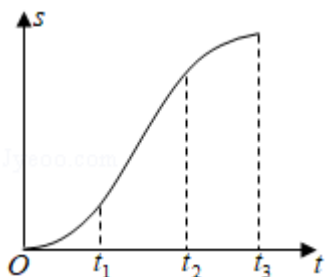


2020年山东省新高考物理试卷

一、单项选择题：本题共8小题，每小题3分，共24分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. (3分) 一质量为 m 的乘客乘坐竖直电梯下楼，其位移 s 与时间 t 的关系图象如图所示。乘客所受支持力的大小用 F_N 表示，速度大小用 v 表示。重力加速度大小为 g 。以下判断正确的是 ()

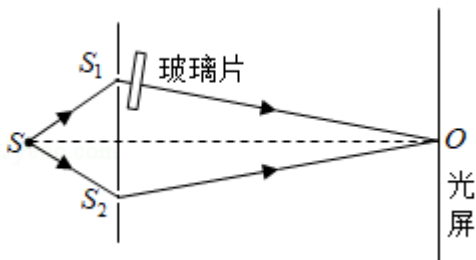


- A. $0 \sim t_1$ 时间内， v 增大， $F_N > mg$
 B. $t_1 \sim t_2$ 时间内， v 减小， $F_N < mg$
 C. $t_2 \sim t_3$ 时间内， v 增大， $F_N < mg$
 D. $t_2 \sim t_3$ 时间内， v 减小， $F_N > mg$
2. (3分) 氚核 ${}^3_1\text{H}$ 发生 β 衰变成为氦核 ${}^3_2\text{He}$ 。假设含氚材料中 ${}^3_1\text{H}$ 发生 β 衰变产生的电子可以全部定向移动，在

$3.2 \times 10^4 \text{ s}$ 时间内形成的平均电流为 $5.0 \times 10^{-8} \text{ A}$ 。已知电子电荷量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，在这段时间内发生 β 衰变的氚核

${}^3_1\text{H}$ 的个数为 ()

- A. 5.0×10^{14} B. 1.0×10^{16} C. 2.0×10^{16} D. 1.0×10^{18}
3. (3分) 双缝干涉实验装置的截面图如图所示。光源 S 到 S_1 、 S_2 的距离相等， O 点为 S_1 、 S_2 连线中垂线与光屏的交点。光源 S 发出的波长为 λ 的光，经 S_1 出射后垂直穿过玻璃片传播到 O 点，经 S_2 出射后直接传播到 O 点，由 S_1 到 O 点与由 S_2 到 O 点，光传播的时间差为 Δt 。玻璃片厚度为 10λ ，玻璃对该波长光的折射率为 1.5，空气中光速为 c ，不计光在玻璃片内的反射。以下判断正确的是 ()



A. $\Delta t = \frac{5\lambda}{c}$

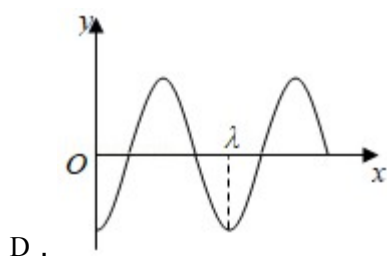
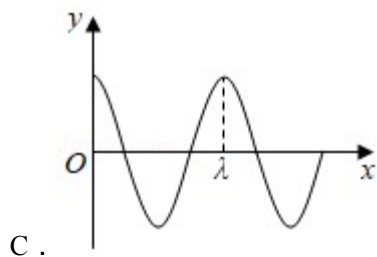
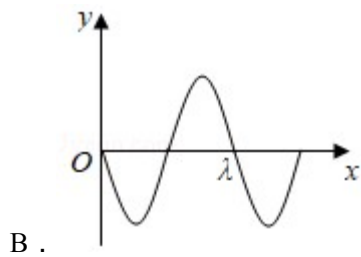
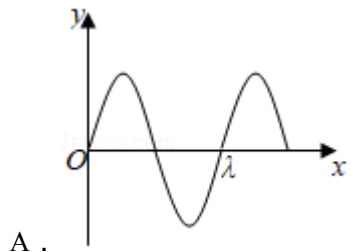
B. $\Delta t = \frac{15\lambda}{2c}$

C. $\Delta t = \frac{10\lambda}{c}$

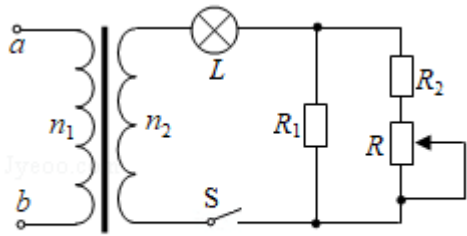
D. $\Delta t = \frac{15\lambda}{c}$

4. (3分) 一列简谐横波在均匀介质中沿 x 轴负方向传播，已知 $x = \frac{5\lambda}{4}$ 处质点的振动方程为 $y = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ ，

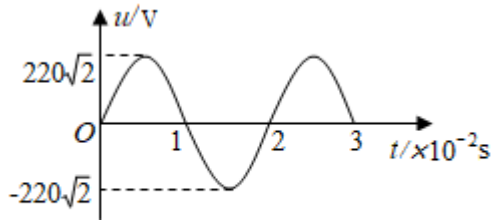
则 $t = \frac{3}{4}T$ 时刻的波形图正确的是 ()



5. (3分) 图甲中的理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1 : n_2 = 22 : 3$ ，输入端 a、b 所接电压 u 随时间 t 的变化关系如图乙所示。灯泡 L 的电阻恒为 15Ω ，额定电压为 $24V$ 。定值电阻 $R_1 = 10\Omega$ 、 $R_2 = 5\Omega$ ，滑动变阻器 R 的最大阻值为 10Ω 。为使灯泡正常工作，滑动变阻器接入电路的电阻应调节为 ()



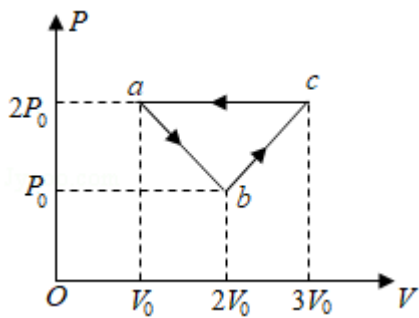
图甲



图乙

- A . 1Ω B . 5Ω C . 6Ω D . 8Ω

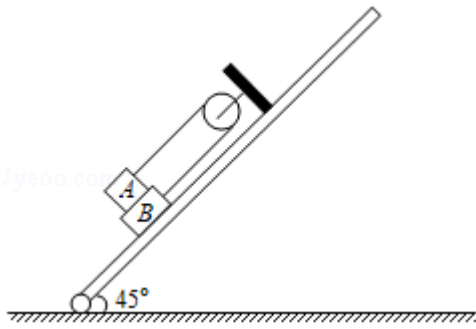
6 . (3分) 一定质量的理想气体从状态 a 开始, 经 $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow a$ 三个过程后回到初始状态 a, 其 $p - V$ 图象如图所示。已知三个状态的坐标分别为 a ($V_0, 2p_0$)、b ($2V_0, p_0$)、c ($3V_0, 2p_0$)。以下判断正确的是 ()



