1. （1） $4.0×10^{5} m/s^{2}$

【解析】炮弹在两导轨间做匀加速运动，因而 $v^{2}=2as$

则 $a=\frac{v^{2}}{2s}$

解得 $a=4.0×10^{5} m/s^{2}$；

    （2） $1.2×10^{4} N$

【解析】忽略摩擦力与重力的影响，合外力则为安培力，所以 $F=ma$

解得 $F=1.2×10^{4} N$；

    （3） $6.0×10^{4} A$

【解析】炮弹作为导体受到磁场施加的安培力为 $F=ILB$

解得 $I=6.0×10^{4} A$。

2. （1） $40 m/s$

【解析】由 $v\_{m}^{2}=2gh\_{1}$

得 $v\_{m}=40 m/s$。

    （2） $2500 N$

【解析】减速下落过程中加速度大小 $a\_{2}=\frac{v\_{m}^{2}}{2gh\_{2}}$

 $a\_{2}=40 m/s^{2}$

根据牛顿第二定律 $F-mg=ma\_{2}$

 $F=2500 N$

根据牛顿第三定律，小明对系统作用力的大小 $F$ 为 $2500 N$。

    （3） $-5×10^{4} J$

【解析】对下落全过程使用动能定理

 $mg(h\_{1}+h\_{2})+W\_{FN}=0-0$

 $W\_{FN}=-mg(h\_{1}+h\_{2})=-5×10^{4} J$。

3. （1） $4.0 N$

【解析】当 $t\_{1}=0.14 s$ 时，滑块与弹簧开始分离，此后滑块受重力、斜面的支持力和摩擦力，滑块开始做匀减速直线运动。

由题中的图乙可知，在这段过程中滑块加速度的大小 $a\_{1}=10 m/s^{2}$。

根据牛顿第二定律有

$$mgsinθ+f=ma\_{1}$$

所以

$$f=4.0 N$$

    （2） $0.20 m$

【解析】当 $t\_{1}=0.14 s$ 时弹簧恰好恢复原长，所以此时滑块与出发点间的距离 $d$ 等于 $t\_{0}=0$ 时弹簧的形变量 $x$，所以在 $0∼0.14 s$ 时间内弹簧弹力做的功

$$W\_{弹}=E\_{p初}-E\_{p末}=\frac{1}{2}kd^{2}$$

在这段过程中，根据动能定理有

$$W\_{弹}-mgdsinθ-fd=\frac{1}{2}mv\_{1}^{2}-0$$

可求得

$$d=0.20 m$$

    （3） $-1.64 J$

【解析】设从 $t\_{1}=0.14 s$ 时开始，经时间 $Δt\_{1}$ 滑块的速度减为零，则有

$$Δt\_{1}=\frac{0-v\_{1}}{-a\_{1}}=0.20 s$$

这段时间内滑块运动的距离

$$x\_{1}=\frac{0-v\_{1}^{2}}{2\left(-a\_{1}\right)}=0.20 m$$

此时 $t\_{2}=0.14 s+Δt\_{1}=0.34 s$，此后滑块将反向做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律可求得此时加速度的大小

$$a\_{2}=\frac{mgsinθ-μmgcosθ}{m}=2.0 m/s^{2}$$

在 $0.34 s∼0.44 s$（$Δt\_{2}=0.1 s$）时间内，滑块反向运动的距离

$$x\_{2}=\frac{1}{2}a\_{2}Δt\_{2}^{2}=0.01 m$$

所以在 $0∼0.44 s$ 时间内，摩擦力 $f$ 做的功

$$W=-f\left(d+x\_{1}+x\_{2}\right)=-1.64 J$$

4. （1） 雨滴下落过程中受到重力 $mg$ 和空气阻力 $f$ 的作用，加速度方向向下，由牛顿第二定律知加速度大小 $a=\frac{mg-f}{m}$，题中给出的 $f-v$ 图象表明，当下落速度 $v$ 增大时，阻力 $f$ 随之增大，由上式可知加速度 $a$ 随之减小；由于加速度与速度方向相同，所以速度是增大的，只是增加得越来越慢，当重力 $mg$ 和空气阻力 $f$ 相等时，雨滴以最大速度做匀速运动。

