \text{V}$ 时，b 的电阻为 $R_b=\frac{U_1}{I_1}=2.5\ \Omega<5\ \Omega$，故 A、B、C 错误；$U=3\ \text{V}$ 时，b 的电阻为 $R_b'=\frac{U_2}{I_2}=5\ \Omega$，此时 $R_a=R_b'=5\ \Omega$，故 D 正确。

11.D　**解析**：导线内部电荷定向移动，各点电势不相等，则不是处于静电平衡状态，故 A 错误；通过铜导线横截面的自由电子数目可表示为 $N=\frac{It}{e}$，故 B 错误；导线中电流的方向与自由电子定向移动的方向相反，故 C 错误；通过铜导线横截面的自由电子数目可表示为 $N=nvSt$，故 D 正确。

12.解析：当公共端与 5 V 端接入被测电路时，最大测量值为 $U_1=5\ \text{V}$；当公共端与 50 V 端接入被测电路时，最大测量值为 $U_2=50\ \text{V}$。由串联电路的电压关系可知

$$R_1=\frac{U_1}{I_g}-R_g=\left(\frac{5}{1\times10^{-3}}-100\right)\ \Omega=4\ 900\ \Omega=4.9\ \text{k}\Omega$$

$$R_2=\frac{U_2}{I_g}-R_g=\left(\frac{50}{1\times10^{-3}}-100\right)\ \Omega=49\ 900\ \Omega=49.9\ \text{k}\Omega。$$

答案：4.9 kΩ　49.9 kΩ

课后素养评价（十一）

1.D　**解析**：在使用多用电表的电阻挡时，指针偏角过小，说明电阻大，所选倍率过小，应选用更大倍率，换挡后，要重新进行电阻调零，故选 D。

2.AC　**解析**：为了使电阻的测量尽可能准确，应使指针尽可能指在中央刻度附近，按照电阻挡更换规律“大小，小大”，即当指针偏角较大时，表明待测电阻较小，应换较小的挡位，反之应换较大的挡位，换挡后一定要重新进行电阻调零后再进行测量，故 A 正确；测量电阻时一定要断电作业，故 C 正确；每次换挡一定要进行电阻调零，但测不同的电阻不一定换挡，故 D 错误；测量电阻时，如果红、黑表笔插错插孔，不规范，但不会影响测量结果，故 B 错误。

3.解析：(1)多用电表直流 0～50 V 的量程，读中间均匀刻度部分，共 50 格，每格 1 V，读数为 11.6 V；开关断开，相当于电压表并联在蓄电池两端，读数接近蓄电池的电压，故蓄电池是正常的。

(2)两表笔接 b、c 两点并闭合开关，测得电压与电源两端电压相同，说明 a、b 之间是通路，b、c 之间是断路，则故障器件是小灯。

答案：(1)11.6(11.4～11.8 均对)　蓄电池

(2)小灯

4.(3)短接　(4)红　黑　(5)中央　(6)“OFF”挡或交流电压最高挡

5.A　**解析**：因为被检测的电路为含电源电路，所以选用电阻挡一定不可。由于电路中电源提供的电压为 6 V，所以选用直流 2.5 V 挡也不安全。估测电路中的电流，最大值可能为 $I_m=\frac{E}{R_2}=\frac{6}{5}\ \text{A}=1.2\ \text{A}$，所以选用直流 0.5 A 挡也不对，只有选用直流 10 V 挡符合要求。故选 A。

6.解析：用多用电表测量电阻时，量程的选择应使指针指在表盘中央附近时读数最准确，由表盘中值示数约 15 可知，测 $R_1=20\ \Omega$ 的电阻时，应选择“×1”挡，测 $R_2=470\ \text{k}\Omega$ 时，应选择“×1 k”挡，并且在每次选定量程后，都必须将两表笔短接，进行电阻调零，所以题目中所给操作 H 需重复选用。在测量过程中对 R_1 与 R_2 测量的先后没有什么限制，但所有测量完毕后，功能选择开关必须拨到交流电压最高挡或“OFF”挡，所以合理的操作及顺序为 AHGDHFE 或 DHFAHGE。

答案：AHGDHFE(或 DHFAHGE)

7.解析：(1)所测电阻的阻值为 $15\times100\ \Omega=1.5\times10^3\ \Omega$；测阻值约为 $2.0\times10^4\ \Omega$ 的电阻时，为使指针位于表盘中央附近，应选择“×1k”挡。

(2)当选用量程为 0～50 mA 的直流电流挡测量电流时，每一大格表示 10 mA，每一小格表示 1 mA，表针对应的读数为 31.0 mA；当选用量程为 0～250 mA 的直流电流挡测量电流时，每一大格表示 50 mA，每一小格表示 5 mA，表针对应的读数为 155 mA。

(3)当选用量程为 0～10 V 的直流电压挡时，每一大格表示 2 V，每一小格表示 0.2 V，表针所对应的读数为 6.2 V。

答案：(1)1.5×10^3　×1k　(2)31.0(30.9～31.1 均可)　155　(3)6.2

课后素养评价（十二）

1.B　**解析**：材料和质量都相同的均匀电阻丝的体积是

相同的，又因长度之比 $l_1:l_2=2:3$，故横截面积之比 $S_1:S_2=3:2$，则电阻之比为 $\frac{R_1}{R_2}=\frac{\rho\frac{l_1}{S_1}}{\rho\frac{l_2}{S_2}}=\frac{l_1}{l_2}\cdot\frac{S_2}{S_1}=\frac{2}{3}\times\frac{2}{3}=\frac{4}{9}$，故选 B。

2.D　**解析**：由公式 $R=\rho\frac{l}{S}$ 和 $P=\frac{U^2}{R}$ 得，$\frac{U_a}{U_b}=\sqrt{\frac{l_a}{l_b}\cdot\frac{S_b}{S_a}}=\sqrt{2\times\frac{1}{4}}=\frac{1}{\sqrt{2}}$，故 D 正确。

3.B　**解析**：由于金属灯丝的电阻率随温度的升高而增大，故白炽灯泡正常发光时的电阻大，停止发光一段时间后，灯丝温度降低，电阻减小，故选 B。

4.D　**解析**：根据电阻定律 $R=\rho\frac{L}{S}$ 可知，水的电阻率不变，将水道变长、横截面积变小可增大电阻、减小电流，从而对人体起到保护作用，但不能完全隔断电流，故 A、B、C 错误，D 正确。

5.BD　**解析**：由题图可知，滑动变阻器接入电路的有效部分是 PB 段的电阻丝，当滑片 P 向右滑动时，接入电路中的电阻减小，小灯泡变亮，选项 B 正确；由于小灯泡的额定电压等于电源电压，所以小灯泡不可能被烧坏，选项 D 正确。

6.B　**解析**：由题图可知，滑片 P 滑至 R_2 的中点时，滑动变阻器下半部分电阻为 $R_下=5\ \Omega$，下半部分电阻与 R_1 并联后的阻值为 $R_并=\frac{R_1R_下}{R_1+R_下}\approx4.5\ \Omega$，则 a、b 两端的电压为 $U_{ab}=\frac{R_并}{R_并+R_上}U\approx11.4\ \text{V}$，故 B 正确。

7.C　**解析**：根据电阻决定式 $R=\rho\frac{l}{S}$，截去 $\frac{l}{n}$ 之后再拉长至 l，长度没有变化，横截面积变为原来的 $\frac{n-1}{n}$，则电阻变为 $R'=\rho\frac{l}{\frac{n-1}{n}S}=\frac{n}{n-1}\cdot\rho\frac{l}{S}=\frac{nR}{n-1}$，故选 C。

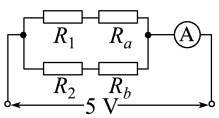
8.B　**解析**：由电势的变化图像可知，导线 x 两端的电势差为 6 V，导线 y 两端的电势差为 4 V，又因为它们串联在电路中，故它们的电阻之比为 6∶4=3∶2。由 $R=\rho\frac{l}{S}$ 可得，$3:2=\frac{l}{S_x}:\frac{2l}{S_y}$，解得 $S_x:S_y=1:3$，故 B 正确。

9.B　**解析**：电阻丝拉长前的电阻 $R_1=\frac{U_1}{I_1}=\frac{2}{4}\ \Omega=0.5\ \Omega$，电阻丝拉长后的电阻 $R_2=\frac{U_2}{I_2}=\frac{2}{0.25}\ \Omega=8\ \Omega$；根据 $R=\rho\frac{l}{S}$，且体积 $V=lS$ 不变，则 $R=\rho\frac{l^2}{V}$，电阻变为原来的 16 倍，则电阻丝的长度变为原来的 4 倍，故 B 正确，A、C、D 错误。

10.B　**解析**：根据 $R=\rho\frac{l}{S}$ 可知，当在 1、2 两端加上恒定电压时阻值为 $R_1=\rho\frac{c}{ab}$，当在 3、4 两端加上恒定电压时阻值为 $R_2=\rho\frac{a}{bc}$，可得 $\frac{R_1}{R_2}=\frac{c^2}{a^2}=\frac{1}{9}$，故 B 正确，A、C、D 错误。

11.C　**解析**：设 a 的长度为 l，横截面积为 S，因为 $R=\frac{U}{I}$，而 $R=\rho\frac{l}{S}$，所以 $\frac{R_a}{R_b}=\frac{U_1}{U_2}$，即 $\frac{\rho_a\frac{l}{S}}{\rho_b\frac{l}{2S}}=1$，则 $\rho_b=2\rho_a$，故选项 A 错误；同理 $\frac{R_a}{R_c}=\frac{U_1}{U_3}=\frac{1}{2}$，所以 $\frac{\rho_a\frac{l}{S}}{\rho_c\frac{2l}{S}}=\frac{1}{2}$，则 $\rho_a=\rho_c$，故选项 B、D 错误；由上述可知 $\rho_b=2\rho_c$，故选项 C 正确。

12.解析：题图中 R_3 的上、下两部分可以当成两个电阻 R_a、R_b 来看待，电路图可简化成如图所示。



电路中 $R_总=\frac{(R_1+R_a)(R_2+R_b)}{R_1+R_a+R_2+R_b}$

由于 $R_a+R_b=R_3=5\ \Omega$，$R_1+R_a+R_2+R_b=10\ \Omega$，

可得 $R_总=\frac{-(R_a-3)^2+25}{10}\ \Omega$，当 $R_a=3\ \Omega$ 时，$R_总$ 有最大值 $R_{max}=2.5\ \Omega$，

故电流表示数的最小值为

$I_{min}=\frac{U}{R_{max}}=2\ \text{A}$。

答案：2 A

课后素养评价（十三）

1.CD　**解析**：由于金属丝阻值较小，若电流表采用内接法，电流表分压产生的误差太大，则电流表采用外接法，电压表与金属丝并联后，使 $R_测<R_真$，由 $R=\rho\frac{l}{S}$ 可知 $\rho_测<\rho_真$，A 说法错误；电流表采用外接法时，由于电压表的分流作用使得电流表示数与通过金属丝的电流不一致，会引起系统误差，B 说法错误；由 $\rho=\frac{\pi d^2U}{4Il}$ 可知，要测量的物理量是 d、U、I 和 l，都会引起测量误差，且直径 d 在公式中是平方关系，所以影响最大，C、D 说法正确。

2.解析：(1)从题图甲可看出，主尺读数为 49 mm，游标尺的第 3 条刻度线和主尺上的一刻线重合，则圆柱体的长度应为 49 mm+0.05×3 mm=49.15 mm=4.915 cm。

(2)由题图乙可看出，螺旋测微器的固定刻度为 4.5 mm，可动刻度读数部分为 20.0×0.01 mm=0.200 mm，故圆柱体的直径为 4.5 mm+0.200 mm=4.700 mm。

答案：(1)4.915　(2)4.700

3.D　**解析**：由于金属丝阻值较小，在用伏安法测电阻时应用电流表外接法；实验中要求有较大的电压调节范

围，所以滑动变阻器应用分压式接法，故 D 正确。

4.解析：(1)固定刻度上的读数为 0.5 mm，可动刻度上的读数为 30.7，所以螺旋测微器的示数为 0.5 mm＋30.7×0.01 mm＝0.807 mm。

(2)由于金属丝的电阻是小电阻，所以应采取电流表外接法，即选用题图乙所示的电路。

(3)由于实验所用电源是一节干电池，其电动势 $E=1.5$ V，且待测电阻丝的阻值约为 3 Ω，所以用编号为 a 的滑动变阻器作限流电阻，才能使电路中的电流有明显变化。

(4)加在电压表两端的电压不超过 1.5 V，所以电压表的量程应选用 0～3 V。

(5)当滑动变阻器连入电路的电阻为零时，电路中的电流最大，$I_{max}=\frac{1.5}{3}$ A＝0.5 A，所以电流表的量程应选用 0～0.6 A。

答案：(1)0.807(0.806 或 0.808 也可以)　(2)乙

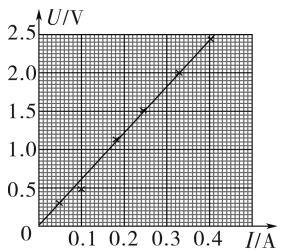
(3)a　(4)0～3　(5)0～0.6

5.解析：(1)刻度尺的读数为 59.40 cm，螺旋测微器的读数为 0＋43.4×0.01 mm＝0.434 mm。

(2)电流表示数为零，说明电路中出现断路，电压表示数与电源电动势相同，说明待测金属丝发生断路。

(3)电路图见答案图。

(4)作 U-I 图线，舍去左起第 2 点，其余 5 个点尽量靠近直线且均匀分布在直线两侧，如图所示。



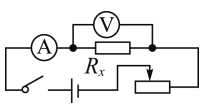
(5)在图线上取一特殊点，读出 U、I 值，则

$R_x=\frac{U}{I}=\frac{2.0}{0.33}$ Ω≈6.06 Ω。

(6)由 $\rho=R_x\frac{S}{l}$ 和 $S=\frac{\pi d^2}{4}$ 得 $\rho=\frac{\pi d^2 R_x}{4l}$。

答案：(1)59.40　0.434(0.433 或 0.435 均对)

