

2008 年天津市高考物理试卷解析版

参考答案与试题解析

一、选择题

1. (4 分) 下列说法正确的是 ()

- A. 布朗运动是悬浮在液体中固体颗粒内分子的无规则运动
- B. 理想气体在等温膨胀过程中也没有把吸收的热量全部对外做功
- C. 知道某物质的摩尔质量和密度可求出阿伏加德罗常数
- D. 内能不同的物体, 它们分子热运动的平均动能可能相同

【考点】 83: 分子的热运动; 8A: 物体的内能.

【专题】 12: 应用题.

【分析】 布朗运动是悬浮在液体中固体微粒的无规则运动.

理想气体在等温膨胀过程中气体的内能没有变, 所以把吸收的热量全部对外做功.

知道某物质的摩尔质量和密度可求摩尔体积.

内能不同的物体, 可能是由于物质的量不同引起的, 而温度可能相等, 所以分子热运动的平均动能就可能相同.

【解答】 解: A、布朗运动是悬浮在液体中固体微粒的无规则运动, 故 A 错.

B、理想气体在等温膨胀过程中气体的内能没有变, 所以把吸收的热量全部对外做功, 故 B 错.

C、知道某物质的摩尔质量和密度可求摩尔体积, 故 C 错.

D、内能不同的物体, 可能是由于物质的量不同引起的, 而温度可能相等, 所以分子热运动的平均动能就可能相同, 故 D 对.

故选: D.

【点评】 本题主要考查基本知识点, 平时要注意基本知识的积累并加以灵活应用.

2. (4 分) 一个氡核 ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ 衰变成钋核 ${}_{84}^{218}\text{Po}$ 并放出一个粒子, 其半衰期为 3.8 天. 1g 氡

经过 7.6 天衰变掉的氡的质量, 以及 ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ 衰变成钋核 ${}_{84}^{218}\text{Po}$ 的过程放出的粒子是 ()

- A. 0.25g, α 粒子
- B. 0.75g, α 粒子
- C. 0.25g, β 粒子
- D. 0.75g, β 粒子

【考点】 JA: 原子核衰变及半衰期、衰变速度.

【分析】运用半衰期的定义进行定量计算.

根据衰变过程中质量数和电荷数守恒列出衰变方程, 得出是什么粒子.

【解答】解: 氦核的半衰期为 3.8 天, 根据半衰期的定义得:

$$m = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}}, \text{ 其中 } m \text{ 为剩余氦核的质量, } m_0 \text{ 为衰变前氦核的质量, } T \text{ 为半衰期, } t \text{ 为经历的}$$

时间.

由于 $T=3.8$ 天, $t=7.6$ 天,

$$\text{解得: } m = \frac{1}{4}m_0, \text{ 所以衰变掉的氦的质量为 } m - m_0 = 0.75\text{g},$$

根据衰变过程中质量数和电荷数守恒, 由于生成物质量数减小 4, 电荷数减小 2, 所以放出的粒子是 α 粒子.

故选: B.

【点评】知道放射性元素的半衰期是有一半该元素的原子核发生衰变所用的时间.

求解时注意 m 为剩余的质量.

3. (5 分) 下列有关光现象的说法正确的是 ()

- A. 在光的双缝干涉实验中, 若仅将入射光由紫光改为红光, 则条纹间距一定变大
- B. 以相同入射角从水中射向空气, 紫光能发生全反射, 红光也一定能发射全反射
- C. 紫光照射某金属时有电子向外发射, 红光照射该金属时也一定有电子向外发射
- D. 拍摄玻璃橱窗内的物品时, 往往在镜头前加装一个偏振片以增加透射光的强度

【考点】H5: 全反射; H9: 光的干涉; HB: 光的偏振; IC: 光电效应.

【专题】54E: 全反射和临界角专题; 54G: 光的干涉专题; 54I: 光电效应专题.

【分析】双缝干涉实验中相邻亮条纹之间的距离满足公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$; 全反射的临界角 C 满

足折射定律 $n = \frac{\sin 90^\circ}{\sin C}$; 偏振片只能使振动方向与偏振片狭缝的方向相同的那一部分光透

过透过, 而其它光不能通过; 只有当入射光的频率大于等于金属的极限频率时, 才能发生光电效应.

【解答】解: A、根据双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知在其它条件不变的情况下将入

射光由紫光改为红光即波长 λ 增大, 相邻条纹间距一定变大. 故 A 正确.

