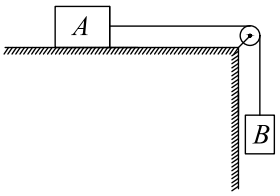
1981 年全国

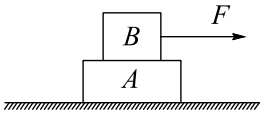
1. 如图，在光滑的水平桌面上有一物体 A，通过绳子与物体 B 相连。假设绳子的质量以及绳子与定滑轮之间的摩擦力都可忽略不计，绳子不可伸长。如果物体 B 的质量是物体 A 的质量的 3 倍，即 $m_B = 3m_A$，那么物体 A 和 B 的加速度的大小等于 (C)



A. $3g$　　B. g　　C. $\frac{3}{4}g$　　D. $\frac{1}{2}g$

> 由题意知，对 A、B 整体进行受力分析，由牛顿第二定律得 $m_Bg = (m_A + m_B)a$，解得 $a = \frac{3}{4}g$，故 C 正确。

2. 在光滑的水平桌面上放一物体 A，A 上再放一物体 B，A、B 间有摩擦。施加一水平力 F 于 B，使它相对于桌面向右运动。这时物体 A 相对于桌面 (B)



A. 向左动　　B. 向右动

C. 不动　　D. 运动，但运动方向不能判断

> 由于地面光滑，无论 A、B 是否发生相对滑动，A 一定相对桌面向右运动，故 B 正确。
>
> 拓展：A 的运动状态有两种可能。
>
> 假设 A、B 相对静止一起运动，A、B 间的摩擦力为 f，对 A、B 整体，有 $a = \frac{F}{m_A+m_B}$；
>
> 对 A，有 $f = m_Aa = \frac{m_AF}{m_A+m_B}$。
>
> 又 $f_m = \mu m_Bg$。
>
> A、B 相对静止需满足 $f \le f_m = \mu m_Bg$，联立解得 $\mu \ge \frac{m_AF}{m_B(m_B+m_A)}$。
>
> 若 $\mu \ge \frac{m_AF}{m_B(m_B+m_A)}$，A、B 一起向右运动；
>
> 若 $\mu < \frac{m_AF}{m_B(m_B+m_A)}$，A、B 发生相对滑动，均向右运动，但 B 运动得更快。

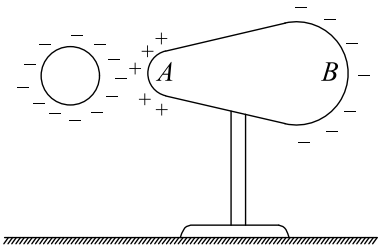
3. 平行板电容器，其两板始终保持和一直流电源的正、负极相连接，当两板间插入电介质时，电容器的带电量和两板间的电势差的变化是 (C)

A. 带电量不变，电势差增大　　B. 带电量不变，电势差减小

C. 带电量增大，电势差不变　　D. 带电量减小，电势差不变

> 由平行板电容器的决定式 $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ 知，平行板电容器中插入电介质后，介电常数 ε 会增大而其他量不变，故电容增大；由题意知两板始终与电源连接，故电压不变，由 $Q=UC$ 知 U 不变、C 增大，所以 Q 增大，故 C 正确。

4. 把一个架在绝缘支座上的导体放在负电荷形成的电场中，导体处于静电平衡时，导体表面上感应电荷的分布如图所示，这时导体 (D)



A. A 端的电势比 B 端的电势高

B. A 端的电势比 B 端的电势低

C. A 端的电势可能比 B 端的电势高，也可能比 B 端的电势低

D. A 端的电势与 B 端的电势相等

> 导体在点电荷附近，出现静电感应现象，导致导体表面的电子重新分布，因此在导体内部出现感应电荷的电场，正好与点电荷的电场叠加；静电平衡时内部电场强度处处为零，导体中的电子不再移动，故导体是等势体，表面是等势面，即 A 端的电势与 B 端的电势相等，故 D 正确。

5. 一段粗细均匀的镍铬丝，横截面的直径是 d，电阻是 R。把它拉制成直径是 $\frac{1}{10}d$ 的均匀细丝后，它的电阻变成 (B)

