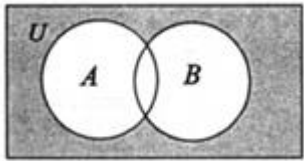
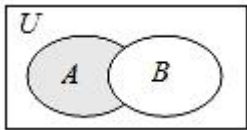


专题一 集合与常用逻辑用语

集合

一、单项选择题

1. (2021 潍坊三模 1) 已知全集 $U = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, 集合 $A = \{1, 2\}$, $B = \{3, 4\}$, 则集合 $\{5\} =$ ()
- A. $C_U(A \cup B)$ B. $(C_U A) \cup (C_U B)$ C. $(C_U A) \cup B$ D. $(C_U B) \cup A$
2. (2021 滨州二模 1) 设全集 $U = \{-3, -2, 0, 2, 3\}$, $A = \{-3, 3\}$, $B = \{x | (x-3)(x-2) = 0\}$, 则图中阴影部分所表示的集合为 ()
- A. $\{-3, 2, 3\}$ B. $\{-3, -2, 0, 2\}$
C. $\{3\}$ D. $\{-2, 0\}$
- 
3. (2021 菏泽二模 1) 已知集合 $A = \{x \in \mathbb{Z} | x^2 - x - 2 \geq 0\}$, 则 $C_{\mathbb{Z}} A =$ ()
- A. $\{0\}$ B. $\{1\}$ C. $\{0, 1\}$ D. $\{-1, 0, 1\}$
4. (2021 烟台适应性练习二 1) 已知集合 $A = \{-1, 0, 1, 2, 3\}$, $B = \{x | y = \ln(4 - x^2)\}$, 则 $A \cap B =$ ()
- A. $\{0, 1\}$ B. $\{-1, 1\}$ C. $\{-1, 0, 1\}$ D. $\{-1, 0, 1, 2\}$
5. (2021 潍坊四县 5 月联考 1) 已知集合 $A = \{x \in \mathbb{N} | x^2 - x - 6 < 0\}$, 以下可为 A 的子集的是 ()
- A. $\{x | -2 < x < 3\}$ B. $\{x | 0 < x < 3\}$ C. $\{0, 1, 2\}$ D. $\{-1, 1, 2\}$
6. (2021 日照二模 1) 设集合 $A = \{x | (x+1)(x-4) < 0\}$, $B = \{x | 0 < x < 9\}$, 则 $A \cap B =$ ()
- A. $(0, 4)$ B. $(4, 9)$ C. $(-1, 4)$ D. $(-1, 9)$
7. (2021 省实验中学二模 1) 已知集合 $A = \{x | -5 < x < 1\}$, $B = \{x | x^2 \leq 4\}$, 则 $A \cap B =$ ()
- A. $(2, 3)$ B. $[2, 3)$ C. $[-2, 1)$ D. $(-2, 1)$
8. (2021 烟台三模 1) 已知集合 $A = \{x | 1 < x < 3\}$, $B = \{x | x < 2\}$, 则 $A \cap C_{\mathbb{R}} B =$ ()
- A. $\{x | 1 < x < 2\}$ B. $\{x | 2 < x < 3\}$ C. $\{x | 2 \leq x < 3\}$ D. $\{x | x > 3\}$
9. (2021 淄博二模 1) 已知集合 $A = \{x | -2 < x < 1\}$, $B = \{x | y = \sqrt{x}\}$, 那么 $A \cup C_{\mathbb{R}} B =$ ().
- A. $(-2, 1)$ B. $(-2, 0)$ C. $(-\infty, 1)$ D. $(-\infty, 0)$
10. (2021 德州二模 2) 已知集合 $A = \{x | -2 < 1 - x < 3\}$, $B = \{x \in \mathbb{N} | x^2 \leq 6x\}$, 则 $(C_{\mathbb{R}} A) \cap B =$ ().
- A. $\{3, 6\}$ B. $\{2, 6\}$ C. $\{3, 4, 5, 6\}$ D. $\{4, 5, 6\}$
11. (2021 泰安二模 1) 设 $A = \{x | x > 1\}$, $B = \{x | x^2 - x - 2 < 0\}$, 则 $(C_{\mathbb{R}} A) \cap B =$ ()

