

权威 实用 经典




2016年

考研数学

最新精选600题 (经济类)

主编 / 黄先开 曹显兵

- ✓ 权威名家精选配套习题，复习全程使用
- ✓ 全书分三部分，精编精选典型习题，难度适中，数量适当
- ✓ 解答详细精准，循序渐进，提供多种解法



 中国人民大学出版社

2016



考研数学

最新精选600题(经济类)

主 编 黄先开 曹显兵
副主编 李晋明 刘喜波

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

2016 年考研数学最新精选 600 题: 经济类/黄先开, 曹显兵主编. —北京: 中国人民大学出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-300-20771-1

I. ①2… II. ①黄… ②曹… III. ①高等数学-研究生-入学考试-习题集 IV. ①O13-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 022317 号

2016 年考研数学最新精选 600 题 (经济类)

主 编 黄先开 曹显兵

2016 Nian Kaoyan Shuxue Zuixin Jingxuan 600 Ti (Jingjilei)

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511770 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.lkao.com.cn> (中国 1 考网)

经 销 新华书店

印 刷 北京七色印务有限公司

规 格 185 mm×260 mm 16 开本

版 次 2015 年 1 月第 1 版

印 张 20.25

印 次 2015 年 1 月第 1 次印刷

字 数 464 000

定 价 38.00 元

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换

前言

要想学好数学，必须做一定数量的习题。做习题可以帮助考生正确地理解和牢固地掌握有关的概念、定理、公式与解题方法。只有通过做习题，才能发现自己的问题所在，才能更好地、真正地理解和掌握有关知识与解题方法，才能把书本上的东西转化为自己头脑里的东西。因此，很多经过第一轮复习（主要指对教材的复习）和第二轮复习（主要指有针对性地用考研复习参考书的复习，如《考研数学高分复习全书》）的同学，都会问在哪儿可找到好的习题做进一步的练习？根据我们考研辅导的体会，在辅导班上也经常有一些很好的典型例题因时间关系而不能讲授，但这些题在复习中又是绝对应该掌握的。因此根据广大考生的现实需要，也是为了对我们课堂讲授做一个重要补充，作者在查阅大量相关辅导资料的基础上经过反复比较、筛选和重新编制，最后汇编成这本习题精选，相信能较好地满足广大考生第三轮复习的需要。

研究生入学考试是一种选拔性的水平考试，除了考查考生对数学的基本概念、基本理论和基本方法的掌握情况外，更注重考查考生的抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力和综合运用所学知识分析和解决问题的能力。本书偏重于能力训练，特别适合于有一定基础的考生作为进一步提高之用。需要提醒考生注意的是，在考研数学复习的过程中，个别考生眼高手低，没养成良好的做题习惯，在没有经过深入思考的情况下就匆忙翻看解答，这样是很难取得理想成绩的。特别是本书精选习题涉及知识点多、题型新颖、难度较高、综合性强，往往需要灵活运用所学知识才能作答。因此希望考生在做题时，如果遇到困难，千万不要急于看解答，一定要多思考。要注意，这正是搞清概念、弄清原理、熟悉方法、培养思维能力的重要训练过程。只有这样才能真正全面系统地掌握所学知识，才能真正提高应试水平，才能真正取得好成绩。

值得提出的是，本书作者基础理论扎实，研究水平较高，具有丰富的考研辅导经验，所编选习题代表了考研数学未来命题的趋势，相信本书是一本具有重要参考价值的复习用书。由于成书比较仓促，书中难免有错误和疏漏之处，恳请大家批评指正。

