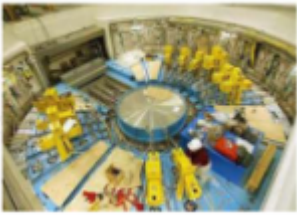


2018 年天津市高考物理试卷解析版

参考答案与试题解析

一、单项选择题（每小题 6 分，共 30 分。每小题给出的四个选项中，只有一个选项是正确的）

- 1.（6 分）国家大科学工程——中国散裂中子源（CSNS）于 2017 年 8 月 28 日首次打靶成功，获得中子束流，可以为诸多领域的研究和工业应用提供先进的研究平台。下列核反应中放出的粒子为中子的是（ ）



- A. ${}_{7}^{14}\text{N}$ 俘获一个 α 粒子，产生 ${}_{8}^{17}\text{O}$ 并放出一个粒子
- B. ${}_{13}^{27}\text{Al}$ 俘获一个 α 粒子，产生 ${}_{15}^{30}\text{P}$ 并放出一个粒子
- C. ${}_{5}^{11}\text{B}$ 俘获一个质子，产生 ${}_{4}^{8}\text{Be}$ 并放出一个粒子
- D. ${}_{3}^{6}\text{Li}$ 俘获一个质子，产生 ${}_{2}^{3}\text{He}$ 并放出一个粒子

【考点】JJ：裂变反应和聚变反应.

【专题】31：定性思想；43：推理法；54O：衰变和半衰期专题.

【分析】依据质量数与电荷数守恒；裂变是较重的原子核分裂成较轻的原子核的反应。

【解答】解：A、 ${}_{7}^{14}\text{N}$ 俘获一个 α 粒子，产生 ${}_{8}^{17}\text{O}$ 后，新粒子的质量数为 $14+4-17=$

1，电荷数为： $7+2-8=1$ ，所以粒子为质子。故 A 错误；

B、 ${}_{13}^{27}\text{Al}$ 俘获一个 α 粒子，产生 ${}_{15}^{30}\text{P}$ 后，粒子的质量数为 $27+4-30=1$ ，电荷数为： $13+2-15=0$ ，所以粒子为中子。故 B 正确；

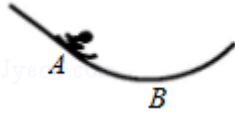
C、 ${}_{5}^{11}\text{B}$ 俘获一个质子，产生 ${}_{4}^{8}\text{Be}$ 后，粒子的质量数为 $11+1-8=4$ ，电荷数为： $5+1-4=2$ ，所以粒子为 α 粒子。故 C 错误；

D、 ${}_{3}^{6}\text{Li}$ 俘获一个质子，产生 ${}_{2}^{3}\text{He}$ 后，粒子的质量数为 $6+1-3=4$ ，电荷数为： $3+1-2=2$ ，所以粒子为 α 粒子。故 D 错误

故选：B。

【点评】考查核反应书写规律，掌握常见的人工核反应的规律，知道质量数与电荷数守恒是解答的关键。

2. (6分) 滑雪运动深受人民群众喜爱。某滑雪运动员(可视为质点)由坡道进入竖直圆面内的圆弧形滑道 AB, 从滑道的 A 点滑行到最低点 B 的过程中, 由于摩擦力的存在, 运动员的速率不变, 则运动员沿 AB 下滑过程中 ()



- A. 所受合外力始终为零
B. 所受摩擦力大小不变
C. 合外力做功一定为零
D. 机械能始终保持不变

【考点】62: 功的计算; 6B: 功能关系.

【专题】31: 定性思想; 43: 推理法; 52Q: 功能关系 能量守恒定律.

【分析】滑雪运动员的速率不变做匀速圆周运动, 加速度不为零, 运动员所受合外力大小不为 0, 对运动员进行受力分析, 结合受力的特点分析摩擦力的变化。摩擦力做功运动员的机械能减小

【解答】解: A、滑雪运动员的速率不变, 而速度方向是变化的, 速度是变化的, 运动员的加速度不为零, 由牛顿第二定律可知, 运动员所受合外力始终不为零。故 A 错误。

B、运动员下滑过程中受到重力、滑道的支持力与滑动摩擦力, 由图可知, 运动员从 A 到 B 的过程中, 滑道与水平方向之间的夹角逐渐减小, 则重力沿斜面向下的分力逐渐减小, 运动员的速率不变, 则运动员沿滑道方向的合外力始终等于 0, 所以滑动摩擦力也逐渐减小。故 B 错误。

C、滑雪运动员的速率不变则动能不变, 由动能定理可知, 合外力对运动员做功为 0。故 C 正确。

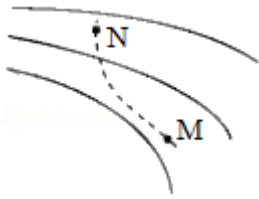
D、运动员从 A 到 B 下滑过程中的动能不变而重力势能减小, 所以机械能减小。故 D 错误。

故选: C。

【点评】本题抓住运动员做的是匀速圆周运动, 速率不变, 而速度、加速度、合外力是变化的。

3. (6分) 如图所示, 实线表示某电场的电场线(方向未标出), 虚线是一带负电的粒子只在电场力作用下的运动轨迹, 设 M 点和 N 点的电势分别为 φ_M 、 φ_N , 粒子在 M 和 N 时加速度大小分别为 a_M 、 a_N , 速度大小分别为 v_M 、 v_N , 电势能分别为 E_{PM} 、 E_{PN} . 下列判

