第 35 届全国中学生物理竞赛预赛试题

物　　理

共 16 题 | 选择题 5 题 | 填空题 5 题 | 计算题 6 题

一、 选择题

1. 居里夫人发现了元素钋（Po），其衰变的核反应方程式为

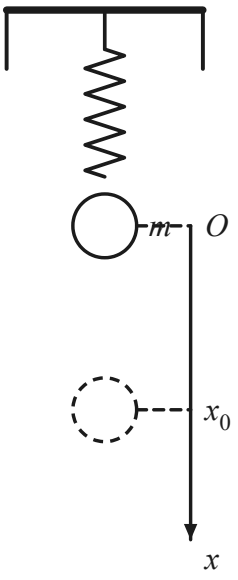
$$ {}^{b}_{a}\mathrm{Po}\rightarrow {}^{c}_{d}\alpha+{}^{206}_{82}\mathrm{Pb}+{}^{f}_{e}\gamma $$

其中，a、b、c、d、e、f 的值依次为[　　]

A. 211, 84, 4, 2, 1, 0　　B. 210, 84, 4, 2, 0, 0

C. 207, 84, 1, 1, 0, 1　　D. 207, 83, 1, 1, 0, 0

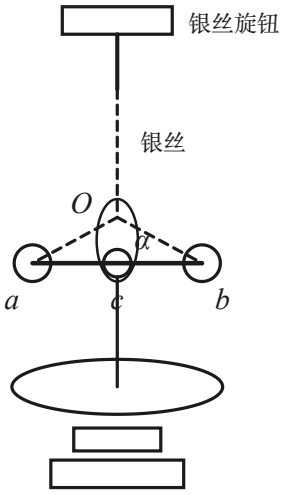
2. 如图，一劲度系数为 k 的轻弹簧上端固定在天花板上，下端连接一质量为 m 的小球，以小球的平衡位置 O 作为坐标原点，x 轴正方向朝下。若取坐标原点为系统势能的零点，则当小球位于坐标为 x_0 的位置时，系统的总势能为[　　]



A. $\frac{1}{2}kx_0^2-mgx_0$　　B. $\frac{1}{2}k(x_0+\frac{mg}{k})^2-mgx_0$

C. $\frac{1}{2}k(x_0+\frac{mg}{k})^2$　　D. $\frac{1}{2}kx_0^2$

3. 库伦扭摆装置如图所示，在细银丝下悬挂一根绝缘棒，棒水平静止；棒的两端各固定一相同的金属小球 a 和 b，另一相同的金属小球 c 固定在插入的竖直杆上，三个小球位于同一水平圆周上，圆心为棒的悬点 O。细银丝自然悬挂时，a、c 球对 O 点的张角 α=4°。现在使 a 和 c 带相同电荷，库仑力使细银丝扭转，张角 α 增大，反向转动细银丝上端的旋钮可使张角 α 变小；若将旋钮缓慢反向转过角度 β=30°，可使小球 a 最终回到原来位置，这时细银丝的扭力矩与球 a 所受球 c 的静电力的力矩平衡。设细银丝的扭转回复力矩与银丝的转角 β 成正比。为使最后 a、c 对 O 点

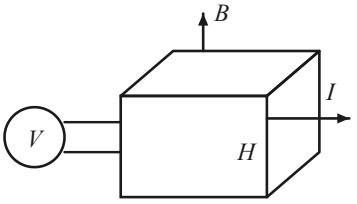


的张角 $\alpha=2°$，旋钮反向转过的角度应为[　　]

A. $\beta=45°$　　**B.** $\beta=60°$

C. $\beta=90°$　　**D.** $\beta=120°$

4. 霍尔传感器的结构如图所示，图中 H 为一块长方形半导体薄片，外加磁场的磁感应强度 B 和外加电流 I 的方向如相应箭头所示，电压表按图中方式与 H 的上下表面相连。以下测量方法中，能正确得到霍尔电压的值的是[　　]