编者

2015年1月于北京

读考研书 找人大社

一、人大社考研英语类图书

书 名	作者	开本	定/估价	计划出版时间
研究生入学考试复试英语口语试全书	任林静	16K	36.00	2015.1
考研英语新教程	郭庆民	16K	56.00	2015.1
考研英语模拟考场	郭庆民	16K	39.00	2015.9
历年考研英语真题名家详解	郭庆民	16K	42.00	2015.3
考研英语历年真题全新解读	白洁	16K	45.00	2015.2
考研英语模拟考场及真题精解（英语二）	白洁	16K	22.00	2015.8
考研英语阅读理解高分强化训练 100 篇	白洁	16K	43.00	2015.1
考研英语阅读 200 篇	郭庆民	16K	69.00	2015.1
考研英语阅读 100 篇及历年真题详解（英语二）	郭庆民	16K	39.00	2015.1
考研英语词汇复习指南	谢振元	16K	56.00	2015.1
考研英语高分词汇精记速记	谢振元	32K	48.00	2015.1
考研英语阅读完形翻译全突破	赵小冬 袁秉政	16K	49.00	2015.1
考研英语短文写作及英汉翻译	刘鸿飞 孙艺之	16K	42.00	2015.1
考研英语大纲词汇分类精读笔记	蒋军虎	16K	43.00	2015.1
考研英语大纲核心词汇必备	王建华	16K	32.00	2015.1
2006—2015 十年考研英语真题详解	王建华	16K	22.00	2015.1
考研英语经典专项阅读 120 篇	王建华	16K	66.00	2015.1
考研英语写作经典范文 100 篇	王建华	16K	28.00	2015.6

二、人大社考研政治类图书

书 名	作者	开本	定/估价	计划出版时间
考研政治理论复习导本	李淮春	16K	66.00	2015.1
硕士研究生入学考试思想政治理论课复习指导	余学本等	16K	49.00	2015.1
考研政治 1000 客观题突破 200 核心考点	阳光考研命题研究中心	16K	29.00	2015.1
考研政治真题解析与预测考点背诵	阳光考研命题研究中心	16K	59.00	2015.2
考研政治高分练习题库	阳光考研命题研究中心	16K	52.00	2015.1
考研政治核心考点解析	阳光考研命题研究中心	16K	39.00	2015.1
考研政治 2000 精准金题	阳光考研命题研究中心	16K	46.00	2015.1
考研政治精选实用教程	李海洋	16K	48.00	2015.1
考研政治历年真题精析	李海洋	16K	42.00	2015.1
考研政治考点同步 1200 题	李海洋	16K	36.00	2015.1
考研政治全真模拟 4 套卷	李海洋	16K	12.00	2015.9
考研政治百天辅导教程	芦欣	16K	56.00	2015.1

书 名	作者	开本	定/估价	计划出版时间
考研政治多项选择题强化特训 800 题	芦欣	32K	20.00	2015.2
考研政治十年真题专项超精解	芦欣	16K	48.00	2015.2
考研政治分析题黄金模板 23 例	芦欣	32K	12.00	2015.9
考研政治冲刺必背 36 计	芦欣	32K	12.00	2015.9
考研政治冲刺必备六韬三略——六大密押专题与终极预测 3 套卷	芦欣	32K	20.00	2015.9
考研政治速背 15 天	蔡桂娟	32K	12.00	2014.9
考研政治专题经典教程	蔡桂娟	16K	35.00	2015.2
考研政治 20 年真题大讲评	蔡桂娟	16K	43.00	2015.3

三、人大社考研数学类图书

书 名	作者	开本	定/估价	计划出版时间
考研历届数学真题题型解析（数学一）	黄先开 曹显兵	16K	49.00	2015.1
考研历届数学真题题型解析（数学二）	黄先开 曹显兵	16K	39.00	2015.1
考研历届数学真题题型解析（数学三）	黄先开 曹显兵	16K	42.00	2015.1
考研数学高分复习全书（数学一、二）	黄先开 曹显兵	16K	69.00	2015.1
考研数学高分复习全书（数学三）	黄先开 曹显兵	16K	68.00	2015.1
考研数学最新精选 600 题（经济类）	黄先开 曹显兵	16K	32.00	2015.1
考研数学最新精选 600 题（理工类）	黄先开 曹显兵	16K	36.00	2015.1
考研数学经典冲刺 5 套卷（数学一）	黄先开 曹显兵	16K	12.00	2015.9
考研数学经典冲刺 5 套卷（数学二）	黄先开 曹显兵	16K	12.00	2015.9
考研数学经典冲刺 5 套卷（数学三）	黄先开 曹显兵	16K	12.00	2015.9

