2012 北京东城高三二模

物　　理

一、选择题

1.（6 分）氢原子核外电子在能级间跃迁时发出 a、b 两种频率的光，经同一双缝干涉装置得到的干涉图样分别如甲、乙两图所示．若 a 光是氢原子核外电子从 n=3 的能级向 n=1 的能级跃迁时释放的，则 b 光可能是（　　）



甲　　乙

A．从 n=4 的能级向 n=3 的能级跃迁时释放的

B．从 n=3 的能级向 n=2 的能级跃迁时释放的

C．从 n=2 的能级向 n=1 的能级跃迁时释放的

D．从 n=4 的能级向 n=1 的能级跃迁时释放的

2.（6 分）两个相同的、质量分布均匀的金属球 a 和 b，分别固定于绝缘支座上，设两球质量均为 m，两球心间的距离 l 为球半径 R 的 3 倍．若使它们带上等量异种电荷，所带电荷量的绝对值均为 Q，则 a、b 两球之间的万有引力 $F_{引}$和库仑力 $F_{库}$的表达式正确的是（　　）

A．$F_{引}=G\frac{m^2}{l^2}$，$F_{库}=k\frac{Q^2}{l^2}$　　B．$F_{引}\neq G\frac{m^2}{l^2}$，$F_{库}\neq k\frac{Q^2}{l^2}$

C．$F_{引}=G\frac{m^2}{l^2}$，$F_{库}\neq k\frac{Q^2}{l^2}$　　D．$F_{引}\neq G\frac{m^2}{l^2}$，$F_{库}=k\frac{Q^2}{l^2}$

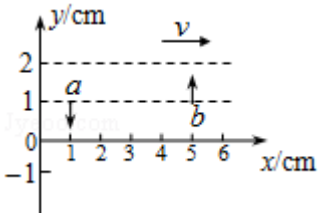
3.（6 分）一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，每个质点振动的振幅都为 2cm，已知在 t=0 时刻相距 4cm 的两个质点 a、b 的位移都是 1cm，但速度方向相反，其中 a 质点的速度沿 y 轴负方向，如图所示．则（　　）

A．t=0 时刻，a、b 两质点的加速度相同

B．a、b 两质点的平衡位置间的距离为半波长的奇数倍

C．a 质点的速度最大时，b 质点的速度为零

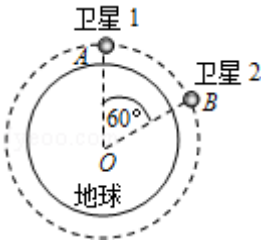
D．当 b 质点的位移为+2cm 时，a 质点的位移为正



4.（6 分）北斗导航系统又被称为“双星定位系统”，具有导航、定位等功能．“北斗”系统中两颗工作卫星 1 和 2 均绕地心 O 做匀速圆周运动，轨道半径均为 r，某时刻两颗工作卫星分别位于轨道上的 A、B 两位置，如图所示．若卫星均顺时针运行，地球表面处的重力加速度为 g，地球半径为 R，不计卫星间的相互作用力．以下判断中正确的是（　　）

A．这两颗卫星的向心加速度大小相等，均为$\frac{R^2g}{r^2}$

B．卫星 1 由位置 A 运动至位置 B 所需的时间为$\frac{2\pi r}{3R}\sqrt{\frac{r}{g}}$



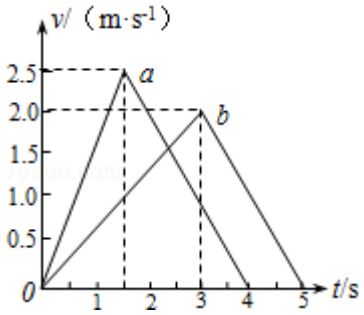
C．如果使卫星 1 加速，它就一定能追上卫星 2

D．卫星 1 由位置 A 运动到位置 B 的过程中万有引力做正功

5．（6 分）在一支氖管两端加一个正弦交流电压 u=50sin（314t） V．当氖管两端电压达到或超过 $U_0=25\sqrt{2}$V 时，氖管就能发光．则在此交流电的一个周期内氖管的发光时间为（　　）

