1991 年全国

1. 以初速 v_0 竖直上抛一小球。若不计空气阻力，在上升过程中，从抛出到小球动能减少一半所经过的时间是 (D)

A. $\frac{v_0}{g}$　　B. $\frac{v_0}{2g}$　　C. $\frac{\sqrt{2}v_0}{2g}$　　D. $\frac{(2-\sqrt{2})v_0}{2g}$

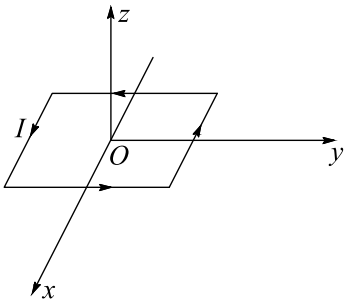
> 小球做竖直上抛运动，由题意可得 $\frac{1}{2}mv_t^2=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}mv_0^2$，解得 $v_t=\frac{\sqrt{2}}{2}v_0$，由运动学公式得 $v_t=v_0-gt$，解得 $t=\frac{v_0}{g}\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$，故 D 正确。

2. 下列粒子从初速为零的状态经过加速电压为 U 的电场之后，哪种粒子的速度最大？(A)

A. 质子　　B. 氘核　　C. α 粒子　　D. 钠离子 Na^+

> 由动能定理得 $qU=\frac{1}{2}mv^2-0$，解得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$，可知 U 一定时，v 与 $\sqrt{\frac{q}{m}}$ 成正比，$\frac{q}{m}$ 越大，v 也越大，4 种粒子的比荷分别是：①质子：1，②氘核：$\frac{1}{2}$，③ α 粒子：$\frac{1}{2}$，④ Na 离子：$\frac{1}{23}$，故 A 正确。

3. 如图所示，一位于 xy 平面内的矩形通电线圈只能绕 Ox 轴转动，线圈的四个边分别与 x、y 轴平行。线圈中电流方向如图。当空间加上如下所述的哪种磁场时，线圈会转动起来？(B)



A. 方向沿 x 轴的恒定磁场　　B. 方向沿 y 轴的恒定磁场

C. 方向沿 z 轴的恒定磁场　　D. 方向沿 z 轴的变化磁场

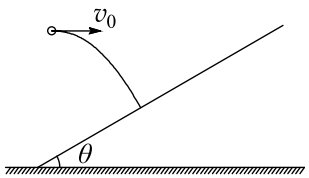
> 线圈只能绕 Ox 轴转动，表明图示位置时 ab 边与 dc 边分别受到平行于 z 轴方向相反的两个力作用，由左手定则知磁场方向与 y 轴同向或反向，故 B 正确。

4. 一质量为 m 的木块静止在光滑的水平面上。从 $t=0$ 开始，将一个大小为 F 的水平恒力作用在该木块上。在 $t=t_1$ 时刻力 F 的功率是 (C)

A. $\frac{F^2}{2m}t_1$　　B. $\frac{F^2}{2m}t_1^2$　　C. $\frac{F^2}{m}t_1$　　D. $\frac{F^2}{m}t_1^2$

> 由功率定义知 $p=Fv=Fat_1=F\frac{F}{m}t_1=\frac{F^2}{m}t_1$，故 C 正确。

5. 如图所示，以 9.8 m/s 的水平初速度 v_0 抛出的物体，飞行一段时间后，垂直地撞在倾角 θ 为 30° 的斜面上。可知物体完成这段飞行的时间是 (C)



A. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ s　　B. $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ s　　C. $\sqrt{3}$ s　　D. 2 s

> 将垂直于斜面的速度 v 分解，得 $v_y=\frac{v_0}{\tan 30^\circ}=\sqrt{3}v_0$，由 $v_y=gt$ 得 $t=\sqrt{3}$s，故 C 正确。

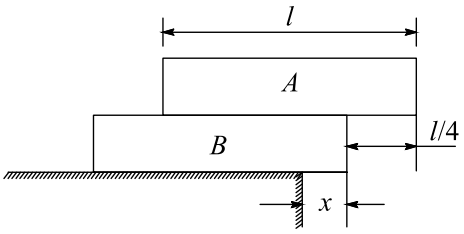
6. 有两个物体 a 和 b，其质量分别为 m_a 和 m_b，且 $m_a>m_b$。它们的初动能相同。若 a 和 b 分别受到不变的阻力 F_a 和 F_b 的作用，经过相同的时间停下来，它们的位移分别为 s_a 和 s_b，则 (A)

A. $F_a>F_b$ 且 $s_a<s_b$　　B. $F_a>F_b$ 且 $s_a>s_b$

C. $F_a<F_b$ 且 $s_a>s_b$　　D. $F_a<F_b$ 且 $s_a<s_b$

> 由题意知，$\frac{1}{2}m_av_a^2=\frac{1}{2}m_bv_b^2$，又 $m_a>m_b$，所以 $v_a<v_b$，由位移公式知 $s=\bar{v}\cdot t=\frac{v_0-0}{2}\cdot t$，因 t 相同，所以 $s\propto v_0$，所以 $s_a<s_b$ ①，由于两物体的动能变化相同，由动能定理可知外力做功相等，即 $F_as_a=F_bs_b$ ②，将①代入②得 $F_a>F_b$，故 A 正确。

