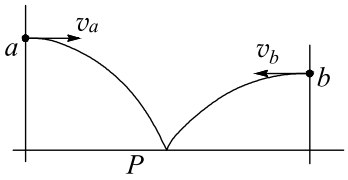
2006 年重庆理综

1. 如右图，在同一竖直面内，小球 a、b 从高度不同的两点，分别以初速度 v_a 和 v_b 沿水平方向抛出，经过时间 t_a 和 t_b 后落到与两抛出点水平距离相等的 P 点。若不计空气阻力，下列关系式正确的是 (A)



A. $t_a > t_b$，$v_a < v_b$　　B. $t_a > t_b$，$v_a > v_b$　　C. $t_a < t_b$，$v_a < v_b$　　D. $t_a < t_b$，$v_a > v_b$

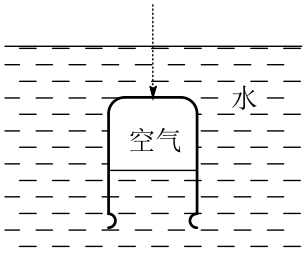
> 由图可知，b 球落地的竖直高度小于 a 球的竖直高度，又 $\frac{1}{2}gt^2 = h$，所以 $t_a > t_b$；两球落地的水平距离相等，由 $s = vt$ 可知，s 相等，$t_a > t_b$，则 $v_a < v_b$，故 A 正确。

2. 宇航员在月球上做自由落体实验，将某物体由距月球表面高 h 处释放，经时间 t 后落到月球表面（设月球半径为 R）。据上述信息推断，飞船在月球表面附近绕月球做匀速圆周运动所必须具有的速率为 (B)

A. $\frac{2\sqrt{Rh}}{t}$　　B. $\frac{\sqrt{2Rh}}{t}$　　C. $\frac{\sqrt{Rh}}{t}$　　D. $\frac{\sqrt{Rh}}{2t}$

> 由 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$ 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$，由 $G\frac{Mm}{R^2} = mg$ 得 $GM = R^2g$，所以飞船绕月球表面做匀速圆周运动的速率为 $v = \sqrt{Rg}$；又在月球表面做自由落体实验时，从 h 高释放，经 t 秒落地，由 $\frac{1}{2}gt^2 = h$ 得 $g = \frac{2h}{t^2}$，所以 $v = \frac{\sqrt{2Rh}}{t}$，故 B 正确。

3. 如右题图，某同学将空的薄金属筒开口向下压入水中。设水温均匀且恒定，筒内空气无泄漏，不计气体分子间相互作用，则被淹没的金属筒在缓慢下降过程中，筒内空气体积减小 (C)



A. 从外界吸热　　B. 内能增大　　C. 向外界放热　　D. 内能减小

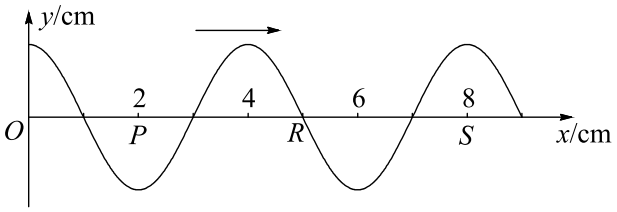
> 金属筒在下降过程中，水对筒的压强增大，因此气体的压强增大，气体体积减小，外界对气体做功；又水温恒定，气体内能不变，而外界对气体做了功，则气体应向外界放热，故 C 正确。

4. ^{14}C 是一种半衰期为 5730 年的放射性同位素，若考古工作者探测到某古木中 ^{14}C 的含量为原来的 $\frac{1}{4}$，则该古树死亡时间距今大约 (B)

A. 22920 年　　B. 11460 年　　C. 5730 年　　D. 2865 年

> 若某古树中 ^{14}C 的含量为原来的 $\frac{1}{4}$，则该古树经历了 2 个半衰期，又 ^{14}C 的半衰期为 5730 年，所以该古树死亡时间距今约为 11460 年，故 B 正确。

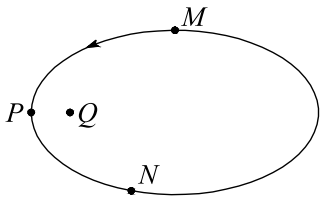
5. 右图为一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波在 $t=0$ 时的波形。当 R 点在 $t=0$ 时的振动状态传到 S 点时，PR 范围内（含 P、R）有一些质点正在向 y 轴负方向运动，这些质点的 x 坐标取值范围是 (C)