A．0.2s B．0.02s　　C．0.01s　　D．0.005s

6．（6 分）有两个质量分别为 m_1 和 m_2 的物体 A 和 B，并排放在水平地面上．现用同向水平拉力 F_1、F_2 分别作用于物体 A 和 B 上，作用一段时间后撤去，两物体各自滑行一段距离后停止．A、B 两物体运动的 v－t 图象分别如 a、b 图线所示．由图中信息可以得出（　　）



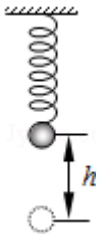
A．若 $m_1=m_2$，则力 F_1 对 A 所做的功小于力 F_2 对 B 所做的功

B．若 $m_1=2m_2$，则力 F_1 对 A 所做的功小于力 F_2 对 B 所做的功

C．若 $m_1=m_2$，则力 F_1 的最大瞬时功率一定是力 F_2 的最大瞬时功率的 2 倍

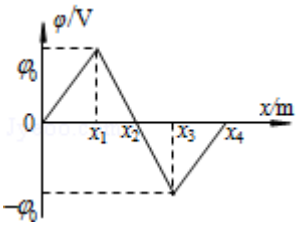
D．若 $m_1=2m_2$，则力 F_1 的最大瞬时功率一定是力 F_2 的最大瞬时功率的 2 倍

7．（6 分）如图所示，在轻弹簧的下端悬挂一个质量为 m 的小球 A，若将小球 A 从弹簧原长位置由静止释放，小球 A 能够下降的最大高度为 h．若将小球 A 换为质量为 2m 的小球 B，仍从弹簧原长位置由静止释放，则小球 B 下降 h 时的速度为（已知重力加速度为 g，且不计空气阻力）（　　）



A．$\sqrt{2gh}$　　B．$\sqrt{gh}$ C．$\sqrt{\frac{gh}{2}}$ D．0

8．（6 分）静电场方向平行于 x 轴，其电势 Φ 随 x 的分布可简化为如图所示的折线．一质量为 m、带电量为+q 的粒子（不计重力），以初速度 v_0 从 O 点进入电场，沿 x 轴正方向运动．下列叙述正确的是（　　）



A．粒子从 O 运动到 x_1 的过程中速度逐渐增大

B．粒子从 x_1 运动到 x_3 的过程中，电势能先减小后增大

C．要使粒子能运动到 x_4 处，粒子的初速度 v_0 至少为 $2\sqrt{\frac{q\Phi_0}{m}}$

D．若 $v_0=2\sqrt{\frac{q\Phi_0}{m}}$，粒子在运动过程中的最大速度为 $\sqrt{\frac{6q\Phi_0}{m}}$

二、非选择题

9．（18 分）（1）在做“用双缝干涉测量光的波长”实验时，某同学调整手轮后，从测量头的目镜看去，当分划板中心刻度线对齐 A 条纹中心时（如图 1 所示），游标卡尺的示数如图 2 所示；接着转动手轮，当分划板中心刻度线对齐 B 条纹中心时（如图 3 所示），游标卡尺的示数如图 4 所示．已知双缝间距为 0.5mm，从双缝到屏的距离为 1m.

