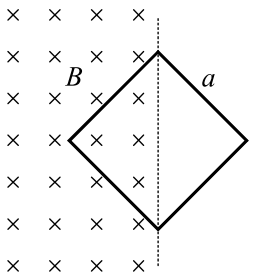
2014 年江苏

1. 如图所示，一正方形线圈的匝数为 n，边长为 a，线圈平面与匀强磁场垂直，且一半处在磁场中。在 Δt 时间内，磁感应强度的方向不变，大小由 B 均匀地增大到 $2B$。在此过程中，线圈中产生的感应电动势为 (B)



A. $\frac{Ba^2}{2\Delta t}$　　B. $\frac{nBa^2}{2\Delta t}$　　C. $\frac{nBa^2}{\Delta t}$　　D. $\frac{2nBa^2}{\Delta t}$

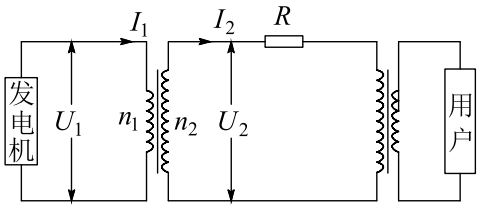
> 由法拉第电磁感应定律知，$E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=n\frac{\Delta B}{\Delta t}S$，其中 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=\frac{2B-B}{\Delta t}=\frac{B}{\Delta t}$；线圈一半处在磁场中，有效面积 $S=\frac{1}{2}a^2$。代入得 $E=\frac{nBa^2}{2\Delta t}$，故 B 正确，A、C、D 错误。

2. 已知地球的质量约为火星质量的 10 倍，地球的半径约为火星半径的 2 倍，则航天器在火星表面附近绕火星做匀速圆周运动的速率约为 (A)

A. $3.5\,\mathrm{km/s}$　　B. $5.0\,\mathrm{km/s}$　　C. $17.7\,\mathrm{km/s}$　　D. $35.2\,\mathrm{km/s}$

> 由万有引力提供向心力得 $\frac{GMm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$，解得 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$。由题设 $M_{地}=10M_{火}$、$R_{地}=2R_{火}$，故 $\frac{v_{火}}{v_{地}}=\sqrt{\frac{M_{火}R_{地}}{M_{地}R_{火}}}$。又地球的第一宇宙速度 $v_{地}=7.9\,\mathrm{km/s}$，可得航天器在火星表面附近绕火星做匀速圆周运动的速率 $v_{火}\approx 3.5\,\mathrm{km/s}$，故 A 正确。

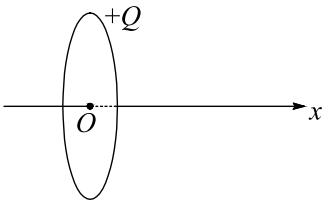
3. 远距离输电的原理图如图所示，升压变压器原、副线圈的匝数分别为 n_1、n_2，电压分别为 U_1、U_2，电流分别为 I_1、I_2，输电线上的电阻为 R。变压器为理想变压器，则下列关系式中正确的是 (D)



A. $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_1}{n_2}$　　B. $I_2=\frac{U_2}{R}$　　C. $I_1U_1=I_2^2R$　　D. $I_1U_1=I_2U_2$

> 由理想变压器的电流比关系知 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$，故 A 错误；欧姆定律 $I=\frac{U}{R}$ 中，I 应是通过电阻 R 的电流、U 应是 R 两端的电压，题干中 U_2、I_2、R 不能一一对应，故 B 错误；理想变压器输入功率等于输出功率，$U_1I_1=U_2I_2\neq I_2^2R$，故 C 错误、D 正确。

4. 如图所示，一圆环上均匀分布着正电荷，x 轴垂直于环面且过圆心 O。下列关于 x 轴上的电场强度和电势的说法中正确的是（B）



A. O 点的电场强度为零，电势最低

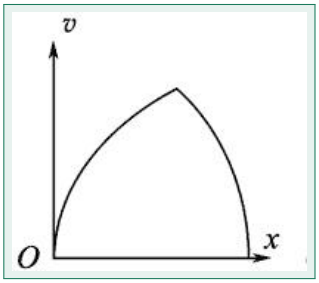
B. O 点的电场强度为零，电势最高

C. 从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度减小，电势升高

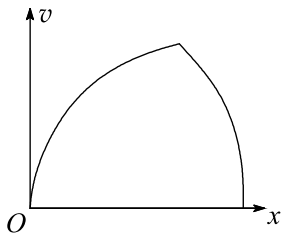
D. 从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度增大，电势降低

> 圆环上均匀分布着正电荷，可等效为很多正点电荷；同一直径两端点的点电荷的合场强类似于等量同种电荷的场强，故圆环中心的合场强一定为零。x 轴上的合场强在圆环右侧沿轴向右、左侧沿轴向左，电场强度都呈现先增大后减小的趋势；沿电场线方向电势逐渐降低，所以 O 点的电势最高，故 B 正确。

