1997 年全国

1. 在卢瑟福的 α 粒子散射实验中，有少数 α 粒子发生大角度偏转，其原因是 (A)

   A. 原子的正电荷和绝大部分质量集中在一个很小的核上

   B. 正电荷在原子中是均匀分布的

   C. 原子中存在着带负电的电子

   D. 原子只能处于一系列不连续的能量状态中

   > 由于原子的全部正电荷和绝大部分质量都集中在一个很小的核上，使得整个原子内部十分“空旷”，当 α 粒子穿过原子时，接近或正碰原子核的机会极少，所以只能有少数的 α 粒子发生大角度偏转，故 A 正确。

2. 质量为 m 的钢球自高处落下，以速率 v_1 碰地，竖直向上弹回，碰撞时间极短，离地的速率为 v_2。在碰撞过程中，地面对钢球的冲量的方向和大小为 (D)

   A. 向下，$m(v_1-v_2)$　　B. 向下，$m(v_1+v_2)$

   C. 向上，$m(v_1-v_2)$　　D. 向上，$m(v_1+v_2)$

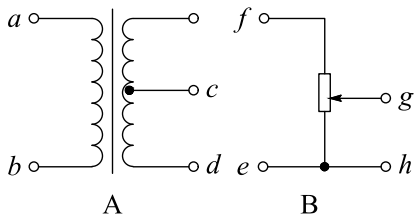
   > 物体以竖直速度 v_1 与地面碰撞，而又以 v_2 的速度反弹。设垂直地面向上的方向为正方向，对钢球应用动量定理得 $Nt-mgt=mv_2-(-mv_1)=mv_2+mv_1$，由于碰撞时间极短，则 mgt 可忽略不计，所以 $Nt=m(v_2+v_1)$，即弹力的冲量方向向上，大小为 $m(v_2+v_1)$，故 D 正确。

3. 质量为 M 的木块位于粗糙水平桌面上，若用大小为 F 的水平恒力拉木块，其加速度为 a。当拉力方向不变，大小变为 $2F$ 时，木块的加速度为 a'，则 (C)

   A. $a'=a$　　B. $a'<2a$　　C. $a'>2a$　　D. $a'=2a$

   > 因木块在粗糙水平桌面上运动，受到摩擦力作用，由牛顿第二定律有 $F-F_f=ma$ ①，当拉力变成 $2F$ 时，有 $2F-F_f=ma'$ ②，由②式减①式得 $F=m(a'-a)$ ③，将①③式相比较，因 $F>F-F_f$，即 $m(a'-a)>ma$，得 $a'>2a$，故 C 正确。

4. A、B 两电路中，当 a、b 两端与 e、f 两端分别加上 220 V 的交流电压时，测得 c、d 间与 g、h 间的电压均为 110 V。若分别在 c、d 两端与 g、h 两端加上 110 V 的交流电压，则 a、b 间与 e、f 间的电压分别为 (B)

A. 220 V，220 V　　B. 220 V，110 V　　C. 110 V，110 V　　D. 220 V，0

> 首先要搞清楚变压器和滑动变阻器在改变电压原理上的本质不同：对于变压器，a、b 与 c、d 间的电压比总是等于它们间线圈的匝数比，与哪一个是原线圈无关，故 a、b 间接 220 V 交变电压，c、d 间电压为 110 V；c、d 间改接 110 V 交变电压，则 a、b 间应输出电压 220 V；而对滑动变阻器，当 e、f 间接 220 V 电压时，电阻的 e、g 与 f、g 部分串联，g、h 间电压仅是 f、g 部分电阻的电压，当 g、h 间接 110 V 电压时，由于 e、g 部分无电流，e、g 两点等电势，故 e、f 间电压等于 g、h 间电压，故 B 正确。

5. 在双缝干涉实验中，以白光为光源，在屏幕上观察到了彩色干涉条纹，若在双缝中的一缝前放一红色滤光片（只能透过红光），另一缝前放一绿色滤光片（只能透过绿光），这时（C）

A. 只有红色和绿色的双缝干涉条纹，其它颜色的双缝干涉条纹消失

B. 红色和绿色的双缝干涉条纹消失，其它颜色的双缝干涉条纹依然存在

C. 任何颜色的双缝干涉条纹都不存在，但屏上仍有光亮

D. 屏上无任何光亮

> 两列光波发生干涉的条件之一是频率相等，利用双缝将一束光分成能够发生干涉的两束光，在光屏上形成干涉条纹，但分别用绿滤光片和红滤光片挡住两条缝后，红光和绿光频率不等，不能发生干涉，因此屏上不会出现干涉条纹，故 C 正确。

