1990 年上海

1. 单色光从空气射到水中，它的 (B)

A. 频率和波长都要改变　　B. 波长和传播速度都要改变

C. 传播速度和颜色都要改变　　D. 频率和颜色都要改变

> 光在传播的过程中，频率不变，频率不变即颜色不变，但波长和传播速度都要改变，故 B 正确。

2. 把薄片的一面涂上一薄层石蜡，然后用烧热的钢针接触它的反面，熔化了的石蜡呈椭圆形，那么，这薄片是 (C)

A. 非晶体　　B. 多晶体　　C. 单晶体　　D. 无法判定

> 由于熔化的石蜡呈椭圆形，即各个方向的导热性能不同，表现为各向异性，所以这薄片为单晶体，故 C 正确。

3. 汽车在平直公路上行驶，在它的速度从零增加到 v 的过程中，汽车发动机做的功为 W_1；在它的速度从 v 增加到 $2v$ 的过程中，汽车发动机做的功为 W_2；设汽车在行驶过程中发动机的牵引力和所受阻力都不变，则有 (B)

A. $W_2=2W_1$　　B. $W_2=3W_1$

C. $W_2=4W_1$　　D. 仅能判定 $W_2>W_1$

> 由题意知，汽车牵引力 F 和所受阻力不变，由做功的定义知 $W_1=Fs_1$，$W_2=Fs_2$。
>
> 由动能定理得 $(F-f)s_1=\frac{1}{2}mv^2-0$，$(F-f)s_2=\frac{1}{2}m(2v)^2-\frac{1}{2}mv^2$，得 $s_2=3s_1$，所以 $W_2=3W_1$，故 B 正确。

4. 设某放射性同位素 A 的半衰期为 T，另一种放射性同位素 B 的半衰期为 $\frac{T}{2}$。在初始时刻，A 的原子核数目为 N_0，B 的原子核数目为 $4N_0$，则 (B)

A. 经过时间 T，A、B 的原子核数目都等于 $\frac{N_0}{2}$

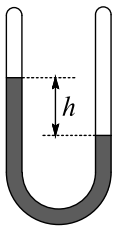
B. 经过时间 $2T$，A、B 的原子核数目都等于 $\frac{N_0}{4}$

C. 经过时间 $3T$，A、B 的原子核数目都等于 $\frac{N_0}{8}$

D. 经过时间 $4T$，A、B 的原子核数目都等于 $\frac{N_0}{16}$

> 由半衰期定义有 $N_A=N_0\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$，$N_B=4N_0\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2t}{T}}$。
>
> 逐项计算结果，A 项：$N_A=\frac{N_0}{2}$，$N_B=N_0$；B 项：$N_A=\frac{N_0}{4}$，$N_B=\frac{N_0}{4}$；C 项：$N_A=\frac{N_0}{8}$，$N_B=\frac{N_0}{16}$；D 项：$N_A=\frac{N_0}{16}$，$N_B=\frac{N_0}{64}$，故 B 正确。

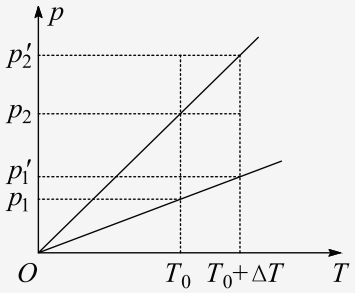
5. 如图所示密封的 U 形管中装有水银，左右两端都封有空气，两水银面高度差为 h。把 U 形管竖直浸没在热水中，高度差 h 将 (A)



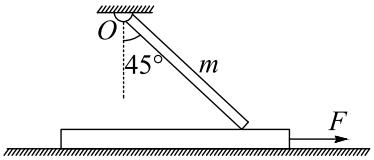
A. 增大　　B. 减小

C. 不变　　D. 两侧空气柱的长度未知，不能判断

设温度为 T_0 时，左侧空气的压强为 p_1，右侧空气的压强为 p_2，由压强平衡得 $p_2=p_1+h$，所以 $p_2>p_1$。现温度升高 ΔT，假设两侧空气体积不变，即气体作等容变化，左侧空气的压强为 p_1'，右侧空气的压强为 p_2'，则有 $\frac{p_1}{T}=\frac{p_1'}{T+\Delta T}$，解得 $p_1'=(1+\frac{\Delta T}{T})p_1$，则 $\Delta p_1=\frac{\Delta T}{T}p_1$，同理有 $\Delta p_2=\frac{\Delta T}{T}p_2$，故 $\Delta p_2>\Delta p_1$，则右侧水银液面下降，水银的高度差将增大，故 A 正确。



