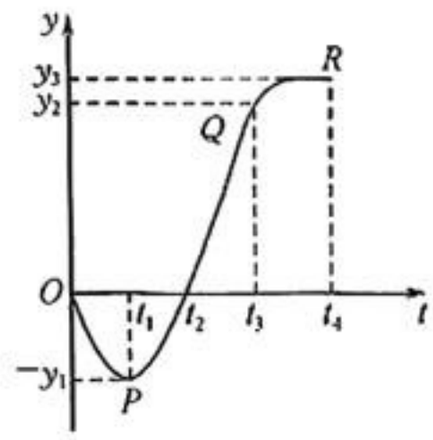
高 三 物 理

考生注意：

1. 本试卷分选择题和非选择题两部分。满分 100 分，考试时间 75 分钟。
2. 答题前，考生务必用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔将密封线内项目填写清楚。
3. 考生作答时，请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答，**超出答题区域书写的答案无效，在试题卷、草稿纸上作答无效。**
4. 本卷命题范围：高考范围。

一、选择题：本题共 10 小题，共 43 分. 在每小题给出的四个选项中，第 1～7 题，每小题 4 分，共 28 分，只有一项是符合题目要求；第 8～10 题，每小题 5 分，共 15 分，有多项符合题目要求，全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分.

1. 如图所示为某位跳水运动员在 3 米板的跳水过程中重心的位移—时间图像. 取该运动员离开跳板的时刻为零时刻，位置坐标为零，其中 OPQ 为抛物线，R 为运动员的最低点，取竖直向下为正方向，忽略入水时间，不计空气阻力. 下列说法正确的是



A. 运动员在 $O\to Q$ 过程中做自由落体运动

B. 运动员在 $P\to Q$ 过程中加速度增大

C. 运动员在 t_2 时刻刚好接触到水面

D. 运动员在 $Q\to R$ 过程中机械能减小

2. $^{32}_{15}P$ 是一种具有放射性的磷的同位素，它能衰变成为一种稳定的硫的同位素 $^{32}_{16}S$，同时产生高频电磁波. 下列说法正确的是

A. $^{32}_{15}P$ 比 $^{32}_{16}S$ 的质量大

B. $^{32}_{16}S$ 比 $^{32}_{15}P$ 的结合能小

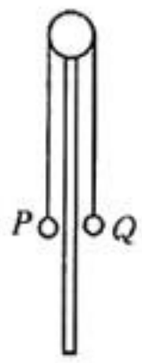
C. $^{32}_{15}P$ 发生的是 α 衰变

D. 如果加热含有 $^{32}_{15}P$ 的物体，将会缩短 $^{32}_{15}P$ 的半衰期

3. 任何具有质量的物质压缩到一定的体积后都会形成一个黑洞，此时它的第二宇宙速度等于光速. 已知引力常量 $G=6.67\times10^{-11}\,N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$，光速 $c=3\times10^8\,m/s$，第二宇宙速度为第一宇宙速度的 $\sqrt{2}$ 倍. 如果把一个成年人“压缩”成为球形黑洞，该黑洞半径的数量级约为

A. $10^{-21}m$　　B. $10^{-23}m$　　C. $10^{-25}m$　　D. $10^{-27}m$

4. 如图所示，一根竖直细杆顶端固定一个光滑小定滑轮，P、Q 两小球通过细绳跨过定滑轮连接. 已知 P 球质量大于 Q 球质量，调节两小球高度使整个装置沿竖直杆所在直线以恒定的角速度匀速转动，且系统处于稳定状态. 下列说法正确的是