B、根据 $n = \frac{\sin 90^\circ}{\sin C}$ 可知折射率 n 越大临界角 C 越小，由于紫光的折射率最大，故临界角

最小，故当紫光能发生全反射，入射角不一定大于红光的临界角，故红光不一定能发生全反射，故 B 错误。

C、由于红光的波长最大，故红光的频率最小，当紫光能使金属发生光电效应即紫光的频率大于金属的极限频率，但红光的频率不一定大于金属的极限频率，故在红光照射该金属时不一定有电子向外逸出，故 C 错误。

D、偏振片只能使振动方向与偏振片狭缝的方向相同的那一部分光透过，而沿其它方向振动的光不能通过故减弱了透射光的强度，故 D 错误。

故选：A。

【点评】掌握了该部分知识的基本概念即可顺利解决此类题目。

4. (5分) 一理想变压器的原线圈上接有正弦交变电压，其最大值保持不变，副线圈接有可调电阻 R 。设原线圈的电流为 I_1 ，输入功率为 P_1 ，副线圈的电流为 I_2 ，输出功率为 P_2 。当 R 增大时 ()

A. I_1 减小， P_1 增大

B. I_1 减小， P_1 减小

C. I_2 增大， P_2 减小

D. I_2 增大， P_2 增大

【考点】E8：变压器的构造和原理。

【专题】53A：交流电专题。

【分析】输出电压是由输入电压和匝数比决定的，输入的功率的大小是由输出功率的大小决定的，电压与匝数成正比，电流与匝数成反比，根据理想变压器的原理分析即可。

【解答】解：由于原线圈的输入电压不变，变压器的匝数比也不变，所以副线圈的输出电压不变，当电阻 R 增大时，电路的电阻变大，副线圈的电流 I_2 减小，所以原线圈的电流 I_1 也要减小，由于副线圈的电压不变，根据 $P = \frac{U^2}{R}$ 可得，当电阻增大时，输出的功率 P_2 将减小，所以原线圈的输入的功率 P_1 也将减小。所以 B 正确。

故选：B。

【点评】电路的动态变化的分析，总的原则就是由部分电路的变化确定总电路的变化的情况，再确定其他的电路的变化的情况，即先部分后整体再部分的方法。

5. (5分) 带负电的粒子在某电场中仅受电场力作用，能分别完成以下两种运动：①在电场线上运动②在等势面上做匀速圆周运动。该电场可能是 ()

- A. 一个带正电的点电荷形成
- B. 一个带负电的点电荷形成
- C. 两个分立的带等量负电的点电荷形成
- D. 一个带负电的点电荷与带正电的无限大平板形成

【考点】4A：向心力；A8：点电荷的电场。

【分析】带负电的粒子在某电场中仅受电场力作用，若在电场线上运动，则电势一定变化，因为沿电场线电势降低，若在等势面上做匀速圆周运动，则电场力大小应该不变，结合这两个要求判断即可。

【解答】解：A、带负电的粒子在某电场中仅受电场力作用，可以沿电场线向着正电荷加速，也可以沿电场线减速，即远离正电荷，也可绕正电荷做匀速圆周运动，电场力提供向心力，正电荷位于圆心上，故 A 正确；

B、一个带负电的点电荷形成电场中，另一个负电荷只能沿着电场线加速远离或减速靠近，由于两负电荷相互排斥，电场力不可能提供向心力，故不会做匀速圆周运动，故 B 错误

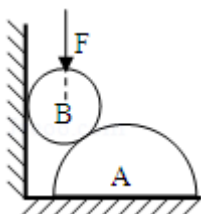
C、两个分立的带等量负电的点电荷形成的电场不可能对负电荷有指向圆心的力，故也不会做匀速圆周运动，故 C 错误；

D、一个带负电的点电荷与带正电的无限大平板形成的电场不可能对负电荷有指向圆心的力，故负电荷也不会做匀速圆周运动，故 D 错误。

故选：A。

【点评】本题关键要能让负电荷做匀速圆周运动，必须有指向圆心的力提供向心力，故只能是位于圆心的正电荷提供。

6. (5分) 在粗糙水平地面上与墙平行放着一个截面为半圆的柱状物体 A，A 与竖直墙之间放一光滑圆球 B，整个装置处于平衡状态。现对 B 加一竖直向下的力 F，F 的作用线通过球心，设墙对 B 的作用力为 F_1 ，B 对 A 的作用力为 F_2 ，地面对 A 的作用力为 F_3 。若 F 缓慢增大而整个装置仍保持静止，截面如图所示，在此过程中 ()



- A. F_1 保持不变， F_3 缓慢增大
- B. F_1 缓慢增大， F_3 保持不变

C. F_2 缓慢增大, F_3 缓慢增大

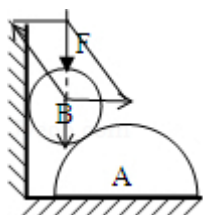
D. F_2 缓慢增大, F_3 保持不变

【考点】2G: 力的合成与分解的运用; 3C: 共点力的平衡.

