2015 北京通州高三二模

物　　理

13．下列说法正确的是（　　）

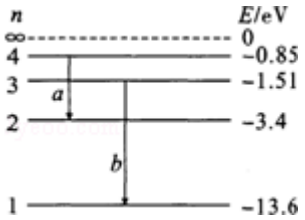
A．温度升高，物体的每一个分子的动能都增大

B．外界对气体做功，气体的内能一定增大

C．当两个分子间的距离为 r_0（平衡位置）时，分子力为零，分子势能最小

D．布朗运动是悬浮在液体中固体颗粒分子的无规则运动

14．如图所示为氢原子的能级图．当氢原予从 n=4 能级跃迁到 n=2 能级时，辐射出光子 a；当氢原子从 n=3 能级跃迁到 n=1 能级时，辐射出光子 b，则下列说法中正确的是（　　）



A．光子 a 的能量大于光子 b 的能量

B．光子 a 的波长小于光子 b 的波长

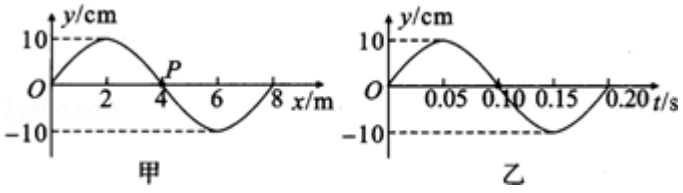
C．b 光比 a 光更容易发生衍射现象

D．在同种介质中，a 光子的传播速度大于 b 光子的传播速度

15．万有引力定律和库仑定律都遵循平方反比规律，因此引力场和电场之间有许多相似的性质，在处理有关问题时可以将它们进行类比．例如电场中反映各点电场强弱的物理量是电场强度，其定义式为 $E=\frac{F}{q}$；在引力场中可以有一个类似的物理量来反映各点引力场的强弱，设地球质量为 M，半径为 R，地球表面处的重力加速度为 g，引力常量为 G，如果一个质量为 m 的物体位于距离地心 2R 处的某点，则下列表达式中能反映该点引力场强弱的是（　　）

A．$G\frac{Mm}{(2R)^2}$　B．$\frac{g}{4}$　C．$G\frac{M}{2R}$　D．$\frac{g}{2}$

16．如图甲为一列简谐横波在 t=0.10s 时刻的波形图，P 是平衡位置为 x=4m 处的质点，图乙为质点 P 的振动图象，则（　　）



A．该波向+x 方向传播，速度是 40m/s

B．该波向－x 方向传播，速度是 20m/s

C．从 t=0.10s 到 t=0.25s，质点 P 沿 x 轴移动了 30cm

D．t=0.15s 时，质点 P 的加速度达到正向最大

17．有一种大型娱乐器械可以让人体验超重和失重，其环形座舱套在竖直柱子上，由升降机送上几十米的高处，然后让座舱自由下落．落到一定位置时，制动系统启动，座舱做减速运动，到地面时刚好停下．下列说法中正确的是（　　）



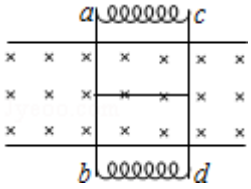
A．座舱自由下落的过程中人处于超重状态

B．座舱自由下落的过程中人处于失重状态

C．座舱减速下落的过程中人处于失重状态

D．座舱下落的整个过程中人处于超重状态

18．如图所示，两根足够长的固定平行光滑金属导轨位于同一水平面，导轨上横放着两根相同的导体棒 ab、cd 与导轨构成闭合回路．导体棒的两端连接着处于压缩状态的两根轻质弹簧，两棒的中间用细线绑住，它们的电阻均为 R，回路上其余部分的电阻不计．在导轨平面内两导轨间有一竖直向下的匀强磁场．开始时，导体棒处于静止状态．剪断细线后，导体棒在运动过程中（　　）



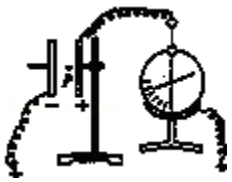
A．回路中没有感应电动势

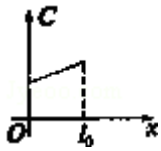
B．两根导体棒所受安培力的方向相同

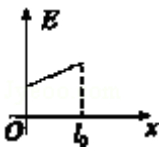
C．两根导体棒和弹簧构成的系统动量守恒，机械能不守恒

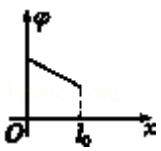
D．两根导体棒和弹簧构成的系统动量守恒，机械能守恒

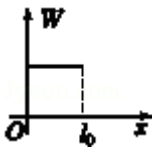
19．一平行板电容器充电后与电源断开，负极板接地．两板间有一个正检验电荷固定在 P 点，如图所示，以 C 表示电容器的电容、E 表示两板间的场强、φ 表示 P 点的电势，W 表示正电荷在 P 点的电势能，若正极板保持不动，将负极板缓慢向右平移一小段距离 l_0 的过程中各物理量与负极板移动距离 x 的关系图象中正确的是（　　）



A. 