6. 在下列核反应方程中，x 代表质子的方程是（BC）

A. ${}^{27}_{13}\mathrm{Al}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\longrightarrow{}^{30}_{15}\mathrm{P}+\mathrm{x}$　　B. ${}^{14}_{7}\mathrm{N}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\longrightarrow{}^{17}_{8}\mathrm{O}+\mathrm{x}$

C. ${}^{2}_{1}\mathrm{H}+\gamma\longrightarrow{}^{1}_{0}\mathrm{n}+\mathrm{x}$　　D. ${}^{3}_{1}\mathrm{H}+\mathrm{x}\longrightarrow{}^{4}_{2}\mathrm{He}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

> 解法一：将质子写成 ${}^{1}_{1}\mathrm{H}$ 代替式中 x，然后由质量数守恒和电荷数守恒逐项检验，同时满足质量数和核电荷数守恒时，即为正确选项。
>
> 解法二：先由质量数守恒算出 x 的质量数，再由电荷数守恒算出 x 的电荷数，若两者均等于 1，x 便是质子，否则 x 代表其他粒子。如 A 中 x 的质量数为 $27+4-30=1$，电荷数为 $13+2-15=0$，所以 x 为中子（${}^{1}_{0}\mathrm{n}$）；B 式中 x 的质量数为 $14+4-17=1$，电荷数为 $7+2-8=1$，所以 x 为质子；同理分析 C、D 选项可知，正确的答案为 BC。

7. 光线在玻璃和空气的分界面上发生全反射的条件是（B）

A. 光从玻璃射到分界面上，入射角足够小

B. 光从玻璃射到分界面上，入射角足够大

C. 光从空气射到分界面上，入射角足够小

D. 光从空气射到分界面上，入射角足够大

> 发生全反射的条件为光从光密介质射入光疏介质，即光从玻璃射到空气中，且入射角须大于临界角，即要求入射角足够大，故 B 正确，A、C、D 错误。

8. 在下列叙述中，正确的是 (AD)

A. 物体的温度越高，分子热运动越剧烈，分子平均动能越大

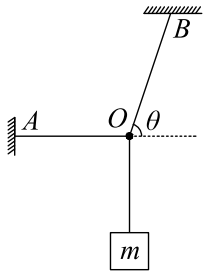
B. 布朗运动就是液体分子的热运动

C. 对一定质量的气体加热，其内能一定增加

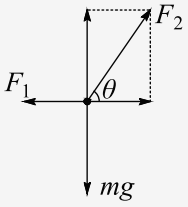
D. 分子间的距离 r 存在某一值 r_0，当 $r < r_0$ 时，斥力大于引力，当 $r > r_0$ 时，斥力小于引力

> 温度是分子平均动能的标志，温度升高，分子平均动能增大，分子热运动越剧烈，故 A 正确；布朗运动是指悬浮在液体中花粉（微小颗粒）的无规则运动，不是指液体分子的运动，故 B 错误；由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 知，对一定质量的气体加热（Q 为正），但因做功情况 W 未知，其内能的变化情况不能确定，故 C 错误；由分子力的特点与分子力随分子间距离变化的规律知 D 正确。

9. 如图 9 所示，图中重物的质量为 m，轻细线 AO 和 BO 的 A、B 端是固定的，平衡时 AO 是水平的，BO 与水平面的夹角为 θ，AO 的拉力 F_1 和 BO 的拉力 F_2 的大小是 (BD)



A. $F_1 = mg\cos\theta$　　B. $F_1 = mg\cot\theta$　　C. $F_2 = mg\sin\theta$　　D. $F_2 = \frac{mg}{\sin\theta}$

> 把 F_2 分解为水平方向和竖直方向，由共点力的平衡得 $F_2\cos\theta = F_1$，$F_2\sin\theta = mg$，解得 $F_2 = \frac{mg}{\sin\theta}$，$F_1 = \frac{mg}{\tan\theta}$，故 B、D 正确。
>
> 
>

10. 为了增大 LC 振荡电路的固有频率，下列办法中可采取的是 (D)

A. 增大电容器两极板的正对面积并在线圈中放入铁芯

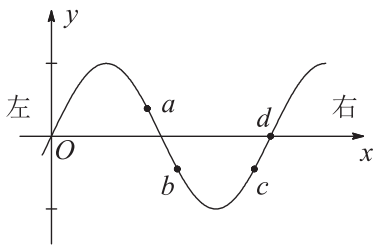
B. 减小电容器两极板的距离并增加线圈的匝数

C. 减小电容器两极板的距离并在线圈中放入铁芯

D. 减小电容器两极板的正对面积并减少线圈的匝数

> LC 振荡电路的固有频率为 $f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$。A 项增大电容器两极板的正对面积并在线圈中放入铁芯，电容和电感都增大，固有频率减小，故 A 错误；B 项减小电容器两极板的距离并增加线圈的匝数，电容和电感都增大，固有频率减小，故 B 错误；C 项减小电容器两极板的距离并在线圈中放入铁芯，电容和电感都增大，固有频率减小，故 C 错误；D 项减小电容器两极板的正对面积并减少线圈的匝数，电容和电感都减小，固有频率增大，故 D 正确。