断正确的是 ()



A. $v_M < v_N$, $a_M < a_N$

B. $v_M < v_N$, $\varphi_M < \varphi_N$

C. $\varphi_M < \varphi_N$, $E_{PM} < E_{PN}$

D. $a_M < a_N$, $E_{PM} < E_{PN}$

【考点】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】带电粒子只受电场力作用, 根据运动轨迹可知电场力指向运动轨迹的内侧即斜向右下方, 由于粒子带负电, 因此电场线方向指向左上方; 电势能变化可以通过电场力做功情况判断; 电场线的疏密反应电场的强弱。

【解答】解: 带电粒子所受电场力指向轨迹弯曲的内侧, 根据带负电粒子受力情况可知, 电场线方向斜向左上方, 又沿着电场线方向, 电势逐渐降低, 故 $\varphi_M > \varphi_N$ ①;

若粒子从 M 到 N 过程, 电场力做负功, 动能减小, 电势能增加, 故带电粒子通过 M 点时的速度比通过 N 点时的速度大, 即 $v_M > v_N$ ②,

在 M 点具有的电势能比在 N 点具有的电势能小, 即 $E_{PM} < E_{PN}$ ③;

根据电场线疏密可知, $E_M < E_N$, 根据 $F = Eq$ 和牛顿第二定律可知, $a_M < a_N$ ④;

A、由②④可知, A 错误;

B、由①②可知, B 错误;

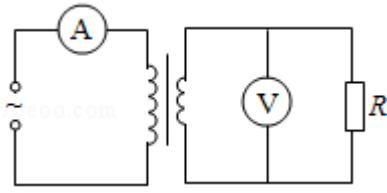
C、由①③可知, C 错误;

D、由③④可知, D 正确;

故选: D。

【点评】解决这类带电粒子在电场中运动的思路是: 根据运动轨迹判断出所受电场力方向, 然后进一步判断电势、电场强度、电势能、动能等物理量的变化。

4. (6分) 教学用发电机能够产生正弦式交变电流。利用该发电机(内阻可忽略)通过理想变压器向定值电阻 R 供电, 电路如图所示, 理想交流电流表 A、理想交流电压表 V 的读数分别为 I、U, R 消耗的功率为 P。若发电机线圈的转速变为原来的 $\frac{1}{2}$, 则 ()



- A. R 消耗的功率变为 $\frac{1}{2}P$
- B. 电压表 V 的读数变为 $\frac{1}{2}U$
- C. 电流表 A 的读数变为 $2I$
- D. 通过 R 的交变电流频率不变

【考点】 E8: 变压器的构造和原理.

【专题】 31: 定性思想; 4C: 方程法; 53A: 交流电专题.

【分析】 根据交流电的产生以及最大值的表达式, 分析交流电的最大值的变化, 结合当结合有效值与最大值之间的关系分析有效值的变化; 结合变压器的特点分析副线圈上的电压的变化、功率的变化以及频率的变化。

【解答】 解: A、B、线圈在匀强磁场中匀速转动, 设线圈的最大横截面积为 S , 磁场的磁感应强度为 B , 线圈转动的角速度为 ω , 则产生的最大电动势为:

$$E_m = nBS\omega$$

原线圈两端的电压等于电动势的有效值, 为: $U_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} E_m = \frac{\sqrt{2}}{2} nBS\omega$

设原副线圈的匝数比为 k , 则副线圈两端的电压为: $U = U_2 = \frac{1}{k} U_1 = \frac{\sqrt{2}}{2k} \cdot nBS\omega \dots \textcircled{1}$

当发电机线圈的转速变为原来的 $\frac{1}{2}$ 时, 有: $E_m' = nBS\omega' = \frac{1}{2} nBS\omega = \frac{1}{2} E_m \dots \textcircled{2}$

副线圈两端的电压为: $U' = \frac{\sqrt{2}}{4k} \cdot nBS\omega \dots \textcircled{3}$

联立①③可知, $\frac{U'}{U} = \frac{1}{2}$, 即电压表的读数变为 $\frac{1}{2}U$;

由: $P = \frac{U^2}{R}$

R 消耗的电功率: $\frac{P'}{P} = \frac{U'^2}{U^2} = \frac{1}{4}$, 即 R 消耗的功率变为 $\frac{1}{4}P$; 故 A 错误, B 正确;

C、由变压器的特点可知, 副线圈消耗的功率为原来的 $\frac{1}{4}$, 则发电机产生的电功率变成原

来的 $\frac{1}{4}$; 由②可知, 线圈产生的电动势是原来的 $\frac{1}{2}$, 由 $P=UI$ 可知, 电流表的读数变成原

来的 $\frac{1}{2}$. 故 C 错误;

D、发电机线圈的转速变为原来的 $\frac{1}{2}$, 则原线圈中电流的频率变成原来的 $\frac{1}{2}$, 所以副线圈

中, 通过 R 的频率变成原来的 $\frac{1}{2}$. 故 D 错误。

故选: B。

【点评】 本题考查了交流电的产生以及变压器的构造和原理, 对交流电来说, 当线圈的角速度减小时, 不仅仅交流电的频率发生变化, 交流电的最大值、有效值都会产生变化。

5. (6分) 氢原子光谱在可见光区域内有四条谱线 H_α 、 H_β 、 H_γ 和 H_δ , 都是氢原子中电子从量子数 $n>2$ 的能级跃迁到 $n=2$ 的能级时发出的光, 它们在真空中的波长由长到短, 可以判定 ()

- A. H_α 对应的前后能级之差最小
- B. 同一介质对 H_α 的折射率最大
- C. 同一介质中 H_δ 的传播速度最大
- D. 用 H_γ 照射某一金属能发生光电效应, 则 H_β 也一定能

【考点】 H3: 光的折射定律; IC: 光电效应.

