

2023 上实教育集团数学建模思维体验活动  
高中组（共三题）

第一题：

以下为某次实验当中所测得的变量 $x$ 与变量 $y$ 的数据列表。  
试分析至少三个不同的、关于 $x$ 与 $y$ 的、含有至多三个常参数的数学表达式，哪一个数学表达式更吻合实验数据？请说明理由。

|      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 实验序号 | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| $x$  | -3.50 | -3.25 | -3.00 | -2.75 | -2.50 | -2.25 | -2.00 | -1.75 | -1.50 | -1.25 |
| $y$  | 0.919 | 0.905 | 0.889 | 0.871 | 0.850 | 0.826 | 0.800 | 0.771 | 0.739 | 0.704 |
| 实验序号 | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
| $x$  | -1.00 | -0.75 | -0.50 | -0.25 | 0.00  | 0.25  | 0.50  | 0.75  | 1.00  | 1.25  |
| $y$  | 0.667 | 0.627 | 0.586 | 0.543 | 0.500 | 0.457 | 0.414 | 0.373 | 0.333 | 0.296 |
| 实验序号 | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    |
| $x$  | 1.50  | 1.75  | 2.00  | 2.25  | 2.50  | 2.75  | 3.00  | 3.25  | 3.50  | 3.75  |
| $y$  | 0.261 | 0.229 | 0.200 | 0.174 | 0.150 | 0.129 | 0.111 | 0.095 | 0.081 | 0.069 |

第二题：

2023 年 7 月，国际科学家团队发现并验证了一种新的室温条件下的近似超导体材料“LK-99（改性铅磷灰石晶体结构）”，在全球范围内掀起了材料化学领域的热烈讨论。虽然该种材料仍然并非真正的室温超导材料，但其近似超导性质的表现及其形成原理被许多科学家指出是新的超导材料探索方向，大大增加了全球科学家发现真正室温超导材料的信心与希望。

- 1) 阅读附录材料，了解发光二极管技术与基因编辑技术的发展历史，并类似地搜索、了解、归纳超导材料的发展历史。（无需展示具体数据，通过文字、图像说明即可）
- 2) 还有哪些数据可以用来描述某个科学细分领域的发展状态？建立一个科学细分领域发展指标的数学模型，并藉此预测还需要经过多少年，科学家有望发现真正的室温超导材料？（注：本题无需从超导材料本身的物理化学知识出发，仅从相关的周围统计数据出发建立数学模型即可）

【附录材料】（注：附录数据来源于中国知网，为方便数据搜集，可近似认为国内研究相关统计数据正比于全球研究数据）

发光二极管技术发展历史：

1993 年，中村修二对名古屋大学的赤崎勇、天野浩师徒有关 p 型 GaN（氮化镓）的早期贡献，提出正确的理论解释，并独立发明以 InGaN（基于氮化镓）晶体制作蓝色发光元件的双流式 MOCVD 方法，使得高亮度蓝色发光二极管正式实用化，开启爱迪生发明白炽灯之后的又一次人类照明革命。2014 年诺贝尔物理学奖颁发给三位科学家“发明有效率的蓝色发光二极管，催生明亮而节省能源的白色光源”。以“发光二极管”作为关键词，搜索国内数字文献图书馆相关数据如下：

| 年份   | 发光二极管相关<br>论文发表数量 | 国内论文最高被引用数<br>(2023) | 国内主要科研基金<br>支持论文数量 |
|------|-------------------|----------------------|--------------------|
| 1970 | 7                 |                      |                    |
| 1971 | 13                |                      |                    |
| 1972 | 21                | 1                    |                    |
| 1973 | 26                | 1                    |                    |
| 1974 | 31                |                      |                    |
| 1975 | 28                | 3                    |                    |
| 1976 | 39                | 1                    |                    |
| 1977 | 38                | 3                    |                    |
| 1978 | 39                | 4                    |                    |

| 年份   | 发光二极管相关<br>论文发表数量 | 国内论文最高被引用数<br>(2023) | 国内主要科研基金<br>支持论文数量 |
|------|-------------------|----------------------|--------------------|
| 1979 | 43                | 3                    |                    |
| 1980 | 74                | 4                    |                    |
| 1981 | 76                | 9                    |                    |
| 1982 | 80                | 6                    |                    |
| 1983 | 112               | 2                    |                    |
| 1984 | 122               | 4                    |                    |
| 1985 | 119               | 3                    |                    |
| 1986 | 145               | 7                    |                    |
| 1987 | 116               | 6                    | 1                  |
| 1988 | 119               | 4                    |                    |
| 1989 | 110               | 8                    |                    |
| 1990 | 117               | 14                   | 2                  |
| 1991 | 128               | 35                   | 1                  |
| 1992 | 109               | 42                   | 4                  |
| 1993 | 120               | 12                   | 4                  |