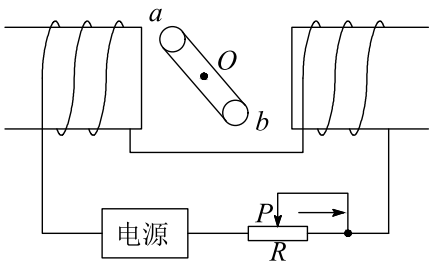
6. 如图所示，质量为 m 的匀质木杆，上端可绕固定水平光滑轴 O 转动，下端搁在木板上，木板置于光滑水平地面，棒与竖直线成 45° 角，棒与木板间的摩擦系数为 0.5。为使木板向右作匀速运动，水平拉力 F 等于 (D)



A. $\frac{1}{2}mg$　　B. $\frac{1}{3}mg$　　C. $\frac{1}{4}mg$　　D. $\frac{1}{6}mg$

对木杆，木板对杆的支持力为 N，摩擦力为 f，由力矩平衡得 $NL\sin 45°+fL\cos 45°=mg\frac{L}{2}\sin 45°$，又 $f=\mu N=\frac{1}{2}N$，联立解得 $N=\frac{1}{3}mg$，$f=\frac{1}{6}mg$，由木板的平衡条件得 $F=f=\frac{1}{6}mg$，故 D 正确。

7. 如图所示，ab 是一个可绕垂直于纸面的轴 O 转动的闭合框，当滑线变阻器 R 的滑片 P 自左向右滑行时，线框 ab 将 (C)



A. 保持静止不动

B. 逆时针转动

C. 顺时针转动

D. 发生转动，但因电源极性不明，无法确定转动方向

> 设电源左正右负，因 R 变大，I 变小，磁通量 Φ 减小，感应电流 a 端向里、b 端向外，在安培力力矩作用下，线框顺时针转动；设电源左负右正，也是线框顺时针转动，故 C 正确。

8. 磁感应强度的单位是特斯拉，1 T 相当于 (A)

A. $1\,\mathrm{kg/(A\cdot s^2)}$

B. $1\,\mathrm{kg\cdot m/(A\cdot s^3)}$

C. $1\,\mathrm{kg\cdot m^2/s^2}$

D. $1\,\mathrm{kg\cdot m/(A\cdot s^2)}$

> 由磁感应强度定义式知 $B=\frac{F}{IL}$，故 $1\,\mathrm{T}=1\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A\cdot m}}$，又 $1\,\mathrm{T}=1\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A\cdot m}}=1\frac{\mathrm{kg\cdot m/s^2}}{\mathrm{A\cdot m}}=1\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{A\cdot s^2}}$，故 A 正确。

9. 按照玻尔理论，在氢原子中，当电子从半径为 $4r_1$ 的轨道跃迁到半径为 r_1 的轨道时，它的能量变化是 (AD)

A. 电势能减少，动能增加

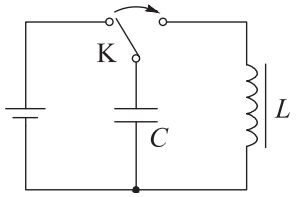
B. 电势能减少，动能减少

C. 电势能的减少等于动能的增加

D. 电势能的减少大于动能的增加

> 因 $E_n=\frac{-13.6\,\mathrm{eV}}{n^2r_1^2}$，$n$ 从 4 到 1，总能量减少。因库仑力提供向心力有 $k\frac{e^2}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，则 $E_k=\frac{ke^2}{2r}$，而 $E_p=-\frac{ke^2}{r}$，所以 $E_p=-2E_k$，又 $E_p+E_k=E$，所以电势能 $E_p=\frac{-27.2\,\mathrm{eV}}{n^2r_1^2}$，动能 $E_k=\frac{13.6\,\mathrm{eV}}{n^2r_1^2}$，故 n 从 4 到 1，电势能减少、动能增加，并且电势能的减少大于动能的增加，故 AD 正确。

10. 如图所示的 LC 振荡电路，当电键 K 打向右边发生振荡后，下列说法中正确的是 (ABD)