A. $2\,\text{cm} \le x \le 4\,\text{cm}$　B. $2\,\text{cm} < x < 4\,\text{cm}$　C. $2\,\text{cm} \le x < 3\,\text{cm}$　D. $2\,\text{cm} < x \le 3\,\text{cm}$

> 当 R 点在 $t=0$ 时的振动状态传到 S 点时，波沿 x 轴正方向传播的距离为 $\frac{3}{4}$ 个波长。将波形图向右平移 $\frac{3}{4}$ 个波长后，可以得到在 P、R 范围内，正在向 y 轴负方向运动的质点的 x 坐标取值范围是 $2\,\text{cm} \le x < 3\,\text{cm}$，故 C 正确。

6. 如右图，带正电的点电荷固定于 Q 点，电子在库仑力作用下，做以 Q 为焦点的椭圆运动。M、P、N 为椭圆上的三点，P 点是轨道上离 Q 最近的点。电子在从 M 经 P 到达 N 点的过程中 (AC)

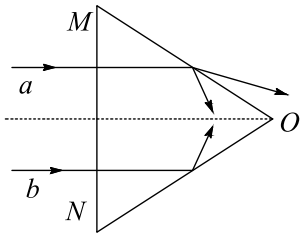


A. 速率先增大后减小　　B. 速率先减小后增大

C. 电势能先减小后增大　　D. 电势能先增大后减小

> Q 带正电，电子带负电，电子从 M 经 P 到达 N 点的过程中，电场力先做正功，后做负功，所以电子的动能先增大后减小，速率先增大后减小；又电场力做功等于电势能增量的负值，所以电势能先减小后增大，故 A、C 正确。

7. △OMN 为玻璃等腰三棱镜的横截面。a、b 两束可见单色光从空气垂直射入棱镜底面 MN，在棱镜侧面 OM、ON 上反射和折射的情况如图所示。由此可知 (BD)

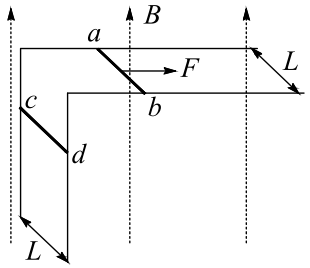


A. 棱镜内 a 光的传播速度比 b 光的小　　B. 棱镜内 a 光的传播速度比 b 光的大

C. a 光的频率比 b 光的高　　D. a 光的波长比 b 光的长

> 由图可知，a、b 两单色光以相同的入射角分别射向 OM、ON 两界面，b 光发生全反射，而 a 光发生折射，所以 a 光的折射率小于 b 光的折射率，因此 a 光的波长比 b 光的波长长；又 $v=\frac{c}{n}$，则在棱镜内 a 光的传播速度比 b 光的大，故 B、D 正确。

8. 两根相距为 L 的足够长的金属直角导轨如右图所示放置，它们各有一边在同一水平面内，另一边垂直于水平面。质量均为 m 的金属细杆 ab、cd 与导轨垂直接触形成闭合回路，杆与导轨之间的动摩擦因数均为 μ，导轨电阻不计，回路总电阻为 $2R$。整个装置处于磁感应强度大小为 B，方向竖直向上的匀强磁场中。当 ab 杆在平行于水平导轨的拉力 F 作用下以速度 v_1 沿导轨匀速运动时，cd 杆也正好以速度 v_2 向下匀速运动。重力加速度为 g。以下说法正确的是 (AD)



A. ab 杆所受拉力 F 的大小为 $\mu mg+\frac{B^2L^2v_1}{2R}$

B. cd 杆所受摩擦力为零

C. 回路中的电流强度为 $\frac{BL(v_1+v_2)}{2R}$

D. μ 与 v_1 大小的关系为 $\mu=\frac{2Rmg}{B^2L^2v_1}$

> 由法拉第电磁感应定律可得，ab 杆在切割磁感线时产生的感应电动势为 BLv_1，cd 杆运动方向与磁场平行，无感应电动势，所以闭合回路中的感应电流 $I=\frac{E}{2R}=\frac{BLv_1}{2R}$。对 ab 杆，由平衡可知 $F=f+BIL$，所以 $F=\mu mg+\frac{B^2L^2v_1}{2R}$；同理对 cd 杆，由平衡可知 $f'=mg$，又 $f'=\mu BIL$，所以 $\mu=\frac{2Rmg}{B^2L^2v_1}$，故 A、D 正确。

9. (1) 用已调零且选择旋钮指向欧姆挡“×10”位置的多用电表测某电阻阻值，根据图 1 所示的表盘，被测电阻阻值为220 Ω。若将该表选择旋钮置于 1 mA 挡测电流，表盘仍如图 1 所示，则被测电流为0.40 mA。

