1978 年全国

1. 当穿过一个线圈的 磁通量 发生变化时，线圈中产生感应电动势；感应电动势的大小，除与线圈的匝数成正比外，还与 磁通量的变化率 成正比。

   > 磁通量；磁通量的变化率

   > 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

2. 单摆在摆动过程中，其速度和加速度都是随时间变化的。从最大位移处向平衡位置运动的过程中，速度越来越 大，加速度越来越 小。

   > 大；小

   > 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

3. 在天然放射性元素的放射线中，已经查明，α 射线是 氦核流或 $_2^4\mathrm{He}$ 流，β 射线是 电子流，γ 射线是 高频电磁波或光子流。

   > 氦核流或 $_2^4\mathrm{He}$ 流；电子流；高频电磁波或光子流

   > 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

4. 在 $20\,^\circ\mathrm{C}$ 的空气中，声音的传播速度是 $340\,\mathrm{m/s}$。如果它的频率是 $100\,\mathrm{Hz}$，那么它的波长是 $3.4\,\mathrm{m}$。

   > $3.4\,\mathrm{m}$

   > 由题意知 $f = 100\,\mathrm{Hz}$，又 $T = \frac{1}{f} = 0.01\,\mathrm{s}$，由波速公式得 $v = \frac{\lambda}{T}$，故 $\lambda = vT = 340 \times 0.01\,\mathrm{m} = 3.4\,\mathrm{m}$。
   >
   > 评分标准：全题 10 分，每小题 2 分。

5. 两个点电荷之间距离为 a，相互作用力为 f；如果距离变为 $2a$，则相互作用力变为 $\frac{f}{4}$。

   > $\frac{f}{4}$

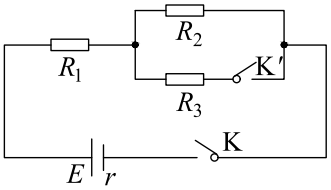
   > 由库仑定律得 $F = k\frac{Q_1Q_2}{a^2} = f$，故 $F' = k\frac{Q_1Q_2}{(2a)^2} = \frac{f}{4}$。
   >
   > 评分标准：全题 10 分，每小题 2 分。

6. 如图所示的电路中，三个电阻的阻值分别是 $R_1 = 2\,\Omega$，$R_2 = 4\,\Omega$，$R_3 = 4\,\Omega$。电池的电动势 $E = 4.2\,\mathrm{V}$，内阻 $r = 0.2\,\Omega$。求：

(1) 接通开关 K，断开开关 K' 时，R_1 和 R_2 两端电压之比 $\frac{U_1}{U_2}$；

(2) 两个开关都接通时，R_1 和 R_2 两端电压之比 $\frac{U_1'}{U_2'}$；

(3) 两个开关都接通时，通过 R_1 的电流强度 I_1。



(1) $\frac{1}{2}$　(2) 1　(3) 1 A

（1）K 接通、K′ 断开时，R_1 与 R_2 串联，通过两电阻的电流大小相等，由串联电路的分压原理得

$\frac{U_1}{R_1}=\frac{U_2}{R_2}$，解得 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{R_1}{R_2}=\frac{2}{4}=\frac{1}{2}$。

（2）两个开关都接通时，R_2 与 R_3 并联，设并联电阻为 R'，则有

$R'=\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}=\frac{4\times4}{4+4}=2\,\Omega$，

R' 与 R_1 串联，由串联电路的分压原理得

$\frac{U_1'}{U_2'}=\frac{R_1}{R'}=\frac{2}{2}=1$。

（3）当两个开关都接通时，通过 R_1 的电流，即干路电流，由闭合电路的欧姆定律得

$I=\frac{E}{R_1+R'+r}=\frac{4.2}{2+2+0.2}=1\,\mathrm{A}$。

评分标准：全题 10 分，（1）3 分，（2）3 分，（3）4 分。

（1）中，直接写出 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{R_1}{R_2}=\frac{2}{4}=\frac{1}{2}$ 的，同样给分。

（3）中，公式中漏了内阻 r 的，不给分。

7. 用照相机对着一个物体照相，已知镜头（相当于一个凸透镜）的焦距为 13.5 cm，当底片与镜头的距离为 15 cm 时，在底片上成 5 cm 高的像。

(1) 求物体的高；

(2) 绘出光路图。

(1) 45 cm　(2) 光路图如图所示

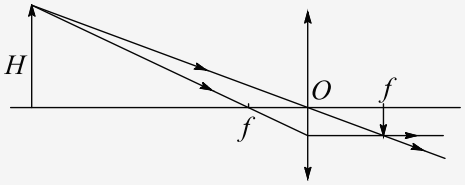
（1）设物体高为 H，像高 $h=5\,\mathrm{cm}$，由透镜成像公式和放大率的定义得

$\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}$，即 $\frac{1}{u}+\frac{1}{15}=\frac{1}{13.5}$，

