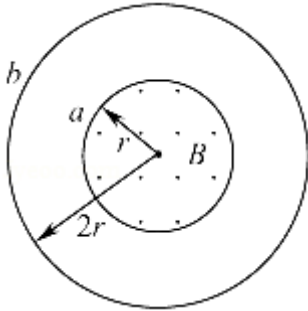


2017年江苏省高考物理试卷解析版

参考答案与试题解析

一、单项选择题：本题共5小题，每小题3分，共计15分。每小题只有一个选项符合题意。

1. (3分) 如图所示，两个单匝线圈a、b的半径分别为r和2r。圆形匀强磁场B的边缘恰好与a线圈重合，则穿过a、b两线圈的磁通量之比为()



- A. 1: 1 B. 1: 2 C. 1: 4 D. 4: 1

【考点】D7：磁通量。

【专题】31：定性思想；43：推理法；53D：磁场 磁场对电流的作用。

【分析】在磁感应强度为B的匀强磁场中，有一个面积为S且与磁场方向垂直的平面，磁感应强度B与面积S的乘积，叫做穿过这个平面的磁通量，故当B与S平面垂直时，穿过该面的磁通量 $\Phi=BS$ 。

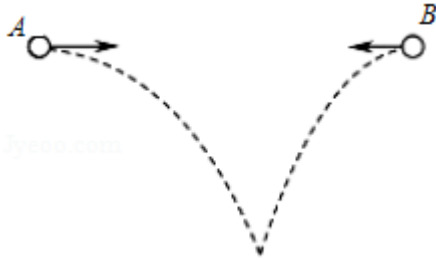
【解答】解：由于线圈平面与磁场方向垂直，故穿过该面的磁通量为： $\Phi=BS$ ，半径为r的虚线范围内有匀强磁场，所以磁场的区域面积为： $S=\pi r^2$

结合图可知，穿过两个线圈的磁感线的条数是相等的，所以磁通量都是： $\Phi=\pi Br^2$ 。与线圈的大小无关。故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题考查了磁通量的定义式和公式 $\Phi=BS$ 的适用范围，只要掌握了磁通量的定义和公式 $\Phi=BS$ 的适用条件就能顺利解决。

2. (3分) 如图所示，A、B两小球从相同高度同时水平抛出，经过时间t在空中相遇，若两球的抛出速度都变为原来的2倍，则两球从抛出到相遇经过的时间为()



- A. t B. $\frac{\sqrt{2}}{2}t$ C. $\frac{t}{2}$ D. $\frac{t}{4}$

【考点】43：平抛运动.

【专题】32：定量思想；43：推理法；518：平抛运动专题.

【分析】平抛运动在水平方向上做匀速直线运动，抓住两球的水平位移不变，结合初速度的变化得出两球从抛出到相遇经过的时间。

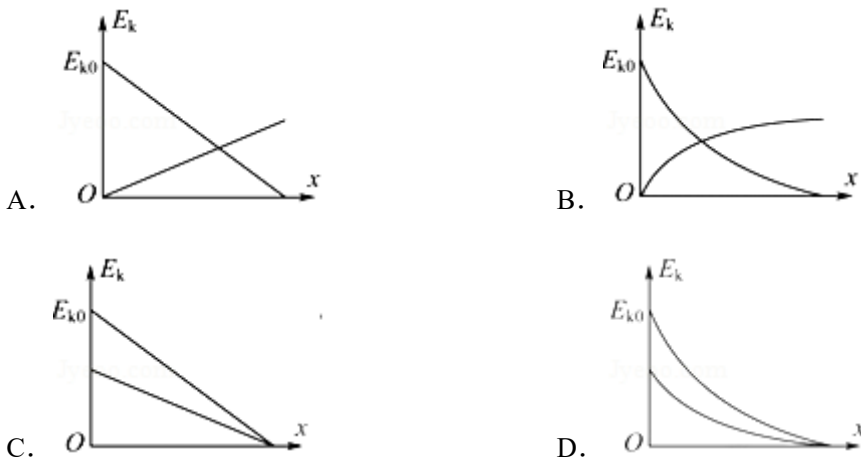
【解答】解：两球同时抛出，竖直方向上做自由落体运动，相等时间内下降的高度相同，始终在同一水平面上，根据 $x = v_A t + v_B t$ 知，当两球的抛出速度都变为原来的 2 倍，则两

球从抛出到相遇经过的时间为 $\frac{t}{2}$ ，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键知道平抛运动在水平方向和竖直方向上的运动规律，知道运动的时间由高度决定，初速度和时间共同决定水平位移。

3. (3 分) 一小物块沿斜面向上滑动，然后滑回到原处。物块初动能为 E_{k0} ，与斜面间的动摩擦因数不变，则该过程中，物块的动能 E_k 与位移 x 关系的图线是 ()



【考点】65：动能定理.

【专题】12：应用题；32：定量思想；4C：方程法；52D：动能定理的应用专题.

【分析】分别对上滑过程、下滑过程利用动能定理列方程得到动能和位移的关系即可进行判断。

【解答】解：设斜面的倾角为 θ ，物块的质量为 m ，去沿斜面向上为位移正方向；根据动能定理可得：

上滑过程中： $-mgx\sin\theta - \mu mgx\cos\theta = E_k - E_{k0}$ ，所以 $E_k = E_{k0} - (mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta)x$ ；

下滑过程中： $mgx'\sin\theta - \mu mgx'\cos\theta = E_k - 0$ ，所以 $E_k = (mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta)x'$ ；

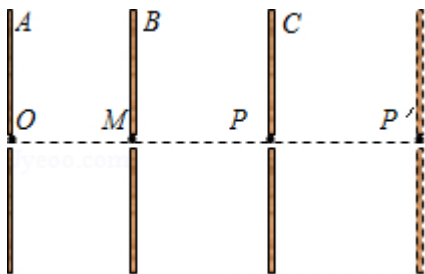
根据能量守恒定律可得，最后的总动能减小。

故 C 正确、ABD 错误；

故选：C。

【点评】本题主要是考查了动能定理；运用动能定理解题时，首先要选取研究过程，然后分析在这个运动过程中哪些力做正功、哪些力做负功，初末动能为多少，根据动能定理列方程解答；动能定理的优点在于适用任何运动包括曲线运动；一个题目可能需要选择不同的过程多次运用动能定理研究，也可以全过程根据动能定理解答。

4. (3分) 如图所示，三块平行放置的带电金属薄板 A、B、C 中央各有一小孔，小孔分别位于 O、M、P 点。由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点。现将 C 板向右平移到 P' 点，则由 O 点静止释放的电子 ()



- A. 运动到 P 点返回
- B. 运动到 P 和 P' 点之间返回
- C. 运动到 P' 点返回
- D. 穿过 P' 点

【考点】AK：带电粒子在匀强电场中的运动。

【专题】31：定性思想；43：推理法；531：带电粒子在电场中的运动专题。

【分析】根据匀强电场电场强度的公式 $E = \frac{U}{d}$ ，电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 以及电容的决定式

$C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$, 联立得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$, 知道在电量不变的情况下, 改变两板间距离, 场强不变,

再结合动能定理进行讨论。

【解答】解: 设 AB 间电场强度为 E_1 , BC 间场强为 E_2 , 根据题意由 O 点释放的电子恰好能运动到 P 点, 根据动能定理, 有

$$eE_1 x_{OM} - eE_2 x_{MP} = 0 - 0 \quad (1)$$

BC 板电量不变, BC 板间的场强

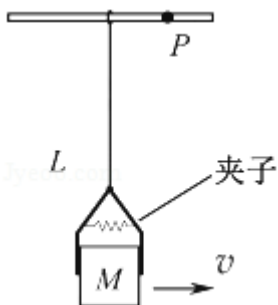
$$E_2 = \frac{U_2}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{Q}{\frac{\epsilon_r S}{4\pi k d} d} = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S} \quad (2)$$

