

2020 年山东新高考模拟卷（一）

物理

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题：本题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

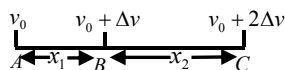
1. 一质点做匀加速直线运动时，速度变化 Δv 时发生位移 x_1 ，紧接着速度变化同样的 Δv 时发生位移 x_2 ，则该质点的加速度为（ ）

A. $(\Delta v)^2 \left(\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} \right)$ B. $2 \frac{(\Delta v)^2}{x_1 - x_2}$ C. $(\Delta v)^2 \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right)$ D. $\frac{(\Delta v)^2}{x_1 - x_2}$

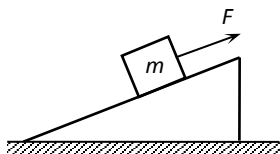
【答案】D

【解析】质点做匀加速直线运动，由 A 到 B: $(v_0 + \Delta v)^2 - v_0^2 = 2ax_1$ ，由 A 到 C:

$(v_0 + 2\Delta v)^2 - v_0^2 = 2a(x_1 + x_2)$ ，由以上两式解得加速度 $a = \frac{(\Delta v)^2}{x_1 - x_2}$ ，故 D 正确。



2. 如图，在固定斜面上的一物块受到一外力 F 的作用， F 平行于斜面向上。若要物块在斜面上保持静止， F 的取值应有一定的范围，已知其最大值和最小值分别为 F_1 和 F_2 (F_1 和 F_2 的方向均沿斜面向上)。由此可求出物块与斜面间的最大静摩擦力为（ ）



A. $\frac{F_1}{2}$ B. $2F_2$ C. $\frac{F_1 - F_2}{2}$ D. $\frac{F_1 + F_2}{2}$

【答案】C

【解析】当力 F 为向上的最大时，由平衡关系可知： $F_1 = mgsin\alpha + f_m$ ；当力 F 为向上的最小时，由平衡

关系可知： $F_2 + f_m = mgsina$ ；联立两式解得： $f_m = \frac{F_1 - F_2}{2}$ ，选项 C 正确。

3.一卫星绕某一行星表面附近做匀速圆周运动，其线速度大小为 v 。假设宇航员在该行星表面上用弹簧测力计测量一质量为 m 的物体，物体静止时，弹簧测力计的示数为 F 。已知引力常量为 G ，则这颗行星的质量为 ()

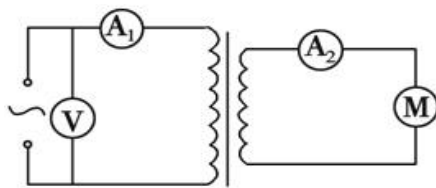
- A. $\frac{mv^2}{GF}$ B. $\frac{Fv^4}{Gm}$ C. $\frac{mv^4}{GF}$ D. $\frac{Fv^2}{Gm}$

【答案】C

【解析】因在行星表面质量为 m 的物体静止时，弹簧测力计的示数为 F ，则可知行星表面的重力加速度

$g = \frac{F}{m}$ ；又 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ ；对卫星： $mg = m \frac{v^2}{R}$ ；联立解得： $M = \frac{mv^4}{GF}$ ，故选 C。

4.如图所示，一理想变压器原线圈匝数 $n_1 = 1000$ 匝，副线圈匝数 $n_2 = 200$ 匝，原线圈中接一交变电源，交变电压 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$ 。副线圈中接一电动机，电阻为 11Ω ，电流表 2 示数为 $1A$ 。电表对电路的影响忽略不计，则 ()



- A. 此交流电的频率为 $100Hz$ B. 电压表示数为 $220\sqrt{2}V$
C. 电流表 1 示数为 $5A$ D. 此电动机输出功率为 $33W$

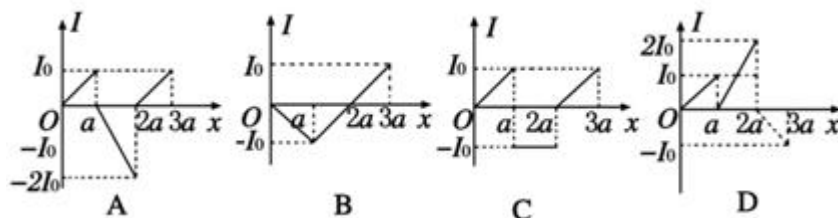
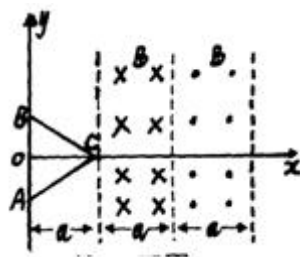
【答案】D