B. 

C. 

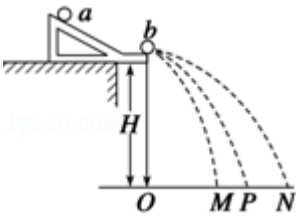
D. 

20．太阳帆航天器是一种利用太阳光的压力进行太空飞行的航天器，如图所示．在没有空气的宇宙中，太阳光光子会连续撞击太阳帆，使太阳帆获得的动量逐渐增加，从而产生加速度．太阳帆飞船无需燃料，只要有阳光，就会不断获得动力加速飞行．有人设想在探测器上安装有面积极大、反射功率极高的太阳帆，并让它正对太阳．已知太阳光照射太阳帆时每平方米面积上的辐射功率为 P_0，探测器和太阳帆的总质量为 m，太阳帆的面积为 s，此时探测器的加速度大小为（　　）



A. $\frac{2sP_0}{mc}$　B. $\frac{2sp}{mc}$　C. $\frac{P_0s}{mc}$　D. $\frac{ps}{mc}$

21.（1）在做“验证动量守恒定律”实验时，入射球 a 的质量为 m_1，被碰球 b 的质量为 m_2，各小球的落地点如图所示，下列关于这个实验的说法正确的是（　　）



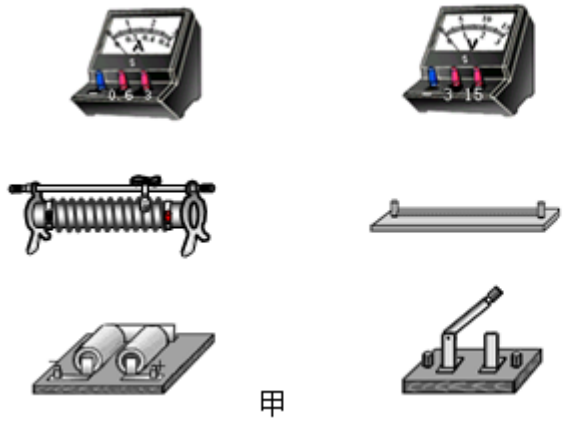
A．入射球与被碰球最好采用大小相同、质量相等的小球

B．每次都要使入射小球从斜槽上不同的位置滚下

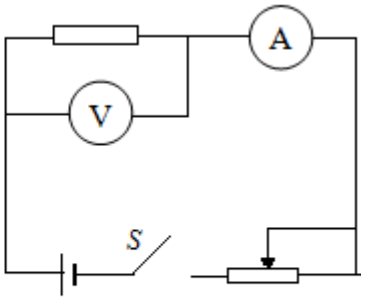
C．要验证的表达式是 $m_1\overline{ON}=m_1\overline{OM}+m_2\overline{OP}$

D．要验证的表达式是 $m_1\overline{OP}=m_1\overline{OM}+m_2\overline{ON}$

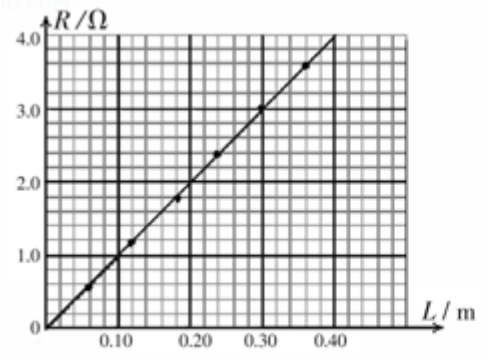
（2）某同学在做测金属丝电阻率的实验中，取一根粗细均匀的康铜丝，先用螺旋测微器测出康铜丝的直径 d；然后分别测出不同长度 l_1，l_2，l_3，l_4…的康铜丝的电阻 R_1，R_2，R_3，R_4…，以 R 为纵坐标，以 l 为横坐标建立直角坐标系，画出 R－L 图象.