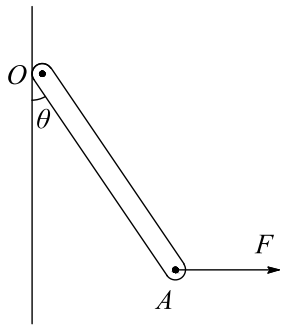
7. 图中 A、B 是两块相同的均匀长方形砖块，长为 l，叠放在一起，A 砖相对于 B 砖右端伸出 $\frac{l}{4}$ 的长度。B 砖放在水平桌面上，砖的端面与桌边平行。为保持两砖都不翻倒，B 砖伸出桌边的长度 x 的最大值是 (C)



A. $\frac{l}{8}$　　B. $\frac{l}{4}$　　C. $\frac{3l}{8}$　　D. $\frac{l}{2}$

> 根据力矩平衡分析，当 B 砖外移到某处时，A、B 将一起翻倒，故可将 A、B 作为整体考虑，砖即将翻倒时，桌边左侧的砖与桌分离，桌对砖的支持力集中在桌边 O 轴上，使砖转动的力矩由重力引起。A 的重力对 O 轴的力矩 $M_1=G\left(x-\frac{l}{4}\right)$，B 的重力对 O 轴的力矩 $M_2=G\left(\frac{l}{2}-x\right)$，由 $M_1=M_2$ 解出 $x=\frac{3l}{8}$，故 C 正确。

8. 如图，一均匀木棒 OA 可绕过 O 点的水平轴自由转动。现有一方向不变的水平力 F 作用于该棒的 A 点，使棒从竖直位置缓慢转到偏角 $\theta < 90°$ 的某一位置。设 M 为力 F 对转轴的力矩，则在此过程中 (B)

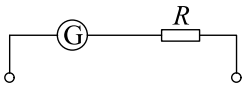


A. M 不断变大，F 不断变小　　B. M 不断变大，F 不断变大

C. M 不断变小，F 不断变小　　D. M 不断变小，F 不断变大

> θ 增大时，重力臂 l_2 增大，由 $M_2 = Gl_2$ 可知 M_2 增大；因缓慢转动 v 不变，故 $M = M_2$，即 M 也将增大，因 θ 增大时，F 力臂 l_1 减小，由 $M = Fl_1$ 得 F 增大，故 B 正确。

9. 一电压计由电流表 G 与电阻 R 串联而成，如图所示。若在使用中发现此电压计的读数总比准确值稍小一些，采用下列哪种措施可能加以改进？(D)

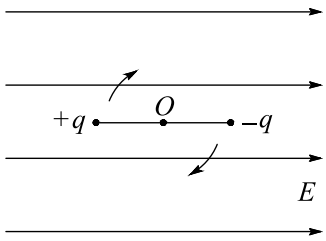


A. 在 R 上串联一比 R 小得多的电阻　　B. 在 R 上串联一比 R 大得多的电阻

C. 在 R 上并联一比 R 小得多的电阻　　D. 在 R 上并联一比 R 大得多的电阻

> 读数总稍小于准确值，意味着 R 分去的电压稍大，即 R 值稍大，应略微减少 R 值，采取并联一个大电阻的方法，故 D 正确。

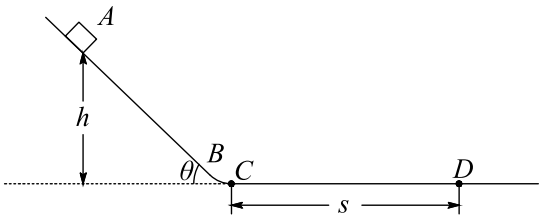
10. 两带电小球，电量分别为 $+q$ 和 $-q$，固定在一长度为 l 的绝缘细杆的两端，置于电场强度为 E 的匀强电场中，杆与场强方向平行，其位置如图所示。若此杆绕过 O 点垂直于杆的轴线转过 180°，则在此转动过程中电场力做的功为 (C)



A. 零　　B. qEl　　C. $2qEl$　　D. πqEl

电场力做功与路径无关，$+q$ 沿电场力 F 方向移动了 l，$-q$ 沿与 F 等大反向电场力作用下移动了 l，所以电场力做功为 $2qEl$，故 C 正确。

11. 图中 ABCD 是一条长轨道，其中 AB 段是倾角为 θ 的斜面，CD 段是水平的。BC 是与 AB 和 CD 都相切的一小段圆弧，其长度可以略去不计。一质量为 m 的小滑块在 A 点从静止状态释放，沿轨道滑下，最后停在 D 点。A 点和 D 点的位置如图所示。现用一沿着轨道方向的力推滑块，使它缓慢地由 D 点推回到 A 点时停下。设滑块与轨道间的摩擦系数为 μ，则推力对滑块做的功等于 (B)