【专题】11: 计算题.

【分析】分别以 B 和整体为研究对象, 分别进行受力分析画出力的示意图, 根据 F 的变化可知 B 对 A 的作用力, 及地面对 A 的作用力.

【解答】解: 对 B 分析, 可知墙对 B 的作用力及 A 对球的作用力的合力与 F 及重力的合力大小相等, 方向相反, 故当 F 增大时, B 对 A 的压力增大; 即 F_2 增大; 同理可知, 墙对 B 的作用力 F_1 增大;

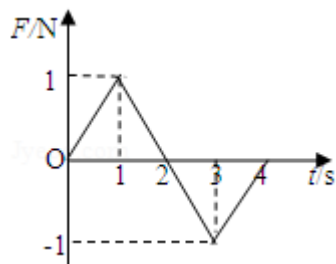


对整体分析, 整体受重力、支持力、摩擦力、墙对球 B 的压力及压力 F 而处于平衡, 故当 F 增大时, 地面对 A 的支持力增大, 同时摩擦力也将增大; 故 F_3 增大;

故选: C.

【点评】本题由于角度不发生变化, 故压力增大时, B 对 A 的压力增大; 因此本题的难度不大.

7. (5分) 一个静止的质点, 在 $0\sim 4s$ 时间内受到力 F 的作用, 力的方向始终在同一直线上, 力 F 随时间的变化如同所示, 则质点在 ()



A. 第 2s 末速度改变方向

B. 第 2s 末位移改变方向

C. 第 4s 末回到原出发点

D. 第 4s 末运动速度为零

【考点】1D: 匀变速直线运动的速度与时间的关系; 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】16: 压轴题.

【分析】解决本题的关键是将 $F-t$ 图象转化成 $a-t$ 图象, 而 $a-t$ 图线与时间轴围成的

面积等于物体的速度。所以在 0 - 4s 内物体运动的方向不变，即物体始终向同一个方向运动。当 t=4s 时，速度为 0。

【解答】解：根据牛顿第二定律 $F=ma$ 可得加速度 a 正比于合力 F ，故加速度 a 随时间变化的规律和 F 随时间变化的规律相同，

故 t=1s 时物体的加速度最大，t=2s 时物体的加速度 a 为零，t=3s 时物体的加速度方向为负方向且最大，t=4s 时物体的加速度为 0。

由于加速度图象与时间轴围成的面积等于物体的速度，故在 0 - 2s 内物体始终加速。

由于 2 - 4s 内加速度为负值，故物体的速度减少，但速度仍然大于 0，即速度方向保持不变，故 A 错误，

由于加速度图象与时间轴围成的面积等于物体的速度，故物体在 0 - 2s 内增加的速度和在 2 - 4s 内减少的速度相等。

故物体在 t=4s 时速度为 0。

故 D 正确。

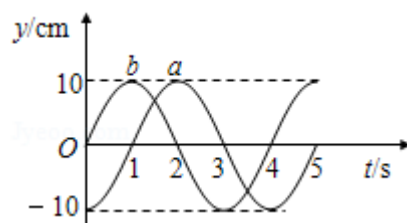
由于在 0 - 4s 内物体的速度方向不变，故物体在 0 - 4s 内位移始终增加，

故 B、C 错误。

故选：D。

【点评】根据牛顿第二定律将 $F-t$ 图线转化成 $a-t$ 图线，同时类比 $v-t$ 图象与时间轴围成的面积等于物体通过的位移得出： $a-t$ 图线与时间轴围成的面积等于物体的速度，电流 I 随时间变化的关系图线即 $i-t$ 图线与时间轴围成的面积等于通过导体的电量，这种方法在学习时要注意总结、积累、应用。

8. (5分) 一列简谐横波沿直线由 a 向 b 传播，相距 10.5m 的 a、b 两处的质点振动图象如图中 a、b 所示，则 ()



- A. 该波的振幅可能是 20cm
- B. 该波的波长可能是 8.4m
- C. 该波的波速可能是 10.5m/s
- D. 该波由 a 传播到 b 可能历时 7s