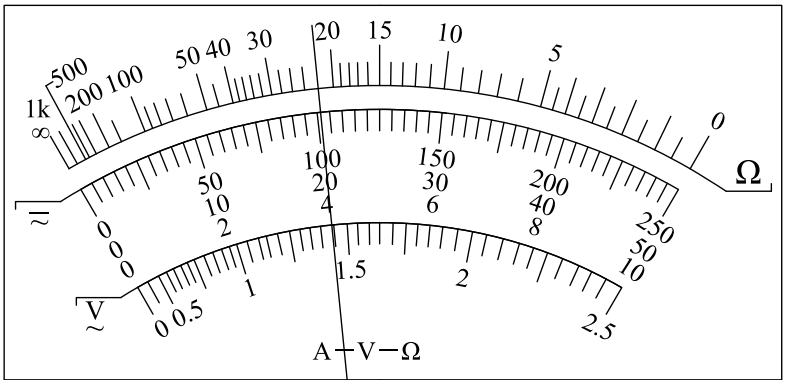


图 1

(2) 某同学用如图 2 所示装置测量重力加速度 g，所用交流电频率为 50 Hz。在所选纸带上取某点为 0 号计数点，然后每 3 个点取一个计数点。所有测量数据及其标记符号如图 3 所示。

该同学用两种方法处理数据（T 为相邻两计数点的时间间隔）：方法 A：由 $g_1 = \frac{s_2 - s_1}{T^2}$，$g_2 = \frac{s_3 - s_2}{T^2}$，……，$g_5 = \frac{s_6 - s_5}{T^2}$，取平均值 $g = 8.667\,\mathrm{m/s^2}$；方法 B：由 $g_1 = \frac{s_4 - s_1}{3T^2}$，$g_2 = \frac{s_5 - s_2}{3T^2}$，$g_3 = \frac{s_6 - s_3}{3T^2}$，取平均值 $g = 8.673\,\mathrm{m/s^2}$。从数据处理方法看，在 s_1、s_2、s_3、s_4、s_5、s_6 中，对实验结果起作用的，方法 A 中有s_1、s_6；方法 B 中有s_1、s_2、s_3、s_4、s_5、s_6。因此，选择方法 B（A 或 B）更合理，这样可以减少实验的偶然（系统或偶然）误差。本实验误差的主要来源有阻力（空气阻力，振针的阻力，限位孔的阻力，复写纸的阻力等），交流电频率波动，长度测量，数据处理方法等（试举出两条）。

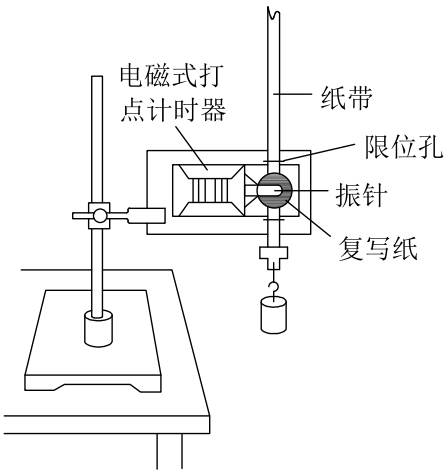


图 2

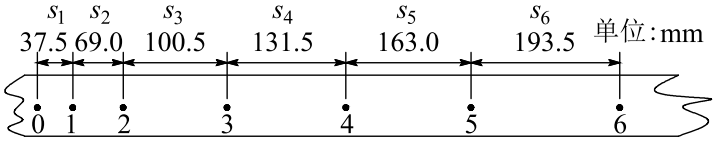


图 3

(1) 220 Ω；0.40 mA　(2) s_1、s_6（或 37.5、193.5）；s_1、s_2、s_3、s_4、s_5、s_6（或 37.5、69.0、100.5、131.5、163.0、193.5）；B；偶然；阻力（空气阻力，振针的阻力，限位孔的阻力，复写纸的阻力等），交流电频率波动，长度测量，数据处理方法等。

（1）用“×10”挡测量电阻，表盘指示值为 22.0 Ω，乘以倍率 10，得被测电阻阻值 220 Ω。改用 1 mA 挡测电流时，读数取“0 ～ 10”表盘，分度值为 0.2 mA，按二分法估读，示数为 0.40 mA。