【解析】：此交流电的频率为 $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} Hz = 50Hz$ ，选项 A 错误；电压表示数为交流电的有效值，即： $U_1 = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}} V = 220V$ ，选项 B 错误；根据 $I_1 n_1 = I_2 n_2$ 可知 $I_1 = \frac{n_2}{n_1} I_2 = 0.2A$ ，选项 C 错误；

变压器次级电压 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 44V$ ，故此电动机输出功率为：

$P = I_2 U_2 - I_2^2 r = 1 \times 44 - 1^2 \times 11 W = 33W$ ，选项 D 正确；故选 D。

5.一正三角形导线框 ABC （高度为 a ）从图示位置沿 x 轴正向匀速穿过两匀强磁场区域。两磁场区域磁感应强度大小均为 B 、方向相反、垂直于平面、宽度均为 a 。下图反映感应电流 I 与线框移动距离 x 的关系，以逆时针方向为电流的正方向。图像正确的是 ()



【答案】A

【解析】 本题考查的是电磁感应的相关问题。在 x 上，在 $0 \sim a$ 范围，线框穿过左侧磁场时，根据楞次定律，感应电流方向为逆时针，为正值。在 $a \sim 2a$ 范围内，线框穿过两磁场分界线时，BC、AC 边在右侧磁场中切割磁感线，有效切割长度逐渐增大，产生的感应电动势 E_1 增大，AC 边在左侧磁场中切割磁感线，产生的感应电动势 E_2 不变，两个电动势串联，总电动势 $E = E_1 + E_2$ 增大，同时电流方向为顺时针，为负值。在 $2a \sim 3a$ 范围内，线框穿过左侧磁场时，根据楞次定律，感应电流方向为逆时针，为正值，故本题正确选项为 A。

6.一束单色光由空气进入水中，则该光在空气和水中传播时

A. 速度相同，波长相同

B. 速度不同，波长相同

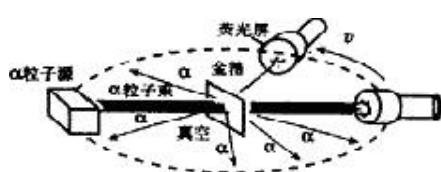
C. 速度相同，频率相同

D. 速度不同，频率相同

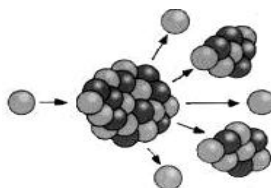
【答案】D

【解析】 不同的单色光频率不相同，同一单色光在不同的介质内传播过程中，光的频率不会发生改变；由公式 $v = \frac{c}{n}$ 可以判断，水的折射率大于空气的，所以该单色光进入水中后传播速度减小。故选项 D 正确。

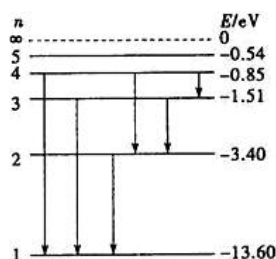
7.下列四幅图涉及到不同的物理知识，其中说法正确的是



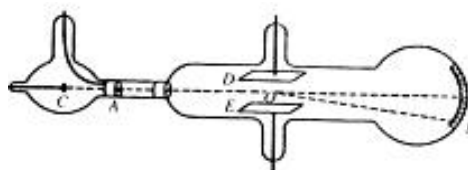
甲：粒子散射实验示意图



乙：链式反应示意图



丙：氢原子能级示意图



丁：汤姆孙气体放电管示意图

- A. 图甲：卢瑟福通过分析 α 粒子散射实验结果，发现了质子和中子
 B. 图乙：用中子轰击铀核使其发生聚变，链式反应会释放出巨大的核能
 C. 图丙：玻尔理论指出氢原子能级是分立的，所以原子发射光子的频率也是不连续的
 D. 图丁：汤姆孙通过电子的发现揭示了原子核内还有复杂结构[来源:学科网 ZXXK]

【答案】C

【解析】图甲：卢瑟福通过分析 α 粒子散射实验结果，得出了原子和核式结构理论，选项 A 错误；图乙：用中子轰击铀核使其发生裂变，链式反应会释放出巨大的核能，选项 B 错误；图丙：玻尔理论指出氢原子能级是分立的，所以原子发射光子的频率也是不连续的，选项 C 正确；图丁：汤姆孙通过电子的发现揭示了原子有复杂结构，选项 D 错误；故选 C.