【专题】 31: 定性思想; 43: 推理法; 54I: 光电效应专题.

【分析】 由波长与频率关系, 可判定四条谱线的频率高低, 从而确定其的能量大小, 再结合跃迁过程中, 释放能量即为前后能级之差, 并由能量大小, 来判定折射率的高低,

再由 $v = \frac{c}{n}$, 来确定传播速度的大小; 最后依据入射光的频率不小于极限频率时, 才会发生光电效应现象。

【解答】解：A、四条谱线 H_{α} 、 H_{β} 、 H_{γ} 和 H_{δ} ，在真空中的波长由长到短，根据 $\gamma = \frac{c}{\lambda}$ ，

可知，四条谱线 H_{α} 、 H_{β} 、 H_{γ} 和 H_{δ} ，的频率是由低到高，那么它们的能量也是由小到大，而 $\Delta E = E_m - E_n = h\gamma$ ，则 H_{α} 对应的前后能级之差最小，故 A 正确；

B、当在同一介质，由于 H_{δ} ，能量最大，那么其的折射率也最大，而对 H_{α} 的折射率最小，故 B 错误；

C、在同一介质中， H_{δ} 的折射率最大，由 $v = \frac{c}{n}$ ，可知，其传播速度最小，故 C 错误；

D、若用 H_{γ} 照射某一金属能发生光电效应，由于 H_{β} 的能量小于 H_{γ} ，即 H_{β} 的频率小于 H_{γ} ，依据光电效应发生条件，其入射频率不小于极限频率则 H_{β} 不一定能，故 D 错误；
故选：A。

【点评】考查跃迁过程中能级的高低，掌握频率的大小与折射率的高低的关系，理解光电效应发生条件。

二、不定项选择题（每小题 6 分，共 18 分。每小题给出的四个选项中，都有多个选项是正确的。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，选错或不答的得 0 分）

6.（6 分）2018 年 2 月 2 日，我国成功将电磁监测试验卫星“张衡一号”发射升空，标志我国成为世界上少数拥有在轨运行高精度地球物理场探测卫星的国家之一。通过观测可以得到卫星绕地球运动的周期，并已知地球的半径和地球表面处的重力加速度。若将卫星绕地球的运动看作是匀速圆周运动，且不考虑地球自转的影响，根据以上数据可以计算出卫星的（ ）



- A. 密度
B. 向心力的大小
C. 离地高度
D. 线速度的大小

【考点】4F：万有引力定律及其应用；4H：人造卫星。

【专题】31：定性思想；4C：方程法；529：万有引力定律在天体运动中的应用专题。

【分析】卫星绕地球做圆周运动，万有引力提供向心力，应用万有引力公式与牛顿第二定律求出线速度、向心加速度、重力加速度，然后答题。

【解答】解：A、设观测可以得到卫星绕地球运动的周期为 T ，地球的半径为 R ，地球表面的重力加速度为 g ；

地球表面的重力由万有引力提供，所以： $mg = \frac{GMm}{R^2}$

等号的两侧都有卫星得质量 m ，所以不能求出卫星的质量，就不能求出卫星的密度。故 A 错误；

B、题目中没有告诉卫星的质量，不能求出卫星受到的向心力。故 B 错误；

C、根据万有引力提供向心力，由牛顿第二定律得： $\frac{GMm}{(R+h)^2} = m(\frac{2\pi}{T})^2 (R+h)$

解得： $h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R = \sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}} - R$ 可以求出卫星的高度。故 C 正确；

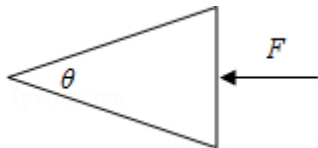
D、由牛顿第二定律得： $\frac{GMm}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h}$

解得： $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{\sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}}}}$ ，可知可以求出卫星的线速度。故 D 正确

故选：CD。

【点评】本题考查了人造卫星的应用，知道万有引力提供向心力是解题的关键，应用万有引力公式与牛顿第二定律可以解题。

7. (6分) 明朝谢肇淛的《五杂俎》中记载：“明姑苏虎丘寺塔倾侧，议欲正之，非万缗不可。一游僧见之曰：无烦也，我能正之。”游僧每天将木楔从塔身倾斜一侧的砖缝间敲进去，经月余扶正了塔身。假设所用的木楔为等腰三角形，木楔的顶角为 θ ，现在木楔背上加一力 F ，方向如图所示，木楔两侧产生推力 F_N ，则 ()



- A. 若 F 一定， θ 大时 F_N 大
 B. 若 F 一定， θ 小时 F_N 大
 C. 若 θ 一定， F 大时 F_N 大
 D. 若 θ 一定， F 小时 F_N 大