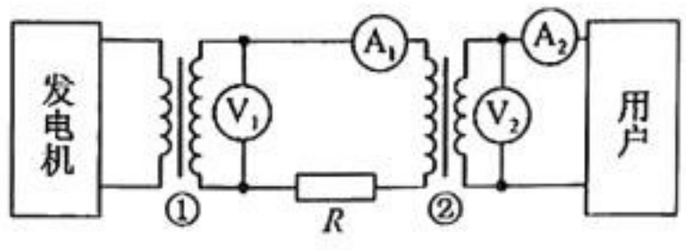
A. P 球受到的细绳拉力大于 Q 球受到的细绳拉力

B. P 球做圆周运动的周期小于 Q 球做圆周运动的周期

C. P 球到滑轮的竖直高度大于 Q 球到滑轮的竖直高度

D. P 球做圆周运动的半径小于 Q 球做圆周运动的半径

5. 如图所示为一远距离输电示意图，图中①、②分别为理想升压、降压变压器，理想交流电流表 A_1、A_2 的示数分别为 I_1、I_2，理想交流电压表 V_1、V_2 的示数分别为 U_1、U_2，交流发电机的内阻为 r，输电导线的总电阻为 R. 当并入电路的用户数量增多时，下列说法正确的是



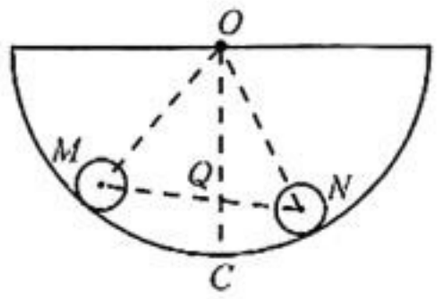
A. 变压器①原线圈中的电流小于 I_1

B. 输电导线上电阻 R 损耗的功率变小

C. 电压表 V_2 的示数增大

D. $\frac{U_1}{I_1}$ 的值减小

6. 如图所示，在一个半球形的绝缘光滑球壳内，有 M、N 两个半径较小的均匀带电的绝缘小球. N 球固定，M 球静止时如图所示，球壳球心为 O，OC 为过圆心的竖直线，交 MN 的连线于 Q 点. 现 M 球的电荷量缓慢减小(仍分布均匀)，下列说法正确的是



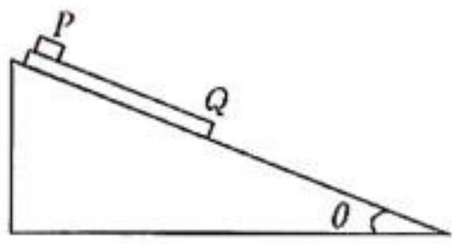
A. 两小球间的库仑力将增大

B. M 球受到的弹力减小

C. OC 和 MN 的交点 Q 不会移动

D. OC 和 MN 垂直时，库仑力大小等于 M 球的重力

7. 如图所示，在倾角 $\theta=37°$ 的固定斜面上，放置着一个足够长的木板 Q，Q 上端放置着小物块 P(可视为质点)，已知 P 与 Q 之间的动摩擦因数为 0.25，Q 与斜面间的动摩擦因数为 0.5，P、Q 的质量分别为 1 kg、2 kg，$\sin 37°=0.6$，重力加速度 $g=10\ \mathrm{m/s^2}$，Q 下端距斜面最低点为 2 m. 某时刻使 P、Q 由静止释放，当 Q 下端运动至斜面最低点过程中，整个系统损失的机械能为