8. 甲、乙两运动员在做花样滑冰表演，沿同一直线相向运动，速度大小都是 1 m/s，甲、乙相遇时用力推对方，此后都沿各自原方向的反方向运动，速度大小分别为 1 m/s 和 2 m/s. 求甲、乙两运动员的质量之比（ ）

- A. 1:2 B. 2:1 C. 2:3 D. 3:2

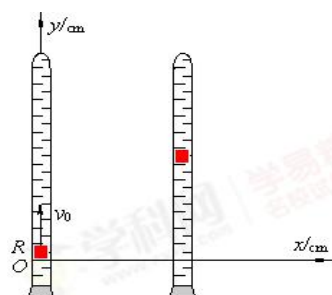
【答案】D

【解析】由动量守恒定律得 $m_1 v_1 - m_2 v_2 = m_2 v_2' - m_1 v_1'$ ，解得 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2 + v_2'}{v_1 + v_1'}$

代入数据得 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2}$

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题目要求的。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. 如图所示，在一端封闭的光滑细玻璃管中注满清水，水中放一红蜡块 R (R 视为质点). 将玻璃管的开口端用胶塞塞紧后竖直倒置且与 y 轴重合，在 R 从坐标原点以速度 $v_0 = 3 \text{ cm/s}$ 匀速上浮的同时，玻璃管沿 x 轴正向做初速度为零的匀加速直线运动，合速度的方向与 y 轴夹角为 α . 则红蜡块 R 的



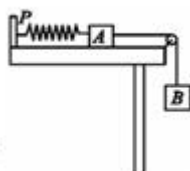
- A. 分位移 y 与 x 成正比
 B. 分位移 y 的平方与 x 成正比
 C. 合速度 v 的大小与时间 t 成正比
 D. $\tan\alpha$ 与时间 t 成正比

【答案】BD

【解析】红蜡烛在竖直方向做匀速运动，则 $y = v_0 t$ ；在水平方向 $x = \frac{1}{2} a t^2$ ，解得： $x = \frac{a}{2 v_0^2} y^2$ ，选项 A 错误，B 正确；蜡烛的合速度： $v = \sqrt{v_0^2 + (a t)^2}$ ，故选项 C 错误； $\tan \alpha = \frac{v_x}{v_y} = \frac{a t}{v_0}$ ，即 $\tan \alpha$ 与时间 t

成正比，选项 D 正确；故选 BD。

10. 如图所示，轻质弹簧的一端与固定的竖直板 P 拴接，另一端与物体 A 相连，物体 A 静止于光滑水平桌面上，右端接一细线，细线绕过光滑的定滑轮与物体 B 相连。开始时用手托住 B，让细线恰好伸直，然后由静止释放 B，直至 B 获得最大速度。下列有关该过程的分析正确的是（ ）

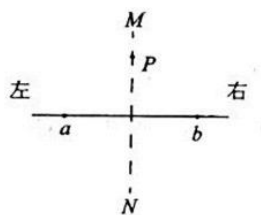


- A. B 物体的动能增加量小于 B 物体重力势能的减少量
 B. B 物体机械能的减少量等于弹簧的弹性势能的增加量
 C. 细线拉力对 A 做的功等于 A 物体与弹簧所组成的系统机械能的增加量
 D. 合力对 A 先做正功后做负功

【答案】AC

【解析】由于 A、B 和弹簧系统机械能守恒，所以 B 物体重力势能的减少量等于 A、B 增加的动能以及弹性势能，故选项 A 正确；整个系统机械能守恒，所以 B 物体机械能减少量等于 A 物体与弹簧机械能的增加，故选项 B 错误；根据功能关系除重力和弹簧弹力以外的力即绳子的拉力等于 A 物体与弹簧所组成的系统机械能的增加量，故选项 C 正确；由于物块 A 的速度增加，即动能增加，则根据动能定理可以知道，合力对 A 做正功，故选项 D 错误。所以本题正确的选项为 AC。

11.图中 a、b 是两个点电荷，它们的电量分别为 Q_1 、 Q_2 ，MN 是 ab 连线的中垂线，P 是中垂线上的一点。下列哪种情况能使 P 点场强方向指向 MN 的左侧

