【核心问题7】高中物理实验

福建省普通教育教学研究室物理学科编写组

【材料导读】

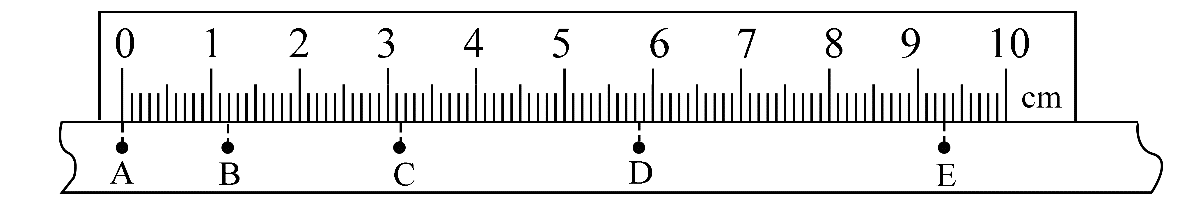
本专题包括高中物理实验中三个关键问题“基本仪器使用”“速度或加速度的测量”和“电阻的测量”，涉及高考大纲要求的力学和电学共12个基础实验。

“基本仪器使用”是物理实验的基础知识，掌握基本仪器的原理和使用方法才能进一步完成简单的设计性实验，特别是测量仪器的读数问题是历年高考的重点。“速度或加速度的测量”是“研究匀变速直线运动”“验证牛顿运动定律”“探究动能定理”“验证机械能守恒定律”以及“验证动量守恒定律”等力学实验的核心问题，而“电阻的测量”则是所有电学实验的核心问题。实验题的设计往往以“测速度”或“测电阻”为任务导向，要求考生将物理实验知识、方法和技能与新的情景相结合完成实验。这其中利用“纸带+打点计时器”或“挡光片+光电门”是最常见的测速方法，而测量电阻则往往基于“伏安法”进行“一表两用”的变化拓展或用“替代法”“半偏法”来完成实验任务。

本专题通过具体试题来呈现上述三个核心问题在高考命题中的特点，以问题串的形式引导学生去体会实验考查的要求。材料中的例题和练习按*A*、*B*、*C*三级难度递进，供教学参考，适用不同能力层次的学生选择训练。

【典例分析】

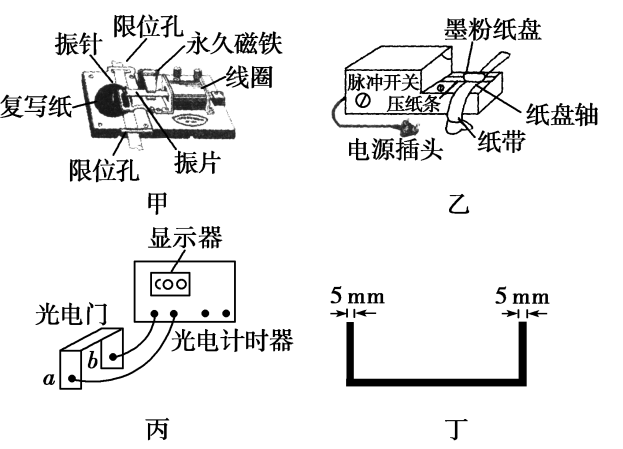
**【A】例1** （2019·全国Ⅰ）如图，某小组利用打点计时器对物块沿倾斜的长木板加速下滑时的运动进行研究。物块拖动纸带下滑，打出的纸带一部分如图所示。已知打点计时器所用交流电的频率为50 Hz，纸带上标出的每两个相邻点之间还有4个打出的点未画出。在ABCDE五个点中，打点计时器最先打出的是 点，在打出C点时物块的速度大小为 m/s（保留3位有效数字）；物块下滑的加速度大小为 m/s2（保留2位有效数字）。



**【答案】**A 0.233 0.75

**【解析】**观察纸带可知从点A到点E纸袋的上各点的间距逐渐增大，根据题意物体的运动为匀加速运动，所以A点是最先打下的点；根据运动学知识可知中间时刻的瞬时速度等于物体的平均速度，C点是BD段的中间时刻，所以只需求得BD段的平均速度即为C点的瞬时速度。此时要注意刻度尺读数的有效数字要估读到0.1cm，为了计算方便均从0刻度开始测量，有*x*AB = 1.20 cm，*x*AD = 5.85 cm，，计算结果按要求保留3位有效数字。设AB为*S*1、BC为*S*2、CD为*S*3、DE为*S*4，根据逐差法可知物块下滑的加速度：。

**【A】变式1** 如图所示中的甲、乙两种打点计时器是高中物理实验中常用的计时仪器。光电计时器像打点计时器一样，也是一种研究物体运动情况的计时仪器，其结构如图丙所示，*a*、*b*分别是光电门的激光发射和接收装置，当一辆带有挡光片的小车从*a*、*b*间通过时，光电计时器就可以显示挡光片的挡光时间。某同学在“探究小车速度随时间变化规律”的实验中，做了一个U形遮光板如图丁所示，两个遮光片宽度均为*L* = 5 mm，将此U形遮光板装在小车上，让小车做匀变速直线运动通过静止的光电计时器，实验时测得两次遮光时间分别为Δ*t*1 = 0.10 s，Δ*t*2 = 0.05 s，从第一个遮光片遮光到第二个遮光片遮光经过的时间*t* = 1 s，则：



（1）图乙是\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“电磁”或“电火花”）打点计时器，电源采用的是\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“交流4～6 V”或“交流220 V”）。

（2）第一个遮光片通过光电门的速度大小为\_\_\_\_\_\_\_\_m/s，第二个遮光片通过光电门的速度大小为\_\_\_\_\_\_\_\_m/s。

（3）小车做加速直线运动的加速度大小为\_\_\_\_\_\_\_\_m/s2。

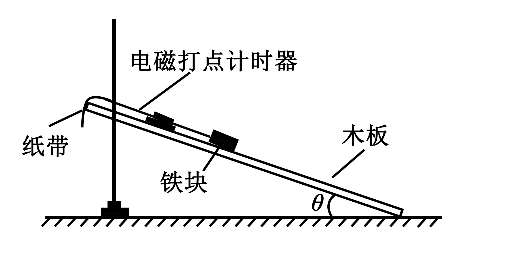
【答案】（1）电火花 交流220 V　 （2）0.05 0.1 （3）0.05

【解析】（1）图甲是电磁打点计时器，电源采用的是低压交流4～6 V；图乙是电火花打点计时器，电源采用的是交流220 V。

（2）第一个遮光片通过光电门的平均速度大小为*v*1 ＝ ＝ 0.05 m/s；第二个遮光片通过光电门的平均速度大小为*v*2 ＝ ＝ 0.1 m/s。

（3）根据加速度定义式可得滑块的加速度*a* ＝ ＝ 0.05 m/s2。

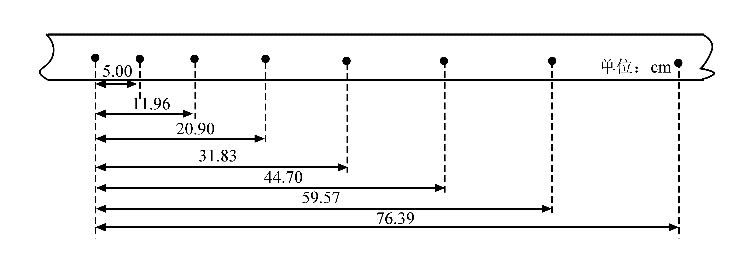
**变式2** 如图（a），某同学设计了测量铁块与木板间动摩擦因数的实验。所用器材有：铁架台、长木板、铁块、米尺、电磁打点计时器、频率50 Hz的交流电源，纸带等。回答下列问题：



图（a）

**【A】**（1）铁块与木板间动摩擦因数*μ*= （用木板与水平面的夹角*θ*、重力加速度*g*和铁块下滑的加速度*a*表示）

**【B】**（2）某次实验时，调整木板与水平面的夹角使*θ* = 30°。接通电源。开启打点计时器，释放铁块，铁块从静止开始沿木板滑下。多次重复后选择点迹清晰的一条纸带，如图（b）所示。图中的点为计数点（每两个相邻的计数点间还有4个点未画出）。重力加速度为9.8 m/s2。可以计算出铁块与木板间的动摩擦因数为 （结果保留2位小数）。

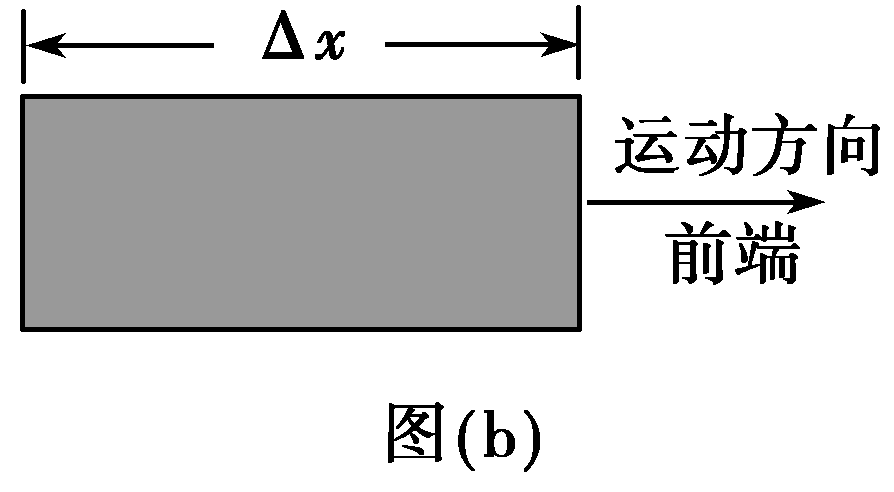
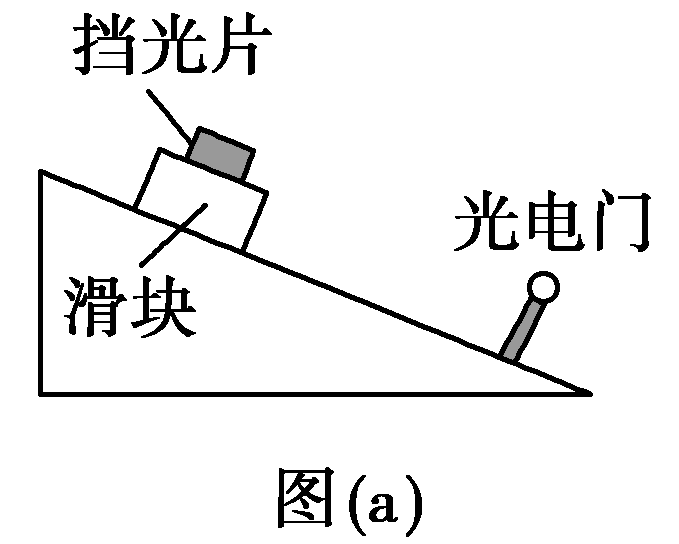


图（b）

【答案】（1） （2）0.35

【解析】对铁块受力分析结合牛二定律得，则；设相邻两个计数点为*S*1、*S*2、*S*3、*S*4、*S*5、*S*6、*S*7，选*S*1~*S*6根据逐差法可求得物体的加速度，，再代入（1）式得。

