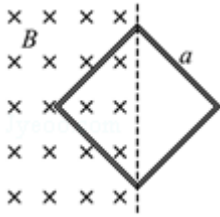


2014 年江苏省高考物理试卷

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，一正方形线圈的匝数为 n ，边长为 a ，线圈平面与匀强磁场垂直，且一半处在磁场中。在 Δt 时间内，磁感应强度的方向不变，大小由 B 均匀地增大到 $3B$ 。在此过程中，线圈中产生的感应电动势为 ()



- A. $\frac{Ba^2}{2\Delta t}$ B. $\frac{nBa^2}{\Delta t}$ C. $\frac{nBa^2}{2\Delta t}$ D. $\frac{2nBa^2}{\Delta t}$

【考点】D8：法拉第电磁感应定律。

【专题】53C：电磁感应与电路结合。

【分析】由法拉第电磁感应定律求出感应电动势，注意线圈的有效面积是正方形面积的一半。

【解答】解：由法拉第电磁感应定律得：

$$\text{线圈中产生的感应电动势 } E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{a^2}{2} = n \frac{3B - B}{\Delta t} \cdot \frac{a^2}{2} = \frac{nBa^2}{\Delta t}$$

故选：B。

【点评】本题属于感生问题，运用法拉第电磁感应定律时，要注意要用有效面积求感应电动势。

2. (3 分) 已知地球的质量约为火星质量的 10 倍，地球的半径约为火星半径的 2 倍，则航天器在火星表面附近绕火星做匀速圆周运动的速率约为 ()

- A. 3.5km/s B. 5.0km/s C. 17.7km/s D. 35.2km/s

【考点】4F：万有引力定律及其应用；4H：人造卫星。

【专题】52A：人造卫星问题。

【分析】航天器在火星表面附近绕火星做匀速圆周运动时，由火星的万有引力提供向心

力，根据万有引力定律和向心力公式可列出含速率的方程；再研究近地卫星的速度与地球质量的关系，联立即可求解。

【解答】解：航天器在火星表面附近绕火星做匀速圆周运动时，由火星的万有引力提供向心力，则有：

$$G \frac{M_{\text{火}} m_{\text{航}}}{R_{\text{火}}^2} = m_{\text{航}} \frac{v_{\text{航}}^2}{R_{\text{火}}} \quad ①$$

对于近地卫星，由地球的万有引力提供向心力，则得：

$$G \frac{M_{\text{地}} m_{\text{近}}}{R_{\text{地}}^2} = m_{\text{近}} \frac{v_{\text{近}}^2}{R_{\text{地}}} \quad ②$$

由①②得：
$$\frac{v_{\text{航}}}{v_{\text{近}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{火}} R_{\text{地}}}{M_{\text{地}} R_{\text{火}}}} = \sqrt{\frac{1}{10} \times \frac{2}{1}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

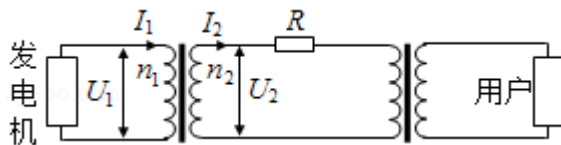
又近地卫星的速度约为 $v_{\text{近}} = 7.9 \text{ km/s}$

可得：航天器的速率为 $v_{\text{航}} = \frac{v_{\text{近}}}{\sqrt{5}} = \frac{7.9}{2.236} \text{ km/s} \approx 3.5 \text{ km/s}$

故选：A。

【点评】对于卫星类型，关键建立卫星运动的模型，理清其向心力来源：万有引力，根据万有引力等于向心力进行解答。

3. (3分) 远距离输电的原理图如图所示，升压变压器原、副线圈的匝数分别为 n_1 、 n_2 ，电压分别为 U_1 、 U_2 ，电流分别为 I_1 、 I_2 ，输电线上的电阻为 R ，变压器为理想变压器，则下列关系式中正确的是 ()



A. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_1}{n_2}$

B. $I_2 = \frac{U_1}{R}$

C. $I_1 U_1 = I_2^2 R$

D. $I_1 U_1 = I_2 U_2$

【考点】E8：变压器的构造和原理。

【专题】53A：交流电专题。

【分析】变压器电压之比等于匝数之比；电流之比等于匝数的反比；在远距离输电中，

输电导线上功率有损耗

【解答】解：A、升压变压器电流之比等于匝数的反比；故 A 错误；

B、导线上的电流是电压损失与电阻的比值；故 B 错误；

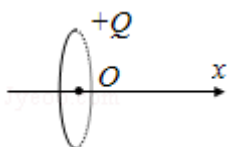
C、 I_1U_1 是表示输入功率， I_2^2R 表示电路损耗的功率，二者不等；故 C 错误；

D、理想变压器输入功率等于输出功率；故 $I_1U_1=I_2U_2$ ，故 D 正确。

故选：D。

【点评】理想变压器的输入功率与输出功率相等，且没有漏磁现象。远距离输电，由于导线通电发热导致能量损失，所以通过提高输送电压，从而实现降低电损

4. (3 分) 如图所示，一圆环上均匀分布着正电荷，x 轴垂直于环面且过圆心 O，下列关于 x 轴上的电场强度和电势的说法中正确的是 ()



A. O 点的电场强度为零，电势最低

B. O 点的电场强度为零，电势最高

C. 从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度减小，电势升高

D. 从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度增大，电势降低

【考点】A6：电场强度与电场力；AC：电势。

【专题】532：电场力与电势的性质专题。

【分析】圆环上均匀分布着正电荷，根据电场的叠加和对称性，分析 O 点的场强。根据电场的叠加原理分析 x 轴上电场强度的方向，即可判断电势的高低。

【解答】解：

A、B、圆环上均匀分布着正电荷，根据对称性可知，圆环上各电荷在 O 点产生的场强抵消，合场强为零。圆环上各电荷产生的电场强度在 x 轴有向右的分量，根据电场的叠加原理可知，x 轴上电场强度方向向右，根据顺着电场线方向电势降低，可知在 x 轴上 O 点的电势最高，故 A 错误，B 正确；

C、D、O 点的场强为零，无穷远处场强也为零，所以从 O 点沿 x 轴正方向，场强应先增大后减小。x 轴上电场强度方向向右，电势降低，故 CD 错误。

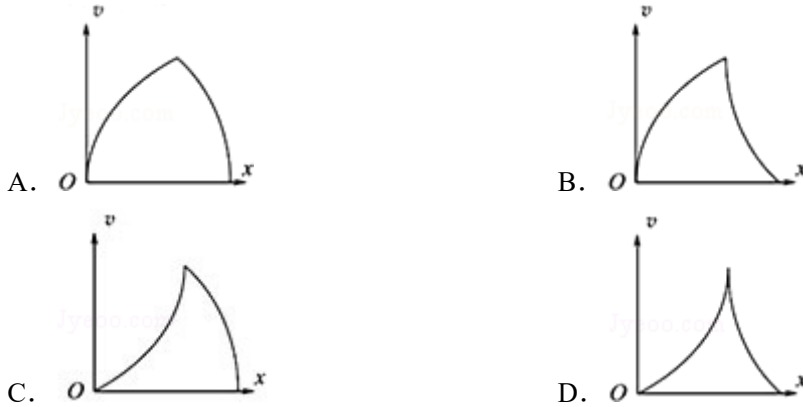
故选：B。

【点评】解决本题的关键有两点：一是掌握电场的叠加原理，并能灵活运用；二是运用

极限法场强的变化。

5. (3分) 一汽车从静止开始做匀加速直线运动, 然后刹车做匀减速直线运动, 直到停止。

下列速度 v 和位移 x 的关系图象中, 能描述该过程的是 ()



【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; 1I: 匀变速直线运动的图像.

