

2015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道小题，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）一电器中的变压器可视为理想变压器，它将220V交变电流改变为110V，已知变压器原线圈匝数为800，则副线圈的匝数为（　　）

- A. 200 B. 400 C. 1600 D. 3200

【考点】E8：变压器的构造和原理.

【专题】53A：交流电专题.

【分析】根据理想变压器原副线圈匝数比等于电压比即可求解.

【解答】解：根据理想变压器原副线圈匝数比等于电压比得： $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

变压器能将220V交变电流改变为110V，原线圈匝数 $n_1=800$ ，副线圈匝数 n_2 。

$$\text{则： } n_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot n_1 = \frac{110}{220} \times 800 = 400 \text{匝}$$

故选：B。

【点评】本题主要考查了变压器原副线圈匝数比与电压比之间的关系，难度不大，属于基础题。

2.（3分）静电现象在自然界中普遍存在，我国早在西汉末年已有对静电现象的记载，《春秋纬·考异邮》中有“玳瑁吸”之说，但下列不属于静电现象的是（　　）

- A. 梳过头发的塑料梳子吸起纸屑
B. 带电小球移至不带电金属附近，两者相互吸引
C. 小线圈接近通电线圈过程中，小线圈中产生电流
D. 从干燥的地毯上走过，手碰到金属把手时有被电击的感觉

【考点】AH：静电场中的导体；AI：静电现象的解释.

【分析】分析各现象的形成原因，然后判断各现象的成因是否与静电现象有关，然后答题.

【解答】解：A、梳子与头发摩擦会产生静电，吸起纸屑，是静电现象，不符合题意。

故A错误；

B、带电小球移至不带电金属附近，两者相互吸引属于静电感应现象，是静电现象，不符合题意。故 B 错误；

C、小线圈接近通电线圈过程中，小线圈中产生电流属于电磁感应现象，不属于静电现象。故 C 正确。

D、从干燥的地毯上走过，手碰到金属把手时有被电击的感觉是由于摩擦会产生静电，也是静电现象，不符合题意。故 D 错误；

本题选不属于静电现象的，故选：C。

【点评】 静电是因为摩擦使物体带电的现象，平时所见到的摩擦起电现象都是一种静电现象。如：塑料的梳子梳理干燥的头发的时候，头发和梳子会粘在一起，而且会产生噼啪的响声；玻璃棒和丝绸摩擦，用玻璃棒可以吸引碎纸片玻璃棒带正电，丝绸带负电；毛皮和橡胶棒摩擦也产生静电，现象和上面一样橡胶棒带负电，毛皮带正电；注意闪电不属于静电，静电积累到一定程度，正负电子引诱，而产生的放电现象。

3. (3分) 过去几千年来，人类对行星的认识与研究仅限于太阳系内，行星“51 peg b”的发现拉开了研究太阳系外行星的序幕，“51 peg b”绕其中心恒星做匀速圆周运动，周期约为 4 天，轨道半径约为地球绕太阳运动半径的 $\frac{1}{20}$ ，该中心恒星与太阳的质量比约为 ()

- A. $\frac{1}{10}$ B. 1 C. 5 D. 10

【考点】 4F：万有引力定律及其应用。

【专题】 528：万有引力定律的应用专题。

【分析】 研究行星绕某一恒星做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，列出等式求出中心体的质量分析求解。

【解答】 解：研究行星绕某一恒星做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，列出等式为：

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

“51 peg b”绕其中心恒星做匀速圆周运动，周期约为 4 天，轨道半径约为地球绕太阳运

动半径的 $\frac{1}{20}$,

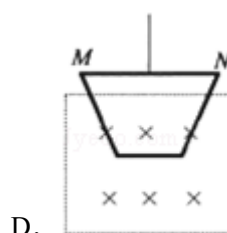
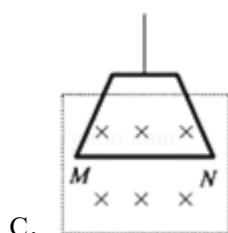
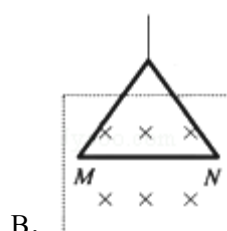
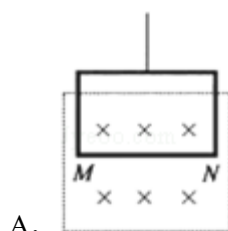
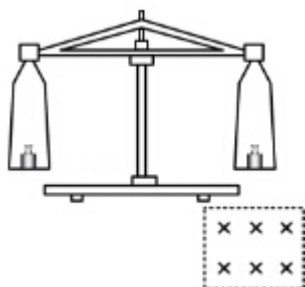
所以该中心恒星与太阳的质量比约为 $\frac{(\frac{1}{20})^3}{(\frac{4}{365})^2} \approx 1$,

故选: B。

【点评】要求解一个物理量大小变化, 我们应该把这个物理量先表示出来, 再根据已知量进行判断。

向心力的公式选取要根据题目提供的已知物理量或所求解的物理量选取应用。

4. (3分) 如图所示, 用天平测量匀强磁场的磁感应强度, 下列各选项所示的载流线圈匝数相同, 边长 MN 相等, 将它们分别挂在天平的右臂下方, 线圈中通有大小相同的电流, 天平处于平衡状态, 若磁场发生微小变化, 天平最容易失去平衡的是 ()



【考点】CC: 安培力。

【分析】线框所受的安培力越大, 天平越容易失去平衡; 由于磁场强度 B 和电流大小 I 相等, 即根据线框在磁场中的有效长度大小关系即可判断其受力大小关系。

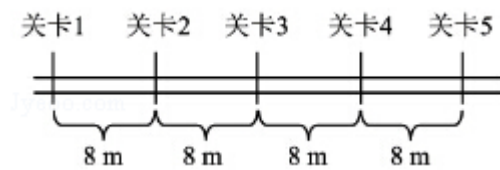
【解答】解: 天平原本处于平衡状态, 所以线框所受安培力越大, 天平越容易失去平衡, 由于线框平面与磁场强度垂直, 且线框不全在磁场区域内, 所以线框与磁场区域的交点的长度等于线框在磁场中的有效长度, 由图可知, A 图的有效长度最长,

