ACM TEMPLATE

UESTC_DarkSyndra

135_Morisummer

Last build at October 30, 2014

$\overline{\text{Contents}}$

1	Geo	ometry 3
_	1.1	注意
	1.2	几何公式
		1.2.1 三角形
		1.2.2 四边形
		1.2.3 圆内接四边形
		1.2.4 正 N 边形
		1.2.5 圆
		1.2.6 棱柱
		1.2.7 棱锥
		1.2.8 正棱锥
		1.2.9 棱台
		1.2.10 正棱台
		1.2.11 圆柱
		1.2.12 圆锥
		1.2.13 圆台
		1.2.14 球
		1.2.15 球台
		*; T
		1.2.16 球扇形
	1.3	多边形
		1.3.1 头文件
		1.3.2 判定凸多边形, 允许相邻边共线
		1.3.3 判定凸多边形, 不允许相邻边共线
		1.3.4 判点在凸多边形内或多边形边上
		1.3.5 判点在凸多边形内
		1.3.6 判点在任意多边形内
		1.3.7 判线段在任意多边形内
		1.3.8 多边形重心
	1.4	浮点函数 7
		1.4.1 头文件
		1.4.2 两点距离
		1.4.3 判三点共线
		1.4.4 判点在线段上,包括端点 8
		1.4.5 判点在线段上, 不包括端点
		1.4.6 判两点在线段同侧, 点在线段上返回 0
		1.4.7 判两点在线段异侧, 点在线段上返回 0
		1.4.8 判两直线平行
		1.4.9 判两直线垂直
		1.4.10 判两线段相交,包括端点和部分重合 9
		1.4.11 判两线段相交,不包括端点和部分重合
		1.4.12 计算两直线交点
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
		1.4.14 点到直线距离
		1.4.15 点到线段上的最近点
		1.4.16 点到线段距离
		1.4.17 矢量 V 以 P 为顶点逆时针旋转 angle 并放大 scale 倍
	1.5	三角形
		1.5.1 头文件
		1.5.2 外心
		1.5.3 内心
		1.5.4 垂心
		1.5.5 重心
		1.5.6 费马点
	1.6	三维几何 12
		1.6.1 头文件
		1.6.2 取平面法向量
		1.6.3 判三点共线
		1.6.4 判四点共面
		1.6.5 判点是否在线段上,包括端点和共线
		1.6.6 判点是否在线段上,不包括端点 13
		1.6.7 判点是否在空间三角形上,包括边界,三点共线无意义
		1.6.8 判点是否在空间三角形上,不包括边界,三点共线无意义 13

		1 6 0	和田田	- / - b	#F/U		 7	/ /+:1	ᇎᇿ		0 3	++-	<u>, , , , , , , , , , , , , , , , , , , </u>	- 11									1.4
		1.6.9	判两点																				14
		1.6.10	判两点	1在约	蝦	异侧	、点征	玍线	段占	反回	0. オ	共而	i无意	t义.			 			 	 		14
		1.6.11	statement to																				14
							,																
		1.6.12																					14
		1.6.13	判两首	샗	平行												 			 			14
		1.6.14																					14
		1.6.15	判直线	55	上面-	半行											 			 	 		15
		1.6.16	判两首	绀	百丑																		15
		1.6.17																					15
		1.6.18	判直线	与三	四	垂直											 			 	 		15
		1.6.19	到而经	紀	日六	石‡	去洪	与和:	部分	新 合													15
		1.6.20																					15
		1.6.21	判线段	計	间字	三角	形相	交. 1	包括	于交	力界	和(含	B分)	包含	·		 			 			15
		1.6.22																					16
		1.6.23	计算内	自约	支交,	点.											 			 			16
		1.6.24	计質官	继	∃Ψi	面な	占																16
		1.6.25																					16
		1.6.26	点到直	1线2	图												 			 			17
		1.6.27																					17
		1.6.28		:																			17
		1.6.29	两直线	逐渐	負 co	os 值											 			 			17
		1.6.30	两亚配	市本包	i co	s 值																	17
		1.6.31																					17
	1.7	网格 .															 			 			18
	1.8	圆															 			 			18
		1.8.1	头文件																				18
				•																			
		1.8.2	判直线																				18
		1.8.3	判线段	和原	別相?	交、包	贴插	端点	和相	刀.							 			 			18
		1.8.4	利問別	ᆡᇊᆙ	日示	句技	玉畑七	:П															- 19
		1.8.4	判圆和																				19
		1.8.4 $1.8.5$	计算圆	上至	訓点	p 最	近点	ā, 如	р 与	圆心	重台	ì, 返	回p	本身			 			 	 		19
		-	计算圆	上至	訓点	p 最	近点	ā, 如	р 与	圆心	重台	ì, 返	回p	本身			 			 	 		
		1.8.5 1.8.6	计算區 计算直	3上至 1线与	到点 ラ図(p 最 的交	近点 点	ā, 如 · ·	р <u>Б</u>	圆心 · ·	·重合 · · · ·	ì, 返 ..	回 p	本身 · · · ·			 			 	 	· ·	19 19
	1.0	1.8.5 1.8.6 1.8.7	计算医 计算直 计算医	1上至 1线与 11与 15	到点 5圆1 3的	p 最 的交 交点	近点 点 .	ā,如 · ·	p 与 	I圆心 · ·	·重台 · · · ·	ì, 返 ··· ··	回 p · · · ·	本身 · · · ·			 			 	 	 	19 19 19
	1.9	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包重	计算圆计算值 计算值 计算圆心	1上至 1线与 11与 11::	到点 5圆1 3的:	p 最 的交 交点	近点 点 . 	ā, 如 · · · · · ·	p 与 	。 	·重台 · · · · · · · ·	ì, 返	回 p · · · · · · · ·	本身 			 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 	 	 	 	 19 19 19 19
		1.8.5 1.8.6 1.8.7	计算圆计算值 计算值 计算圆心	1上至 1线与 11与 11::	到点 5圆1 3的:	p 最 的交 交点	近点 点 . 	ā, 如 · · · · · ·	p 与 	。 	·重台 · · · · · · · ·	ì, 返	回 p · · · · · · · ·	本身 			 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 	 	 	 	 19 19 19
	1.10	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包重 半平面	计算圆计算值 计算圆心 交	国上至 1线与 回与 E	到点 写圆I 园的: 	p 最 的交 交点 · · ·	近点 点 . 	ā, 如 · · · · · ·	p 与 	。 	·重台 · · · · · · · ·	î, 返	回 p · · · · · · · ·	本身 			 	 	 	 	 		 19 19 19 19 20
	1.10 1.11	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包 重 半平面 圆面积	计算圆 计算圆 心 交 并	国上至 1线与 回与 E · · · ·	到点 写圆I 圆的: 	p 最 的交 交点 	近点 点 . 	₹, 如 ··· ··· ···	p 与	。 	·重合 · · · · · · · · · · · ·	i, 返	回 p 	本身 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		 			 			 19 19 19 19 20 22
	1.10 1.11 1.12	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包重 半平面 圆与多	计算题 计算题 心交并 形交	国上至 1线与 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号	到点 写圆的 3 	,最交点 的交 · · · · ·	近点 点 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Ā,如 ··· ··· ···	p 与	。 	·重合 · · · · · · · · · · · ·	ì, 返	回 p	本身 		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 			 19 19 19 20 22 24
	1.10 1.11 1.12	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包 重 半平面 圆面积	计算题 计算题 心交并 形交	国上至 1线与 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号	到点 写圆的 3 	,最交点 的交 · · · · ·	近点 点 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Ā,如 ··· ··· ···	p 与	。 	·重合 · · · · · · · · · · · ·	ì, 返	回 p	本身 		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 			 19 19 19 19 20 22
	1.10 1.11 1.12	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包重 半平面 圆与多	计算题 计算题 心交并 形交	国上至 1线与 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号	到点 写圆的 3 	,最交点 的交 · · · · ·	近点 点 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Ā,如 ··· ··· ···	p 与	。 	·重合 · · · · · · · · · · · ·	ì, 返	回 p	本身 		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 			 19 19 19 20 22 24
2	1.10 1.11 1.12 1.13	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包平面 圆与重面 圆生组	计算题 计算题 心交并 形交	国上至 1线与 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号 10号	到点 写圆的 3 	,最交点 的交 · · · · ·	近点 点 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Ā,如 ··· ··· ···	p 与	。 	·重合 · · · · · · · · · · · ·	ì, 返	回 p	本身 		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 			 19 19 19 20 22 24 26
2	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包平面 以上面面 四二十二 四二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二	计计计心交并边包	国上至 1线与 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000	到点 写圆的 	p 最 較 交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点	₹,如 ··· ··· ··· ···	p 与	· 圆心 · · · · · · · · ·	·重合 · · · · · · · · · · · · ·	t, 返 	可 p	本身 			 			 			 19 19 19 20 22 24 26
2	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包平面 圆与重面 圆生组	计计计心交并边包	国上至 1线与 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000	到点 写圆的 	p 最 較 交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点	₹,如 ··· ··· ··· ···	p 与	· 圆心 · · · · · · · · ·	·重台 · · · · · · · · · · · · ·	t, 返 	可 p	本身 			 			 			 19 19 19 20 22 24 26
	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包平面 圆与生面 三维 th	计计计心交并边包	国上至 1线与 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000	到点 写圆的 	p 最 較 交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点	₹,如 ··· ··· ··· ···	p 与	· 圆心 · · · · · · · · ·	·重台 · · · · · · · · · · · · ·	t, 返 	可 p	本身 			 			 			 19 19 19 20 22 24 26 29
	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包平面 圆与生面 三维 th	计计计心交并边包	国上至 1线与 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000	到点 写圆的 	p 最 較 交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点	₹,如 ··· ··· ··· ···	p 与	· 圆心 · · · · · · · · ·	·重台 · · · · · · · · · · · · ·	t, 返 	可 p	本身 			 			 			 19 19 19 20 22 24 26
	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸 平面与 圆圆与维 th Nim 科	计计计心交并边包	国上至 国线与 国与 E · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	到点 写圆的 	p的交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点	₹,如 ··· ··· ···	p 与	· 圆心 · · · · · · · · · · · ·	·重台···································	i, 返 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	回 p	本身 			 			 			 19 19 19 20 22 24 26 29 30
	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸 平面与半面与维 th Nim 科 ph Tarjan	计计计心交并边包	上至 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	到点 	p的交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点 点 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	₹,如 ··· ··· ··· ···	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· 圆心 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· 重台· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1,返	回 p	本身 									19 19 19 20 22 24 26 29 30
	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包平面与 里面与维 th Nim 科 ph Tarjan Sap	计计计心交并边包设置。	上至 1345年 145年 145年 145年 145年 145年 145年 145年 1	到点	. p的交	近点	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· · · · · · · · · · · · · · · · ·	1, 返	回 p	本身 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 30
	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸 平面与半面与维 th Nim 科 ph Tarjan	计计计心交并边包设置。	上至 1345年 145年 145年 145年 145年 145年 145年 145年 1	到点	. p的交	近点	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· · · · · · · · · · · · · · · · ·	1, 返	回 p	本身 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·									19 19 19 19 20 22 24 26 29 30
	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸包平面与 里面与维 th Nim 科 ph Tarjan Sap	计计计心交并边包设置。	上至 1345年 145年 145年 145年 145年 145年 145年 145年 1	到点	. p的交	近点	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· · · · · · · · · · · · · · · · ·	1, 返	回 p	本身 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 30
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸 半圆圆三 th Nim Tarjan Sap 流	计计计心交并边包设置。	上至 1345年 145年 145年 145年 145年 145年 145年 145年 1	到点	. p的交	近点	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· · · · · · · · · · · · · · · · ·	1, 返	回 p	本身 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·									19 19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸 半圆圆三 th Nim Sap Tarjan Sap th	计计计心交并边包	1911年 1912年 1914年 1917年	到点圆的:	p的交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	·重合· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	計,返	回 p	本身									19 19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1	1.8.5 1.8.6 1.8.7	计计计心交并边包 第章 第一形 dc3	1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1	到点圆的。	p的交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点.....................................	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	·重合· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	計, 返	回 p	本身 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3	1.8.5 1.8.6 1.8.7 凸 半圆圆三 th Nim Sap Tarjan Sap th	计计计心交并边包 第章 第一形 dc3	1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1	到点圆的。	p的交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点.....................................	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	·重合· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	計, 返	回 p	本身 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·									19 19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 学符 4.1 4.2	1.8.5 1.8.6 1.8.7	计计计心交并边包	1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1	到点圆的	p的交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 重合· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1, 返	回 p	本身・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 34
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3	1.8.5 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.5 1.8.7 1.8.7 1.8.5 1.8.7	计计计心交并边包 : 组组动骨算算 形 dddda.	上3450 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	到 司國	p的交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点	ā, 如 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 重合· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	钪,	回 p	本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 34 35
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3 4.4	1.8.5 1.8.6 1.8.7	计计计心交并边包 : 组组动dd dd	1993年 1994年	到 司國 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	- P的交 ・・・・・・・・・・・・・・・	近点	ā, 如 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 重合· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	钪,	回 p	本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 35 37
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3	1.8.5 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.5 1.8.7 1.8.7 1.8.5 1.8.7	计计计心交并边包 : 组组动dd dd	1993年 1994年	到 司國 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	- P的交 ・・・・・・・・・・・・・・・	近点	ā, 如 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 重合· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	钪,	回 p	本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 34 35
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3 4.4	1.8.5 1.8.6 1.8.7	计计计心交并边包 : 组组动dd dd	1993年 1994年	到 司國 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	- P的交 ・・・・・・・・・・・・・・・	近点	ā, 如 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 重合· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	钪,	回 p	本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 35 37
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	1.8.5 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7	计计计心交并边包 : 组组动dd dd	1993年 1994年	到 司國 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	- P的交 ・・・・・・・・・・・・・・・	近点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	ā, 如 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	p 与	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 重合· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	钪,	回 p	本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 35 37 37
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	1.8.5 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.8 1.8.9	计计计心交并边包 组组动her示组组动,是一个一组组动,是一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个	1993年 1994年	到 司國 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	- P的交 ・・・・・・・・・・・・・・・	近点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	(1) 如	p 与 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	·重合· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	6,	回 p	本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 34 35 37 37
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	1.8.5 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.9 1.8.7 1.8.9 1.8.7 1.8.9 1.8.7 1.8.9 1.8.7	计计计心交并边包 · · · · · · · 组组动her示 g link	1月10日 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	到 司國	p的交 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	近点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3. 如	p 与 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	·重合· · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	6,		本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 35 37 37
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	1.8.5 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.9	计计计心交并边包 · 组组动he示 g距算算算 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1月19日 1997	到 司國	- p的交 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	近点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3. 如	p 与	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	·重合· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	6,		本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 34 35 37 37
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	1.8.5 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.9	计计计心交并边包 · 组组动he示 g距算算算 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1月19日 1997	到 司國	- p的交 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	近点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3. 如	p 与	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	·重合· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	6,		本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 35 37 37
3	1.10 1.11 1.12 1.13 Mat 2.1 Gra 3.1 3.2 3.3 字符 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	1.8.5 1.8.6 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.6 1.8.7 1.8.7 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.8 1.8.7 1.8.9 1.8.7 1.8.9 1.8.7 1.8.9 1.8.7 1.8.9 1.8.7	计计计心交并边包 · 组组动he示 g距算算算 形 · dd dd · k Li离dd · Li离dd · c3 ·	1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1	到 司國	- p的交 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	近点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3. 如	p 与 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	「圆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 重合· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	6,		本・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・									19 19 19 19 20 22 24 26 29 30 30 31 34 34 35 37 37 38 38 40

1 Geometry

1.1 注意

- I. 注意舍入方式 (0.5 的舍入方向); 防止输出 -0.
- II. 几何题注意多测试不对称数据.
- III. 整数几何注意 xmult 和 dmult 是否会出界; 符点几何注意 eps 的使用.
- IV. 避免使用斜率; 注意除数是否会为 0.
- V. 公式一定要化简后再代入.
- VI. 判断同一个 $2 \times PI$ 域内两角度差应该是 $abs(a1-a2) < beta \parallel abs(a1-a2) > \pi + \pi beta;$ 相等应该是 $abs(a1-a2) < eps \parallel abs(a1-a2) > \pi + \pi eps.$
- VII. 需要的话尽量使用 atan2, 注意:atan2(0,0) = 0, $atan2(1,0) = \pi/2$, $atan2(-1,0) = -\pi/2$, atan2(0,1) = 0, $atan2(0,-1) = \pi$.
- VIII. cross product = $|u| \times |v| \times sin(a)$ dot product = $|u| \times |v| \times cos(a)$
 - IX. (P1-P0)X(P2-P0) 结果的意义: 正: < P0, P1 > 在 < P0, P2 > 顺时针 $(0,\pi)$ 内 负: < P0, P1 > 在 < P0, P2 > 逆时针 $(0,\pi)$ 内 0: < P0, P1 >, < P0, P2 > 共线, 夹角为 0 或 π
 - X. 误差限缺省使用 1e 8!