11. 简谐横波某时刻的波形图线如图所示。由此图可知 (BD)



A. 若质点 a 向下运动，则波是从左向右传播的

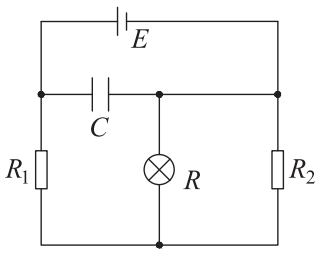
B. 若质点 b 向上运动，则波是从左向右传播的

C. 若波从右向左传播，则质点 c 向下运动

D. 若波从右向左传播，则质点 d 向上运动

> 利用同侧法判断分析，若质点 a 向下运动，此波应向左传播，故 A 错误；若质点 b 向上运动，此波应向右传播，故 B 正确；若波向左传播，质点 c 应向上运动，故 C 错误；若波向左传播，质点 d 应向上运动，故 D 正确。

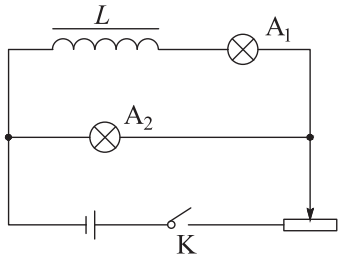
12. 如图所示的电路中，电源的电动势恒定，要想使灯泡变暗，可以 (AD)



A. 增大 R_1　　B. 减小 R_1　　C. 增大 R_2　　D. 减小 R_2

灯泡 R 与电阻 R_2 并联，再与电阻 R_1 串联分压，然后逐项分析：若增大 R_1，R_2 上分压减小，灯泡上分压减小，所以灯泡变暗，故 A 正确；减小 R_1，R_1 上分压减小，灯泡上分压增大，所以灯泡变亮，故 B 错误；增大 R_2，灯泡 R 与电阻 R_2 并联电阻增大，灯泡上分压增大，所以灯泡变亮，故 C 错误；减小 R_2，灯泡 R 与电阻 R_2 并联电阻减小，灯泡上分压减小，所以灯泡变暗，故 D 正确。

13. 如图所示的电路中，A_1 和 A_2 是完全相同的灯泡，线圈 L 的电阻可以忽略。下列说法中正确的是 (AD)



A. 合上开关 K 接通电路时，A_2 先亮，A_1 后亮，最后一样亮

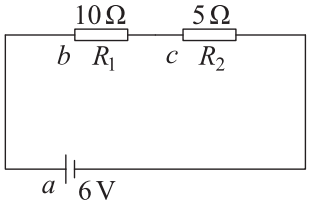
B. 合上开关 K 接通电路时，A_1 和 A_2 始终一样亮

C. 断开开关 K 切断电路时，A_2 立刻熄灭，A_1 过一会儿才熄灭

D. 断开开关 K 切断电路时，A_1 和 A_2 都要过一会儿才熄灭

自感线圈具有阻碍电流变化的作用，当电流增加时，它阻碍电流增加；当电流减小时，它阻碍电流减小，但阻碍并不是阻止。闭合开关，L 中电流从无到有，L 将阻碍这一变化，使 L 中电流不能迅速增大，而无电感的电路，电流能够瞬时达到稳定值，故 A_1 灯后亮，A_2 灯先亮，最后两灯电流相等，一样亮；断开开关时，L 中产生自感电流与自身原来的电流方向相同，自感电流通过 A_1、A_2，使 A_1、A_2 过一会熄灭，故 A、D 正确。

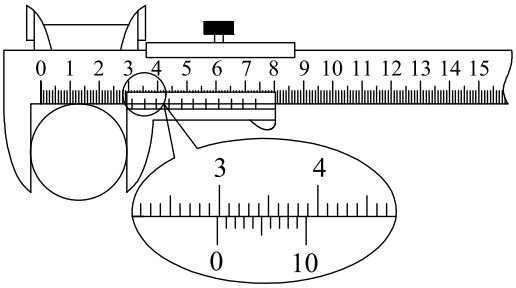
14. 在如图所示电路的三根导线中，有一根是断的，电源、电阻器 R_1、R_2 及另外两根导线都是好的。为了查出断导线，某学生想先将多用表的红笔连接在电源的正极 a，再将黑表笔分别连接在电阻器 R_1 的 b 端和 R_2 的 c 端，并观察多用表指针的示数。在下列选档中，符合操作规程的是 (A)



