

## 2024 天津高考物理真题

今年天津考试院没有展示第 1、2、5 三道小题

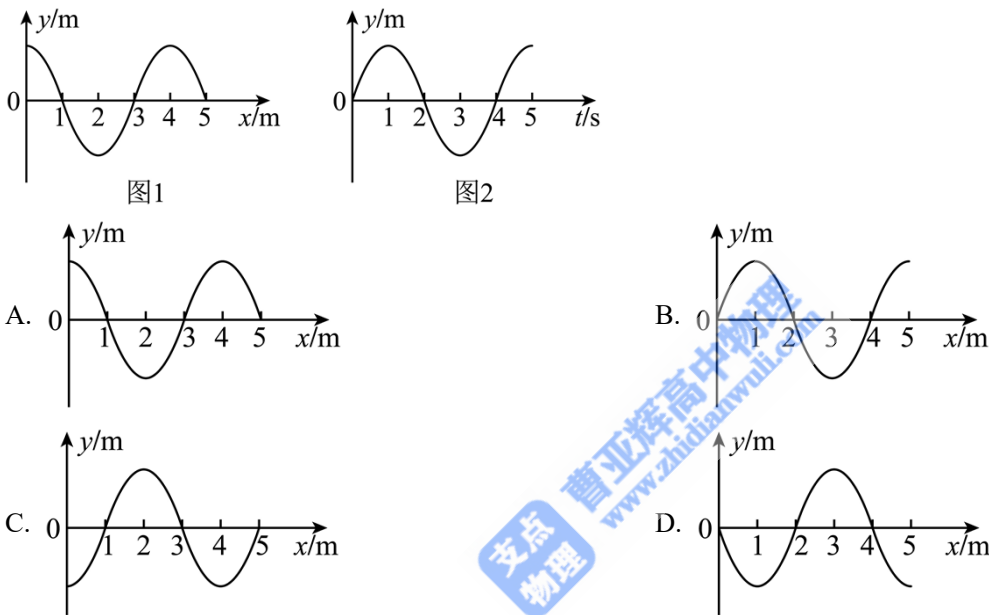
### 一、单选（共 5 题，每题 5 分）

第 1 题：空缺

第 2 题：空缺

第 3 题：（2024 年，第 3 题）

1. 一列简谐横波在均匀介质中沿  $x$  轴传播，图 1 是  $t = 1\text{s}$  时该波的波形图，图 2 是  $x = 0$  处质点的振动图像。则  $t = 11\text{s}$  时该波的波形图为（ ）



【答案】C

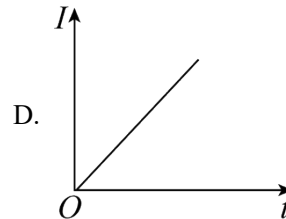
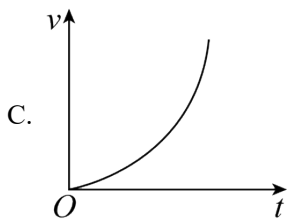
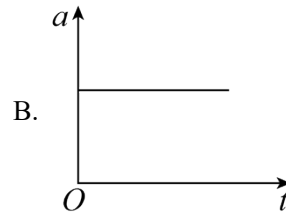
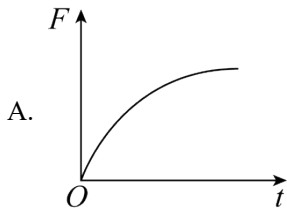
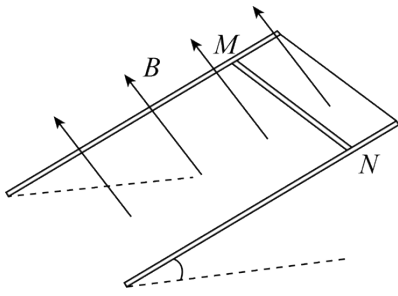
【解析】