1.2 几何公式

1.2.1 三角形

I. 半周长
$$P = \frac{a+b+c}{2}$$

II. 面积
$$S = \frac{a \times H}{2} = \frac{a \times b \times sin(C)}{2} = \sqrt{P \times (P-a) \times (P-b) \times (P-c)}$$

III. 中线
$$Ma = \frac{\sqrt{2 \times (b^2 + c^2) - a^2}}{2} = \frac{\sqrt{b^2 + c^2 + 2 \times b \times c \times cos(A)}}{2}$$

IV. 角平分线
$$Ta = \frac{\sqrt{b \times c((b+c)^2 - a^2)}}{b+c} = \frac{2 \times b \times c \times cos(\frac{A}{2})}{b+c}$$

V. 高线
$$Ha = b \times sin(C) = c \times sin(B) = \sqrt{b^2 - (\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \times a})^2}$$

VI. 内切圆半径
$$r = \frac{S}{P} = \frac{a \times sin(\frac{B}{2}) \times sin(\frac{C}{2})}{sin(\frac{B+C}{2})}$$

= $4 \times R \times sin(\frac{A}{2}) \times sin(\frac{B}{2}) \times sin(\frac{C}{2}) = \sqrt{\frac{(P-a) \times (P-b) \times (P-c)}{P}}$
= $P \times tan(\frac{A}{2}) \times tan(\frac{B}{2}) \times tan(\frac{C}{2})$

VII. 外接圆半径
$$R = \frac{a \times b \times c}{4 \times S} = \frac{a}{2 \times sin(A)} = \frac{b}{2 \times sin(B)} = \frac{c}{2 \times sin(C)}$$

1.2.2 四边形

D1,D2 为对角线,M 对角线中点连线,A 为对角线夹角

I.
$$a^2 + b^2 + c^2 + d^2 = D1^2 + D2^2 + 4 \times M^2$$

II.
$$S = \frac{D1 \times D2 \times sin(A)}{2}$$

1.2.3 圆内接四边形

I.
$$a \times c + b \times d = D1 \times D2$$

II.
$$S = \sqrt{(P-a) \times (P-b) \times (P-c) \times (P-d)}$$
, P 为半周长

1.2.4 正 N 边形

R 为外接圆半径, r 为内切圆半径

- 1. 中心角 $A = \frac{2 \times \pi}{N}$
- 2. 内角 $C = \frac{(N-2) \times \pi}{N}$
- 3. 边长 $a=2\times\sqrt{R^2-r^2}=2\times R\times sin(\frac{A}{2})=2\times r\times tan(\frac{A}{2})$
- 4. 面积 $S = \frac{N \times a \times r}{2} = N \times r^2 \times tan(\frac{A}{2}) = \frac{N \times R^2 \times sin(A)}{2} = \frac{N \times a^2}{4 \times tan(\frac{A}{2})}$

1.2.5 圆

- I. 弧长 l = rA
- II. 弦长 $a = 2 \times \sqrt{2 \times h \times r h^2} = 2 \times r \times sin(\frac{A}{2})$
- III. 弓形高 $h = r \sqrt{r^2 \frac{a^2}{4}} = r \times (1 cos(\frac{A}{2})) = \frac{a \times tan(\frac{A}{4})}{2}$
- IV. 扇形面积 $S1 = \frac{r \times l}{2} = \frac{r^2 \times A}{2}$
- V. 弓形面积 $S2 = \frac{r \times l a \times (r h)}{2} = \frac{r^2 \times (A sin(A))}{2}$

1.2.6 棱柱

- I. 体积 $V = A \times h$ A 为底面积,h 为高
- II. 侧面积 $S = l \times p \ l$ 为棱长,p 为直截面周长
- III. 全面积 $T = S + 2 \times A$

1.2.7 棱锥

I. 体积 $V = \frac{A \times h}{3} A$ 为底面积,h 为高

1.2.8 正棱锥

- I. 侧面积 $S = \frac{l \times p}{2} l$ 为斜高,p 为底面周长
- II. 全面积 T = S + A

1.2.9 棱台

I. 体积 $V=\frac{(A1+A2+\sqrt{A1\times A2})\times h}{3}$ A1,A2 为上下底面积,h 为高

1.2.10 正棱台

- I. 侧面积 $S = \frac{(p1+p2)\times l}{2}$ p1,p2 为上下底面周长,l 为斜高
- II. **全面积** T = S + A1 + A2

1.2.11 圆柱

- I. 侧面积 $S = 2 \times \pi \times r \times h$
- II. 全面积 $T = 2 \times \pi \times r \times (h+r)$
- III. 体积 $V = \pi \times r^2 \times h$

1.2.12 圆锥

- I. 母线 $l = \sqrt{h^2 + r^2}$
- II. 侧面积 $S = \pi \times r \times l$
- III. 全面积 $T = \pi \times r \times (l+r)$
- IV. 体积 $V = \frac{\pi \times r^2 \times h}{3}$

1.2.13 圆台

- I. 母线 $l = \sqrt{h^2 + (r1 r2)^2}$
- II. 侧面积 $S = \pi \times (r1 + r2) \times l$
- III. 全面积 $T = \pi \times r1 \times (l+r1) + \pi \times r2 \times (l+r2)$
- IV. 体积 $V = \frac{\pi \times (r1^2 + r2^2 + r1 \times r2) \times h}{3}$

1.2.14 球

- I. 全面积 $T = 4 \times \pi \times r^2$
- II. 体积 $V = \frac{4 \times \pi \times r^3}{3}$

1.2.15 球台

- I. 侧面积 $S = 2 \times \pi \times r \times h$
- II. 全面积 $T = \pi \times (2 \times r \times h + r1^2 + r2^2)$
- III. 体积 $V = \frac{\pi \times h \times (3 \times (r1^2 + r2^2) + h^2)}{6}$

1.2.16 球扇形

- I. 全面积 $T = \pi \times r \times (2 \times h + r0) h$ 为球冠高,r0 为球冠底面半径
- II. 体积 $V = \frac{2 \times \pi \times r^2 \times h}{3}$

1.3 多边形

1.3.1 头文件

1.3.2 判定凸多边形,允许相邻边共线

11

12 13

14

point t[MAXN],tt;

if (!inside_polygon(l1,n,p)||!inside_polygon(l2,n,p))

int i,j,k=0;

```
int is_convex(int n,point* p)
   1
   2
   3
                        int i,s[3]={1,1,1};
                        for (i=0;i<n&&s[1]|s[2];i++)
   5
                               s[_sign(xmult(p[(i+1)%n],p[(i+2)%n],p[i]))]=0;
   6
                        return s[1]|s[2];
                                                判定凸多边形,不允许相邻边共线
   1
               int is_convex_v2(int n,point* p)
   2
   3
                       int i,s[3]={1,1,1};
   4
                        for (i=0;i<n&&s[0]&&s[1]|s[2];i++)</pre>
   5
                               s[_sign(xmult(p[(i+1)%n],p[(i+2)%n],p[i]))]=0;
   6
                        return s[0]&&s[1]|s[2];
   7
                1.3.4 判点在凸多边形内或多边形边上
               int inside_convex(point q,int n,point* p)
   1
   2
   3
                        int i,s[3]=\{1,1,1\};
   4
                       for (i=0;i<n&&s[1]|s[2];i++)</pre>
   5
                               s[_sign(xmult(p[(i+1)%n],q,p[i]))]=0;
   6
                        return s[1]|s[2];
   7
                                            判点在凸多边形内
                1.3.5
   1
                int inside_convex_v2(point q,int n,point* p)
   2
   3
                       int i,s[3]={1,1,1};
   4
                        for (i=0;i<n&&s[0]&&s[1]|s[2];i++)
                               s[\_sign(xmult(p[(i+1)%n],q,p[i]))]=0;
   5
   6
                        return s[0]&&s[1]|s[2];
                                             判点在任意多边形内
                1.3.6
                //表示点在多边形边上时的返回值on_edge,为多边形坐标上限offset
   1
   2
               int inside_polygon(point q,int n,point* p,int on_edge=1)
   3
   4
                        point q2;
   5
                        int i=0,count;
   6
                       while (i<n)
   7
                                for (count=i=0,q2.x=rand()+offset,q2.y=rand()+offset;i<n;i++)</pre>
   8
                                        \textbf{if} \ (\mathsf{zero}(\mathsf{xmult}(\mathsf{q},\mathsf{p[i]},\mathsf{p[(i+1)\%n]})) \& (\mathsf{p[i]}.\mathsf{x} - \mathsf{q.x}) * (\mathsf{p[(i+1)\%n]}.\mathsf{x} - \mathsf{q.x}) < \mathsf{eps} \& (\mathsf{p[i]}.\mathsf{y} - \mathsf{q.y}) * (\mathsf{p[(i+1)\%n]}.\mathsf{y} - \mathsf{q.y}) * (\mathsf{p[(i+1)\%n]}.\mathsf{q.y}) * (\mathsf{q.y}) 
                                                        q.y)<eps)
   9
                                                return on_edge;
                                       else if (zero(xmult(q,q2,p[i])))
10
11
                                               break;
                                        else if (xmult(q,p[i],q2)*xmult(q,p[(i+1)%n],q2)<-eps&&xmult(p[i],q,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[(i+1)%n])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q2,p[i])*xmult(p[i],q
12
                                                        +1)%n])<-eps)
13
14
                                              count++
15
                       return count&1;
16
                                                判线段在任意多边形内
                1.3.7
                inline int opposite_side(point p1,point p2,point l1,point l2)
   1
   2
   3
                       return xmult(l1,p1,l2)*xmult(l1,p2,l2)<-eps;</pre>
   4
   5
                inline int dot_online_in(point p,point l1,point l2)
   6
   7
                       return zero(xmult(p,l1,l2))&&(l1.x-p.x)*(l2.x-p.x)<eps&&(l1.y-p.y)*(l2.y-p.y)<eps;
   8
                //判线段在任意多边形内顶点按顺时针或逆时针给出与边界相交返回,,1
   9
                int inside_polygon_v2(point l1,point l2,int n,point* p)
10
```

```
15
        return 0;
16
      for (i=0;i<n;i++)</pre>
         \textbf{if} \ (\mathsf{opposite\_side}(l1,l2,p[i],p[(i+1)\%n]) \& \mathsf{opposite\_side}(p[i],p[(i+1)\%n],l1,l2)) \\
17
18
19
        else if (dot_online_in(l1,p[i],p[(i+1)%n]))
20
           t[k++]=l1;
        else if (dot_online_in(l2,p[i],p[(i+1)%n]))
21
           t[k++]=l2;
22
23
        else if (dot_online_in(p[i],l1,l2))
24
           t[k++]=p[i];
25
      for (i=0;i<k;i++)</pre>
26
        for (j=i+1;j<k;j++){</pre>
27
          tt.x=(t[i].x+t[j].x)/2;
28
           tt.y=(t[i].y+t[j].y)/2;
29
           if (!inside_polygon(tt,n,p))
30
             return 0:
31
32
      return 1;
33
    1.3.8 多边形重心
 1
    point intersection(line u,line v)
 2
 3
      point ret=u.a;
 4
      double t=((u.a.x-v.a.x)*(v.a.y-v.b.y)-(u.a.y-v.a.y)*(v.a.x-v.b.x))
 5
           /((u.a.x-u.b.x)*(v.a.y-v.b.y)-(u.a.y-u.b.y)*(v.a.x-v.b.x));
 6
      ret.x+=(u.b.x-u.a.x)*t;
 7
      ret.y+=(u.b.y-u.a.y)*t;
 8
      return ret;
 9
10
    point barycenter(point a,point b,point c)
11
12
13
      line u,v;
14
      u.a.x=(a.x+b.x)/2;
15
      u.a.y=(a.y+b.y)/2;
      u.b=c:
16
17
      v.a.x=(a.x+c.x)/2;
18
      v.a.y=(a.y+c.y)/2;
19
      v.b=b:
20
      return intersection(u,v);
21
22
    //多边形重心
23
24
    point barycenter(int n,point* p)
25
      point ret,t;
26
27
      double t1=0,t2;
28
      int i;
29
      ret.x=ret.y=0;
30
      for (i=1;i<n-1;i++)</pre>
31
        if (fabs(t2=xmult(p[0],p[i],p[i+1]))>eps){
32
           t=barycenter(p[0],p[i],p[i+1]);
33
           ret.x+=t.x*t2;
34
           ret.y+=t.y*t2;
35
           t1+=t2;
36
      if (fabs(t1)>eps)
37
38
        ret.x/=t1,ret.y/=t1;
      return ret;
39
40
            浮点函数
    1.4
    1.4.1 头文件
    #include <math.h>
    #define eps 1e-8
    #define zero(x) (((x)>0?(x):-(x))<eps)
 3
    struct point
 5
      double x,y;
 6
 7
      point(double a=0.0,b=0.0)
 8
 9
        x=a,y=b;
10
      }
11
    };
```

struct line

```
13
      point a,b;
14
      line(point s=point(),point e=point())
15
16
17
        a=s.b=e:
18
      }
19
20
    double xmult(point p1,point p2,point p0)
21
22
      return (p1.x-p0.x)*(p2.y-p0.y)-(p2.x-p0.x)*(p1.y-p0.y);
23
24
    double xmult(double x1,double y1,double x2,double y2,double x0,double y0)
25
26
      return (x1-x0)*(y2-y0)-(x2-x0)*(y1-y0);
27
    double dmult(point p1,point p2,point p0)
28
29
30
      return (p1.x-p0.x)*(p2.x-p0.x)+(p1.y-p0.y)*(p2.y-p0.y);
31
    double dmult(double x1,double y1,double x2,double y2,double x0,double y0)
32
33
34
      return (x1-x0)*(x2-x0)+(y1-y0)*(y2-y0);
35
    1.4.2 两点距离
    double dis(point p1,point p2)
 1
 2
 3
      return sqrt((p1.x-p2.x)*(p1.x-p2.x)+(p1.y-p2.y)*(p1.y-p2.y));
 4
 5
    double dis(double x1,double y1,double x2,double y2)
 6
 7
      return sqrt((x1-x2)*(x1-x2)+(y1-y2)*(y1-y2));
    1.4.3 判三点共线
 1
    int dots_inline(point p1,point p2,point p3)
 2
      return zero(xmult(p1,p2,p3));
 3
 4
 5
    int dots_inline(double x1,double y1,double x2,double y2,double x3,double y3)
 6
 7
      return zero(xmult(x1,y1,x2,y2,x3,y3));
 8
    1.4.4 判点在线段上,包括端点
    int dot_online_in(point p,line l)
 1
 2
 3
      return zero(xmult(p,l.a,l.b))&&(l.a.x-p.x)*(l.b.x-p.x)<eps&&(l.a.y-p.y)*(l.b.y-p.y)<eps;
 4
 5
    int dot_online_in(point p,point l1,point l2)
 6
 7
      return zero(xmult(p,l1,l2))&&(l1.x-p.x)*(l2.x-p.x)<eps&&(l1.y-p.y)*(l2.y-p.y)<eps;
 8
 9
    int dot_online_in(double x,double y,double x1,double y1,double x2,double y2)
10
11
      return zero(xmult(x,y,x1,y1,x2,y2))&(x1-x)*(x2-x)<eps&(y1-y)*(y2-y)<eps;
    1.4.5 判点在线段上,不包括端点
 1
    int dot_online_ex(point p,line l)
 2
 3
      \textbf{return} \  \, \text{dot\_online\_in(p,l)} \& ( ! zero(p.x-l.a.x) | | ! zero(p.y-l.a.y) ) \& ( ! zero(p.x-l.b.x) | | ! zero(p.y-l.b.y) ); \\
 4
 5
    int dot_online_ex(point p,point l1,point l2)
 6
 7
      return dot_online_in(p,l1,l2)&&(!zero(p.x-l1.x)||!zero(p.y-l1.y))&&(!zero(p.x-l2.x)||!zero(p.y-l2.y));
 8
    int dot_online_ex(double x,double y,double x1,double y1,double x2,double y2)
 9
10
11
      return dot_online_in(x,y,x1,y1,x2,y2)&&(!zero(x-x1)||!zero(y-y1))&&(!zero(x-x2)||!zero(y-y2));
12
```