A. 直流 10 V 档　　B. 直流 0.5 A 档　　C. 直流 2.5 V 档　　D. 欧姆档

若操作时选用直流电压挡，由于电源电压是 6 V，检查电路时只能用直流 10 V 挡，而不能用直流 2.5 V 挡，故 A 正确，C 错误；若操作时选直流电流挡，经估算通过电表的电流可能会达到 1.2 A，它超过了 0.5 A，这是不安全的，故 B 错误；用欧姆表去检查电路时，必须将电路中的电源断开，否则会损坏多用电表，况且电路中的电源与表头构成回路，无法判断出哪根导线是断的，故 D 错误。

15. 一游标卡尺的主尺最小分度为 1 mm，游标上有 10 个小等分间隔，现用此卡尺来测量工件的直径，如图所示。该工件的直径为29.8 mm。



29.8 mm

主尺读数是 29 mm，游标上每一分度是 0.1 mm，游标上第 8 条刻度线与主尺上毫米刻度线对齐，所以读数是 $29\,\text{mm} + 8 \times 0.1\,\text{mm} = 29.8\,\text{mm}$。

16. 下列给出的器材中，哪些是“验证玻-马定律实验”所必需的，把这些器材前面的字母填在横线上。

（A）带有刻度的注射器　　（B）刻度尺

（C）弹簧秤　　（D）钩码若干个

答：ABCD。

实验读数过程中，不能用手握住注射器，这是为了保持气体的温度恒定。

用橡皮帽封住注射器小孔，这是为了保持气体的质量不变。

(1) ABCD　(2) 保持气体的温度恒定　(3) 保持气体的质量不变

ABCD；保持气体的温度恒定；保持气体的质量不变。

17. 某电压表的内阻在 20 ～ 50 kΩ 之间，现要测量其内阻，实验室提供下列可选用的器材：

待测电压表 V（量程 3 V）

电流表 A_1（量程 200 μA）

电流表 A_2（量程 5 mA）

电流表 A_3（量程 0.6 A）

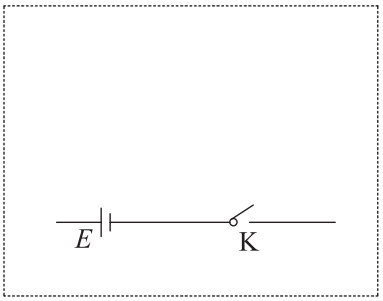
滑动变阻器 R（最大阻值 $1\,\mathrm{k\Omega}$）

电源 ε（电动势 $4\,\mathrm{V}$）

电键 K。

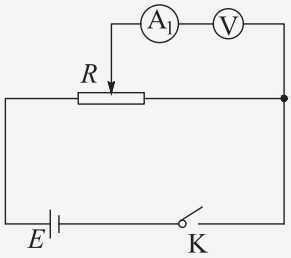
(1) 所提供的电流表中，应选用A_1（填写字母代号）。

(2) 为了尽量减小误差，要求测多组数据。试在方框中画出符合要求的实验电路图（其中电源和电键及其连线已画出）。

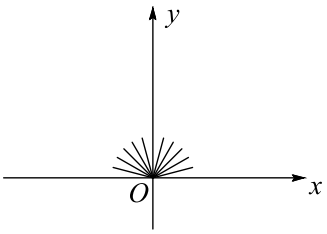


(1) A_1　(2) 如图

由于电源电动势 $E=4\,\mathrm{V}$，电压表内阻最大 $50\,\mathrm{k\Omega}$，故电流最小值 $I=\frac{E}{R_V}=\frac{4}{50\times10^3}\,\mathrm{A}=80\,\mu\mathrm{A}$，$A_2$、$A_3$ 量程都太大，故选 A_1。由于 R_V 在 $20\sim50\,\mathrm{k\Omega}$ 之间，远大于滑动变阻器的阻值 $1\,\mathrm{k\Omega}$，故应连成分压电路，电路图如图所示。



18. 如图 18，在 x 轴的上方（$y\geq0$）存在着垂直于纸面向外的匀强磁场，磁感应强度为 B。在原点 O 有一个离子源向 x 轴上方的各个方向发射出质量为 m、电量为 q 的正离子，速率都为 v。对那些在 xy 平面内运动的离子，在磁场中可能到达的最大 $x=\frac{2mv}{qB}$，最大 $y=\frac{2mv}{qB}$。



