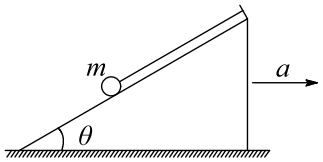
2013 年安徽理综

1. 如图所示，细线的一端系一质量为 m 的小球，另一端固定在倾角为 θ 的光滑斜面体顶端，细线与斜面平行。在斜面体以加速度 a 水平向右做匀加速直线运动的过程中，小球始终静止在斜面上，小球受到细线的拉力 F_T 和斜面的支持力 F_N 分别为（重力加速度为 g）(A)

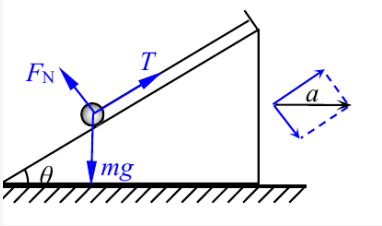


A. $F_T = m(g\sin\theta + a\cos\theta)$，$F_N = m(g\cos\theta - a\sin\theta)$

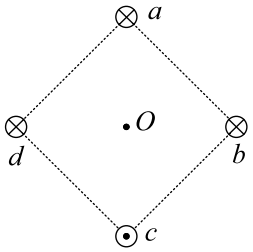
B. $F_T = m(g\cos\theta + a\sin\theta)$，$F_N = m(g\sin\theta - a\cos\theta)$

C. $F_T = m(a\cos\theta - g\sin\theta)$，$F_N = m(g\cos\theta + a\sin\theta)$

D. $F_T = m(a\sin\theta - g\cos\theta)$，$F_N = m(g\sin\theta + a\cos\theta)$

> 小球受力如图，根据牛顿第二定律：沿斜面方向有 $F_T - mg\sin\theta = ma\cos\theta$；垂直于斜面方向上有 $mg\cos\theta - F_N = ma\sin\theta$；解得 $F_T = m(g\sin\theta + a\cos\theta)$，$F_N = m(g\cos\theta - a\sin\theta)$。
>
> 
>
>
> 正确选项：A。

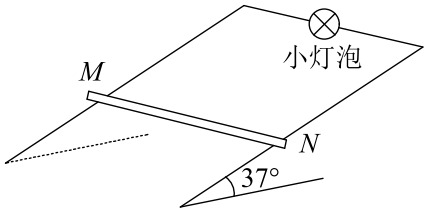
2. 图中 a、b、c、d 为四根与纸面垂直的长直导线，其横截面积位于正方形的四个顶点上，导线中通有大小相等的电流，方向如图所示。一带正电的粒子从正方形中心 O 点沿垂直于纸面的方向向外运动，它所受洛伦兹力的方向是 (B)



A. 向上　　B. 向下　　C. 向左　　D. 向右

> 根据右手安培定则可判定 O 点磁感应强度的方向水平向左，根据左手定则可判定：一带正电的粒子从正方形中心 O 点沿垂直于纸面的方向向外运动，它所受洛伦兹力的方向是向下。
>
> 正确选项：B

3. 如图所示，足够长平行金属导轨倾斜放置，倾角为 37°，宽度为 0.5 m，电阻忽略不计，其上端接一小灯泡，电阻为 1 Ω。一导体棒 MN 垂直于导轨放置，质量为 0.2 kg，接入电路的电阻为 1 Ω，两端与导轨接触良好，与导轨间的动摩擦因数为 0.5。在导轨间存在着垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度为 0.8 T。将导体棒 MN 由静止释放，运动一段时间后，小灯泡稳定发光，此后导体棒 MN 的运动速度及小灯泡消耗的电功率分别为（重力加速度 g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$，$\sin 37^\circ = 0.6$）(B)