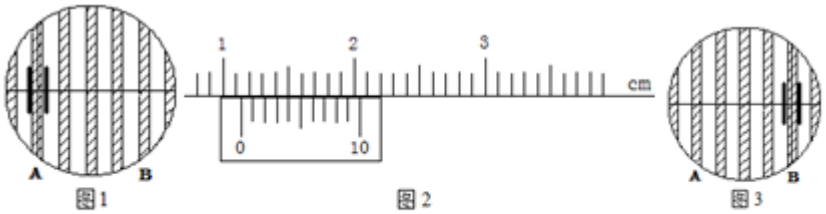


图 1　图 2　图 3

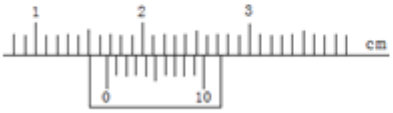


图 4

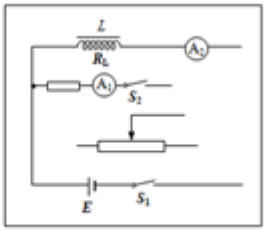


图 5

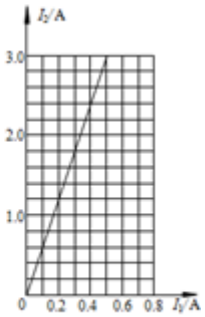


图 6

①图 2 中游标卡尺的示数为____mm；

②图 4 游标卡尺的示数为____mm；

③实验时测量多条干涉条纹宽度的目的是____，

所测光的波长为____m.（保留两位有效数字）

（2）为了测一个自感系数很大的线圈 L 的直流电阻 R_L，实验室提供以下器材：

（A）待测线圈 L（阻值约为 2Ω，额定电流 2A）

（B）电流表 A_1（量程 0.6A，内阻 r_1=0.2Ω）

（C）电流表 A_2（量程 3.0A，内阻 r_2 约为 0.2Ω）

（D）滑动变阻器 R_1（0～10Ω）

（E）滑动变阻器 R_2（0～1kΩ）

（F）定值电阻 R_3=10Ω

（G）定值电阻 R_4=100Ω

（H）电源（电动势 E 约为 9V，内阻很小）

（I）单刀单掷开关两只 S_1、S_2，导线若干.

要求实验时，改变滑动变阻器的阻值，在尽可能大的范围内测得多组 A_1表 和 A_2表的读数 I_1、I_2，然后利用给出的 I_2-I_1图象（如图 6 所示），求出线圈的电阻 R_L.

①实验中定值电阻应选用____，滑动变阻器应选用____.

②请你画完图 5 方框中的实验电路图.

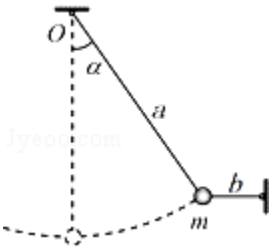
③实验结束时应先断开开关____.

④由 I_2-I_1图象，求得线圈的直流电阻 R_L=____Ω.

10.（16 分）如图所示，一质量为 m 的小球（小球的大小可以忽略），被 a、b 两条轻绳悬挂在空中. 已知轻绳 a 的长度为 l，上端固定在 O 点，轻绳 b 水平.

（1）若轻绳 a 与竖直方向的夹角为α，小球保持静止. 画出此时小球的受力图，并求轻绳 b 对小球的水平拉力的大小；

（2)若轻绳 b 突然断开,小球由图示位置无初速释放,求当小球通过最低点时的速度大小及轻绳 a 对小球的拉力.(不计空气阻力，重力加速度取 g）



11.（18 分）环保混合动力车是指使用汽油机驱动和利用蓄电池所储存的电能驱动的汽车. 它可按平均需要使用的功率来确定汽油机的最大功率，此时处于油耗低、污染少的最优工况下工作. 汽车需要大功率而汽油机功率不足时由电动机来补充，电动机的电源为蓄电池；汽车负荷少时，电动机可作为发电机使用，汽油机的一部分功率用来驱动汽车，另一部分功率驱动发电机，可发电给蓄电池充电. 有一质量 m=1200kg 的混合动力轿车，在平直公路上以 v_1=90km/h 匀速行驶，汽油发动机的输出功率为 P=60kW. 当驾驶员看到前方有 80km/h 的限速标志时，保持汽油发动机功率不变，立即启动发电机工作给蓄电池充电，此时轿车的动力减小，做减速运动，运动距离 s=80m 后，速度变为 v_2=72km/h. 此过程中汽油发动机功率的 25%用于轿车的牵引，75%用于供给发电机工作，发动机输送给发电机的能量最后有 50%转化为蓄电池的电能. 假设轿车在上述运动过程中所受阻力保持不变. 试求：