A. $\frac{1}{10000}R$　　B. $10000R$　　C. $\frac{1}{100}R$　　D. $100R$

> 当镍铬丝的直径为 $d'=\frac{d}{10}$ 时，则截面积为 $S'=\frac{S}{100}$；由于镍铬丝体积不变，其长度必相应地变为 $L'=100L$，由电阻定律得 $R'=\rho\frac{L'}{S'}=\rho\frac{100L}{\frac{1}{100}S}=10000\rho\frac{L}{S}=10000R$，故 B 正确。

6. 假设火星和地球都是球体，火星的质量 $M_{火}$ 和地球的质量 $M_{地}$ 之比 $M_{火}/M_{地}=p$，火星的半径 $R_{火}$ 和地球的半径 $R_{地}$ 之比 $R_{火}/R_{地}=q$，那么火星表面处的重力加速度 $g_{火}$ 和地球表面处的重力加速度 $g_{地}$ 之比 $g_{火}/g_{地}$ 等于 (A)

A. p/q^2　　B. pq^2　　C. p/q　　D. pq

> 星球表面的物体受到的重力等于万有引力，有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$，解得 $g=\frac{GM}{R^2}$，所以
>
> $$\frac{g_{火}}{g_{地}}=\frac{M_{火}}{M_{地}}\cdot\frac{R_{地}^2}{R_{火}^2}=\frac{p}{q^2},$$
>
> 故 A 正确。

7. 1 标准大气压 $=$ 760 毫米水银柱 $=$ 1.01×10^5 帕斯卡（即牛顿/米 ^{2}）（水银的密度 $\rho=13.6$ 克/厘米 ^{3}，重力加速度 $g=9.81$ 米/秒 ^{2}。本题答案要求取三位有效数字）。

> 760；1.01×10^5

> 1 标准大气压 $=760\,\mathrm{mmHg}=10.339\,\mathrm{mH_2O}=1.01325\times10^5\,\mathrm{Pa}$。
>
> 评分说明：共 4 分。第一个答案正确的给 2 分，错误的给 0 分；第二个答案，正确的给 2 分；数量级和前两位有效数字正确而第三位有效数字有出入的，给 1 分；数量级不对的，给 0 分。

8. 一照相机，用焦距 $f=0.20$ 米的凸透镜做镜头，用来为一个站立在镜头前 4.2 米处的儿童照相时，底片应该离镜头 0.21 米，底片上像的高度和儿童的身高之比是 1: 20。

> 0.21；20

> 由成像公式得 $\frac{1}{f}=\frac{1}{v}+\frac{1}{u}$，由题意知 $f=0.20\,\mathrm{m}$，$u=4.2\,\mathrm{m}$，解得 $v=0.21\,\mathrm{m}$；由放大率公式得 $M=\frac{v}{u}=\frac{0.21}{4.2}=\frac{1}{20}$，故底片上的像与儿童的身高之比为 1:20。
>
> 评分标准：共 4 分。两个答案都要求准确到第二位有效数字。每个答案正确的给 2 分，错误的给 0 分。

9. 把 5 欧姆的电阻 R_1 和 10 欧姆的电阻 R_2 串联起来，然后在这段串联电路的两端加 15 伏特的电压，这时 R_1 消耗的电功率是 5 瓦特，R_2 消耗的电功率是 10 瓦特。把 R_1 和 R_2 改为并联，如果要使 R_1 仍消耗与原来同样大小的电功率，则应在它们两端加 5 伏特的电压，这时 R_2 消耗的电功率是 2.5 瓦特。

> 5 W；10 W；5 V；2.5 W

> （1）两电阻串联，两端加 15 V 电压时，电路中电流为
>
> $$I=\frac{U}{R_1+R_2}=\frac{15\,\mathrm{V}}{5\,\Omega+10\,\Omega}=1\,\mathrm{A},$$
>
> 电阻消耗的电功率为
>
> $$P_1=I^2R_1=(1\,\mathrm{A})^2\times5\,\Omega=5\,\mathrm{W},$$
>
> $$P_2=I^2R_2=(1\,\mathrm{A})^2\times10\,\Omega=10\,\mathrm{W}.$$