由②知 BC 板间的场强不随距离的变化而变化, 当 C 板向右平移到 P' 时, BC 板间的场强不变, 由①知, 电子仍然运动到 P 点返回, 故 A 正确, BCD 错误;

故选: A。

【点评】解决考查带电粒子在电场中的运动, 关键是要运用动能定理处理, 注意在电量不变的条件下, 改变极板间的距离场强不变。

5. (3 分) 如图所示, 一小物块被夹子夹紧, 夹子通过轻绳悬挂在小环上, 小环套在水平光滑细杆上, 物块质量为 M, 到小环的距离为 L, 其两侧面与夹子间的最大静摩擦力均为 F. 小环和物块以速度 v 向右匀速运动, 小环碰到杆上的钉子 P 后立刻停止, 物块向上摆动。整个过程中, 物块在夹子中没有滑动。小环和夹子的质量均不计, 重力加速度为 g。下列说法正确的是 ()



- A. 物块向右匀速运动时, 绳中的张力等于 $2F$
- B. 小环碰到钉子 P 时, 绳中的张力大于 $2F$
- C. 物块上升的最大高度为 $\frac{2v^2}{g}$

D. 速度 v 不能超过 $\sqrt{\frac{(2F-Mg)L}{M}}$

【考点】37：牛顿第二定律；45：运动的合成和分解。

【专题】31：定性思想；43：推理法；517：运动的合成和分解专题。

【分析】匀速运动时，处于平衡状态，整体分析，即可判定绳子中张力；

当做圆周运动时，最低点，依据牛顿第二定律，结合向心力表达式，即可确定张力与 Mg 的关系，与 $2F$ 关系无法确定；

利用机械能守恒定律，即可求解最大高度；

根据两侧面与夹子间的最大静摩擦力均为 F ，利用牛顿第二定律，结合向心力，即可求解。

【解答】解：A、物块向右匀速运动时，则夹子与物体 M ，处于平衡状态，那么绳中的张力等于 Mg ，与 $2F$ 大小关系不确定，故 A 错误；

B、小环碰到钉子 P 时，物体 M 做圆周运动，依据最低点由拉力与重力的合力提供向心力，因此绳中的张力大于 Mg ，而与 $2F$ 大小关系不确定，故 B 错误；

C、依据机械能守恒定律，减小的动能转化为重力势能，则有： $\frac{1}{2}Mv^2 = Mgh$ ，那么物

块上升的最大高度为 $h = \frac{v^2}{2g}$ ，故 C 错误；

D、因夹子对物体 M 的最大静摩擦力为 $2F$ ，依据牛顿第二定律，结合向心力表达式，对

物体 M ，则有： $2F - Mg = M\frac{v_m^2}{L}$ ，解得： $v_m = \sqrt{\frac{(2F-Mg)L}{M}}$ ，故 D 正确；

故选：D。

【点评】考查平衡条件的内容，掌握圆周运动是变速运动，处于非平衡状态，理解向心力的表达式，及牛顿第二定律的运用，最后掌握机械能守恒的条件及其内容。

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共计 16 分。每小题有多个选项符合题意。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分。错选或不答的得 0 分。

6. (4 分)“天舟一号”货运飞船于 2017 年 4 月 20 日在文昌航天发射中心成功发射升空，与“天宫二号”空间实验室对接前，“天舟一号”在距离地面约 380km 的圆轨道上飞行，则其 ()

A. 角速度小于地球自转角速度

- B. 线速度小于第一宇宙速度
- C. 周期小于地球自转周期
- D. 向心加速度小于地面的重力加速度

【考点】4F：万有引力定律及其应用；4H：人造卫星.

【专题】34：比较思想；4E：模型法；52A：人造卫星问题.

【分析】根据卫星的速度公式 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 和 $v = r\omega$ 得到角速度的表达式，将“天舟一号”的角速度与地球同步卫星的角速度比较，从而分析其角速度与地球自转角速度的关系。

第一宇宙速度是卫星绕地球做匀速圆周运动最大的运行速度。由 $a = \frac{GM}{r^2}$ 比较“天舟一号”的向心加速度与近地卫星加速度的关系，从而分析出它的向心加速度与地面的重力加速度的关系。

【解答】解：A、根据卫星的速度公式 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 和 $v = r\omega$ 得： $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$. 将“天舟一号”与地球同步卫星比较，由于“天舟一号”的轨道半径小于地球同步卫星的轨道半径，所以“天舟一号”的角速度大于地球同步卫星的角速度，而地球同步卫星的角速度等于地球自转角速度，所以其角速度大于地球自转角速度。故 A 错误。

B、第一宇宙速度是卫星绕地球做匀速圆周运动最大的运行速度，知其线速度小于第一宇宙速度。故 B 正确。

C、由 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 知“天舟一号”的周期小于地球同步卫星的周期，而地球同步卫星的周期等于地球自转周期，所以其周期小于地球自转周期。故 C 正确。

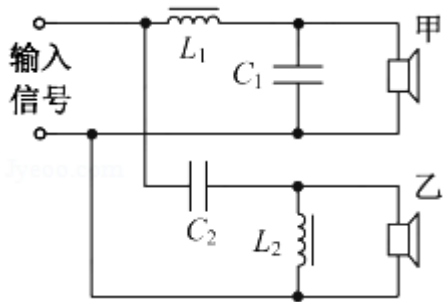
D、由 $a = \frac{v^2}{r} = \frac{GM}{r^2}$ 知，其向心加速度小于近地卫星的向心加速度，而近地卫星的向心加速度约等于地面的重力加速度，所以其向心加速度小于地面的重力加速度。故 D 正确。

故选：BCD。

【点评】解决此题的关键要掌握卫星速度公式 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，能根据运动学公式推导出其他量的表达式。本题要选好比较的对象，如地球同步卫星、近地卫星。

7. (4分) 某音响电路的简化电路图如图所示，输入信号既有高频成分，也有低频成分，则

()



- A. 电感 L_1 的作用是通高频
- B. 电容 C_2 的作用是通高频
- C. 扬声器甲用于输出高频成分
- D. 扬声器乙用于输出高频成分

【考点】 EF: 电容器和电感器对交变电流的导通和阻碍作用.

【专题】 34: 比较思想; 43: 推理法; 53C: 电磁感应与电路结合.

【分析】 根据电容器的特性: 通交隔直, 通高阻低, 以及电感线圈的特性: 通直阻交, 通低阻高来分析选择.

【解答】 解: A、电感 L_1 的作用是通低频, 阻高频, 故 A 错误。

B、电容 C_2 的作用是通高频, 阻低频, 故 B 正确。

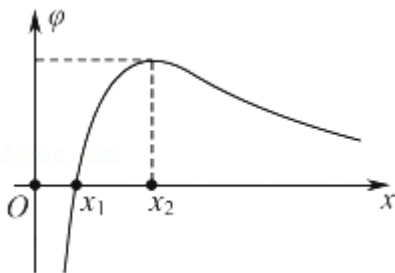
C、电感 L_1 的作用是通低频, 阻高频, 而电容 C_1 的作用是通高频, 阻低频, 所以低频部分通过扬声器甲。故 C 错误。

D、电感 L_1 的作用是通低频, 阻高频, 所以扬声器乙用于输出高频成分, 故 D 正确。

故选: BD。

【点评】 电容器的特性在理解的基础上记住: 通交流隔直流, 通高频阻低频. 电感线圈的特性: 通直阻交, 通低阻高.