（1）轿车以 90km/h 在平直公路上匀速行驶时，所受阻力 F_f的大小；

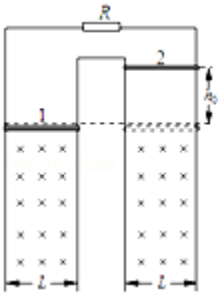
（2）轿车从 90km/h 减速到 72km/h 的这一过程中，蓄电池获得的电能 $E_{电}$；

（3）若电动机的输出功率也为 60kW，此时汽油发动机和电动机共同工作的最大功率可以达到 P_m=108kW，汽车驶上与水平地面成 30° 角斜坡，汽车爬坡过程中所受阻力为重力的 0.1 倍，设斜坡足够长，求汽车在斜坡上做匀速运动的最大速度 v_m.（g 取 10m/s^2）

12.（20 分）如图所示，竖直平面内有足够长、不计电阻的两组平行光滑金属导轨，宽度均为 L=0.5m，上方连接一个阻值 R=1Ω 的定值电阻，虚线下方的区域内存在垂直纸面向里的磁感应强度 B=2T 的匀强磁场．完全相同的两根金属杆 1 和 2 靠在导轨上，金属杆长与导轨等宽且与导轨接触良好，电阻均为 r=0.5Ω．将金属杆 1 固定在磁场的上边缘（仍在此磁场内），金属杆 2 从磁场边界上方 h_0=0.8m 处由静止释放，进入磁场后恰作匀速运动．（g 取 10m/s^2）求：（1）金属杆的质量 m；

（2）若金属杆 2 从磁场边界上方 h_1=0.2m 处由静止释放，进入磁场下落一段距离后做匀速运动．在金属杆 2 加速的过程中整个回路产生了 1.4J 的电热．求此过程中流过电阻 R 的电荷量 q；

（3）若金属杆 2 仍然从磁场边界上方 h_1=0.2m 处由静止释放，在金属杆 2 进入磁场的同时释放金属杆 1，试求两根金属杆各自的最大速度．



参考答案

一、选择题

1.【解答】根据 $\triangle x=\frac{L}{d}\lambda$ 知，a 光的波长比 b 光的波长长，则 a 光的频率比 b 光的频率小，知辐射 a 光的两能级间的能级差小于辐射 b 光两能级间的能级差，在选项中，只有 n=4 跃迁到 n=1 的辐射的光子能量大于从 n=3 的能级向 n=1 的能级跃迁时辐射的光子能量，故 D 正确，A、B、C 错误.

故选 D.

2.【解答】万有引力定律的使用的条件是质点和质量均匀分布的球，由于金属球 a 和 b 质量分布均匀，所以万有引力定律可以直接的应用，所以它们之间的万有引力为 $F_{引}=G\frac{m^2}{l^2}$，

由于两球心间的距离 l 为球半径的 3 倍，它们之间的距离并不是很大，所以此时的电荷不能看成是点电荷，由于它们带的是等量异种电荷，由于电荷之间的相互吸引，电荷之间的距离会比 l 小，所以此时电荷间的库仑力 $F_{库}\neq k\frac{Q^2}{l^2}$，所以 C 正确.

故选 C.

3.【解答】A、a、b 两个质点都做简谐运动，t=0 时刻 a、b 两质点的位移相同，根据简谐运动的特征：$a=-\frac{kx}{m}$，得知加速度相同. 故 A 正确.

B、图示时刻两质点位移相同，速度相反，但不是反相点，所以 a、b 两质点的平衡位置间的距离不是半波长的奇数倍. 故 B 错误.

C、由图看出，a 正向平衡位置运动，速度增大，b 正向波峰运动，速度减小，当 a 通过 1cm 位移到达平衡位置时，b 还没有到达波峰，则 a 质点速度最大时，b 质点速度不为零. 故 C 错误.

D、由上分析可知，当 b 质点位移为+2cm 时，a 质点位于平衡位置下方，位移为负值. 故 D 错误.

故选 A

4.【解答】A、根据 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$，$GM=gR^2$，联立解得 $a=\frac{R^2g}{r^2}$. 轨道半径相等，则向心加速度大小相等. 故 A 正确.

