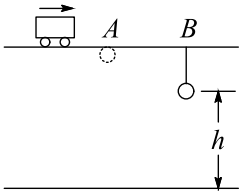
2015 年山东理综

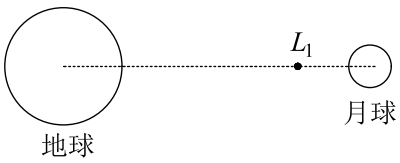
1. 距地面高 5 m 的水平直轨道 A、B 两点相距 2 m，在 B 点用细线悬挂一小球，离地高度为 h，如图。小车始终以 4 m/s 的速度沿轨道匀速运动，经过 A 点时将随车携带的小球由轨道高度自由卸下，小车运动至 B 点时细线被轧断，最后两球同时落地。不计空气阻力，取重力加速度的大小 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$。可求得 h 等于 (A)



A. 1.25 m　　B. 2.25 m　　C. 3.75 m　　D. 4.75 m

> 小车上的物体落地的时间 $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$；小车从 A 到 B 的时间 $t_1 = \frac{x}{v}$，小球下落的时间 $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$。由题意得时间关系：$t = t_1 + t_2$，即 $\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{d}{v} + \sqrt{\frac{2h}{g}}$，解得：$h = 1.25\,\mathrm{m}$，选项 A 正确。

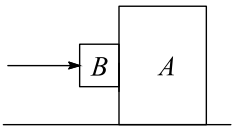
2. 如图，拉格朗日点 L_1 位于地球和月球连线上，处在该点的物体在地球和月球引力的共同作用下，可与月球一起以相同的周期绕地球运动。据此，科学家设想在拉格朗日点 L_1 建立空间站，使其与月球同周期绕地球运动。以 a_1、a_2 分别表示该空间站和月球向心加速度的大小，a_3 表示地球同步卫星向心加速度的大小。以下判断正确的是 (D)



A. $a_2 > a_3 > a_1$　　B. $a_2 > a_1 > a_3$　　C. $a_3 > a_1 > a_2$　　D. $a_3 > a_2 > a_1$

> 由于 $G\frac{Mm}{r^2} = ma_n$，则 $a_n = \frac{GM}{r^2}$，由题意可知月球的轨道半径大于空间站的轨道半径，而同步卫星的运动周期小于空间站的周期，故空间站的轨道半径大于同步卫星的轨道半径，所以 $a_3 > a_2 > a_1$。选项 D 正确。

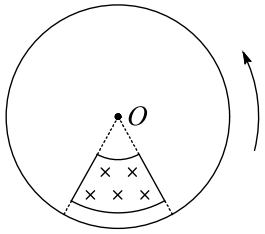
3. 如图，滑块 A 置于水平地面上，滑块 B 在一水平力作用下紧靠滑块 A（A、B 接触面竖直），此时 A 恰好不滑动，B 刚好不下滑。已知 A 与 B 间的动摩擦因数为 μ_1，A 与地面间的动摩擦因数为 μ_2，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。A 与 B 的质量之比为 (B)



A. $\frac{1}{\mu_1\mu_2}$　　B. $\frac{1-\mu_1\mu_2}{\mu_1\mu_2}$　　C. $\frac{1+\mu_1\mu_2}{\mu_1\mu_2}$　　D. $\frac{2+\mu_1\mu_2}{\mu_1\mu_2}$

> 物体 AB 整体在水平方向受力平衡，则有 $F=\mu_2(m_A+m_B)g$；对于物体 B 在竖直方向平衡有：$\mu_1F=m_Bg$，联立解得：$\frac{m_A}{m_B}=\frac{1-\mu_1\mu_2}{\mu_1\mu_2}$，选项 B 正确。

4. 如图，一均匀金属圆盘绕通过其圆心且与盘面垂直的轴逆时针匀速转动。现施加一垂直穿过圆盘的有界匀强磁场，圆盘开始减速。在圆盘减速过程中，以下说法正确的是 (ABD)



