2011 北京东城高三二模

物　　理

一、选择题（共 8 小题，每小题 6 分，满分 48 分）

1.（6 分）物理学是一门以实验为基础的科学，任何学说和理论的建立都离不开实验．下面给出了几个在物理学发展史上有重要地位的物理实验，以及与之相关的物理学发展史实的说法，其中错误的是（　　）

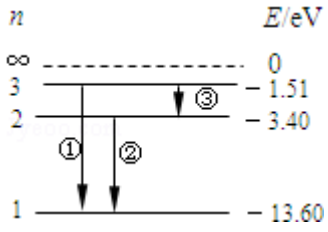
A．α 粒子散射实验是原子核式结构理论的实验基础

B．光电效应实验表明光具有粒子性

C．电子的发现揭示了原子不是构成物质的最小微粒

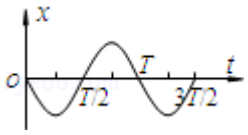
D．天然放射现象的发现证实了玻尔原子理论是正确的

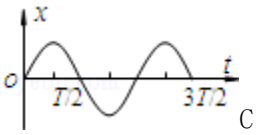
2.（6 分）如图为氢原子的能级示意图，图中①、②、③分别表示氢原子由所处激发态向低能级的跃迁，跃迁时所发射的光子的频率和波长分别为 ν_1、ν_2、ν_3 和 λ_1、λ_2、λ_3．下列说法正确的是（　　）

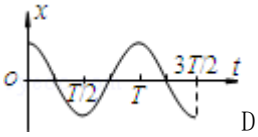


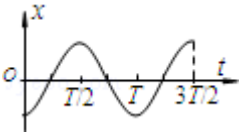
A．$\lambda_1 > \lambda_2$　B．$\lambda_1 > \lambda_3$　C．$\nu_1 > \nu_2$　D．$\nu_2 < \nu_3$

3.（6 分）一摆长为 l 的单摆做简谐运动，从某时刻开始计时，经过 $t=\frac{11\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}$，摆球具有负向最大加速度，下面四个图象分别记录了该单摆从计时时刻开始到$\frac{3T}{2}$的振动图象，其中正确的是（　　）

A.


B.


C.


D.


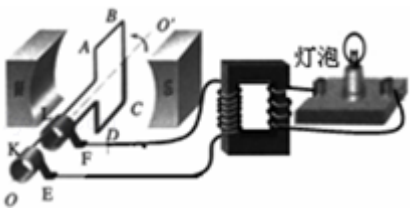
4.（6 分）如图所示，50 匝矩形线圈 ABCD 处于磁感应强度大小 $B=\frac{\sqrt{2}}{10}T$ 的水平匀强磁场中，线圈面积 $S=0.5m^2$，电阻不计．线框绕垂直于磁场的轴 OO′ 以角速度 $\omega=200rad/s$ 匀速转动，线圈中产生的感应电流通过金属滑环 E、F 与理想变压器原线圈相连，变压器的副线圈线接入一只“220V，60W”灯泡，且灯泡正常发光，下列说法正确的是（　　）

A．图示位置穿过线圈平面的磁通量为零

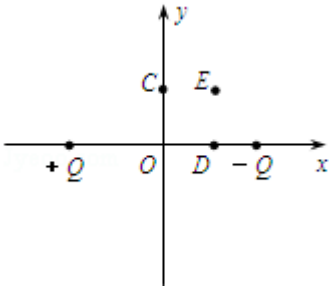
B．线圈中产生交变电压的有效值为 $500\sqrt{2}V$

C．变压器原、副线圈匝数之比为 25：11

D．维持线圈匀速转动输入的最小机械功率为 $60\sqrt{2}W$



5.（6 分）如图所示，直角坐标系 xOy，在 x 轴上固定着关于 O 点对称的等量异号点电荷+Q 和 - Q，C、D、E 三点的坐标分别为 C（0，a），D（b，0）和 E（b，a）．将一个点电荷+q 从 O 移动到 D，电场力对它做功为 W_1，将这个点电荷从 C 移动到 E，电场力对它做功为 W_2．下列判断正确的是（　　）



