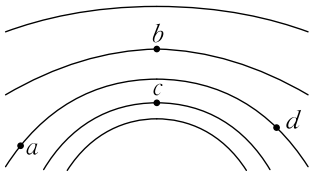
2024 年河北

1. 锂是新能源汽车、储能和信息通信等新兴产业的关键材料。研究表明，锂元素主要来自宇宙线高能粒子与星际物质的原子核产生的散裂反应，其中一种核反应方程为 ${}^{12}_{6}\mathrm{C}+{}^{1}_{1}\mathrm{H}\longrightarrow{}^{7}_{3}\mathrm{Li}+2\,{}^{1}_{1}\mathrm{H}+\mathrm{X}$，式中的 X 为（　）

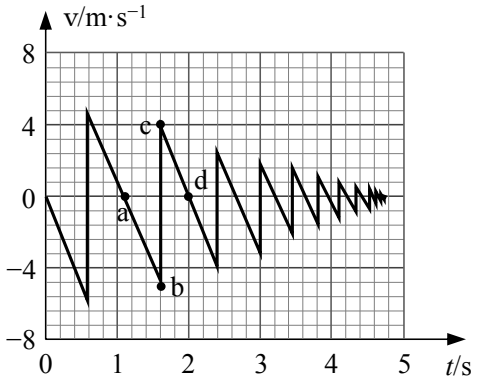
A. ${}^{1}_{0}\mathrm{n}$　　B. ${}^{0}_{-1}\mathrm{e}$　　C. ${}^{0}_{1}\mathrm{e}$　　D. ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$

2. 我国古人最早发现了尖端放电现象，并将其用于生产生活，如许多古塔的顶端采用“伞状”金属饰物在雷雨天时保护古塔。雷雨中某时刻，一古塔顶端附近等势线分布如图所示，相邻等势线电势差相等，则 a、b、c、d 四点中电场强度最大的是（　）



A. a 点　　B. b 点　　C. c 点　　D. d 点

3. 篮球比赛前，常通过观察篮球从一定高度由静止下落后的反弹情况判断篮球的弹性。某同学拍摄了该过程并得出了篮球运动的 $v-t$ 图像，如图所示。图像中 a、b、c、d 四点中对应篮球位置最高的是（　）



A. a 点　　B. b 点　　C. c 点　　D. d 点

4. R_1、R_2 为两个完全相同的定值电阻，R_1 两端的电压随时间周期性变化的规律如图 a 所示（三角形脉冲交流电压的峰值是有效值的 $\sqrt{3}$ 倍），R_2 两端的电压随时间按正弦规律变化如图 b 所示，则两电阻在一个周期 T 内产生的热量之比 $Q_1:Q_2$ 为（　）

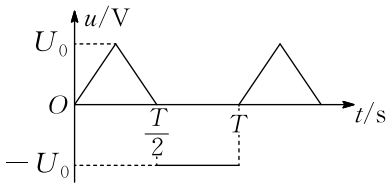


图 a

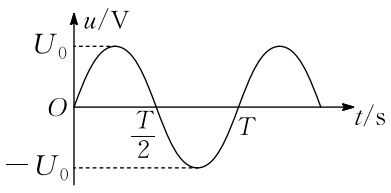
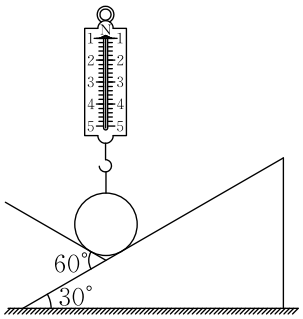


图 b

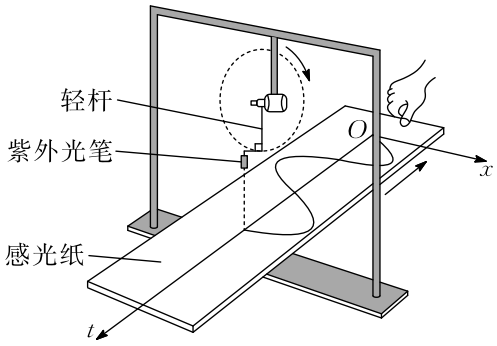
A. $2:3$　　B. $4:3$　　C. $2:\sqrt{3}$　　D. $5:4$

