重 庆 大 学

学 生 实 验 报 告

实验课程名称 数学实验

开课实验室 数学实验中心 LD104

学 院 大数据与软件学院 年级 2021 级 专业班软件工程 X 班

学 生 姓 名 XXX 学 号 2021XXXX

学 生 姓 名 XXX 学 号 2021XXXX

开 课 时 间 2022 至 2023 学年第 1 学期

总 成 绩	

数 统 学 院 制

开课学院、实验室：数学与统计学院、LD104 实验时间 ： 2022 年 10 月 7 日

课程名称	数学实验	实验项目名称	房室模型	实验项目类型				
				验证	演示	综合	设计	其他
指导教师	XX	成绩				√		

题目 1

Apollo 卫星的运动轨迹的绘制

$$\ddot{x} = 2\dot{y} + x - \frac{\mu_1(x+\mu)}{r_1^3} - \frac{\mu(x-\mu_1)}{r_2^3},$$

$$\ddot{y} = -2\dot{x} + y - \frac{\mu_1 y}{r_1^3} - \frac{\mu y}{r_2^3},$$

$$\mu = 1/82.45, \quad \mu_1 = 1-\mu,$$

$$r_1 = \sqrt{(x+\mu)^2 + y^2}, \quad r_2 = \sqrt{(x-\mu_1)^2 + y^2}$$

$$x(0) = 1.2, \dot{x}(0) = 0, y(0) = 0, \dot{y}(0) = -1.04935751$$

程序 1

Step1：建立函数 M 文件 apollo.m；

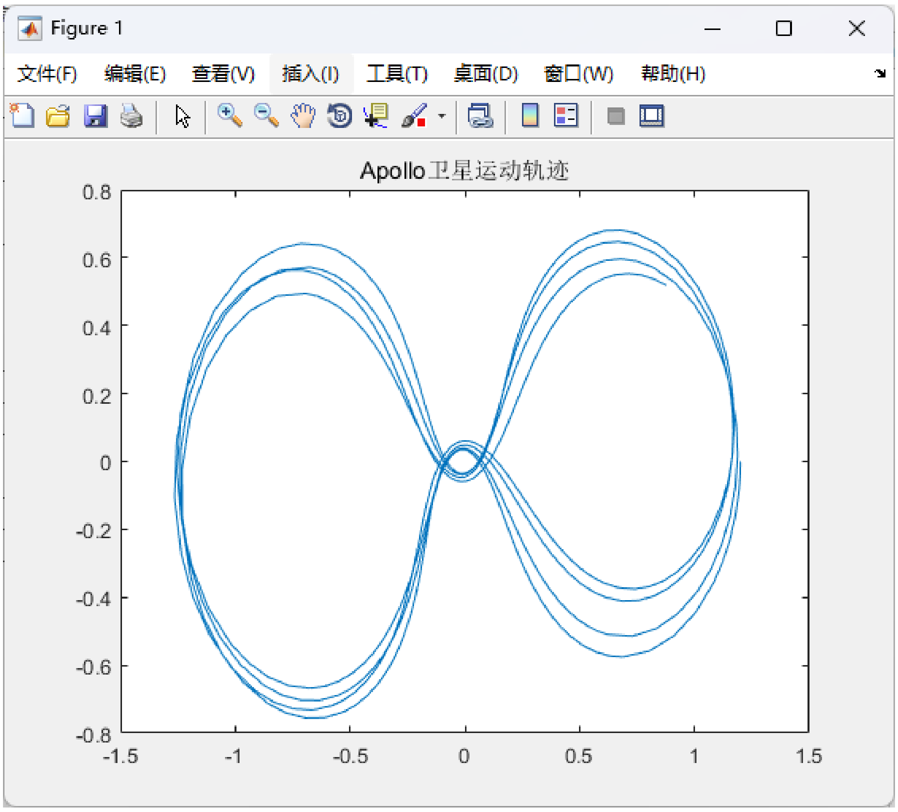
```
function dx=appollo(t,x)
    parameter1=1/82.45;
    parameter2=1-parameter1;
    r1=sqrt((x(1)+parameter1)^2+x(3)^2);
    r2=sqrt((x(1)-parameter2)^2+x(3)^2);
    %列向量
    dx=[x(2)
    2*x(4)+x(1)-parameter2*(x(1)+parameter1)/r1^3-parameter1*(x(1)-parameter2)/r2^3
    x(4)
    -2*x(2)+x(3)-parameter2*x(3)/r1^3-parameter1*x(3)/r2^3];
```