**变式3** 某同学研究在固定斜面上运动物体的平均速度、瞬时速度和加速度之间的关系。使用的器材有：斜面、滑块、长度不同的矩形挡光片、光电计时器。

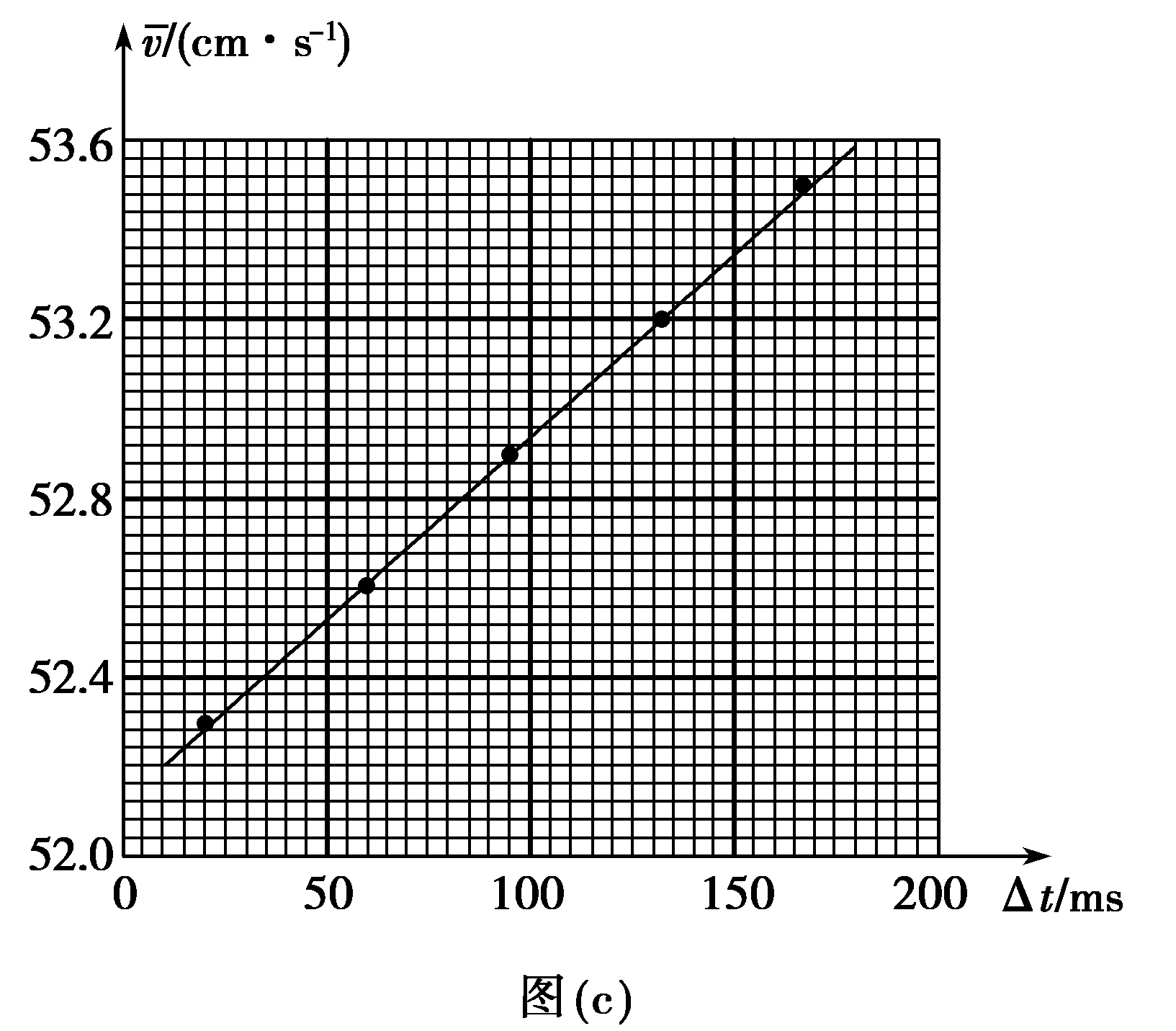


实验步骤如下：

①如图（a），将光电门固定在斜面下端附近：将一挡光片安装在滑块上，记下挡光片前端相对于斜面的位置，令滑块从斜面上方由静止开始下滑；

②当滑块上的挡光片经过光电门时，用光电计时器测得光线被挡光片遮住的时间Δ*t*；

③用Δ*x*表示挡光片沿运动方向的长度，如图（b）所示，表示滑块在挡光片遮住光线的Δ*t*时间内的平均速度大小，求出；



④将另一挡光片换到滑块上，使滑块上的挡光片前端与①中位置相同，令滑块由静止开始下滑，重复步骤②③；

⑤多次重复步骤④；

⑥利用实验中得到的数据作出-Δ*t*图，如图（c）所示。

完成下列填空：

**【B】**（1）用*a*表示滑块下滑的加速度大小，用*v*A表示挡光片前端到达光电门时滑块的瞬时速度大小，则与*v*A、*a*和Δ*t*的关系式为＝\_\_\_\_\_\_\_\_。

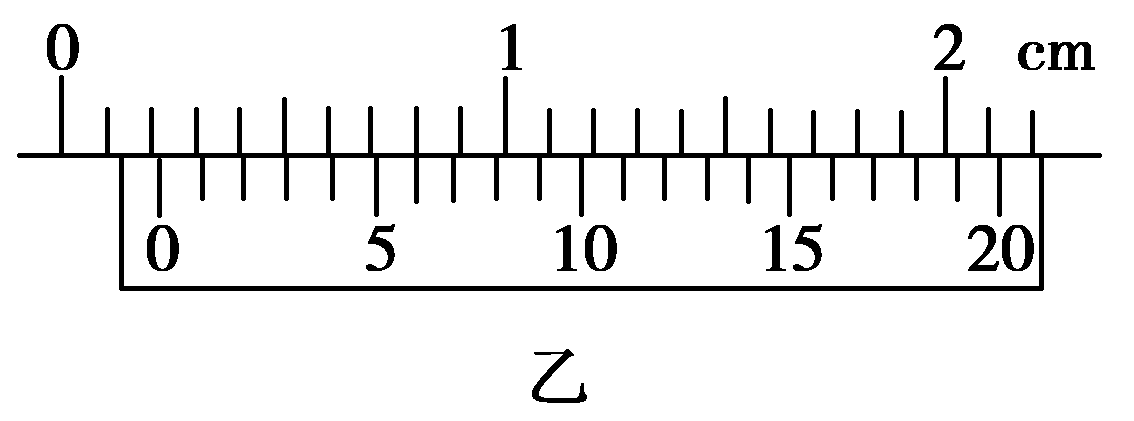
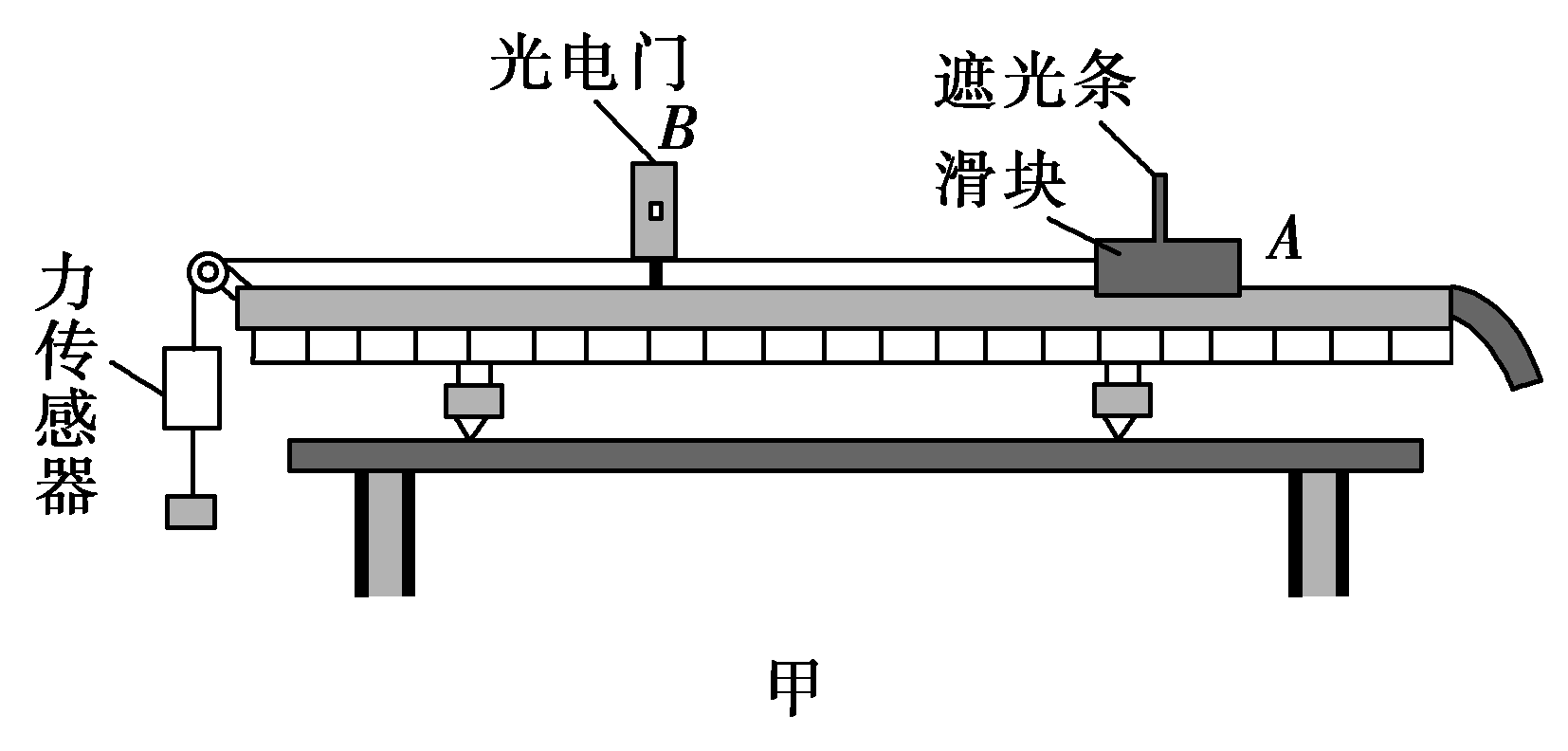
**【C】**（2）由图（c）可求得，*v*A ＝\_\_\_\_\_\_\_\_cm/s，*a*＝\_\_\_\_\_\_\_\_cm/s2。（结果保留3位有效数字）

**【答案】**（1）*vA*＋Δ*t* （2）52.1 16.3

**【解析】**（1）是Δ*t*时间内中间时刻的瞬时速度，*vA*为Δ*t*时间内的初速度，根据速度公式得 ＝ *vA*＋*a* ＝ *vA*＋Δ*t*。

（2）由 ＝ *vA*＋Δ*t*，可知，图（c）中图线与轴的交点为*vA*，图线的斜率为。将图线延长可知，*vA*＝52.1 cm/s，在图线上选取较远的两点，求得斜率 ＝≈ 8.17 cm/s2，即*a* ≈ 16.3 cm/s2。

**【B】例2** 某学习小组用图甲所示的实验装置探究“动能定理”。他们在气垫导轨上安装了一个光电门*B*，滑块上固定一遮光条，滑块用细线绕过气垫导轨左端的定滑轮与力传感器相连，传感器下方悬挂钩码，每次滑块都从*A*处由静止释放。



（1）某同学用游标卡尺测量遮光条的宽度*d*，如图乙所示，则*d*＝\_\_\_\_\_\_\_\_mm。

（2）下列实验要求中不必要的一项是\_\_\_\_\_\_\_\_（请填写选项前对应的字母）。

A．应使滑块质量远大于钩码和力传感器的总质量

B．应使*A*位置与光电门间的距离适当大些

C．应将气垫导轨调至水平

D．应使细线与气垫导轨平行

（3）实验时保持滑块的质量*M*和*A*、*B*间的距离*L*不变，改变钩码质量*m*，测出对应的力传感器的示数*F*和遮光条通过光电门的时间*t*，通过描点作出线性图像，研究滑块动能变化与合外力对它所做功的关系，处理数据时应作出的图像是\_\_\_\_\_\_\_\_（请填写选项前对应的字母）。

A．作出“*t* ­*F*图像” B．作出“*t*2 ­*F*图像”

C．作出“*t*2 ­图像” D．作出“ ­*F*2图像”

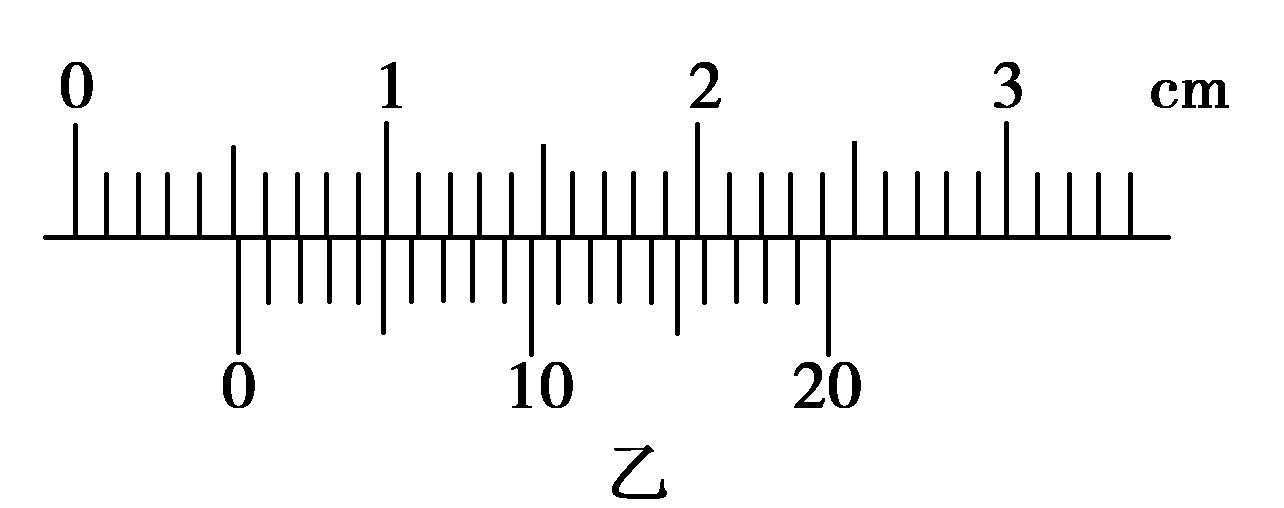
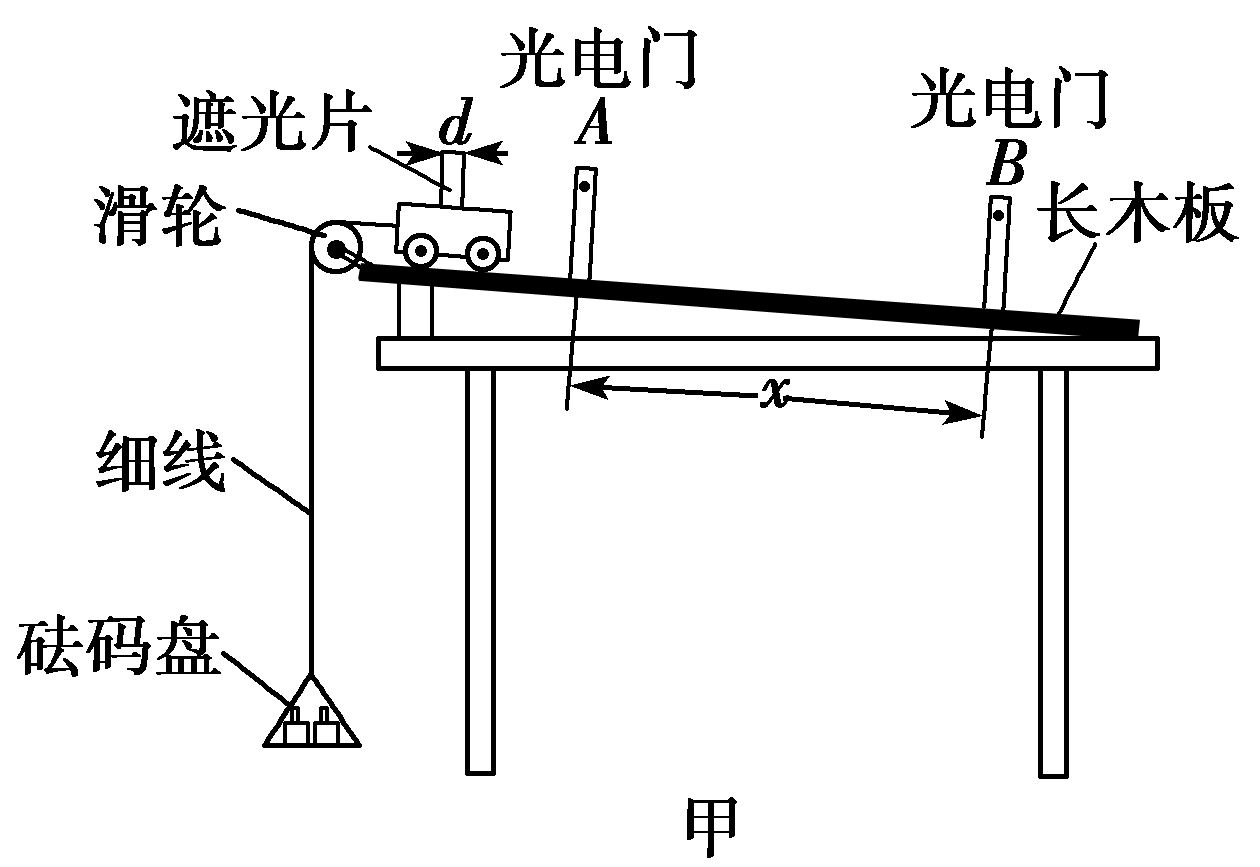
【答案】（1）2.30 （2）A （3）C

【解析】（1）由读数规则可知读数为2.0 mm＋0.05×6 mm＝2.30 mm。

（2）因为拉力传感器直接测出拉力，故不需要使滑块质量远大于钩码和力传感器的总质量，A错误；应使*A*位置与光电门间的距离适当大些以便减小误差，故B正确；应将气垫导轨调至水平，使摩擦力为零，故C正确；应使细线与气垫导轨平行，保证合外力为细绳拉力，故D正确。所以不必要的一项是A。

（3）由实验原理*FL* ＝ *mv*2 ＝ *m*＝ *m*，可知应作出“ *t*2 ­ 图像”，故C正确。

**【B】变式4** 用如图甲所示的实验装置完成“探究动能定理”实验。请补充完整下列实验步骤的相关内容：



（1）用天平测量小车和遮光片的总质量*M*、砝码盘的质量*m*0；用游标卡尺测量遮光片的宽度*d*，游标卡尺的示数如图乙所示，其读数为\_\_\_\_\_\_\_\_cm；按图甲所示安装好实验装置，用米尺测量两光电门之间的距离*x*；

（2）在砝码盘中放入适量砝码；适当调节长木板的倾角，直到轻推小车，遮光片先后经过光电门*A*和光电门*B*的时间相等；

（3）取下细线和砝码盘，记下\_\_\_\_\_\_\_\_（填写相应物理量及其符号）；

（4）让小车从靠近滑轮处由静止释放，用数字毫秒计时器分别测出遮光片经过光电门*A*和光电门*B*所用的时间Δ*tA*和Δ*tB*；

（5）步骤（4）中，小车从光电门*A*下滑至光电门*B*过程合外力做的总功*W*合＝\_\_\_\_\_\_\_\_，小车动能变化量Δ*E*k＝\_\_\_\_\_\_\_\_（用上述步骤中的物理量表示，重力加速度为*g*），比较*W*合和Δ*E*k的值，找出两者之间的关系；

（6）重新挂上细线和砝码盘，改变砝码盘中砝码质量，重复（2）～（5）步骤。

（7）本实验中，以下操作或要求是为了减小实验误差的是\_\_\_\_\_\_\_\_。

A．尽量减小两光电门间的距离*x*

B．调整滑轮，使细线与长木板平行

C．砝码和砝码盘的总质量远小于小车的质量

【答案】（1）0.520 （3）砝码盘中砝码的质量*m*

（5）（*m*＋*m*0）*gx* *M*－*M* （7）B

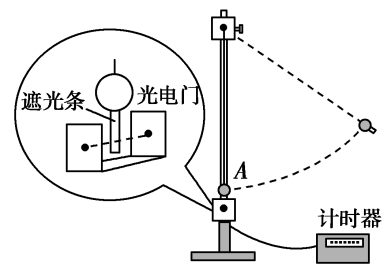
【解析】（1）游标卡尺是20分度（精确至0.05mm），由读数规则可知读数为5 mm＋4×0.05 mm ＝ 5.20 mm ＝ 0.520 cm。

（3）在砝码盘中放入适量砝码，适当调节长木板的倾角，直到轻推小车，遮光片先后经过光电门*A*和光电门*B*的时间相等，这一步目的是使取下细线和砝码盘后小车运动所受合外力等于砝码和砝码盘的重力（*m*＋*m*0）*g*，所以当取下细线和砝码盘时，记下砝码盘中砝码的质量*m*。

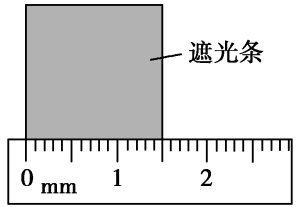
（5）小车从光电门*A*下滑至光电门*B*过程中合外力做的总功*W*合＝（*m*＋*m*0）*gx*，小车动能变化量Δ*E*k ＝ *M*－*M*，比较*W*合和Δ*E*k的值，找出两者之间的关系。

（7）尽量减小两光电门间的距离*x*，会增大误差，选项A错误；调整滑轮，使细线与长木板平行，这样细线拉力等于小车做加速运动时受到的合外力，有利于减小误差，选项B正确；本实验没有用砝码和砝码盘的重力代替细线的拉力，故不需要满足砝码和砝码盘的总质量远小于小车的质量，选项C错误。

**【B】变式5** 某同学用如图所示的装置验证机械能守恒定律。一根细线系住钢球，悬挂在铁架台上，钢球静止于*A*点，光电门固定在*A*的正下方，在钢球底部竖直地粘住—片宽度为*d*的遮光条。将钢球拉至不同位置由静止释放，遮光条经过光电门的挡光时间*t*可由计时器测出，取*v* ＝ 作为钢球经过*A*点时的速度。记录钢球每次下落的高度*h*和计时器示数*t*，计算并比较钢球在释放点和*A*点之间的势能变化大小Δ*E*p与动能变化大小Δ*E*k，就能验证机械能是否守恒。



**【A】**（1）Δ*E*p ＝ *mgh*计算钢球重力势能变化的大小，式中钢球下落高度*h*应测量释放时的钢球球心到\_\_\_\_\_\_\_\_之间的竖直距离。



A．钢球在*A*点时的顶端

B．钢球在*A*点时的球心

cm

C．钢球在*A*点时的底端

**【A】**（2）用Δ*E*k ＝ *mv*2计算钢球动能变化的大小，用刻度尺测量遮光条宽度，示数如图所示，其读数为\_\_\_\_\_\_\_\_cm。某次测量中，计时器的示数为0.0100 s，则钢球的速度为*v* ＝\_\_\_\_\_\_\_\_m/s。

**【B】**（3）下表为该同学的实验结果：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Δ*E*p（×10－2 J） | 4.892 | 9.786 | 14.69 | 19.59 | 29.38 |
| Δ*E*k（×10－2 J） | 5.04 | 10.1 | 15.1 | 20.0 | 29.8 |