【专题】 512: 运动学中的图像专题.

【分析】 根据匀变速直线运动位移速度公式列式分析即可求解.

【解答】 解: 物体做初速度为零的匀加速直线运动, 设加速度为 a_1 ,

$$\text{则 } v^2 = 2a_1x$$

$$v = \sqrt{2a_1} \cdot \sqrt{x},$$

所以图象是单调递增凸函数,

刹车后做匀减速直线运动, 可以反过来看成初速度为零的匀加速直线运动, 设加速度大小为 a_2 , 则

$$v^2 = 2a_2x$$

解得: $v = \sqrt{2a_2} \cdot \sqrt{x}$, 则图象是单调递增的凸函数, 再反过来即为单调递减的凸函数,

故 A 正确.

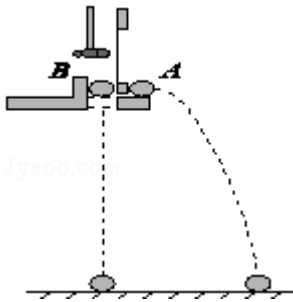
故选: A.

【点评】 本题主要考查了匀变速直线运动位移速度公式的直接应用, 知道车后做匀减速直线运动, 可以反过来看成初速度为零的匀加速直线运动, 难度适中.

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, 全都选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 错选或不答的得 0 分.

6. (4分) 为了验证平抛运动的小球在竖直方向上做自由落体运动, 用如图所示的装置进行

试验，小锤打击弹性金属片，A 球水平抛出，同时 B 球被松开，自由下落，关于该实验，下列说法中正确的是（ ）



- A. 两球的质量应相等
- B. 两球应同时落地
- C. 应改变装置的高度，多次实验
- D. 实验也能说明 A 球在水平方向上做匀速直线运动

【考点】MB：研究平抛物体的运动.

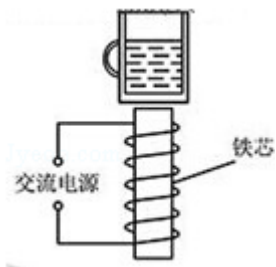
【专题】13：实验题.

【分析】本题图源自课本中的演示实验，通过该装置可以判断两球同时落地，可以验证做平抛运动的物体在竖直方向上做自由落体运动；

【解答】解：根据装置图可知，两球由相同高度同时运动，A 做平抛运动，B 做自由落体运动，因此将同时落地，由于两球同时落地，因此说明 A、B 在竖直方向运动规律是相同的，故根据实验结果可知，平抛运动在竖直方向的分运动是自由落体运动，不需要两球质量相等，要多次实验，观察现象，则应改变装置的高度，多次实验，故 BC 正确。故选：BC。

【点评】本题比较简单，重点考查了平抛运动特点，平抛是高中所学的一种重要运动形式，要重点加强。

7. (4 分) 如图所示，在线圈上端放置一盛有冷水的金属杯，现接通交流电源，过了几分钟，杯内的水沸腾起来。若要缩短上述加热时间，下列措施可行的有（ ）



- A. 增加线圈的匝数
- B. 提高交流电源的频率

C. 将金属杯换为瓷杯

D. 取走线圈中的铁芯

【考点】DG: * 涡流现象及其应用.

【分析】由题意可知电器的工作原理, 则根据原理进行分析可得出缩短加热时间的方法。

【解答】解: A、由题意可知, 本题中是涡流现象的应用;

即采用线圈产生的磁场使金属杯产生感应电流; 从而进行加热的, 则由法拉第电磁感应定律可知, 增加线圈的匝数、提高交流电的频率均可以提高发热功率; 则可以缩短加热时间; 故 AB 正确;

C、将杯子换作瓷杯不会产生涡流; 则无法加热水; 故 C 错误;

D、取走铁芯磁场减弱, 则加热时间变长; 故 D 错误;

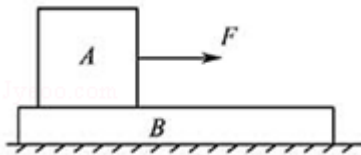
故选: AB。

【点评】本题考查涡流的应用, 要注意明确涡流现象其实就是电磁感应的, 由法拉第电磁感应定律可知涡流现象的强弱。

8. (4分) 如图所示, A、B 两物块的质量分别为 $2m$ 和 m , 静止叠放在水平地面上, A、B

间的动摩擦因数为 μ , B 与地面间的动摩擦因数为 $\frac{1}{2}\mu$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力,

重力加速度为 g , 现对 A 施加一水平拉力 F , 则 ()



A. 当 $F < 2\mu mg$ 时, A、B 都相对地面静止

B. 当 $F = \frac{5}{2}\mu mg$ 时, A 的加速度为 $\frac{1}{3}\mu g$

C. 当 $F > 3\mu mg$ 时, A 相对 B 滑动

D. 无论 F 为何值, B 的加速度不会超过 $\frac{1}{2}\mu g$

【考点】27: 摩擦力的判断与计算; 37: 牛顿第二定律.

【专题】522: 牛顿运动定律综合专题.

【分析】根据 A、B 之间的最大静摩擦力, 隔离对 B 分析求出整体的临界加速度, 通过牛顿第二定律求出 A、B 不发生相对滑动时的最大拉力。然后通过整体法隔离法逐项分析。

【解答】解：A、设 B 对 A 的摩擦力为 f_1 ，A 对 B 的摩擦力为 f_2 ，地面对 B 的摩擦力为 f_3 ，由牛顿第三定律可知 f_1 与 f_2 大小相等，方向相反， f_1 和 f_2 的最大值均为 $2\mu mg$ ， f_3 的最大值为 $\frac{3}{2}\mu mg$ ，故当 $0 < F \leq \frac{3}{2}\mu mg$ 时，A、B 均保持静止；继续增大 F，在一定范围内

A、B 将相对静止以共同的加速度开始运动，故 A 错误；

B、设当 A、B 恰好相对地面发生相对滑动时的拉力为 F' ，加速度为 a' ，则对 A，有

$F' - 2\mu mg = 2ma'$ ，对 A、B 整体，有 $F' - \frac{3}{2}\mu mg = 3ma'$ ，解得 $F' = 3\mu mg$ ，故当

$\frac{3}{2}\mu mg < F \leq 3\mu mg$ 时，A 相对于 B 静止，二者以共同的加速度开始运动；当 $F > 3\mu mg$ 时，