1.4.6 判两点在线段同侧,点在线段上返回 0

```
1
   int same_side(point p1,point p2,line l)
2
     return xmult(l.a,p1,l.b)*xmult(l.a,p2,l.b)>eps;
3
4
5
   int same_side(point p1,point p2,point l1,point l2)
6
7
     return xmult(l1,p1,l2)*xmult(l1,p2,l2)>eps;
8
          判两点在线段异侧,点在线段上返回 0
1
   int opposite_side(point p1,point p2,line l)
2
     return xmult(l.a,p1,l.b)*xmult(l.a,p2,l.b)<-eps;</pre>
3
4
   int opposite_side(point p1,point p2,point l1,point l2)
5
6
7
     return xmult(l1,p1,l2)*xmult(l1,p2,l2)<-eps;</pre>
8
   1.4.8 判两直线平行
1
   int parallel(line u,line v)
2
3
     return zero((u.a.x-u.b.x)*(v.a.y-v.b.y)-(v.a.x-v.b.x)*(u.a.y-u.b.y));
4
5
   int parallel(point u1,point u2,point v1,point v2)
6
7
     return zero((u1.x-u2.x)*(v1.y-v2.y)-(v1.x-v2.x)*(u1.y-u2.y));
8
   1.4.9
           判两直线垂直
   int perpendicular(line u,line v)
1
2
3
     return zero((u.a.x-u.b.x)*(v.a.x-v.b.x)+(u.a.y-u.b.y)*(v.a.y-v.b.y));
4
5
   int perpendicular(point u1,point u2,point v1,point v2)
6
7
     return zero((u1.x-u2.x)*(v1.x-v2.x)+(u1.y-u2.y)*(v1.y-v2.y));
8
            判两线段相交,包括端点和部分重合
   1.4.10
1
   int intersect_in(line u,line v)
2
3
     if (!dots_inline(u.a,u.b,v.a)||!dots_inline(u.a,u.b,v.b))
4
       return !same_side(u.a,u.b,v)&&!same_side(v.a,v.b,u);
5
     return dot_online_in(u.a,v)||dot_online_in(u.b,v)||dot_online_in(v.a,u)||dot_online_in(v.b,u);
6
7
   int intersect_in(point u1,point u2,point v1,point v2)
8
9
     if (!dots_inline(u1,u2,v1)||!dots_inline(u1,u2,v2))
       return !same_side(u1,u2,v1,v2)&&!same_side(v1,v2,u1,u2);
10
     11
         );
12
            判两线段相交,不包括端点和部分重合
   1.4.11
   int intersect_ex(line u,line v)
1
2
3
     return opposite_side(u.a,u.b,v)&&opposite_side(v.a,v.b,u);
4
5
   int intersect_ex(point u1,point u2,point v1,point v2)
6
7
     return opposite_side(u1,u2,v1,v2)&&opposite_side(v1,v2,u1,u2);
   1.4.12 计算两直线交点
   point intersection(line u,line v)
1
2
3
     point ret=u.a;
4
     double t=((u.a.x-v.a.x)*(v.a.y-v.b.y)-(u.a.y-v.a.y)*(v.a.x-v.b.x))
5
         /((u.a.x-u.b.x)*(v.a.y-v.b.y)-(u.a.y-u.b.y)*(v.a.x-v.b.x));
6
     ret.x+=(u.b.x-u.a.x)*t;
```

```
7
      ret.y+=(u.b.y-u.a.y)*t;
 8
      return ret:
 9
10
    point intersection(point u1,point u2,point v1,point v2)
11
12
      point ret=u1;
13
      double t=((u1.x-v1.x)*(v1.y-v2.y)-(u1.y-v1.y)*(v1.x-v2.x))
14
          /((u1.x-u2.x)*(v1.y-v2.y)-(u1.y-u2.y)*(v1.x-v2.x));
15
      ret.x+=(u2.x-u1.x)*t;
      ret.y+=(u2.y-u1.y)*t;
16
17
      return ret;
18
    1.4.13 点到直线上的最近点
    point ptoline(point p,line l)
 2
 3
      point t=p;
 4
      t.x+=l.a.y-l.b.y,t.y+=l.b.x-l.a.x;
 5
      return intersection(p,t,l.a,l.b);
 6
 7
    point ptoline(point p,point l1,point l2)
 8
 9
      point t=p;
      t.x+=l1.y-l2.y,t.y+=l2.x-l1.x;
10
11
      return intersection(p,t,l1,l2);
12
    1.4.14 点到直线距离
    double disptoline(point p,line l)
 2
 3
      return fabs(xmult(p,l.a,l.b))/distance(l.a,l.b);
 5
    double disptoline(point p,point l1,point l2)
 6
 7
      return fabs(xmult(p,l1,l2))/distance(l1,l2);
 8
    double disptoline(double x,double y,double x1,double y1,double x2,double y2)
 9
10
11
      return fabs(xmult(x,y,x1,y1,x2,y2))/distance(x1,y1,x2,y2);
12
             点到线段上的最近点
    1.4.15
 1
   point ptoseg(point p,line l)
 2
 3
      point t=p;
      t.x+=l.a.y-l.b.y,t.y+=l.b.x-l.a.x;
 4
 5
      if (xmult(l.a,t,p)*xmult(l.b,t,p)>eps)
 6
        return distance(p,l.a) < distance(p,l.b)?l.a:l.b;</pre>
 7
      return intersection(p,t,l.a,l.b);
 8
 9
    point ptoseg(point p,point l1,point l2)
10
11
      point t=p;
      t.x+=l1.y-l2.y,t.y+=l2.x-l1.x;
12
13
      if (xmult(l1,t,p)*xmult(l2,t,p)>eps)
        return distance(p,l1)<distance(p,l2)?l1:l2;</pre>
14
15
      return intersection(p,t,l1,l2);
16
    1.4.16 点到线段距离
 1
    double disptoseg(point p,line l)
 2
 3
      point t=p;
 4
      t.x+=l.a.y-l.b.y,t.y+=l.b.x-l.a.x;
 5
      if (xmult(l.a,t,p)*xmult(l.b,t,p)>eps)
        return distance(p,l.a)<distance(p,l.b)?distance(p,l.a):distance(p,l.b);</pre>
 6
 7
      return fabs(xmult(p,l.a,l.b))/distance(l.a,l.b);
 8
 9
    double disptoseg(point p,point l1,point l2)
10
11
      point t=p;
12
      t.x+=l1.y-l2.y,t.y+=l2.x-l1.x;
      13
14
        return distance(p,l1)<distance(p,l2)?distance(p,l1):distance(p,l2);</pre>
```

15

return fabs(xmult(p,l1,l2))/distance(l1,l2);

```
16 | }
```

1.4.17 矢量 V 以 P 为顶点逆时针旋转 angle 并放大 scale 倍

```
point rotate(point v,point p,double angle,double scale)
 1
 2
 3
      point ret=p;
 4
      v.x-=p.x,v.y-=p.y;
 5
      p.x=scale*cos(angle);
      p.y=scale*sin(angle);
 6
      ret.x+=v.x*p.x-v.y*p.y;
 8
      ret.y+=v.x*p.y+v.y*p.x;
 9
      return ret;
10
    1.5
    1.5.1
    #include <math.h>
    struct point{double x,y;};
 2
 3
    struct line{point a,b;};
 5
    double distance(point p1,point p2)
 6
 7
      return sqrt((p1.x-p2.x)*(p1.x-p2.x)+(p1.y-p2.y)*(p1.y-p2.y));
 8
 9
    point intersection(line u,line v)
10
11
12
      point ret=u.a;
      double t=((u.a.x-v.a.x)*(v.a.y-v.b.y)-(u.a.y-v.a.y)*(v.a.x-v.b.x))
13
14
          /((u.a.x-u.b.x)*(v.a.y-v.b.y)-(u.a.y-u.b.y)*(v.a.x-v.b.x));
15
      ret.x+=(u.b.x-u.a.x)*t:
16
      ret.y+=(u.b.y-u.a.y)*t;
17
      return ret;
18
    1.5.2 外心
 1
    point circumcenter(point a,point b,point c)
 2
 3
      line u,v;
 4
      u.a.x=(a.x+b.x)/2;
 5
      u.a.y=(a.y+b.y)/2;
 6
      u.b.x=u.a.x—a.y+b.y;
      u.b.y=u.a.y+a.x-b.x;
 8
      v.a.x=(a.x+c.x)/2;
 9
      v.a.y=(a.y+c.y)/2;
10
      v.b.x=v.a.x-a.y+c.y;
11
      v.b.y=v.a.y+a.x-c.x;
12
      return intersection(u,v);
            内心
    1.5.3
    point incenter(point a,point b,point c)
 1
 2
 3
      line u,v;
 4
      double m,n;
      u.a=a;
      m=atan2(b.y-a.y,b.x-a.x);
 6
 7
      n=atan2(c.y-a.y,c.x-a.x);
      u.b.x=u.a.x+cos((m+n)/2);
 8
      u.b.y=u.a.y+sin((m+n)/2);
 9
10
      v.a=b;
      m=atan2(a.y-b.y,a.x-b.x);
11
12
      n=atan2(c.y-b.y,c.x-b.x);
13
      v.b.x=v.a.x+cos((m+n)/2);
14
      v.b.y=v.a.y+sin((m+n)/2);
15
      return intersection(u,v);
16
    1.5.4 垂心
```

point perpencenter(point a,point b,point c)
{

```
line u,v;
 3
 4
       u.a=c;
 5
       u.b.x=u.a.x—a.y+b.y;
 6
       u.b.y=u.a.y+a.x-b.x;
 7
       v.a=b;
 8
       v.b.x=v.a.x—a.y+c.y;
 9
       v.b.y=v.a.y+a.x-c.x;
10
       return intersection(u,v);
11
     1.5.5 重心
    point barycenter(point a,point b,point c)
 1
 2
 3
       line u,v;
 4
       u.a.x=(a.x+b.x)/2;
 5
       u.a.y=(a.y+b.y)/2;
 6
       u.b=c;
 7
       v.a.x=(a.x+c.x)/2;
 8
       v.a.y=(a.y+c.y)/2;
 9
       v.b=b;
       return intersection(u,v);
10
11
     1.5.6 费马点
     point fermentpoint(point a,point b,point c)
 1
 2
 3
       point u,v;
       double step=fabs(a.x)+fabs(a.y)+fabs(b.x)+fabs(b.y)+fabs(c.x)+fabs(c.y);
 4
 5
       int i,j,k;
 6
       u.x=(a.x+b.x+c.x)/3;
 7
       u.y=(a.y+b.y+c.y)/3;
 8
       while (step>1e-10)
 9
          for (k=0; k<10; step/=2, k++)</pre>
10
            for (i=-1;i<=1;i++)
11
               for (j=-1;j<=1;j++)</pre>
12
13
                 v.x=u.x+step*i;
14
                  v.y=u.y+step*j;
15
                 \textbf{if} \ (\texttt{distance}(\texttt{u},\texttt{a}) + \texttt{distance}(\texttt{u},\texttt{b}) + \texttt{distance}(\texttt{u},\texttt{c}) \\ > \texttt{distance}(\texttt{v},\texttt{a}) + \texttt{distance}(\texttt{v},\texttt{b}) + \texttt{distance}(\texttt{v},\texttt{c}))
16
               }
17
18
       return u;
              三维几何
     1.6
     1.6.1 头文件
```

```
#include <math.h>
 1
    #define eps 1e-8
 3
    #define zero(x) (((x)>0?(x):-(x))<eps)
    struct point3{double x,y,z;};
    struct line3{point3 a,b;};
 6
    struct plane3{point3 a,b,c;};
 7
 8
    point3 xmult(point3 u,point3 v)
9
10
      point3 ret;
11
      ret.x=u.y*v.z-v.y*u.z;
12
      ret.y=u.z*v.x-u.x*v.z;
13
      ret.z=u.x*v.y-u.y*v.x;
14
      return ret;
15
16
17
    double dmult(point3 u,point3 v)
18
19
      return u.x*v.x+u.y*v.y+u.z*v.z;
20
21
22
    point3 subt(point3 u,point3 v)
23
24
      point3 ret;
25
      ret.x=u.x-v.x;
26
      ret.y=u.y-v.y;
27
      ret.z=u.z-v.z;
28
      return ret;
```

```
29
30
                    double dist3(point3 p1,point3 p2)
31
32
                               return sqrt((p1.x-p2.x)*(p1.x-p2.x)+(p1.y-p2.y)*(p1.y-p2.y)+(p1.z-p2.z)*(p1.z-p2.z));
33
34
35
36
                    double vlen(point3 p)
37
38
                               return sqrt(p.x*p.x+p.y*p.y+p.z*p.z);
39
                                                              取平面法向量
                     1.6.2
     1
                    point3 pvec(plane3 s)
     2
     3
                               return xmult(subt(s.a,s.b),subt(s.b,s.c));
     4
     5
                    point3 pvec(point3 s1,point3 s2,point3 s3)
     6
     7
                               return xmult(subt(s1,s2),subt(s2,s3));
                                                              判三点共线
                      1.6.3
                     int dots_inline(point3 p1,point3 p2,point3 p3)
     1
     2
     3
                                return vlen(xmult(subt(p1,p2),subt(p2,p3)))<eps;</pre>
                                                              判四点共面
                     1.6.4
                    int dots_onplane(point3 a,point3 b,point3 c,point3 d)
     1
     2
     3
                               return zero(dmult(pvec(a,b,c),subt(d,a)));
                                                               判点是否在线段上,包括端点和共线
                    int dot_online_in(point3 p,line3 l)
     1
     2
     3
                                return zero(vlen(xmult(subt(p,l.a),subt(p,l.b))))&&(l.a.x-p.x)*(l.b.x-p.x)<eps&&</pre>
     4
                                          (l.a.y-p.y)*(l.b.y-p.y) < eps&&(l.a.z-p.z)*(l.b.z-p.z) < eps;
     5
     6
                    int dot_online_in(point3 p,point3 l1,point3 l2)
     7
     8
                                return zero(vlen(xmult(subt(p,l1),subt(p,l2))))&(l1.x-p.x)*(l2.x-p.x)<eps&&
                                          (l1.y-p.y)*(l2.y-p.y) < eps&&(l1.z-p.z)*(l2.z-p.z) < eps;\\
     9
10
                                                              判点是否在线段上, 不包括端点
                     1.6.6
     1
                    int dot_online_ex(point3 p,line3 l)
     2
                               \textbf{return} \  \, \texttt{dot\_online\_in}(\texttt{p,l}) \& \& (!zero(\texttt{p.x-l.a.x}) | | !zero(\texttt{p.y-l.a.y}) | | !zero(\texttt{p.z-l.a.z})) \& \& ( |zero(\texttt{p.x-l.a.x}) | | |zero(\texttt{p.x-l.a.y}) | |zero(\texttt{p.x-l.
     3
     4
                                           (!zero(p.x-l.b.x)||!zero(p.y-l.b.y)||!zero(p.z-l.b.z));
     5
     6
                     int dot_online_ex(point3 p,point3 l1,point3 l2)
     7
     8
                                \textbf{return} \ \ \text{dot\_online\_in(p,l1,l2)} \& ( !zero(p.x-l1.x) | | !zero(p.y-l1.y) | | !zero(p.z-l1.z) ) \& ( |zero(p.x-l1.z) | | |zero(p.y-l1.y) | | |zero(p.z-l1.z) | | |zero(p.z-l1.z) | | |zero(p.z-l1.z) | |zer
     9
                                           (!zero(p.x-l2.x)||!zero(p.y-l2.y)||!zero(p.z-l2.z));
10
                                                               判点是否在空间三角形上,包括边界,三点共线无意义
                      1.6.7
                    int dot_inplane_in(point3 p,plane3 s)
     1
     2
     3
                                     return zero(vlen(xmult(subt(s.a,s.b),subt(s.a,s.c)))—vlen(xmult(subt(p,s.a),subt(p,s.b)))—
                                         \verb|vlen(xmult(subt(p,s.b),subt(p,s.c)))| - \verb|vlen(xmult(subt(p,s.c),subt(p,s.a)))||; \\
     4
     5
     6
                      int dot_inplane_in(point3 p,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
     7
     8
                                 \textbf{return} \  \, \texttt{zero}(\texttt{vlen}(\texttt{xmult}(\texttt{subt}(\texttt{s1},\texttt{s2}),\texttt{subt}(\texttt{s1},\texttt{s3}))) - \texttt{vlen}(\texttt{xmult}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s1}),\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2}))) - \texttt{vlen}(\texttt{xmult}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2}))) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2})) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2}))) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2})) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2})) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2}))) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2})) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2})) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2})) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2}))) - \texttt{vlen}(\texttt{subt}(\texttt{p},\texttt{s2})) - \texttt{vlen}(\texttt{s2}) - \texttt{vlen}(\texttts2}) - \texttt{vlen}(\texttt{s2}) - \texttt{vlen}(\texttts2}) - \texttt{v
     9
                                         vlen(xmult(subt(p,s2),subt(p,s3)))-vlen(xmult(subt(p,s3),subt(p,s1))));
 10
```