Step2：建立主程序 M 文件 main.m；

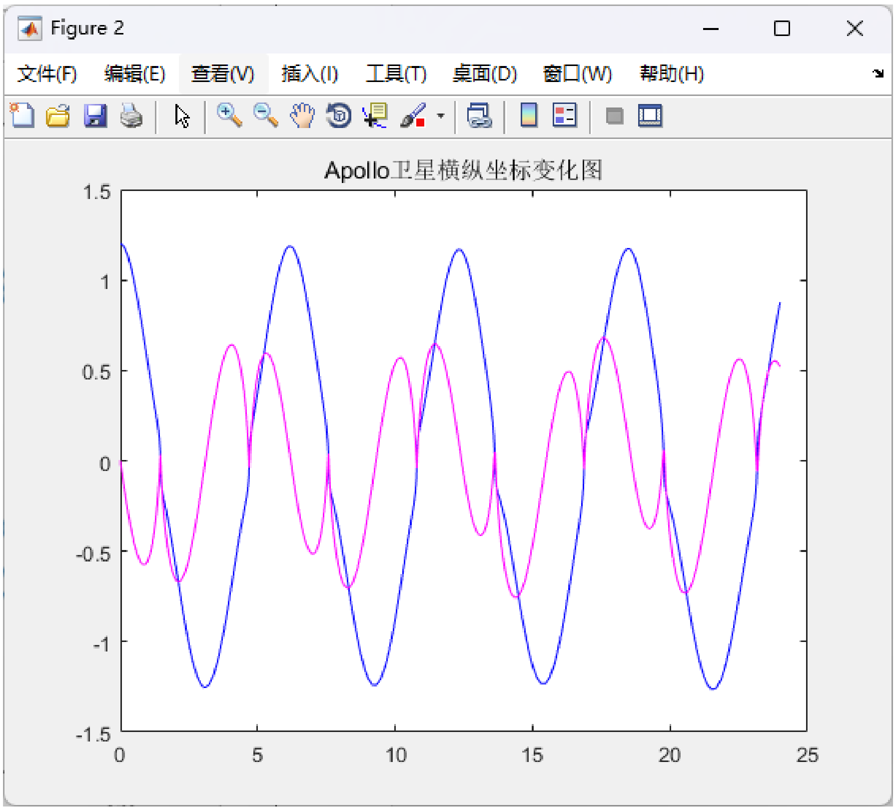
```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%绘制运动轨迹
x0=[1.2;
    0;
    0;
    -1.04935751];
[t,y]=ode45(@appollo,[0,24],x0);
plot(y(:,1),y(:,3));
title('Apollo卫星运动轨迹');
%绘制横纵坐标变化图
figure(2);
plot(t,y(:,1),'b',t,y(:,3),'m');
title('Apollo卫星横纵坐标变化图');
```

结果 1

Step1：Apollo 卫星运动轨迹图；



Step2：横纵坐标变化图；



分析 1

使用 ode45 函数、ploy 函数、自定义功能函数 apollo 进行求解，得到结果。

题目 2

一个圆柱形的容器，内装 350 升的均匀混合的盐水溶液。如果纯水以每秒 14 升的速度从容器顶部流入，同时，容器内的混合的盐水以每秒 10.5 升的速度从容器底部流出。开始时，容器内盐的含量为 7 千克。求经过时间 t 后容器内盐的含量。

程序 2

Step1：求解析解；

```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%求解析解
y=dsolve('Dy*(350+3.5*x)=-y*10.5','y(0)=7','x')
```

Step2：求图形解；

```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%求图形解
y=zeros(1,2000);
v=350;
y(1)=7;
dt=.1;
for i=2:2000
    v=350+14*dt-10.5*dt;
    y(i)=y(i-1)-y(i-1)/v*10.5*dt;
end
plot(1:2000,y)
```