【考点】73：简谐运动的振动图象；F5：波长、频率和波速的关系。

【专题】11：计算题；16：压轴题。

【分析】由振动图象可知波的振幅及周期；由图象得出同一时刻两质点的位置及振动方向，则可得出 ab 间可能含有的波长数，则可得出波长的表达式，波速公式可得出波速的可能值；则可知该波从 a 传播到 b 点可能经历的时间。

【解答】解：A、由图可知，波的周期为 4s，振幅为 10cm，故 A 错误；

B、由图可知，在 0 时刻 a 在负向最大位置处，b 在平衡位置向正方向运动，而波由 a 向 b 传播，则 ab 间距离与波长关系为 $l = (n + \frac{3}{4})\lambda = \frac{4n+3}{4}\lambda$ ($n=0, 1, 2, 3, \dots$)，将 8.4m 代入 n 无解，故 B 错误；

C、由 B 可知 $\lambda = \frac{42}{4n+3}m$ ，由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可知， $v = \frac{42}{4}m/s = \frac{10.5}{4n+3}m/s$ ($n=0, 1, 2, \dots$)，将 10.5m/s 代入，n 无解，故 C 错误；

D、由 a 到 b 需要的时间 $t = \frac{l}{v} = (4n+3)s$ ，当 $n=1$ 时， $t=7s$ ，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查波的传播中的空间上的多解性，要注意 ab 间可能具有的波长个数，同时在确定两点之间的距离时，要找同一时刻时两点的位置及振动方向。

二、解答题

9. (16 分) (1) 用螺旋测微器测金属导线的直径，其示数如图所示，该金属导线的直径为 1.880 (1.878~1.882) mm

(2) 用下列器材组装成描绘电阻 R_0 伏安特性曲线的电路，请将实物图连线成为实验电路。

微安表 μA (量程 $200\mu A$ ，内阻约 200Ω)；

电压表 V (量程 3V，内阻约 $10k\Omega$)；

电阻 R_0 (阻值约 $20k\Omega$)；

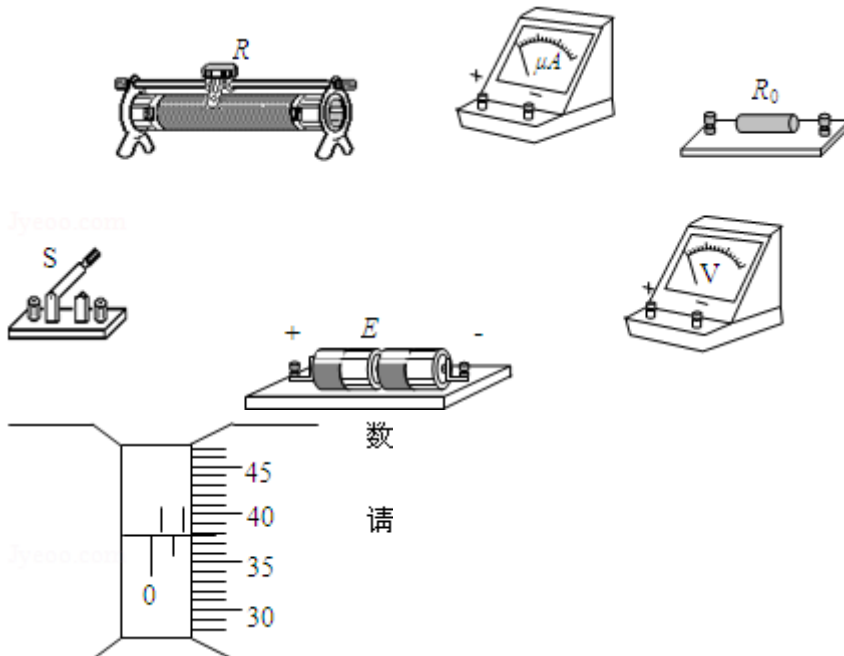
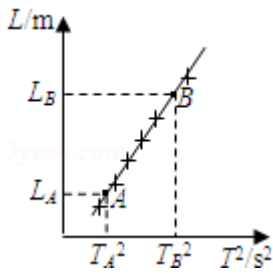
滑动变阻器 R (最大阻值 50Ω ，额定电流 1A)；

电源 E (电动势 3V，内阻不计)；

开关 S 及导线若干。

(3) 某同学用单摆测重力加速度，发现单摆静止时摆球重心在球心的正下方，他仍将从

悬点到球心的距离当作摆长 L ，通过改变摆线的长度，测得 6 组 L 和对应的周期 T ，画出 $L - T^2$ 图线，然后在图线上选取 A、B 两点，坐标如图所示。他采用恰当的数据处理方法，则计算重力加速度的表达式应为 $g = \frac{4\pi^2(L_B - L_A)}{T_B^2 - T_A^2}$ 。请你判断该同学得到的结果与摆球重心就在球心处的情况相比，将相同（填“偏大”、“偏小”或“相同”）。