8. (4分) 在 x 轴上有两个点电荷 q_1 、 q_2 , 其静电场的电势 φ 在 x 轴上分布如图所示。下列说法正确有 ()



- A. q_1 和 q_2 带有异种电荷

- B. x_1 处的电场强度为零
- C. 负电荷从 x_1 移到 x_2 , 电势能减小
- D. 负电荷从 x_1 移到 x_2 , 受到的电场力增大

【考点】AE: 电势能与电场力做功; AG: 电势差和电场强度的关系.

【专题】31: 定性思想; 43: 推理法; 532: 电场力与电势的性质专题.

【分析】由电势的变化及无穷远处电势为零可得源电荷带异号电荷, 再根据电场强度即曲线斜率得到电场强度变化, 进而电场力变化.

【解答】解: A、由图可知: 无穷远处电势为零, 又有电势为正的地方, 故存在正电荷;

又有电势为负的地方, 故也存在负电荷, 所以, q_1 和 q_2 带有异种电荷, 故 A 正确;

B、电场强度等于图中曲线斜率, x_1 处的斜率不为零, 故电场强度不为零, 故 B 错误;

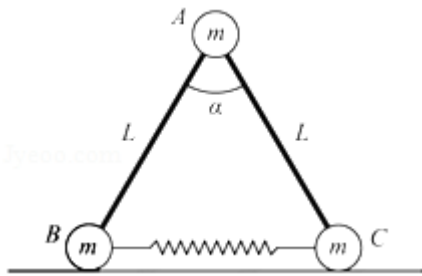
C、负电荷从 x_1 移到 x_2 , 电势增大, 电势能减小, 故 C 正确;

D、负电荷从 x_1 移到 x_2 , 曲线斜率减小, 及电场强度减小, 所以, 受到的电场力减小, 故 D 错误;

故选: AC.

【点评】电场强度大小与电势大小无关, 只与电势差随相对位移的变化率有关; 又有场强为零的地方, 电势差为零, 故为等势体.

9. (4分) 如图所示, 三个小球 A、B、C 的质量均为 m , A 与 B、C 间通过铰链用轻杆连接, 杆长为 L , B、C 置于水平地面上, 用一轻质弹簧连接, 弹簧处于原长. 现 A 由静止释放下降到最低点, 两轻杆间夹角 α 由 60° 变为 120° , A、B、C 在同一竖直平面内运动, 弹簧在弹性限度内, 忽略一切摩擦, 重力加速度为 g . 则此下降过程中 ()



- A. A 的动能达到最大前, B 受到地面的支持力小于 $\frac{3}{2}mg$
- B. A 的动能最大时, B 受到地面的支持力等于 $\frac{3}{2}mg$
- C. 弹簧的弹性势能最大时, A 的加速度方向竖直向下

D. 弹簧的弹性势能最大值为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mgL$

【考点】37：牛顿第二定律；3C：共点力的平衡；65：动能定理；6B：功能关系。

【专题】31：定性思想；43：推理法；52D：动能定理的应用专题。

【分析】A 的动能最大时受力平衡，根据平衡条件求解地面支持力，根据超重失重现象分析 A 的动能达到最大前，B 受到地面的支持力大小；根据功能关系分析弹簧的弹性势能最大值。

【解答】解：AB、A 的动能最大时，设 B 和 C 受到地面的支持力大小均为 F，此时整体在竖直方向受力平衡，可得 $2F=3mg$ ，所以 $F=\frac{3}{2}mg$ ；在 A 的动能达到最大前一直是加

速下降，处于失重情况，所以 B 受到地面的支持力小于 $\frac{3}{2}mg$ ，故 A、B 正确；

C、当 A 达到最低点时动能为零，此时弹簧的弹性势能最大，A 的加速度方向向上，故 C 错误；

D、A 下落的高度为： $h=L\sin 60^\circ - L\sin 30^\circ$ ，根据功能关系可知，小球 A 的机械能全部转化为弹簧的弹性势能，即弹簧的弹性势能最大值为 $E_p=mgh=\frac{\sqrt{3}-1}{2}mgL$ ，故 D 错误。

故选：AB。

【点评】解答本题的关键是弄清楚小球 A 在运动过程中的受力情况，知道平衡位置时受力平衡，加速度方向向下属于失重、加速度方向向上属于超重。

三、简答题：本题分必做题（第 10、11 题）和选做题（第 12 题）两部分，共计 42 分。请将解答填写在答题卡相应的位置。【必做题】

10.（8 分）利用如图 1 所示的实验装置探究恒力做功与物体动能变化的关系。小车的质量为 $M=200.0g$ ，钩码的质量为 $m=10.0g$ ，打点计时器的电源为 50Hz 的交流电。

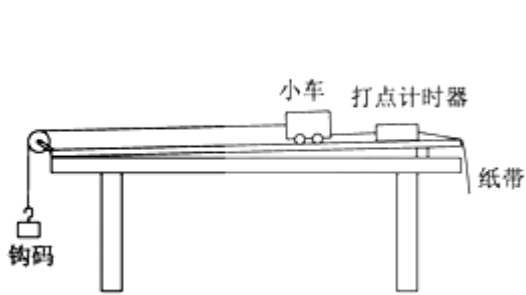


图 1

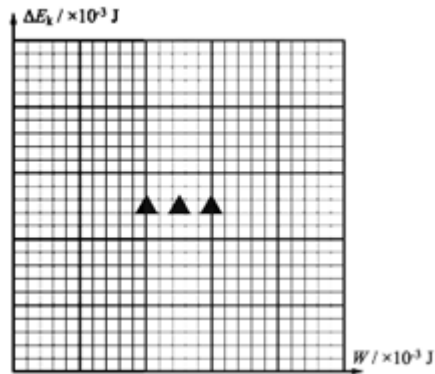


图 3

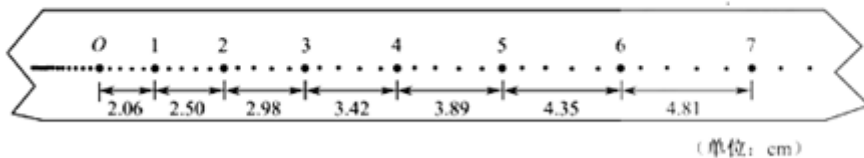


图 2

(1) 挂钩码前，为了消除摩擦力的影响，应调节木板右侧的高度，直至向左轻推小车观察到 小车做匀速运动。

(2) 挂上钩码，按实验要求打出的一条纸带如图 2 所示。选择某一点为 O，一次每隔 4 个计时点取一个计数点。用刻度尺量出相邻计数点间的距离 Δx ，记录在纸带上。计算出各计数点时小车的速度 v ，其中打出计数点“1”时小车的速度 $v_1 = \underline{0.228}$ m/s。

(3) 将钩码的重力视位小车受到的拉力，取 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ ，利用 $W = mg\Delta x$ 算出拉力对小车做的功 W 。利用 $E_k = \frac{1}{2}Mv^2$ 算出小车动能，并求出动能的变化量 ΔE_k 。计算结果见下表。

$W/\times 10^{-3}\text{J}$	2.45	2.92	3.35	3.81	4.26
$\Delta E_k/\times 10^{-3}\text{J}$	2.31	2.73	3.12	3.61	4.00

请根据表中的数据，在答题卡的方格纸上作出 $\Delta E_k - W$ 图象。

(4) 实验结果表明， ΔE_k 总是略小于 W 。某同学猜想是由于小车所受拉力小于钩码重力造成的。用题中小车和钩码质量的数据可算出小车受到的实际拉力 $F = \underline{0.093\text{N}}$ 。

【考点】 MJ：探究功与速度变化的关系。

【专题】 13：实验题；23：实验探究题；32：定量思想；46：实验分析法；52D：动能定理的应用专题。

【分析】 (1) 为了消除摩擦力的影响，应调节木板右侧的高度，直至向左轻推小车观察

到小车做匀速运动.