【详解】波的周期  $T=4\text{s}$ ，因  $t = 11\text{s}$  时，即在  $t=1\text{s}$  后再经过  $10\text{s}=2.5T$ ，此时原点处的质点振动到波谷位置，即该波的波形图为 C。

故选 C。

第 4 题：（2024 年，第 4 题）

2. 如图所示，两根不计电阻的光滑金属导轨平行放置，导轨及其构成的平面均与水平面成某一角度，导轨上端用直导线连接，整个装置处在垂直于导轨平面向上的匀强磁场中。具有一定阻值的金属棒  $MN$  从某高度由静止开始下滑，下滑过程中  $MN$  始终与导轨垂直并接触良好，则  $MN$  所受的安培力  $F$  及其加速度  $a$ 、速度  $v$ 、电流  $I$ ，随时间  $t$  变化的关系图像可能正确的是（ ）



【答案】A

【解析】

【详解】ABC. 根据题意，设导体棒的电阻为  $R$ ，导轨间距为  $L$ ，磁感应强度为  $B$ ，导体棒速度为  $v$  时，受到的安培力为

$$F = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

可知

$$F \propto v$$

由牛顿第二定律可得，导体棒的加速度为

$$a = \frac{mg \sin \theta - F}{m} = g \sin \theta - \frac{B^2 L^2 v}{mR}$$

可知，随着速度的增大，导体棒的加速度逐渐减小，当加速度为零时，导体棒开始做匀速直线运动，则  $v-t$  图像的斜率逐渐减小直至为零时，速度保持不变，由于安培力  $F$  与速度  $v$  成正比，则  $F-t$  图像的斜率逐渐减小直至为零时， $F$  保持不变，故 A 正确，BC 错误；

D. 根据题意，由公式可得，感应电流为

$$I = \frac{BLv}{R}$$

由数学知识可得

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{BL}{R} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{BLa}{R}$$

由于加速度逐渐减小，则  $I-t$  图像的斜率逐渐减小，故 D 错误。

故选 A。

第 5 题：空缺

## 二、多选（共 3 题，每题 5 分）

第 6 题：（2024 年，第 6 题）

3. 中国钍基熔盐堆即将建成小型实验堆，为我国能源安全和可持续发展提供有力支持。反应堆中涉及的核反应方程有：①  $X + {}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_{90}^{233}\text{Th}$  ②  ${}_{90}^{233}\text{Th} \rightarrow {}_{91}^{233}\text{Pa} + {}_{-1}^0\text{e}$ ，下列说法正确的是（ ）

- A. 方程①中 X 是中子
- B. 方程②中  ${}_{90}^{233}\text{Th}$  发生了  $\beta$  衰变
- C. 受反应堆高温影响， ${}_{90}^{233}\text{Th}$  的半衰期会变短
- D. 方程②释放电子，说明电子是原子核的组成部分

【答案】AB

【解析】

【详解】A. 根据核反应的质量数和电荷数守恒可知，方程①中 X 质量数为 1，电荷数为零，则是中子，选项 A 正确；

B. 方程②中  ${}_{90}^{233}\text{Th}$  放出负电子，则发生了  $\beta$  衰变，选项 B 正确；

C. 放射性元素的半衰期与外界因素无关，选项 C 错误；

D. 方程②释放的电子是原子核内的中子转化为质子时放出的，不能说明电子是原子核的组成部分，选项 D 错误。

故选 AB。

第 7 题：（2024 年，第 7 题）

4. 卫星未发射时静置在赤道上随地球转动，地球半径为  $R$ 。卫星发射后在地球同步轨道上做匀速圆周运动，轨道半径为  $r$ 。则卫星未发射时和在轨道上运行时（ ）

- A. 角速度之比为 1:1
- B. 线速度之比为  $\sqrt{r}:\sqrt{R}$
- C. 向心加速度之比为  $R:r$
- D. 受到地球的万有引力之比为  $R^2:r^2$