【考点】 L4：螺旋测微器的使用；MF：用单摆测定重力加速度；N5：描绘小电珠的伏安特性曲线；N6：伏安法测电阻。

【专题】 13：实验题。

【分析】 (1) 螺旋测微器的读数方法是固定刻度读数加上可动刻度读数，在读可动刻度读数时需估读；

(2) 在描绘电阻 R_0 伏安特性曲线时，需要多测量数据，因此滑动变阻器采用分压接法，待测电阻很大，因此安培表采用内接法，由此可正确画出电路图；

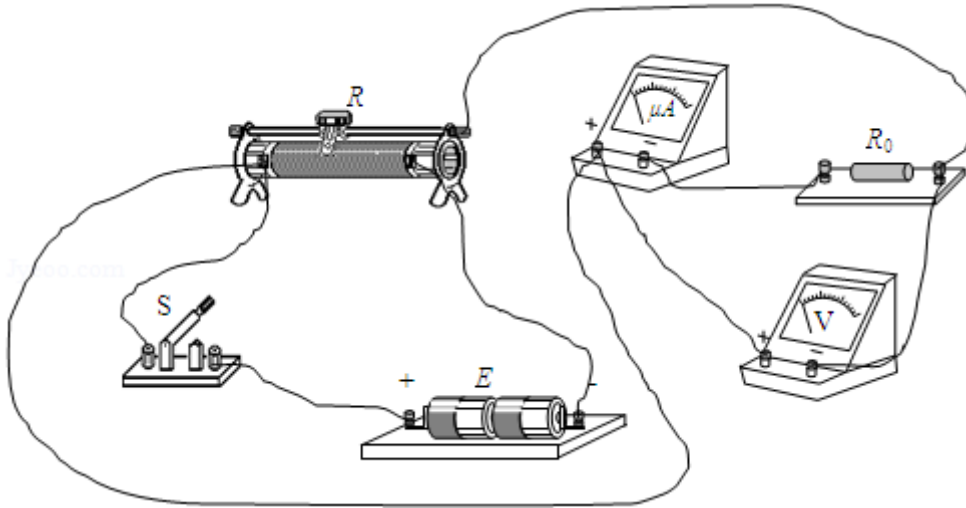
(3) 用图想法可以减小实验误差，而且图象直观形象，便于数据处理，由单摆的周期公式得出图象斜率的含义，则可求出重力加速度的大小，漏加了小球半径后，直线的斜率

不变，故不影响最后结果。

【解答】解：（1）螺旋测微器的固定刻度读数为 1.5mm，可动刻度读数为 $0.01 \times 38.0\text{mm} = 0.380\text{mm}$ ，所以最终读数为 1.880mm。

故本题答案为：1.880（1.878~1.882）。

（2）在描绘电阻 R_0 伏安特性曲线时，需要多测量数据，因此滑动变阻器采用分压接法，待测电阻很大，因此安培表采用内接法，由此得出电路的实物连接图如下所示：



（3）由单摆周期公式得： $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ，由此可知： $L = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$ ，因此图象的斜率大小为：

$$\frac{g}{4\pi^2}，\text{因此有：}\frac{L_B - L_A}{T_B^2 - T_A^2} = \frac{g}{4\pi^2}$$

$$\text{由此可知：}g = \frac{4\pi^2(L_B - L_A)}{T_B^2 - T_A^2}$$

即使摆球重心在球心的正下方，但是 $(L_B - L_A)$ 不变，故不影响最后结果，因此计算结果不变。

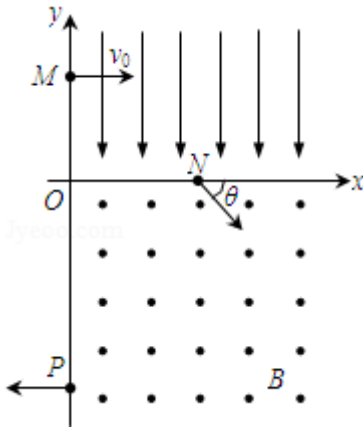
$$\text{故答案为：}\frac{4\pi^2(L_B - L_A)}{T_B^2 - T_A^2}，\text{不变。}$$