1.6.8 判点是否在空间三角形上,不包括边界,三点共线无意义

```
1
    int dot_inplane_ex(point3 p,plane3 s)
 2
      return dot_inplane_in(p,s)&&vlen(xmult(subt(p,s.a),subt(p,s.b)))>eps&&
 3
 4
         vlen(xmult(subt(p,s.b),subt(p,s.c)))>eps&&vlen(xmult(subt(p,s.c),subt(p,s.a)))>eps;
 5
 6
    int dot_inplane_ex(point3 p,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
 7
 8
      return dot_inplane_in(p,s1,s2,s3)&&vlen(xmult(subt(p,s1),subt(p,s2)))>eps&&
 9
         vlen(xmult(subt(p,s2),subt(p,s3))) > eps&vlen(xmult(subt(p,s3),subt(p,s1))) > eps;
10
             判两点在线段同侧, 点在线段上返回 0, 不共面无意义
    1.6.9
    int same_side(point3 p1,point3 p2,line3 l)
 1
 2
 3
      return dmult(xmult(subt(l.a,l.b),subt(p1,l.b)),xmult(subt(l.a,l.b),subt(p2,l.b)))>eps;
 4
 5
    int same_side(point3 p1,point3 p2,point3 l1,point3 l2)
 6
      \textbf{return} \ \texttt{dmult}(\texttt{xmult}(\texttt{subt}(\texttt{l1},\texttt{l2}),\texttt{subt}(\texttt{p1},\texttt{l2})),\texttt{xmult}(\texttt{subt}(\texttt{l1},\texttt{l2}),\texttt{subt}(\texttt{p2},\texttt{l2}))) > \texttt{eps};
 7
 8
               判两点在线段异侧,点在线段上返回 0,不共面无意义
    1.6.10
    int opposite_side(point3 p1,point3 p2,line3 l)
 1
 2
 3
      return dmult(xmult(subt(l.a,l.b),subt(p1,l.b)),xmult(subt(l.a,l.b),subt(p2,l.b)))<-eps;</pre>
 4
 5
    int opposite_side(point3 p1,point3 p2,point3 l1,point3 l2)
 6
      \textbf{return} \ \texttt{dmult}(\texttt{xmult}(\texttt{subt}(\texttt{l1},\texttt{l2}),\texttt{subt}(\texttt{p1},\texttt{l2})),\texttt{xmult}(\texttt{subt}(\texttt{l1},\texttt{l2}),\texttt{subt}(\texttt{p2},\texttt{l2}))) < -\texttt{eps};
 7
               判两点在平面同侧, 点在平面上返回 0
    1.6.11
    int same_side(point3 p1,point3 p2,plane3 s)
 1
 2
 3
      return dmult(pvec(s),subt(p1,s.a))*dmult(pvec(s),subt(p2,s.a))>eps;
 4
 5
    int same_side(point3 p1,point3 p2,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
 6
 7
      return dmult(pvec(s1,s2,s3),subt(p1,s1))*dmult(pvec(s1,s2,s3),subt(p2,s1))>eps;
              判两点在平面异侧,点在平面上返回 0
    1.6.12
    int opposite_side(point3 p1,point3 p2,plane3 s)
 1
 2
 3
      return dmult(pvec(s),subt(p1,s.a))*dmult(pvec(s),subt(p2,s.a))<-eps;</pre>
 4
    int opposite_side(point3 p1,point3 p2,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
 6
      return dmult(pvec(s1,s2,s3),subt(p1,s1))*dmult(pvec(s1,s2,s3),subt(p2,s1))<-eps;
 7
              判两直线平行
    1.6.13
 1
    int parallel(line3 u,line3 v)
 2
 3
      return vlen(xmult(subt(u.a,u.b),subt(v.a,v.b)))<eps;</pre>
 4
 5
    int parallel(point3 u1,point3 u2,point3 v1,point3 v2)
 6
      return vlen(xmult(subt(u1,u2),subt(v1,v2)))<eps;</pre>
 7
 8
    1.6.14 判两平面平行
    int parallel(plane3 u,plane3 v)
 1
 2
 3
      return vlen(xmult(pvec(u),pvec(v)))<eps;</pre>
 4
 5
    int parallel(point3 u1,point3 u2,point3 u3,point3 v1,point3 v2,point3 v3)
 6
 7
      return vlen(xmult(pvec(u1,u2,u3),pvec(v1,v2,v3)))<eps;</pre>
```

1.6.15 判直线与平面平行

```
int parallel(line3 l,plane3 s)
1
2
3
      return zero(dmult(subt(l.a,l.b),pvec(s)));
   int parallel(point3 l1,point3 l2,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
5
6
7
     return zero(dmult(subt(l1,l2),pvec(s1,s2,s3)));
8
             判两直线垂直
    1.6.16
    int perpendicular(line3 u,line3 v)
1
2
3
     return zero(dmult(subt(u.a,u.b),subt(v.a,v.b)));
4
   int perpendicular(point3 u1,point3 u2,point3 v1,point3 v2)
5
6
7
      return zero(dmult(subt(u1,u2),subt(v1,v2)));
8
    1.6.17
            判两平面垂直
   int perpendicular(plane3 u,plane3 v)
1
2
3
      return zero(dmult(pvec(u),pvec(v)));
4
5
   int perpendicular(point3 u1,point3 u2,point3 u3,point3 v1,point3 v2,point3 v3)
6
7
      return zero(dmult(pvec(u1,u2,u3),pvec(v1,v2,v3)));
8
    1.6.18
             判直线与平面垂直
1
    int perpendicular(line3 l,plane3 s)
2
3
     return vlen(xmult(subt(l.a,l.b),pvec(s)))<eps;</pre>
4
5
   int perpendicular(point3 l1,point3 l2,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
6
7
     return vlen(xmult(subt(l1,l2),pvec(s1,s2,s3)))<eps;</pre>
8
             判两线段相交,包括端点和部分重合
    1.6.19
1
   int intersect_in(line3 u,line3 v)
2
3
      if (!dots_onplane(u.a,u.b,v.a,v.b))
4
       return 0;
5
      if (!dots_inline(u.a,u.b,v.a)||!dots_inline(u.a,u.b,v.b))
6
        return !same_side(u.a,u.b,v)&&!same_side(v.a,v.b,u);
7
      return dot_online_in(u.a,v)||dot_online_in(u.b,v)||dot_online_in(v.a,u)||dot_online_in(v.b,u);
8
9
    int intersect_in(point3 u1,point3 u2,point3 v1,point3 v2)
10
11
     if (!dots_onplane(u1,u2,v1,v2))
12
       return 0;
      if (!dots_inline(u1,u2,v1)||!dots_inline(u1,u2,v2))
13
14
       return !same_side(u1,u2,v1,v2)&&!same_side(v1,v2,u1,u2);
      return dot_online_in(u1,v1,v2)||dot_online_in(u2,v1,v2)||dot_online_in(v1,u1,u2)||dot_online_in(v2,u1,u2)
15
          );
16
             判两线段相交,不包括端点和部分重合
    1.6.20
    int intersect ex(line3 u,line3 v)
1
2
3
     return dots_onplane(u.a,u.b,v.a,v.b)&&opposite_side(u.a,u.b,v)&&opposite_side(v.a,v.b,u);
4
5
   int intersect_ex(point3 u1,point3 u2,point3 v1,point3 v2)
6
7
     return dots_onplane(u1,u2,v1,v2)&&opposite_side(u1,u2,v1,v2)&&opposite_side(v1,v2,u1,u2);
8
```

1.6.21 判线段与空间三角形相交,包括交于边界和(部分)包含

```
1
   int intersect_in(line3 l,plane3 s)
2
3
     return !same_side(l.a,l.b,s)&&!same_side(s.a,s.b,l.a,l.b,s.c)&&
4
       !same_side(s.b,s.c,l.a,l.b,s.a)&&!same_side(s.c,s.a,l.a,l.b,s.b);
5
6
   int intersect_in(point3 l1,point3 l2,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
7
8
     return !same_side(l1,l2,s1,s2,s3)&&!same_side(s1,s2,l1,l2,s3)&&
9
       !same_side(s2,s3,l1,l2,s1)&&!same_side(s3,s1,l1,l2,s2);
10
            判线段与空间三角形相交,不包括交于边界和(部分)包含
   1.6.22
   int intersect_ex(line3 l,plane3 s)
2
3
     return opposite_side(l.a,l.b,s)&&opposite_side(s.a,s.b,l.a,l.b,s.c)&&
4
       opposite_side(s.b,s.c,l.a,l.b,s.a)&&opposite_side(s.c,s.a,l.a,l.b,s.b);
```

int intersect_ex(point3 l1,point3 l2,point3 s1,point3 s2,point3 s3)

8 return opposite_side(l1,l2,s1,s2,s3)&&opposite_side(s1,s2,l1,l2,s3)&& 9 opposite_side(s2,s3,l1,l2,s1)&&opposite_side(s3,s1,l1,l2,s2);

5 6

7

10

```
1.6.23 计算两直线交点
```

```
1
   |//注意事先判断直线是否共面和平行!
2
    //线段交点请另外判线段相交同时还是要判断是否平行(!)
3
   point3 intersection(line3 u,line3 v)
5
     point3 ret=u.a;
6
     double t=((u.a.x-v.a.x)*(v.a.y-v.b.y)-(u.a.y-v.a.y)*(v.a.x-v.b.x))
7
          /((u.a.x-u.b.x)*(v.a.y-v.b.y)-(u.a.y-u.b.y)*(v.a.x-v.b.x));
8
      ret.x+=(u.b.x-u.a.x)*t;
9
      ret.y+=(u.b.y-u.a.y)*t;
      ret.z+=(u.b.z-u.a.z)*t;
10
11
     return ret;
12
   point3 intersection(point3 u1,point3 u2,point3 v1,point3 v2)
13
14
     point3 ret=u1;
15
16
     double t=((u1.x-v1.x)*(v1.y-v2.y)-(u1.y-v1.y)*(v1.x-v2.x))
17
          /((u1.x-u2.x)*(v1.y-v2.y)-(u1.y-u2.y)*(v1.x-v2.x));
18
      ret.x+=(u2.x-u1.x)*t;
      ret.y+=(u2.y-u1.y)*t;
19
20
      ret.z+=(u2.z-u1.z)*t;
21
      return ret;
22
```

1.6.24 计算直线与平面交点

```
|//注意事先判断是否平行并保证三点不共线,!
   //线段和空间三角形交点请另外判断
3
   point3 intersection(line3 l,plane3 s)
4
     point3 ret=pvec(s);
6
     double t=(ret.x*(s.a.x-l.a.x)+ret.y*(s.a.y-l.a.y)+ret.z*(s.a.z-l.a.z))/
7
        (ret.x*(l.b.x-l.a.x)+ret.y*(l.b.y-l.a.y)+ret.z*(l.b.z-l.a.z));
8
      ret.x=l.a.x+(l.b.x-l.a.x)*t;
9
      ret.y=l.a.y+(l.b.y-l.a.y)*t;
10
      ret.z=l.a.z+(l.b.z-l.a.z)*t;
11
     return ret;
12
13
   point3 intersection(point3 l1,point3 l2,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
14
     point3 ret=pvec(s1,s2,s3);
15
16
     double t=(ret.x*(s1.x-l1.x)+ret.y*(s1.y-l1.y)+ret.z*(s1.z-l1.z))/
17
        (ret.x*(l2.x-l1.x)+ret.y*(l2.y-l1.y)+ret.z*(l2.z-l1.z));
18
      ret.x=l1.x+(l2.x-l1.x)*t;
19
      ret.y=l1.y+(l2.y-l1.y)*t;
20
      ret.z=l1.z+(l2.z-l1.z)*t;
21
      return ret;
22
```

1.6.25 计算两平面交线

```
. |//注意事先判断是否平行并保证三点不共线,!
! |line3 intersection(plane3 u,plane3 v)
```

```
3
 4
      line3 ret;
      ret.a=parallel(v.a,v.b,u.a,u.b,u.c)?intersection(v.b,v.c,u.a,u.b,u.c):intersection(v.a,v.b,u.a,u.b,u.c);
 5
 6
      ret.b=parallel(v.c,v.a,u.a,u.b,u.c)?intersection(v.b,v.c,u.a,u.b,u.c):intersection(v.c,v.a,u.a,u.b,u.c);
 7
 8
 9
    line3 intersection(point3 u1,point3 u2,point3 u3,point3 v1,point3 v2,point3 v3)
10
11
      line3 ret;
12
      ret.a=parallel(v1,v2,u1,u2,u3)?intersection(v2,v3,u1,u2,u3):intersection(v1,v2,u1,u2,u3);
13
      ret.b=parallel(v3,v1,u1,u2,u3)?intersection(v2,v3,u1,u2,u3):intersection(v3,v1,u1,u2,u3);
14
15
              点到直线距离
    1.6.26
    double ptoline(point3 p,line3 l)
 1
 2
 3
      return vlen(xmult(subt(p,l.a),subt(l.b,l.a)))/dist3(l.a,l.b);
 4
 5
    double ptoline(point3 p,point3 l1,point3 l2)
 6
 7
      return vlen(xmult(subt(p,l1),subt(l2,l1)))/dist3(l1,l2);
              点到平面距离
    1.6.27
    double ptoplane(point3 p,plane3 s)
 1
 2
 3
      return fabs(dmult(pvec(s),subt(p,s.a)))/vlen(pvec(s));
 4
 5
    double ptoplane(point3 p,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
 6
 7
      return fabs(dmult(pvec(s1,s2,s3),subt(p,s1)))/vlen(pvec(s1,s2,s3));
 8
              直线到直线距离
    1.6.28
    double linetoline(line3 u,line3 v)
 1
 2
 3
      point3 n=xmult(subt(u.a,u.b),subt(v.a,v.b));
 4
      return fabs(dmult(subt(u.a,v.a),n))/vlen(n);
 5
    double linetoline(point3 u1,point3 u2,point3 v1,point3 v2)
 6
 7
 8
      point3 n=xmult(subt(u1,u2),subt(v1,v2));
 9
      return fabs(dmult(subt(u1,v1),n))/vlen(n);
10
              两直线夹角 cos 值
    1.6.29
    double angle_cos(line3 u,line3 v)
 1
 2
 3
      return dmult(subt(u.a,u.b),subt(v.a,v.b))/vlen(subt(u.a,u.b))/vlen(subt(v.a,v.b));
 4
 5
    double angle_cos(point3 u1,point3 u2,point3 v1,point3 v2)
 6
      return dmult(subt(u1,u2),subt(v1,v2))/vlen(subt(u1,u2))/vlen(subt(v1,v2));
 7
 8
    1.6.30
             两平面夹角 cos 值
    double angle_cos(plane3 u,plane3 v)
 1
 2
 3
      return dmult(pvec(u),pvec(v))/vlen(pvec(u))/vlen(pvec(v));
 4
 5
    double angle_cos(point3 u1,point3 u2,point3 u3,point3 v1,point3 v2,point3 v3)
 6
      \textbf{return} \ \mathsf{dmult}(\mathsf{pvec}(\mathsf{u1},\mathsf{u2},\mathsf{u3}),\mathsf{pvec}(\mathsf{v1},\mathsf{v2},\mathsf{v3}))/\mathsf{vlen}(\mathsf{pvec}(\mathsf{u1},\mathsf{u2},\mathsf{u3}))/\mathsf{vlen}(\mathsf{pvec}(\mathsf{v1},\mathsf{v2},\mathsf{v3}));
 7
 8
              直线平面夹角 sin 值
    1.6.31
 1
    double angle_sin(line3 l,plane3 s)
 2
 3
      return dmult(subt(l.a,l.b),pvec(s))/vlen(subt(l.a,l.b))/vlen(pvec(s));
```

```
5 | double angle_sin(point3 l1,point3 l2,point3 s1,point3 s2,point3 s3)
6 | {
7 | return dmult(subt(l1,l2),pvec(s1,s2,s3))/vlen(subt(l1,l2))/vlen(pvec(s1,s2,s3));
8 | }
```