A. 处于磁场中的圆盘部分，靠近圆心处电势高

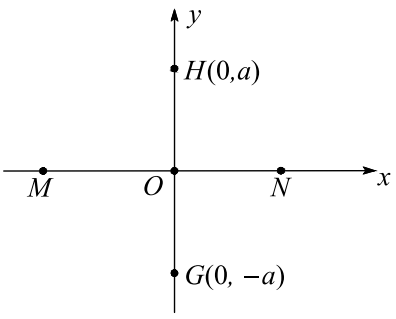
B. 所加磁场越强越易使圆盘停止转动

C. 若所加磁场反向，圆盘将加速转动

D. 若所加磁场穿过整个圆盘，圆盘将匀速转动

> 由右手定则可知，处于磁场中的圆盘部分，靠近圆心处电势高，选项 A 正确；根据 $E=BLv$ 可知所加磁场越强，则感应电动势越大，感应电流越大，产生的电功率越大，消耗的机械能越快，则圆盘越容易停止转动，选项 B 正确；若加反向磁场，根据楞次定律可知安培力阻碍圆盘的转动，故圆盘仍减速转动，选项 C 错误；若所加磁场穿过整个圆盘则圆盘中无感应电流，不消耗机械能，圆盘匀速转动。选项 D 正确，选项 ABD 正确。

5. 直角坐标系 xOy 中，M、N 两点位于 x 轴上，G、H 两点坐标如图，M、N 两点各固定一负点电荷，一电量为 Q 的正点电荷置于 O 点时，G 点处的电场强度恰好为零。静电力常量用 k 表示。若将该正点电荷移到 G 点，则 H 点处场强的大小和方向分别为 (B)

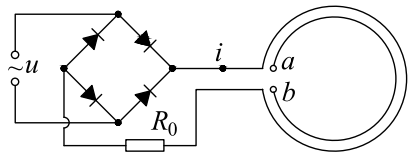


A. $\frac{3kQ}{4a^2}$，沿 y 轴正向　　B. $\frac{3kQ}{4a^2}$，沿 y 轴负向

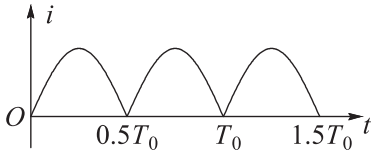
C. $\frac{5kQ}{4a^2}$，沿 y 轴正向　　D. $\frac{5kQ}{4a^2}$，沿 y 轴负向

因正电荷在 O 点时，G 点场强为零，则两负电荷在 G 点形成的电场的合场强为 $E_1 = k\frac{Q}{a^2}$；若将正电荷移到 G 点，则正电荷在 H 点的场强为 $E_2 = k\frac{Q}{(2a)^2} = \frac{1}{4}\frac{kQ}{a^2}$，因两负电荷在 G 点的场强与在 H 点的场强等大反向，则 H 点的合场强为 $E = E_1 - E_2 = \frac{3kQ}{4a^2}$，方向沿 y 轴负向，选项 B 正确。

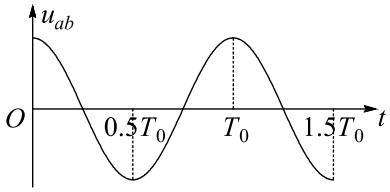
6. 如图 甲，R_0 为定值电阻，两金属圆环固定在同一绝缘平面内。左端连接在一周期为 T_0 的正弦交流电源上，经二极管整流后，通过 R_0 的电流 i 始终向左，其大小按图 乙 所示规律变化。规定内圆环 a 端电势高于 b 端时，a、b 间的电压为 u_{ab} 正，下列 $u_{ab} - t$ 图像可能正确的是 (C)



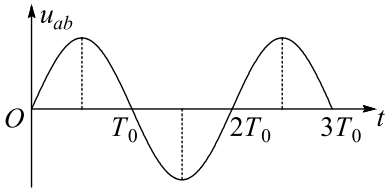
图甲



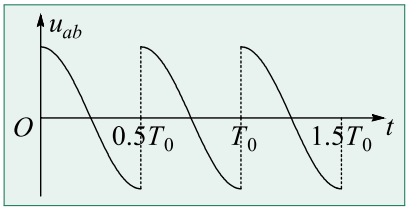
图乙



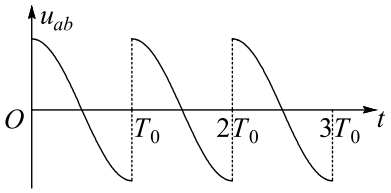
A.



B.



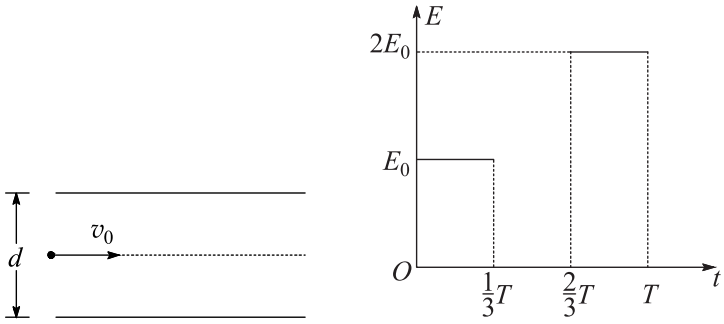
C.



