2000 年天津

1. 最近几年，原子核科学家在超重元素岛的探测方面取得重大进展。1996 年科学家们在研究某两个重离子结合成超重元素的反应时，发现生成的超重元素的核 ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$ 经过 6 次 α 衰变后的产物是 ${}^{253}_{100}\mathrm{Fm}$。由此，可以判定生成的超重元素的原子序数和质量数分别是（　）

A. 124、259　　B. 124、265　　C. 112、265　　D. 112、277

2. 对于一定量的理想气体，下列四个论述中正确的是（　）

A. 当分子热运动变剧烈时，压强必变大

B. 当分子热运动变剧烈时，压强可以不变

C. 当分子间的平均距离变大时，压强必变小

D. 当分子间的平均距离变大时，压强必变大

3. 在高速公路的拐弯处，路面造得外高内低，即当车向右拐弯时，司机左侧的路面比右侧的要高一些，路面与水平面间的夹角为 θ。设拐弯路段是半径为 R 的圆弧，要使车速为 v 时车轮与路面之间的横向（即垂直于前进方向）摩擦力等于零，θ 应等于（　）

A. $\arcsin\frac{v^2}{Rg}$　　B. $\arctan\frac{v^2}{Rg}$　　C. $\frac{1}{2}\arcsin\frac{2v^2}{Rg}$　　D. $\operatorname{arccot}\frac{v^2}{Rg}$

4. 对于水平放置的平行板电容器，下列说法正确的是（　）

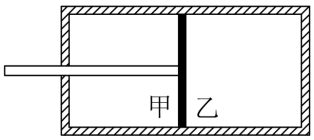
A. 将两极板的间距加大，电容将增大

B. 将两极板平行错开，使正对面积减小，电容将减小

C. 在下板的内表面上放置一面积和极板相等、厚度小于极板间距的陶瓷板，电容将增大

D. 在下板的内表面上放置一面积和极板相等、厚度小于极板间距的铝板，电容将增大

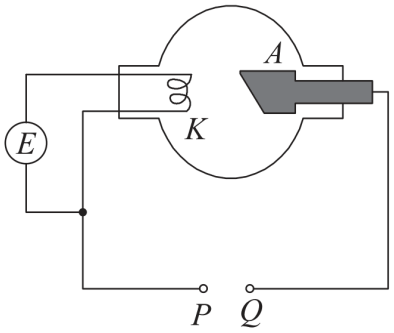
5. 图中活塞将气缸分成甲、乙两气室，气缸、活塞（连同拉杆）是绝热的，且不漏气。以 $E_{甲}$、$E_{乙}$ 分别表示甲、乙两气室中气体的内能，则在将拉杆缓慢向外拉的过程中（　）



