2000 年全国旧课程

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. 某人造地球卫星因受高空稀薄空气的阻力作用，绕地球运转的轨道会慢慢改变，每次测量中卫星的运动可近似看作圆周运动。某次测量卫星的轨道半径为 r_1，后来变为 r_2，$r_2 < r_1$。以 E_{k1}、E_{k2} 表示卫星在这两个轨道上的动能，T_1、T_2 表示卫星在这两个轨道上绕地运动的周期，则（　）

A. $E_{k2} < E_{k1}$，$T_2 < T_1$　　B. $E_{k2} < E_{k1}$，$T_2 > T_1$

C. $E_{k2} > E_{k1}$，$T_2 < T_1$　　D. $E_{k2} > E_{k1}$，$T_2 > T_1$

4. 对于水平放置的平行板电容器，下列说法正确的是（　）

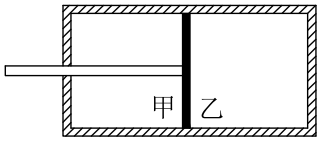
A. 将两极板的间距加大，电容将增大

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

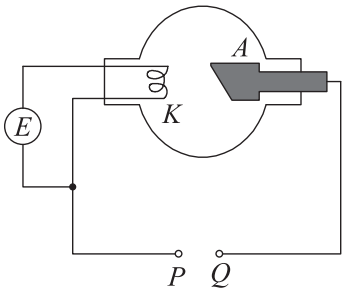
5. 图中活塞将气缸分成甲、乙两气室，气缸、活塞（连同拉杆）是绝热的，且不漏气。以 $E_{甲}$、$E_{乙}$ 分别表示甲、乙两气室中气体的内能，则在将拉杆缓慢向外拉的过程中（　）



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（　）



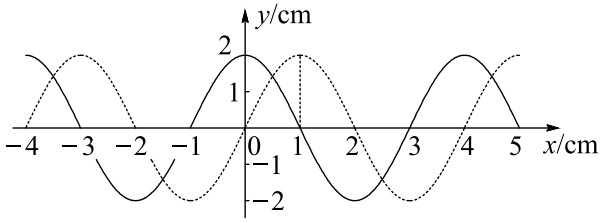
A. 高压电源正极应接在 P 点，X 射线从 K 极发出

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（　）

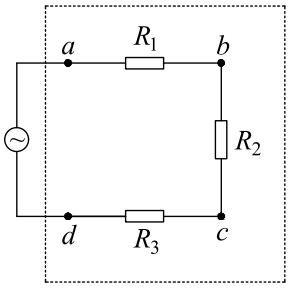
A. 在空气中 A 的波长大于 B 的波长

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

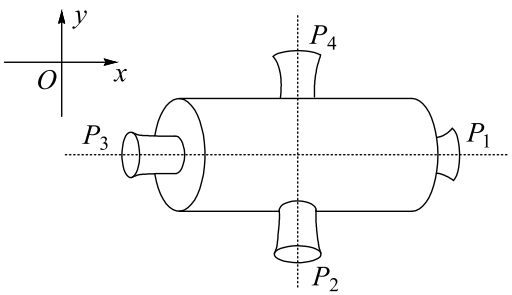
9. 图为一电路板的示意图，a、b、c、d 为接线柱，a、d 与 220 V 的交流电源连接，ab 间、bc 间、cd 间分别连接一个电阻。现发现电路中没有电流，为检查电路故障，有一交流电压表分别测得 b、d 两点间以及 a、c 两点间的电压均为 220 V。由此可知（　）



A. ab 间电路通，cd 间电路不通　　B. ab 间电路不通，bc 间电路通

C. ab 间电路通，bc 间电路不通　　D. bc 间电路不通，cd 间电路通

10. 图为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

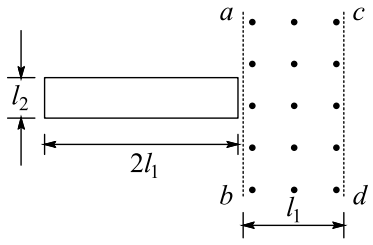
11. 裂变反应是目前核能利用中常用的反应，以原子核 ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ 为燃料的反应堆中，当 ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ 俘获一个慢中子后发生的裂变反应可以有多种方式，其中一种可表示为

$${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \longrightarrow {}^{139}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{94}_{38}\mathrm{Sr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

235.0439　　1.0087　　138.9178　　93.9154

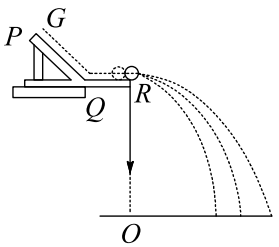
反应方程下方的数字为中子及有关原子的静止质量（以原子质量单位 u 为单位）。已知 1 u 的质量对应的能量为 9.3×10^2 MeV，此裂变反应释放出的能量是 _____ MeV。

12. 空间存在以 ab、cd 为边界的匀强磁场区域，磁感应强度大小为 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。某时刻线框以初速度 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 _____。