B、根据 $G\frac{Mm}{r^2}=mr\omega^2$，$GM=gR^2$，联立解得 $\omega=\sqrt{\frac{gR^2}{r^3}}$，则卫星从位置 A 运动到位置 B 的时间

$t=\frac{\theta}{\omega}=\frac{\frac{\pi}{3}}{\sqrt{\frac{gR^2}{r^3}}}=\frac{\pi r}{3R}\sqrt{\frac{r}{g}}$. 故 B 错误.

C、如果卫星 1 加速，万有引力不够提供向心力，做离心运动，离开原轨道，不会追上卫星 2．故 C 错误.

D、卫星从位置 A 运动到位置 B，由于万有引力方向与速度方向垂直，万有引力不做功．故 D 错误.

故选 A.

5.【解答】由题意得：当 $U=50\sin 100\pi t \geqslant 25\sqrt{2}$时，氖管就能发光．$T=\frac{2\pi}{100\pi}=0.02s$，

所以在前半个周期内，当 $t=\frac{1}{400}s=\frac{T}{8}$时，开始发光，$t=\frac{3}{400}s=\frac{3T}{8}$时，停止发光，发光时间为$\triangle t=\frac{3T}{8}-\frac{T}{8}=\frac{T}{4}$，

整个周期发光时间为：$2\triangle t=\frac{T}{2}=0.01s$

故选 C

6.【解答】若 $m_1=m_2$，则 $f_1=f_2$，

根据动能定理对 a 有 $W_{F1}-f_1s_1=0$

同理对 b 有 $W_{F2}-f_2s_2=0$

根据速度时间图象与坐标轴围成的面积表示位移得：

$s_1=4\times 2.5\times\frac{1}{2}=5.0m$

$s_2=2\times 5\times\frac{1}{2}=5.0m$

则 $W_{F1}=W_{F2}$，故 A 错误.

撤除拉力后两物体的速度图象平行，故加速度大小相等，设两物体与水平地面的动摩擦因素分别为 μ_1、μ_2，

即 $a_1=a_2=\mu g=1m/s^2$

则 $\mu_1=\mu_2=\frac{1}{10}=0.1$，

由以上分析可知 $F_1=m_1(a'+\mu_1 g)=m_1(\frac{2.5}{1.5}+1)=m_1\times\frac{8}{3}$，

所以拉力 F_1 的最大瞬时功率 $P_1=\frac{20}{3}m_1$

同理 $F_2=m_2(a''+\mu_2 g)=m_2(\frac{2}{3}+1)=\frac{5}{3}m_2$

所以拉力 F_2 的最大瞬时功率 $P_2=\frac{10}{3}m_2$

则当 $m_1=m_2$ 时，$P_1=2P_2$，当 $m_1=2m_2$ 时 $P_1=4P_2$，故 C 正确，D 错误.

若 $m_1=2m_2$，则 $f_1=2f_2$，

根据动能定理对 a 有 $W_{F1}-f_1s_1=0$

同理对 b 有 $W_{F2}-f_2s_2=0$

因为 $s_1=4\times2.5\times\frac{1}{2}=5.0m$

$s_2=2\times5\times\frac{1}{2}=5.0m$

所以 $W_{F1}=2W_{F2}$，故 B 错误.

故选：C.

7.【解答】小球 A 下降 h 过程，根据动能定理，有 $mgh-W_1=0$

小球 B 下降 h 过程，根据动能定理，有 $2m\cdot gh-W_1=\frac{1}{2}\cdot2mv^2-0$

联立解得

$v=\sqrt{gh}$

故选 B.

8.【解答】A、粒子从 O 运动到 x_1 的过程中，电势升高，场强方向沿 x 轴负方向，粒子所受的电场力方向也沿 x 轴负方向，粒子做减速运动. 故 A 错误.

B、粒子从 x_1 运动到 x_3 的过程中，电势不断降低，根据正电荷在电势高处电势越大，可知，粒子的电势能不断减小. 故 B 错误.