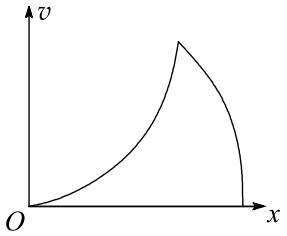
5. 一汽车从静止开始做匀加速直线运动，然后刹车做匀减速直线运动，直到停止。下列速度 v 和位移 x 的关系图像中，能描述该过程的是（A）



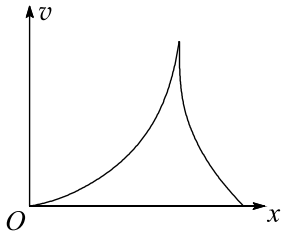
A.



B.



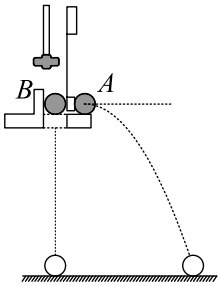
C.



D.

> 汽车先做初速度为零的匀加速直线运动，有 $x=\frac{v^2}{2a}$，故 $v-x$ 图像是以 x 轴为对称轴、开口向右的抛物线；某时刻开始刹车做匀减速直线运动，设加速度大小为 a_1、开始减速时的速度为 v_0、位移为 x_0，有 $x=x_0+\frac{v_0^2-v^2}{2a_1}$，则 $v-x$ 图像为以 x 轴为对称轴、开口向左的抛物线，故 A 正确。

6. 为了验证平抛运动的小球在竖直方向上做自由落体运动，用如图所示的装置进行实验。小锤打击弹性金属片，A 球水平抛出，同时 B 球被松开，自由下落。关于该实验，下列说法中正确的有（BC）



A. 两球的质量应相等

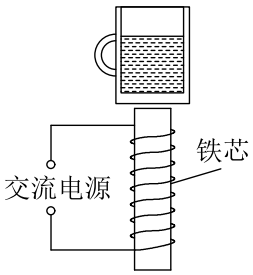
B. 两球应同时落地

C. 应改变装置的高度，多次实验

D. 实验也能说明 A 球在水平方向上做匀速直线运动

> 平抛运动水平方向为匀速直线运动，竖直方向为自由落体运动。本实验中由合运动与分运动的等时性和独立性可知，两球应同时落地；改变装置高度多次实验，是为了减小实验误差、消除偶然性，故 B、C 正确。平抛运动的物体只受重力，竖直方向加速度为 g，本实验与小球质量无关，故 A 错误；此实验只能说明 A 球在竖直方向做自由落体运动，不能说明水平方向的运动情况，故 D 错误。

7. 如图所示，在线圈上端放置一盛有冷水的金属杯，现接通交流电源，过了几分钟，杯内的水沸腾起来。若要缩短上述加热时间，下列措施可行的有（AB）



A. 增加线圈的匝数

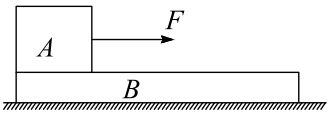
B. 提高交流电源的频率

C. 将金属杯换为瓷杯

D. 取走线圈中的铁芯

> 线圈接通交流电时，金属杯中发生电磁感应产生涡流，从而对水加热。要增加感应电流，需增大感应电动势或减小杯体电阻：增加线圈匝数可使穿过金属杯的磁场增强，感应电动势增大，故 A 正确；提高交流电频率可使磁通量变化率增大，感应电动势增大，故 B 正确；将金属杯换为瓷杯不能产生感应电流，故 C 错误；取走线圈中的铁芯会使磁场大大减弱，感应电动势减小，故 D 错误。

8. 如图所示，A、B 两物块的质量分别为 $2m$ 和 m，静止叠放在水平地面上。A、B 间的动摩擦因数为 μ，B 与地面间的动摩擦因数为 $\frac{1}{2}\mu$。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g。现对 A 施加一水平拉力 F，则（BCD）



A. 当 $F < 2\mu mg$ 时，A、B 都相对地面静止

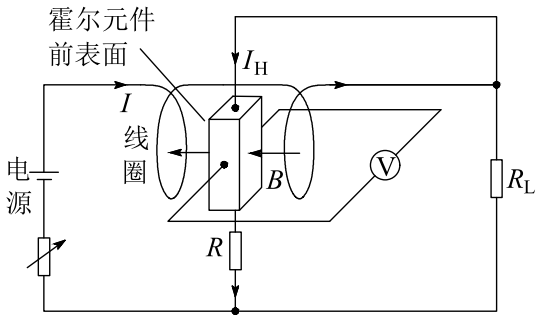
B. 当 $F = \frac{5}{2}\mu mg$ 时，A 的加速度为 $\frac{1}{3}\mu g$