【点评】解决本题的关键掌握螺旋测微器的读数方法，螺旋测微器的读数方法是固定刻度读数加上可动刻度读数，在读可动刻度读数时需估读；电路图的连接注意滑动变阻器的分压、限流接法和安培表的内外接法的选择；用单摆测重力加速度是一种简单且便于操作的方法，要注意尽量减小实验误差，摆动角度要小，数据处理尽量用图象法。

10.（16分）在平面直角坐标系 xOy 中，第 I 象限存在沿 y 轴负方向的匀强电场，第 IV 象

限存在垂直于坐标平面向外的匀强磁场，磁感应强度为 B 。一质量为 m ，电荷量为 q 的带正电的粒子从 y 轴正半轴上的 M 点以速度 v_0 垂直于 y 轴射入电场，经 x 轴上的 N 点与 x 轴正方向成 60° 角射入磁场，最后从 y 轴负半轴上的 P 点垂直于 y 轴射出磁场，如图所示。不计粒子重力，求

- (1) M 、 N 两点间的电势差 U_{MN} ；
- (2) 粒子在磁场中运动的轨道半径 r ；
- (3) 粒子从 M 点运动到 P 点的总时间 t 。



【考点】 37：牛顿第二定律； 4A：向心力； 65：动能定理； CI：带电粒子在匀强磁场中的运动； CM：带电粒子在混合场中的运动。

【分析】 (1) 粒子垂直于电场进入第一象限，粒子做类平抛运动，由到达 N 的速度方向可利用速度的合成与分解得知此时的速度，在应用动能定理即可求得电场中 MN 两点间的电势差。

(2) 粒子以此速度进入第四象限，在洛伦兹力的作用下做匀速圆周运动，先画出轨迹图，找出半径；利用洛伦兹力提供向心力的公式，可求出在磁场中运动的半径。

(3) 粒子的运动分为两部分，一是在第一象限内做类平抛运动，二是在第四象限内做匀速圆周运动，分段求出时间，相加可得总时间。

【解答】 解：(1) 粒子在第一象限内做类平抛运动，进入第四象限做匀速圆周运动。设

粒子过 N 点的速度为 v ，有 $\frac{v_0}{v} = \cos\theta$

得： $v=2v_0$

粒子从 M 点到 N 点的过程，由动能定理有：

$$qU_{MN} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得: } U_{MN} = \frac{3mv_0^2}{2q}$$

(2) 粒子在磁场中以 O' 为圆心做匀速圆周运动 (如图所示), 半径为 $O'N$, 有:

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$\text{解得: } r = \frac{2mv_0}{qB}$$

(3) 由几何关系得:

$$ON = r \sin \theta$$

设粒子在电场中运动的时间为 t_1 , 则有:

$$ON = v_0 t_1$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{3}m}{qB}$$

粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期为:

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

设粒子在磁场中运动的时间为 t_2 , 有:

$$t_2 = \frac{\pi - \theta}{2\pi} T$$

$$\text{得: } t_2 = \frac{2\pi m}{3qB}$$

运动的总时间为:

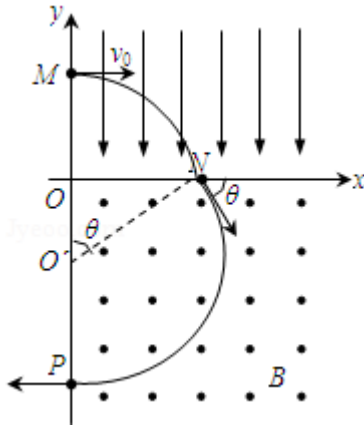
$$t = t_1 + t_2$$

$$\text{即: } t = \frac{(3\sqrt{3} + 2\pi)m}{3qB}$$

答: (1) M、N 两点间的电势差 U_{MN} 为 $\frac{3mv_0^2}{2q}$;

(2) 粒子在磁场中运动的轨道半径为 $\frac{2mv_0}{qB}$;

(3) 粒子从 M 点运动到 P 点的总时间为 $\frac{(3\sqrt{3}+2\pi)m}{3qB}$ 。



【点评】 该题考查了电场和磁场边界问题，不同场的分界面上，既是一种运动的结束，又是另一种运动的开始，寻找相关物理量尤其重要。

粒子在电场中运动偏转时，常用能量的观点来解决问题，有时也要运用运动的合成与分解。

点粒子做匀速圆周运动的圆心、半径及运动时间的确定也是本题的一个考查重点

圆心的确定：因洛伦兹力提供向心力，洛伦兹力总垂直于速度，画出带电粒子运动轨迹中任意两点（一般是射入磁场和射出磁场的两点）洛伦兹力的方向，其延长的交点即为圆心。或射入磁场和射出磁场的两点间弦的垂直平分线与一半径的交点即为圆心。