【答案】AC

【解析】

【详解】A. 卫星未发射时静置在赤道上随地球转动，角速度与地球自转角速度相等，卫星发射后在地球同

步轨道上做匀速圆周运动，角速度与地球自转角速度相等，则卫星未发射时和在轨道上运行时角速度之比为1:1，故 A 正确；

B. 根据题意，由公式  $v = \omega r$  可知，卫星未发射时和在轨道上运行时，由于角速度相等，则线速度之比为轨道半径之比  $R:r$ ，故 B 错误；

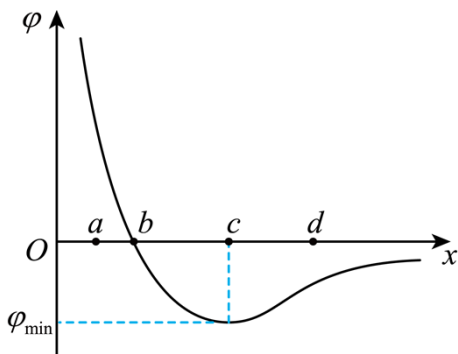
C. 根据题意，由公式  $a_n = \omega^2 r$  可知，卫星未发射时和在轨道上运行时，由于角速度相等，则向心加速度之比为轨道半径之比  $R:r$ ，故 C 正确；

D. 根据题意，由公式  $F = \frac{GMm}{r^2}$  可知，卫星未发射时和在轨道上运行时，受到地球的万有引力之比与轨道半径的平方成反比，即  $r^2:R^2$ ，故 D 错误。

故选 AC。

第 8 题：（2024 年，第 8 题）

5. 某静电场在  $x$  轴正半轴的电势  $\varphi$  随  $x$  变化的图像如图所示， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  为  $x$  轴上四个点。一负电荷仅在静电力作用下，以一定初速度从  $d$  点开始沿  $x$  轴负方向运动到  $a$  点，则该电荷（ ）



A. 在  $b$  点电势能最小

B. 在  $c$  点时速度最小

C. 所受静电力始终做负功

D. 在  $a$  点受静电力沿  $x$  轴负方向

【答案】BD

【解析】

【详解】AB. 根据题意，由公式  $E_p = \varphi q$  可知，负电荷在高电势位置的电势能较小，由图可知， $a$  点的电势最大，则在  $a$  点电势能最小，同理可知， $c$  点的电势最小，则在  $c$  点时电势能最大，电荷仅在电场力作用下，电荷的电势能和动能之和不变，可知，电势能最大时，动能最小，则在  $c$  点时，电荷的动能最小，即速度最小，故 A 错误，B 正确；

CD. 根据沿电场线方向电势逐渐降低，结合题图可知， $c$  点左侧电场方向沿  $x$  轴正方向， $c$  点右侧电场方向沿  $x$  轴负方向，可知， $c$  点右侧负电荷受沿  $x$  轴正方向的电场力， $c$  点左侧负电荷受沿  $x$  轴负方向的电场力，可知，在  $a$  点受静电力沿  $x$  轴负方向，从  $d$  点开始沿  $x$  轴负方向运动到  $a$  点，电场力先做负功再做正功，

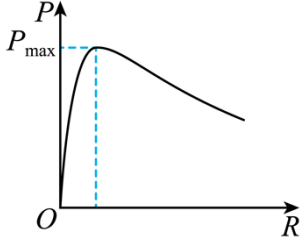
故 C 错误，D 正确。

故选 BD。

### 三、实验题（共 6 空，每空 2 分）

第 9（1）题：（2024 年，第 9（1）题）

6. 某同学研究闭合电路的规律。



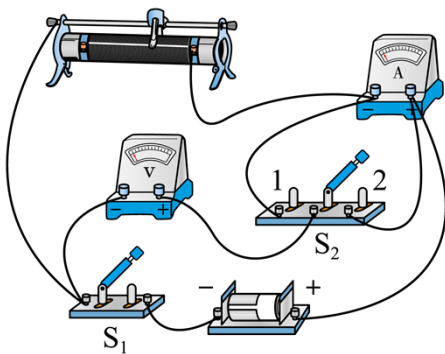
（1）根据闭合电路的欧姆定律得出了电源输出功率  $P$  与外电路电阻关系图像，如图所示，则  $P$  的峰值对应的外电路电阻值  $R$  应\_\_\_\_\_电源内阻  $r$ （填“大于”、“小于”或“等于”）；