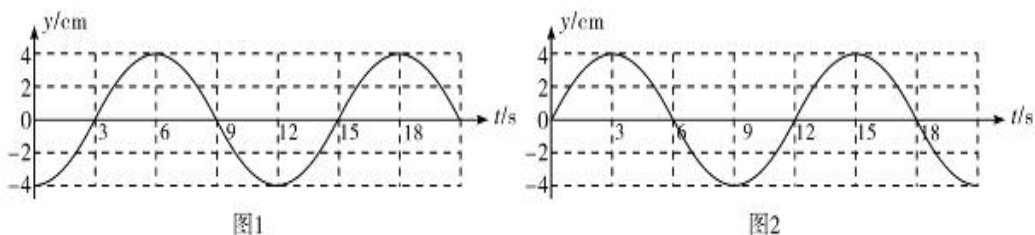


- A. Q_1 、 Q_2 都是正电荷，且 $Q_1 < Q_2$ B. Q_1 是正电荷， Q_2 是负电荷，且 $Q_1 > |Q_2|$
 C. Q_1 是负电荷， Q_2 是正电荷，且 $|Q_1| < Q_2$ D. Q_1 、 Q_2 都是负电荷，且 $|Q_1| < |Q_2|$ [来源:Zxxk.Com]

【答案】AC

【解析】当两点电荷均为正电荷时，若电荷量相等，则它们在 P 点的电场强度方向沿 MN 背离 N 方向。当 $Q_1 < Q_2$ 时，则 b 点电荷在 p 点的电场强度比 a 点强，所以电场强度合成后，方向偏左。故 A 正确；当 Q_1 是正电荷， Q_2 是负电荷时，b 点电荷在 p 点的电场强度方向沿 Pb 方向，而 a 点电荷在 p 点的电场强度方向沿 aP 连线方向，则合电场强度方向偏右。不论电量大小关系，仍偏右。故 B 错误；当 Q_1 是负电荷， Q_2 是正电荷时，b 点电荷在 p 点的电场强度方向沿 bP 连线方向，而 a 点电荷在 p 点的电场强度方向沿 aP 连线方向，则合电场强度方向偏左。不论它们的电量大小关系，仍偏左。故 C 正确；当 Q_1 、 Q_2 是负电荷时，b 点电荷在 p 点的电场强度方向沿 bP 连线指向 b 点，而 a 点电荷在 p 点的电场强度方向沿 aP 连线指向 a 点，由于 $|Q_1| < |Q_2|$ ，则合电场强度方向偏右。故 D 错误；故选：AC。

12.一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，在 $x=12m$ 处的质元的振动图线如图 1 所示，在 $x=18m$ 处的质元的振动图线如图 2 所示。下列说法正确的是（ ）



- A. 该波的周期为 15s
 B. $x=12m$ 处的质元在平衡位置向上振动时， $x=18m$ 处的质元在波峰
 C. 在 0~4s 内 $x=12m$ 处和 $x=18m$ 处的质元通过的路程均为 6cm
 D. 该波的波长可能为 8m

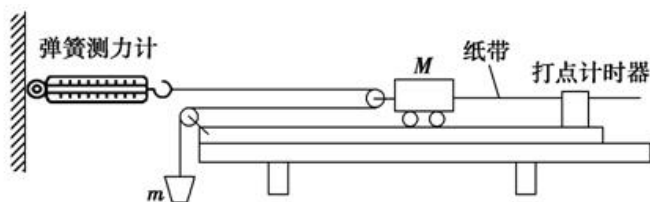
【答案】BD

【解析】由振动图像可知，该波的周期为 12s，选项 A 错误；由两个质点的振动图像可知，两个质点最近相差 $3/4$ 个波长，故当 $x=12m$ 处的质元在平衡位置向上振动时， $x=18m$ 处的质元在波峰，选项 B 正确；在 0~4s 内，质点各自振动 $T/3$ ，而因为 $T/4=3s$ 周期的路程是 4cm，剩下 1s 的路程不可能是 2m，

而是要小于 $2m$ ，故其总电路不是 $6m$ ，选项 C 错误；因为质点最近时 $3\lambda/4=6m$ ，故 $\lambda=8m$ ，所以该波的波长可能为 $8m$ ，选项 D 正确。

三、非选择题：共 6 小题，共 60 分

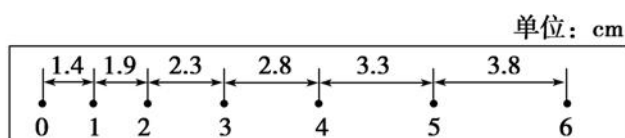
13. (6 分) 为了探究质量一定时加速度与力的关系，一同学设计了如图实 IV—8 所示的实验装置。其中 M 为带滑轮的小车的质量， m 为砂和砂桶的质量。(滑轮质量不计)