【考点】2G：力的合成与分解的运用。

【专题】31：定性思想；4C：方程法；527：共点力作用下物体平衡专题。

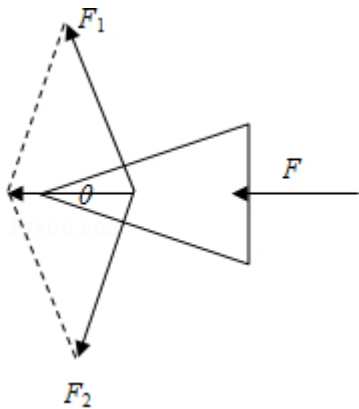
【分析】 由于木楔处在静止状态，故可将力 F 沿与木楔的斜面垂直且向上的方向进行分解，根据平行四边形定则，画出力 F 按效果分解的图示。并且可据此求出木楔对两边产生的压力。

【解答】 解：选木楔为研究对象，木楔受到的力有：水平向左的 F 、和两侧给它的与木楔的斜面垂直的弹力，由于木楔处于平衡状态，所以两侧给它的与木楔的斜面垂直的弹力与 F 沿两侧分解的分力是相等的，力 F 的分解如图：

$$\text{则： } F = F_1 \cos(90^\circ - \frac{\theta}{2}) + F_2 \cos(90^\circ - \frac{\theta}{2}) = 2F_1 \cos(90^\circ - \frac{\theta}{2}) = 2F_1 \sin \frac{\theta}{2}$$

$$\text{所以： } F_1 = \frac{F}{2\sin \frac{\theta}{2}}$$

由公式可知，当 F 一定， θ 小时 F_N 大；当 θ 一定， F 大时 F_N 大。故 AD 错误，BC 正确
 故选：BC。



【点评】 对力进行分解时，一定要分清力的实际作用效果的方向如何，再根据平行四边形定则或三角形定则进行分解即可。

8. (6分) 一振子沿 x 轴做简谐运动，平衡位置在坐标原点。 $t=0$ 时振子的位移为 -0.1m ， $t=1\text{s}$ 时位移为 0.1m ，则 ()

A. 若振幅为 0.1m ，振子的周期可能为 $\frac{2}{3}\text{s}$

B. 若振幅为 0.1m ，振子的周期可能为 $\frac{4}{5}\text{s}$

C. 若振幅为 0.2m ，振子的周期可能为 4s

D. 若振幅为 0.2m ，振子的周期可能为 6s

【考点】72：简谐运动的振幅、周期和频率.

【专题】32：定量思想；4C：方程法；51D：振动图像与波动图像专题.

【分析】 $t=0$ 时刻振子的位移 $x = -0.1\text{m}$ ， $t=1\text{s}$ 时刻 $x=0.1\text{m}$ ，关于平衡位置对称；如果振幅为 0.1m ，则 1s 为半周期的奇数倍；如果振幅为 0.2m ，分靠近平衡位置和远离平衡位置分析。

【解答】解：A、B、 $t=0$ 时刻振子的位移 $x = -0.1\text{m}$ ， $t=1\text{s}$ 时刻 $x=0.1\text{m}$ ，如果振幅为

0.1m ，则： $(n+\frac{1}{2})T=t$

$$\text{解得：} T = \frac{2t}{2n+1} = \frac{2}{2n+1}$$

当 $n=0$ 时， $T=2\text{s}$ ；

当 $n=1$ 时， $T=\frac{2}{3}\text{s}$ ；

当 $n=2$ 时， $T=\frac{2}{5}\text{s}$

故 A 正确，B 错误；

C、D、 $t=0$ 时刻振子的位移 $x = -0.1\text{m}$ ， $t=4\text{s}$ 时刻 $x=0.1\text{m}$ ，如果振幅为 0.2m ，结合位移时间关系图象，有：

$$t = \frac{T}{2} + nT \quad \text{①}$$

$$\text{或者 } t = \frac{5}{6}T + nT \quad \text{②}$$

$$\text{或者 } t = \frac{T}{6} + nT \quad \text{③}$$

对于①式，当 $n=0$ 时， $T=2\text{s}$ ；

对于①式，当 $n=1$ 时， $T=\frac{2}{3}\text{s}$ ；

对于②式，当 $n=0$ 时， $T=\frac{6}{5}\text{s}$ ；

对于②式，当 $n=1$ 时， $T=\frac{6}{11}\text{s}$

对于③式，当 $n=0$ 时， $T=6\text{s}$ ；

对于③式，当 $n=1$ 时， $T=\frac{6}{7}\text{s}$

故 C 错误，D 正确；

故选：AD。

【点评】本题中，0 时刻和 1s 时刻的速度有两种方向，考虑 4 种情况，还要考虑多解性，不难。

三、非选择题。本题共 4 题，共 72 分。

9. (4 分) 质量为 0.45kg 的木块静止在光滑水平面上，一质量为 0.05kg 的子弹以 200m/s 的水平速度击中木块，并留在其中，整个木块沿子弹原方向运动，则木块最终速度的大小是 20 m/s。若子弹在木块中运动时受到的平均阻力为 $4.5 \times 10^3\text{N}$ ，则子弹射入木块的深度为 0.2 m。