（2）测定电源的电动势和内阻，可供选用的器材有：

- A. 电压表：（量程  $0 \sim 3\text{V}$ ，内阻约为  $3\text{k}\Omega$ ）
- B. 电流表：（量程  $0 \sim 0.6\text{A}$ ，内阻约为  $1\Omega$ ）
- C. 滑动变阻器：（最大阻值  $20\Omega$ ，额定电流  $1\text{A}$ ）
- D. 滑动变阻器：（最大阻值  $1000\Omega$ ，额定电流  $0.5\text{A}$ ）
- E. 待测电源：（电动势约为  $3\text{V}$ ，内阻约为  $1\Omega$ ）
- F. 开关、导线若干

（i）实验中所用的滑动变阻器应选\_\_\_\_\_（填器材前字母代号）；

（ii）实物电路如图所示，单刀双掷开关  $S_2$  可分别与 1、2 端闭合，为使电源内阻的测量结果更接近真实值， $S_2$  应与\_\_\_\_\_端闭合。



【答案】（1）等于      （2）      ①. C      ②. 2

【解析】

【小问 1 详解】

电源输出功率

$$P = \frac{E^2 R}{(R+r)^2} = \frac{E^2}{\frac{(R-r)^2}{R} + 4r}$$

则当  $R=r$  时电源输出功率  $P$  最大；

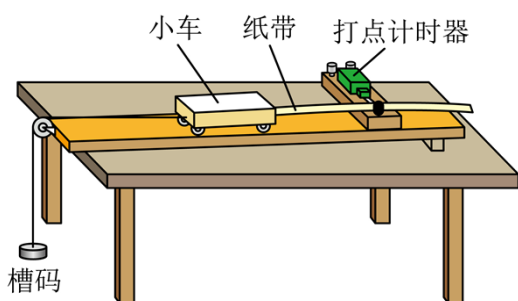
【小问 2 详解】

(i) [1]实验中所用的滑动变阻器应选阻值较小的 C 即可；

(ii) [2]电压表内阻远大于电源内阻，应采用相对电源的电流表外接法，使电源内阻的测量结果更接近真实值， $S_2$  应与 2 端闭合。

第 9 (2) 题：(2024 年，第 9 (2) 题)

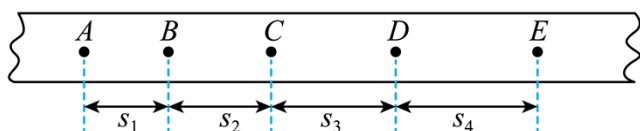
7. 某同学用图示装置探究加速度与力的关系。



(1) 为补偿打点计时器对小车的阻力及其他阻力，调节木板倾角，使小车在不挂槽码时运动，并打出纸带进行检验，下图中能表明补偿阻力恰当的是 \_\_\_\_\_；



(2) 某次实验得到一条纸带，部分计数点如下图所示（每相邻两个计数点间还有 4 个点，图中未画出），测得  $s_1 = 6.20\text{cm}$ ,  $s_2 = 6.70\text{cm}$ ,  $s_3 = 7.21\text{cm}$ ,  $s_4 = 7.73\text{cm}$ 。已知打点计时器所接交流电源频率为  $50\text{Hz}$ ，则小车的加速度  $a =$  \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ （要求充分利用测量数据，结果保留两位有效数字）；