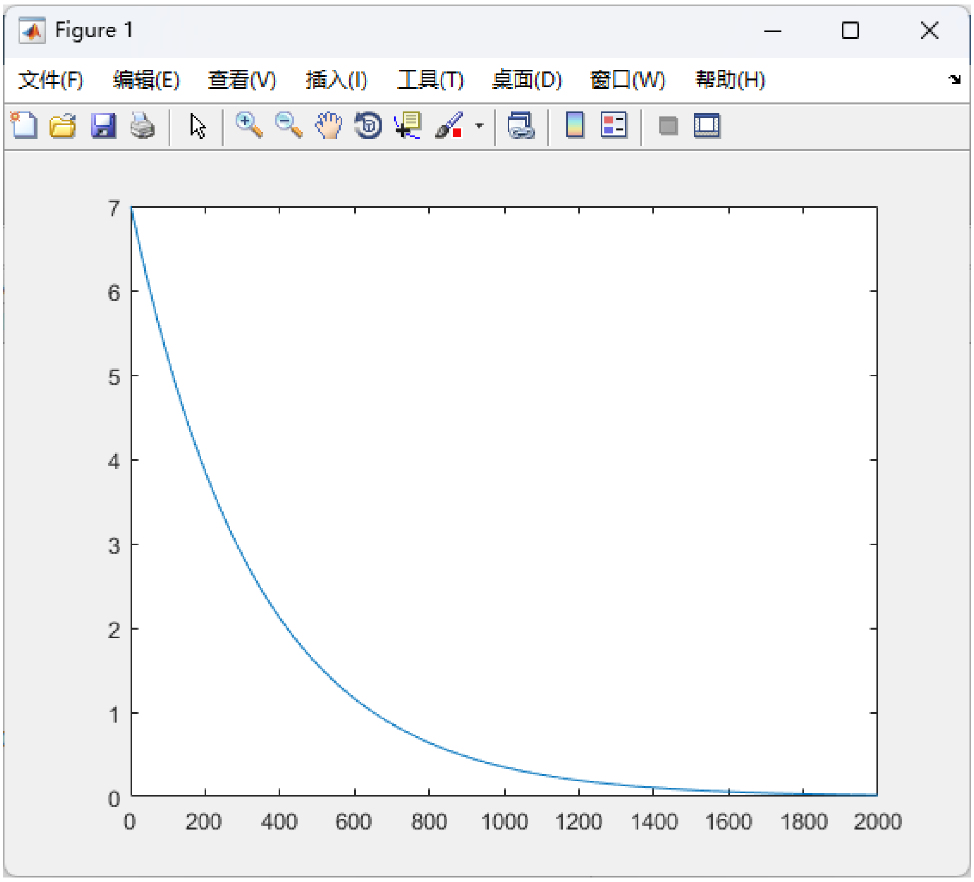
结果 2

Step1：解析解；

```
y =

7000000/(x + 100)^3
```

Step2：图形解；



分析 2

根据题意建立微分方程，然后进行化简，利用 matlab 自带的 dsolve 函数求出解析解，再利用 zeros 函数和 plot 函数画出图形解，更为直观。

题目 3

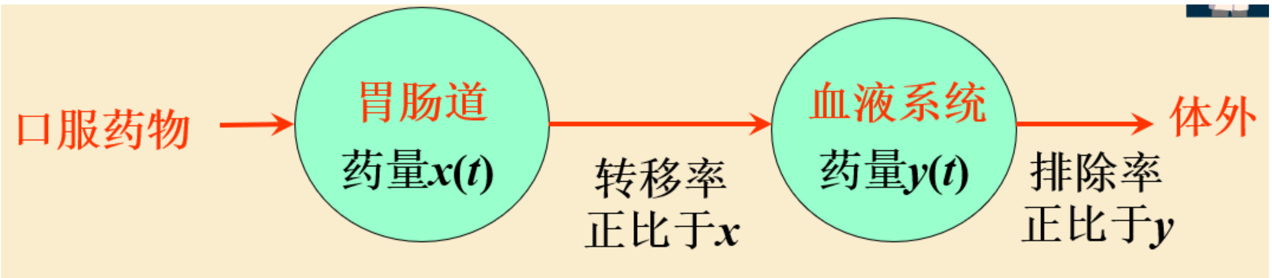
在药物中毒问题中，如果医生采用洗胃的治疗方案，请建立数学模型、设定相关参数，讨论此时的治疗效果。