5. 如图，弹簧测力计下端挂有一质量为 0.20 kg 的光滑均匀球体，球体静止于带有固定挡板的斜面上，斜面倾角为 30°，挡板与斜面夹角为 60°。若弹簧测力计位于竖直方向，读数为 1.0 N，g 取 10 m/s^2，挡板对球体支持力的大小为 (　)



A. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ N　　B. 1.0 N　　C. $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ N　　D. 2.0 N

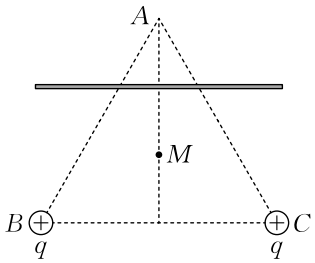
6. 如图，一电动机带动轻杆在竖直框架平面内匀速转动，轻杆一端固定在电动机的转轴上，另一端悬挂一紫外光笔，转动时紫外光始终竖直投射至水平铺开的感光纸上，沿垂直于框架的方向匀速拖动感光纸，感光纸上就画出了描述光点振动的 $x-t$ 图像。已知轻杆在竖直面内长 0.1 m，电动机转速为 12 r/min。该振动的圆频率和光点在 12.5 s 内通过的路程分别为 (　)



A. 0.2 rad/s，1.0 m　　B. 0.2 rad/s，1.25 m

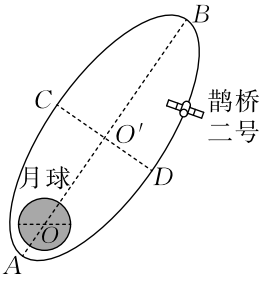
C. 1.26 rad/s，1.0 m　　D. 1.26 rad/s，1.25 m

7. 如图，真空中有两个电荷量均为 q（$q>0$）的点电荷，分别固定在正三角形 ABC 的顶点 B、C。M 为三角形 ABC 的中心，沿 AM 的中垂线对称放置一根与三角形共面的均匀带电细杆，电荷量为 $\frac{q}{2}$。已知正三角形 ABC 的边长为 a，M 点的电场强度为 0，静电力常量为 k。顶点 A 处的电场强度大小为 (　)



A. $\frac{2\sqrt{3}kq}{a^2}$　　B. $\frac{kq}{a^2}(6+\sqrt{3})$　　C. $\frac{kq}{a^2}(3\sqrt{3}+1)$　　D. $\frac{kq}{a^2}(3+\sqrt{3})$

8. 2024 年 3 月 20 日，鹊桥二号中继星成功发射升空，为嫦娥六号在月球背面的探月任务提供地月间中继通讯。鹊桥二号采用周期为 24 h 的环月椭圆冻结轨道（如图），近月点 A 距月心约为 2.0×10^3 km，远月点 B 距月心约为 1.8×10^4 km，CD 为椭圆轨道的短轴，下列说法正确的是（　）



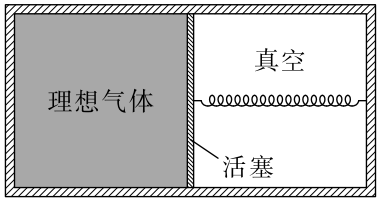
A. 鹊桥二号从 C 经 B 到 D 的运动时间为 12 h

B. 鹊桥二号在 A、B 两点的加速度大小之比约为 81 : 1

C. 鹊桥二号在 C、D 两点的速度方向垂直于其与月心的连线

D. 鹊桥二号在地球表面附近的发射速度大于 7.9 km/s 且小于 11.2 km/s

9. 如图，水平放置的密闭绝热汽缸被导热活塞分成左右两部分，左侧封闭一定质量的理想气体，右侧为真空，活塞与汽缸右壁中央用一根轻质弹簧水平连接。汽缸内壁光滑且水平长度大于弹簧自然长度，弹簧的形变始终在弹性限度内且体积忽略不计。活塞初始时静止在汽缸正中间，后因活塞密封不严发生缓慢移动，活塞重新静止后（　）