他发现表中的Δ*E*p与Δ*E*k之间存在差异，认为这是由于空气阻力造成的。你是否同意他的观点？请说明理由。

**【C】**（4）请你提出一条减小上述差异的改进建议。

【答案】（1）B　（2）1.50　1.50　（3）不同意　理由见解析　（4）见解析

【解析】（1）钢球下落高度*h*，应测量释放时钢球球心到钢球在*A*点时的球心之间的竖直距离，故选B。

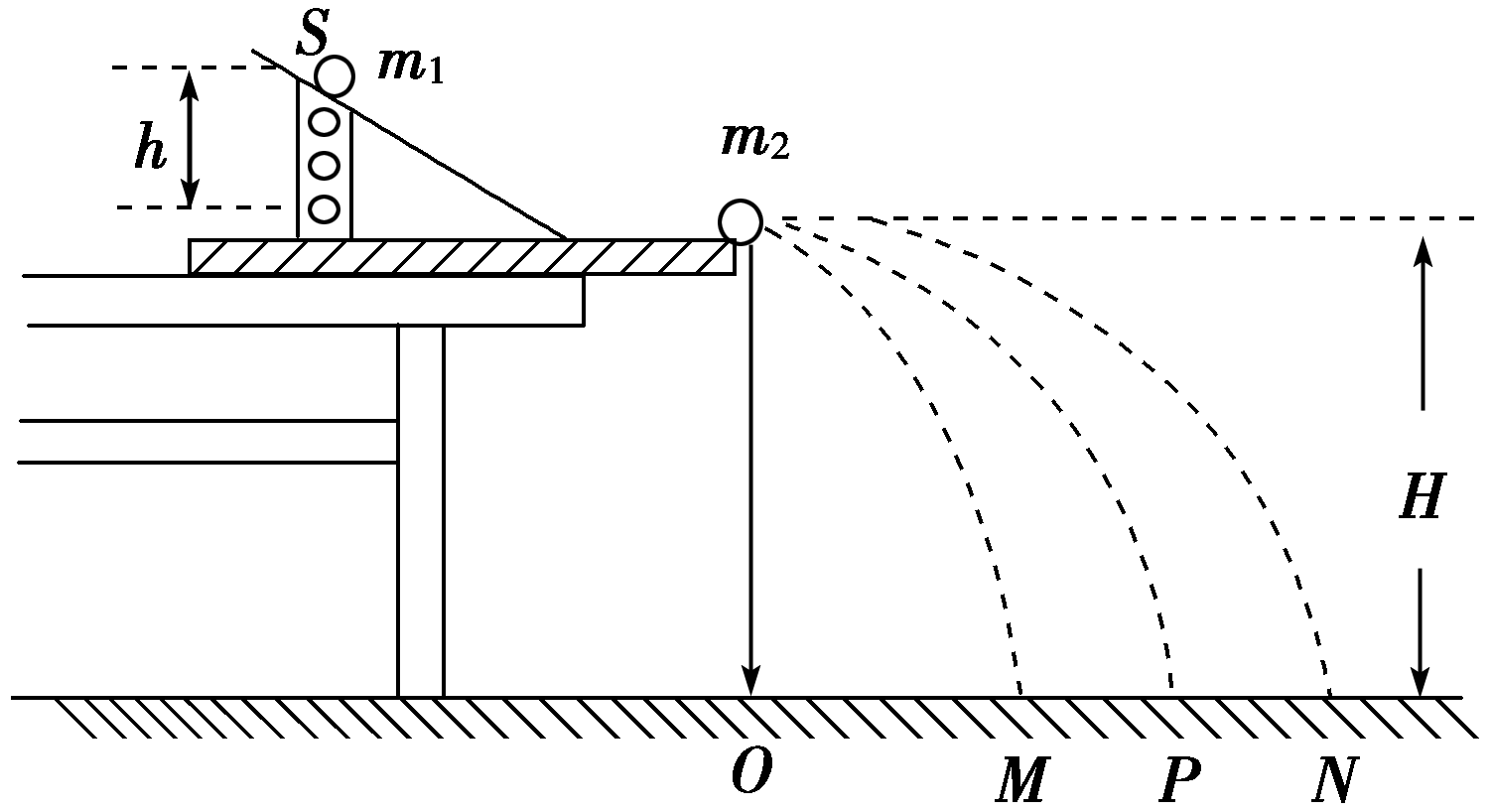
（2）遮光条的宽度*d* ＝ 1.50 cm，钢球的速度*v* ＝ ＝ 1.50 m/s。

（3）不同意，因为空气阻力会造成Δ*E*k小于Δ*E*p，但表中Δ*E*k大于Δ*E*p。

（4）分别测出光电门和球心到悬点的长度*L*和*l*，计算Δ*E*k时，将*v*折算成钢球的速度*v*′ ＝ *v*。

**【B】变式6** 如图所示，用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律。

（1）实验中，直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的。但是，可以通过仅测量\_\_\_\_\_\_\_\_(填选项前的符号)，间接地解决这个问题。



A．小球开始释放高度*h*

B．小球抛出点距地面的高度*H*

C．小球做平抛运动的射程

（2）图中*O*点是小球抛出点在地面上的垂直投影。实验时，先让入射球*m*1多次从斜轨上*S*位置静止释放，找到其平均落地点的位置*P*，测量平抛射程*OP*。然后，把被碰小球*m*2静置于轨道的水平部分，再将入射球*m*1从斜轨上*S*位置静止释放，与小球*m*2相碰，并多次重复。接下来要完成的必要步骤是\_\_\_\_\_\_\_\_．(填选项前的符号)

A．用天平测量两个小球的质量*m*1、*m*2

B．测量小球*m*1开始释放高度*h*

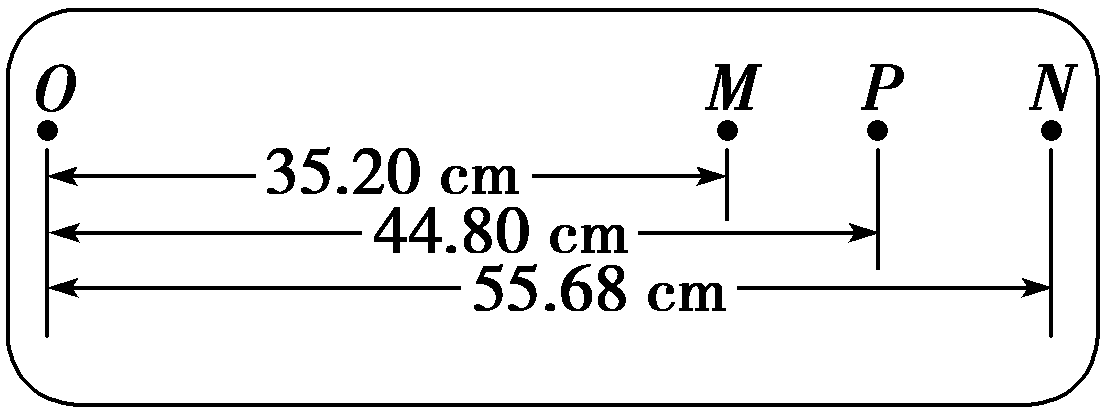
C．测量抛出点距地面的高度*H*

D．分别找到*m*1、*m*2相碰后平均落地点的位置*M*、*N*

E．测量平抛射程*OM*，*ON*

（3）若两球相碰前后的动量守恒，其表达式可表示为\_\_\_\_\_\_\_\_（用(2)中测量的量表示）；若碰撞是弹性碰撞。那么还应满足的表达式为\_\_\_\_\_\_\_\_（用(2)中测量的量表示）。

（4）经测定，*m*1＝45.0 g，*m*2＝7.5 g，小球落地点的平均位置距*O*点的距离如右图所示。碰撞前、后*m*1的动量分别为*p*1与*p*1′，则*p*1∶*p*1′＝\_\_\_\_\_\_∶11；若碰撞结束时*m*2的动量为*p*2′，则*p*1′∶*p*2′＝11∶\_\_\_\_.



实验结果说明，碰撞前、后总动量的比值为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

（5）有同学认为，在上述实验中仅更换两个小球的材质，其他条件不变，可以使被碰小球做平抛运动的射程增大。请你用（4）中已知的数据，分析和计算出被碰小球*m*2平抛运动射程*ON*的最大值为\_\_\_\_\_\_\_\_cm.

【答案】（1）C　（2）ADE或DAE （3）*m*1·*OM*＋*m*2·*ON* ＝ *m*1·*OP*

*m*1·*OM*2＋*m*2·*ON*2 ＝ *m*1·*OP*2 　（4）14　2.9　1(1～1.01均可)　（5）76.8

【解析】（1）该实验是验证动量守恒定律，也就是验证两球碰撞前后动量是否相等，即验证*m*1*v*1＝*m*1*v*′1＋*m*2*v*′2，由题图中装置可以看出，不放被碰小球*m*2时，*m*1从抛出点下落高度与放上*m*2，两球相碰后下落的高度*H*相同，即在空中做平抛运动的下落时间*t*相同，故有*v*1 ＝ ，*v*′1 ＝ ，*v*′2 ＝ ，代入*m*1*v*1 ＝ *m*1*v*′1＋*m*2*v*′2，可得*m*1·*OP* ＝ *m*1·*OM*＋*m*2·*ON*，只需验证该式成立即可，在实验中不需测出速度，只需测出小球做平抛运动的水平位移即可。

（2）需先找出落地点才能测量小球的水平位移，测量小球的质量无先后之分。

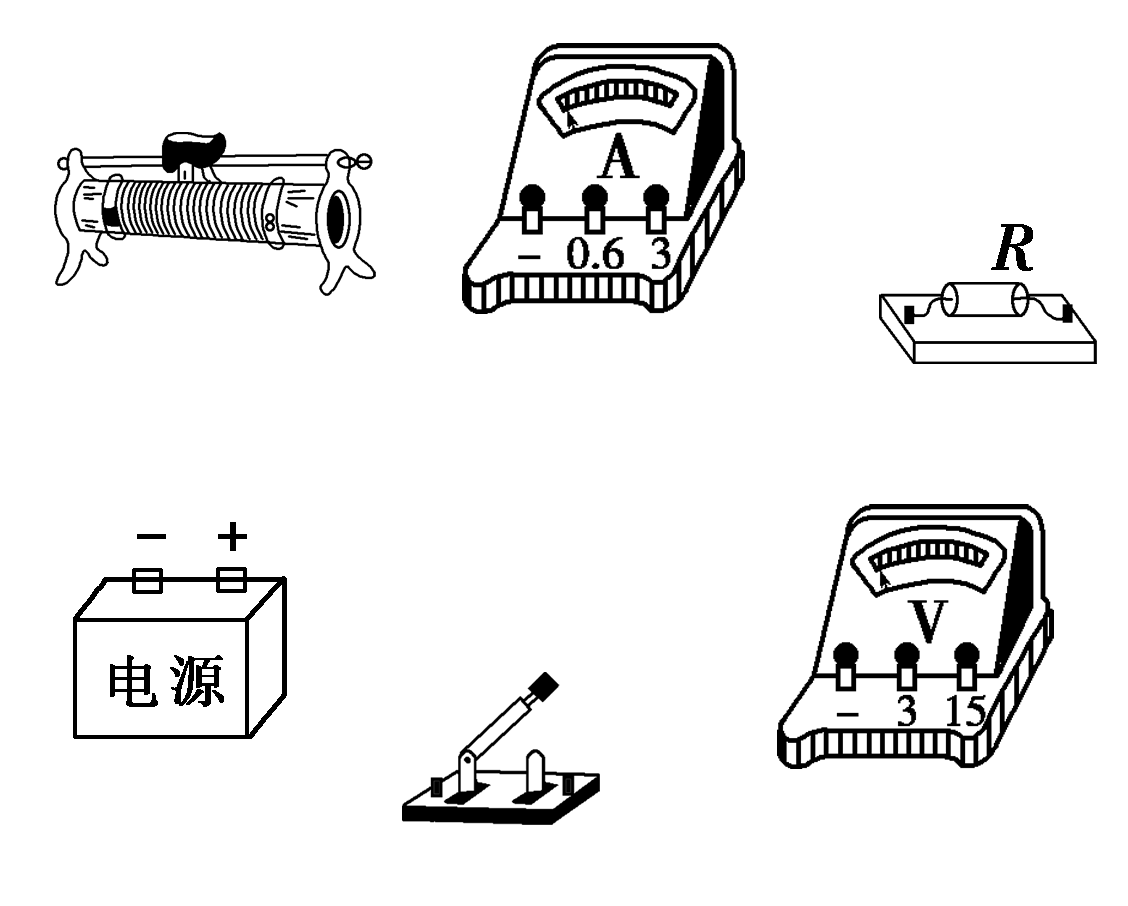
（3）若是弹性碰撞，还应满足能量守恒，即*m*1*v* ＝ *m*1*v*′＋*m*2*v*′，即*m*1·*OP*2 ＝*m*1·*OM*2＋*m*2·*ON*2。

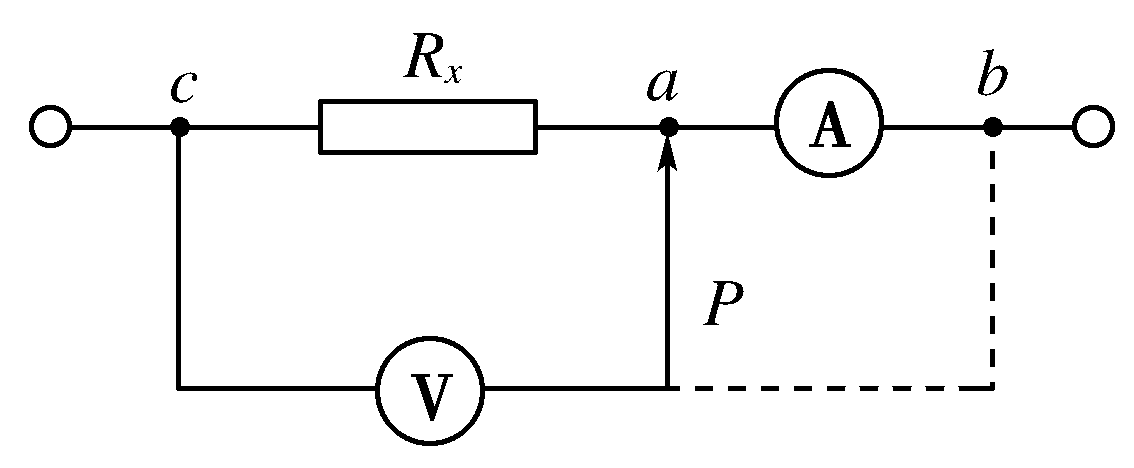
（4） ＝ ＝ ＝ ＝14∶11； ＝ ＝ ＝11∶2.9；

＝ ＝ ≈ 1(1～1.01 均可)

（5）当两球发生弹性碰撞时，碰后*m*2的速度最大，射程最大，由*m*1·*OP* ＝ *m*1·*OM*＋*m*2·*ON*与*m*1·*OP*2 ＝ *m*1·*OM*2＋*m*2·*ON*2可解出*ON*的最大值为76.8 cm.

**【B】例3** （2017·海南）某同学用伏安法测量待测电阻的阻值。现有器材为：待测电阻*R*（阻值约为5 Ω），电源（电动势3 V），滑动变阻器（阻值范围0～10 Ω），电流表（量程0.6 A，3 A），电压表（量程3 V，15 V），开关，导线若干。实验要求在测量电路中将电流表外接，滑动变阻器起限流作用。

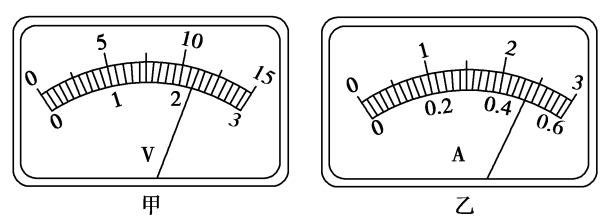


回答下列问题：

（1）按照实验要求在图中画出实物连接图。

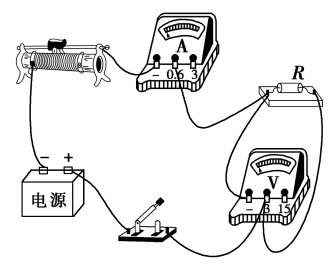
（2）若已按实验要求接线，闭合开关后移动滑动变阻器的滑片，电压表的示数始终约为3 V，电流表的示数始终接近于零。写出产生这种现象的一个原因：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）在连线正确后，闭合开关。电压表和电流表的示数分别如图甲和乙所示。由图可知，电压表读数为\_\_\_\_\_\_\_\_V，电流表读数为\_\_\_\_\_\_\_\_A。由此可得待测电阻的阻值为\_\_\_\_\_\_\_\_Ω（结果保留三位有效数字）。



**【答案】**（1）如解析图所示 （2）电阻*R*断路 （3）2.20 0.48 4.58

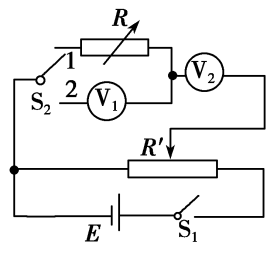
**【解析】**（1）因为电源的电动势为3 V，所以电压表量程选择3 V；由欧姆定律可得*I* ＝ ＝ 0.6 A，电路中最大电流不超过0.6 A，所以电流表量程选择0.6 A；根据题意要求，按“从电源的某一极出发，先干路后支路”的原则连线，如图所示。



（2）电压表的示数为3 V，电流表的示数接近零，说明接入电路的电阻很大，电压表所测范围电路断路，相当于电压表内阻直接接入电路。由图可判定电阻*R*断路。

（3）电压表读数为2.20 V，电流表读数为0.48 A。由欧姆定律可得，待测电阻的阻值*R* ＝ Ω ＝ 4.58 Ω。

**【B】变式7** 某探究小组利用课外时间做了如下探究实验。先利用如图所示的电路来测量两个电压表的内阻，实验分两个过程，先用替代法测出电压表V1的内阻，然后用半偏法测出电压表V2的内阻。供选用的器材如下：

A．待测电压表V1，量程为2.0 V，内阻为10～30 kΩ

B．待测电压表V2，量程为3.0 V，内阻为30～40 kΩ

C．电阻箱，阻值范围为0～99 999.9 Ω

D．滑动变阻器，阻值范围0～1 000 Ω，额定电流为0.5 A

E．滑动变阻器，阻值为0～20 Ω，额定电流为2 A

F．电池组、电动势为6.0 V，内阻为0.5 Ω

G．单刀单掷开关、单刀双掷开关各一个，导线若干

（1）实验器材除选择A、B、C、F、G外，滑动变阻器*R*′应选用\_\_\_\_\_\_\_\_。（用器材前的字母表示）

（2）下面是主要的实验操作步骤，将所缺的内容补充完整。

①用替代法测待测电压表V1的内阻

根据电路图连接实验电路，并将滑动变阻器*R*′的滑动触头置于最左端；将单刀双掷开关S2置于触点2，调节滑动变阻器*R*′，使电压表V2的指针指在刻度盘第*N*格，然后将单刀双掷开关S2置于触点1，调节电阻箱*R*使电压表V2的指针指在\_\_\_\_\_\_\_\_，记下此时电阻箱的阻值*R*1，*R*1 （填“小于”“等于”或“大于”）电压表V1的内阻真实值；

