1. 试验3种猪饲料的饲养效果，得到9头猪的增重(单位：kg)如下：

饲料	月增重
1	51,40,43,48
2	23,25,26
3	23,28

试作方差分析，估计各个总体的未知参数 μ_i 和 μ .

如有必要，试求出两两总体均值差的双侧0.95置信区间.

解： H_0：各未知参数 μ_i 相等，即各种饲料的饲养效果相同.

(1) 计算 $T_{i\bullet}=\sum_j x_{ij}$ ($j=1$至n_i)、 $\bar{x}_{i\bullet}$、 $T=\sum_i T_{i\bullet}$ (i＝1至r)及 $\bar{x}_{\bullet\bullet}$ 并列表

(2) $C=\mathrm{T}^2/\mathrm{n}=94249/9=10472.11$， $SST=11497-10472.11=1024.89$,

$$SSA=\sum_i \frac{T_{i\bullet}^2}{n_i}-C=\frac{182^2}{4}+\frac{74^2}{3}+\frac{51^2}{2}—10472.11=934.72,\quad SSE=SST-SSA=90.17;$$

饲料	月增重	n_i	$T_{i\cdot}$	$\bar{x}_{i\bullet}$	$\sum_j x_{ij}^2$
1	51,40,43,48	4	182	45.50	8354
2	23,25,26	3	74	24.67	1830
3	23,28	2	51	25.50	1313
总和		9	307		11497

(3) $r-1=2$， $n-r=6$. 列表：

方差来源	平方和	自由度	均方和	F值	显著性
因素 A	934.72	2	467.36	31.10	* *
误差	90.17	6	15.03		
总和	1024.89	8			

$F_{0.99}(2,6)=10.90$, $F>F_{0.99}(2,6)$，故各饲养效果之间有差异.

（4） $\hat{\mu}_1=\bar{x}_{1\bullet}=45.50$， $\hat{\mu}_2=\bar{x}_{2\bullet}=24.67$， $\hat{\mu}_3=\bar{x}_{3\bullet}=25.50$， $\hat{\mu}=\bar{x}_{\bullet\bullet}=34.11$.

根据以上结论，有必要求两两总体均值差的双侧0.95置信区间， $\alpha=0.05$

例如：求 $\mu_1-\mu_2$ 的双侧0.95置信区间：

$\bar{x}_{1\bullet}-\bar{x}_{2\bullet}=20.83$， $\Delta_{uv}=t_{1-0.5\alpha}(n-r)\sqrt{MSE(\frac{1}{n_u}+\frac{1}{n_v})}=2.447\times2.9=7.25$，

其中上式中：$t_{0.975}(6)=2.447$，$MSE=15.03$，$n_1=4$，$n_2=3$.

故 $\mu_1-\mu_2$ 的双侧0.95置信区间是（13.58，28.08）.

同理：另外两个均值差的0.95双侧置信区间分别是（11.79，28.21）及（-7.83，9.49）.

2. 测定4种种植密度下金皇后玉米的千粒重(单位：g)如下：

种植密度	千粒重
1	247,258,256,251
2	238,244,246,236
3	214,227,221,218
4	210,204,200,210

试作方差分析，估计各个总体的未知参数 μ_i 和 μ.

解：H_0:各个总体的 μ_i 相同.

(1)计算 $T_{i\cdot}=\sum_j x_{ij}$ (j=1至n $_i$)、$\bar{x}_{i\cdot}$、$T=\sum_i T_{i\cdot}$ (i＝1至r)及 $\bar{x}_{\cdot\cdot}$ 并列表；

(2) $C=\dfrac{T^2}{n}=3680^2/16=846400$，$SST=852008—846400=5608$，

$$SSA=\sum_i \frac{T_{i\cdot}^2}{n_i}-C=\frac{1012^2+964^2+880^2+824^2}{4}—846400=5304,$$

$SSE=SST-SSA=304$;

密度	千粒重				n_i	$T_{i\cdot}$	$\bar{x}_{i\cdot}$	$\sum_j x_{ij}^2$
1	247	258	256	251	4	1012	253	256110
2	238	244	246	236	4	964	241	232392
3	214	227	221	218	4	880	220	193690
4	210	204	200	210	4	824	206	169816
总和					16	3680		852008

（3）$r-1=3$，$n-r=12$．列表：

方差来源	平方和	自由度	均方和	F值	显著性
因素 A	5304	3	1768	69.80	* *
误差	304	12	25.33		
总和	5608	15			

$F_{0.99}(3,12)=5.95$， $F>F_{0.99}(3,12)$.故四种种植密度下该玉米的千粒重有显著差异.

（4） $\hat{\mu}_1=\bar{x}_{1\bullet}$=253， $\hat{\mu}_2=\bar{x}_{2\bullet}$=241， $\hat{\mu}_3=\bar{x}_{3\bullet}$=220， $\hat{\mu}_4=\bar{x}_{4\cdot}$=206， $\hat{\mu}=\bar{x}_{\bullet\bullet}$=230.