A. 2.5 m/s，1 W　　B. 5 m/s，1 W　　C. 7.5 m/s，9 W　　D. 15 m/s，9 W

> 小灯泡稳定发光，说明导体棒 MN 匀速运动，则有 $mg\sin 37^\circ - \frac{B^2L^2v}{R_L+R} - \mu mg\cos 37^\circ = 0$，可得导体棒 MN 的运动速度 $v = 5\,\mathrm{m/s}$；小灯泡消耗的电功率 $P = I^2R_L = (\frac{BLv}{R_L+R})^2R_L = 1\,\mathrm{W}$。
>
> 正确选项：B。

4. 质量为 m 的人造地球卫星与地心的距离为 r 时，引力势能可表示为 $E_p = -\frac{GMm}{r}$，其中 G 为引力常量，M 为地球质量。该卫星原来在半径为 R_1 的轨道上绕地球做匀速圆周运动，由于受到极稀薄空气的摩擦作用，飞行一段时间后其圆周运动的半径变为 R_2，此过程中因摩擦而产生的热量为 (C)

A. $GMm(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1})$　　B. $GMm(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2})$　　C. $\frac{GMm}{2}(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1})$　　D. $\frac{GMm}{2}(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2})$

> 人造地球卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力：$G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$，故人造地球卫星的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2r}$，而引力势能 $E_p = -\frac{GMm}{r}$，人造地球卫星机械能 $E = E_p + E_k$。由能量守恒定律，因摩擦而产生的热量 $Q = E_1 - E_2 = (E_{k1} + E_{p1}) - (E_{k2} + E_{p2})$，代入 R_1 和 R_2 得 $Q = \frac{GMm}{2}(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1})$。
>
> 正确选项：C。

5. 由消防水龙带的喷嘴喷出水的流量是 $0.28\,\mathrm{m^3/min}$，水离开喷口时的速度大小为 $16\sqrt{3}\,\mathrm{m/s}$，方向与水平面夹角为 60°，在最高处正好到达着火位置，忽略空气阻力，则空中水柱的

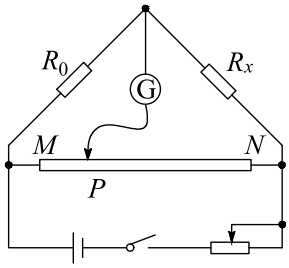
高度和水量分别是（重力加速度 g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$）(A)

A. $28.8\,\mathrm{m}$，$1.12\times10^{-2}\,\mathrm{m^3}$　　B. $28.8\,\mathrm{m}$，$0.672\,\mathrm{m^3}$

C. $38.4\,\mathrm{m}$，$1.29\times10^{-2}\,\mathrm{m^3}$　　D. $38.4\,\mathrm{m}$，$0.776\,\mathrm{m^3}$

> 水离开喷口时竖直分速度为 $v_\perp = v\sin60^\circ = 24\,\mathrm{m/s}$，在竖直方向上升的高度 $H = \frac{v_\perp^2}{2g} = 28.8\,\mathrm{m}$，水离开喷口到达着火位置所用时间为 $t = \frac{v_\perp}{g} = 2.4\,\mathrm{s}$，空中水柱的水量为 $V = Qt = 0.28\times\frac{2.4}{60} = 1.12\times10^{-2}\,\mathrm{m^3}$。
>
> 正确选项：A。

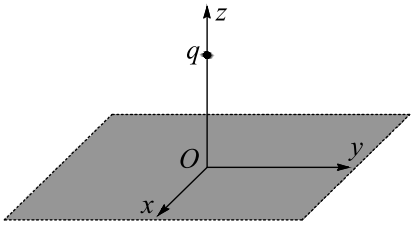
6. 用图示的电路可以测量电阻的阻值。图中 R_x 是待测电阻，R_0 是定值电阻，G 是灵敏度很高的电流表，MN 是一段均匀的电阻丝。闭合开关，改变滑动头 P 的位置，当通过电流表 G 的电流为零时，测得 $MP = l_1$，$PN = l_2$，则 R_x 的阻值为 (C)