四、人大社考研专业课类图书

书 名	作者	开本	定/估价	计划出版时间
考研教育学命题思路及名校真题详解	翔高教育考研 命题研究中心	16K	48.00	已出
考研心理学命题思路及名校真题详解	翔高教育考研 命题研究中心	16K	59.00	已出
考研计算机命题思路及名校真题详解	翔高教育考研 命题研究中心	16K	48.00	已出
考研管理学命题思路及名校真题详解	翔高教育考研 命题研究中心	16K	36.00	已出
考研法学命题思路及名校真题详解	翔高教育考研 命题研究中心	16K	39.00	已出
考研新闻学命题思路及名校真题详解	翔高教育考研 命题研究中心	16K	68.00	已出
考研俄语指南	钱晓蕙	16K	79.00	2015.3
考研日语指南	易友人	16K	58.00	2015.4

五、人大社法硕（1 月份考试）图书

书 名	作者	开本	定/估价	计划出版时间
全国法律硕士专业学位研究生入学联考考试指南（第十四版）	全国法硕指导委员会	16K	119.00	2015.9
2016 年法律硕士联考历年试题汇编	编写组	16K	56.00	2015.9
2016 年法律硕士联考考试大纲配套练习	朱力宇等	16K	76.00	2015.9
2016 年法律硕士联考标准化题库	白文桥等	16K	76.00	2015.3
2016 年法律硕士联考重要知识点深度解析及模拟试卷	法硕联考命题研究组	16K	88.00	2015.9
2016 年法律硕士联考五年真题归类详解及知识清单	北京万国学校	16K	39.00	2015.5
2016 年法律硕士联考重要法条释解	朱力宇等	16K	42.00	2015.5
2016 年法律硕士联考最新试题分析及考点解析	白文桥等	16K	42.00	2015.5
2016 年法律硕士联考专业基础课必备经典案例分析	刘守芬等	16K	39.00	2015.3
2016 年法律硕士联考模拟试卷	朱力宇等	16K	66.00	2015.10
2016 年法律硕士联考大串讲	朱力宇等	16K	62.00	2015.10
2016 年法律硕士联考考前最后 5 套题	刘守芬等	16K	29.00	2015.11
2016 年法律硕士联考考点集锦	白文桥	16K	42.00	2015.10
2016 年法律硕士联考专题讲座	郭志京	16K	86.00	2015.6
2016 年法律硕士（法学）联考大纲要点解析及应试策略	白文桥	16K	58.00	2015.4
2016 年法律硕士（法学）联考大纲配套练习	白文桥	16K	68.00	2015.4

中国 1 考网：www.1kao.com.cn

咨询电话：(010) 62515978

咨询信箱：lity@crup.com.cn

读者服务部：(010) 62514148 62516566（人大院内）

邮购电话：(010) 82501766

目 录

第一部分 微积分	1	第七章 多元函数积分学	
第一章 函数、极限与连续	3	(二重积分)	103
精选习题	3	精选习题	103
分析解答	6	分析解答	106
第二章 导数与微分	21	第八章 无穷级数	121
精选习题	21	精选习题	121
分析解答	23	分析解答	123
第三章 中值定理	38	第九章 常微分方程	138
精选习题	38	精选习题	138
分析解答	40	分析解答	141
第四章 一元函数积分学	54	第二部分 线性代数	155
精选习题	54	精选习题	157
分析解答	57	分析解答	175
第五章 一元函数微积分的应用	74	第三部分 概率论与数理统计	247
精选习题	74	精选习题	249
分析解答	77	分析解答	264
第六章 多元函数微分学	90		
精选习题	90		
分析解答	92		

第一部分

PART ONE

微积分



函数、极限与连续

精选习题

一 填空题

1. 设 $f(x) = \begin{cases} x^2, & |x| \leq 1, \\ 1, & 1 < |x| \leq 2, \end{cases}$ 且 $g(x) = f(x^2) + f(x-1)$, 则 $g(x)$ 的定义域为_____.
2. 设 $f(x) = \begin{cases} 1-x, & x \leq 0 \\ 1+x^2, & x > 0 \end{cases}$, $g(x) = \begin{cases} x^2, & x < 0 \\ -x^3, & x \geq 0 \end{cases}$, 则 $\lim_{x \rightarrow 0} f[g(x)] =$ _____.
3. 设 $f(x) = \begin{cases} x^2, & x \leq 0 \\ -x^3, & x > 0 \end{cases}$ 的反函数是 $g(x)$, 则 $g(4) =$ _____.
4. 若 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x + xf(x)}{x^3} = 0$, 则 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{3+f(x)}{x^2} =$ _____.
5. 设 $f(x)$ 连续, 且当 $x \rightarrow 0$ 时, $F(x) = \int_0^x (x^2 + 1 - \cos t) f(t) dt$ 是与 x^3 等价的无穷小量, 则 $f(0) =$ _____.

