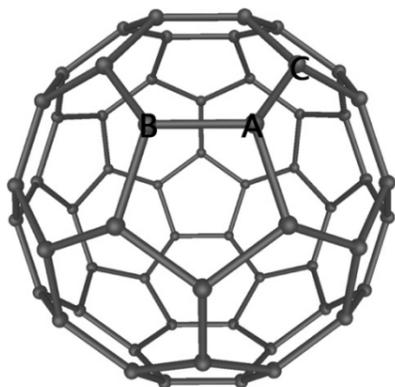


第一题

一位同学从食堂买了一碗黑米粥，因急于赶回教室刷题，边走边吃。已知黑米粥初温 $T_0=70^\circ\text{C}$ ，环境温度 $T=15^\circ\text{C}$ ，黑米粥比热容为 $c=2500\text{J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ，初质量 $m_0=200\text{g}$ ，吃粥速率 $\alpha=25\text{g}/\text{min}$ ，且粥和空气之间的热传导系数为 $k=0.6\text{W}/^\circ\text{C}$ 。忽略嘴巴与粥接触而散失的热量，且该同学自带保温碗热容不计。试根据牛顿冷却定律估算其走到教室时粥的温度。

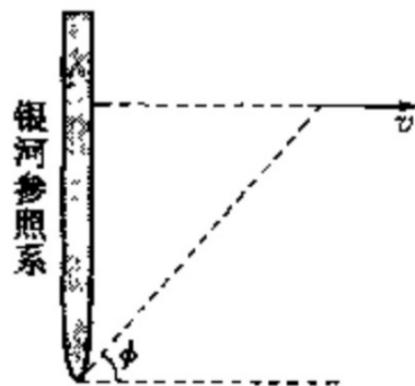
第二题

C60 结构如右图所示。将每一条边(键)想象为 1Ω 的电阻，试求 AB 之间的电阻、AC 之间的电阻。



第三题

在弗雷德·霍尔的一本小说的末尾，书中的英雄以高的洛伦兹系数和与银河系平面成直角的方向飞行，他说他似乎在一个蓝边红体的“金鱼碗”内部朝碗口飞行。费曼用 25 张百元钞票打赌说，来自银河系的光看来不会是这样。已知他相对银河参照系的飞行速率 $v=0.99c$ ，并观察到他飞行方向与他和银河系边缘连线的夹角 $\phi=45^\circ$ ，如图所示。



- (1) 试求在宇宙英雄看来，来自银河系边缘的光的方向与他飞行方向之间的夹角；
- (2) 试求宇宙英雄接收到的来自银河系边缘的光的频率与实际发出的光的频率之比；

(3) 取不同方向的光线计算红移量，并判断谁赌赢了。

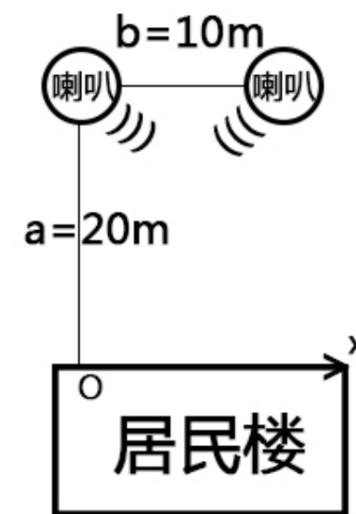
第四题

一根轻杆两端通过两根轻质弹簧 A 和 B 悬挂在天花板下，一物块 D 通过轻质弹簧 C 连在轻杆上。A、B 和 C 的劲度系数分别为 k_1 、 k_2 和 k_3 。D 的质量为 m 。C 与轻杆的连接点到 A 和 B 的水平距离分别为 a 和 b ；整个系统平衡时，轻杆接近水平。假设物块 D 在竖直方向做微小振动，A、B 始终可视为竖直，忽略空气阻力。

