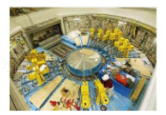
**2018年天津市高考物理试卷解析版**

**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．N俘获一个α粒子，产生O并放出一个粒子

B．Al俘获一个α粒子，产生P并放出一个粒子

C．B俘获一个质子，产生Be并放出一个粒子

D．Li俘获一个质子，产生He并放出一个粒子

【考点】JJ：裂变反应和聚变反应．菁优网版权所有

【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、N俘获一个α粒子，产生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、Al俘获一个α粒子，产生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、B俘获一个质子，产生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、Li俘获一个质子，产生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．菁优网版权所有

【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。

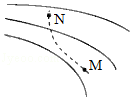
C、滑雪运动员的速率不变则动能不变，由动能定理可知，合外力对运动员做功为0．故C正确。

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φM、φN，粒子在M和N时加速度大小分别为aM、aN，速度大小分别为vM、vN，电势能分别为EPM、EPN．下列判断正确的是（　　）



A．vM＜vN，aM＜aN B．vM＜vN，φM＜φN

C．φM＜φN，EPM＜EPN D．aM＜aN，EPM＜EPN

【考点】AG：电势差和电场强度的关系．菁优网版权所有

【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φM＞φN①；

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vM＞vN②，

在M点具有的电势能比在N点具有的电势能小，即EPM＜EPN③；

根据电场线疏密可知，EM＜EN，根据F＝Eq和牛顿第二定律可知，aM＜aN④；

A、由②④可知，A错误；

B、由①②可知，B错误；

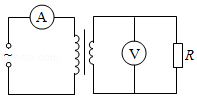
C、由①③可知，C错误；

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，则（　　）



A．R消耗的功率变为P

B．电压表V的读数变为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．菁优网版权所有

【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：

Em＝nBSω

原线圈两端的电压等于电动势的有效值，为：

设原副线圈的匝数比为k，则副线圈两端的电压为：①

当发电机线圈的转速变为原来的时，有：②

副线圈两端的电压为：③

联立①③可知，，即电压表的读数变为U；

由：P

R消耗的电功率：，即R消耗的功率变为；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，则发电机产生的电功率变成原来的；由②可知，线圈产生的电动势是原来的，由P＝UI可知，电流表的读数变成原来的．故C错误；

D、发电机线圈的转速变为原来的，则原线圈中电流的频率变成原来的，所以副线圈中，通过R的频率变成原来的．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Hα、Hβ、Hγ和Hδ，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．Hα对应的前后能级之差最小

B．同一介质对Hα的折射率最大

C．同一介质中Hδ的传播速度最大

D．用Hγ照射某一金属能发生光电效应，则Hβ也一定能

【考点】H3：光的折射定律；IC：光电效应．菁优网版权所有

【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，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Hα、Hβ、Hγ和Hδ，在真空中的波长由长到短，根据，可知，四条谱线Hα、Hβ、Hγ和Hδ，的频率是由低到高；那么它们的能量也是由小到大，

而△E＝Em﹣En＝hγ，则Hα对应的前后能级之差最小，故A正确；

B、当在同一介质，由于Hδ，能量最大，那么其的折射率也最大，而对Hα的折射率最小，故B错误；

C、在同一介质中，Hδ的折射率最大，由v，可知，其传播速度最小，故C错误；

D、若用Hγ照射某一金属能发生光电效应，由于Hβ的能量小于Hγ，即Hβ的频率小于Hγ，依据光电效应发生条件，其入射频率不小于极限频率则Hβ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．菁优网版权所有

【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

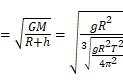
等号的两侧都有卫星得质量m，所以不能求出卫星的质量，就不能求出卫星的密度。故A错误；

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：m（R+h）

解得：h 可以求出卫星的高度。故C正确；

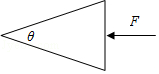
D、由牛顿第二定律得：

解得：v，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《五杂组》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FN，则（　　）



A．若F一定，θ大时FN大 B．若F一定，θ小时FN大

C．若θ一定，F大时FN大 D．若θ一定，F小时FN大

【考点】2G：力的合成与分解的运用．菁优网版权所有

【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。

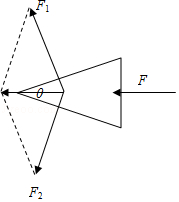
【解答】解：选木楔为研究对象，木楔受到的力有：水平向左的F、和两侧给它的与木楔的斜面垂直的弹力，由于木楔处于平衡状态，所以两侧给它的与木楔的斜面垂直的弹力与F沿两侧分解的分力是相等的，力F的分解如图：

则：

所以：

由公式可知，当F一定，θ小时FN大；当θ一定，F大时FN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轴做简谐选动，平衡位置在坐标原点。t＝0时振子的位移为﹣0.1m，t＝1s时位移为0.1m，则（　　）

A．若振幅为0.1m，振子的周期可能为s

B．若振幅为0.1m，振子的周期可能为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．菁优网版权所有

【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＝﹣0.1m，t＝1s时刻x＝0.1m，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＝﹣0.1m，t＝1s时刻x＝0.1m，如果振幅为0.1m，则：（n）T＝t