②用半偏法测待测电压表V2的内阻

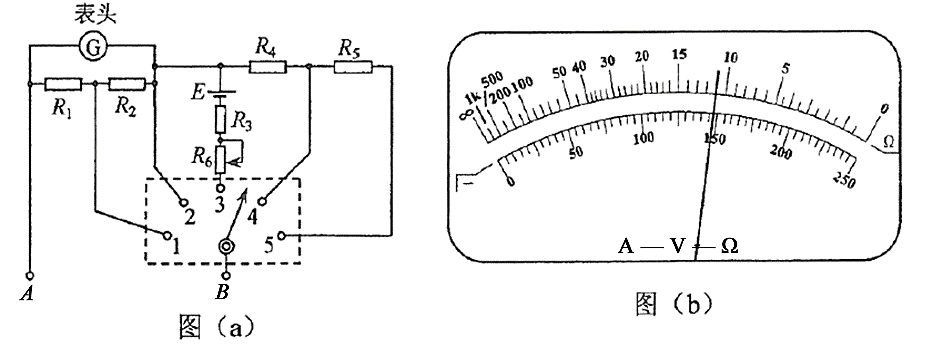
将单刀双掷开关S2置于触点1，电阻箱的阻值调为零，闭合开关S1，调节滑动变阻器使电压表V2的指针满偏。保持滑动变阻器*R*′的滑动触头位置不变，调节电阻箱*R*，使电压表V2的指针指在\_\_\_\_\_\_\_\_，记下电阻箱的阻值*R*2，*R*2 （填“小于”“等于”或“大于”）电压表V2的内阻真实值；。

【答案】（1）E　（2）①刻度盘的第*N*格 等于 ②刻度盘的中央 大于

【解析】（1）由于滑动变阻器采用了分压式接法，因此滑动变阻器的最大阻值越小越好，应选用E；

（2）①当单刀双掷开关分别接1和2时，通过调节电阻箱的阻值使得两次电压表V2的指针指在同一位置，则表明两次电路中电阻相同，即电阻箱的阻值等于电压表V1的内阻，因此V2的指针应指在刻度盘的第*N*格；②在测量电压表V2的内阻时，首先将电阻箱的阻值调为零，调节*R*′的滑片使电压表V2的示数满偏，然后保持*R*′滑片位置不变，调节电阻箱的阻值使电压表V2的指针指在刻度盘的中央时，可认为电阻箱的阻值等于电压表V2的内阻。电阻箱电阻从零增大后分压电路的并联部分（电阻箱先与V2串联再与滑动变阻器左侧并联）等效电阻将增大，此部分的实际电压将大于V2的满偏电压，意味着电阻箱的电压将大于电压表V2的中值电压，根据串联分压规律可知此时电阻箱的示数应大于V2的内阻。

**变式8** 图（a）为某同学组装完成的简易多用电表的电路图。图中E是电池；*R*1、*R*2、*R*3、*R*4和*R*5是固定电阻，*R*6是可变电阻；表头学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试题试卷、教案、课件、教学论文、素材等各类教学资源库下载，还有大量丰富的教学资讯！的满偏电流为250 μA，内阻为480 Ω。虚线方框内为换挡开关，A端和B端分别与两表笔相连。该多用电表有5个挡位，5个挡位为：直流电压1 V挡和5 V挡，直流电流1 mA挡和2.5 mA挡，欧姆×100 Ω挡。



**【A】**（1）图（a）中的A端与\_\_\_\_\_\_（填“红”或“黑”）色表笔相连接。

**【B】**（2）关于*R*6的使用，下列说法正确的是\_\_\_\_\_\_\_（填正确答案标号）。

A．在使用多用电表之前，调整*R*6使电表指针指在表盘左端电流“0”位置

B．使用欧姆挡时，先将两表笔短接，调整*R*6使电表指针指在表盘右端电阻“0”位置

C．使用电流挡时，调整*R*6使电表指针尽可能指在表盘右端电流最大位置

**【B】**（3）根据题给条件可得*R*1+ *R*2=\_\_\_\_\_\_Ω，*R*4=\_\_\_\_\_\_\_Ω。

**【C】**（4）某次测量时该多用电表指针位置如图（b）所示。若此时B端是与“1”相连的，则多用电表读数为\_\_\_\_\_\_\_\_；若此时B端是与“3”相连的，则读数为\_\_\_\_\_\_\_\_；若此时B端是与“5”相连的，则读数为\_\_\_\_\_\_\_\_。（结果均保留3位有效数字）

【答案】（1）黑 （2）B （3）160 880 （4）1.47 mA（或1.48 mA） 1 100 Ω 2.95V

【解析】（1）欧姆表内部有电源，且电源的正极与黑色表笔相连；

（2）*R*6是可变电阻，它的作用是欧姆表调零，使用欧姆表时，先将两表笔短接，调整*R*6使电表指针指在表盘右端电阻的“0”位置；

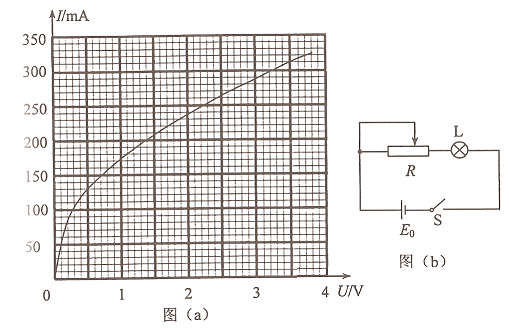
（3）B 与2相连时，是量程较小的电流表，所以，*R*1+ *R*2 = ；B端与4相连时，是量程较小的电压表，所以*R*4 = ；

（4）若此时B 端与1项链，多用电表是量程为2.5mA的电流表，则读数为1.47mA；若此时B 端与3相连，多用电表是欧姆档，则读数为1100，若此时B 端与5相连，多用电表的量程为5V 的电压表，则读数为2.95V。

**【C】变式9** 某同学研究小灯泡的伏安特性，所使用的器材有：小灯泡L（额定电压3.8 V，额定电流0.32 A）；电压表（量程3 V，内阻3 kΩ）；电流表（量程0.5 A，内阻0.5 Ω）；固定电阻*R*0（阻值1 000 Ω）；滑动变阻器*R*（阻值0~9.0 Ω）；电源*E*（电动势5 V，内阻不计）；开关S；导线若干。

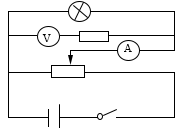
（1）实验要求能够实现在0~3.8 V的范围内对小灯泡的电压进行测量，画出实验电路原理图。

（2）实验测得该小灯泡伏安特性曲线如图（a）所示。



由实验曲线可知，随着电流的增加小灯泡的电阻\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填“增大”“不变”或“减小”），灯丝的电阻率\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填“增大”“不变”或“减小”）。

（3）用另一电源*E*0（电动势4 V，内阻1.00 Ω）和题给器材连接成图（b）所示的电路，调节滑动变阻器*R*的阻值，可以改变小灯泡的实际功率。闭合开关S，在*R*的变化范围内，小灯泡的最小功率为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_W，最大功率为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_W。（结果均保留2位小数）

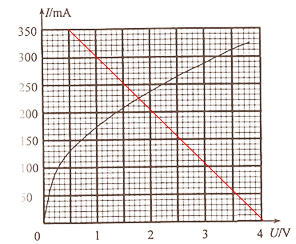
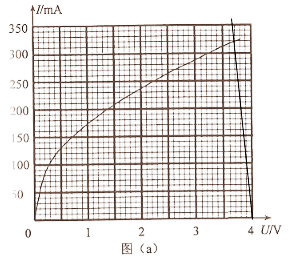


【答案】（1）如图所示;（2）增大，增大；（3）0.39，1.17。

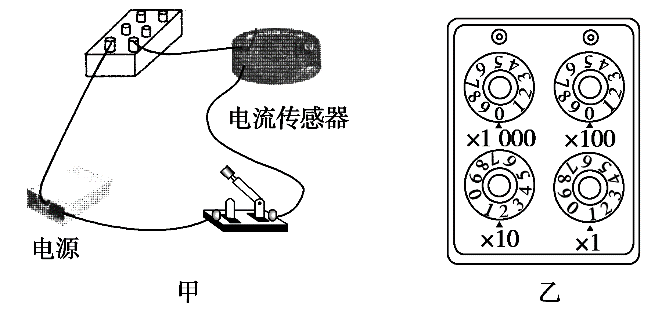
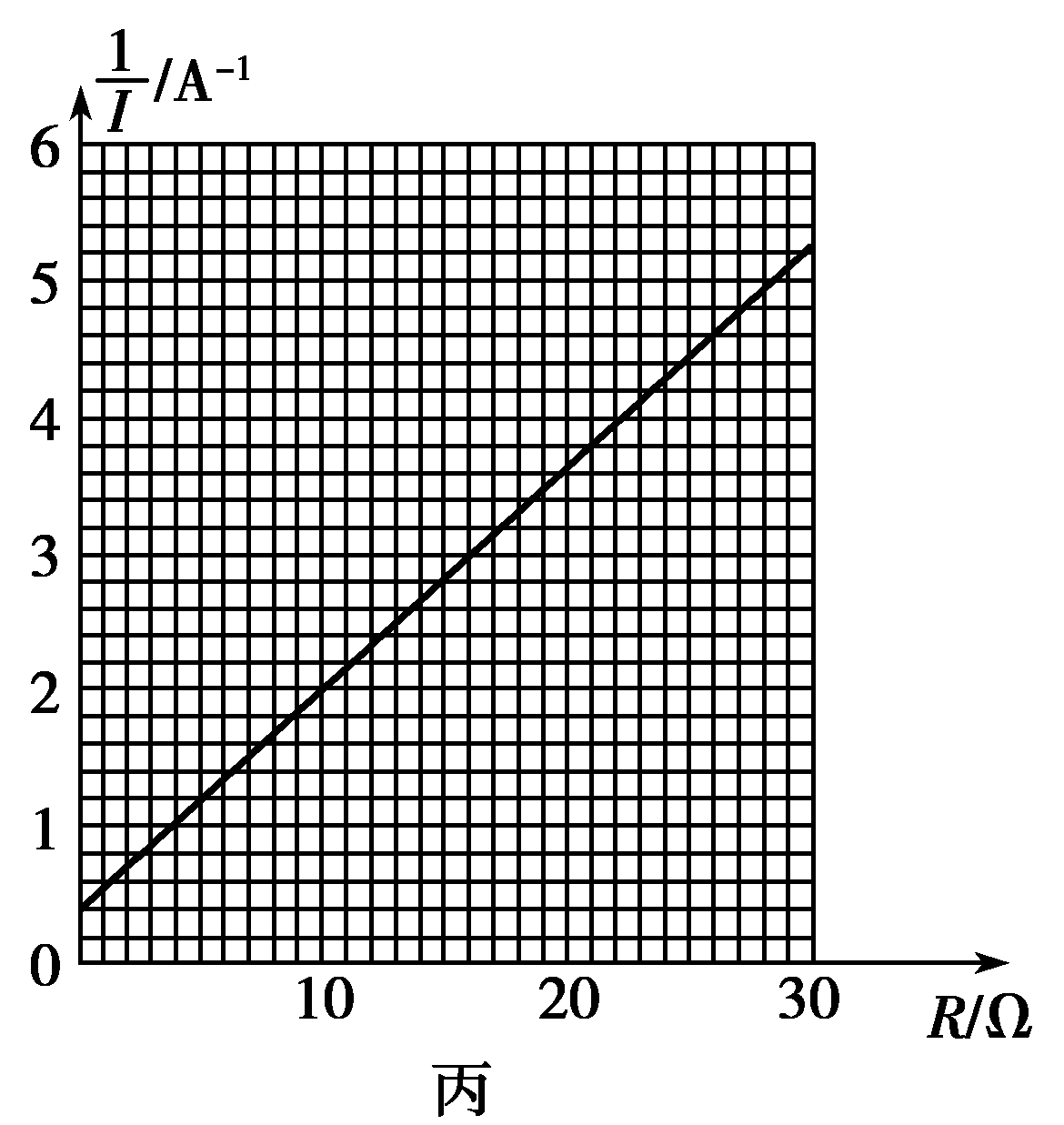
【解析】（1）要求能够实现在0~3.8 V的范围内对小灯泡的电压进行测量，故滑动变阻器用分压式接法，且要对表进行改装扩大量程，小灯泡为小电阻，电流表用外接法；

（2）由*I–U*图像知，切线的斜率在减小，故灯泡的电阻随电流的增大而增大，再由电阻定律知，电阻率增大；

（3）当滑动变阻器的阻值为9 Ω时，电路电流最小，灯泡实际功率最小，此时*E* = *U*+*I*（*r*+*R*）得*U* = -10*I*+4，在图中作出该直线如图所示，交点坐标约为*U* = 1.75 V，*I* = 225 mA，*P*1 = *UI* = 0.39 W；整理得：，当直线的斜率最大时，与灯泡的*I*–*U*曲线的交点坐标最大，即灯泡消耗的功率最大。当滑动变阻器电阻值*R* = 0时，灯泡消耗的功率最大，此时交点坐标为*U* = 3.67 V，*I* = 0.32 A，如右图所示，最大的功率为*P*2 = *UI* = 1.17 W。

**例4** 某同学要测定一电源的电动势*E*和内电阻*r*，实验器材有：一只DIS电流传感器（可视为理想电流表，测得的电流用*I*表示），一只电阻箱（阻值用*R*表示），一只开关和导线若干。该同学设计了如图甲所示的电路进行实验和采集数据。

**【A】**（1）该同学设计实验的原理表达式是*E*＝\_\_\_\_\_\_\_\_（用*r*、*I*、*R*表示）。

**【B】**（2）该同学在闭合开关之前，应先将电阻箱调到\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“最大值”“最小值”或“任意值”），实验过程中，将电阻箱调至如图乙所示位置，则此时电阻箱接入电路的阻值为\_\_\_\_\_\_\_\_Ω。

**【B】**（3）该同学根据实验采集到的数据作出如图丙所示的 ­*R*图像，则由图像可求得，该电源的电动势*E*＝\_\_\_\_\_\_\_\_V，内阻*r*＝\_\_\_\_\_\_\_\_Ω。（结果均保留两位有效数字）

【答案】（1）*I*（*R*＋*r*） （2）最大值 21 （3）6.3（6.1～6.5） 2.5（2.4～2.6）

【解析】（1）根据闭合电路欧姆定律得*E* ＝ *I*（*R*＋*r*）。

（2）为保护电路应将电阻箱调到最大值，由图乙，*R* ＝（2×10＋1）Ω ＝ 21 Ω。

（3）因为 ＝ ＋，所以 ­*R*图像中，斜率*k* ＝ ，截距*b* ＝ ，计算可得：*E* ＝6.3 V，*r* ＝ 2.5 Ω。

**变式10** 某兴趣小组要精确测定电源的电动势和内阻，他们找来了如下器材：

A．电流表A（量程为30 mA、内阻未知）

B．电阻箱*R*（0～999.9 Ω）

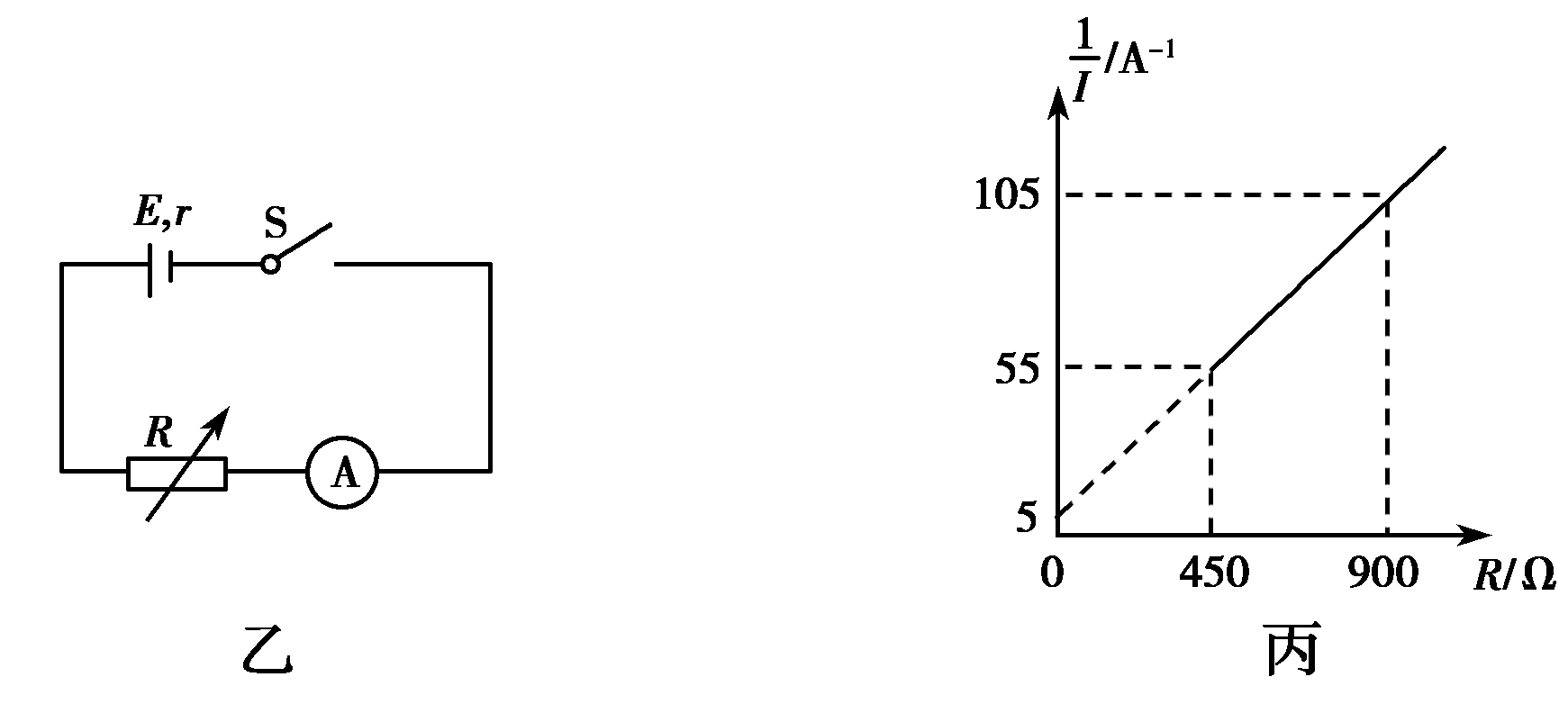
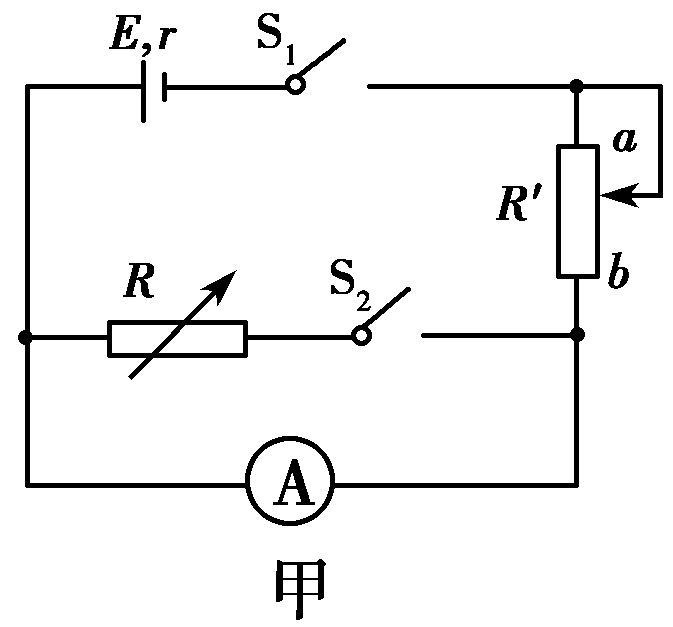
C．滑动变阻器*R*1（0～20 Ω）