$\frac{2mv}{qB}$，$\frac{2mv}{qB}$

由左手定则判断，从 O 点射出沿 y 轴正方向运动的离子受洛伦兹力的方向沿 Ox 正方向，正离子到达 x 轴上的 x 坐标最大，最大值为轨迹半径的 2 倍，由 $R=\frac{mv}{qB}$ 得 $x=2R=\frac{2mv}{qB}$；同理，从 O 点沿 x 轴负方向射出的正离子到达 y 轴的 y 坐标最大，最大值也为 $2R$，即 $y=\frac{2mv}{qB}$。

19. 质量为 m、电量为 q 的质点，在静电力作用下以恒定速率 v 沿圆弧从 A 点运动到 B 点，其速度方向改变的角度为 θ（弧度），AB 弧长为 s。则 A，B 两点间的电势差 $\varphi_A-\varphi_B=$0，AB 弧中点场强大小 $E=$$\frac{mv^2\theta}{qs}$。

0，$\frac{mv^2\theta}{qs}$

质点以恒定的速率沿圆弧从 A 点运动到 B 点，电场力做功为零，则 A、B 两点间的电势差 $\varphi_A-\varphi_B=0$。设场源电荷的电量为 Q，质点做圆周运动的半径为 r，则 AB 的弧长 $s=\theta r$，静电力是质点做圆周运动的向心力，有 $k\frac{Qq}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，AB 弧中点的场强大小为 $E=\frac{kQ}{r^2}$，联立解得 $E=\frac{mv^2\theta}{qs}$。

20. 已知地球半径约为 $6.4\times10^6\,\mathrm{m}$，又知月球绕地球的运动可近似看作匀速圆周运动，则可估算出月球到地心的距离约为$4\times10^8\,\mathrm{m}$。（结果只保留一位有效数字）

$4\times10^8\,\mathrm{m}$

地球对月球的万有引力提供向心力，由牛顿第二定律得 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，又在地球表面 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$，联立解得 $r=\sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}}$，代入数据得 $r\approx4\times10^8\,\mathrm{m}$。

21. 一内壁光滑的环形细圆管，位于竖直平面内，环的半径为 R（比细管的半径大得多）。在圆管中有两个直径与细管内径相同的小球（可视为质点）。A 球的质量为 m_1，B 球的质量为 m_2。它们沿环形圆管顺时针运动，经过最低点时的速度都为 v_0。设 A 球运动到最低点时，B 球恰好运动到最高点，若要此时两球作用于圆管的合力为零，那么 m_1、m_2、R 与 v_0 应满足的关系式$\frac{(m_1-m_2)v_0^2}{R}+(m_1+5m_2)g=0$。

$\frac{(m_1-m_2)v_0^2}{R}+(m_1+5m_2)g=0$

A 球做圆周运动到最低点时，受重力 m_1g，圆管对其施加的向上的弹力 N_1，由牛顿第二定律得 $N_1-m_1g=\frac{m_1v_0^2}{R}$，解得 $N_1=m_1g+\frac{m_1v_0^2}{R}$；由牛顿第三定律知，A 球作用于管的弹力 N_1' 方向向下，大小为 $N_1'=N_1=m_1g+\frac{m_1v_0^2}{R}$。若要此时两球作用于圆管的合力为零，则 B 球对管应施加向上的作用力，而 B 球则受向下的弹力 N_2 和重力 m_2g，对 B 球，由牛顿第二定律得 $N_2+m_2g=\frac{m_2v^2}{R}$，解得 $N_2=\frac{m_2v^2}{R}-m_2g$。B 球对管的作用力

$N_2' = N_2$，两球作用于管的合力为 0，有 $N_1' = N_2'$，即 $m_1 g + \frac{m_1 v_0^2}{R} = \frac{m_2 v^2}{R} - m_2 g$ ①。B 球由最低点向最高点运动过程中，只有重力对其做功，机械能守恒，对 B 球，由机械能守恒得 $\frac{1}{2} m_2 v_0^2 = m_2 g \cdot 2R + \frac{1}{2} m_2 v^2$ ②。联立①②两式解得 $(m_1 - m_2)\frac{v_0^2}{R} + (m_1 + 5m_2)g = 0$。

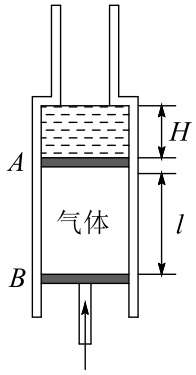
22. 有一个焦距为 36 cm 的凸透镜，在主轴上垂直放置一支蜡烛，得到一个放大率为 4 的虚像。如果想得到放大率为 4 的实像，蜡烛应向哪个方向移动？移动多少？

