2011 北京西城高三二模

物　　理

一、选择题（共 8 小题，每小题 6 分，满分 48 分）

1.（6 分）普朗克在 1900 年将“能量子”引入物理学，开创了物理学的新纪元．人们在解释下列哪组实验现象时，都利用了“量子化”的观点（　　）

A．光电效应现象　　氢原子光谱实验

B．光电效应现象　　α 粒子散射实验

C．光的折射现象　　氢原子光谱实验

D．光的折射现象　　α 粒子散射实验

2.（6 分）用单色光做双缝干涉实验，在屏上会得到明暗相间的条纹．关于这个实验，下列说法中正确的是（　　）

A．屏上中央亮条纹明显最宽，两边的亮条纹宽度明显变窄

B．若减小实验中双缝的距离，屏上条纹间距也减小

C．在同样实验装置的情况下，红光的条纹间距大于蓝光的条纹间距

D．同样条件下，在水中做双缝干涉实验屏上所得条纹间距比在空气中的大

3.（6 分）一个氘核和一个氚核经过核反应后生成一个氦核和一个中子，同时放出一个 γ 光子．已知氘核、氚核、中子、氦核的质量分别为 m_1、m_2、m_3、m_4，普朗克常量为 h，真空中的光速为 c．下列说法中正确的是（　　）

A．这个反应的核反应方程是 ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}+\gamma$

B．这个核反应既不是聚变反应也不是裂变反应

C．辐射出的 γ 光子的能量 $E=(m_3+m_4-m_1-m_2)c^2$

D．辐射出的 γ 光子的波长 $\lambda=\dfrac{h}{(m_1+m_2-m_3-m_4)c^2}$

4.（6 分）已知万有引力常量 G，根据下列哪组数据可以计算出地球的质量（　　）

A．卫星距离地面的高度和其运行的周期

B．月球自转的周期和月球的半径

C．地球表面的重力加速度和地球半径

D．地球公转的周期和日地之间的距离

5.（6 分）一条足够长的浅色水平传送带自左向右匀速运行．现将一个木炭包无初速地放在传送带的最左端，木炭包在传送带上将会留下一段黑色的径迹．下列说法中正确的是（　　）



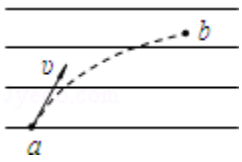
A．黑色的径迹将出现在木炭包的左侧

B．木炭包的质量越大，径迹的长度越短

C．传送带运动的速度越大，径迹的长度越短

D．木炭包与传送带间动摩擦因数越大，径迹的长度越短

6．（6 分）一个电子只在电场力作用下从 a 点运动到 b 点的轨迹如图中虚线所示，图中一组平行实线可能是电场线也可能是等势面，下列说法中正确的是（　　）



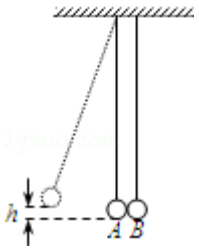
A．如果实线是电场线，则 a 点的电势比 b 点的电势高

B．如果实线是等势面，则 a 点的电势比 b 点的电势低

C．如果实线是电场线，则电子在 a 点的电势能比在 b 点的电势能大

D．如果实线是等势面，则电子在 a 点的电势能比在 b 点的电势能大

7．（6 分）如图所示，两个半径相同的小球 A、B 分别被不可伸长的细线悬吊着，两个小球静止时，它们刚好接触，且球心在同一条水平线上，两根细线竖直．小球 A 的质量小于 B 的质量．现向左移动小球 A，使悬吊 A 球的细线张紧着与竖直方向成某一角度，然后无初速释放小球 A，两个小球将发生碰拉．碰撞过程没有机械能损失，且碰撞前后小球的摆动平面不变．已知碰撞前 A 球摆动的最高点与最低点的高度差为 h．则小球 B 的质量越大，碰后（　　）