(3) 该同学将一个可以直接测出绳子拉力的传感器安装在小车上，小车和传感器总质量为  $210\text{g}$ 。按要求补偿阻力后，该同学共进行了四次实验，悬挂的槽码质量依次为  $5\text{g}$ 、 $10\text{g}$ 、 $20\text{g}$ 、 $40\text{g}$  处理数据时，用两种方式得到小车（含传感器）受到的合力，一种将槽码所受重力当作合力、另一种将传感器示数当作合力，则

这两种方式得到的合力差异最大时，槽码质量为\_\_\_\_\_g。

【答案】(1) B (2) 0.51

(3) 40

【解析】

【小问 1 详解】

若补偿摩擦力恰当，则小车应该匀速运动，打出的纸带应该点迹均匀分布，故选 B。

【小问 2 详解】

每相邻两个计数点间还有 4 个点未画出，可知  $T=0.1s$ ；小车的加速度

$$a = \frac{s_4 + s_3 - s_2 - s_1}{4T^2} = \frac{(7.73 + 7.21 - 6.70 - 6.20) \times 10^{-2}}{4 \times 0.1^2} \text{m/s}^2 = 0.51 \text{m/s}^2$$

【小问 3 详解】

根据牛顿第二定律，对砝码

$$mg - T = ma$$

对小车

$$T = Ma$$

可得

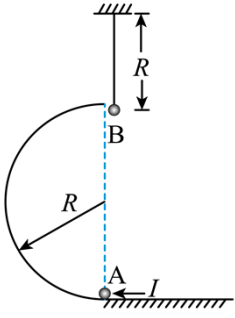
$$T = \frac{Mmg}{M+m} = \frac{1}{1+\frac{m}{M}} mg$$

则当  $m$  较小时传感器的示数越接近与砝码的重力  $mg$ ； $m$  越大，则传感器的示数与砝码重力的差异越大，即这两种方式得到的合力差异最大时，槽码质量为 40g。

#### 四、计算题（一般是 14 分+16 分+18 分）

第 10 题：（2024 年，第 10 题）

8. 如图所示，光滑半圆轨道直径沿竖直方向，最低点与水平面相切。对静置于轨道最低点的小球 A 施加水平向左的瞬时冲量  $I$ ，A 沿轨道运动到最高点时，与用轻绳悬挂的静止小球 B 正碰并粘在一起。已知  $I = 1.8 \text{ N}\cdot\text{s}$ ，A、B 的质量分别为  $m_A = 0.3 \text{ kg}$ 、 $m_B = 0.1 \text{ kg}$ ，轨道半径和绳长均为  $R = 0.5 \text{ m}$ ，两球均视为质点，轻绳不可伸长，重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力。求：



- (1) 与 B 碰前瞬间 A 的速度大小；  
 (2) A、B 碰后瞬间轻绳的拉力大小。

**【答案】** (1) 4 m/s

(2) 11.2 N

**【解析】**

**【小问 1 详解】**

根据题意，设小球 A 从最低点开始运动时的速度为  $v_0$ ，由动量定理有

$$I = m_A v_0$$

设与 B 碰前瞬间 A 的速度大小  $v$ ，从最低点到最高点，由动能定理有

$$-m_A g \cdot 2R = \frac{1}{2} m_A v^2 - \frac{1}{2} m_A v_0^2$$

联立代入数据解得

$$v = 4 \text{ m/s}$$

**【小问 2 详解】**

A 与用轻绳悬挂的静止小球 B 正碰并粘在一起，由动量守恒定律有

$$m_A v = (m_A + m_B) v_{\text{共}}$$

设 A、B 碰后瞬间轻绳的拉力大小为  $F$ ，由牛顿第二定律有

$$F - (m_A + m_B) g = (m_A + m_B) \frac{v_{\text{共}}^2}{R}$$

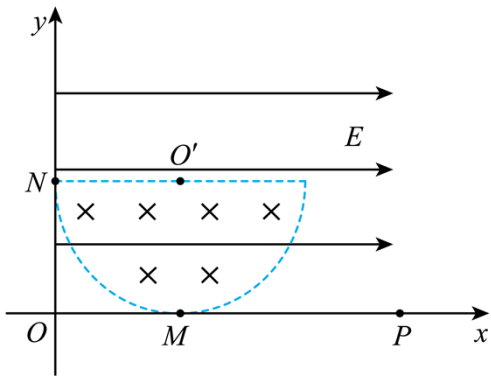
联立代入数据解得

$$F = 11.2 \text{ N}$$

第 11 题：(2024 年，第 11 题)