蜡烛应向远离透镜的方向移动，移动的距离为 18 cm

解：先求蜡烛的原位置。由放大率公式 $\frac{|v_1|}{u_1} = 4$ 得 $v_1 = -4u_1$ ①。由透镜成像公式 $\frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f}$ ②，解得 $u_1 = \frac{3}{4} f$。再求蜡烛移动后的位置，由放大率公式得 $v_2 = 4u_2$ ③。由透镜成像公式 $\frac{1}{u_2} + \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f}$ ④，解得 $u_2 = \frac{5}{4} f$。所以蜡烛应向远离透镜的方向移动，移动的距离为 $u_2 - u_1 = \frac{5}{4} f - \frac{3}{4} f = \frac{1}{2} f = 18\,\text{cm}$ ⑤。

评分标准：本题 9 分。①式 2 分，②式 1 分，③式 2 分，④式 1 分，⑤式 2 分。物体移动方向正确的给 1 分。

23. 图中竖直圆筒是固定不动的，粗筒横截面积是细筒的 4 倍，细筒足够长。粗筒中 A、B 两轻质活塞间封有空气，气柱长 $l = 20\,\text{cm}$。活塞 A 上方的水银深 $H = 10\,\text{cm}$，两活塞与筒壁间的摩擦不计。用外力向上托住活塞 B，使之处于平衡状态，水银面与粗筒上端相平。现使活塞 B 缓慢上移，直至水银的一半被推入细筒中，求活塞 B 上移的距离。设在整个过程中气柱的温度不变，大气压强 p_0 相当于 75 cmHg。

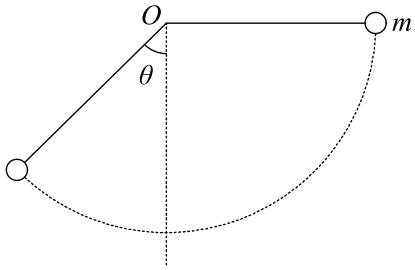


$d = 8\,\text{cm}$

解：在以下的计算中，都以 cmHg 作为压强的单位。设气体初态的压强为 p_1，则有 $p_1 = p_0 + H$ ①。设 S 为粗圆筒的横截面积，气体初态的体积 $V_1 = Sl$。设气体末态的压强为 p_2，有 $p_2 = p_0 + H/2 + \frac{\frac{1}{2}HS}{\frac{1}{4}S}$ ②。设末态气柱的长度为 l'，气体体积为 $V_2 = Sl'$。由玻意耳定律得 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ ③。活塞 B 上移的距离 d 为 $d = l - l' + H/2$ ④。代入数据解得 $d = 8\,\text{cm}$ ⑤。

评分标准：本题 9 分。①式 1 分，②式 2 分，③式 1 分，④式 3 分，⑤式 2 分。

24. 在方向水平的匀强电场中，一不可伸长的不导电细线的一端连着一个质量为 m 的带电小球，另一端固定于 O 点。把小球拉起直至细线与场强平行，然后无初速释放。已知小球摆到最低点的另一侧，线与竖直方向的最大夹角为 θ（如图）。求小球经过最低点时细线对小球的拉力。

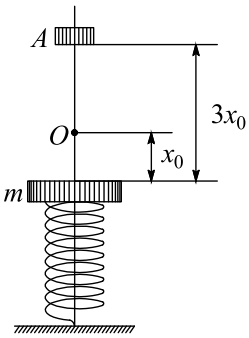


$T = mg\left(3 - \frac{2\cos\theta}{1+\sin\theta}\right)$

解：设细线长为 l，球的电量为 q，场强为 E。若电量 q 为正，则场强方向在题图中向右。从释放点到左侧最高点，重力势能的减少等于电势能的增加，$mgl\cos\theta = qEl(1+\sin\theta)$ ①。若小球运动到最低点时的速度为 v，此时线的拉力为 T，由能量关系得 $\frac{1}{2}mv^2 = mgl - qEl$ ②。由牛顿第二定律得 $T - mg = m\frac{v^2}{l}$ ③。由以上各式解得 $T = mg\left(3 - \frac{2\cos\theta}{1+\sin\theta}\right)$ ④。

评分标准：本题 11 分。①、②式各 3 分，③式 2 分，④式 3 分。

25. 质量为 m 的钢板与直立轻弹簧的上端连接，弹簧下端固定在地上。平衡时，弹簧的压缩量为 x_0，如图所示。一物块从钢板正上方距离为 $3x_0$ 的 A 处自由落下，打在钢板上并立刻与钢板一起向下运动，但不粘连。它们到达最低点后又向上运动。已知物块质量也为 m 时，它们恰能回到 O 点。若物块质量为 $2m$，仍从 A 处自由落下，则物块与钢板回到 O 点时，还具有向上的速度。求物块向上运动到达的最高点与 O 点的距离。



