2015 北京西城高三二模

物　　理

13．下列关于光的本性的说法正确的是（　　）

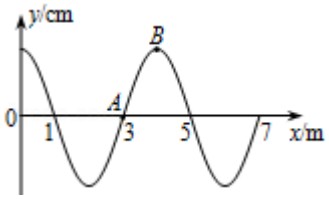
A．光电效应现象说明光具有粒子性

B．光电效应现象说明光具有波动性

C．光的干涉、衍射现象说明光是横波

D．光的干涉、衍射现象说明光是纵波

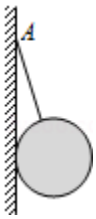
14．一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，在某一时刻的波形曲线如图所示，由图可知（　　）



A．各质点振动的周期为 4s B．该简谐横波的波长为 4m

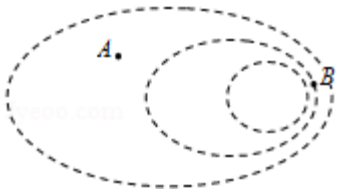
C．此时刻质点 A 的速度为 0　　D．此时刻质点 B 的加速度为 0

15．如图所示，在竖直光滑墙壁上用细绳将一个质量为 m 的球挂在 A 点，平衡时细绳与竖直墙的夹角为 θ，θ＜45°．墙壁对球的支持力大小为 N，细绳对球的拉力大小为 T，重力加速度为 g．则下列说法正确的是（　　）



A．N＞mg，T＞mg B．N＞mg，T＜mg C．N＜mg，T＞mg D．N＜mg，T＜mg

16．如图所示，虚线为电场中的三个等势面，相邻等势面之间的电势差相等．一个带正电的点电荷在 A 点的电势能大于其在 B 点的电势能，则下列说法正确的是（　　）



A．A 点的电势比 B 点的高

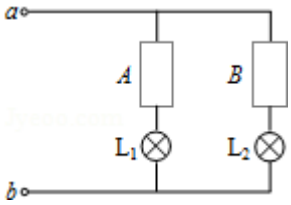
B．无法比较 A、B 两点的电势高低

C．A 点的电场强度比 B 点的大

D．无法比较 A、B 两点的场强大小

17．在如图所示的电路中，L_1、L_2是两个相同的小灯泡，A、B 处的虚线框内各接有一个电学元件．a、b 两端分别与直流电源和交流电源相连接，且直流电源的电压与交流电源电压的有效值相等．观察两种情况下灯泡的亮度．当接

直流电源时，L_1不发光，L_2正常发光；当接交流电源时，L_1发光，L_2明显变暗．则下列说法正确的是（　　）



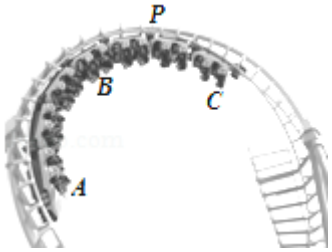
A．A 中接的是电阻，B 中接的是电容器

B．A 中接的是电感线圈，B 中接的是电阻

C．A 中接的是电感线圈，B 中接的是电容器

D．A 中接的是电容器，B 中接的是电感线圈

18．如图所示为游乐场中过山车的一段轨道，P 点是这段轨道的最高点，A、B、C 三处是过山车的车头、中点和车尾．假设这段轨道是圆轨道，各节车厢的质量相等，过山车在运行过程中不受牵引力，所受阻力可忽略．那么，过山车在通过 P 点的过程中，下列说法正确的是（　　）