A. $\frac{l_1}{l_2}R_0$　　B. $\frac{l_1}{l_1+l_2}R_0$　　C. $\frac{l_2}{l_1}R_0$　　D. $\frac{l_2}{l_1+l_2}R_0$

> 通过电流表 G 的电流为零时，P 点的电势与 R_0 和 R_x 连接点的电势相等。则 $\frac{R_0}{R_x} = \frac{R_{l1}}{R_{l2}}$。又电阻丝的电阻 $R\propto l$，故 $\frac{R_0}{R_x} = \frac{l_1}{l_2}$，所以 $R_x = \frac{l_2}{l_1}R_0$。
>
> 正确选项：C。

7. 如图所示，xOy 平面是无穷大导体的表面，该导体充满 $z<0$ 的空间，$z>0$ 的空间为真空。将电荷量为 q 的点电荷置于 z 轴上 $z=h$ 处，则在 xOy 平面上会产生感应电荷。空间任意一点处的电场皆是由点电荷 q 和导体表面上的感应电荷共同激发的。已知静电平衡时导体内部场强处处为零，则在 z 轴上 $z=\frac{h}{2}$ 处的场强大小为（k 为静电力常量）(D)



A. $k\frac{4q}{h^2}$　　B. $k\frac{4q}{9h^2}$　　C. $k\frac{32q}{9h^2}$　　D. $k\frac{40q}{9h^2}$

由点电荷产生的电场在导体表面间的电场分布，导体表面上的感应电荷等效于在 $z=-h$ 处的带等量的异种电荷 $-q$，故在 z 轴上 $z=\frac{h}{2}$ 处的场强大小为 $E=k\frac{q}{(\frac{h}{2})^2}+k\frac{q}{(\frac{h}{2}+h)^2}=k\frac{40q}{9h^2}$。

正确选项：D。

8. (1) Ⅰ.（5 分）根据单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，可以通过实验测量当地的重力加速度。如图 a 所示，将细线的上端固定在铁架台上，下端系一小钢球，就做成了单摆。

（1）用游标卡尺测量小钢球直径，读数如图 b 所示，读数为 18.6 mm。

（2）以下是实验过程中的一些做法，其中正确的有 abe。

a．摆线要选择细些的、伸缩性小些的，并且尽可能长一些；

b．摆球尽量选择质量大些、体积小些的；

c．为了使摆的周期大一些，以方便测量，开始时拉开摆球，使摆线相距平衡位置有较大的角度；

d．拉开摆球，使摆线偏离平衡位置大于 5°，在释放摆球的同时开始计时，当摆球回到开始位置时停止计时，此时间间隔 Δt 即为单摆周期 T；

e．拉开摆球，使摆线偏离平衡位置不大于 5°，释放摆球，当摆球振动稳定后，从平衡位置开始计时，记下摆球做 50 次全振动所用的时间 Δt，则单摆周期 $T=\frac{\Delta t}{50}$。

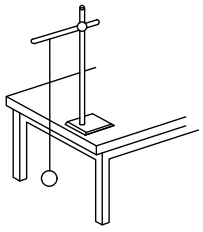


图 a

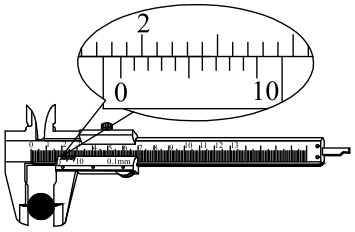


图 b

(2) Ⅱ.（6 分）（1）在测定一根粗细均匀合金丝电阻率的实验中，利用螺旋测微器测定合金丝直径的过程如图所示，校零时的读数为 0.007 mm，合金丝的直径为 0.638 mm。