A．两次移动电荷电场力都做正功，并且 $W_1=W_2$

B．两次移动电荷电场力都做正功，并且 $W_1>W_2$

C．两次移动电荷电场力都做负功，并且 $W_1=W_2$

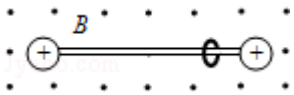
D．两次移动电荷电场力都做负功，并且 $W_1>W_2$

6.（6 分）由于行星的自转，放在某行星“赤道”表面的物体都处于完全失重状态．如果这颗行星在质量、半径、自转周期、公转周期等参数中只有一个参数跟地球不同，而下列情况中符合条件的是（　　）

A．该行星的半径大于地球 B．该行星的质量大于地球

C．该行星的自转周期大于地球 D．该行星的公转周期大于地球

7.（6 分）如图所示，两个带等量正电荷的小球与水平放置的光滑绝缘杆相连，并固定在垂直纸面向外的匀强磁场中，杆上套有一个带正电的小环，带电小球和小环都可视为点电荷．若将小环由静止从图示位置开始释放，在小环运动的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．小环的加速度的大小不断变化

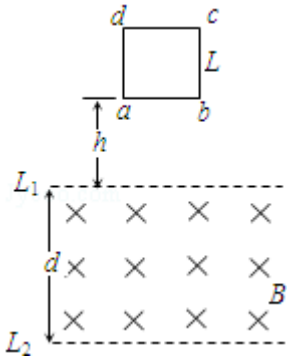
B．小环的速度将一直增大

C．小环所受的洛伦兹力一直增大

D．小环所受的洛伦兹力方向始终不变

8.（6 分）如图所示，相距为 d 的两水平虚线 L_1、L_2 表示方向垂直纸面向里的匀强磁场的上下边界，磁场的磁感应强度为 B．正方形线框 abcd 的边长为 L（L＜d）、质量为 m、电阻为 R，线框处在磁场正上方，ab 边与虚线 L_1 相距 h．线框由静止释放，下落过程中线框平面始终在竖直平面内，线框的 ab 边刚进人磁场时的速度和 ab 边刚离开磁场时的速度相同．在线框从进入到全部穿过磁场的过程中，下列说法正确的是

（　　）



A．线框克服安培力所做的功为 mgd

B．线框克服安培力所做的功为 mgL

C．线框的最小速度为$\frac{mgR}{B^2L^2}$

D．线框的最小速度为$\sqrt{2g(h+L-d)}$

二、解答题（共 5 小题，满分 72 分）

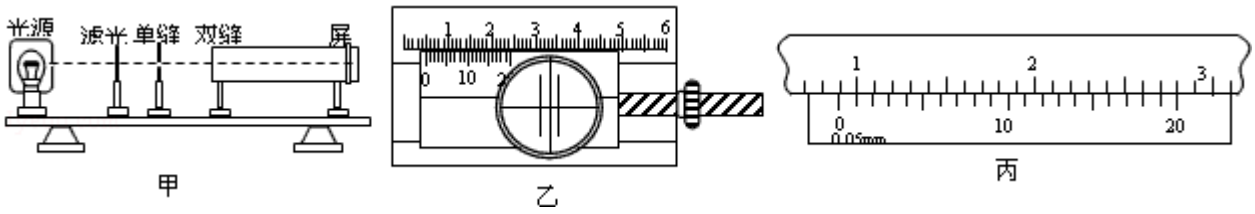
9.（6 分）在《用双缝干涉测光的波长》实验中，将双缝干涉实验仪按照要求安装在光具座上，如图甲所示．从仪