A. mgh

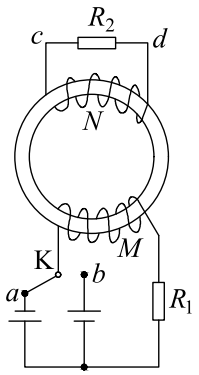
B. $2mgh$

C. $\mu mg\left(s+\frac{h}{\sin\theta}\right)$

D. $\mu mgs+\mu mgh\operatorname{ctg}\theta$

由动能定理得，木块从 A 到 D 克服摩擦力做功 $W_f=mgh$，缓慢推木块从 D 到 A 的过程中，动能增量为零，势能增加了 mgh，推力做的功为 W_F，则 $W_F-W_f=mgh$，解得 $W_F=2mgh$，故 B 正确。

12. M 和 N 是绕在一个环形铁心上的两个线圈，绕法和线路如图。现将开关 K 从 a 处断开，然后合向 b 处。在此过程中，通过电阻 R_2 的电流方向是 (A)



A. 先由 c 流向 d，后又由 c 流向 d

B. 先由 c 流向 d，后由 d 流向 c

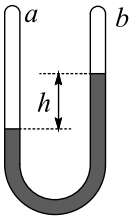
C. 先由 d 流向 c，后又由 d 流向 c

D. 先由 d 流向 c，后由 c 流向 d

K 接 a 时，由安培定则知铁心中磁感线为顺时针方向；K 从 a 处断开，原电流减弱，线圈 N 中磁通量减少。由楞次定律知，感生电流的磁场要阻碍原磁通量的减少，因此 N 内感生电流的磁感线方向与原磁感线方向相同，为顺时针方向，再由安培定则判定感生电流由 c 向 d；K 接 b 时，M 中电流反向增加，铁心中磁感线为逆时针方

> 向，N 中磁通量增加，由楞次定律知，感生电流的磁场要阻碍原磁通量的增加，因此 N 内感生电流的磁感线方向与原磁感线方向相反，为顺时针方向，再由安培定则判定感生电流由 c 向 d，故 A 正确。

13. 两端封闭的等臂 U 形管中，两边的空气柱 a 和 b 被水银柱隔开。当 U 形管竖直放置时，两空气柱的长度差为 h，如图所示。现将这个管平放，使两臂位于同一水平面上，稳定后两空气柱的长度差为 l，若温度不变则（A）



A. $l > h$　　B. $l = h$　　C. $l = 0$　　D. $l < h$，$l \neq 0$

> 竖直放置时，$p_a = p_b + \rho g h$，即 $p_a > p_b$；水平放置后，因水银柱在同一水平面上而压强相等；两空气柱压强将趋于平衡，即 p_a 减小，p_b 增大，由玻意耳定律 $pV =$ 恒量，可知 p_a 减小，V_a 会增大，即 l_a 增大，l_b 相应减小，空气柱长度差增加，即 $l > h$，故 A 正确。

14. 下列哪些是能量的单位？（ACD）

A. 焦耳　　B. 瓦特　　C. 千瓦小时　　D. 电子伏特

> 由题意知，除 B 项的瓦特是功率单位外，其余都是能量单位，故 ACD 正确，B 错误。

15. 下列固态物质哪些是晶体？（ABD）

A. 雪花　　B. 黄金　　C. 玻璃　　D. 食盐

> 晶体有一定的熔点，除玻璃不是晶体外，其余都是晶体，故 ABD 正确，C 错误。

16. 关于光谱，下面说法中正确的是（AC）

A. 炽热的液体发射连续光谱

B. 太阳光谱中的暗线说明太阳上缺少与这些暗线相应的元素

C. 明线光谱和暗线光谱都可用于对物质成分进行分析

D. 发射光谱一定是连续光谱

> 炽热的液体发射的光谱为连续光谱，故 A 正确；太阳光谱的暗线是太阳光经地球大气层的吸收而产生的，不是太阳上缺少这些暗线对应的元素，故 B 错误；明线光谱是元素的特征谱线，而暗线光谱由元素吸收产生，故 C 正确；发射光谱包括连续光

> 谱和明线光谱，而不一定是连续光谱，故 D 错误。

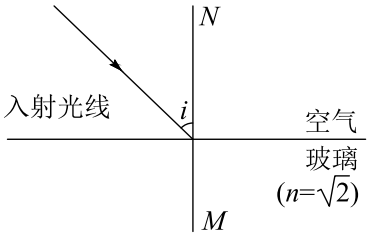
17. 恒定的匀强磁场中有一圆形的闭合导体线圈，线圈平面垂直于磁场方向。当线圈在此磁场中做下列哪种运动时，线圈中能产生感生电流？(CD)

A. 线圈沿自身所在的平面做匀速运动　　B. 线圈沿自身所在的平面做加速运动

C. 线圈绕任意一条直径做匀速转动　　D. 线圈绕任意一条直径做变速转动

> A、B 中磁通量没有变化，所以没有感生电流；C、D 中磁通量发生变化，所以有感生电流，故 AB 错误，CD 正确。

18. 一束光从空气射向折射率 $n=\sqrt{2}$ 的某种玻璃的表面，如图所示。i 代表入射角，则 (BCD)