二 选择题

1. 下列函数: ① $\frac{\sin x}{x^2}$; ② $\frac{x^2-1}{x-1} e^{\frac{1}{1-x}}$; ③ $\arctan \frac{|x|}{x \ln(1-x)}$. 在 $(0, 1)$ 内有界的有()个.
(A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3
2. 设 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+x)(1+2x)(1+3x)+a}{x} = 6$, 则 $a =$ ().
(A) 1 (B) -2 (C) -1 (D) 2
3. 当 $x \rightarrow 0$ 时, 下列无穷小量中阶数最高的是().
(A) $\sqrt{1+x^2} - \sqrt{1-x^2}$ (B) $3x^3 - 4x^4 + 5x^5$
(C) $e^{x^2} - \cos x$ (D) $\int_0^{1-\cos x} \frac{\sin t^2}{t} dt$

4. 设 $f(x)$ 和 $g(x)$ 在 $(-\infty, +\infty)$ 内可导, 且 $f(x) < g(x)$, 则必有 ().

- (A) $f(-x) > g(-x)$ (B) $f'(x) < g'(x)$
(C) $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) < \lim_{x \rightarrow x_0} g(x)$ (D) $\int_0^x f(t) dt < \int_0^x g(t) dt$

5. 设 $f(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2x^n - 3x^{-n}}{x^n + x^{-n}} \sin \frac{1}{x}$, 则 $f(x)$ 有 ().

- (A) 两个第一类间断点
(B) 三个第一类间断点
(C) 两个第一类间断点和一个第二类间断点
(D) 一个第一类间断点和一个第二类间断点

三 解答题

1. 讨论函数 $f(x) = xe^{-x^2} \int_0^x e^{t^2} dt$ 在 $(-\infty, +\infty)$ 上的有界性.

2. 设 $f(x)$ 在 $(-\infty, +\infty)$ 内连续, 以 T 为周期, 令 $F(x) = \int_0^x f(t) dt$. 求证:

(1) $F(x) = kx + \varphi(x)$, 其中 k 为某常数, $\varphi(x)$ 是以 T 为周期的周期函数.

(2) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} \int_0^x f(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T f(x) dx$.

3. 设 $f(x)$ 具有连续导数, 且满足 $f(x) = x + \int_0^x tf'(x-t) dt$. 求 $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$.

4. 求极限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\int_0^{\sin^2 x} \ln(1+t) dt}{\sqrt{1+x^4} - 1}$.

5. 求极限 $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{x^x - (\sin x)^x}{x^2 \arctan x}$.

6. 已知曲线 $y = f(x)$ 在 $x = 1$ 处的切线方程为 $y = x - 1$, 求:

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2 \ln \cos x} \int_0^{x^2} e^t f(1 + e^{x^2} - e^t) dt$.

7. 设 $f(x) = nx(1-x)^n (n = 1, 2, \dots)$, M_n 是 $f(x)$ 在 $[0, 1]$ 上的最大值, 求 $\lim_{n \rightarrow \infty} M_n$.

8. 求极限 $\lim_{x \rightarrow 0} \left[\frac{2 + e^{\frac{1}{x}}}{1 + e^{\frac{2}{x}}} + \frac{|\sin x|}{\ln(1+x)} \right]$.

9. 设 $f(x)$ 在 $x = a$ 的某邻域内可导, 且 $f(a) \neq 0, a \neq 0$, 求极限

$\lim_{x \rightarrow a} \left[\frac{1}{(x-a)f(a)} - \frac{1}{\int_a^x f(t) dt} + \frac{1}{2x-a} \right]$.

10. 求极限 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(n \tan \frac{1}{n} \right)^{n^2}$.

11. 设 $1 \leq x < +\infty$ 时, $0 < f'(x) < \frac{1}{x^2}$, 且 $f'(x)$ 连续, 证明 $\lim_{n \rightarrow \infty} f(n)$ 存在.

