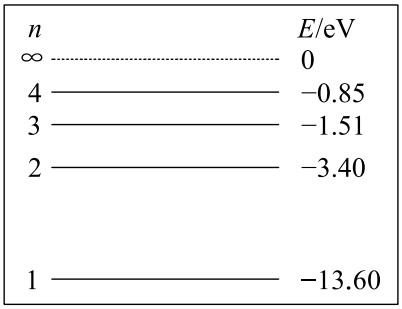
2007 年重庆理综

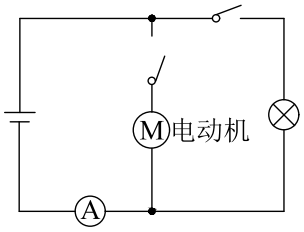
1. 可见光光子的能量在 1.61 eV ~ 3.10 eV 范围内。若氢原子从高能级跃迁到量子数为 n 的低能级的谱线中有可见光，根据氢原子能级图可判断 n 为 (B)



A. 1　　B. 2　　C. 3　　D. 4

> 当 $n=1$ 时，最小光子能量 $\Delta E=E_2-E_1=10.2\,\text{eV}>3.10\,\text{eV}$，故 A 错误；当 $n=2$ 时，最小光子能量 $\Delta E=E_3-E_2=1.89\,\text{eV}$，在 1.61 eV ~ 3.10 eV 之间，故 B 正确；当 $n=3$、4 时，最小光子能量都小于 1.61 eV，故 C、D 错误。

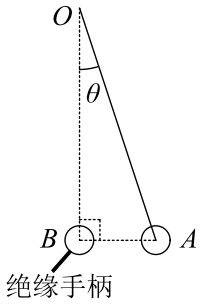
2. 汽车电动机启动时车灯会瞬时变暗，如图，在打开车灯的情况下，电动机未启动时电流表读数为 10 A，电动机启动时电流表读数为 58 A，若电源电动势为 12.5 V，内阻为 0.05 Ω，电流表内阻不计，则因电动机启动，车灯的电功率降低了 (B)



A. 35.8 W　　B. 43.2 W　　C. 48.2 W　　D. 76.8 W

> 电动机未启动时，$U_{L1}=E-I_1r=12.5\,\text{V}-10\times0.05\,\text{V}=12\,\text{V}$，$P_1=U_{L1}I_1=120\,\text{W}$，$R_L=\frac{U_{L1}}{I_1}=1.2\,\Omega$。电动机启动时，$U_{L2}=E-I_2r=12.5\,\text{V}-58\times0.05\,\text{V}=9.6\,\text{V}$，$P_2=\frac{U_{L2}^2}{R_L}=76.8\,\text{W}$，故 $P_1-P_2=43.2\,\text{W}$，B 正确。

3. 如图所示，悬挂在 O 点的一根不可伸长的绝缘细线下端有一个带电量不变的小球 A。在两次实验中，均缓慢移动另一带同种电荷的小球 B。当 B 到达悬点 O 的正下方并与 A 在同一水平线上，A 处于受力平衡时，悬线偏离竖直方向的角度为 θ，若两次实验中 B 的电量分别为 q_1 和 q_2，θ 分别为 30° 和 45°。则 q_2/q_1 为 (C)



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

> 对小球 A 受力分析，设 A 的带电量为 Q，由平衡条件得 $\frac{kQq}{(L\sin\theta)^2}=mg\tan\theta$，解得 $q=\frac{mg\tan\theta\sin^2\theta L^2}{kQ}$。代入 $\theta=30^\circ$ 和 $\theta=45^\circ$，得 $\frac{q_2}{q_1}=\frac{\tan 45^\circ\sin^2 45^\circ}{\tan 30^\circ\sin^2 30^\circ}=2\sqrt{3}$，故 C 正确。