【考点】53：动量守恒定律；6B：功能关系。

【专题】12：应用题；32：定量思想；4C：方程法；52G：动量和能量的综合。

【分析】以整体为研究对象，水平方向根据动量守恒定律求解木块最终的速度大小；根据能量守恒定律求解子弹射入木块的深度。

【解答】解：木块的质量 $M=0.45\text{kg}$ ，子弹的质量为 $m=0.05\text{kg}$ ，初速度为 $v_0=200\text{m/s}$ ，二者组成的系统水平方向动量守恒，设子弹初速度方向为正方向，根据动量守恒定律可得：

$$mv_0 = (m+M)v$$

解得木块最终速度的大小 $v = \frac{mv_0}{m+M} = \frac{0.05}{0.05+0.45} \times 200\text{m/s} = 20\text{m/s}$ ；

设子弹射入木块的深度为 d ，根据能量守恒定律可得：

$$fd = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2,$$

解得： $d=0.2\text{m}$ 。

故答案为：20；0.2。

【点评】本题主要是考查了动量守恒定律；对于动量守恒定律，其守恒条件是：系统不

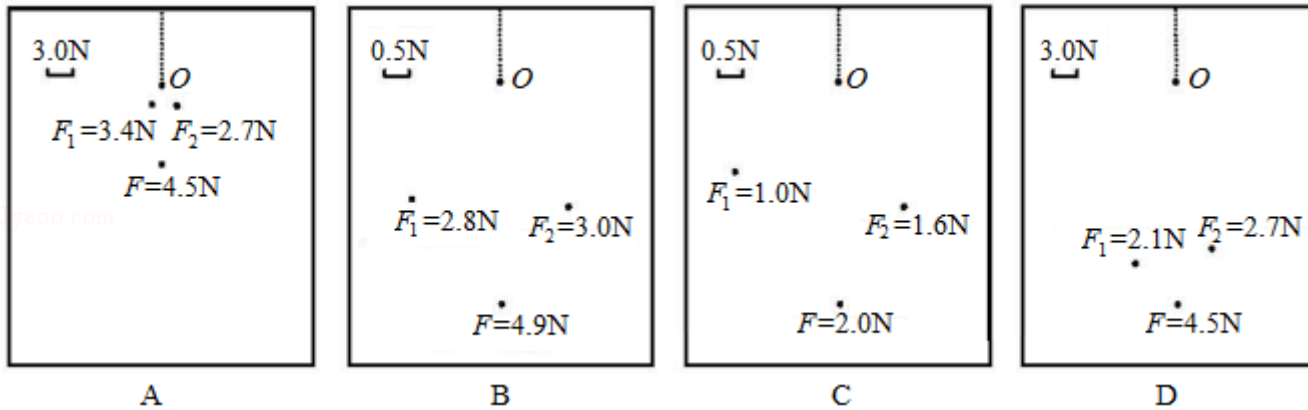
受外力作用或某一方向不受外力作用；解答时要首先确定一个正方向，利用碰撞前系统的动量和碰撞后系统的动量相等列方程进行解答。

10. (4分) 某研究小组做“验证力的平行四边形定则”实验，所有器材有：方木板一块，白纸，量程为5N的弹簧测力计两个，橡皮条（带两个较长的细绳套），刻度尺，图钉（若干个）。

①具体操作前，同学们提出了如下关于实验操作的建议，其中正确的有 BC。

- A. 橡皮条应和两绳套夹角的角平分线在一条直线上
- B. 重复实验再次进行验证时，结点O的位置可以与前一次不同
- C. 使用测力计时，施力方向应沿测力计轴线；读数时视线应正对测力计刻度
- D. 用两个测力计互成角度拉橡皮条时的拉力必须都小于只用一个测力计的拉力

②该小组的同学用同一套器材做了四次实验，白纸上留下的标注信息有结点位置O、力的标度、分力和合力的大小及表示力的作用线的点，如下图所示。其中对于提高实验精度最有利的是 B。



【考点】M3：验证力的平行四边形定则。

【专题】13：实验题；23：实验探究题；31：定性思想；49：合成分解法；526：平行四边形法则图解法专题。

【分析】做探究共点力合成的规律实验：我们是让两个力拉橡皮条和一个力拉橡皮条产生的作用效果相同，测出两个力的大小和方向以及一个力的大小和方向，用力的图示画出这三个力，用平行四边形做出两个力的合力的理论值，和那一个力（实际值）进行比较。用平行四边形画出来的是理论值，和橡皮筋同线的那个是实际值。由此结合实验过程中需要注意的事项依次分析即可。

【解答】解：（1）A、 F_1 、 F_2 方向间夹角大小适当即可，不一定要橡皮条应和两绳套夹

角的角平分线在一条直线上，故 A 错误；

B、合力与分力的关系为等效替代的关系，效果是相同的，所以在同一次实验时，需要让两个力拉橡皮条和一个力拉橡皮条产生的作用效果相同，则必定结点 O 的位置要相同；

而在重复实验再次进行验证时，结点 O 的位置可以与前一次不同。故 B 正确；

C、使用测力计时，施力方向应沿测力计轴线，可以减小因摩擦产生的误差；读数时视线应正对测力计刻度，可以减小偶然误差。故 C 正确；

D、用两个测力计互成角度拉橡皮条时的拉力不一定必须都小于只用一个测力计的拉力，故 D 错误；

故选：BC

(2) A、为了便于确定拉力的方向，拉橡皮条的细绳要稍长一些，同时在纸上描点时，所描的点不要太靠近结点，该图中所描的点太靠近结点。故 A 错误；

B、该图中所描的点到结点的距离适中，力的大小适中，而且两个力的角度的大小也适中。故 B 正确；

C、实验要方便、准确，两分力适当大点，读数时相对误差小，但不宜太大，该图中的读数都太小，故 C 错误；

D、该图中两个分力之间的夹角太小，这样误差容易大，故 D 错误；

故选：B

故答案为：(1) BC；(2) B

【点评】在“验证力的平行四边形定则”实验中，我们要知道分力和合力的效果是等同的，这要求同学们对于基础知识要熟练掌握并能正确应用，加强对基础实验理解，同时要理解会给实验带来误差的因素。