- A . 气体在 $a \rightarrow b$ 过程中对外界做的功小于在 $b \rightarrow c$ 过程中对外界做的功
 B . 气体在 $a \rightarrow b$ 过程中从外界吸收的热量大于在 $b \rightarrow c$ 过程中从外界吸收的热量
 C . 在 $c \rightarrow a$ 过程中, 外界对气体做的功小于气体向外界放出的热量
 D . 气体在 $c \rightarrow a$ 过程中内能的减少量大于 $b \rightarrow c$ 过程中内能的增加量
- 7 . (3分) 我国将在今年择机执行“天问 1 号”火星探测任务。质量为 m 的着陆器在着陆火星前, 会在火星表面附近经历一个时长为 t_0 、速度由 v_0 减速到零的过程。已知火星的质量约为地球的 0.1 倍, 半径约为地球的 0.5 倍, 地球表面的重力加速度大小为 g , 忽略火星大气阻力。若该减速过程可视为一个竖直向下的匀减速直线运动, 此过程中着陆器受到的制动力大小约为 ()

- A . $m (0.4g - \frac{v_0}{t_0})$ B . $m (0.4g + \frac{v_0}{t_0})$
 C . $m (0.2g - \frac{v_0}{t_0})$ D . $m (0.2g + \frac{v_0}{t_0})$

8 . (3分) 如图所示, 一轻质光滑定滑轮固定在倾斜木板上, 质量分别为 m 和 $2m$ 的物块 A、B, 通过不可伸长的轻绳跨过滑轮连接, A、B 间的接触面和轻绳均与木板平行。A 与 B 间、B 与木板间的动摩擦因数均为 μ , 设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。当木板与水平面的夹角为 45° 时, 物块 A、B 刚好要滑动, 则 μ 的值为 ()



A. $\frac{1}{3}$

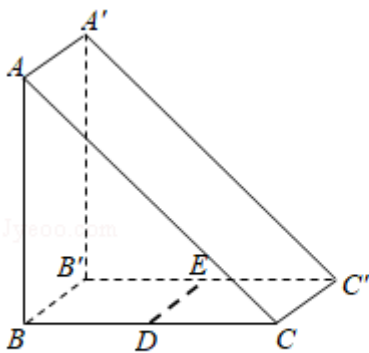
B. $\frac{1}{4}$

C. $\frac{1}{5}$

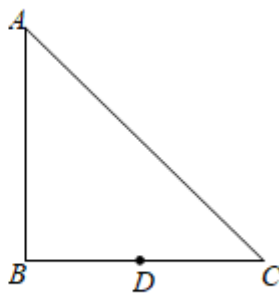
D. $\frac{1}{6}$

二、多项选择题：本题共4小题，每小题4分，共16分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得4分，选对但不全的得2分，有选错的得0分。

9. (4分) 截面为等腰直角三角形的三棱镜如图甲所示。DE为嵌在三棱镜内部紧贴BB'C'C面的线状单色可见光源，DE与三棱镜的ABC面垂直，D位于线段BC的中点。图乙为图甲中ABC面的正视图。三棱镜对该单色光的折射率为 $\sqrt{2}$ ，只考虑由DE直接射向侧面AA'C'C的光线。下列说法正确的是 ()



图甲



图乙

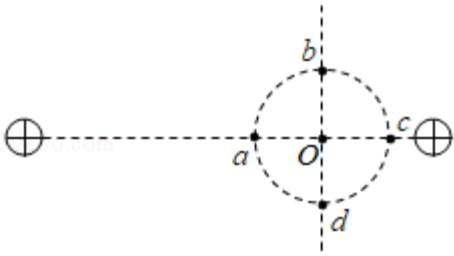
A. 光从AA'C'C面出射的区域占该侧面总面积的 $\frac{1}{2}$

B. 光从AA'C'C面出射的区域占该侧面总面积的 $\frac{1}{3}$

C. 若DE发出的单色光频率变小，AA'C'C面有光出射的区域面积将增大

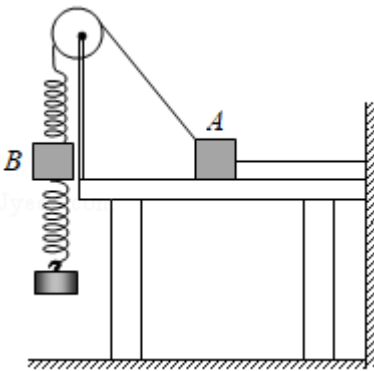
D. 若DE发出的单色光频率变小，AA'C'C面有光出射的区域面积将减小

10. (4分) 真空中有两个固定的带正电的点电荷，电荷量不相等。一个带负电的试探电荷置于二者连线上的O点时，仅在电场力的作用下恰好保持静止状态。过O点作两正电荷连线的垂线，以O点为圆心的圆与连线和垂线分别交于a、c和b、d，如图所示。以下说法正确的是 ()



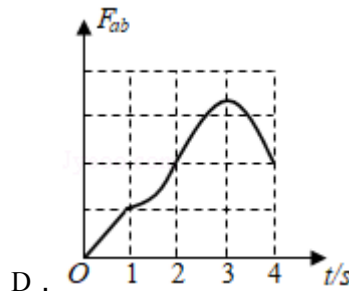
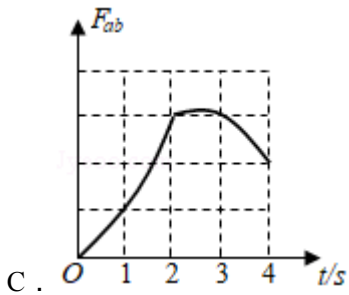
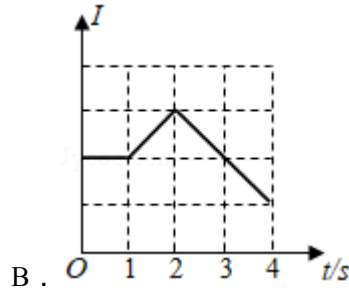
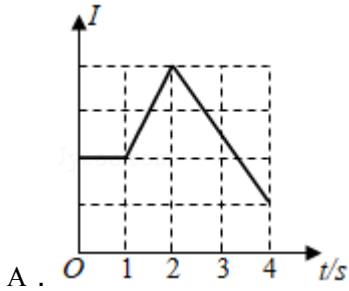
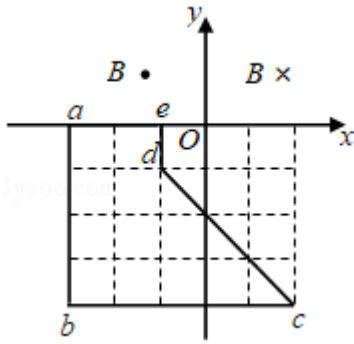
- A . a 点电势低于 O 点
- B . b 点电势低于 c 点
- C . 该试探电荷在 a 点的电势能大于在 b 点的电势能
- D . 该试探电荷在 c 点的电势能小于在 d 点的电势能

11 . (4 分) 如图所示, 质量为 M 的物块 A 放置在光滑水平桌面上, 右侧连接一固定于墙面的水平轻绳, 左侧通过一倾斜轻绳跨过光滑定滑轮与一竖直轻弹簧相连。现将质量为 m 的钩码 B 挂于弹簧下端, 当弹簧处于原长时, 将 B 由静止释放, 当 B 下降到最低点时 (未着地), A 对水平桌面的压力刚好为零。轻绳不可伸长, 弹簧始终在弹性限度内, 物块 A 始终处于静止状态。以下判断正确的是 ()



- A . $M < 2m$
- B . $2m < M < 3m$
- C . 在 B 从释放位置运动到最低点的过程中, 所受合力对 B 先做正功后做负功
- D . 在 B 从释放位置运动到速度最大的过程中, B 克服弹簧弹力做的功等于 B 机械能的减少量

12 . (4 分) 如图所示, 平面直角坐标系的第一和第二象限分别存在磁感应强度大小相等、方向相反且垂直于坐标平面的匀强磁场, 图中虚线方格为等大正方形。一位于 Oxy 平面内的刚性导体框 abcde 在外力作用下以恒定速度沿 y 轴正方向运动 (不发生转动)。从图示位置开始计时, $4s$ 末 bc 边刚好进入磁场。在此过程中, 导体框内感应电流的大小为 I , ab 边所受安培力的大小为 F_{ab} , 二者与时间 t 的关系图象可能正确的是 ()