半径的确定：半径一般都在确定圆心的基础上用平面几何知识求解，常常是解直角三角形。

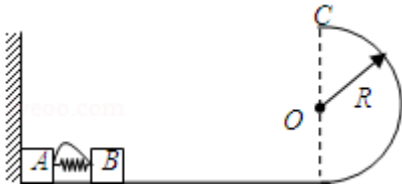
运动时间的确定：利用圆心与弦切角的关系计算出粒子所转过的圆心角 θ 的大小，用公式 $t = \frac{\theta}{360} T$ 可求出运动时间。

再者就是要正确画出粒子运动的轨迹图，能熟练的运用几何知识解决物理问题。

11. (18分) 光滑水平面上放着质量 $m_A=1\text{kg}$ 的物块 A 与质量 $m_B=2\text{kg}$ 的物块 B，A 与 B 均可视为质点，A 靠在竖直墙壁上，A、B 间夹一个被压缩的轻弹簧（弹簧与 A、B 均不拴接），用手挡住 B 不动，此时弹簧弹性势能 $E_p=49\text{J}$ 。在 A、B 间系一轻质细绳，细绳长度大于弹簧的自然长度，如图所示。放手后 B 向右运动，绳在短暂时间内被拉断，之

后 B 冲上与水平面相切的竖直半圆光滑轨道，其半径 $R=0.5\text{m}$ ，B 恰能到达最高点 C。取 $g=10\text{m/s}^2$ ，求

- (1) 绳拉断后 B 的速度 v_B 的大小；
- (2) 绳拉断过程绳对 B 的冲量 I 的大小；
- (3) 绳拉断过程绳对 A 所做的功 W 。



【考点】 4A：向心力； 52：动量定理； 53：动量守恒定律； 65：动能定理。

【专题】 16：压轴题。

【分析】 (1) 对于恰能到达圆轨道的最高点，找出临界条件，列出相应的等式。

(2) 清楚 B 的运动过程，选择某一过程应用动能定理研究，解出某一状态的速度。

(3) 在 B 向右运动的过程中，弹簧的弹性势能转化给 B 的动能，根据动量定理求出冲量。

(4) 应用动量守恒定律和动能定理求解绳拉断的过程中所做的功。

【解答】 解：(1) 设 B 在绳被拉断后瞬时的速率为 v_B ，到达 C 点的速率为 v_C ，根据 B 恰能到达最高点 C 有：

$$F_{\text{向}} = m_B g = m_B \frac{v_C^2}{R} \text{-----} \text{①}$$

对绳断后到 B 运动到最高点 C 这一过程应用动能定理：

$$-2m_B g R = \frac{1}{2} m_B v_C^2 - \frac{1}{2} m_B v_B^2 \text{-----} \text{②}$$

由①②解得： $v_B = 5\text{m/s}$ 。

(2) 设弹簧恢复到自然长度时 B 的速率为 v_1 ，取向右为正方向，

$$\text{弹簧的弹性势能转化给 B 的动能，} E_p = \frac{1}{2} m_B v_1^2 \text{-----} \text{③}$$

$$\text{根据动量定理有：} I = m_B v_B - m_B v_1 \text{-----} \text{④}$$

由③④解得： $I = -4\text{N}\cdot\text{s}$ ，其大小为 $4\text{N}\cdot\text{s}$

(3) 设绳断后 A 的速率为 v_A ，取向右为正方向，

根据动量守恒定律有： $m_B v_1 = m_B v_B + m_A v_A$ - - - - - ⑤

根据动能定理有： $W = \frac{1}{2} m_A v_A^2$ - - - - - ⑥

由⑤⑥解得： $W = 8J$

答：（1）绳拉断后 B 的速度 v_B 的大小是 5m/s；

（2）绳拉断过程绳对 B 的冲量 I 的大小是 4N•s；

（3）绳拉断过程绳对 A 所做的功 W 是 8J。

【点评】 该题考查了多个知识点。我们首先要清楚物体的运动过程，要从题目中已知条件出发去求解问题。

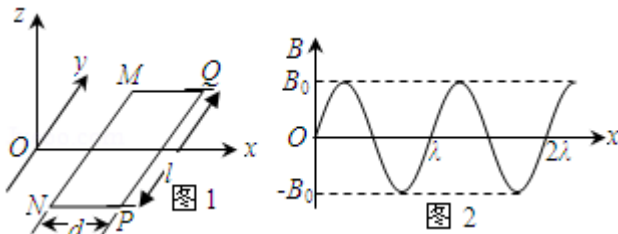
其中应用动能定理时必须清楚研究过程和过程中各力做的功。应用动量定理和动量守恒定律时要规定正方向，要注意矢量的问题。