基因编辑技术发展历史：

法国生物学家埃玛纽埃勒·玛丽·沙尔庞捷于 2009 年以实验探明了基因编辑技术 CRISPR 系统的机制，并于 2011 年之后与美国生物学家珍妮弗·安妮·道德纳合作发展 CRISPR 技术，两人至 2012 年发表论文《适应性细菌免疫中的可编程双 RNA 引导 DNA 核酸内切酶》。2020 年诺贝尔化学奖颁发给两位科学家“开发出一种用于基因编辑技术的方法”。以“基因”作为关键词，搜索国内数字文献图书馆相关数据如下：

| 年份   | 基因相关论文<br>发表数量 | 国内论文最高被引用数<br>(2023) | 国内主要科研基金<br>支持论文数量 |
|------|----------------|----------------------|--------------------|
| 1983 | 1082           | 248                  |                    |
| 1984 | 1462           | 173                  | 1                  |
| 1985 | 1747           | 548                  |                    |
| 1986 | 1937           | 275                  | 2                  |
| 1987 | 2247           | 617                  | 17                 |
| 1988 | 2576           | 512                  | 78                 |
| 1989 | 2781           | 273                  | 102                |
| 1990 | 3102           | 439                  | 162                |
| 1991 | 3587           | 422                  | 215                |
| 1992 | 3999           | 569                  | 308                |
| 1993 | 4457           | 681                  | 385                |
| 1994 | 6091           | 658                  | 585                |
| 1995 | 7295           | 374                  | 842                |
| 1996 | 8341           | 2326                 | 1055               |
| 1997 | 9917           | 546                  | 1315               |
| 1998 | 11507          | 744                  | 1744               |
| 1999 | 14591          | 722                  | 2423               |
| 2000 | 19022          | 1115                 | 3418               |
| 2001 | 23160          | 1275                 | 4459               |
| 2002 | 26945          | 789                  | 5353               |
| 2003 | 32254          | 1749                 | 6987               |
| 2004 | 38904          | 1110                 | 8560               |
| 2005 | 44480          | 2642                 | 10471              |
| 2006 | 53032          | 2178                 | 11806              |
| 2007 | 54394          | 7514                 | 12186              |
| 2008 | 54943          | 693                  | 14884              |
| 2009 | 57772          | 624                  | 16507              |
| 2010 | 58498          | 789                  | 16685              |
| 2011 | 59655          | 651                  | 15665              |
| 2012 | 61484          | 1088                 | 15258              |

### 第三题：

各种棋类与牌类游戏都是经久不衰的娱乐活动，不同的人面对不同的休闲活动常常有不同的体验与感受。请分别以“井字棋”、“黑白棋”、“21点”、“抽鬼牌”为具体例子（按附录所示简化版规则）：

- 1) 试分别抽象并列举出游戏规则中蕴含的哪些变量可能主要地影响了玩家对该游戏的体验？
- 2) 试建立数学模型，定义游戏的娱乐指数，并应用于上述四种游戏，分析你的计算结果是否与经验吻合？

#### 【附录】

##### “井字棋”游戏规则：

“井字棋”由两位玩家对战，棋盘为 $3 \times 3$ 方格棋盘。玩家分别以 $\times$ 和 $\circ$ 符号作为棋子，轮流落子（即在棋盘上标记自己的符号），最先将自己的符号在横方向或竖方向或斜方向连成一条直线则为胜。

##### “黑白棋”游戏规则：

“黑白棋”由两位玩家对战，棋盘简化为 $6 \times 6$ 方格棋盘，棋子一面为黑色，另一面为白色。开局时，棋盘正中央的4格先置放黑白相隔的4枚棋子（即同色棋子分别位于棋盘对角线直线上）。黑子先行。双方轮流落子。若落子在棋盘上横、竖、斜共八个直线方向上存在己方棋子，则落子与这些每个方向上最近的己方棋子之间的所有对方棋子翻转为己方棋子。直至双方都没有棋步可下则对局结束，棋子颜色多的一方获胜。

##### “21点”游戏规则：

“21点”由两位玩家对战，以一副包含“1(A)、2、3、…、9、10、J、Q、K”各4张共计52张扑克牌为道具。洗牌打乱后，两位玩家轮流摸牌。其中数字牌以牌面数字计分，A牌计1分，“J、Q、K”均记作10分。两位玩家的目标是取得小于等于21分且尽可能接近21的分数。当两位玩家都认为不需要再摸牌时，同时展示手中的牌：若双方得分相等或均大于21分则为平局，否则得分小于等于21分的前提下分数较高的玩家获胜。

##### “抽鬼牌”游戏规则：

“抽鬼牌”游戏由两位玩家对战，以一副包含“1(A)、2、3、…、9、10、J、Q、K”各4张以及一张额外的“Joker”牌共计53张扑克牌为道具。洗牌打乱后，两位玩家大致地均分该幅扑克牌，并分别将自己手中数字（或字母）相同的牌（对牌）丢弃。随后进入抽牌阶段，两位玩家轮流从对方手中抽取一张牌，每次抽牌后，若与自己手中任意牌具有相同的数字（或字母），即可将该两张对牌丢弃。直至有一方玩家手中无牌即为获胜（此时输方手中仅有一张“Joker”牌）。

2023 上实教育集团数学建模思维体验活动  
高中组 答题纸

报名号:

第一题:

第二题：

第三题：