D.

在第一个 $0.25T_0$ 时间内，通过大圆环的电流为顺时针逐渐增加，由楞次定律可判断内环内 a 端电势高于 b 端，而电流的变化率逐渐减小，所以内环的电动势逐渐减小；同理在第 $0.25T_0 \sim 0.5T_0$ 时间内，通过大圆环的电流为顺时针逐渐减小，由楞次定律可判断内环内 a 端电势低于 b 端，而电流的变化率逐渐变大，所以内环的电动势逐渐变大，由题所给选项图判定，选项 C 正确。

7. 如图 甲，两水平金属板间距为 d，板间电场强度的变化规律如图 乙 所示。$t = 0$ 时刻，质量为 m 的带电微粒以初速度 v_0 沿中线射入两板间，$0 \sim T/3$ 时间内微粒匀速运动，T 时刻微粒恰好经金属边缘飞出。微粒运动过程中未与金属板接触。重力加速度的大小为 g。关于微粒在 $0 \sim T$ 时间内运动的描述，正确的是 (BC)



图甲 图乙

A. 末速度大小为 $\sqrt{2}v_0$　　B. 末速度沿水平方向

C. 重力势能减少了 $mgd/2$　　D. 克服电场力做功为 mgd

因 $0\sim T/3$ 内微粒匀速运动，则 $qE_0=mg$；在 $T/3\sim 2T/3$ 时间内，微粒只受重力作用，做平抛运动，在 $2T/3$ 时刻的竖直分速度 $v_{y1}=gT/3$，水平分速度为 v_0；在 $2T/3\sim T$ 时间内有 $2qE_0-mg=ma$，得 $a=g$，方向向上，在 T 时刻，微粒的竖直分速度减小到 0，水平分速度仍为 v_0，A 错误，B 正确；微粒的重力势能减小了 $\Delta E_p=mgd/2$，C 正确；从射入到离开，由动能定理得：$mgd/2+W_{电}=0$，克服电场力做功 $mgd/2$，D 错误，选项 BC 正确。

8. 某同学通过下述实验验证力的平行四边形定则。

实验步骤：

①将弹簧秤固定在贴有白纸的竖直木板上，使其轴线沿竖直方向。

②如图 甲 所示，将环形橡皮筋一端挂在弹簧秤的秤钩上，另一端用圆珠笔尖竖直向下拉，直到弹簧秤示数为某一设定值时，将橡皮筋两端的位置记为 O_1、O_2，记录弹簧秤的示数 F，测量并记录 O_1、O_2 间的距离（即橡皮筋的长度 l）。每次将弹簧秤示数改变 0.50 N，测出所对应的 l，部分数据如下表所示：

F（N）	0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
l（cm）	l_0	10.97	12.02	13.00	13.98	15.05

③找出②中 $F=2.50$ N 时橡皮筋两端的位置，重新记为 O、O'，橡皮筋的拉力记为 $F_{OO'}$。

④在秤钩上涂抹少许润滑油，将橡皮筋搭在秤钩上，如图 乙 所示。用两圆珠笔尖成适当角度同时拉橡皮筋的两端，使秤钩的下端达到 O 点，将两笔尖的位置标记为 A、B，橡皮筋 OA 段的拉力记为 F_{OA}，OB 段的拉力记为 F_{OB}。

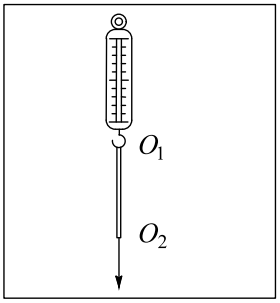
完成下列作图和填空：

（1）利用表中数据在给出的坐标纸上（见答题卡）画出 $F-l$ 图线，根据图线求得 $l_0=$ 10.00 cm。

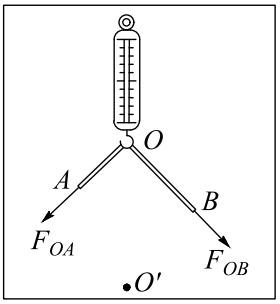
（2）测得 $OA=6.00$ cm，$OB=7.60$ cm，则 F_{OA} 的大小为 1.80 N。