(2)待测金属丝　(3)如图所示



(4)见解析图

(5)6.06(5.87～6.25 均对)　(6)$\frac{\pi d^2 R_x}{4l}$

6.解析：(1)由于电压表测量的是乙、丙之间的电压，则 L 是丙到乙的距离。

(2)由 $R=\rho\frac{L}{a^2}$

再根据欧姆定律 $R=\frac{U}{I}$

联立有 $U=\frac{\rho I}{a^2}L$，则 $\rho=\frac{ka^2}{I}$。

(3)根据题图(b)可知 $k=6.5$ V/m

则根据(2)代入数据有 $\rho=6.5\times10^{-5}$ Ω·m。

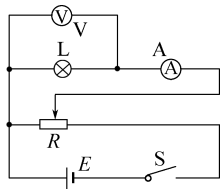
答案：(1)乙　(2)$\frac{ka^2}{I}$　(3)6.5×10^{-5}

课后素养评价(十四)

1.A　**解析**：在 I-U 图像中直线斜率的倒数等于该导体的电阻，因此两个电阻之比等于斜率的倒数之比 $\frac{R_1}{R_2}=\frac{\tan 30^\circ}{\tan 60^\circ}=\frac{1}{3}$，故 A 正确。

2.C　**解析**：由题图可知，该金属元件的伏安特性曲线为曲线，所以该金属元件为非线性元件，故 A 错误；由于该金属的电阻随电压变化而变化，所以不能用来制作标准电阻，故 B 错误；P 点对应金属的电阻阻值为 $R=\frac{U}{I}=\frac{2}{2}$ Ω＝1 Ω，故 C 正确；题图中电流随电压增大而增大，图线上每一点与原点连线的斜率表示该点电阻的倒数，故可知该金属的电阻随电压增大而增大，故 D 错误。

3.解析：(1)由于灯泡两端电压从 0 V 开始调节，因此滑动变阻器采用分压式接法；灯泡电阻较小，采用电流表的外接法，电路图如图所示。



(2)由于灯泡的电阻随电压的升高而增大，因此在 I-U 图像中，斜率应逐渐减小。故选 B。

答案：(1)见解析图　(2)B

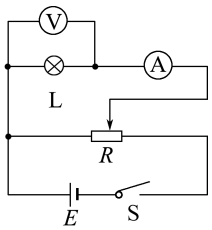
4.解析：(1)题目要求灯泡两端电压从零开始逐渐增加，因此滑动变阻器采用分压式接法，为方便实验操作，应选用最大阻值较小的滑动变阻器 A。

(2)由于小灯泡的电阻比较小，因此电流表应采用外接法，而图 A 中小灯泡两端电压并不能从零开始变化，故选用 B 图。

答案：(1)A　(2)B

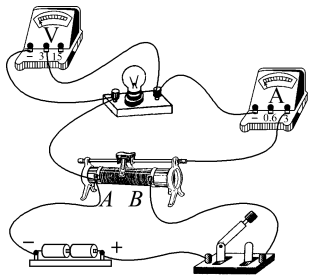
5.解析：(1)小灯泡的额定电流为 $I_0=\frac{U_0}{R_0}=0.625$ A，描绘小灯泡的伏安特性曲线，需要使小灯泡电流达到额定电流，故电流表 A 不可用，故选 B。小灯泡额定电压为 2.5 V，故电压表选 C。要求测量数据范围广，则滑动变阻器应采用分压式接法，滑动变阻器应选择阻值较小的 F，减小误差便于操作。

(2)电流表内阻和小灯泡的电阻相接近，故采用电流表外接法，要求小灯泡两端的电压从零开始，所以采用滑动变阻器的分压式接法，电路如图甲所示。



甲

实物连接如图乙所示。



乙

(3)为了保护小灯泡不被烧坏，应使开关闭合时小灯泡两端的电压为零，所以滑动变阻器的滑片应置于最左端，即 A 端。

(4)当 $U=2.0$ V 时，根据图像可知 $I=0.25$ A，阻值为

$$R=\frac{U}{I}=8\ \Omega$$

由于电阻与热力学温度成正比，可得

$$R=kT=k(273+t)\ \text{K}$$

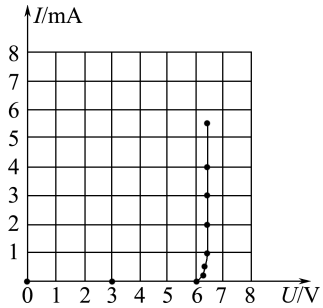
当 $R=1.5\ \Omega$ 时，$t=27$ ℃，则 $k=0.005$，当阻值为 8 Ω 时，可得 $t'=\left(\frac{8}{0.005}-273\right)$ ℃$=1\ 327$ ℃。

答案：(1)C　B　F　(2)见解析图甲　见解析图乙　(3)A　(4)1 327

6.解析：(1)选择分压式滑动变阻器时，要尽量选择电阻较小的，这样测量时电压表、电流表示数变化明显，但要保证仪器的安全。b 滑动变阻器的额定电流为 0.5 A，加在它上面的最大电压为 10 V，仪器不能正常使用，所以选择 a。

(2)根据题中提供的数据可估算电学元件的电阻，再结合电流表内接和外接的判断方法，可知电流表应采用内接法，故电压表应接在 M、P 两点之间。

答案：(1)a　(2)①P 点　②如图所示



课后素养评价(十五)

1.D　**解析**：由电池铭牌可知，该电池的电动势为 4.0 V，故 B 项正确；由电池容量为 500 mA·h 得，电池可放出的电荷量为 500×10^{-3} A×3 600 s=1 800 C，故 A 项正确；由 $q=It$ 得 $t=\frac{q}{I}=\frac{1\ 800}{20\times10^{-3}}$ s$=9\times10^{4}$ s=25 h，故 C 项正确；两块电池串联使用时，$E_{总}=2E=8.0$ V，故 D 项错误。

2.D　**解析**：电压与电动势是两个不同的概念，其中电动势公式 $E=\frac{W}{q}$ 中的 W 是非静电力做的功，电动势反映了电源把其他形式的能转化为电能的本领，而电压 $U=\frac{W}{q}$ 中的 W 则是电场力做的功；电动势的大小也不一定等于电源两端电压的大小，故 D 正确。

3.A　**解析**：开关未接通时，电压表示数即为电源电动势，故电动势 $E=6.0$ V；接通开关后，对 R 由欧姆定律可得，电路中电流为 $I=\frac{U}{R}=\frac{5.6}{7.0}$ A$=0.8$ A，由闭合电路欧姆定律可知，内阻为 $r=\frac{E-U}{I}=\frac{6-5.6}{0.8}\ \Omega=0.5\ \Omega$。故选 A。

4.ABC　**解析**：由于灯泡并联在电路中，所以接入电路的灯泡越多，总电阻越小，电路的总电流就越大，故 C 正确；灯泡越多，电源的内电压越大，路端电压则越低，故 B 正确；灯泡越多，流过每个灯泡的电流越小，每个灯泡越暗，故 A 正确，D 错误。

5.ACD　**解析**：U-I 图像中图线与 U 轴的交点纵坐标表示电源的电动势，斜率的绝对值表示内阻，图线与 I 轴的交点横坐标表示短路电流，由图像可知，$E_1=E_2$，$I_1>I_2$，$r_1<r_2$，故 A、C 正确，B 错误；由 $r=\left|\frac{\Delta U}{\Delta I}\right|$ 可知，当 ΔI 相同时，电源 2 的路端电压变化较大，故 D 正确。

6.D　**解析**：滑动变阻器的触头向 a 滑动时，电路的总电阻随之减小，根据闭合电路欧姆定律 $I=\frac{E}{R_{外}+r}$，得电路总电流增大，由 $U=E-Ir$ 可知，路端电压减小；R_1 不变，路端电压减小，故通过 R_1 的电流 I_1 减小；又由于总电流增大，I_1 减小，则 I_2 一定增大，故 D 正确。

7.D　**解析**：R 的阻值为 $R=\frac{U}{I}=1.5\ \Omega$，故 A 错误；电源 U-I 图像的纵截距表示电动势，斜率的绝对值表示内阻，则 $E=3$ V，$r=\frac{3}{2}\ \Omega=1.5\ \Omega$，故 B 错误；电源与电阻 R 连接成闭合电路时，电路中电流 $I=1.0$ A，路端电压 $U=1.5$ V，电源的输出功率为 $P=UI=1.5$ W，故 C 错误；电源内部消耗的功率为 $P_r=I^2r=1.5$ W，故 D 正确。

8.A　**解析**：滑片 P 向 b 端移动时，总电阻变大，干路中 $I=\frac{E}{R_{外}+r}$ 变小，由路端电压 $U=E-Ir$ 知，U 增大，即电压表 V_1 的示数 U_1 变大，由于电压表 V_2 的示数 $U_2=IR_2$，所以 U_2 减小，故 A 正确。

9.A　**解析**：开关 S 闭合后，电路中电流为 $I=\frac{U}{R_1+R_2}=\frac{10\ \text{V}}{4\ \Omega+6\ \Omega}=1$ A，R_2 两端的电压为 $U_1=IR_2=6$ V，故电容器 C_1 上带的电荷量为 $Q_1=C_1U_1=30\times10^{-6}\times6$ C$=1.8\times10^{-4}$ C，电容器 C_2 上不带电；当断开开关后，两电容器直接与电源相连，其电压均等于 10 V，故两电容器上总的电荷量为 $Q_{总}=2UC_1=2\times10\times30\times10^{-6}$ C$=6.0\times10^{-4}$ C，所以通过 R_1 的电荷量为 $\Delta Q=Q_{总}-Q_1=4.2\times10^{-4}$ C。故选 A。

10.解析：(1)电流增大，路端电压减小，定值电阻 R_0 分压增大，V_1 指示电阻 R_0 两端电压，所以示数变化如 AC 直线所示，V_2 指示路端电压，示数变化如 BC 直线所示。

(2)根据欧姆定律，由题图乙可知

$$R_0=\frac{\Delta U_{AC}}{\Delta I_{AC}}=\frac{4.5}{1.5}\ \Omega=3\ \Omega$$

当电流取最小值 $I_0=0.5$ A 时，变阻器的阻值最大，此时变阻器两端电压 $U_R=U_B-U_A=(7.5-1.5)$ V$=6$ V

总电阻 $R=\dfrac{U_R}{I_0}=\dfrac{6}{0.5}$ Ω$=12$ Ω。

(3)根据闭合电路欧姆定律，路端电压与电流的关系是 $U=E-Ir$

所以 BC 直线斜率的绝对值表示电源内阻

即 $r=\left|\dfrac{\Delta U_{BC}}{\Delta I_{BC}}\right|=\dfrac{7.5-6.0}{2.0-0.5}$ Ω$=1$ Ω

电动势 $E=U_B+I_0r=(7.5+0.5\times1)$ V$=8$ V。

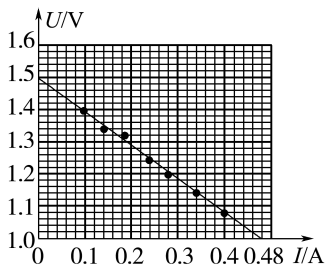
答案：(1)见解析　(2)3 Ω　12 Ω　(3)8 V　1 Ω

课后素养评价(十六)

1.ABD　**解析**：滑动变阻器要起变阻的作用，必须使接入电路的两根导线一条接在下面的接线柱上，另一条接在上面的金属杆的一端上，题图中变阻器起不到变阻的作用，故 A 符合题意；电流表和电压表接入电路时，选择好恰当的量程后，要特别注意“+”“−”接线柱是否正确，不然的话，极易损坏电表，图中电流表的“+”“−”接线柱错误，故 B 符合题意；干电池的电动势为 1.5 V，电压表量程适当，故 C 不符合题意；电压表不能直接并联到电源两端，因为开关断开后，电压表仍有示数，故 D 符合题意。

2.**解析**：(1)电压表测量的电压应为滑动变阻器接入电路中电阻丝两端的电压，开关应能控制电路，所以导线 a 端应连接到 B 处；干电池电动势约为 1.5 V，电压表选择 0～3 V 量程，分度值为 0.1 V，题图乙中电压表读数为 1.20 V；

(2)作出 U-I 图像如图所示：



根据闭合电路的欧姆定律 $U=E-Ir$ 可知

U-I 图像纵轴截距为电源电动势可得 $E=1.50$ V

U-I 图像图线斜率的绝对值等于电源内阻 $r=\dfrac{1.50-1.00}{0.48-0}$ Ω≈1.04 Ω。

答案：(1)B　1.20　(2)1.50　(3)1.04

3.**解析**：(1)一般干电池允许通过的最大电流为 0.5 A，故电流表应选 A，其量程应选 0～0.6 A。两节干电池串联后的电动势约为 3.0 V，故电压表量程应选 0～3 V。滑动变阻器的最大阻值只需要比电池组的内阻大几倍即可，故选择 E。

(2)一般情况下，电流表的内阻和电池内阻相差不大，其分压作用不可忽略，而电压表的内阻相对电池的内阻来说大很多，其分流作用可以忽略，故选择电路乙。题图乙实验中电压表的示数是路端电压，电流表的示数比干路中的电流略小，所以实验中的误差是由电流表的测量值比实际值偏小造成的。

答案：(1)A　0～0.6 A　0～3 V　E　(2)乙　电流　小

4.**解析**：(1)为减小实验误差，应采用电流表内接法(相对于滑动变阻器)，即电路图甲中电压表虚线端的导线应连接到 a 端。

(2)连接好电路闭合开关 S 前，滑动变阻器的滑片 P 应置于阻值最大的位置，即 d 端。

(3)由题图乙可知该电池的电动势为 $E=8.5$ V，内阻为 $r=\left|\dfrac{\Delta U}{\Delta I}\right|-R_0=\left(\dfrac{8.5-4.0}{1.2}-3\right)$ Ω$=0.75$ Ω。

答案：(1)a　(2)d　(3)8.5　0.75

5.**解析**：(1)根据电池的参数，起保护作用的定值电阻的最小值为 $R_0=\dfrac{E}{I}-r=\dfrac{9}{50\times10^{-3}}$ Ω-50 Ω$=130$ Ω，所以定值电阻应选 C。

(2)根据闭合电路欧姆定律可知 $E=U+\dfrac{U}{R+R_0}r$，则 $\dfrac{1}{U}=\dfrac{1}{E}+\dfrac{1}{R+R_0}\cdot\dfrac{r}{E}$，根据题中所给图线知，纵截距为电动势的倒数，故电源电动势的值为 10 V，电源的内阻为 $r=k\cdot E$，k 为图线的斜率，解得 $r=46$ Ω。