(2) 根据某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度得出计数点 1 的瞬时速度.

(3) 根据表格中的数据作出 $\Delta E_k - W$ 图象.

(4) 对整体分析, 根据牛顿第二定律得出整体的加速度, 隔离分析, 结合牛顿第二定律得出小车受到的实际拉力.

【解答】解: (1) 挂钩码前, 为了消除摩擦力的影响, 应调节木板右侧的高度, 直至向左轻推小车观察到小车做匀速运动, 摩擦力达到平衡.

(2) 计数点 1 的瞬时速度 $v_1 = \frac{x_{02}}{2T} = \frac{(2.06+2.50) \times 10^{-2}}{0.2} \text{m/s} = 0.228 \text{m/s}.$

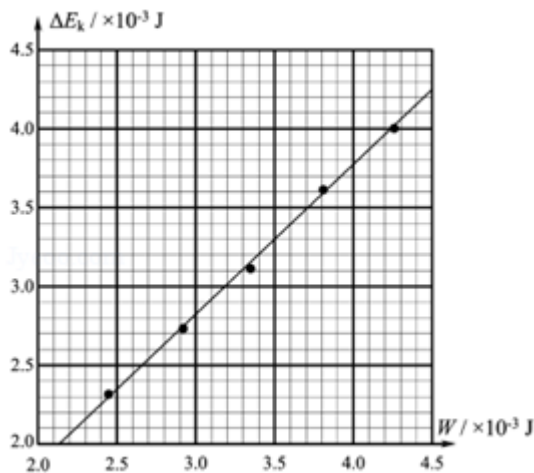
(3) 根据表格中的数据做出 $\Delta E_k - W$ 图象如图所示.

(4) 对整体分析, 根据牛顿第二定律得, $a = \frac{mg}{M+m}$, 则小车受到的实际拉力 F

$$= Ma = \frac{Mmg}{M+m} = \frac{0.2 \times 0.01 \times 9.8}{0.2+0.01} \text{N} = 0.093 \text{N}.$$

故答案为: (1) 小车做匀速运动

(2) 0.228.



(3)

(4) 0.093N

【点评】 本题考查了探究恒力做功与物体动能变化的关系, 掌握平衡摩擦力的方法, 知道实验的原理以及误差的来源, 掌握牛顿第二定律, 并能熟练运用整体法和隔离法.

11. (10 分) 某同学通过实验制作一个简易的温控装置, 实验原理电路图如图 1 所示, 继电器与热敏电阻 R_1 、滑动变阻器 R 串联接在电源 E 两端, 当继电器的电流超过 15mA 时, 衔铁被吸合, 加热器停止加热, 实现温控. 继电器的电阻约为 20Ω , 热敏电阻的阻值 R_t

与温度 t 的关系如表所示

$t/^\circ\text{C}$	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
R_t/Ω	199.5	145.4	108.1	81.8	62.9	49.1

(1) 提供的实验器材有：电源 E_1 (3V, 内阻不计)、电源 E_2 (6V, 内阻不计)、滑动变阻器 R_1 (0~200 Ω)、滑动变阻器 R_2 (0~500 Ω)、热敏电阻 R_t ，继电器、电阻箱 (0~999.9 Ω)、开关 S、导线若干。

为使该装置实现对 30~80 $^\circ\text{C}$ 之间任一温度的控制，电源 E 应选用 E_2 (选填 “ E_1 ” 或 “ E_2 ”), 滑动变阻器 R 应选用 R_2 (选填 “ R_1 ” 或 “ R_2 ”).

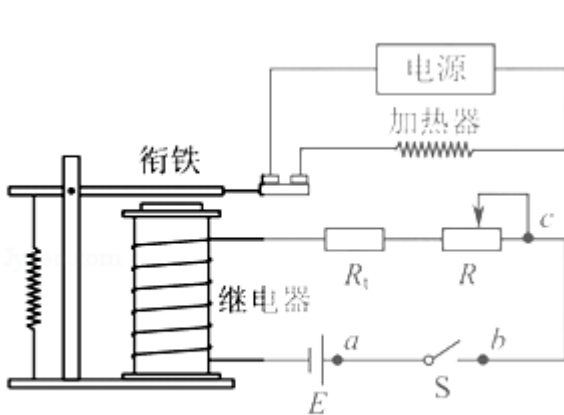


图 1

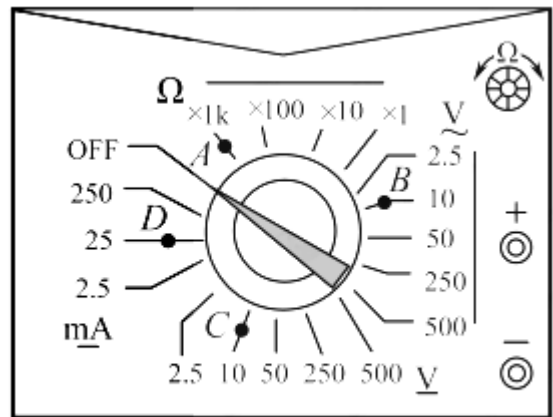


图 2

(2) 实验发现电路不工作。某同学为排查电路故障，用多用电表测量各接点间的电压，则应将如图 2 所示的选择开关旋至 C (选填 “A”、“B”、“C” 或 “D”)

(3) 合上开关 S，用调节好的多用电表进行排查，在图 1 中，若只有 b、c 间断路，则应发现表笔接入 a、b 时指针 不偏转 (选填 “偏转” 或 “不偏转”)，接入 a、c 时指针 偏转 (选填 “偏转” 或 “不偏转”)。

(4) 排除故障后，欲使衔铁在热敏电阻为 50 $^\circ\text{C}$ 时被吸合，下列操作步骤正确顺序是 ⑤④②③①。(填写各步骤前的序号)

- ① 将热敏电阻接入电路
- ② 观察到继电器的衔铁被吸合
- ③ 断开开关，将电阻箱从电路中移除
- ④ 合上开关，调节滑动变阻器的阻值
- ⑤ 断开开关，用电阻箱替换热敏电阻，将阻值调至 108.1 Ω

【考点】 N4：用多用电表测电阻；N6：伏安法测电阻。

【专题】13：实验题；23：实验探究题；31：定性思想；43：推理法；535：恒定电流专题。

【分析】(1) 分析不同温度下热敏电阻的阻值，根据实验要求进行分析，从而明确应采用的电源和滑动变阻器；

(2) 明确多用电表的使用方法，根据要求选择对应的量程；

(3) 根据电压表的测量方法以及电路结构进行分析，从而明确指针是否发生偏转；

(4) 明确实验原理，确定实验方法，从而明确实验中应进行的基本步骤。

【解答】解：(1) 要想控制 30°C 时的情况，此时热敏电阻的阻值约为 200Ω ，需要的最小电动势 $E=0.015\times(200+20)=3.3\text{V}$ ；由于还要考虑滑动变阻器的阻值，因此 3V 的电源电动势太小，应选择 6V 的电源 E_2 ；