12. 设 $f(x), g(x)$ 在 $[a, b]$ 上连续, 且 $f(x) > 0, g(x)$ 非负, 求 $\lim_{n \rightarrow \infty} \int_a^b g(x) \sqrt[n]{f(x)} dx$.

13. 设 $f(x)$ 在 $[a, b]$ 上连续, 且 $x \in (a, b)$, 证明: $\lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s} \int_a^x [f(t+s) - f(t)] dt = f(x) - f(a)$.

14. 求极限 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{k}{n^2 + k^2 + 1}$ (用定积分求极限).

15. 设 $f(x)$ 是满足 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{1 - \cos x} = -1$ 的连续函数, 且当 $x \rightarrow 0$ 时, $\int_0^x f(t) dt$ 是与 x^n 同阶的无穷小量, 求正整数 n .

16. 设 $f(x)$ 具有连续的二阶导数, 且 $\lim_{x \rightarrow 0} \left[1 + x + \frac{f(x)}{x} \right]^{\frac{1}{x}} = e^3$.

求 $\lim_{x \rightarrow 0} \left[1 + \frac{f(x)}{x} \right]^{\frac{1}{x}}$.

17. 如图 1-1-1, 对指数曲线 $y = e^{\frac{1}{2}x}$, 在原点 O 与点 $x (x > 0)$ 之间找一点 $\xi = \theta x (0 < \theta < 1)$, 使在这点左、右两边有阴影部分的面积相等, 求 $\lim_{x \rightarrow 0} \theta$.

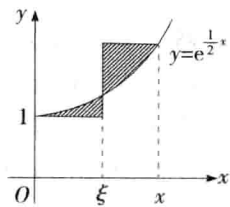


图 1-1-1

18. 求极限 $\lim_{x \rightarrow 1^-} (1-x)^3 \sum_{n=1}^{\infty} n^2 x^n$.

19. 设 $f(x)$ 在 $x=0$ 的某邻域内二阶可导, 且 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{x} = 0, f''(0) \neq 0, \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\int_0^x f(t) dt}{x^{\alpha} - \sin x} = \beta (\beta \neq 0)$, 求 α, β (其中 $\beta \neq 0$).

20. 设 $f(x)$ 在 $(-a, a)$ 内连续, 在 $x=0$ 处可导, 且 $f'(0) \neq 0$.

(1) 求证: 对任给的 $0 < x < a$, 存在 $0 < \theta < 1$, 使 $\int_0^x f(t) dt + \int_0^{-x} f(t) dt = x[f(\theta x) - f(-\theta x)]$.

(2) 求 $\lim_{x \rightarrow 0^+} \theta$.

21. 设 $f(1) = 0, f'(1) = a$, 求极限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1+2f(e^{x^2})} - \sqrt{1+f(1+\sin^2 x)}}{\ln \cos x}$.

22. 设 $g(x)$ 是微分方程 $g'(x) + g(x) \sin x = \cos x$ 满足条件 $g(0) = 0$ 的解, 求 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{g(x)}{x}$.

23. 设 $g(x)$ 在 $x=0$ 的某邻域内连续, 且 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{g(x)-1}{x} = a$, 已知

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\int_0^1 g(x^2 t) dt - 1}{x^2}, & x < 0, \\ \frac{1}{2}, & x = 0, \text{ 在 } x=0 \text{ 处连续, 求 } a, b. \\ \frac{a + b \cos x}{x^2}, & x > 0 \end{cases}$$

24. 设 $f(x) = \begin{cases} (x+2) \arctan \frac{1}{x^2-4}, & x \neq \pm 2 \\ 0, & x = \pm 2 \end{cases}$, 讨论函数 $f(x)$ 的连续性, 若有间断点, 指明其类型.

分析解答

一 填空题

1. 应填 $[-1, \sqrt{2}]$.

解 $f(x)$ 的定义域为 $[-1, 1] \cup [-2, -1) \cup (1, 2]$, 即 $[-2, 2]$,

由 $f(x^2)$ 知 $0 \leq x^2 \leq 2$, 即 $-\sqrt{2} \leq x \leq \sqrt{2}$,

由 $f(x-1)$ 知 $-2 \leq x-1 \leq 2$, 即 $-1 \leq x \leq 3$,

求其交集, 得 $g(x)$ 的定义域为 $[-1, \sqrt{2}]$.

评注: 分段函数的定义域为各分段之并.

2. 应填 1.