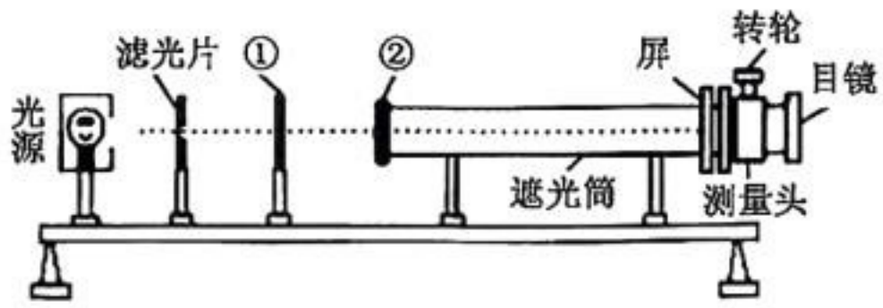
A. 12 J

B. 24 J

C. 36 J

D. 64 J

8. 用如图所示的装置进行双缝干涉实验，分别使用红光和绿光作为光源，下列说法正确的是



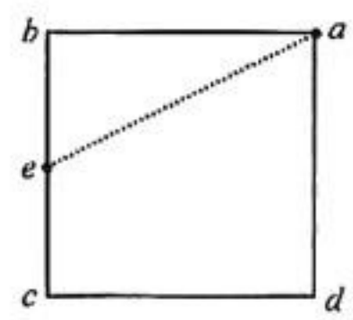
A. ①是双缝，②是单缝

B. 仅减小①和②的距离，观察到的干涉条纹间距变小

C. 其他条件相同时，红光的干涉条纹间距大于绿光条纹间距

D. 测出 n 条亮条纹间的距离为 a，则相邻两条亮条纹间距为 $\Delta x=\frac{a}{n-1}$

9. 如图所示，在一个边长为 l 的正方形 $abcd$ 区域内存在沿该平面的匀强电场 E，方向未知. 某时刻，一质量为 m、电荷量为 q 的带电小球从 a 点沿 ab 方向以速度 v 进入该区域，经过一段时间，小球从 bc 的中点 e 处射出，经过 e 点时的速度大小也为 v. 已知重力加速度大小为 g，不计空气阻力. 下列说法正确的是



A. 小球的速度先增大后减小

B. 小球的速度先减小后增大

C. 电场强度的最小值为$\frac{\sqrt{5}mg}{5q}$

D. 电场强度的最小值为$\frac{2\sqrt{5}mg}{5q}$

10. 如图所示，水平地面上固定两根足够长的光滑平行金属导轨，导轨间距为 L，导轨电阻不计. 两根质量均为 m，电阻均为 r 的金属棒 a、b 垂直静止放置在导轨上，两金属棒间初始距离为 d. 空间存在垂直导轨平面，方向竖直向下的匀强磁场，磁感应强度为 B. 给金属棒 a 一个沿导轨方向的初速度 v_0，a、b 始终未相遇，金属棒与导轨始终垂直且接触良好. 下列说法正确的是

A. 金属棒 a、b 最终会停下来

B. 最终两金属棒的距离为 $d+\frac{mv_0r}{B^2L^2}$

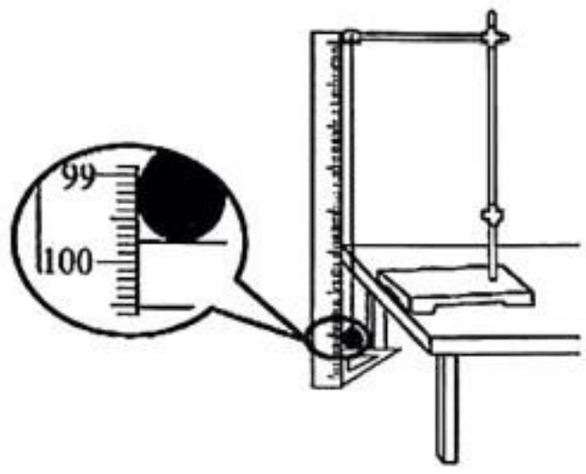
C. 全过程金属棒 a 产生的焦耳热为$\frac{mv_0{}^2}{8}$

D. 全过程通过金属棒 b 的电荷量为$\frac{mv_0}{BL}$

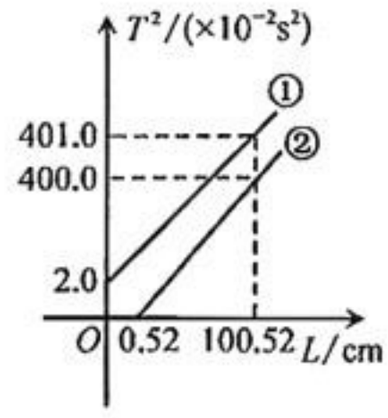
二、非选择题：本题共 5 小题，共 57 分.

11.（7 分）某实验小组用下图的装置测量当地重力加速度大小.

（1）如图甲所示，实验小组将细绳悬挂点与竖直放置的毫米刻度尺“0”刻度线对齐，用直角三角板辅助测出小球最低点离悬点的距离 $L=$_____ m；



甲



乙

（2）该实验小组没有找到可以进一步测量小球直径的工具，实验小组进行实验时记录了不同距离 L 时单摆的周期 T，进行数据处理，作出 T^2-L 图像. 该实验小组作出的 T^2-L 图像可能是图乙中的_____（选填“①”或“②”），根据题中数据可求出小球的半径为_____ cm；

（3）该实验小组根据作出的 T^2-L 图像，求出重力加速度 $g=$_____ m/s^2（π 取 3.14，结果保留三位有效数字）.