4. 为估算池中睡莲叶面承受雨滴撞击产生的平均压强，小明在雨天将一圆柱形水杯置于露台，测得 1 小时内杯中水位上升了 45 mm。查询得知，当时雨滴竖直下落速度约为 12 m/s。据此估算该压强约为（设雨滴撞击睡莲后无反弹，不计雨滴重力，雨水的密度为 $1\times10^3\,\mathrm{kg/m^3}$）(A)

A. 0.15 Pa　　B. 0.54 Pa　　C. 1.5 Pa　　D. 5.4 Pa

> 雨滴与莲叶碰撞，对莲叶的冲量等于动量的变化。设雨滴质量为 m，对莲叶的压力为 F，则 $Ft=mv$，得 $F=\frac{mv}{t}$，压强 $p=\frac{F}{S}=\frac{mv}{St}=\frac{\rho hSv}{St}=0.15\,\mathrm{Pa}$，故 A 正确。

5. 真空中有一平行板电容器，两极板分别由铂和钾（其极限波长分别为 λ_1 和 λ_2）制成，板面积为 S，间距为 d。现用波长为 λ（$\lambda_1<\lambda<\lambda_2$）的单色光持续照射两板内表面，则电容器的最终带电量 Q 正比于 (D)

A. $\frac{d(\lambda-\lambda_1)}{S\lambda\lambda_1}$　　B. $\frac{d(\lambda_2-\lambda)}{S\lambda\lambda_2}$　　C. $\frac{S(\lambda-\lambda_1)}{d\lambda\lambda_1}$　　D. $\frac{S(\lambda_2-\lambda)}{d\lambda\lambda_2}$

> 设板间电压为 U，由光电效应方程得 $qU=\frac{hc}{\lambda}-\frac{hc}{\lambda_2}$ ①，由电容定义式得 $U=\frac{Q}{C}$ ②，由电容器决定式得 $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ ③，综合①②③得 $Q=\left(\frac{hc}{\lambda}-\frac{hc}{\lambda_2}\right)\frac{\varepsilon S}{4\pi kdq}$，故 D 正确。

6. 土卫十和土卫十一是土星的两颗卫星，都沿近似为圆周的轨道绕土星运动，其参数如表：

	卫星半径（m）	卫星质量（kg）	轨道半径（m）
土卫十	8.90×10^4	2.01×10^{18}	1.51×10^8
土卫十一	5.70×10^4	5.60×10^{17}	1.51×10^8

两卫星相比，土卫十 (AD)

A. 受土星的万有引力较大　　B. 绕土星做圆周运动的周期较大

C. 绕土星做圆周运动的向心加速度较大　　D. 动能较大

二者轨道半径相同，土卫十质量较大，由万有引力定律 $F=\frac{GMm}{r^2}$ 可知其所受万有引力较大，故 A 正确；由万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，与卫星质量无关，二者周期相等，故 B 错误；向心加速度 $a=\frac{GM}{r^2}$ 也与质量无关，故 C 错误；线速度 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 与质量无关，但土卫十质量较大，故其动能较大，D 正确。

7. 下列说法正确的是（CD）

A. 正弦交变电流的有效值是最大值的 $\sqrt{2}$ 倍

B. 声波是纵波，声源振动越快，声波传播也越快

C. 在某介质中，红光折射率比其他色光的小，故红光传播速度比其他色光的大

D. 质子和 α 粒子以相同速度垂直进入同一匀强磁场，质子做圆周运动的半径较小

正弦交变电流的有效值是最大值的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍，故 A 错误；声波在空气中是纵波，声源振动越快，波的频率越大，传播速度由介质决定，故 B 错误；在同一介质中红光的折射率比其他色光小，由 $v=\frac{c}{n}$ 可知红光传播速度比其他色光大，故 C 正确；带电粒子在磁场中做圆周运动的半径 $R=\frac{mv}{qB}$，质子与 α 粒子速度相同，$\frac{m_H}{m_\alpha}=\frac{1}{4}$、$\frac{q_H}{q_\alpha}=\frac{1}{2}$，所以 $\frac{R_H}{R_\alpha}=\frac{1}{2}$，即 $R_H<R_\alpha$，故 D 正确。