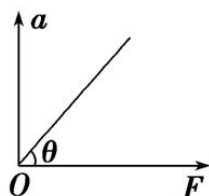
(1)(多选)下列实验步骤正确的是_____。

- A. 用天平测出砂和砂桶的质量
- B. 将带滑轮的长木板右端垫高，以平衡摩擦力
- C. 小车靠近打点计时器，先接通电源，再释放小车，打出一条纸带，同时记录弹簧测力计的示数
- D. 改变砂和砂桶的质量，打出几条纸带
- E. 为减小误差，实验中一定要保证砂和砂桶的质量 m 远小于小车的质量 M

(2)该同学在实验中得到如图实 IV—9 所示的一条纸带(两计数点间还有两个点没有画出)，已知打点计时器采用的是频率为 50 Hz 的交流电，根据纸带可求出小车的加速度为_____ m/s^2 (结果保留两位有效数字)。



(3)以弹簧测力计的示数 F 为横坐标，加速度为纵坐标，画出的 $a-F$ 图象是一条直线，图线与横坐标的夹角为 θ ，求得图线的斜率为 k ，则小车的质量为_____。



图实 IV—10

- A. $2\tan \theta$
- B. $\frac{1}{\tan \theta}$
- C. k
- D. $\frac{2}{k}$

【答案】 (1)BCD (2)1.3 (3)D

【解析】(1)由实验原理图可以看出，由弹簧测力计的示数可得到小车所受的合外力的大小，故不需要测砂和砂桶的质量，也不需要保证砂和砂桶的质量 m 远小于小车的质量 M ，A、E 错；为保证绳上拉力提供合外力，必须平衡摩擦力，B 对；小车应靠近打点计时器，先接通电源，再放小车，同时读出弹簧测力计的示数，C 对；为了多测几组数据，需改变砂和砂桶的质量多做几次实验，D 对。

(2)由逐差法可得：小车的加速度

$$a = \frac{x_{34} - x_{01} + x_{45} - x_{12} + x_{56} - x_{23}}{9T^2}, \text{ 将 } T = \frac{1}{50} \times 3 \text{ s} = 0.06 \text{ s}, \text{ 代入可得 } a = 1.3 \text{ m/s}^2$$

(3)由题图结合牛顿第二定律，有

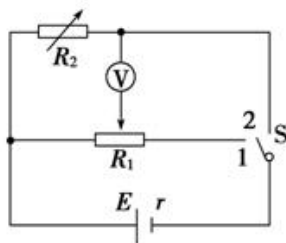
$$2F = M \cdot a,$$

$$\text{得 } a = \frac{2}{M} \cdot F$$

则图象斜率 $k = \frac{2}{M}$ ，得小车的质量 $M = \frac{2}{k}$ ，故 A、B、C 错，D 对。

14. (8 分) 某同学要用电阻箱和电压表测量某水果电池组的电动势和内阻，考虑到水果电池组的内阻较大，为了提高实验的精确度，需要测量电压表的内阻。实验中恰好有一块零刻度在中央的双向电压表，该同学便充分利用这块电压表，设计了如图实 IX-13 所示的实验电路，既能实现对该电压表的内阻的测量，又能利用该表完成水果电池组电动势和内阻的测量。他用到的实验器材有：

待测水果电池组(电动势约 4 V，内阻约 50 Ω)、双向电压表(量程为 2 V，内阻约为 2 k Ω)、电阻箱(0~999 Ω)、滑动变阻器(0~200 Ω)，一个单刀双掷开关及若干导线。



(1)该同学按如图实 IX-13 所示电路图连线后，首先测出了电压表的内阻。请完善测量电压表内阻的实验步骤：①将 R_1 的滑动触片滑至最左端，将 S 拨向 1 位置，将电阻箱阻值调为 0；

②调节 R_1 的滑动触片，使电压表示数达到满偏；

③保持_____不变，调节 R_2 ，使电压表的示数达到_____；

④读出电阻箱的阻值，记为 R_2 ，则电压表的内阻 $R_V = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2)若测得电压表内阻为 2 k Ω ，可分析此测量值应_____真实值。(填“大于”、“等于”或“小于”)

