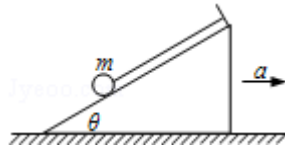


2013 年普通高等学校招生全国统一考试(安徽卷)物理

一、每题 6 分，在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1.(6 分)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 T 和斜面的支持力 F_N 分别为(重力加速度为 g)()



A. $T=m(g\sin\theta+acos\theta)$ $F_N=m(g\cos\theta - asin\theta)$

B. $T=m(g\sin\theta+acos\theta)$ $F_N=m(g\sin\theta - acos\theta)$

C. $T=m(acos\theta - g\sin\theta)$ $F_N=m(g\cos\theta+asin\theta)$

D. $T=m(asin\theta - g\cos\theta)$ $F_N=m(g\sin\theta+acos\theta)$

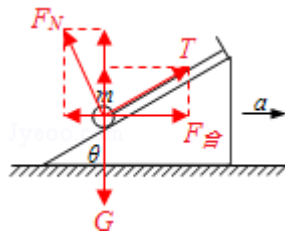
解析：当加速度 a 较小时，小球与斜面一起运动，此时小球受重力、绳子拉力和斜面的支持力，绳子平行于斜面；小球的受力如图：

水平方向上由牛顿第二定律得： $T\cos\theta - F_N\sin\theta=ma$ ①

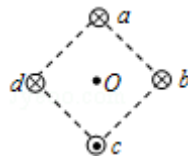
竖直方向上由平衡得： $T\sin\theta+F_N\cos\theta=mg$ ②

①②联立得： $F_N=m(g\cos\theta - asin\theta)$ $T=m(g\sin\theta+acos\theta)$ 故 A 正确，BCD 错误。

答案：A.



2.(6 分)图中 a、b、c、d 为四根与纸面垂直的长直导线，其横截面位于正方形的四个顶点上，导线中通有大小相同的电流，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()



A. 向上

B. 向下

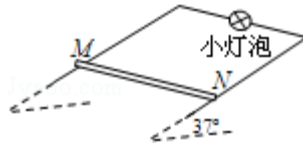
C. 向左

D. 向右

解析：根据题意，由右手螺旋定则知 b 与 d 导线电流产生磁场正好相互抵消，而 a 与 c 导线产生磁场正好相互叠加，由右手螺旋定则，则得磁场方向水平向左，当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，根据左手定则可知，它所受洛伦兹力的方向向下。故 B 正确，ACD 错误。

答案：B.

3.(6分)如图所示，足够长平行金属导轨倾斜放置，倾角为 37° ，宽度为 0.5m ，电阻忽略不计，其上端接一小灯泡，电阻为 1Ω 。一导体棒 MN 垂直于导轨放置，质量为 0.2kg ，接入电路的电阻为 1Ω ，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 0.8T 。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 的运动速度以及小灯泡消耗的电功率分别为(重力加速度 g 取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ \approx 0.6$)()



A. 2.5m/s 1W

B. 5m/s 1W

C. 7.5m/s 9W

D. 15m/s 9W

解析：导体棒做匀速直线运动，处于平衡状态，由平衡条件得： $mgsin37^\circ = \mu mgcos37^\circ + \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$ ，
解得 $v=5\text{m/s}$ ；

导体棒产生的感应电动势 $E=BLv$ ，电路电流 $I=\frac{E}{R+r}$ ，灯泡消耗的功率 $P=I^2 R$ ，解得 $P=1\text{W}$ ；

答案：B.

4.(6分)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()

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. $\frac{GMm}{2}(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2})$

解析：卫星做匀速圆周运动，由地球的万有引力提供向心力，则

轨道半径为 R_1 时 $G\frac{Mm}{R_1^2} = m\frac{v_1^2}{R_1}$ ①，卫星的引力势能为 $E_{P1} = -\frac{GMm}{R_1}$ ②

轨道半径为 R_2 时 $G\frac{Mm}{R_2^2} = m\frac{v_2^2}{R_2}$ ③，卫星的引力势能为 $E_{P2} = -\frac{GMm}{R_2}$ ④

设摩擦而产生的热量为 Q ，根据能量守恒定律得：

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + E_{P1} = \frac{1}{2}mv_2^2 + E_{P2} + Q \quad (5)$$

$$\text{联立①~⑤得 } Q = \frac{GM\pi}{2} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$

答案：C.