解 $f[g(x)] = \begin{cases} 1 - g(x), & g(x) \leq 0 \\ 1 + g^2(x), & g(x) > 0 \end{cases}$,

而 $g(x) \leq 0 \Leftrightarrow x \geq 0, \quad g(x) > 0 \Leftrightarrow x < 0$

所以 $f[g(x)] = \begin{cases} 1 + x^4, & x < 0 \\ 1 + x^3, & x \geq 0 \end{cases}$,

由于 $\lim_{x \rightarrow 0^-} f[g(x)] = \lim_{x \rightarrow 0^-} (1 + x^4) = 1,$
 $\lim_{x \rightarrow 0^+} f[g(x)] = \lim_{x \rightarrow 0^+} (1 + x^3) = 1.$

因此 $\lim_{x \rightarrow 0} f[g(x)] = 1.$

评注: 此题可不必求出 $f[g(x)]$.

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} f[g(x)] = \lim_{x \rightarrow 0^-} f(x^2) = \lim_{x \rightarrow 0^-} (1 + x^4) = 1,$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} f[g(x)] = \lim_{x \rightarrow 0^+} f(-x^3) = \lim_{x \rightarrow 0^+} (1 + x^3) = 1.$$

因此 $\lim_{x \rightarrow 0} f[g(x)] = 1.$

3. 应填 -2.

解 当 $x \leq 0$ 时, $f(x) = x^2$, 故 $f(x) \geq 0$, 得 $x = -\sqrt{y}$;

当 $x > 0$ 时, $f(x) = -x^3$, 故 $f(x) < 0$, 得 $x = -\sqrt[3]{y}$,

综上所述

$$g(x) = \begin{cases} -\sqrt{x}, & x \geq 0, \\ -\sqrt[3]{x}, & x < 0, \end{cases}$$

故有

$$g(4) = -\sqrt{4} = -2.$$

评注: 分段求出反函数, 然后再综合起来.

4. 应填 $\frac{9}{2}$.

解 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{3 + f(x)}{x^2} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x + xf(x)}{x^3}$
 $= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x + xf(x)}{x^3} + \lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x - \sin 3x}{x^3}$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{3 - 3\cos 3x}{3x^2} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 3x}{x^2} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{3\sin 3x}{2x} = \frac{9}{2}.$$

5. 应填 $\frac{6}{7}$.

解 由等价无穷小量的定义及洛必塔法则, 可得

$$\begin{aligned} 1 &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{F(x)}{x^3} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^3} \left[x^2 \int_0^x f(t) dt + \int_0^x (1 - \cos t) f(t) dt \right] \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{3x^2} \left[2x \int_0^x f(t) dt + (x^2 + 1 - \cos x) f(x) \right] \\ &= \frac{2}{3} \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\int_0^x f(t) dt}{x} + \frac{1}{3} \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + 1 - \cos x}{x^2} f(x) \\ &= \frac{2}{3} \lim_{x \rightarrow 0} f(x) + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{2} \cdot f(0) \\ &= \frac{7}{6} f(0). \end{aligned}$$

所以, $f(0) = \frac{6}{7}$.

评注: 含参数的变限积分, 不能直接求导, 必须经变量替换将参变量提至积分号外再求导.

二 选择题

1. 应选(B).

解 因为 $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\sin x}{x^2} = +\infty$, $\lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{x^2 - 1}{x - 1} e^{\frac{1}{1-x}} = \lim_{x \rightarrow 1^-} (x + 1) e^{\frac{1}{1-x}} = +\infty$,

而 $\lim_{x \rightarrow 0^+} \arctan \frac{|x|}{x \ln(1-x)} = \lim_{x \rightarrow 0^+} \arctan \frac{1}{\ln(1-x)} = -\frac{\pi}{2}$,

$\lim_{x \rightarrow 1^-} \arctan \frac{|x|}{x \ln(1-x)} = \lim_{x \rightarrow 1^-} \arctan \frac{1}{\ln(1-x)} = 0$.

所以, 只有函数 $\arctan \frac{|x|}{x \ln(1-x)}$ 在 $(0, 1)$ 内有界. 故选(B).