$l = \frac{1}{2}x_0$

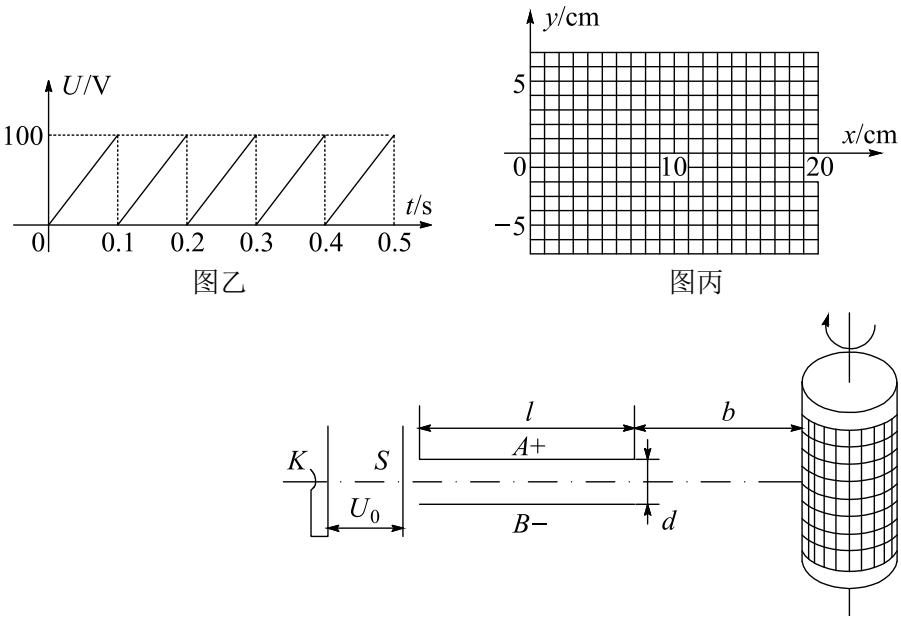
解：物块自由落下时，与钢板碰撞时的速度为 v_0，由机械能守恒得 $mg\cdot 3x_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$，解得 $v_0 = \sqrt{6gx_0}$ ①。设 v_1 表示质量为 m 的物块与钢板碰撞后一起开始向下运动的速度，因碰撞时间极短，动量守恒，$mv_0 = 2mv_1$ ②。刚碰完时弹簧的弹性势能为 E_p。

> 当它们一起回到 O 点时，弹簧无形变，弹性势能为零，根据题给条件，这时物块与钢板的速度为零，由机械能守恒，$E_p = \frac{1}{2} \cdot 2mv_1^2 = 2mgx_0$ ③。设 v_2 表示质量为 $2m$ 的物块与钢板碰撞后开始一起向下运动的速度，则有 $2mv_0 = 3mv_2$ ④。刚碰完时弹簧的弹性势能为 E_p'，它们回到 O 点时，弹性势能为零，但它们仍继续向上运动，设此时速度为 v，则有 $E_p' + \frac{1}{2} \cdot 3mv_2^2 = 3mgx_0 + \frac{1}{2} \cdot 3mv^2$ ⑤。在以上两种情况中，弹簧的初始压缩量都是 x_0，故有 $E_p' = E_p$ ⑥。当质量为 $2m$ 的物块与钢板一起回到 O 点时，弹簧的弹力为零，物块与钢板只受到重力作用，加速度为 g。一过 O 点，钢板受到弹簧向下的拉力作用，加速度大于 g。由于物块与钢板不粘连，物块不可能受到钢板的拉力，其加速度仍为 g。故在 O 点物块与钢板分离，分离后，物块以速度 v 竖直上升，则由以上各式解得，物块向上运动所到最高点与 O 点的距离为 $l = \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{2}x_0$ ⑦。故物块向上运动所到最高点与 O 点的距离为 $\frac{1}{2}x_0$。
>
> 评分标准：本题 12 分。①、②、③、④式各 1 分，⑤式 2 分，⑥式 3 分，得出⑦式再给 3 分。

26. 如图 甲 所示，真空室中电极 K 发出的电子（初速不计）经过 $U_0 = 1000\,\mathrm{V}$ 的加速电场后，由小孔 S 沿两水平金属板 A、B 间的中心线射入。A、B 板长 $l = 0.20\,\mathrm{m}$，相距 $d = 0.020\,\mathrm{m}$，加在 A、B 两板间电压 u 随时间 t 变化的 $u - t$ 图线如 乙 所示。设 A、B 间的电场可看作是均匀的，且两板外无电场。在每个电子通过电场区域的极短时间内，电场可视作恒定的。两板右侧放一记录圆筒，筒在左侧边缘与极板右端距离 $b = 0.15\,\mathrm{m}$，筒绕其竖直轴匀速转动，周期 $T = 0.20\,\mathrm{s}$，筒的周长 $s = 0.20\,\mathrm{m}$，筒能接收到通过 A、B 板的全部电子。