C、当粒子恰好运动到 x_1 处时，由动能定理得 $q(0-\phi_0)=0-\frac{1}{2}mv_0^2$，解得，$v_0=\sqrt{\frac{2q\phi_0}{m}}$，要使粒子能运动到 x_4 处，粒子的初速度 v_0 至少为 $\sqrt{\frac{2q\phi_0}{m}}$. 故 C 错误.

D、若 $v_0=2\sqrt{\frac{q\phi_0}{m}}$，粒子运动到 x_3 处电势能最小，动能最大，由动能定理得

$q[0-(-\phi_0)]=\frac{1}{2}mv_m^2-\frac{1}{2}mv_0^2$，解得最大速度为 $v_m=\sqrt{\frac{6q\phi_0}{m}}$. 故 D 正确.

故选 D

二、非选择题

9.【解答】（1）①图 2 中游标卡尺读数为 $L_1=11mm+4\times0.1mm=11.4mm$

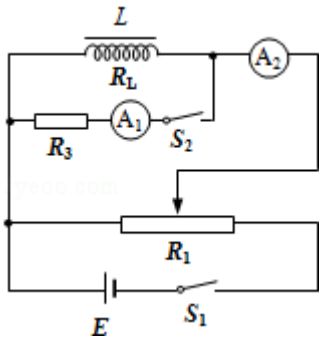
②图 4 中游标卡尺读数为 $L_2=16mm+7\times0.1mm=16.7mm$

③实验时测量多条干涉条纹宽度的目的是求其平均值，以减小测量的绝对误差（或提高测量的精确度）； 根据公式

$x=\frac{L}{d}\lambda$ 得 $\lambda=\frac{dx}{L}$，其中 L=1m，$x=\frac{L_2-L_1}{4}=\frac{16.7-11.4}{4}\times10^{-3}=1.325\times10^{-3}$m，d=0.5mm=$0.5\times10^{-3}$m，代入数据解得 $\lambda=6.6\times10^{-7}$m.

（2）①待测电阻额定电压 U=IR=2×2=4V，因电流表 A_1 内阻为定值，应将 A_1 与定值电阻串联，根据欧姆定律有 $R=\frac{U}{I_1}=\frac{4}{.0.6}\Omega=6.7\Omega$，故定值电阻应选 R_3，从图象可知电流从零逐渐增大，故滑动变阻器应用分压式接法，故应选阻值小的变阻器 R_1.

②根据欧姆定律可知电路图如图所示.



③为防止发生断电自感现象而损坏 A_1，实验结束时应先断开开关 S_2.

④根据欧姆定律有 $I_2=I_1+\frac{I_1(R_3+r_1)}{R_L}$，变形为 $I_2=\frac{R_L+R_3+r_1}{R_L}\cdot I_1$，由 I_2-I_1 图象求出其斜率 $K=\frac{3}{0.5}=6$，$\frac{R_L+R_3+r_1}{R_L}=6$，可解出 $R_L=2.0\Omega$

故答案为（1）①11.4，16.7，③减小测量的绝对误差（或提高测量的精确度），6.6×10^{-7}

（2）①R_3，R_1，②如图，③S_2，④2.0Ω.

10.【解答】解：（1）小球的受力图如图所示：根据平衡条件，应满足：

$T\cos\alpha=mg$，$T\sin\alpha=F$

可得小球受到的拉力：$F=mg\tan\alpha$

（2）释放后，小球沿圆弧运动，到达最低点，只有重力做功，由系统机械能守恒有：

$mgl(1-\cos\alpha)=\frac{1}{2}mv^2$

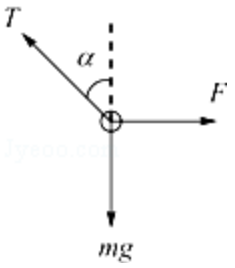
则通过最低点时小球的速度：$v=\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$

小球沿圆周运动，通过最低点，受重力和绳的拉力，根据牛顿第二定律有：$T'-mg=m\frac{v^2}{l}$

解得轻绳对小球的拉力：$T'=mg+m\frac{v^2}{l}=mg(3-2\cos\alpha)$，方向竖直向上

答：（1）轻绳 b 对小球的水平拉力的大小为 mgtanα；

（2）求当小球通过最低点时的速度大小为$\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$，轻绳 a 对小球的拉力大小为 mg（3﹣2cosα），方向竖直向上