三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分) 2020 年 5 月，我国进行了珠穆朗玛峰的高度测量，其中一种方法是通过使用重力仪测量重力加速度，进而间接测量海拔高度。某同学受此启发就地取材设计了如下实验，测量当地重力加速度的大小。实验步骤如下：

(i) 如图甲所示，选择合适高度的垫块，使木板的倾角为 53° ，在其上表面固定一与小物块下滑路径平行的刻度尺（图中未画出）。

(ii) 调整手机使其摄像头正对木板表面，开启视频录像功能。将小物块从木板顶端释放，用手机记录下小物块沿木板向下做加速直线运动的情况。然后通过录像的回放，选择小物块运动路径上合适的一点作为测量参考点，得到小物块相对于该点的运动距离 L 与运动时间 t 的数据。

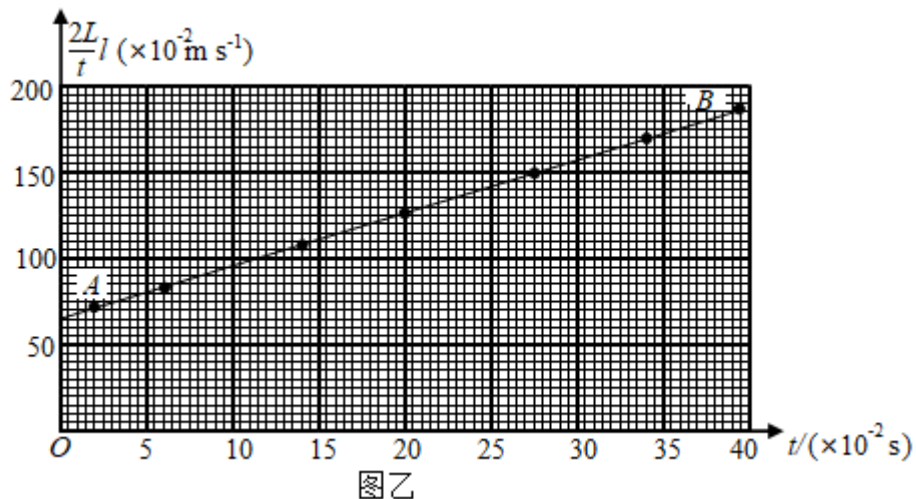
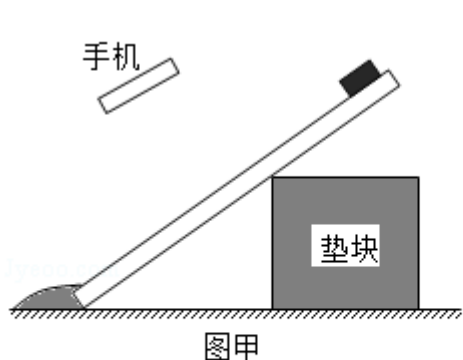
(iii) 该同学选取部分实验数据，画出了 $\frac{2L}{t} - t$ 图象，利用图象数据得到小物块下滑的加速度大小为 5.6m/s^2 。

(iv) 再次调节垫块，改变木板的倾角，重复实验。

回答以下问题：

(1) 当木板的倾角为 37° 时, 所绘图象如图乙所示。由图象可得, 物块过测量参考点时速度的大小为 m/s ; 选取图线上位于坐标纸网格交叉点上的 A、B 两点, 利用 A、B 两点数据得到小物块下滑加速度的大小为 m/s^2 (结果均保留 2 位有效数字)。

(2) 根据上述数据, 进一步分析得到当地的重力加速度大小为 m/s^2 。(结果保留 2 位有效数字, $\sin 37^\circ = 0.60$, $\cos 37^\circ = 0.80$)



14. (8分) 实验方案对实验测量的精度有直接的影响, 某学习小组对“测量电源的电动势和内阻”的实验方案进行了探究。实验室提供的器材有:

了探究。实验室提供的器材有:

干电池一节 (电动势约 1.5V , 内阻小于 1Ω);

电压表 V (量程 3V , 内阻约 $3\text{k}\Omega$);

电流表 A (量程 0.6A , 内阻约 1Ω);

滑动变阻器 R (最大阻值为 20Ω);

定值电阻 R_1 (阻值 2Ω);

定值电阻 R_2 (阻值 5Ω);

开关一个, 导线若干。

(1) 该小组按照图甲所示的电路进行实验, 通过调节滑动变阻器阻值使电流表示数逐渐接近满偏, 记录此过程中电压表和电流表的示数, 利用实验数据在 $U-I$ 坐标纸上描点, 如图乙所示, 结果发现电压表示数的变化范围比较小, 出现该现象的主要原因是_____。(单选, 填正确答案标号)

A. 电压表分流 B. 干电池内阻较小 C. 滑动变阻器最大阻值较小 D. 电流表内阻较小

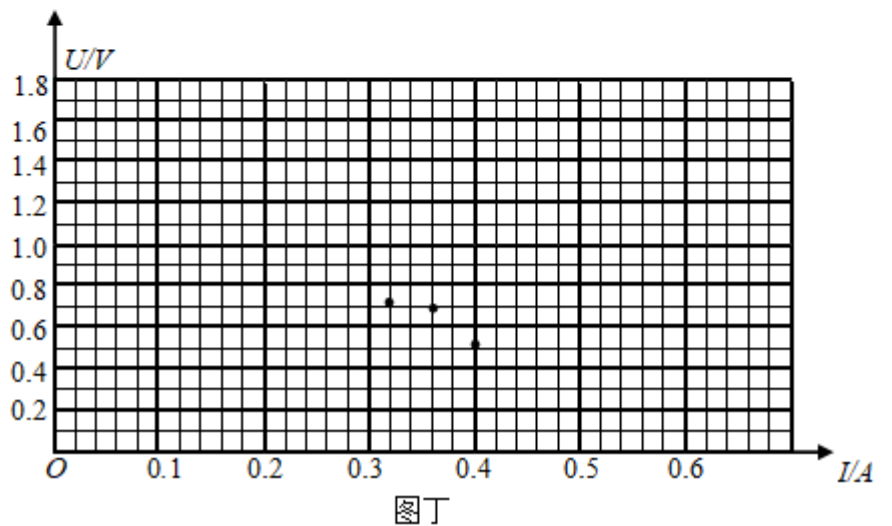
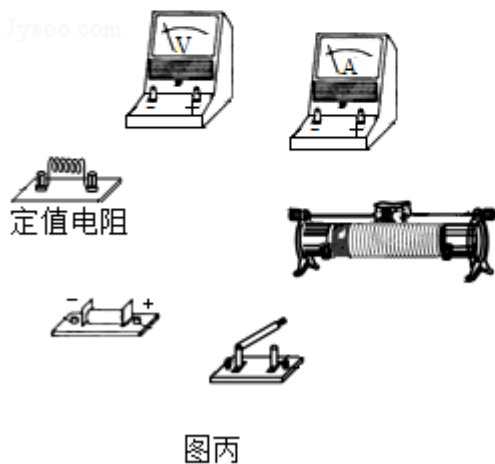
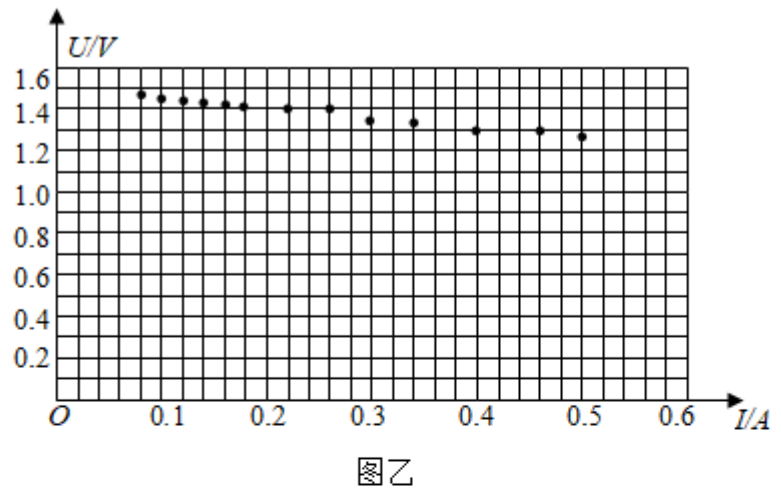
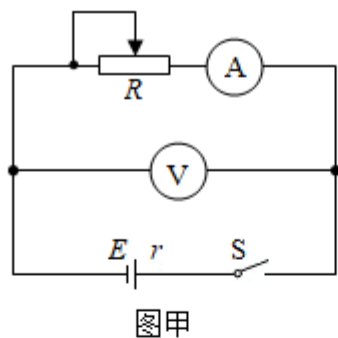
(2) 针对电压表示数的变化范围比较小的问题, 该小组利用实验室提供的器材改进了实验方案, 重新测量得到的数据如表所示。