5.(6分)由消防水龙带的喷嘴喷出水的流量是 $0.28\text{m}^3/\text{min}$ ，水离开喷口时的速度大小为 $16\sqrt{3}\text{m/s}$ ，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 10m/s^2)()

- A. 28.8m $1.12 \times 10^{-2}\text{m}^3$
- B. 28.8m 0.672m^3
- C. 38.4m $1.29 \times 10^{-2}\text{m}^3$
- D. 38.4m 0.776m^3

解析：水在竖直方向上的分速度 $v_{y0} = v_0 \sin 60^\circ = 16\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{m/s} = 24\text{m/s}$ 。

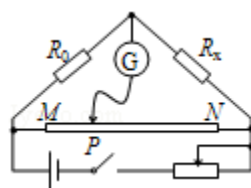
$$\text{则空中水柱的高度 } h = \frac{v_{y0}^2}{2g} = \frac{24^2}{20} \text{m} = 28.8\text{m}。$$

$$\text{则 } t = \frac{v_{y0}}{g} = 2.4\text{s}。$$

则空中水柱的水量 $Q = 0.28 \times \frac{2.4}{60} \text{m}^3 = 1.12 \times 10^{-2} \text{m}^3$ 。故 A 正确，B、C、D 错误。

答案：A.

6.(6分)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， G 是灵敏度很高的电流表， MN 是一段均匀的电势丝。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()



- 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. $\frac{l_2}{l_1 + l_2} R_0$

解析：电阻丝 MP 段与 PN 段电压之比等于 R_0 和 R_x 的电压比，即 $\frac{U_{MP}}{U_{PN}} = \frac{U_{R_0}}{U_{R_x}} = \frac{R_0}{R_x}$;

通过电流表 G 的电流为零，说明通过电阻丝两侧的电流是相等的，而总电流一定，故通过 R_0 和 R_x 的电流也相等，故

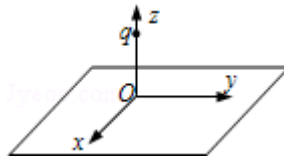
$$\frac{R_{MP}}{R_{PN}} = \frac{R_0}{R_x};$$

根据电阻定律公式 $R = \rho \frac{L}{S}$ ，有 $\frac{R_{MP}}{R_{PN}} = \frac{l_1}{l_2}$;

$$\text{故 } \frac{R_0}{R_x} = \frac{l_1}{l_2}, \text{ 解得 } R_x = \frac{l_2}{l_1} R_0$$

答案：C.

7.(6分)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)()



A. $k \frac{4q}{h^2}$

B. $k \frac{4q}{9h^2}$

C. $k \frac{32q}{9h^2}$

D. $k \frac{40q}{9h^2}$

解析：在 z 轴上 $-\frac{h}{2}$ 处，合场强为零，该点场强为 q 和导体近端感应电荷产生电场的场强的矢量和；

$$q \text{ 在 } -\frac{h}{2} \text{ 处产生的场强为: } E_1 = \frac{kq}{\left(\frac{3}{2}h\right)^2} = \frac{4kq}{9h^2};$$

由于导体远端离 $-\frac{h}{2}$ 处很远，影响可以忽略不计，故导体在 $-\frac{h}{2}$ 处产生场强近似等于近端在 $-\frac{h}{2}$ 处产生的场强；

$$-\frac{h}{2} \text{处场强为: } 0 = E_1 + E_2, \text{ 故 } E_2 = -E_1 = -\frac{4kq}{9h^2};$$