程序 3

1. 问题重述

两位家长带着孩子急匆匆来到医院急诊室，诉说两小时前孩子一次误吞下 11 片治疗哮喘病、剂量 100mg/片的氨茶碱片，已出现呕吐、头晕等不良症状。按照药品使用说明书，氨茶碱的每次用量成人是 100~200mg ，儿童是 3~5 mg/kg。过量服用可使血药浓度(单位血液容积中的药量)过高，100μg/ml 浓度会出现严重中毒，200μg/ml 浓度可致命。医生需要判断：孩子的血药浓度会不会达到 100~200 μg/ml；如果会达到，应采取怎样的紧急施救方案。

2. 问题分析



（1）可认为血液系统内药物的分布，即血药浓度是均匀的，可以将血液系统看作一个房室，建立“一室模型” ；

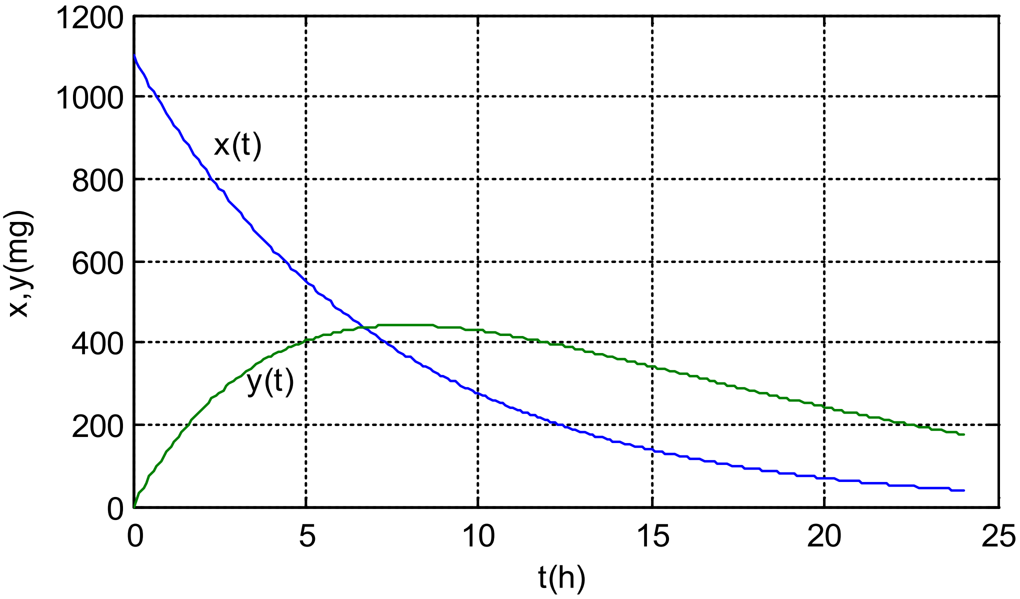
（2）血液系统对药物的吸收率和排除率可以由半衰期(下降一半所需时间)确定；

（3）半衰期可以从药品说明书上查到(氨茶碱被吸收的半衰期为 5h，排除的半衰期为 6h） ；

（4）血药浓度=药量/血液总量；

（5）通常，血液总量约为人体体重的 7 % ~8%，体重 50~60 kg 的成年人有 4000ml 左右的血液，目测这个孩子的体重约为成年人的一半，可认为其血液总量约为 2000ml；