      （2） ① 当 $mg=f$ 时，雨滴达到最终速度 $v\_{m}$，将雨滴的质量 $m=ρ\frac{4}{3}πr^{3}$，阻力 $f=kr^{2}v\_{m}$ 代入，可得 $v\_{m}=\frac{4πρg}{3k}r \cdots \cdots ①$

 $①$ 式说明，雨滴的半径 $r$ 越大，最终速度 $v\_{m}$ 越大，由 $f-v$ 图象可判断出 $①$ 图线表示的雨滴比 $②$ 图线表示的雨滴半径大，因此下落速度更大。

            ② $8 m/s$

【解析】将雨滴的密度 $ρ=1.0×10^{3} kg/m^{3}$ 、半径 $r=5 mm$ 及 $k=\frac{25}{3}π kg/(m^{2}⋅s)$ 代入 $①$ 式，可得半径 $r=5 mm$ 的雨滴下落的最终速度 $v\_{m}=8 m/s$。

      （3） 方法一：

将蚊子在空中被雨滴砸中的情况视为雨滴与蚊子发生完全非弹性碰撞的模型，将蚊子栖息于地面时被雨滴砸中的情况视为雨滴与蚊子和大地组成的整体发生完全非弹性碰撞的模型。

对发生完全非弹性碰撞的两个物体应用动量守恒定律：$Mv\_{0}=(M+m)v$

碰撞过程损失的机械能为：$ΔE\_{k}=\frac{1}{2}Mv\_{0}^{2}-\frac{1}{2}(M+m)v^{2}=\frac{1}{2}Mv\_{0}^{2}\left(\frac{m}{M+m}\right) \cdots \cdots ①$

在第①种情况中，因为雨滴的质量 $M$ 约为蚊子的质量 $m$ 的 $50$ 倍，由 $①$ 式可知损失的机械能 $ΔE\_{k}$ 约为雨滴下落时动能 $\frac{1}{2}Mv\_{0}^{2}$ 的 $\frac{1}{50}$；

在第②种情况中，将蚊子和地面视为整体，$①$ 式中的 $m$ 代表地球与蚊子的质量之和，由 $①$ 式可知损失的机械能 约为雨滴下落时动能 $\frac{1}{2}Mv\_{0}^{2}$ 的全部。

碰撞过程机械能的损失伴随着系统发生不可恢复的形变等过程，即使认为两次作用的时间相等（实际上应有 $t\_{1}>t\_{2}$），亦可知第②种情况对蚊子的伤害大。

方法二：

仍采取上述完全非弹性碰撞模型，但从冲量和力的角度进行分析。

设雨滴的质量为 $M$，蚊子的质量为 $m$，雨滴下落到地面附近时速度大小为 $v\_{0}$，因相互作用时间很短，不考虑重力的影响。

第①种情况：对雨滴与蚊子相互作用的过程应用动量守恒定律：$Mv\_{0}=(M+m)v$，可得 $v=\frac{Mv\_{0}}{M+m}$；设蚊子与雨滴间的相互作用力为 $F\_{1}$，作用时间为 $t\_{1}$，对雨滴应用动量定理，有：$F\_{1}t\_{1}=M(v-v\_{0})$，由于雨滴的质量 $M$ 约为蚊子的质量 $m$ 的 $50$ 倍，所以 $v$ 与 $v\_{0}$ 几乎相等，即雨滴受到的冲量 $F\_{1}t\_{1}$ 约等于零；

第②种情况：是雨滴与栖息了一只蚊子的地面发生相互作用的过程，雨滴与地面作用前速度大小为 $v\_{0}$，作用后速度为零，设蚊子（与地面）和雨滴间的相互作用力为 $F\_{2}$，作用时间为 $t\_{2}$，对雨滴应用动量定理：$-F\_{2}t\_{2}=0-Mv\_{0}$，可知雨滴受到的冲量 $F\_{2}t\_{2}$ 约等于雨滴质量与下落速度二者的乘积；

两种情况相比，因为蚊子对雨滴的冲量与雨滴对蚊子的冲量大小相等，可知，第①种情况中蚊子受到的冲量小，即使认为两次作用的时间相等（实际上应有 $t\_{1}>t\_{2}$），仍有 $F\_{1}<F\_{2}$，因此第②种情况对蚊子的伤害大。