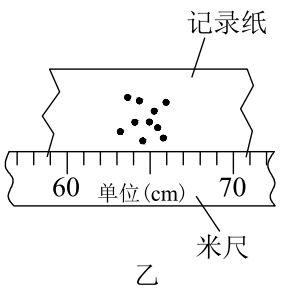


13. 假设在 NaCl 蒸气中存在由钠离子和氯离子靠静电相互作用构成的单个氯化钠 NaCl 分子。若取 Na^+ 与 Cl^- 相距无限远时其电势能为零，一个 NaCl 分子的电势能为 $-6.1\,eV$。已知使一个中性钠原子 Na 最外层的电子脱离钠原子而形成钠离子所需的能量（电离能）为 $5.1\,eV$，使一个中性氯原子 Cl 结合一个电子形成氯离子所放出的能量（结合能）为 $3.8\,eV$。由此可算出，在将一个 NaCl 分子分解成彼此远离的中性钠原子 Na 和中性氯原子 Cl 的过程中，外界供给的总能量等于 _____ eV。

14. 某同学用图 甲 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 甲 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 乙 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。



甲
图甲



乙
图乙

(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

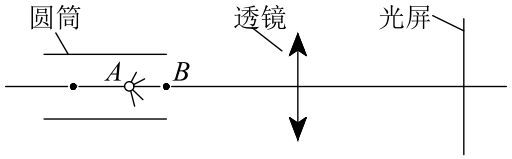
C. 测量 A 球或 B 球的直径

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）



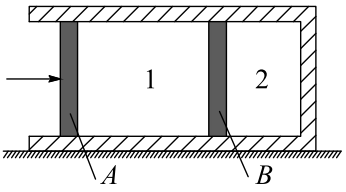
16. 从下表中选出适当的实验器材，设计一电路来测量电流表 A_1 的内阻 r_1，要求方法简捷，有尽可能高的测量精度，并能测得多组数据。

器材（代号）	规格
电流表（A_1）	量程 10 mA，内阻 r_1 待测（约 40 Ω）
电流表（A_2）	量程 500 μA，内阻 $r_2 = 750\,\Omega$
电压表（V）	量程 10 V，内阻 $r_3 = 10\,\mathrm{k}\Omega$
电阻（R_1）	阻值约 100 Ω，作保护电阻用
滑动变阻器（R_2）	总阻值约 50 Ω
电池（E）	电动势 1.5 V，内阻很小
电键（K）	
导线若干	

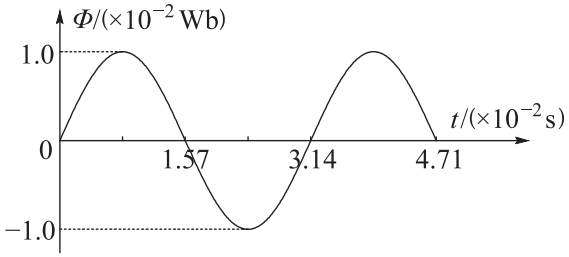
（1）在虚线方框中画出电路图，标明所用器材的代号。

（2）若选测量数据中的一组来计算，则所用的表达式为 $r_1 =$ _____，式中各符号的意义是：_____。

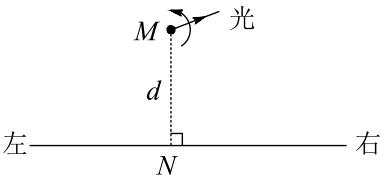
17. 一横截面积为 S 的气缸水平放置，固定不动，气缸壁是导热的。两个活塞 A 和 B 将气缸分隔为 1、2 两气室，达到平衡时 1、2 两气室体积之比为 3 : 2，如图所示。在室温不变的条件下，缓慢推动活塞 A，使之向右移动一段距离 d。求活塞 B 向右移动的距离。不计活塞与气缸壁之间的摩擦。



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。

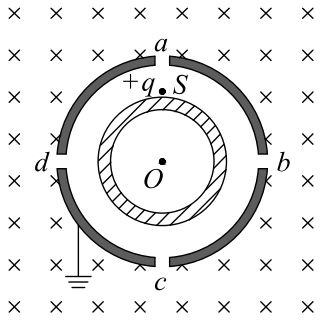


19. 如图所示，一辆实验小车可沿水平地面（图中纸面）上的长直轨道匀速向右运动。有一台发出细光束的激光器装在小转台 M 上，到轨道的距离 MN 为 $d = 10\,\mathrm{m}$，转台匀速转动，使激光束在水平面内扫描，扫描一周的时间为 $T = 60\,\mathrm{s}$。光束转动方向如图中箭头所示。当光束与 MN 的夹角为 45° 时，光束正好射到小车上。如果再经过 $\Delta t = 2.5\,\mathrm{s}$，光束又射到小车上，则小车的速度为多少（结果保留两位有效数字）?



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，磁感应强度的大小为 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。