答案：(1)C　(2)10　46(45～47 均可)

6.**解析**：(1)定值电阻的 U-I 图线是一条过原点的直线，故图线 M 是根据电压传感器 2 和电流传感器的数据绘得的，而图线 N 中电压随电流的增大而减小，故为路端电压的 U-I 图线，是由电压传感器 1 和电流传感器的数据绘得的，所以 B、C 正确，A、D 错误。

(2)定值电阻 U-I 图线的斜率表示电阻阻值，即 $R_0=\dfrac{0.8}{0.4}$ Ω$=2.0$ Ω。

(3)由 $U=E-Ir$ 可知，图线 N 的纵轴截距表示电源电动势，即 $E=1.47$ V；斜率的绝对值表示内阻，

则 $r=\dfrac{1.47-0.8}{0.4}$ Ω≈1.68 Ω。

答案：(1)BC　(2)2.0　(3)1.47　1.68

课后素养评价(十七)

1.D　**解析**：通过电阻的电荷量为 0.3 C 时，电阻两端所加的电压为 $U_1=\dfrac{W_1}{q_1}=\dfrac{0.9}{0.3}$ V$=3$ V。若在相同时间内通过电阻的电荷量变为原来的 2 倍，由 $q=It$ 可知电流变为原来的 2 倍，由 $U=IR$ 得电阻两端的电压变为原来的 2 倍，即电阻两端需加的电压为 6 V，由 $W=qU$ 得消耗的电能为 $W_2=q_2U_2=0.6\times6$ J$=3.6$ J，故 D 正确。

2.A　**解析**：由电路图可知 R_3、R_4 串联后与 R_2 并联，再与 R_1 串联。并联部分的等效电阻为 $R_{并}=\dfrac{R_2(R_3+R_4)}{R_2+R_3+R_4}=2$ Ω，由闭合电路欧姆定律可知，干路电流即经过 R_1 的电流为 $I_1=I=\dfrac{E}{R_1+R_{并}}=3$ A，并联部分各支路电流大小分别为 $I_2=\dfrac{IR_{并}}{R_2}=2$ A，$I_3=I_4=\dfrac{IR_{并}}{R_3+R_4}=1$ A，四个灯泡的实际功率分别为 $P_1=I_1^2R_1=18$ W，$P_2=I_2^2R_2=12$ W，$P_3=I_3^2R_3=2$ W，$P_4=I_4^2R_4=$

4 W，故四个灯泡中消耗功率最大的是 R_1。故选 A。

3.C　**解析**：由题知，变化前后，电阻之比为 $R:R'=1:2$，电流之比为 $I:I'=2:1$，时间之比为 $t:t'=1:1$，则根据 $Q=I^2Rt$ 得 $Q:Q'=\frac{I^2Rt}{I'^2R't'}=\left(\frac{I}{I'}\right)^2\times\frac{R}{R'}\times\frac{t}{t'}=\left(\frac{2}{1}\right)^2\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{1}=\frac{2}{1}$，即电阻 $2R$ 在时间 t 内产生的热量为 $\frac{Q}{2}$，故 C 正确。

4.AC　**解析**：电热丝的热功率为 $P=\frac{U^2}{R}=\frac{220^2}{44}$ W=1 100 W，故 A 正确；通过电动机 M 的电流为 $I_M=\frac{P_{电}}{U_M}=\frac{50}{100}$ A=0.5 A，通过 R_1 的电流为 $I_1=\frac{U-U_M}{R_1}=\frac{220-100}{480}$ A=0.25 A，则有 $R_2=\frac{U-U_M}{I_M-I_1}=\frac{220-100}{0.5-0.25}$ Ω=480 Ω，故 B 错误；电动机 M 正常工作时的输出功率为 $P_1=P_{电}-I_M^2r=50$ W$-0.5^2\times4$ W=49 W，故 C 正确；若开关 S_1、S_2 都闭合，1 min 消耗的电能为 $E=\frac{U^2}{R}t+UI_Mt=\frac{220^2}{44}\times60$ J$+220\times0.5\times60$ J$=7.26\times10^4$ J，故 D 错误。

5.B　**解析**：由题图读出电源的电动势 $E=4$ V，内阻 $r=\frac{\Delta U}{\Delta I}=0.5$ Ω，故 A 错误；两图线的交点表示小灯泡 D_1 与电源连接时的工作状态，此时小灯泡的电压 $U=3$ V，电流 $I=2$ A，功率为 $P=UI=6$ W，由于小灯泡 D_1 正常发光，则小灯泡 D_1 的额定电压为 3 V，功率为 6 W，故 B 正确；小灯泡 D_1 的电阻 $R_1=\frac{U}{I}=\frac{3}{2}$ Ω=1.5 Ω，规格为“3 V　20 W”的小灯泡 D_2 的电阻为 $R_2=\frac{U_2^2}{P_2}=\frac{3^2}{20}$ Ω=0.45 Ω，可知小灯泡 D_2 的电阻更接近电源的内阻，根据电源的内、外电阻的大小与电源的输出功率之间的关系，可知把小灯泡 D_1 换成“3 V　20 W”的小灯泡 D_2，电源的输出功率将变大，故 C 错误；小灯泡是纯电阻，欧姆定律仍适用，图线为曲线是由小灯泡的电阻随温度的增大而增大引起的，故 D 错误。

6.C　**解析**：在家庭电路中，所有电器一般是并联连接，A 错误；洗衣机、电冰箱等家用电器使用三孔插座是用来接地线的，防止金属外壳漏电，B 错误；我国家庭电路采用的是电压为 220 V 的交流电，C 正确；保险丝是为了防止电路发生短路，D 错误。

7.BCD　**解析**：太阳能可以从自然界中源源不断地得到补充，属于可再生能源，故 A 正确，不符合题意；电池板的光电转化效率为 25% 只说明接收到的太阳能有 25% 转化成电能，并不代表能量不守恒，故 B 错误，符合题意；由题意可知，晴天时太阳照射 2 h，每块电池板产生的电能 $E=2\times6\times10^4\times2\times60\times25\%$ J$=0.36\times10^7$ J，故 C 错误，符合题意；晴天时的一天，日照按 8 h 计算，一块电池板产生的电能为 $E'=4E=1.44\times10^7$ J，能让十盏 60 W 的白炽灯工作的时间 $t=\frac{E'}{P}=\frac{1.44\times10^7}{10\times60}$ s$=2.4\times10^4$ s≈6.7 h，故 D 错误，符合题意。

8.A　**解析**：开关控制灯泡时，火线连接开关，开关另一个接线柱连接灯泡，开关既能控制灯泡，又能在灯泡损坏后，断开开关，切断火线，安全地更换灯泡，图中带开关的灯泡连接错误；两孔插座左孔接零线，右孔接火线，当插座上接入大功率的用电器时，还要在火线上串联一根保险丝，这样在电流过大时，能自动切断电源，起到保险作用，图中带熔丝的两孔插座连接正确；三孔插座的上孔接地线，左孔接零线，右孔接火线，当有金属外壳的用电器插入三孔插座时，假如用电器漏电，能防止人接触用电器时发生触电事故，图中三孔插座连接错误；进户线进入用户，首先连电能表，然后接入总开关，即闸刀开关，总开关的后面接入保险丝，图中闸刀开关和保险丝连接正确。可见，连接错误的是带开关的灯泡和三孔插座。

9.C　**解析**：根据 $P=UI$ 可知，额定电流应该为 $I=\frac{P}{U}=\frac{48}{24}$ A=2 A，故 A 错误；机器人的锂电池容量为 20 A·h，即当机器人在额定电流 2 A 下工作时，能够工作的最长时间为 10 h，故 B 错误；电池充满电后的总电荷量为 $q=It=20\times3\,600$ C$=7.2\times10^4$ C，故 C 正确；在额定电流下，机器人的功率为 48 W，即每秒消耗 48 J 的电能，故 D 错误。

10.**解析**：设可同时承载的最多人数为 n，此时电动机处于最大输出功率 P_m 状态；

扶梯自身移动所需功率

$P_1=IU=5.5\times380$ W$=2\,090$ W$=2.09$ kW

则 n 个人以恒定速度 $v=0.4$ m/s 斜向上移动所需功率 $P_2=P_m-P_1=(5.59-2.09)$ kW$=3.5$ kW

由 $P_2=nmgv\sin\theta$ 可得

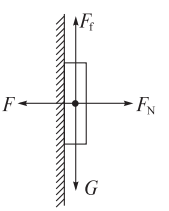
$$n=\frac{P_2}{mgv\sin\theta}=\frac{3.5\times10^3}{50\times10\times0.4\times\frac{1}{2}}=35\text{ 人}。$$

答案：35 人

课后素养评价（十八）

1.D　**解析**：用指南针指示方向，是由于地球本身是一个大磁体，地球的磁场对磁体产生力的作用，地球的南极附近是地磁场的 N 极，地球的北极附近是地磁场的 S 极；根据“同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引”，所以指南针能够指示南北方向。故 D 正确，A、B、C 错误。

2.B　**解析**：对棋子受力分析如图所示，磁性棋子受到棋盘的吸引力而对棋盘产生压力，棋盘对棋子有弹力；重力使棋子有向下滑动的趋势，由于棋子受到棋盘向上的静摩擦力，且此力和重力平衡，使棋子不会掉下来（由于空气浮力远小于重力，故可以忽略不计）。故选 B。



3.AB　**解析**：磁极之间的相互作用是通过磁场发生的，磁场和电场都是客观存在的特殊物质，故 A 正确；磁感线的疏密可描述磁场的强弱，各点的切线方向和小磁针放在该点静止时 N 极所指的方向，都表示该点磁场的方向，故 B 正确；磁感线是闭合曲线，在磁体内部磁感线是从 S 极到 N 极的，故 C 错误；细铁屑在磁场中的分布曲线形

象地描述了磁感线，但磁感线实际并不存在，故 D 错误。

4.A　**解析**：磁场方向是小磁针静止时 N 极的指向，故 A 正确，B 错误；由磁感线特点可知，C 错误；a 点磁场方向应是磁感线上该点的切线方向，故 D 错误。

5.A　**解析**：由于线圈中电流沿顺时针方向，根据安培定则可以确定，线圈内部轴线上磁感线方向垂直于纸面向里；小磁针 N 极的受力方向和该处磁感线的方向相同，所以小磁针 N 极向纸里转动。故选 A。

6.C　**解析**：根据安培定则可知，A 选项图中的磁场方向应沿逆时针方向，选项 A 错误；根据安培定则可知，B 选项图中的磁场方向是导线的右侧向里，左侧向外，选项 B 错误；根据安培定则可知，C 选项图中的磁场方向正确，选项 C 正确；根据安培定则可知，D 选项图中的磁场方向应该是向右，选项 D 错误。

7.B　**解析**：由安培定则判断可知，左、右两个线圈产生的磁场均可等效为上端是 N 极、下端是 S 极的磁铁，根据磁感线的特点，磁感线在磁体的外部从 N 极到 S 极，由对称性知铁环中心 O 处的磁场方向向下，故 B 正确，A、C、D 错误。

8.BC　**解析**：题图甲中，电流对小磁针的作用力是通过电流的磁场产生的；题图乙中，磁体对通电导线力的作用是通过磁体的磁场产生的；题图丙中，一个电流对另一个电流有力的作用是通过电流的磁场产生的。综上所述，B、C 正确。

9.C　**解析**：鸽子是利用体内所含有的微量强磁性物质在地磁场中所受的作用力来帮助辨别方向的，即其体内所含有的微量强磁性物质相当于一个“小磁针”，“小磁针”的 N 极受力方向指向地理北极附近的方向。在鸽子的身上绑一块永磁体材料，严重干扰了地磁场对它的作用，使鸽子体内的“小磁针”N 极受力的方向不再指向地理北极附近，这样会使鸽子迷失方向。故 C 正确。

10.BD　**解析**：线圈通上直流电，线圈可以等效为条形磁体，磁悬浮地球仪之所以能悬浮在空中，是利用了同名磁极相互排斥的原理，将地球仪上下位置翻转，地球仪将被吸引，不能继续保持悬浮，故 A 错误；根据题图乙可知，地球仪下端为 N 极，则线圈的上端为等效条形磁体的 N 极，由于通的是直流电，根据安培定则可知，a 端为电源的负极，而 b 端为电源的正极，故 B 正确；增加线圈匝数，电流产生的磁场的磁感应强度增强，地球仪再次稳定悬浮后，受到的磁力仍然与地球仪的重力平衡，即稳定后地球仪受到的磁力不变，故 C 错误；地球仪悬浮于空中时球体受到的重力和磁力是一对平衡力，仅增大线圈中的电流，地球仪再次稳定悬浮后受到的磁力仍然等于地球仪的重力，即稳定后地球仪受到的磁力不变，故 D 正确。

11.BC　**解析**：由于小磁针 N 极转向纸里，可知该点磁场方向向里，又根据安培定则知，A、B 间存在由 B 向 A 的电流，由此可知 B 带正电，A 带负电，故 B、C 正确。

课后素养评价（十九）

1.BD　**解析**：电场强度描述静电场本身的性质，其大小和方向与其他因素无关，与带正电的检验电荷所受静电力的方向相同，与负电荷受力方向相反，故 A 错误，B 正确；磁场中某处的磁感应强度方向就是放在该处的小磁针静止时 N 极所指的方向，故 C 错误，D 正确。

2.AC

3.B　**解析**：两圆环同向匀速旋转时，相当于两环形电流，a、b、c 三点处的磁感应强度是两环形电流产生的合磁感应强度，由几何关系结合磁场强度的叠加关系可知 b 点处的磁感应强度比 a、c 两点处的大，根据安培定则可知，a、c 两处的磁感应强度相同，故 B 正确，A、C 错误；b 点位于两圆环中间，两圆环在 b 点产生的磁场的磁感应强度大小相等，方向相同，合磁感应强度不为 0，故 D 错误。

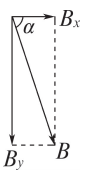
4.C　**5.**A

6.AD　**解析**：磁场是一种物质，磁体间或磁体与电流间的作用都是通过磁场产生的；虽然磁场看不见、摸不着，但并不意味着只有受力物体而没有施力物体，这时我们需要找出产生磁场的物体，它才是施力物体，力 F 的反作用力作用在施力物体上。故 B、C 错误，A、D 正确。