A 相对于 B 滑动。

当 $F = \frac{5}{2}\mu mg$ 时，A、B 以共同的加速度开始运动，将 A、B 看作整体，由牛顿第二定律

有 $F - \frac{3}{2}\mu mg = 3ma$ ，解得 $a = \frac{\mu g}{3}$ ，故 B、C 正确。

D、对 B 来说，其所受合力的最大值 $F_m = 2\mu mg - \frac{3}{2}\mu mg = \frac{1}{2}\mu mg$ ，即 B 的加速度不会超

过 $\frac{1}{2}\mu g$ ，故 D 正确。

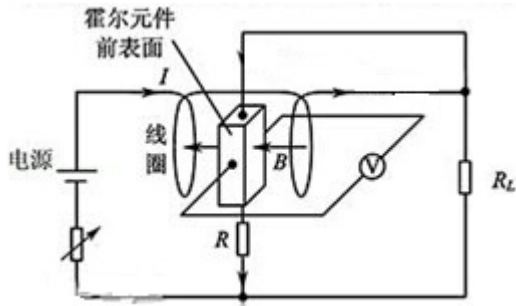
故选：BCD。

【点评】本题考查牛顿第二定律的综合运用，解决本题的突破口在于通过隔离法和整体法求出 A、B 不发生相对滑动时的最大拉力。

9. (4分) 如图所示，导电物质为电子的霍尔元件位于两串联线圈之间，线圈中电流为 I，线圈间产生匀强磁场，磁感应强度大小 B 与 I 成正比，方向垂直于霍尔元件的两侧面，此时通过霍尔元件的电流为 I_H ，与其前后表面相连的电压表测出的霍尔电压 U_H 满足：

$U_H = k \frac{I_H B}{d}$ ，式中 k 为霍尔系数，d 为霍尔元件两侧面间的距离，电阻 R 远大于 R_L ，霍尔

元件的电阻可以忽略，则 ()



- A. 霍尔元件前表面的电势低于后表面
- B. 若电源的正负极对调，电压表将反偏
- C. I_H 与 I 成正比
- D. 电压表的示数与 R_L 消耗的电功率成正比

【考点】CO: 霍尔效应及其应用.

【分析】A、根据通电导线产生磁场，带电粒子在电场力作用下加速，而磁场力的作用下偏转，由左手定则可知，偏转方向，得出电势高低；

B、由电源的正负极变化，导致电子运动方向也变化，由左手定则可知，电子的偏转方向，从而即可求解；

C、根据并联电压相等，可知，电流与电阻成反比，即可求解；

D、根据 I_H 与 I 的关系，结合 $U = k \frac{I_H B}{d}$ ，及 $P = IU$ ，即可求解.

【解答】解：A、根据电流周围存在磁场，结合安培定则可知，磁场的方向，而电子移动方向与电流的方向相反，再由左手定则可得，电子偏向后表面，导致前表面的电势高于后表面，故 A 错误；

B、当电源正负对调后，磁场虽反向，而电子运动方向也反向，由左手定则可知，洛伦兹力的方向不变，则电压表将不会反偏，故 B 错误；

C、如图所示， R 和霍尔元件串联再与 R_L 并联， I 是干路电流， I_H 是霍尔元件支路的电流，电压表测量的霍尔元件的电压 U_H ，而不是外电路（就是串联 R 再并联 R_L ），根据串并联特点，则有： $I_H R = (I - I_H) R_L$ ，即为 $I = \frac{R + R_L}{R_L} I_H$ ；因此 I_H 与 I 成正比，故 C 正确；

D、根据 R_L 消耗的电功率 $P_L = (\frac{R}{R_L} I_H)^2 R_L = \frac{R^2}{R_L} I_H^2$ ，显然 P_L 与 I_H^2 成正比，又因为磁感应

强度大小 B 与 I 成正比，即 B 与 I_H 成正比，电压表的示数 $U_H = \frac{kI_H B}{d}$ ，则 U_H 与 I^2 成正比，所以 U_H 与 R_L 消耗的电功率 P_L 成正比，故 D 正确。

故选：CD。

【点评】 考查电流形成的条件，理解左手定则与安培定则的应用，注意串并联电路的特点，掌握理论推理的方法：紧扣提供信息，结合已有的规律。

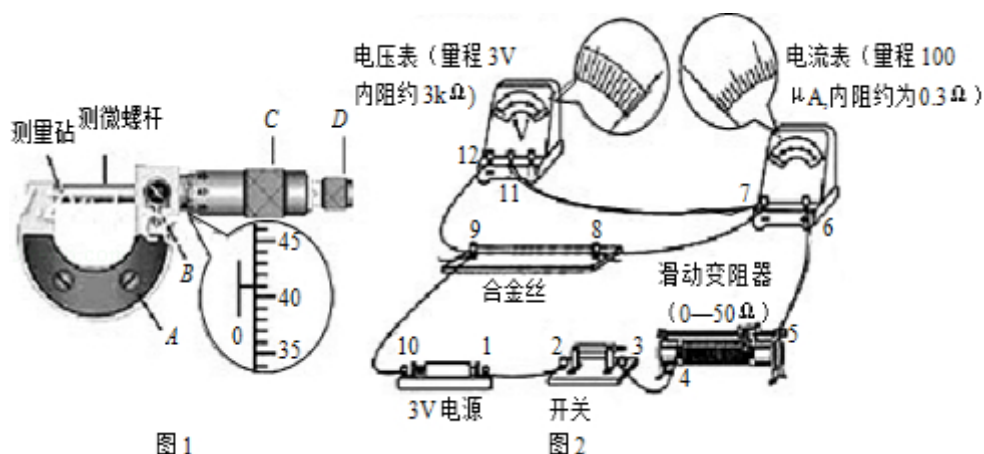
三、简答题：本题分必做题（第 10、11 题）和选做题（第 12 题）两部分，共计 42 分，请将解答填写在答题卡相应的位置。**【必做题】**

10. (8 分) 某同学通过实验测量一种合金的电阻率。

(1) 用螺旋测微器测量合金丝的直径，为防止读数时测微螺杆发生转动，读数前应先旋紧图 1 所示的部件 B (选填“A”、“B”、“C”或“D”)，从图中的示数可读出合金丝的直径为 0.410 mm。

(2) 图 2 所示是测量合金丝电阻的电路，相关器材的规格已在图中标出，合上开关，将滑动变阻器的滑片移到最左端的过程中，发现电压表和电流表的指针只在图示位置发生很小的变化，由此可以推断：电路中 7、9 (7、8) (选填图中表示连线柱的数字) 之间出现了 断路 (选填“短路”或“断路”)。

(3) 在电路故障被排除后，调节滑动变阻器，读出电压表和电流表的示数分别为 2.23V 和 38mA，由此，该同学算出接入电路部分的合金丝的阻值为 58.7Ω ，为了更准确的测出合金丝的阻值，在不更换实验器材的条件下，对实验应作怎样的改进？请写出两条建议。



【考点】 N2：测定金属的电阻率。

【专题】 13：实验题。

【分析】 (1) 为防止读数时测微螺杆发生转动，读数前应先旋紧固定螺钉 B。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，注意其精度是 0.01mm。