又 $P=\frac{U^2}{R}$。

（2）两电阻并联时，两端电压为 U'，电阻消耗的电功率为

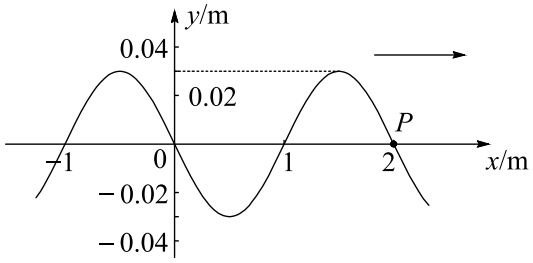
$$P_1'=\frac{U'^2}{R_1}=\frac{U'^2}{5},$$

又 $P_1=P_1'$，解得 $U'=5\,\mathrm{V}$，此时电阻 R_2 消耗的电功率为

$$P_2'=\frac{U'^2}{R_2}=\frac{(5\,\mathrm{V})^2}{10\,\Omega}=2.5\,\mathrm{W}.$$

评分说明：共 4 分，每个答案正确的，给 1 分，错误的，给 0 分。

10. 右图是一列沿 x 轴正方向传播的机械横波在某一时刻的图像。从图上可看出，这列波的振幅是 0.03 米，波长是 2 米，P 处的质点在此时刻的运动方向 沿 y 轴正方向（或向上）。

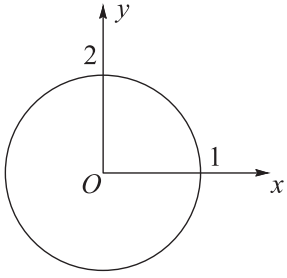


0.03；2；沿 y 轴正方向（或向上）

由图可知，振幅 $A=0.03\,\mathrm{m}$，波长 $\lambda=2\,\mathrm{m}$，利用同侧法可判断，此时的 P 竖直向上振动，即沿 y 轴正方向（或向上）运动。

评分说明：共 4 分。前两个答案，正确的各给 1 分，错误的给 0 分；第三个答案正确的给 2 分；未用文字回答而画一向上箭头表示方向的，同样给 2 分；错误的给 0 分。

11. 质量是 m 的质点，以匀速率 v 逆时针作圆周运动，圆心在坐标系的原点 O。在质点从位置 1 运动到位置 2（如右图所示）的过程中，作用在质点上的合力的功等于 0；合力冲量的大小是 $\sqrt{2}mv$，方向与 x 轴正方向成 225°（逆时针计算角度）。



0；$\sqrt{2}mv$；225°

质点由 1 到 2 的过程中，由动能定理得 $W_{F_{合}}=\Delta E_{\mathrm{k}}$；因物体做匀速圆周运动，所以 $\Delta E_{\mathrm{k}}=0$，故 $W_{F_{合}}=0$。由动量定理可知 $I_{F_{合}}=\Delta p$，质点在位置 1 时，动量为 mv，方向竖直向上；质点在位置 2 时，动量为 mv，方向水平向左，由矢量三角形定则可知 $\Delta p=\sqrt{2}mv$，方向与 x 轴正方向成 225°（或 $\frac{5}{4}\pi$）（逆时针计算角度）。

评分说明：共 4 分。第一个答案 1 分；第二个答案，正确的给 2 分，错误的给 0 分；第三个答案，正确的给 1 分。

12. 铝核 $^{27}_{13}\mathrm{Al}$ 被 α 粒子击中后产生的反应生成物是磷核 $^{30}_{15}\mathrm{P}$，同时放出一个 中子（或 $^{1}_{0}\mathrm{n}$），这个核反应方程是 $^{27}_{13}\mathrm{Al}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\longrightarrow{}^{30}_{15}\mathrm{P}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$。

中子（或 $^{1}_{0}\mathrm{n}$）；$^{27}_{13}\mathrm{Al}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\longrightarrow{}^{30}_{15}\mathrm{P}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

核反应方程满足核电荷数和质量数守恒。由核电荷数守恒得 $Z=13+2-15=0$，该粒子的核电荷数为 0；由质量数守恒得 $A=27+4-30=1$，该粒子的质量数为 1，故该粒子为中子（或 $^{1}_{0}\mathrm{n}$），核反应方程为 $^{27}_{13}\mathrm{Al}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\longrightarrow{}^{30}_{15}\mathrm{P}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$。