12.（9 分）某同学想把量程为 0～3 V 但内阻未知（约为几千欧）的电压表 V 改装成量程为 0～15 V 的电压表，并进行校准. 实验室提供的器材为：

A. 待测电压表 V；

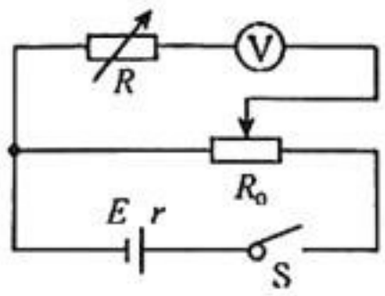
B. 电阻箱 R（最大阻值为 99999.9 Ω）；

C. 最大阻值为 100 Ω 的滑动变阻器；

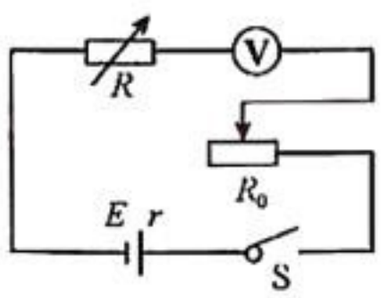
D. 最大阻值为 1 000 Ω 的滑动变阻器；

E. 电源（电动势约 15 V，内阻很小）；

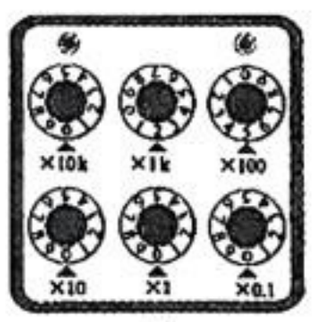
F. 开关 S、导线若干.



甲



乙



丙

（1）在改装前，需要对电压表内阻进行测量，他画出了甲、乙两个电路图，为能够尽可能减小测量误差，电路图应该选_____（选填“甲”或“乙”），滑动变阻器 R_0 应该选_____（选填“C”或“D”）.

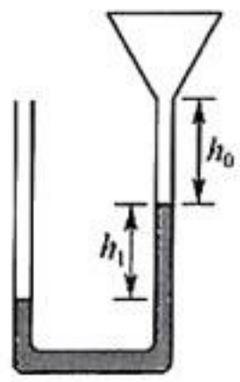
(2)选择好正确的电路原理图，连接线路(保持开关 S 断开)，将电阻箱 R 的阻值调节为 0，将滑动变阻器 R_0 的滑片滑动到最左端，闭合开关 S. 调节滑动变阻器 R_0 的滑片，使电压表满偏；保持滑动变阻器 R_0 的滑片位置不变，调节电阻箱 R 的阻值，使电压表半偏. 如图丙所示，记下电阻箱的阻值 $R'=$ _____ Ω，电压表内阻的真实值_____(选填"大于""等于"或"小于")R'.

(3)为把该电压表改装成 0～15 V 的电压表，需_____(选填"串"或"并")联一个阻值为_____ Ω 的定值电阻 R_1. 通过标准表检验发现当标准表为 15 V 时，改装的电压表读数为 14.7 V，该同学猜想可能是由于内阻的测量值不准确导致的，为进行修正只需将定值电阻 R_1 换为_____ Ω 即可(结果保留一位小数).

13. (10 分)如图所示，竖直放置且粗细均匀的 U 形玻璃管与容积为 V_0 的锥形容器连通，玻璃管左端与大气相通. 在 U 形玻璃管中用水银柱封闭一定质量的理想气体，当环境温度为 27℃时，U 形玻璃管右侧水银面比左侧水银面高出 $h_1=12$ cm，水银柱上方管中空气柱长 $h_0=10$ cm，现在对锥形容器缓慢加热，当 U 形玻璃管左侧水银面比右侧水银面高出 $h_2=12$ cm 时停止加热，此时锥形容器内气体温度为 327℃. 已知大气压强恒为 $p_0=76$ cmHg，U 形玻璃管的横截面积为 $S=1$ cm²，热力学温度 T 与摄氏温度 t 关系为 $T=t+273$ K. 求：