(2) 合上开关，将滑动变阻器的滑片移到最左端的过程中，发现电压表和电流表的指针只在图示位置发生很小的变化，说明电路中有断路。

(3) 根据电压表和电流表的示数求出合金丝的阻值大约值，与两个电表的内阻进行比较，确定电流表的接法。为减小测量误差，测量多组电流和电压值，计算出电阻的平均值。

【解答】解：(1) 为防止读数时测微螺杆发生转动，读数前应先旋紧固定螺钉 B。

螺旋测微器的固定刻度读数为 0mm，可动刻度的读数为： $0.01\text{mm} \times 41.0 = 0.410\text{mm}$ ，故合金丝的直径为 $d = 0.410\text{mm}$ 。

(2) 由图知：电压表的读数接近 3V，而电路中电流接近零，说明电路中 7、9（7、8）间有断路。

(3) 据题：电压表和电流表的示数分别为 $U = 2.23\text{V}$ ， $I = 38\text{mA}$

$$\text{则合金丝的阻值大约为 } R_x = \frac{U}{I} = \frac{2.23}{38 \times 10^{-3}} \Omega = 58.7 \Omega$$

$$\text{由于 } \frac{R_V}{R_x} = \frac{3000}{58.7} \approx 51.1, \quad \frac{R_x}{R_A} = \frac{58.7}{0.3} \approx 195.7, \quad \text{所以 } \frac{R_V}{R_x} < \frac{R_x}{R_A}$$

故为减小测量误差，建议之一：将电流表外接改为内接。

建议之二：测量多组电流和电压值，计算出电阻的平均值。（或测量多组电流和电压值，用图象法求电阻值）

建议之三：滑动变阻器的接法由本题的限流式改为分压式。

故答案为：(1) B、0.410；(2) 7、9（7、8），断路；(3) 电流表改为内接；测量多组电流和电压值，计算出电阻的平均值。（或测量多组电流和电压值，用图象法求电阻值）

【点评】本题要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。

根据待测电阻与电压表、电流表内阻的关系，选择电流的接法，记住口诀“大内小外”。

11. (10 分) 小明通过实验验证力的平行四边形定则。

(1) O 点为橡皮筋被拉伸后伸长到的位置，两弹簧测力计共同作用时，拉力 F_1 和 F_2 的方向分别过 P_1 和 P_2 点；一个弹簧测力计拉橡皮筋时，拉力 F_3 的方向过 P_3 点，三个力的大小分别为： $F_1 = 3.30\text{N}$ 、 $F_2 = 3.85\text{N}$ 和 $F_3 = 4.25\text{N}$ 。请根据图中给出的标度作图求出 F_1 和 F_2 的合力

(2) 仔细分析实验，小明怀疑实验中的橡皮筋被多次拉伸后弹性发生了变化，影响实验结果，他用弹簧测力计先后两次将橡皮筋拉伸到相同长度，发现读数不相同，于是进一步探究了拉伸过程对橡皮筋弹性的影响。

实验装置如图 2 所示，将一张白纸固定在竖直放置的木板上，橡皮筋的上端固定与 O 点，下端 N 挂一重物，用与白纸平行的水平力缓慢地移动 N，在白纸上记录下 N 的轨迹。重复上述过程，再次记录下 N 的轨迹。

两次实验记录的轨迹如图 3 所示，过 O 点作一条直线与轨迹交于 a、b 两点，则实验中橡皮筋分别被拉伸到 a 和 b 时所受拉力 F_a 、 F_b 的大小关系为 $F_a = F_b$ 。

(3) 根据 (2) 中的实验，可以得出的实验结果有哪些？（填写选项前的字母）

- (A) 橡皮筋的长度与受到的拉力成正比；
- (B) 两次受到的拉力相同时，橡皮筋第 2 次的长度较长；
- (C) 两次被拉伸到相同长度时，橡皮筋第 2 次受到的拉力较大；
- (D) 两次受到的拉力相同时，拉力越大，橡皮筋两次的长度之差越大。

(4) 根据小明的上述实验探究，请对验证力的平行四边形定则实验提出两点注意事项。

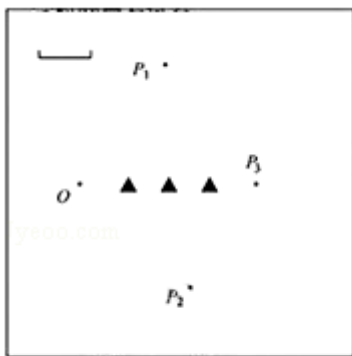


图 1

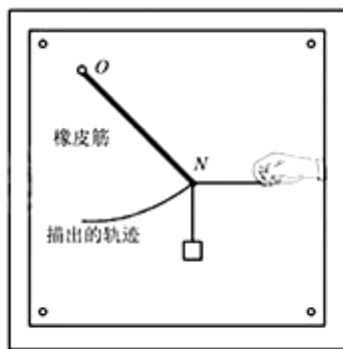


图 2

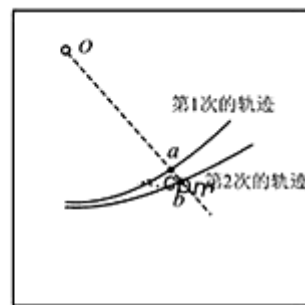


图 3

【考点】 M3: 验证力的平行四边形定则.

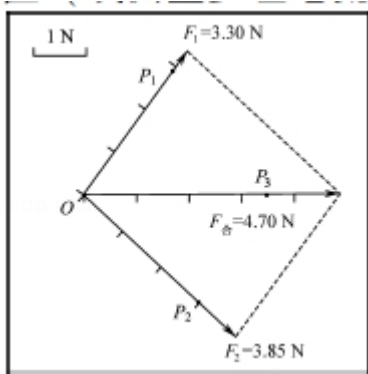
【专题】 13: 实验题.

【分析】 根据平行四边形定则先作出 F_2 与 F_1 的合力，根据图中给出的标度求出合力。

根据平衡条件进行分析求解。

根据 (2) 中的实验分析结果结合实验数据进行求解。

【解答】 解：(1) 根据平行四边形定则求 F_2 与 F_1 的合力，作图如下，



根据图中给出的标度得出 F_1 和 F_2 的合力大小是 4.70N。

(2) 过 O 点作一条直线与轨迹交于 a、b 两点，实验中橡皮筋分别被拉伸到 a 和 b 时所受拉力 F_a 、 F_b 的方向相同，

由于缓慢地移动 N，根据平衡条件得 F_a 、 F_b 的大小关系为 $F_a = F_b$ 。

(3) A、两次受到的拉力相同时，橡皮筋第 2 次的长度较长；故 A 错误，B 正确；

C、两次被拉伸到相同长度时，橡皮筋第 2 次受到的拉力较小，故 C 错误；

D、从开始缓慢地移动 N，橡皮筋受到的拉力增大，从图 3 中发现两次实验记录的轨迹间距在增大，所以两次受到的拉力相同时，拉力越大，橡皮筋两次的长度之差越大，故 D 正确；

故选：BD。

(4) 根据小明的上述实验探究，对验证力的平行四边形定则实验注意事项有橡皮筋拉伸不宜过长；选用新橡皮筋。（或：拉力不宜过大；选用弹性好的橡皮筋；换用弹性好的弹簧）。