磁场强度 B 和电流大小 I 相等，所以 A 所受的安培力最大，则 A 图最容易使天平失去平衡。

故选：A。

【点评】 本题主要考查了安培力，在计算通电导体在磁场中受到的安培力时，一定要注意 $F=BIL$ 公式的 L 是指导体的有效长度。

5. (3分) 如图所示，某“闯关游戏”的笔直通道上每隔 8m 设有一个关卡，各关卡同步放行和关闭，放行和关闭的时间分别为 5s 和 2s ，关卡刚放行时，一同学立即在关卡 1 处以加速度 2m/s^2 由静止加速到 2m/s ，然后匀速向前，则最先挡住他前进的关卡是 ()



- A. 关卡 2 B. 关卡 3 C. 关卡 4 D. 关卡 5

【考点】 1E：匀变速直线运动的位移与时间的关系；1G：匀变速直线运动规律的综合运用。

【专题】 511：直线运动规律专题。

【分析】 人先做加速运动，之后是匀速运动，计算到达各个关卡的时间与关卡放行和关闭的时间对比，得出结果。

【解答】 解：根据 $v=at$ 可得，

$$2=2 \times t_1,$$

所以加速的时间为 $t_1=1\text{s}$

$$\text{加速的位移为 } x_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 = 1\text{m},$$

$$\text{之后匀速运动的时间为 } \frac{7}{2}\text{s} = 3.5\text{s},$$

到达关卡 2 的时间为 $t_2=1+3.5=4.5\text{s}$ 小于 5s ，放行；可以通过，

所以可以通过关卡 2 继续运动，

$$\text{从第 2 关卡到第 3 关卡匀速运动时间 } t_3 = \frac{8}{2}\text{s} = 4\text{s},$$

所以到达第 3 关卡的时刻（从开始运动计时）为 8.5s ， $7 < 8.5 < 12$ ，也是放行，可以通

过，

从第3关卡到第4关卡匀速运动时间仍然是，所以到达第4关卡的时刻（从开始运动计时）为

到达关卡4的总时间为 $1+3.5+4+4=12.5\text{s}$ ， $12 < 12.5 < 14$

关卡放行和关闭的时间分别为5s和2s，此时关卡4是关闭的，所以最先挡住他前进的是关卡4，

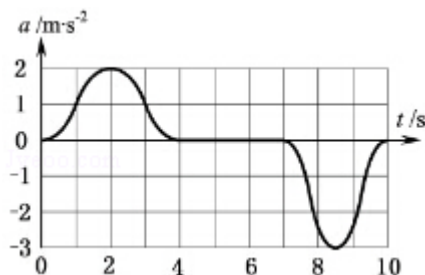
所以C正确；

故选：C。

【点评】本题是对匀变速直线运动位移时间关系式的考查，注意开始的过程是匀加速直线运动，要先计算出加速运动的时间。

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）一人乘电梯上楼，在竖直上升过程中加速度 a 随时间 t 变化的图线如图所示，以竖直向上为 a 的正方向，则人对地板的压力（ ）



- A. $t=2\text{s}$ 时最大
B. $t=2\text{s}$ 时最小
C. $t=8.5\text{s}$ 时最大
D. $t=8.5\text{s}$ 时最小

【考点】29：物体的弹性和弹力；37：牛顿第二定律。

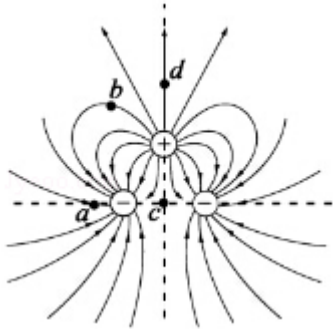
【专题】522：牛顿运动定律综合专题。

【分析】当物体对接触面的压力大于物体的真实重力时，就说物体处于超重状态，此时有向上的加速度，合力也向上；

当物体对接触面的压力小于物体的真实重力时，就说物体处于失重状态，此时有向下的加速度，合力也向下。

【解答】解：在时间轴的上方，表示加速度向上，此时处于超重状态，在时间轴的下方，表示加速度向下，此时处于失重状态，对地板的压力减小，

在 $t=2\text{s}$ 时向上的加速度最大，此时对地板的压力最大，所以A正确；



- A. a 点的电场强度比 b 点的大
- B. a 点的电势比 b 点的高
- C. c 点的电场强度比 d 点的大
- D. c 点的电势比 d 点的低

【考点】 A6: 电场强度与电场力; A7: 电场线; AA: 电场的叠加; AC: 电势.

【专题】 532: 电场力与电势的性质专题.

【分析】 根据电场线的疏密判断场强的大小。根据电场线的方向判断电荷的正负。顺着电场线电势逐渐降低，由电场线的方向可判断电势的正负。

【解答】 解: A、由图看出，a 点处电场线比 b 点处电场线密，则 a 点的场强大于 b 点的场强，故 A 正确。

B、电场线从正电荷到负电荷，沿着电场线电势降低，所以 b 点的电势比 a 点的高，所以 B 错误；

C、负电荷在 c 点的合场强为零，c 点只有正电荷产生的电场强度，在 d 正电荷产生的场强向上，两个负电荷产生的场强向下，合场强是它们的差值，所以 c 点的电场强度比 d 点的大，所以 C 正确；

D、正电荷到 c 点的平均场强大于正电荷到 d 点的平均场强，根据 $U=Ed$ 可知，正电荷到 c 点电势降低的多，所以 c 点的电势比 d 点的低；

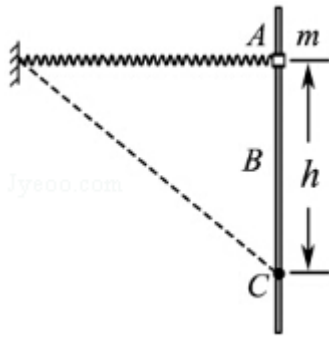
也可以根据电势这样理解：由正电荷在 d，c 两点产生的电势相等，但两个负电荷在 d 点产生的电势高于 c 点，所以 c 点的总电势低于 d 点。所以 D 正确；

故选：ACD。

【点评】 本题要掌握电场线的物理意义：电场线的疏密表示场强的大小，顺着电场线电势逐渐降低，知道等量异种电荷连线的垂直平分线是一个等势面。

9. (4 分) 如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端与一质量为 m 、套在粗糙竖直固定杆 A 处的圆环相连，弹簧水平且处于原长，圆环从 A 处由静止开始下滑，经过 B 处的速度最大，

到达 C 处的速度为零，AC=h，圆环在 C 处获得一竖直向上的速度 v，恰好能回到 A，弹簧始终在弹性限度内，重力加速度为 g，则圆环（ ）



- A. 下滑过程中，加速度一直减小
- B. 下滑过程中，克服摩擦力做的功为 $\frac{1}{4}mv^2$
- C. 在 C 处，弹簧的弹性势能为 $\frac{1}{4}mv^2 - mgh$
- D. 上滑经过 B 的速度大于下滑经过 B 的速度

【考点】 65: 动能定理.