11. (10 分) 某同学用伏安法测定待测电阻 R_x 的阻值 (约为 $10k\Omega$)，除了 R_x 、开关 S、导线外，还有下列器材供选用：

A. 电压表 (量程 $0\sim 1V$ ，内阻约 $10k\Omega$)

B. 电压表 (量程 $0\sim 10V$ ，内阻约 $100k\Omega$)

C. 电流表 (量程 $0\sim 1mA$ ，内阻约 30Ω)

D. 电流表 (量程 $0\sim 0.6A$ ，内阻约 0.05Ω)

E. 电源 (电动势 $1.5V$ ，额定电流 $0.5A$ ，内阻不计)

F. 电源 (电动势 $12V$ ，额定电流 $2A$ ，内阻不计)

G. 滑动变阻器 R_0 (阻值范围 $0\sim 10\Omega$ ，额定电流 $2A$)

①为使测量尽量准确，电压表选用 B，电流表选用 C，电源选用 F。（均填器材的字母代号）

②画出测量 R_x 阻值的实验电路图。

③该同学选择器材、连接电路和操作均正确，从实验原理上看，待测电阻测量值会 大于 其真实值（填“大于”、“小于”或“等于”），原因是 电压表的读数大于待测电阻两端实际电压。

【考点】N6：伏安法测电阻。

【专题】13：实验题；23：实验探究题；31：定性思想；46：实验分析法；535：恒定电流专题。

【分析】①分析给出的仪表，根据安全和准确性原则进行分析，从而确定应选择的测量仪表；

②根据实验原理确定实验电路图，明确分压接法和内外接法的正确应用；

③分析电路图，根据电表内阻的影响进行分析，明确误差情况和原因。

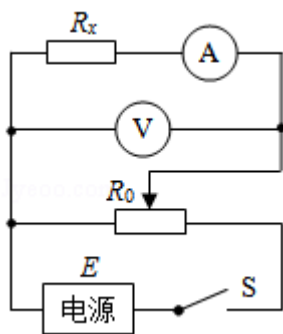
【解答】解：①因待测电阻阻值较大，为了准确测量，应采用较大的电动势，故选电动势为 12V 的电源 F；电压表选择 10V 的量程，最大电流 I 约为：

$$I = \frac{10}{10000} = 0.001\text{A} = 1\text{mA}，\text{故电流表选择 C；}$$

②因给出的滑动变阻器总阻值较小，所以应采用分压接法，同时因待测电阻较大，为了准确测量，电流表选择内接法，故电路图如图所示；

③因本实验采用电流表内接法，由于电流表分压影响，电压表测量值将大于真实值，由欧姆定律可知，电阻测量值将大于真实值；

故答案为：①B；C；F；②如图所示；③大于；电压表的读数大于待测电阻两端的实际电压。



【点评】遇到电学实验问题应明确：①通过求出待测电阻的最大电流来选择电流表量程；

②明确“大内偏大，小外偏小”的电流表接法和误差情况分析；③若变阻器的全电阻能满足电路电阻要求时，变阻器可以采用限流式接法。

12. (16分) 我国自行研制、具有完全自主知识产权的新一代大型喷气式客机 C919 首飞成功后，拉开了全面试验试飞的新征程。假设飞机在水平跑道上的滑跑是初速度为零的匀加速直线运动，当位移 $x=1.6 \times 10^3\text{m}$ 时才能达到起飞所要求的速度 $v=80\text{m/s}$ 。已知飞机质量 $m=7.0 \times 10^4\text{kg}$ ，滑跑时受到的阻力为自身重力的 0.1 倍，重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ 。求飞机滑跑过程中