$\frac{h}{H}=\frac{v}{u}$，即 $\frac{h}{H}=\frac{15}{u}$，

联立解得 $H = 45\,\text{cm}$，$u = 135\,\text{cm}$，故物体的高度为 $45\,\text{cm}$。

（2）光路图如图所示。



评分标准：全题 13 分，（1）8 分，（2）5 分。

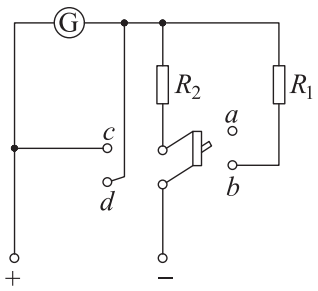
（1）中，能列出两个文字方程的给 2 分；经过文字运算，得到物体高度的文字表达式，并正确代入需要的数值的，再给 4 分；最后算出正确答案的，共给 8 分。列出两个文字方程后，立即正确代入需要的数值的，给 6 分；正确算出答案的，共给 8 分。

（2）中，用透镜前面或后面的焦点都可以，同样给分。图中未用箭头表示光线进行方向的，扣 1 分；图中尺寸完全不合比例的，扣 1 分。

8. 一个电流 − 电压两用表的电路如图所示，电流计 G 的量程是 $0.001\,\text{A}$，内阻是 $100\,\Omega$。两个电阻的阻值是 $R_1 = 9900\,\Omega$，$R_2 = 1.01\,\Omega$。

(1) 双刀双掷开关接到哪边是电流表，接到哪边是电压表？

(2) 电流表、电压表的量程各是多大？



(1) 双刀双掷开关接到 c、d 上，R_2 与电流计 G 并联，组成电流表；若双刀双掷开关接到 a、b 上，电阻 R_1 与电流计 G 串联，组成电压表。 (2) $0.1\,\text{A}$，$10\,\text{V}$

（1）双刀双掷开关接到 c、d 上，R_2 与电流计 G 并联，组成电流表；若双刀双掷开关接到 a、b 上，电阻 R_1 与电流计 G 串联，组成电压表。

（2）分析电流表的量程 I_0。设干路电流为 I，通过电流计的电流为 I_g，由并联电路的特点得

$I_g r = (I - I_g)R_2$，

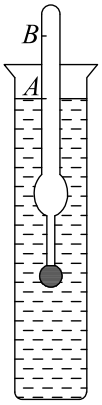
解得 $I = \frac{R_2+r}{R_2} I_g = \frac{1.01+100}{1.01} \times 0.001\,\text{A} \approx 0.1\,\text{A}$。

分析电压表的量程 U_0。设电压表量程为 U，由串联电路的特点得

$U = I_g(r + R_1) = 0.001 \times (100 + 9900)\,\mathrm{V} = 10\,\mathrm{V}$。

评分标准：全题 13 分，（1）5 分；（2）两表的量程各 4 分，共 8 分。

9. 一个 14 g 重的密度计（如图所示），放在水中，水面在它的刻度 A 处；放在煤油中，油面在它的刻度 B 处。已知煤油的密度 $d = 0.8\,\mathrm{g/cm^3}$，密度计刻度部分的玻璃管外半径 $r = 0.75\,\mathrm{cm}$，求 AB 之间距离。



2 cm

设密度计刻度 A 以下的体积为 V_A，两种情况下浮力都等于密度计的重力，则有

水中：$F_{浮1} = \rho_{水} V_{排1} g$，$V_{排1} = V_A$；

煤油中：$F_{浮2} = \rho_{油} V_{排2} g$，$V_{排2} = V_A + \pi r^2 \times \overline{AB}$；

又 $F_{浮1} = F_{浮2} = G$，联立解得 $AB \approx 2\,\mathrm{cm}$。

评分标准：全题 14 分。能列出两个方程，表示没入液体中的体积乘液体比重等于比重计的重量的，给 7 分；进一步表示出两个体积之差同刻度 AB 的距离的关系的，再给 5 分；计算完毕无误的，给全分。答数写“≈ 2 厘米”“= 1.98 厘米”或“= 2 厘米”都作为正确答案。

10. 一质量 $M = 2\,\mathrm{kg}$ 的木块，放在高 $h = 0.8\,\mathrm{m}$ 的光滑桌面上，被一个水平方向飞来的子弹打落在地面上（子弹留在木块中），落地点与桌边的水平距离 $s = 1.6\,\mathrm{m}$，子弹的质量 $m = 10\,\mathrm{g}$。

(1) 求子弹击中木块时的速度；

(2) 子弹射入木块时产生的热量，若 90% 被子弹吸收，子弹的温度能升高多少？（设子弹的比热为 0.09 卡/克 · 度，取 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$，空气阻力不计）