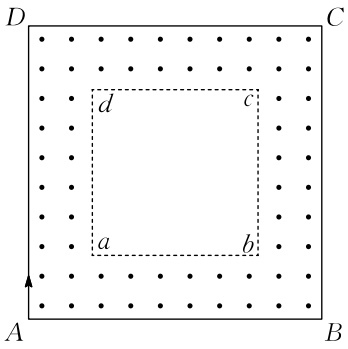
A. 弹簧恢复至自然长度

B. 活塞两侧气体质量相等

C. 与初始时相比，汽缸内气体的内能增加

D. 与初始时相比，活塞左侧单位体积内气体分子数减少

10. 如图，真空区域有同心正方形 $ABCD$ 和 $abcd$，其各对应边平行，$ABCD$ 的边长一定，$abcd$ 的边长可调，两正方形之间充满恒定匀强磁场，方向垂直于正方形所在平面。A 处有一个粒子源，可逐个发射速度不等、比荷相等的粒子，粒子沿 AD 方向进入磁场。调整 $abcd$ 的边长，可使速度大小合适的粒子经 ad 边穿过无磁场区后由 BC 边射出。对满足前述条件的粒子，下列说法正确的是（　）



A. 若粒子穿过 ad 边时速度方向与 ad 边夹角为 45°，则粒子必垂直 BC 射出

B. 若粒子穿过 ad 边时速度方向与 ad 边夹角为 60°，则粒子必垂直 BC 射出

C. 若粒子经 cd 边垂直 BC 射出，则粒子穿过 ad 边的速度方向与 ad 边夹角必为 45°

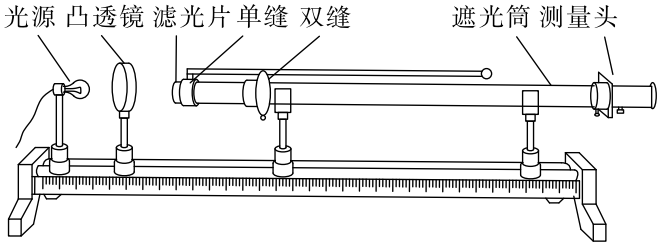
D. 若粒子经 bc 边垂直 BC 射出，则粒子穿过 ad 边时速度方向与 ad 边夹角必为 60°

11. (1) 某同学通过双缝干涉实验测量单色光的波长，实验装置如图所示，其中测量头包括毛玻璃、游标尺、分划板、手轮、目镜等。

该同学调整好实验装置后，分别用红色、绿色滤光片，对干涉条纹进行测量，并记录第一条和第六条亮纹中心位置对应的游标尺读数，如表所示：

单色光类别	x_1/ mm	x_6/ mm
单色光 1	10.60	18.64
单色光 2	8.44	18.08

根据表中数据，判断单色光 1 为____（填“红光”或“绿光”）。



(2) 图 a 为探究平抛运动特点的装置，其斜槽位置固定且末端水平，固定坐标纸的背板处于竖直面内，钢球在斜槽中从某一高度滚下，从末端飞出，落在倾斜的挡板上挤压复写纸，在坐标纸上留下印迹。某同学利用此装置通过多次释放钢球，得到了如图 b 所示的印迹，坐标纸的 y 轴对应竖直方向，坐标原点对应平抛起点。

i. 每次由静止释放钢球时，钢球在斜槽上的高度____（填“相同”或“不同”）。

ii. 在坐标纸中描绘出钢球做平抛运动的轨迹。

iii. 根据轨迹，求得钢球做平抛运动的初速度大小为____ m/s（当地重力加速度 g 为 $9.8\,\mathrm{m/s^2}$，保留 2 位有效数字）。