- A. $\{x|x>-1\}$ B. $\{x|-1<x\leq 1\}$ C. $\{x|-1<x<1\}$ D. $\{x|1<x<2\}$
12. (2021 日照三模 1) 已知集合 $A=\{x|2^x<4\}$, $B=\{x|x^2-2x-3\leq 0\}$, 则 $A\cup B=$ ()
 A. $[-1, 2)$ B. $(2, 3]$ C. $(-1, 3]$ D. $(-\infty, 3]$
13. (2021 聊城二模 1) 已知全集 $U=R$, 集合 $A=\{x|x^2\geq 1\}$, $B=\{x|\ln x\geq 0\}$, 则 ()
 A. $A\cup B=B$ B. $A\cap B=A$ C. $(\complement_U A)\cap B=\emptyset$ D. $\complement_U B\subseteq \complement_U A$
14. (2021 济宁二模 1) 已知全集 $U=R$, 集合 $A=\{x|x\geq 2\}$, $B=\{x|\log_2(x-1)<1\}$, 则 $(\complement_U A)\cap B=$ ()
 A. $(-\infty, 2)$ B. $(-\infty, 2]$ C. $(1, 2)$ D. $(1, 3)$
15. (2021 枣庄二模 1) 已知集合 $A=\{x|y=\ln x\}$, $B=\{y\in Z|y=2\sin x\}$, 则 $A\cap B=$
 A. $(0, 2]$ B. $[0, 2]$ C. $\{1, 2\}$ D. $\{0, 1, 2\}$
16. (2021 烟台适应性练习一 1) 已知集合 M, N 都是 R 的子集, 且 $M\cap \complement_R N=\emptyset$, 则 $M\cap N=$ ()
 A. M B. N C. $\emptyset$ D. R
17. (2021 淄博三模 1) 已知全集 $U=R$, 集合 $A=\{x|1-\frac{2}{x}<0\}$, $B=\{x||x|\leq 1\}$, 则如图阴影部分表示的集合是 ()
 A. $[-1, 0)$ B. $[-1, 0)\cup[1, 2)$
 C. $(1, 2)$ D. $(0, 1)$
- 
18. (2021 青岛二模 1) 已知 A, B 均为 R 的子集, 且 $A\cap(\complement_R B)=A$, 则下面选项中一定成立的是 ()
 A. $B\subseteq A$ B. $A\cup B=R$ C. $A\cap B=\emptyset$ D. $A=\complement_R B$
19. (2021 临沂二模 1) 若集合 A, B, U 满足 $A\cap \complement_U B=\emptyset$, 则下面选项中一定成立的是 ()
 A. $B\subseteq A$ B. $A\cup B=U$ C. $A\cup \complement_U B=U$ D. $B\cup \complement_U A=U$
20. (2021 青岛三模 1) 集合 $A=\{x\in N|y=\log_4(x^3-8)\}$, 集合 $B=\{y\in N|y=2^{|x-1|}, x\in R\}$, 则 $(\complement_R A)\cap B=$ ()
 A. $(0, 2]$ B. $(-1, 2]$ C. $\{0, 1, 2\}$ D. $\{1, 2\}$
21. (2021 聊城三模 1) 已知集合 $A=\{1, 2\}$, $B=\{a, a^2+3\}$, 若 $A\cap B=\{1\}$, 则实数 a 的值为 ()
 A. 0 B. 1 C. 2 D. 3
22. (2021 潍坊二模 3) 已知集合 $A=\{0\}$, $B=\{x|x\leq a\}$, 若 $A\cap B=A$, 则实数 a 的取值范围是 ()
 A. $(-\infty, 0)$ B. $(-\infty, 0]$ C. $(0, +\infty)$ D. $[0, +\infty)$