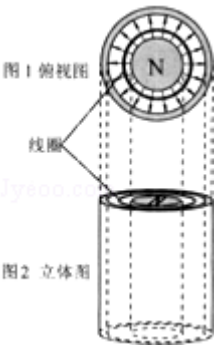
A．A 上升的最大高度 h_A 越大，而且 h_A 可能大于 h

B．A 上升的最大高度 h_A 越大，但 h_A 不可能大于 h

C．B 上升的最大高度 h_B 越大，而且 h_B 可能大于 h

D．B 上升的最大高度 h_B 越大，但 h_B 不可能大于 h

8．（6 分）一个足够长的竖直放置的磁铁结构如图所示．在图 1 中磁铁的两个磁极分别为同心的圆形和圆环形．在两极之间的缝隙中，存在辐射状的磁场，磁场方向水平向外，某点的磁感应强度大小与该点到磁极中心轴的距离成反比．用横截面积一定的细金属丝制成的圆形单匝线圈，从某高度被无初速释放，在磁极缝隙间下落的过程中，线圈平面始终水平且保持与磁极共轴．线圈被释放后（　　）



A．线圈中没有感应电流，线圈做自由落体运动

B．在图 1 俯视图中，线圈中感应电流沿逆时针方向

C．线圈有最大速度，线圈半径越大，最大速度越小

D．线圈有最大速度，线圈半径越大，最大速度越大

二、解答题（共 4 小题，满分 72 分）

9.（18 分）实验题利用电火花计时器做如下实验.

（1）甲同学使用如图 1 所示的装置来验证“机械能守恒定律”.

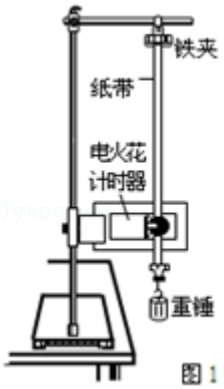


图 1

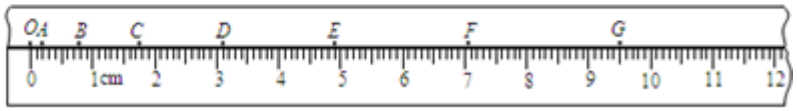


图 2

①下面是操作步骤：

a．按图 1 安装器材；

b．松开铁夹，使重物带动纸带下落；

c．接通电火花计时器电源，使计时器开始工作；

d．进行数据处理.

把上述必要的操作步骤按正确的顺序排列_____.

②电火花计时器接在频率为 50Hz 的交流电源上，图 2 为实验中打出的一条纸带，从起始点 O 开始，将此后连续打出的 7 个点依次标为 A、B、C、D…，电火花计时器打 F 点时，重锤下落的速度为_____ m/s.（保留到小数点后两位）

③如果已知重锤的质量为 0.50kg，当地的重力加速度为 9.80m/s^2. 从打 O 点到打 F 点的过程中，重锤重力势能的减少量为_____J，重锤动能的增加量为_____J.（保留到小数点后两位）

（2）同学采用如图 3 所示的装置进行了有关“动能定理”研究的实验.

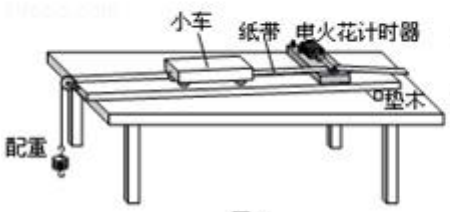


图 3

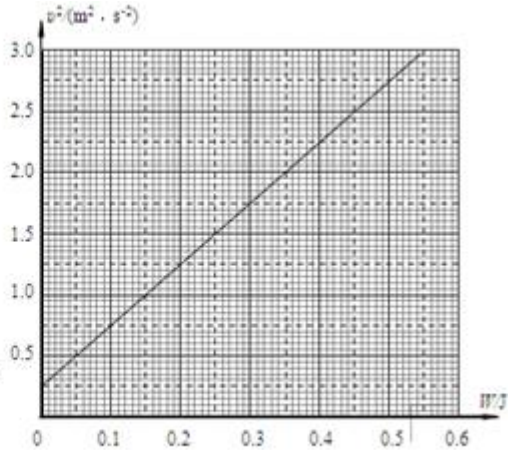


图 4

a．按图 3 把实验器材安装好，不挂配重，反复移动垫木直到小车做匀速直线运动；

b．把细线系在小车上并绕过定滑轮悬挂质量为 100g 的配重，接通电源，放开小车，电火花计时器在被小车带动的纸带上打下一系列点．从某点 A 开始，此后在纸带上每隔 4 个点取一个计数点，依次标为 B、C、D、…；

