

的,故 **B 错误**;电站能将电能转化为势能储存,需要时再转化为电能,虽然能量是守恒的,但有一部分能量被耗散,不能实现百分百转化,需要时再转化为电能的量减少了,利用的品质下降了,故 **C 错误**;电站每年可生产清洁电能  $E_1 = 2.435 \times 10^9 \text{ kWh}$ ,则需要消耗的电能为  $E_0 = \frac{4}{3}E_1$ ,直接产生的经济效益为  $E_1 \times 0.5 - E_0 \times 0.3 = 2.435 \times 10^4$  万元,故 **D 正确**。

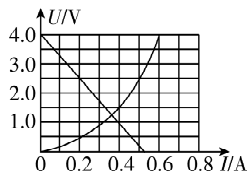
**6. ABC 【解析】**能量耗散是指其他形式能转化为内能,最终分散在周围环境中无法重新收集起来并加以利用的现象,若转化为能够重新收集并加以利用的能量不能称为能量耗散。能量在转化和转移过程中有方向性,并且能量品质不断降低,

## 模块素养检测

### 刷速度

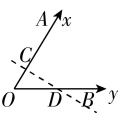
**1. A 【解析】**根据产生感应电流的条件可知,导线中电流均匀增大,穿过矩形线框  $abcd$  的磁通量变化,能产生感应电流, **A 正确**;线框向下做匀速运动、向上做加速运动或者以直导线为轴转动,穿过线框的磁通量都不变化,没有感应电流产生, **B、C、D 错误**。

**2. D 【解析】**由电源的  $U-I$  图像可知,电源的内阻为  $r = \frac{4.0 - 1.0}{0.4} \Omega = 7.5 \Omega$ , **A 错误**;由小灯泡的  $U-I$  图像可知,当小灯泡两端的电压为



2.5 V 时,电流约为 0.5 A,则它的电阻约为  $R = \frac{U}{I} = \frac{2.5}{0.5} \Omega = 5 \Omega$ , **B 错误**;把电源和小灯泡组成闭合回路,如图所示将电源的  $U-I$  图像画在小灯泡的  $U-I$  图像中,则交点为电路的工作点,由图可知小灯泡两端的电压约为  $U' = 1.3 \text{ V}$ ,电流约为  $I' = 0.37 \text{ A}$ ,小灯泡的功率约为  $P = I'U' = 0.48 \text{ W}$ , **C 错误**, **D 正确**。

**3. B 【解析】**如图所示,沿  $OA$  方向,距离  $O$  点 2.5 cm 处的  $C$  点电势  $\varphi_C = 10 \text{ V}$ ,沿  $OB$  方向,距离  $O$  点 5 cm 处的  $D$  点电势  $\varphi_D = 10 \text{ V}$ ,则  $CD$  为等势线,由几何关系知  $CD \perp OA$ ,沿电场线方向电势逐渐降低,



**关键点:** 电场线与等势线垂直,找到等势线,再结合电势的高低,即可判断出电场线的方向

所以场强方向沿  $AO$  方向,大小为  $E = \frac{\varphi_C}{OC} = 400 \text{ V/m}$ , **B 正确**。

**方法总结** 解答此类问题,作出等势线是关键。匀强电场中,一条直线上相隔等距离的点,电势差相同。

**一题多解** 设电场线方向与  $OA$  方向的夹角为  $\theta$ ,与  $OB$  方向的夹角为  $60^\circ - \theta$ ,  $O$  点的电势为 0,则沿  $OA$  方向,有  $U_1 = Ed_1 \cos \theta$ ,沿  $OB$  方向,有  $U_2 = Ed_2 \cos(60^\circ - \theta)$ ,代入数据解得  $\theta = 0^\circ$ ,说明电场强度方向与  $OA$  平行,由题图可知,沿  $OA$  方向电势升高,则电场强度方向沿  $AO$  方向,大小为  $E = \frac{40}{10 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 400 \text{ V/m}$ ,故 **B 正确**。