（3）根据给出的标度，在答题卡上作出 F_{OA} 和 F_{OB} 的合力 F' 的图示。

（4）通过比较 F' 与$F_{OO'}$的大小和方向，即可得出实验结论。

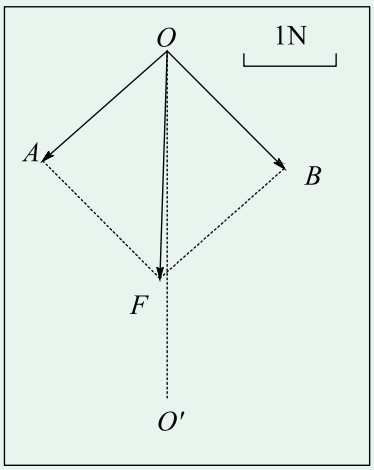


图甲

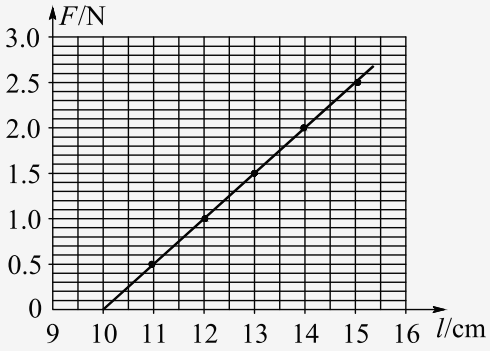


图乙

（1）10.00 cm（9.8、9.9、10.1 均正确）；（2）1.80 N（1.70 ～ 1.90 均正确）；（3）如图所示；（4）$F_{OO'}$。



（1）做出 $F-l$ 图像，求得直线的截距即为 l_0，可得 $l_0=10.00\,\text{cm}$；



（2）可计算弹簧的劲度系数为 $k=\frac{F}{\Delta x}=\frac{1}{0.02}\,\text{N/m}=50\,\text{N/m}$；若 $OA=6.00\,\text{cm}$，$OB=7.60\,\text{cm}$，则弹簧的弹力 $F=k\Delta l=50\times(6.00+7.60-10.00)\times10^{-2}\,\text{N}=1.8\,\text{N}$；则此时 $F_{OA}=F_{OB}=F=1.8\,\text{N}$；

（3）如图；

（4）通过比较 F' 和 $F_{OO'}$ 的大小和方向，可得出实验结论。

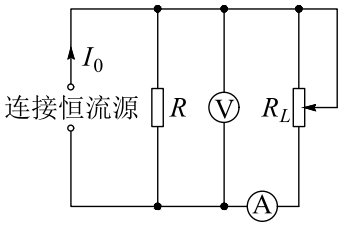
9. 如图 甲 所示的电路中，恒流源可为电路提供恒定电流 I_0，R 为定值电阻，电流表、电压表均可视为理想电表。某同学利用该电路研究滑动变阻器 R_L 消耗的电功率。改变 R_L 的阻值，记录多组电流、电压的数值，得到如图 乙 所示的 $U-I$ 关系图线。

回答下列问题：

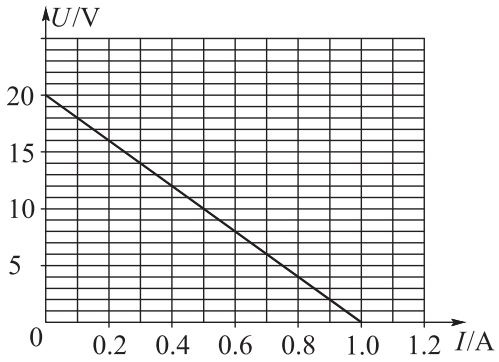
（1）滑动触头向下滑动时，电压表示数将减小（填“增大”或“减小”）；

（2）$I_0=$1.0 A；

（3）R_L 消耗的最大功率 5 W（保留一位有效数字）。



图甲



图乙

（1）减小；（2）1.0 A；（3）5 W。

（1）滑动头向下移动时，R_L 阻值减小，则总电阻减小，电压变小，则电压表读数变小；

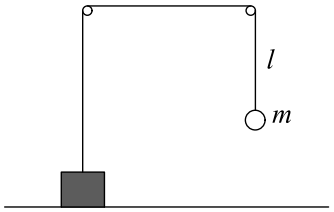
（2）由电路图可知：$I_0=I+\frac{U}{R}$，即：$U=I_0R-IR$，由 $U-I$ 图线可知，$I_0R=20$；而曲线的斜率为 R 的大小，$R=k=\frac{20}{1.0}\,\Omega=20\,\Omega$，则 $I_0=1.0\,\mathrm{A}$；