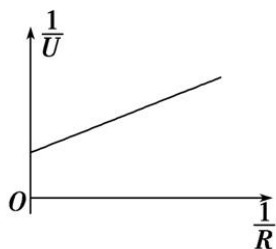
(3)接下来测量电源电动势和内阻，实验步骤如下：

①将开关 S 拨至_____ (填“1”或“2”)位置，将 R_1 的滑动触片移到最_____端，不再移动；

②调节电阻箱的阻值，使电压表的示数达到一个合适值，记录下电压表的示数和电阻箱的阻值；

③重复第二步，记录多组电压表的示数及对应的电阻箱的阻值。

(4)若将电阻箱与电压表并联后的阻值记录为 R ，作出 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 图象，则可消除系统误差，如图实 IX-14 所示，其中截距为 b ，斜率为 k ，则电动势的表达式为_____，内阻的表达式为_____。



【答案】 (1)③ R_1 半偏(或最大值的一半) ④ R_2

(2)大于 (3)①2 左 (4) $E=\frac{1}{b}$ $r=\frac{k}{b}$

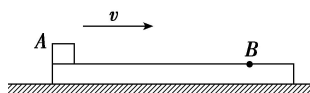
【解析】 (1)由题图可知，当 S 拨向 1 位置，滑动变阻器 R_1 在电路中为分压式接法，利用电压表的半偏法得：调节 R_1 使电压表满偏，保持 R_1 不变， R_2 与电压表串联，调节 R_2 使电压表的示数达到半偏(或最大值的一半)，电压表的内阻 R_1 与电阻箱示数 R_2 相同。

(2)由闭合电路欧姆定律可知，调节 R_2 变大使电压表达到半偏的过程中，总电阻值变大，干路总电流变小，由 $E=I \cdot r+U_{\text{外}}$ 得： $U_{\text{外}}$ 变大，由电路知： $U_{\text{外}}=U_{\text{并}}+U_{\text{右}}$ ，变阻器的滑动触片右侧电压 $U_{\text{右}}=I \cdot R_{\text{右}}$ 变小，则 $U_{\text{并}}$ 变大，电压表半偏时， R_2 上的电压就会大于电压表上的电压，那么 R_2 的阻值就会大于电压表的阻值。(3)测电源的电动势和内阻，利用伏阻法， S 拨到 2，同时将 R_1 的滑动触片移动最左侧。

利用 $E=U_1+\frac{U_1}{R} \cdot r$ ， $E=U_1'+\frac{U_1'}{R_2'} \cdot r$ ，联合求 E 、 r 。

(4)由欧姆定律得 $E=U+\frac{U}{R} \cdot r$ ，变形得 $\frac{1}{U}=\frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R}+\frac{1}{E}$ ， $\frac{r}{E}=k$ ， $\frac{1}{E}=b$ ，得 $E=\frac{1}{b}$ ， $r=\frac{k}{b}$ 。

15.长为 $L=1.5 \text{ m}$ 的长木板 B 静止放在水平冰面上，小物块 A 以某一初速度 v_0 从木板 B 的左端滑上长木板 B ，直到 A 、 B 的速度达到相同，此时 A 、 B 的速度为 $v=0.4 \text{ m/s}$ ，然后 A 、 B 又一起在水平冰面上滑行了 $s=8.0 \text{ cm}$ 后停下。若小物块 A 可视为质点，它与长木板 B 的质量相同， A 、 B 间的动摩擦因数 $\mu_1=0.25$ ，取 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。求：



(1)木板与冰面的动摩擦因数 μ_2 ；

(2)小物块 A 的初速度 v_0 ；

【答案】 (1) $\mu_2=0.10$ (2) $v_0=2.4 \text{ m/s}$

【解析】 (1)小物块和木板一起运动时，受冰面的滑动摩擦力，做匀减速运动，则加速度

$$a = \frac{v^2}{2s} = 1.0 \text{ m/s}^2$$

由牛顿第二定律得 $\mu_2 mg = ma$

解得 $\mu_2 = 0.10$.

(2) 小物块相对木板滑动时受木板对它的滑动摩擦力，做匀减速运动，其加速度

$$a_1 = \mu_1 g = 2.5 \text{ m/s}^2$$

小物块在木板上滑动，木板受小物块的滑动摩擦力和冰面的滑动摩擦力，做匀加速运动，则有

$$\mu_1 mg - \mu_2 (2m)g = ma_2$$

解得 $a_2 = 0.50 \text{ m/s}^2$.