A. 当 $i>45^\circ$ 时会发生全反射现象

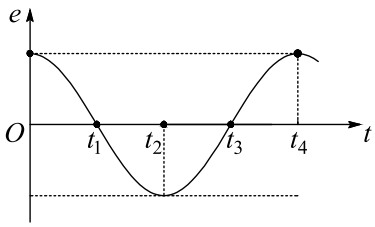
B. 无论入射角 i 是多大，折射角 r 都不会超过 45°

C. 欲使折射角 $r=30^\circ$，应以 $i=45^\circ$ 的角度入射

D. 当入射角 $i=\arctan\sqrt{2}$ 时，反射光线跟折射光线恰好互相垂直

> 由发生全反射的条件之一为光线由光密介质射向光疏介质，故 A 错误；由折射定律 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ 知，当折射角 r 为 45° 时，入射角 i 为 90°，所以折射角 r 不会超过 45°，故 B 正确；当折射角 r 为 30° 时，入射角 i 为 45°，故 C 正确；当 $i=\arctan\sqrt{2}$ 时，$\sin i=\frac{\sqrt{6}}{3}$，$\cos i=\frac{\sqrt{3}}{3}$，由折射定律得 $\sin r=\frac{\sin i}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}$，由三角函数知，$\cos r=\frac{\sqrt{6}}{3}$，故反射光线与折射光线恰好垂直，故 D 正确。

19. 一矩形线圈，绕垂直于匀强磁场并位于线圈平面内的固定轴转动。线圈中的感生电动势 e 随时间 t 的变化如图所示。下面说法中正确的是 (D)



A. t_1 时刻通过线圈的磁通量为零

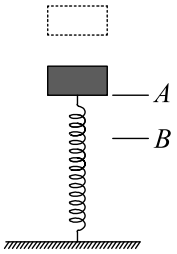
B. t_2 时刻通过线圈的磁通量的绝对值最大

C. t_3 时刻通过线圈的磁通量变化率的绝对值最大

D. 每当 e 变换方向时，通过线圈的磁通量绝对值都为最大

> 感生电动势 e 的大小跟穿过线圈的磁通量改变快慢有关，线圈平面垂直于磁场方向，即处于中性面时，磁通量 Φ 最大，而 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=0$，故 $e=0$，即图中 t_1、t_3 时刻，也就是 e 变换方向的时刻，故 ABC 错误，D 正确。

20. 一物体从某一高度自由落下，落在直立于地面的轻弹簧上，如图所示。在 A 点，物体开始与弹簧接触，到 B 点时，物体速度为零，然后被弹回。下列说法中正确的是 (C)



A. 物体从 A 下降到 B 的过程中，动能不断变小

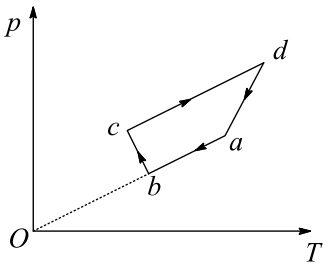
B. 物体从 B 上升到 A 的过程中，动能不断变大

C. 物体从 A 下降到 B，以及从 B 上升到 A 的过程中，速率都是先增大，后减小

D. 物体在 B 点时，所受合力为零

> 在 A 点，物体开始与弹簧接触，弹簧尚未形变，弹力 $N=0$；物体受重力 G 作用继续向下加速，动能增大。物体下落到 O 点时，弹簧形变产生的弹力 N 已逐渐增大到与 G 相等，此时物体所受合力为零，速度达到最大；从 O 到 B 过程中，弹簧形变增大，N 增大，$N>G$，合力 $F=N-G$，与 v 反向，物体做减速运动到 B，动能减小至零，因此物体从 A 到 B 过程中，速率先增大，后减小；同理分析可知，从 B 到 A 亦然，故 C 正确。

21. 一定质量的理想气体经历如图所示的一系列过程，ab、bc、cd 和 da 这四段过程在 $p-T$ 图上都是直线段，其中 ab 的延长线通过坐标原点 O，bc 垂直于 ab，而 cd 平行于 ab。由图可以判断 (BCD)



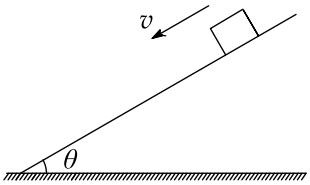
A. ab 过程中气体体积不断减小

B. bc 过程中气体体积不断减小

C. cd 过程中气体体积不断增大　　D. da 过程中气体体积不断增大

由图可知 $\frac{p_a}{T_a}=\frac{p_b}{T_b}$，所以 ab 为等容过程，由气态方程 $\frac{pV}{T}=C$（恒量），可得 $\frac{p}{T}=\frac{C}{V}$，对 c、d、a 三点，分别有 $\frac{p_c}{T_c}=\frac{C}{V_c}$，$\frac{p_d}{T_d}=\frac{C}{V_d}$，$\frac{p_a}{T_a}=\frac{C}{V_a}$，由图中各点坐标长度之比可知 $\frac{p_c}{T_c}>\frac{p_d}{T_d}>\frac{p_a}{T_a}$，即 $\frac{C}{V_c}>\frac{C}{V_d}>\frac{C}{V_a}$，所以 $V_c<V_d<V_a$，故 BCD 正确。