9. 如图所示，在  $Oxy$  平面直角坐标系的第一象限内，存在半径为  $R$  的半圆形匀强磁场区域，半圆与  $x$  轴相切于  $M$  点，与  $y$  轴相切于  $N$  点，直线边界与  $x$  轴平行，磁场方向垂直于纸面向里。在第一象限存在沿  $+x$  方向的匀强电场，电场强度大小为  $E$ 。一带负电粒子质量为  $m$ ，电荷量为  $q$ ，从  $M$  点以速度  $v$  沿  $+y$  方

向进入第一象限，正好能沿直线匀速穿过半圆区域。不计粒子重力。



(1) 求磁感应强度  $B$  的大小；

(2) 若仅有电场，求粒子从  $M$  点到达  $y$  轴的时间  $t$ ；

(3) 若仅有磁场，改变粒子入射速度的大小，粒子能够到达  $x$  轴上  $P$  点， $M$ 、 $P$  的距离为  $\sqrt{3}R$ ，求粒子

在磁场中运动的时间  $t_1$ 。

**【答案】** (1)  $B = \frac{E}{v}$

(2)  $t = \sqrt{\frac{2mR}{qE}}$

(3)  $t_1 = \frac{2\pi mv}{3qE}$

**【解析】**

**【小问 1 详解】**

根据题意可知，由于一带负电粒子能沿直线匀速穿过半圆区域，由平衡条件有

$$Eq = qvB$$

解得

$$B = \frac{E}{v}$$

**【小问 2 详解】**

若仅有电场，带负电粒子受沿  $x$  轴负方向的电场力，由牛顿第二定律有

$$Eq = ma$$

又有

$$R = \frac{1}{2}at^2$$

联立解得

$$t = \sqrt{\frac{2mR}{Eq}}$$

【小问 3 详解】

根据题意，设粒子入射速度为  $v_0$ ，则有

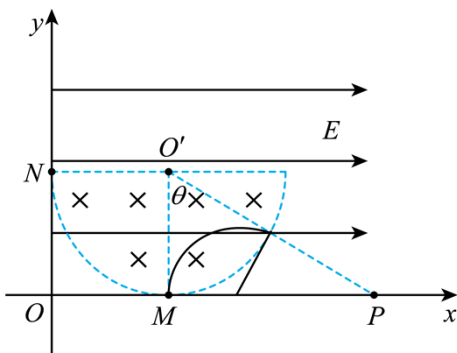
$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v_0}$$

可得

$$T = \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2\pi mv}{qE}$$

画出粒子的运动轨迹，如图所示



由几何关系可得

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{3}R}{R} = \sqrt{3}$$

解得

$$\theta = 60^\circ$$

则轨迹所对圆心角为  $120^\circ$ ，则粒子在磁场中运动的时间

$$t_1 = \frac{120^\circ}{360^\circ} \cdot T = \frac{2\pi mv}{3qE}$$

第 12 题：（2024 年，第 12 题）

10. 电动汽车制动过程中可以控制电机转为发电模式，在产生制动效果的同时，将汽车的部分机械能转换为电能，储存在储能装置中，实现能量回收、降低能耗。如图 1 所示，发电机可简化为处于匀强磁场中的单匝正方形线框  $ABCD$ ，线框边长为  $L$ ，电阻忽略不计，磁场磁感应强度大小为  $B$ ，线框转轴  $OO'$  与磁场垂直，