霍尔片上下表面接电压表

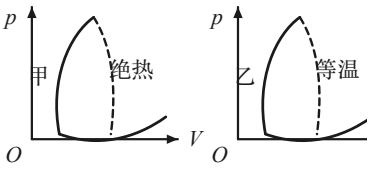
A. 直接读出电压表的示数

B. 保持磁场方向不变，改变电流方向（$I\to -I$），求出改变前后的两次测量值之差的一半

C. 保持电流方向不变，改变磁场方向（$B\to -B$），求出改变前后的两次测量值之差的一半

D. 同时改变电流方向和磁场方向（$I\to -I$，$B\to -B$），求出改变前后的两次测量值之和的一半

5. 图 a 和图 b 分别表示某理想气体体系经历的两个循环过程；前者由甲过程（实线）和绝热过程（虚线）组成，后者由乙过程（实线）和等温过程（虚线）组成。下列说法正确的是[　　]



A. 甲、乙两过程均放热

B. 甲、乙两过程均吸热

C. 甲过程放热，乙过程吸热

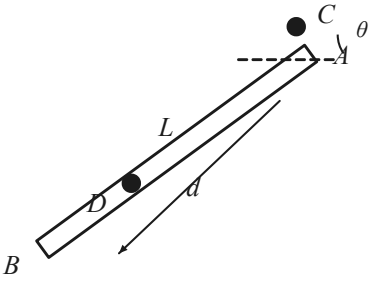
D. 甲过程吸热，乙过程放热

二、 填空题　把答案填在题中的横线上。只要给出结果，不需写出求得结果的过程。

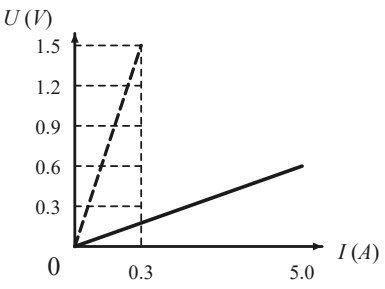
6. 田径场上某同学将一铅球以初速度 v_0 抛出，该铅球抛出点的高度为 H。铅球在田径场上的落点与铅球抛出点的最大水平距离为 _____，对应的抛射角为 _____。重力加速度大小为 g。

7. 两颗人造地球卫星 A 和 B 都在同一平面内的圆轨道上运行，绕向相同，卫星 A 的轨道半径为 r。某时刻，B 恰好在 A 的正上方 h 高处，$h\ll r$。A 运行一周时，B 在 A 的后方，且 A、B 对地心的张角为 _____，经过时间 _____，B 又重新在 A 的正上方。已知地球半径为 R，重力加速度大小为 g。

8. 如图，一长为 L 的均质细杆 AB 由固定的两个水平细轴 C、D 支承在竖直平面内，C、D 间距为 d；杆的 A 端置于轴 C 下，杆与轴之间的静摩擦因数为 μ，杆与水平面的夹角为 θ。为使杆保持平衡，L/d 的值必须满足的条件是 _____ 和 _____ 同时成立。



9. 将一阻值可变的电阻分别与一节新电池或者一节旧电池相连，电阻的端电压 U 和通过的电流 I 的关系如 U–I 图像所示。现将上述新、旧电池顺联（两电池的电动势同向）后对一电阻阻值为 2.25 Ω 的负载供电，负载电功率与电源非静电力做功的总功率的比值为

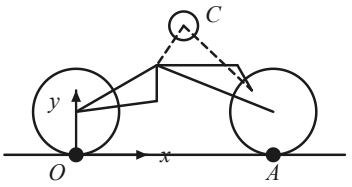


_____，旧电池非静电力的功率和它本身消耗的电功率的比值为 _____。

10. 在任意给定温度 T（热力学温度）下，黑体热辐射功率最大的波长 λ_{max} 满足 $\lambda_{max}T=b$（b 为常量）；黑体单位面积上的热辐射功率 $P=\sigma T^4$（σ 为常量）。假定地球与太阳以及人体均可视为黑体。已知 $\lambda_{max}^{(太阳)}=5.0\times10^{-7}\,\mathrm{m}$，日地距离约为太阳半径的 200 倍，$\lambda_{max}^{(人体)}=9.3\times10^{-6}\,\mathrm{m}$。由此可估算出，太阳表面的温度约为 _____ ℃，地球表面的平均温度约为 _____ ℃。

