天域联盟考试答案

一、单项选择

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	D	D	A	B	C	B	A	B	A

二、不定项选择

11	12	13
AD	BD	AC

14I.（1）AC（2 分）（2）平衡摩擦力过度（1 分）（3）$\frac{1}{k}$（1 分） 相等（1 分）

II（1）$\dfrac{U_2}{U_1}=\dfrac{1}{R_0}R+1$；（1 分）9.5Ω（1 分）；（2）4.5V（1 分）；3.0Ω（1 分）　偏小（1 分）

III（1）C（2 分）　（2）C（2 分）

15.【答案】

（1）变少　（1 分）；降低（1 分）

（2）由 $3P_0LS=P_1\dfrac{2}{3}LS$（1 分）解得 $P_1=\dfrac{9}{2}P_0$

则 $F=(P_1-P_0)S=\dfrac{7}{2}P_0S$（2 分）

(3)由理想气体状态方程且快速关闭过程中气体和外界没有热交换，则 $\dfrac{\frac{9}{2}P_0\times\frac{2}{3}LS}{T_0}=\dfrac{8P_0\frac{1}{2}LS}{T}$ 解得 $T=\dfrac{4}{3}T_0$（2 分）

由气体吸热公式可知，此过程中气体向外放出的热量 $Q=C\left(T-T_0\right)=\dfrac{1}{3}CT_0$（1 分）

16.

（1）$(M+m)gL(1-\cos 60^0)=\frac{1}{2}(M+m)v_E^2$

$T-(M+m)g=\dfrac{(M+m)v_E^2}{L}$　（2 分）

得：$T=2(M+m)g$　（1 分）

（2）由（1）可知 $v_E=\sqrt{gL}$　（1 分）

运动员与球碰撞前满足水平方向动量守恒，$Mv_x=(M+m)v_E$　（1 分）

（碰撞前运动员的水平速度为　$v_x=\dfrac{(M+m)}{M}\sqrt{gL}$

运动员从 A 点飞出后做斜抛运动，$X_{AE}=v_x\cdot\dfrac{2v_x\tan 37^0}{g}=\frac{3}{2}(\frac{M+m}{M})^2L$　（2 分）

(3) 从 D 到 A 点根据能量守恒定律有：$Mg(H-h)-3\mu MgL=\frac{1}{2}Mv_A^2-\frac{1}{2}Mv_0^2$　（1 分）

$v_0=\sqrt{v_A^2+6\mu gL-g(H-h)}$　$v_A=\dfrac{v_x}{\cos 37^0}=\dfrac{5(M+m)}{4M}\sqrt{gL}$　（2 分）

得：$v_0=\sqrt{\dfrac{25(M+m)^2}{16M^2}gL+6\mu gL-2g(H-h)}$　（1 分）

17.

（1）对导体棒 a 受力分析，其所受安培力恒定垂直导轨向下，故金属棒 a 将做匀加速直线运动，令棒 a 到到 BC 处的速度为 v，则

根据牛顿第二定律可得 $F-\mu(mg+BIL)=ma$（2 分）

由运动学公式得 $v^2=2aL$

解得 $v=0.8\text{m/s}$（1 分）

（2）设金属棒 a 运动的距离为 x 时，加速度为 a，速度为 v，由题图乙可知 $v=kx$ 其中，$k=7.5\text{s}^{-1}$；取一段位移微元 Δx，有 $\Delta v=k\Delta x$

所用时间为Δt，有$\frac{\Delta v}{\Delta t}=k\frac{\Delta x}{\Delta t}$

由于$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$，$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$

可得$a=kv=k^2x$　　　　　　　　　　　　　　　　（2 分）

则金属棒 a 到达 BC 之前，有$F-\mu(mg+BIL)=ma$

联立可得$F=\mu(mg+BIL)+mk^2x$　　　　　　　　（2 分）

代入数据可得$F=(1.12+5.625x)N$（$0\le x<0.4\text{m}$）　　（1 分）

（3）当金属棒 a 与 U 型框 b 发生完全非弹性碰撞，令碰撞之后的速度为v_1，

由动量守恒有$p=mv=2mv_1=0.4\text{kg}\bullet\text{m/s}$

进入第一个磁场区域时，由动量定理可得安培力的冲量$I_{安}=\frac{B^2L^3}{2r}=0.032\text{kg}\bullet\text{m/s}$（1 分）