【分析】 根据圆环的运动情况分析下滑过程中，加速度的变化；

研究圆环从 A 处由静止开始下滑到 C 和在 C 处获得一竖直向上的速度 v，恰好能回到 A 两个过程，运用动能定理列出等式求解；

研究圆环从 A 处由静止开始下滑到 B 过程和圆环从 B 处上滑到 A 的过程，运用动能定理列出等式。

【解答】 解：A、圆环从 A 处由静止开始下滑，经过 B 处的速度最大，到达 C 处的速度为零，

所以圆环先做加速运动，再做减速运动，经过 B 处的速度最大，

所以经过 B 处的加速度为零，所以加速度先减小，后增大，故 A 错误；

B、研究圆环从 A 处由静止开始下滑到 C 过程，运用动能定理列出等式

$$mgh + W_f + W_{\text{弹}} = 0 - 0 = 0$$

在 C 处获得一竖直向上的速度 v，恰好能回到 A，运用动能定理列出等式

$$-mgh + (-W_{\text{弹}}) + W_f = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

解得： $W_f = -\frac{1}{4}mv^2$ ，故 B 正确；

C、由上分析可知， $W_{\text{弹}} = \frac{1}{4}mv^2 - mgh$ ，所以在 C 处，弹簧的弹性势能为 $mgh - \frac{1}{4}mv^2$ ，

故 C 错误；

D、研究圆环从 A 处由静止开始下滑到 B 过程，运用动能定理列出等式

$$mgh' + W'_f + W'_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv_B'^2 - 0$$

研究圆环从 B 处上滑到 A 的过程，运用动能定理列出等式

$$-mgh' + W'_f + (-W'_{\text{弹}}) = 0 - \frac{1}{2}mv_B'^2$$

$$mgh' - W'_f + W'_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv_B'^2$$

由于 $W'_f < 0$ ，所以 $\frac{1}{2}mv_B'^2 > \frac{1}{2}mv_B^2$ ，则有： $v_B < v_B'$ ，即上滑经过 B 的速度大于下滑经

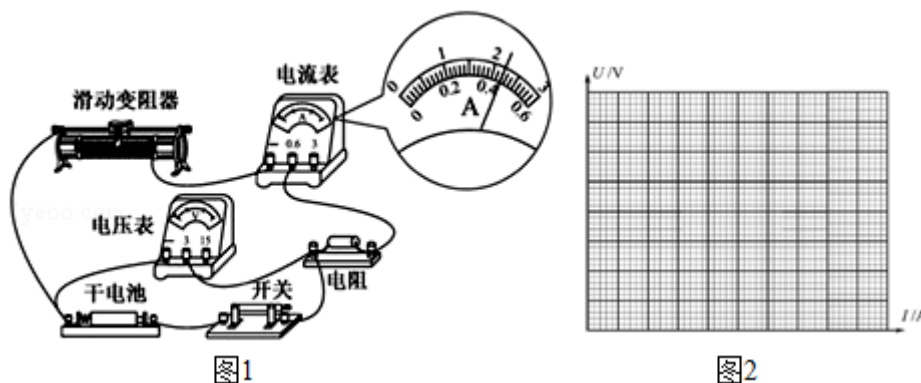
过 B 的速度，故 D 正确；

故选：BD。

【点评】能正确分析小球的受力情况和运动情况，对物理过程进行受力、运动、做功分析，是解决问题的根本方法，掌握动能定理的应用。

三、简答题：本题分必做题（第 10、11 题）和选做题（12 题）两部分，共计 42 分。必做题

10.（8 分）小明利用如图 1 所示的实验装置测量一干电池的电动势和内阻。



(1) 图 1 中电流表的示数为 0.44 A

(2) 调节滑动变阻器，电压表和电流表的示数记录如下：

U (V)	1.45	1.36	1.27	1.16	1.06
I (A)	0.12	0.20	0.28	0.36	0.44

请根据表中的数据，在图 2 上作出 U - I 图线。

由图线求得：电动势 $E = \underline{1.60}$ V；内阻 $r = \underline{1.2}$ Ω 。

(3) 实验时，小明进行了多次测量，花费了较长时间，测量期间一直保持电路闭合，其实，从实验误差考虑，这样的操作不妥，因为 干电池长时间使用后，电动势和内阻会发生变化，导致实验误差增大。

【考点】 N3：测定电源的电动势和内阻。

【专题】 13：实验题。

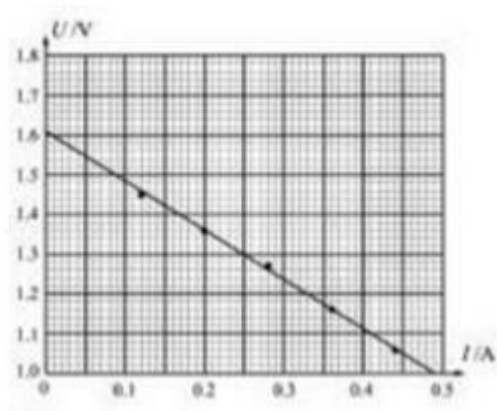
【分析】 (1) 根据电流表所选的量程，直接读数即可；

(2) 根据数据作图，在 U - I 图象中，图线的纵轴截距表示电源的电动势，图线斜率的绝对值表示水果电池的内阻；

(3) 干电池不易长时间工作，干电池长时间使用后，电动势和内阻会发生变化。

【解答】 解：(1) 电流表选择的量程是 0.6A，所以此时电流表的示数为 0.44A；

(2) 根据表中的数据，画出 U - I 图象如图所示，



根据图象可知，纵坐标的截距代表电动势的大小，直线的斜率代表内电阻的大小，所以

电动势 $E = 1.60\text{V}$ ；内阻 $r = \frac{1.6 - 1.0}{0.5} \Omega = 1.2\Omega$ 。

(3) 干电池长时间使用后，电动势和内阻会发生变化，导致实验误差增大。

故答案为：(1) 0.44

(2) 如图所示；1.60 (1.58~1.62)；1.2 (1.18~1.26)