A. $E_{甲}$ 不变，$E_{乙}$ 减小　　B. $E_{甲}$ 增大，$E_{乙}$ 不变

C. $E_{甲}$ 增大，$E_{乙}$ 减小　　D. $E_{甲}$ 不变，$E_{乙}$ 不变

6. 图为 X 射线管的结构示意图，E 为灯丝电源。要使射线管发出 X 射线，须在 K、A 两电极间加上几万伏的直流高压。（　）



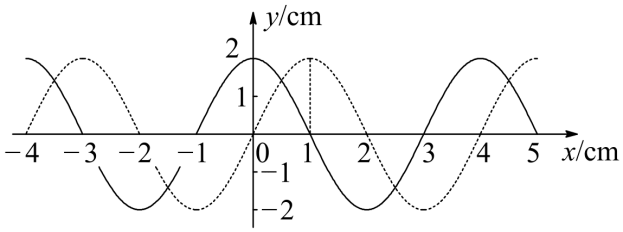
A. 高压电源正极应接在 P 点，X 射线从 K 极发出

B. 高压电源正极应接在 P 点，X 射线从 A 极发出

C. 高压电源正极应接在 Q 点，X 射线从 K 极发出

D. 高压电源正极应接在 Q 点，X 射线从 A 极发出

7. 一列横波在 $t=0$ 时刻的波形如图中实线所示，在 $t=1\,\mathrm{s}$ 时刻的波形如图中虚线所示。由此可以判定此波的（　）



A. 波长一定是 4 cm

B. 周期一定是 4 s

C. 振幅一定是 2 cm

D. 传播速度一定是 1 cm/s

8. A 与 B 是两束平行的单色光，它们从空气射入水中的折射角分别为 r_A、r_B，若 $r_A > r_B$，则（　）

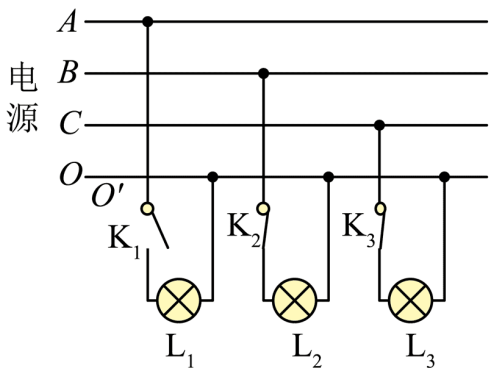
A. 在空气中 A 的波长大于 B 的波长

B. 在水中 A 的传播速度大于 B 的传播速度

C. A 的频率大于 B 的频率

D. 在水中 A 的波长小于 B 的波长

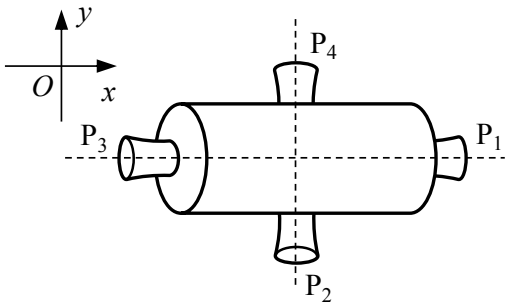
9. 如图 9 所示，A、B、C 是三相交流电源的三根相线，O 是中线，电源的相电压为 220 V，L_1、L_2、L_3 是三个“220 V 60 W”的灯泡，开关 K_1 断开，K_2、K_3 闭合，由于某种原因，电源中线在图中 O' 处断了，那么 L_2 和 L_3 两灯泡将（　）



A. 立刻熄灭　　B. 变得比原来亮一些

C. 变得比原来暗一些　　D. 保持亮度不变

10. 图为一空间探测器的示意图，P_1、P_2、P_3、P_4 是四个喷气发动机，P_1、P_3 的连线与空间一固定坐标系的 x 轴平行，P_2、P_4 的连线与 y 轴平行。每台发动机开动时，都能向探测器提供推力，但不会使探测器转动。开始时，探测器以恒定的速率 v_0 向正 x 方向平动。要使探测器改为向正 x 偏负 y 60° 的方向以原来的速率 v_0 平动，则可（　）



A. 先开动 P_1 适当时间，再开动 P_4 适当时间

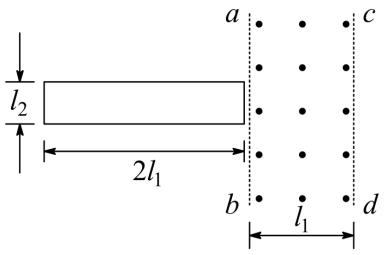
B. 先开动 P_3 适当时间，再开动 P_2 适当时间

C. 开动 P_4 适当时间

D. 先开动 P_3 适当时间，再开动 P_4 适当时间

11. 已知金属铯的逸出功为 1.9 eV，在光电效应实验中，要使铯表面发出的光电子的最大动能为 1.0 eV，入射光的波长应为 _____ m。

12. 空间存在以 ab、cd 为边界的匀强磁场区域，磁感强度大小为 B，方向垂直纸面向外，区域宽为 l_1。现有一矩形线框处在图中纸面内，它的短边与 ab 重合，长度为 l_2，长边的长度为 $2l_1$，如图所示。某时刻线框以初速 v 沿与 ab 垂直的方向进入磁场区域，同时某人对线框施以作用力，使它的速度大小和方向保持不变。设该线框的电阻为 R。从线框开始进入磁场到完全离开磁场的过程中，人对线框作用力所做的功等于 _____。



13. 假设在 NaCl 蒸气中存在由钠离子 Na^+ 和氯离子 Cl^- 靠静电相互作用构成的单个氯化钠 NaCl 分子。若取 Na^+ 与 Cl^- 相距无限远时其电势能为零，一个 NaCl 分子的电势能为 $-6.1\,eV$。已知使一个中性钠原子 Na 最外层的电子脱离钠原子而形成钠离子所需的能量（电离能）为 $5.1\,eV$，使一个中性氯原子 Cl 结合一个电子形成氯离子所放出的能量（亲和能）为 $3.8\,eV$。由此可算出，在将一个 NaCl 分子分解成彼此远离的中性钠原子 Na 和中性氯原子 Cl 的过程中，外界供给的总能量等于 _____ eV。

14. 某同学用图 1 所示装置通过半径相同的 A、B 两球的碰撞来验证动量守恒定律。图 1 中 PQ 是斜槽，QR 为水平槽。实验时先使 A 球从斜槽上某一固定位置 G 由静止开始滚下，落到位于水平地面的记录纸上，留下痕迹。重复上述操作 10 次，得到 10 个落点痕迹。再把 B 球放在水平槽上靠近槽末端的地方，让 A 球仍从位置 G 由静止开始滚下，和 B 球碰撞后，A、B 球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹。重复这种操作 10 次。图 1 中 O 点是水平槽末端 R 在记录纸上的垂直投影点。B 球落点痕迹如图 2 所示，其中米尺水平放置，且平行于 G、R、O 所在的平面，米尺的零点与 O 点对齐。