**4. B 【解析】**因  $AB \parallel DE$ ,故  $\varphi_B - \varphi_A = \varphi_D - \varphi_E$ ,可得  $\varphi_E = 5 \text{ V}$ ,则电子在  $E$  点的电势能为  $-5 \text{ eV}$ , **A 错误**;由以上分析得  $B、E$  两点

$A、B、C$  符合题意。

**7. CD 【解析】**用木材代替煤,进行火力发电,不能减少电能的消耗,也不能减少化石燃料的使用,不能做到节能减排,无助于缓解能源危机、保证可持续发展,故 **A 错误**;将高能耗企业从发达地区转移到欠发达地区,不能减少化石燃料的使用,也不能做到节能减排,无助于缓解能源危机、保证可持续发展,故 **B 错误**;少开汽车,多骑自行车或搭乘公共交通工具,可减少污染物的排放,减少化石能源的使用,有助于缓解能源危机、保证可持续发展,故 **C 正确**;大力开发风力发电,减少火力发电,可减少污染物的排放,减少化石能源的使用,有助于缓解能源危机、保证可持续发展,故 **D 正确**。

连线为等势线,则场强方向垂直于  $BE$  向上,该匀强电场的场

强大小  $E = \frac{U_{BA}}{L \sin 60^\circ} = \frac{5 - (-4)}{2\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 300 \text{ V/m}$ , **B 正确**;

因  $AF \parallel BE$ ,则  $AF$  为等势线, $A$  点电势等于  $F$  点电势, **C 错误**;因为  $U_{BD} = \varphi_B - \varphi_D = -9 \text{ V}$ ,假设质子从  $B$  点进入电场后能到达  $D$  点,根据动能定理得  $eU_{BD} = E_k - E_{k0}$ ,解得  $E_k = 0$ ,质子到达  $D$  点需要有水平方向的初速度,电场强度的方向为  $CA$  方向,故质子受到竖直向上的静电力,水平方向的速度不变,故若质子能到达  $D$  点,则速度不会为 0,  $E_k \neq 0$ ,假设错误,故质子不能到达  $D$  点, **D 错误**。

**5. C 【解析】**由电容的决定式  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ ,可得  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{4}$ ,由电容的

定义式  $C = \frac{Q}{U}$  以及  $Q_1 = Q_2 = Q$ ,解得  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{4}{1}$ ,故 **A 错误**;

闭合开关后,  $C_1$  放电,  $C_2$  充电,则流过  $R$  的电流方向为  $b \rightarrow a$ ,故 **B 错误**;  $C_1$  放电,  $U_1$  减小,  $C_2$  充电,  $U_2$  增大,所以闭合开关并稳定后,两板间电压  $U$  介于  $U_1、U_2$  之间,故 **C 正确**;闭合开关

**突破点:** 同一导线上电势相同,各电容器带电荷量会重新分布

并稳定后,两电容器电压相同,由  $Q = CU$  解得  $Q'_1 : Q'_2 = C_1 : C_2 = 1 : 4$ ,故 **D 错误**。

**6. B 【解析】**沿电场方向电势降低,根据题图可知,电场方向沿  $x$  轴正方向,  $\varphi-x$  图线切线斜率的绝对值表示电场强度的大小,根据题图可知,  $0 \sim 2d$  过程,电场强度先增大后减小,由题图可知  $\varphi = \varphi_0 \cos \frac{\pi}{2d} x$ ,对该函数求导数可得  $E =$

$\frac{\pi \varphi_0}{2d} \sin \frac{\pi}{2d} x$ ,可知  $E-x$  图像呈现正弦函数关系,故 **A 错误**;由

于粒子仅受电场力作用,根据上述分析结合牛顿第二定律可知,  $a-x$  图像呈现正弦函数关系,故 **B 正确**;根据动能定理有  $\Sigma qE \Delta x = E_k - 0$ ,结合上述分析可知  $E_k-x$  图像不是一次函数图像,故 **C 错误**;由于  $E_p = q\varphi$ ,粒子带正电,所以  $E_p-x$  图像与  $\varphi-x$  图像具有相同的变化情况,故 **D 错误**。