(3) 干电池长时间使用后，电动势和内阻会发生变化，导致实验误差增大。

【点评】本题考查对图象的认识，要掌握从 $U - I$ 图线中获取电源的电动势和内电阻的方法，在计算内阻的时候，要注意纵坐标的起点不是零。

11. (10分) 某同学探究小磁铁在铜管中下落时受电磁阻尼作用的运动规律，实验装置如图1所示，打点计时器的电源为 50Hz 的交流电。

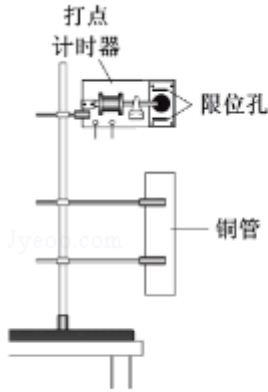


图1

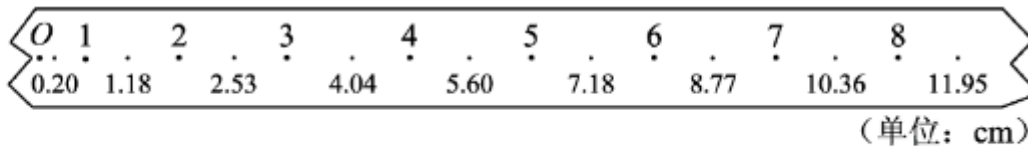


图2

(1) 下列实验操作中，不正确的是 CD。

- A. 将铜管竖直地固定在限位孔的正下方
- B. 纸带穿过限位孔，压在复写纸下面
- C. 用手捏紧磁铁保持静止，然后轻轻地松开让磁铁下落
- D. 在磁铁下落的同时接通打点计时器的电源

(2) 该同学按正确的步骤进行实验 (记为“实验①”)，将磁铁从管口处释放，打出一条纸带，取开始下落的一段，确定一合适的点为 O 点，每隔一个计时点取一个计数点，标为 1, 2, ..., 8, 用刻度尺量出各计数点的相邻两计时点到 O 点的距离，记录在纸带上，如图 2 所示。

计算相邻计时点间的平均速度 \bar{v} ，粗略地表示各计数点的速度，抄入表，请将表中的数据补充完整。

位置	1	2	3	4	5	6	7	8
\bar{v} (cm/s)	24.5	33.8	37.8	<u>39.0</u>	39.5	39.8	39.8	39.8

(3) 分析如表的实验数据可知：在这段纸带记录的时间内，磁铁运动速度的变化情况是 逐渐增大到 39.8cm/s；磁铁受到阻尼作用的变化情况是 逐渐增大到等于重力。

(4) 该同学将装置中的铜管更换为相同尺寸的塑料管，重复上述实验操作（记为“实验②”），结果表明磁铁下落的运动规律与自由落体运动规律几乎相同，请问实验②是为了说明什么？对比实验①和②的结果可得到什么结论？

【考点】M4：探究小车速度随时间变化的规律.

【专题】13：实验题.

【分析】(1) 小磁铁竖直下落，做的是直线运动，根据打点计时器的使用方法可以判断选项的结果；

(2) 根据相邻计时点间的平均速度 \bar{v} ，粗略地表示各计数点的速度，来计算4点的瞬时速度的大小；

(3) 根据磁铁速度的变化情况可以得出变化的情况情况，分析速度变化的原因；

(4) 塑料管不会产生电磁感应现象，与铜管中运动的情况对比明显.

【解答】解：(1) A、小磁铁竖直下落，穿过铜管，所以铜管要竖直地固定在限位孔的正下方，所以A正确；

B、纸带要穿过限位孔，并且压在复写纸下面，所以B正确；

C、手应该拉住纸带，而不是捏紧磁铁，所以C错误；

D、应该先接通打点计时器的电源，在让磁铁下落，所以D错误；

本题选错误的，故选：CD.

(2) 打下4点的速度等于3、5之间的平均速度，所以 $v_4 = \frac{5.60 - 4.04}{0.04} \text{cm/s} \approx 39.0 \text{cm/s}$

(3) 根据实验数据可知，在这段纸带记录的时间内，磁铁运动速度的变化情况是逐渐增大到39.8cm/s，之后匀速运动，说明磁铁受到的阻尼作用是逐渐增大，最后等于重力的大小.

(4) 磁铁在塑料管中不会产生电磁感应现象，不受阻尼作用的影响，对比实验①和②可知，磁铁在铜管中受到的阻尼作用主要是电磁阻尼作用.

故答案为：(1) CD

(2) 39.0

(3) 逐渐增大到39.8cm/s；逐渐增大到等于重力

(4) 为了说明磁铁在塑料管中几乎不受阻尼作用； 磁铁在铜管中受到的阻尼作用主要是电磁阻尼作用

【点评】本题是对纸带运动情况的考查，同时也考查的对电磁感应现象理解，根据纸带的运动情况分析电磁感应对运动情况的影响，抓住实验的本质即可分析本题。

(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. (4 分) 对下列几种固体物质的认识，正确的有 ()

- A. 食盐熔化过程中，温度保持不变，说明食盐是晶体
- B. 烧热的针尖接触涂有蜂蜡薄层的云母片背面，熔化的蜂蜡呈椭圆形，说明蜂蜡是晶体
- C. 天然石英表现为各向异性，是由于该物质的微粒在空间的排列不规则
- D. 石墨和金刚石的物理性质不同，是由于组成它们的物质微粒排列结构不同

【考点】92: * 晶体和非晶体.