故答案为：(1) 如图

(2) $F_a = F_b$

(3) BD

(4) 橡皮筋拉伸不宜过长；选用新橡皮筋。（或：拉力不宜过大；选用弹性好的橡皮筋；换用弹性好的弹簧）。

【点评】 解决本题的关键知道合力与分力遵循平行四边形定则，知道缓慢地移动可以看成物体处于平衡状态，掌握平衡条件的应用。

四、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. (12 分) 一种海浪发电机的气室如图所示，工作时，活塞随海浪上升活下降，改变气室中空气的压强，从而驱动进气阀门和出气阀门打开或关闭，气室先后经历吸入、压缩和

排出空气的过程，推动出气口处的装置发电，气室中的空气可视为理想气体。

(1) 下列对理想气体的理解，正确的有 AD。

(A) 理想气体实际上并不存在，只是一种理想模型

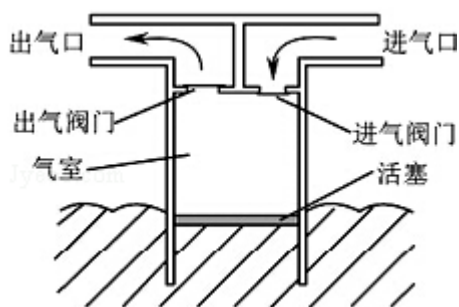
(B) 只要气体的压强不是很高就可视为理想气体

(C) 一定质量的某种理想气体的内能与温度、体积都有关

(D) 在任何温度、任何压强下，理想气体都遵循气体的实验定律

(2) 压缩过程中，两个阀门均关闭，若此过程中，气室中的气体与外界无热量交换，内能增加了 $3.4 \times 10^4 \text{J}$ ，则该气体的分子平均动能 增大 (选填“增大”“减小”或“不变”)，活塞对该气体所做的功 等于 (选填“大于”“小于”或“等于”) $3.4 \times 10^4 \text{J}$ 。

(3) 上述过程中，气体刚被压缩时的温度为 27°C ，体积为 0.224m^3 ，压强为 1 个标准大气压，已知 1 mol 气体在 1 个标准大气压、 0°C 时的体积为 22.4L ，阿伏伽德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ ，计算此时气室中气体的分子数 (计算结果保留一位有效数字)



【考点】 8F: 热力学第一定律; 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】 理想气体是一种理想化的模型;

内能与温度有关，内能增加则温度升高，温度是分子平均动能的标志；根据热力学第一定律求活塞对气体做的功；

由题意气体从 0°C 到 27°C 做等压变化，根据盖吕萨克定律求出此时的体积，然后求出气室内气体的物质的量，进而求得分子数。

【解答】 解：(1) 在任何温度、任何压强下，理想气体都遵循气体的实验定律的称为理想气体，理想气体实际上并不存在，只是一种理想模型，一定质量的某种理想气体的内能只与温度有关，故 AD 正确 BC 错误；

故选：AD。

(2) 由题意内能增加，理想气体的内能只与温度有关，故温度升高，则气体的分子平均

动能增大；

根据热力学第一定律： $\Delta U=Q+W$ ， $3.4\times 10^4\text{J}=0+W$

得： $W=3.4\times 10^4\text{J}$ 。

故答案为：增大；等于。

(3) 设气体的在标准状态时的体积为 V_1 ，等压过程：

$$\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1}$$

$T_1=273\text{k}$ ； $T=300\text{k}$ ；

气体物质的量， $n=\frac{V_1}{V_0}$

且分子数 $N=nN_A$

解得： $N=\frac{VT_1}{V_0T}N_A$

$V_0=22.4\text{L/mol}=0.0224\text{m}^3/\text{mol}$ ；

这代入数据得： $N=5\times 10^{24}$ 个

答：此时气室中气体的分子数为 5×10^{24} 个。

【点评】 本题考查了热力学第一定律以及理想气体状态方程的应用，这两个考点一直是高考的热点。

B.选修 3-4

13. (4分) 某同学用单色光进行双缝干涉实验，在屏上观察到图甲所示的条纹，仅改变一个实验条件后，观察到的条纹如图乙所示，他改变的实验条件可能是 ()



(甲)



(乙)

- A. 减小光源到单缝的距离
- B. 减小双缝之间的距离
- C. 减小双缝到光屏之间的距离
- D. 换用频率更高的单色光源

【考点】 O4：用双缝干涉测光的波长。

【专题】54G：光的干涉专题.

【分析】根据双缝干涉的条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 判断图乙光的波长长短，以及光的颜色。

【解答】解：乙图中条纹的间距比甲图大，根据双缝干涉的条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 知，

乙图中可能是光的波长较长，即频率较低，也可能缝与屏间距增大，也可能双缝间距减小。故 B 正确，A、C、D 错误。

故选：B。

【点评】解决本题的知道不同颜色光的波长大小，以及掌握双缝干涉的条纹间距公式 Δ

$$x = \frac{L}{d}\lambda。$$

14. (4分) 在“探究单摆的周期与摆长的关系”实验中，某同学准备好相关实验器材后，把单摆从平衡位置拉开一个很小的角度后释放，同时按下秒表开始计时，当单摆再次回到释放位置时停止计时，将记录的这段时间作为单摆的周期。以上操作中有不妥之处，请对其中两处加以改正。

【考点】MK：探究单摆的周期与摆长的关系。

【专题】13：实验题。

【分析】在摆球经过最低点时开始计时，产生的时间误差较小。把秒表记录摆球一次全振动的时间作为周期，误差较大，应采用累积法测量周期。

【解答】解：本实验的操作中有两处需要加以改正：

①应在摆球通过平衡位置时开始计时；因为摆球经过平衡位置时速度最大，在相同的空间尺度误差时产生的时间误差最小，测量的周期较精确。

②应测量单摆多次全振动的时间，再计算出周期的测量值，这样可减小测量误差。（或在单摆振动稳定后开始计时）。

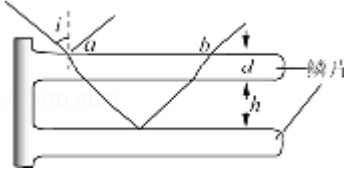
答：本实验的操作中有两处需要加以改正：

①应在摆球通过平衡位置时开始计时；②应测量单摆多次全振动的时间，再计算出周期的测量值。（或在单摆振动稳定后开始计时）。

【点评】本题主要明确在探究影响单摆周期与摆长的实验操作要求，能从减小测量误差的角度，理解并掌握实验的要求，并能加以指正。

15. (4分) Morpho 蝴蝶的翅膀在阳光的照射下呈现处闪亮耀眼的蓝色光芒，这是因为光照

射到翅膀的鳞片上发生了干涉，电子显微镜下鳞片结构的示意图如图。一束光以入射角 i 从 a 点入射，经过折射和反射后从 b 点射出。设鳞片的折射率为 n ，厚度为 d ，两片之间空气层厚度为 h ，取光在空气中的速度为 c ，求光从 a 到 b 所需的时间 t 。