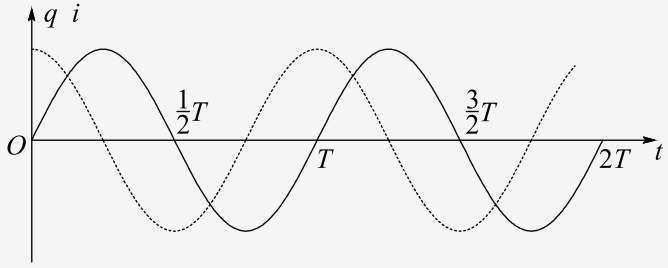
A. 振荡电流达到最大值时，电容器上的带电量为零

B. 振荡电流达到最大值时，磁场能最大

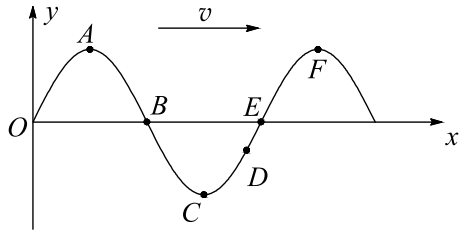
C. 振荡电流为零时，电场能为零

D. 振荡电流相邻两次为零的时间间隔等于振荡周期的一半

由振荡电路的特性知，当振荡电流达到最大值时，此时的磁场能最大，故电场能最小，所以电容器上的带电量为零，故 A、B 正确；当振荡电流为零时，此时的磁场能为零，故电场能最大，所以电容器上的带电量达到最大，故 C 错误；振荡电流相邻两次为零的时间间隔等于振荡周期的一半，故 D 正确。



11. 如图所示为某一时刻简谐横波的图像，波的传播方向沿 x 正方向，下列说法正确的是 (AD)



A. 质点 A、D 的振幅相等

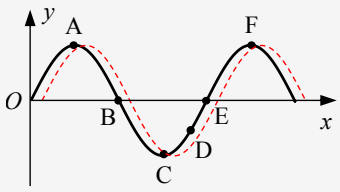
B. 在该时刻质点 B、E 的速度大小和方向相同

C. 在该时刻质点 C、F 的加速度为零

D. 在该时刻质点 D 正向下运动

由波动图象可知，所有质点振幅应该相同，所以 A 正确。

根据微平移法，如图所示下一时刻的波形，所以 B 点向上振动，E 点向下振动，D 点向下振动，所以 B 错误、D 正确。



由于此刻 C、F 的位移最大，所以回复力最大，因此加速度最大，C 错误。

12. A、B 两球在光滑水平面上沿同一直线、同一方向运动，A 球的动量是 $5\,\mathrm{kg\cdot m/s}$，B 球的动量是 $7\,\mathrm{kg\cdot m/s}$，当 A 球追上 B 球时发生碰撞，则碰撞后 A、B 两球的动量可能值是（BC）

A. $p_A = 6\,\mathrm{kg\cdot m/s}$，$p_B = 6\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

B. $p_A = 3\,\mathrm{kg\cdot m/s}$，$p_B = 9\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

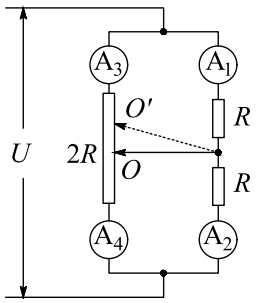
C. $p_A = -2\,\mathrm{kg\cdot m/s}$，$p_B = 14\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

D. $p_A = -6\,\mathrm{kg\cdot m/s}$，$p_B = 15\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

两球碰撞，内力远大于外力，满足动量守恒，由动量守恒可以判断前三个选项都符合，故 D 错误；由已知条件得 $p_A < p_B$，$v_A > v_B$（A 追上 B），故 $m_A < m_B$。A 项中因 $p'_A = p'_B$，所以 $v'_A > v'_B$，A 要越过 B，是不可能的，同理判断 B、C、D 项的情况可能存在，故 A 错误；又因碰撞时可能存在能量损失，故系统的总能量不会增加，由动量与动能的关系有 $E_k = \frac{p^2}{2m}$，