8. 氧气钢瓶充气后压强高于外界大气压，假设缓慢漏气时瓶内外温度始终相等且保持不变，忽略氧气分子之间的相互作用。在该漏气过程中瓶内氧气（BC）

A. 分子总数减少，分子总动能不变

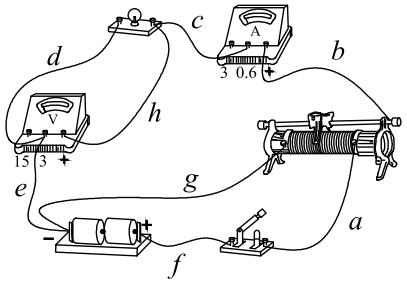
B. 密度降低，分子平均动能不变

C. 吸收热量，膨胀做功

D. 压强降低，不对外做功

温度不变，分子平均动能不变；漏气时分子总数减少，故分子总动能减少，A 错误；瓶内容积不变而氧气质量减少，密度降低，B 正确；瓶内压强大于外界大气压，缓慢漏气时气体膨胀对外做功，压强降低，而温度不变、内能不变，由热力学第一定律可知需吸收热量，C 正确、D 错误。

9. (1) 在“描绘小灯泡的伏安特性曲线”实验中，用导线 a、b、c、d、e、f、g 和 h 按如图所示方式连接电路，电路中所有元器件都完好，且电压表和电流表已调零。闭合开关后：



甲

① 若电压表的示数为 2 V，电流表的示数为零，小灯泡不亮，则断路的导线为 d；

② 若电压表的示数为零，电流表的示数为 0.3 A，小灯泡亮，则断路的导线为 h；

③ 若反复调节滑动变阻器，小灯泡亮度发生变化，但电压表、电流表的示数不能调为零，则断路的导线为 g。

(2) 建造重庆长江大桥复线桥，需将长百米、重千余吨的钢梁从江水中吊起（如图 1 所示），施工时采用了将钢梁与水面成一定倾角出水的起吊方案。为了探究该方案的合理性，某研究性学习小组做了两个模拟实验：研究将钢板从水下水平拉出（实验 1）和以一定倾角拉出（实验 2）的过程中总拉力的变化情况。

① 必要的实验器材有：钢板、细绳、水盆、水、支架、刻度尺、计时器和 测力计。

② 根据实验曲线（如图 2），实验 2 中的最大总拉力比实验 1 中的最大总拉力降低了 13.3%，钢板受到的最大浮力为 0.37 N。

③ 根据分子动理论，实验 1 中最大总拉力明显增大的原因是 分子之间存在引力，钢板与水面的接触面积大。

④ 可能导致测量拉力的实验误差的原因有：读数不准、钢板有油污、快速拉出、变速拉出等等（答出两个即可）。

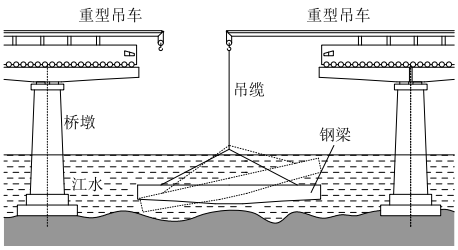


图 1

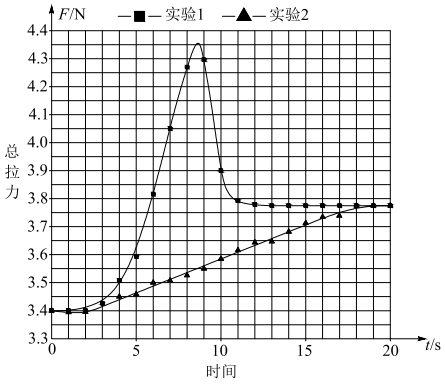


图 2

(1) ① d；② h；③ g。 (2) ①测力计（弹簧测力计、力传感器等等）；② 13.3（允许误差 ±0.5）；0.37 N（允许误差 ±0.03 N）；③分子之间存在引力，钢板与水面的接触面积大；④快速拉出、变速拉出、出水过程中角度变化、水中有油污、水面波动等等。