D．滑动变阻器*R*2（0～1 kΩ）

E．开关、导线若干

F．电源*E*（电动势约10 V）

**【B】**（1）要完成实验，首先需测量电流表A的内阻。测量电流表A内阻的实验电路如图甲所示：



①将下述实验过程补充完整。

a．选择器材，滑动变阻器*R*′应该选取\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“*R*1”或“*R*2”）；

b．连接好电路，*R*′的滑片应调到\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“*a*”或“*b*”）端；

c．断开S2，闭合S1，调节*R*′，使电流表A满偏；

d．保持*R*′不变，闭合S2，调节电阻箱*R*的阻值，当*R*＝10 Ω时，电流表A的示数为20 mA；

②如果认为闭合S2前后干路上电流不变，则电流表A的内阻*R*g＝\_\_\_\_\_\_\_\_Ω。

**【C】**（2）在测出电流表内阻*R*g后，测定该电源的电动势和内阻的电路如图乙所示。闭合开关S，调整电阻箱*R*，读取相应的电流表示数*I*，记录多组数据（*R*，*I*），得到如图丙所示的 ­*R*图线，则电源的电动势*E*＝\_\_\_\_\_\_\_\_V，内阻*r*＝\_\_\_\_\_\_\_\_Ω。

【答案】（1）*R*2 *a* 5 （2）9 40

【解析】（1）电源的电动势约为10 V，电流表的满偏电流为30 mA，则电路总电阻的最小值为*R*min ＝ ＝ Ω≈333.3 Ω，则滑动变阻器应选择*R*2；闭合开关S1前，应将滑动变阻器接入电路的电阻值调到最大，因此连接好电路后，滑动变阻器的滑片应调到*a*端；闭合S2后，由并联电路的特点可知，（*I*g－*I*）*R* ＝ *IR*g，则*R*g ＝ 5 Ω。

（2）根据题图乙，由闭合电路欧姆定律可知*E* ＝ *I*（*R*＋*r*＋*R*g），则 ＝ *R*＋，则图像的斜率*k* ＝ ，图像的截距为*b* ＝ ，又由图像可得*k* ＝ 、*b* ＝ 5，由以上可解得*E* ＝ 9 V、*r* ＝ 40 Ω。

【方法提炼】

1．“研究匀变速直线运动”“验证牛顿运动定律”“探究动能定理”“验证机械能守恒定律”“验证动量守恒定律”等力学实验，其核心任务测量物体的速度或加速度。因此，解决此类实验问题，首先要从实验原理出发弄清实验目的与物体速度或加速度之间的关系。其次，要准确理解在实验中测速度的方法。测量瞬时速度有四种常见方式：（1）通过测量较短时间间隔及对应的位移，根据计算，一般采用的器材为光电门；（2）对于匀变速直线运动，有；（3）利用*x-t*图像的斜率；（4）利用平抛运动规律，通过测量高度与水平位移求得初速度，比如在“验证动量守恒定律”实验中，还可通过在同一高度平抛而省于计算时间，直接要水平位移“替代”速度。对于加速度的测量，也有三种常见方式：（1）逐差法，通常用于处理打点计时器打出的纸带，其原理式为，需要注意的是*T*为选取两**计数点**间的时间间隔，而不一定是两**计时点**间的时间间隔。（2）利用*v - t*图像的斜率; （3）利用光电门进行相关实验时常根据加速的定义式。

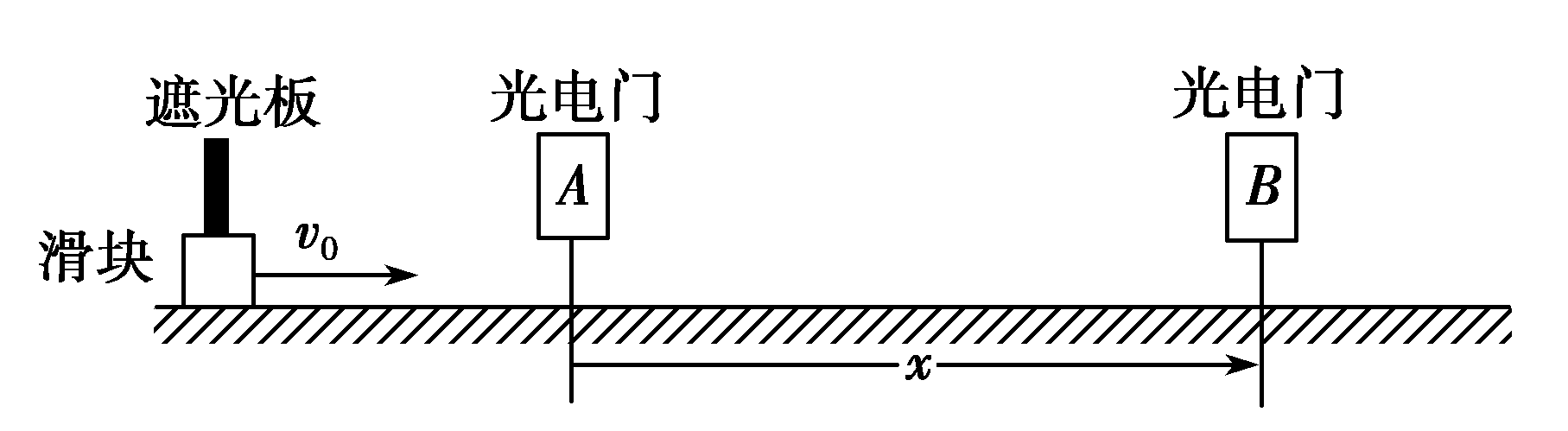
2．电学实验中，电路设计、器材选择以及电表改装一般都是围绕测量电阻展开，所以其基本原理就是欧姆定律（部分电路或全电路），基本方法就是“伏安法”。所以解决电学实验问题，建议先回归到测量电阻问题，利用最基础的伏安法通过分析器材量程需求、测量范围控制需求等逐步改进电路达到实验目的。而在数据处理部分，要尤其注意利用图像进行分析处理，特别是某些非常规图像要先从全电路欧姆定律出发将横、纵坐标所表示的物理量之间的关系找出再进行分析处理。

**【针对训练】**

**【A组】**

1．某实验小组为测量当地的重力加速度，设计了如下实验：

①如图所示，把两个完全相同的光电门*A*和*B*安放在粗糙的水平导轨上，用导轨标尺量出两光电门之间的距离*x*；



②滑块上安装一宽度为*d*的遮光板，滑块以初速度*v*0沿水平导轨匀减速地先后通过两个光电门*A*和*B*，配套的数字毫秒计记录了通过*A*光电门的时间为Δ*t*1，通过*B*光电门的时间为Δ*t*2；

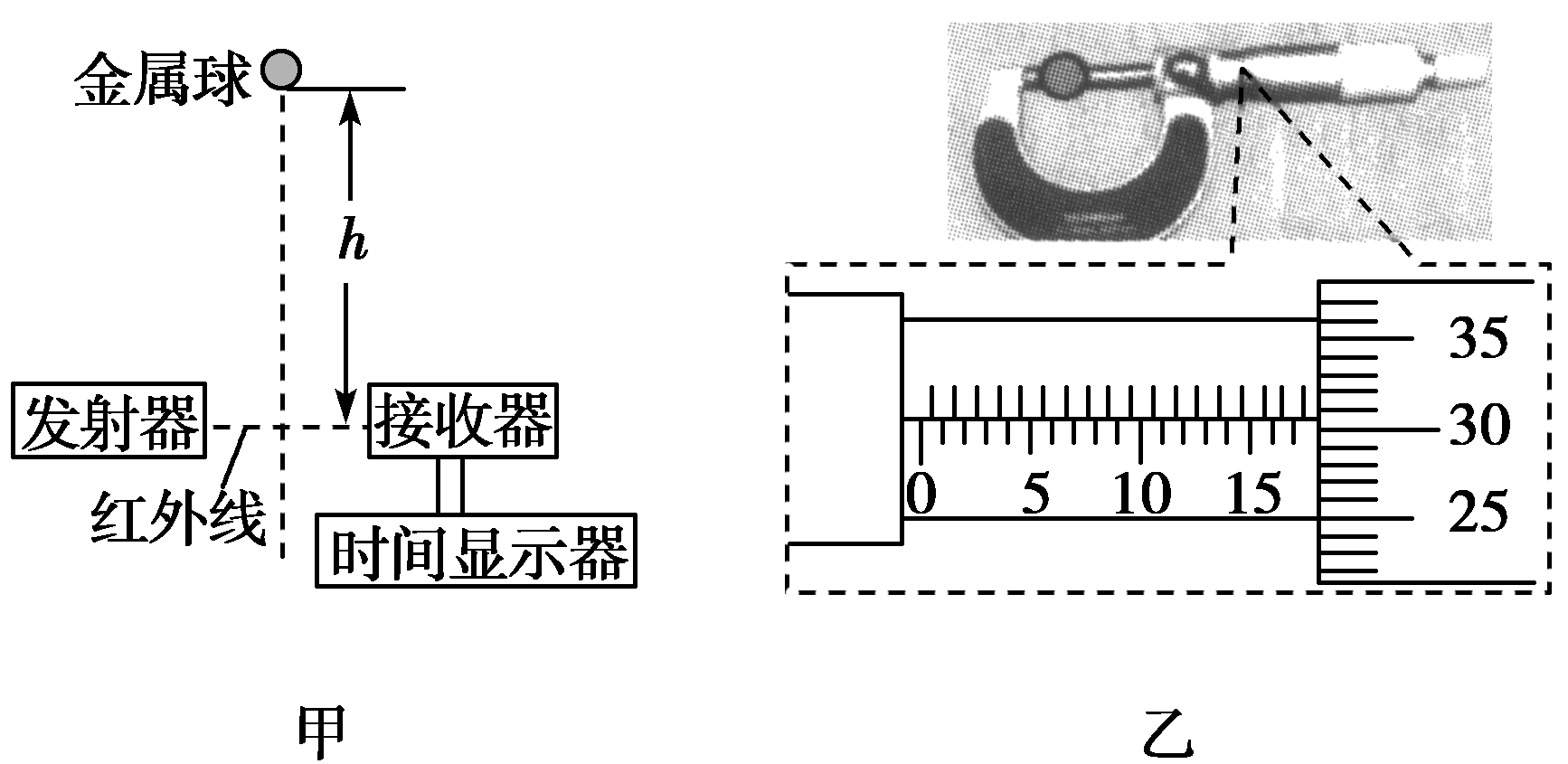
回答下列问题：

（1）计算出通过光电门*A*的瞬时速度为\_\_\_\_\_\_\_\_（用所给字母表示）；

（2）利用题目已知的数据，请用字母表示出滑块的加速度大小为\_\_\_\_\_\_\_\_；

（3）若已知滑块与水平粗糙导轨间的动摩擦因数为*μ*，则实验小组所在地的重力加速度为\_\_\_\_\_\_\_\_。

2．在验证机械能守恒定律的实验中，小明同学利用传感器设计实验：如图甲所示，将质量为*m*、直径为*d*的金属小球在一定高度*h*由静止释放，小球正下方固定一红外线计时器，能自动记录小球挡住红外线的时间*t*，改变小球下落高度*h*，进行多次重复实验。



（1）用螺旋测微器测小球的直径如图乙所示，则小球的直径*d*＝\_\_\_\_\_\_\_\_mm；

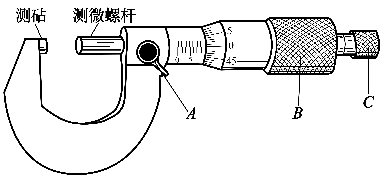
（2）为直观判断小球下落过程中机械能是否守恒，应作下列哪一个图像（　　）

A．*h* ­*t*图像　　　　　　 B．*h* ­ 图像

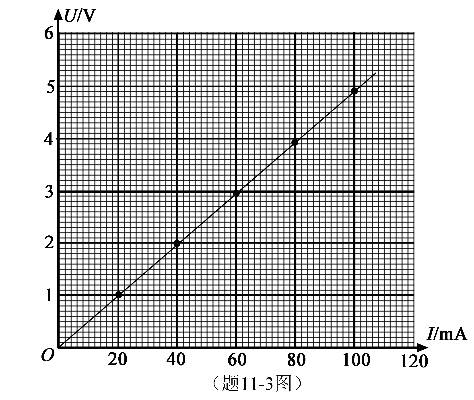
C．*h* ­*t*2图像 D．*h* ­ 图像

（3）经正确的实验操作，小明发现小球动能增加量*mv*2总是稍小于重力势能减少量*mgh*，你认为增加释放高度*h*后，两者的差值会\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“增大”“缩小”或“不变”）。

3．某同学测量一段长度已知的电阻丝的电阻率。实验操作如下：

（1）螺旋测微器如题图所示．在测量电阻丝直径时，先将电阻丝轻轻地夹在测砧与测微螺杆之间，再旋动 （选填“*A*”“*B*”或“*C*”），直到听见“喀喀”的声音，以保证压力适当，同时防止螺旋测微器的损坏。

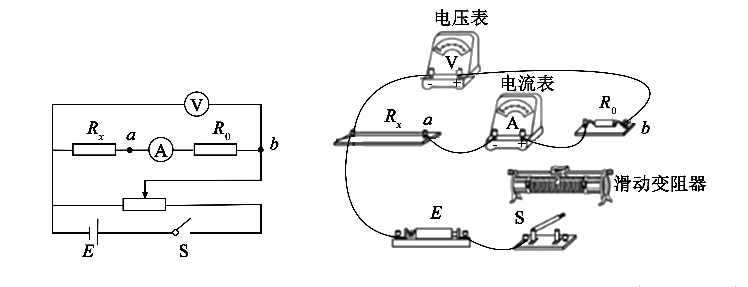
（2）选择电阻丝的 （选填“同一”或“不同”）位置进行多次测量，取其平均值作为电阻丝的直径．



丙

甲

乙



（3）图甲中*Rx*为待测电阻丝．请用笔画线代替导线，将滑动变阻器接入乙图实物电路中的正确位置．

（4）为测量*R*，利用图甲所示的电路，调节滑动变阻器测得5组电压*U*1和电流*I*1的值，作出的*U*1 – *I*1关系如图丙所示．接着，将电压表改接在*a*、*b*两端，测得5组电压*U*2和电流*I*2的值，数据见下表：