（3）R_L 消耗的功率为 $P=IU=20I-20I^2$，当 $I=0.5\,\mathrm{A}$ 时，功率的最大值为 $P_m=5\,\mathrm{W}$。

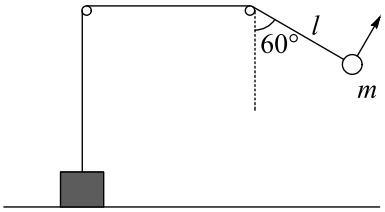
10. 如图 甲 所示，物块与质量为 m 的小球通过不可伸长的轻质细绳跨过两等高定滑轮连接。物块置于左侧滑轮正下方的表面水平的压力传感装置上，小球与右侧滑轮的距离为 l。开始时物块和小球均静止，将此时传感装置的示数记为初始值。现给小球施加一始终垂直于 l 段细绳的力，将小球缓慢拉起至细绳与竖直方向成 60° 角，如图 乙 所示，此时传感装置的示数为初始值的 1.25 倍；再将小球由静止释放，当运动至最低位置时，传感装置的示数为初始值的 0.6 倍。不计滑轮的大小和摩擦，重力加速度的大小为 g。求：

(1) 物块的质量；

(2) 从释放到运动至最低位置的过程中，小球克服空气阻力所做的功。



图甲



图乙

(1) $3m$； (2) $0.1mgl$。

（1）设开始时细绳的拉力大小为 T_1，传感装置的初始值为 F_1，物块质量为 M，由平衡条件得

对小球，$T_1 = mg$ ①

对物块，$F_1 + T_1 = Mg$ ②

当细绳与竖直方向的夹角为 $60°$ 时，设细绳的拉力大小为 T_2，传感装置的示数为 F_2，据题意可知，$F_2 = 1.25F_1$，由平衡条件得

对小球，$T_2 = mg\cos 60°$ ③

对物块，$F_2 + T_2 = Mg$ ④

联立①②③④式，代入数据得 $M = 3m$ ⑤

（2）设小球运动至最低位置时速度的大小为 v，从释放到运动至最低位置的过程中，小球克服阻力所做的功为 W_t，由动能定理得

$mgl(1 - \cos 60°) - W_t = \frac{1}{2}mv^2$ ⑥

在最低位置，设细绳的拉力大小为 T_3，传感装置的示数为 F_3，据题意可知，$F_3 = 0.6F_1$，对小球，由牛顿第二定律得

$T_3 - mg = m\frac{v^2}{l}$ ⑦

对物块，由平衡条件得 $F_3 + T_3 = Mg$ ⑧

联立①②⑤⑥⑦⑧式，代入数据得

$W_t = 0.1mgl$ ⑨

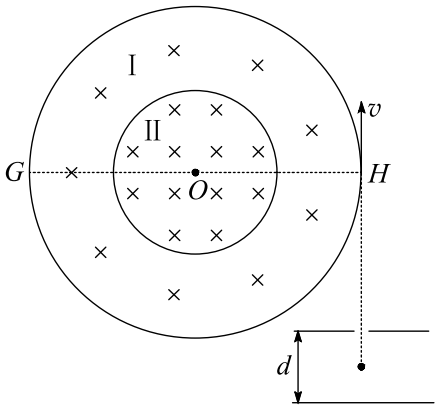
11. 如图所示，直径分别为 D 和 $2D$ 的同心圆处于同一竖直面内，O 为圆心，GH 为大圆

的水平直径。两圆之间的环形区域（Ⅰ区）和小圆内部（Ⅱ区）均存在垂直圆面向里的匀强磁场。间距为 d 的两平行金属极板间有一匀强电场，上极板开有一小孔。一质量为 m，电量为 $+q$ 的粒子由小孔下方 $d/2$ 处静止释放，加速后粒子以竖直向上的速度 v 射出电场，由 H 点紧靠大圆内侧射入磁场。不计粒子的重力。