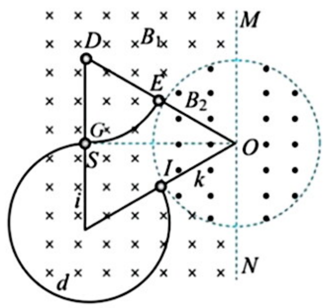
此后每进入一个区域安培力的冲量$I_{安}'=\frac{2B^2L^3}{r}=0.128\text{kg}\bullet\text{m/s}$（1 分）

则有$p-I_{安}-2I_{安}'=\frac{2B^2L^2d}{r}$

代入数据解得$d=0.35\text{m}$

故金属棒 a 最后停在距离 KJ 为 1.55m 处　　（2 分）

18.【答案】



（1）根据洛伦兹力提供向心力　（1 分）

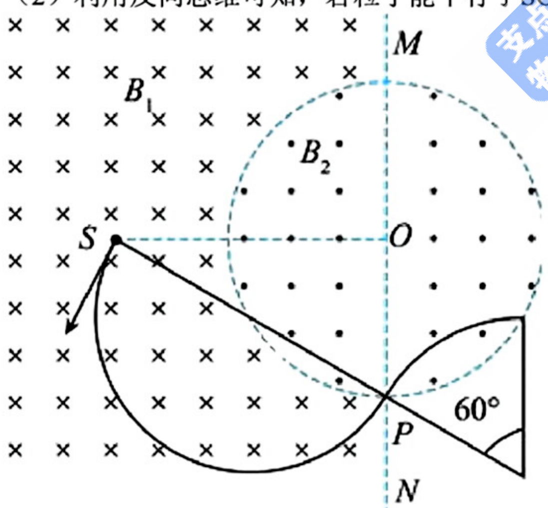
$$r=\frac{mv}{qB_1}$$

当粒子的运动轨迹恰好与圆相切时为粒子能够进入 B_2 区域的临界情况，如图

根据几何关系可知$d^2+r^2=(2r)^2$　（1 分）

故当粒子恰好向左或向右射出时，能够刚好进入B_2区域，因此能够进入B_2区域的粒子数与发射的粒子总数之比为$\frac{1}{2}$　（2分）

（2）利用反向思维可知，若粒子能平行于SO射出，其必然经过圆形轨道最低点，轨迹如下，



则其在B1区域运动的时间为$t_1=\frac{\pi m}{qB_1}$（1分）

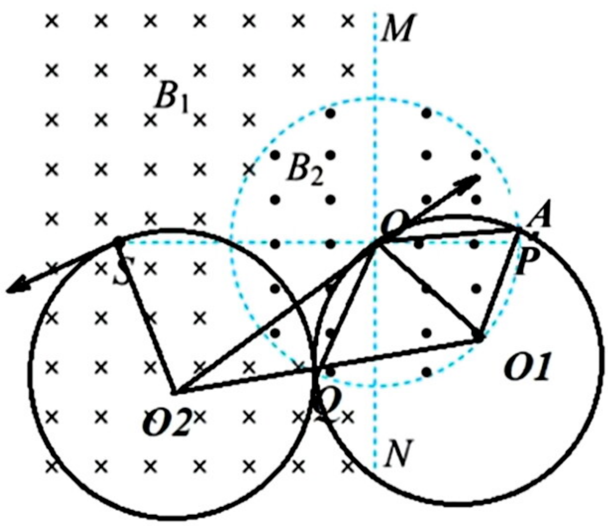
在B2区域运动的时间为$t_2=\frac{\pi m}{3qB_2}$（1分）

故总时间为$t=t_1+t_2=8\times10^{-3}s$（1分）

（3）讨论粒子进入圆形区域后能经过z轴的情景，能经过z轴，则投影在O点，其圆心必定位于圆周上，进入点和圆心，O点构成等边三角形，轨迹如下图所示，令其出射点为A，则

由几何关系可知$\angle OO_1Q=\angle O_1OQ=\angle OQO_1=\frac{\pi}{3}$

则$\angle QO_2O=\angle QOO_2=\frac{\pi}{6}$



则$O_2O=2R\cos\frac{\pi}{6}=2\sqrt{3}m$，（1分）

则三角形OSO_2为等腰三角形，令$\angle SOO_2=\alpha$，则$\sin\frac{\alpha}{2}=\frac{1}{2\sqrt{3}}=\frac{\sqrt{3}}{6}$（2分）

令OA与OP的夹角为β，则$\beta=\alpha-\frac{\pi}{6}=4^{\circ}$

则粒子射出圆形区域时其坐标为

$x=r\cos\beta=2m$

$y=r=0.14m$ （3分）

$z=\frac{qE}{2m}(\frac{2\pi m}{3qB_2})^2$