评注: 判断函数的有界性除了用定义及已知函数的有界性外, 下列结论也是很有用的: 设 $f(x)$ 在开区间 (a, b) 内连续, 若 $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$ 及 $\lim_{x \rightarrow b^-} f(x)$ 存在, 则 $f(x)$ 在 (a, b) 内有界.

2. 应选(C).

解 由题设知

$$\lim_{x \rightarrow 0} \left[\frac{(1+x)(1+2x)(1+3x) + a - 6}{x} \right] = 0,$$

$$\text{即} \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{a + 1 + 11x^2 + 6x^3}{x} = 0,$$

因此 $a = -1$, 故选(C).

3. 应选(D).

解 当 $x \rightarrow 0$ 时 $\sqrt{1+x^2} - \sqrt{1-x^2} = \frac{2x^2}{\sqrt{1+x^2} + \sqrt{1-x^2}} \sim x^2$,

$$3x^3 - 4x^4 + 5x^5 = x^3(3 - 4x + 5x^2) \sim 3x^3,$$

$$e^{x^2} - \cos x = e^{x^2} - 1 + 1 - \cos x \sim \left(1 + \frac{1}{2}\right)x^2,$$

$\int_0^{1-\cos x} \frac{\sin t^2}{t} dt$ 由 $\int_0^u \frac{\sin t^2}{t} dt$ 与 $u = 1 - \cos x$ 复合而成, 当 $x \rightarrow 0$ 时, $\frac{\sin x^2}{x} \sim x$, $\int_0^x \frac{\sin t^2}{t} dt$ 与 x^2 同阶, $1 - \cos x \sim \frac{1}{2}x^2$. 所以, 当 $x \rightarrow 0$ 时, $\int_0^{1-\cos x} \frac{\sin t^2}{t} dt$ 是 x 的 $2 \times 2 = 4$ 阶无穷小. 故选(D).

4. 应选(C).

解 由 $f(x)$ 、 $g(x)$ 可导知, $f(x)$ 、 $g(x)$ 连续. 于是有: $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0)$, $\lim_{x \rightarrow x_0} g(x) = g(x_0)$.

又 $f(x_0) < g(x_0)$, 所以有 $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) < \lim_{x \rightarrow x_0} g(x)$. 故选(C).

评注: 本题也可用排除法. 取 $f(x) = x$, $g(x) = x + 1$, 则 $f(x) < g(x)$, $x \in (-\infty, +\infty)$. 但(A), (B), (D) 不成立, 故选(C).

5. 应选(C).

解 注意到当 $|x| < 1$ 时, $\lim_{n \rightarrow \infty} x^n = 0$, 当 $|x| > 1$ 时, $\lim_{n \rightarrow \infty} x^n = \infty$, 易求得

$$f(x) = \begin{cases} -3\sin \frac{1}{x}, & 0 < |x| < 1, \\ \pm \frac{1}{2}\sin 1, & |x| = 1, \\ 2\sin \frac{1}{x}, & |x| > 1. \end{cases}$$

可见, $x = -1$ 和 $x = 1$ 都是 $f(x)$ 的第一类间断点, 而 $x = 0$ 是 $f(x)$ 的第二类间断点, 故选(C).

评注: 函数 $f(x)$ 的间断点 x_0 分为两类: $f(x)$ 在 x_0 的左、右极限存在的间断点称为第一类间断点, 其中左、右极限相等的间断点称为可去间断点. $f(x)$ 在 x_0 的左、右极限至少有一个不存在的间断点称为第二类间断点.

三 解答题

1. 分析 因为 $f(x)$ 为偶函数, 所以只需证明 $f(x)$ 在 $[0, +\infty)$ 上有界. 要证 $f(x)$ 在 $[0, +\infty)$ 上有界, 只要证明 $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x)$ 存在.

解 由 $f(-x) = (-x)e^{-x^2} \int_0^{-x} e^{t^2} dt$ 及 $\int_0^{-x} e^{t^2} dt \xrightarrow{t=-u} -\int_0^x e^{u^2} du = -\int_0^x e^{t^2} dt$ 可知: $f(-x) = f(x)$. 所以, $f(x)$ 是偶函数. 只需证明 $f(x)$ 在 $[0, +\infty)$ 上有界.

$$\text{又 } \lim_{x \rightarrow +\infty} x e^{-x^2} \int_0^x e^{t^2} dt = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\int_0^x e^{t^2} dt}{\frac{1}{x} e^{x^2}} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^{x^2}}{2e^{x^2} - \frac{1}{x^2} e^{x^2}} = \frac{1}{2}.$$

于是, 对于 $\epsilon = \frac{1}{2}$, 存在 $A > 0$, 当 $x > A$ 时, 有

$$\left| f(x) - \frac{1}{2} \right| < \frac{1}{2},$$

即当 $x > A$ 时, 有 $0 < f(x) < 1$.