（1）①电压表有示数，说明电压表与电源连通；灯泡不亮，说明电路中有断路，且断路只能是 d 导线。②电流表有示数，说明电路导通；电压表无示数，说明电压表与电源断开，故只能是 h 断路。③调节滑动变阻器能控制电路，说明电路完好；但电压表、电流表示数不能调为零，说明接成了限流接法，故 g 导线断路。

（2）①实验要判断拉力的变化情况，需用到测力计（弹簧测力计、力传感器等）。②实验 1 的最大拉力 $F_{1m}=4.36\,\mathrm{N}$，实验 2 的最大拉力 $F_{2m}=3.78\,\mathrm{N}$，$\Delta F=F_{1m}-F_{2m}=0.58\,\mathrm{N}$，$\frac{\Delta F}{F_{1m}}=\frac{0.58}{4.36}\approx 0.133=13.3\%$；钢板在水面下时拉力 $F_1=3.40\,\mathrm{N}$，出水后拉力

$F_2 = 3.78\,\mathrm{N}$，最大浮力 $F_0 = F_2 - F_1 = 0.38\,\mathrm{N}$，取 $0.37\,\mathrm{N}$（允许误差 $\pm 0.03\,\mathrm{N}$）。③实验 1 中最大拉力明显大于钢板重力，是因为水分子与钢板分子间存在引力，且实验 1 中钢板与水面的接触面积大，引力大。④快速拉出、变速拉出、出水过程中角度变化、水中有油污、水面波动等都会导致测量误差。

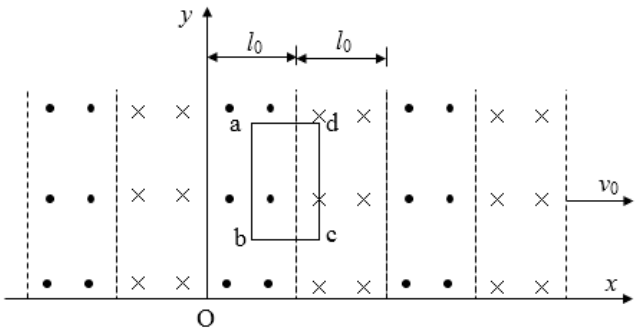
10. $t = 0$ 时，磁场在 xOy 平面内的分布如图所示。其磁感应强度的大小均为 B_0，方向垂直于 xOy 平面，相邻磁场区域的磁场方向相反。每个同向磁场区域的宽度均为 l_0。整个磁场以速度 v 沿 x 轴正方向匀速运动。

（1）若在磁场所在区间，xOy 平面内放置一由 n 匝线圈串联而成的矩形导线框 abcd，线框的 bc 边平行于 x 轴，$bc = l_0$、$ab = L$，总电阻为 R，线框始终保持静止。求：

(1) 线框中产生的总电动势大小和导线中的电流大小；

(2) 线框所受安培力的大小和方向。

（2）该运动的磁场可视为沿 x 轴传播的波，设垂直于纸面向外的磁场方向为正，画出 $t = 0$ 时磁感应强度的波形图，并求波长 λ 和频率 f。

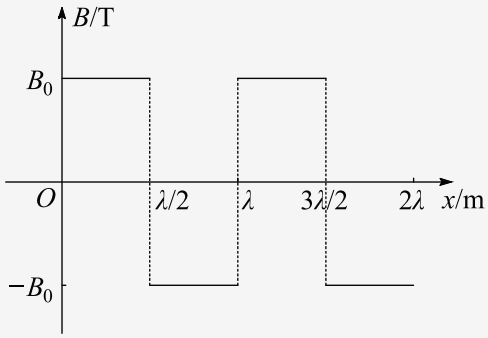


(1) ① $E = 2nB_0Lv$，$I = \frac{2nB_0Lv}{R}$；② $F = 2nB_0LI = \frac{4n^2B_0^2L^2v}{R}$，方向始终沿 x 轴正方向。 (2) $\lambda = 2l_0$，$f = \frac{v}{2l_0}$。