1.7 网格

```
#define abs(x) ((x)>0?(x):-(x))
 1
 2
    struct point
 3
 4
      int x,y;
 5
    };
 6
 7
    int gcd(int a,int b)
 8
9
      return b?gcd(b,a%b):a;
10
11
12
    //多边形上的网格点个数
13
    int grid_onedge(int n,point* p)
14
15
      int i,ret=0;
      for (i=0;i<n;i++)</pre>
16
17
        ret+=gcd(abs(p[i].x-p[(i+1)%n].x),abs(p[i].y-p[(i+1)%n].y));
18
      return ret;
19
20
    //多边形内的网格点个数
21
22
    int grid_inside(int n,point* p)
23
24
      int i,ret=0;
25
      for (i=0;i<n;i++)</pre>
26
        ret+=p[(i+1)%n].y*(p[i].x-p[(i+2)%n].x);
27
      return (abs(ret)-grid_onedge(n,p))/2+1;
28
```

1.8 圆

1.8.1 头文件

```
#include <math.h>
 2
    #define eps 1e-8
 3
    struct point{double x,y;};
 5
    double xmult(point p1,point p2,point p0)
 6
 7
      return (p1.x-p0.x)*(p2.y-p0.y)-(p2.x-p0.x)*(p1.y-p0.y);
 8
 9
10
    double distance(point p1,point p2)
11
12
      return sqrt((p1.x-p2.x)*(p1.x-p2.x)+(p1.y-p2.y)*(p1.y-p2.y));
13
14
    double disptoline(point p,point l1,point l2)
15
16
      return fabs(xmult(p,l1,l2))/distance(l1,l2);
17
18
19
20
    point intersection(point u1,point u2,point v1,point v2)
21
22
      point ret=u1;
      double t=((u1.x-v1.x)*(v1.y-v2.y)-(u1.y-v1.y)*(v1.x-v2.x))
23
24
          /((u1.x-u2.x)*(v1.y-v2.y)-(u1.y-u2.y)*(v1.x-v2.x));
25
      ret.x+=(u2.x-u1.x)*t:
      ret.y+=(u2.y-u1.y)*t;
26
27
      return ret;
28
```

1.8.2 判直线和圆相交,包括相切

```
1 | int intersect_line_circle(point c,double r,point l1,point l2)
2 | {
3 | return disptoline(c,l1,l2) < r + eps;
4 | }</pre>
```

1.8.3 判线段和圆相交,包括端点和相切

```
1
   int intersect_seg_circle(point c,double r,point l1,point l2)
2
3
     double t1=distance(c,l1)-r,t2=distance(c,l2)-r;
4
     point t=c;
5
      if (t1<eps||t2<eps)</pre>
6
       return t1>-eps||t2>-eps;
7
      t.x+=l1.y-l2.y;
     t.y+=l2.x-l1.x;
8
9
      return xmult(l1,c,t)*xmult(l2,c,t)<eps&&disptoline(c,l1,l2)-r<eps;</pre>
10
    1.8.4 判圆和圆相交,包括相切
   int intersect_circle_circle(point c1,double r1,point c2,double r2)
2
      return distance(c1,c2)<r1+r2+eps&&distance(c1,c2)>fabs(r1-r2)-eps;
3
           计算圆上到点 p 最近点,如 p 与圆心重合,返回 p 本身
   point dot_to_circle(point c,double r,point p)
1
2
3
     point u,v;
4
     if (distance(p,c)<eps)</pre>
       return p;
6
     u.x=c.x+r*fabs(c.x-p.x)/distance(c,p);
7
     u.y=c.y+r*fabs(c.y-p.y)/distance(c,p)*((c.x-p.x)*(c.y-p.y)<0?-1:1);
     v.x=c.x-r*fabs(c.x-p.x)/distance(c,p);
8
9
     v.y=c.y-r*fabs(c.y-p.y)/distance(c,p)*((c.x-p.x)*(c.y-p.y)<0?-1:1);
10
      return distance(u,p)<distance(v,p)?u:v;</pre>
11
    1.8.6 计算直线与圆的交点
   //计算线段与圆的交点可用这个函数后判点是否在线段上
1
2
   void intersection_line_circle(point c,double r,point l1,point l2,point& p1,point& p2)
3
4
     point p=c;
5
     double t;
6
     p.x+=l1.y-l2.y;
7
     p.y+=l2.x-l1.x;
8
     p=intersection(p,c,l1,l2);
9
      t=sqrt(r*r-distance(p,c)*distance(p,c))/distance(l1,l2);
10
     p1.x=p.x+(l2.x-l1.x)*t;
     p1.y=p.y+(l2.y-l1.y)*t;
11
     p2.x=p.x-(l2.x-l1.x)*t;
12
13
     p2.y=p.y-(l2.y-l1.y)*t;
    1.8.7 计算圆与圆的交点
   void intersection_circle_circle(point c1,double r1,point c2,double r2,point& p1,point& p2)
1
2
3
     point u,v;
     double t:
4
5
      t=(1+(r1*r1-r2*r2)/distance(c1,c2)/distance(c1,c2))/2;
6
     u.x=c1.x+(c2.x-c1.x)*t:
7
     u.y=c1.y+(c2.y-c1.y)*t;
8
      v.x=u.x+c1.y-c2.y;
9
     v.y=u.y-c1.x+c2.x;
10
      intersection_line_circle(c1,r1,u,v,p1,p2);
11
           凸包重心
    1.9
   #include<stdio.h>
    #include<string.h>
   #include<algorithm>
3
   #include<math.h>
   using namespace std;
   #define maxn 100000
6
7
    struct point{double x,y;}a[maxn],b[maxn];
8
   int top;
9
   int N;
10
    point vex[maxn];
11
   bool cmp(const point &x,const point &y)
12
     if(x.y==y.y) return x.x<y.x;</pre>
```

```
return x.y<y.y;</pre>
14
15
    \textbf{double} \text{ xmult(point a,point b,point c)} \{\textbf{return } (b.x-a.x)*(c.y-a.y)-(b.y-a.y)*(c.x-a.x);\}
16
17
    void convex(int n,point P[])
18
19
       sort(P,P+n,cmp);
      vex[0]=P[0];
20
21
      vex[1]=P[1];
22
      top=1;
23
      for(int i=2;i<n;i++)</pre>
24
25
         while(top&&xmult(vex[top],vex[top-1],P[i])<=0) top--;</pre>
         vex[++top]=P[i];
26
27
28
       int len=top;
      vex[++top]=P[n-2];
29
      for(int i=n-3;i>=0;i---)
30
31
         while(top!=len&&xmult(vex[top],vex[top-1],P[i])<=0) top--;</pre>
32
33
         vex[++top]=P[i];
34
      }
35
    double cha(point a,point b)
36
37
38
      return a.x*b.y-b.x*a.y;
39
40
    double dian(point a,point b,point c)
41
42
         return (c.x-b.x)*(a.x-b.x)+(c.y-b.y)*(a.y-b.y);
43
44
    bool pan(point a,point b,point c)
45
46
         if(dian(a,b,c)>0&&dian(c,a,b)>0)
47
             return 1;
48
         return 0:
49
50
    int main()
51
52
         int T;
         scanf("%d",&T);
53
54
         while(T--)
55
         {
             scanf("%d",&N);
56
57
             for(int i=0;i<N;i++)</pre>
58
                  scanf("%lf%lf",&a[i].x,&a[i].y);
59
60
                  b[i]=a[i];
61
             }
62
             convex(N,b);
63
             double are=0;
             for(int i=0;i<N;i++)</pre>
64
65
66
                  are+=cha(a[i],a[(i+1)%N]);
67
               // printf("%f\n",are);
68
69
             are/=2.0;//fabs(are)/2.0;
70
             point zhong;
71
             zhong.x=0;
             zhong.y=0;
72
73
             for(int i=0;i<N;i++)</pre>
74
                 zhong.x+=(a[i].x+a[(i+1)\%N].x)*cha(a[i],a[(i+1)\%N]);
75
             for(int i=0;i<N;i++)</pre>
76
                  zhong.y+=(a[i].y+a[(i+1)%N].y)*cha(a[i],a[(i+1)%N]);
77
             zhong.x/=(6.0*are);
78
             zhong.y/=(6.0*are);
79
         }
80
```

1.10 半平面交

```
#include <cstdio>
1
    #include <algorithm>
    #include <cmath>
3
    const double eps=1e-8;
    using namespace std;
6
    struct point
7
      double x,y;
8
9
      point(){}
10
      point(double x,double y)
```

```
11
12
         this->x=x;
13
         this->y=y;
14
      point operator -(const point &b) const
15
16
17
         return point(x-b.x,y-b.y);
18
19
      double operator *(const point &b) const
20
21
         return x*b.y-y*b.x;
22
      }
23
    }:
24
    struct line
25
       point s,e;
26
27
       double k;
28
      line(point a=point(),point b=point())
29
30
31
         k=atan2(e.y-s.y,e.x-s.x);
32
33
      point operator &(const line &b) const
34
35
         point res=s;
36
         double t=((s-b.s)*(b.s-b.e))/((s-e)*(b.s-b.e));
37
         res.x+=(e.x-s.x)*t;
38
         res.y+=(e.y-s.y)*t;
39
         return res:
40
      }
41
    line Q[1101];
42
43
    double xmult(point p0,point p1,point p2)
44
      return (p1.x-p0.x)*(p2.y-p0.y)-(p2.x-p0.x)*(p1.y-p0.y);
45
46
47
    bool HPIcmp(line a,line b)
48
49
       if(fabs(a.k-b.k)>eps)
50
         return a.k<b.k:
51
       return ((a.s-b.s)*(b.e-b.s))<0;
52
    void HPI(line L[],int n,point res[],int &resn)
53
54
55
      int tot=n;
56
      sort(L,L+n,HPIcmp);
57
       tot=1;
       for(int i=1;i<n;i++)</pre>
58
59
         if(fabs(L[i].k-L[i-1].k)>eps)
60
           L[tot++]=L[i];
      int head=0,tail=1;
61
62
      Q[0]=L[0];
63
      Q[1]=L[1];
64
      resn=0;
65
       for(int i=2;i<tot;i++)</pre>
66
67
         if(fabs((Q[tail].e-Q[tail].s)*(Q[tail-1].e-Q[tail-1].s))<eps</pre>
68
           ||fabs((Q[head].e-Q[head].s)*(Q[head+1].e-Q[head+1].s))<eps)|
69
           return:
70
         while(head<tail&&(((Q[tail]&Q[tail-1])-L[i].s)*(L[i].e-L[i].s))>eps)
71
           tail--;
         while(head<tail&&(((Q[head]&Q[head+1])-L[i].s)*(L[i].e-L[i].s))>eps)
72
73
           head++;
         Q[++tail]=L[i];
74
75
      while ((Q[tail]&Q[tail-1])-Q[head].s)*(Q[head].e-Q[head].s))>eps)
76
77
         tail—
78
      \label{eq:while} \textbf{while} (\text{head} \times (((Q[\text{head}] \& Q[\text{head+1}]) - Q[\text{tail}].s) \times (Q[\text{tail}].e - Q[\text{tail}].s))) > eps)
79
        head++;
       if(tail<=head+1)</pre>
80
81
         return;
       for(int i=head;i<tail;i++)</pre>
82
83
         res[resn++]=Q[i]&Q[i+1];
       if(head<tail+1)</pre>
84
85
         res[resn++]=Q[head]&Q[tail];
86
87
    int main()
88
89
       // fop;
      int t;
90
```

```
91
       scanf("%d",&t);
 92
       while(t---)
93
 94
          int n;
          scanf("%d",&n);
95
96
          point P[1011];
 97
          for(int i=0;i<n;i++)</pre>
            scanf("%lf%lf",&P[i].x,&P[i].y);
98
99
          int dir=0;
          double sum=0;
100
          for(int i=0;i<n;i++)</pre>
101
102
            sum+=xmult(P[i],P[(i+1)%n],P[(i+2)%n]);
103
          if(sum<0) dir=0;</pre>
104
          else dir=1;
105
          line LL[1011];
106
          if(dir)
107
            for(int i=0;i<n;i++)</pre>
108
              LL[i]=line(P[i],P[(i+1)%n]);
          else for(int i=n-1;i>=0;i---)
109
110
              LL[i]=line(P[i],P[(i-1+n)%n]);
111
          point res[1011];
112
          int resn=0;
113
          HPI(LL,n,res,resn);
          puts(resn?"YES":"NO");
114
115
116
```

1.11 圆面积并

```
#include <bits/stdc++.h>
 2
    using namespace std;
    const double eps=1e-12;
 3
    \textbf{const double} \ \ \texttt{pi=acos}(-1.0) \ ;
 4
 5
    struct point
 6
 7
         double x,y;
 8
         point(double _x=0, double _y=0)
 9
10
             x=_x;
11
             y=_y;
         };
12
13
         point(point s,point e)
14
15
             x=e.x-s.x;
16
             y=e.y-s.y;
17
         }:
18
         double length()
19
         {
20
             return sqrt(x*x+y*y);
21
22
    }:
23
    struct circle
24
25
         point c;
26
         double r;
27
    };
    struct event
28
29
30
         double tim;
31
         int typ;
32
         event(double _tim=0,int _typ=0)
33
34
             tim=_tim;
35
             typ=_typ;
         }
36
37
38
    int cmp(const double &a,const double &b)
39
40
         if(fabs(a-b)<eps)</pre>
             return 0;
41
42
         if(a<b)
43
             return -1;
44
         return 1:
45
46
    bool eventcmp(const event &a,const event &b)
47
48
         return cmp(a.tim,b.tim)<0;</pre>
49
    double area(double theta,double r)
50
51
    {
```

```
52
          return 0.5*r*r*(theta-sin(theta));
 53
 54
     double xmult(point a,point b)
 55
     {
          return a.x*b.y-a.y*b.x;
 56
 57
 58
     int n,cur,tote;
 59
     circle c[1001];
 60
     double ans[1011],pre[1011],AB,AC,BC,theta,fai,a0,a1;
 61
     event e[4004];
 62
     point lab;
 63
     int N;
 64
     bool del[1100];
 65
     void calc()
 66
          for(int i=0;i<n;i++)</pre>
 67
 68
              del[i]=0;
 69
          for(int i=0;i<n;i++)</pre>
              if(del[i]==0)
 70
 71
 72
                   for(int j=0;j<n;j++)</pre>
 73
                       if(i!=j)
 74
                       {
 75
                            if(del[j]==0)
 76
                                if(cmp(point(c[i].c,c[j].c).length()+c[j].r,c[i].r)<=0)</pre>
 77
                                    del[j]=1;
 78
                       }
 79
 80
          int tn=n;
 81
          n=0;
 82
          for(int i=0;i<tn;i++)</pre>
              if(del[i]==0)
 83
 84
                   c[n++]=c[i];
 85
          for(int i=1;i<=tn;i++)</pre>
              ans[i]=0.0;
 86
 87
          for(int i=0;i<n;i++)</pre>
 88
 89
              tote=0;
 90
              e[tote++]=event(-pi,1);
 91
              e[tote++]=event(pi,-1);
 92
              for(int j=0;j<n;j++)</pre>
 93
                   if(j!=i)
 94
                   {
 95
                       lab=point(c[j].c.x-c[i].c.x,c[j].c.y-c[i].c.y);
                       AB=lab.length();
 96
 97
                       AC=c[i].r;
 98
                       BC=c[j].r;
                       if(cmp(AB+AC,BC)<=0)</pre>
 99
100
101
                            e[tote++]=event(-pi,1);
                            e[tote++]=event(pi,-1);
102
103
                            continue;
104
                       if(cmp(AB+BC,AC)<=0)</pre>
105
106
                           continue;
107
                       if(cmp(AB,AC+BC)>0)
108
                           continue;
109
                       theta=atan2(lab.y,lab.x);
                       fai=acos((AC*AC+AB*AB—BC*BC)/(2.0*AC*AB));
110
111
                       a0=theta-fai;
                       if(cmp(a0,-pi)<0) a0+=2*pi;
112
113
                       a1=theta+fai;
114
                       if(cmp(a1,pi)>0) a1-=2*pi;
115
                       if(cmp(a0,a1)>0)
116
                            e[tote++]=event(a0,1);
117
                           e[tote++]=event(pi,-1);
118
119
                            e[tote++]=event(-pi,1);
                           e[tote++]=event(a1,-1);
120
                       }
121
122
                       else
123
124
                            e[tote++]=event(a0,1);
125
                            e[tote++]=event(a1,-1);
126
127
128
              sort(e,e+tote,eventcmp);
129
              cur=0;
130
              for(int j=0;j<tote;j++)</pre>
131
              {
```

```
132
                  if(cur!=0&&cmp(e[j].tim,pre[cur])!=0)
133
                  {
                      ans[cur]+=area(e[j].tim—pre[cur],c[i].r);
134
135
                      ans[cur]+=xmult(point(c[i].c.x+c[i].r*cos(pre[cur]),c[i].c.y+c[i].r*sin(pre[cur])),
                                       point(c[i].c.x+c[i].r*cos(e[j].tim),c[i].c.y+c[i].r*sin(e[j].tim)))/2.0;
136
137
138
                  cur+=e[j].typ;
139
                  pre[cur]=e[j].tim;
140
141
         printf("%.3f\n",ans[1]);
142
143
         for(int i=1;i<n;i++)</pre>
144
             ans[i]-=ans[i+1];
145
146
     int main()
147
148
         while(scanf("%d",&n)>0)
149
              for(int i=0;i<n;i++)</pre>
150
151
152
                  scanf("%lf%lf%lf",&c[i].c.x,&c[i].c.y,&c[i].r);
153
154
              calc();
155
         }
156
```