**7. C 【解析】**静止或匀速运动时,  $N$  板不动,电容器的电容不变,又电容器两端的电压不变,则电容器带电荷量不变,所以回路中无电流,电阻  $R$  的热功率为零, **A 错误**;向前匀速运动

突然减速时,  $N$  板向前运动,则板间距变小,根据  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$  可

## 高中必刷题 物理

知,电容器的电容增大, $U$ 不变,由 $Q=CU$ 可知,电容器所带电荷量增加,**B 错误**;由静止突然向前加速时, $N$ 板向后运动,则板间距增大,根据 $C=\frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知,电容器的电容减小,电容器所带电荷量减少,则电容器放电,电流由 $b$ 向 $a$ 流过电流表,**C 正确**;保持向前的匀减速运动时, $N$ 板不动,电容器的板

间距不变,又电容器两端的电压不变,则 $MN$ 之间的电场强度不变,**D 错误**.

**8. BD** 【解析】由安培定则知,两通电直导线在 $O$ 点处产生的磁场方向都向下, $O$ 点处的磁感应强度不为零,故**A 错误**;同理可判断, $a$ 、 $c$ 两点处的磁感应强度大小相等,方向相同,故

**易错点:** 容易直接考虑电流方向不同,误认为磁感应强度方向相反

**B 正确**;由安培定则知, $M$ 点的导线在 $a$ 处产生的磁感应强度 $B_{Ma}$ 方向竖直向上, $N$ 点的导线在 $a$ 处产生的磁感应强度 $B_{Na}$ 方向竖直向下,由于 $M$ 距离 $a$ 点近,故 $B_{Ma}>B_{Na}$ ,故 $a$ 点合磁感应强度竖直向上,同理,两通电直导线在 $d$ 点处产生的合磁感应强度方向竖直向下,故 $a$ 、 $d$ 两处的磁感应强度不相同,故**C 错误**;  $bd$ 连线上,两导线在 $O$ 处产生的磁感应强度最大且方向相同,故 $O$ 点处的磁感应强度最大,故**D 正确**.

**9. BD** 【解析】由题图乙可知,随酒精浓度的增加, $R_p$ 的阻值减小,电路中的总电流增大, $R$ 两端的电压增大,即电压表的示数增大,因此气体中酒精浓度与电压表示数不成反比,**A 错误**;因为 $R$ 为定值电阻,电压表测 $R$ 两端的电压,电流表测通过 $R$ 的电流,根据 $R=\frac{U}{I}$ 可知电压表示数与电流表示数比值保持不变,**B 正确**;当电流表的示数为 $0.15\text{ A}$ 时,根据欧姆定律得 $R+R_p=\frac{U_{ab}}{I}=\frac{6\text{ V}}{0.15\text{ A}}=40\ \Omega$ ,解得 $R_p=20\ \Omega$ ,由题图乙可知,此时对应的每 $100\text{ mL}$ 的气体中酒精含量为 $80\text{ mg}$ ,若电流小于 $0.15\text{ A}$ ,则 $R_p$ 大于 $20\ \Omega$ ,说明每 $100\text{ mL}$ 的气体中酒精含量小于 $80\text{ mg}$ ,说明驾驶员不是处于醉驾状态,**C 错误**;若电压表的示数为 $3\text{ V}$ ,则此时 $R=R_p=20\ \Omega$ ,若电压表的示数大于 $3\text{ V}$ ,则 $R_p<20\ \Omega$ ,此时每 $100\text{ mL}$ 的气体中酒精含量大于 $80\text{ mg}$ ,说明驾驶员处于醉驾状态,**D 正确**.