（1）①切割磁感线的速度为 v，任意时刻线框中电动势大小 $E = 2nB_0Lv$，导线中的电流大小 $I = \frac{2nB_0Lv}{R}$。

②线框所受安培力的大小为 $F = 2nB_0LI = \frac{4n^2B_0^2L^2v}{R}$，由左手定则判断，线框所受安培力的方向始终沿 x 轴正方向。

（2）磁感应强度的波长和频率分别为 $\lambda = 2l_0$，$f = \frac{v}{2l_0}$。$t = 0$ 时磁感应强度的波形图如图。



11. 飞行时间质谱仪可通过测量离子飞行时间得到离子的荷质比 q/m，如图 1 所示。带正电的离子经电压为 U 的电场加速后进入长度为 L 的真空管 AB，可测得离子飞越 AB 所用时间 t_1。改进以上方法，如图 2 所示，让离子飞越 AB 后进入场强为 E（方向如图）的匀强电场区域 BC，在电场的作用下离子返回 B 端，此时，测得离子从 A 出发后飞行的总时间 t_2（不计离子重力）。

(1) 忽略离子源中离子的初速度，①用 t_1 计算荷质比；②用 t_2 计算荷质比。

(2) 离子源中相同荷质比离子的初速度不尽相同，设两个荷质比都为 $\frac{q}{m}$ 的离子在 A 端的速度分别为 v 和 v'（$v \neq v'$），在改进后的方法中，它们飞行的总时间通常不同，存在时间差 Δt，可通过调节电场 E 使 $\Delta t = 0$。求此时 E 的大小。

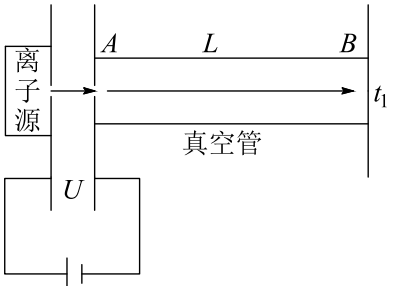


图 1

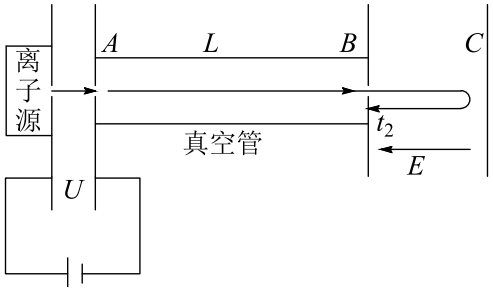


图 2

(1) ① $\frac{L^2}{2Ut_1^2}$；② $\frac{1}{2U}\left(L+\frac{4U}{E}\right)^2\frac{1}{t_2^2}$。 (2) $E=\frac{2mvv'}{qL}$。

（1）①设离子带电量为 q，质量为 m，经电场加速后的速度为 v，则 $qU=\frac{1}{2}mv^2$。离子飞越真空管，在 AB 做匀速直线运动，则 $L=vt_1$，解得离子荷质比 $\frac{q}{m}=\frac{L^2}{2Ut_1^2}$。

②离子在匀强电场区域 BC 中做往返运动，设加速度为 a，则 $qE=ma$，$t_2=\frac{L}{v}+\frac{2v}{a}$，解得 $\frac{q}{m}=\frac{1}{2U}\left(L+\frac{4U}{E}\right)^2\frac{1}{t_2^2}$。