7.B　**解析**：磁通量 $\Phi=BS\sin 30°$，则有 $B=\dfrac{\Phi}{S\sin 30°}=0.2$ T，故 A、C、D 错误，B 正确。

8.B　**解析**：由安培定则可知，b 处直导线在 a 点产生磁场的方向竖直向下，c 处直导线在 a 点产生磁场的方向水平向右，d 处直导线在 a 点产生磁场的方向竖直向下；根据平行四边形定则可得 a 点的合磁感应强度大小为 $B_a=\sqrt{B^2+(2B)^2}=\sqrt{5}B$，合磁感应强度方向指向右下方，设合磁感应强度方向与水平向右方向的夹角为 θ，则有 $\tan\theta=\dfrac{2B}{B}=2$。故 B 正确，A、C、D 错误。

9.解析：(1)假设该地地磁场方向斜向下，如图所示：



根据平行四边形定则，可知 $B=\sqrt{B_x^2+B_y^2}=\sqrt{0.18^2+0.54^2}\times10^{-4}$ T$=0.57\times10^{-4}$ T

B 的方向与水平方向的夹角

$\alpha=\arctan\dfrac{B_y}{B_x}=\arctan\dfrac{0.54\times10^{-4}}{0.18\times10^{-4}}=\arctan 3=71°34'$。

(2)题中地磁场竖直分量与水平面垂直，故磁通量 $\Phi=B_yS=0.54\times10^{-4}\times2.0$ Wb$=1.08\times10^{-4}$ Wb。

答案：(1)0.57×10^{-4} T　arctan 3 或 71°34′

(2)1.08×10^{-4} Wb

10.解析：(1)根据磁感应强度的定义得

$B=\dfrac{F}{IL}=\dfrac{4\times10^{-3}}{2\times2\times10^{-2}}$ T$=0.1$ T。

(2)匀强磁场中某处的磁感应强度由磁场本身决定，不因导线长度的改变而改变，因此该处磁感应强度仍为 $B=0.1$ T

导线长度减小到 1 cm，根据磁感应强度的定义式 $B=\dfrac{F}{IL}$ 可得，它受到的磁场力

$F'=BIL'=0.1\times2\times1\times10^{-2}$ N$=2\times10^{-3}$ N。

(3)匀强磁场中某处的磁感应强度不因电流的改变而改变，因此该处磁感应强度仍为 $B=0.1$ T

电流增大为 5 A，根据磁感应强度的定义式 $B=\dfrac{F}{IL}$ 可

得，它受到的磁场力

$F''=BI'L=0.1\times5\times2\times10^{-2}$ N=0.01 N。

答案：(1)0.1 T　(2)0.1 T　2×10^{-3} N　(3)0.1 T　0.01 N

课后素养评价(二十)

1.AB　**解析**：焦耳发现了电流热效应的规律，故 A 正确；库仑总结出了点电荷间相互作用的规律，故 B 正确；奥斯特发现了电流的磁效应，拉开了研究电与磁相互关系的序幕，故 C 错误；伽利略将斜面实验的结论合理外推，间接证明了自由落体运动是匀变速直线运动，故 D 错误。

2.ABD　**解析**：卡文迪许通过实验测出了引力常量的数值，故 A 正确；法拉第发现了磁能产生电，即电磁感应现象，故 B 正确；洛伦兹通过研究得出了磁场对运动电荷的作用力公式，故 C 错误；库仑总结并确认了真空中两个静止点电荷之间的相互作用规律，得到了库仑定律，故 D 正确。

3.CD　**解析**：丹麦物理学家奥斯特发现了电流的磁效应，安培提出了右手螺旋定则和“分子电流”假说，故 A 错误。电流磁效应的发现掀起了一场研究电与磁关系的浪潮，英国物理学家法拉第经过多年不懈的努力，发现了电磁感应现象；电磁感应现象的发现，宣告了电磁学的诞生，开辟了人类的电气化时代，故 B 错误，C、D 正确。

4.AB　**解析**：磁场不变，弹簧平面与磁场方向的夹角也不变，若面积大小变化，穿过弹簧的磁通量就变化，弹簧中就会产生电磁感应现象，反之，就不会产生电磁感应现象。周长不变，圆形变成方形或三角形，面积肯定发生变化，从而会产生电磁感应现象，故 A、B 正确，C、D 错误。

5.C　**解析**：AB 中的电流 I 逐渐增大，线圈中的磁通量逐渐增大，线圈中能产生感应电流，A 错误；线圈水平向右远离 AB，线圈中的磁通量逐渐减小，线圈中能产生感应电流，B 错误；以 AB 为轴，线圈绕 AB 顺时针转 90°(俯视)，线圈中的磁通量不变，线圈中不能产生感应电流，C 正确；线圈绕 OO' 轴逆时针转 90°(俯视)，线圈中的磁通量变化，线圈中能产生感应电流，D 错误。

6.B　**解析**：当铜盘转动时，其切割磁感线产生感应电动势，此时铜盘相当于电源，铜盘边缘和中心相当于电源的两个极，则要想观察到感应电流，M、N 分别连接电源的两极即可，只有 B 正确。

7.C　**解析**：线圈中的电流从 B 端流向 A 端时，螺线管左边相当于 N 极，与磁铁 N 极产生相互排斥的力，活塞向右运动，故 A 错误；线圈中通有的恒定电流越大，不会发生电磁感应现象，“人工心脏泵”没有动力，故 B 错误；若给线圈通入低频交流电，线圈产生的磁场方向将交替变化，人工心脏泵能正常工作，故 C 正确；若不给线圈通电，直接将线圈的 A、B 两端用导线连接，将该装置置于磁感应强度随时间均匀增大且方向水平的磁场中，线圈中的磁通量发生改变，发生电磁感应现象，但是产生的磁场方向不变，所以人工心脏泵不能正常工作，故 D 错误。故选 C。

8.B　**解析**：由题知，开关闭合瞬间，线圈 B 中的磁通量增大，此时灵敏电流计的指针向右偏。当线圈 A 拔出或线圈 A 中的铁芯拔出时，均导致穿过线圈 B 的磁通量减小，因此电流计指针向左偏，故 A 错误，B 正确；当滑动变阻器的滑片匀速滑动时，穿过线圈 B 的磁通量发生变化，线圈 B 中就会产生感应电流，则电流计指针要发生偏转，故 C 错误；当滑动变阻器的滑片向 N 端滑动时，滑动变阻器接入电路的电阻减小，则电路电流增大，穿过线圈 B 的磁通量也增大，因此灵敏电流计的指针向右偏，故 D 错误。

课后素养评价(二十一)

1.C

2.D　**解析**：变化的电场在空间中产生磁场，变化的磁场在空间中产生电场，故 A、B 错误；只有周期性变化的电场产生周期性变化的磁场，周期性变化的磁场产生周期性变化的电场时，才能产生电磁波，故 C 错误；麦克斯韦提出了电磁场理论，并预言了电磁波的存在，赫兹通过实验验证了电磁波的存在，故 D 正确。

3.B　**解析**：题目给出了两个要求，一是频率相互交错重叠，二是波长由短到长，结合电磁波谱可知选项 B 符合题意，A、C、D 不符合题意。

4.D　**解析**：变化的磁场产生电场，均匀变化的磁场产生稳定的电场，A 错误；赫兹通过实验捕捉到了电磁波，证明了电磁波的存在，B 错误；不同频率的电磁波在真空中的传播速度大小相同，均为 3×10^8 m/s，C 错误；微波可以用于卫星、电视等的信号传输，D 正确。

5.D

6.(1)3.0×10^8 m/s　(2)3.43 m

课后素养评价(二十二)

1.AD　**解析**：根据光的波粒二象性知，A、D 正确，B、C 错误。

2.C　**解析**：电子是实物粒子，光具有波粒二象性，少量或个别光子易显示出光的粒子性；频率高、波长短的光，粒子性显著。大量光子在传播时表现为波动性；频率低、波长长的光，波动性显著。故选项 C 正确，A、B、D 错误。

3.D　**解析**：首先明确量子化的定义，所谓量子化就是指数据是分立的、不连续的，即一份一份的。只要能一份一份地选取，即只要是不连续的数据，如大象的头数、学生的人数等，但人的身高、物体的质量及汽车的速度都是能连续变化的，不会出现一份一份的现象，不是量子化的，故选 D。

4.D　**解析**：$E_3-E_2=1.89$ eV，$E_2-E_1=10.2$ eV，$E_3-E_1=12.09$ eV，所以从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级时放出的光子能量最大，最大值为 12.09 eV。

5.C　**解析**：处于能级为 n 的大量氢原子向低能级跃迁时，辐射光的种类为 C_n^2 种，所以处于 $n=3$ 能级的大量氢原子向低能级跃迁时，辐射光的频率有 $C_3^2=3$ 种，故 C 正确。

6.A　**解析**：人眼能察觉到绿光时，每秒至少有 6 个绿光的光子射入瞳孔，所以察觉到绿光时所接收到的最小功率为 $P=\dfrac{\frac{6hc}{\lambda}}{t}=\dfrac{\frac{6\times6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{530\times10^{-9}}}{1}$ W$=2.3\times10^{-18}$ W。

7.解析：紫外激光能量子的值为

$$\varepsilon=\frac{hc}{\lambda}=\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{0.35\times10^{-6}}\ \text{J}=5.68\times10^{-19}\ \text{J}$$

则该紫外激光所含光子数

$$n=\frac{E}{\varepsilon}=\frac{2\ 400\ \text{J}}{5.68\times10^{-19}\ \text{J}}=4.23\times10^{21}\text{(个)}。$$

答案：4.23×10^{21} 个

课后素养评价(二十三)

1.B　解析：对于在空中飘落的树叶，空气阻力做负功，机械能减小，A 错误；被水平抛出的铅球，只有重力做功，机械能守恒，B 正确；木块沿粗糙的斜面向下做匀速运动时，摩擦力对木块做负功，机械能减小，C 错误；货物被起重机吊着向上做匀速运动时，拉力对货物做正功，其机械能增加，D 错误。

2.D　解析：题图甲中，游客在倾斜的滑槽轨道上下滑过程中，受到摩擦力作用，摩擦力做负功，故机械能不守恒，故 A 错误；题图乙中，运动员撑竿向上的过程中，运动员和竿组成的系统机械能守恒，运动员的机械能增加，故 B 错误；题图丙中，火箭点火升空的过程中，火箭的燃料燃烧释放出能量，对火箭做正功，所以火箭的机械能不守恒，故 C 错误；题图丁中，被运动员掷出的铅球在飞行过程中，只受重力作用，所以机械能守恒，故 D 正确。

3.CD　解析：由于绳子对小球做负功，因此小球的机械能减小，故 A 错误；由于桌面粗糙，摩擦力对物块做负功，因此物块与小球组成的系统机械能减少，故 B 错误；若小球匀速下降，根据能量守恒定律，小球减少的重力势能没有转化为动能，而是完全转化为物块与桌面摩擦产生的热量，故 C 正确；若小球加速下降，则小球减少的机械能一部分转化为摩擦生成的热量，另一部分转化为物块的动能，故 D 正确。

4.D　解析：合外力做功等于杠铃动能的增量，不是机械能的增量，故 B 正确，D 错误；小明对杠铃做的功等于杠铃能量的增加量(即机械能的增加量)，故 A 正确；克服杠铃重力做的功等于杠铃重力势能的增量，故 C 正确。

5.BCD　解析：木箱运动过程中，有力 F、重力、空气阻力三个力对木箱做功，根据动能定理可知，合力做的功决定着物体动能的改变量，故 C 正确，A 错误；重力做的功决定重力势能的改变量，除重力、弹力以外，其他力做功的代数和等于物体机械能的改变量，故 B、D 正确。

6.CD　解析：自然界中的一切过程都遵守能量守恒定律，故 A 错误；功是能量转化的量度，做同样多的功，消耗相同的电能，故 B 错误，D 正确；由变频空调的工作特点可知省电的原因是效率高，故 C 正确。

7.B　解析：物块 M 下落过程中，软绳对物块做负功，物块的机械能逐渐减小，物块对软绳的拉力做正功，软绳的机械能增加，A 错误，B 正确；以初态软绳下端所在水平面为零势能面，则初态软绳重力势能为 $E_{p1}=mg\ \frac{l}{2}=\frac{1}{2}mgl$，末态软绳的重力势能为 $E_{p2}=0$，则 $\Delta E_p=E_{p2}-E_{p1}=-\frac{1}{2}mgl$，即软绳重力势能共减少了 $\frac{1}{2}mgl$，C 错误；根据系统的机械能守恒得，软绳重力势能的减少量等于物块机械能的增加量与软绳动能增加量之和，D 错误。

8.解析：重物和细棒向下做匀加速运动，已知 $t=1.0\ \text{s}$，$h=0.50\ \text{m}$，由 $h=\frac{1}{2}at^2$

得 $a=\frac{2h}{t^2}=1\ \text{m/s}^2$

设细棒受到来自手的摩擦力大小为 f，根据牛顿第二定律得 $mg-f=ma$

解得 $f=m(g-a)=0.5\times(10-1)\ \text{N}=4.5\ \text{N}$

所以在此过程中手和细棒之间所产生的热量为

$Q=fh=4.5\times0.5\ \text{J}=2.25\ \text{J}$。

答案：2.25 J

课后素养评价(二十四)

1.AC　解析：由能量守恒定律知 B、D 错误；由能量耗散的定义可知 A、C 正确。

2.B　解析：以煤等燃料作为主要生活燃料时会产生大量空气污染物，A 错误；私人汽车代替公交车会使汽车对汽油的消耗量增加，带来的空气污染物增多，C 错误；限制使用电动车不能改善空气质量，D 错误。

3.D　解析：煤炭和石油都是由古代生物遗体形成的，这些能源不能短时间内再次生成，也不可重复使用，它们的储量是有限的，并不是取之不尽、用之不竭的，这是所讲的能源短缺，①错误，②正确；煤炭和石油在使用时会排出有害气体污染空气，这是所讲的环境恶化，③错误，④正确。故选 D。

4.AB　解析：氢能易燃烧、热值高，原料来源广；但储存难、制备成本高，故 A、B 正确。

5.D　解析：虽然自然界的能量守恒，但是可利用的能源越来越少，仍然需要节约能源，选项 A 错误；人类在不断开发新能源，但是能量不可以不断被创造，只能相互转化，选项 B 错误；能量可以在不同的物体之间转移，也能在不同形式之间转化，选项 C 错误，D 正确。