1.12 圆与多边形交

```
#include <bits/stdc++.h>
    #define pi acos(-1.0)
 2
 3
    using namespace std;
    const double eps=1e-10;
    inline double max(double a,double b)
 5
 6
 7
      if(a>b)
 8
        return a;
 9
      return b;
10
11
    inline double min(double a,double b)
12
      if(a>b)
13
14
        return b;
15
      return a;
16
17
    inline int fi(double a)
18
19
      if(a>eps)
20
        return 1;
      else if(a>=-eps)return 0;
21
22
      return -1;
23
24
    class vector
25
26
      public:
27
      double x,y;
      vector(){}
28
      vector(double x0,double y0)
29
30
31
        x=x0,y=y0;
32
33
      double operator *(const vector& a) const
34
35
        return x*a.y-y*a.x;
36
37
      double operator %(const vector& a) const
38
39
        return x*a.x+y*a.y;
40
41
      vector verti() const
42
      {
43
        return vector(-y,x);
44
45
      double length() const
46
47
        return sqrt(x*x+y*y);
48
      }
49
      vector adjust(double len)
50
        double o1=len/length();
51
52
        return vector(x*o1,y*o1);
```

```
53
 54
       vector oppose()
 55
 56
          return vector(-x,-y);
 57
       }
 58
 59
     class point
 60
 61
     public:
       double x,y;
 62
 63
        point (){}
 64
        point (double x0,double y0)
 65
 66
          x=x0,y=y0;
 67
 68
       vector operator -(const point& a) const
 69
 70
          return vector(x-a.x,y-a.y);
 71
 72
       point operator +(const vector& a) const
 73
 74
          return point(x+a.x,y+a.y);
 75
       }
 76
     };
 77
     class segment
 78
 79
       public:
 80
       point a,b;
       segment(){}
 81
 82
       segment(point a0,point b0)
 83
 84
          a=a0, b=b0;
 85
       }
 86
       point intersert(const segment& s) const
 87
 88
          vector v1=s.a-a, v2=s.b-a, v3=s.b-b, v4=s.a-b;
 89
          double s1=v1*v2,s2=v3*v4;
 90
          double se=s1+s2;
 91
          s1/=se;
          s2/=se;
 92
 93
          return point(a.x*s2+b.x*s1,a.y*s2+b.y*s1);
 94
 95
       point pverti(const point& p) const
 96
        {
 97
          vector t=(b-a).verti();
 98
          segment uv(p,p+t);
 99
          return intersert(uv);
100
101
       bool on_seg(const point &p) const
102
          \textbf{if}(\texttt{fi}(\texttt{min}(\texttt{a.x},\texttt{b.x}) - \texttt{p.x}) < = 0 \& \texttt{fi}(\texttt{p.x-max}(\texttt{a.x},\texttt{b.x})) < = 0 \& \& \\
103
104
            fi(min(a.y,b.y)-p.y)<=0&&fi(p.y-max(a.y,b.y))<=0)return true;
105
          else return false;
106
       }
107
108
     double radius;
109
     point polygon[10];
110
     double kuras_area(point a,point b,point cir)
111
112
       point ori=point(cir.x,cir.y);
        // printf("%.2f %.2f\n",cir.x,cir.y);
113
       int sgn=fi((b-ori)*(a-ori));
114
115
       double da=(a-ori).length(),db=(b-ori).length();
        // printf("%.2f %.2f\n",da,db);
116
       int ra=fi(da-radius),rb=fi(db-radius);
117
118
       double angle = acos(((b-ori)%(a-ori))/(da*db));
        // printf("%.2f\n",angle);
119
120
        segment t(a,b); point h,u; vector seg;
121
       double ans,dlt,mov,tangle;
       if(fi(da)==0||fi(db)==0)
122
123
          return 0;
        else if(sgn==0)
124
125
          return 0;
126
        else if(ra<=0&&rb<=0)
127
          return fabs((b-ori)*(a-ori))/2*sgn;
128
        else if(ra>=0&&rb>=0)
129
130
          h=t.pverti(ori);
131
          dlt=(h-ori).length();
          if(!t.on_seg(h)||fi(dlt-radius)>=0)
132
```

```
return radius*radius*(angle/2)*sgn;
134
         else
135
136
           ans=radius*radius*(angle/2);
137
           tangle=acos(dlt/radius):
138
           ans-=radius*radius*tangle;
139
           ans+=radius*sin(tangle)*dlt;
           // printf("%.2f\n",ans);
140
141
           return ans*sgn;
142
         }
143
       }
144
       else
145
       {
146
         h=t.pverti(ori);
147
         dlt=(h-ori).length();
148
         seg=b-a:
149
         mov=sqrt(radius*radius-dlt*dlt);
150
         seg=seg.adjust(mov);
151
         if(t.on_seg(h+seg)) u=h+seg;
152
         else u=h+seg.oppose();
153
         if(ra==1) swap(a,b);
154
         ans=fabs((a-ori)*(u-ori))/2;
155
         tangle=acos(((u-ori)%(b-ori))/((u-ori).length()*(b-ori).length()));
156
         ans+=radius*radius*(tangle/2);
157
         return ans*sgn;
158
       }
159
160
     int main()
161
162
       int cas=0;
163
       double x1,x2,x3,y1,y2,y3;
       while(scanf("%lf%lf%lf",&x1,&y1,&radius)>0)
164
165
166
         if(cas++)
           puts("");
167
168
         scanf("%lf%lf%lf%lf",&x2,&y2,&x3,&y3);
169
         polygon[0]=point(x2,y2);
170
         polygon[3]=point(x2,y3);
         polygon[2]=point(x3,y3);
171
172
         polygon[1]=point(x3,y2);
173
         double area=0;
174
         for(int i=0;i<4;i++)</pre>
175
176
           area+=kuras_area(polygon[i],polygon[(i+1)%4],point(x1,y1));
177
178
         printf("%.16f\n",fabs(area));
179
180
              三维凸包
     1.13
  1
     #define PR 1e-8
     #define N 510
  2
  3
     struct TPoint
  4
     {
         double x,y,z;
  5
  6
         TPoint(){}
  7
         TPoint(\textbf{double } \_x, \textbf{double } \_y, \textbf{double } \_z): x(\_x), y(\_y), z(\_z)\{\}
  8
         TPoint operator-(const TPoint p) {return TPoint(x-p.x,y-p.y,z-p.z);}
         TPoint operator*(const TPoint p) {return TPoint(y*p.z-z*p.y,z*p.x-x*p.z,x*p.y-y*p.x);}//叉积
  9
 10
         double operator^(const TPoint p) {return x*p.x+y*p.y+z*p.z;}//点积
     };
 11
     struct fac//
 12
 13
     {
 14
         int a,b,c;//凸包一个面上的三个点的编号
 15
         bool ok;//该面是否是最终凸包中的面
 16
 17
     struct T3dhull
 18
 19
         int n;//初始点数
 20
         TPoint ply[N];//初始点
         int trianglecnt;//凸包上三角形数
21
22
         fac tri[N];//凸包三角形
23
         int vis[N][N];//点到点是属于哪个面ij
 24
         double dist(TPoint a){return sqrt(a.x*a.x+a.y*a.y+a.z*a.z);}//两点长度
25
         double area(TPoint a,TPoint b,TPoint c){return dist((b-a)*(c-a));}//三角形面积*2
26
         double volume(TPoint a,TPoint b,TPoint c,TPoint d){return (b−a)*(c−a)^(d−a);}//四面体有向体积*6
```

double ptoplane(TPoint &p,fac &f)//正:点在面同向

27

133

```
28
         {
 29
             TPoint m=ply[f.b]-ply[f.a],n=ply[f.c]-ply[f.a],t=p-ply[f.a];
30
             return (m*n)^t;
 31
         void deal(int p,int a,int b)
32
33
             int f=vis[a][b];
 34
 35
             fac add;
 36
             if(tri[f].ok)
 37
                 if((ptoplane(ply[p],tri[f]))>PR) dfs(p,f);
 38
 39
                 else
 40
                 {
 41
                     add.a=b,add.b=a,add.c=p,add.ok=1;
                     vis[p][b]=vis[a][p]=vis[b][a]=trianglecnt;
 42
 43
                     tri[trianglecnt++]=add;
 44
                 }
 45
             }
         }
 46
 47
         void dfs(int p,int cnt)//维护凸包,如果点在凸包外更新凸包p
 48
 49
             tri[cnt].ok=0;
             deal(p,tri[cnt].b,tri[cnt].a);
 50
 51
             deal(p,tri[cnt].c,tri[cnt].b);
 52
             deal(p,tri[cnt].a,tri[cnt].c);
53
 54
         bool same(int s, int e)//判断两个面是否为同一面
 55
 56
             TPoint a=ply[tri[s].a],b=ply[tri[s].b],c=ply[tri[s].c];
 57
             return fabs(volume(a,b,c,ply[tri[e].a]))<PR</pre>
 58
                 &&fabs(volume(a,b,c,ply[tri[e].b]))<PR
 59
                 &&fabs(volume(a,b,c,ply[tri[e].c]))<PR;
         }
 60
 61
         void construct()//构建凸包
 62
 63
             int i,j;
 64
             trianglecnt=0;
 65
             if(n<4) return ;</pre>
 66
             bool tmp=true;
 67
             for(i=1;i<n;i++)//前两点不共点
 68
 69
                 if((dist(ply[0]-ply[i]))>PR)
 70
                 {
 71
                     swap(ply[1],ply[i]); tmp=false; break;
 72
                 }
 73
             if(tmp) return;
 74
 75
             tmp=true;
             for(i=2;i<n;i++)//前三点不共线
 76
 77
 78
                 if((dist((ply[0]-ply[1])*(ply[1]-ply[i])))>PR)
 79
                 {
 80
                     swap(ply[2],ply[i]); tmp=false; break;
                 }
81
 82
 83
             if(tmp) return ;
84
             tmp=true;
 85
             for(i=3;i<n;i++)//前四点不共面
86
 87
                 if(fabs((ply[0]-ply[1])*(ply[1]-ply[2])^(ply[0]-ply[i]))>PR)
88
 89
                     swap(ply[3],ply[i]); tmp=false; break;
 90
                 }
 91
 92
             if(tmp) return ;
93
             fac add;
 94
             for(i=0;i<4;i++)//构建初始四面体
95
96
                 add.a=(i+1)%4,add.b=(i+2)%4,add.c=(i+3)%4,add.ok=1;
                 if((ptoplane(ply[i],add))>0) swap(add.b,add.c);
 97
                 vis[add.a][add.b]=vis[add.c]=vis[add.c][add.a]=trianglecnt;
98
 99
                 tri[trianglecnt++]=add;
100
101
             for(i=4;i<n;i++)//构建更新凸包
102
103
                 for(j=0;j<trianglecnt;j++)</pre>
104
                 {
                     if(tri[j].ok&&(ptoplane(ply[i],tri[j]))>PR)
105
106
```

```
107
                          dfs(i,j); break;
108
                      }
                  }
109
110
111
              int cnt=trianglecnt;
112
              trianglecnt=0;
113
              for(i=0;i<cnt;i++)</pre>
114
                  if(tri[i].ok)
115
                      tri[trianglecnt++]=tri[i];
116
              }
117
118
         double area()//表面积
119
120
121
              double ret=0;
              for(int i=0;i<trianglecnt;i++)</pre>
122
123
                 ret+=area(ply[tri[i].a],ply[tri[i].b],ply[tri[i].c]);
              return ret/2.0;
124
125
126
         double volume()//体积
127
128
              TPoint p(0,0,0);
129
              double ret=0;
              for(int i=0;i<trianglecnt;i++)</pre>
130
131
                  ret+=volume(p,ply[tri[i].a],ply[tri[i].b],ply[tri[i].c]);
132
              return fabs(ret/6);
133
134
         int facetri() {return trianglecnt;}//表面三角形数
135
         int facepolygon()//表面多边形数
136
              int ans=0,i,j,k;
137
              for(i=0;i<trianglecnt;i++)</pre>
138
139
140
                  for(j=0,k=1;j<i;j++)</pre>
141
142
                      if(same(i,j)) {k=0;break;}
143
                  }
144
                  ans+=k;
145
146
              return ans;
147
     }hull;
148
```

2 Math

2.1 Nim 积

```
#include<iostream>
 1
 2
    #include<cstdio>
    #include<cstring>
    using namespace std;
 5
    int m[2][2]={0,0,0,1};
    int Nim_Mult_Power(int x,int y){
 6
 7
      if(x<2)
 8
        return m[x][y];
 9
      int a=0;
      for(;;a++)
10
11
        if(x>=(1<<(1<<a))&&x<(1<<(1<<(a+1))))
          break;
12
13
      int m=1<<(1<<a);</pre>
14
      int p=x/m,s=y/m,t=y%m;
      int d1=Nim_Mult_Power(p,s);
15
      int d2=Nim_Mult_Power(p,t);
16
      return (m*(d1^d2))^Nim_Mult_Power(m/2,d1);
17
18
    int Nim_Mult(int x,int y){
19
20
      if(x<y)</pre>
21
        return Nim_Mult(y,x);
22
      if(x<2)
23
        return m[x][y];
24
      int a=0;
25
      for(;;a++)
26
        if(x>=(1<<(1<<a))&&x<(1<<(a+1))))
27
          break;
      int m=1<<(1<<a);</pre>
28
29
      int p=x/m,q=x%m,s=y/m,t=y%m;
30
      int c1=Nim_Mult(p,s),c2=Nim_Mult(p,t)^Nim_Mult(q,s),c3=Nim_Mult(q,t);
      return (m*(c1^c2))^c3^Nim_Mult_Power(m/2,c1);
31
32
    int main(){
33
34
      int t,n,x,y,z;
      while(scanf("%d",&n) > 0){
35
36
        int ret=0;
37
        while(n--){
           scanf("%d%d%d",&x,&y,&z);
38
           ret^=Nim_Mult(Nim_Mult(x,y),z);
39
40
        if(!ret)
41
           puts("Yes");
42
43
        else
           puts("No");
44
45
46
      return 0;
47
```