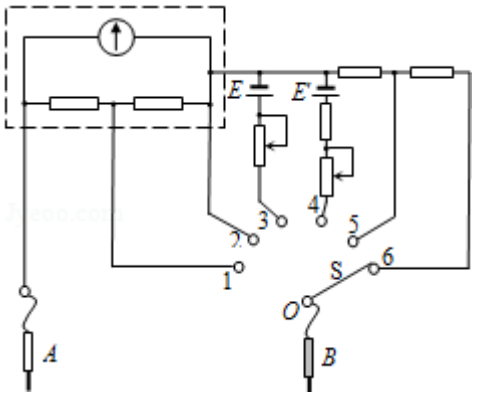
A．车头 A 通过 P 点时的速度最小

B．车的中点 B 通过 P 点时的速度最小

C．车尾 C 通过 P 点时的速度最小

D．A、B、C 通过 P 点时的速度一样大

19．如图是一个多用电表的简化电路图．S 为单刀多掷开关，通过操作开关，接线柱 O 可以接通 1，也可以接通 2、3、4、5 或 6．下列说法正确的是（　　）



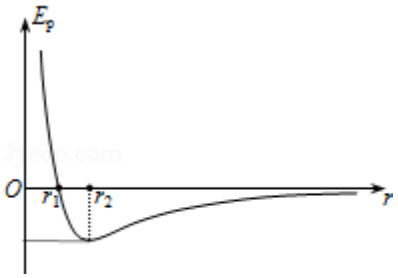
A．当开关 S 分别接 1 或 2 时，测量的是电流，其中 S 接 1 时量程较大

B．当开关 S 分别接 3 或 4 时，测量的是电阻，其中 A 是黑表笔

C．当开关 S 分别接 5 或 6 时，测量的是电阻，其中 A 是红表笔

D．当开关 S 分别接 5 和 6 时，测量的是电压，其中 S 接 5 时量程较大

20．由于分子间存在着分子力，而分子力做功与路径无关，因此分子间存在与其相对距离有关的分子势能．如图所示为分子势能 E_p 随分子间距离 r 变化的图象，取 r 趋近于无穷大时 E_p 为零．通过功能关系可以从分子势能的图象中得到有关分子力的信息，则下列说法正确的是（　　）



A．假设将两个分子从 $r=r_2$ 处释放，它们将相互远离

B．假设将两个分子从 $r=r_2$ 处释放，它们将相互靠近

C．假设将两个分子从 $r=r_1$ 处释放，它们的加速度先增大后减小

D．假设将两个分子从 $r=r_1$ 处释放，当 $r=r_2$ 时它们的速度最大

21．（18 分）图 1 所示为某同学研究“在外力一定的条件下，物体的加速度与其质量间的关系”的实验装置示意图．

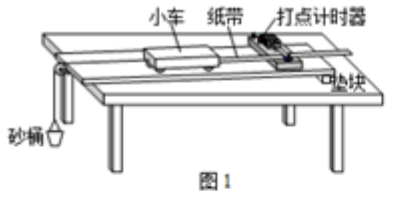


图 1

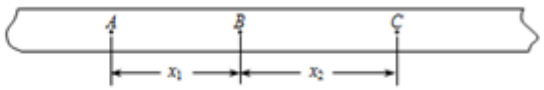


图 2

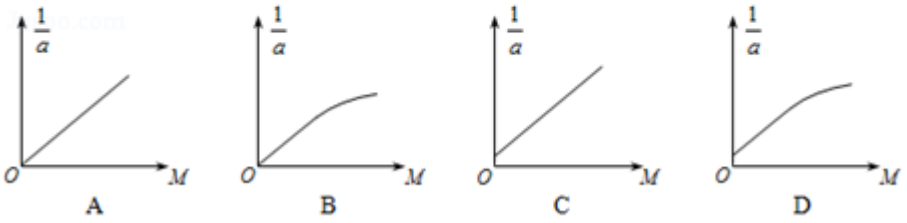


图 3

（1）下面列出了一些实验器材：

电磁打点计时器、纸带、带滑轮的长木板、垫块、小车和砝码、砂和砂桶、刻度尺．

除以上器材外，还需要的实验器材有：____．

A．秒表　　B．天平（附砝码）　　C．低压交流电源　　D．低压直流电源

（2）实验中，需要补偿打点计时器对小车的阻力及其它阻力：小车放在木板上，后面固定一条纸带，纸带穿过打点计时器．把木板一端垫高，调节木板的倾斜度，使小车在不受绳的拉力时能拖动纸带沿木板做____运动．

（3）实验中，为了保证砂和砂桶所受的重力近似等于使小车做匀加速运动的拉力，砂和砂桶的总质量 m 与小车和车上砝码的总质量 M 之间应满足的条件是____．这样，在改变小车上砝码的质量时，只要砂和砂桶质量不变，就可以认为小车所受拉力几乎不变．

（4）如图 2 所示，A、B、C 为三个相邻的计数点，若相邻计数点之间的时间间隔为 T，A、B 间的距离为 x_1，B、C 间的距离为 x_2，则小车的加速度 a=____．已知 T=0.10s，x_1=5.90cm，x_2=6.46cm，则 a=____m/s^2（结果保留 2 位有

效数字）.