(1) 求极板间电场强度的大小；

(2) 若粒子运动轨迹与小圆相切，求Ⅰ区磁感应强度的大小；

(3) 若Ⅰ区，Ⅱ区磁感应强度的大小分别为 $2mv/qD$，$4mv/qD$，粒子运动一段时间后再次经过 H 点，求这段时间粒子运动的路程。



(1) $\frac{mv^2}{qd}$ (2) $\frac{4mv}{qD}$ 或 $\frac{4mv}{3qD}$ (3) $5.5\pi D$

（1）设极板间电场强度的大小为 E，对粒子在电场中的加速运动，由动能定理得

$qE\frac{d}{2}=\frac{1}{2}mv^2$ ①

由①式得 $E=\frac{mv^2}{qd}$ ②

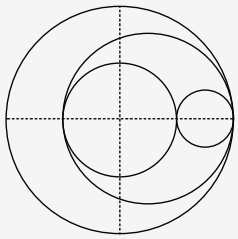
（2）设Ⅰ区磁感应强度的大小为 B，粒子做圆周运动的半径为 R，由牛顿第二定律得

$qvB=m\frac{v^2}{R}$ ③

如图 甲 所示，粒子运动轨迹与小圆相切有两种情况。若粒子轨迹与小圆外切，由几何关系得

$R=\frac{D}{4}$ ④

联立③④式得 $B=\frac{4mv}{qD}$ ⑤



图甲

若粒子轨迹与小圆内切，由几何关系得

$R=\frac{3D}{4}$ ⑥

联立③⑥式得 $B=\frac{4mv}{3qD}$ ⑦

（3）设粒子在Ⅰ区和Ⅱ区做圆周运动的半径分别为 R_1、R_2，由题意可知Ⅰ和Ⅱ区磁感应强度的大小分别为 $B_1=\frac{2mv}{qD}$、$B_2=\frac{4mv}{qD}$，由牛顿第二定律得

$qvB_1=m\frac{v^2}{R_1}$，$qvB_2=m\frac{v^2}{R_2}$ ⑧

代入数据得 $R_1=\frac{D}{2}$，$R_2=\frac{D}{4}$ ⑨

设粒子在Ⅰ区和Ⅱ区做圆周运动的周期分别为 T_1、T_2，由运动学公式得

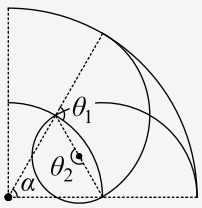
$T_1=\frac{2\pi R_1}{v}$，$T_2=\frac{2\pi R_2}{v}$ ⑩

据题意分析，粒子两次与大圆相切的时间间隔内，运动轨迹如图 乙 所示，根据对称可知，Ⅰ区两段圆弧所对圆心角相同，设为 θ_1，Ⅱ区内圆弧所对圆心角设为 θ_2，圆弧和大圆的两个切点与圆心 O 连线间的夹角设为 α，有几何关系得

$\theta_1=120°$⑪

$\theta_2=180°$⑫

$\alpha=60°$⑬



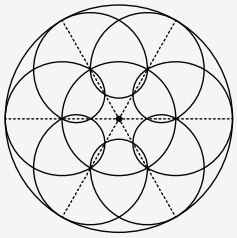
图乙

粒子重复上述交替运动回到 H 点，轨迹如图 丙 所示，设粒子在Ⅰ区和Ⅱ区做圆周运动的时间分别为 t_1、t_2，可得

$t_1=\frac{360°}{\alpha}\times\frac{\theta_1\times2}{360°}T_1$，$t_2=\frac{360°}{\alpha}\times\frac{\theta_2}{360°}T_2$⑭

设粒子运动的路程为 s，由运动学公式得

$s=v(t_1+t_2)$⑮



图丙

联立⑨⑩ ⑪⑫⑬⑭⑮ 式得 $s = 5.5\pi D$⑯

12.【物理——选修 3-3】（12 分）

（1）（4 分）墨滴入水，扩而散之，徐徐混匀。关于该现象的分析正确的是 (BC)。（双选，填正确答案标号）

A. 混合均匀主要是由于碳粒受重力作用

B. 混合均匀的过程中，水分子和碳粒都做无规则运动

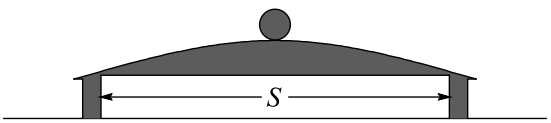
C. 使用碳粒更小的墨汁，混合均匀的过程进行得更迅速

D. 墨汁的扩散运动是由于碳粒和水分子发生化学反应引起的

（2）（8 分）扣在水平桌面上的热杯盖有时会发生被顶起的现象。如图，截面积为 S 的热杯盖扣在水平桌面上，开始时内部封闭气体的温度为 300 K，压强为大气压强 p_0。当封闭气体温度上升至 303 K 时，杯盖恰好被整体顶起，放出少许气体后又落回桌面，其内部压强立即减为 p_0，温度仍为 303 K。再经过一段时间，内部气体温度恢复到 300 K。整个过程中封闭气体均可视为理想气体。求：