3 Graph

3.1 Tarjan

```
const int MAX=1605000;
 1
    struct node
 3
 4
        int v,next,w;
 5
    }g[MAX],g2[MAX];
    int adj[MAX],low[MAX],dfn[MAX],bel[MAX];
 6
    int e,Index,cnt,n,m,x[MAX],y[MAX],inStack[MAX];
    int maxx,vis[MAX],e2,adj2[MAX];
 8
 9
    stack<int>s:
10
    void add(int u,int v)
11
    {
12
        g[e].v=v; g[e].next=adj[u]; adj[u]=e++;
13
14
    void tarjan(int u)
15
16
        low[u]=dfn[u]=++Index;
17
        s.push(u);
18
        inStack[u]=1;
        int i,v;
19
20
        for(i=adj[u];i!=-1;i=g[i].next)
21
             v=g[i].v;
22
23
             if(!dfn[v])
24
25
                 tarjan(v);
26
                 low[u]=min(low[u],low[v]);
27
28
             else if(inStack[v])
                 low[u]=min(low[u],dfn[v]);
29
30
31
        if(low[u] == dfn[u])
32
33
             cnt++;
34
             do
35
             {
36
                 v=s.top();
37
                 s.pop();
38
                 inStack[v]=0;
39
                 bel[v]=cnt;
40
             }while(u!=v);
        }
41
42
```

3.2 Sap

```
#include <bits/stdc++.h>
 1
    using namespace std;
 3
    int m;
 4
    struct Edge
        int en,cap,flow,next;
 6
 7
    } edge[E];
    int head[N] , tot , now[N];
    int source,sink,tot_num;
 9
10
    int pre[N] , dis[N] , gap[N];
    int n;
11
12
    struct node
13
14
         int x,y,z,f,l;
15
    }p[122];
    void add(int st,int en,int cap)
16
17
18
        edge[tot].en=en;
19
        edge[tot].cap=cap;
        edge[tot].flow=0;
20
        edge[tot].next=head[st];
21
        head[st]=tot++;
22
23
24
        edge[tot].en=st;
25
        edge[tot].cap=0;
26
        edge[tot].flow=0;
27
        edge[tot].next=head[en];
28
        head[en]=tot++;
29
```

```
30
 31
     void augment(int flow)
 32
 33
         for(int i=source;i!=sink;i=edge[now[i]].en)
 34
 35
              edge[now[i]].flow+=flow;
              edge[now[i]^1].flow-=flow;
 36
 37
 38
 39
     int summ=0;
 40
     int sap()
 41
     {
 42
         memset(dis,0,sizeof(dis));
 43
         memset(gap,0,sizeof(gap));
 44
         memset(pre,-1,sizeof(pre));
         for(int i=0;i<tot_num;i++)</pre>
 45
 46
              now[i]=head[i];
 47
         gap[0]=tot_num;
         int point=source,flow=0,min_flow=INT_INF;
 48
 49
         while(dis[source]<tot_num)</pre>
 50
 51
              bool fg=false;
 52
              for(int i=now[point];i!=-1;i=edge[i].next)
                  if(edge[i].cap-edge[i].flow>0 && dis[point]==dis[edge[i].en]+1)
 53
 54
 55
                      min_flow=min(min_flow,edge[i].cap—edge[i].flow);
 56
                      now[point]=i;
 57
                      pre[edge[i].en]=point;
 58
                      point=edge[i].en;
 59
                      if(point==sink)
 60
                      {
                           flow+=min_flow;
 61
 62
                           augment(min_flow);
 63
                           point=source;
                          min_flow=INT_INF;
 64
 65
 66
                      fg=true;
 67
                      break;
 68
              if(fg) continue;
 69
 70
              if(--gap[dis[point]]==0) break;
              int Min=tot_num;
 71
              for(int i=head[point];i!=-1;i=edge[i].next)
 72
 73
                  if(edge[i].cap-edge[i].flow>0 && Min>dis[edge[i].en])
 74
                  {
 75
                      Min=dis[edge[i].en];
 76
                      now[point]=i;
 77
 78
              gap[dis[point]=Min+1]++;
 79
              if(point!=source) point=pre[point];
 80
 81
         return flow;
 82
     int main()
 83
 84
 85
         while(scanf("%d%d",&m,&n)>0)
 86
 87
              tot=0;
 88
              source=0:
 89
              sink=n-1;
 90
              tot_num=n;
 91
              memset(head,-1,sizeof(head));
 92
              for(int i=0;i<m;i++)</pre>
 93
 94
                  int a,b,c;
 95
                  scanf("%d%d%d",&a,&b,&c);
 96
                  add(a-1,b-1,c);
 97
 98
              printf("%d\n",sap());
         }
 99
100
```

费用流 3.3

```
using namespace std;
2
   struct Edge
3
       int st,en,cap,flow,cost,next;
5
   } edge[E];
   int head[N] , tot , now[N];
```

```
7
    int source,sink;
    int pre[N] , dis[N];
 8
    queue<int> q;
 9
10
    bool vs[N];
11
12
    void add(int st,int en,int cap,int cost)
13
14
        edge[tot].st=st;
15
        edge[tot].en=en;
16
        edge[tot].cap=cap;
17
        edge[tot].flow=0;
18
        edge[tot].cost=cost;
19
        edge[tot].next=head[st];
20
        head[st]=tot++;
21
        edge[tot].st=en;
22
23
        edge[tot].en=st;
24
        edge[tot].cap=0;
25
        edge[tot].flow=0;
26
        edge[tot].cost=-cost;
27
        edge[tot].next=head[en];
28
        head[en]=tot++;
29
30
    bool SPFA()
31
32
33
        for(int i=0; i<N; i++)</pre>
34
             dis[i]=INF;
35
        memset(vs,0,sizeof(vs));
36
        memset(now,-1,sizeof(now));
37
        while(!q.empty()) q.pop();
        q.push(source); dis[source]=0; vs[source]=1;
38
39
        while(!q.empty())
40
             int u=q.front(); q.pop(); vs[u]=0;
41
42
             for(int i=head[u],v; i!=-1; i=edge[i].next)
43
                 if(edge[i].cap-edge[i].flow>0 && dis[v=edge[i].en]>dis[u]+edge[i].cost)
44
45
                     dis[v]=dis[u]+edge[i].cost;
46
                     now[v]=i;
47
                     if(!vs[v])
48
                     {
49
                         vs[v]=1;
50
                         q.push(v);
51
52
                 }
53
        if(dis[sink]!=INF) return true;
54
55
        else return false;
56
    }
57
58
    int MCMF()
59
60
        int cost=0;
61
        while(SPFA())
62
63
             int flow=INF;
64
             for(int u=sink; u!=source; u=edge[now[u]].st)
65
                 if(flow>edge[now[u]].cap—edge[now[u]].flow)
66
                     flow=edge[now[u]].cap—edge[now[u]].flow;
67
             for(int u=sink; u!=source; u=edge[now[u]].st)
68
69
                 edge[now[u]].flow+=flow;
70
                 edge[now[u]^1].flow==flow;
71
72
            cost+=flow*dis[sink];
73
74
        return cost;
75
76
    int n,m;
77
    struct node
78
79
        int x;
80
        int y;
        node(int x=0,int y=0){this->x=x,this->y=y;};
81
82
83
    node ph[111],pm[111];
84
    char maz[111][111]={0};
85
    int dist[111][111]={0};
    void build()
86
```

```
87
     {
          clr_1(head);
 88
 89
          tot=0;
 90
          clr(dist);
 91
          int cnt1=0;
 92
          int cnt2=0;
 93
          source=0; sink=(n+m)+1;
 94
          for(int i=0;i<n;i++)</pre>
 95
 96
             scanf("%s",maz[i]);
 97
             for(int j=0;j<m;j++)
 98
 99
                 if(maz[i][j]=='H')
100
                      ph[++cnt1]=node(i,j);
101
102
                     add(0,cnt1,1,0);
103
104
                 else if(maz[i][j]=='m')
105
106
                      pm[++cnt2]=node(i,j);
107
             }
108
109
          sink=cnt1+cnt2+1;
110
          for(int i=1;i<=cnt2;i++)</pre>
111
              add(cnt1+i,sink,1,0);
112
113
          for(int i=1;i<=cnt1;i++)</pre>
114
          {
115
              for(int j=1;j<=cnt2;j++)</pre>
116
117
                  int go=abs(ph[i].x-pm[j].x)+abs(ph[i].y-pm[j].y);
                  add(i,cnt1+j,INF,go);
118
119
              }
120
          printf("%d\n",MCMF());
121
122
          return;
123
124
125
     int main()
126
         // fop;
127
128
         while(scanf("%d%d",&n,&m)!=EOF)
129
130
              if(n==m\&\&m==0)
131
                 break;
132
              build();
133
134
          return 0;
```

135

4 字符串

4.1 后缀数组 dc3

```
const int maxn = 150000;
    int s[maxn*3];
 3
    int rank[maxn*3],height[maxn*3];
    int r[maxn*3],sa[maxn*3];
    int wa[maxn*3],wb[maxn*3],wv[maxn*3],ss[maxn*3],sa2[maxn*3];
 7
 8
    #define F(x) ((x)/3+((x)%3==1?0:tb))
    #define G(x) ((x) < tb?(x) *3+1:((x)-tb) *3+2)
 9
10
11
    int c0(int *r,int a,int b){
12
        return r[a]==r[b]&&r[a+1]==r[b+1]&&r[a+2]==r[b+2];
13
    int c12(int k,int *r,int a,int b){
14
15
        if(k==2) return r[a]<r[b]||r[a]==r[b]&&c12(1,r,a+1,b+1);</pre>
16
        else return r[a]<r[b]||r[a]==r[b]&&wv[a+1]<wv[b+1];
17
    void sort(int *r,int *a,int *b,int n,int m){
18
19
          int i;
          for(i=0;i<n;i++) wv[i]=r[a[i]];</pre>
20
21
         for(i=0;i<m;i++) ss[i]=0;</pre>
22
          for(i=0;i<n;i++) ss[wv[i]]++;</pre>
23
          for(i=1;i<m;i++) ss[i]+=ss[i-1];</pre>
          for(i=n-1;i>=0;i--) b[--ss[wv[i]]]=a[i];
24
25
26
27
    //用n+1
28
    void dc3(int *r,int *sa,int n,int m){
         int i,j,*san=sa+n,ta=0,tb=(n+1)/3,tbc=0,p,*rn=r+n;
29
30
          r[n]=r[n+1]=0;
31
          for(i=0;i<n;i++) if(i%3!=0) wa[tbc++]=i;</pre>
32
          sort(r+2,wa,wb,tbc,m);
33
         sort(r+1,wb,wa,tbc,m);
34
         sort(r,wa,wb,tbc,m);
35
          for(p=1,rn[F(wb[0])]=0,i=1;i<tbc;i++)</pre>
36
          rn[F(wb[i])]=c0(r,wb[i-1],wb[i])?p-1:p++;
37
          if(p<tbc) dc3(rn,san,tbc,p);</pre>
38
          else for(i=0;i<tbc;i++) san[rn[i]]=i;</pre>
          for(i=0;i<tbc;i++) if(san[i]<tb) wb[ta++]=san[i]*3;</pre>
39
40
         if(n%3==1) wb[ta++]=n-1;
41
          sort(r,wb,wa,ta,m);
         for(i=0;i<tbc;i++) wv[wb[i]=G(san[i])]=i;</pre>
42
43
          for(i=0,j=0,p=0;i<ta && j<tbc;p++)</pre>
44
          sa[p]=c12(wb[j]%3,r,wa[i],wb[j])?wa[i++]:wb[j++];
45
         for(;i<ta;p++) sa[p]=wa[i++];</pre>
46
          for(;j<tbc;p++) sa[p]=wb[j++];</pre>
47
          return;
48
49
    //用n+1
50
    void calheight(int *r,int *sa,int n){
51
        int i,j,k=0;
        for (i=0;i<n;++i) rank[sa[i]]=i;</pre>
52
53
        for (i=0;i<n;height[rank[i++]]=k)</pre>
54
             for (k?k--:0,j=sa[rank[i]-1];r[i+k]==r[j+k];k++);
55
    4.2
            后缀数组 da
```

```
const int maxn=100000:
    int sa[maxn],rank[maxn],rank2[maxn],height[maxn],c[maxn],*x,*y,s[maxn],n;
    void radix_sort(int n,int sz)
 3
 4
 5
        memset(c,0,sizeof(c));
 6
        for(int i=0;i<n;i++) c[x[y[i]]]++;</pre>
        for(int i=1;i<sz;i++) c[i]+=c[i-1];</pre>
 7
        for(int i=n-1;i>=0;i—) sa[--c[x[y[i]]]]=y[i];
 8
 9
10
    void get_sa(int *s,int n,int sz=222)
11
12
        x=rank,y=rank2;
13
        for(int i=0;i<n;i++)</pre>
14
             x[i]=s[i],y[i]=i;
15
        radix_sort(n,sz);
16
        for(int len=1;len<n;len<<=1)</pre>
```

```
17
              int yid=0;
18
              for(int i=n-len;i<n;i++) y[yid++]=i;</pre>
19
              for(int i=0;i<n;i++) if(sa[i]>=len) y[yid++]=sa[i]-len;
20
21
              radix_sort(n,sz);
22
              swap(x,y);
              x[sa[0]]=yid=0;
23
              for(int i=1;i<n;i++)</pre>
24
25
26
                  if(y[sa[i]] == y[sa[i-1]] \& sa[i-1] + len < n \& sa[i] + len < n \& y[sa[i] + len] == y[sa[i-1] + len])
27
                       x[sa[i]]=yid;
28
                  else x[sa[i]]=++yid;
29
              }
30
              sz=yid+1;
              if(sz>=n) break;
31
32
33
         for(int i=0;i<n;i++)</pre>
34
              rank[i]=(n==1?0:x[i]);
35
    void get_height(int * s,int n)
36
37
38
         int k=0;height[0]=0;
39
         for(int i=0;i<n;i++)</pre>
40
41
              if(rank[i]==0) continue;
42
             k=max(0,k-1);
43
              int j=sa[rank[i]-1];
44
              while(i+k<n&&j+k<n&&s[i+k]==s[j+k]) k++;</pre>
45
             height[rank[i]]=k;
46
         }
47
```