【考点】 H3：光的折射定律。

【专题】 11：计算题；32：定量思想；43：推理法；54D：光的折射专题。

【分析】 根据折射定律求出光在鳞片内的折射角，由几何知识求出在鳞片中的传播的路程和在空气中传播的路程，进而求出鳞片中的时间和空气中的时间。

【解答】 解：设光在鳞片中的折射角为 r ，根据折射定律：

$$\sin i = n \sin r$$

由几何知识得在鳞片中的传播的路程为：
$$l_1 = \frac{2d}{\cos r}$$

在鳞片中的速度为：
$$v = \frac{c}{n}$$

则在鳞片中的传播的时间：
$$t_1 = \frac{l_1}{v}$$

$$\text{解得： } t_1 = \frac{2n^2 d}{c\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}$$

同理，在空气中的传播时间为：
$$t_2 = \frac{2h}{c \cos i}$$

$$\text{则光从 } a \text{ 到 } b \text{ 所需的时间为： } t = t_1 + t_2 = \frac{2n^2 d}{c\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} + \frac{2h}{c \cos i}$$

$$\text{答：光从 } a \text{ 到 } b \text{ 所需的时间为 } \frac{2n^2 d}{c\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} + \frac{2h}{c \cos i}.$$

【点评】 本题考查了折射定律的应用，关键是利用数学知识求出光在鳞片中的路程。

五、选修 3-5

16. 已知钙和钾的截止频率分别为 $7.73 \times 10^{14} \text{Hz}$ 和 $5.44 \times 10^{14} \text{Hz}$ ，在某种单色光的照射下

两种金属均发生光电效应，比较它们表面逸出的具有最大初动能的光电子，钙逸出的光电子具有较大的（ ）

- A. 波长 B. 频率 C. 能量 D. 动量

【考点】IC：光电效应.

【专题】54I：光电效应专题.

【分析】根据爱因斯坦光电效应方程列式，分析钙逸出的光电子波长、频率、能量和动量大小. 金属的逸出功 $W_0 = h\gamma_c$ ， γ_c 是金属的截止频率.

【解答】解：根据爱因斯坦光电效应方程得：

$$E_k = h\gamma - W_0,$$

又 $W_0 = h\gamma_c$

联立得： $E_k = h\gamma - h\gamma_c$,

据题：钙的截止频率比钾的截止频率大，由上式可知：从钙表面逸出的光电子最大初动

能较小，由 $P = \sqrt{2mE_k}$ ，可知该光电子的动量较小，根据 $\lambda = \frac{h}{P}$ 可知，波长较大，则频率

较小。故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

【点评】解决本题的关键要掌握光电效应方程，明确光电子的动量与动能的关系、物质

波的波长与动量的关系 $\lambda = \frac{h}{P}$ 。

17. 氡 222 是一种天然放射性气体，被吸入后，会对人的呼吸系统造成辐射损伤，它是世界卫生组织公布的主要环境致癌物质之一，其衰变方程是 ${}_{86}^{222}\text{Rn} \rightarrow {}_{84}^{218}\text{Po} + \underline{{}_2^4\text{He}}$ (或 α)。已知 ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ 的半衰期约为 3.8 天，则约经过 15.2 天，16g 的 ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ 衰变后还剩 1g.

【考点】JA：原子核衰变及半衰期、衰变速度.

【专题】54O：衰变和半衰期专题.

【分析】根据电荷数守恒、质量数守恒得出衰变方程中的未知粒子. 根据 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ 得出半衰期的次数，从而得出经历的天数.

【解答】解：根据电荷数守恒、质量数守恒知，未知粒子的电荷数为 2，质量数为 4，为

α 粒子 (${}^4_2\text{He}$).

根据 $m = m_0(\frac{1}{2})^n$ 得, $(\frac{1}{2})^n = \frac{m}{m_0} = \frac{1}{16}$, 解得 $n=4$,

则 $t=4T=4\times 3.8$ 天 $=15.2$ 天.

故答案为: ${}^4_2\text{He}$ (或 α), 15.2.

【点评】 解决本题的关键知道在衰变过程中, 电荷数守恒、质量数守恒, 知道半衰期的定义, 知道衰变后的质量与衰变前质量的关系, 即 $m = m_0(\frac{1}{2})^n$.

18. 牛顿的《自然哲学的数学原理》中记载, A、B 两个玻璃球相撞, 碰撞后的分离速度和它们碰撞前的接近速度之比总是约为 15: 16, 分离速度是指碰撞后 B 对 A 的速度, 接近速度是指碰撞前 A 对 B 的速度. 若上述过程是质量为 $2m$ 的玻璃球 A 以速度 v_0 碰撞质量为 m 的静止玻璃球 B, 且为对心碰撞, 求碰撞后 A、B 的速度大小.

【考点】 53: 动量守恒定律.

【专题】 52F: 动量定理应用专题.

【分析】 A、B 两球在碰撞的前后瞬间动量守恒, 结合分力速度和接近速度的关系, 通过动量守恒定律求出碰后 A、B 的速度大小.

【解答】 解: 设 A、B 球碰撞后速度分别为 v_1 和 v_2 , 规定 A 球的初速度方向为正方向, 根据动量守恒定律得,

$$2mv_0 = 2mv_1 + mv_2,$$

根据题意知, $\frac{v_2 - v_1}{v_0} = \frac{15}{16},$

解得 $v_1 = \frac{17}{48}v_0, v_2 = \frac{31}{24}v_0.$

答: 碰撞后 A、B 的速度分别为 $\frac{17}{48}v_0, \frac{31}{24}v_0.$

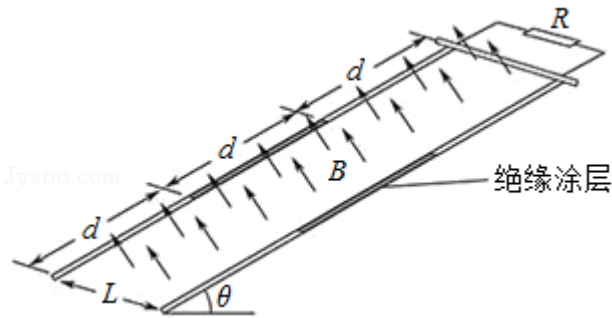
【点评】 本题考查了动量守恒定律的基本运用, 运用动量守恒定律关键选择好研究的系统和研究的过程, 结合动量守恒列出表达式, 注意表达式的矢量性.

四、计算题: 本题共 3 小题, 共计 47 分, 解答时应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.

19. (15分) 如图所示, 在匀强磁场中有一倾斜的平行金属导轨, 导轨间距为 L , 长为 $3d$, 导轨平面与水平面的夹角为 θ , 在导轨的中部刷有一段长为 d 的薄绝缘涂层, 匀强磁场的磁感应强度大小为 B , 方向与导轨平面垂直, 质量为 m 的导体棒从导轨的顶端由静止释放, 在滑上涂层之前已经做匀速运动, 并一直匀速滑到导轨底端。导体棒始终与导轨垂直, 且仅与涂层间有摩擦, 接在两导轨间的电阻为 R , 其他部分的电阻均不计, 重力加速度为 g , 求:

- (1) 导体棒与涂层间的动摩擦因数 μ ;
- (2) 导体棒匀速运动的速度大小 v ;
- (3) 整个运动过程中, 电阻产生的焦耳热 Q 。



【考点】 8G: 能量守恒定律; BB: 闭合电路的欧姆定律; CC: 安培力; D9: 导体切割磁感线时的感应电动势.