（2）为了精确测量合金丝的电阻 R_x，设计出如图 d 所示的实验电路图，按照该电路图完成图 e 中的实物电路连接。

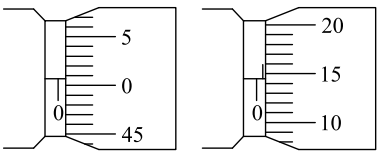


图 c

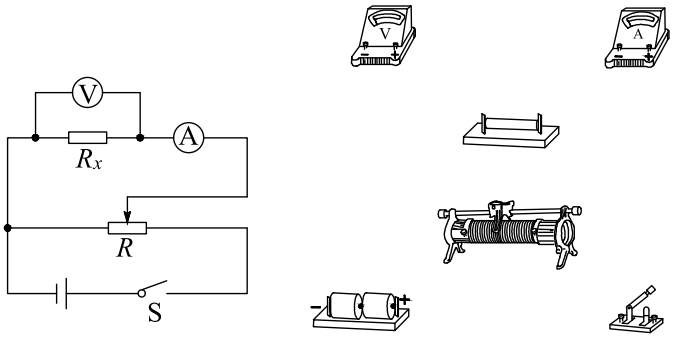


图 d　　图 e

(3) Ⅲ.（7 分）根据闭合电路欧姆定律，用图 f 所示电路可以测定电池的电动势和内电阻。图中 R_0 两端的对应电压 U_{12}，对所得的实验数据进行处理，就可以实现测量目的。根据实验数据在 $\frac{1}{U_{12}}-R$ 坐标系中描出坐标点，如图 g 所示。已知 $R_0=150\,\Omega$，请完成以下数据分析和处理。

（1）图 g 中电阻为 80.00 Ω 的数据点应剔除；

（2）在坐标纸上画出 $\frac{1}{U_{12}}-R$ 关系图线；

（3）图线的斜率是 0.00444（$\mathrm{V}^{-1}\cdot\Omega^{-1}$），由此可得电池电动势 E_n =1.50 V。

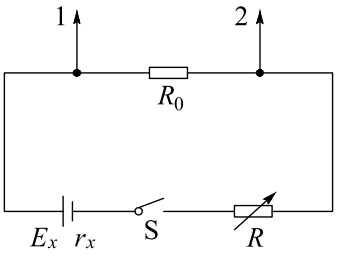


图 f

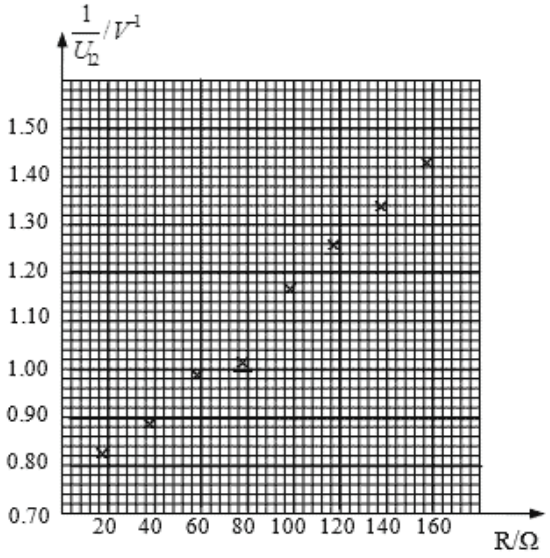


图 g

(1) Ⅰ.（1）18.6 mm；（2）abe。 (2) Ⅱ.（1）0.007 mm，0.638 mm；（2）见解析（实物电路连接如图所示）。 (3) Ⅲ.（1）80.00；（2）见解析；（3）0.00444，1.50 V。

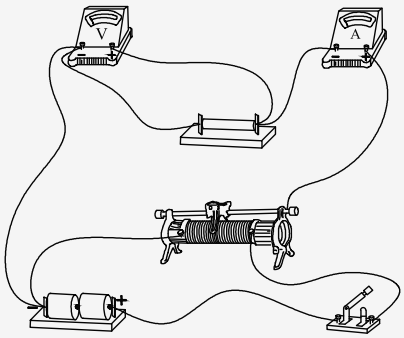
Ⅰ.（1）由题图主尺读数 18 mm，游标尺的第 6 条刻度线与主尺刻度线对齐读数应为 0.6 mm，小钢球直径 $D=18\,\mathrm{mm}+0.6\,\mathrm{mm}=18.6\,\mathrm{mm}$。