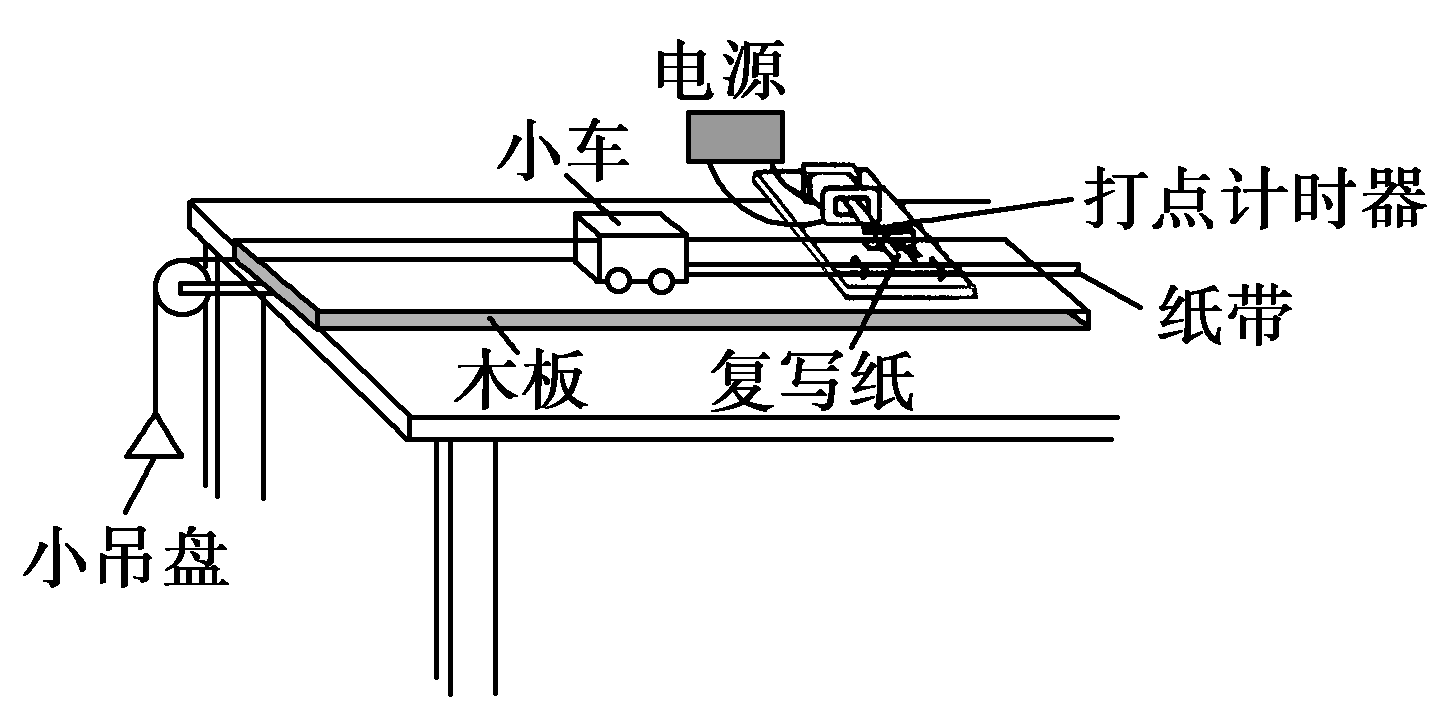
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *U*2/V | 0.50 | 1.02 | 1.54 | 2.05 | 2.55 |
| *I*2/mA | 20.0 | 40.0 | 60.0 | 80.0 | 100.0 |

请根据表中的数据，在方格纸上作出*U*2 – *I*2图像．

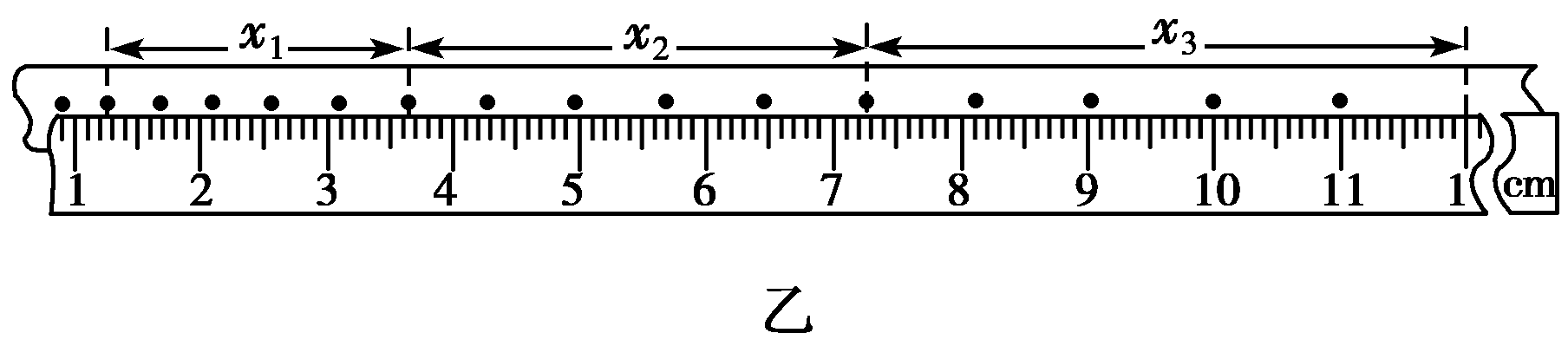
由此，可求得电阻丝的*Rx* = Ω．根据电阻定律可得到电阻丝的电阻率．

【B组】

4. 图甲为验证牛顿第二定律的实验装置示意图。图中打点计时器的电源为50 Hz的交流电源，打点的时间间隔用Δ*t*表示。在小车质量未知的情况下，某同学设计了一种方法用来探究“在外力一定的条件下，物体的加速度与其质量间的关系”。



甲



（1）完成下列实验步骤中的填空：

①平衡小车所受的阻力：小吊盘中不放物块，调整木板右端的高度，用手轻拨小车，直到打点计时器打出一系列\_\_\_\_\_\_\_\_的点。

②按住小车，在小吊盘中放入适当质量的物块，在小车中放入砝码。

③打开打点计时器电源，释放小车，获得带有点列的纸带，在纸带上标出小车中砝码的质量*m*。

④按住小车，改变小车中砝码的质量，重复步骤③。

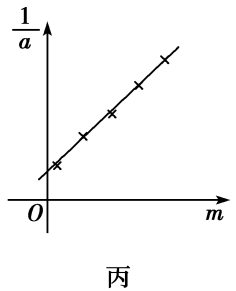
⑤在每条纸带上清晰的部分，每5个间隔标注一个计数点。测量相邻计数点的间距*x*1、*x*2、…。求出与不同*m*相对应的加速度*a*。

⑥以砝码的质量*m*为横坐标， 为纵坐标，在坐标纸上作出 ­*m*关系图线。若加速度与小车和砝码的总质量成反比，则 与*m*应成\_\_\_\_\_\_（填“线性”或“非线性”）关系。

（2）完成下列填空：

（ⅰ）本实验中，为了保证在改变小车中砝码的质量时，小车所受的拉力近似不变，小吊盘和盘中物块的质量之和应满足的条件是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

（ⅱ）设纸带上三个相邻计数点的间距为*x*1、*x*2和*x*3。*a*可用*x*1、*x*3和Δ*t*表示为*a*＝\_\_\_\_\_\_\_。图乙为用米尺测量某一纸带上的情况，由此求得加速度的大小*a*＝\_\_\_\_\_\_\_m/s2。

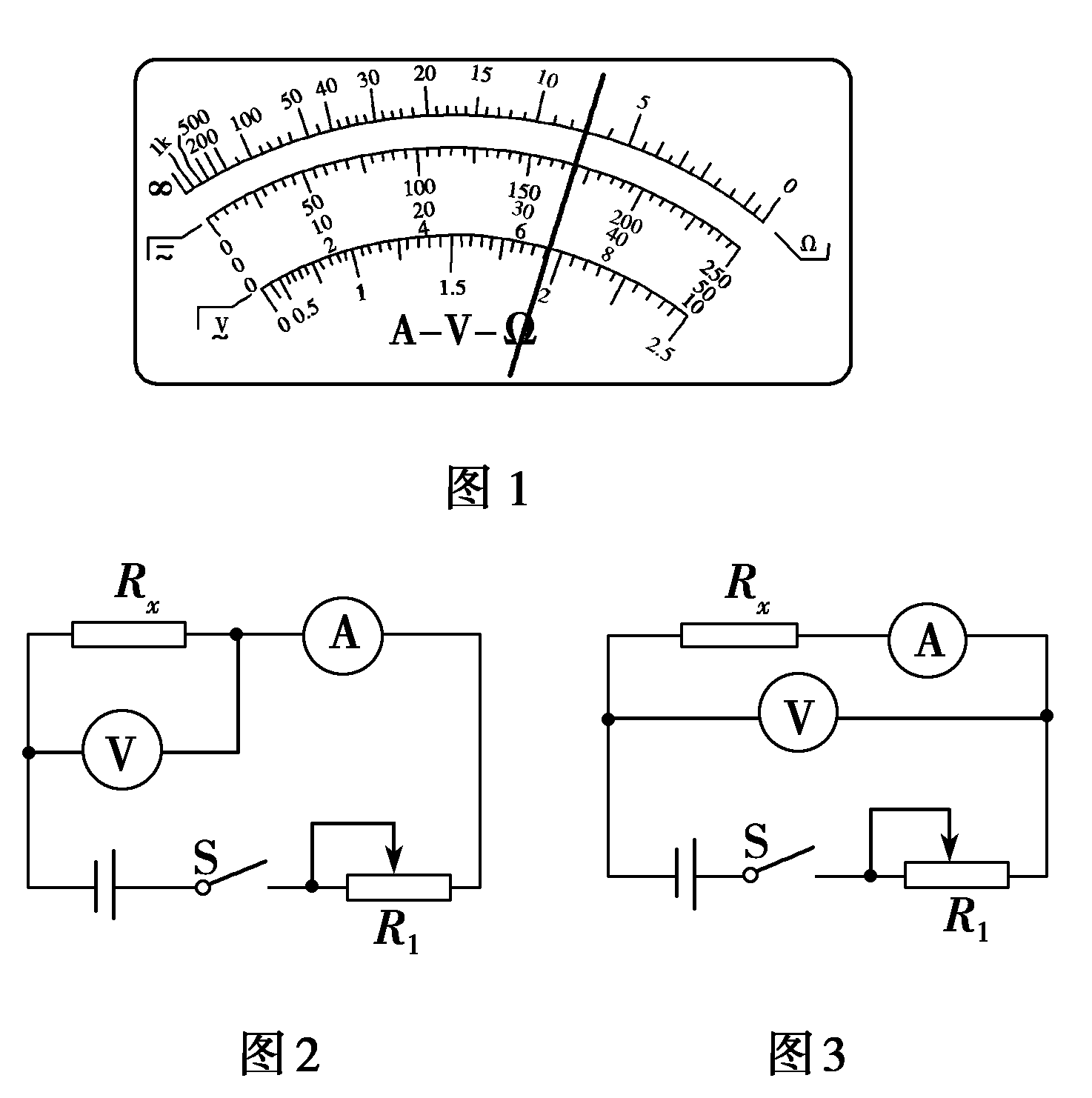
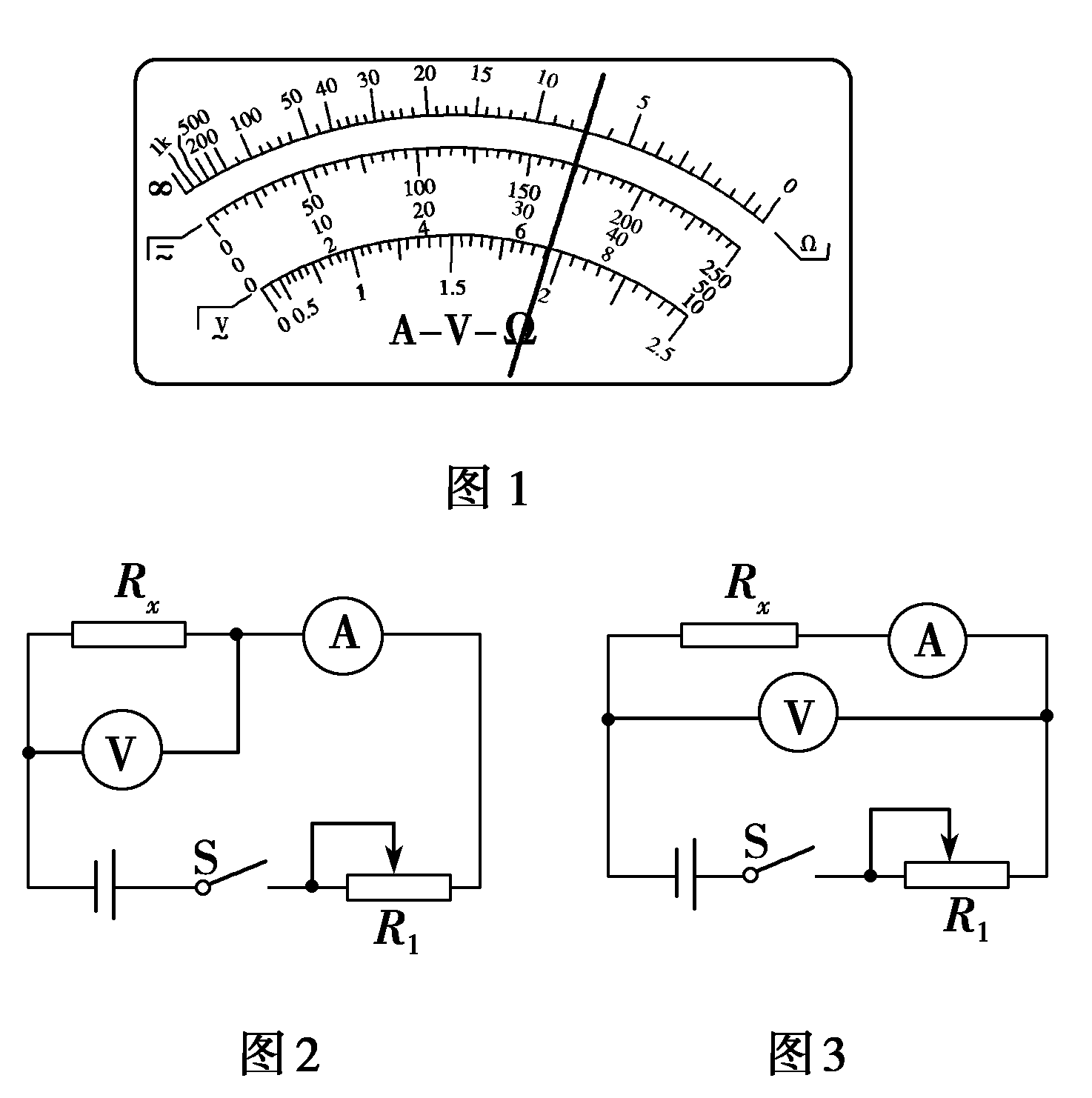


（ⅲ）图丙为所得实验图线的示意图。设图中直线的斜率为*k*，在纵轴上的截距为*b*，则小车受到的拉力为\_\_\_\_\_\_\_\_，小车的质量为\_\_\_\_\_\_\_\_。