二、多项选择题

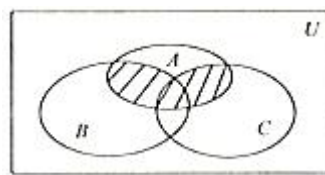
23. (2021 济南二模 9) 图中阴影部分用集合符号可以表示为 ()

A. $A \cap (B \cup C)$

B. $A \cup (B \cap C)$

C. $A \cap \complement_U (B \cap C)$

D. $(A \cap B) \cup (A \cap C)$



常用逻辑用语

24. (2021 枣庄二模 2) 命题 “ $\forall n \in N, n^2 - 1 \in Q$ ” 的否定为

A. $\forall n \in N, n^2 - 1 \notin Q$

B. $\forall n \notin N, n^2 - 1 \in Q$

C. $\exists n \in N, n^2 - 1 \notin Q$

D. $\exists n \in N, n^2 - 1 \in Q$

25. (2021 德州二模 1) 已知命题 $p: \forall x > 0, \ln(x+1) > 0$, 则 $\neg p$ 为 ().

A. $\forall x > 0, \ln(x+1) \leq 0$

B. $\exists x_0 > 0, \ln(x_0+1) \leq 0$

C. $\forall x < 0, \ln(x+1) \leq 0$

D. $\exists x_0 \leq 0, \ln(x_0+1) \leq 0$

26. (2021 临沂二模 3) “ $x > 1$ ” 是 “ $2^x + \frac{2}{2^x} > 3$ ” 的 ()

A. 充分不必要条件

B. 必要不充分条件

C. 充要条件

D. 既不充分也不必要条件

27. (2021 济宁二模 3) “直线 m 垂直平面 α 内的无数条直线” 是 “ $m \perp \alpha$ ” 的 ()

A. 充分不必要条件

B. 必要不充分条件

C. 充分必要条件

D. 既不充分也不必要条件

28. (2021 烟台适应性练习一 4) 若 l, m 是两条不同的直线, α 是一个平面, $l \perp \alpha$, 则 “ $l \perp m$ ” 是 “ $m \parallel \alpha$ ” 的 ()

A. 充分不必要条件

B. 必要不充分条件

C. 充要条件

D. 既不充分也不必要条件

29. (2021 日照三模 4) 若 l, m 是平面 α 外的两条不同直线, 且 $m \parallel \alpha$, 则 “ $l \parallel m$ ” 是 “ $l \parallel \alpha$ ” 的 ()

A. 充分不必要条件

B. 必要不充分条件

C. 充要条件

D. 既不充分也不必要条件

30. (2021 潍坊三模 5) “ $\tan \alpha = 2$ ” 是 “ $\cos\left(2\alpha - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{4}{5}$ ” 的 ()

A. 充分不必要条件

B. 必要不充分条件

C. 充要条件

D. 既不充分也不必要条件

31. (2021 聊城三模 4) 已知直线 $l: (a-1)x + y - 3 = 0$, 圆 $C: (x-1)^2 + y^2 = 5$. 则 “ $a = -1$ ” 是 “ l 与 C 相切 ” 的 ()

A. 必要不充分条件

B. 充分不必要条件

C. 充要条件

D. 既不充分也不必要条件

32. (2021 淄博二模 7) 已知 a , b 为正实数, 则 “ $\frac{ab}{a+b} \leq 2$ ” 是 “ $ab \leq 16$ ” 的 () .