（2）根据实验要求，摆线要选择细些的、伸缩性小些的，并且尽可能长一些，a 正确；为了减小空气阻力的影响，应尽量选择质量大些、体积小些的摆球，b 正确；为了使单摆的运动为简谐运动，要求摆角不大于 5°，为了减小测量的误差，应使摆球振动

稳定后，从平衡位置开始计时，e 正确。

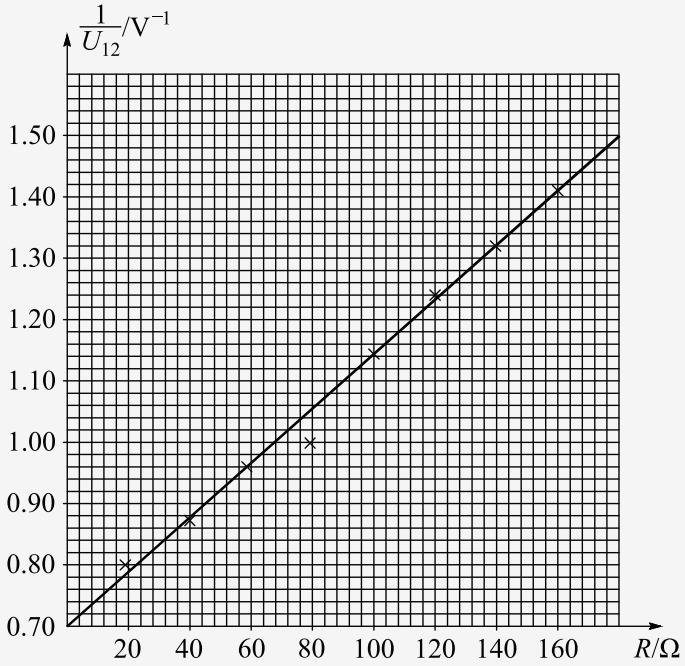
Ⅱ.（1）由图可读得 0.007 mm 和 0.645 mm，故校零时的读数为 0.007 mm；合金丝的直径为 $D = 0.645\,\text{mm} - 0.007\,\text{mm} = 0.638\,\text{mm}$。

（2）按照电路图连接电路如图。



Ⅲ.（1）由图 g 发现在拟合的过程中，80.00 的数据点误差太大，故应剔除。

（2）拟合作图如图所示。



（3）用较远的两点得图线斜率 $k = \frac{1.50-0.70}{180-0} = 0.00444$，由闭合电路欧姆定律知 $E_n = U_{12} + \frac{U_{12}}{R_0}(R + r)$ 可得 $\frac{1}{U_{12}} = \frac{1}{E_n} + \frac{r}{E_n R_0} + \frac{1}{E_n R_0}R$，所以 $k = \frac{1}{E_n R_0}$，代入 k、R_0 值得 $E_n = 1.50\,\text{V}$。

9. 一物体放在水平地面上，如图 a 所示，已知物体所受水平拉力 F 随时间 t 的变化情况如图 b 所示，物体相应的速度 v 随时间 t 的变化关系如图 c 所示。求：