6.D　解析：太阳能卫星电站中的硅太阳能电池，可将光能转换成电能，向外供电，故 D 正确。

7.D　解析：1 t 水资源减少的重力势能为 $W_1=mgh=1\ 000\times9.8\times10\ \text{J}=98\ 000\ \text{J}$，转化成的电能为 $W_2=\eta W_1=40\%\times98\ 000\ \text{J}=3.92\times10^4\ \text{J}$，故 D 正确。

8.D　解析：叶片旋转所形成的圆面积为 $S=\pi L^2$，t 时间内流过该圆面积的风柱体积为 $V=Svt=\pi L^2vt$，风柱的质量为 $m=\rho V=\rho\pi L^2vt$，则风柱的动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\rho\pi L^2v^3t$，可得发电机的电功率为 $P=\frac{E_k}{t}=\frac{1}{2}\rho\pi L^2v^3$，故选项 D 正确。

9.解析：每次涨潮时流进海湾(落潮时流出海湾)的海水的质量为 $m=\rho Sh=1.5\times10^{11}\ \text{kg}$

其重心高度变化为 $h'=1.5\ \text{m}$

每次放水发电过程中海水重力势能的减少量为

$\Delta E_p=mgh'=2.25\times10^{12}\ \text{J}$

一天内水流做功的功率为 $P=\frac{4\Delta E_p}{t}\approx1.04\times10^8\ \text{W}$。

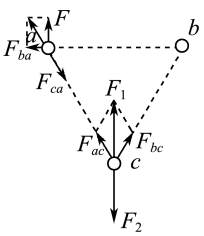
答案：1.04×10^8 W

章末质量评估(一)

1.C　解析:电场线为直线的电场不一定是匀强电场,如点电荷产生的电场的电场线为直线,但不是匀强电场,故A错误;B项中,只是电场强度大小相等,但方向各不相同,则不是匀强电场,故B错误;电场力$F=qE$,在匀强电场中,E的大小、方向均不变,则F的大小、方向也不变,故C正确;正点电荷若有一与电场线成某一夹角的初速度,仅受电场力作用时并不会沿电场线运动,故D错误。

2.D　解析:根据库仑定律可知,两点电荷间的库仑力的大小$F_{库}=k\frac{q_1q_2}{r^2}$,根据万有引力定律可知,两点电荷间的万有引力的大小$F_{引}=G\frac{m_1m_2}{r^2}$,所以,两点电荷间的万有引力和库仑力的大小之比为$\frac{F_{引}}{F_{库}}=\frac{Gm_1m_2}{kq_1q_2}=\frac{Gm^2}{kq^2}$,故D正确,A、B、C错误。

3.D　解析:a、b球带正电,要使a、b球都静止,c球必须带负电,否则三个带电小球在匀强电场中不可能平衡。设c球所带电荷量大小为Q,以c球为研究对象,由于a、b两球的电荷量相等,则a、b两球对c球的作用力F_{ac}、F_{bc}大小相等,二者合力方向沿F_{ac}、F_{bc}的角平分线,如图中F_1所示,又因c球静止,则匀强电场对c球的作用力F_2与F_1等大反向,所以匀强电场的方向与F_1同向;以a球为研究对象进行受力分析,根据平衡条件得$F=F_{ca}\cos 60°$,即$\frac{kq\cdot q}{l^2}=\frac{kQ\cdot q}{l^2}\cdot\cos 60°$,所以$c$球的电荷量为$-2q$,故D正确。



4.B　解析:带正电的粒子受力指向轨迹凹侧,则点电荷Q带负电,所以A错误;点电荷Q恰好处于a、b两点电场线的交点处,根据负点电荷等势面的分布特点,离负点电荷越远的点电势越高,由几何关系可知,a点离负点电荷较远,所以a点的电势高于b点电势,所以B正确;从a点到b点,静电力对带正电粒子做正功,所以系统的电势能减小,则C错误;根据场强公式$E=k\frac{Q}{r^2}$,a点的场强小于b点,则粒子在a点受到的静电力小于在b点受到的静电力,所以粒子在a点的加速度小于在b点的加速度,则D错误。

5.B　解析:根据库仑定律$F=k\frac{Qq}{r^2}$,由于$r_e>r_b$,因此小球在e点所受库仑力小于在b点所受库仑力,故A错误;点电荷在距其r处的电势为$\varphi=k\frac{Q}{r}$,由于c点到d点r不变,d点到e点r逐渐增大,因此c点到d点电势不变,d点到e点电势逐渐减小,根据电势能与电势的关系$E_p=q\varphi$可知,小球从c点到d点电势能不变,从d点到e点电势能逐渐减小,故B正确;由于$r_f>r_d$,根据上述分析可知,小球的电势能$E_{pd}>E_{pf}$,绝缘光滑管道固定于水平面内,电势能和动能的总量保持不变,根据能量守恒定律可知,小球过f点的动能大于过d点的动能,故C错误;由于$r_a>r_b$,根据上述分析可知,小球的电势能$E_{pb}>E_{pa}$,绝缘光滑管道固定于水平面内,根据能量守恒定律可知,小球过a点的动能大于过b点的动能,则小球过b点的速度小于过a点的速度,故D错误。

6.C　解析:增大电容器两极板间的距离d时,由$C=\frac{\varepsilon_rS}{4\pi kd}$知,电容$C$变小;电容器所带电荷量$Q$不变,$C$变小,根据$C=\frac{Q}{U}$可知,$U$变大;而$E=\frac{U}{d}=\frac{\frac{Q}{C}}{d}=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon_rS}$,$Q$、$k$、$\varepsilon_r$、$S$均不变,则$E$不变。故C正确,A、B、D错误。

7.C　解析:带电荷量为q的油滴静止不动,则油滴受到向上的电场力,题图中平行板间电场强度方向竖直向下,则油滴带负电,故A错误;根据平衡条件有$mg=qE=q\frac{U}{d}$,故$q=\frac{mg}{E}=\frac{mgd}{U}$,故B错误;当增大电场强度时,电场力增大,则悬浮油滴将向上运动,故C正确;不同油滴所带的电荷量虽不相同,但都是电子电荷量(元电荷)的整数倍,故D错误。

8.BCD　解析:由运动轨迹可知电场力方向大致向左,粒子带负电,故A错误;从A点到B点电场强度变小,电场力变小,加速度变小,故B正确;在粒子运动过程中,电场力的方向与运动方向的夹角大于90°,所以速率减小,故C正确;若粒子的初速度为零,粒子将沿电场线向左下侧运动,故D正确。

9.ABD　解析:根据几何关系可知,D点比A点离q_3近,故其电势高于A点的电势,A正确;A、B两点是等电势点,则q_1、q_2具有的电势能相等,B正确;q_3在A、B两点产生的电场强度大小相等,但方向不同,故电场强度不相同,C错误;把q_1从A点移到D点,电场力做负功,D正确。

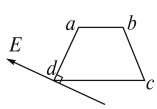
10.AB　解析:沿着电场线的方向电势逐渐降低,可得$\varphi_a>\varphi_b>\varphi_c$,选项A正确;在等量异种点电荷形成的电场中,若$b$点为两点电荷连线的中点,则有$E_a=E_c>E_b$,选项B正确;仅由$E_a=E_b=E_c$,不能确定该电场是否为匀强电场,选项C错误;仅由$\varphi_a-\varphi_b=\varphi_b-\varphi_c$,不能确定该电场是否为匀强电场,选项D错误。

11.解析:(1)由题知,$ab\parallel dc$,在匀强电场中,方向相同、距离相等的两点间电势差相等,则知d、c两点间电势差是a、b两点间电势差的2倍,即有

$$2(\varphi_a-\varphi_b)=\varphi_d-\varphi_c$$

则得$\varphi_d=2(\varphi_a-\varphi_b)+\varphi_c=2\times(-1-2)\text{ V}+5\text{ V}=-1\text{ V}$。

(2)a、d两点电势相等,根据电场线与等势线垂直,且指向低电势处,作出过d点的电场线如图所示。



答案:(1)-1　(2)见解析图

12.解析:在接触过程中,由于小球B带负电,其上多余的电子转移到小球A上,这些电子中和小球A上的一部分正电荷直至小球B呈中性;随后由于小球A上还有

净余的正电荷，小球 B 上的电子会继续转移到小球 A 上，直至两小球带上等量的正电荷。

在接触过程中，电子由小球 B 转移到小球 A。接触后两小球各自的电荷量为

$$Q'_A=Q'_B=\frac{Q_A+Q_B}{2}=\frac{6.4\times10^{-9}-3.2\times10^{-9}}{2}\ \text{C}=1.6\times10^{-9}\ \text{C}$$

共转移的电子电荷量为 $\Delta Q=Q'_B-Q_B=4.8\times10^{-9}$ C

转移的电子数 $n=\frac{\Delta Q}{e}=\frac{4.8\times10^{-9}\ \text{C}}{1.6\times10^{-19}\ \text{C}}=3.0\times10^{10}$（个）

所以，电子由小球 B 向小球 A 转移了 3.0×10^{10} 个。

答案：电子由小球 B 向小球 A 转移，转移了 3.0×10^{10} 个

13.解析：由平衡条件知，负点电荷所受静电力大小为 $F'=F=1.5\times10^{-4}$ N，方向与 F 相反，则电场强度方向与 F 方向相同。点电荷由 A 点运动到 B 点静电力做功

$$W_{AB}=-F'\cdot AB\cdot\cos 37^\circ=-1.5\times10^{-4}\times0.5\times0.8\ \text{J}=-6\times10^{-5}\ \text{J}$$

则有 $U_{AB}=\frac{W_{AB}}{q}=\frac{-6\times10^{-5}}{-3\times10^{-7}}\ \text{V}=200\ \text{V}$

因为 $U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B$，则有

$\varphi_B=\varphi_A-U_{AB}=100\ \text{V}-200\ \text{V}=-100\ \text{V}$。

答案：-100 V

14.解析：(1)小球第一次经过 P 点正下方的 M 点时达到最大速率 v_0，此时加速度为零，根据受力平衡条件有

$$mg=kv_0$$

解得小球质量 $m=\frac{kv_0}{g}$

施加电场后，小球在 N 点再次达到最大速率 v_0 并在此后匀速上升，说明小球在 N 点的加速度为零且速度方向竖直向上，空气阻力竖直向下，根据受力平衡条件有

$$qE=mg+kv_0$$

联立解得电场强度的大小 $E=\frac{2kv_0}{q}$。

(2)施加电场瞬间，小球在 M 点具有竖直向下的速度 v_0，此时受到的电场力与空气阻力均竖直向上，合外力向上且达到最大，加速度最大，根据牛顿第二定律有

$$qE+kv_0-mg=ma_\text{m}$$

代入相关物理量解得最大加速度大小 $a_\text{m}=2g$。

(3)从小球在 M 点达到速率 v_0 到在 N 点再次达到速率 v_0 的过程中，小球的动能变化量为零，设 M、N 两点间的高度差为 h，根据动能定理有 $qEh-mgh-W_\text{f}=0$

代入 $qE=2mg$，解得 $h=\frac{W_\text{f}}{mg}$

由于匀强电场方向竖直向上，因此 M 点电势高于 N 点电势，则 M、N 两点间的电势差 $U_{MN}=Eh$

联立解得 $U_{MN}=\frac{2W_\text{f}}{q}$。

答案：(1)$\frac{kv_0}{g}$　$\frac{2kv_0}{q}$　(2)$2g$　(3)$\frac{2W_\text{f}}{q}$

15.解析：(1)设正离子到达 O 点的速度为 v_0（其方向沿 x 轴的正方向），则正离子从 C 点到 O 点的过程中，由动能定理得

$$qEd=\frac{1}{2}mv_0^2-0$$

而正离子从 O 点到 B 点做类平抛运动，

设 $OA=AB=l$，则 $l=\frac{1}{2}\cdot\frac{qU_0}{lm}t^2$

解得 $t=l\sqrt{\frac{2m}{qU_0}}$

所以到达 B 点时，正离子的速度 $v_0=\frac{l}{t}=\sqrt{\frac{qU_0}{2m}}$

联立解得 $d=\frac{U_0}{4E}$。

(2)设正离子运动到 B 点时速度大小为 v_B，正离子从 C 点到 B 点的过程中，由动能定理得

$$qEd+qU_0=\frac{1}{2}mv_B^2-0$$

解得 $v_B=\sqrt{\frac{5qU_0}{2m}}$。

答案：(1)$\frac{U_0}{4E}$　(2)$\sqrt{\frac{5qU_0}{2m}}$

章末质量评估（二）

1.B　**解析**：点电荷和质点一样，是一种理想化的物理模型，与体积的大小无关，故 A 错误；任何带电体所带电荷量都是元电荷的整数倍，故 B 正确；点电荷是一种理想化的物理模型，其所带电荷量并不一定很小，故 C 错误；点电荷是一种理想化的物理模型，元电荷是电荷的最小单元，检验电荷是为研究电场的性质而引入的，所以点电荷、元电荷、检验电荷不是同一种物理模型，故 D 错误。

2.D　**解析**：电场线越密的地方电场强度越大，由于只有一条电场线，无法看出电场线的疏密，故 E_A 与 E_B 可能相等，也可能不相等；沿着电场线的方向电势一定降低，故 φ_A 一定大于 φ_B，则 D 正确。

3.D　**解析**：根据曲线运动中力与轨迹的关系可知，力须指向轨迹弯曲的内侧，故 A 错误；由于带电粒子只受静电力作用，所以力与电场线共线，故 C 错误；由题意知，运动过程中粒子的电势能逐渐减小，故静电力做正功，即力与速度方向的夹角应为锐角，故 B 错误，D 正确。

4.D　**解析**：由题图可知，高压电源左端为正极，则两极间所加强电场的电场强度方向由发射极指向吸极，而沿着电场线方向电势逐渐降低，可知 $\varphi_a>\varphi_b$，选项 A 错误；电场线与等势面垂直，根据等势面可大致画出电场线的分布，可知 a 处的电场线较密，则 $E_a>E_b$，选项 B 错误；液滴的重力不计，根据牛顿第二定律可知，液滴的加速度 $a=\frac{qE}{m}$，因 $E_a>E_b$，可得 $a_a>a_b$，选项 C 错误；液滴在静电力作用下向右加速，则静电力做正功，动能增加，电势能减少，即 $E_{pa}>E_{pb}$，选项 D 正确。