系统的初动能为 $E_{初} = \frac{25}{2m_A} + \frac{49}{2m_B}$。B 项中系统的末动能为 $E_B = \frac{9}{2m_A} + \frac{81}{2m_B}$，则 $E_{初} - E_B = \frac{16}{2m_A} - \frac{32}{2m_B}$ 可能小于等于 0，故 B 正确；C 项中系统的末动能为 $E_C = \frac{4}{2m_A} + \frac{196}{2m_B}$，则 $E_{初} - E_C = \frac{21}{2m_A} - \frac{147}{2m_B}$ 可能小于等于 0，故 C 正确；D 项中系统的末动能为 $E_D = \frac{36}{2m_A} + \frac{225}{2m_B}$，则 $E_{初} - E_D = \frac{-11}{2m_A} - \frac{176}{2m_B} < 0$，即系统的总能量增加，故 D 错误。

13. 如图所示电路，总电压 U 保持不变，滑线变阻器总电阻为 $2R$。当滑片位于变阻器中点 O 时，四个电流表 A_1、A_2、A_3、A_4 上读数相等，都等于 I_0。当滑片向上移动到 O′ 点时（BC）



A. A_1 的示数大于 I_0

B. A_2 的示数大于 I_0

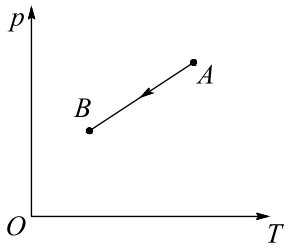
C. A_3 的示数大于 I_0

D. A_4 的示数大于 I_0

滑片位于中点 O 时，电桥平衡，4 个电流表示数相等。当滑片移到 O′ 时，A_3 支路电阻变小，A_4 支路电阻变大，所以 A_1 和 A_3 所在支路电阻并联值小于 A_2 和 A_4 所在支路电阻并联值，因两部分串联分压，所以 A_1 所在支路电压低于原来的电压，A_2 所在支路电压高于原来，所以 A_1 电流小于 I_0，A_2 电流大于 I_0，故 A 错误、B 正确；滑片移到 O′ 时，总电阻变大，所以总电流变小，因此 A_4 中电流变小，故 D 错误；初

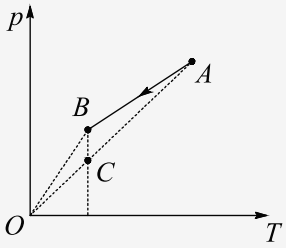
始时 $I_0R_3+I_0R_4=U$，$R_3=R_4=R$，联立有 $2I_0R=U$，变化后有 $I_3R_3'+I_4R_4'=U$ ①，$R_3'+R_4'=2R$，假设 I_4 不变，为 I_0，则由以上各式联立推出 $I_3=I_0$，现 I_4 变小，由①式推出 I_3 变大，所以 A_3 示数大于 I_0，故 C 正确。

14. 一定质量的理想气体，从如图所示的 $p-T$ 图上的状态 A 变化到状态 B。在此过程中，气体分子的平均动能 减小；气体体积 减小。（填“增大”、“减小”或“不变”）



减小、减小

由 $p-T$ 图象知，$T_B<T_A$，因此气体分子的平均动能减小；在 $p-T$ 图象上，OB 的斜率大于 OA 的斜率，即 $\frac{p_B}{T_B}>\frac{p_A}{T_A}$，而 $\frac{p_BV_B}{T_B}=\frac{p_AV_A}{T_A}$，得 $V_B<V_A$。



15. 一初速为零的带电粒子经过电压为 U 的电场加速后垂直进入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，已知带电粒子的质量是 m、电量是 q，则带电粒子所受的洛伦兹力为 $qB\sqrt{\frac{2qU}{m}}$，轨道半径为 $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$。

$qB\sqrt{\frac{2qU}{m}}$，$\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$

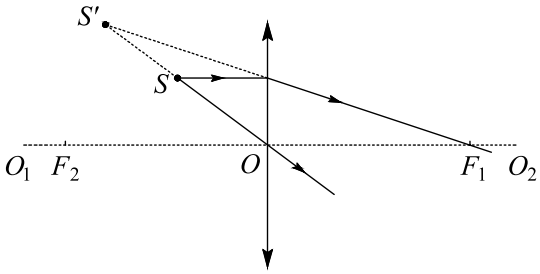
带电粒子在电场中运动，由动能定理得 $qU=\frac{1}{2}mv^2$，解得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$，则洛伦兹力 $f=qvB=qB\sqrt{\frac{2qU}{m}}$；由洛伦兹力提供向心力得 $f=qvB=m\frac{v^2}{r}$，解得 $r=\frac{mv}{qB}=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$。