器注明的规格可知，像屏与双缝屏间的距离 l=600mm，选用缝间距 d=0.20mm 的双缝屏．调整实验装置，观察到双缝干涉条纹．

①选用带有游标尺的测量头（如图乙所示）测量相邻两条亮条纹间的距离．转动测量头的手轮，使分划板的中心刻线对齐某一条亮条纹（将这一条纹选定为第 1 亮条纹）的中心，此时游标尺上的示数为 x_1=1.15mm；继续转动测量头的手轮，使分划板的中心刻线对齐第 6 亮条纹的中心，此时游标尺上的示数情况如图丙所示，其读数为 x_2= mm．

②利用上述测量结果，经计算可得两个相邻明纹（或暗纹）间的距离△x=_____mm；

③实验中测出的光的波长 λ=_____m．



10．（12 分）为了研究轻质弹簧的弹性势能与弹簧压缩量的关系，某实验小组的实验装置如图甲所示，水平光滑槽距地面高为 h，光滑槽与桌子右边缘垂直，槽出口与桌边缘相齐，槽中放置一轻质弹簧，其左端固定，右端与质量为 m 的小钢球接触．将小球向左推，压缩弹簧一段距离后由静止释放，弹簧将小球沿水平方向推出，小球落到位于水平地面的记录纸上，留下痕迹．

①若测得某次实验小球的落点 P 到 O 点的距离为 s，那么由理论分析得到小球释放前压缩弹簧的弹性势能 E_p 与 h、s 和 mg 之间的关系式是_____；

②该同学改变弹簧的压缩量进行多次实验，测量得到下表的数据：

弹簧压缩量 x/（cm）	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
小球飞行水平距离 s/m	2.01	3.00	4.01	4.98	6.01	6.99