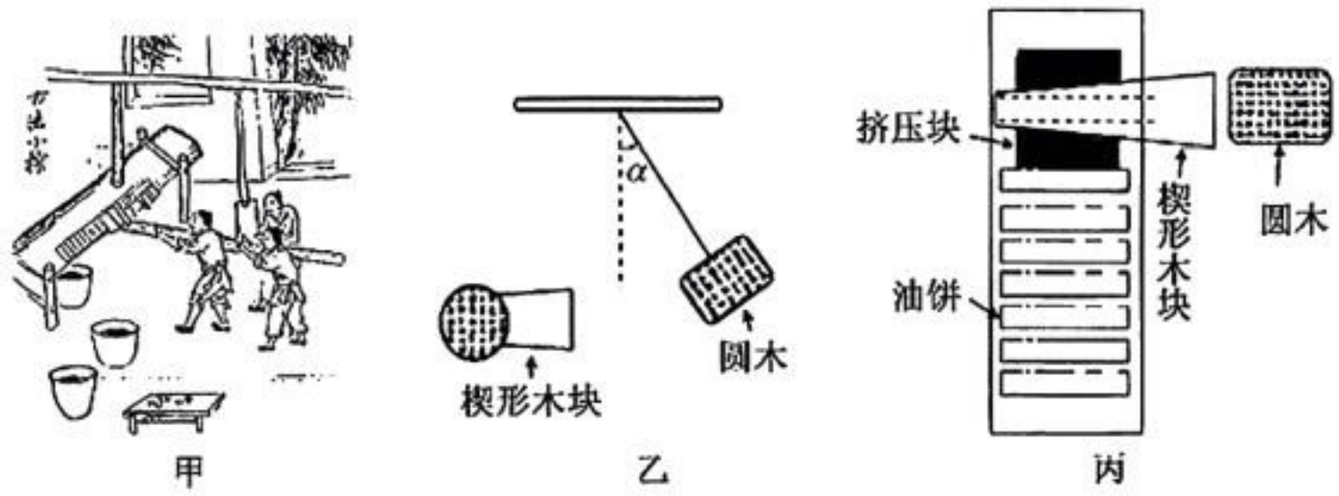
(1)当环境温度为 27℃时，锥形容器内气体的压强；

(2)锥形容器的容积 V_0.



14. (13 分)如图甲所示，古法榨油，榨出的油香味浑厚，这项工艺已经传承了一千多年，其原理可以简化为如图乙、丙所示的模型，圆木悬挂于横梁上，人用力将圆木推开使悬挂圆木的绳子与竖直方向夹角为 α 后放开圆木，圆木始终在竖直面内运动且悬线始终与圆木中心轴线垂直. 圆木运动到最低点时与质量为 m 的楔形木块发生正碰，不计碰撞过程的机械能损失，碰后瞬间在辅助装置作用下圆木速度减为零，碰后楔形木块向里运动通过挤压块挤压油饼，多次重复上述过程，油便会被榨出来. 已知圆木

质量 $M=9m$，悬绳悬点到圆木中心轴线的距离为 L，忽略楔形木块底部的摩擦力，楔形木块向里运动过程中，受到的阻力与楔入的深度成正比（比例系数为未知常数），第一次撞击过后，楔形木块楔入的深度为 d，重力加速度为 g，求：



(1)圆木运动到最低点时的速度大小；

(2)碰撞后瞬间楔形木块的速度大小；

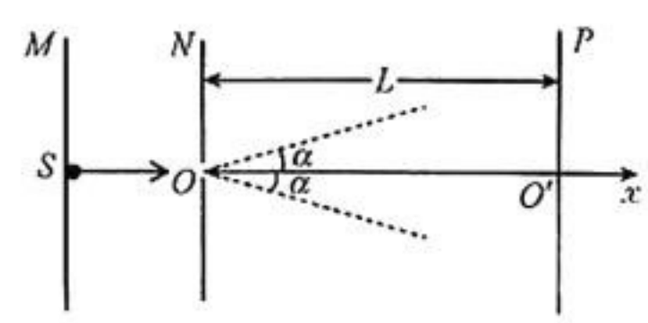
(3)第 5 次撞击后楔形木块楔入的深度.