16. 已知地球的半径为 R，自转角速度为 ω，地球表面的重力加速度为 g，在赤道上空一颗相对地球静止的同步卫星离开地面的高度是 $\sqrt[3]{\frac{gR^2}{\omega^2}}-R$（用以上三个量表示）。

$\sqrt[3]{\frac{gR^2}{\omega^2}}-R$

由万有引力提供向心力和牛顿第二定律得 $G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\omega^2(R+h)$，又 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$，联立解得 $h=\sqrt[3]{\frac{gR^2}{\omega^2}}-R$。

17. 如图所示，O_1O_2 为透镜的主轴，S 为点光源，S′ 是 S 的像。试由作图法在图中画出透镜光心位置 O 和焦点位置 F。



作图如图所示。

利用作图法确定透镜的光心位置和焦点位置。

①连接 $S'S$，延长交 O_1O_2 于 O，O 为光心；

②过 O 作 L 垂直于 O_1O_2，L 为透镜；

③过 S 作 $SC\parallel O_1O_2$ 交 L 于 C，延长 $S'C$ 交 O_1O_2 于 F_1，F_1 为焦点；

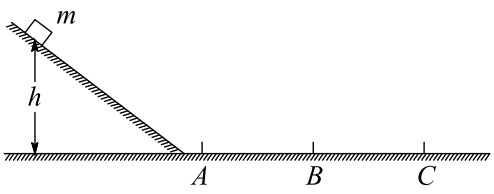
④在 OO_1 上作 F_2，使 $OF_2=OF_1$，则 F_2 为另一焦点。

18. 一矿井深为 125 m，在井口每隔一定时间自由下落一个小球。当第 11 个小球刚从井口开始下落时，第 1 个小球恰好到达井底，则相邻两个小球开始下落的时间间隔为 0.50 s，这时第 3 个小球和第 5 个小球相隔 35 m。

0.50 s，35 m

由运动学公式得 $h=\frac{1}{2}gt^2$，解得 $t=5\,\mathrm{s}$，相邻两个小球开始下落的时间间隔 $\Delta t=\frac{t}{10}=0.5\,\mathrm{s}$；当第 11 个小球刚从井口开始下落时，第 3 个小球已下落 4 s，第 5 个小球已下落 3 s，两球相距的距离为 $\Delta h=\frac{1}{2}g(4^2-3^2)\,\mathrm{m}=35\,\mathrm{m}$。

19. 质量为 m 的物体从高为 h 的斜面顶端自静止开始滑下，最后停在平面上的 B 点，如图所示。若该物体从斜面顶端以初速 v_0 沿斜面滑下，则停在平面上的 C 点。已知 AB = BC，则物体在斜面上克服摩擦力所作的功为 $mgh-\frac{1}{2}mv_0^2$。



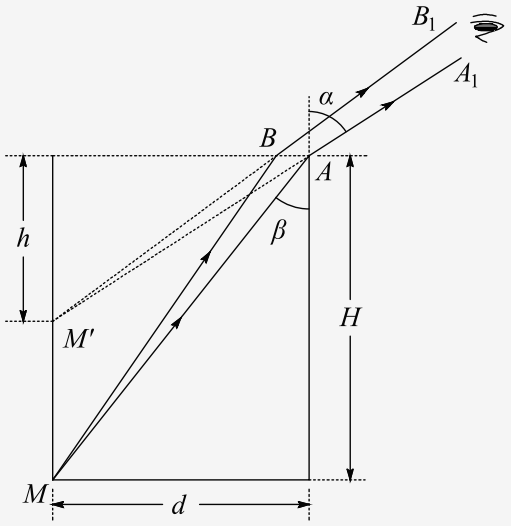
$mgh-\frac{1}{2}mv_0^2$

物体运动的过程中，由动能定理得 $mgh-W_f-\mu mg\cdot\overline{AB}=0$，$\frac{1}{2}mv_0^2+mgh-W_f-\mu mg\cdot 2\overline{AB}=0$，联立解得 $W_f=mgh-\frac{1}{2}mv_0^2$。

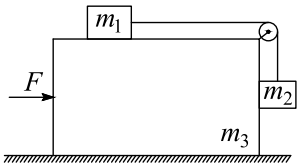
20. 有人在游泳池边上竖直向下观察池水的深度，看上去池水的视深约为 h。已知水的折射率 $n=\frac{4}{3}$，那么，水的实际深度约为 $\frac{4}{3}h$。