c．测量出 B、C、D、…各点与 A 点的距离，分别记为 x_1、x_2、x_3、…；

d．用配重受到的重力分别乘以 x_1、x_2、x_3、…，得到配重重力所做的功 W_1、W_2、W_3、…；（重力加速度 $g=9.80m/s^2$）

e．求出 B、C、D、…各点的速度大小，分别记为 v_1、v_2、v_3、…，再求出它们的平方 v_1^2、v_2^2、v_3^2、…；

f．用纵坐标表示速度的平方 v^2，横坐标表示配重重力所做的功 W，作出 v^2-W 图象，并在图象中描出（W_i，v_i^2）坐标点，再连成图线；（以下计算保留到小数点后两位）

①在步骤 d 中，该同学测得 $x_4=40.00cm$，则配重重力所做的功 $W_4=$_____J；

②该同学得到的 v^2-W 图象如图 4 所示．通过图象可知，打 A 点时对应小车的速度 $v_0=$_____m/s；

③小车的质量 M=_____kg．

10．（16 分）如图所示，两根足够长的光滑平行导轨与水平面成 $\theta=60°$ 角，导轨间距为 L．将直流电源、电阻箱和开关串联接在两根导轨之间．整个装置处在磁感应强度为 B 的匀强磁场中．质量为 m 的导体棒 MN 垂直导轨水平放置在导轨上，导体棒与两根导轨都接触良好．重力加速度为 g．

（1）若磁场方向垂直导轨平面向上，当电阻箱接入电路的电阻为 R_1 时，闭合开关后，导体棒 MN 恰能静止在导轨上．请确定 MN 中电流 I_1 的大小和方向

（2）若磁场方向竖直向上，当电阻箱接入电路的电阻为 R_2 时，闭合开关后，导体棒 MN 也恰能静止在导轨上，请确定 MN 中的电流 I_2 的大小

（3）导轨的电阻可忽略，而电源内阻、导体棒 MN 的电阻均不能忽略，求电源的电动势．



11．（18 分）2010 年 11 月 5 日，在新疆召开的“引渤入疆”（指引渤海水进入新疆）研讨会，引起了全国舆论的广泛关注．其中一个方案是：从天津取水，由黄旗海－库布齐沙漠－毛乌素沙漠－腾格里沙漠－乌兰布和沙漠－巴丹吉林沙漠，走河西走廊，经疏勒河自流进入罗布泊．此路径中最高海拔约为 1200m，从罗布泊到下游的艾丁湖，又有近 1000m 的落差．此方案是否可行，涉及到环境、能源、技术等多方面的因素．下面我们仅从能量角度来分析这个方案．取重力加速度 $g=10m/s^2$，水的密度 $\rho_1=1.0\times10^3kg/m^3$．

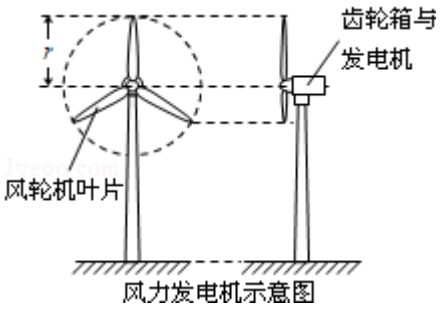
（1）通过管道提升海水，电能的利用率 $\eta_1=60\%$，将 1 吨海水提升到海拔 1200m，需要耗多少电能？利用水的落差发电，发电效率也为 $\eta_1=60\%$，在 1000m 的落差中 1 吨水可以发多少电能？