5.B

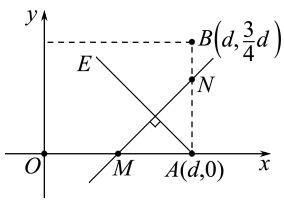
6.D　**解析**：设油滴密度为 ρ，初始状态下，油滴处于静止状态，满足 $qE=mg$，即 $q\frac{U}{d}=\frac{4}{3}\pi r^3\rho g$。当电势差调

整为 $2U$ 时，若油滴的半径不变，则满足 $q'\frac{2U}{d}=\frac{4}{3}\pi r^3\rho g$，可得 $q'=\frac{q}{2}$，选项 A、B 错误；当电势差调整为 $2U$ 时，若油滴的半径变为 $2r$，则满足 $q''\frac{2U}{d}=\frac{4}{3}\pi(2r)^3\rho g$，可得 $q''=4q$，选项 C 错误，D 正确。

7.A　**解析**：两个带电粒子垂直射入电场中做类平抛运动，即水平方向做匀速直线运动，竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动，则水平方向有 $x=v_0t$，由于 v_0 相等，所以 $t_A:t_B=x_A:x_B=2:1$；竖直方向有 $y=\frac{1}{2}at^2=\frac{qE}{2m}\left(\frac{x}{v_0}\right)^2$，得 $m=\frac{qEx^2}{2yv_0^2}$，因为 E、y、v_0 为定值，所以 $\frac{m_A}{m_B}=\frac{q_Ax_A^2}{q_Bx_B^2}=\frac{4}{3}$，故 A 正确。

8.BD　**解析**：A、B 接触时，A、B、C 作为一个整体，根据静电平衡，A、C 带正电，B 不带电；不论 C 接地与否，球壳 A 对内部都有屏蔽作用，故 C 接地后，球壳 A 内的电场强度仍为零。故 A、C 错误，B、D 正确。

9.AD　**解析**：根据题意可知 O 点、A 点和 B 点的电势分别为 $\varphi_O=\frac{E_p}{q}$，$\varphi_A=-\frac{E_p}{q}$，$\varphi_B=\frac{E_p}{2q}$，令 OA 中点为 M，则 OA 中点的电势 $\varphi_M=\frac{\varphi_O+\varphi_A}{2}=0$，故 A 正确；根据等势线与电场线垂直，由 A 的分析可知，OA 中点 M 点的电势为 0，$\varphi_A=-\frac{E_p}{q}$，$\varphi_B=\frac{E_p}{2q}$，设 N 点为 AB 的三等分点且靠近 B 点，同理易知 N 点电势为 0，连接 MN 为一条等势线，过 A 点做 MN 的垂线，可知电场线沿该垂线方向指向右下方，如图所示，由 $AM=AN$ 可知 $\angle NMA=45°$，故电场的方向与 x 轴正方向成 45°角，故 B 错误；根据电场强度定义式 $E=\frac{U}{d}$ 可知，电场强度的大小 $E=\frac{0-(-\frac{E_p}{q})}{\frac{1}{2}d\cos 45°}=\frac{2\sqrt{2}E_p}{qd}$，故 C 错误，D 正确。



10.AC　**解析**：由粒子的运动轨迹可知，M 受到的是吸引力，N 受到的是排斥力，可知 M 带负电荷，N 带正电荷，故 A 正确；M 从 a 点到 b 点，静电力做负功，根据动能定理知，动能减小，则 M 在 b 点的动能小于在 a 点的动能，故 B 错误；d 点和 e 点在同一等势面上，电势相等，则 N 在 d 点的电势能等于在 e 点的电势能，故 C 正确；N 从 c 点运动到 d 点的过程中，静电力做正功，故 D 错误。

11.解析：(1)没有加电压时，速度达到 v_1 有 $mg=f_1=6\pi\eta rv_1$，加上电压后，油滴受到向上的阻力和静电力，有 $mg=f_2+QE=6\pi\eta rv_2+QE$，由以上两式解得油滴的电荷量为 $Q=\frac{6\pi\eta r(v_1-v_2)}{E}$。

(2)在误差允许范围内，可以认为油滴的电荷量总是 1.6×10^{-19} C 的整数倍，故电荷的最小电荷量即元电荷的电荷量为 1.6×10^{-19} C。

答案：(1)$\frac{6\pi\eta r(v_1-v_2)}{E}$

(2)电荷的最小电荷量即元电荷的电荷量为 1.6×10^{-19} C

12.解析：在题图所示位置时，设两球之间的距离为 r，则两球间的库仑力大小 $F_1=k\frac{9Q^2}{r^2}$，碰撞后两球的带电荷量均为 $4Q$，再次经过题图所示位置时两球间的库仑力大小为 $F_2=k\frac{16Q^2}{r^2}$，两球先、后两次在题图所示位置的库仑力大小之比为 $\frac{F_2}{F_1}=\frac{16}{9}$，所以两球再次经过题图所示位置时的加速度与释放时的加速度之比也是 $\frac{16}{9}$。

答案：$\frac{16}{9}$倍

13.解析：将点电荷从 A 点移到 C 点，静电力做的功 $W_{AC}=W_{AB}+W_{BC}=-3\times10^{-5}\ \text{J}+4.5\times10^{-5}\ \text{J}=1.5\times10^{-5}\ \text{J}=qU_{AC}$

解得 $U_{AC}=\frac{W_{AC}}{q}=\frac{1.5\times10^{-5}}{-6\times10^{-8}}\ \text{V}=-250\ \text{V}$。

答案：-250 V

14.解析：(1)粒子从 A 点以速度 v_0 沿垂直于电场方向射入电场，在垂直于电场方向做匀速直线运动，则

$t=\frac{d}{v_0}$。

(2)由 B 点飞出电场时速度方向与 AO 方向成 45°角，则粒子在 B 点的速度大小为

$v=\frac{v_0}{\cos 45°}=\sqrt{2}v_0$。

(3)根据牛顿第二定律得 $a=\frac{eE}{m}$

将粒子射出电场时的速度 v 进行分解，则有

$v_y=at=\frac{eE}{m}\cdot\frac{d}{v_0}=\frac{eEd}{mv_0}$

又 $v_y=v_0\tan 45°$

联立解得 $E=\frac{mv_0^2}{ed}$。

答案：(1)$\frac{d}{v_0}$　(2)$\sqrt{2}v_0$　(3)$\frac{mv_0^2}{ed}$

15.解析：(1)若小球不带电，则从 B 点释放后，小球将运动到与 B 点等高的地方，而实际上小球能运动到比 B 点高的 A 点，所以静电力对小球做了正功，静电力水平向右，而电场强度方向水平向右，则小球带正电。

小球从 B 点运动到 A 点的过程中，由动能定理得

$qU_{AB}-mgl\cos 30°=0$

解得 $U_{AB}=\frac{\sqrt{3}mgl}{2q}$。

(2)A、B 两点间沿电场线方向的距离为

$d=l+l\sin 30°$

在匀强电场中，有 $E=\dfrac{U_{AB}}{d}$

联立解得 $E=\dfrac{\sqrt{3}mg}{3q}$。

答案：(1)带正电　$\dfrac{\sqrt{3}mgl}{2q}$　(2)$\dfrac{\sqrt{3}mg}{3q}$

章末质量评估(三)

1.C

2.B　**解析**：设电池提供的电压为 U，每个电阻的阻值为 R；S 接通前，流过 R_2 的电流 $I=\dfrac{U}{R_1+R_2}=\dfrac{U}{2R}$；S 接通后，流过 R_2 的电流 $I'=\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{U}{R_1+\dfrac{R_2R_3}{R_2+R_3}}=\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{U}{R+0.5R}=\dfrac{U}{3R}$，则 $\dfrac{I'}{I}=\dfrac{2}{3}$，故 B 正确。

3.D　**解析**：把表头 G 改装成大量程的电流表时，只是并联了一个分流电阻，使整个并联电路允许通过的最大电流增大，但表头的各特征量都不变，故 D 正确，A、B、C 错误。

4.B　**解析**：题图甲的接法叫作电流表外接法，题图乙的接法叫作电流表内接法，故 A 正确。题图甲中，由于电压表的分流作用，电流的测量值偏大，由 $R=\dfrac{U}{I}$ 可知，$R_{测}<R_{真}$，R 越小，电压表分流越小，误差就越小，因此这种接法适合测小电阻；题图乙中，由于电流表的分压作用，电压的测量值偏大，由 $R=\dfrac{U}{I}$ 可知，$R_{测}>R_{真}$，R 越大，电流表的分压越小，误差越小，因此这种接法适用于测大电阻，故 B 错误，C、D 正确。

5.A

6.A　**解析**：因两灯泡串联，故两灯泡中的电流相等，而两灯泡两端的电压之和为 220 V，则由题图可知，两灯泡的电流均为 $I=15\times10^{-2}$ A 时，甲的电压为 $U_1=140$ V，而乙的电压为 $U_2=80$ V，满足条件；故甲的电功率为 $P_{甲}=U_1I=140\times15\times10^{-2}$ W$=21$ W，而乙的电功率为 $P_{乙}=U_2I=80\times15\times10^{-2}$ W$=12$ W。故 A 正确，B、C、D 错误。

7.B　**解析**：当 S 断开时，外电阻变大，根据闭合电路欧姆定律可得电路中总电流 I 变小，路端电压 $U_{外}$ 变大，所以电压表 V 的示数变大；总电流变小，电阻 R_1 上的电压 U_1 减小，而路端电压变大，电阻 R_3 上的电压就变大，所以电流表 A 的示数变大，故 B 正确。

8.CD　**解析**：电容器两极板间的电压等于 R_2 两端的电压，开关 S 断开时，电路中的总电流为 $I=\dfrac{E}{R_2+r}=\dfrac{2}{8+2}$ A$=0.2$ A，电容器两极板间的电压为 $U=IR_2=0.2\times8$ V$=1.6$ V，此时电容器所带电荷量为 $Q=CU=3\times10^{-6}\times1.6$ C$=4.8\times10^{-6}$ C，故 A、B 错误；开关接通时，两定值电阻并联，电容器两极板间的电压等于路端电压，电路中的总电流为 $I'=\dfrac{E}{R_{外}+r}=\dfrac{2}{4+2}$ A$=\dfrac{1}{3}$ A，电容器两极板间的电压为 $U'=I'R_{外}=\dfrac{1}{3}\times4$ V$=\dfrac{4}{3}$ V，此时电容器所带电荷量为 $Q'=CU'=3\times10^{-6}\times\dfrac{4}{3}$ C$=4\times10^{-6}$ C，故 C、D 正确。

9.BD　**解析**：根据影响导体电阻的因素可知，导体的电阻与长度成正比，故短圆弧金属丝的电阻为 $R_1=\dfrac{0.2}{1}\times15\ \Omega=3\ \Omega$，长圆弧金属丝的电阻为 $R_2=\dfrac{0.8}{1}\times15\ \Omega=12\ \Omega$，闭合圆环在 M、N 间的电阻值为短圆弧金属丝和长圆弧金属丝并联的电阻，则有 $R_{MN}=\dfrac{R_1\times R_2}{R_1+R_2}=\dfrac{3\times12}{3+12}\ \Omega=2.4\ \Omega$，故 A、C 错误，B 正确；通过 M、N 间的短圆弧金属丝的电流与通过 M、N 间的长圆弧金属丝的电流之比等于其电阻的反比，即 $\dfrac{I_1}{I_2}=\dfrac{R_2}{R_1}=\dfrac{12}{3}=\dfrac{4}{1}$，两个电阻并联，所以 $I=I_1+I_2=0.5$ A，故通过 M、N 间短圆弧金属丝的电流为 $I_1=\dfrac{4}{5}I=0.4$ A，故 D 正确。

10.AD　**解析**：由题图甲可知随着电压增大，图线斜率不变，即该电学元件的电阻阻值的倒数不变，则阻值不变，导电性能不随电压变化而变化，故 A 正确；由题图乙可知随着电压增大图线上点与原点连线的斜率变小，该电学元件电阻阻值的倒数变小，即阻值增大，同时随着电压增大，元件的热功率增大，温度升高，导电性能随电压的增大或温度的升高而减弱，故 B 错误；由题图丙可知，加正向电压和反向电压时，图线关于原点不对称，且正负区间的横坐标刻度与纵坐标刻度均不一样，则导电性能不一样，故 C 错误；由题图丙可知该电学元件如果加上较高的反向电压(大于 40 V)时，反向电流会急剧变大，故 D 正确。

11.**解析**：(1)根据螺旋测微器读数规则，该电阻丝的直径为 $d=1$ mm$+41.3\times0.01$ mm$=1.413$ mm。

(3)多用电表中值电阻约为“15”，待测电阻丝的阻值为 100～200 Ω，要使指针指在中值电阻附近，应该将多用电表的选择开关旋至“×10”倍率的电阻挡。

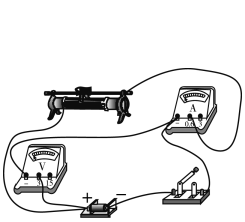
(5)根据多用电表电阻挡读数规则，该电阻丝的电阻值为 $16\times10\ \Omega=160\ \Omega$。

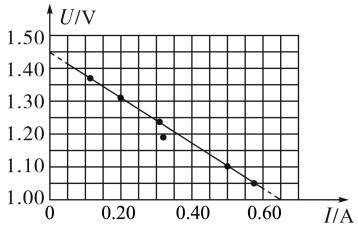
(7)电阻丝长度为 $l=80.00$ cm$=0.800\ 0$ m，横截面积为 $S=\dfrac{\pi d^2}{4}\approx1.57\times10^{-6}$ m^2。由电阻定律 $R=\dfrac{\rho l}{S}$，解得该电阻丝电阻率为 $\rho=\dfrac{RS}{l}=3.14\times10^{-4}\ \Omega\cdot$m。

答案：(1)1.413　(3)×10　(5)160

(7)3.14×10^{-4}

12.**解析**：(1)按照实验原理图将实物图连接起来，如图(a)所示。


(a)



(b)

(2)根据 U、I 数据，在图上描点连线，如图(b)所示，然后将直线延长，交 U 轴于 $U_1=1.45$ V，此为电池的电动势；交 I 轴于 $I=0.65$ A，注意此时 $U_2=1.00$ V，由闭合电路欧姆定律得 $I=\dfrac{E-U_2}{r}$，则 $r=\dfrac{E-U_2}{I}=\dfrac{1.45-1.00}{0.65}\ \Omega\approx 0.69\ \Omega$。