评分说明：共 4 分。每个答案，正确的给 2 分，错误的给 0 分。

13. 用游标卡尺（图 1）测一根金属管的内径和外径时，卡尺上的游标位置分别如图 2 和图 3 所示。这根金属管的内径读数是 2.37 厘米，外径读数是 3.03 厘米，管壁厚是 0.33 厘米。

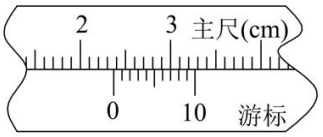


图 2

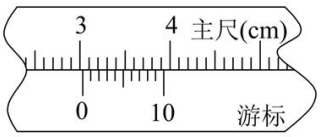


图 3

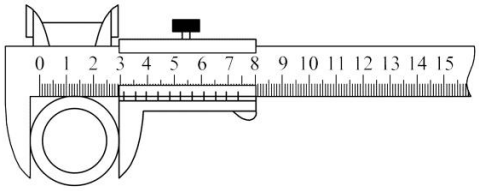


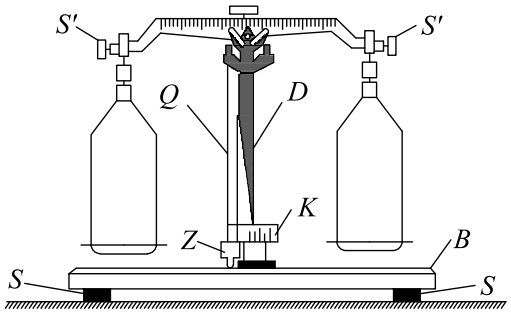
图 1

2.37；3.03；0.33

图 2：主尺读数 23 mm，游标上的第 7 个小分格与主尺上的刻度恰好对正，所以内径读数为 $23\,\mathrm{mm}+7\times0.01\,\mathrm{mm}=23.7\,\mathrm{mm}=2.37\,\mathrm{cm}$；同理图 3：外径的读数为 $30\,\mathrm{mm}+3\times0.01\,\mathrm{mm}=30.3\,\mathrm{mm}=3.03\,\mathrm{cm}$；管壁厚应等于外径与内径差的一半，即 $\frac{3.03\,\mathrm{cm}-2.37\,\mathrm{cm}}{2}=0.33\,\mathrm{cm}$。

评分说明：共 3 分。每个答案，正确的给 1 分，错误的给 0 分。

14. 用下图所示的天平称质量前，先要进行哪些调节？说明调节哪些部件和怎样才算调节好了。

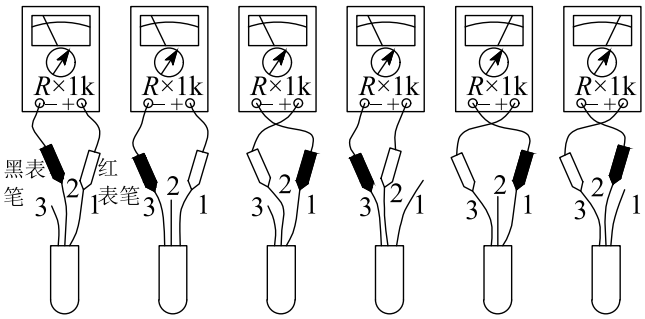


要进行两步调节：（1）使天平的底板 B 水平。调节螺旋 S，直到重垂线 Q 的小锤尖端跟小锥体 Z 的尖端对正，这就表示底板水平了。（2）使天平平衡。调节螺旋 S'，使指针 D 指在标尺 K 的中央，这就表示天平平衡了。

要进行两步调节：（1）使天平的底板 B 水平。调节螺旋 S，直到重垂线 Q 的小锤尖端跟小锥体 Z 的尖端对正，这就表示底板水平了。（2）使天平平衡。调节螺旋 S'，使指针 D 指在标尺 K 的中央，这就表示天平平衡了。

评分说明：共 4 分。第一步调节，占 2 分；只答出要调节底板水平的，给 1 分；既答对调节 S 又答出调节好了的标志的，再给 1 分，二者缺一的，不再给分。第二步调节，也占 2 分；只答出要调节天平平衡的，给 1 分；既答对调节 S' 又答出调节好了的标志的，再给 1 分，二者缺一的，不再给分。