【分析】单晶体结构规则且具有各向异性，晶体有固定的熔点，在熔化过程中温度保持不变。

【解答】解: A、晶体的特点是在熔化过程中温度保持不变，有固定的熔点，食盐熔化过程中，温度保持不变，说明食盐是晶体。所以 A 正确;

B、烧热的针尖接触涂有蜂蜡薄层的云母片背面，熔化的蜂蜡呈椭圆形，说明云母片是晶体，所以 B 错误;

C、天然石英表现为各向异性，是由于该物质的微粒在空间的排列规则造成的，所以 C 错误;

D、石墨和金刚石的物理性质不同，是由于组成它们的物质微粒排列结构不同造成的，所以 D 正确;

故选: AD。

【点评】晶体熔化过程中，不断吸收热量，温度保持不变，而温度是分子平均动能的标志，由能量守恒定律分析知，热量转化为内能，表现为分子势能的增加。

13. (4 分) 在装有食品的包装袋中充入氮气，可以起到保质作用，某厂家为检测包装袋的密封性，在包装袋中充满一定量的氮气，然后密封进行加压测试，测试时，对包装袋缓慢地施加压力，将袋内的氮气视为理想气体，则加压测试过程中，包装袋内壁单位面积上所受气体分子撞击的作用力 增大 (选填“增大”、“减小”或“不变”)，包装袋内氮气的内能 不变 (选填“增大”、“减小”或“不变”)。

【考点】8F: 热力学第一定律; 9K: 封闭气体压强.

【专题】548：热力学定理专题.

【分析】对包装袋缓慢地施加压力的过程中，外界对其他做功，气体的体积减小，根据热力学定律来分析内能的变化，根据气体状态方程分析压强的变化.

【解答】解：包装袋缓慢地施加压力，气体的体积减小，压强增大，装袋内壁单位面积上所受气体分子撞击的作用力增大，
测试时，对包装袋缓慢地施加压力，说明在实验的过程中，气体的温度不变，所以实验气体的内能不变.

故答案为：增大；不变

【点评】本题是对气体的热力学定律和气体状态方程的考查，知道外力做功和气体内能变化之间的关系即可，难度不大.

14. (4分) 给某包装袋充入氮气后密封，在室温下，袋中气体压强为1个标准大气压，体积为1L，将其缓慢压缩到压强为2个标准大气压时，气体的体积变为0.45L，请通过计算判断该包装袋是否漏气.

【考点】99：理想气体的状态方程.

【专题】54B：理想气体状态方程专题.

【分析】根据等温变化的玻意尔定律 $P_0V_0=P_1V_1$ ，利用假设法，即假设气体的体积不变，即可求解体积，从而与其比较，进而求解.

【解答】解：假设不漏气，设加压后的体积为 V_1 ，

根据等温过程，即 $P_0V_0=P_1V_1$ ，

$$\text{代入数据，解得： } V_1 = \frac{P_0V_0}{P_1} = \frac{1 \times 1}{2} = 0.5\text{L};$$

由于 $0.45\text{L} < 0.5\text{L}$ ，因此包装袋是漏气.

答：通过以上计算，该包装袋是漏气.

【点评】考查理想气体的状态方程的应用，掌握等温变化的气体变化规律，理解假设法的运用. 同时知道理想气体的含义.

B[选修3-4]

15. (4分) 一渔船向鱼群发出超声波，若鱼群正向渔船靠近，则被鱼群反射回来的超声波与发出的超声波相比 ()

A. 波速变大 B. 波速不变 C. 频率变高 D. 频率不变

【考点】FC：多普勒效应.

【专题】1：常规题型.

【分析】根据声音的多普勒效应分析回答，声源移向观察者时接收频率变高，即距离声源越远，频率越低，距离声源越近，频率越高.

【解答】解：渔船向鱼群发出超声波，若鱼群正向渔船靠近，波速由介质决定，所以被鱼群反射回来的超声波与发出的超声波相比波速不变，根据声音的多普勒效应，声源移向观察者时接收频率变高，所以被鱼群反射回来的超声波与发出的超声波相比频率变高，故选：BC。

【点评】对于多普勒效应，要知道在波源与观察者靠近时观察者接收到的波的频率变高，而在波源与观察者远离时接收频率变低；即高亢表示远离，低沉表示靠近.

16. (4分) 用 $2 \times 10^6 \text{Hz}$ 的超声波检查胆结石，该超声波在结石和胆汁中的波速分别为 2250m/s 和 1500m/s ，则该超声波在结石中的波长是胆汁中的 1.5 倍，用超声波检查胆结石是因为超声波的波长较短，遇到结石时 不容易 (选填“容易”或“不容易”) 发生衍射.

【考点】F9：超声波及其应用.

【分析】本题考查波长、波速及频率的关系，解题时要注意频率与波源决定；而波速由介质决定；同时明确三者间的关系.

【解答】解：超声波在传播中频率不变，波长 $\lambda = \frac{v}{f}$ ；则说明波长与波速成正比，故波长

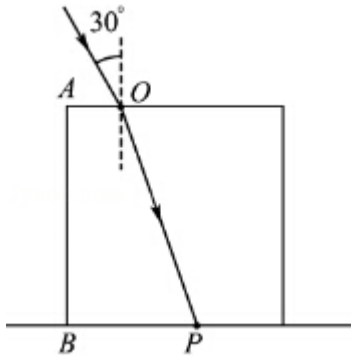
之比为： $\frac{2250}{1500} = 1.5$ 倍；

由于波长越短越不容易发生衍射现象；故采用超声波可以有效检查胆结石；

故答案为：1.5；不容易.

【点评】本题考查声波中波长、波速和频率的关系，要注意明确三个物理量各自的决定因素及相互关系.

17. (4分) 人造树脂是常用的眼镜镜片材料，如图所示，光线射在一人造树脂立方体上，经折射后，射在桌面上的P点，已知光线的入射角为 30° ， $OA = 5 \text{cm}$ ， $AB = 20 \text{cm}$ ， $BP = 12 \text{cm}$ ，求该人造树脂材料的折射率 n .

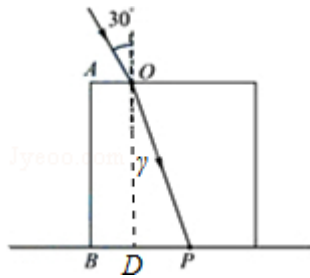


【考点】H3: 光的折射定律.

【专题】54D: 光的折射专题.

【分析】先根据图中的几何关系, 求出折射光线的折射角的正弦值, 然后由折射率的定义式即可求得.

【解答】解: 将过 O 点的法线延长, 与 BP 交于 D 点, 如图, 由几何关系可得:



$$PD = BP - BD = BP - AO = 12 - 5 = 7\text{cm}$$

$$OP = \sqrt{OD^2 + PD^2} = \sqrt{AB^2 + PD^2} = \sqrt{20^2 + 7^2} = \sqrt{449}\text{cm} \approx 21.2\text{cm}$$

$$\text{所以: } \sin\gamma = \frac{PD}{OP} = \frac{7}{21.2}$$

$$\text{该人造树脂材料的折射率: } n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin\gamma} = \frac{0.5}{\frac{7}{21.2}} \approx 1.5$$

答: 该人造树脂材料的折射率是 1.5.