**10. ACD** 【解析】如图所示作出小球 $Q$ 受力的矢量三角形,可知将 $P$ 沿竖直墙壁缓慢向上移动至 $PQ$ 连线与水平方向成 $\theta$ 角的过程中, $P$ 对 $Q$ 的作用力一直减小,故**A 正确**;由矢量图可知轻绳的拉力先大于小球 $Q$ 的重力,后小于小球 $Q$ 的重力,故**B 错误**;由题图可知两球间距变为原来的 $\frac{1}{\cos\theta}$ 倍,根

据平衡条件以及库仑定律有 $F_{库1}=\frac{kq_1q_2}{L^2}=mg\tan\theta$ , $F_{库2}=\frac{kq_2q_2}{(\frac{L}{\cos\theta})^2}=mg\sin\theta$ ,可得小球 $P$ 的电荷量 $q_2=\frac{q_1}{\cos\theta}$ ,故**C 正**

**确**;根据平衡条件有 $F_1=\frac{mg}{\cos\theta}$ , $F_2=mg\cos\theta$ ,故 $F_2=F_1\cos^2\theta$ ,

故**D 正确**.

**11. (1)**  $17.3\text{ mA}$  ( $17.2\sim 17.4\text{ mA}$ )  $69\text{ V}$  (2) ②  $150$  ③  $3.8$  (3)  $70$  ( $68\sim 71$ )

【解析】(1)选择开关接 $1$ 时测电流,其分度值为 $0.5\text{ mA}$ ,读数为 $17.3\text{ mA}$ ;选择开关接 $3$ 时测电压,其分度值为 $2\text{ V}$ ,读数为 $69\text{ V}$ .

(2)由题图丙可知,电阻箱示数为 $R=0\times 1\ 000\ \Omega+1\times 100\ \Omega+5\times 10\ \Omega+0\times 1\ \Omega=150\ \Omega$ ;由题图乙可知,指针指在 $C$ 处时,电流表示数为 $I=12.5\text{ mA}=0.0125\text{ A}$ , $C$ 处电阻为中值电阻,则电表内阻为 $r=150\ \Omega$ ,电源电动势 $E=I(R+r)=0.0125\times(150+150)\text{ V}\approx 3.8\text{ V}$ .

(3)根据第(1)问可知,电流为 $17.3\text{ mA}$ ,调零后将电表红黑表笔与某一待测电阻相连,此时电路中的电流也为 $17.3\text{ mA}$ ,而表内电源的电动势为 $E=3.8\text{ V}$ ,表内总电阻为 $150\ \Omega$ ,由闭合电路欧姆定律可知 $R'=\left(\frac{3.8}{0.0173}-150\right)\ \Omega\approx 70\ \Omega$ ,所以待测电阻的阻值为 $70\ \Omega$ .

**12. (1)**  $5\times 10^{-5}\text{ Wb}$  (2)  $4\times 10^{-4}\text{ Wb}$

(3)  $B_t=\frac{0.01}{(2t+1)^2}\text{ T}$  ( $0<t<0.5\text{ s}$ )

【解析】(1)题图所示位置穿过金属框的磁通量为 $\Phi=BS=B\cdot\frac{1}{2}\left(\frac{L}{2}\right)^2=\frac{1}{8}BL^2=5\times 10^{-5}\text{ Wb}$ .

(2)若将金属框以 $bc$ 为轴,向纸面外转动 $180^\circ$ ,穿过金属框的磁通量为

$\Phi'=-BS'=-B\cdot\left[L^2-\frac{1}{2}\left(\frac{L}{2}\right)^2\right]=-\frac{7}{8}BL^2=-3.5\times 10^{-4}\text{ Wb}$ ,则磁通量的变化量大小为 $\Delta\Phi=|\Phi'-\Phi|=4\times 10^{-4}\text{ Wb}$ .

(3)由题意可知,金属框上 $b$ 点由题图所示位置运动到 $P$ 点

的时间为 $t_0=\frac{\frac{L}{2}}{v}=\frac{0.1}{0.2}\text{ s}=0.5\text{ s}$ ,经时间 $t$  ( $0<t<0.5\text{ s}$ ),金属框运动的位移为 $x=vt$ ,

穿过金属框的磁通量为 $\Phi_t=B_tS_t=B_t\cdot\frac{1}{2}\left(x+\frac{L}{2}\right)^2=\frac{B_t}{2}\left(x+\frac{L}{2}\right)^2$ ,

金属框中不产生感应电流,则穿过金属框的磁通量不发生变化,有 $\Phi_t=\Phi$ ,

可得磁感应强度 $B_t$ 随时间 $t$ 变化的关系式

$B_t=\frac{0.01}{(2t+1)^2}\text{ T}$  ( $0<t<0.5\text{ s}$ ).