（2）如果每年调 $4\times10^9m^3$ 海水入疆，尽管利用落差发的电可以全部用来提升海水，但还需要额外提供电能．

（i）额外需要的电能可从三峡水电站输送．已知三峡水电站水库面积约 $1.0\times10^9m^2$，年平均流量 $Q=5.0\times10^{11}m^3$，水库水面与发电机所在位置的平均高度差 h=100m，发电站的发电效率 $\eta_1=60\%$． 求：在一年中“引渤入疆”工程额外需要的电能占三峡电站发电量的比例．

（ii）我国西北地区风能充足，额外需要的电能也可通过风力发电来解决．通过风轮机一个叶片旋转一周扫过面积的最大风能为可利用风能．取空气密度 $\rho_2=1.25kg/m^3$．某风力发电机的发电效率 $\eta_2=40\%$，其风轮机一个叶片旋转一周扫过的面积 $S=400m^2$．某地区风速不低于 $v=10m/s$ 的时间每年约为 5500 小时（ 合 2.0×10^7s ）． 求：在该地区

建多少台这样的风力发电机才能满足“引渤入疆”工程额外需要的电能？



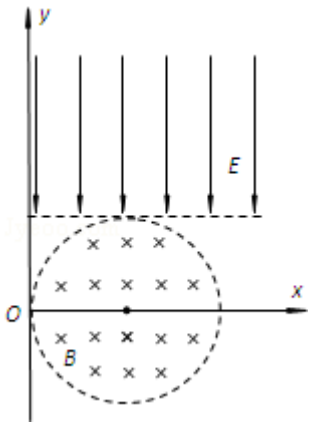
风力发电机示意图

12.（20 分）如图所示，在 x－o－y 坐标系中，以（r，0）为圆心，r 为半径的圆形区域内存在匀强磁场，磁场的磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向里．在 y＞r 的足够大的区域内，存在沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小为 E．从 O 点以相同速率向不同方向发射质子，质子的运动轨迹均在纸面内，且质子在磁场中做圆周运动的轨迹半径也为 r．已知质子的电荷量为 q，质量为 m，不计质子所受重力及质子间相互作用力的影响．

（1）求质子射入磁场时速度的大小；

（2）若质子沿 x 轴正方向射入磁场，求质子从 O 点进入磁场到第二次离开磁场经历的时间；

（3）若质子沿与 x 轴正方向成夹角 θ 的方向从 O 点射入第一象限的磁场中，求质子在磁场中运动的总时间．



参考答案

一、选择题（共 8 小题，每小题 6 分，满分 48 分）

1.【解答】普朗克最先提出能量的量子化，成功解释黑体辐射现象．爱因斯坦用量子理论解释光电效应．玻尔将量子理论引入原子理论，解释了氢原子光谱．

故选：A．

2.【解答】A、根据双缝干涉条纹的间距公式$\triangle x=\frac{L}{d}\lambda$ 知，同种光的条纹间距相等．故 A 错误．

B、根据双缝干涉条纹的间距公式$\triangle x=\frac{L}{d}\lambda$ 知，若减小实验中双缝的距离，屏上条纹间距会增大，故 B 错误；

C、由上公式，可知，红光的波长大于蓝光，则红光的亮条纹间距较宽．故 C 正确．

D、由是分析可知，同样条件下，在水中做双缝干涉实验，因波长的变短，则干涉间距应变小，故 D 错误；

故选：C．

3.【解答】A、该核反应方程为聚变反应，故 A 正确 B 错误；

C、聚变反应中的质量亏损$\triangle m=(m_1+m_2)-m_4-m_3$，亏损的质量转化为能量以光子的形式放出，故光子能量为 $E=(m_1+m_2-m_4-m_3)c^2$，故 C 错误；

D、根据 $E=\frac{hc}{\lambda}$c，得光子的波长为：$\lambda=\frac{h}{(m_1+m_2-m_3-m_4)c}$，故 D 错误．

故选 A

4.【解答】A、知道卫星的离地高度和周期，有：$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$，由于地球的半径 R 不知道，不能计算出地球的质量，故 A 错误；