$\frac{4}{3}h$

由题意作光路图如图所示。由折射定律得 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$（i 为图中 α，r 为图中 β），由几何关系得 $\sin i=\frac{d}{\sqrt{d^2+h^2}}$，$\sin r=\frac{d}{\sqrt{d^2+H^2}}$，因 $d\ll h$，$d\ll H$，故 $\frac{H^2}{h^2}=\left(\frac{4}{3}\right)^2$，得 $H=\frac{4}{3}h$。



21. 如图所示的三个物体质量分别为 m_1、m_2 和 m_3，带有滑轮的物体放在光滑水平面上，滑轮和所有接触面的摩擦以及绳子的质量均不计。为使三个物体无相对运动，水平推力 F 等于 $\frac{m_2(m_1+m_2+m_3)g}{m_1}$。



$\frac{m_2(m_1+m_2+m_3)g}{m_1}$

隔离 m_2 分析，有 $T=m_2g$；隔离 m_1 分析，有 $T=m_1a$；对三个物体整体分析，有 $F=(m_1+m_2+m_3)a$，联立解得 $F=\frac{(m_1+m_2+m_3)m_2g}{m_1}$。

22. 在《验证玻意耳 —— 马略特定律》的实验中，若实验时的大气压强 $p_0 = 1.00 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$，测得活塞和框架的重 $G_0 = 0.58\,\mathrm{N}$，活塞面积 $S = 2.0\,\mathrm{cm}^2$。把一段空气柱封闭在注射器内，用弹簧秤竖直上提活塞，测得弹簧秤上的读数 $F = 3.58\,\mathrm{N}$，则空气柱的压强 $p = 8.5 \times 10^4\,\mathrm{Pa}$。

> $8.5 \times 10^4\,\mathrm{Pa}$

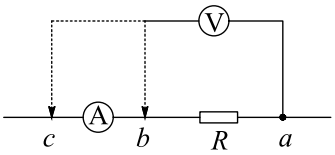
> 由平衡条件得 $p_0 S + G_0 = F + pS$，解得 $p = p_0 + \frac{G_0 - F}{S}$，代入数据得 $p = 8.5 \times 10^4\,\mathrm{Pa}$。

23. 为进行《验证机械能守恒定律》的实验，有下列器材可供选择：铁架台，打点计时器以及复写纸、纸带，低压直流电源，天平，秒表，导线，电键。其中不必要的器材是 低压直流电源、天平、秒表；缺少的器材是 低压交流电源、重物（重锤）、刻度尺。

> 低压直流电源、天平、秒表；低压交流电源、重物（重锤）、刻度尺

> 利用打点计时器验证机械能守恒定律时，动能表达式为 $\frac{1}{2}mv^2$，重力势能的变化量为 mgh，因此需要重物，但不需要测量重物的质量。实验时利用交流电源给打点计时器供电，并利用刻度尺测量纸带上的点距，再利用纸带上的点距计算不同点的速度大小，因此不必要的器材是低压直流电源、天平、秒表；缺少的器材是低压交流电源、重物（重锤）、刻度尺。

24. 用伏安法测电阻，当被测电阻的阻值不能估计时，可采用试接的办法。如图所示，让伏特表一端接在电路上的 a 点，另一端先后接到 b 点和 c 点，注意观察两个电表的示数。若安培表的示数有显著变化，则待测电阻的阻值跟 伏特 表的内阻可比拟，伏特表应接在 a、c 两点。若伏特表的示数有显著变化，则待测电阻的阻值跟 安培 表的内阻可比拟，伏特表应接在 a、b 两点。



> 伏特，c，安培，b

> 若电流表的示数有显著变化，说明电压表上的电流不能忽略，则待测电阻的阻值跟电压表的内阻可比拟，应该用电流表内接法，故电压表应接在 a、c 两点；若电压表的示数有显著变化，说明电流表上的电压不能忽略，则待测电阻的阻值跟电流表的内阻可比拟，应该用电流表外接法，故电压表应接在 a、b 两点。

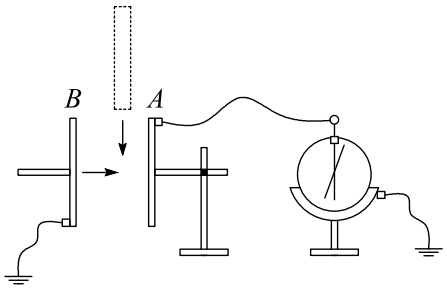
25. 某同学在测量凸透镜焦距的实验中，将光屏放在离物 60 cm 处，发现无论将透镜放于物