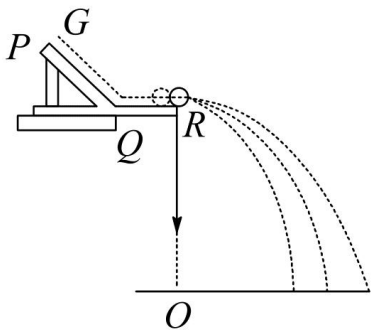


图 1

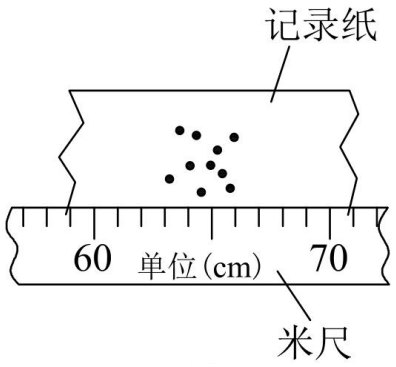


图 2

(1) 碰撞后 B 球的水平射程应取为 _____ cm。

(2) 在以下选项中，哪些是本次实验必须进行的测量？答：_____（填选项号）。

A. 水平槽上未放 B 球时，测量 A 球落点位置到 O 点的距离

B. A 球与 B 球碰撞后，测量 A 球落点位置到 O 点的距离

C. 测量 A 球或 B 球的直径

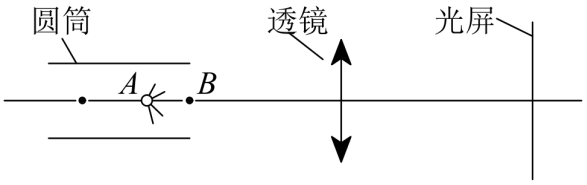
D. 测量 A 球和 B 球的质量（或两球质量之比）

E. 测量 G 点相对于水平槽面的高度

15. 如图，一光源位于金属圆筒内部轴线上 A 点，与筒 B 端的距离为 d，d 无法直接测量。另有凸透镜、光屏、米尺及带支架的光具座。现用这些器材测量 d。为此，先将圆筒、凸透镜、光屏依次放在光具座支架上，令圆筒轴线与透镜主光轴重合，屏与光源的距离足够远，使得移动透镜时，可在屏上两次出现光源的像。将圆筒及光屏位置固定。由光路的可逆性可知，第一次成像的像距等于第二次成像的物距。然后进行以下的测量：

_____。

用测得的物理量可得 $d=$ _____。（应说明各符号所代表的物理量）



16. 图 1 为示波器面板，图 2 为一信号源。

(1) 若要观测此信号源发出的正弦交流信号的波形，应将信号源的 a 端与示波器面板上的 _____ 接线柱相连，b 端与 ____ 接线柱相连。

(2) 若示波器所显示的输入波形如图 3 所示，要将波形上移，应调节面板上的 _____ 旋钮；要使此波形横向展宽，应调节 _____ 旋钮；要使屏上能够显示 3 个完整的波形，应调节 _____ 旋钮。

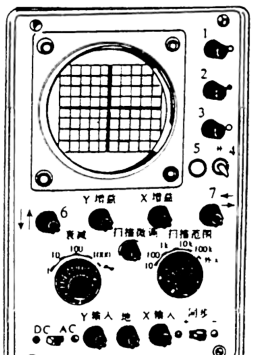


图 1

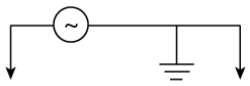


图 2

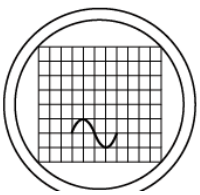
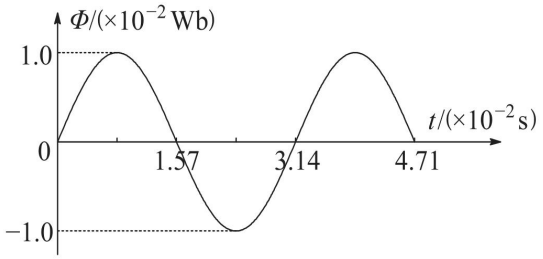


图 3

17. 有一医用氧气钢瓶，瓶内氧气的压强 $p = 5.0 \times 10^6\,\mathrm{Pa}$，温度 $t = 27\,^\circ\mathrm{C}$，求氧气的密度。氧的摩尔质量 $\mu = 3.2 \times 10^{-2}\,\mathrm{kg/mol}$。结果取两位数字。