【点评】该题考查光的折射定律, 在已知入射角的情况下, 结合几何关系来确定折射角的大小或折射角的正弦值的大小是解答的关键. 所以解答的思路是先求出折射角的正弦值.

C[选修 3-5]

18. 波粒二象性是微观世界的基本特征, 以下说法正确的是 ()

- A. 光电效应现象揭示了光的粒子性
- B. 热中子束射到晶体上产生的衍射图样说明中子具有波动性

- C. 黑体辐射的实验规律可用光的波动性解释
D. 动能相等的质子和电子，它们的德布罗意波长也相等

【考点】IF：光的波粒二象性.

【分析】光子既有波动性又有粒子性，波粒二象性中所说的波是一种概率波，对大量光子才有意义；光电效应现象揭示了光的粒子性；相邻原子之间的距离大致与中子的德布罗意波长相同故能发生明显的衍射现象；普朗克借助于能量子假说，完美的解释了黑体辐射规律，破除了“能量连续变化”的传统观念；德布罗意波长为 $\lambda = \frac{h}{p}$ ，P 是动量，h 是普朗克常量.

【解答】解：A、光电效应现象揭示了光的粒子性。故 A 正确；

B、热中子束射到晶体上产生的衍射图样说明中子具有波动性。故 B 正确；

C、黑体辐射的实验规律不能使用光的波动性解释，而普朗克借助于能量子假说，完美的解释了黑体辐射规律，破除了“能量连续变化”的传统观念。故 C 错误；

D、根据德布罗意波长公式，若一个电子的德布罗意波长和一个质子的波长相等，则动量 P 也相等，动能则不相等。故 D 错误。

故选：AB。

【点评】本题主要考查德布罗意波和黑体辐射理论，在考纲中属于基本要求。明确各种物理现象的实质和原理才能顺利解决此类题目，故平时学习时要“知其然，更要知其所以然”。

19. 核电站利用原子核链式反应放出的世大能量进行发电， ${}_{92}^{235}\text{U}$ 是核电站常用的核燃料，

${}_{92}^{235}\text{U}$ 受一个中子轰击后裂变成 ${}_{56}^{144}\text{Ba}$ 和 ${}_{36}^{89}\text{Kr}$ 两部分，并产生 3 个中子，要使链式反应发生，裂变物质的体积要 大于（选填“大于”或“小于”）它的临界体积。

【考点】JK：重核的裂变.

【专题】54O：衰变和半衰期专题.

【分析】正确解答本题需要掌握：聚变和裂变反应的特点以及应用；质量数和电荷数守恒在核反应中的应用以及质子数、中子数、质量数等之间关系。

【解答】解： ${}_{92}^{235}\text{U}$ 受一个中子轰击后裂变成 ${}_{56}^{144}\text{Ba}$ 和 ${}_{36}^{89}\text{Kr}$ 两部分，根据根据电荷数和质量数守恒有： $92 = 56 + 36$ ， $235 + 1 = 144 + 89 + x \times 1$ ，解得 $x = 3$ ，所以中子个数为 3.

链式反应的条件：大于临界体积。

故答案为：3，大于

【点评】裂变和聚变是在原子物理中学习的两种重要反应，要明确它们的特点以及应用，熟练应用质量数和电荷数守恒解答有关问题。

20. 取质子的质量 $m_p=1.6726\times 10^{-27}\text{kg}$ ，中子的质量 $m_n=1.6749\times 10^{-27}\text{kg}$ ， α 粒子的质量 $m_\alpha=6.6467\times 10^{-27}\text{kg}$ ，光速 $c=3.0\times 10^8\text{m/s}$ ，请计算 α 粒子的结合能。（计算结果保留两位有效数字）

【考点】JE：原子核的结合能。

【分析】组成 α 粒子的核子与 α 粒子的质量差即为两个质子和两个中子结合成一个 α 粒子时损失的质量，有质能方程代入数据即可得知 α 粒子的结合能。

【解答】解：组成 α 粒子的核子与 α 粒子的质量差为：

$$\Delta m = (2m_p + 2m_n) - m_\alpha$$

所以结合能为： $\Delta E = \Delta mc^2$

代入数据解得： $\Delta E = 4.3 \times 10^{-12}\text{J}$

答： α 粒子的结合能为 $4.3 \times 10^{-12}\text{J}$

【点评】核子结合成原子核时，有质量亏损，根据爱因斯坦的质能联系方程，必然放出相应的能量 $\Delta E = \Delta mc^2$ ，这个能量叫做原子核的结合能。显然，如果要把原子核分开成核子，必须给以同样的能量。

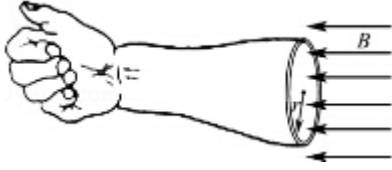
核子组成不同的原子核时，放出的结合能的大小也不相同。结合能除以核子数就得到核子的平均结合能，其意义是：核子结合成原子核时，平均每个核子所释放的结合能。它也等于把原子核拆散成核子时，外界必须提供给每个核子的平均能量。

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) 做磁共振 (MRI) 检查时，对人体施加的磁场发生变化时会在肌肉组织中产生感应电流，某同学为了估算该感应电流对肌肉组织的影响，将包裹在骨骼上的一圈肌肉组织等效成单匝线圈，线圈的半径 $r=5.0\text{cm}$ ，线圈导线的截面积 $A=0.80\text{cm}^2$ ，电阻率 $\rho=1.5\Omega\cdot\text{m}$ ，如图所示，匀强磁场方向与线圈平面垂直，若磁感应强度 B 在 0.3s 内从 1.5T 均匀地减为零，求：（计算结果保留一位有效数字）

(1) 该圈肌肉组织的电阻 R ；

- (2) 该圈肌肉组织中的感应电动势 E ;
- (3) 0.3s 内该圈肌肉组织中产生的热量 Q .



【考点】 B7: 电阻定律; BH: 焦耳定律; D8: 法拉第电磁感应定律.

【专题】 53C: 电磁感应与电路结合.