(1) 当温度上升到 303 K 且尚未放气时，封闭气体的压强；

(2) 当温度恢复到 300 K 时，竖直向上提起杯盖所需的最小力。



(1) $\frac{101}{100}p_0$ (2) $\frac{201}{10100}p_0S$

（1）根据分子动理论的知识可知，混合均匀主要是由于水分子做无规则运动，碳粒的无规则运动为布朗运动；由于布朗运动的剧烈程度与颗粒大小和温度有关，所以使用碳粒更小的墨汁，布朗运动会越明显，则混合均匀的过程进行得更迅速，选项 B、C 正确。

（2）（i）以开始封闭的气体为研究对象，由题意可知，初状态温度 $T_0 = 300\,\mathrm{K}$，压强为 p_0，末状态温度 $T_1 = 303\,\mathrm{K}$，压强设为 p_1，由查理定律得

$\frac{p_0}{T_0}=\frac{p_1}{T_1}$ ①

代入数据得 $p_1=\frac{101}{100}p_0$ ②

（ii）设杯盖的质量为 m，刚好被顶起时，由平衡条件得

$p_1S=p_0S+mg$ ③

放出少许气体后，以杯盖内的剩余气体为研究对象，由题意可知，初状态温度 $T_2=303\,\mathrm{K}$，压强 $p_2=p_0$，末状态温度 $T_3=300\,\mathrm{K}$，压强设为 p_3，由查理定律得

$\frac{p_2}{T_2}=\frac{p_3}{T_3}$ ④

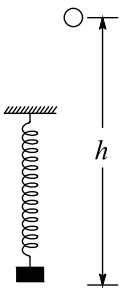
设提起杯盖所需的最小力为 F，由平衡条件得

$F+p_3S=p_0S+mg$ ⑤

联立②③④⑤式，代入数据得 $F=\frac{201}{10100}p_0S$ ⑥

13.【物理——选修 3-4】（12 分）

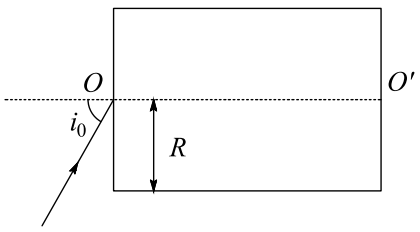
（1）（4 分）如图，轻弹簧上端固定，下端连接一小物块，物块沿竖直方向做简谐运动。以竖直向上为正方向，物块简谐运动的表达式为 $y=0.1\sin(2.5\pi t)\,\mathrm{m}$。$t=0$ 时刻，一小球从距物块 h 高处自由落下；$t=0.6\,\mathrm{s}$ 时，小球恰好与物块处于同一高度。取重力加速度的大小为 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$。以下判断正确的是（AB）（双选，填正确答案标号）



A. $h=1.7\,\mathrm{m}$　　B. 简谐运动的周期是 $0.8\,\mathrm{s}$

C. $0.6\,\mathrm{s}$ 内物块运动的路程是 $0.2\,\mathrm{m}$　　D. $t=0.4\,\mathrm{s}$ 时，物块与小球运动方向相反

（2）（8 分）半径为 R、介质折射率为 n 的透明圆柱体，过其轴线 OO' 的截面如图所示。位于截面所在平面内的一细束光线，以角 i_0 由 O 点入射，折射光线由上边界的 A 点射出。当光线在 O 点的入射角减小至某一值时，折射光线在上边界的 B 点恰好发生全反射。求 A、B 两点间的距离。



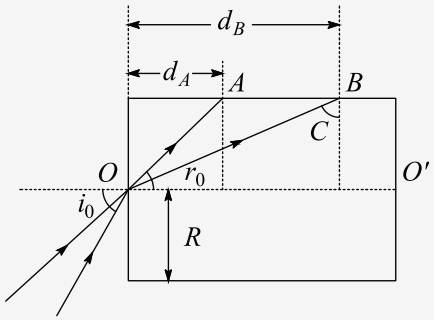
$\left(\frac{1}{\sqrt{n^2-1}}-\frac{\sqrt{n^2-\sin^2 i_0}}{\sin i_0}\right)R$