因为 $f(x)$ 在 $[0, A]$ 上连续, 因此, $f(x)$ 在 $[0, A]$ 上有界, 注意到在 $[0, +\infty)$ 上 $f(x) \geq 0$. 故 $\exists M_1 > 0$, 使得 $\forall x \in [0, A]$, 有 $0 \leq f(x) \leq M_1$. 取 $M = \max\{1, M_1\}$, 则对 $\forall x \in [0, +\infty)$, 有 $0 \leq f(x) \leq M$. 从而可知, 对 $\forall x \in (-\infty, +\infty)$, 有 $0 \leq f(x) \leq M$.

评注: (1) 要判断函数 $f(x)$ 在 $(-\infty, +\infty)$ 上的有界性, 需考察 $f(x)$ 在间断点 x_0 及在无穷远点的极限. 若 $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x)$ 存在, 则 $f(x)$ 在 x_0 附近有界, 若 $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x)$ 存在, 则 $f(x)$ 在 x_0 的左邻域内有界, 若 $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x)$ 存在, 则 $f(x)$ 在 x_0 的右邻域内有界. 若 $f(x)$ 在 (a, b) 内连续, 又 $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x), \lim_{x \rightarrow b^-} f(x)$ 均存在, 则 $f(x)$ 在 (a, b) 内有界.

在闭区间上连续函数一定有界, 但在开区间上不连续的函数也可能有界. 例如:

$$f(x) = \begin{cases} x, & x > 0 \\ 1, & x = 0 \\ -x, & x < 0 \end{cases}$$

$f(x)$ 在 $x = 0$ 处不连续, 但 $f(x)$ 在 $(-1, 1)$ 内有界.

(2) 在本题的证明中取 $\epsilon = \frac{1}{2}$ (或取其他一个确定的正数) 是非常必要的. 如果用 “ $\forall \epsilon > 0, \exists A > 0$, 当 $x > A$ 时, 有 $|f(x) - \frac{1}{2}| < \epsilon$ ” 来证明 $f(x)$ 在 $[A, +\infty)$ 上有界就是错误的, 因为此时的“界”不确定.

(3) 用变量替换可证明 $f(x)$ 与其原函数 $\int_0^x f(t) dt$ 的奇偶性有着密切的联系:

若 $f(x)$ 连续, 则

1) $\int_0^x f(t) dt$ 为奇(偶)函数 $\Leftrightarrow f(x)$ 为偶(奇)函数.

2) $\forall a \in \mathbf{R}, \int_a^x f(t) dt$ 为偶函数 $\Leftrightarrow f(x)$ 为奇函数.

2. 分析 只要确定常数 k , 使得 $\varphi(x) = F(x) - kx$ 以 T 为周期.

解 (1) 由 $\varphi(x+T) = F(x+T) - k(x+T)$

$$\begin{aligned} &= \int_0^x f(t) dt - kx + \int_x^{x+T} f(t) dt - kT \\ &= \varphi(x) + \int_0^T f(t) dt - kT \quad \left(\int_x^{x+T} f(t) dt = \int_0^T f(t) dt \right) \end{aligned}$$

令 $k = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$, 则 $\varphi(x) = F(x) - kx$ 是以 T 为周期的周期函数. 从而有 $F(x) = kx + \varphi(x)$.

(2) 因为 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(\int_0^x f(t) dt)'}{(x)'} = \lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$ 不一定存在, 所以不能用洛必塔法则求该极限.

但 $\int_0^x f(t) dt$ 可写成:

$$\int_0^x f(t) dt = \frac{x}{T} \int_0^T f(t) dt + \varphi(x),$$

$\varphi(x)$ 在 $(-\infty, +\infty)$ 连续且以 T 为周期. 于是 $\varphi(x)$ 在 $[0, T]$ 上有界, 在 $(-\infty, +\infty)$ 上有