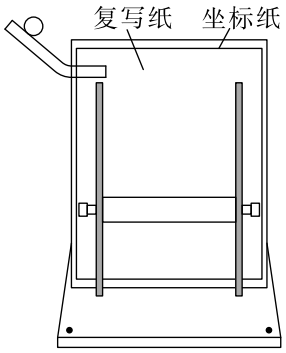


图 a

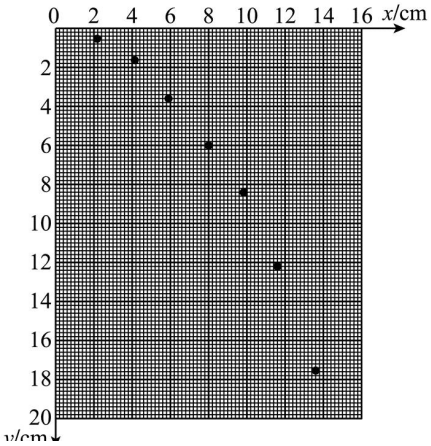


图 b

12. 某种花卉喜光，但阳光太强时易受损伤。某兴趣小组决定制作简易光强报警器，以便在光照过强时提醒花农。该实验用到的主要器材如下：学生电源、多用电表、数字电压表（$0\sim20\,\mathrm{V}$）、数字电流表（$0\sim20\,\mathrm{mA}$）、滑动变阻器 R（最大阻值 $50\,\Omega$，$1.5\,\mathrm{A}$）、白炽灯、可调电阻 R_1（$0\sim50\,\mathrm{k\Omega}$）、发光二极管 LED、光敏电阻 R_G、NPN 型三极管 VT、开关和若干导线等。

(1) 判断发光二极管的极性使用多用电表的“×10 k”欧姆挡测量二极管的电阻。如图 a 所示，当黑表笔与接线端 M 接触、红表笔与接线端 N 接触时，多用电表指针位于表盘中 a 位置（见图 b）；对调红、黑表笔后指针位于表盘中 b 位置（见图 b），由此判断 M 端为二极管的____（填“正极”或“负极”）。

(2) 研究光敏电阻在不同光照条件下的伏安特性。

i. 采用图 c 中的器材进行实验，部分实物连接已完成。要求闭合开关后电压表和电流表的读数从 0 开始。导线 L_1、L_2 和 L_3 的另一端应分别连接滑动变阻器的____、____、_____ 接线柱（以上三空选填接线柱标号“A”“B”“C”或“D”）。

ii. 图 d 为不同光照强度下得到的光敏电阻伏安特性曲线，图中曲线Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ对应光敏电阻受到的光照由弱到强。由图像可知，光敏电阻的阻值随其表面受到光照的增强而____（填“增大”或“减小”）。

(3) 组装光强报警器电路并测试其功能。图 e 为利用光敏电阻、发光二极管、三极管（当 b、e 间电压达到一定程度后，三极管被导通）等元件设计的电路。组装好光强报警器后，在测试过程中发现，当照射到光敏电阻表面的光强达到报警值时，发光二极管并不发光，为使报警器正常工作，应____（填“增大”或“减小”）可调电阻 R_1 的阻值，直至发光二极管发光。