在坐标纸上做出 x－s 的图象．并由图象得出：x 与 s 的关系式是_____．

实验得到弹簧弹性势能与弹簧压缩量 x 之间的关系式为_____；

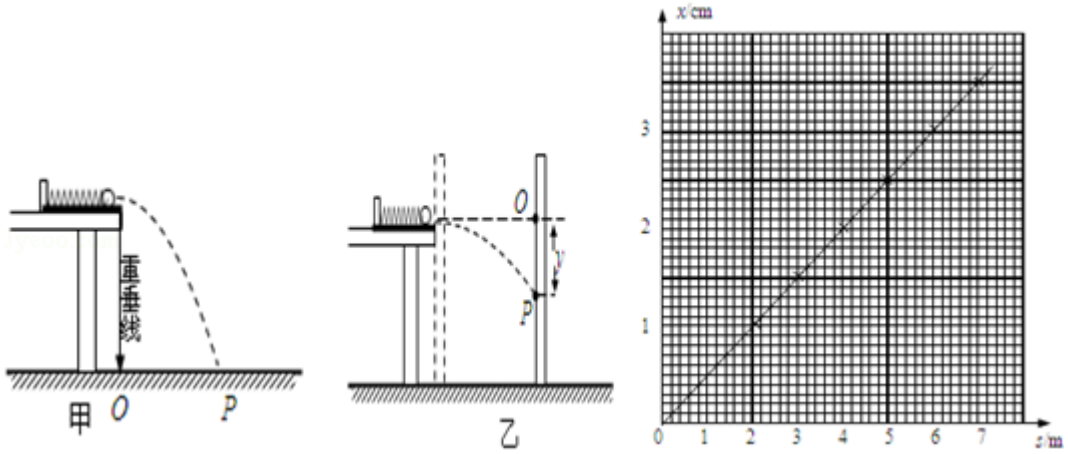
③完成实验后，该同学对上述装置进行了如图乙所示的改变：

（I）在木板表面先后钉上白纸和复写纸，并将木板竖直立于靠近桌子右边缘处，使小球向左压缩弹簧一段距离后由静止释放，小球撞到木板上，并在白纸上留下痕迹 O；

（II）将木板向右平移适当的距离（设为 L）固定，再使小球向左压缩弹簧一段距离后由静止释放，小球撞到木板上，在白纸上留下痕迹 P；

（III）用刻度尺测量纸上 O 点到 P 点的竖直距离设为 y．

由此步骤得到弹簧的压缩量应该为_____；



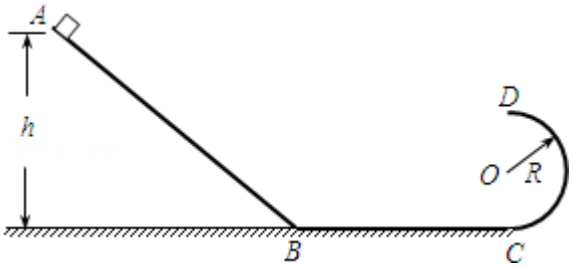
④若该同学在完成步骤③的过程中，光滑水平槽与桌子右边缘不垂直，用③问的方法计算得出的弹簧压缩量与实际值相比_____（选填“偏大”、“偏小”或“相同”）.

11.（16 分）如图所示，在竖直平面内，由倾斜轨道 AB、水平轨道 BC 和半圆形轨道 CD 连接而成的光滑轨道，AB 与 BC 的连接处是半径很小的圆弧，BC 与 CD 相切，圆形轨道 CD 的半径为 R. 质量为 m 的小物块从倾斜轨道上距水平面高为 h=2.5R 处由静止开始下滑. 求：

（1）小物块通过 B 点时速度 v_B 的大小；

（2）小物块通过圆形轨道最低点 C 时圆形轨道对物块的支持力 F 的大小；

（3）试通过计算说明，小物块能否通过圆形轨道的最高点 D.

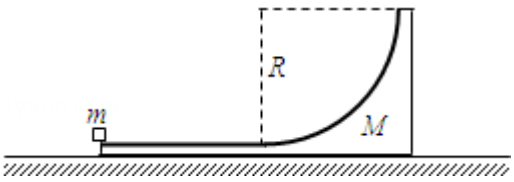


12.（18 分）质量为 M 的滑块由水平轨道和竖直平面内的四分之一光滑圆弧轨道组成，放在光滑的水平面上. 质量为 m 的物块从圆弧轨道的最高点由静止开始滑下，以速度 v 从滑块的水平轨道的左端滑出，如图所示. 已知 M：m=3：1，物块与水平轨道之间的动摩擦因数为 μ，圆弧轨道的半径为 R.

（1）求物块从轨道左端滑出时，滑块 M 的速度的大小和方向；

（2）求水平轨道的长度；

（3）若滑块静止在水平面上，物块从左端冲上滑块，要使物块 m 不会越过滑块，求物块冲上滑块的初速度应满足的条件.

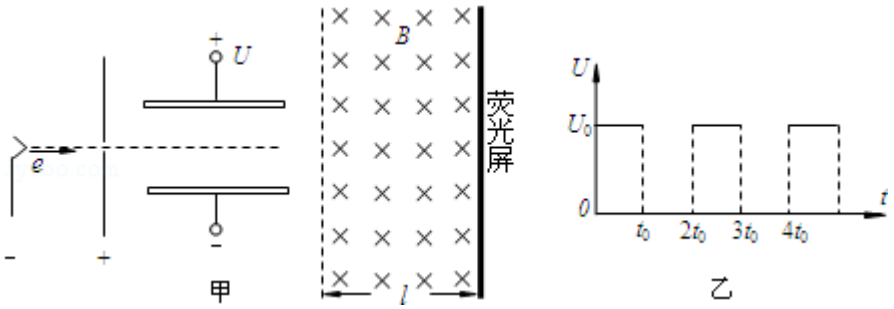


13.（20 分）如图所示装置由加速电场、偏转电场和偏转磁场组成．偏转电场处在加有电压的相距为 d 的两块水平平行放置的导体板之间，匀强磁场水平宽度为 l，竖直宽度足够大，处在偏转电场的右边，如图甲所示．大量电子（其重力不计）由静止开始，经加速电场加速后，连续不断地沿平行板的方向从两板正中间射入偏转电场．当两板没有加电压时，这些电子通过两板之间的时间为 $2t_0$，当在两板间加上如图乙所示的周期为 $2t_0$、幅值恒为 U_0 的电压时，所有电子均能通过电场，穿过磁场，最后打在竖直放置的荧光屏上（已知电子的质量为 m、电荷量为 e）．求：