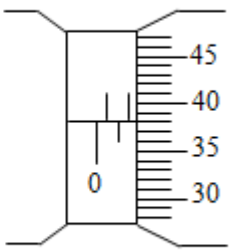
甲



乙



丙



丁

①某次测量康铜丝的直径时螺旋测微器的示数如图丁所示．可知此次测得康铜丝的直径为____mm.

②图乙是测量康铜丝电阻的原理图，根据原理图在如图甲所示的实物图中画出连线.

③利用上面的电路图测出的电阻值比真实值____（填“偏大”或“偏小”），这种误差叫做____.

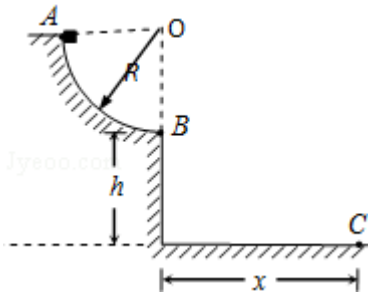
④坐标图丙中的 6 个点表示实验中测得的 6 组康铜丝的长度 l、电阻 R 的值．请你利用 R－L 图象和螺旋测微器多次测量求得的康铜丝直径 d，求出康铜丝的电阻率 ρ=____m.

22．如图所示，在竖直平面内有一个粗糙的$\frac{1}{4}$圆弧轨道，其半径 R=0.4m，轨道的最低点距地面高度 h=0.8m，一质量 m=0.1kg 的小滑块从轨道的最高点 A 由静止释放，到达最低点 B 时的速度大小为 v=2.0m/s．不计空气阻力，g 取 10m/s^2，求：

（1）小滑块运动到圆弧轨道最低点 B 时，对轨道的压力的大小；

（2）小滑块落地点 C 距轨道最低点 B 的水平距离 x；

（3）小滑块在轨道上运动的过程中克服摩擦力所做的功.



23．翼型飞行器有很好的飞行性能．其原理是通过对降落伞的调节，使空气升力和空气阻力都受到影响．同时通过控制动力的大小而改变飞行器的飞行状态．已知：飞行器的动力 F 始终与飞行方向相同，空气升力 F_1 与飞行方向垂直，大小与速度的平方成正比，即 $F_1=C_1v^2$；空气阻力 F_2 与飞行方向相反，大小与速度的平方成正比，即 $F_2=C_2v^2$．其中 C_1、C_2 相互影响，可由运动员调节，满足如图 1 所示的关系．飞行员和装备的总质量为 90kg．（重力加速度取 $g=10m/s^2$）

（1）若飞行员使飞行器以 $v_1=10\sqrt{3}m/s$ 速度在空中沿水平方向匀速飞行，如图 2（a）所示．则飞行器受到动力 F 大小为多少？

（2）若飞行员关闭飞行器的动力，使飞行器匀速滑行，且滑行速度 v_2 与地平线的夹角 $\theta=30°$，如图 2（b）所示，则速度 v_2 的大小为多少？（结果可用根式表示）

（3）若飞行员使飞行器在空中的某一水平面内做匀速圆周运动，如图 2（c）所示，在此过程中 C_2 只能在 1.75～2.5N s^2/m^2 之间调节，且 C_1、C_2 的大小与飞行器的倾斜程度无关．则飞行器绕行一周动力 F 做功的最小值为多少？（结果可保留 π）

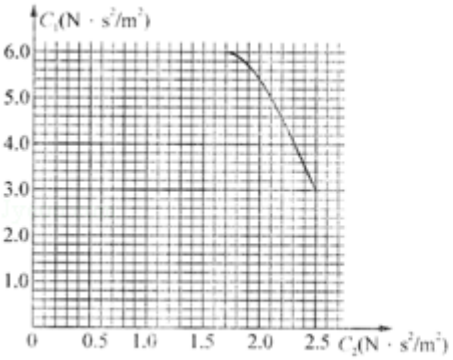


图 1

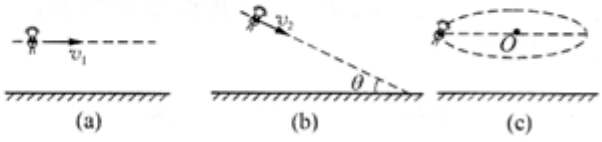


图 2

24．离子推进器是太空飞行器常用的动力系统，某种推进器设计的简化原理如图 1 所示，截面半径为 R 的圆柱腔分为两个工作区．I 为电离区，将氙气电离获得 1 价正离子，II 为加速区，长度为 L，两端加有电压，形成轴向的匀强电场．I 区产生的正离子以接近 0 的初速度进入 II 区，被加速后以速度 v_M 从右侧喷出．