（6）t=2 时，孩子到达医院就已严重中毒，约 3h 后将达到致命标准；



（7）临床施救方法：①口服活性炭；②体外血液透析；③洗胃：包括催吐洗胃术和胃管洗胃术（主要方法)。

3. 模型假设

（1）设胃肠道中药量 x(t)， 血液系统中药量 y(t)，时间 t 以孩子误服药的时刻为起点（t=0)；

（2）假设胃肠道中药物向血液的转移率与 x(t) 成正比，比例系数 λ(>0)，总剂量 1100 mg 药物在 t=0 瞬间进入胃肠道， x(0)=1100；

（3）假设血液系统中药物的排除率与 y(t) 成正比，比例系数 μ(>0)，t=0 时血液中无药物， y(0)=0；

（4）氨茶碱被吸收的半衰期为 5 h，排除的半衰期为 6 h；

（5）假设孩子的血液总量为 2000 ml；

（6）假设孩子送到医院后（t=2 时）便开始采取治疗；

（7）治疗手段采取过程所需时间忽略不计；

4.模型建立

（1）胃肠道药量 x(t),x(0)=1100，转移率正比于 x，dx/dt=-λx=dy/dt；

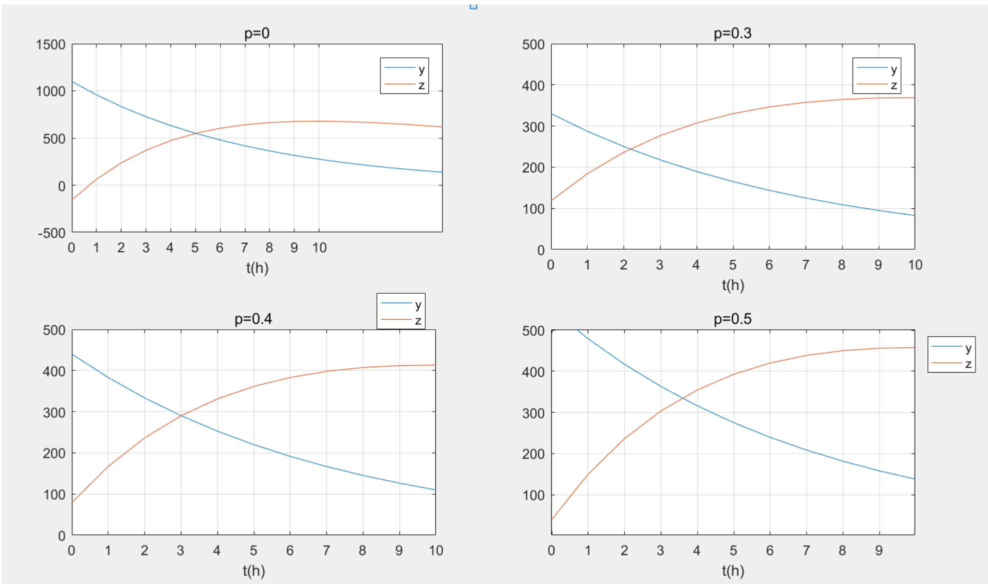
（2）设洗胃后胃肠道药物剩余量占比为 p，胃肠道药量 y(2)=px(2),y(t)=p(t)；