序号	1	2	3	4	5	6	7

I/A	0.08	0.14	0.20	0.26	0.32	0.36	0.40
U/V	1.35	1.20	1.05	0.88	0.73	0.71	0.52

请根据实验数据，回答以下问题：

- ① 图丁的坐标纸上已标出后 3 组数据对应的坐标点，请在坐标纸上标出前 4 组数据对应的坐标点并画出 $U-I$ 图象。
- ② 根据实验数据可知，所选的定值电阻为_____（填“ R_1 ”或“ R_2 ”）。
- ③ 用笔画线代替导线，请在图丙上按照改进后的方案，将实物图连接成完整电路。

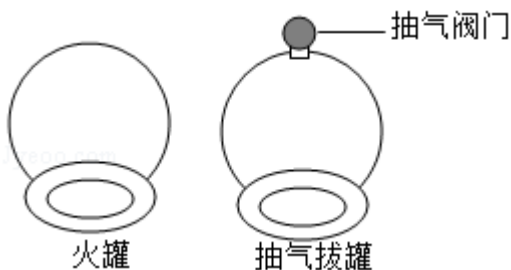


15. (7分) 中医拔罐的物理原理是利用玻璃罐内外的气压差使罐吸附在人体穴位上，进而治疗某些疾病。常见拔罐有两种，如图所示，左侧为火罐，下端开口；右侧为抽气拔罐，下端开口，上端留有抽气阀门。使用火罐时，先加热罐中气体，然后迅速按到皮肤上，自然降温后火罐内部气压低于外部大气压，使火罐紧紧吸附在皮肤上。抽气拔罐是先把罐体按在皮肤上，再通过抽气降低罐内气体压强。某次使用火罐时，罐内气体初始压强与外部

大气压相同，温度为 450K，最终降到 300K，因皮肤凸起，内部气体体积变为罐容积的 $\frac{20}{21}$ 。若换用抽气拔罐，

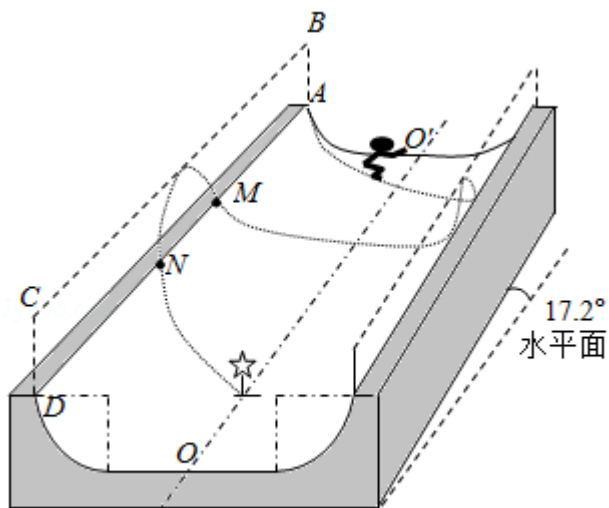
抽气后罐内剩余气体体积变为抽气拔罐容积的 $\frac{20}{21}$ ，罐内气压与火罐降温后的内部气压相同。罐内气体均可视为

理想气体，忽略抽气过程中气体温度的变化。求应抽出气体的质量与抽气前罐内气体质量的比值。

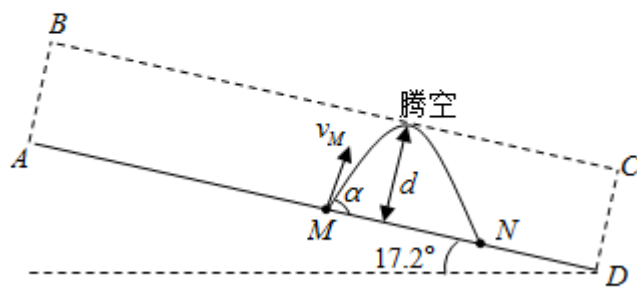


16. (9分) 单板滑雪U型池比赛是冬奥会比赛项目，其场地可以简化为如图甲所示的模型：U形滑道由两个半径相同的四分之一圆柱面轨道和一个中央的平面直轨道连接而成，轨道倾角为 17.2° 。某次练习过程中，运动员以 $v_M = 10\text{m/s}$ 的速度从轨道边缘上的 M 点沿轨道的竖直切面 ABCD 滑出轨道，速度方向与轨道边缘线 AD 的夹角 $\alpha = 72.8^\circ$ ，腾空后沿轨道边缘的 N 点进入轨道。图乙为腾空过程左视图。该运动员可视为质点，不计空气阻力，取重力加速度的大小 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 72.8^\circ = 0.96$ ， $\cos 72.8^\circ = 0.30$ 。求：

- (1) 运动员腾空过程中离开 AD 的距离的最大值 d ；
- (2) M、N 之间的距离 L 。



图甲



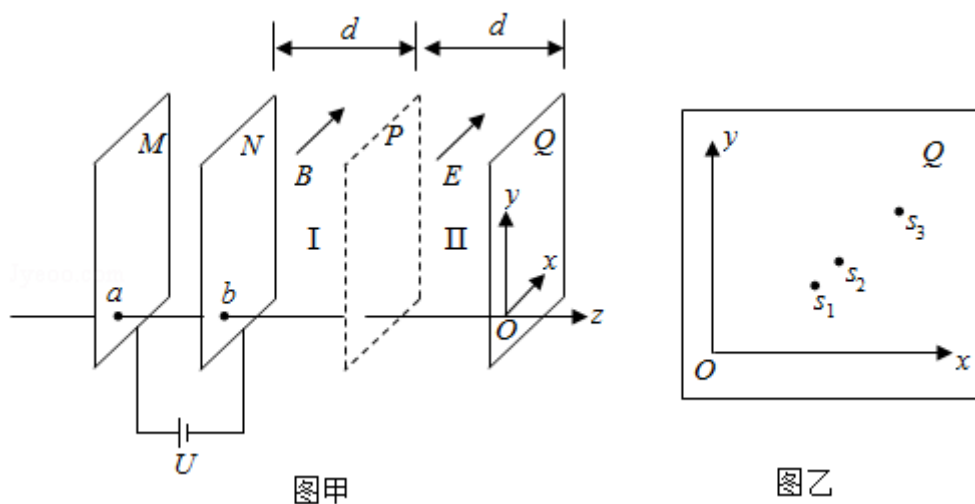
图乙

17. (14分) 某型号质谱仪的工作原理如图甲所示。M、N 为竖直放置的两金属板，两板间电压为 U ，Q 板为记录板，分界面 P 将 N、Q 间区域分为宽度均为 d 的 I、II 两部分，M、N、P、Q 所在平面相互平行，a、b 为 M、N 上两正对的小孔。以 a、b 所在直线为 z 轴，向右为正方向，取 z 轴与 Q 板的交点 O 为坐标原点，以平行