(1) $0 \sim 8\,\text{s}$ 时间内拉力的冲量；

(2) $0 \sim 6\,\mathrm{s}$ 时间内物体的位移；

(3) $0 \sim 10\,\mathrm{s}$ 时间内，物体克服摩擦力所做的功。

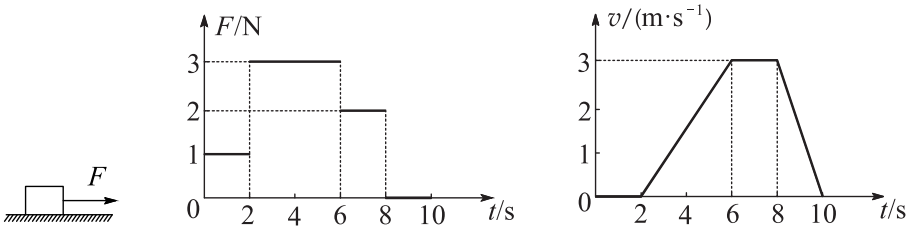


图 a　　图 b　　图 c

(1) $18\,\mathrm{N\cdot s}$　(2) $6\,\mathrm{m}$　(3) $30\,\mathrm{J}$

（1）由图 b 知 $I = F_1\Delta t_1 + F_2\Delta t_2 + F_3\Delta t_3$，$I = 18\,\mathrm{N\cdot s}$。

（2）由图 c 知物体的位移为 $x = \frac{1}{2} \times 4 \times 3\,\mathrm{m} = 6\,\mathrm{m}$。

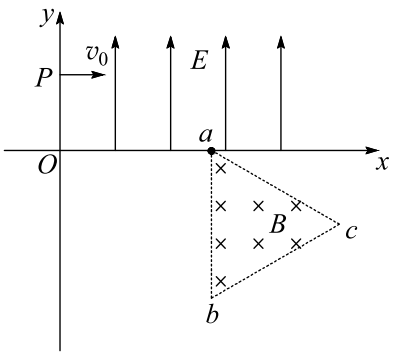
（3）由图 b 知，在 $6 \sim 8\,\mathrm{s}$ 时间内，物体作匀速运动，于是有 $f = 2\,\mathrm{N}$；由图 c 知在 $0 \sim 10\,\mathrm{s}$ 时间内物体的总位移为 $l = \frac{(8-6)+(10-2)}{2} \times 3\,\mathrm{m} = 15\,\mathrm{m}$，所以 $W = fl = 2 \times 15\,\mathrm{J} = 30\,\mathrm{J}$。

10. 如图所示的平面直角坐标系 xOy，在第 I 象限内有平行于 y 轴的匀强电场，方向沿 y 正方向；在第Ⅳ象限的正三角形 abc 区域内有匀强磁场，方向垂直于 xOy 平面向里，正三角形边长为 L，且 ab 边与 y 轴平行。一质量为 m、电荷量为 q 的粒子，从 y 轴上的 P（0，h）点，以大小为 v_0 的速度沿 x 轴正方向射入电场，通过电场后从 x 轴上的 a（$2h$，0）点进入第Ⅳ象限，又经过磁场从 y 轴上的某点进入第Ⅲ象限，且速度与 y 轴负方向成 45° 角，不计粒子所受的重力。求：

(1) 电场强度 E 的大小；

(2) 粒子到达 a 点时速度的大小和方向；

(3) abc 区域内磁场的磁感应强度 B 的最小值。

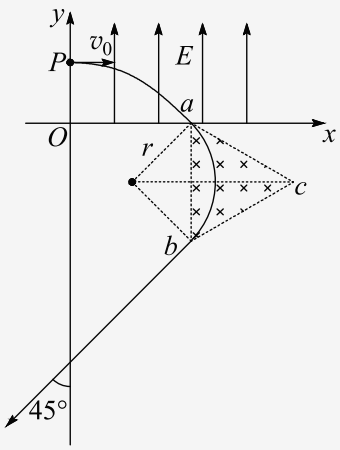


(1) $\frac{mv_0^2}{2qh}$　(2) $\sqrt{2}v_0$，方向指向第Ⅳ象限与 x 轴正方向成 45° 角　(3) $\frac{2mv_0}{qL}$

（1）设粒子在电场中运动的时间为 t，则有 $x=v_0t=2h$，$y=\frac{1}{2}at^2=h$，$qE=ma$；联立以上各式可得 $E=\frac{mv_0^2}{2qh}$。

（2）粒子到达 a 点时沿负 y 方向的分速度为 $v_y=at=v_0$，所以 $v=\sqrt{v_0^2+v_y^2}=\sqrt{2}v_0$，方向指向第Ⅳ象限与 x 轴正方向成 45° 角。