（3）血液系统药量 z(t)，z(0)=0，排除率正比于 z，dz/dt=λx-γz。

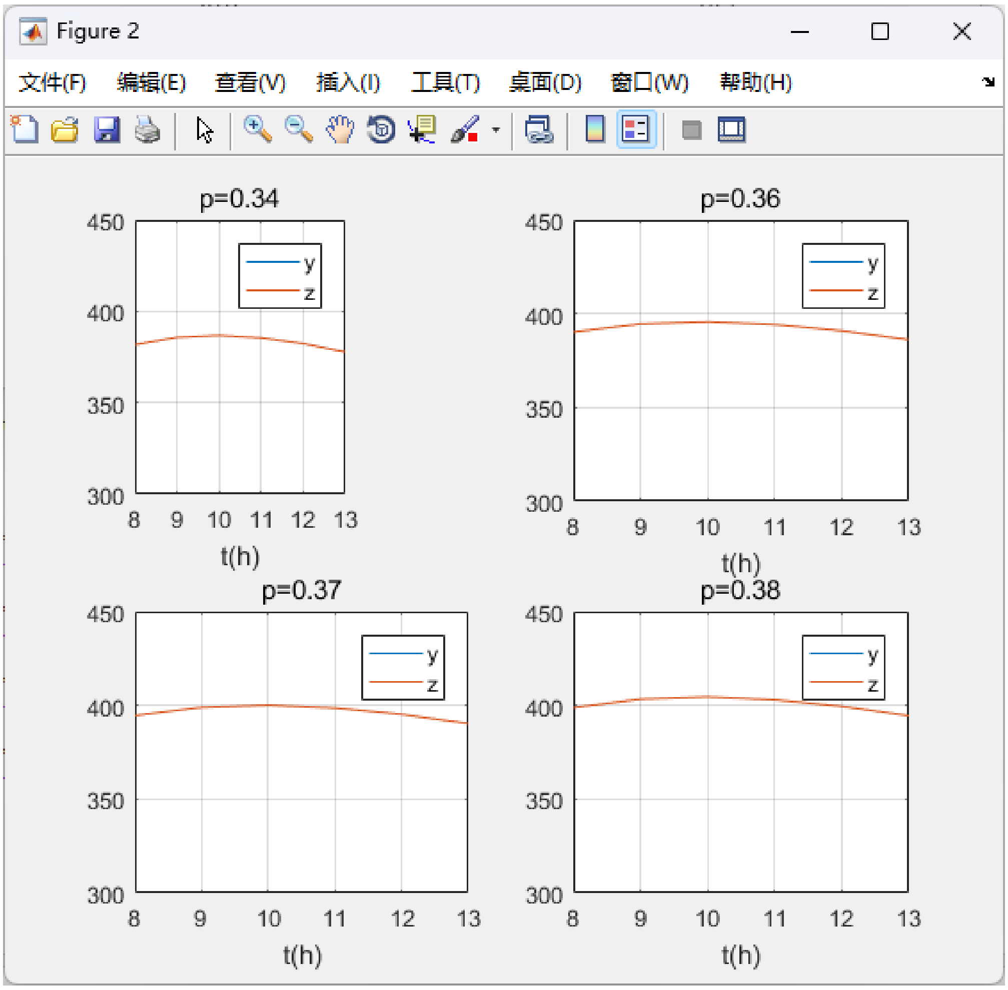
5.绘图代码如下：

```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%清空当前图窗
clf;
t=[0:1:15];
x=1100*exp((-0.1386)*t);
q=236.5;
z=6600*(exp(-0.1155*(t-2))-exp(-0.1386*(t-2)));
subplot(2,3,1),plot(t,x,t,q+z);grid on,...
    title('p=0'),xlabel('t(h)'),legend('y','z'),set(gca,'XTick',0:1:10)
subplot(2,2,2),plot(t,0.3*x,t,q+0.3*z);grid on,axis([0,10,0,500]),...
    title('p=0.3'),xlabel('t(h)'),legend('y','z'),set(gca,'XTick',0:1:10)
subplot(2,2,3),plot(t,0.4*x,t,q+0.4*z);grid on,axis([0,10,0,500]),...
    title('p=0.4'),xlabel('t(h)'),legend('y','z'),set(gca,'XTick',0:1:10)
subplot(2,2,4),plot(t,0.5*x,t,q+0.5*z);grid on,axis([0,10,0,500]),...
    title('p=0.5'),xlabel('t(h)'),legend('y','z'),set(gca,'XTick',0:1:10)
figure(2);
subplot(2,3,1),plot(t,0.34*x,t,q+0.34*z);grid on,axis([8,13,300,450]),...
    title('p=0.34'),xlabel('t(h)'),legend('y','z'),set(gca,'XTick',8:1:13)
subplot(2,2,2),plot(t,0.36*x,t,q+0.36*z);grid on,axis([8,13,300,450]),...
    title('p=0.36'),xlabel('t(h)'),legend('y','z'),set(gca,'XTick',8:1:13)
subplot(2,2,3),plot(t,0.37*x,t,q+0.37*z);grid on,axis([8,13,300,450]),...
    title('p=0.37'),xlabel('t(h)'),legend('y','z'),set(gca,'XTick',8:1:13)
subplot(2,2,4),plot(t,0.38*x,t,q+0.38*z);grid on,axis([8,13,300,450]),...
    title('p=0.38'),xlabel('t(h)'),legend('y','z'),set(gca,'XTick',8:1:13)
```

结果 3



可初步确定 p 的值应该在 0.3~0.4 之间；



由图可知，想要孩子洗胃后脱离危险，p 至多为 0.37。

即洗胃须达到使孩子胃肠道药物剩余量为原先的 37%及以下才能保证孩子安全。

分析 3

本题建立一室模型，对微分方程求解，利用图像得出结论，可以进行进一步操作以求得精度更高的 p 值，来保障孩子的生命安全。而临床上是否需要采取这种办法，当由医生综合考虑并征求病人家属意见后确定。

题目 4

在饮酒驾车问题中，请给经常开车又爱喝酒（每天只喝一次）的大李具体的出行建议。

程序 4

1.问题重述

据报载，2003 年全国道路交通事故死亡人数为 10.4372 万，其中因饮酒驾车造成的占有相当的比例。

针对这种严重的道路交通情况，国家质量监督检验检疫局 2004 年 5 月 31 日发布了新的《车辆驾驶人员血液、呼气酒精含量阈值与检验》国家标准，新标准规定，车辆驾驶人员血液中的酒精含量大于或等于