于Q板水平向里为x轴正方向，竖直向上为y轴正方向，建立空间直角坐标系Oxyz。区域I、II内分别充满沿x轴正方向的匀强磁场和匀强电场，磁感应强度大小、电场强度大小分别为B和E。一质量为m，电荷量为+q的粒子，从a孔飘入电场（初速度视为零），经b孔进入磁场，过P面上的c点（图中未画出）进入电场，最终打到记录板Q上。不计粒子重力。

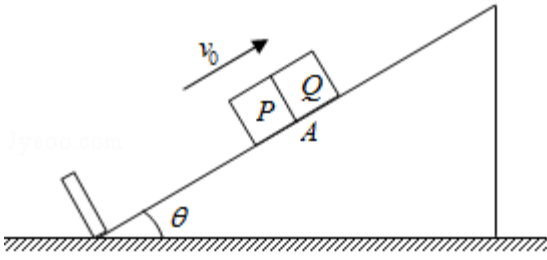
- (1) 求粒子在磁场中做圆周运动的半径R以及c点到z轴的距离L；
- (2) 求粒子打到记录板上位置的x坐标；
- (3) 求粒子打到记录板上位置的y坐标（用R、d表示）；
- (4) 如图乙所示，在记录板上得到三个点 s_1 、 s_2 、 s_3 ，若这三个点是质子 ${}^1_1\text{H}$ 、氘核 ${}^2_1\text{H}$ 、氦核 ${}^4_2\text{He}$ 的位置，请

写出这三个点分别对应哪个粒子（不考虑粒子间的相互作用，不要求写出推导过程）。



18. (16分) 如图所示，一倾角为 θ 的固定斜面的底端安装一弹性挡板，P、Q两物块的质量分别为m和4m，Q静止于斜面上A处。某时刻，P以沿斜面向上的速度 v_0 与Q发生弹性碰撞。Q与斜面间的动摩擦因数等于 $\tan\theta$ ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。P与斜面间无摩擦，与挡板之间的碰撞无动能损失。两物块均可以看作质点，斜面足够长，Q的速度减为零之前P不会与之发生碰撞。重力加速度大小为g。

- (1) 求P与Q第一次碰撞后瞬间各自的速度大小 v_{P1} 、 v_{Q1} ；
- (2) 求第n次碰撞使物块Q上升的高度 h_n ；
- (3) 求物块Q从A点上升的总高度H；
- (4) 为保证在Q的速度减为零之前P不会与之发生碰撞，求A点与挡板之间的最小距离s。



2020年山东省新高考物理试卷

试题解析

一、单项选择题：本题共8小题，每小题3分，共24分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 解：A、由于 $s-t$ 图象的斜率表示速度，由图可知在 $0 \sim t_1$ 时间内速度增加，即乘客的加速度向下运动，根据牛顿第二定律得： $mg - F_N = ma$ ，解得： $F_N = mg - ma$ ，则 $F_N < mg$ ，处于失重状态，故 A 错误；
B、在 $t_1 \sim t_2$ 时间内， $s-t$ 图象的斜率保持不变，所以速度不变，即乘客匀速下降，则 $F_N = mg$ ，故 B 错误；
CD、在 $t_2 \sim t_3$ 时间内， $s-t$ 图象的斜率变小，所以速度减小，即乘客的减速下降，根据牛顿第二定律得： $F_N - mg = ma$ ，解得： $F_N = mg + ma$ ，则 $F_N > mg$ ，处于超重状态，故 C 错误，D 正确；

故选：D。

2. 解：根据电流的定义式： $I = \frac{q}{t}$

该段时间内产生的电荷量为： $q = It = 5.0 \times 10^{-8} \times 3.2 \times 10^4 C = 1.6 \times 10^{-3} C$

根据衰变方程得： ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e}$ ，可知这段时间内发生 β 衰变的氚核 ${}^3_1\text{H}$ 的个数为： $n = \frac{q}{e} = \frac{1.6 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}} =$

1.0×10^{16} ，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

3. 解：由于玻璃对该波长光的折射率为 $n = 1.5$ ，则光在该玻璃中传播速度为： v

$$= \frac{c}{n} = \frac{2c}{3}$$

光从 S 到 S_1 和到 S_2 的时间相等，设光从 S_1 到 O 点的时间为 t_1 ，从 S_2 到 O 点的时间为 t_2 ，O 点到 S_2 的距离为 L，则有：

$$t_1 = \frac{L - 10\lambda}{c} + \frac{10\lambda}{v}$$

$$t_2 = \frac{L}{c}$$

光传播的时间差为： $\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{10\lambda}{v} - \frac{10\lambda}{c} = \frac{5\lambda}{c}$ ，故 A 正确、BCD 错误。

故选：A。

4. 解：AB、因 $x = \frac{5}{4}\lambda$ 处质点的振动方程为 $y = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ ，当 $t = \frac{3}{4}T$ 时刻， $x = \frac{5}{4}\lambda$ 处质点的位移为： $y =$

$$A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \times \frac{3}{4} T \right) = 0,$$

那么对应四个选项中波形图 $x = \frac{5}{4}\lambda$ 的位置，可知，AB 选项不符合题意，故 AB 错误；

CD、再由波沿 x 轴负方向传播，依据微平移法，可知，在 $t = \frac{3}{4}T$ 的下一时刻，在 $x = \frac{5}{4}\lambda$ 处质点向 y 轴正方向

振动，故 D 正确，C 错误；

故选：D。

5. 解：输入端 a、b 所接电压 u 随时间 t 的变化关系如图乙所示，可知，输入电压 $U_1 = 220V$ ，依据理想变压器电

$$\text{压与匝数关系式：} \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}, \text{ 且 } n_1 : n_2 = 22 : 3$$

解得： $U_2 = 30V$

由于灯泡 L 的电阻恒为 $R = 15\Omega$ ，额定电压为 $U = 24V$ 。因能使灯泡正常工作，那么通过灯泡的电流： $I = \frac{U}{R} =$

$$\frac{24}{15} A = 1.6A$$

那么定值电阻 $R_1 = 10\Omega$ 两端电压为： $U' = U_2 - U = 30V - 24V = 6V$

$$\text{依据欧姆定律，则有通过其的电流为：} I' = \frac{U'}{R_1} = \frac{6}{10} A = 0.6A$$

因此通过定值电阻 $R_2 = 5\Omega$ 的电流为： $I'' = 1.6A - 0.6A = 1A$

由于定值电阻 R_2 与滑动变阻器串联后与定值电阻 R_1 并联，那么定值电阻 R_2 与滑动变阻器总电阻为： $R' = \frac{U'}{I''} =$

$$= \frac{6}{1} \Omega = 6\Omega$$

因定值电阻 $R_2 = 5\Omega$ ，因此滑动变阻器接入电路的电阻应为： $R_{滑} = 6\Omega - 5\Omega = 1\Omega$

综上所述，故 A 正确，BCD 错误；

故选：A。

6. 解：A、根据 p-V 图象的面积表示气体做功，得气体在 a→b 过程中对外界做的功为： $W_{ab} =$

$$\frac{p_0 + 2p_0}{2} \cdot (2V_0 - V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0, \text{ b} \rightarrow \text{c 过程中气体对外界做的功为：} W_{bc} = \frac{p_0 + 2p_0}{2} \cdot (2V_0 - V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