A. 充要条件

B. 必要不充分条件

C. 充分不必要条件

D. 既不充分也不必要条件

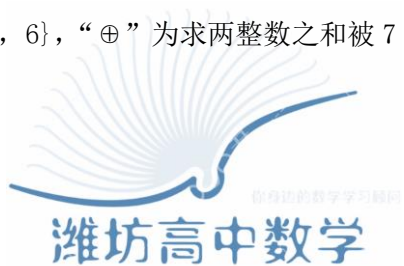
二、多项选择题

33. (2021 烟台适应性练习一 12) 若非空集合 G 和 G 上的二元运算 “ $\oplus$ ” 满足:

① $\forall a, b \in G, a \oplus b \in G$;② $\exists I \in G$, 对 $\forall a \in G, a \oplus I = I \oplus a = a$;③ $\exists I \in G$, 使 $\forall a \in G, \exists b \in G$, 有 $a \oplus b = I = b \oplus a$;④ $\forall a, b, c \in G, (a \oplus b) \oplus c = a \oplus (b \oplus c)$,

则称 $(G, \oplus)$ 构成一个群.

下列选项对应的 $(G, \oplus)$ 构成一个群的是 ()

A. 集合 G 为自然数集, “ $\oplus$ ” 为整数的加法运算B. 集合 G 为正有理数集, “ $\oplus$ ” 为有理数的乘法运算C. 集合 $G = \{-1, 1, -i, i\}$ (i 为虚数单位), “ $\oplus$ ” 为复数的乘法运算D. 集合 $G = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$, “ $\oplus$ ” 为求两整数之和被 7 除的余数

专题一 集合与常用逻辑用语参考答案

集合

一、单项选择题

1. 【答案】A

【解析】对于 A, $C_U(A \cup B) = \{5\}$, 故 A 正确;

对于 B, $(C_U A) \cup (C_U B) = \{3, 4, 5\} \cup \{1, 2, 5\} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, 故 B 错误;

对于 C, $(C_U A) \cup B = \{3, 4, 5\} \cup \{3, 4\} = \{3, 4, 5\}$, 故 C 错误;

对于 D, $(C_U B) \cup A = \{1, 2, 5\} \cup \{1, 2\} = \{1, 2, 5\}$, 故 D 错误;

故选: A

2. 【答案】D

【解析】全集 $U = \{-3, -2, 0, 2, 3\}$, $A = \{-3, 3\}$, $B = \{x | (x-3)(x-2) = 0\} = \{2, 3\}$,

$\therefore A \cup B = \{-3, 2, 3\}$,

则图中阴影部分所表示的集合为: $C_U(A \cup B) = \{-2, 0\}$.

故选: D.

3. 【答案】C

【解析】由集合 $A = \{x \in \mathbb{Z} | x^2 - x - 2 \geq 0\}$, 解得 $A = \{x \in \mathbb{Z} | x \geq 2 \text{ 或 } x \leq -1\}$, 所以 $C_Z A = \{0, 1\}$, 故选 C.

4. 【答案】C

【解析】因为 $B = \{x | y = \ln(4 - x^2)\} = \{x | -2 < x < 2\}$, 又集合 $A = \{-1, 0, 1, 2, 3\}$,

所以 $A \cap B = \{-1, 0, 1\}$.

故选: C.

5. 【答案】C

【解析】 $A = \{x \in \mathbb{N} | x^2 - x - 6 < 0\} = \{x \in \mathbb{N} | -2 < x < 3\} = \{0, 1, 2\}$,

$\therefore \{0, 1, 2\} \subseteq \{0, 1, 2\}$,

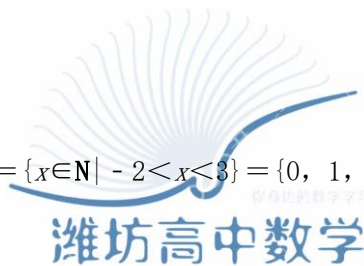
故选: C.

6. 【答案】A

【解析】集合 $A = \{x | (x+1)(x-4) < 0\} = \{x | -1 < x < 4\}$, $B = \{x | 0 < x < 9\}$,

所以 $A \cap B = (0, 4)$.

故选: A.