20 毫克／百毫升，小于 80 毫克／百毫升为饮酒驾车（原标准是小于 100 毫克／百毫升），血液中的酒精含量大于或等于 80 毫克／百毫升为醉酒驾车（原标准是大于或等于 100 毫克／百毫升）。

请给经常开车又爱喝酒（每天只喝一次）的大李具体的出行建议。

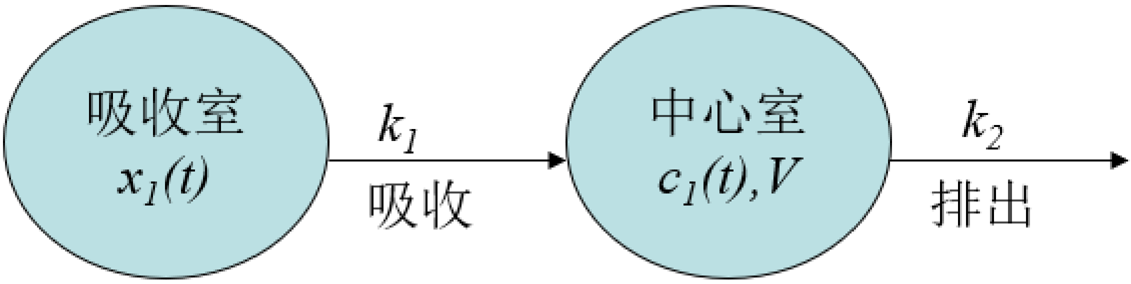
2.问题分析：

（1）人的体液占人的体重的 65%至 70%，其中血液只占体重的 7%左右；而药物（包括酒精）在血液中的含量与在体液中的含量大体是一样的；

（2）体重约 70kg 的某人在短时间内喝下 2 瓶啤酒后，隔一定时间测量他的血液中酒精含量（毫克／百毫升），得到数据如下：

时间（小时）	0.25	0.5	0.75	1	1.5	2	2.5	3	3.5
酒精含量	30	68	75	82	82	77	68	68	58
时间（小时）	6	7	8	9	10	11	12	13	14
酒精含量	38	35	28	25	18	15	12	10	7

（3）大李喝下啤酒后，酒精先从肠胃吸收进入血液和体液中，然后从血液和体液向体外排出。可以建立房室模型，将肠胃看成吸收室，将血液与体液看成中心室(见下图)；



（4）吸收和排出的过程都可以简化成一级反应来处理，加起来得到体液内酒精吸收和排出过程的数学模型。因为考虑到时短时间内喝酒，所以忽略喝酒的时间，可使初始条件得以简化。

3.符号说明

（1）t:时刻(h)；

（2）x(t):在时刻 t 吸收室(肠胃)内的酒精量(mg)；

（3）k1:酒精从吸收室进入中心室的速率系数；

（4）y(t):在时刻 t 中心室(血液和体液)的酒量(mg)；

（5）K2:酒精从中心室向体外排出的速率系数；

（6）V:中心室的容积(100ml)；

（7）C(t)：在时刻 t 人体中心室（血液和体液）中的酒精浓度(mg/100mg)；

（8）Q：人喝下的酒精总量(mg)；

（9）f(t)：酒精由肠胃进入中心室的速率(mg/h)。

4.模型假设

（1）酒精在血液中的含量与在体液中的含量大致相同；

（2）每瓶啤酒的酒精含量、体积基本相同；

（3）酒精进入人体后，不考虑其他因素对酒精的分解作用；

（4）认为是短时间内喝酒，忽略喝酒的时间；

（5）确定是否饮酒驾车或醉酒驾车以新的国家标准为准；

（6）不论喝的酒种类如何，以涉入的酒精总量纳入计算；

（7）酒精按一级吸收过程进入体内；

（8）酒精在各人体中的吸收和消除速率基本相同；

（9）酒精量是指纯酒精的质量，单位为毫克(mg)；

（10）酒精含量是指纯酒精的浓度，单位是毫克/百毫升(mg/100ml)；

（11）吸收室在初始时刻 t=0 时，酒精量立即为 Q，酒精从吸收室进入中心室的速率（吸收室在单位时间内酒精量的减少量）与吸收室的酒精量成正比，比例系数为 k1；