5. 某物理兴趣小组的同学要测定某电阻*Rx*的阻值，通过讨论，决定采用下列方法来测定。

（1）方法一：用多用电表测量

首先，选用欧姆表“×1”挡进行粗测，正确操作后，表盘指针如图1所示，则该电阻的测量值为*Rx*＝\_\_\_\_\_\_\_\_Ω。



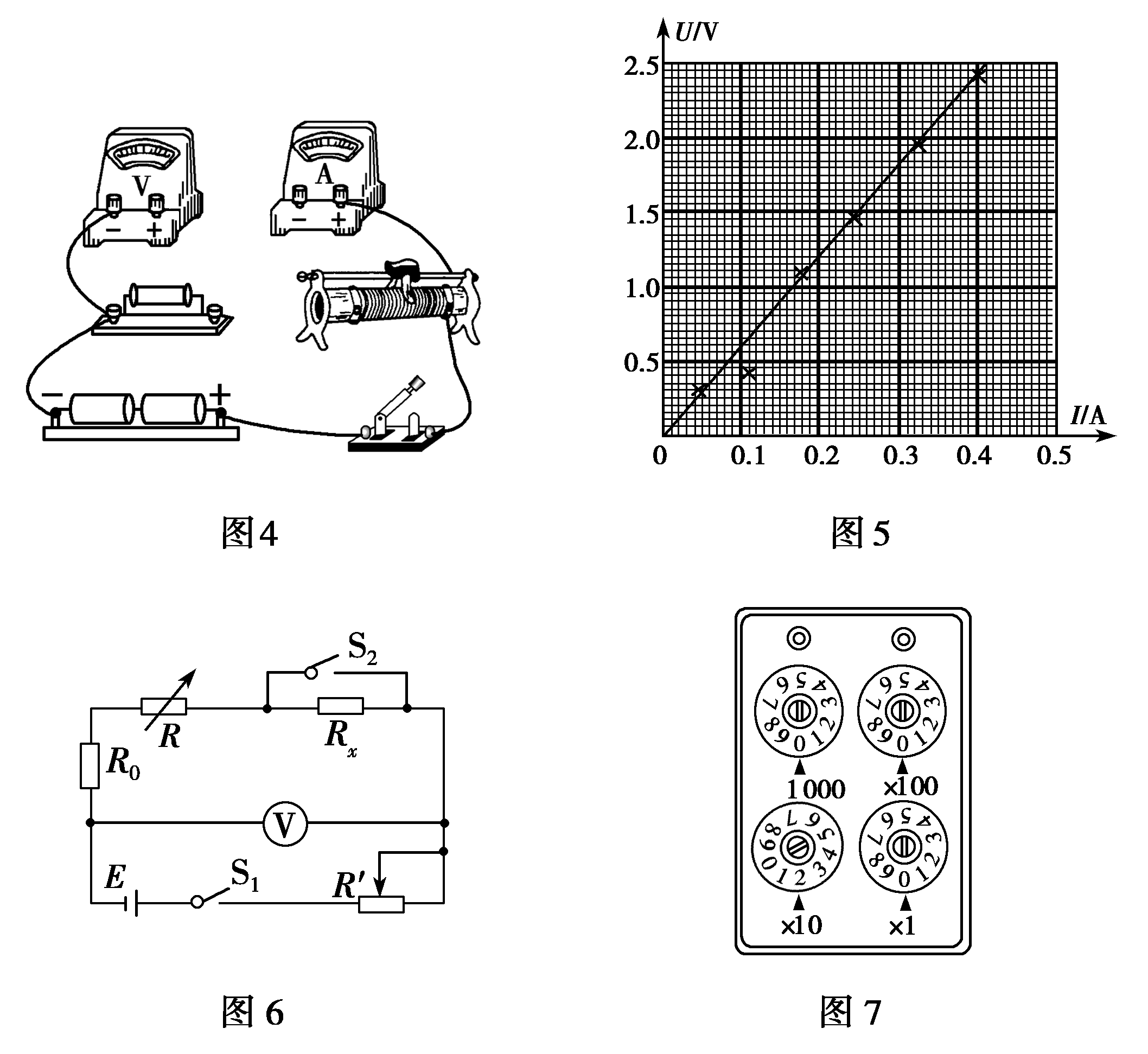
（2）方法二：用伏安法测量

所用的部分器材：电压表V（0～3 V，内阻约3 kΩ）；电流表A（0～0.6 A，内阻约2 Ω）。分析下列问题。

①他们设置了如图2、图3所示的两种电路图，为减小实验误差应选用\_\_\_\_\_\_\_\_（填“图2”或“图3”）作为测量电路；

②请根据他们所选的电路将图4所示的实物图连接好；

③他们选择了正确的电路后，通过测量，根据得到的实验数据作出了如图5所示的*U* ­*I*图像，根据图像，可得*Rx* ＝\_\_\_\_Ω。



（3）方法三：等效替代法

某同学设计了如图6所示的测量电路，实验步骤如下所示：

A．按图连接好实验电路．

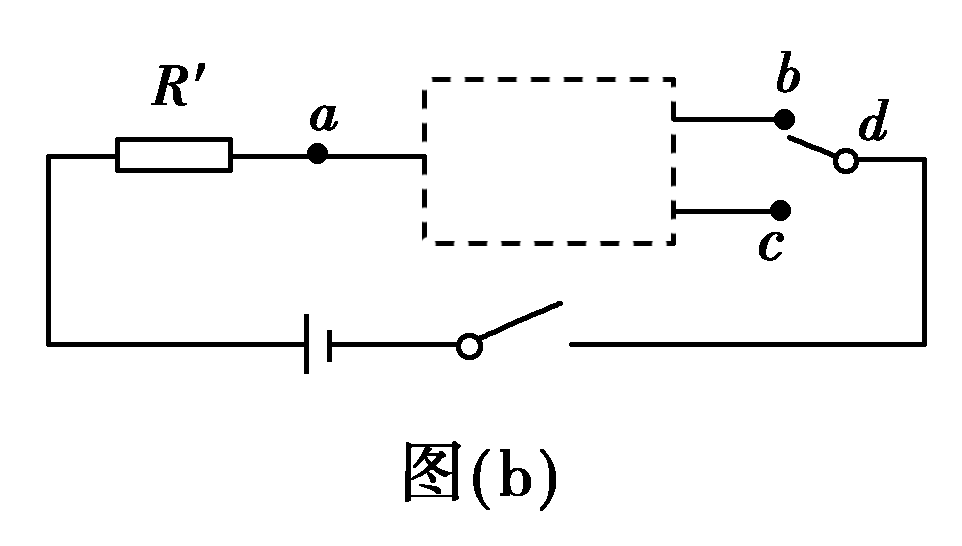
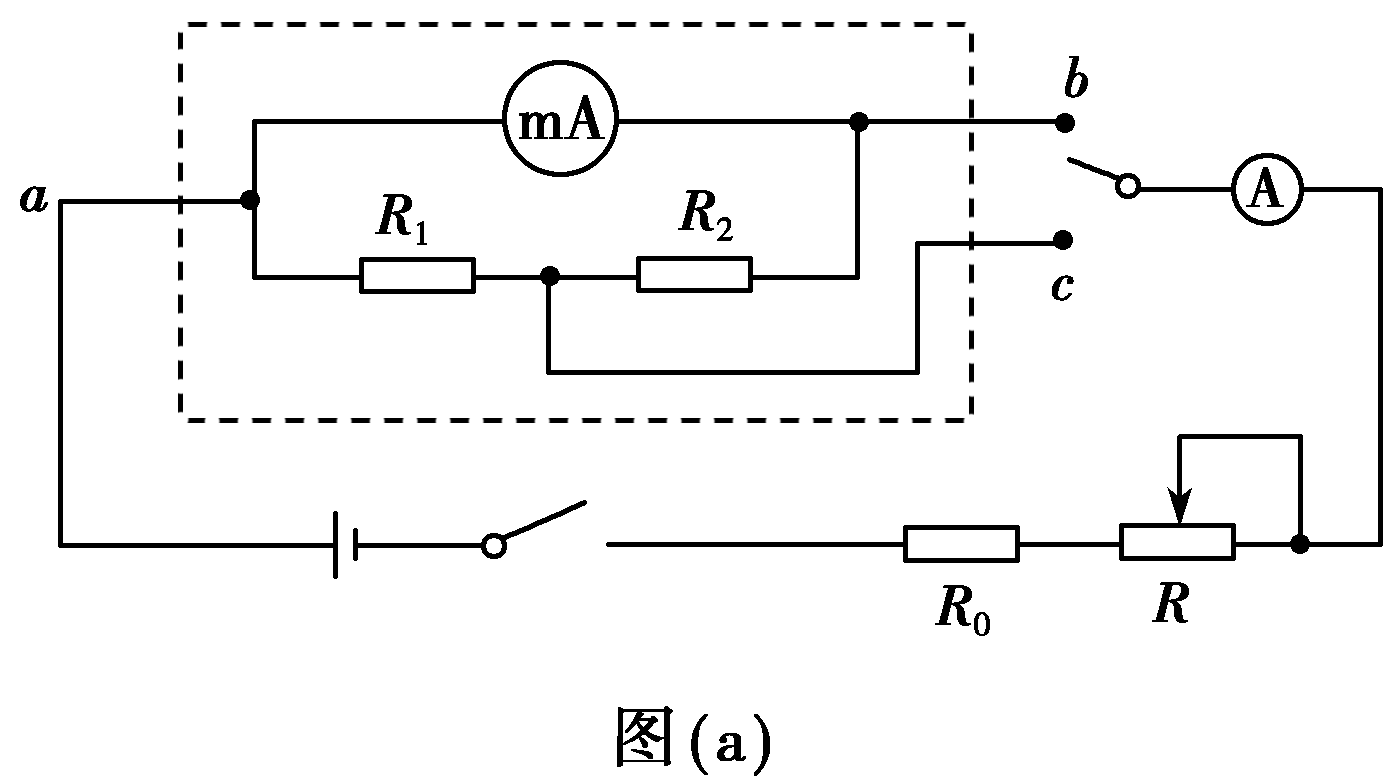
B．保持开关S2断开，将开关S1闭合，然后调节电阻箱*R*和滑动变阻器*R*′。待电路稳定后电阻箱读数*R*1如图7所示，记下此时电压表的示数。

C．闭合开关S2，保持滑动变阻器的滑片位置不变，然后调节电阻箱的电阻，使电压表的读数与步骤B中的示数相同，此时电阻箱的读数*R*2 ＝ 26 Ω。

①在步骤A中电阻箱的读数为*R*1 ＝\_\_\_\_\_\_\_\_Ω；

②由以上实验测得电阻*Rx*的阻值为*Rx* ＝\_\_\_\_\_\_\_\_Ω。

6. 图（a）为某同学改装和校准毫安表的电路图，其中虚线框内是毫安表的改装电路。



（1）已知毫安表表头的内阻为100 Ω，满偏电流为1 mA；*R*1和*R*2为阻值固定的电阻。若使用*a*和*b*两个接线柱，电表量程为3 mA；若使用*a*和*c*两个接线柱，电表量程为10 mA。由题给条件和数据，可以求出*R*1 ＝\_\_\_\_\_\_\_\_Ω，*R*2 ＝\_\_\_\_\_\_\_\_Ω。

（2）现用一量程为3 mA、内阻为150 Ω的标准电流表对改装电表的3 mA挡进行校准，校准时需选取的刻度为0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 mA。电池的电动势为1.5 V，内阻忽略不计；定值电阻*R*0有两种规格，阻值分别为300 Ω和1 000 Ω；滑动变阻器*R*有两种规格，最大阻值分别为750 Ω和3 000Ω。则*R*0应选用阻值为\_\_\_\_\_\_\_\_Ω的电阻，*R*应选用最大阻值为\_\_\_\_\_\_\_\_Ω的滑动变阻器。

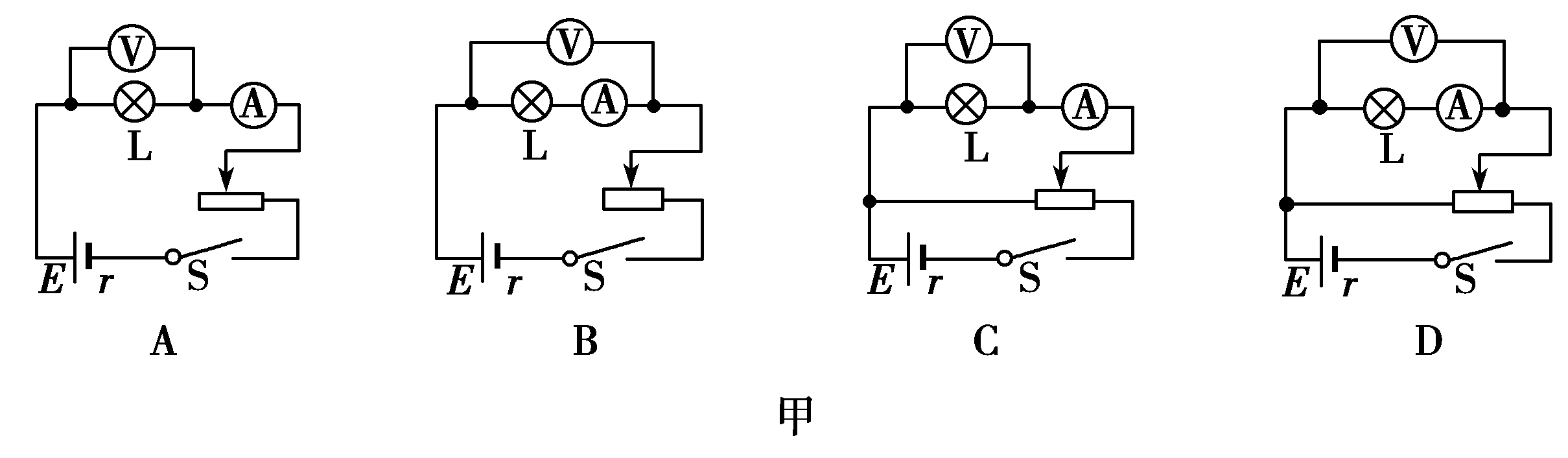


（3）若电阻*R*1和*R*2中有一个因损坏而阻值变为无穷大，利用图（b）的电路可以判断出损坏的电阻。图（b）中的*R*′为保护电阻，虚线框内未画出的电路即为图（a）虚线框内的电路。则图中的*d*点应和接线柱\_\_\_\_\_\_\_\_（填“*b*或“*c*”）相连。

判断依据是：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

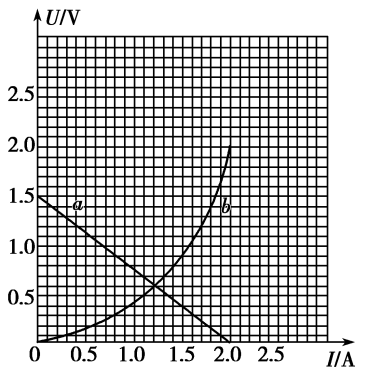
【C组】

7. 测量小灯泡的伏安特性曲线实验中。

（1）为减小实验误差，方便调节，请在给定图甲中的A、B、C、D四个电路图和E，F、G三个滑动变阻器中选取适当的电路图和器材，并将它们的编号填在横线上。应选取的电路图是\_\_\_\_\_\_\_\_，滑动变阻器应选取\_\_\_\_\_\_\_\_。

E．总阻值15 Ω，允许通过的最大电流为2 A的滑动变阻器

F．总阻值200 Ω，允许通过的最大电流为2 A的滑动变阻器

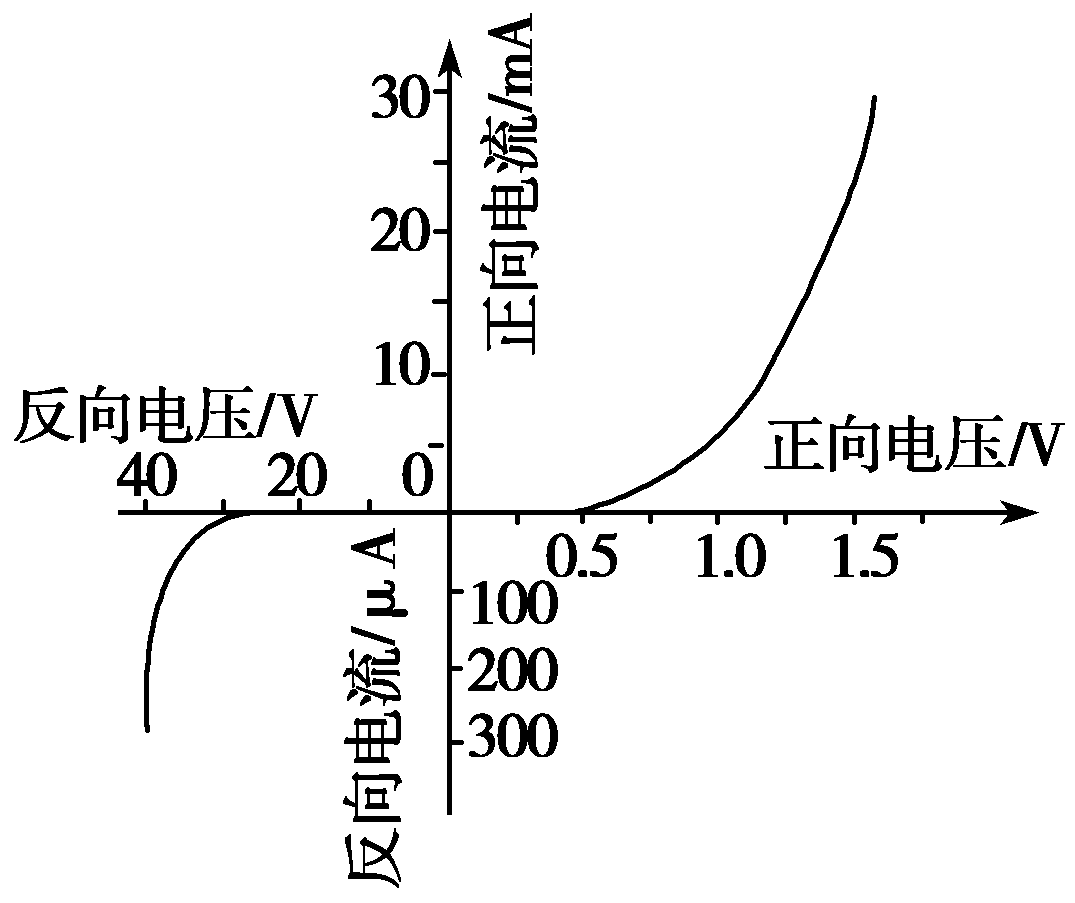


G．总阻值1000 Ω，允许通过的最大电流为1 A的滑动变阻器

（2）由实验得到小灯泡的伏安特性曲线如图乙中*b*线。将该小灯泡与一干电池组成闭合回路，该电池两极间的电压随电路中电流的变化关系图线如图乙中*a*线所示，则小灯泡与电池连接后的实际功率为\_\_\_\_\_\_\_\_W；若再将一阻值为0.75 Ω的电阻串联在电路中，则小灯泡的实际功率为\_\_\_\_\_\_\_\_W。

8．二极管是一种半导体元件，它的符号为“学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试题试卷、教案、课件、教学论文、素材等各类教学资源库下载，还有大量丰富的教学资讯！”，其特点是具有单向导电性。电流从正极流入时电阻比较小，而从负极流入时电阻比较大。

（1）某课外兴趣小组想要描绘某种晶体二极管的伏安特性曲线。因二极管外壳所印的标识模糊，为判断该二极管的正、负极，他们用多用电表电阻挡测二极管的正、反向电阻。其步骤是：将选择开关旋至合适倍率，进行欧姆调零。将黑表笔接触二极管的左端、红表笔接触右端时，指针偏角比较小。然后将红、黑表笔位置对调后再进行测量，指针偏角比较大，由此判断\_\_\_\_\_\_\_\_（填“左”或“右”）端为二极管的正极。

（2）厂家提供的伏安特性曲线如图，为了验证厂家提供的数据，该小组对加正向电压时的伏安特性曲线进行了描绘，可选用的器材如下。

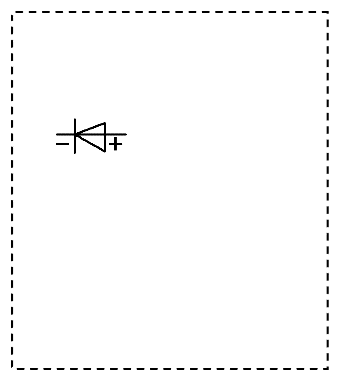
A．直流电源*E*：电动势3 V，内阻忽略不计

B．滑动变阻器*R*：0～20 Ω

C．电压表V1：量程5 V、内阻约50 kΩ

D．电压表V2：量程3 V、内阻约20 kΩ

E．电流表A：量程0.6 A、内阻约0.5 Ω

F．电流表mA：量程50 mA、内阻约5 Ω

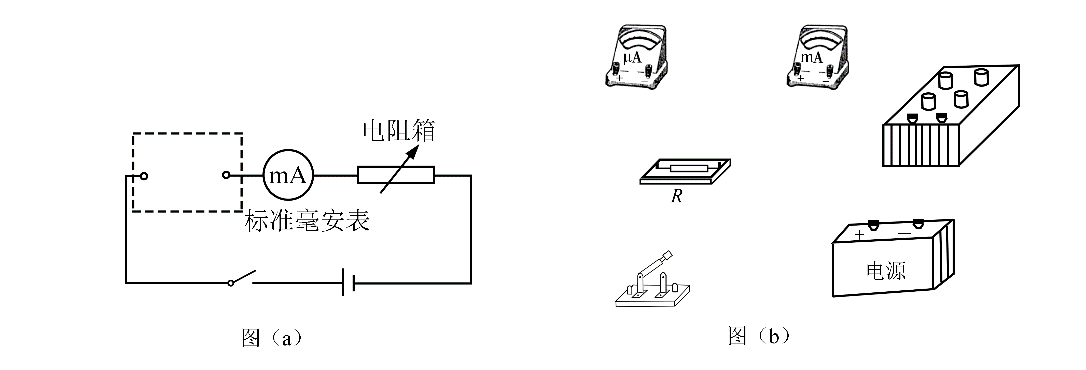
G．待测二极管D

H．单刀单掷开关S，导线若干

为了提高测量结果的准确度，电压表应选用\_\_\_\_\_\_\_\_，电流表应选用\_\_\_\_\_\_\_\_。（填写各器材前的字母代号）

（3）为了达到测量目的，请在虚线框内画出正确的实验电路原理图。

9.（2019·全国I）某同学要将一量程为250 μA的微安表改装为量程为20 mA的电流表。该同学测得微安表内阻为1 200 Ω，经计算后将一阻值为*R*的电阻与微安表连接，进行改装。然后利用一标准毫安表，根据图（a）所示电路对改装后的电表进行检测（虚线框内是改装后的电表）。