（1）如果电子在 t=0 时刻进入偏转电场，求它离开偏转电场时的侧向位移大小；

（2）通过计算说明，所有通过偏转电场的电子的偏向角（电子离开偏转电场的速度方向与进入电场速度方向的夹角）都相同．

（3）要使电子能垂直打在荧光屏上，匀强磁场的磁感应强度为多少？



参考答案

一、选择题（共 8 小题，每小题 6 分，满分 48 分）

1.【解答】A、α 粒子散射实验表明了原子具有核式结构．故 A 正确．

B、光具有波粒二象性，光电效应证实了光具有粒子性．故 B 正确．

C、电子的发现表明了原子不是构成物质的最小微粒．故 C 正确．

D、天然放射现象证实了原子核内部有复杂结构．故 D 错误．

本题选不正确的，故选 D．

2.【解答】n=3 跃迁到 n=1 能级所释放光子的能量等于 n=3 跃迁到 n=2，n=2 跃迁到 n=1 能级释放的光子能量之和，即：$hv_1=hv_2+hv_3$，所以 $v_1=v_2+v_3$．

因为 n=3 跃迁到 n=1 能级释放的光子能量大于 n=2 跃迁到 n=1 能级的能量，所以 $v_1>v_2$．

n=2 跃迁到 n=1 能级释放的能量大于 n=3 跃迁到 n=2 能级释放的能量，所以 $v_2>v_3$．

根据 $\lambda=\frac{c}{v}$得：$\lambda_1<\lambda_2$，$\lambda_1<\lambda_3$，故 C 正确，A、B、D 错误．

故选：C．

3.【解答】单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，则 ts 内小球的振动周期数为：$\frac{11}{4}=2\frac{3}{4}$个周期；故计时开始时小球的位置应为平衡位置向下运动，故 A 正确；

故选：A．

4.【解答】A、由图可知，此时线圈和磁场垂直，此时线框的磁通量最大，所以 A 错误．

B、矩形闭合导线框 ABCD 在磁场中转动，产生的交流电的最大值为：

$E_m=nBs\omega=50\times\frac{\sqrt{2}}{10}\times0.5\times200=500\sqrt{2}V$，

由于最大值为有效值的$\sqrt{2}$倍，所以交流电的有效值为 500V，所以 B 错误．

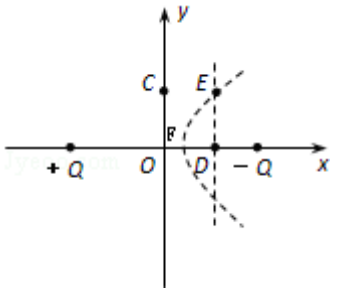
C、由于电压与匝数成正比，所以变压器原、副线圈匝数之比为$\frac{500}{220}=\frac{25}{11}$，所以 C 正确．

D、理想变压器的输入功率等于输出功率，输出功率为 60W，故输入功率也为 60W，故 D 错误．

故选：C．

5.【解答】过 E 点作一条等势线与 x 轴的交点为 F，如图．y 轴是等量异号点电荷+Q 和－Q 连线的中垂线，则 y 轴是一条等势线，C、O 电势相等．将点电荷+q 从 O 移动到 D，电场力做正功，将这个点电荷从 C 移动到 E 电场力做功等于从 O 移到 F 做功，即 $W_2=W_{OF}$，可知，电场力也做正功．由于 O、D 间的电势差大于 O、F 间的电势差，根据电场力做功公式 W=qU，得知 $W_1>W_{OF}$，则得 $W_1>W_2$，故 B 正确．

故选：B.



6.【解答】放在某行星“赤道”表面的物体都处于完全失重状态，那么重力等于向心力．a=rω^2，可变条件有 g、r、ω因为只有一个不变，那么想要 g=a，可以减小 g，或者增大ω，或者增大 r．行星的质量大于地球会增大 g，行星的自传周期大于地球会减小ω，而公转周期对此无影响，故 A 正确，B、C、D 错误．

故选 A.