C. 当 $F > 3\mu mg$ 时，A 相对 B 滑动

D. 无论 F 为何值，B 的加速度不会超过 $\frac{1}{2}\mu g$

> A、B 间的最大静摩擦力为 $2\mu mg$，B 与地面间的最大静摩擦力为 $\frac{3}{2}\mu mg$。以 A、B 整体为研究对象，只要 $F > \frac{3}{2}\mu mg$，整体便运动，故 A 错误。当 A 对 B 的摩擦力达到最大静摩擦力时，A、B 将要相对滑动，一起运动的最大加速度满足 $2\mu mg - \frac{3}{2}\mu mg = ma_{\max}$，得 $a_{\max} = 0.5\mu g$，故 D 正确。对 A、B 整体有 $F - \frac{3}{2}\mu mg = 3ma_{\max}$，即 $F > 3\mu mg$ 时两者发生相对运动，故 C 正确。当 $F = \frac{5}{2}\mu mg$ 时两者相对静止、一起滑动，由 $F - \frac{3}{2}\mu mg = 3ma$ 得 $a = \frac{1}{3}\mu g$，故 B 正确。

9. 如图所示，导电物质为电子的霍尔元件位于两串联线圈之间，线圈中电流为 I，线圈间产生匀强磁场，磁感应强度大小 B 与 I 成正比，方向垂直于霍尔元件的两侧面，此时通过霍尔元件的电流为 I_H，与其前后表面相连的电压表测出的霍尔电压 U_H 满足：$U_H = k\frac{I_H B}{d}$，式中 k 为霍尔系数，d 为霍尔元件两侧面间的距离。电阻 R 远大于 R_L，霍尔元件的电阻可以忽略，则（CD）



A. 霍尔元件前表面的电势低于后表面

B. 若电源的正负极对调，电压表将反偏

C. I_H 与 I 成正比

D. 电压表的示数与 R_L 消耗的电功率成正比

> 导电物质为电子，由左手定则知电子受洛伦兹力向后表面偏转，后表面电势较低，故 A 错误。若将电源正、负极对调，磁场和电子运动方向同时反向，洛伦兹力方向不变，电压表仍能正常偏转，故 B 错误。电路为稳恒电路，线圈电流与霍尔元件电流的比例不变，故 C 正确。由 $U_H = k\frac{I_H B}{d}$，B 与 I 成正比，故 U_H 正比于 $I_H I$；而 R_L 的功率正比于 I_L^2，$I_H I$ 与 I_L^2 的比例不变，故 U_H 正比于 R_L 消耗的功率，D 正确。

10. 某同学通过实验测量一种合金的电阻率。

(1) 用螺旋测微器测量合金丝的直径。为防止读数时测微螺杆发生转动，读数前应先旋紧图 1 所示的部件 _____（选填“A”、“B”、“C”或“D”）。从图中的示数可读出合金丝的直径为 _____ mm。

(2) 如图 2 所示是测量合金丝电阻的电路，相关器材的规格已在图中标出。合上开关，将滑动变阻器的滑片移到最左端的过程中，发现电压表和电流表的指针只在图示位置发生很小的变化。由此可以推断：电路中 _____（选填图中表示接线柱的数字）之间出现了 _____（选填“短路”或“断路”）。

(3) 在电路故障被排除后，调节滑动变阻器，读出电压表和电流表的示数分别为 2.23 V 和 38 mA，由此，该同学算出接入电路部分的合金丝的阻值为 58.7 Ω。为了更准确地测出合金丝的阻值，在不更换实验器材的条件下，对实验应作怎样的改进？请写出两条建议。

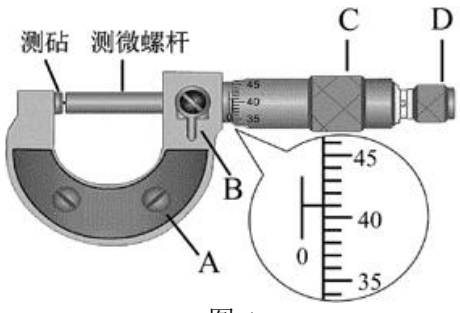
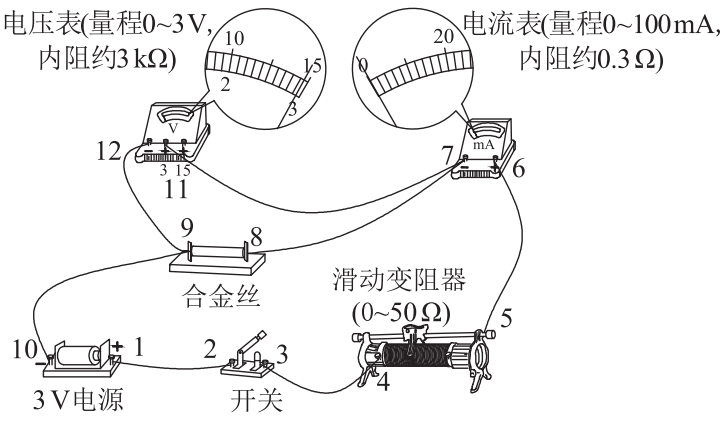