根据对称性，导体近端在 $\frac{h}{2}$ 处产生的场强为 $-E_2 = \frac{4kq}{9h^2}$ ；

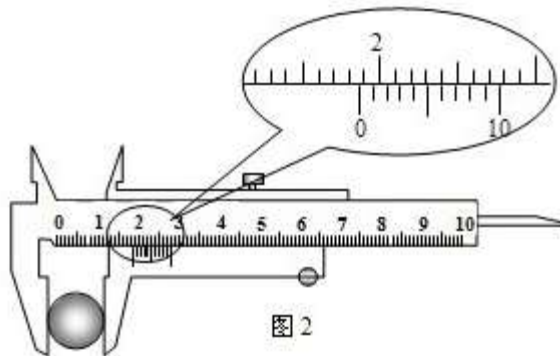
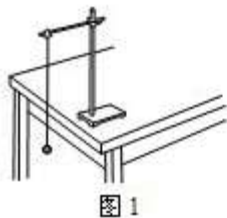
$$\text{电荷 } q \text{ 在 } \frac{h}{2} \text{ 处产生的场强为: } \frac{kq}{\left(\frac{h}{2}\right)^2} = \frac{4kq}{h^2};$$

$$\text{故 } \frac{h}{2} \text{ 处的合场强为: } \frac{4kq}{h^2} + \frac{4kq}{9h^2} = \frac{40kq}{9h^2};$$

答案：D.

二、解答题(共 6 小题，满分 68 分)

8.(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 1 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，示数如图 2 所示，读数为_____mm。

(2)以下是实验过程中的一些做法，其中正确的有_____。

- 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 $T = \Delta t / 50$ 。

解析：(1)游标卡尺的读数方法是先读出主尺上的刻度，大小：18mm，再看游标尺上的哪一刻度与固定的刻度对齐：第6刻度与上方刻度对齐，读数： $0.1 \times 6 = 0.6\text{mm}$ ，总读数： $L = 18 + 0.6 = 18.6\text{mm}$ 。

(2)该实验中，要选择细些的、伸缩性小些的摆线，长度要适当长一些；和选择体积比较小，密度较大的小球。故 ab 是正确的。

摆球的周期与摆线的长短有关，与摆角无关，故 c 错误；

拉开摆球，使摆线偏离平衡位置不大于 5° ，故 d 错误；

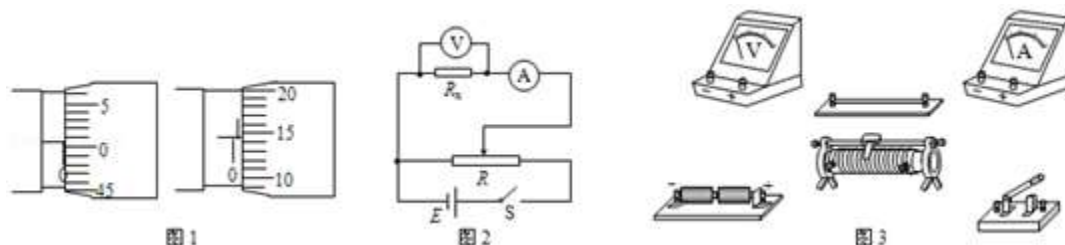
释放摆球，当摆球振动稳定后，从平衡位置开始计时；要测量多个周期的时间，然后求平均值。故 e 正确。

答案：abe。

答案：(1)18.6 (2)abe。

9.(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1所示，校零时的读数为_____mm，合金丝的直径为_____mm。

(2)为了精确测量合金丝的电阻 R_x ，设计出如图2所示的实验电路图，按照该电路图完成图3中的实物电路连接。

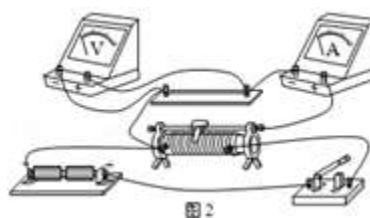


解析：(1)图1中，旋测微器的固定刻度为0，可动刻度为 $0.01 \times 0.7\text{mm} = 0.007\text{mm}$ ，所以最终读数为0.007mm；

图2旋测微器的固定刻度为0.5mm，可动刻度为 $0.01 \times 14.5\text{mm} = 0.145\text{mm}$ ，所以最终读数为0.645mm；