（12）中心室的容积 V 保持不变；在初始时刻 t=0 时，中心室酒精量为 0；在任意时刻，酒精从中心室向体外排出的速率（中心室的单位时间内酒精量的减少量）与中心室的酒精量成正比，比例系数为 k2；

（13）在大李（体重为 70kg）适度饮酒没有酒精中毒的前提下，假设 k1 和 k2 都是常数，与酒精量无关。

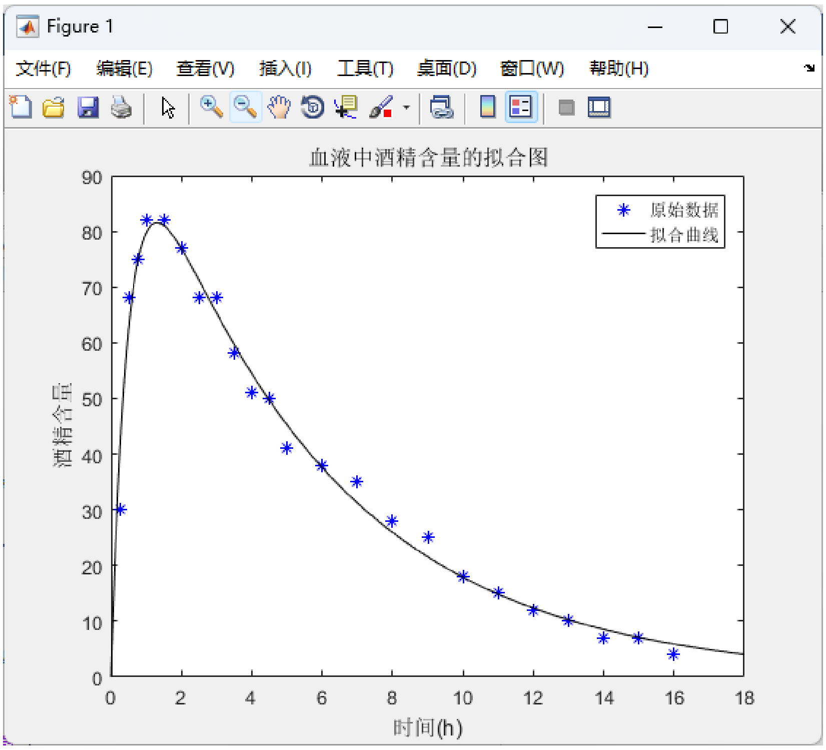
5.模型建立

$$\begin{cases} \dfrac{dC(t)}{dt} = \dfrac{f(t)}{V_0} - k_2 C(t) \\ \int_0^{\infty} f(t)dt = Q \\ C(0) = C_0 \\ f(t) = k_1 y(t) \\ \dfrac{dy(t)}{dt} = -k_1 y(t) \\ y(0) = Q \end{cases}$$

6.代码

```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%清空当前图窗
clf;
f=@(k,x)k(3).*(exp(-k(2).*x)-exp(-k(1).*x));
%参数的初值
x=[0.25 0.5 0.75 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16];
y=[30 68 75 82 82 77 68 68 58 51 50 41 38 35 28 25 18 15 12 10 7 7 4];
k0=[2,1,80];
k=nlinfit(x,y,f,k0)
plot(x,y,'b*',0:0.01:18,f(k,0:0.01:18),'k')
xlabel('时间(h)')
ylabel('酒精含量')
title('血液中酒精含量的拟合图')
axis([0 18 0 90])
legend('原始数据','拟合曲线')
```

结果 4



结论：假设大李每天只喝一次，为短时间内进酒，每两次喝酒之间间隔 24 小时，带入模型计算最终可得每天最多可以喝 0.375 瓶啤酒（每瓶啤酒中的酒精含量约为 24000mg），这样可以避免被判酒驾醉驾。

分析 4

本题中建立房室模型，利用图像，结合数据求解，给大李提出关于饮酒和出行的建议。

备注：

1、**一门课程有多个实验项目的，应每一个实验项目一份，课程结束时将该课程所有实验项目内页与封面合并成一个电子文档上交。**