【专题】 53C: 电磁感应与电路结合.

【分析】 (1) 研究导体棒在绝缘涂层上匀速运动过程, 受力平衡, 根据平衡条件即可求解动摩擦因数 μ 。

(2) 据题导体棒在滑上涂层之前已经做匀速运动, 推导出安培力与速度的关系, 再由平衡条件求解速度 v 。

(3) 导体棒在滑上涂层滑动时摩擦生热为 $Q_T = \mu mgd \cos\theta$, 再根据能量守恒定律求解电阻产生的焦耳热 Q 。

【解答】 解: (1) 在绝缘涂层上, 导体棒做匀速直线运动, 受力平衡, 如图所示, 则有:

$$mg \sin\theta = \mu mg \cos\theta$$

解得: $\mu = \tan\theta$

(2) 导体棒在光滑导轨上滑动时:

感应电动势为: $E = BLv$

感应电流为： $I = \frac{E}{R}$

安培力为： $F_{安} = BIL$

联立得： $F_{安} = \frac{B^2 L^2 v}{R}$

受力平衡，有： $F_{安} = mg \sin \theta$

解得： $v = \frac{mgR \sin \theta}{B^2 L^2}$

(3) 导体棒在滑上涂层滑动时摩擦生热为： $Q_T = \mu mg d \cos \theta$

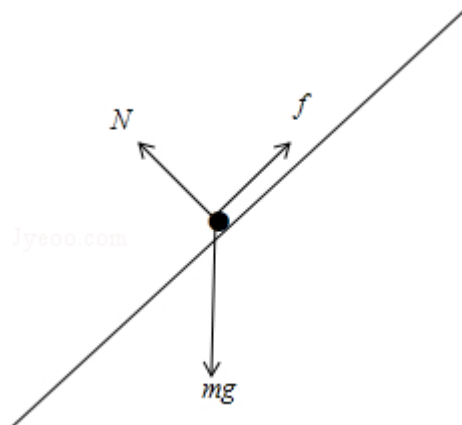
整个运动过程中，根据能量守恒定律得： $3mgd \sin \theta = Q + Q_T + \frac{1}{2}mv^2$

解得： $Q = 2mgd \sin \theta - \frac{m^3 g^2 R^2 \sin^2 \theta}{2B^4 L^4}$ 。

答：(1) 导体棒与涂层间的动摩擦因数 μ 为 $\tan \theta$ ；

(2) 导体棒匀速运动的速度大小 v 为 $\frac{mgR \sin \theta}{B^2 L^2}$ ；

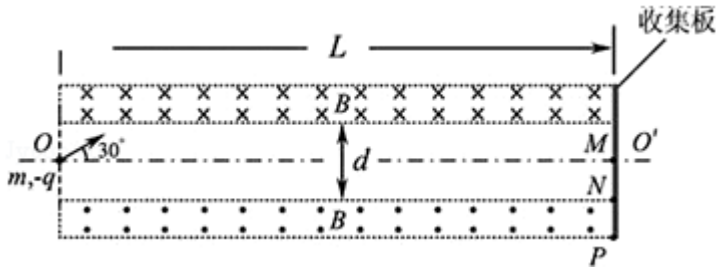
(3) 整个运动过程中，电阻产生的焦耳热 Q 为 $2mgd \sin \theta - \frac{m^3 g^2 R^2 \sin^2 \theta}{2B^4 L^4}$ 。



【点评】 本题实质是力学的共点力平衡与电磁感应的综合，都要求正确分析受力情况，运用平衡条件列方程，关键要正确推导出安培力与速度的关系式，分析出能量是怎样转化的。

20. (16分) 某装置用磁场控制带电粒子的运动，工作如图所示，装置的长为 L ，上下两个

相同的矩形区域内存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B 、方向与纸面垂直且相反，两磁场的间距为 d ，装置右端有一收集板， M 、 N 、 P 为板上的三点， M 位于轴线 OO' 上， N 、 P 分别位于下方磁场的上、下边界上，在纸面内，质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子以某一速度从装置左端的中点射入，方向与轴线呈 30° 角，经过上方的磁场区域一次，恰好到达 P 点，改变粒子入射速度的大小，可以控制粒子到达收集板上的位置，不计粒子的重力。



- (1) 求磁场区域的宽度 h ;
- (2) 欲使粒子到达收集板的位置从 P 点移到 N 点，求粒子入射速度的最小变化量 Δv ;
- (3) 欲使粒子到达 M 点，求粒子入射速度大小的可能值。

【考点】 CI: 带电粒子在匀强磁场中的运动。

【专题】 536: 带电粒子在磁场中的运动专题。

【分析】 (1) 粒子在磁场中做圆周运动，根据圆的性质可明确粒子如何才能到达 P 点，由几何关系可求得宽度；

(2) 带电粒子在磁场中运动时，洛伦兹力充当向心力，由 (1) 中方法确定后来的轨道半径，则可求得两次速度大小；即可求出速度的差值；

(3) 假设粒子会经过上方磁场 n 次，由洛伦兹力充当向心力可求得粒子入射速度的可能值。

【解答】 解：(1) 设粒子在磁场中的轨道半径为 r

由题意可知粒子要恰好到达 P 点，粒子轨迹如图所示：由几何关系可知：

$$L = 3r \sin 30^\circ + \frac{3d}{\tan \theta}$$

$$\text{且 } h = r(1 - \cos 30^\circ)$$

联立解得：

$$h = \left(\frac{2}{3}L - \sqrt{3}d\right) \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right);$$

(2) 设改变入射速度后粒子在磁场中的轨道半径为 r' ；

由牛顿第二定律可知：

$$m \frac{v^2}{r} = qvB$$

$$m \frac{v'^2}{r'} = qv' B;$$

由题意知：

$$3r \sin 30^\circ = 4r' \sin 30^\circ$$

$$\text{联立解得：} \Delta v = v - v' = \frac{qB}{m} \left(\frac{L}{6} - \frac{\sqrt{3}}{4} d \right)$$

(3) 设粒子经过上下方磁场共 n 次

$$\text{由题意知 } L = 2nr \sin 30^\circ + \frac{nd}{\tan 30^\circ}$$

$$\text{且 } m \frac{v_n^2}{r_n} = qv_n B$$

$$\text{解得：} v_n = \frac{qB}{m} \left(\frac{L}{n+1} - \sqrt{3}d \right)$$

由于粒子经过上方的磁场区域一次，恰好到达 P 点，因此粒子不可能只经过上方一次射出后直接到达 M 点，因此有： $n \geq 2$

又因为，粒子必须能够经过磁场改变其运动速度的方向才能到达 M 点；故临界值是粒子刚好进入磁场转动后再在 d 中运动最后到达 M 点；如图所示；由几何关系可知，应满足

$$n < \frac{L}{d} \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}L}{3d}$$