故合金丝的直径为 $0.645\text{mm} - 0.007\text{mm} = 0.638\text{mm}$ ；

(2)根据电路图可知，电流表是外接法，滑动变阻器是分压式接法，连线实物图如图。



答案：(1)0.007，0.638； (2)如图所示。

10.(7分)根据闭合电路欧姆定律，用图1所示电路可以测定电池的电动势和内电阻。图中 R_0 两端的对应电压为 U_{12} ，对测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2所示。已知 $R_0 = 150\Omega$ ，请完成以下数据分析和处理。

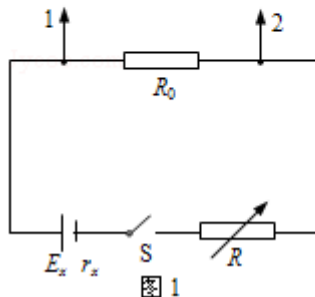


图 1

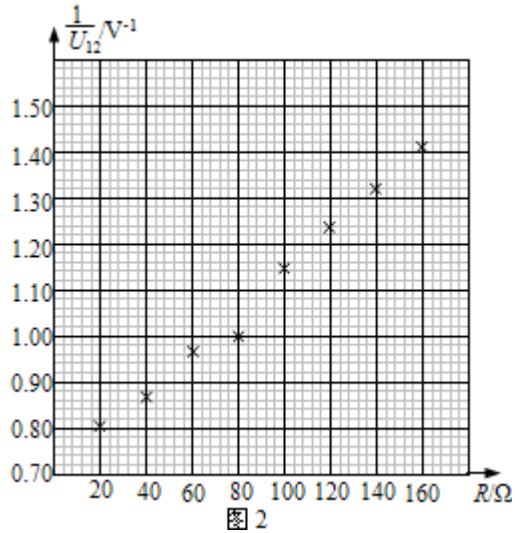


图 2

(1)图 2 中电阻为_____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_____ ($v^{-1} \Omega^{-1}$), 由此可得电池电动势 $E_x =$ _____ V。

解析: (1)第 4 个点明显和其余点不在一条直线上, 故应该剔除;

(2)如图所示;

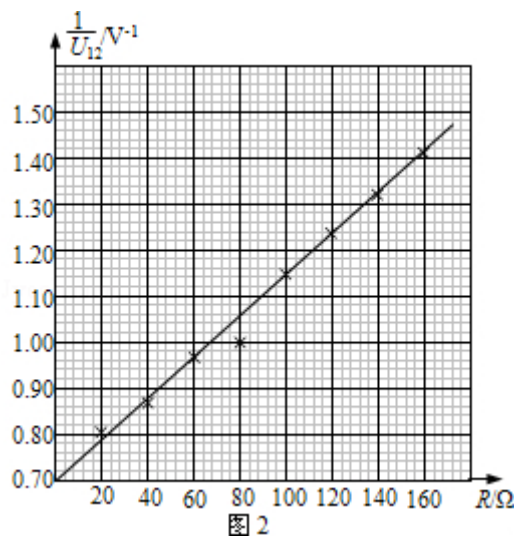


图 2

(3)根据闭合电路欧姆定律, 有: $E = U_{12} + \frac{U_{12}}{R_0} \cdot (R + r_x)$, 变形得:

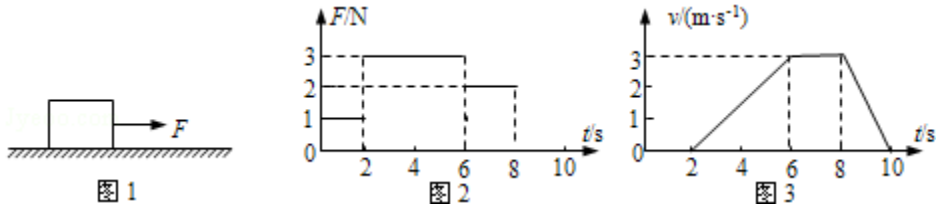
$$\frac{1}{U_{12}} = \frac{1}{ER_0} \cdot R + \left(1 + \frac{r_x}{R_0}\right) \frac{1}{E};$$

$$\text{斜率为: } \frac{1.40 - 0.70}{156} \approx 0.0045 = \frac{1}{ER_0};$$

$$\text{故: } E = \frac{1}{0.0045 \times R_0} = \frac{1}{0.0045 \times 150} \approx 1.48V;$$