7.【解答】小环在水平方向上受到两个库仑力作用，在竖直方向上受洛伦兹力和杆子对环的弹力．根据受力情况知，小环向左先加速后减速到 0．然后又返回．加速度的大小在变，速度的大小和方向都在变，知洛伦兹力的大小和方向都变化．故 A 正确，BCD 错误，

故选：A.

8.【解答】A、线框的 ab 边刚进人磁场到 ab 边刚离开磁场这段过程中，根据动能定理得：mgd－W_A=0，所以 W_A=mgd．线框的 ab 边刚进人磁场时的速度和 ab 边刚离开磁场时的速度相同，可知线框进磁场的过程和出磁场的过程是相同的，所以在线框从进入到全部穿过磁场的过程中，克服安培力做的功为 2mgd．故 A、B 错误．

C、线框刚完全进入磁场时的速度最小，线框的 ab 边刚进人磁场时的速度 $v_1=\sqrt{2gh}$，则 ab 边刚离开磁场时的速度 $v=\sqrt{2gh}$，由 $v^2-v_0^2=2g(d-L)$，知 $v_0=\sqrt{2g(h+L-d)}$，故线框的最小速度为 $\sqrt{2g(h+L-d)}$．故 C 错误，D 正确．

故选 D.

二、解答题（共 5 小题，满分 72 分）

9.【解答】①游标卡尺的主尺读数为 8mm，游标读数 0.05×19=0.95mm，两者相加为 8.95mm.

②根据△x=$\frac{x_2-x_1}{5}$=1.56mm.

③根据 $\triangle x=\frac{L}{d}\lambda$，λ=5.2×10^{-7}m.

故本题答案为：8.95，1.56，5.2×10^{-7}.

10.【解答】①、小钢球离开光滑槽后做平抛运动，设运动时间为 t，离开光滑槽时的速度为 v_0．在竖直方向上是自由落体运动：

有：$h=\frac{1}{2}gt^2$…（1）

水平方向上是匀速直线运动：

$s=v_0t$…（2）

在弹簧推小球的过程中，机械能守恒，所以有：

$E_p=\frac{1}{2}mv^2$…（3）

（1）（2）（3）式联立得：

$E_p=\frac{mgs^2}{4h}$…（4）

②、通过图象可以看出，当 s=5m 时，x=2.5cm，x 与 s 图线的斜率 $k=\frac{x}{s}=0.005$，所以 x 与 s 的关系式是 x=0.005s…（5）

（4）（5）两式联立得：$E_p=\frac{10^4mgx^2}{h}$…（6）

③、由①得结果可得，小球释放前压缩弹簧的弹性势能为：$E_p=\frac{mgL^2}{4y}$…（7）

⑥⑦两式联立得：$x=\frac{L}{200}\sqrt{\frac{h}{y}}$…（8）

④若在完成步骤③的过程中，光滑水平槽与桌子右边缘不垂直，则会使小钢球做斜下抛运动，此时会使 y 增大，由（8）可知，用③问的方法计算得出的弹簧压缩量与实际值相比偏小．

故答案为：①、$E_p=\frac{mgs^2}{4h}$

②、x=0.005s，$E_p=\frac{10^4mgx^2}{h}$

③、$x=\frac{L}{200}\sqrt{\frac{h}{y}}$

④、偏小．

11.【解答】解：（1）物块从 A 点运动到 B 点的过程中，

由机械能守恒得

$mhg=\frac{1}{2}mv_B^2$

解得：

$v_B=\sqrt{5gR}$．

（2）物块从 B 至 C 做匀速直线运动

$\therefore v_C=v_B=\sqrt{5gR}$

物块通过圆形轨道最低点 C 时，做圆周运动，

由牛顿第二定律有：

$$F-mg=m\frac{v_C^2}{R}$$

∴F=6mg.