15. 用万用电表电阻挡判断一只 PNP 型晶体三极管的基极时，电表指针的偏转情况如下图所示。哪只管脚是基极？



管脚 3 是基极

管脚 3 是基极。

评分说明：本小题 3 分。用文字答出管脚 3 是基极，或在图中管脚 3 旁注明基极（或

注明 b）的，都给 3 分；不要求说明理由。

16. 使一定质量的理想气体的状态按图 1 中箭头所示的顺序变化，图线 BC 是一段以纵轴和横轴为渐近线的双曲线。

(1) 已知气体在状态 A 的温度 $T_A = 300\,\mathrm{K}$，求气体在状态 B、C 和 D 的温度各是多少。

(2) 将上述状态变化过程在图 2 中画成用体积 V 和温度 T 表示的图线（图中要标明 A、B、C、D 四点，并且要画箭头表示变化的方向）。说明每段图线各表示什么过程。

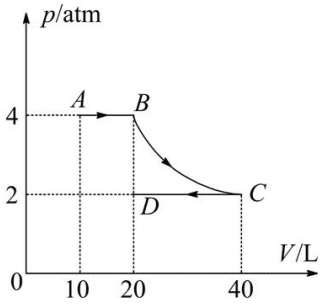


图 1

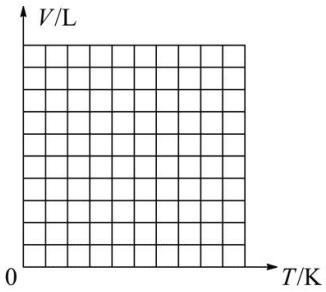


图 2

(1) $T_B = T_C = 600\,\mathrm{K}$，$T_D = 300\,\mathrm{K}$　(2) 见解析图

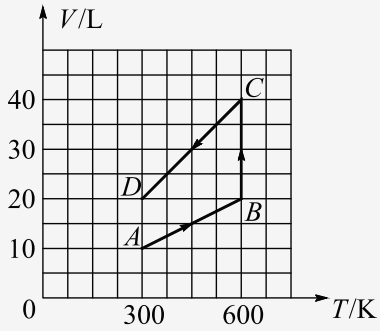
（1）设标准大气压的压强为 p_0，由 $p-V$ 图象可知，气体在 A、B、C、D 各状态下的压强和体积分别为 $p_A = 4p_0$、$V_A = 10\,\mathrm{L}$；$p_B = 4p_0$、$V_B = 20\,\mathrm{L}$；$p_C = 2p_0$、$V_C = 40\,\mathrm{L}$；$p_D = 2p_0$、$V_D = 20\,\mathrm{L}$。

已知 $T_A = 300\,\mathrm{K}$，设气体在 C、D 各状态下的温度分别为 T_C、T_D，又 BC 为渐近线（双曲线），故 $T_B = T_C$，由理想气体状态方程得

$$\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_B V_B}{T_B} = \frac{p_C V_C}{T_C} = \frac{p_D V_D}{T_D},$$

即 $\frac{4p_0\times 10}{300} = \frac{4p_0\times 20}{T_B} = \frac{2p_0\times 40}{T_C} = \frac{2p_0\times 20}{T_D}$，解得 $T_C = T_B = 600\,\mathrm{K}$，$T_D = 300\,\mathrm{K}$。

（2）在 $V-T$ 图上状态变化过程的图线如下：



AB 是等压过程，BC 是等温过程，CD 是等压过程。

评分说明：全题 10 分。（1）3 分，（2）7 分。（1）中，每个答案，正确的给 1 分；数值错误的，给 0 分；数值正确而缺单位或单位错误的，无论在几个答案中出现，只扣 1 分。直接由 $p-V$ 图上断定 $V_B=20\,\mathrm{L}$，并正确求出 T_B 的，同样给分。（2）中，A、B、C、D 四个点，每个点正确标明的，各给 1 分；AB、BC、CD 三条图线画正确并说明是什么过程的，各给 1 分；图线画对而未说明是什么过程的，各给 0 分；在图上未画箭头或三个箭头未画全的，扣 1 分；图上两个坐标轴每有一个未注明坐标分度值的，扣 1 分。