滑动变阻器采用限流接法，因此其阻值应约为热敏电阻的几倍左右，因此滑动变阻器应采用 R_2

(2) 要想测量电压，应将旋钮旋至电压档位上，因电动势为 6V ，因此应选择 10V 量程，故旋至 C 点；

(3) 若只有 b、c 间断路，则应发现表笔接入 a、b 时电表与电源不连接，因此指针不偏转；而接入 a、c 时，电表与电源直接连接，故指针发生偏转；

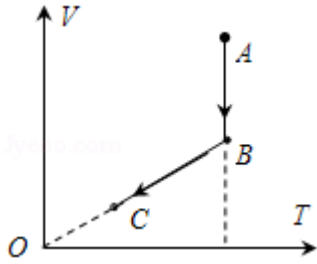
(4) 要使 50°C 时被吸合，由表格数据可知，电阻为 108.1Ω ；为了使衔铁在热敏电阻为 50°C 时被吸合，应先电阻箱替换热敏电阻，将阻值调至 108.1Ω ；再合上开关，调节滑动变阻器的阻值，直到观察到继电器的衔铁被吸合；此时再断开开关将电阻箱取下，换下热敏电阻即可实现实验目的；故步骤为⑤④②③①；

故答案为：(1) E_2 ； R_2 ；(2) C；(3) 不偏转；偏转；(4) ⑤④②③①

【点评】 本题考查多用电表的使用方法，要注意明确实验原理，注意分析实验电路图，从而确定实验应采用的基本方法，从而确定实验所采用的仪器。

【选做题】 本题包括 A、B、C 三小题，请选定其中两小题，并在相应的答题区域内作答。若多做，则按 A、B 两小题评分。A. [选修 3-3] (12 分)

12. (2 分) 一定质量的理想气体从状态 A 经过状态 B 变化到状态 C，其 $V-T$ 图象如图所示。下列说法正确的有 ()



- A. A→B 的过程中，气体对外界做功
- B. A→B 的过程中，气体放出热量
- C. B→C 的过程中，气体压强不变
- D. A→B→C 的过程中，气体内能增加

【考点】99：理想气体的状态方程。

【专题】31：定性思想；43：推理法；54B：理想气体状态方程专题。

【分析】根据气体体积的变化判断气体对外界做功还是外界对气体做功，根据温度的变化判断气体内能的变化，结合热力学第一定律得出气体是吸热还是放热。

【解答】解：A、A→B 的过程中，温度不变，体积减小，可知外界对气体做功，故 A 错误。

B、A→B 的过程中，温度不变，内能不变，体积减小，外界对气体做功，根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 知，W 为正，则 Q 为负，即气体放出热量，故 B 正确。

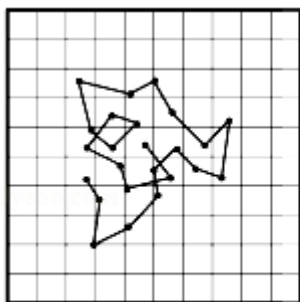
C、因为 V - T 图线中，BC 段的图线是过原点的倾斜直线，则程 B→C 的过程中，压强不变，故 C 正确。

D、A 到 B 的过程中，温度不变，内能不变，B 到 C 的过程中，温度降低，内能减小，则 A→B→C 的过程中，气体内能减小，故 D 错误。

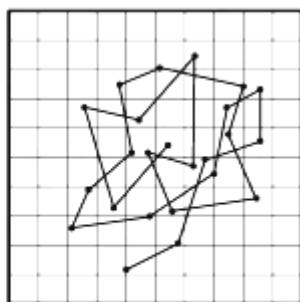
故选：BC。

【点评】解决本题的关键知道理想气体的内能由温度决定，掌握热力学第一定律以及理想气体状态方程，并能灵活运用。

13. (8分) (甲)和(乙)图中是某同学从资料中查到的两张记录水中炭粒运动位置连线的图片，记录炭粒位置的时间间隔均为 30s，两方格纸每格表示的长度相同。比较两张图片可知：若水温相同，甲 (选填“甲”或“乙”)中炭粒的颗粒较大；若炭粒大小相同，乙 (选填“甲”或“乙”)中水分子的热运动较剧烈。



(甲)



(乙)

【考点】84：布朗运动.

【专题】31：定性思想；43：推理法；545：布朗运动专题.

【分析】布朗运动是悬浮在液体或气体中的固体小颗粒的永不停息地做无规则运动，温度越高、颗粒越小，布朗运动越激烈。

【解答】解：布朗运动是悬浮在液体或气体中的固体小颗粒的永不停息地做无规则运动，布朗运动是由于液体分子对小颗粒的撞击不平衡造成的；颗粒越小，液体分子对颗粒的撞击越不平衡，布朗运动越明显。由图可知，乙图中颗粒的布朗运动更明显，所以若水温相同，甲中炭粒的颗粒较大；

温度越高，布朗运动越激烈，所以若炭粒大小相同，乙中水分子的热运动较剧烈。

故答案为：甲 乙

【点评】该题考查对布朗运动的理解，把握温度越高、颗粒越小，布朗运动越激烈即可正确解答。

14. (2分) 科学家可以运用无规则运动的规律来研究生物蛋白分子。资料显示，某种蛋白的摩尔质量为 66kg/mol ，其分子可视为半径为 $3 \times 10^{-9}\text{m}$ 的球，已知阿伏伽德罗常数为 $6.0 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$ 。请估算该蛋白的密度。(计算结果保留一位有效数字)

【考点】82：阿伏伽德罗常数.

【专题】12：应用题；22：学科综合题；32：定量思想；4C：方程法；543：阿伏伽德罗常数的应用专题.

【分析】由体积的公式求出分子的体积，乘以阿伏伽德罗常数为摩尔体积，该蛋白的密度为摩尔质量与摩尔体积的比值。

【解答】解：该蛋白的摩尔体积： $V = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot N_A$

由密度： $\rho = \frac{M}{V}$,

解得： $\rho = \frac{3M}{4\pi r^3 \cdot N_A}$

代入数据得： $\rho = 1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$

答：该蛋白的密度为 $1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

【点评】本题要理解阿伏加德罗常数 N_A 是联系宏观与微观的桥梁，抓住它的含义，来理解分子质量和摩尔质量的关系。

B. [选修 3-4] (12 分)

15. (2 分) 接近光速飞行的飞船和地球上各有一只相同的铯原子钟，飞船和地球上的人观测这两只钟的快慢，下列说法正确的有 ()

- A. 飞船上的人观测到飞船上的钟较快
- B. 飞船上的人观测到飞船上的钟较慢
- C. 地球上的人观测到地球上的钟较快
- D. 地球上的人观测到地球上的钟较慢

【考点】K4: * 时间间隔的相对性。

【专题】32: 定量思想; 43: 推理法; 54R: 电磁场理论和电磁波。

【分析】根据爱因斯坦狭义相对论，运动具有延时效应，故参考系高速运动的物体上的时间进程变慢。

【解答】解：AB、飞船上的人是以飞船为参考系，故地球是高速运动的，根据爱因斯坦质能方程的运动延时效应，飞船上的人观测到地球上的钟较慢，即飞船上的人观测到飞船上的钟较快，故 A 正确，B 错误；

CD、地球上的人以地球为参考系，认为飞船高速运动，同样根据爱因斯坦质能方程的运动延时效应，飞船上的钟较慢，故地球上的人观测到地球上的钟较快，故 C 正确，D 错误；

故选：AC。

【点评】本题考查爱因斯坦狭义相对论，关键是记住相对论的几个效应，如：尺缩效应、运动延时效应、质速关系。

16. (2 分) 野生大象群也有自己的“语言”。研究人员录下象群“语言”交流时发出的声音，发现以 2 倍速度快速播放时，能听到比正常播放时更多的声音。播放速度变为原来的 2 倍时，播出声波的频率 (选填“周期”或“频率”)也变为原来的 2 倍，声波的传播速度不变 (选填“变大”、“变小”或“不变”)。

【考点】F5：波长、频率和波速的关系.