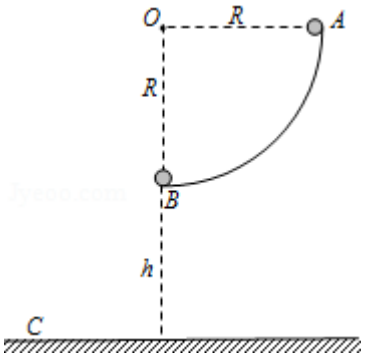
（5）在做实验时，该同学已补偿了打点计时器对小车的阻力及其它阻力．在处理数据时，他以小车的加速度的倒数$\frac{1}{a}$为纵轴，以小车和车上砝码的总质量 M 为横轴，描绘出$\frac{1}{a}$－M 图象，图 3 中能够正确反映$\frac{1}{a}$－M 关系的示意图是____.

22.（16 分）如图所示为竖直放置的四分之一圆弧轨道，O 点是其圆心，半径 R=0.8m，OA 水平、OB 竖直．轨道底端距水平地面的高度 h=0.8m．从轨道顶端 A 由静止释放一个质量 m=0.1kg 的小球，小球到达轨道底端 B 时，恰好与静止在 B 点的另一个相同的小球发生碰撞，碰后它们粘在一起水平飞出，落地点 C 与 B 点之间的水平距离 x=0.4m．忽略空气阻力，重力加速度 g=10m/s^2．求：

（1）两球从 B 点飞出时的速度大小 v_2；

（2）碰撞前瞬间入射小球的速度大小 v_1；

（3）从 A 到 B 的过程中小球克服阻力做的功 W_f.



23.（18 分）（1）从宏观现象中总结出来的经典物理学规律不一定都能适用于微观体系．但是在某些问题中利用经典物理学规律也能得到与实际比较相符合的结论．

例如，玻尔建立的氢原子模型，仍然把电子的运动看做经典力学描述下的轨道运动．他认为，氢原子中的电子在库仑力的作用下，绕原子核做匀速圆周运动．已知电子质量为 m，元电荷为 e，静电力常量为 k，氢原子处于基态时电子的轨道半径为 r_1．

a．氢原子处于基态时，电子绕原子核运动，可等效为环形电流，求此等效电流值．

b．氢原子的能量等于电子绕原子核运动的动能、电子与原子核系统的电势能的总和．已知当取无穷远处电势为零时，点电荷电场中离场源电荷 q 为 r 处的各点的电势 $\phi=k\frac{q}{r}$．求处于基态的氢原子的能量．

（2）在微观领域，动量守恒定律和能量守恒定律依然适用．在轻核聚变的核反应中，两个氘核（ ${}_{1}^{2}\mathrm{H}$）以相同的动能 $E_0=0.35\mathrm{MeV}$ 做对心碰撞，假设该反应中释放的核能全部转化为氦核（ ${}_{2}^{3}\mathrm{He}$）和中子（ ${}_{0}^{1}\mathrm{n}$）的动能．已知氘核的质量 $m_D=2.0141u$，中子的质量 $m_n=1.0087u$，氦核的质量 $m_{He}=3.0160u$，其中 1u 相当于 931MeV．在上述轻核聚变的核反应中生成的氦核和中子的动能各是多少 MeV？（结果保留 1 位有效数字）

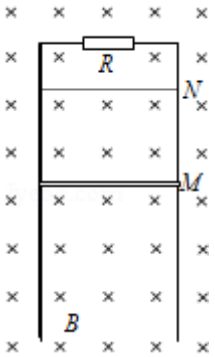
24.（20 分）如图所示，在磁感应强度为 B 的水平匀强磁场中，有一竖直放置的光滑的平行金属导轨，导轨平面与磁场垂直，导轨间距为 L，顶端接有阻值为 R 的电阻．将一根金属棒从导轨上的 M 处以速度 v_0 竖直向上抛出，棒到达 N 处后返回，回到出发点 M 时棒的速度为抛出时的一半．已知棒的长度为 L，质量为 m，电阻为 r．金属棒始终在磁场中运动，处于水平且与导轨接触良好，忽略导轨的电阻．重力加速度为 g．

（1）金属棒从 M 点被抛出至落回 M 点的整个过程中，求：

a．电阻 R 消耗的电能；

b．金属棒运动的时间．

（2）经典物理学认为，金属的电阻源于定向运动的自由电子与金属离子的碰撞．已知元电荷为 e．求当金属棒向下运动达到稳定状态时，棒中金属离子对一个自由电子沿棒方向的平均作用力大小．



参考答案

13.【解答】AB、光电效应说明光具有粒子性，故 A 正确，B 错误；

CD、光的干涉、衍射现象说明光具有波动性，并不能区别横波与纵波，故 CD 错误；

故选：A.