（2）两离子初速度分别为 v、v'，则 $t=\frac{L}{v}+\frac{2v}{\frac{qE}{m}}$，$t'=\frac{L}{v'}+\frac{2v'}{\frac{qE}{m}}$，$\Delta t=t-t'=\left(\frac{L}{vv'}-\frac{2m}{qE}\right)(v'-v)$。要使 $\Delta t=0$，则须 $\frac{L}{vv'}-\frac{2m}{qE}=0$，所以 $E=\frac{2mvv'}{qL}$。

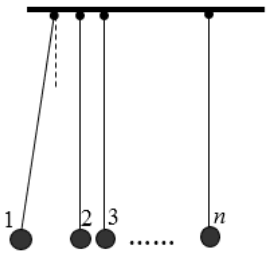
12. 某兴趣小组设计了一种实验装置，用来研究碰撞问题，其模型如图所示，用完全相同的轻绳将 n 个大小相同、质量不等的小球并列悬挂于一水平杆，球间有微小间隔，从左到

右，球的编号依次为 1、2、3、……、n，球的质量依次递减，每球质量与其相邻左球质量之比为 k（$k<1$）。将 1 号球向左拉起，然后由静止释放，使其与 2 号球碰撞，2 号球再与 3 号球碰撞……所有碰撞皆为无机械能损失的正碰。（不计空气阻力，忽略绳的伸长，g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$）

(1) 设与 $n+1$ 号球碰撞前，n 号球的速度为 v_n，求 $n+1$ 号球碰撞后的速度；

(2) 若 $n=5$，在 1 号球向左拉高 h 的情况下，要使 5 号球碰撞后升高 $16h$（$16h$ 小于绳长），问 k 值为多少？

(3) 在第（2）问的条件下，悬挂哪个球的绳最容易断，为什么？



(1) $\frac{2v_n}{k+1}$。 (2) $k=\sqrt{2}-1\approx 0.414$。 (3) 由题意 1 号球的重力最大，又由机械能守恒可知 1 号球在最低点碰前的动能也最大，张力最大，故悬挂 1 号球的绳容易断。

（1）设 n 号球质量为 m_n，$n+1$ 号球质量为 m_{n+1}，碰撞后的速度分别为 v_n'、v_{n+1}'，取水平向右为正方向。据题意，n 号球与 $n+1$ 号球碰撞前的速度分别为 v_n、0，且 $m_{n+1}=km_n$。根据动量守恒有 $m_nv_n=m_nv_n'+km_nv_{n+1}'$，根据机械能守恒有 $\frac{1}{2}m_nv_n^2=\frac{1}{2}m_nv_n'^2+\frac{1}{2}km_nv_{n+1}'^2$，解得 $v_{n+1}'=\frac{2v_n}{k+1}$（$v_{n+1}'=0$ 舍去）。

（2）设 1 号球摆至最低点时的速度为 v_1，由机械能守恒定律有 $m_1gh=\frac{1}{2}m_1v_1^2$，得 $v_1=\sqrt{2gh}$。5 号球碰后瞬间的速度 $v_5=\left(\frac{2}{1+k}\right)^4v_1$，又 5 号球碰后升高 $16h$，则 $v_5=\sqrt{2g\cdot 16h}=4\sqrt{2gh}$，故 $\left(\frac{2}{1+k}\right)^4=4$，解得 $k=\sqrt{2}-1\approx 0.414$。

（3）设绳长为 l，每个球在最低点时，细绳对球的拉力为 F，由牛顿第二定律有 $F-m_ng=m_n\frac{v_n^2}{l}$，则 $F=m_ng+m_n\frac{v_n^2}{l}=m_ng+\frac{2}{l}E_{kn}$，式中 E_{kn} 为 n 号球在最低点的动能。由题意 1 号球的重力最大，又由机械能守恒可知 1 号球在最低点碰前的动能也最大，根据上式可判断在 1 号球碰前瞬间悬挂 1 号球细绳的张力最大，故悬挂 1 号球的绳容易断。