7. 【答案】C

【解析】 $\because A = \{x | -5 < x < 1\}$, $B = \{x | -2 \leq x \leq 2\}$,

$$\therefore A \cap B = [-2, 1).$$

故选: C.

8. 【答案】C

【解析】 $\because A = \{x | 1 < x < 3\}$, $B = \{x | x < 2\}$,

$$\therefore \complement_{\mathbb{R}} B = \{x | x \geq 2\}, \therefore A \cap \complement_{\mathbb{R}} B = \{x | 2 \leq x < 3\}.$$

故选: C.

9. 【答案】C

【解析】 $B = \{x | y = \sqrt{x}\} = \{x | x \geq 0\}$, $\therefore \complement_{\mathbb{R}} B = \{x | x < 0\}$

$$\because A = \{x | -2 < x < 1\}, \therefore A \cup \complement_{\mathbb{R}} B = (-\infty, 1).$$

故答案为: C

10. 【答案】C

【解析】 $\because A = \{x | -2 < 1 - x < 3\} = \{x | -2 < x < 3\}$, $B = \{x \in \mathbb{N} | x^2 \leq 6x\} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$,

$$\therefore \complement_{\mathbb{R}} A = \{x | x \leq -2 \text{ 或 } x \geq 3\},$$

$$\therefore (\complement_{\mathbb{R}} A) \cap B = \{3, 4, 5, 6\}.$$

故答案为: C.

11. 【答案】B

【解析】解: $\complement_{\mathbb{R}} A = \{x | x \leq 1\}$, $B = \{x | -1 < x < 2\}$;

$$\therefore (\complement_{\mathbb{R}} A) \cap B = \{x | -1 < x \leq 1\}.$$

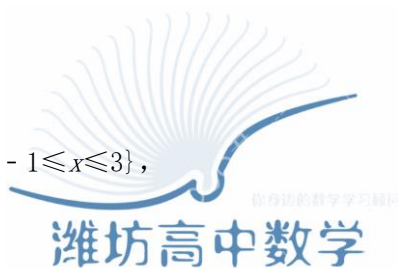
故选: B.

12. 【答案】D

【解析】 $\because A = \{x | x < 2\}$, $B = \{x | -1 \leq x \leq 3\}$,

$$\therefore A \cup B = (-\infty, 3].$$

故选: D.



13. 【答案】C

【解析】 $A = \{x | x^2 \geq 1\} = \{x | x \geq 1 \text{ 或 } x \leq -1\}$, $B = \{x | \ln x \geq 0\} = \{x | x \geq 1\}$,

$$\text{则 } B \subseteq A, A \cup B = A, A \cap B = B, (\complement_{\mathbb{R}} A) \cap B = \emptyset,$$

故选: C.

14. 【答案】 C

【解析】由 $\log_2(x-1) < 1$ ，可得 $0 < x-1 < 2$ ，解得 $1 < x < 3$ ，则 $B = (1, 3)$ ，

因为 $A = \{x | x \geq 2\}$ ， $U = R$ ，则 $C_U A = (-\infty, 2)$ ，因此， $(C_U A) \cap B = (1, 2)$ 。

故答案为：C.

15. 【答案】 C

【解析】集合 $A = \{x | y = \ln x\} = (0, +\infty)$ ， $B = \{y \in Z | y = 2\sin x\} = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$ ，所以 $A \cap B =$

$\{1, 2\}$ ，故选 C.

16. 【答案】 A

【解析】解： $\because M \cap \complement_{\mathbf{R}} N = \emptyset$,

$\therefore M \subseteq N$,

$\therefore M \cap N = M$,

故选：A.

17. 【答案】 C

【解析】由图可知所求集合为 $A \cap B$ 在 A 中补集， $A \cap B = (0, 1]$ ， $\therefore$ 阴影部分表示的集合是 $(1, 2)$ 。

故选：C.