B、月球是卫星，要知道公转周期和公转半径才能求解地球的质量，故 B 错误；

C、知道地球表面的重力加速度和地球半径，有：$mg=\frac{GMm}{R^2}$，可以解出地球的质量，故 C 正确；

D、知道地球公转的周期和日地之间的距离，根据太阳对地球的万有引力提供向心力，可以求解出太阳的质量，故 D 错误；

故选：C．

5.【解答】A、刚放上木炭包时，木炭包的速度慢，传送带的速度快，木炭包向后滑动，所以黑色的径迹将出现在木炭包的右侧，所以 A 错误．

B、木炭包在传送带上运动靠的是与传送带之间的摩擦力，摩擦力作为它的合力产生加速度，

所以由牛顿第二定律知，$\mu mg=ma$，所以 $a=\mu g$，

当达到共同速度时，不再有相对滑动，

由 $V^2=2ax$ 得，木炭包位移 $X_{木}=\frac{v^2}{2\mu g}$，

设相对滑动的时间为 t，

由 V=at，得 $t=\frac{v}{\mu g}$，

此时传送带的位移为 $x_{传}=vt=\frac{v^2}{\mu g}$

所以滑动的位移是 $\triangle x=x_{传}-X_{木}=\frac{v^2}{2\mu g}$

由此可以知道，黑色的径迹与木炭包的质量无关，所以 B 错误，

C、传送带运动的速度越大，径迹的长度越长，所以 C 错误，

D、木炭包与传送带间动摩擦因数越大，径迹的长度越短，所以 D 正确.

故选：D.

6.【解答】A、如果实线是电场线，根据曲线运动的条件，电场力水平向右，则场强向左，则 a 点的电势比 b 点的电势低；故 A 错误；

B、如果实线是等势面，电场线与等势面垂直，根据曲线运动的条件，电场力竖直向下，电场线向上，故 a 点的电势比 b 点的电势高，故 B 错误；

C、如果实线是电场线，根据曲线运动的条件，电场力水平向右，电场力做正功，电势能降低，即电子在 a 点的电势能比在 b 点的电势能大，故 C 正确；

D、如果实线是等势面，电场线与等势面垂直，根据曲线运动的条件，电场力竖直向下，故电场力做负功，电势能增加，即电子在 a 点的电势能比在 b 点的电势能小，故 D 错误；

故选：C.