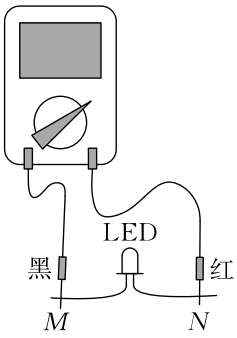


图 a

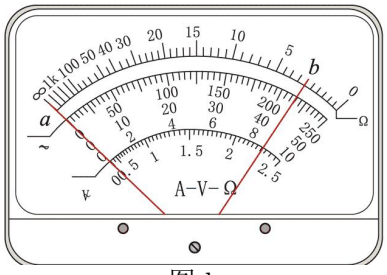


图 b

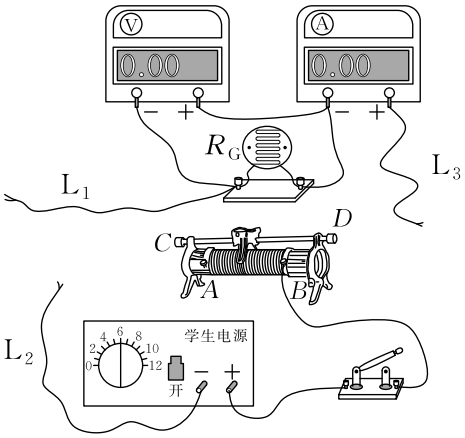


图 c

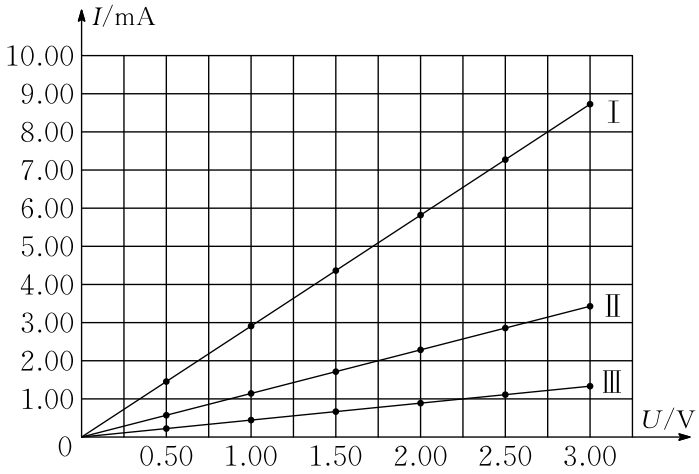


图 d

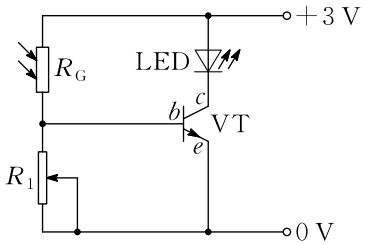
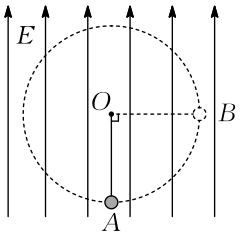


图 e

13. 如图，竖直向上的匀强电场中，用长为 L 的绝缘细线系住一带电小球，在竖直平面内绕 O 点做圆周运动。图中 A、B 为圆周上的两点，A 点为最低点，B 点与 O 点等高。当小球运动到 A 点时，细线对小球的拉力恰好为 0，已知小球的电荷量为 q（$q>0$）、质量为 m，A、B 两点间的电势差为 U，重力加速度大小为 g，求：

(1) 电场强度 E 的大小。

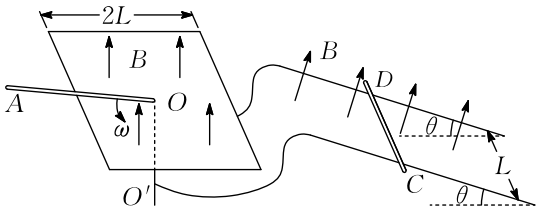
(2) 小球在 A、B 两点的速度大小。



14. 如图，边长为 $2L$ 的正方形金属细框固定放置在绝缘水平面上，细框中心 O 处固定一竖直细导体轴 OO'。间距为 L、与水平面成 θ 角的平行导轨通过导线分别与细框及导体轴相连。导轨和细框分别处在与各自所在平面垂直的匀强磁场中，磁感应强度大小均为 B。足够长的细导体棒 OA 在水平面内绕 O 点以角速度 ω 匀速转动，水平放置在导轨上的导体棒 CD 始终静止。OA 棒在转动过程中，CD 棒在所受安培力达到最大和最小时均恰好能静止。已知 CD 棒在导轨间的电阻值为 R，电路中其余部分的电阻均不计，CD 棒始终与导轨垂直，各部分始终接触良好，不计空气阻力，重力加速度大小为 g。

(1) 求 CD 棒所受安培力的最大值和最小值。

(2) 锁定 OA 棒，推动 CD 棒下滑，撤去推力瞬间，CD 棒的加速度大小为 a，所受安培力大小等于（1）问中安培力的最大值，求 CD 棒与导轨间的动摩擦因数。



15. 如图，三块厚度相同、质量相等的木板 A、B、C（上表面均粗糙）并排静止在光滑水平面上，尺寸不计的智能机器人静止于 A 木板左端。已知三块木板质量均为 $2.0\,\mathrm{kg}$，A 木板长度为 $2.0\,\mathrm{m}$，机器人质量为 $6.0\,\mathrm{kg}$，重力加速度 g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$，忽略空气阻力。

(1) 机器人从 A 木板左端走到 A 木板右端时，求 A、B 木板间的水平距离。

(2) 机器人走到 A 木板右端相对木板静止后，以做功最少的方式从 A 木板右端跳到 B 木板左端，求起跳过程机器人做的功，及跳离瞬间的速度方向与水平方向夹角的正切值。

(3) 若机器人以做功最少的方式跳到 B 木板左端后立刻与 B 木板相对静止，随即相对 B 木板连续不停地 3 次等间距跳到 B 木板右端，此时 B 木板恰好追上 A 木板。求该时刻 A、C 两木板间距与 B 木板长度的关系。