答案：(1)见解析图(a)　(2)见解析图(b)　1.45　0.69

13.解析：(1)开关 S 断开时，电源与定值电阻构成串联回路，则 $E=I_1(R+r)$

电源内阻为 $r=\dfrac{E}{I_1}-R=1\ \Omega$。

(2)开关 S 闭合后，定值电阻与电动机构成并联电路，电流表测干路电流，路端电压为 $U=E-I_2r=36$ V

通过定值电阻的电流为 $I_2'=\dfrac{U}{R}=1.5$ A

通过电动机的电流为 $I_M=I_2-I_2'=2.5$ A

则电动机消耗的总功率(即电动机的电功率)为

$P=UI_M=90$ W。

答案：(1)1 Ω　(2)2.5 A　90 W

14.解析：(1)S_1 和 S_2 均断开时，电阻 R_1 与小量程电流表 G 串联，可改装成电压表。电压表的内阻

$R_V=R_g+R_1=1\ 000\ \Omega$

所以电压表两端的电压最大为

$U=I_gR_V=0.001\times 1\ 000$ V$=1$ V

即改装成的电压表的量程为 0～1 V。

(2)S_1 和 S_2 均闭合时，电阻 R_1 被短路，电阻 R_2 与小量程电流表 G 并联，组成较大量程的电流表。当小量程电流表 G 满偏时，通过 R_2 的电流为

$$I_{R2}=\frac{I_gR_g}{R_2}=\frac{0.001\times 100}{\frac{100}{999}}\ \text{A}=0.999\ \text{A}$$

故改装成的电流表的最大测量值为 $I=I_{R2}+I_g=0.999$ A$+0.001$ A$=1$ A，即改装成的电流表量程为 0～1 A。

答案：(1)电压表　0～1 V　(2)电流表　0～1 A

15.解析：(1)因这三个电灯完全相同，所以每个电灯两端的电压为 $U_L=\dfrac{12}{3}$ V$=4$ V

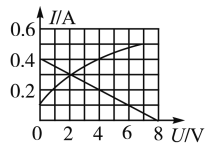
结合图像可知当 $U_L=4$ V 时，$I_L=0.4$ A

故每个电灯的电阻为 $R=\dfrac{U_L}{I_L}=\dfrac{4}{0.4}\ \Omega=10\ \Omega$。

(2)设此时两电灯两端的电压为 U'，通过每个电灯的电流为 I，则 $U=U'+2IR_0$

代入数据得 $I=\dfrac{8\text{ V}-U'}{20\ \Omega}=0.4\text{ A}-\dfrac{U'}{20\ \Omega}$

在题图甲中画出此直线，如图所示：



可得到该直线与曲线的交点为(2 V，0.3 A)，即通过电灯的电流为0.3 A，则通过电流表的电流为

$I_A=2I=0.6$ A

每个电灯的功率为 $P=U'I=2\times 0.3$ W$=0.6$ W。

答案：(1)0.4 A　10 Ω　(2)0.6 A　0.6 W

章末质量评估(四)

1.C　**解析**：由 $R=\rho\dfrac{l}{S}$，且 $S_甲=4S_乙$ 和 $\rho_甲=2\rho_乙$ 知，$R_甲:R_乙=1:2$，故 A、B 错误；若两者并联，由 $P=\dfrac{U^2}{R}$ 得，$P_甲:P_乙=R_乙:R_甲=2:1$，故 C 正确；若串联，由 $P=I^2R$ 得 $P_甲':P_乙'=R_甲:R_乙=1:2$，故 D 错误。

2.C　**解析**：由题图可知，$R_1=0.5\ \Omega$，$R_2=1\ \Omega$，电源内阻 $r=0.5\ \Omega$，电源的输出功率随外电阻的变化而变化，当 $R_外=r$ 时，电源的输出功率最大，因而 R_1 单独接到电源两端时，电源输出功率最大，故选 C。

3.B　**解析**：由于两个电压表是用相同的两个电流表改装的，当两个电压表串联使用时，通过两表的电流是相同的，所以表头指针偏转的角度是相同的；刻度盘上的示数表示电压表两端的电压，与量程成正比，故 B 正确，A、C、D 错误。

4.A

5.B　**解析**：a 的电阻值 $R_a=\dfrac{\rho L_1}{S_1}$，$b$ 的电阻值 $R_b=\dfrac{\rho L_2}{S_2}$，设总电路两侧的电压为 U，则流过 a 的电流 $I_1=\dfrac{U}{R_a}=\dfrac{US_1}{\rho L_1}$，流过 b 的电流 $I_2=\dfrac{U}{2R_b}=\dfrac{US_2}{2\rho L_b}$；设该导体单位体积内电子的个数为 n，则 $I_1=neS_1v_1$；$I_2=neS_2v_2$，可得在两支路 a 和 b 中，电荷移动的速率之比为 $\dfrac{v_1}{v_2}=\dfrac{\frac{I_1}{S_1}}{\frac{I_2}{S_2}}=\dfrac{\frac{US_1}{\rho L_1S_1}}{\frac{US_2}{2\rho L_2S_2}}=\dfrac{2L_2}{L_1}$，故 A、C、D 错误，B 正确。

6.A　**解析**：设电压表的内阻为 R_V，则电压表的示数应为 $U=IR_V=\dfrac{ER_V}{R_V+R}$，可得 $\dfrac{1}{U}=\dfrac{1}{E}+\dfrac{R}{ER_V}$，因 E、R_V 为大于零的定值，函数为一次函数，故图像应为 A。

7.C　**解析**：灯泡均不亮，则说明电路中一定存在断路故障；由 $U_{ab}=0$，$U_{bc}=0$，$U_{cd}=4$ V，可知测电压时 c、d 两

端均与电源两端导通，故只能是 c、d 间发生断路，即滑动变阻器发生断路，故 C 正确，A、B、D 错误。

8.BD　**解析**：随着电压的增大，元件的热功率增大，温度升高，从图像可以看出，a 图线对应的电阻减小，b 图线对应的电阻增大；热敏电阻的阻值随温度的升高而减小，而小灯泡的电阻阻值随温度的升高而增大，则 a 是热敏电阻的伏安特性曲线，b 是小灯泡的伏安特性曲线，故 A 错误，B 正确。在图线中的 M 点，电流和电压都相等，根据欧姆定律可得，此时两者的电阻阻值相等，故 C 错误，D 正确。

9.BC　**解析**：当滑动变阻器的滑片 P 向下移动时，R 阻值增大，整个回路总电阻增大，干路电流 $I_{总}$ 减小，由 $U_1=E-I_{总}(R_1+r)$，可知电压表 V_1 示数增大，B 正确；电阻 R_2 两端电压为 $U_2=I_{总}R_2$，可知电压表 V_2 示数减小，C 正确；定值电阻 R_1 的功率为 $P_1=I_{总}^2R_1$，故其功率变小，D 错误；R_3 两端的电压为 $U_3=E-I_{总}(r+R_1+R_2)$，可知 U_3 增大，流过 R_3 的电流为 $I_3=\dfrac{U_3}{R_3}$，故其电流增大，所以电流表示数为 $I=I_{总}-I_3$，所以电流表示数减小，A 错误。

10.ABD　**解析**：保持开关 S 闭合，电源的路端电压不变，增大 A、B 极板间距离，电容减小，由于二极管的单向导电性，电容器不能放电，所以其电荷量不变，又由推论公式 $E=\dfrac{4\pi kQ}{\varepsilon_r S}$ 得，极板间电场强度不变，所以该微粒所受静电力不变，仍处于静止状态，故 A 正确；保持开关 S 闭合，电源的路端电压不变，电容器的电压不变，减小 A、B 极板间距离时，电容增大，电容器充电，由 $E=\dfrac{U}{d}$ 可知，极板间电场强度增大，静电力增大，所以该微粒将向上运动，故 B 正确；断开开关 S 后，电容器的电荷量 Q 不变，由推论公式 $E=\dfrac{4\pi kQ}{\varepsilon_r S}$ 得，极板间距变化时，极板间电场强度不变，所以该微粒所受静电力不变，仍处于静止状态，故 C 错误，D 正确。

11.解析：(1)根据电流从红表笔进、黑表笔出的原则，可以推断出与毫安表相连的表笔是红表笔。

(2)欧姆表的内阻为 $R_A=\dfrac{E}{I_g}=\dfrac{9}{60\times10^{-3}}\ \Omega=150\ \Omega$

则待测电阻阻值为

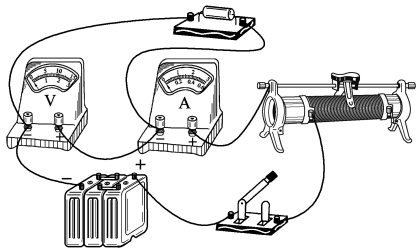
$R_x=\dfrac{E}{I}-R_A=\left(\dfrac{9}{15.0\times10^{-3}}-150\right)\ \Omega=450\ \Omega$。

(3)在毫安表两端并联一个电阻后，将红、黑表笔短接调零，毫安表满偏时，电路中总电流大于 I_g，电路总电阻变小，即欧姆表中间刻度值变小，所以倍率变小。

答案：(1)红　(2)450　(3)变小

12.解析：(1)因为电源电动势只有 4.5 V，所以电压表应选 D，因最大电流 $I_{max}=\dfrac{3}{5}$ A=0.6 A，所以电流表应选 B。

(2)因为电流表内阻较大，所以电流表采用外接法，滑动变阻器采用限流接法，电路连接如图所示。



(3)当滑动变阻器的滑片在最左端时，滑动变阻器接入电路的电阻为零，电路中的电流最大，所以开关闭合前，滑动变阻器的滑片应置于最右端。

(4)题图乙中电压表示数为 2.30 V，电流表示数为 0.48 A，所以电阻的测量值

$R=\dfrac{2.30}{0.48}\ \Omega\approx4.79\ \Omega$

由于电压表有分流作用，故电阻的测量值偏小。

答案：(1)B　D　(2)见解析图　(3)右

(4)4.79　小于

13.解析：(1)根据题意可知，R 两端的电压为 $U_R=4$ V，则通过电阻 R 的电流为 $I=\dfrac{U_R}{R}$

代入数据，可得 $I=2$ A，即通过电动机的电流为

$I_M=I_R=2$ A。

(2)电动机两端的电压为 $U_M=E-I(R+r_2)=100$ V

电动机的输入功率为

$P_{电}=I_MU_M=2\times100$ W=200 W。

(3)电动机的发热功率为 $P_{热}=I_M^2r_1=2^2\times1$ W=4 W

电动机的输出机械功率为

$P_{出}=P_{电}-P_{热}=200$ W−4 W=196 W

又 $P_{出}=mgv$，联立解得 $v=0.4$ m/s。

答案：(1)2 A　(2)200 W　(3)0.4 m/s

14.解析：由题图可知，电阻 R_1 与 R_2 串联，电流相等，即 $I_1=I_2$，根据 $U=IR$ 知

$U_1:U_2=R_1:R_2=1:2$

则 $U_1=\dfrac{U}{3}$，$U_2=\dfrac{2}{3}U$

电阻 R_1 与 R_2 串联后与 R_3 并联，并联电路电压相等，即 $U_3=U$

根据 $U=IR$ 知

$I_2:I_3=R_3:(R_1+R_2)=1:2$

综上可得 $I_1:I_2:I_3=1:1:2$

$U_1:U_2:U_3=1:2:3$。

答案：1∶1∶2　1∶2∶3

15.解析：(1)由闭合电路欧姆定律可得 $U=E-Ir$，结合题图乙可知

$U_A=E-I_Ar$，$U_B=E-I_Br$

代入数据，联立解得 $E=20$ V，$r=20\ \Omega$。

(2)当 P 滑到 R_3 的右端时，R_1 被短路，此时电路中电流最大，电路参数对应题图乙中的 B 点，即

$U_2=4\ \text{V}$，$I_2=0.8\ \text{A}$

得 $R_2=\dfrac{U_2}{I_2}=5\ \Omega$。

(3)当 P 滑到 R_3 的左端时，电路中的电流最小，由题图乙知此时 $U_{外}=16\ \text{V}$，$I_{总}=0.2\ \text{A}$，所以

$$R_{外}=\frac{U_{外}}{I_{总}}=80\ \Omega$$

因为 $R_{外}=\dfrac{R_1R_3}{R_1+R_3}+R_2$

所以滑动变阻器的最大阻值为 $R_3=300\ \Omega$。

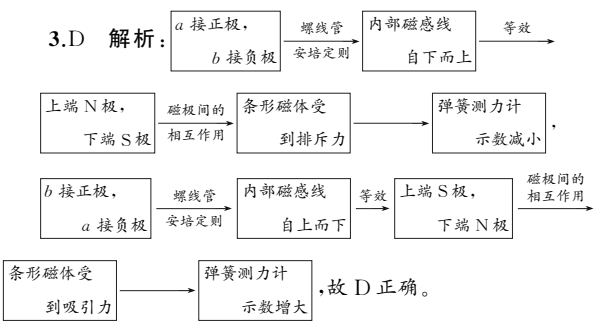
答案：(1)20 V　20 Ω　(2)5 Ω　(3)300 Ω

章末质量评估(五)

1.C　**解析**：能量的国际单位是焦耳，功率的国际单位是瓦特，频率的国际单位是赫兹，波长的国际单位是米，故选 C。

2.B　**解析**：当用 $B=\dfrac{F}{IL}$ 判断 B 时，要求磁场方向和通电导线垂直，没有垂直这个条件，是无法判断的，在 $B=0$ 的地方，磁场力一定为零，故 A 错误，B 正确。若 $B=1\ \text{T}$，$I=1\ \text{A}$，$L=1\ \text{m}$，只有磁场方向垂直于电流方向时，才有 $F=ILB=1\ \text{N}$，故 C 错误。若 $L=1\ \text{m}$，$I=1\ \text{A}$，$F=1\ \text{N}$，只有磁场方向垂直于电流方向时，才有 $B=\dfrac{F}{IL}=1\ \text{T}$，故 D 错误。

3.D　**解析**：



，故 D 正确。

4.D　**解析**：磁感应强度 $B=\dfrac{F}{IL}$ 是采用比值法定义的，磁场中某处磁感应强度的大小与放在磁场中通电导线的长度、电流大小及其所受磁场力的大小均无关，故 A 错误，D 正确；当通电导线方向与磁场方向在一条直线上时，导线不受磁场力作用，但此时磁感应强度并非为零，故 B 错误；磁感应强度的方向与小磁针静止时 N 极所指的方向一致，故 C 错误。