15.（18 分）电磁聚焦是约束带电粒子的重要方法. 如图所示，粒子源 S 能够瞬间发出大量质量为 m、电荷量为 $q(q>0)$ 的粒子，粒子的初速度为零，经过 MN 之间的电场加速，从 O 点射出. 由于电场的边缘效应，会使粒子出现微小的发散角 α. 在 O 点右侧区域加一沿 x 轴正方向的匀强磁场，可以使粒子被约束在一定范围内而重新聚焦. 在距离 N 板右侧 L 处放置一个接收屏 P，可使粒子打在接收屏上. 已知 MN 间电势差为 U，在 α 较小时，$\sin\alpha\approx\alpha$，$\cos\alpha\approx1$，忽略粒子间的相互作用.

(1)求粒子从 O 点至到达光屏的时间；

(2)要使粒子聚焦于接收屏上，求磁场的磁感应强度大小；

(3)若磁感应强度大小为 B_0，改变接收屏与 N 的距离 L，为使所有粒子均能被接收屏接收，求接收屏的最小面积.



高三物理参考答案、提示及评分细则

1. D　由图像可知，运动员在 $O\to Q$ 过程中做竖直上抛运动，加速度恒定，A、B 错误；运动员在 t_3 时刻刚好接触到水面，C 错误；运动员在 $Q\to R$ 过程中，动能减小，重力势能减小，故机械能减小，D 正确.

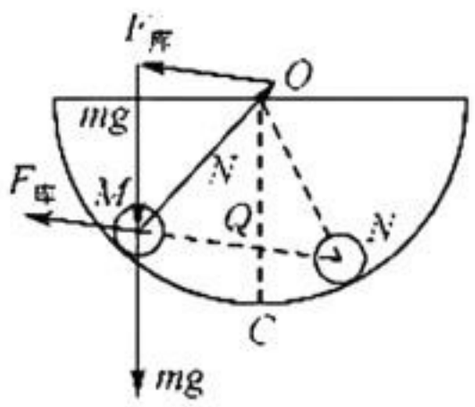
2. A　衰变过程有能量放出，有质量亏损，所以 ${}^{32}_{15}P$ 比 ${}^{32}_{16}S$ 的质量大，A 正确；因为衰变放出了一定的能量，产物更加稳定，比结合能更大，又因为核子数没有变，所以 ${}^{32}_{16}S$ 比 ${}^{32}_{15}P$ 的结合能大，B 错误；衰变方程为 ${}^{32}_{15}P\to{}^{32}_{16}S+X$，根据质量数守恒和电荷数守恒，可得 X 为 ${}^{0}_{-1}e$，所以 ${}^{32}_{15}P$ 发生的是 β 衰变，C 错误；温度并不会影响半衰期，D 错误.

3. C　"被压缩"后的成年人：$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{{v_1}^2}{r}$，第一宇宙速度与光速关系为：$c=\sqrt{2}v_1$，成年人的质量约 70 kg，代入数据解得 $r=\frac{2GM}{c^2}=10^{-25}$ m，故选 C.

4. D　两小球受到的细绳拉力之比为 1∶1，A 错误；两小球角速度相同，周期相同，B 错误；设小滑轮到小球转动平面的竖直距离为 h，细绳与竖直方向的夹角为 θ，根据小球在竖直方向上受力平衡 $T\cos\theta=mg$，水平方向 $T\sin\theta=ma=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2 r$，得 $\omega=\sqrt{\frac{g}{h}}$，C 错误；$P$ 球做圆周运动的半径小于 Q 球做圆周运动的半径，D 正确.

5. D　变压器①为升压变压器，变压器①原线圈中的电流 I_0 大于副线圈电流 I_1，A 错误；当并入电路的用户增多时，用电器消耗功率增大，电流 I_1、I_2 均增大，输电线 R 损耗功率变大，发电机的电流也增大，变压器①原线圈两端电压降低，则副线圈电压 U_1 减小，输电线上的电压增大，变压器②原线圈两端电压降低，V_2 的示数 U_2 减小，$\frac{U_1}{I_1}$ 减小，B、C 错误，D 正确.