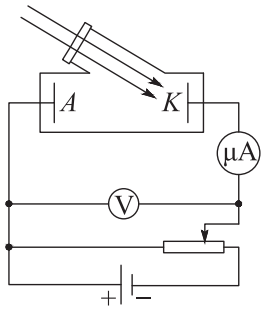
17. 一光电管的阴极用极限波长 $\lambda_0=5000$ 埃的钠制成。用波长 $\lambda=3000$ 埃的紫外线照射阴极，光电管阳极 A 和阴极 K 之间的电势差 $U=2.1\,\mathrm{V}$，光电流的饱和值 $I=0.56\,\mu\mathrm{A}$。

(1) 求每秒内由 K 极发射的电子数；

(2) 求电子到达 A 极时的最大动能；

(3) 如果电势差 U 不变，而照射光的强度增到原值的三倍，此时电子到达 A 极时的最大动能是多大？

（普朗克恒量 $h=6.63\times10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$，电子电量 $e=1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C}$，真空中的光速 $c=3.00\times10^{8}\,\mathrm{m/s}$）



(1) 3.5×10^{12}　(2) $6.01\times10^{-19}\,\mathrm{J}$　(3) 以上结果不变

（1）每秒内发射的电子数为

$$n=\frac{It}{e}=\frac{0.56\times10^{-6}\,\mathrm{A}\times1\,\mathrm{s}}{1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C}}=3.5\times10^{12}.$$

（a）

（2）每个紫外线光子的能量为

$$E_{紫}=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=6.63\times10^{-19}\,\mathrm{J},$$

（b）钠的逸出功为

$$W_0=\frac{hc}{\lambda_0}=3.98\times10^{-19}\,\mathrm{J},$$

（c）每个电子在电场中被加速而获得的能量为

$$eU = 1.60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C} \times 2.1\,\mathrm{V} = 3.36 \times 10^{-19}\,\mathrm{J},$$

（d）由能量守恒定律得，电子的最大动能为

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} + eU = 6.01 \times 10^{-19}\,\mathrm{J} = 3.76\,\mathrm{eV}.$$

（e）

（3）最大动能与入射光的频率有关，与光强无关，当光强增到 3 倍时，最大初动能不变，为 $6.01 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$（或 $= 3.76\,\mathrm{eV}$）。

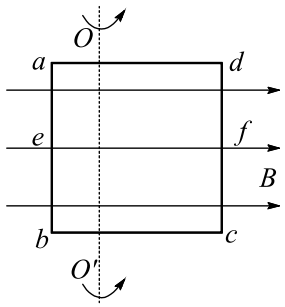
评分说明：全题 10 分。（1）3 分，（2）6 分，（3）1 分。（1）中，正确算出结果（a）的，给 3 分；单纯数字计算错误（包括数字正确而数量级错误）扣 1 分。（2）中，正确算出光子能量（b）的，给 1 分；正确算出逸出功（c）的，再给 2 分；正确算出电子在电场中获得的能量（d）的，再给 1 分；根据能量守恒关系正确算出电子最大动能的，再给 2 分。直接列出式（e）并算出正确结果的，同样给 6 分。如果考生根据爱因斯坦方程，正确算出电子离开 K 时的最大动能，即只漏去 eU 一项，把它当作本题答案的，给 4 分；单纯数字计算错误扣 1 分；数值正确而缺单位或单位错误的，扣 1 分。（3）中，答案正确的，给 1 分。

18. 用均匀导线弯成正方形闭合线框 abcd，线框每边长 8.0 cm，每边的电阻值为 0.010 Ω。把线框放在磁感应强度为 $B = 0.050\,\mathrm{T}$ 的匀强磁场中，并使它绕轴 OO' 以 $\omega = 100\,\mathrm{rad/s}$ 的匀角速度旋转，旋转方向如图所示。已知轴 OO' 在线框平面内，并且垂直于 B，$Od = 3Oa$，$O'c = 3O'b$。当线框平面转至和 B 平行的瞬时（如图所示），

(1) 每个边产生的感生电动势的大小各是多少？

(2) 线框内感生电流的大小是多少？在图中用箭头标出感生电流的方向；

(3) e、f 分别为 ab 和 cd 的中点，e、f 两点间的电势差 U_{ef}（即 $U_e - U_f$）是多大？



(1) cd 段感生电动势的大小为 $\varepsilon_1 = 0.024\,\mathrm{V}$，ab 段感生电动势的大小为 $\varepsilon_2 = 0.008\,\mathrm{V}$，da 段和 bc 段的电动势都是零　(2) $I = 0.8\,\mathrm{A}$，电流方向沿 dcbad。　(3) $U_{ef} = 0\,\mathrm{V}$