图 1



乙

图 2

(1) B，0.410　(2) 7、9；断路　(3) 电流表改为内接；测量多组电流和电压值，计算出电阻的平均值。（或测量多组电流和电压值，用图像法求电阻值）

（1）读数前先旋紧 B；示数为 $0.01\,\text{mm} \times 41.0 = 0.410\,\text{mm}$。

（2）电压表示数接近电源电动势而电流表示数很小，说明电压表串联在电路中，合金丝没有接入电路，即 7、9 之间出现断路。

（3）应将电流表改为内接；多次测量求平均值或作 $U-I$ 图象用斜率求电阻，以减小测量误差。

11. 小明通过实验验证力的平行四边形定则。

(1) 实验记录纸如图 1 所示，O 点为橡皮筋被拉伸后伸长到的位置，两弹簧测力计共同作用时，拉力 F_1 和 F_2 的方向分别过 P_1 和 P_2 点，一个弹簧测力计拉橡皮筋时，拉力 F_3 的方向过 P_3 点。三个力的大小分别为：$F_1 = 3.30\,\text{N}$、$F_2 = 3.85\,\text{N}$ 和 $F_3 = 4.25\,\text{N}$。请根据图中给出的标度作图求出 F_1 和 F_2 的合力。

(2) 仔细分析实验，小明怀疑实验中的橡皮筋被多次拉伸后弹性发生了变化，影响实验结果。他用弹簧测力计先后两次将橡皮筋拉伸到相同长度，发现读数不相同，于是进一步探究了拉伸过程对橡皮筋弹性的影响。

实验装置如图 2 所示，将一张白纸固定在竖直放置的木板上，橡皮筋的上端固定于 O 点，下端 N 挂一重物。用与白纸平行的水平力缓慢地移动 N，在白纸上记录下 N 的轨迹。重复上述过程，再次记录下 N 的轨迹。

两次实验记录的轨迹如图 3 所示。过 O 点作一条直线与轨迹交于 a、b 两点，则实验中橡皮筋分别被拉伸到 a 和 b 时所受拉力 F_a、F_b 的大小关系为 _____。

(3) 根据（2）中的实验，可以得出的实验结果有哪些？（填写选项前的字母）

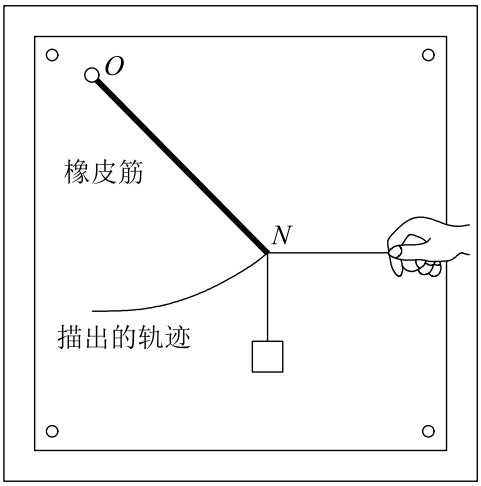
（A）橡皮筋的长度与受到的拉力成正比

（B）两次受到的拉力相同时，橡皮筋第 2 次的长度较长

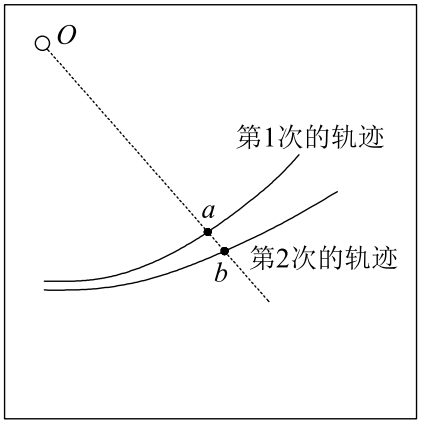
（C）两次被拉伸到相同长度时，橡皮筋第 2 次受到的拉力较大

（D）两次受到的拉力相同时，拉力越大，橡皮筋两次的长度之差越大

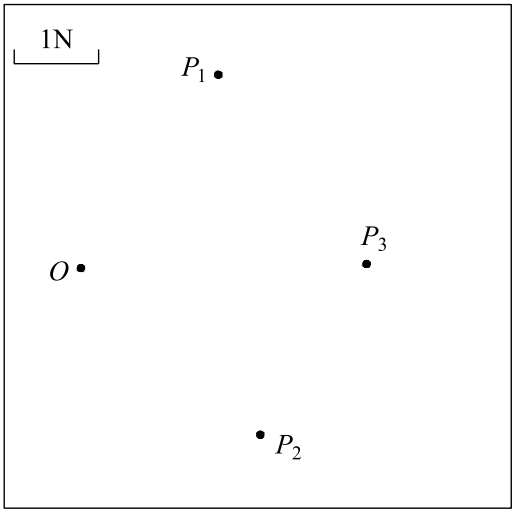
(4) 根据小明的上述实验探究，请对验证力的平行四边形定则实验提出两点注意事项。