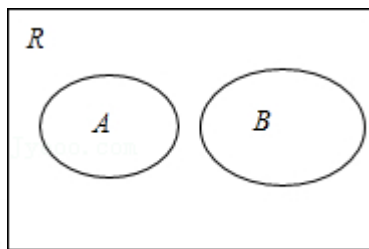
18. 【答案】 C

【解答】解： $\because A \cap (\complement_{\mathbf{R}} B) = A$ ， $\therefore A \subseteq \complement_{\mathbf{R}} B$ ，

用 Venn 图表示如下：

$\because A \cap B = \emptyset$ ，即 C 一定成立， A ， B ， D 都不一定成立。

故选：C.



19. 【答案】 D

【解析】解：画出 Venn 图如下，

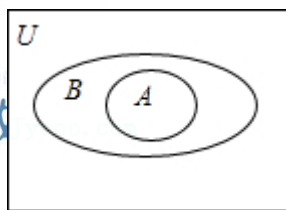
由图知 $\because A \cap (\complement_U B) = \emptyset$ ， $\therefore A \subseteq B$ ， $\therefore A$ 错误，

$\because A \cup B = B \neq U$ ， $\therefore B$ 错误，

$\because A \cup (\complement_U B) \neq U$ ， $\therefore C$ 错误，

$\because B \cup \complement_U A = U$ ， $\therefore D$ 正确。

故选：D.



20. 【答案】 D

【解析】因为集合 $A = \{x \in \mathbf{N} | y = \log_4(x^3 - 8)\} = \{x \in \mathbf{N} | x^3 - 8 > 0\} = \{x \in \mathbf{N} | x > 2\}$ ，

又集合 $B = \{y \in \mathbf{N} \mid y = 2^{|x-1|}, x \in \mathbf{R}\} = \{y \in \mathbf{N} \mid y \geq 1\}$,

所以 $(\complement_{\mathbf{R}} A) \cap B = \{1, 2\}$.

故选: D.

21. 【答案】 B

【解析】由 $A \cap B = \{1\}$, 而 $a^2 + 3 \geq 3$, 故 $a = 1$,

故答案为: B.

22. 【答案】 D

【解析】 $\because A \cap B = A$,

$\therefore A \subseteq B$, 且 $A = \{0\}$, $B = \{x \mid x \leq a\}$,

$\therefore a \geq 0$,

$\therefore a$ 的取值范围是 $[0, +\infty)$.

故选: D.

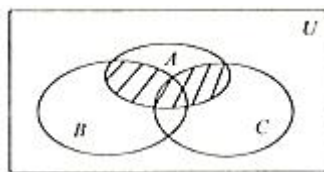
二、多项选择题

23. 【答案】 AD

【解析】图中阴影部分用集合符号可以表示为:

$A \cap (B \cup C)$ 或 $(A \cap B) \cup (A \cap C)$.

故选: AD.



常用逻辑用语

24. 【答案】 C

【解析】全称量词的否定, 首先全称量词改为存在量词, 其次否定结论, 故选 C.

25. 【答案】 B

【解析】对命题否定时, 全称量词改成存在量词, 即 $\exists x_0 > 0$, $\ln(x_0 + 1) \leq 0$;

故答案为: B.

26. 【答案】 A

【解析】解: 设 $t = 2^x$ ($t > 0$), $f(t) = t + \frac{2}{t}$ ($t > 0$),

则 $f'(t) = 1 - \frac{2}{t^2} = \frac{t^2 - 2}{t^2}$,

①当 $x > 1$, 即 $t = 2^x > 2$ 时, $f'(t) > 0$, $f(t)$ 单调递增, $\therefore f(t) = t + \frac{2}{t} > f(2) = 3$, $\therefore$ 充分性

成立,

②当 $f(t) = t + \frac{2}{t} > 3$ 时, 即 $t^2 - 3t + 2 > 0$, $\therefore t > 2$ 或 $0 < t < 1$,

$\therefore 2^x > 2$ 或 $0 < 2^x < 1$, 即 $x > 1$ 或 $x < 0$, $\therefore$ 必要性不成立,

综上, $x > 1$ 是 $2^x + \frac{2}{2^x} > 3$ 的充分不必要条件.