22. 一物体放在一倾角为 θ 的斜面上，向下轻轻一推，它刚好能匀速下滑。若给此物体一个沿斜面向上的初速度 v_0，则它能上滑的最大路程是 $\frac{v_0^2}{4g\sin\theta}$。



$\frac{v_0^2}{4g\sin\theta}$

物体匀速下滑表示沿斜面方向的受力平衡，即 $f=G_x=mg\sin\theta$；上滑过程中由动能定理得 $-(f+G_x)s=0-\frac{1}{2}mv_0^2$，两式联立解得 $s=\frac{v_0^2}{4g\sin\theta}$。

评分标准：全题 24 分，每小题 3 分。答案正确的，按答案后面括号内的分数给分；答错的，不答的，都给 0 分。

23. 两个放射性元素的样品 A 和 B，当 A 有 $\frac{15}{16}$ 的原子核发生了衰变时，B 恰好有 $\frac{63}{64}$ 的原子核发生了衰变。可知 A 和 B 的半衰期之比 $\tau_A:\tau_B=3:2$。

3 : 2

放射性元素每经一个半衰期，就剩下原质量的 $\frac{1}{2}$，经过 n 个半衰期，剩余质量为 $\left(\frac{1}{2}\right)^n$。设 A、B 分别经过 n_1、n_2 次半衰期，则 $\left(\frac{1}{2}\right)^{n_1}=1-\frac{15}{16}$，$\left(\frac{1}{2}\right)^{n_2}=1-\frac{63}{64}$，又 $n_1=\frac{t}{\tau_A}$，又 $n_2=\frac{t}{\tau_B}$，由衰变时间相同得 $n_1\tau_A=n_2\tau_B$，解得半衰期之比为 3 : 2。

24. 已知高山上某处的气压为 0.40 atm，气温为零下 30 °C，则该处每立方厘米大气中的分子数为 1.2×10^{19}。（阿伏伽德罗常数为 $6.0\times10^{23}\,\mathrm{mol}^{-1}$，在标准状态下 1 摩尔气体的体积为 22.4 L。）

1.2×10^{19}

由题意可知，1 摩尔气体在标准状态时作为状态 I (p_0,V_0,T_0)，在题述高山处的状态作为状态 II (p_1,V_1,T_1)，由理想气体状态方程得

$\frac{p_0V_0}{T_0}=\frac{p_1V_1}{T_1}$，解得 $V_1=\frac{p_0V_0T_1}{p_1T_0}$，

$1\,\mathrm{cm}^3$ 的分子数 $n=\frac{N_A}{V_1}=\frac{N_A p_1 T_0}{p_0 V_0 T_1}$。

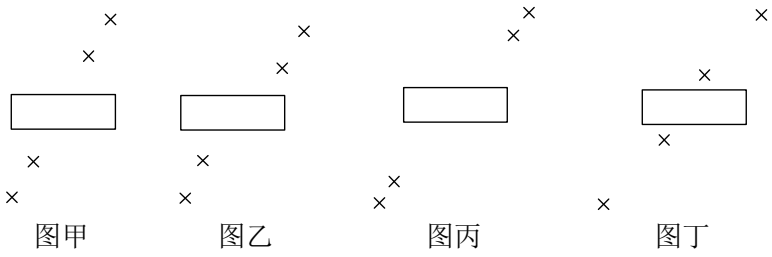
其中 $V_0=22.4\,\mathrm{L},\ N_A=6.0\times10^{23}\,\mathrm{mol}^{-1}$，

代入数据得 $n=1.2\times10^{19}$。（答 1×10^{19} 或答数在 $1.0\times10^{19}\sim1.3\times10^{19}$ 范围内的，都给 3 分。）

25. 在测定玻璃的折射率的实验中，对一块两面平行的玻璃砖，用“插针法”找出与入射光线对应的出射光线。现有甲、乙、丙、丁四位同学分别做出如图的四组插针结果。

(1) 从图上看，肯定把针插错了的同学是 乙。

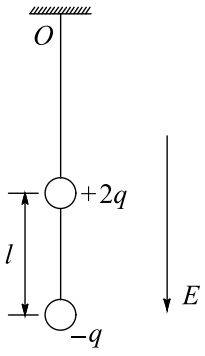
(2) 从图上看，测量结果准确度最高的同学是 丁。



(1) 乙　(2) 丁

本实验中，为了减小误差，入射角应在 $50^\circ\sim70^\circ$（甲的入射角过小），针距应尽量大些（丙的针距过小），应选用较宽的玻璃砖，还要特别注意界面线与玻璃界面准确重合，故丁同学测量结果准确度最高；乙图中入射光线与射出光线不平行，因此肯定将针插错了。（乙得 1 分，丁得 2 分。）