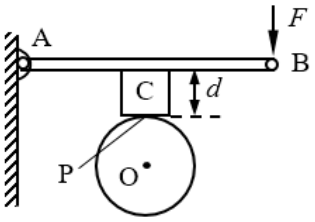
18. 一小型发电机内的矩形线圈在匀强磁场中以恒定的角速度 ω 绕垂直于磁场方向的固定轴转动。线圈匝数 $n = 100$。穿过每匝线圈的磁通量 Φ 随时间按正弦规律变化，如图所示。发电机内阻 $r = 5.0\,\Omega$，外电路电阻 $R = 95\,\Omega$。已知感应电动势的最大值 $E_\mathrm{m} = n\omega\Phi_\mathrm{m}$，其中 Φ_m 为穿过每匝线圈磁通量的最大值。求串联在外电路中的交流电流表（内阻不计）的读数。



19. 如图 19 所示是用电动砂轮打磨工件的装置，砂轮的转轴通过图中 O 点垂直于纸面，AB 是一长度 $l = 0.60\,\mathrm{m}$、质量 $m_1 = 0.50\,\mathrm{kg}$ 的均匀刚性细杆，可绕过 A 端的固定轴在竖直面（图中纸面）内无摩擦地转动，工件 C 固定在 AB 杆上，其质量 $m_2 = 1.5\,\mathrm{kg}$，工件的重心、工件与砂轮的接触点 P 以及 O 点都在过 AB 中点的竖直线上，P 到 AB 杆的垂直距离 $d = 0.1\,\mathrm{m}$，AB 杆始终处于水平位置，砂轮与工件之间的动摩擦因数 $\mu = 0.60$。

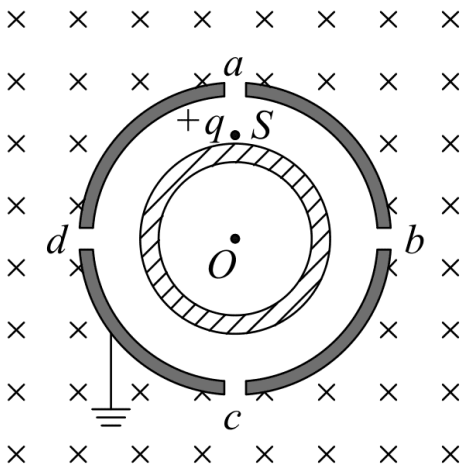
(1) 当砂轮静止时，要使工件对砂轮的压力 $F_0 = 100\,\mathrm{N}$，则施于 B 端竖直向下的力 F_B 应是多大？

(2) 当砂轮逆时针转动时，要使工件对砂轮的压力仍为 $F_0 = 100\,\mathrm{N}$，则施于 B 端竖直向下的力 F_B' 应是多大？



20. 2000 年 1 月 26 日我国发射了一颗同步卫星，其定点位置与东经 98° 的经线在同一平面内。若把甘肃省嘉峪关处的经度和纬度近似取为东经 98° 和北纬 $\alpha = 40°$，已知地球半径 R、地球自转周期 T、地球表面重力加速度 g（视为常量）和光速 c。试求该同步卫星发出的微波信号传到嘉峪关处的接收站所需的时间（要求用题给的已知量的符号表示）。

21. 如图，两个共轴的圆筒形金属电极，外电极接地，其上均匀分布着平行于轴线的四条狭缝 a、b、c 和 d，外筒的外半径为 r_0。在圆筒之外的足够大区域中有平行于轴线方向的均匀磁场，磁感强度的大小为 B。在两极间加上电压，使两圆筒之间的区域内有沿半径向外的电场。一质量为 m、带电量为 $+q$ 的粒子，从紧靠内筒且正对狭缝 a 的 S 点出发，初速度为零。如果该粒子经过一段时间的运动之后恰好又回到出发点 S，则两极之间的电压 U 应是多少？（不计重力，整个装置在真空中。）



22. 在原子核物理中，研究核子与核子关联的最有效途径是“双电荷交换反应”。这类反应的前半部分过程和下述力学模型类似。两个小球 A 和 B 用轻质弹簧相连，在光滑的水平直轨道上处于静止状态。在它们左边有一垂直于轨道的固定挡板 P，右边有一小球 C 沿轨道以速度 v_0 射向 B 球，如图所示。C 与 B 发生碰撞并立即结成一个整体 D。在它们继续向左运动的过程中，当弹簧长度变到最短时，长度突然被锁定，不再改变。然后，A 球与挡板 P 发生碰撞，碰后 A、D 都静止不动，A 与 P 接触而不粘连。过一段时间，突然解除锁定（锁定及解除锁定均无机械能损失）。已知 A、B、C 三球的质量均为 m。

(1) 求弹簧长度刚被锁定后 A 球的速度。

(2) 求在 A 球离开挡板 P 之后的运动过程中，弹簧的最大弹性势能。