（1）$t=0.6\,\mathrm{s}$ 时，物块的位移为 $y=0.1\sin(2.5\pi\times 0.6)\,\mathrm{m}=-0.1\,\mathrm{m}$；而小球 $h+|y|=\frac{1}{2}gt^2$，解得 $h=1.7\,\mathrm{m}$，A 正确；简谐运动周期为 $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{2.5\pi}\,\mathrm{s}=0.8\,\mathrm{s}$，B 正确；0.6 s 内物块运动的路程为 $3A=0.3\,\mathrm{m}$，C 错误；$t=0.4\,\mathrm{s}=\frac{T}{2}$，此时物块在平衡位置向下振动与小球运动方向相同，D 错误，选项 A、B 正确。

（2）当光线在 O 点的入射角为 i_0 时，设折射角为 γ_0，由折射定律得

$\frac{\sin i_0}{\sin\gamma_0}=n$ ①

设 A 点与左端面的距离为 d_A，由几何关系得



$\sin\gamma_0=\frac{R}{\sqrt{d_A^2+R^2}}$ ②

若折射光线恰好发生全反射，则在 B 点的入射角恰好为临界角 C，设 B 点与左端面的距离为 d_B，由折射定律得

$\sin C=\frac{1}{n}$ ③

由几何关系得 $\sin C=\frac{d_B}{\sqrt{d_B^2+R^2}}$ ④

设 A、B 两点间的距离为 d，可得 $d=d_B-d_A$ ⑤

联立①②③④⑤式得 $d=\left(\frac{1}{\sqrt{n^2-1}}-\frac{\sqrt{n^2-\sin^2 i_0}}{\sin i_0}\right)R$ ⑥

14.【物理——选修 3-5】（12 分）

（1）（4 分）^{14}C 发生放射性衰变为 ^{14}N，半衰期约为 5700 年。已知植物存活其间，其体内 ^{14}C 与 ^{12}C 的比例不变；生命活动结束后，^{14}C 的比例持续减少。现通过测量得知，某古木样品中 ^{14}C 的比例正好是现代植物所制样品的二分之一。下列说法正确的是（AC）（双选，填正确答案标号）

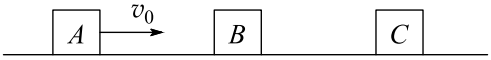
A. 该古木的年代距今约为 5700 年

B. ^{12}C、^{13}C、^{14}C 具有相同的中子数

C. ^{14}C 衰变为 ^{14}N 的过程中放出 β 射线

D. 增加样品测量环境的压强将加速 ^{14}C 的衰变

（2）（8 分）如图，三个质量相同的滑块 A、B、C，间隔相等地静置于同一水平轨道上。现给滑块 A 向右的初速度 v_0，一段时间后 A 与 B 发生碰撞，碰后 AB 分别以 $v_0/8$、$3v_0/4$ 的速度向右运动，B 再与 C 发生碰撞，碰后 B、C 粘在一起向右运动。滑块 A、B 与轨道间的动摩擦因数为同一恒定值。两次碰撞时间极短。求 B、C 碰后瞬间共同速度的大小。



$v = \frac{\sqrt{21}}{16} v_0$

（1）古木样品中 ^{14}C 的比例正好是现代植物所制样品的二分之一，则可知经过的时间为一个半衰期，即该古木的年代距今约为 5700 年，A 正确；^{12}C、^{13}C、^{14}C 具有相同的质子数，由于质量数不同，故中子数不同，B 错误；根据核反应方程可知，^{14}C 衰变为 ^{14}N 的过程中放出电子，即发出 β 射线，C 正确；外界环境不影响放射性元素的半衰期，D 错误；选项 A、C 正确。

（2）设滑块质量为 m，A 与 B 碰撞前 A 的速度为 v_A，由题意知，碰撞后 A 的速度 $v'_A = \frac{1}{8} v_0$，B 的速度 $v_B = \frac{3}{4} v_0$，由动量守恒定律得

$mv_A = mv'_A + mv_B$ ①

设碰撞前 A 克服轨道阻力所做的功为 W_A，由功能关系得

$W_A = \frac{1}{2} mv_0^2 - \frac{1}{2} mv_A^2$ ②

设 B 与 C 碰撞前 B 的速度为 v'_B，B 克服轨道阻力所做的功为 W_B，由功能关系得

$W_B = \frac{1}{2} mv_B^2 - \frac{1}{2} mv_B'^2$ ③

据题意可知 $W_A = W_B$ ④

设 B、C 碰后瞬间共同速度的大小为 v，由动量守恒定律得

$mv'_B = 2mv$ ⑤

联立①②③④⑤式，代入数据得 $v = \frac{\sqrt{21}}{16} v_0$ ⑥