(1) 804 m/s (2) 772 °C

（1）设子弹击中木块时的速度为 v_0，击中木块后的速度为 v，子弹击中木块的时间极短，由动量守恒得

$mv_0 = (M+m)v$ ①

子弹击中木块后做平抛运动，由平抛规律得

$h = \frac{1}{2}gt^2$ ②

$s = vt$ ③

由②③联立解得 $v = s\sqrt{\frac{g}{2h}} = 1.6\sqrt{\frac{10}{2\times0.8}}\,\mathrm{m/s} = 4\,\mathrm{m/s}$ ④，

④代入①得

$v_0 = \frac{M+m}{m}v = \frac{2+0.01}{0.01}\times 4\,\mathrm{m/s} = 804\,\mathrm{m/s}$。

（2）碰撞后，子弹和木块组成的系统损失的动能为 ΔE_k，由能量守恒得

$\Delta E_\mathrm{k} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2 = \frac{1}{2}\times 0.01\times 804^2 - \frac{1}{2}\times(0.01+2)\times 4^2 = 3216\,\mathrm{J}$，

损失的动能 ΔE_k 全部转换为热量 Q，则

$Q = 3216\times 0.24\,\mathrm{cal} \approx 772\,\mathrm{cal}$，

又 $\eta Q = cm\Delta t$，

解得 $\Delta t = \frac{\eta Q}{cm} = \frac{90\%\times 772}{0.09\times 10} = 772\,^\circ\mathrm{C}$，

故子弹升高的温度为 $772\,^\circ\mathrm{C}$。

评分标准：全题 20 分，（1）10 分，（2）10 分。

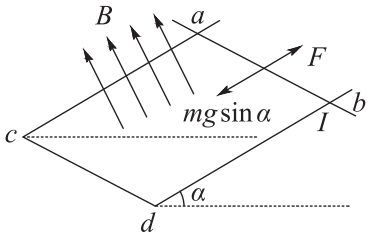
（1）中，列出动量守恒公式的，给 3 分；列出 $v = \frac{s}{t}$ 的，给 1 分；列出 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 的，给 1 分；得出最后 v 的文字式并正确代入数字的，再给 3 分；正确算出答案的，共给 10 分。如果分段进行数字计算，算出 t 值的给 3 分，再算出 v 值的再给 2 分，用动量守恒定律再算出 v 的数值的再给 5 分，共 10 分。

（2）中，算出能量损耗数值的，给 4 分；换算成热量值的，再给 2 分；继续算出温度升高度数的，共给 10 分。如果把温度升高的度数说成子弹的温度，扣 3 分。

11. 如图所示，一个 U 形导体框架，宽度 $L = 1\,\mathrm{m}$，其所在平面与水平面交角 $\alpha = 30^\circ$，其电阻可以忽略不计。设匀强磁场与 U 形框架的平面垂直，磁感应强度 $B = 0.2\,\mathrm{T}$。今有一条形导体 ab，其质量 $m = 0.2\,\mathrm{kg}$，其有效电阻 $R = 0.1\,\Omega$，跨放在 U 形框上，并且能无摩擦地滑动。求：

(1) 导体 ab 下滑的最大速度 v_m；

(2) 在最大速度 v_m 时，在 ab 上释放出来的电功率。



(1) 2.5 m/s (2) 2.5 W

解法一：（1）导体 ab 在“下滑力”$mg\sin\alpha$ 的作用下沿 U 形框加速下滑切割磁感线，产生感应电动势为 $E=BLv$，感应电流的大小为 $I=\frac{E}{R}$，导体 ab 受到安培力的大小为 $F=BIL=\frac{B^2L^2v}{R}$。

随着切割速度增加，安培力也随之增大，导体 ab 的加速度逐渐减小；受力平衡时，导体 ab 的速度达到最大，由平衡条件得 $mg\sin\alpha=F$，解得 $v_m=\frac{mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$，代入数据得 $v_m=2.5\,\mathrm{m/s}$。

（2）由电功率的表达式知 $P=IE=\frac{E^2}{R}=\frac{(BLv_m)^2}{R}=2.5\,\mathrm{W}$。

解法二：（1）导体 ab 匀速下滑时，重力势能转换为等量的电能，转换的即时功率值也应相等，显然在最大速度 v_m 时有

$mg\sin\alpha\cdot v_m=\frac{E^2}{R}=\frac{(BLv_m)^2}{R}$，

解得 $v_m=\frac{mgR\sin\alpha}{B^2L^2}=2.5\,\mathrm{m/s}$。

（2）导体 ab 上的电功率为 $P=\frac{E^2}{R}=mg\sin\alpha\cdot v_m=2.5\,\mathrm{W}$。

评分标准：全题 20 分，（1）13 分，（2）7 分。

（1）中，列出感应电动势公式的给 2 分，列出安培力公式的再给 4 分，列出安培力同重力分量平衡的再给 5 分，算出 v_m 的数值的共给 13 分。

（2）中，算功率无论从 IE、I^2R 或 $\frac{E^2}{R}$ 进行计算，如果答案正确，都给 7 分。如果正确列出功率的详细文字公式而未代入数字算出答案的，给 5 分。