11.【解答】解：（1）轿车以 v_1=90km/h=25m/s 匀速行驶时，汽车受到的阻力等于牵引力，有

$P=F_f\ v_1$

解得阻力 $F_f=2.4\times10^3$N

（2）轿车做减速运动 s=80m 速度减为 v_2=72km/h=20m/s，设这一过程中汽油发动机做的总功为 W，由动能定理有：W×25%﹣F_f•s=$\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$

代入数据得：W=2.28×10^5J

蓄电池获得的电能 $E_{电}$=W×75%×50%=8.55×10^4J

（3）汽车在斜坡上做匀速运动时牵引力 F=mgsin30°+0.1mg．在斜坡上匀速运动的最大速度设为 v_m，有

P_m=（mgsin30°+0.1mg）v_m

可得最大速度 v_m=15m/s

答：（1）轿车以 90km/h 在平直公路上匀速行驶时，所受阻力 F_f 的大小为 2.4×10^3N；

（2）轿车从 90km/h 减速到 72km/h 的这一过程中，蓄电池获得的电能为 8.55×10^4J；

（3）汽车在斜坡上做匀速运动的最大速度为 15m/s．

12.【解答】解：（1）金属杆 2 进入磁场前做自由落体运动，进入磁场的速度

$v_m=\sqrt{2gh_0}$=4m/s

金属杆 2 进入磁场后切割磁感线，回路中产生感应电流，有

感应电动势 E=BLv_m，感应电流 $I=\frac{E}{2r+R}$

金属杆恰做匀速运动，受安培力和重力平衡：mg=BIL

解出 m=$\frac{B^2L^2v_m}{(2r+R)g}=\frac{2^2\times0.5^2\times4}{(2\times0.5+1)\times10}$kg=0.2kg

（2）金属杆 2 自由下落 h_1，进入磁场，做加速运动，设金属杆 2 在磁场内下降 h_2 后达到匀速运动，在加速的过程中，部分机械能转化为电能产生电热，有

$mg（h_1+h_2）=\frac{1}{2}mv_m^2+Q$

可得 $h_2=\frac{mv_m^2+2Q}{2mg}-h_1=1.3m$

金属杆 2 进入磁场到匀速运动的过程中$\overline{E}=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=\frac{BLh_2}{\Delta t}$，$\overline{I}=\frac{\overline{E}}{(2r+R)}$

解出流过电阻的电量 $q=\overline{I}\cdot\Delta t=\frac{BLh_2}{(2r+R)}=\frac{2\times0.5\times1.3}{(2\times0.5+1)}C=0.65C$

（3）金属杆 2 刚进入磁场时的速度 $v=\sqrt{2gh_1}=\sqrt{2\times10\times0.2}m/s=2m/s$

金属杆 2 进入磁场同时释放金属杆 1 后，回路中有感应电流，两杆都受安培力和重力，且受力情况相同，都向下做加速运动，随速度增大，感应电流增大，安培力增大，直到安培力和重力相等时，速度达到最大.

金属杆 1 和 2 产生的感应电动势为 $E_1=BLv_1$，$E_2=BLv_2$

感应电流为 $I=\frac{E_1+E_2}{2r+R}$

达到最大速度时杆的重力等于安培力

$mg=BIL$

整理得到：$v_1+v_2=\frac{mg(2r+R)}{B^2L^2}$

代入数据得 $v_1+v_2=4\ m/s$…①

因为两个金属杆任何时刻受力情况相同，因此任何时刻两者的加速度也都相同，在相同时间内速度的增量也必相同，即：$v_1-0=v_2-v$

代入数据得 $v_2=v_1+2$…②

①②两式联立求出：$v_1=1m/s$，$v_2=3m/s$

答：（1）金属杆 2 的质量 m 为 0.2kg.

（2）流过电阻 R 的电量 q 为 0.65C.

（3）两根金属杆各自的最大速度分别是 1m/s 和 3m/s.