**13. (1)**  $\frac{mv_0^2}{2qL}$  (2)  $\frac{mv_0^2}{q}$  (3)  $25\%$

【解析】(1)粒子从 $P$ 到 $Q$ ,根据动能定理有 $EqL=\frac{1}{2}mv_0^2$ ,

解得 $E=\frac{mv_0^2}{2qL}$ .

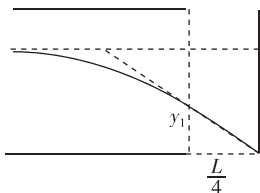
(2)对从狭缝的几何中心飞出的粒子,进入 $MN$ 后做类平抛运动,在水平方向有 $L=v_0t$ ,

在竖直方向做匀变速运动,有 $\frac{L}{2}=\frac{1}{2}at^2$ ,

根据牛顿第二定律,有  $q \frac{U}{L} = ma$ ,

$$\text{联立解得 } U = \frac{mv_0^2}{q}.$$

(3) 打在  $K$  板上的粒子在  $M$ 、 $N$  板间电场中的偏移量  $y$  始终为  $\frac{L}{2}$ , 某粒子恰好经过  $K$  板下边缘的运动轨迹如图所示,



设粒子离开电场时距  $N$  板的距离为  $y_1$ , 由几何关系有

$$\frac{\frac{L}{2}}{y_1} = \frac{\frac{L}{2}}{\frac{L}{4}},$$

$$\text{解得 } y_1 = \frac{L}{4},$$

因粒子数与缝隙长度成线性关系, 设能打到  $K$  板上的粒子

$$\text{数为 } n, \text{ 有 } \frac{n}{N} = \frac{L - \frac{L}{2} - \frac{L}{4}}{L} = \frac{1}{4},$$

所以能打到  $K$  上的粒子数占从狭缝飞出的粒子总数的 25%.

14. (1)  $\frac{3\sqrt{2gR}}{2}$  (2)  $\frac{25}{4}mg$  (3)  $(3R, 0)$  和  $(9R, 0)$

【解析】(1) 带负电小球从  $A$  点由静止释放到  $C$  点过程, 根据动能定理可得  $mg \cdot 3R - qE_1 R = \frac{1}{2}mv_c^2 - 0$ , 解得小球经过  $C$

$$\text{点时的速度大小为 } v_c = \frac{3\sqrt{2gR}}{2}.$$

(2) 在电场  $E_1$  中, 带负电小球受到的重力和电场力的合力

大小为  $F_{\text{合}} = \sqrt{(qE_1)^2 + (mg)^2} = \frac{5}{4}mg$ , 设重力和电场力的

合力与竖直方向的夹角为  $\theta$ , 则有  $\tan \theta = \frac{qE_1}{mg} = \frac{3}{4}$ , 可得  $\theta =$

$37^\circ$ , 则当小球在第Ⅲ象限圆弧轨道  $BC$  上运动到小球与圆心连线沿重力和电场力的合力方向时, 小球的速度最大, 受

→ **突破点:** 小球运动到等效最低点时受到的支持力最大

到轨道的支持力最大, 设为  $D$  点, 则小球从  $A$  点由静止释放到  $D$  点过程, 根据动能定理可得  $mg(2R + R\cos \theta) - qE_1(R - R\sin \theta) = \frac{1}{2}mv_D^2 - 0$ , 解得  $v_D = \sqrt{5gR}$ , 在  $D$  点, 根据牛顿第二

定律可得  $N_{\text{max}} - \frac{5}{4}mg = m \frac{v_D^2}{R}$ , 联立解得小球受到轨道支持力的最大值为  $N_{\text{max}} = \frac{25}{4}mg$ .