，所以气体在 a→b 过程中对外界做的功等于在 b→c 过程中对外界做的功故 A 错误；

B、气体在 a→b 过程中，因为 a、b 两个状态的 pV 相等，所以 $T_a = T_b$ ，即 $\Delta U_{ab} = 0$ ，根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知，从外界吸收的热量为 $Q_{ab} = \frac{3}{2} p_0 V_0$ ；气体在 b→c 过程中，因为 c 状态的 pV 大于 b 状态的 pV，所以

$T_b < T_c$ ，即 $\Delta U_{bc} > 0$ ，根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知，在 b→c 过程中从外界吸收的热量为： $Q_{bc} = \Delta U_{bc} +$

$\frac{3}{2} p_0 V_0$ ，则有： $Q_{ab} < Q_{bc}$ ，故 B 错误；

C、在 c→a 过程中，气体等压压缩，温度降低，即 $\Delta U_{ca} < 0$ ，根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知，外界对气体做的功小于气体向外界放出的热量，故 C 正确；

D、因为 $T_a = T_b$ ，而一定质量理想气体的内能只与温度有关，所以气体在 c→a 过程中内能的减少量等于 b→c 过程中内能的增加量，故 D 错误。

故选：C。

7. 解：根据重力等于万有引力，得：

$$mg = G \frac{Mm}{R^2}$$

$$\text{得：} g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\frac{g_{\text{火}}}{g} = \frac{M_{\text{火}}}{M_{\text{地}}} \cdot \frac{R_{\text{地}}^2}{R_{\text{火}}^2} = 0.1 \times 4 = 0.4$$

火星表面的重力加速度为 $g_{\text{火}} = 0.4g$

着陆器减速运动的加速度大小为 $a = \frac{v_0}{t_0}$

对着陆器根据牛顿第二定律有：

$$F - 0.4mg = ma$$

解得 $F = m(0.4g + \frac{v_0}{t_0})$ ，故 B 正确，ACD 错误；

故选：B。

8. 解：根据题意分析，物块 A、B 刚好要滑动时，应该是物体 A 相对物体 B 向上滑动，设绳子拉力为 F，对 A 受力分析，由平衡条件得： $F = mg \sin 45^\circ + \mu mg \cos 45^\circ$

物体 B 相对斜面向下滑动，对 B 受力分析，由平衡条件得： $2mg \sin 45^\circ = F + \mu mg \cos 45^\circ + \mu (2m + m) g \cos 45^\circ$

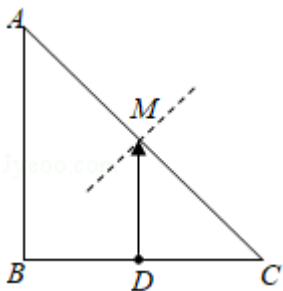
联立解得： $\mu = \frac{1}{5}$ ，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

二、多项选择题：本题共4小题，每小题4分，共16分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得4分，选对但不全的得2分，有选错的得0分。

9. 解：AB、由题意可知： $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，可知临界角为 45° ，因此从D点发出的光，竖直向上从M点射

出的光线恰好是出射光线的边缘，同时C点也恰好是出射光线的边缘，如图所示：

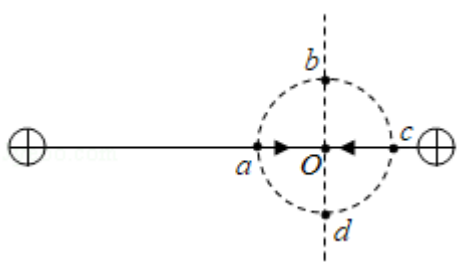


因此光线只能从MC段射出，根据几何关系可知，M恰好为AC的中点，因此在平面上有一半的面积有光线射出，故A正确，B错误；

CD、由于频率越高，折射率越大，当光源发出的光的频率变小，折射率也会变小，导致临界角会增大，这时M点上方也会有光线出射，因此出射光线区域的面积将增大，故C正确，D错误。

故选：AC。

10. 解：A、根据带负电的试探电荷在O点，仅在电场力的作用下恰好保持静止状态，可知， $E_O = 0$ ，再依据正点电荷在某点电场强度是两点连线背离正点电荷，则两正点电荷连线的电场线方向如下图所示，由沿着电场线方向，电势是降低的，则有a点电势高于O点，故A错误；



B、由于b点离右边正点电荷距离较远，而c点离右边正点电荷较近，则有b点电势低于c点，故B正确；

C、因a点电势高于O点，而O点电势高于b点，那么a点电势高于b点，那么负试探电荷从高电势到低电势，其电势能增加，则该试探电荷在a点的电势能小于在b点的电势能，故C错误；

D、因b、d两点关于O点对称，它们电势相等，由于c点电势高于b点，那么c点电势高于d点，因此负试探电荷从高电势到低电势，其电势能增加，则该试探电荷在c点的电势能小于在d点的电势能，故D正确。

故选：BD。

11. 解：AB、由题意可知 B 物体可以在开始位置到最低点之间做简谐振动，根据简谐运动的对称性，在最低点的加速度为竖直向上的 g ，由牛顿第二定律得： $T - mg = mg$ ，解得在最低点时有弹簧弹力为： $T = 2mg$ ；对 A 分析，设绳子与桌面间夹角为 θ ，根据 A 对水平桌面的压力刚好为零，有： $2mg\sin\theta = Mg$ ，故有 $M < 2m$ ，故 A 正确，B 错误；

C、由题意可知 B 从释放位置到最低点过程中，开始弹簧弹力小于重力，物体加速，合力做正功；后来弹簧弹力大于重力，物体减速，合力做负功，故 C 正确；

D、对于 B，在从释放到速度最大过程中，B 机械能的增加量等于弹簧弹力所做的负功，即 B 机械能的减少量等于 B 克服弹簧弹力所做的功，故 D 正确。

故选：ACD。

12. 解：AB、因为 4s 末 bc 边刚好进入磁场，可知线框的速度为每秒向上运动一格，故在 0 - 1s 内只有 ac 切割磁感线，设方格边长 L ，根据

$E_1 = 2BLv$ 可知电流恒定；

2s 末时线框在第二象限长度最长，此时

$E_2 = 3BLv$

这时电流

$$I_2 = \frac{E_2}{R}$$

可知，

$$I_2 = \frac{3}{2} I_1'$$

故 A 错误，B 正确；

CD、ab 受到安培力 $F_{ab} = BIL_{ab}$ ，

可知在 0 - 1s 内 ab 边受到安培力线性增加；1s 末安培力为 $F_{ab} = BI_1L$ ，

$$2s \text{ 末安培力 } F_{ab}' = B \times \frac{3}{2} I_1' \times 2L'$$

所以 $F_{ab}' = 3F_{ab}$ ，由图象知，C 正确，D 错误。

故选：BC。

三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. 解：（1）设物块过测量参考点时速度的大小为 v_0 ，根据位移 - 时间关系可得：

$$L = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

所以有： $\frac{2L}{t} = 2v_0 + at$ ，

当 $t=0$ 时速度即为参考点的速度，故 $2v_0 = 0.64\text{m/s}$

解得： $v_0 = 0.32\text{m/s}$

图象的斜率表示加速度，则有： $a = \frac{1.85-0.70}{0.395-0.02} \text{m/s}^2 = 3.1\text{m/s}^2$ ；