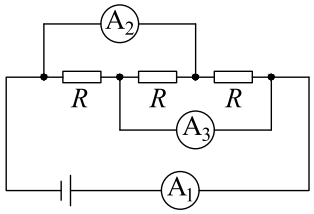
26. 在场强为 E、方向竖直向下的匀强电场中，有两个质量均为 m 的带电小球，电量分别为 $+2q$ 和 $-q$。两小球用长为 l 的绝缘细线相连，另用绝缘细线系住带正电的小球悬挂于 O 点而处于平衡状态，如图所示。重力加速度为 g。细线对悬点 O 的作用力等于 $2mg+qE$。



$2mg+qE$

系统平衡时，两个小球可看成整体分析，两个带电球之间的作用力作为内力，整体受到重力、电场力、拉力的作用，由平衡条件得 $F-2mg-2qE+qE=0$，所以 $F=2mg+qE$。

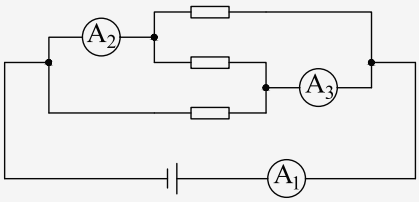
27. 如图所示的电路中，三个电阻的阻值相等，电流表 A_1、A_2 和 A_3 的内电阻均可忽略，它们的读数分别为 I_1、I_2 和 I_3，则 $I_1:I_2:I_3=$ 3 : 2 : 2。



3 : 2 : 2

画等效电路的方法：等电位法或分电流法，等效电路如图所示。

本题的电路等效于三个电阻并联，每个电阻上电流均为 I，总电流 $3I$ 从电源流出，经过表 A_1，在右端节点分流，经过上面支路 R 的电流等于 I，余下 $2I$ 必定经过表 A_3，同样，在左端，从下面 R 的电流等于 I，余下 $2I$ 必经表 A_2 流出，汇总到左节点处仍为 $3I$，因此流过三个表的电流之比为 3 : 2 : 2。



28. 一质量为 m、电量为 q 的带电粒子在磁感应强度为 B 的匀强磁场中作圆周运动，其效果相当于一环形电流，则此环形电流的电流强度 $I=$ $\frac{q^2B}{2\pi m}$。

$\frac{q^2B}{2\pi m}$

洛伦兹力提供向心力得 $qvB=m\frac{v^2}{r}$，解得 $r=\frac{mv}{qB}$，所以周期 $T=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$，等效电流为 $I=\frac{q}{T}=\frac{q^2B}{2\pi m}$。

29. 一列简谐波在 x 轴上传播，波速为 50 m/s。已知 $t=0$ 时刻的波形图象如图 1 所示，图中 M 处的质点此时正经过平衡位置沿 y 轴的正方向运动。将 $t=0.5$ s 时的波形图象画在图 2 上（至少要画出一个波长）。

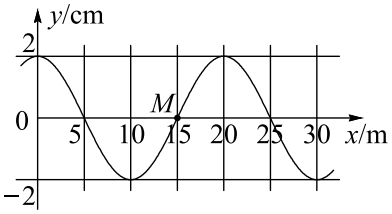


图 1

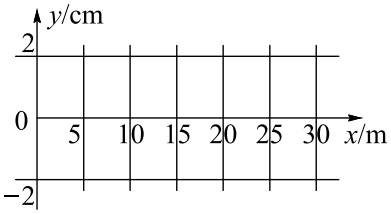
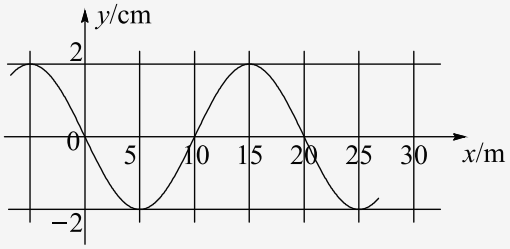


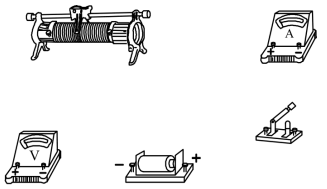
图 2

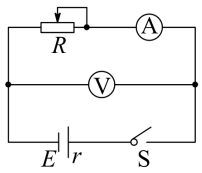
如图

首先根据图中 M 处的质点此时正经过平衡位置沿 y 轴的正方向运动，利用同侧法判断此列波是向左传播，然后从图中读出波长为 $\lambda = 20\,\mathrm{m}$，解得周期 $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{20}{50}\,\mathrm{s} = 0.4\,\mathrm{s}$，则 $t = 0.5\,\mathrm{s} = 1\frac{1}{4}T$，所以将图 1 中的波形图向左平移 $\frac{1}{4}$ 波长即可。（波形图象至少要画出一个波长，否则不给这 3 分。）