（3）设物块能从 C 点运动到 D 点，

由动能定理得：

$$-mg\cdot 2R=\frac{1}{2}mv_D^2-\frac{1}{2}mv_C^2$$

解得：$v_D=\sqrt{gR}$

物块做圆周运动，通过圆形轨道的最高点的最小速度设为 v_{D1}，

由牛顿第二定律得：

$$mg=m\frac{v_{D1}^2}{R}$$

$$v_{D1}=\sqrt{gR}$$

可知物块能通过圆形轨道的最高点.

12.【解答】解：（1）对于滑块 M 和物块 m 组成的系统，物块沿轨道滑下的过程中水平方向动量守恒，物块滑出时有：

$mv=MV$

滑块 M 的速度：$V=\frac{m}{M}v=\frac{1}{3}v$，方向向右.

故物块从轨道左端滑出时，滑块 M 的速度的大小为$\frac{1}{3}v$，方向水平向右.

（2）物块滑下的过程中，物块的重力势能转化为系统的动能和内能，有：

$$\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}MV^2+\mu mgL=mgR$$

解得：$L=\frac{3gR-2v^2}{3\mu g}$

故水平轨道的长度为：$L=\frac{3gR-2v^2}{3\mu g}$.

（3）物块以速度 v_0 冲上轨道，初速度越大，冲上圆弧轨道的高度越大.

若物块刚能达到最高点，两者有相同的速度 V_1，此为物块不会越过滑块的最大初速度.

对于 M 和 m 组成的系统，水平方向动量守恒，有：

$mv_0=（m+M）V_1$

相互作用过程中，系统的总动能减小，转化为内能和重力势能，有：

$$\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(M+m)V_1^2=\mu mgL+mgR$$

解得：$v_0=\frac{4}{3}\sqrt{3gR-v^2}$

要使物块 m 不会越过滑块，

其初速度：$v_0\leqslant\frac{4}{3}\sqrt{3gR-v^2}$.

故若滑块静止在水平面上，物块从左端冲上滑块，要使物块 m 不会越过滑块，求物块冲上滑块的初速度应满足的条件为：$v_0\leqslant\frac{4}{3}\sqrt{3gR-v^2}$.

13.【解答】解：（1）在 t=0 时刻，电子进入偏转电场，

Ox 方向（水平向右为正）做匀速直线运动.

Oy 方向（竖直向上为正）在 0 - t_0时间内受电场力作用做匀加速运动，

$$a=\frac{U_0e}{dm}$$

在 t_0 - $2t_0$时间内做匀速直线运动，

速度$v_y=\frac{U_0et_0}{dm}$

侧向位移$y=\frac{1}{2}at_0^2+v_yt_0$

得$y=\frac{3U_0et_0^2}{2dm}$

（2）设电子以初速度 $v_0=v_x$进入偏转电场，在偏转电场中受电场力作用而加速.

不管电子是何时进入偏转电场，在它穿过电场的 $2t_0$时间内，

其 Oy 方向的加速度或者是

$a=\frac{U_0e}{dm}$（电压为 U_0时），

或者是 0（电压为 0 时）.

△v=a△t，它在 Oy 方向上速度增加量都为

$$\triangle v_y=\frac{U_0et_0}{dm}.$$

因此所有电子离开偏转电场时的 Oy 方向的分速度都相等为

$$v_y=\frac{U_0et_0}{dm};$$

Ox 方向的分速度都为 $v_0=v_x$，

所有电子离开偏转电场的偏向角都相同.

（3）设电子从偏转电场中射出时的偏向角为θ，

电子进入匀强磁场后做圆周运动垂直打在荧光屏上，

如图所示．电子在磁场中运动的半径：

$$R=\frac{l}{\sin\theta}$$

设电子从偏转电场中出来时的速度为v_t，

则电子从偏转电场中射出时的偏向角为：

$$\sin\theta=\frac{v_y}{v_t}$$

电子进入磁场后做圆周运动，

其半径$R=\frac{mv_t}{eB}$

由上述四式可得：

$$B=\frac{U_0t_0}{dl}.$$