（2）方法 A 中 g_1 至 g_5 逐项相加后，s_2、s_3、s_4、s_5 相互抵消，只有 s_1、s_6 对结果起作用；方法 B 中 s_1 至 s_6 都参与计算。方法 B 相当于逐差法，能更好地减小偶然误差，故选择方法 B。本实验误差的主要来源有空气阻力、振针阻力、限位孔阻力、复写纸阻力、交流电频率波动、长度测量及数据处理方法等。

10. 三只灯泡 L_1、L_2 和 L_3 的额定电压分别为 1.5 V、1.5 V 和 2.5 V，它们的额定电流都为 0.3 A。若将它们连接成右图 1、图 2 所示电路，且灯泡都正常发光。

(1) 试求图 1 电路的总电流和电阻 R_2 消耗的电功率；

(2) 分别计算两电路电源提供的电功率，并说明哪个电路更节能。

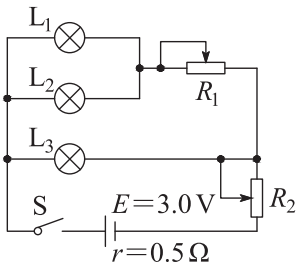


图 1

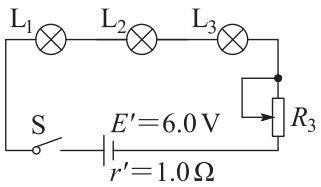


图 2

(1) $I_{总}=0.9\,\mathrm{A}$；$P_{R2}=0.045\,\mathrm{W}$　(2) 图 1 电源提供的电功率 $P_{总}=2.7\,\mathrm{W}$；图 2 电源提供的电功率 $P'_{总}=1.8\,\mathrm{W}$；由于灯泡都正常发光，两电路有用功率相等，而 $P'_{总}<P_{总}$，所以图 2 电路比图 1 电路节能。

（1）由题意，在图 1 电路中，电路的总电流为 $I_{总}=I_{L1}+I_{L2}+I_{L3}=0.9\,\mathrm{A}$，路端电压为 $U_{路端}=E-I_{总}r=2.55\,\mathrm{V}$，则 R_2 两端的电压与电流分别为 $U_{R2}=U_{路端}-U_{L3}=0.05\,\mathrm{V}$，$I_{R2}=I_{总}=0.9\,\mathrm{A}$，故电阻 R_2 的消耗功率为 $P_{R2}=I_{R2}U_{R2}=0.045\,\mathrm{W}$。

（2）图 1 电源提供的电功率为 $P_{总}=I_{总}E=0.9\times3\,\mathrm{W}=2.7\,\mathrm{W}$，图 2 电源提供的电功率为 $P'_{总}=I'_{总}E'=0.3\times6\,\mathrm{W}=1.8\,\mathrm{W}$，由于灯泡都正常发光，两电路有用功率相等，而 $P'_{总}<P_{总}$，所以图 2 电路比图 1 电路节能。

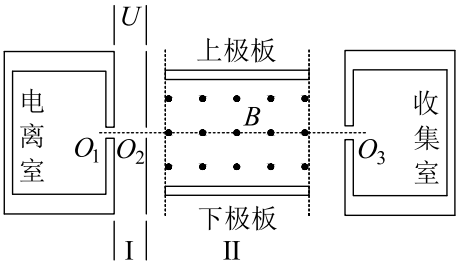
11. 有人设想用右图所示的装置来选择密度相同、大小不同的球状纳米粒子。粒子在电离室中电离后带正电，电量与其表面积成正比。电离后，粒子缓慢通过小孔 O_1 进入极板间

电压为 U 的水平加速电场区域 I，再通过小孔 O_2 射入相互正交的恒定匀强电场、磁场区域 II，其中磁场的磁感应强度大小为 B，方向如图。收集室的小孔 O_3 与 O_1、O_2 在同一条水平线上。半径为 r_0 的粒子，其质量为 m_0、电量为 q_0，刚好能沿 O_1O_3 直线射入收集室。不计纳米粒子重力。（$V_{球}=\frac{4}{3}\pi r^3$，$S_{球}=4\pi r^2$）

(1) 试求图中区域 II 的电场强度；

(2) 试求半径为 r 的粒子通过 O_2 时的速率；

(3) 讨论半径 $r\neq r_0$ 的粒子刚进入区域 II 时向哪个极板偏转。



(1) $E=B\sqrt{\frac{2q_0U}{m_0}}$，方向竖直向上　(2) $v=\sqrt{\frac{r_0}{r}}v_0$　(3) $r>r_0$ 时，$v<v_0$，$F_{合}>0$，粒子会向上极板偏转；$r<r_0$ 时，$v>v_0$，$F_{合}<0$，粒子会向下极板偏转。