乙
图 2



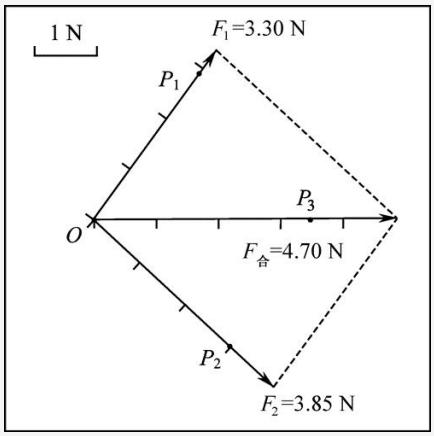
丙
图 3



甲
图 1

(1) 见解析图，$F_{合}=4.6\sim4.9\,\mathrm{N}$ 都算对。 (2) $F_a=F_b$。 (3) B、D。 (4) 橡皮筋拉伸不宜过长；选用新橡皮筋。（或：拉力不宜过大；选用弹性较好的橡皮筋；换用弹性好的弹簧。）

（1）用直尺作出如图所示的力的示意图，得到 $F_{合}=4.6\sim4.9\,\mathrm{N}$ 都算对。



（2）根据力的平衡 $F = mg\tan\theta$，所以 $F_a = F_b$，θ 为橡皮筋被拉伸的方向与竖直方向的夹角。

（3）选 B、D。根据题图，两次受到的拉力相同时，橡皮筋第 2 次的长度较长，B 项正确；根据题图，两次被拉伸到相同长度时，即 $Oa = Ob$，根据 $F = mg\tan\theta$，橡皮筋第 2 次受到的拉力较小，C 项错误；从题图可以看出，两次受到的拉力相同时，拉力越大，橡皮筋两次的长度之差越大，D 正确，A 错误。

（4）橡皮筋拉伸不宜过长；选用新橡皮筋。（或拉力不宜过大，选用弹性好的橡皮筋；换用弹性好的弹簧）

12. 【选做题】本题包括 A、B、C 三小题，请选定其中两小题，并在相应的答题区域内作答。若多做，则按 A、B 两小题评分。

A.【选修 3-3】（12 分）

一种海浪发电机的气室如图所示。工作时，活塞随海浪上升或下降，改变气室中空气的压强，从而驱动进气阀门和出气阀门打开或关闭。气室先后经历吸入、压缩和排出空气的过程，推动出气口处的装置发电。气室中的空气可视为理想气体。

(1) 下列对理想气体的理解，正确的有（AD）

A. 理想气体实际上并不存在，只是一种理想模型

B. 只要气体压强不是很高就可视为理想气体

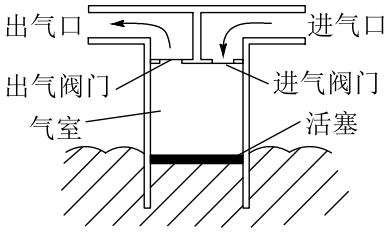
C. 一定质量的某种理想气体的内能与温度、体积都有关

D. 在任何温度、任何压强下，理想气体都遵循气体实验定律

(2) 压缩过程中，两个阀门均关闭。若此过程中，气室中的气体与外界无热量交换，内能增加了 3.4×10^4 J，则该气体的分子平均动能增大（选填“增大”、“减小”或“不变”），活塞对该气体所做的功等于（选填“大于”、“小于”或“等于”）3.4×10^4 J。

(3) 上述过程中，气体刚被压缩时的温度为 27 °C，体积为 0.224 m^3，压强为 1 个标准大气压。已知 1 mol 气体在 1 个标准大气压、0 °C 时的体积为 22.4 L，阿伏加德罗

常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}\,\mathrm{mol}^{-1}$。计算此时气室中气体的分子数。（计算结果保留一位有效数字）

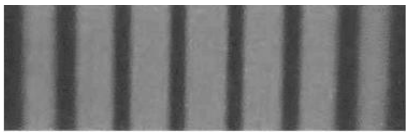


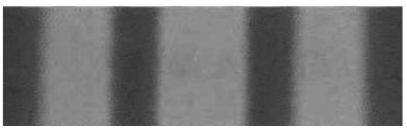
B.【选修 3-4】（12 分）

(1) 某同学用单色光进行双缝干涉实验，在屏上观察到图（甲）所示的条纹，仅改变一个实验条件后，观察到的条纹如题图（乙）所示。他改变的实验条件可能是 (B)