6. B　对两球受力分析，并构建矢量三角形，如图所示，由于三角形相似可得，$\frac{mg}{QO}=\frac{N}{OM}=\frac{F_{库}}{MQ}=k$，由于电荷量减小，小球之间的库仑力减小，$M$ 球下移，Q 点也下移，OQ 长度增加，又因为 mg、OM 不变，所以 k 值减小，N 减小，MQ 减小，库仑力也减小；OC 和 NM 垂直时，库仑力和重力的合力不一定沿两者角平分线，所以库仑力不一定等于 M 球的重力，只有 B 正确.



7. C　Q 加速下滑 $m_2g\sin\theta+\mu_1m_1g\cos\theta-\mu_2(m_1+m_2)g\cos\theta=m_2a_2$，$l=\frac{1}{2}a_2t^2$ 得 $t=2$ s，P 加速下滑 $m_1g\sin\theta-\mu_1m_1g\cos\theta=m_1a_1$，$x=\frac{1}{2}a_1t^2=8$ m，整个系统的机械能损失为 $E=\mu_2(m_1+m_2)g\cos\theta\cdot l+\mu_1m_1g\cos\theta\cdot(x-l)=36$ J，C 正确.

8. CD　①是单缝，②是双缝干，A 错误；由 $\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$ 可知，条纹间距与①和②的距离无关，红光的波长大于绿光，故红光条纹间距更大，B 错误，C 正确；相邻条纹间距应为$\frac{a}{n-1}$，D 正确.

9. BC　建立等效重力场，显然 ae 为等效水平面，等效重力垂直于 ae 斜向右下方. 故小球的速度先减小后增大，B 正确；根据几何关系可知 $qE_{min}=mg\sin\theta=\frac{\sqrt{5}}{5}mg$，C 正确.

10. BC　由右手定则和左手定则可知，金属棒 a、b 所受安培力始终等大反向，故二者动量守恒，最终共速运动，A 错误；由 $mv_0=2mv_{共}$，解得 $v_{共}=\frac{v_0}{2}$，对 b 由动量定理有 $B\bar{I}Lt=mv_{共}$，即 $BLq=mv_{共}$，$q=\frac{mv_0}{2BL}$，D 错误；又 $q=\frac{\Delta\Phi}{2r}$，$\Delta\Phi=BLx$，最终 a、b 间距为 $d+\frac{mv_0r}{B^2L^2}$，B 正确；由能量守恒有 $Q_{总}=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}2mv_{共}^2$，$Q_a=\frac{Q_{总}}{2}=\frac{mv_0^2}{8}$，C 正确.

11. (1)0.9975(0.9973～0.9978 均对)(1 分)　(2)②(2 分)　0.52(2 分)　(3)9.86(2 分)

解析：(1)由图可得，L 的长度为 99.75 cm=0.9975 m；

(2)摆球的半径为 r，摆长 $l_0=L-r$，由单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$，则有 $T^2=4\pi^2\frac{L-r}{g}$，图像②可能是该组作出的，由图可知 $r=0.52$ cm；

(3)根据数学知识可知，对 T^2-L 图象斜率 $k=\frac{4\pi^2}{g}$，将图②数据代入可求出当地重力加速度 $g=9.86\ \mathrm{m/s^2}$.

12. (1)甲(1 分)　C(1 分)　(2)2500.0(1 分)　小于(1 分)　(3)串(1 分)　10000.0(2 分)　9751.2(2 分)

解析：(1)电压表内阻较大，采用半偏法测电阻，故应使用滑动变阻器的分压接法，所以选择甲图合适. 滑动变阻器 R_0 应该选 C，因为电压表内阻远大于滑动变阻器的最大阻值，所以电压 U 接近于 E，超过电压表的量程.

(2)电阻箱的读数为 2500.0 Ω，调节电阻箱 R 的阻值，则总电阻变大，干路电流减小，内阻和滑动变阻器右部分电压减小，电阻箱和电压表的总电压变大，即大于 3 V，当电压表的示数为 1.5 V 时，电阻箱的电压大于 1.5 V，由于它们串联，所以电阻箱的电阻大于电压表的电阻，故电压表的实际阻值小于 2500.0 Ω.