与光屏之间的什么位置，都不能在屏上形成物的像。由此可以判定此透镜的焦距（B）

A. 一定大于 30 cm　B. 一定大于 15 cm　C. 一定小于 30 cm　D. 一定小于 15 cm

由题意知 $u+v=60$，由透镜成像公式得 $\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}$，联立得 $u^2-60u+60f=0$，因为只能成虚像，所以方程无解，即判别式 $\Delta=b^2-4ac=60^2-4\times 60f<0$，得 $f>15\,\mathrm{cm}$，故 B 正确。

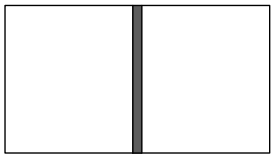
26. 如图所示，让平行板电容器带电后，静电计的指针偏转一定角度，若不改变 A、B 两极板带的电量而减少两极板间距离，同时在两极板间插入电介质，那么静电计指针的偏转角度（A）



A. 一定减少　B. 一定增大　C. 一定不变　D. 可能不变

由平行板电容器的决定式知 $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$，当 d 减小，或 ε 增大时 C 增大；又 $U=\frac{Q}{C}$，Q 不变，所以 U 减小，即静电计指针的偏转角度减小，故 A 正确。

27. 如图所示，一密闭容器内贮有一定质量的气体，不导热的光滑活塞将容器分隔成左右两部分。开始时，两部分气体的体积、温度和压强都相同，均为 V_0、T_0 和 p_0。将两边气体加热到某一温度，而右边仍保持原来温度，平衡时，测得右边气体的压强为 p，求左边气体的温度 T。



$T=\left(\frac{2p}{p_0}-1\right)T_0$

设重新平衡时左、右两边的体积为 V_1、V_2；左边压强为 p_1，由理想气体状态方程，对左边气体：$\frac{p_1V_1}{T}=\frac{p_0V_0}{T_0}$。

对右边气体 T_0 不变，由玻意耳定律得：$pV_2=p_0V_0$。

由压强平衡得 $p_1=p$，由几何关系得 $V_1+V_2=2V_0$。

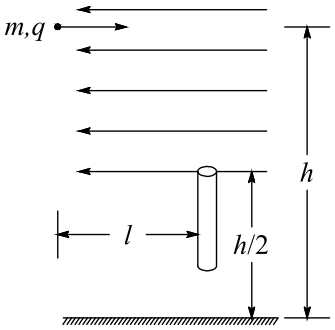
联立解得 $T=\left(\frac{2p}{p_0}-1\right)T_0$。

28. 一质量为 m、带电量为 $+q$ 的小球从距地面高为 h 处以一定的初速度水平抛出。在距抛出点水平距离为 l 处，有一根管口比小球直径略大的竖直细管，管的上口距地面 $\frac{h}{2}$。为使小球能无碰撞地通过管子，可在管子上方的整个区域里加一个场强方向水平向左的匀强电场，如图所示，求：

(1) 小球的初速度 v_0；

(2) 电场强度 E 的大小；

(3) 小球落地时的动能 E_k。



(1) $v_0=2l\sqrt{\frac{g}{h}}$　(2) $E=\frac{2mgl}{qh}$　(3) $E_k=mgh$

（1）小球运动至管上口的时间由竖直方向的运动决定，由运动学公式得 $\frac{h}{2}=\frac{1}{2}gt^2$。

为使带电小球无碰撞地通过细管，到达管上口的速度方向应竖直向下，即水平速度降为零，设水平方向加速度为 a，有 $v_0=at$，$v_0^2=2al$，联立解得 $v_0=2l\sqrt{\frac{g}{h}}$。

（2）由（1）知 $a=\frac{v_0}{t}=v_0\sqrt{\frac{g}{h}}$，由牛顿第二定律得 $qE=ma$，联立解得 $E=\frac{2mgl}{qh}$。

（3）为求小球落地时的动能 E_k，由动能定理：$E_k-\frac{1}{2}mv_0^2=mgh-qEl$，以 v_0、E 的值代入，得 $E_k=mgh$。