A. 减小光源到单缝的距离　　B. 减小双缝之间的距离

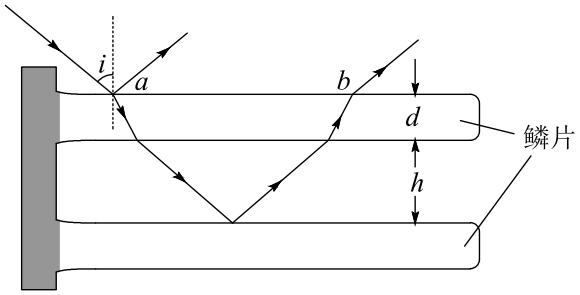
C. 减小双缝到光屏之间的距离　　D. 换用频率更高的单色光源


图甲


图乙

(2) 在“探究单摆的周期与摆长的关系”实验中，某同学准备好相关实验器材后，把单摆从平衡位置拉开一个很小的角度后释放，同时按下秒表开始计时，当单摆再次回到释放位置时停止计时，将记录的这段时间作为单摆的周期。以上操作中有不妥之处，请对其中两处加以改正。

(3) Morpho 蝴蝶的翅膀在阳光的照射下呈现出闪亮耀眼的蓝色光芒，这是因为光照射到翅膀的鳞片上发生了干涉。电子显微镜下鳞片结构的示意图如图所示。一束光以入射角 i 从 a 点入射，经过折射和反射后从 b 点出射。设鳞片的折射率为 n，厚度为 d，两片之间空气层厚度为 h。取光在空气中的速度为 c，求光从 a 到 b 所需的时间 t。



C.【选修 3-5】（12 分）

(1) 已知钙和钾的截止频率分别为 $7.73 \times 10^{14}\,\mathrm{Hz}$ 和 $5.44 \times 10^{14}\,\mathrm{Hz}$，在某种单色光的照射下两种金属均发生光电效应，比较它们表面逸出的具有最大初动能的光电子，

钙逸出的光电子具有较大的 (A)

A. 波长　　B. 频率　　C. 能量　　D. 动量

(2) 氡 222 是一种天然放射性气体，被吸入后，会对人的呼吸系统造成辐射损伤。它是世界卫生组织公布的主要环境致癌物质之一。其衰变方程是 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}\longrightarrow{}^{218}_{84}\mathrm{Po}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$。已知 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 的半衰期约为 3.8 d，则约经过15.2 d，16 g 的 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 衰变后还剩 1 g。

(3) 牛顿的《自然哲学的数学原理》中记载，A、B 两个玻璃球相碰，碰撞后的分离速度和它们碰撞前的接近速度之比总是约为 15 : 16。分离速度是指碰撞后 B 对 A 的速度，接近速度是指碰撞前 A 对 B 的速度。若上述过程是质量为 $2m$ 的玻璃球 A 以速度 v_0 碰撞质量为 m 的静止玻璃球 B，且为对心碰撞，求碰撞后 A、B 的速度大小。

(1) A：（1）AD；（2）增大，等于；（3）$N=5\times10^{24}$（或 $N=6\times10^{24}$） (2) B：（1）B；（2）①应在摆球通过平衡位置时开始计时；②应测量单摆多次全振动的时间，再计算出周期的测量值；（3）$t=\frac{2n^2d}{c\sqrt{n^2-\sin^2 i}}+\frac{2h}{c\cos i}$ (3) C：（1）A；（2）$^{4}_{2}\mathrm{He}$（或 α），15.2 d；（3）$v_1=\frac{17}{48}v_0$，$v_2=\frac{31}{24}v_0$

A.（3）设气体在标准状态时的体积为 V_1，等压过程 $\frac{V}{T}=\frac{V_1}{T_1}$，气体物质的量 $n=\frac{V_1}{V_0}$，且分子数 $N=nN_A$，解得 $N=\frac{VT_1}{V_0T}N_A$，带入数据得 $N=5\times10^{24}$（或 $N=6\times10^{24}$）。

B.（3）设光在鳞片中的折射角为 γ，折射定律 $\sin i=n\sin\gamma$，在鳞片中传播路程 $l_1=\frac{2d}{\cos\gamma}$，传播速度 $v=\frac{c}{n}$，传播时间 $t_1=\frac{l_1}{v}$，解得 $t_1=\frac{2n^2d}{c\sqrt{n^2-\sin^2 i}}$，同理，在空气中传播时间 $t_2=\frac{2h}{c\cos i}$，则 $t=t_1+t_2=\frac{2n^2d}{c\sqrt{n^2-\sin^2 i}}+\frac{2h}{c\cos i}$。