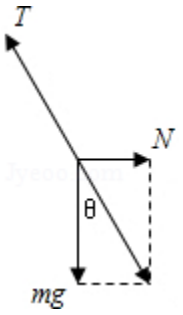
14.【解答】A、根据图象可知波长 λ=4m，由于不知道波速，无法求解周期，故 A 错误，B 正确；

C、此时刻质点 A 位于平衡位置处，速度最大，故 C 错误；

D、此时刻质点 B 处于波峰处，加速度最大，故 D 错误.

故选：B

15.【解答】以球为研究对象，分析其受力情况：重力 mg、悬绳对球的拉力和墙壁对球的支持力，根据平衡条件，有：



$T=\frac{mg}{\cos\theta}>mg$

N=mgtanθ，由于 θ＜45°，所以 N＜mg.

故选：C.

16.【解答】A、正电荷在电场中，在电势高的位置，电势能越大，故 A 正确，B 错误；

C、等势面的疏密代表场强的大小，故 A 点的场强小于 B 点的场强，故 CD 错误；

故选：A

17.【解答】当 a、b 端加直流电压时，L_1灯不发光，L_2灯正常发光；当加同样电压的交流电源时，L_1灯发光，L_2灯发光较暗．知线框 A 中为电容器，因为电容隔直通交．线框 B 中是电感线圈，因为电感线圈对交流电有阻碍作用，对直流电无阻碍作用.

故选：D.

18.【解答】过山车在运动过程中，受到重力和轨道支持力作用，只有重力做功，机械能守恒，动能和重力势能之间相互转化，

则当重力势能最大时，过山车的动能最小，即速度最小，

根据题意可知，车的中点 B 通过 P 点时，质心的位置最高，重力势能最大，则动能最小，速度最小，故 B 正确.

故选：B

19.【解答】A、由图可知当转换开关 S 旋到位置 1、2 位置是电流表，接 1 时分流电阻相对更小，故接 1 时电表的

量程更大；故 A 正确；

B、测量电阻时欧姆表内部应接电源，由图可知测电阻只有接 3 或 4；A 与电源的负极相连，故 A 为红表笔；故 B 错误；

C、要测量电压，电流表应与电阻串联，由图可知当转换开关 S 旋到位置 5、6 时，故 C 错误；

D、要测量电压，电流表应与电阻串联，由图可知当转换开关 S 旋到位置 5、6 时；测量电压，电流表所串联的电阻越大，所测量电压值越大，故当转换开关 S 旋到 6 的量程比旋到 5 的量程大．故 D 错误．

故选：A.

20.【解答】由图可知，两个分子从 $r=r_2$ 处的分子势能最小，则分子之间的距离为平衡距离，分子之间的作用力恰好为 0.

A、B、C、结合分子之间的作用力的特点可知，当分子间距离等于平衡距离时，分子力为零，分子势能最小，所以假设将两个分子从 $r=r_2$ 处释放，它们既不会相互远离，也不会相互靠近．故 A 错误，B 错误，C 错误；

D、由于 $r_1<r_2$，可知分子在 $r=r_1$ 处的分子之间的作用力表现为斥力，分子之间的距离将增大，分子力做正功，分子的速度增大；当分子之间的距离大于 r_2 时，分子之间的作用力表现为引力，随距离的增大，分子力做负功，分子的速度减小，所以当 $r=r_2$ 时它们的速度最大．故 D 正确．

故选：D

21.【解答】（1）本实验中需测小车质量，则需要天平，电磁打点计时器需要低压交流电源，故选：BC

（2）平衡摩擦力时，把木板一端垫高，调节木板的倾斜度，使小车在不受绳的拉力时能拖动纸带沿木板做匀速直线运动即可；

（3）根据实验误差的来源，在 M＞＞m 条件下，可以认为绳对小车的拉力近似等于沙和沙桶的总重力.