答案: (1)80.0; (2)如图所示; (3)0.0045, 1.48。

11.(14分)一物体放在水平地面上,如图1所示,已知物体所受水平拉力F随时间t的变化情况如图2所示,物体相应的速度v随时间t的变化关系如图3所示。求:



(1)0~8s 时间内拉力的冲量;

(2)0~6s 时间内物体的位移;

(3)0~10s 时间内, 物体克服摩擦力所做的功。

解析: (1)由图象知, 力F的方向恒定, 故力F在0~8s 内的冲量

$$I = F_1 t_1 + F_2 t_2 + F_3 t_3 = 1 \times 2 + 3 \times 4 + 2 \times 2 \text{ N}\cdot\text{s} = 18 \text{ N}\cdot\text{s};$$

(2)由图3知, 物体在0~2s 内静止, 2~6s 内做匀加速直线运动, 初速度为0, 末速度为3m/s

所以物体在0~6s 内的位移即为2~6s 内匀加速运动的位移 $x_1 = \frac{v+v_0}{2} t = \frac{0+3}{2} \times 4 \text{ m} = 6 \text{ m};$

(3)由图3知物体在6~8s 内做匀直线运动, 此时摩擦力与拉力平衡即 $f = F = 2 \text{ N};$

物体在6~8s 内做匀速直线运动位移 $x_2 = vt = 3 \times 2 \text{ m} = 6 \text{ m}$

物体在8~10s 内做匀减速运动位移 $x_3 = \frac{v+v_0}{2} t = \frac{3+0}{2} \times 2 \text{ m} = 3 \text{ m}$

所以物体在0~10s 内的总位移 $x = x_1 + x_2 + x_3 = 15 \text{ m}$

摩擦力做功 $W_f = -fx = -2 \times 15 \text{ J} = -30 \text{ J}$

即物体克服摩擦力做功30J。

答: (1)0~8s 时间内拉力的冲量为18N·s;

(2)0~6s 时间内物体的位移为6m;

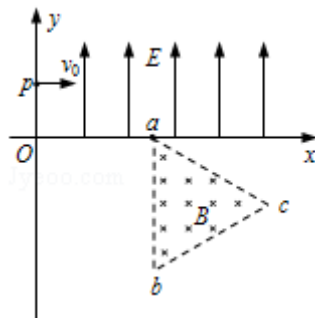
(3)0~10s 时间内, 物体克服摩擦力所做的功为30J。

12.(16分)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v₀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。



解析：粒子在第 I 象限内做类平抛运动，设在第 I 象限内运动的时间为 t_1 ，则

水平方向有： $2h = v_0 t_1 \dots ①$

竖直方向有： $h = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t_1^2 \dots ②$

①②式联立得： $E = \frac{mv_0^2}{2qh} \dots ③$

(2) 设粒子到达 a 点时竖直方向的速度 v_y

则有： $v_y = a t_1 = \frac{qE}{m} t_1 \dots ④$

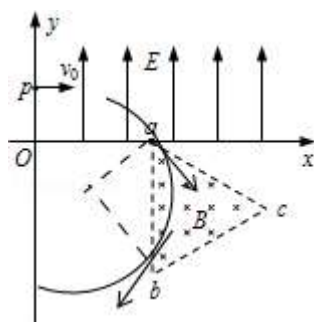
①③④联立得： $v_y = v_0$

所以粒子到达 a 点时速度大小为 $v_a = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + v_0^2} = \sqrt{2} v_0 \dots ①$

与 x 轴的夹角为 θ ，由几何关系得： $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0}{v_0} = 1$ ，