I 区内有轴向的匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向在图 2 中垂直纸面向外．在离轴线 $\frac{R}{2}$ 处的 C 点持续射出一定速度范围的电子．假设射出的电子仅在垂直于轴线的截面上运动，截面如图 2 所示（从左向右看）．电子的初速度方向与中心 O 点和 C 点的连线成 α 角（0＜α＜90°）．推进器工作时，向 I 区注入稀薄的氙气．电子使氙气电离的最小速度为 v_0，电子在 I 区内不与器壁相碰且能到达的区域越大，电离效果越好．已知离子质量为 M；电子质量为 m，电量为 e．（电子碰到器壁即被吸收，不考虑电子间的碰撞）．

（1）求Ⅱ区的加速电压及离子的加速度大小；

（2）α 为 90° 时，要取得好的电离效果，求射出的电子速率 v 的范围；

（3）要取得好的电离效果，求射出的电子最大速率 v_m 与 α 的关系．

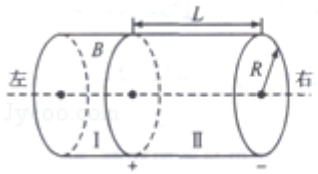


图 1



图 2

参考答案

13.【解答】A、温度是分子平均动能的标志，温度升高，表示分子平均动能大，而不能代表物体的每一个分子的动能都增大，故 A 错误.

B、外界对气体做功，若同时气体放出热量，气体的内能不一定增大，故 B 错误.

C、当两个分子间的距离为 r_0（平衡位置）时，分子力为零，由此位置减小距离，分子力表现为斥力，做负功，分子势能增大；若距离增大，则表现为引力，也做负功，分子势能也增大，故平衡位置分子势能最小，故 C 正确.

D、布朗运动是悬浮在液体中固体颗粒的无规则运动，而不是固体分子的运动，反映的是液体分子的无规则运动，故 D 错误.

故选：C.

14.【解答】A、氢原子从 n=4 的能级跃迁到 n=2 的能级的能极差小于从 n=3 的能级跃迁到 n=1 的能级时的能极差，根据 $E_m - E_n = h\gamma$，知光子 a 的能量小于光子 b 的能量. 故 A 错误.

B、光子 a 的频率小于光子 b 的频率，所以 b 的频率大，波长小，所以 a 光更容易发生衍射. 故 BC 错误.

D、光子 a 的频率小，则折射率小，根据 $v=\frac{c}{n}$知，光子 a 在介质中的传播速度大于光子 b 在介质中的传播速度. 故 D 错误.

故选：D.

15.【解答】设物体位于距地心 2R 处的重力加速度为 g′，有万有引力等于重力知

$GM=g'(2R)^2$①

$GM=gR^2$②　　由①②解得 $g'=\frac{R^2}{4R^2}g=\frac{g}{4}$

故选：B.

16.【解答】A、由图乙看出，t=0.10s 时，质点 P 的速度方向向下. 根据波形的平移得知，该波沿 x 轴负方向的传播. 由甲图知波长 $\lambda=8m$，由乙图知周期 T=0.2s，则波速 $v=\frac{\lambda}{T}=40m/s$. 故 A 错误，B 错误.

C、质点 Q 只在自己平衡位置附近上下振动，并不随波向前移动. 故 C 错误.

D、由图乙可知，t=0.15s 时，质点 P 位于负的最大位移处，其加速度：$a=-\frac{kA}{m}$达到正向最大. 故 D 正确.

故选：D

17.【解答】AB、在自由下落的过程中人只受重力作用，做自由落体运动，处于失重状态，故 A 错误，B 正确；

C 在减速运动的过程中人受重力和座位对人向上的支持力，做减速运动，所以加速度向上，人处于超重状态，故 C 错误；

D、座舱下落的整个过程中人先自由落体，有减速下降，故人先失重后超重，故 D 错误；

故选：B

18.【解答】A、剪断细线后，导体棒在运动过程中，由于弹簧的作用，导体棒 ab、cd 反向运动，穿过导体棒 ab、

cd 与导轨构成矩形回路的磁通量增大，回路中产生感应电动势，故 A 错误.

B、导体棒 ab、cd 电流方向相反，根据左手定则，所以两根导体棒所受安培力的方向相反，故 B 错误.