12.（22 分）磁悬浮列车是一种高速低耗的新型交通工具。它的驱动系统简化为如下模型，固定在列车下端的动力绕组可视为一个矩形纯电阻金属框，电阻为 R ，金属框置于 xOy 平面内，长边 MN 长为 l 平行于 y 轴，宽度为 d 的 NP 边平行于 x 轴，如图 1 所示。列车轨道沿 Ox 方向，轨道区域内存在垂直于金属框平面的磁场，磁感应强度 B 沿 Ox 方向按正弦规律分布，其空间周期为 λ ，最大值为 B_0 ，如图 2 所示，金属框同一长边上各处的磁感应强度相同，整个磁场以速度 v_0 沿 Ox 方向匀速平移。设在短暂时间内， MM 、 PQ 边所在位置的磁感应强度随时间的变化可以忽略，并忽略一切阻力。列车在驱动系统作用下沿 Ox 方向加速行驶，某时刻速度为 v ($v < v_0$)。

（1）简要叙述列车运行中获得驱动力的原理；

（2）为使列车获得最大驱动力，写出 MM 、 PQ 边应处于磁场中的什么位置及 λ 与 d 之间应满足的关系式；

（3）计算在满足第（2）问的条件下列车速度为 v 时驱动力的大小。



【考点】 CC：安培力；D6：电磁感应在生活和生产中的应用；D8：法拉第电磁感应定律；D9：导体切割磁感线时的感应电动势。

【专题】 16：压轴题。

【分析】线圈处于变化的磁场中，且该磁场在运动，导致线圈中产生感应电流，从而使线圈在磁场中受到安培力作用。因此线圈在运动。为使列车获得最大驱动力，则线圈前后两边都应受到安培力且最大。所以要求提供的磁场是最大的并方向相反。

【解答】解：（1）由于列车速度与磁场平移速度不同，导致穿过金属框的磁通量发生变化，由于电磁感应，金属框中会产生感应电流，该电流受到安培力即为驱动力。

（2）为使列车获得最大驱动力，MM、PQ 应位于磁场中磁感应强度同为最大值且反向的地方，这会使得金属框所围面积的磁通量变化率最大，导致线框中电流最强，也会使得金属框长边中电流受到的安培力最大，因此，d 应为 $\frac{\lambda}{2}$ 的奇数倍，即

$$d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \text{ 或 } \lambda = \frac{2d}{2k+1} (k \in N) \text{①}$$

（3）由于满足（2）问条件，则 MM、PQ 边所在处的磁感应强度大小均为 B_0 且方向总相反，经短暂的时间 Δt ，磁场沿 Ox 方向平移的距离为 $v_0 \Delta t$ ，同时，金属框沿 Ox 方向移动的距离为 $v \Delta t$ 。

因为 $v_0 > v$ ，所以在 Δt 时间内 MN 边扫过磁场的面积

$$S = (v_0 - v) l \Delta t$$

在此 Δt 时间内，MN 边左侧穿过 S 的磁通量移进金属框而引起框内磁通量变化

$$\Delta \Phi_{MN} = B_0 l (v_0 - v) \Delta t \text{ ②}$$

同理，该 Δt 时间内，PQ 边左侧移出金属框的磁通引起框内磁通量变化

$$\Delta \Phi_{PQ} = B_0 l (v_0 - v) \Delta t \text{ ③}$$

故在 Δt 内金属框所围面积的磁通量变化

$$\Delta \Phi = \Delta \Phi_{MN} + \Delta \Phi_{PQ} \text{④}$$

根据法拉第电磁感应定律，金属框中的感应电动势大小 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \text{⑤}$

根据闭合电路欧姆定律有 $I = \frac{E}{R} \text{⑥}$

根据安培力公式，MN 边所受的安培力

$$F_{MN} = B_0 I l$$

PQ 边所受的安培力

$$F_{PQ} = B_0 I l$$

根据左手定则，MM、PQ 边所受的安培力方向相同，此时列车驱动力的大小

$$F = F_{MN} + F_{PQ} = 2 B_0 I l \quad (7)$$

$$\text{联立解得 } F = \frac{4 B_0^2 l^2 (v_0 - v)}{R} \quad (8)$$

【点评】磁通量虽没有方向，但穿过线圈却分正反面。同时运用法拉第电磁感应定律求出产生的感应电动势，从而确定安培力。但注意的是前后边均受到安培力，且方向相同。