【专题】32：定量思想；43：推理法；51D：振动图像与波动图像专题.

【分析】由波的传播特性可知，波的波长不变，进而根据速度得到周期的变化；波的传播速度只与波的形式和介质有关.

【解答】解：波经过录制再次播放，并不改变波的波长、频率等特性；现播放速度变为原来的2倍时，又有波的传播过程中，波长不变，那么周期 $T' = \frac{\lambda}{2v} = \frac{1}{2}T$ ，则频率变为

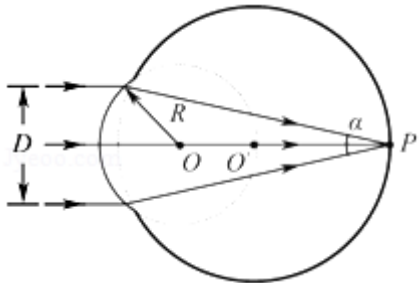
原来的2倍；

又有波的传播速度只与波的形式和介质有关，故只改变播放速度，波的传播速度不变.

故答案为：频率；不变.

【点评】了解波的传播特性，在波的传播过程中，波长不变，波速与介质有关，进而周期、频率也和介质发生相对应的变化.

17. (8分) 人的眼球可简化为如图所示的模型，折射率相同、半径不同的两个球体共轴，平行光束宽度为 D ，对称地沿轴线方向射入半径为 R 的小球，会聚在轴线上的 P 点. 取球体的折射率为 $\sqrt{2}$ ，且 $D = \sqrt{2}R$ ，求光线的会聚角 α . (示意图未按比例画出)



【考点】H3：光的折射定律.

【专题】11：计算题；22：学科综合题；32：定量思想；4F：几何法；54D：光的折射专题.

【分析】先根据几何关系求出入射角，由折射定律求得折射角，再由几何知识求光线的会聚角 α .

【解答】解：设入射角为 i . 由几何关系得： $\sin i = \frac{D}{2R} = \frac{\sqrt{2}}{2}$,

解得： $i = 45^\circ$

由折射定律有： $n = \frac{\sin i}{\sin r}$,

解得折射角为： $r=30^\circ$

且由几何关系有： $i=r+\frac{\alpha}{2}$,

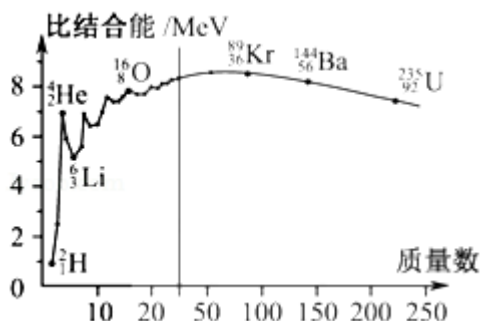
解得： $\alpha=30^\circ$

答：光线的会聚角 α 是 30° .

【点评】 本题是光的折射定律和数学知识的综合应用，运用几何知识得到 α 与折射角 r 的关系是解题的关键.

C[选修 3-5] (12 分)

18. 原子核的比结合能曲线如图所示，根据该曲线，下列判断中正确的有 ()



- A. ${}^4_2\text{He}$ 核的结合能约为 14MeV
- B. ${}^4_2\text{He}$ 核比 ${}^6_3\text{Li}$ 核更稳定
- C. 两个 ${}^1_1\text{H}$ 核结合成 ${}^4_2\text{He}$ 核时释放能量
- D. ${}^{238}_{92}\text{U}$ 核中核子的平均结合能比 ${}^{60}_{36}\text{Kr}$ 核中的大

【考点】 JE: 原子核的结合能.

【专题】 31: 定性思想; 45: 归纳法; 54P: 爱因斯坦的质能方程应用专题.

【分析】 由图得出氦核的比结合能，抓住比结合能等于结合能与核子数的比值得出氦核的结合能；比结合能越大，原子核越稳定，通过图示得出比结合能的大小。

【解答】 解：A、由图可知，氦核的结合能大约为 7MeV，氦核的核子数为 4，则氦核的结合能大约为 28MeV，故 A 错误。

B、比结合能越大，原子核越稳定，由图可知，氦核的比结合能大，则 ${}^4_2\text{He}$ 核比 ${}^6_3\text{Li}$ 核更稳定，故 B 正确。

C、两个 ${}^1_1\text{H}$ 核结合成 ${}^4_2\text{He}$ 核时有质量亏损，释放能量，故 C 正确。

D、由图可知， ${}_{92}^{235}\text{U}$ 核中核子的平均结合能比 ${}_{36}^{89}\text{Kr}$ 核中的小，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查了结合能和比结合能的基本运用，知道结合能与比结合能的关系，知道比结合能越大，原子核越稳定。

19. 质子 (${}^1_1\text{H}$) 和 α 粒子 (${}^4_2\text{He}$) 被加速到相同动能时，质子的动量小于 (选填“大于”、“小于”或“等于”) α 粒子的动量，质子和 α 粒子的德布罗意波波长之比为 2: 1 .

【考点】IB: 概率波.

【专题】32: 定量思想; 43: 推理法; 54R: 电磁场理论和电磁波.

【分析】根据 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 、 $P = mv$ 得到动能与动量的关系，然后根据公式 $\lambda = \frac{h}{p}$ 比较物质波的波长.

【解答】解：动能与动量的关系为： $P = \sqrt{2mE_k}$,

物质波的波长： $\lambda = \frac{h}{p}$,

联立得到： $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$,

质子 (${}^1_1\text{H}$) 和 α 粒子 (${}^4_2\text{He}$) 质量之比为 1: 4，故物质波的波长之比为 2: 1;

故答案为：小于，2: 1.

【点评】该题考查德布罗意波波长，关键是记住公式 $\lambda = \frac{h}{p}$ ，同时要能够推导出动量与动能的关系分析，基础题目.

20. 甲、乙两运动员在做花样滑冰表演，沿同一直线相向运动，速度大小都是 1m/s，甲、乙相遇时用力推对方，此后都沿各自原方向的反方向运动，速度大小分别为 1m/s 和 2m/s. 求甲、乙两运动员的质量之比.

【考点】53: 动量守恒定律.

【专题】11: 计算题; 22: 学科综合题; 32: 定量思想; 4T: 寻找守恒量法; 52F: 动量定理应用专题.

【分析】甲、乙相遇时用力推对方的过程系统的动量守恒，应用动量守恒定律可以求出甲、乙质量之比。

【解答】解：甲、乙相遇时用力推对方的过程系统动量守恒，以甲的初速度方向为正方向，由动量守恒定律得：

$$m_{\text{甲}}v_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}v_{\text{乙}} = m_{\text{甲}}v_{\text{甲}}' + m_{\text{乙}}v_{\text{乙}}' ,$$

代入得： $m_{\text{甲}} \times 1 + m_{\text{乙}} \times (-1) = m_{\text{甲}} \times (-1) + m_{\text{乙}} \times 2$ ，