C、两根导体棒和弹簧构成的系统在运动过程中是合外力为 0，系统动量守恒，感应电流流过导体棒时产生热量，系统的部分机械能转化为内能，系统机械能不守恒，故 C 正确，D 错误.

故选：C.

19.【解答】A、当负极板右移时，d 减小，由 $C=\frac{\varepsilon s}{4\pi k(d-x)}$可知，C 与 x 图象不能为一次函数图象！故 A 错误；

B、由 $U=\frac{Q}{C}$可知，$U=\frac{4\pi kd}{\varepsilon S}Q$，则 $E=\frac{U}{d}=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon s}$，故 E 与 d 无关，故 B 错误；

C、因负极板接地，设 P 点原来距负极板为 l，则 P 点的电势 $\phi=E(l-l_0)$；故 C 正确；

D、电势能 $E=\phi q=Eq(l-l_0)$，不可能为水平线，故 D 错误；

故选：C.

20.【解答】每秒光照射到帆面上的能量：$E=P_0S$ ①

光子的平均能量 $\varepsilon=hf$ ②

光子的频率：$f=\frac{c}{\lambda}$③

每秒射到帆面上的光子数：$N=\frac{E}{\varepsilon}$④

由①②③④解得：$N=\frac{P_0s\lambda}{hc}$⑤

每个光子的动量：$p=\frac{h}{\lambda}$⑥

光射到帆面被反弹，由动量定理得：Ft=2Ntp ⑦

对飞船，由牛顿第二定律得：F=ma ⑧

由⑤⑥⑦⑧⑨解得：$a=\frac{2sP_0}{mc}$；

故选：A.

21.【解答】（1）A、为让两球发生对心碰撞，两球的直径应相等，即两球大小相等，为防止碰撞后入射球反弹，入射球的质量应大于被碰球的质量，故 A 错误；

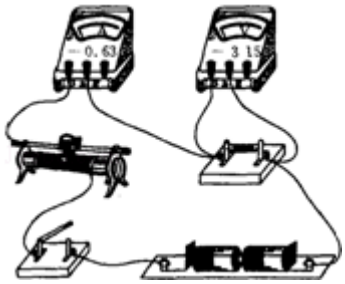
B、让入射球与被碰球连续 10 次相碰，为保证球的速度相等，每次都使入射小球从斜槽上相同的位置由静止滚下，故 B 错误；

C、小球离开轨道后做平抛运动，由于小球抛出点的高度相等，它们在空中的运动时间 t 相等，如果碰撞过程动量守恒，则：$m_1v_0=m_1v_1+m_1v_2$，两边同时乘以 t 得：$m_1v_0t=m_1v_1t+m_1v_2t$，即 $m_1\overline{OP}=m_1\overline{OM}+m_2\overline{ON}$，故 D 正确，C 错误；

故选：D

（2）【解答】①由图示螺旋测微器可知，其示数为：1.5mm+38.0×0.01mm=1.880mm.

②根据电路图连接实物电路图，实物电路图如图所示：



③由图乙所示电路图可知，电流表采用外接法，由于电压表分流作用，电流表所测电流大于流过电阻的真实电流，即电流测量值偏大，由欧姆定律可知，电阻测量值偏小，这种误差是系统误差.

④由图示图象可知，R－L 图象的斜率：$k=\frac{R}{l}=\frac{3.0}{0.30}=10\Omega/m$.

由电阻定律：$R=\rho\frac{l}{s}$，导线横截面积：$s=\frac{\pi d^2}{4}$可得：$\rho=\frac{Rs}{l}=ks=\frac{5\pi d^2}{2}\Omega\cdot m$，

把 d=1.880mm 代入解得：$\rho\approx2.77\times10^{-5}\Omega\cdot m$；

故答案为：①1.880；②电路如图所示；③偏小；系统误差；④$2.77\times10^{-5}\Omega$.

22.【解答】（1）小滑块到达轨道最低点时，受重力和轨道对它的弹力 F，根据牛顿第二定律$F-mg=m\frac{v^2}{R}$

解得：F=2.0N）

根据牛顿第三定律，轨道受到的压力大小 F′=F=2.0 N

（2）小滑块离开轨道后做平抛运动，设运动时间为 t，初速度为 v，则$x=vt$，$h=\frac{1}{2}gt^2$

解得 x=0.8m

（3）在滑块从轨道的最高点到最低点的过程中，根据动能定理：$mgR+W_f=\frac{1}{2}mv^2-0$

解得：$W_f=-0.2J$

所以小滑块克服摩擦力做功为 0.2 J.