所以 $\theta = 45^\circ$ ；

(3) 经分析，当粒子从 b 点出磁场时，磁感应强度最小；



由几何关系得： $r = \frac{\sqrt{2}}{2} L \dots ②$

由洛伦兹力提供向心力得： $Bqv = \frac{mv^2}{r} \dots ③$

①②③联立得： $B = \frac{2mv_0}{qL}$ 即磁感应强度的最小值。

答案：(1) 电场强度 E 的大小 $E = \frac{mv_0^2}{2qh}$

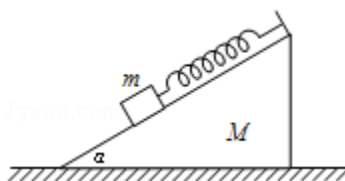
(2) $v = \sqrt{2} v_0$ ，与 x 轴正方向成 45° 角斜向右下方

(3) 磁场的磁感应强度 B 的最小值 $B = \frac{2mv_0}{qL}$ 。

13.(20 分) 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)?



解析：(1)物体平衡时，受重力、支持力和弹簧的弹力，根据平衡条件，有：
 $mg\sin\alpha = k \cdot \Delta x$

解得：
$$\Delta x = \frac{mg\sin\alpha}{k}$$

故弹簧的长度为 $l + \frac{mg\sin\alpha}{k}$ ；

(2)物体到达平衡位置下方 x 位置时，弹力为： $k(x + \frac{mg\sin\alpha}{k})$ ；

故合力为： $F = mg\sin\alpha - k(x + \frac{mg\sin\alpha}{k}) = -kx$ ；

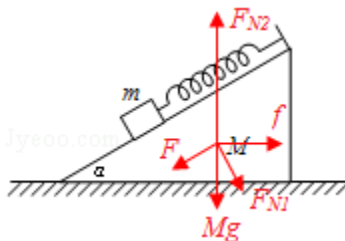
故物体做简谐运动；

(3)简谐运动具有对称性，压缩弹簧使其长度为 $\frac{3}{4}l$ 时将物块由静止开始释放，故其振幅为：

$$A = \frac{1}{4}l + \Delta x = \frac{1}{4}l + \frac{mg\sin\alpha}{k}$$

故其最大伸长量为： $A + \Delta x = (\frac{1}{4}l + \frac{mg\sin\alpha}{k}) + \frac{mg\sin\alpha}{k} = \frac{1}{4}l + \frac{2mg\sin\alpha}{k}$ ；

(4)设物块位移 x 为正，斜面体受重力、支持力、压力、弹簧的拉力、静摩擦力，如图



根据平衡条件，有：

水平方向： $f + FN_1\sin\alpha - F\cos\alpha = 0$

竖直方向： $FN_2 - Mg - FN_1\cos\alpha - F\sin\alpha = 0$

又有： $F = k(x + \Delta x)$, $FN_1 = mg\cos\alpha$

联立可得： $f = kx\cos\alpha$, $FN_2 = Mg + mg + kx\sin\alpha$

为使斜面体保持静止，结合牛顿第三定律，应该有 $|f| \leq \mu F_{N2}$ ，所以

$$\mu \geq \frac{|f|}{F_{N2}} = \frac{k|x|\cos\alpha}{Mg+mg+kx\sin\alpha}$$

当 $x = -A$ 时，上式右端达到最大值，于是有：

$$\mu \geq \frac{(kL+4mg\sin\alpha)\cos\alpha}{4Mg+4mg\cos^2\alpha - kL\sin\alpha}$$

答案：(1)物块处于平衡位置时弹簧的长度为 $l + \frac{mgsin\alpha}{k}$ ；

(2)证明如上；

(3)弹簧的最大伸长量为 $\frac{l}{4} + \frac{2mgsin\alpha}{k}$ ；

(4)为使斜面始终处于静止状态，动摩擦因数 μ 应满足的条件为：

$$\mu \geq \frac{(kl+4mg\sin\alpha)\cos\alpha}{4Mg+4mg\cos^2\alpha - kl\sin\alpha}。$$