29. 如图 a，边长为 l 和 L 的矩形线圈 aa′、bb′ 互相垂直，彼此绝缘，可绕中心轴 O_1O_2 转动。将两线圈的始端并在一起接到滑环 C，末端并在一起接到滑环 D，C、D 绝缘。电阻 $R=2r$，通过电刷跟 C、D 连接。线圈处于磁铁和圆柱形铁心之间的磁场中，磁场边缘对中心的张角为 45°，如图 b 所示 [图 b 中的圆表示圆柱形铁心，它使磁铁和铁心间的磁场沿半径方向，如图中箭头所示]。不论线圈转到磁场中的什么位置，磁场的方向总是沿着线圈平面，磁场在长为 l 的边所在处的磁感应强度大小恒为 B。设线圈 aa′ 和 bb′ 的电阻都是 r，两个线圈以角速度 ω 逆时针匀速转动。

(1) 求线圈 aa′ 转到图 b 所示位置时，感生电动势的大小。

(2) 求转动过程中电阻 R 上的电压最大值。

(3) 从线圈 aa′ 进入磁场开始计时，正确作出 $0-T$（T 是线圈转动周期）时间内通过 R 的电流强度 i_R 随时间 t 变化的图象 [画在图 c 上]。

(4) 求外力驱动两线圈转动一圈所做的功。

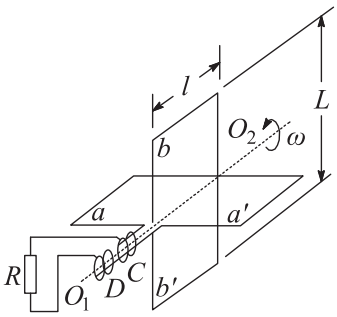


图 a

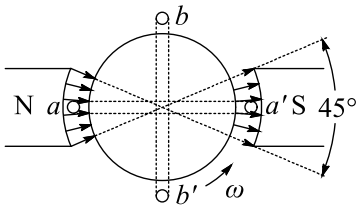


图 b

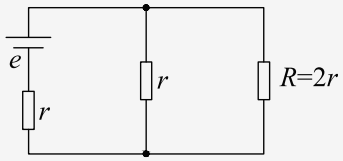


图 c

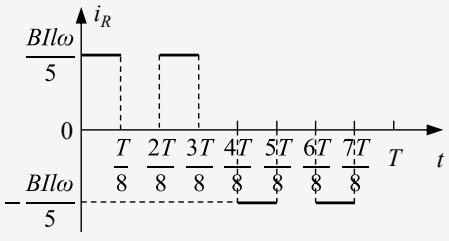
(1) $E=BlL\omega$ (2) $U_R=\frac{2}{5}BlL\omega$ (3) 如图 (4) $W=\frac{3\pi B^2L^2l^2\omega}{5r}$

（1）由磁场特点知，线圈不论转到磁场中哪个位置，切割速度始终与磁场方向垂直，切割产生的电动势为 $E=2Blv=2Bl\cdot\frac{\omega}{2}=BlL\omega$。

（2）线圈 aa′ 或 bb′ 在磁场中时，等效电路如图示，电源内电阻为 r，外电路总电阻为 $R_{外}=\frac{Rr}{R+r}=\frac{2}{3}r$，两端电压为 $U_R=IR_{外}=\frac{E}{r+\frac{2}{3}r}\cdot\frac{2}{3}r=\frac{2}{5}E=\frac{2}{5}BlL\omega$。3 分。未画等效电路，计算正确同样给分。



（3）线圈 aa′ 或 bb′ 在磁场中时，通过 R 的电流大小相等。$i_{R最大}=\frac{U_R}{R}=\frac{\frac{2}{5}BlL\omega}{2r}=\frac{BlL\omega}{5r}$。从线圈 aa′ 进入磁场开始计时，每隔 $\frac{T}{8}$（线圈转动 45°），电流发生一次改变，i_R 随时间 t 的变化图象如图所示。



（4）$i_{总}=\frac{E}{r+\frac{2}{3}r}=\frac{3E}{5r}$，外力驱动两线圈转动一周所做的功等于同一时间内电流做的功，$W=Pt=4Ei_{总}\cdot\frac{T}{8}=\frac{3E^2}{5r}\cdot\frac{T}{2}=\frac{3(BlL\omega)^2}{5r}\cdot\frac{\pi}{\omega}=\frac{3\pi B^2L^2l^2\omega}{5r}$。