30. 在用电流表和电压表测电池的电动势和内电阻的实验中，所用电流表和电压表的内阻分别为 0.1 Ω 和 1 kΩ。下面分别为实验原理图及所需的器件图。

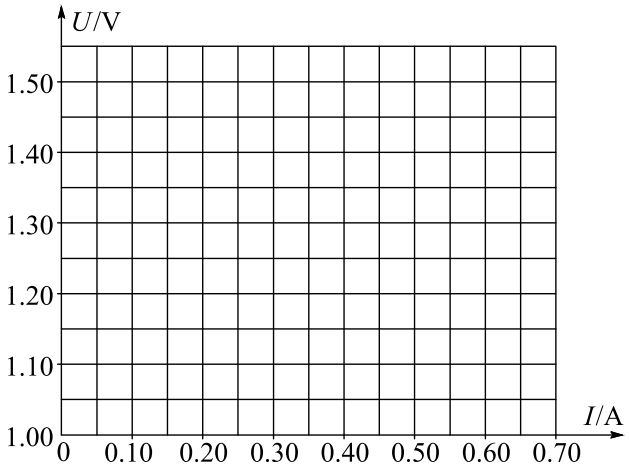




(1) 试在下图中画出连线，将器件按原理图连接成实际电路。

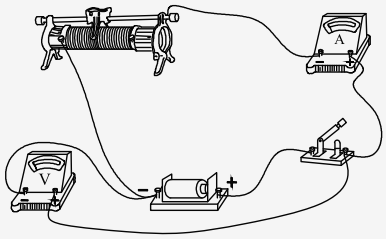
(2) 一位同学记录的 6 组数据见表。试根据这些数据在下图中画出 $U - I$ 图线。根据图线读出电池的电动势 $\varepsilon = 1.46\,\mathrm{V}$，根据图线求出电池内阻 $r = 0.72\,\Omega$。

I（A）	0.12	0.20	0.31	0.32	0.50	0.57
U（V）	1.37	1.32	1.24	1.18	1.10	1.05

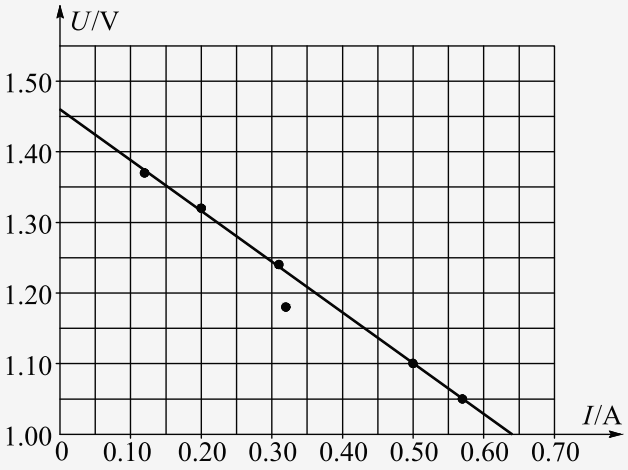


(1) 实物图连接如图所示。 (2) $U-I$ 图象如图所示；1.46 ± 0.02，0.72 ± 0.05。

（1）连接实物图时，电流表、电压表的正、负接线柱要和电源的正、负极一致，即电流从电流表、电压表的正进、负出；连线不要在“空中”交叉，即要在接线柱上连接。



（2）$U-I$ 图象如图所示。由闭合电路的欧姆定律知，$E=U+Ir$，即 $U=E-Ir$，故图象的纵截距为电源电动势，图象斜率的绝对值为电源内阻，从图中读出 $E=1.46\,\mathrm{V}$，$r=0.72\,\Omega$。



评分标准：本题 3 分，接线出现任何错误都不给这 3 分。$\varepsilon=1.46\,\mathrm{V}$，$r=0.72\,\Omega$。

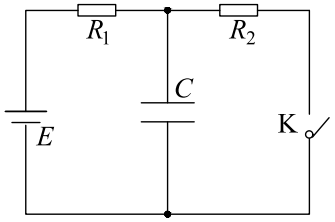
评分标准：全题 5 分。正确画得 $U-I$ 图线给 2 分。$U-I$ 图上由各组数据标出的六个点的位置要准确，连直线时第四组数据（0.32 A，1.18 V）标出的点应该舍去不顾。ε 的答数在 $1.46\pm0.02\,\mathrm{V}$ 范围内的都给 1 分。r 的答数在 $0.72\pm0.05\,\Omega$ 范围内的都

给 2 分。

31. 图中 $\varepsilon = 10\,\mathrm{V}$，$R_1 = 4\,\Omega$，$R_2 = 6\,\Omega$，$C = 30\,\mu\mathrm{F}$，电池内阻可忽略。