答：（1）小滑块运动到圆弧轨道最低点 B 时，对轨道的压力的大小为 2.0N；

（2）小滑块落地点 C 距轨道最低点 B 的水平距离 x 为 0.8m；

（3）小滑块在轨道上运动的过程中克服摩擦力所做的功为 0.2J

23.【解答】（1）由受力分析可知：$mg=C_1v_1^2$

得：$C_1=3N\cdot s^2/m^2$，

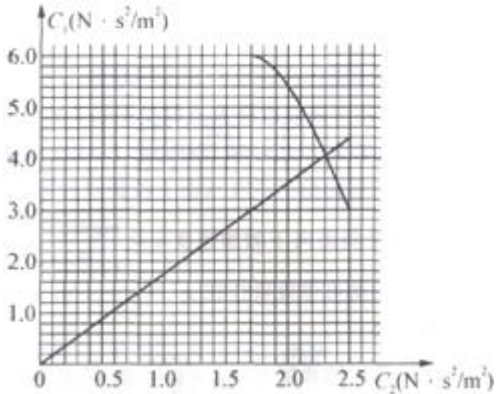
由 C_1、C_2 关系图象可得：$C_2=2.5N\cdot s^2/m^2$

动力$F=F_2=C_2v_1^2$

所以：F=750N

（2）由受力分析可知：$mg\cos\theta=C_1v_2^2$

$mg\sin\theta=C_2v_2^2$，



$C_1=C_2\cot\theta$

在图 3 中过原点作直线正确得到直线与曲线的交点.

$C_2=2.3N.\ s^2/m^2$,

$C_1=4N.\ s^2/m^2$,

得：$v_2=\sqrt{195}m/s$

（3）设此时飞行器飞行速率为 v，圆周运动的半径为 R，F_1 与竖直方向夹角为 α，则有：

竖直方向合力为零，有：$mg=C_1v^2\cos\alpha$

水平方向合力提供向心力为：$C_1v^2\sin\alpha=\frac{mv^2}{R}$

动力：$F=F_2=C_2v^2$

绕行一周动力做的功为：$W=F\cdot2\pi R=\frac{2\pi C_2m^2g}{C_1^2\sin\alpha.\ \cos\alpha}$

当$C_2=1.75N\cdot s^2/m^2$，$C_1=6N\cdot s^2/m^2$，

α=45° 时，W 有最小值，有：$W_{min}=49455J$

答：（1）则飞行器受到动力 F 大小为 750N；

（2）则速度 v_2 的大小为为$\sqrt{195}m/s$；

（3）则飞行器绕行一周动力 F 做功的最小值为 49455J.

24.【解答】（1）由动能定理得$\frac{1}{2}Mv_M^2=eU$

$U=\frac{Mv_M^2}{2e}$

离子做匀加速直线运动，由运动学关系得：$v_M^2=2aL$，

得 $a=\frac{eE}{M}=e\frac{U}{ML}=\frac{v_M^2}{2L}$

（2）设电子运动的最大半径为 r，由几何关系得：

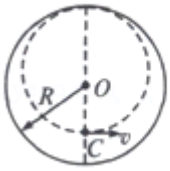
$2r=\frac{3}{2}R$

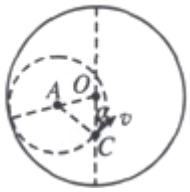
由洛伦兹力提供向心力得：$eBv=m\frac{v2}{r}$

所以有 $v_0\leqslant v<\frac{3eBR}{4m}$

要使⑦式有解，磁感应强度 $B>\frac{4mv_0}{3eR}$

（3）如图所示，OA=R－r，OC=$\frac{R}{2}$，AC=r





根据几何关系得 r=$\frac{3R}{4(2-\sin\alpha)}$

得 $v_{max}=\frac{3eBR}{4m(2-\sin\alpha)}$.

答：（1）Ⅱ区的加速电压是$\frac{Mv_M^2}{2e}$，离子的加速度大小是$\frac{v_M^2}{2L}$；

（2）α 为90°时，要取得好的电离效果，射出的电子速率 v 的范围是 $v_0\leq v<\frac{3eBR}{4m}$ 且磁感应强度 B>$\frac{4mv_0}{3eR}$；

（3）要取得好的电离效果，求射出的电子最大速率 v_m 与 α 的关系是 $v_{max}=\frac{3eBR}{4m(2-\sin\alpha)}$.