解得： $m_{\text{甲}} : m_{\text{乙}} = 3 : 2$ 。

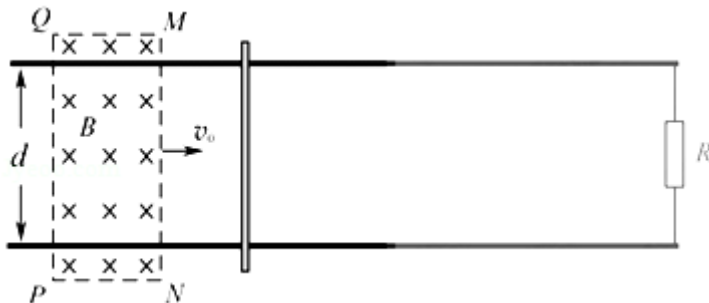
答：甲、乙两运动员的质量之比是 3：2。

【点评】本题的关键是要明确系统的动量守恒，应用动量守恒定律即可正确解题，解题时要注意正方向的选择，注意各人的速度方向。

四、计算题：本题共 3 小题，共计 47 分。解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

21. (15 分) 如图所示，两条相距 d 的平行金属导轨位于同一水平面内，其右端接一阻值为 R 的电阻。质量为 m 的金属杆静置在导轨上，其左侧的矩形匀强磁场区域 $MNPQ$ 的磁感应强度大小为 B 、方向竖直向下。当该磁场区域以速度 v_0 匀速地向右扫过金属杆后，金属杆的速度变为 v 。导轨和金属杆的电阻不计，导轨光滑且足够长，杆在运动过程中始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触。求：

- (1) MN 刚扫过金属杆时，杆中感应电流的大小 I ；
- (2) MN 刚扫过金属杆时，杆的加速度大小 a ；
- (3) PQ 刚要离开金属杆时，感应电流的功率 P 。



【考点】BB：闭合电路的欧姆定律；BG：电功、电功率；D9：导体切割磁感线时的感应电动势。

【专题】11：计算题；22：学科综合题；31：定性思想；43：推理法；53C：电磁感应与

电路结合.

【分析】(1) 根据电磁感应定律的公式可得知产生的电动势, 结合闭合电路的欧姆定律, 即可求得 MN 刚扫过金属杆时, 杆中感应电流的大小 I;

(2) 根据第一问求得的电流, 利用安培力的公式, 结合牛顿第二定律, 即可求得 MN 刚扫过金属杆时, 杆的加速度大小 a;

(3) 首先要得知, PQ 刚要离开金属杆时, 杆切割磁场的速度, 即为两者的相对速度, 然后结合感应电动势的公式以及功率的公式即可得知感应电流的功率 P.

【解答】解: (1) MN 刚扫过金属杆时, 杆上产生的感应电动势为: $E=Bdv_0$,

$$\text{感应电流为: } I=\frac{E}{R}$$

$$\text{联立解得: } I=\frac{Bdv_0}{R}$$

(2) MN 刚扫过金属杆时, 杆受到的安培力为: $F=BI d$

由牛顿第二定律有: $F=ma$

$$\text{联立解得: } a=\frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$$

(3) PQ 刚要离开金属杆时, 金属杆切割磁感线的速度为: $v' =v_0 - v$

则感应电动势为: $E' =Bd (v_0 - v)$

$$\text{电功率为: } P=\frac{E'^2}{R}$$

$$\text{解得: } P=\frac{B^2 d^2 (v_0 - v)^2}{R}$$

答: (1) MN 刚扫过金属杆时, 杆中感应电流的大小 I 为 $\frac{Bdv_0}{R}$;

(2) MN 刚扫过金属杆时, 杆的加速度大小 a 为 $\frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$;

(3) PQ 刚要离开金属杆时, 感应电流的功率 P 为 $\frac{B^2 d^2 (v_0 - v)^2}{R}$

【点评】该题是一道较为综合的题, 考查了电磁感应, 闭合电路的欧姆定律以及电功率.

对于法拉第电磁感应定律是非常重要的考点，经常入选高考物理压轴题，平时学习时要从以下几方面掌握。

(1) 切割速度 v 的问题

切割速度的大小决定了 E 的大小，切割速度是由导体棒的初速度与加速度共同决定的。同时还要注意磁场和金属棒都运动的情况，切割速度为相对运动的速度；不难看出，考电磁感应的问题，十之八九会用到牛顿三大定律与直线运动的知识。

(2) 能量转化的问题

电磁感应主要是将其他形式能量（机械能）转化为电能，可由于电能的不可保存性，很快又会想着其他形式能量（焦耳热等等）转化。

(3) 安培力做功的问题

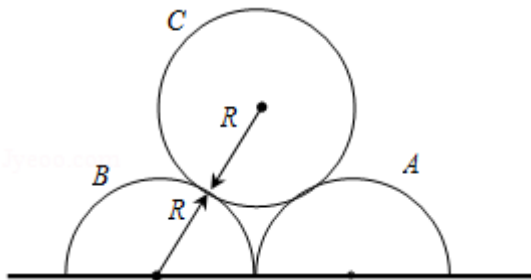
电磁感应中，安培力做的功全部转化为系统全部的热能，而且任意时刻安培力的功率等于系统中所有电阻的热功率。

(4) 动能定理的应用

动能定理当然也能应用在电磁感应中，只不过同学们要明确研究对象，我们大多情况下是通过导体棒的。固定在轨道上的电阻，速度不会变化，显然没有用动能定理研究的必要。

22. (16分) 如图所示，两个半圆柱 A、B 紧靠着静置于水平地面上，其上有一光滑圆柱 C，三者半径均为 R 。C 的质量为 m ，A、B 的质量都为 $\frac{m}{2}$ ，与地面的动摩擦因数均为 μ 。现用水平向右的力拉 A，使 A 缓慢移动，直至 C 恰好降到地面。整个过程中 B 保持静止。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。求：