(2) 木板的倾角为 53° ，小物块加速度大小为 $a_0 = 5.6\text{m/s}^2$ ，

对小物块根据牛顿第二定律可得： $mg\sin 53^\circ - \mu mg\cos 53^\circ = ma_0$ ，

当倾角为 37° 时，有： $mg\sin 37^\circ - \mu mg\cos 37^\circ = ma$

联立解得： $g = 9.4\text{m/s}^2$ 。

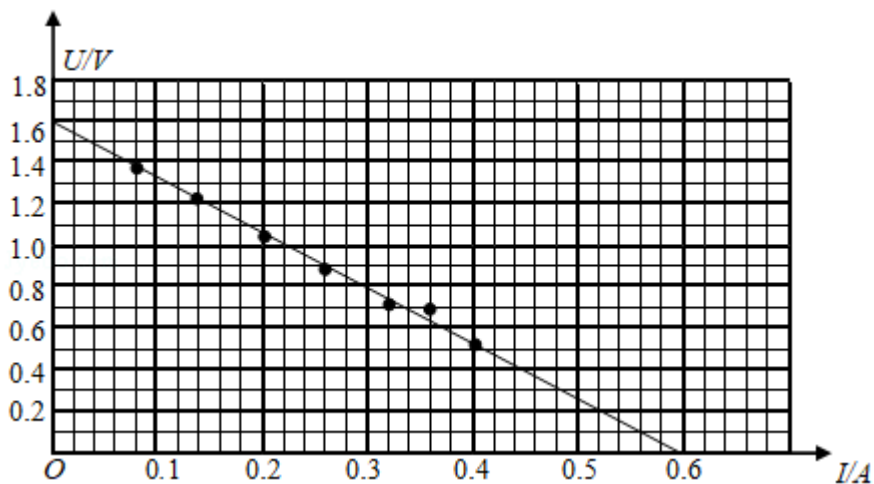
故答案为：(1) 0.32 或 0.33；3.1；(2) 9.4。

14. 解：(1) 路端电压： $U = E - Ir$ ，

当电源内阻 r 太小时，干路电流 I 有较大变化时， Ir 变化很小，

电压表示数即路端电压 $U = E - Ir$ 变化很小，电压表示数变化范围很小，故选 B；

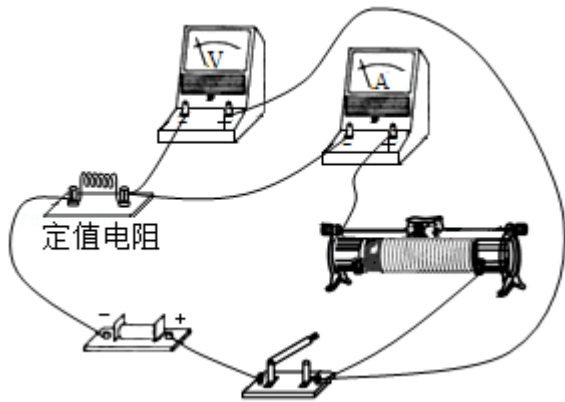
(2) ①根据表中实验数据在坐标系内描出对应点，然后根据坐标系内描出的点作出图象，作图象时使尽可能多的点在直线上，不能穿过直线的点应对称地分布在直线两侧，图象如图所示；



②由图示图象可知，电源与定值电阻整体组成的等效电源内阻： $r+R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1.6}{0.6} \Omega \approx 2.67\Omega$ ，

由题意可知，电源内阻小于 1Ω ，则定值电阻应选择 R_1 。

③应用伏安法测电源电动势与内阻，电压表测路端电压，电流表测电路电流，电源内阻较小，为使电压表示数变化明显，把定值电阻与电源整体当作等效电源，为减小实验误差，相对于电源电流表应采用外接法，实物电路图如图所示；



故答案为：(1) B；(2) ①图象如图所示；② R_1 ；③实物电路图如图所示。

15. 解：设火罐内气体初始状态参量分别为 p_1 、 T_1 、 V_1 ，温度降低后状态参量分别为 p_2 、 T_2 、 V_2 ，罐的容积为 V_0 ，由题意知：

$$p_1 = p_0, T_1 = 450\text{K}, V_1 = V_0, T_2 = 300\text{K}, V_2 = \frac{20V_0}{21} \text{ ①}$$

$$\text{由理想气体状态方程得：} \frac{p_0 V_0}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ ②}$$

$$\text{解得：} p_2 = 0.7p_0 \text{ ③}$$

对于抽气罐，设初态气体状态参量分别为 p_3 、 V_3 ，末态气体状态参量分别为 p_4 、 V_4 ，罐的容积为 V'_0 ，由题意知：

$$p_3 = p_0, V_3 = V'_0, p_4 = p_2 \text{ ④}$$

$$\text{由玻意耳定律得：} p_0 V'_0 = p_2 V_4 \text{ ⑤}$$

$$\text{联立②⑤式，代入数据得 } V_4 = \frac{10}{7} V'_0 \text{ ⑥}$$

设抽出的气体的体积为 ΔV ，由题意知

$$\Delta V = V_4 - \frac{20}{21} V'_0 \text{ ⑦}$$

$$\text{故应抽出气体的质量与抽气前罐内气体质量的比值为：} \frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta V}{V_4} \text{ ⑧}$$

$$\text{联立③⑤⑥⑦⑧式，代入数据得：} \frac{\Delta m}{m} = \frac{1}{3}.$$

答：应抽出气体的质量与抽气前罐内气体质量的比值为 $\frac{1}{3}$ 。

16. 解：(1) 在 M 点，设运动员在 ABCD 面内垂直 AD 方向的分速度为 v_1 ，由运动的合成与分解规律得：

$$v_1 = v_M \sin 72.8^\circ \dots \text{ ①}$$

设运动员在 ABCD 面内垂直 AD 方向的分加速度为 a_1 ，由牛顿第二定律得：

$$mg\cos 17.2^\circ = ma_1 \dots \textcircled{2}$$

由运动学公式得：
$$d = \frac{v_1^2}{2a_1} \dots \textcircled{3}$$

联立①②③式，代入数据得：

$$d = 4.8\text{m} \dots \textcircled{4}$$

(2) 在 M 点，设运动员在 ABCD 面内平行 AD 方向的分速度为 v_2 ，由运动的合成与分解规律得：

$$v_2 = v_M \cos 72.8^\circ \dots \textcircled{5}$$

设运动员在 ABCD 面内平行 AD 方向的分加速度为 a_2 ，由牛顿第二定律得：

$$mg\sin 17.2^\circ = ma_2 \dots \textcircled{6}$$

设腾空时间为 t ，由运动学公式得：
$$t = \frac{2v_1}{a_1} \dots \textcircled{7}$$

沿斜面方向根据位移 - 时间关系可得：
$$L = v_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 \dots \textcircled{8}$$

联立①②③⑥⑦⑧式，代入数据得： $L = 12\text{m}$ 。

答：(1) 运动员腾空过程中离开 AD 的距离的最大值为 4.8m；

(2) M、N 之间的距离为 12m。

17. 解：(1) 粒子在 M、N 间的电场中加速，由动能定理得：

$$qU = \frac{1}{2} m v^2 - 0$$

粒子在区域 I 内做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，由牛顿第二定律得：

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

解得：
$$R = \frac{\sqrt{2mqU}}{qB}$$

设粒子在磁场中做圆周运动对应的圆心角为 α ，由几何关系得：

$$d^2 + (R - L)^2 = R^2$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{R^2 - d^2}}{R}, \quad \sin \alpha = \frac{d}{R},$$