（1）令 l 表示每边边长，R 表示其电阻值，则 $l=8.0\,\mathrm{cm}$，$R=0.010\,\Omega$。设 cd 段感应电动势的大小为 E_1，ab 段感应电动势的大小为 E_2，则

$$E_1=Blv_1\sin 90^\circ=Bl\omega\cdot\frac{3}{4}l=\frac{3}{4}Bl^2\omega=0.024\,\mathrm{V},$$

①

$$E_2=Blv_2\sin 90^\circ=Bl\omega\cdot\frac{1}{4}l=\frac{1}{4}Bl^2\omega=0.008\,\mathrm{V},$$

② da 段和 bc 段不切割磁感线，所以它们的电动势都是零。

（2）线框中的总电动势为

$$E=E_1+E_2=0.032\,\mathrm{V},$$

①线框中的感应电流为

$$I=\frac{E}{4R}=\frac{0.032}{0.040}\,\mathrm{A}=0.80\,\mathrm{A},$$

②由楞次定律或右手定则，可判断电流方向沿 dcbad。

（3）解法一：$\varphi_e-\varphi_f$ 是 ebcf 一段电路两端的电势差（逆时针观看），它应等于 eb 段的路端电压 U_{eb}、bc 段两端的电势差 U_{bc} 与 cf 段的路端电压 U_{cf} 的代数和，即

$$U_{ef}=U_{eb}+U_{bc}+U_{cf},$$

①

$$U_{eb}=\frac{1}{2}E_2-I\frac{R}{2}=0.004\,\mathrm{V}-0.8\,\mathrm{A}\times 0.005\,\Omega=0\,\mathrm{V},$$

②

$$U_{bc}=-IR=-0.8\,\mathrm{A}\times 0.010\,\Omega=-0.008\,\mathrm{V},$$

③

$$U_{cf}=\frac{1}{2}E_1-I\frac{R}{2}=0.012\,\mathrm{V}-0.8\,\mathrm{A}\times 0.005\,\Omega=0.008\,\mathrm{V},$$

④故 $U_{ef}=U_{eb}+U_{bc}+U_{cf}=0\,\mathrm{V}$。

解法二：$\varphi_e-\varphi_f$ 是 eadf 一段电路两端的电势差，根据题意，由电势叠加得

$$\varphi_e+\frac{1}{2}E_2-I\left(\frac{R}{2}+R+\frac{R}{2}\right)+\frac{1}{2}E_1=\varphi_f,$$

又 $U_{ef}=\varphi_e-\varphi_f$，联立解得 $U_{ef}=0\,\mathrm{V}$。

解法三：闭合电路 dcbad 中的总电动势等于总电势降落。在 ebcf 一段电路中，电动势等于总电动势的一半；电阻等于总电阻的一半，因而电势降落是总电势降落的一半，于是，在这段电路中，电势升正好等于电势降，由此可见，两端的电势差等于零。

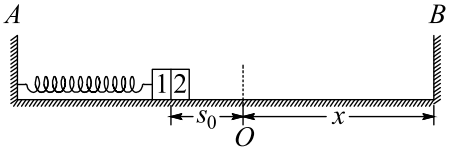
评分说明：全题 14 分。（1）5 分，（2）4 分，（3）5 分。（1）中，正确求出 E_1 和 E_2 的，各给 2 分；答出 da 和 bc 段电动势都是零的，合给 1 分；单纯数字计算错误扣 1

分；E_1 和 E_2 的答案数值正确而缺单位或单位错误的，无论出现一次或二次，只扣 1 分。因把 $v=\omega r$ 的关系搞错而引起答案错误的，只扣 1 分。（2）中，正确算出总电动势的，给 1 分；进一步正确算出电流的，再给 2 分；直接求出结果（d）的，同样给 3 分；电流方向正确的再给 1 分；数值错误和单位错误的扣分同（1）中规定。（3）中，（e）、（f）、（g）和（h）各占 1 分；利用以上四式进一步正确算出结论（i）的，再给 1 分；不分步计算，直接正确列出（i）式并算出结果的，同样给 5 分；单纯运算错误的，扣 1 分。只有 U_{ef} 等于零的结论，而无任何推算过程、无任何论述或论述错误的，均不给分；结论正确但论述不够清楚的，酌情给分。