(3) 在第Ⅳ象限电场中, 小球受到的电场力竖直向上, 大小为  $qE_2 = 2mg$ , 小球从  $C$  点以  $v_c = \frac{3\sqrt{2gR}}{2}$  的速度进入第Ⅳ象

限内的电场  $E_2$  中做类平抛运动, 加速度大小为  $a = \frac{qE_2 - mg}{m} = g$ , 方向竖直向上; 假设小球在电场  $E_2$  中经过  $x$

轴, 有  $R = \frac{1}{2}at^2$ ,  $x = v_c t$ , 解得  $t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$ ,  $x = 3R$ , 可知小球刚好

从电场  $E_2$  的右边界经过  $x$  轴, 此时小球竖直向上的分速度为  $v_y = at = \sqrt{2gR}$ , 小球进入第Ⅰ象限后做斜抛运动, 之后再

次经过  $x$  轴, 根据斜抛运动规律有  $t' = 2 \frac{v_y}{g} = 2\sqrt{\frac{2R}{g}}$ ,  $x' =$

→ **易错点:** 不要忽略小球从  $x$  轴上方经过  $x$  轴的情况

$v_c t' = 6R$ , 此时小球与  $x$  轴交点的横坐标为  $x_1 = 3R + 6R = 9R$ , 此后小球不会再经过  $x$  轴, 则小球运动到  $y$  轴右侧后与  $x$  轴的交点坐标为  $(3R, 0)$  和  $(9R, 0)$ .

## 题型专练一 新定义 新情境专练

### 刷素养

1. **A** 【解析】磁荷在磁场中受到的磁场力大小  $F = \text{磁场强度} \times \text{磁荷量} = 3 \text{ A/m} \times 6 \text{ N} \cdot \text{m/A} = 18 \text{ N}$ , 故 **A** 正确.

2. **B** 【解析】由光子的能量公式  $E = h\nu$  可知, 频率越大的光子能量越大, 根据  $c = \lambda\nu$  可得, 波长越长, 光子的频率越小, 故 **A** 错误, **B** 正确; 光子的能量大小与光源的强度无关, 故 **C**、**D** 错误.

3. **B** 【解析】此实验利用了电流的热效应, 老旧电池的内阻比较大, 使得电路中电流较小, 电流的热效应不明显, 故 **A** 错误; 根据电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$ , 若  $a = b = c$ , 材料相同, 则电阻率相同,  $a$  段横截面积最小,  $c$  段横截面积最大, 则  $a$  段电阻最大,  $c$  段电阻最小, 此实验利用了电流热效应, 根据  $P = I^2 R$ , 由于电流相等,  $a$  段电阻最大, 则  $a$  段的功率最大,  $a$  段最先燃烧, 故 **B** 正确, **D** 错误; 用来制作标准电阻的材料, 温度变化时, 电阻率变化很小, 而金属导体的电阻率随温度的变化而变化, 且

变化较大, 不可以用锡来制作标准电阻, 故 **C** 错误.

4. **C** 【解析】根据感应起电原理可知, 最上方的硬币会带正电, 硬币所带正电荷与小球所带的负电荷相互吸引, 随着硬币数量增加, 引力不断变大, 则丝线上的拉力不断变大, **A**、**B** 错误, **C** 正确; 用手从最上方硬币依次向下触摸 (不戴绝缘手套) 硬币, 最上方硬币始终带正电, 最下方硬币所带的负电荷会经过人体导向大地, **D** 错误.

**关键点拨** 感应起电: 近端带异种电荷, 远端带同种电荷.

5. **A** 【解析】设电荷量分别为  $q$ 、 $2q$ 、 $3q$  的微粒所在位置对应的电场强度分别为  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ , 由平衡条件得  $E_1 = \frac{mg}{q}$ ,  $E_2 = \frac{mg}{2q}$ ,  $E_3 = \frac{mg}{3q}$ , 则  $E_1 : E_2 : E_3 = \frac{1}{1} : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$ , 而它们距导体棒的距离之比总是  $1 : 2 : 3$ , 可知某点电场强度的大小与该点到导体棒的距离成反比. 则任意一点的电场强度大小可表示为  $E = \frac{k}{r}$  ( $k$  为常量), 由于电子绕导体棒做匀速圆周运动, 则有