解得：
$$L = \frac{\sqrt{2mqU}}{qB} - \sqrt{\frac{2mU}{qB^2} - d^2}$$

(2) 设粒子在区域 II 中粒子沿 z 轴方向的分速度为 v_z ，粒子沿 x 轴方向做初速度为零的匀加速直线运动，

粒子在 z 轴方向做匀速直线运动，粒子在 z 轴方向分速度： $v_z = v \cos \alpha$

在 z 轴方向： $d = v_z t$

沿 x 轴方向： $x = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2$

解得： $x = \frac{md^2 E}{4mJ - 2q d^2 B^2}$

(3) 设粒子沿 y 轴方向偏离 z 轴的距离为 y，其中在区域 II 中沿 y 轴方向偏离的距离为 y'，

则： $y' = v t \sin \alpha$

由题意可知： $y = L + y'$

解得： $y = R - \sqrt{R^2 - d^2} + \frac{d^2}{\sqrt{R^2 - d^2}}$

(4) 粒子打到记录板上位置的 x 坐标： $x = \frac{md^2 E}{4mJ - 2q d^2 B^2} = \frac{d^2 E}{4U - 2 d^2 B^2 \cdot \frac{q}{m}}$

粒子比荷 $k = \frac{q}{m}$ 越大 x 越大，由于 $k_{\text{质子}} > k_{\text{氦核}} > k_{\text{氟核}}$ ，则 $x_{\text{质子}} > x_{\text{氦核}} > x_{\text{氟核}}$ ，

由图乙所示可知， s_1 、 s_2 、 s_3 分别对应： ${}^3_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ 、 ${}^1_1\text{H}$ 的位置；

答：(1) 粒子在磁场中做圆周运动的半径 R 是 $\frac{\sqrt{2mqU}}{qB}$ ，c 点到 z 轴的距离 L 为 $\frac{\sqrt{2mqU}}{qB} - \sqrt{\frac{2mJ}{qB^2} - d^2}$ ；

(2) 粒子打到记录板上位置的 x 坐标是 $\frac{md^2 E}{4mJ - 2q d^2 B^2}$ ；

(3) 粒子打到记录板上位置的 y 坐标是： $R - \sqrt{R^2 - d^2} + \frac{d^2}{\sqrt{R^2 - d^2}}$ ；

(4) s_1 、 s_2 、 s_3 分别对应氟核 ${}^3_1\text{H}$ 、氦核 ${}^4_2\text{He}$ 、质子 ${}^1_1\text{H}$ 。

18. 解：(1) P、Q 发生弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，以平行于斜面向上为正方向，由动量

守恒定律得：

$$mv_0 = mv_{P1} + 4mv_{Q1}$$

由机械能守恒定律得：

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_{P1}^2 + \frac{1}{2} \cdot 4 m v_{Q1}^2$$

解得： $v_{P1} = -\frac{3}{5}v_0$ ， $v_{Q1} = \frac{2}{5}v_0$

(2) Q 向上滑行过程，由牛顿第二定律得：

$$4mgsin\theta + \mu \cdot 4mgcos\theta = 4ma$$

解得： $a = 2gsin\theta$

P、Q 第一次碰撞后 Q 上升的高度为 h_1 ，对 Q，由运动学公式得：

$$0 - v_{Q1}^2 = 2(-a) \frac{h_1}{\sin\theta}$$

解得： $h_1 = \frac{v_0^2}{25g}$

设 P 运动到与 Q 刚要发生第二次碰撞前的位置时速度为 v_{02} ，第一次碰撞后到第二次碰撞前，对 P，由动能定理得：

$$-mgh_1 = \frac{1}{2}mv_{02}^2 - \frac{1}{2}mv_{P1}^2$$

解得： $v_{02} = \frac{\sqrt{7}}{5}v_0$

P、Q 发生第二次碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，以平行于斜面向上为正方向，由动量守恒定律得：

$$mv_{02} = mv_{P2} + 4mv_{Q2}$$

由机械能守恒定律得：

$$\frac{1}{2}mv_{02}^2 = \frac{1}{2}mv_{P2}^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv_{Q2}^2$$

解得： $v_{P2} = -\frac{3}{5} \times \frac{\sqrt{7}}{5}v_0$ ， $v_{Q2} = \frac{2}{5} \times \frac{\sqrt{7}}{5}v_0$

第二次碰撞后 Q 向上运动过程，由运动学公式得：

$$0 - v_{Q2}^2 = 2(-a) \frac{h_2}{\sin\theta}$$

解得： $h_2 = \frac{7}{25} \cdot \frac{v_0^2}{25g}$

设 P 运动到与 Q 刚要发生第三次碰撞前的位置时速度为 v_{03} ，第二次碰撞后到第三次碰撞前，对 P，由动能定理得：

$$-mgh_2 = \frac{1}{2}mv_{03}^2 - \frac{1}{2}mv_{P2}^2$$

$$\text{解得：} v_{03} = \left(\frac{\sqrt{7}}{5}\right)^2 v_0$$

P 与 Q 第三次碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，以平行于斜面向上为正方向，由动量守恒定律得：

$$mv_{03} = mv_{P3} + 4mv_{Q3}$$

由机械能守恒定律得：

$$\frac{1}{2}mv_{03}^2 = \frac{1}{2}mv_{P3}^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv_{Q3}^2$$

$$\text{解得：} v_{P3} = -\frac{3}{5} \times \left(\frac{\sqrt{7}}{5}\right)^2 v_0, v_{Q3} = \frac{2}{5} \times \left(\frac{\sqrt{7}}{5}\right)^2 v_0$$

第三次碰撞后对 Q，由运动学公式得：

$$0 - v_{Q3}^2 = 2(-a) \frac{h_3}{\sin \theta},$$

$$\text{解得：} h_3 = \left(\frac{7}{25}\right)^2 \cdot \frac{v_0^2}{25g}$$

.....

$$\text{第 } n \text{ 次碰撞后，Q 上升的高度：} h_n = \left(\frac{7}{25}\right)^{n-1} \cdot \frac{v_0^2}{25g} \quad n=1, 2, 3, \dots$$

(3) 当 P、Q 到达 H 时，两物块到此处的速度可视为零，对两物块运动全过程，由动能定理得：

$$-(m+4m)gH - \mu \cdot 4mg \cos \theta \cdot \frac{H}{\sin \theta} = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得：} H = \frac{v_0^2}{18g}$$

(4) 设 Q 第一次碰撞至速度减为零需要的时间为 t_1 ，则： $t_1 = \frac{v_{Q1}}{a}$

设 P 运动到斜面底端时的速度为 v_{P1}' ，需要的时间为 t_2 ，则： $v_{P1}' = v_{P1} + g \sin \theta \cdot t_2$ ， $\frac{v_{P1}'^2 - v_{P1}^2}{2} = 2g \sin \theta \cdot s$ ，

设 P 从 A 点到 Q 第一次碰撞后速度减为零处匀减速运动的时间为 t_3 ，则： $v_{02} = (-v_{P1}) - g \sin \theta \cdot t_3$ ，

当 A 点与挡板之间的距离最小时： $t_1 = 2t_2 + t_3$

解得： $s = \frac{(8\sqrt{7}-13)v_0^2}{200g\sin\theta}$

答：(1) P与Q第一次碰撞后瞬间各自的速度大小 v_{P1} 、 v_{Q1} 分别为 $\frac{3}{5}v_0$ 、 $\frac{2}{5}v_0$ ；

(2) 第n次碰撞使物块Q上升的高度 h_n 是 $\left(\frac{7}{25}\right)^{n-1} \cdot \frac{v_0^2}{25g}$ $n=1, 2, 3, \dots$ ；

(3) 物块Q从A点上升的总高度H为 $\frac{v_0^2}{18g}$ ；

(4) 为保证在Q的速度减为零之前P不会与之发生碰撞，A点与挡板之间的最小距离s为 $\frac{(8\sqrt{7}-13)v_0^2}{200g\sin\theta}$ 。