（4）根据 $\triangle x=aT^2$ 得：$a=\frac{x_2-x_1}{T^2}$，带入数据得：$a=\frac{0.0646-0.0590}{0.01}=0.56m/s^2$，

（5）根据牛顿第二定律得：$a=\frac{mg}{M+m}$，则 $\frac{1}{a}=\frac{1}{mg}M+\frac{1}{g}$，则以 $\frac{1}{a}$ 为纵轴，以总质量 M 为横轴，作出的图象为一倾斜直线，且纵坐标不为 0，故 C 正确.

故选：C

故答案为：（1）BC；

（2）匀速直线；

（3）m＜＜M；

（4）$\frac{x_2-x_1}{T^2}$；0.56；

（5）C

22.【解答】（1）两球做平抛运动，根据平抛运动规律得

竖直方向上 $h=\frac{1}{2}gt^2$

解得 $t=0.4s$

水平方向上 $x=v_2t$

解得 $v_2=1m/s$

（2）两球碰撞，规定向左为正方向，

根据动量守恒定律得

$mv_1=2mv_2$

解得 $v_1=2m/s$

（3）入射小球从 A 运动到 B 的过程中，根据动能定理得

$mgR-W_f=\frac{1}{2}mv_1^2-0$

解得 $W_f=0.6J$

答：（1）两球从 B 点飞出时的速度大小是 1m/s；

（2）碰撞前瞬间入射小球的速度大小是 2m/s；

（3）从 A 到 B 的过程中小球克服阻力做的功是 0.6J.

23.【解答】（1）a．电子绕原子核做匀速圆周运动，有：$k\frac{e^2}{r_1^2}=m\frac{v_1^2}{r_1}$

$T=\frac{2\pi r_1}{v_1}$

解得：$T=\frac{2\pi}{e}\sqrt{\frac{mr_1^3}{k}}$

电子绕原子核运动的等效电流为：$I=\frac{e}{T}$

$I=\frac{e^2}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{mr_1^3}}$

b．由 a．可知，处于基态的氢原子的电子的动能为：$E_{k1}=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{ke^2}{2r_1}$

取无穷远处电势为零，距氢原子核为 r 处的电势为：$\phi=k\frac{e}{r_1}$

处于基态的氢原子的电势能为：$E_{p1}=-e\phi=-\frac{ke^2}{r_1}$

所以，处于基态的氢原子的能量为：$E_1=E_{k1}+E_{p1}=-\frac{ke^2}{2r_1}$

（2）由爱因斯坦的质能方程，核聚变反应中释放的核能为：$\triangle E=\triangle mc^2$

解得：△E=3.3MeV

核反应中系统的能量守恒有：$E_{kHe}+E_{kn}=2E_0+\triangle E$

核反应中系统的动量守恒有：$p_{He}-p_n=0$

由$E_k=\frac{p^2}{2m}$可知：$\frac{E_{kHe}}{E_{kn}}=\frac{m_n}{m_{He}}$

解得：$E_{kHe}=\frac{m_n}{m_n+m_{He}}(2E_0+\triangle E)=1MeV$

$E_{kn}=\frac{m_{He}}{m_n+m_{He}}(2E_0+\triangle E)=3MeV$

答：（1）a．此等效电流值$\frac{e^2}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{mr_1^3}}$.

b．处于基态的氢原子的能量$-\frac{ke^2}{2r_1}$；

（2）轻核聚变的核反应中生成的氦核和中子的动能分别是 1MeV 与 3MeV.

24.【解答】（1）a．金属棒从 M 点被抛出至落回 M 点的整个过程中，由能量守恒

回路中消耗的电能 $Q=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2=\frac{3}{8}mv_0^2$

电阻 R 消耗的电能 $Q_R=\frac{R}{R+r}\cdot Q=\frac{3Rmv_0^2}{8(R+r)}$

b．方法一：

金属棒从 M 点被抛出至落回 M 点的整个过程中，取向下为正方向，由动量定理得：$mg\cdot t+I_{安}=m\cdot\frac{v_0}{2}-(-mv_0)$

将整个运动过程划分成很多小段，可认为在每个小段中感应电动势几乎不变，设每小段的时间为△t.