(3)为把该电压表改装成 0～15 V 的电压表，根据欧姆定律$\frac{3}{R_V}=\frac{15-3}{R}$，需串联一个阻值为 10000.0 Ω 的定值电阻. 改装后$\frac{15-\frac{14.7}{5}}{10000}=\frac{\frac{14.7}{5}}{R_V}$，又 $R'=4R_V$，得 $R'\approx9751.2$ Ω.

13. 解：(1)初始时由平衡关系有 $p_0=p_1+h_1$　(1 分)

得 $p_1=64$ cmHg　(1 分)

(2)$t=327℃$时，$T_2=600\ K$ （1 分）

由平衡关系有 $p_2=p_0+h_2$ （1 分）

得 $p_2=88\ cmHg$ （1 分）

由几何关系知此时右侧水银柱上方空气长 $h'_0=22\ cm$ （1 分）

由理想气体状态方程

$\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_2V_2}{T_2}$ （2 分）

得 $\frac{p_1(h_0S+V_0)}{T_1}=\frac{p_2(h'_0S+V_0)}{T_2}$ （1 分）

解得 $V_0=16.4\ cm^3$ （1 分）

14. 解：(1)圆木从最高点摆到最低点的过程中机械能守恒，有

$MgL(1-\cos\alpha)=\frac{1}{2}Mv_0^2$ （2 分）

解得 $v_0=\sqrt{2gL(1-\cos\alpha)}$ （1 分）

(2)圆木与楔形木块碰撞过程中动量守恒、机械能守恒有

$Mv_0=Mv_1+mv_2$ （1 分）

$\frac{1}{2}Mv_0^2=\frac{1}{2}Mv_1^2+\frac{1}{2}mv_2^2$ （2 分）

联立解得 $v_2=\frac{9}{5}\sqrt{2gL(1-\cos\alpha)}$ （1 分）

(3)楔形木块向内运动过程中，动能减小量等于克服阻力做的功，第一次碰撞后，进入的深度为 d，由功能关系得

$\frac{1}{2}kd^2=\frac{1}{2}mv_2^2$ （2 分）

由于每次碰撞后楔形木块速度都是 v_2，连续碰撞 n 次后，进入的总深度为 x_n，有

$\frac{1}{2}kx_n^2=n\frac{1}{2}mv_2^2$ （2 分）

解得 $x_n=\sqrt{n}d$ （1 分）

第 5 次碰撞后楔入的深度

$S=x_5-x_4=(\sqrt{5}-2)d$ （1 分）

15. 解：(1)带电粒子在电场中加速，由动能定理得

$qU=\frac{1}{2}mv^2$ （2 分）

粒子沿 x 轴方向以 $v_{//}$ 做匀速直线运动，有

$v_{//}=v\cos\alpha\approx v$ （1 分）

所以到达光屏的时间为 t，依题意可知

$L=v_{//}t$ （1 分）

代入数据解得 $t=L\sqrt{\frac{m}{2qU}}$ （1 分）

(2)带电粒子沿 x 轴方向匀速，垂直 x 轴方向做由洛伦兹力提供向心力的圆周运动：

$v_1=v\sin\alpha\approx\alpha v$ （1 分）

$qv_1B=m\frac{{v_1}^2}{R}$ （2 分）

在磁场中运动周期为：

$T=\frac{2\pi R}{v_1}$ （2 分）

要使粒子聚焦于接收屏上，应该满足：

$t=nT(n=1,2,3\cdots)$ （1 分）

代入数据解得 $B=\frac{2\pi n}{L}\sqrt{\frac{2mU}{q}}(n=1,2,3,\cdots)$ （2 分）

(3)若磁感应强度大小为 B_0，带电粒子在垂直于 x 轴方向圆周运动，最大半径为

$R_m=\frac{\alpha mv}{qB_0}$ （1 分）

所以在光屏上形成的最大面积为

$S_m=\pi(2R_m)^2$ （2 分）

代入数据解得 $S_m=\frac{8\alpha^2\pi mU}{q{B_0}^2}$ （2 分）