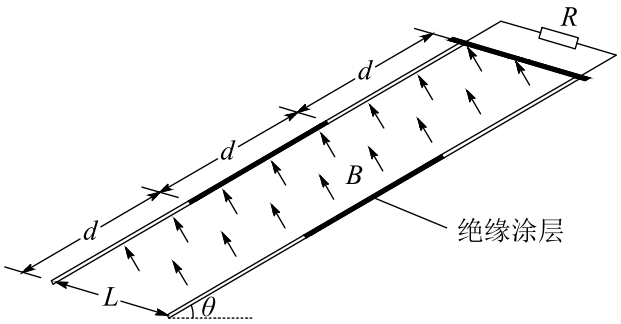
C.（3）设 A、B 球碰撞后速度分别为 v_1 和 v_2，由动量守恒定律 $2mv_0=2mv_1+mv_2$，且由题意知 $\frac{v_2-v_1}{v_0}=\frac{15}{16}$，解得 $v_1=\frac{17}{48}v_0$，$v_2=\frac{31}{24}v_0$。

13. 如图所示，在匀强磁场中有一倾斜的平行金属导轨，导轨间距为 L，长为 $3d$，导轨平面与水平面的夹角为 θ，在导轨的中部刷有一段长为 d 的薄绝缘涂层。匀强磁场的磁感应强度大小为 B，方向与导轨平面垂直。质量为 m 的导体棒从导轨的顶端由静止释放，在滑上涂层之前已经做匀速运动，并一直匀速滑到导轨底端。导体棒始终与导轨垂直，且仅与涂层间有摩擦，接在两导轨间的电阻为 R，其他部分的电阻均不计，重力加速度为 g。求：

(1) 导体棒与涂层间的动摩擦因数 μ；

(2) 导体棒匀速运动的速度大小 v；

(3) 整个运动过程中，电阻产生的焦耳热 Q。



(1) $\mu=\tan\theta$ (2) $v=\frac{mgR\sin\theta}{B^2L^2}$ (3) $Q=2\mu mgd\cos\theta-\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{2B^4L^4}$

（1）在绝缘涂层上，受力平衡 $mg\sin\theta=\mu mg\cos\theta$，得 $\mu=\tan\theta$。

（2）在光滑导轨上，感应电动势 $E=BLv$，感应电流 $I=\frac{E}{R}$，安培力 $F_{\mathrm{A}}=BIL$，受力平衡 $mg\sin\theta=F_{\mathrm{A}}$，解得 $v=\frac{mgR\sin\theta}{B^2L^2}$。

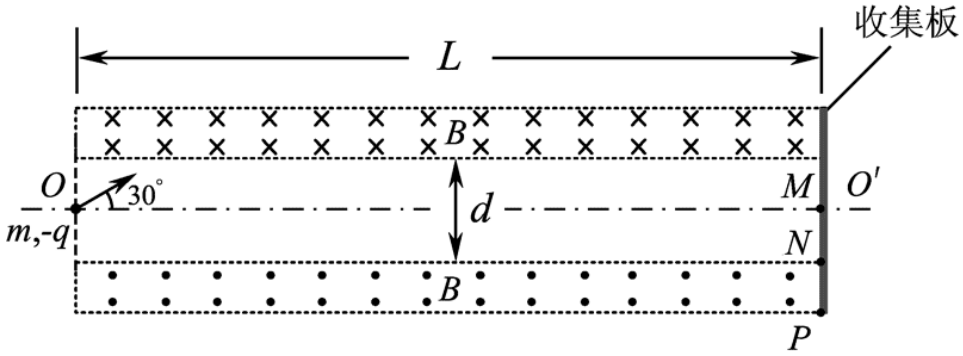
（3）摩擦生热 $Q_f=\mu mgd\cos\theta$，能量守恒有 $3\mu mgd\cos\theta=Q+Q_f+\frac{1}{2}mv^2$，解得焦耳热 $Q=2\mu mgd\cos\theta-\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{2B^4L^4}$。

14. 某装置用磁场控制带电粒子的运动，工作原理如图所示。装置的长为 L，上下两个相同的矩形区域内存在匀强磁场，磁感应强度大小均为 B、方向与纸面垂直且相反，两磁场的间距为 d。装置右端有一收集板，M、N、P 为板上的三点，M 位于轴线 OO' 上，N、P 分别位于下方磁场的上、下边界上。在纸面内，质量为 m、电荷量为 $-q$ 的粒子以某一速度从装置左端的中点射入，方向与轴线成 $30°$ 角，经过上方的磁场区域一次，恰好到达 P 点。改变粒子入射速度的大小，可以控制粒子到达收集板上的位置。不计粒子的重力。