【分析】 (1) 由电阻定律即可求出该圈肌肉组织的电阻 R ;

(2) 根据法拉第电磁感应定律即可求出该圈肌肉组织中的感应电动势 E ;

(3) 由焦耳定律: $Q=I^2Rt$, 即可求出 0.3s 内该圈肌肉组织中产生的热量 Q .

【解答】 解: (1) 由电阻定律得: $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho \cdot 2\pi r}{A} = \frac{1.5 \times 2 \times 3.14 \times 5.0 \times 10^{-2}}{0.80 \times 10^{-4}} = 6 \times 10^3 \Omega$;

(2) 根据法拉第电磁感应定律得: $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot \pi r^2}{\Delta t}$

代入数据得: $E=4 \times 10^{-2} \text{V}$

(3) 由焦耳定律: $Q=I^2Rt = \frac{E^2}{R} t$, 得: $Q = \frac{E^2}{R} \Delta t = \frac{(4 \times 10^{-2})^2}{6 \times 10^3} \times 0.3 = 8 \times 10^{-8} \text{J}$

答: (1) 该圈肌肉组织的电阻是 $6 \times 10^3 \Omega$;

(2) 该圈肌肉组织中的感应电动势是 $4 \times 10^{-2} \text{V}$;

(3) 0.3s 内该圈肌肉组织中产生的热量是 $8 \times 10^{-8} \text{J}$.

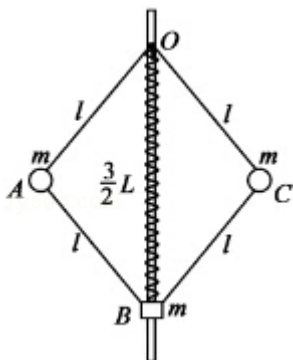
【点评】 本题情景是设置虽然比较新颖, 属于线圈类型, 要掌握法拉第定律的几种不同表达形式, 再结合闭合电路欧姆定律进行求解.

22. (16分) 一转动装置如图所示, 四根轻杆 OA、OC、AB 和 CB 与两小球及一小环通过铰链连接, 轻杆长均为 l , 球和环的质量均为 m , O 端固定在竖直的轻质转轴上, 套在转轴上的轻质弹簧连接在 O 与小环之间, 原长为 L , 装置静止时, 弹簧长为 $\frac{3}{2}L$, 转动该装置并缓慢增大转速, 小环缓慢上升, 弹簧始终在弹性限度内, 忽略一切摩擦和空气阻力, 重力加速度为 g . 求:

(1) 弹簧的劲度系数 k ;

(2) AB 杆中弹力为零时, 装置转动的角速度 ω_0 ;

(3) 弹簧长度从 $\frac{3}{2}L$ 缓慢缩短为 $\frac{1}{2}L$ 的过程中，外界对转动装置所做的功 W .



【考点】 3C: 共点力的平衡; 65: 动能定理; 6B: 功能关系.

【分析】 (1) 装置静止时，分别对小环和小球分析，根据共点力平衡，结合胡克定律求出弹簧的劲度系数；

(2) 当 AB 杆弹力为零时，对小环分析，根据共点力平衡和胡克定律求出弹簧的长度，对小球分析，抓住竖直方向上合力为零，水平方向上的合力提供向心力，根据牛顿第二定律求出装置转动的角速度 ω_0 ；

(3) 弹簧长度从 $\frac{3}{2}L$ 缓慢缩短为 $\frac{1}{2}L$ 的过程中，抓住弹簧的弹性势能不变，弹力不做功，根据动能定理，结合小环平衡和小球竖直方向上平衡，水平方向上的合力提供向心力，求出外界对转动装置所做的功 W .

【解答】 解：(1) 装置静止时，设 OA、AB 杆中的弹力分别为 F_1 、 T_1 ，OA 杆与转轴的夹角为 θ_1 ，

$$\text{小环受到弹簧的弹力 } F_{\text{弹}1} = k \frac{L}{2},$$

$$\text{小环受力平衡, } F_{\text{弹}1} = mg + 2T_1 \cos\theta_1,$$

$$\text{小球受力平衡, } F_1 \cos\theta_1 + T_1 \cos\theta_1 = mg, \quad F_1 \sin\theta_1 = T_1 \sin\theta_1,$$

$$\text{解得 } k = \frac{4mg}{L}.$$

(2) 设 OA、AB 杆中的弹力分别为 F_2 、 T_2 ，OA 杆与转轴的夹角为 θ_2 ，弹簧长度为 x 。

$$\text{小环受到弹簧的弹力 } F_{\text{弹}2} = k(x - L),$$

小环受力平衡, $F_{\text{弹}2} = mg$, 解得 $x = \frac{5}{4}L$,

对小球, $F_2 \cos \theta_2 = mg$, $F_2 \sin \theta_2 = m\omega_0^2 l \sin \theta_2$, 且 $\cos \theta_2 = \frac{x}{2l}$,

$$\text{解得 } \omega_0 = \sqrt{\frac{8g}{5L}}.$$

(3) 弹簧长度为 $\frac{1}{2}L$ 时, 设 OA、AB 杆中的弹力分别为 F_3 、 T_3 , OA 杆与弹簧的夹角为 θ_3 ,

小环受到的弹力 $F_{\text{弹}3} = \frac{1}{2}kL$,

小环受力平衡, $2T_3 \cos \theta_3 = mg + F_{\text{弹}3}$, 且 $\cos \theta_3 = \frac{L}{4l}$,

对小球, $F_3 \cos \theta_3 = T_3 \cos \theta_3 + mg$, $F_3 \sin \theta_3 + T_3 \sin \theta_3 = m\omega_3^2 l \sin \theta_3$,

$$\text{解得 } \omega_3 = \sqrt{\frac{16g}{L}}.$$

整个过程中弹簧弹性势能变化为零, 则弹力做功为零, 由动能定理得,

$$W - mg\left(\frac{3L}{2} - \frac{L}{2}\right) - 2mg\left(\frac{3L}{4} - \frac{L}{4}\right) = 2 \times \frac{1}{2}m(\omega_3 l \sin \theta_3)^2,$$

$$\text{解得 } W = mgL + \frac{16mgl^2}{L}.$$

答: (1) 弹簧的劲度系数为 $\frac{4mg}{L}$;

(2) 装置转动的角速度为 $\sqrt{\frac{8g}{5L}}$;

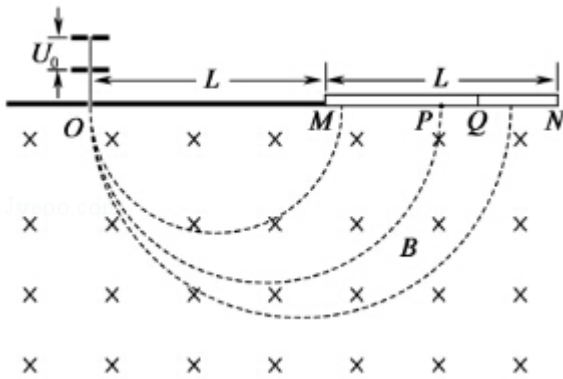
(3) 外界对转动装置所做的功为 $mgL + \frac{16mgl^2}{L}$.