三、 计算题

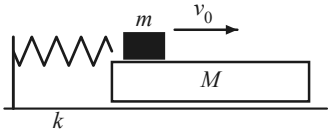
11. 考虑水平地面上一辆自行车和骑车人构成的系统，如图所示（骑车人未画出）。取后轮着地点为原点 O，x 轴过原点水平向右，y 轴过原点竖直向上，前轮着地点为 $A(l,0)$，系统（假设为刚体）质量为 m，质心为 $C(x_C,y_C)$。已知重力加速度大小为 g，假定车轮与地面之间的静摩擦系数足够大，且前轮的滚动摩擦力可忽略。求



(1) 前、后轮与地面之间正压力的大小；

(2) 骑车人开始蹬踏自行车时，在保证安全的条件下自行车可达到的最大加速度。

12. 如图，一质量为 M、足够长的长方形薄平板静止于光滑的水平地面上；平板左端与劲度系数为 k 的水平轻弹簧相连，弹簧的另一端固定在墙面上；平板上面有一质量为 m 的小物块。在 $t=0$ 时刻，平板静止，而小物块以某一初速度向右开始运动。已知小物块与平板之间的动摩擦因数为 μ，重力加速度大小为 g。



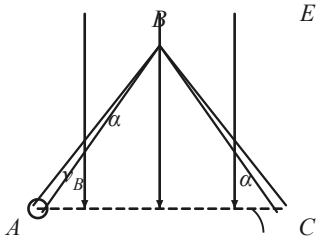
(1) 证明：在小物块相对于平板向右滑动过程中，平板的运动是简谐运动，求这简谐运动的振幅、频率（周期）。

(2) 若平板从 $t=0$ 时刻开始运动至四分之一周期时，恰好小物块第一次相对于平板静止。求

（i）小物块初速度的值；

（ii）平板在运动四分之一周期的过程中产生的热量。

13. 如图，两根内径相同的绝缘细管 AB 和 BC，连接成倒 V 字形，竖直放置，连接点 B 处可视为一段很短的圆弧；两管长度均为 $l=2.0\,\mathrm{m}$，倾角 $\alpha=37°$，处于方向竖直向下的匀强电场中，场强大小 $E=10000\,\mathrm{V/m}$。一质量 $m=1.0\times10^{-4}\,\mathrm{kg}$、带电量 $q=-2.0\times10^{-7}\,\mathrm{C}$ 的小球（小球直径比细管内径稍小，可视为质点），从 A 点由静止开始在管内运动，小球与 AB 管壁间的动摩擦因数为 $\mu_1=0.50$，小球与 BC 管壁间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.25$。小球在运动过程中带电量保持不变。已知重力加速度大小 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$，$\sin37°=\frac{3}{5}$。求