(1) 求磁场区域的宽度 h；

(2) 欲使粒子到达收集板的位置从 P 点移到 N 点，求粒子入射速度的最小变化量 Δv；

(3) 欲使粒子到达 M 点，求粒子入射速度大小的可能值。



(1) $h=\left(\frac{2}{3}L-\sqrt{3}d\right)\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ (2) $\Delta v=\frac{qB}{m}\left(\frac{L}{6}-\frac{\sqrt{3}}{4}d\right)$ (3) $v_n=\frac{qB}{m}\left(\frac{L}{n+1}-\sqrt{3}d\right)$，$\left(1\leqslant n<\frac{\sqrt{3}L}{3d}-1\text{，}n\text{ 取整数}\right)$

（1）设粒子在磁场中的轨道半径为 r。

根据题意 $L=3r\sin 30^\circ+3d\cos 30^\circ$，且 $h=r(1-\cos 30^\circ)$，

解得 $h=\left(\frac{2}{3}L-\sqrt{3}d\right)\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$。

（2）设改变入射速度后轨道半径为 r'。

$m\frac{v^2}{r}=qvB$，$m\frac{v'^2}{r'}=qv'B$，

由题意 $3r\sin 30^\circ=4r'\sin 30^\circ$，得 $\Delta v=v-v'=\frac{qB}{m}\left(\frac{L}{6}-\frac{\sqrt{3}}{4}d\right)$。

（3）设粒子经过上方磁场 n 次。

由题意 $L=(2n+2)d\cos 30^\circ+(2n+2)r_n\sin 30^\circ$，

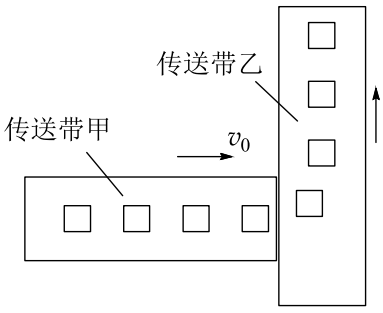
且 $m\frac{v_n^2}{r_n}=qv_nB$，解得 $v_n=\frac{qB}{m}\left(\frac{L}{n+1}-\sqrt{3}d\right)$，$\left(1\leqslant n<\frac{\sqrt{3}L}{3d}-1\text{，}n\text{ 取整数}\right)$。

15. 如图所示，生产车间有两个相互垂直且等高的水平传送带甲和乙，甲的速度为 v_0。小工件离开甲前与甲的速度相同，并平稳地传到乙上，工件与乙之间的动摩擦因数为 μ。乙的宽度足够大，重力加速度为 g。

(1) 若乙的速度为 v_0，求工件在乙上侧向（垂直于乙的运动方向）滑过的距离 s；

(2) 若乙的速度为 $2v_0$，求工件在乙上刚停止侧向滑动时的速度大小 v；

(3) 保持乙的速度 $2v_0$ 不变，当工件在乙上刚停止滑动时，下一只工件恰好传到乙上，如此反复。若每个工件的质量均为 m，除工件与传送带之间摩擦外，其他能量损耗均不计，求驱动乙的电动机的平均输出功率 $\overline{P}$。



(1) $s=\frac{\sqrt{2}v_0^2}{2\mu g}$ (2) $v=2v_0$ (3) $\overline{P}=\frac{4\sqrt{5}}{5}\mu mgv_0$

（1）摩擦力与侧向的夹角为 45°，侧向加速度为 $a_x=\mu g\cos 45^\circ$。

匀变速直线运动 $-2a_x s = 0 - v_0^2$，解得 $s = \frac{\sqrt{2}v_0^2}{2\mu g}$。

（2）设 $t = 0$ 时摩擦力与侧向的夹角为 θ，侧向、纵向加速度的大小分别为 a_x、a_y，

则 $a_y/a_x = \tan\theta$。

在很小的时间 Δt 内，侧向、纵向的速度增量 $\Delta v_x = a_x \Delta t$，$\Delta v_y = a_y \Delta t$，

$\Delta v_y/\Delta v_x = \tan\theta$。

且由题意知 $\tan\theta = v_y/v$，则 $v_y'/v_x' = (v_y - \Delta v_y)/(v - \Delta v_x) = \tan\theta$，

所以摩擦力方向不变。

则当 $v_x' = 0$ 时，$v_y' = 0$，即 $v = 2v_0$。

（3）工件在乙上滑动时侧向位移为 x，沿乙的方向的位移为 y，

由题意知 $a_x = \mu g\cos\theta$，$a_y = \mu g\sin\theta$。

在侧向上 $-2a_x x = 0 - v_0^2$，纵向有 $2a_y x = 4v_0^2 - 0$，

工件滑动时间为 $t = 2v_0/a_y$，乙前进的距离为 $y_1 = 2v_0 t$，

工件相对乙的位移 $L = \sqrt{x^2 + (y_1 - y)^2}$，则系统产生的热量为 $Q = \mu mgL$，

电动机做功为 $W = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 + Q$，

解得 $\overline{P} = \frac{W}{t} = \frac{4\sqrt{5}}{5}\mu mgv_0$。