(1) 未拉 A 时，C 受到 B 作用力的大小 F ；
 (2) 动摩擦因数的最小值 μ_{\min} ；
 (3) A 移动的整个过程中，拉力做的功 W 。



【考点】29：物体的弹性和弹力；3C：共点力的平衡；62：功的计算；65：动能定理。

【专题】11：计算题；22：学科综合题；32：定量思想；4C：方程法；52D：动能定理的应用专题。

【分析】(1) 根据共点力的平衡条件求解 C 受到 B 作用力的大小 F；

(2) 先根据共点力平衡条件求解 B 受到 C 水平方向最大压力，再求出 B 对地面的压力，根据摩擦力的计算公式求解；

(3) 根据动能定理求解 A 移动的整个过程中，拉力做的功 W。

【解答】解：(1) C 受力平衡，如图所示

根据平衡条件可得： $2F\cos 30^\circ = mg$,

解得 C 受到 B 作用力的大小为： $F = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ；

(2) C 恰好降落到地面时，B 对 C 支持力最大为 F_m ，如图所示，

则根据力的平衡可得： $2F_m\cos 60^\circ = mg$,

解得： $F_m = mg$ ；

所以最大静摩擦力至少为： $f_m = F_m\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$,

B 对的地面的压力为： $F_N = m_Bg + \frac{1}{2}m_Cg = mg$

B 受地面的摩擦力为： $f = \mu mg$,

根据题意有： $f_m = f$,

解得： $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$,

所以动摩擦因数的最小值为： $\mu_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ；

(3) C 下降的高度为： $h = (\sqrt{3} - 1)R$,

A 的位移为： $x = 2(\sqrt{3} - 1)R$,

摩擦力做功的大小为： $W_f = fx = 2(\sqrt{3} - 1)\mu mgR$,

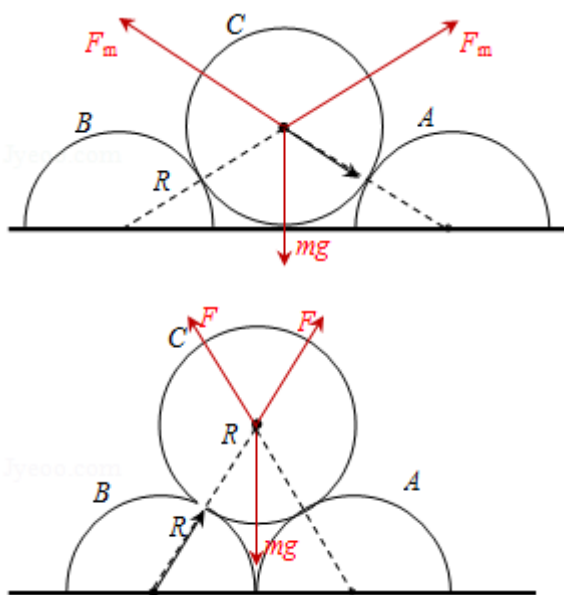
整体根据动能定理有： $W - W_f + mgh = 0$,

解得： $W = (2\mu - 1)(\sqrt{3} - 1)mgR$ 。

答：（1）未拉 A 时，C 受到 B 作用力的大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ；

（2）动摩擦因数的最小值为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ；

（3）A 移动的整个过程中，拉力做的功 W 为 $(2\mu - 1)(\sqrt{3} - 1)mgR$ 。



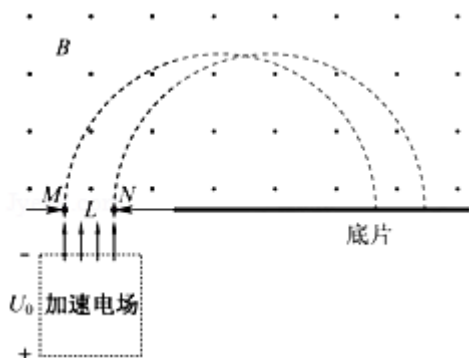
【点评】 本题主要是考查了共点力的平衡和动能定理，解答此类问题的一般步骤是：确定研究对象、进行受力分析、利用平行四边形法则进行力的合成或者是正交分解法进行力的分解，然后在坐标轴上建立平衡方程进行解答。运用动能定理解题时，首先要选取研究过程，然后分析在这个运动过程中哪些力做正功、哪些力做负功，初末动能为多少，根据动能定理列方程解答。

23.（16分）一台质谱仪的工作原理如图所示。大量的甲、乙两种离子飘入电压为 U_0 的加速电场，其初速度几乎为 0，经过加速后，通过宽为 L 的狭缝 MN 沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，最后打到照相底片上。已知甲、乙两种离子的电荷量均为 $+q$ ，质量分别为 $2m$ 和 m ，图中虚线为经过狭缝左、右边界 M、N 的甲种离子的运动轨迹。不考虑离子间的相互作用。

（1）求甲种离子打在底片上的位置到 N 点的最小距离 x ；

（2）在答题卡的图中用斜线标出磁场中甲种离子经过的区域，并求该区域最窄处的宽度 d ；

(3) 若考虑加速电压有波动, 在 $(U_0 - \Delta U)$ 到 $(U_0 + \Delta U)$ 之间变化, 要使甲、乙两种离子在底片上没有重叠, 求狭缝宽度 L 满足的条件。



【考点】 AK: 带电粒子在匀强电场中的运动; CI: 带电粒子在匀强磁场中的运动.

【专题】 11: 计算题; 32: 定量思想; 4C: 方程法; 537: 带电粒子在复合场中的运动专题.

【分析】 (1) 从 M 进入磁场的粒子打在底片上的位置到 N 点距离最小, 由动能定理求出粒子进入磁场的速度, 根据洛伦兹力提供向心力求出轨道半径, 由几何关系即可求解甲种离子打在底片上的位置到 N 点的最小距离 x ;

(2) 就是将一个虚线半圆平移到另一个虚线半圆, 最窄处位于过两虚线交点的垂线上, 把两个虚线圆心找到, 并连接两圆的最高点, 两个圆的最高点的距离为 L , 根据几何关系求解,

(3) 从 M 点射进磁场的最慢甲种离子到底片的距离比从 N 点射入得最快的乙种到达底片的距离要大 L , 两轨迹的直径相差为 L , 列式即可求解;

【解答】 解: (1) 设甲种离子在磁场中的运动半径为 r_1

$$\text{电场加速 } qU_0 = \frac{1}{2} \times 2mv^2 \quad \text{且 } qvB = 2m \frac{v^2}{r_1}$$

$$\text{解得 } r_1 = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{mU_0}{q}}$$

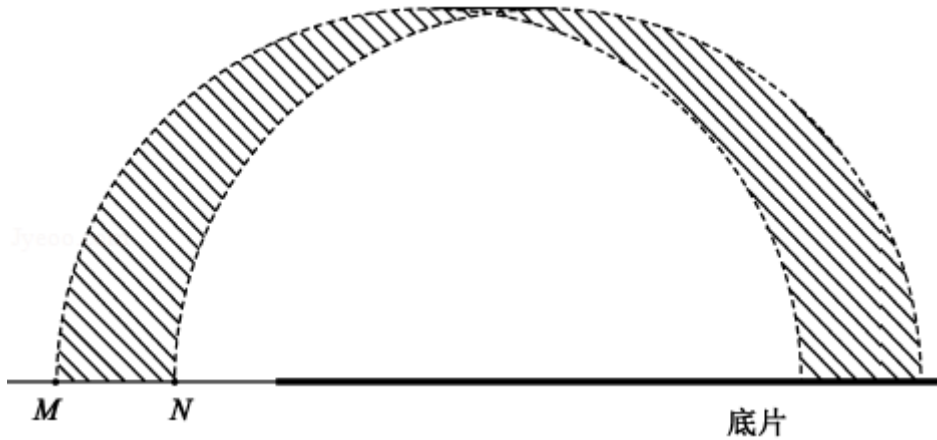
根据几何关系 $x = 2r_1 - L$

$$\text{解得 } x = \frac{4}{B} \sqrt{\frac{mU_0}{q}} - L$$

(2) (见图) 最窄处位于过两虚线交点的垂线上

$$d = r_1 - \sqrt{r_1^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

解得 $d = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{mU_0}{q}} - \sqrt{\frac{4mU_0}{qB^2} - \frac{L^2}{4}}$



(3) 设乙种离子在磁场中的运动半径为 r_2

r_1 的最小半径

$$r_{1min} = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{m(U_0 - \Delta U)}{q}}$$

$$r_2 \text{ 的最大半径 } r_{2max} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2m(U_0 + \Delta U)}{q}}$$

由题意知 $2r_{1min} - 2r_{2max} > L$, 即 $\frac{4}{B} \sqrt{\frac{m(U_0 - \Delta U)}{q}} - \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2m(U_0 + \Delta U)}{q}} > L$

解得 $L < \frac{2}{B} \sqrt{\frac{m}{q}} [2\sqrt{(U_0 - \Delta U)} - \sqrt{2(U_0 + \Delta U)}]$

答：(1) 甲种离子打在底片上的位置到 N 点的最小距离 x 为 $\frac{4}{B} \sqrt{\frac{mU_0}{q}} - L$;

(2) 在答题卡的图中用斜线标出磁场中甲种离子经过的区域如上图所示，该区域最窄处

的宽度 d 为 $\frac{2}{B} \sqrt{\frac{mU_0}{q}} - \sqrt{\frac{4mU_0}{qB^2} - \frac{L^2}{4}}$;

(3) 若考虑加速电压有波动，在 $(U_0 - \Delta U)$ 到 $(U_0 + \Delta U)$ 之间变化，要使甲、乙两种

离子在底片上没有重叠，狭缝宽度 L 满足的条件 $L < \frac{2}{B} \sqrt{\frac{m}{q}} [2$

$$\sqrt{(U_0 - \Delta U)} - \sqrt{2(U_0 + \Delta U)}]$$

【点评】考查动能定理与牛顿第二定律的应用，确定运动半径与电压的关系，这是解题的关键之处，同时注意理解：甲、乙两种离子打在照相底片上的区域不重叠的含义。