5.D

6.D　**解析**：在一圆环形导线内通以逆时针方向的电流 I，根据安培定则，圆环中心 O 点处的磁场方向为垂直纸面向外，故选 D。

7.C　**解析**：一个氢原子从高能级向低能级直接跃迁时，原子只能发出某一频率的光子，故 C 正确。

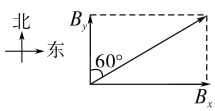
8.BC　**解析**：$10\ \text{m}^3$ 的水从水库上游流下时减少的重力势能为 $E_p=mgh=\rho Vgh=7.3\times10^6\ \text{J}$，而一度电 $1\ \text{kW}\cdot\text{h}=3.6\times10^6\ \text{J}$，选项 A 错误；由 $200\times12\times n=18.6\times10^8$ 可得，$n=7.75\times10^5$，B 正确；由 $18.6\times10^8\times10^3=P\times365\times24$，得 $P\approx212\ \text{MW}$，大约为 3 台发电机组的功率，C 正确；该发电站的转化效率 $\eta=\dfrac{18.6\times10^{11}\times3\ 600}{113\times10^8\times10^3\times10\times73}\times100\%=81\%$，D 错误。

9.ABD　**解析**：开关 S 闭合的瞬间，线圈 A 中电流发生变化，则磁通量变化，线圈 C 中的磁通量也变化，产生感应电流，灵敏电流计指针发生偏转，故 A 正确；当开关 S 闭合后，变阻器滑片 P 向右滑动时，闭合电路的总电阻减小，电流增大，线圈 A 中电流增大，磁通量也增加，同时线圈 C 中的磁通量增加，产生感应电流，灵敏电流计指针偏转，故 B 正确；当开关 S 闭合后，变阻器滑片不动，闭合电路中电流恒定，线圈 A 中的磁通量不变，线圈 C 中的磁通量也不变，所以无感应电流，灵敏电流计指针不偏转，故 C 错误；开关 S 断开瞬间，线圈 A 中电流变化，线圈 C 中的磁通量也随之变化，产生感应电流，灵敏电流计指针发生偏转，故 D 正确。

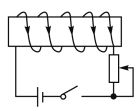
10.ABD　**解析**：面 AOB 和面 AOC 都与磁感应强度 B 的方向平行，故磁通量都为零；由于穿过面 ABC 和面 BOC 的磁感线条数相等，故磁通量相等；穿出面 ABC 的磁感线条数与穿入面 BOC 的磁感线条数相等，因此穿过四面体 $OABC$ 的合磁通量为零。故 A、B、D 正确。

11.(1)感应电流　(2)减少

12.解析：接通电源后，小磁针 N 极指向地磁场和螺线管产生的磁场所叠加的方向，由此可判定螺线管产生的磁场在小磁针处方向水平向东，如图甲所示；由安培定则判定螺线管导线绕向如图乙所示：



甲



乙

由题意知，地磁场水平分量 $B_y=3\times10^{-5}\ \text{T}$，设通电螺线管产生的磁感应强度为 B_x

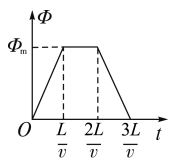
由图甲知 $\dfrac{B_x}{B_y}=\tan 60°$

代入数据得 $B_x=3\times10^{-5}\times\sqrt{3}\ \text{T}\approx5\times10^{-5}\ \text{T}$。

答案：绕向见解析图乙　$5\times10^{-5}\ \text{T}$

13.解析：(1)线框进入磁场的过程中，在 $0\sim\dfrac{L}{v}$ 时间段有感应电流产生；线框离开磁场的过程中，在 $\dfrac{2L}{v}\sim\dfrac{3L}{v}$ 时间段有感应电流产生。

(2)磁通量随时间变化的图像如图所示，其中 $\Phi_m=BL^2$。



答案：(1)$0\sim\dfrac{L}{v}$，$\dfrac{2L}{v}\sim\dfrac{3L}{v}$　(2)见解析图

14.解析：线圈在水平位置时，穿过线圈的磁通量大小

$\Phi_1=BS\sin 30°=\frac{1}{2}BS$

线圈在竖直位置时，穿过线圈的磁通量大小

$\Phi_2=BS\cos 30°=\frac{\sqrt{3}}{2}BS$。

答案：$\frac{1}{2}BS$　$\frac{\sqrt{3}}{2}BS$

15.解析：题图中 a 和 c 处的尖形波是雷达向目标发射无线电波时出现的，b 处的尖形波是雷达收到障碍物反射回来的无线电波时出现的；由 $ab=bc$ 可知，无线电波从发射到返回所用的时间为 50 μs。设雷达与障碍物间的距离为 s，无线电波来回时间为 t，波速为 c，由 $2s=ct$ 得

$s=\frac{ct}{2}=\frac{3.0\times10^8\times50\times10^{-6}}{2}$ m$=7.5\times10^3$ m。

答案：7.5×10^3 m

综合质量评估

1.A　**解析**：A、B 两球相互吸引，说明带异种电荷，设带电荷量分别为 q 和 $-q$，假设 A 球带正电，当第三个不带电的小球 C 与 A 球接触后，A、C 两球带的电荷量平分，则每个小球所带电荷量为 $+\frac{q}{2}$，再把 C 球与 B 球接触时，两小球的电荷量先中和再平分，则每个小球所带电荷量为 $-\frac{q}{4}$；由库仑定律 $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$ 可知，移开 C 球后，由于 r 不变，所以 A、B 两球之间的相互作用力的大小为 $F'=\frac{F}{8}$，故正确答案为 A。

2.D　**解析**：两极板间电场的方向由正极板指向负极板，镀铝乒乓球内的电子向正极板一侧聚集，则乒乓球的右侧感应出负电荷，故 A 错误；乒乓球受重力、细线拉力和指向两侧的静电力四个力的作用，故 C 错误；乒乓球与任一金属极板接触后会带上与这一金属极板同种性质的电荷，从而相互排斥，不会吸在金属极板上，同理，到达另一侧金属极板时也会发生同样的现象，所以乒乓球会在两极板间来回碰撞，故 B 错误，D 正确。

3.A　**解析**：这四种带电粒子均从静止开始在静电力作用下做加速运动，经过相同的电势差 U，根据动能定理有 $qU=\frac{1}{2}mv^2-0$，得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$，可知，比荷 $\frac{q}{m}$ 越大，获得的速度越大，故 A 正确。

4.C　**解析**：$E=\frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式，电场强度是电场本身具有的属性，和 F、q 无关，A 错误；$E=k\frac{Q}{r^2}$ 是计算点电荷周围电场强度大小的公式，电场强度是矢量，还需要考虑方向，所以与场源电荷距离相等的各点电场强度大小相等，方向不同，B 错误；由 $W=qU_{AB}$ 可知移动电荷时，静电力做功与初、末位置的电势差有关，而与电荷移动的路径无关，C 正确；$U_{ab}=Ed$ 仅适用于计算匀强电场中两点间的电势差，其中 d 表示 a、b 两点间沿电场线方向上的距离，D 错误。

5.D

6.B　**解析**：滑片自 a 端向 b 端滑动时，电路内电流增大，电池输出功率增大，定值电阻 R_0 和电池内阻消耗的功率也增大，滑动变阻器消耗的功率为 $P=\frac{E^2}{\frac{4r^2}{R}+R+4r}$，当 R 从 $2r$ 逐渐减小时，P 也在减小，故 B 正确。

7.C　**解析**：麦克斯韦只是预言了电磁波的存在，也进行了相关理论计算，但并没有用实验验证“变化的电场产生磁场”和“变化的磁场产生电场”，故 A 错误；阴极射线不属于电磁波，故 B 错误；赫兹用实验证明了电磁波的存在，并且通过测量，证明了在真空中电磁波具有与光相同的速度，故 C 正确；太阳光中含有红外线、可见光和紫外线，并不是含有不同频率的各种电磁波，同时能量也不是均分在各个波段，故 D 错误。

8.AD　**解析**：小滑块在 B 点处的加速度为 0，则沿斜面方向有 $mg\sin 30°=\frac{kq^2}{l^2}\cos 30°$，解得 $l=\sqrt{\frac{\sqrt{3}kq^2}{mg}}$，A 正确，B 错误；小滑块从 A 点到 C 点的过程中，由动能定理有 $W+mgS\sin 30°=0$，解得静电力对小滑块做的功为 $W=-\frac{mgS}{2}$，C 错误；根据电场力做功与电势差的关系结合 C 项分析可知，A、C 两点之间的电势差 $U_{AC}=\frac{W}{q}=-\frac{mgS}{2}$，D 正确。

9.AD　**解析**：电动机每秒钟消耗的电能为 $W=UIt=36\times6\times1$ J$=216$ J，则电动自行车每秒钟消耗的电能为 216 J，故 A 正确，B 错误；电动机的热功率为 $P_Q=P-P_{出}=UI-P_{出}=36\times6$ W-180 W$=36$ W，又 $P_Q=I^2r$，得电动机内阻 $r=1$ Ω，故 C 错误，D 正确。

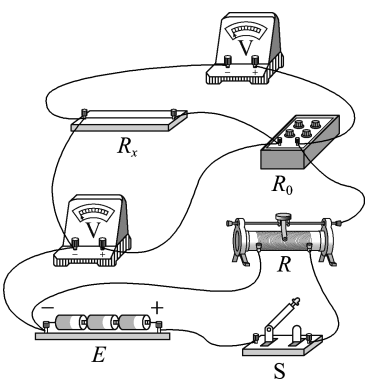
10.BCD　**解析**：根据磁感应强度的定义，当磁感应强度 B 与通电导线方向垂直时，磁场力有最大值，为 $F_{max}=ILB=2\times0.2\times0.5$ N$=0.2$ N；当两者方向平行时，磁场力有最小值，为 0；随着二者方向夹角的改变，磁场力大小可能在 0 与 0.2 N 之间取值，故 B、C、D 正确。

11.解析：(1)根据使用多用电表电阻挡测电阻的原则知，步骤②应是：将红、黑表笔短接，调节欧姆调零旋钮，使指针指在电阻的零刻度线处。

(2)多用电表测得的电阻值应为 22×100 Ω$=2\,200$ Ω。

答案：(1)将红、黑表笔短接，调节欧姆调零旋钮，使指针指在电阻的零刻度线处　(2)2 200

12.解析：(1)如图所示：



(2)R_0 的读数为 $3\times10\ \Omega+6\times1\ \Omega+2\times0.1\ \Omega=36.2\ \Omega$，由于 R_{x1} 与 R_0 串联并且分得的电压相等，故两者的电阻相等，$R_{x1}=36.2\ \Omega$。

(3)由电阻定律 $R=\rho\cdot\frac{\text{长}}{\text{宽}\times\text{厚}}$ 可知，电阻与厚度成反比，故阻值最小的 R_{x2} 涂层最厚。

(4)R_x 与 V_1 并联，由部分电路的欧姆定律有 $R_{并}=\dfrac{U_1}{\dfrac{U_2-U_1}{R_0}}$

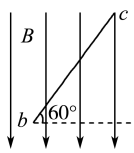
又 $\dfrac{1}{R_{并}}=\dfrac{U_2-U_1}{R_0U_1}=\dfrac{1}{R_{V1}}+\dfrac{1}{R_x}$

解得 $R_x=\dfrac{U_1R_{V1}R_0}{U_2R_{V1}-U_1R_{V1}-U_1R_0}$。

答案：(1)见解析图　(2)36.2　36.2　(3)R_{x2}　(4)$\dfrac{U_1R_{V1}R_0}{U_2R_{V1}-U_1R_{V1}-U_1R_0}$

13.解析：因为 ab 边到磁场右边界的距离是线圈 ad 边长度的一半，所以当线圈绕 ab 边转过 60°后，线圈的 cd 边正好与磁场的右边界重合，如图所示，则绕 ab 边转过 60°后对应的磁通量为 $\Phi_2=B\cdot\frac{1}{2}S=\frac{1}{2}BS$

解得 $\Phi_2=0.8\times\frac{1}{2}\times0.5\ \text{Wb}=0.2\ \text{Wb}$。



答案：0.2 Wb

14.解析：(1)小球从 A 点运动到 B 点，根据能量守恒定律得，弹簧压缩到 A 点时的弹性势能为

$E_p=\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}mgR$。

(2)小球从 B 点运动到 O 点，根据动能定理有

$-mgR+qE\cdot\sqrt{2}R=\frac{1}{2}mv_O^2-\frac{1}{2}mv_B^2$

其中 $qE=\sqrt{2}mg$

解得 $v_O=\sqrt{3gR}$。

(3)小球运动至 O 点时速度方向竖直向上，小球运动时一直受静电力和重力作用，将静电力分解到 x 轴和 y 轴，则 x 轴方向有

$qE\cos45°=ma_x$

y 轴方向有

$qE\sin45°-mg=ma_y$

解得 $a_x=g$，$a_y=0$

说明小球经过 O 点以后的运动可分解为沿 x 轴方向的初速度为 0 的匀加速直线运动和沿 y 轴方向的匀速直线运动，即小球做类平抛运动，则有

$x=\frac{1}{2}gt^2$，$y=v_Ot$

联立解得小球过 O 点后运动的轨迹方程为

$y^2=6Rx$。

答案：(1)$\frac{1}{2}mgR$　(2)$\sqrt{3gR}$　(3)$y^2=6Rx$

15.解析：小球进入极板间后，受重力和静电力作用，且到 A 板时速度为零。设两极板间电势差为 U_{AB}，由动能定理可得 $-mgd-qU_{AB}=0-\frac{1}{2}mv_0^2$

解得滑动变阻器两端电压 $U_{滑}=U_{AB}=8\ \text{V}$

设通过滑动变阻器的电流为 I，由闭合电路欧姆定律得 $I=\dfrac{E-U_{滑}}{R+r}=1\ \text{A}$

则滑动变阻器接入电路的阻值为

$R_{滑}=\dfrac{U_{滑}}{I}=\dfrac{8}{1}\ \Omega=8\ \Omega$

电源的输出功率为

$P_{出}=I^2(R+R_{滑})=1^2\times(15+8)\ \text{W}=23\ \text{W}$。

答案：8 Ω　23 W