(1) 以 $t = 0$ 时（见 乙，此时 $u = 0$）电子打到圆筒记录纸上的点作为 xy 坐标系的原点，并取 y 轴竖直向上。试计算电子打到记录纸上的最高点的 y 坐标和 x 坐标。（不计重力作用）

(2) 在给出的坐标纸（丙）上定量地画出电子打到记录纸上的点形成的图线。

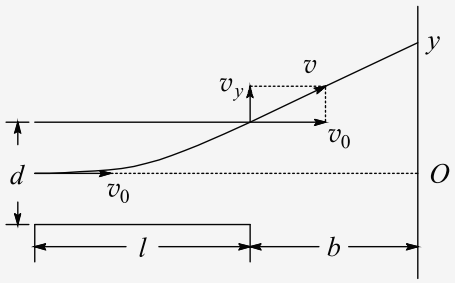


图乙　图丙

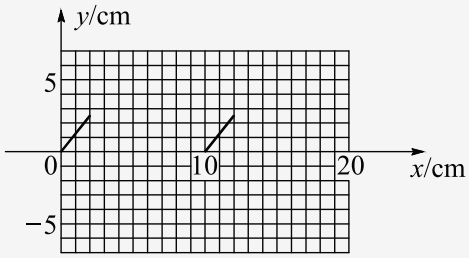
图甲

(1) $y=2.5\,\mathrm{cm}$，$x_1=2\,\mathrm{cm}$，$x_2=12\,\mathrm{cm}$　(2) 如图所示

解：（1）计算电子打到记录纸上的最高点的坐标。粒子的轨迹如图所示，设 v_0 为电子沿 A、B 板的中心线射入电场时的初速度，由动能定理得 $eU_0=\frac{1}{2}mv_0^2$ ①。电子在中心线方向的运动为匀速运动，设电子穿过 A、B 板的时间为 t_0，则 $l=v_0t_0$ ②。电子在垂直 A、B 板方向的运动为匀加速直线运动。对于恰能穿过 A、B 板的电子，在它通过时加在两板间的电压 u_c 应满足 $\frac{1}{2}d=\frac{1}{2}\frac{eu_c}{md}t_0^2$ ③。联立①②③式解得 $u_c=\frac{2d^2}{l^2}U_0=20\,\mathrm{V}$。此电子从 A、B 板射出时沿 y 方向的分速度为 $v_y=\frac{eu_c}{md}t_0$ ④。此后，此电子作匀速直线运动，它打在记录纸上的点最高，设纵坐标为 y，根据轨迹图，由几何关系得 $\frac{y-\frac{d}{2}}{b}=\frac{v_y}{v_0}$ ⑤。由以上各式解得 $y=\frac{bd}{l}+\frac{d}{2}=2.5\,\mathrm{cm}$ ⑥。从题给的 $u-t$ 图线可知，加于两板电压 u 的周期 $T_0=0.10\,\mathrm{s}$，u 的最大值 $u_m=100\,\mathrm{V}$，因为 $u_c<u_m$，在一个周期 T_0 内，只有开始的一段时间间隔 Δt 内有电子通过 A、B 板，$\Delta t=\frac{u_c}{u_m}T_0$ ⑦。因为电子打在记录纸上的最高点不止一个，根据题中关于坐标原点与起始记录时刻的规定，第一个最高点的 x 坐标为 $x_1=\frac{\Delta t}{T}s=2\,\mathrm{cm}$ ⑧，第二个最高点的 x 坐标为 $x_2=\frac{\Delta t+T_0}{T}s=12\,\mathrm{cm}$ ⑨，第三个最高点的 x 坐标为 $x_3=\frac{\Delta t+2T_0}{T}s=22\,\mathrm{cm}$。由于记录筒的周长为 20 cm，所以第三个最高点已与第一个最高点重合，即电子打到记录纸上的最高点只有两个，它们的 x 坐标分别由⑧和⑨表示。坐标点表示为（2 cm，2.5 cm）、（12 cm，2.5 cm）。



（2）电子打到记录纸上所形成的图线，如图（2）所示。



评分标准：本题 12 分。第（1）问 10 分，①、②、③、④、⑤、⑥式各 1 分，⑦式 2 分，⑧、⑨式各 1 分。第（2）问 2 分，有任何错误都不给这 2 分。