则安培力的冲量 $I_{安}=Bi_1L\cdot\triangle t+Bi_2L\cdot\triangle t+Bi_3L\cdot\triangle t+\cdots I_{安}=BL(i_1\cdot\triangle t+i_2\cdot\triangle t+i_3\cdot\triangle t+\cdots)$ $I_{安}=BLq$

又 $q=\overline{I}t$,

$\overline{I}=\frac{\overline{E}}{R+r}$,

$\overline{E}=\frac{\triangle\Phi}{t}$

因为△Φ=0,

所以 $I_{安}=0$

解得 $t=\frac{3v_0}{2g}$

方法二：

金属棒从M点被抛出至落回M点的整个过程中，由动量定理$mg\cdot t+I_{安}=m\cdot\frac{v_0}{2}-(-mv_0)$

将整个运动过程划分成很多小段，可认为在每个小段中感应电动势几乎不变，设每小段的时间为△t.

则安培力的冲量$I_{安}=\frac{B^2L^2}{R+r}v_1\cdot\triangle t+\frac{B^2L^2}{R+r}v_2\cdot\triangle t+\frac{B^2L^2}{R+r}v_3\cdot\triangle t+\cdots$ $I_{安}=\frac{B^2L^2}{R+r}(v_1\cdot\triangle t+v_2\cdot\triangle t+v_3\cdot\triangle t+\cdots)$

因为棒的位移为0，则 $v_1\cdot\triangle t+v_2\cdot\triangle t+v_3\cdot\triangle t+\cdots=0$

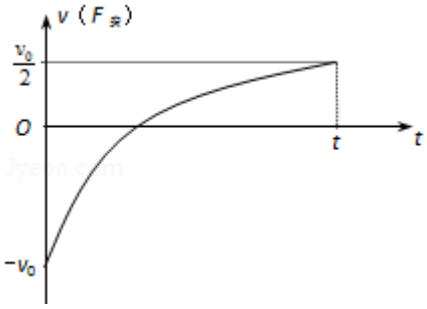
所以 $I_{安}=0$

解得 $t=\frac{3v_0}{2g}$

方法三：

金属棒从M点被抛出至落回M点的整个过程中，由动量定理得 $mg\cdot t+I_{安}=m\cdot\frac{v_0}{2}-(-mv_0)$

棒的速度v随时间t变化的图象如图所示.



因为棒所受安培力$F_{安}=BiL=\frac{B^2L^2}{R+r}\cdot v\propto v$

所以棒所受安培力$F_{安}$随时间t变化的图象亦大致如此.

棒的位移为0，则v－t图线与横轴所围“总面积”为0，$F_{安}$－t图线与横轴所围“总面积”也为0，即整个过程中安培力的冲量$I_{安}=0$.

解得 $t=\frac{3v_0}{2g}$

（2）方法一：

当金属棒向下运动达到稳定状态时 $mg=F_m$

其中 $F_m=\frac{B^2L^2v_m}{R+r}$

解得 $v_m=\frac{mg(R+r)}{B^2L^2}$

沿棒方向，棒中自由电子受到洛伦兹力ev_mB、电场力eE和金属离子对它的平均作用力f作用．因为棒中电流恒定，所以自由电子沿棒的运动可视为匀速运动.

则 $f+eE=ev_mB$

又 $E=\frac{U}{L}U=\frac{BLv_m}{R+r}\cdot R$

解得 $f=\frac{emgr}{BL^2}$

方法二：

当金属棒向下运动达到稳定状态时

单位时间内机械能减少 $P=mgv_m$

金属棒生热功率 $P_r=\frac{r}{R+r}P$

回路中的电流 $I=\frac{BLv_m}{R+r}$

设棒的横截面积为S，棒中单位体积内的自由电子数为n，棒中自由电子定向移动的速度为v，金属离子对自由电子的平均作用力为f.

则 $P_r=$（nSL）fv，I=neSv.

所以 $f=\frac{emgr}{BL^2}$

答：

（1）金属棒从M点被抛出至落回M点的整个过程中，a.电阻R消耗的电能为$\frac{3Rmv_0^2}{8(R+r)}$；b.金属棒运动的时间为$\frac{3v_0}{2g}$.

（2）当金属棒向下运动达到稳定状态时，棒中金属离子对一个自由电子沿棒方向的平均作用力大小为$\frac{emgr}{BL^2}$.