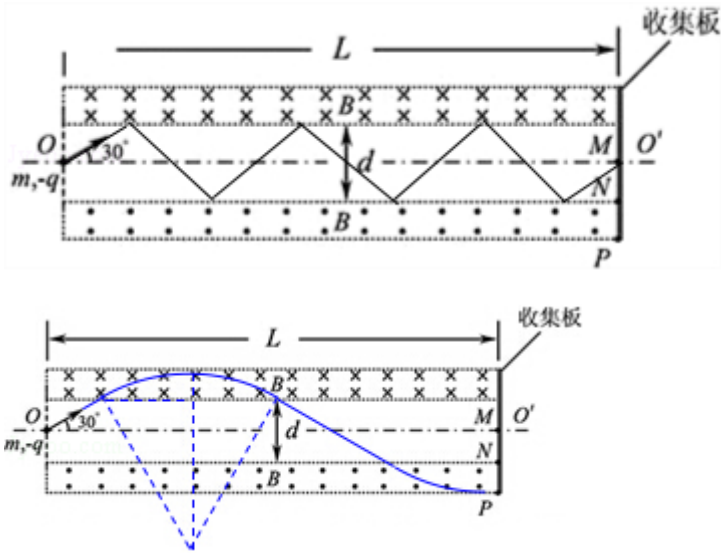
$$\text{所以：} v_n = \frac{qB}{m} \left(\frac{L}{n+1} - \sqrt{3}d \right) \text{ (其中 } 1 \leq n < \frac{\sqrt{3}L}{3d} - 1, \text{ 且 } n \text{ 为整数)}$$

$$\text{综合以上可知：} v_n = \frac{qB}{m} \left(\frac{L}{n+1} - \sqrt{3}d \right) \text{ (其中 } 1 \leq n < \frac{\sqrt{3}L}{3d} - 1, \text{ 且 } n \text{ 为整数)}$$

$$\text{答：(1) 磁场区域宽度：} h = \left(\frac{2}{3}L - \sqrt{3}d \right) \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right);$$

(2) 速度的变化量为: $\frac{qB}{m} \left(\frac{L}{6} - \frac{\sqrt{3}}{4} d \right)$;

(3) 粒子入射速度大小的可能值为: $v_n = \frac{qB}{m} \left(\frac{L}{n+1} - \sqrt{3}d \right)$ ($1 \leq n \leq \frac{\sqrt{3}L}{3d} - 1$, n 取整数);



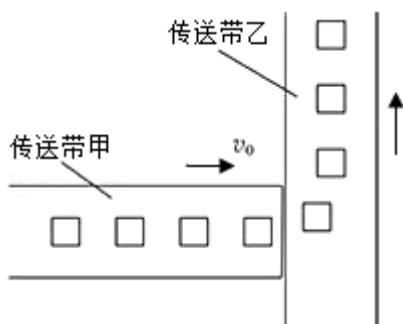
【点评】 本题考查带电粒子在磁场中的运动，在解题时要注意认真审题，明确题意才能准确利用洛仑兹力充当向心力及几何关系进行求解。

21. (16分) 如图所示，生产车间有两个相互垂直且等高的水平传送带甲和乙，甲的速度为 v_0 。小工件离开甲前与甲的速度相同，并平稳地传到乙上，工件与乙之间的动摩擦因数为 μ ，乙的宽度足够大，重力加速度为 g 。

(1) 若乙的速度为 v_0 ，求工件在乙上侧向（垂直于乙的运动方向）滑过的距离 s ；

(2) 若乙的速度为 $2v_0$ ，求工件在乙上刚停止侧向滑动时的速度大小 v ；

(3) 保持乙的速度 $2v_0$ 不变，当工件在乙上刚停止滑动时，下一只工件恰好传到乙上，如此反复，若每个工件的质量为 m ，除工件与传送带之间摩擦外，其他能量损耗均不计，求驱动乙的电动机的平均输出功率 \bar{P} 。



【考点】 1F：匀变速直线运动的速度与位移的关系；63：功率、平均功率和瞬时功率。

【专题】522：牛顿运动定律综合专题。

【分析】(1) 工件滑动传送带乙，沿传送带方向相对传送带向后滑，垂直传送带方向相对传送带向前滑，可知摩擦力与侧向的夹角为 45° ，根据牛顿第二定律得出侧向的加速度，结合速度位移公式求出侧向上滑过的距离。

(2) 结合纵向加速度与侧向加速度的比值与两个方向上速度的变化量比值相同，得出摩擦力的方向保持不变，从而得出相对传送带侧向速度为零，则相对传送带沿传送带方向速度为零，从而得出此时的速度大小。

(3) 结合工件在侧向和沿乙方向上的加速度，结合速度位移公式得出在两个方向上的位移，从而得出工件相对乙的位移，根据功能关系，求出电动机做功的大小，结合工件滑动的时间求出平均功率的大小。

【解答】解：(1) 摩擦力与侧向的夹角为 45° ，
侧向加速度大小 $a_x = \mu g \cos 45^\circ$ ，

根据 $-2a_x s = 0 - v_0^2$ ，解得 $s = \frac{\sqrt{2}v_0^2}{2\mu g}$ 。

(2) 设 $t=0$ 时刻摩擦力与侧向的夹角为 θ ，侧向、纵向加速度大小分别为 a_x 、 a_y ，

$$\text{则 } \frac{a_y}{a_x} = \tan\theta,$$

很小的 Δt 时间内，侧向、纵向的速度增量 $\Delta v_x = a_x \Delta t$ ， $\Delta v_y = a_y \Delta t$ ，

$$\text{解得 } \frac{\Delta v_y}{\Delta v_x} = \tan\theta.$$

且由题意知， $\tan\theta = \frac{v_y}{v_x}$ ，则 $\frac{v_{y'}}{v_{x'}} = \frac{v_y - \Delta v_y}{v_x - \Delta v_x} = \tan\theta$ ，

所以摩擦力方向保持不变，

则当 $v_{x'} = 0$ 时， $v_{y'} = 0$ ，即 $v = 2v_0$ 。

(3) 工件在乙上滑动时侧向位移为 x ，沿乙方向的位移为 y ，

由题意知， $a_x = \mu g \cos\theta$ ， $a_y = \mu g \sin\theta$ ，

在侧向上 $-2a_x x = 0 - v_0^2$ ，在纵向上， $2a_y y = (2v_0)^2 - 0$

工件滑动时间 $t = \frac{2v_0}{a_y}$, 乙前进的距离 $y_1 = 2v_0t$ 。

工件相对乙的位移 $L = \sqrt{x^2 + (y_1 - y)^2}$,

则系统摩擦生热 $Q = \mu mgL$,

依据功能关系, 则电动机做功: $W = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 + Q$

由 $\bar{P} = \frac{W}{t}$, 解得 $\bar{P} = \frac{4\sqrt{5}\mu mg v_0}{5}$ 。

答: (1) 工件在乙上侧向 (垂直于乙的运动方向) 滑过的距离为 $s = \frac{\sqrt{2}v_0^2}{2\mu g}$ 。

(2) 工件在乙上刚停止侧向滑动时的速度大小 $v = 2v_0$ 。

(3) 驱动乙的电动机的平均输出功率 $\bar{P} = \frac{4\sqrt{5}\mu mg v_0}{5}$ 。

【点评】 本题考查工件在传送带上的相对运动问题, 关键将工件的运动分解为沿传送带方向和垂直传送带方向, 结合牛顿第二定律和运动学公式进行求解, 难度较大。