4.3 后缀自动机

```
1
   #include <set>
    #include <cmath>
    #include <stack>
 3
    #include <cstdio>
 5
    #include <cstring>
 6
    #include <iostream>
    #include <algorithm>
 8
    #include <cstdlib>
 9
    #include <numeric>
10
    #include <vector>
11
    #include <ctime>
12
    #include <queue>
    #include <list>
13
14
    #include <map>
15
    #define pi acos(-1.0)
    #define INF 0x3f3f3f3f
16
17
    #define clr(x) memset(x,0,sizeof(x));
18
    #define clrto(x,siz,y) for(int xx=0;xx<=siz;xx++) x[xx]=y;</pre>
    #define clrset(x,siz) for(int xx=0;xx<=siz;xx++) x[xx]=xx;</pre>
19
20
    #define clr_1(x) memset(x,-1,sizeof(x));
21
    #define clrmax(x) memset(x,0x3f,sizeof(x));
22
    #define clrvec(x,siz) for(int xx=0;xx<=siz;xx++) x[xx].clear();</pre>
                  freopen(".in","r",stdin); //freopen(".out","w",stdout);
    #define fop2
                  freopen("in.txt","r",stdin);//freopen("out.txt","w",stdout);
    #define for
24
25
    #define myprogram By_135678942570
26
    #define clrcpy(x,siz,y) for(int xx=0;xx<siz;xx++) x[xx]=y[xx];</pre>
27
    #define pb push_back
28
    using namespace std;
29
    const int INF = (-1u) >> 2;
30
    const int maxn = 200010;
    const int kind = 27;
31
32
    struct NODE{
33
      int fail, next[kind], step;
      int pos; //该节点在字符串中的位置
34
35
      int id; //副本与本体拥有相同的 id
36
      void clear(){
37
        clr(next);
        id = step = fail = pos = 0;
38
39
40
   };
41
    struct suffix_automation{ //支持删除的后缀自动机 !!!
      NODE node[maxn << 1]; //原串长+ 可能插入的 <= maxn 但每个可能还有一个副本,乘, 2
42
43
      int last, total;
      int len; //当前字符串长度
44
      int idx[maxn << 1]; //字符串中第 i 个字符对应结点 idx[i]
45
```

```
46
       bool is_del[maxn << 1];</pre>
 47
       void init(){
48
         total = last = 0;
 49
         len = 0;
         node[0].clear();
50
51
         is_del[0] = 0;
52
         clr(idx);
53
 54
       void push_back(int step_val){
55
         int p = ++total;
         node[p].clear();
56
 57
         node[p].step = step_val;
         node[p].id = p;
58
59
         is_del[p] = 0;
 60
       bool unExistNorDel(int x){
61
 62
         return x == 0 || is_del[node[x].id];
63
       void insert(int ch){
64
 65
         push_back(node[last].step + 1);
         node[total].pos = ++len;idx[len] = total; // 第 len 个字符对应第 total 个结点
 66
         int p = last, np = total;
 67
         for (;unExistNorDel(node[p].next[ch]); p = node[p].fail) node[p].next[ch] = np;
68
69
         if (node[p].next[ch] == np) //此时一定等于p 0
           node[np].fail = p;
 70
         else {
 71
72
           int q = node[p].next[ch];
73
           if (node[q].step == node[p].step + 1) node[np].fail = q;
 74
           else {
 75
             int nq = ++total;
 76
             node[nq] = node[q];
 77
             node[nq].step = node[p].step + 1;
             node[q].fail = node[np].fail = nq;
 78
79
             for (;node[p].next[ch] == q; p = node[p].fail) node[p].next[ch] = nq;
 80
           }
81
 82
         last = np;
83
       void addString(char *str){
84
85
         int i;
         for (i = 0; str[i]; i++)
86
87
           insert(str[i] - 'a' + 1);
88
 89
       void delString(int k){ //从后往前删除 个字符k
90
         int i;
         for (i = 1; i <= k; i++){
91
           is_del[node[idx[len - i + 1]].id] = 1;
 92
93
94
         last = idx[len - k];
95
         len -= k;
96
97
       bool first;
       int dfs(int x, int &l){
98
99
         if (l == 0) return node[x].pos;
100
         for (i = 0; i < kind; i++){</pre>
101
102
           if (i == 0 && first){
103
             first = 0;
104
             continue;
105
           if (unExistNorDel(node[x].next[i]))continue;
106
107
108
           return dfs(node[x].next[i], l);
109
110
         return node[x].pos;
111
112
       int query(int l){ //求长度为的子串中字典序最小的子串,返回位置l 若为则为所有子串中字典序最小的那个llen
         first = 1;
113
114
         insert(0);
         int tmp = l;
115
         int id = dfs(0, tmp);
116
117
         delString(1);
         int det = l - tmp;
118
         return id - det + 1;
119
120
     }obj;
121
122
     int main()
123
     {
124
125
     }
```

4.4 manacher

```
void manacher()
 2
 3
        int i;
 4
        int mx = 0;
 5
        int id;
 6
        for(i=1; i<n; i++)</pre>
 7
             if( mx > i )
 8
 9
                p[i] = min( p[2*id-i], p[id]+id-i );
10
             else
                 p[i] = 1;
11
             for(; str[i+p[i]] == str[i-p[i]]; p[i]++);
12
13
14
             if( p[i] + i > mx )
15
                 mx = p[i] + i;
16
17
                 id = i;
             }
18
19
        }
20
    }
21
22
    void pre()
23
    {
        int i,j,k;
24
        n = strlen(s);
25
        str[0] = '$';
26
        str[1] = '#';
27
28
        For(i, n)
29
30
             str[i*2 + 2] = s[i];
31
            str[i*2 + 3] = '#';
32
33
        n = n*2 + 2;
34
        str[n] = 0;
35
```

4.5 最小表示法

```
int MinimumRepresentation(char *s,int l)
 1
 2
 3
         int i = 0, j = 1, k = 0,t;
         while (i < l \&\& j < l \&\& k < l)
 4
 5
             t = s[(i+k)%l] - s[(j+k)%l];
 6
 7
             if (t == 0)
 8
                 k++;
 9
             else
10
             {
                 if (t > 0)
11
                      i += k + 1;
12
                      j += k + 1;
14
                 if (i == j)
15
                      `j++;
16
                 k = \bar{0};
17
18
             }
19
20
         return min(i,j);
21
```

5 杂物

5.1 Dancing Links

```
#include<bits/stdc++.h>
    #define clr(x) memset(x,0,sizeof(x));
 3
    using namespace std;
    int U[333333];
    int D[333333];
    int L[3333333];
    int R[333333];
    int S[333333];
 8
 9
    int H[3333333];
10
    int C[333333];
    int res[333333];
11
12
    char mp[22][22];
13
    void del(int CC)
14
15
      R[L[CC]]=R[CC];
      L[R[CC]]=L[CC];
16
17
      for(int i=D[CC];i!=CC;i=D[i])
18
        for(int j=R[i];j!=i;j=R[j])
19
20
           D[U[j]]=D[j];
           U[D[j]]=U[j];
21
22
           S[C[j]]--;
23
24
25
    void bac(int CC)
26
      R[L[CC]]=CC;
27
28
      L[R[CC]]=CC;
29
      for(int i=D[CC];i!=CC;i=D[i])
30
        for(int j=R[i];j!=i;j=R[j])
31
32
           D[U[j]]=j;
33
           U[D[j]]=j;
34
           S[C[j]]++;
35
36
37
    int dfs(int dep)
38
      if(R[0]==0)
39
40
        for(int i=0;i<dep;i++)</pre>
41
42
           mp[res[i]/256][res[i]%256/16]=res[i]%16+'A';
43
        return 1;
44
45
      if(R[0]>256)
46
      return 0;
47
      int w=INF;
48
      int now;
49
      int nxt;
50
      for(int i=R[0];i!=0;i=R[i])
51
        if(S[i]<w)</pre>
52
53
           now=i;
54
           w=S[i];
55
      nxt=D[now];
56
      del(now);
57
58
      while(nxt!=now)
59
60
        res[dep]=H[nxt];
61
        for(int i=R[nxt];i!=nxt;i=R[i])
           del(C[i]);
62
63
        if(dfs(dep+1))
64
           return 1;
        for(int i=L[nxt];i!=nxt;i=L[i])
65
66
           bac(C[i]);
67
        nxt=D[nxt];
68
69
      bac(now);
70
      return 0;
71
72
    int last;
    int cnt=256*4;
73
    void linkinit(int u,int v)
```

```
75
 76
        L[v]=u,R[u]=v,D[v]=U[v]=v,last=v;
 77
 78
     void init()
 79
 80
        last=0;
 81
        for(int i=1;i<=256;i++)</pre>
 82
 83
          if(mp[(i-1)/16][(i-1)%16]!='-')
 84
            continue;
 85
          linkinit(last,i);
 86
 87
        for(int i=1;i<=256;i++)</pre>
 88
 89
          int flag=1;
 90
          int h=(i-1)/16;
          int nn=(i-1)%16;
 91
 92
          for(int ii=0;ii<=15;ii++)</pre>
 93
            if(mp[h][ii]==nn+'A')
 94
 95
              flag=0;
 96
              break;
 97
          if(flag)
 98
 99
            linkinit(last,i+256);
100
101
        for(int i=1;i<=256;i++)</pre>
102
        {
103
          int flag=1;
104
          int h=(i-1)/16;
105
          int nn=(i-1)\%16;
          for(int ii=0;ii<=15;ii++)</pre>
106
107
            if(mp[ii][h]==nn+'A')
108
              flag=0;
109
110
              break;
111
          if(flag)
112
113
            linkinit(last,i+256+256);
114
        for(int i=1;i<=256;i++)</pre>
115
116
        {
          int flag=1;
117
118
          int nx=((i-1)/16/4*4);
119
          int ny=((i-1)/16\%4*4);
120
          int nn=(i-1)\%16;
121
          for(int ii=0;ii<=3;ii++)</pre>
            for(int jj=0;jj<=3;jj++)</pre>
122
              if(mp[ii+nx][jj+ny]==nn+'A')
123
124
                 flag=0;
125
126
                 ii=4;
127
                break;
128
129
          if(flag)
130
            linkinit(last, i+256+256+256);
131
132
        R[last]=0;
133
        L[0]=last;
134
     void linknode(int pos,int h)
135
136
137
          cnt++;
138
          H[cnt]=h;
139
          C[cnt]=pos;
140
          D[cnt]=C[cnt];
          U[cnt]=U[C[cnt]];
141
142
          D[U[C[cnt]]]=cnt;
143
          U[C[cnt]]=cnt;
          S[C[cnt]]++;
144
145
146
     int main()
147
148
        while(scanf("%s",mp[0])>0)
149
        {
150
            cnt=256*4;
151
          clr(U);clr(D);clr(R);clr(L);clr(H);clr(C);clr(res);clr(S);
152
          for(int i=1;i<16;i++)</pre>
153
            scanf("%s",mp[i]);
          init();
154
```

```
155
          for(int i=0;i<16;i++)</pre>
            for(int j=0;j<16;j++)</pre>
156
              if(mp[i][j]=='-')
157
158
              for(int k=0;k<16;k++)</pre>
159
160
                int flag=1;
                for(int ii=0;ii<16;ii++)</pre>
161
                  if(mp[ii][j]=='A'+k||mp[i][ii]=='A'+k)
162
163
164
                     flag=0;
165
                     break;
166
                int nx=i/4*4;
167
168
                int ny=j/4*4;
169
                for(int ii=0;ii<4;ii++)</pre>
                  for(int jj=0;jj<4;jj++)</pre>
170
                     if(mp[nx+ii][ny+jj]=='A'+k)
171
172
                       flag=0;
173
174
                       ii=5;
175
                       break;
176
177
                if(flag==0)
178
                  continue;
179
                int h=i*256+j*16+k;
180
                int fg=0;
181
                if(D[i*16+j+1])
182
183
                     linknode(i*16+j+1,h);
184
                   fg=cnt;
185
                            if(D[257+i*16+k])
186
187
188
                     linknode(257+i*16+k,h);
                  if(fg) L[cnt]=cnt-1,R[cnt-1]=cnt;
189
190
                  else fg=cnt;
191
                if(D[513+j*16+k])
192
193
                {
194
                     linknode(513+j*16+k,h);
195
                  if(fg) L[cnt]=cnt-1,R[cnt-1]=cnt;
196
                  else fg=cnt;
197
198
                if(D[769+(i/4*4+j/4)*16+k])
199
200
                     linknode(769+(i/4*4+j/4)*16+k,h);
201
                  if(fg) L[cnt]=cnt-1,R[cnt-1]=cnt;
202
                  else fg=cnt;
203
204
                if(fg) L[fg]=cnt,R[cnt]=fg;
205
206
          dfs(0);
207
          for(int i=0;i<16;i++)</pre>
208
209
            mp[i][16]=0;
210
            printf("%s\n",mp[i]);
211
         puts("");
212
213
214
        return 0;
215
```

5.2 曼哈顿距离最小生成树

```
const long long N = 200005;
 2
    vector<pair<long long,long long> >V[N];
 3
    struct Point
 4
 5
        long long x,y,id;
 6
        bool operator<(const Point p)const</pre>
 7
 8
             return x!=p.x?x<p.x:y<p.y;</pre>
 9
10
    }p[N],p2[N];
11
    struct BIT
12
13
        long long min_val,pos;
        void init(){
14
15
             min_val=(1ll<<60);
16
             pos=-1;
```

```
17
    }bit[N];
18
19
    struct Edge
20
21
        long long u,v,d;
22
        bool operator<(const Edge e)const</pre>
23
24
             return d<e.d;</pre>
25
26
    }e[N<<2];
27
    long long n,tot,pre[N];
28
    long long a[N],b[N];
    long long find(long long x)
29
30
31
        return pre[x]=(x==pre[x]?x:find(pre[x]));
32
33
    long long dist(long long i,long long j)
34
    {
        return abs(p[i].x-p[j].x)+abs(p[i].y-p[j].y);
35
36
37
    long long dist2(long long i,long long j)
38
39
        return abs(p2[i].x-p2[j].x)+abs(p2[i].y-p2[j].y);
40
41
    void addedge(long long u,long long v,long long d)
42
43
        e[tot].u=u;
44
        e[tot].v=v;
45
        e[tot++].d=d;
46
47
    void update(long long x,long long val,long long pos)
48
49
        for(long long i=x;i>=1;i-=lowbit(i))
50
             if(val<bit[i].min_val)</pre>
                 bit[i].min_val=val,bit[i].pos=pos;
51
52
53
    long long ask(long long x,long long m)
54
55
         long long min_val=(1ll<<60),pos=-1;</pre>
56
        for(long long i=x;i<=m;i+=lowbit(i))</pre>
57
             if(bit[i].min_val<min_val)</pre>
58
                 min_val=bit[i].min_val,pos=bit[i].pos;
59
        return pos;
60
61
    long long k;
62
    long long st,ed;
63
    long long res;
64
    long long Manhattan_minimum_spanning_tree(long long n,Point *p)
65
66
        for(long long dir=0;dir<4;dir++)</pre>
67
68
             if(dir==1||dir==3)
69
                 for(long long i=0;i<n;i++)</pre>
70
                      swap(p[i].x,p[i].y);
71
72
             }
             else if(dir==2)
73
74
75
                 for(long long i=0;i<n;i++)</pre>
76
                 {
77
                      p[i].x=-p[i].x;
                 }
78
79
             }
             sort(p,p+n);
80
81
             // printf("%lld\n",n);
82
             // return 0;
83
             for(long long i=0;i<n;i++)</pre>
84
             {
85
                 a[i]=b[i]=p[i].y-p[i].x;
86
87
             // return 0;
             sort(b,b+n);
88
89
             long long m=unique(b,b+n)-b;
90
             for(long long i=1;i<=m;i++)</pre>
                 bit[i].init();
91
92
             for(long long i=n-1;i>=0;i---)
93
                 long long pos=lower_bound(b,b+m,a[i])-b+1;
94
95
                 long long ans=ask(pos,m);
96
                 if(ans!=-1)
```

```
97
                      addedge(p[i].id,p[ans].id,dist(i,ans));
 98
                  update(pos,p[i].x+p[i].y,i);
99
              }
100
         sort(e,e+tot);
101
         for(long long i=0;i<n;i++)</pre>
102
103
              pre[i]=i;
         for(long long i=0;i<tot;i++)</pre>
104
105
106
              long long u=e[i].u,v=e[i].v;
107
              long long fa=find(u), fb=find(v);
108
              if(fa!=fb)
109
              {
110
                  pre[fa]=fb;
                  V[u+1].pb(make_pair(v+1,dist2(u,v)));
111
                  V[v+1].pb(make_pair(u+1,dist2(u,v)));
112
113
                  // printf("%d %d\n",u,v);
114
              }
         }
115
116
```

5.3 栈外挂

```
#pragma comment(linker, "/STACK:102400000,102400000") // C++
 1
 2
 3
     const long long STACK_SIZE = 100000000 * 5;
                                                             // G++ 热身赛可以试试
 4
     static long long stack[STACK_SIZE], bak;
 5
     asm __volatile__
 6
 7
          \verb"movl$_{\sqcup}\%\%esp,$_{\sqcup}\%0\n"
          \verb"movl$_{\sqcup}\%1,$_{\sqcup}\%''esp\n":
 8
 9
          "=g"(bak):
          "g"(stack + STACK_SIZE - 1):
10
11
     dfs2(1,0,0);
12
     asm __volatile__
13
14
15
          "movl<sub>\\\\0</sub>,<sub>\\\\\\\esp\n" :</sub>
16
          "g"(bak)
17
    );
18
```

5.4 输入挂

```
struct Tfai{
1
       static const int file=60000000; // 大小等于读入总大小
2
3
       char s[file],*p;
       void build(){p=s;fread(s,1,file,stdin);}
4
5
       template<class Tsqy> inline void operator()(Tsqy &x){
           bool ok=false;while(*p<48 && *p!='-')++p;if(*p=='-')++p,ok=true;</pre>
6
7
           x=0; while (47<*p)x=x*10+*(p++)-48; if (ok)x=-x;
8
9
  }fai;
```