7.【解答】两个小球将发生碰撞．碰撞过程没有机械能损失，动量守恒，列出等式：

$m_Av_A=m_Av'_A+m_Bv'_B$

$\frac{1}{2}m_Av_A^2=\frac{1}{2}m_Av'^2_A+\frac{1}{2}m_Bv'^2_B$

解得：$v'_A=\frac{(m_A-m_B)v_A}{m_A+m_B}$

$v'_B=\frac{2m_Av_A}{m_A+m_B}$

小球 A 的质量小于 B 的质量．$v'_A < v_A$

所以小球 B 的质量越大，碰后 v'_A 越大，根据机械能守恒得 A 上升的最大高度 h_A 越大，h_A 不可能大于 h．

$v'_B < v_A$

所以 h_B 不可能大于 h，

故选 B．

8.【解答】因线圈在下落过程中切割磁感线，故线圈中会产生感应电流；在任意一点可视为导体切割磁感线，由右手定则可知电流方向应为顺时针；故 AB 错误；

线圈在磁场中做向下的变加速直线运动，速度越大，电流越大，安培力越大；则安培力等于重力时，线圈将做匀速直线运动；

则有 $BIL=\frac{B^2L^2V}{R}=mg$；

$R=\rho\frac{L}{s}$

则有：$\frac{B^2LVS}{\rho}=\rho_1 SLg$；

解得：$v=\frac{\rho_1\rho g}{B^2}$

某点的磁感应强度大小与该点到磁极中心轴的距离成反比，故线圈半径越大，则切割处的磁感应强度越小，由公式可得最大速度越大；

故选 D．

二、解答题（共 4 小题，满分 72 分）

9.【解答】（1）①在明确实验原理的前提下，先安装实验器材，然后再进行实验，

故具体步骤为：a、c、b、d

②在匀变速直线运动中，中间时刻的瞬时速度等于该过程中的平均速度，故 F 点的速度为：

$v_F=\frac{X_{EG}}{2T}=1.15m/s$，

③重力势能的减小量等于重力做功大小，故有：

$\triangle E_p=mgs_{OF}=0.35J$

动能增量为：$\triangle E_k=\frac{1}{2}mv_F^2=0.33J$；

（2）①配重重力做功为：$W=mgx_4=0.1\times9.8\times0.4\approx0.39J$

②由图可知，纵轴截距对应的就是打 A 点速度的平方，因此有：$v_A^2=0.25$，

所以有：$v_A=0.50m/s$．

③根据动能定理：$W=\frac{1}{2}mv_t^2-\frac{1}{2}mv_0^2$，

可得：$v_t^2=v_0^2-\frac{2W}{m}$，所以图象的斜率：$k=\frac{2}{m}$，

代入数据得：m=0.30kg.

故答案为：（1）①a、c、b、d；②1.15　③0.35；　　0.33

（2）①0.39　②0.50　③0.30

10.【解答】（1）磁场方向垂直于轨道面时，MN 受力如上面答图所示.

电流方向由 M 指向 N

根据物体平衡条件可得 $F_1=mg\sin\theta$

又安培力　　$F_1=BI_1L$

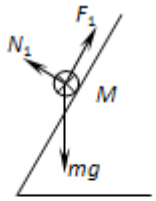
解得电流强度 $I_1=\frac{\sqrt{3}mg}{2BL}$

（2）磁场方向竖直向上时，MN 受力如下面答图所示.

根据物体平衡条件可得 $F_2\cos\theta=mg\sin\theta$

又安培力　　$F_2=BI_2L$

解得　　$I_2=\frac{\sqrt{3}mg}{BL}$

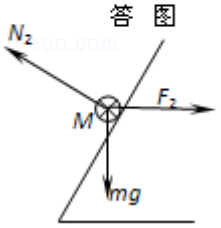


答 图

（3）设除电阻箱外，电路中其他电阻为 r.

根据闭合电路欧姆定律，当电阻箱接入电路的电阻为 R_1 时，有 $I_1=\frac{E}{R_1+r}$

当电阻箱接入电路的电阻为 R_2 时，有 $I_2=\frac{E}{R_2+r}$



答 图

解得　$E=\frac{\sqrt{3}mg(R_1-R_2)}{BL}$

答：（1）MN 中电流 I_1 的大小$\frac{\sqrt{3}mg}{2BL}$方向由 M 指向 N　（2）MN 中的电流 I_2 的大小$\frac{\sqrt{3}mg}{BL}$

（3）电源的电动势$\frac{\sqrt{3}mg(R_1-R_2)}{BL}$.

11.【解答】解：（1）将 1T 海水提升到海拔 1200m，重力势能增加 $E_P=mgh_1=1.2\times10^7J$

由于电能的利用率为 60%，所以需要耗电 $E_1=E_P/0.6=2.0\times10^7J$

利用 1000m 落差，1T 水可以发电 $E_2=mgh_2\times60\%=6.0\times10^6J$

（2）将 1T 海水输送到艾丁湖，额外需要耗电 $\triangle E_0=E_1-E_2=1.4\times10^7J$

每年从渤海湾调 $4\times10^9m^3$ 海水入疆需要额外用电

$\triangle E=4\times10^9\times\triangle E_0=5.6\times10^{16}J$

（i）三峡水电站的年发电 QUOTE= $\rho_1 Qgh\eta_1=3.0\times10^{17}$J

“引渤入疆”工程需要的电能占三峡电站发电量的比例为 $\frac{\triangle E}{E}=\frac{5.6\times10^{16}}{3.0\times10^{17}}=18.7\%$