19. 在光滑水平面的两端对立着两堵竖直的墙 A 和 B，把一根倔强系数是 k 的弹簧的左端固定在墙 A 上，在弹簧右端系一个质量是 m 的物体 1。用外力压缩弹簧（在弹性限度内）使物体 1 从平衡位置 O 向左移动距离 s_0，紧靠着 1 放一个质量也是 m 的物体 2，使弹簧、1 和 2 都处于静止状态，然后撤去外力，由于弹簧的作用，物体开始向右滑动。

(1) 在什么位置物体 2 与物体 1 分离？分离时物体 2 的速率是多大？

(2) 物体 2 离开物体 1 后继续向右滑动，与墙 B 发生完全弹性碰撞。B 与 O 之间的距离 x 应满足什么条件，才能使 2 在返回时恰好在 O 点与 1 相遇？设弹簧的质量以及 1 和 2 的宽度都可忽略不计。



(1) 到达平衡位置 O 前，1 和 2 一起做加速运动；到 O 点后，1 开始减速，2 开始做匀速运动，因而 2 和 1 将在 O 点分离，分离时 $v=\sqrt{\frac{k}{2m}}s_0$　(2) $x=n\frac{\sqrt{2}\pi}{4}s_0$，$n=1,2,3\ldots$

（1）到达平衡位置 O 前，1 和 2 一起做加速运动，到 O 点后，1 开始减速，2 开始做匀速运动，因而 2 和 1 将在 O 点分离。

到达 O 点前，把 1、2 和弹簧看做一个系统，只有系统内的弹簧的弹性力做功，所以系统的机械能守恒。令 v 表示 1 和 2 到达 O 点时的速率，则有

$$\frac{1}{2}(m+m)v^2=\frac{1}{2}ks_0^2,$$

解得 $v=\frac{\sqrt{2}}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}s_0$，故分离时物体 2 的速率为 $v=\sqrt{\frac{k}{2m}}s_0$。

（2）分离后，在下一次相遇前，1 以 O 点为平衡位置做简谐振动，振动的周期为

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},$$

①从 1 和 2 分离时开始计时，即令该时刻 $t=0$，则 1 通过 O 点的时刻为

$$t_1=\frac{1}{2}T,\ T,\ \frac{3}{2}T,\ 2T,\ \ldots=n\cdot\frac{1}{2}T,\quad n=1,2,3,\ldots,$$

②过 O 点后，2 以匀速率 v 向右做直线运动，与 B 相碰时，由于碰撞是完全弹性的，碰撞后 2 的速率不变，运动反向。

令 x 表示 B 与 O 点间的距离，则 2 返回 O 点的时刻为

$$t_2=\frac{2x}{v},$$

③如 2 恰好在 O 点与 1 相遇，则

$$t_2=t_1,$$

④将②③两式代入④，即得 x 应满足的条件为

$$x=n\frac{\sqrt{2}\pi}{4}s_0,\quad n=1,2,3,\ldots$$

⑤

评分说明：全题 14 分。（1）4 分，（2）10 分。（1）中，答出在 O 点分离的，给 2 分；列出机械能守恒方程并求出 2 的速率的，再给 2 分。（2）中，知道和 2 分离后 1 作简谐振动，并写出振动周期公式（a）的，给 2 分；正确列出 1 经过 O 点的时刻 t_1，即式（b）的，再给 4 分；对于 t_1，只回答了 $n=1$ 或 $n=2$ 一次的，扣 3 分；只回答了 $n=1$ 和 $n=2$ 两次的，扣 2 分；只回答了 n 为奇数或为偶数一种情形的，扣 2 分；由于这一步考虑不全面，导致本题最后答案不全的，后面不重复扣分。答出 2 与墙 B 碰撞后，速率不变，运动反向的（不要求证明），给 1 分，又正确求出 2 返回 O 点的时刻（c）的，再给 1 分。正确列出 1 和 2 在 O 点相遇的条件，即（d）的，给 1 分；进一步求出距离 x，即（e）的，再给 1 分。将（d）、（e）两步并作一步直接求出结果的，同样给 2 分。本题中的单纯演算错误，可视其对物理过程或最后结果的影响程度，酌情扣分。