- (1) 加速度 a 的大小；
- (2) 牵引力的平均功率 P 。



【考点】 1E：匀变速直线运动的位移与时间的关系； 37：牛顿第二定律。

【专题】 11：计算题； 22：学科综合题； 32：定量思想； 4C：方程法； 52H：力学三大知识结合的综合问题。

【分析】 (1) 飞机起飞滑行过程简化为初速度为零的匀加速直线运动，根据匀变速直线运动的速度位移公式求出飞机滑行过程的加速度。

(2) 由 $v=at$ 求飞机滑行的时间 t ；根据动能定理求出牵引力做的功，由平均功率的表达式即可求出平均功率。

【解答】 解：(1) 根据速度位移公式得， $v^2=2as$
代入数据得 $a=2\text{m/s}^2$ 。

(2) 由 $v=at$ 得：

$$t = \frac{v}{a} = \frac{80}{2} = 40\text{s}$$

飞机受到的阻力： $F_{\text{阻}}=0.1mg$

设牵引力做的功为 W ，则由动能定理可得： $W - F_{\text{阻}} \cdot x = \frac{1}{2}mv^2$

牵引力的平均功率： $P = \frac{W}{t}$

代入数据联立可得： $P = 8.4 \times 10^6 \text{W}$

答：（1）飞机滑行过程中加速度大小 a 是 2m/s^2 ；

（2）牵引力的平均功率是 $8.4 \times 10^6 \text{W}$ 。

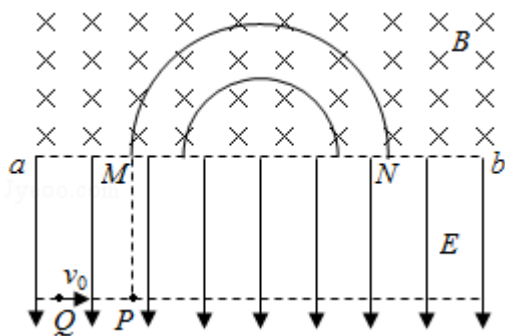
【点评】 解决本题的关键掌握匀变速直线运动的速度位移公式，并能灵活运用，要知道加速度是联系力和运动的桥梁。

13.（18分）如图所示，在水平线 ab 的下方有一匀强电场，电场强度为 E ，方向竖直向下， ab 的上方存在匀强磁场，磁感应强度为 B ，方向垂直纸面向里。磁场中有一内、外半径分别为 R 、 $\sqrt{3}R$ 的半圆环形区域，外圆与 ab 的交点分别为 M 、 N 。一质量为 m 、电荷量为 q 的带负电粒子在电场中 P 点静止释放，由 M 进入磁场，从 N 射出。不计粒子重力。

（1）求粒子从 P 到 M 所用的时间 t ；

（2）若粒子从与 P 同一水平线上的 Q 点水平射出，同样能由 M 进入磁场，从 N 射出。

粒子从 M 到 N 的过程中，始终在环形区域中运动，且所用的时间最少，求粒子在 Q 时速度 v_0 的大小。



【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；22：学科综合题；31：定性思想；4C：方程法；536：带电粒子在磁场中的运动专题。

【分析】（1）根据洛伦兹力提供向心力即可求出粒子到达 M 点的速度，然后结合动量定理即可求出粒子在电场中运动的时间；

（2）由圆周运动的条件与临界条件，求出粒子到达 M 的速度，然后由动能定理即可求出。

【解答】解：（1）设粒子第一次在磁场中运动的速度为 v ，粒子在磁场中受到的洛伦兹力

提供向心力，可得：

$$qvB = \frac{mv^2}{\sqrt{3}R}$$

可得： $v = \frac{\sqrt{3}qBR}{m}$

粒子在电场中受到的电场力为 qE ，设运动的时间为 t ，则：

$$qEt = mv - 0$$

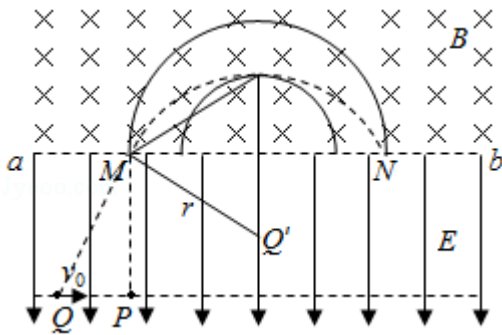
联立可得： $t = \frac{\sqrt{3}BR}{E}$

(2) 粒子在磁场中做匀速圆周运动的过程中，其周期： $T = \frac{2\pi m}{qB}$ ，可知粒子在磁场中运

动的周期与其速度、半径都无关；

根据： $\frac{t_0}{T} = \frac{\theta}{2\pi}$

可知粒子在磁场中运动的时间由轨迹的圆弧对应的圆心角有关，圆心角越小，则时间越短；所以当轨迹与内圆相切时，所用的时间最短，设粒子此时的半径为 r ，如图：



由几何关系可得： $(r - R)^2 + (\sqrt{3}R)^2 = r^2$

设粒子进入磁场时速度的方向与 ab 的夹角为 θ ，则圆弧所对的圆心角为 2θ ，由几何关系可得：

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

粒子从 Q 点抛出后做类平抛运动，在电场方向向上的分运动与从 P 释放后的情况相同，所以粒子进入磁场时，沿竖直方向的分速度同样也为 v ，在垂直于电场方向的分速度始终

为 v_0 ，则：

$$\tan\theta = \frac{v}{v_0}$$

联立可得： $v_0 = \frac{qBR}{m}$

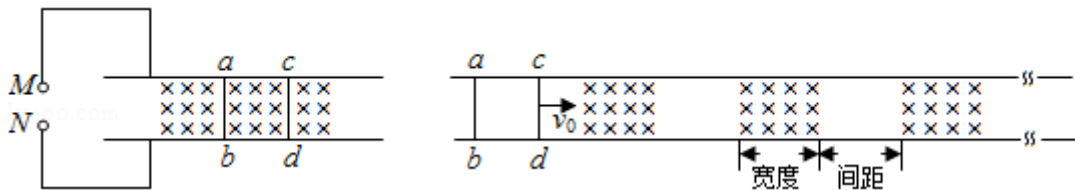
答：（1）粒子从 P 到 M 所用的时间是 $\frac{\sqrt{3}BR}{E}$ ；

（2）所用的时间最少时，粒子在 Q 时速度 v_0 的大小是 $\frac{qBR}{m}$ 。

【点评】 本题考查带电粒子在电场、磁场中两运动模型：匀速圆周运动与类平抛运动，及相关的综合分析能力，以及空间想像的能力，应用数学知识解决物理问题的能力等，其中正确判断出临界条件是解答第二问的关键。