【点评】 本题综合考查了动能定理、牛顿第二定律、共点力平衡和胡克定律的运用, 当装置转动时, 抓住小环平衡, 小球在竖直方向上平衡, 水平方向上的合力提供向心力进

行求解。

23. (16分) 一台质谱仪的工作原理如图所示, 电荷量均为 $+q$ 、质量不同的离子飘入电压为 U_0 的加速电场, 其初速度几乎为零, 这些离子经加速后通过狭缝 O 沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为 B 的匀强磁场, 最后打在底片上, 已知放置底片的区域 $MN=L$, 且 $OM=L$. 某次测量发现 MN 中左侧 $\frac{2}{3}$ 区域 MQ 损坏, 检测不到离子, 但右侧 $\frac{1}{3}$ 区域 QN 仍能正常检测到离子, 在适当调节加速电压后, 原本打在 MQ 的离子即可在 QN 检测到。

- (1) 求原本打在 MN 中点 P 的离子质量 m ;
- (2) 为使原本打在 P 的离子能打在 QN 区域, 求加速电压 U 的调节范围;
- (3) 为了在 QN 区域将原本打在 MQ 区域的所有离子检测完整, 求需要调节 U 的最少次数。(取 $\lg 2=0.301$, $\lg 3=0.477$, $\lg 5=0.699$)



【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】537: 带电粒子在复合场中的运动专题。

【分析】(1) 离子先由电场加速, 后进入磁场做匀速圆周运动。先根据动能定理求出电场加速获得的速度表达式, 再由几何关系求出磁场中轨迹半径, 由洛伦兹力等于向心力, 列式求解离子的质量。

(2) 由几何关系得到离子打在 N 点和 Q 点时的轨迹半径, 由上式结果求解电压 U 的范围。

(3) 运用归纳法, 根据轨迹半径与电压的关系, 得到调节电压 U 的次数表达式, 再进行求解。

【解答】解: (1) 离子在电场中加速, 由动能定理得: $qU_0 = \frac{1}{2}mv^2 \dots \textcircled{1}$

在磁场中做匀速圆周运动，则有： $qvB = m \frac{v^2}{r} \dots \textcircled{2}$

$$\text{解得： } r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU_0}{q}}$$

$$\text{代入 } r_0 = \frac{3}{4}L \text{ 解得： } m = \frac{9qB^2L^2}{32U_0}$$

$$(2) \text{ 由 (1) 中第 } \textcircled{1} \textcircled{2} \text{ 两式知： } U = \frac{qB^2r^2}{2m}$$

$$\text{离子打在 Q 点，轨迹半径为： } r = \frac{5}{6}L = \frac{10}{9}r_0, \text{ 则有： } U = \frac{100U_0}{81}$$

$$\text{离子打在 N 点，轨迹半径为： } r = L = \frac{4}{3}r_0, U = \frac{16U_0}{9}$$

$$\text{则电压的范围为： } \frac{100U_0}{81} \leq U \leq \frac{16U_0}{9}.$$

$$(3) \text{ 由 (1) 知， } r \propto \sqrt{U}$$

由题意知，第 1 次调节电压到 U_1 ，使原本打在 Q 点的离子打在 N 点，则 $\frac{L}{\frac{5}{6}L} = \frac{\sqrt{U_1}}{\sqrt{U_0}}$

此时，原本半径为 r_1 的打在 Q_1 的离子打在 Q 上， $\frac{\frac{5}{6}L}{r_1} = \frac{\sqrt{U_1}}{\sqrt{U_0}}$

$$\text{解得 } r_1 = \left(\frac{5}{6}\right)^2 L$$

第 2 次调节电压到 U_2 ，使原本打在 Q_1 的离子打在 N 点，原本半径为 r_2 的打在 Q_2 的离子打在 Q 上，则

$$\frac{L}{r_1} = \frac{\sqrt{U_2}}{\sqrt{U_0}}, \frac{\frac{5}{6}L}{r_2} = \frac{\sqrt{U_2}}{\sqrt{U_0}}$$

$$\text{解得 } r_2 = \left(\frac{5}{6}\right)^3 L = \frac{125}{216} L$$

同理，第 n 次调节电压，有 $r_n = \left(\frac{5}{6}\right)^{n+1} L$

检测完整，有 $r_n \leq \frac{L}{2}$

解得 $n \geq \frac{\lg 2}{\lg \frac{6}{5}} - 1 \approx 2.8$

故需要调节 U 的最少次数为 3 次。

另一种解法（第三次调节电压到 U_3 ，使原本打到 Q_2 点的离子打到 N 点，有：

$\frac{L}{(\frac{5}{6})^3} = \frac{\sqrt{U_3}}{\sqrt{U_0}}$ ，此时，设原本半径为 r_3 的打在 Q_3 的离子打在 Q 上，则 $\frac{\frac{5}{6}L}{r_3} = \frac{\sqrt{U_3}}{\sqrt{U_0}}$ ，解得：

$r_3 = (\frac{5}{6})^4 L = \frac{625}{1296} L < \frac{1}{2} L$ ，调节电压的次数最少为 3 次。）

答：（1）原本打在 MN 中点 P 的离子质量 m 为 $\frac{9qB^2L^2}{32U_0}$ ；

（2）为使原本打在 P 的离子能打在 QN 区域，加速电压 U 的调节范围为 $\frac{100U_0}{81} \leq U \leq \frac{16U_0}{9}$ ；

（3）需要调节 U 的最少次数为 3 次。

【点评】 本题是动能定理和牛顿定律的综合题，解决本题的关键会运用几何知识和归纳法分析离子轨道半径变化的规律，灵活运用动能定理和牛顿第二定律解答。