(1) 闭合开关 K，求稳定后通过 R_1 的电流。

(2) 然后将开关 K 断开，求这以后流过 R_1 的总电量。



(1) $I = 1.0\,\mathrm{A}$　(2) $\Delta q = 1.2 \times 10^{-4}\,\mathrm{C}$

（1）$I = \frac{\varepsilon}{R_1+R_2} = 1.0\,\mathrm{A}$ ①

（2）断开前，电容器上电压为 IR_2，储存的电量为 $q_1 = CIR_2$ ②

断开，待稳定后，电容器上电压为 ε，储存的电量为 $q_2 = C\varepsilon$ ③

流过 R_1 的总电量为

$\Delta q = C(\varepsilon - IR_2)$ ④

$= 1.2 \times 10^{-4}\,\mathrm{C}$

评分标准：本题 5 分。得出①、②、③、④式，各给 1 分。算出数值再给 1 分。

32. 用焦距 8 cm 的凸透镜，使一根每小格为 1 mm 的直尺成像在直径是 6.4 cm 的圆形光屏上。要求光屏上显示 16 个小格，应将直尺放在离透镜多远的地方？已知直尺和光屏都垂直于透镜的主光轴，光屏的圆心在主光轴上，直尺与主光轴相交。

10 cm

按题目的要求，在屏上能成像的一段物高 $y = 1.6\,\mathrm{cm}$。屏直径即像高 $y' = 6.4\,\mathrm{cm}$。由放大率公式得

$\frac{v}{u} = \frac{y'}{y}$，解得 $v = 4u$ ①

由成像公式得

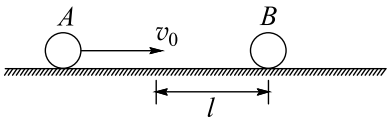
$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$，得 $\frac{1}{u} + \frac{1}{4u} = \frac{1}{f}$ ②

解得 $u = \frac{5}{4}f = \frac{5}{4} \times 8\,\mathrm{cm} = 10\,\mathrm{cm}$，

所以直尺到透镜的距离应是 10 厘米。

评分标准：全题 5 分。得出①式给 3 分。得出②式给 1 分。明确表示出直尺到透镜的距离为 10 厘米再给 1 分。

33. 在光滑的水平轨道上有两个半径都是 r 的小球 A 和 B，质量分别为 m 和 $2m$，当两球心间的距离大于 l（l 比 $2r$ 大得多）时，两球之间无相互作用力；当两球心间的距离等于或小于 l 时，两球间存在相互作用的恒定斥力 F。设 A 球从远离 B 球处以速度 v_0 沿两球连心线向原来静止的 B 球运动，如图所示。欲使两球不发生接触，v_0 必须满足什么条件？



$v_0 < \sqrt{\frac{3F(l-2r)}{m}}$

解一：A 球向 B 球接近至 A、B 间的距离小于 l 之后，A 球的速度逐步减小，B 球从静止开始加速运动，两球间的距离逐步减小。当 A、B 的速度相等时，两球间的距离最小。若此距离大于 $2r$，则两球就不会接触。所以不接触的条件是

$v_1 = v_2$ ①

$l + s_2 - s_1 > 2r$ ②

其中 v_1、v_2 为当两球间距离最小时 A、B 两球的速度；s_1、s_2 为两球间距离从 l 变至最小的过程中，A、B 两球通过的位移。

由牛顿定律得 A 球在减速运动而 B 球作加速运动的过程中，A、B 两球的加速度大小为

$a_1 = \frac{F}{m}, \quad a_2 = \frac{F}{2m}$ ③

设 v_0 为 A 球的初速度，则由匀加速运动公式得

$v_1 = v_0 - \frac{F}{m}t, \quad v_2 = \frac{F}{2m}t,$ ④

$s_1 = v_0 t - \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m}t^2, \quad s_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{2m}t^2$ ⑤

联立解得

$v_0 < \sqrt{\frac{3F(l-2r)}{m}}$ ⑥

解二：A 球向 B 球接近至 A、B 间的距离小于 l 之后，A 球的速度逐步减小，B 球从静止开始加速运动，两球间的距离逐步减小。当 A、B 的速度相等时，两球间的距离最小。若此距离大于 $2r$，则两球就不会接触。所以不接触的条件是

$v_1 = v_2$ ①

$l + s_2 - s_1 > 2r$ ②

其中 v_1、v_2 为当两球间距离最小时 A、B 两球的速度；s_1、s_2 为两球间距离从 l 变至最小的过程中，A、B 两球通过的位移。

设 v_0 为 A 球的初速度，则由动量守恒定律得

$mv_0 = mv_1 + 2mv_2$ ③

由动能定理得

$Fs_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ ④

$Fs_2 = \frac{1}{2}(2m)v_2^2$ ⑤

联立解得

$v_0 < \sqrt{\frac{3F(l-2r)}{m}}$ ⑥

评分标准：全题共 8 分。得出①式给 1 分。得出②式给 2 分。若②式中“$>$”写成“$\geq$”的也给这 2 分。在写出①、②两式的条件下，能写出③、④、⑤式，每式各得 1 分。如只写出③、④、⑤式，不给这 3 分。得出结果⑥再给 2 分。若⑥式中“$<$”写成“$\leq$”的也给这 2 分。