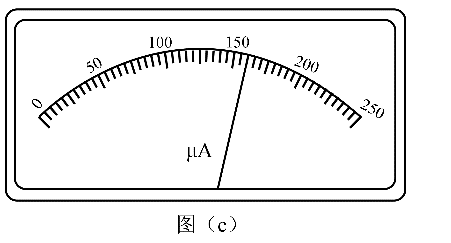


（1）根据图（a）和题给条件，将（b）中的实物连接。

（2）当标准毫安表的示数为16.0 mA时，微安表的指针位置如图（c）所示，由此可以推测出改装的电表量程不是预期值，而是\_\_\_\_\_\_\_。（填正确答案标号）

A．18 mA A．21 mA C．25mA D．28 mA

（3）产生上述问题的原因可能是\_\_\_\_\_\_\_\_。（填正确答案标号）

A．微安表内阻测量错误，实际内阻大于1 200 Ω

B．微安表内阻测量错误，实际内阻小于1 200 Ω

C．R值计算错误，接入的电阻偏小

D．R值计算错误，接入的电阻偏大

（4）要达到预期目的，无论测得的内阻值是都正确，都不必重新测量，只需要将阻值为*R*的电阻换为一个阻值为*kR*的电阻即可，其中*k* =\_\_\_\_\_\_\_。

【针对训练参考答案】

【A组】

1.【答案】（1） （2） （3）

【解析】（1）滑块通过光电门*A*的瞬时速度近似等于滑块通过光电门*A*的平均速度，即*vA* ＝ ，同理滑块通过光电门*B*的瞬时速度*vB* ＝ 。

（2）滑块沿水平导轨做匀减速运动，设滑块的加速度大小为*a*，则有*v*－*v* ＝ 2*ax*，解得*a* ＝ 。

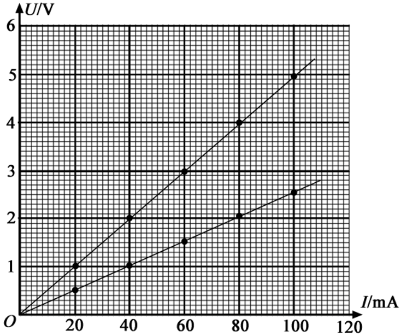
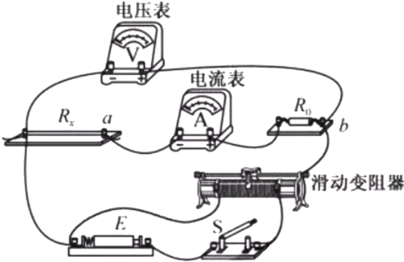
（3）根据牛顿第二定律，有*μmg* ＝ *ma*，解得*g* ＝ ＝ 。

2．【答案】（1）17.805（17.804～17.806） （2）D （3）增大

【解析】（1）螺旋测微器的固定刻度为17.5 mm，可动刻度为30.5×0.01 mm ＝ 0.305 mm，所以最终读数为17.5 mm＋0.305 mm ＝ 17.805 mm；

（2）若减少的重力势能等于增加的动能时，可以认为机械能守恒，则有*mgh* ＝ *mv*2，即有*h* ＝ ·，为直观判断小球下落过程中机械能是否守恒，所以应作*h* ­ 图像，故选D；

（3）经正确的实验操作，小明发现小球动能增加量*mv*2总是稍小于重力势能减少量*mgh*，是由于空气阻力对实验有影响，并且在增加释放高度*h*后，两者的差值会增大。

3.【答案】

（1）*C*

（2）不同

（3）如图所示

（4）如图所示

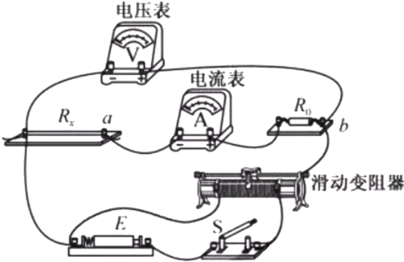
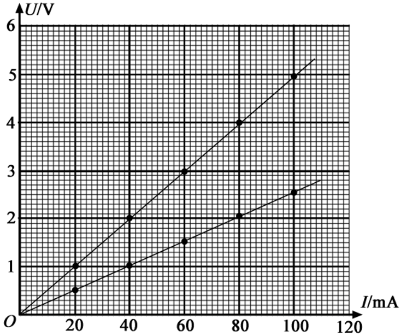
（5）23.5（23.0 ~ 24.0）

【解析】

（1）在测量时，为了不损坏被测物体，最后也改用微调方旋钮即C，直到听见“喀喀”的响声；

（2）为了减小测量误差，应选用电阻丝不同位置进行多次测量；

（3）按照原理图，将实物图连线如图：

；

（4）将表格中各组数据在坐标纸上描出，再连成一条直线，如图。当电压表按甲图连接时，电压表测的电压为的电压之和，当电压表接在*a*、*b*间时，电压表测的电压为的电压，由图可得，所以。

【B组】

4.【答案】（1）➀等间距 ⑥线性 （2）（ⅰ） 远小于小车和砝码的总质量 （ⅱ） 1.16（1.13～1.19） （ⅲ）

【解析】（1）①小车所受的阻力平衡后，小车做匀速直线运动，打点计时器打出的点间距相等。⑥若加速度与小车和砝码的总质量成反比，则*F* ＝（*m*0＋*m*）*a*， ＝ （*m*0＋*m*）＝ ＋*m*，小车质量*m*0及拉力*F*一定。由数学知识可知与*m*应成线性关系。

（2）（ⅰ）对小吊盘及物块，由牛顿第二定律可得：*mg*－*F*T＝*ma*；对小车同理：*F*T＝*Ma*，两式联立可得*F*T ＝ ·*mg*，故只有*M* ≫ *m*时，*F*T ≈ *mg*，小车所受的拉力近似不变。

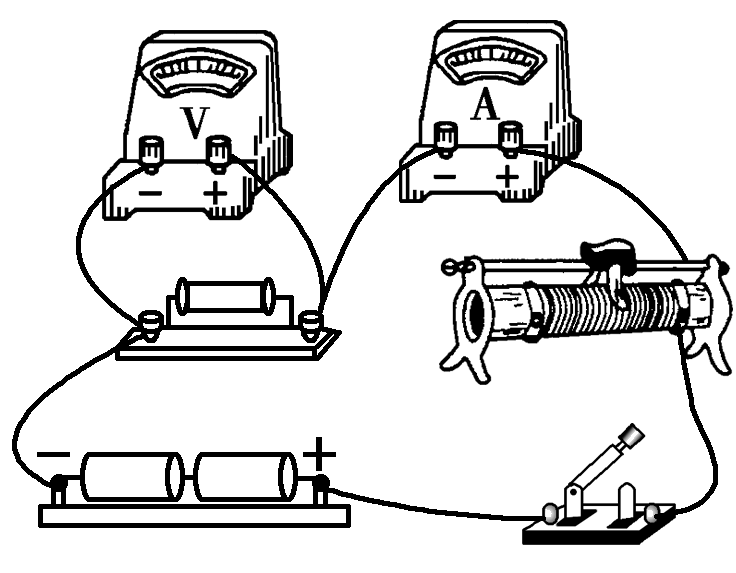
（ⅱ）由匀变速直线运动中，等时间间隔位移关系特点，可知：*x*3－*x*1＝2*a*（5Δ*t*）2得。

（ⅲ）设小车质量为*m*0，则由牛顿第二定律可得*F* ＝（*m*0＋*m*）*a*，即 ＝ ＋，由图像可以看出 ＝ *b*，*k* ＝ ，可解得 *F* ＝ ，*m*0 ＝ 。

5.【答案】（1）7　（2）①图2 ②如解析图所示 ③6.06 （3）①20 ②6

【解析】（1）欧姆表读数＝刻度盘读数×倍率，读数是*Rx*＝7 Ω。

（2）①由于待测电阻的阻值远小于电压表的内阻，所以电流表使用外接法，故选图2作为测量电路；②实物图；③*U* ­*I*图像的斜率表示电阻的阻值，由所作的图像可知，图像的斜率为*k* ＝ Ω ＝ 6.06 Ω，故被测电阻的阻值为*Rx* ＝ 6.06 Ω。



（3）①在步骤A中电阻箱的读数为*R*1 ＝ 20 Ω；②由于*R*1与*Rx*串联在电路中所起的作用与*R*2相同（电压表指针指示同一位置），则有*R*1＋*Rx* ＝ *R*2，故有*Rx* ＝ *R*2－*R*1。由题意可知*R*1 ＝ 20 Ω，*R*2 ＝ 26 Ω，故被测电阻的阻值为*Rx* ＝ *R*2－*R*1 ＝ 26 Ω－20 Ω ＝ 6 Ω。

6.【答案】（1）15 35（2）300 3 000（3）*c* 闭合开关时，若电表指针偏转，则损坏的电阻是*R*1；若电表指针不动，则损坏的电阻是*R*2

【解析】（1）由并联电路各支路两端电压相等：使用*a*和*b*两个接线柱时1mA×100Ω＝（3－1）mA×（*R*1＋*R*2）；使用*a*和*c*两个接线柱时1 mA×（100 Ω＋*R*2）＝（10－1） mA×*R*1，联立可得*R*1＝15 Ω，*R*2＝35 Ω。

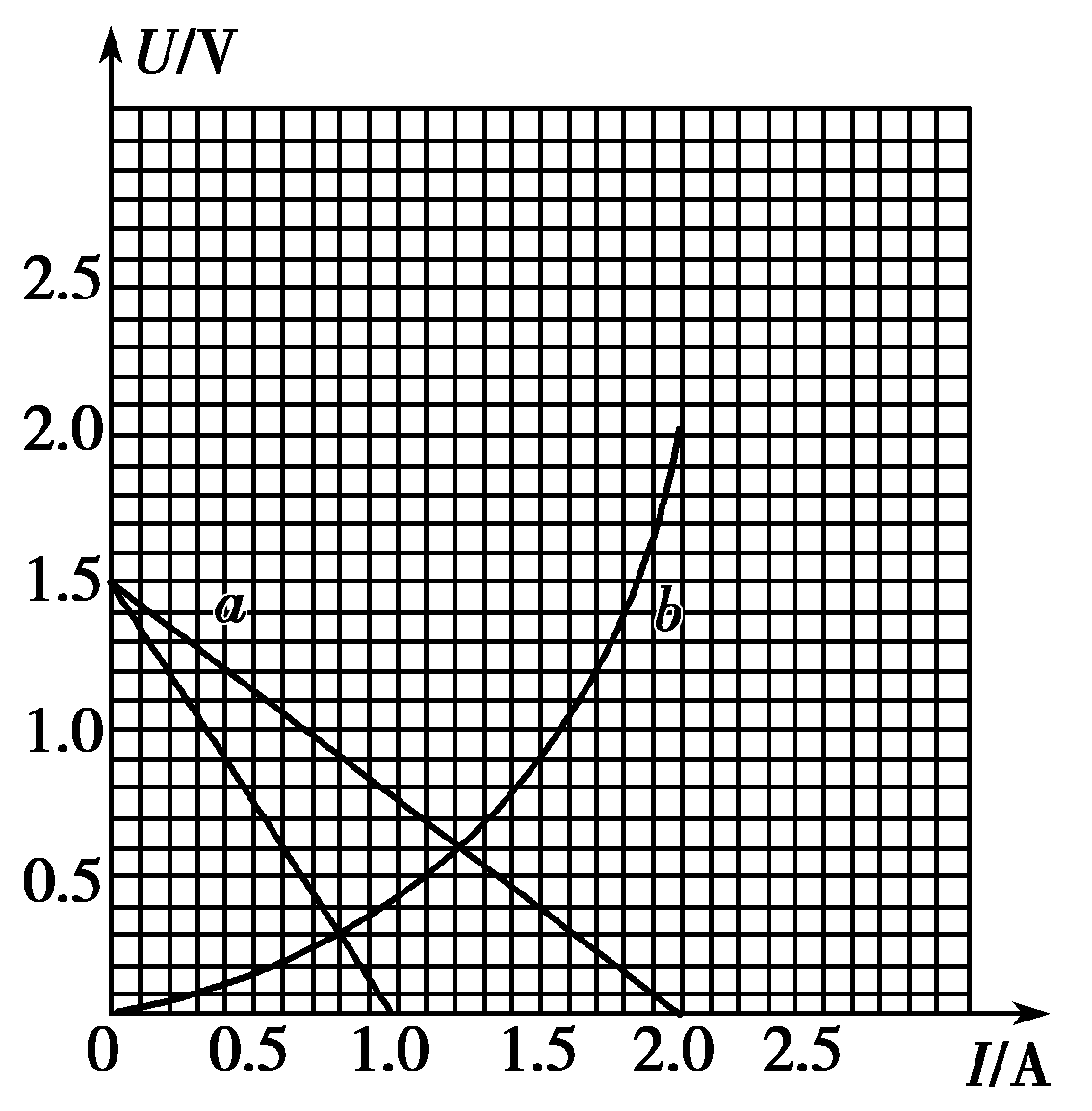
（2）由题意知校准时电路中电流的范围为0.5 mA ≤ *I* ≤ 3.0 mA，则由闭合电路欧姆定律知电路中总电阻*R*总＝ 满足500 Ω ≤ *R*总≤ 3 000 Ω，而两电表的总电阻*RA* ＝150 Ω＋ ＝ 183 Ω，故*R*0＋*R*应满足317 Ω ≤ *R*0＋*R* ≤ 2 817 Ω，可知*R*0只能选用300 Ω的，*R*只能选用3 000 Ω的。

（3）在图（b）电路中，当*d*接*c*时，若*R*1损坏则毫安表仍接入电路而有示数，若*R*2损坏则毫安表不接入电路而无示数，故可由毫安表有无示数来判断损坏的电阻；当*d*接*b*时，无论*R*1还是*R*2损坏，对毫安表示数的影响相同，从而不能进行判定。

【C组】

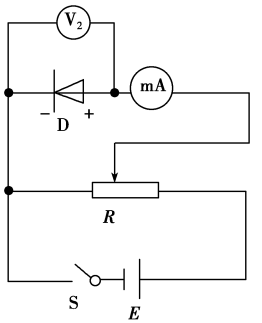
7.【答案】（1）C E （2）0.72 0.24

【解析】（1）由小灯泡的伏安特性曲线（图中*b*线）可知，小灯泡电阻很小，不超过1 Ω，且电表示数从零开始读数，因此电流表采用外接法，滑动变阻器应该采用分压式接法，C图正确；滑动变阻器采用分压式接法，为了便于调节，应用总阻值较小的，故应选择E。



（2）两图线的交点坐标即为小灯泡的电压和电流，实际功率*P* ＝ *UI* ＝ 0.72 W；根据电池的*U* ­*I*图线可知，电池的内阻为0.75 Ω，若再将一阻值为0.75 Ω的电阻串联在电路中，相当于小灯泡与等效内阻为1.5 Ω的电源连接，在*U* ­*I*坐标系内，连接（0,1.5 V）和（1.0 A,0）两个点，作出等效电源的*U* ­*I*图线，读出该图线与小灯泡的伏安特性曲线的交点坐标为（0.8 A,0.3 V），此即为小灯泡的电流和电压值，故灯泡的实际功率为0.24 W。

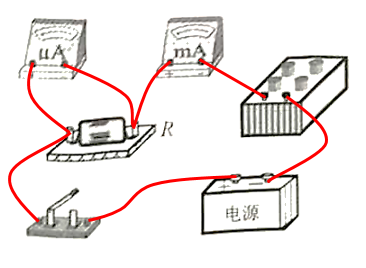
8.【答案】（1）右 （2）D F （3）如图所示

【解析】（1）电流从红表笔流入，黑表笔流出，由于欧姆挡的电源在表内，因此，黑表笔接内部电源的正极，红表笔接内部电源的负极。当黑表笔接触二极管左端，红表笔接触右端时，指针偏角较小，读数很大；将红、黑表笔对调后，再测，指针偏角较大，读数很小，正向导通，所以右端为二极管的正极。

（2）对加正向电压时的伏安特性曲线进行描绘，由于电源电动势为3 V，因此电压表应选用V2，应选D。从厂家提供的伏安特性曲线图可知，正向电流最大为30 mA左右，因此电流表应选F。

（3）为达到描绘二极管伏安特性曲线的目的，滑动变阻器必须用分压式，由厂家提供的伏安特性曲线可知，*R* ＝ ≈ 50 Ω，与电压表V2内阻相比是小电阻，应用电流表外接法。

9.【答案】（1）见解析 （2）C （3）AC （4）

【解析】（1）电表改装时，微安表应与定值电阻R并联接入虚线框内，则实物电路连接如图所示，；

（2）由标准毫安表与该装表的读数可知，改装后的电流表，实际量程被扩大的倍数为：倍。故当原微安表表盘达到满偏时，实际量程为：，故选C；

（3）根据，得。改装后的量程偏大的原因可能是原微安表内阻测量值偏小，即电表实际内阻，或者因为定值电阻*R*的计算有误，计算值偏大，实际接入定值电阻*R*阻值偏小，故选AC；

（4）由于接入电阻*R*时，改装后的表实际量程为25mA，故满足；要想达到预期目的，即将微安表改装为量程为20mA电流表，应满足， 其中，联立解得。