（1）设半径为 r_0 的粒子加速后的速度为 v_0，由动能定理得 $\frac{1}{2}m_0v_0^2=q_0U$，解得 $v_0=\sqrt{\frac{2q_0U}{m_0}}$。设区域 II 内电场强度为 E，粒子在该区域做直线运动，由动能定理得 $q_0v_0B=q_0E$，解得 $E=v_0B=B\sqrt{\frac{2q_0U}{m_0}}$，电场强度方向竖直向上。

（2）设半径为 r 的粒子的质量为 m、带电量为 q、被加速后的速度为 v，由题意知 $m=(\frac{r}{r_0})^3m_0$，$q=(\frac{r}{r_0})^2q_0$，由动能定理得 $\frac{1}{2}mv^2=qU$，解得 $v=\sqrt{\frac{2q_0Ur_0}{m_0r}}=\sqrt{\frac{r_0}{r}}v_0$。

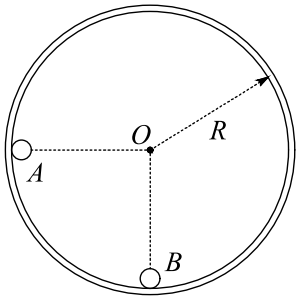
（3）半径为 r 的粒子，在刚进入区域 II 时，受到的合力为 $F_{合}=qE-qvB=qB(v_0-v)$，由 $v=\sqrt{\frac{r_0}{r}}v_0$ 可知，当 $r>r_0$ 时，$v<v_0$，$F_{合}>0$，粒子会向上极板偏转；当 $r<r_0$ 时，$v>v_0$，$F_{合}<0$，粒子会向下极板偏转。

12. 如右图，半径为 R 的光滑圆形轨道固定在竖直面内。小球 A、B 质量分别为 m、βm（β 为待定系数）。A 球从左边与圆心等高处由静止开始沿轨道下滑，与静止于轨道最低点的 B 球相撞，碰撞后 A、B 球能达到的最大高度均为 $\frac{R}{4}$，碰撞中无机械能损失。重力加速度为 g。试求：

(1) 待定系数 β；

(2) 第一次碰撞刚结束时小球 A、B 各自的速度和 B 球对轨道的压力；

(3) 小球 A、B 在轨道最低处第二次碰撞刚结束时各自的速度，并讨论小球 A、B 在轨道最低处第 n 次碰撞刚结束时各自的速度。



(1) $\beta=3$　(2) $v_A=-\sqrt{\frac{gR}{2}}$，方向向左；$v_B=\sqrt{\frac{gR}{2}}$，方向向右；$N_{压}=-4.5mg$，方向竖直向下　(3) $v_A=-\sqrt{2gR}$；$v_B=0$；当 n 为奇数时，小球 A、B 在第 n 次碰撞刚结束时的速度分别与其第一次碰撞刚结束时相同；当 n 为偶数时，小球 A、B 在第 n 次碰撞刚结束时的速度分别与其第二次碰撞刚结束时相同。

（1）由题意知，碰撞的过程中无机械能损失，由能量守恒得 $mgR=\frac{mgR}{4}+\frac{\beta mgR}{4}$，解得 $\beta=3$。

（2）设 A、B 碰撞后的速度分别为 v_1、v_2，由机械能守恒得 $\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{mgR}{4}$，$\frac{1}{2}\beta mv_2^2=\frac{\beta mgR}{4}$，设向右为正、向左为负，解得 $v_A=-\sqrt{\frac{gR}{2}}$，即方向向左，$v_B=\sqrt{\frac{gR}{2}}$，即方向向右。设轨道对 B 球的支持力为 N，B 球对轨道的压力为 N'，方向竖直向上为正、向下为负，则 $N-\beta mg=\beta m\frac{v_2^2}{R}$，解得 $N'=-N=-4.5mg$，方向竖直向下。

（3）设 A、B 小球第二次碰撞刚结束时的速度分别为 V_1、V_2，由动量和能量守恒得 $mv_1-\beta mv_2=mV_1+\beta mV_2$，$mgR=\frac{1}{2}mV_1^2+\frac{1}{2}\beta mV_2^2$，解得 $v_A=-\sqrt{2gR}$，$v_B=0$。（另一组解 $V_1=2\sqrt{2gR}$，$V_2=-\sqrt{2gR}$，不合题意，舍去。）由此可得：当 n 为奇数时，小球 A、B 在第 n 次碰撞刚结束时的速度分别与其第一次碰撞刚结束时相同；当 n 为偶数时，小球 A、B 在第 n 次碰撞刚结束时的速度分别与其第二次碰撞刚结束时相同。