- (1) 求系统处于平衡位置时各弹簧相对于各自原长的伸长；
- (2) 求物体 D 上下微小振动的固有频率；
- (3) 当 a 和 b 满足什么条件时，物块 D 的固有频率最大？并求出该固有频率的最大值。

第五题

广场舞大妈有两个大喇叭，其相对居民楼的位置如图所示。大喇叭发出球面波，距离 1m 处响度为 120dB，而 80dB 的噪音使人产生泼粪欲望。将声波的干涉按照横波计算，且忽略不同波束夹角的影响。已知声波在空气中衰减系数为 $k=0.09/\text{m}$ ，空气中声速为 $u=340\text{m}/\text{s}$ ，频率按 $f=1000\text{Hz}$ 计算。



提示：声音响度(声强级)的定义为 $L=10\lg(I/I_0)$ dB， I 为声强， $I_0=10^{-12}\text{W}/\text{m}^2$ 为参考声强。在同一介质中声强正比于振幅的平方。

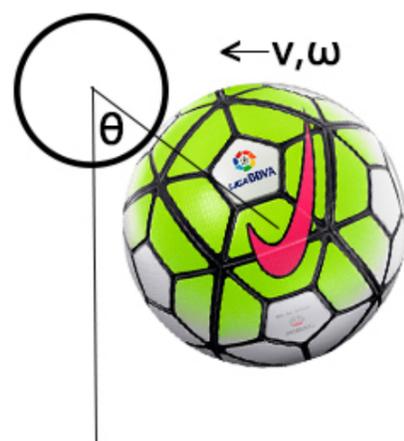
- (1) 已知第 n 层楼窗口高度为 $h=3n+1$ ，试分别求 1 至 4 层楼产生泼粪欲望的住户的

范围(用 x 表示)。

(2)在某一时刻, 2 楼所有产生泼粪欲望的住户借助外力, 以 $v=5\text{m/s}$ 的极高初速度向窗外泼粪, 试求广场舞大妈可能被淋到的范围。

第六题

在巴萨 4:0 皇马的比赛中, C 罗一脚射门击中横梁弹出。考虑以下模型: 足球以 v 的水平初速度朝横梁飞去, 且带有角速度 ω 的逆时针旋转, 如图所示。随后足球与横梁发生斜碰, 恢复系数 $e=0.7$, 摩擦因数 $\mu=0.7$ 。试就以下三种情况讨论 θ 为何值时球能够打进(忽略门线宽度, 虽然本不该忽略)。



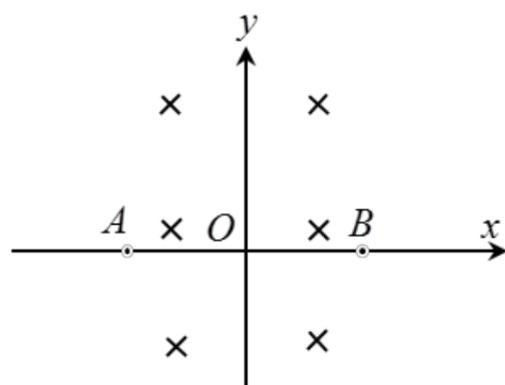
(1) $\omega=0$

(2) $v=20\text{m/s}$, $\omega=6\text{rad/s}$

(3) $v=20\text{m/s}$, $\omega=12\text{rad/s}$

第七题

如图在匀强磁场 B 中, 有两个质量为 m 的点电荷 A 、 B , 间距为 l , 电量均为 $+q$, 初态静止。考虑静电作用, 静电常数为 k , 不考虑相对论效应。



(1)求此后两个粒子运动的最大间距。

(2)将 B 的电量由 $+q$ 改为 $-q$, 要求两个粒子不要发生碰撞, 则磁场最小值 B_0 为多少?

(3)若磁场为大于上一问的最小值 B_0 的 B_1 时, 求出粒子之后运动中的最近距离 l_0 。