14. (20 分) 真空管道超高速列车的动力系统是一种将电能直接转换成平动动能的装置。图 1 是某种动力系统的简化模型，图中粗实线表示固定在水平面上间距为 1 的两条平行光滑金属导轨，电阻忽略不计。ab 和 cd 是两根与导轨垂直、长度均为 1、电阻均为 R 的金属棒，通过绝缘材料固定在列车底部，并与导轨良好接触，其间距也为 1，列车的总质量为 m。列车启动前，ab、cd 处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下，如图 1 所示。为使列车启动，需在 M、N 间连接电动势为 E 的直流电源，电源内阻及导线电阻忽略不计。列车启动后电源自动关闭。

- (1) 要使列车向右运行，启动时图 1 中 M、N 哪个接电源正极，并简要说明理由；
- (2) 求刚接通电源时列车加速度 a 的大小；
- (3) 列车减速时，需在前方设置如图 2 所示的一系列磁感应强度为 B 的匀强磁场区域，磁场宽度和相邻磁场间距均大于 1。若某时刻列车的速度为 v_0 ，此时 ab、cd 均在无磁场区域，试讨论：要使列车停下来，前方至少需要多少块这样的有界磁场？



【考点】 37：牛顿第二定律；51：动量 冲量；52：动量定理；D9：导体切割磁感线时的感应电动势。

【专题】12：应用题；31：定性思想；4C：方程法；539：电磁感应中的力学问题.

【分析】(1) 列车向右运动可知所受安培力向右，根据左手定则确定电流方向，再根据电流方向确定 MN 谁接电源正极；

(2) 根据欧姆定律求得导体棒中的电流大小，再根据 $F=BIL$ 求得安培力的大小，最后根据牛顿第二定律求得电源刚接通时列车的加速度 a ；

(3) 列车通过磁场区域时，穿过回路的磁通量发生变化，回路中产生感应电流，求得穿过一个有界磁场过程中感应电流引起的安培力的冲量大小，再根据使列车停下所需的总冲量大小(由动量定理得)，根据两者的比值确定需要多少块有界磁场才可以使列车停下。

【解答】解：(1) M 接电压正极，列车要向右运动，安培力方向向右，根据左手定则，接通电源后，金属棒中电流方向由 a 到 b、由 c 到 d，故 M 接电源正极。

(2) 由题意，启动时 ab、cd 并联，设回路总电阻为 $R_{\text{总}}$ ，由电阻的串并联知识可得：

$$R_{\text{总}} = \frac{R}{2}$$

设回路总电流为 I ，根据闭合电路欧姆定律有：

$$I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$$

设两根金属棒所受安培力之和为 F ，有：

$$F = BIL$$

根据牛顿第二定律有：

$$F = ma$$

$$\text{得： } a = \frac{F}{m} = \frac{BIL}{m} = \frac{2BEI}{mR}$$

(3) 设列车减速时，cd 进入磁场后经 Δt 时间 ab 恰好进入磁场，此过程中穿过金属棒与导轨所围回路的磁通量的变化率为 $\Delta\varphi$ ，平均感应电动势为 E_1 ，则由法拉第电磁感应定律有：

$$E_1 = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

其中 $\Delta\varphi = Bl^2$

设回路中平均电流为 I' ，由闭合电路欧姆定律有：

$$I' = \frac{E_1}{2R}$$

设 cd 受到的平均安培力为 F' ，有：

$$F' = BI' l$$

以向右为正方向，设 Δt 时间内 cd 受到安培力冲量为 $I_{\text{冲}}$ ，有：

$$I_{\text{冲}} = -F' \Delta t$$

同理可知，回路出磁场时 ab 受安培力冲量仍为上述值，设回路进出一块有界磁场区域安培力冲量为 I_0 ，有：

$$I_0 = 2I_{\text{冲}}$$

设列车停下来受到的总冲量为 $I_{\text{总}}$ ，由动量定理有：

$$I_{\text{总}} = 0 - mv_0$$

联立上式解得：

$$\frac{I_{\text{总}}}{I_0} = \frac{mv_0 R}{B^2 l^3}$$

讨论：若 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0}$ 恰好为整数，设其为 n ，则需设置 n 块磁场，若 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0}$ 的整数部分为 N ，则需设置 $N+1$ 块磁场。

答：（1）要使列车向右运行，启动时图 1 中 M 接电源正极，理由见解答；

（2）刚接通电源时列车加速度 a 的大小为 $\frac{2BEI}{mR}$ ；

（3）列车减速时，需在前方设置如图 2 所示的一系列磁感应强度为 B 的匀强磁场区域，磁场宽度和相邻磁场间距均大于 l 。若某时刻列车的速度为 v_0 ，此时 ab、cd 均在无磁场

区域，试讨论：若 $\frac{mv_0 R}{B^2 l^3}$ 恰好为整数，设其为 n ，则需设置 n 块磁场，若 $\frac{mv_0 R}{B^2 l^3}$ 的整数部分为 N ，则需设置 $N+1$ 块磁场。

【点评】 本题是牛顿第二定律、动量定理、冲量以及电磁感应的综合题，题目所涉及知识点较多，需要考生需要较强的物理功底以及灵活的思维。