解得：T

当n＝0时，T＝2s；

当n＝1时，Ts；

当n＝2时，Ts

故A正确，B错误；

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

tnT ①

或者tT+nT ②

或者tnT ③

对于①式，当n＝0时，T＝2s；

对于①式，当n＝1时，Ts；

对于②式，当n＝0时，Ts；

对于②式，当n＝1时，Ts

对于③式，当n＝0时，T＝6s；

对于③式，当n＝1时，Ts

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4.5×103N，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．菁优网版权所有

【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＝0045kg，子弹的质量为m＝0.05kg，初速度为v0＝200m/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：

mv0＝（m+M）v

解得木块最终速度的大小vm/s＝20m/s；

设子弹射入木块的深度为d，根据能量守恒定律可得：

fd，

解得：d＝0.2m。

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　。

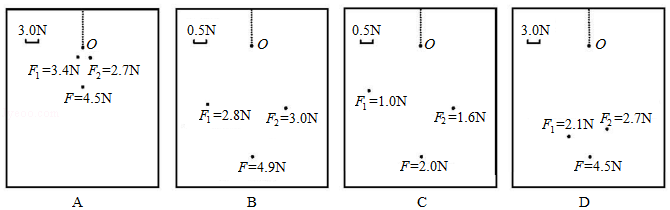
A．橡皮条应和两绳套夹角的角平分线在一条直线上

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时的拉力

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．菁优网版权所有

【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、F1、F2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时的拉力，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Rx的阻值（约为10kΩ），除了Rx、开关S、导线外，还有下列器材供选用：

A．电压表（量程0～1V，内阻约10kΩ）

B．电压表（量程0～10V，内阻约100kΩ）

C．电流表（量程0～1mA，内阻约30Ω）

D．电流表（量程0～0.6A，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R0（阻值范围0～10Ω，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Rx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．菁优网版权所有

【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。

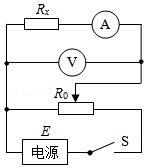
【解答】解：①因待测电阻阻值较大，为了准确测量，应采用较大的电动势，故选电动势为12V的电源F；电压表选择10V的量程，最大电流I约为：

I0.001A＝1mA，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＝1.6×103m时才能达到起飞所要求的速度v＝80m/s。已知飞机质量m＝7.0×104kg，滑跑时受到的阻力为自身重力的0.1倍，重力加速度取g＝10m/s2．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．菁优网版权所有

【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，v2＝2as

代入数据得 a＝2m/s2。

（2）由v＝at得：

ts

飞机受到的阻力：F阻＝0.1mg

设牵引力做的功为W，则由动能定理可得：W﹣F阻•x

牵引力的平均功率：

代入数据联立可得：P＝8.4×106W

答：（1）飞机滑行过程中加速度大小a是2m/s2；

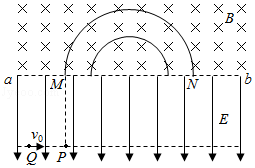
（2）牵引力的平均功率是8.4×106W。

【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、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v0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．菁优网版权所有

【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：



可得：v

粒子在电场中受到的电场力为qE，设运动的时间为t，则：

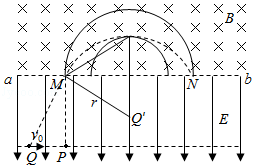
qEt＝mv﹣0

联立可得：t

（2）粒子在磁场中做匀速圆周运动的过程中，其周期：T，可知粒子在磁场中运动的周期与其速度、半径都无关；

根据：

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：

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：

tanθ

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v0，则：

tanθ

联立可得：v0

答：（1）粒子从P到M所用的时间是；

（2）所用的时间最少时，粒子在Q时速度v0的大小是。

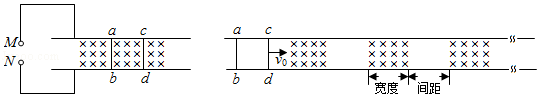
【点评】本题考查带电粒子在电场、磁场中两运动模型：匀速圆周运动与类平抛运动，及相关的综合分析能力，以及空间想像的能力，应用数学知识解决物理问题的能力等，其中正确判断出临界条件是解答第二问的关键。

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l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l、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l，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l。若某时刻列车的速度为v0，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．菁优网版权所有

【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总，由电阻的串并联知识可得：



设回路总电流为I，根据闭合电路欧姆定律有：



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

得：a

（3）设列车减速时，cd进入磁场后经△t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△φ，平均感应电动势为E1，则由法拉第电磁感应定律有：



其中△φ＝Bl2

设回路中平均电流为I′，由闭合电路欧姆定律有：



设cd受到的平均安培力为F′，有：

F′＝BI′l

以向右为正方向，设△t时间内cd受到安培力冲量为I冲，有：

I冲＝﹣F′△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I0，有：

I0＝2I冲

设列车停下来受到的总冲量为I总，由动量定理有：

I总＝0﹣mv0

联立上式解得：



讨论：若恰好为整数，设其为n，则需设置n块磁场，若的整数部分为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；

（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v0，此时ab、cd均在无磁场区域，试讨论：若恰好为整数，设其为n，则需设置n块磁场，若的整数部分为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。