且与  $AB$ 、 $CD$  距离相等。线框与储能装置连接。

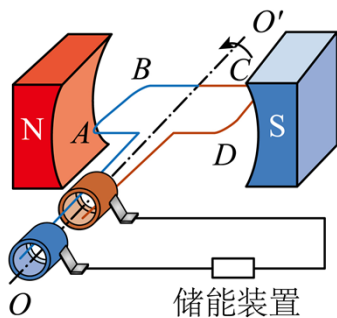


图1

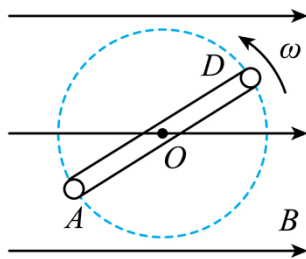


图2

- (1) 线框转动方向如图 1 所示，试判断图示位置  $AB$  中的电流方向；
- (2) 若线框以角速度  $\omega$  匀速转动，线框平面与中性面垂直瞬间开始计时，线框在  $t$  时刻位置如图 2 所示，求此时  $AB$  产生的感应电动势；
- (3) 讨论电动汽车在某次制动储存电能时，为方便计算，做两点假定：①将储能装置替换为阻值为  $R$  的电阻，电阻消耗的电等于储能装置储存的电；②线框转动第一周的角速度为  $\omega_0$ ，第二周的角速度为  $\frac{\omega_0}{2}$ ，第三周的角速度为  $\frac{\omega_0}{4}$ ，依次减半，直到线框停止转动。若该制动过程中汽车在水平路面上做匀减速直线运动，汽车质量为  $m$ ，加速度大小为  $a$ ，储存的电能为初动能的 50%，求制动过程中汽车行驶的最大距离  $x$ 。

**【答案】** (1) 电流方向从  $B$  到  $A$

$$(2) e = \frac{1}{2} \omega B L^2 \cos \omega t$$

$$(3) x = \frac{4\pi\omega_0 B^2 L^4}{maR}$$

**【解析】**

**【小问 1 详解】**

由右手定则可知，图示位置  $AB$  中的电流方向从  $B$  到  $A$ 。

**【小问 2 详解】**

线框平面与中性面垂直瞬间开始计时，则经过时间  $t$  转过的角度为

$$\theta = \omega t$$

$AB$  切割磁感线的速度为

$$v = \omega \frac{L}{2} \cos \theta$$

则感应电动势

$$e = BLv$$

解得此时  $AB$  产生的感应电动势

$$e = \frac{1}{2} \omega B L^2 \cos \omega t$$

【小问 3 详解】

线框转动过程中， $AB$ 、 $CD$  均能产生感应电动势，故线框转动产生的感应电动势为

$$e_1 = 2e = \omega B L^2 \cos \omega t$$

线框转动第一周产生感应电动势最大值

$$E_{m1} = B \omega_0 L^2$$

储存电能为

$$\varepsilon_1 = \frac{\left(\frac{E_{m1}}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{\pi B^2 L^4 \omega_0}{R}$$

同理线框转动第二周储存的电能

$$\varepsilon_2 = \frac{\pi B^2 L^4 \omega_0}{R} \frac{1}{2}$$

同理线框转动第三周储存的电能

$$\varepsilon_3 = \frac{\pi B^2 L^4 \omega_0}{R} \frac{1}{2^2}$$

.....

线框转动第  $n$  周储存的电能

$$\varepsilon_n = \frac{\pi B^2 L^4 \omega_0}{R} \frac{1}{2^{n-1}}$$

则直到停止时储存的电能为

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n = \frac{\pi B^2 L^4 \omega_0}{R} \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{2^{n-1}}\right) = \frac{2\pi B^2 L^4 \omega_0}{R}$$

储存的电能为初动能的 50%，可知初动能

$$E_{k0} = \frac{4\pi B^2 L^4 \omega_0}{R}$$

根据动能定理和牛顿第二定律可得

$$fx = E_{k0} - 0$$

$$f = ma$$

解得

$$x = \frac{4\pi\omega_0 B^2 L^4}{maR}$$