（ii）对一台这样的风力发电机，

1s 内垂直流向叶片旋转面积的气体质量为 $\rho_2 \upsilon S$

风能的最大功率 $P_m=\frac{1}{2}(\rho_2 \upsilon S)\ \upsilon^2=\frac{1}{2}\rho_2 S\upsilon^3=2.5\times10^5$W

年发电量约 $W=\eta_2 P_m t=40\%\times2.5\times10^5\times2.0\times10^7J=2.0\times10^{12}$J

为满足“引渤入疆”工程额外需要的电能，需建数量

$n=\frac{\triangle E}{W}=\frac{5.6\times10^{16}}{2.0\times10^{12}}=2.8\times10^4$（台）

答：（1）需要耗电能 2×10^7J，可以发电 6×10^6J；

（2）还需要额外提供 5.6×10^{16}J 电能

①在一年中“引渤入疆”工程额外需要的电能占三峡电站发电量的比例为 18.7%

②在该地区建 2.8×10^4台.

12.【解答】解：（1）质子射入磁场后做匀速圆周运动，有：$q\upsilon B=m\frac{\upsilon^2}{r}$

得：$\upsilon=\frac{qBr}{m}$

即质子射入磁场时速度的大小为 $\frac{qBr}{m}$.

（2）质子沿 x 轴正向射入磁场后，在磁场中运动了 $\frac{1}{4}$ 个圆周后，以速度 υ 逆着电场方向进入电场，原路径返回后，再射入磁场，在磁场中运动了 $\frac{1}{4}$ 个圆周后离开磁场.

在磁场中运动周期：$T=\frac{2\pi r}{\upsilon}=\frac{2\pi m}{qB}$

质子在磁场中运动的时间：$t_1=\frac{T}{2}=\frac{\pi m}{qB}$

进入电场后做匀变速直线运动，加速度大小：$a=\frac{qE}{m}$

质子在电场中运动的时间：$t_2=\frac{2\upsilon}{a}=\frac{2Br}{E}$

所求时间为：$t=t_1+t_2=\frac{\pi m}{qB}+\frac{2Br}{E}$

故质子从 O 点进入磁场到第二次离开磁场经历的时间为 $\frac{\pi m}{qB}+\frac{2Br}{E}$.

（3）当质子沿与 x 轴正方向成夹角 θ 的方向从第一象限射入磁场时，设质子将从 A 点射出磁场，如图所示，其中 O_1、O_2 分别为磁场区域圆和质子轨迹圆的圆心．由于轨迹圆的半径等于磁场区域圆的半径，所以 OO_1AO_2 为菱形，即 AO_2 平行 x 轴，说明质子以平行 y 轴的速度离开磁场，也以沿 y 轴负方向的速度再次进入磁场．$\angle O_2=90°-\theta$.

所以，质子第一次在磁场中运动的时间

$t_1' = \frac{90^\circ - \theta}{360^\circ} T$

此后质子轨迹圆的半径依然等于磁场区域圆的半径，设质子将从 C 点再次射出磁场．如图所示，其中 O_1、O_3 分别为磁场区域圆和质子轨迹圆的圆心，AO_3 平行 x 轴．由于 O_1AO_3C 为菱形，即 CO_1 平行 AO_3，即平行 x 轴，说明 C 就是磁场区域圆与 x 轴的交点．这个结论与 θ 无关．

所以，OO_2O_3C 为平行四边形，$\angle O_3 = 90^\circ + \theta$

质子第二次在磁场中运动的时间：$t_2' = \frac{90^\circ + \theta}{360^\circ} T$

质子在磁场中运动的总时间：$t' = t_1' + t_2' = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB}$

故质子在磁场中运动的总时间为$\frac{\pi m}{qB}$.

答：（1）求质子射入磁场时速度的大小为$\frac{qBr}{m}$

（2）若质子沿 x 轴正方向射入磁场，求质子从 O 点进入磁场到第二次离开磁场经历的时间为$\frac{\pi m}{qB} + \frac{2Br}{E}$.

（3）若质子沿与 x 轴正方向成夹角 θ 的方向从 O 点射入第一象限的磁场中，求质子在磁场中运动的总时间为$\frac{\pi m}{qB}$.