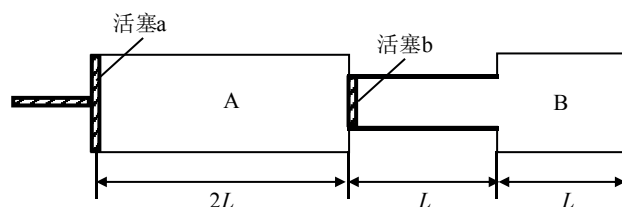
设小物块滑上木板经时间 t 后小物块、木板的速度相同为 v ，则

对于木板 $v = a_2 t$

$$\text{解得 } t = \frac{v}{a_2} = 0.8 \text{ s}$$

小物块滑上木板的初速度 $v_0 = v + a_1 t = 2.4 \text{ m/s}$.

16. 如图所示，水平放置的导热气缸 A 和 B 底面积相同，长度分别为 $2L$ 和 L ，两气缸通过长度为 L 的绝热管道连接；厚度不计的绝热活塞 a、b 可以无摩擦地移动，a 的横截面积为 b 的两倍。开始时 A、B 内都封闭有压强为 p_0 、温度为 T_0 的空气，活塞 a 在气缸 A 最左端，活塞 b 在管道最左端。现向右缓慢推动活塞 a，当活塞 b 恰好到管道最右端时，停止推动活塞 a 并将其固定，接着缓慢加热气缸 B 中的空气直到活塞 b 回到初始位置，求



(i) 活塞 a 向右移动的距离；

(ii) 活塞 b 回到初始位置时气缸 B 中空气的温度。

【答案】(1) PLS (2) $\frac{12}{5}T_0$

【解析】(i) 设绝热活塞到达管道口右边且右端面与管口齐平时，A 气缸中的活塞向右移动 x ，此时 A、B 中气体压强为 p ，则：

$$\text{对 A 气体： } p_0 \cdot 2LS = p[(2L - x)S + \frac{1}{2}LS] \quad (1)$$

$$\text{对 B 气体： } p_0(LS + \frac{1}{2}LS) = pLS \quad (2)$$

$$\text{①②联立解得: } p = \frac{3}{2}p_0, \quad x = \frac{7}{6}L$$

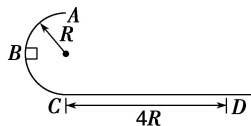
(ii) 设气缸 B 的温度为 T 、压强为 p' 时，绝热活塞加到初始位置，

$$\text{对气体 B: } \frac{pLS}{T_0} = \frac{p'(LS + \frac{1}{2}LS)}{T} \quad \text{③}$$

$$\text{对气体 A: } p[(2L-x)S + \frac{1}{2}LS] = p'(2L-x)S \quad \text{④}$$

$$\text{①④联立解得: } T = \frac{12}{5}T_0$$

17. 如图所示， $ABCD$ 为固定在竖直平面内的轨道，其中 ABC 为光滑半圆形轨道，半径为 R ， CD 为水平粗糙轨道，一质量为 m 的小滑块(可视为质点)从圆轨道中点 B 由静止释放，滑至 D 点恰好静止， CD 间距为 $4R$ 。已知重力加速度为 g 。



(1) 求小滑块与水平面间的动摩擦因数；

(2) 求小滑块到达 C 点时，小滑块对圆轨道压力的大小；

(3) 现使小滑块在 D 点获得一初动能，使它向左运动冲上圆轨道，恰好能通过最高点 A ，求小滑块在 D 点获得的初动能。

【答案】 (1) 0.25 (2) $3mg$ (3) $3.5mgR$

【解析】 (1) 从 B 到 D 的过程中，根据动能定理得

$$mgR - 4\mu mgR = 0 - 0$$

所以 $\mu = 0.25$

(2) 设小滑块到达 C 点时的速度为 v_C ，根据机械能守恒定律得

$$mgR = \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$\text{解得: } v_C = \sqrt{2gR}$$