（3）粒子在磁场中运动时，有 $qvB=m\frac{v^2}{r}$；当粒子从 b 点射出时，磁场的磁感应强度为最小值，此时有 $r=\frac{\sqrt{2}}{2}L$，所以 $B=\frac{2mv_0}{qL}$。



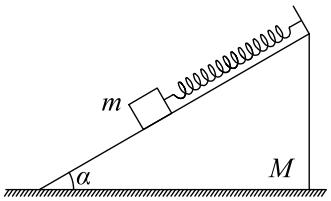
11. 如图所示，质量为 M、倾角为 α 的斜面体（斜面光滑且足够长）放在粗糙的水平地面上，底部与地面的动摩擦因数为 μ，斜面顶端与劲度系数为 k、自然长度为 l 的轻质弹簧相连，弹簧的另一端连接着质量为 m 的物块。压缩弹簧使其长度为 $\frac{3}{4}l$ 时将物块由静止开始释放，且物块在以后的运动中，斜面体始终处于静止状态。重力加速度为 g。

(1) 求物块处于平衡位置时弹簧的长度；

(2) 选物块的平衡位置为坐标原点，沿斜面向下为正方向建立坐标轴，用 x 表示物块相对于平衡位置的位移，证明物块做简谐运动；

(3) 求弹簧的最大伸长量；

(4) 为使斜面始终处于静止状态，动摩擦因数 μ 应满足什么条件（假设滑动摩擦力等于最大静摩擦力）？



(1) $l+\frac{mg\sin\alpha}{k}$　(2) 当物块的位移为 x 时，弹簧伸长量为 $x+\Delta l$，物块所受合力为 $F_{合}=mg\sin\alpha-k(x+\Delta l)$，联立以上各式可得 $F_{合}=-kx$，可知物块作简谐运动。
(3) $\frac{l}{4}+\frac{2mg\sin\alpha}{k}$　(4) $\mu\geqslant\frac{(kl+4mg\sin\alpha)\cos\alpha}{4Mg+4mg\cos^2\alpha-kl\sin\alpha}$

（1）设物块在斜面上平衡时，弹簧的伸长量为 Δl，有 $mg\sin\alpha - k\Delta l = 0$，解得 $\Delta l = \frac{mg\sin\alpha}{k}$，此时弹簧的长度为 $l + \frac{mg\sin\alpha}{k}$。

（2）当物块的位移为 x 时，弹簧伸长量为 $x + \Delta l$，物块所受合力为 $F_{合} = mg\sin\alpha - k(x + \Delta l)$，联立以上各式可得 $F_{合} = -kx$，可知物块作简谐运动。

（3）物块作简谐运动的振幅为 $A = \frac{l}{4} + \frac{mg\sin\alpha}{k}$，由对称性可知，最大伸长量为 $\frac{l}{4} + \frac{2mg\sin\alpha}{k}$。

（4）设物块位移 x 为正，则斜面体受力情况如图所示，由于斜面体平衡，所以有：水平方向 $f + F_{N1}\sin\alpha - F\cos\alpha = 0$；竖直方向 $F_{N2} - Mg - F_{N1}\cos\alpha - F\sin\alpha = 0$；又 $F = k(x + \Delta l)$，$F_{N1} = mg\cos\alpha$；联立可得 $f = kx\cos\alpha$，$F_{N2} = Mg + mg + kx\sin\alpha$。为使斜面体始终处于静止，结合牛顿第三定律，应有 $|f| \leqslant \mu F_{N2}$，所以 $\mu \geqslant \frac{|f|}{F_{N2}} = \frac{k|x|\cos\alpha}{Mg+mg+kx\sin\alpha}$；当 $x = -A$ 时，上式右端达到最大值，于是有 $\mu \geqslant \frac{(kl+4mg\sin\alpha)\cos\alpha}{4Mg+4mg\cos^2\alpha-kl\sin\alpha}$。