3. 比较4个青种平头甘蓝的自交系，从每个自交系中任取5个叶球称其重量(单位：kg)得到观测值如下：

自交系	叶球重量
1	2.21 2.00 1.90 1.95 2.14
2	1.40 1.25 0.90 1.08 0.97
3	1.65 1.94 1.44 1.51 1.78
4	1.42 1.66 1.21 1.61 1.33

试作方差分析，估计各个总体的未知参数 μ_i 和 μ .

解：H_0: 各个总体的 μ_i 相同.

（1）计算 $T_{i\cdot}=\sum_j x_{ij}$ (j=1至n$_i$)、 $\bar{x}_{i\bullet}$、 $T=\sum_i T_{i\bullet}$ (i＝1至r)及 $\bar{x}_{\bullet\bullet}$ 并列表

自交系	叶球重量					n$_i$	T$_{i\bullet}$	$\bar{x}_{i\bullet}$	$\sum_j x_{ij}^2$
1	2.21	2.00	1.90	1.95	2.14	5	10.20	2.04	20.88
2	1.40	1.25	0.90	1.08	0.97	5	5.60	1.12	6.44
3	1.65	1.94	1.44	1.51	1.78	5	8.32	1.664	14.01
4	1.42	1.66	1.21	1.61	1.33	5	7.23	1.446	10.60
总和						20	31.35		51.921

（2） $C=\frac{T^2}{n}=31.35^2/20$ =49.14， SST =51.92-49.14=2.78，

$$SSA=\sum_i \frac{T_{i\bullet}^2}{n_i}-C=\frac{10.20^2+5.60^2+8.32^2+7.23^2}{5}-49.14=2.24,$$

$SSE=SST-SSA$=0.54.

（3） $r-1=3$， $n-r=16$. 列表：

方差来源	平方和	自由度	均方和	F值	显著性
因素 A	2.24	3	0.757	22.12	**
误差	0.54	16	0.034		
总和	2.78	19			

$F_{0.99}(3,16)=5.29$， $F>F_{0.99}(3,16)=5.29$。故四种自交系的平均叶球重量差异显著.

（4） $\hat{\mu}_1=\overline{x}_{1\bullet}$=2.040， $\hat{\mu}_2=\overline{x}_{2\bullet}$=1.120， $\hat{\mu}_3=\overline{x}_{3\bullet}$=1.664， $\hat{\mu}_4=\overline{x}_{4\cdot}$=1.446， $\hat{\mu}_1=\overline{x}_{\bullet\bullet}$=1.568.

4. 为研究华农2号玉米品种花粉的生活力，设计了3种不同的储藏方法，用萨尔达柯夫法在显微镜下得到有生活力的花粉的百分率数据如下：

方法	百分率
1	95,77,72,64,56,68
2	93,78,75,76,63,71
3	70,68,66,49,55,64
对照	97,91,82,85,78,77

试先作百分率数据的平方根反正弦变换后再作方差分析.

解： H_0:各个总体的 μ_i 相同.

(1)计算 $T_{i\cdot}=\sum_j x_{ij}\,(j=1至n_i)$、$\overline{x}_{i\bullet}$、$T=\sum_i T_{i\bullet}\,(i=1至r)$及 $\overline{x}_{\bullet\bullet}$ 并列表

（是原表中的数据求平方根反正弦后的数据表格）

方法	百分率的反正弦						n_i	$T_{i\cdot}$	$\overline{x}_{i\bullet}$	$\sum_j x_{ij}^2$
1	77.1	61.3	58.1	53.1	48.5	55.6	6	353.7	58.95	21340.93
2	74.7	62.0	60.0	60.7	52.5	57.4	6	367.3	61.22	22759.59
3	56.8	55.6	54.3	44.4	47.9	53.1	6	312.1	52.02	16351.47
4	80.0	72.5	64.9	67.2	62.0	61.3	6	407.9	67.98	27985.79
总和							24	1441		88437.78

(2) $C=\dfrac{T^2}{n}=\dfrac{1441^2}{24}$=86520.04， SST=88437.78-86520.04=1917.74，

$SSA=\sum_i \dfrac{T_{i\bullet}^2}{n_i}-C=\dfrac{353.7^2+367.3^2+312.1^2+407.9^2}{6}$—86520.04=780.26,

$SSE=SST-SSA$=1137.48.

（3）$r-1=3$，$n-r=20$．列表：

方差来源	平方和	自由度	均方和	F 值	显著性
因素 A	780.26	3	260.09	4.57	*
误差	1137.48	20	56.87		
总和	1917.74	23			

$F_{0.95}(3,20)=3.10<F<F_{0.99}(3,20)=4.94$，故采取不同的储存方法有较为显著的差异

（说明：本解答中的平方根反正弦变换采用的是“角度”，不是“弧度”，当然采用“弧度亦可”，注意此解答中的中间有些具体的数值和课本答案不同(如均方和)，但 F 值相同,最后结论亦相同,请思考原因何在.）