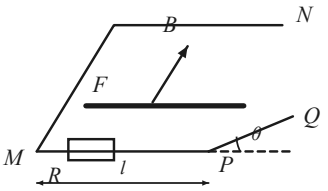


(1) 小球第一次运动到 B 点时的速率 v_B；

(2) 小球第一次速度为零的位置与 B 点之间的距离 S_1；

(3) 小球分别在 AB 管和 BC 管中运动直至静止的总路程 S_{AB} 和 S_{BC}。

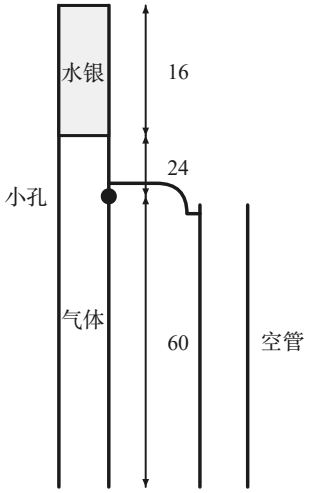
14. 如图，*MCN*、*PDQ* 为两条间距 $L=0.50\,\mathrm{m}$、足够长的平行光滑导轨，*MP* 水平且与导轨垂直，导轨与水平面的夹角 $\theta=30°$，导轨底端连接一电阻值 $R=2.0\,\Omega$ 的电阻；导轨的 *MC* 段与 *PD* 段长度均为 $l=4.5\,\mathrm{m}$，电阻均为 $r=2.25\,\Omega$，且电阻分布均匀，导轨其余部分电阻不计；一根质量 $m=0.20\,\mathrm{kg}$、电阻可忽略的金属棒，置于导轨底端，与导轨垂直并接触良好；整个装置处于磁感应强度大小 $B=2.0\,\mathrm{T}$、方向垂直导轨平面向上的匀强磁场中。现在对金属棒施加一沿导轨平面向上的拉力 *F*，使棒从静止开始以大小为 $a=1.0\,\mathrm{m/s^2}$ 的加速度沿导轨平面向上做匀加速直线运动。重力加速度大小 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$。



(1) 从金属棒开始运动的瞬间计时，求金属棒中电流与时间 *t* 关系；

(2) 求在金属棒开始运动至其到达 *CD* 位置的过程中拉力 *F* 的最大值。

15. 如图，左边试管由一段 24 cm 长的水银柱封住一段高为 60 cm、温度为 300 K 的理想气体柱，上水银面与管侧面小孔相距 16 cm，小孔右边用一软管连接一空的试管。一控温系统可持续升高或降低被封住的气体柱的温度，当气体温度升高到一定值时水银会从左边试管通过小孔溢出到右边试管中。左边试管竖直放置，右边试管可上下移动，上移时可使右边试管中的水银回流到左边试管内，从而控制左边试管中水银柱的高度。大气压强为 76 cmHg。



(1) 在左边试管中水银上表面与小孔平齐的条件下，求被封住的气体平衡态的温度 *T* 与水银柱高度 *x* 的关系式，以及该气体平衡态可能的最高温度；

(2) 已知被封住的气体处在温度为 384 K 的平衡状态，求左边试管中水银柱可能的高度。

16. 要在一张照片上同时拍摄物体的正面和几个不同侧面的像，可以在物体的后面放两个直立的大平面镜 AO 和 BO，使物体和它对两个平面所成的像都摄入照相机，如图 a 所示。图 a 中带箭头的圆圈 P 代表一个人的头部（其尺寸远小于 OC 的长度），白色半圆圈代表人的脸部，此人正面对着照相机镜头；涂黑色的半圆代表脑后的头发；箭头表示头顶上的帽子。图 b 为俯视图。若两平面镜之间的夹角为 72°，设人头的中心恰好位于两平面镜夹角的平分面上，且照相机到人的距离远大于人到平面镜的距离。

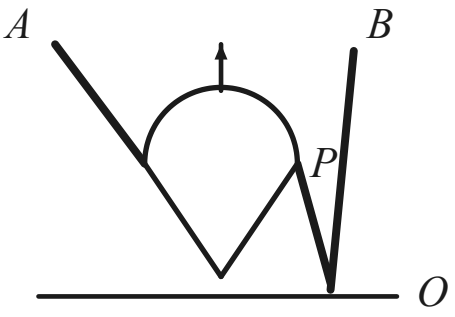


图 a

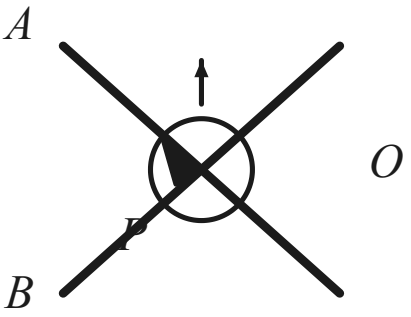


图 b



图 c

(1) 试在图 b 中标出 P 的所有像的方位示意图；

(2) 在图 c 的方框中画出照片上得到的所有的像（分别用空白和黑色表示脸和头发，用箭头表示头上的帽子）。

图 a 侧视示意图；图 b 俯视示意图；图 c 为作图方框（按原卷留白，供作答）。