设小滑块到达 C 点时圆轨道对它的支持力为 F_N ，根据牛顿第二定律得

$$F_N - mg = m\frac{v_C^2}{R}$$

解得 $F_N = 3mg$

根据牛顿第三定律，小滑块到达 C 点时，对圆轨道压力的大小

$$F' = F_N = 3mg$$

(3) 根据题意，小滑块恰好到达圆轨道的最高点 A ，此时，重力充当向心力，设小滑块到达 A 点时的速度为 v_A ，根据牛顿第二定律得

$$mg = m \frac{v_A^2}{R}$$

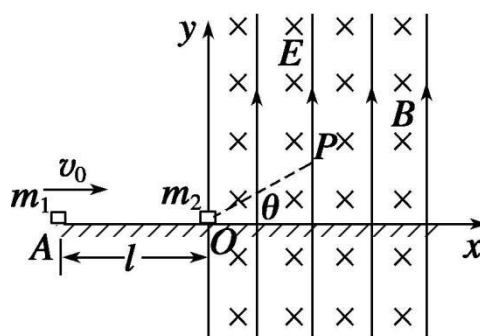
$$\text{解得 } v_A = \sqrt{gR}$$

设小滑块在 D 点获得的初动能为 E_k ，根据能量守恒定律得

$$E_k = E_p + E_{kA} + Q$$

$$\text{即 } E_k = 2mgR + \frac{1}{2}mv_A^2 + 4\mu mgR = 3.5mgR.$$

18. 如图所示，直角坐标系 xOy 位于竖直平面内， x 轴与绝缘的水平面重合，在 y 轴右方有垂直纸面向里的匀强磁场和竖直向上的匀强电场。质量为 $m_2 = 8 \times 10^{-3} \text{ kg}$ 的不带电小物块静止在原点 O ， A 点距 O 点 $l = 0.045 \text{ m}$ ，质量 $m_1 = 1 \times 10^{-3} \text{ kg}$ 的带电小物块以初速度 $v_0 = 0.5 \text{ m/s}$ 从 A 点水平向右运动，在 O 点与 m_2 发生正碰并把部分电量转移到 m_2 上，碰撞后 m_2 的速度为 0.1 m/s ，此后不再考虑 m_1 、 m_2 间的库仑力。已知电场强度 $E = 40 \text{ N/C}$ ，小物块 m_1 与水平面的动摩擦因数为 $\mu = 0.1$ ，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，求：



(1) 碰后 m_1 的速度；

(2) 若碰后 m_2 做匀速圆周运动且恰好通过 P 点， OP 与 x 轴的夹角 $\theta = 30^\circ$ ， OP 长为 $l_{OP} = 0.4 \text{ m}$ ，求磁感应强度 B 的大小；

(3) 其他条件不变，若改变磁场磁感应强度 B' 的大小，使 m_2 能与 m_1 再次相碰，求 B' 的大小。

【答案】(1) 0.4 m/s ，方向水平向左 (2) 1 T (3) 0.25 T

【解析】(1) m_1 与 m_2 碰前速度为 v_1 ，由动能定理

$$-\mu m_1 g l = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} m_1 v_0^2$$

代入数据解得： $v_1 = 0.4 \text{ m/s}$

设 $v_2 = 0.1 \text{ m/s}$ ， m_1 、 m_2 正碰，由动量守恒有：

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2$$

代入数据得： $v_1' = -0.4 \text{ m/s}$ ，方向水平向左

(2) m_2 恰好做学科网匀速圆周运动，所以 $qE = m_2 g$

得： $q = 2 \times 10^{-3} \text{ C}$

粒子由洛伦兹力提供向心力，设其做圆周运动的半径为 R ，则

$$qv_2B = m_2 \frac{v_2^2}{R}$$

轨迹如图，由几何关系有： $R = l_{OP}$

解得： $B = 1\text{ T}$

(3) 当 m_2 经过 y 轴时速度水平向左，离开电场后做平抛运动， m_1 碰后做匀减速运动。

m_1 匀减速运动至停，其平均速度为：

$$\bar{v} = \frac{1}{2}v_1' = 0.2\text{ m/s} > v_2 = 0.1\text{ m/s}$$

所以 m_2 在 m_1 停止后与其相碰

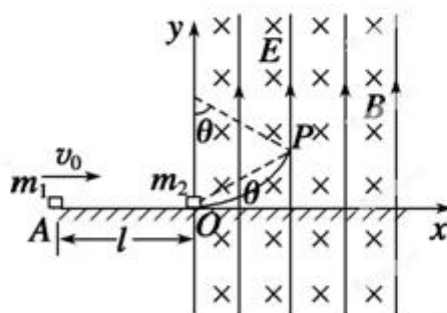
由牛顿第二定律有： $f = \mu m_1 g = m_1 a$

m_1 停止后离 O 点距离： $s = \frac{v_1'^2}{2a}$

则 m_2 平抛的时间： $t = \frac{s}{v_2}$

平抛的高度： $h = \frac{1}{2}gt^2$

设 m_2 做匀速圆周运动的半径为 R' ，由几何关系有：



$$R' = \frac{1}{2}h$$

$$\text{由 } qv_2B' = \frac{m_2v_2^2}{R'}$$

联立得： $B' = 0.25\text{ T}$