故选: A.

27. 【答案】 B

【解析】因为当直线 m 垂直平面 α 内的所有直线时, 才能得到 $m \perp \alpha$,

所以由直线 m 垂直平面 α 内的无数条直线不一定能推出 $m \perp \alpha$,

但是由 $m \perp \alpha$ 一定能推出直线 m 垂直平面 α 内的无数条直线,

所以直线 m 垂直平面 α 内的无数条直线是 $m \perp \alpha$ 的必要不充分条件,

故答案为: B

28. 【答案】 B

【解析】解: 由 $l \perp \alpha$, $l \perp m$, 则 $m // \alpha$ 或 $m \subset \alpha$, 不满足充分性,

由 $l \perp \alpha$, $m // \alpha$, 则 $l \perp m$, 满足必要性,

故 “ $l \perp m$ ” 是 “ $m // \alpha$ ” 的必要不充分条件,

故选: B.

29. 【答案】 A

【解析】 $\because l, m$ 是平面 α 外的两条不同的直线, $m // \alpha$,

若 $l // m$, 则推出 “ $l // \alpha$ ”,

若 $l // \alpha$, 则 $l // m$ 或 l 与 m 相交,

故若 l, m 是平面 α 外的两条不同直线, 且 $m // \alpha$, 则 “ $l // m$ ” 是 “ $l // \alpha$ ” 的充分不必要条件.

故选: A.

30. 【答案】 A

【解析】 $\cos\left(2\alpha - \frac{\pi}{2}\right) = \sin 2\alpha = 2\sin \alpha \cos \alpha = \frac{2\sin \alpha \cos \alpha}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{2\tan \alpha}{\tan^2 \alpha + 1} = \frac{4}{5}$

等价于 $2\tan^2 \alpha - 5\tan \alpha + 2 = 0$ 等价于 $\tan \alpha = \frac{1}{2}$ 或 $\tan \alpha = 2$,

$\therefore \tan \alpha = 2$ 是 $\cos\left(2\alpha - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{4}{5}$ 的充分不必要条件,

故选: A.

31. 【答案】 B

【解析】圆 $C: (x-1)^2 + y^2 = 5$ 的圆心为 $(1,0)$ ，半径 $r = \sqrt{5}$ ，

由直线 l 和 C 相切可得：

$$\text{圆心到直线的距离 } d = \frac{|a-4|}{\sqrt{(a-1)^2+1}} = \sqrt{5},$$

$$\text{解得 } 2a^2 - a - 3 = 0,$$

$$\text{解得 } a = -1 \text{ 或 } a = \frac{3}{2},$$

故 $a = -1$ 是 $a = -1$ 或 $a = \frac{3}{2}$ 的充分不必要条件，

故答案为：B.

32. 【答案】 B

【解析】由题意，正实数 a, b ，可得 $a + b \geq 2\sqrt{ab}$ ，当且仅当 $a = b$ 时，等号成立，

若 $ab \leq 16$ ，可得 $\frac{ab}{a+b} \leq \frac{ab}{2\sqrt{ab}} = \frac{1}{2}\sqrt{ab} \leq \frac{1}{2}\sqrt{16} = 2$ ，即必要性成立；

反之，例如 $a = 2, b = 10$ ，此时 $\frac{ab}{a+b} \leq 2$ ，而 $ab = 20$ ，此时 $ab > 16$ ，即充分性不成立，

所以 “ $\frac{ab}{a+b} \leq 2$ ” 是 “ $ab \leq 16$ ” 的必要不充分条件.

故答案为：B.

二、多项选择题

33. 【答案】 BCD

【解析】解：由题意可知，条件①表述了 “ $\oplus$ ” 的封闭性，

条件②表述了 “ $\oplus$ ” 对于 G 有单位元 I ，

条件③表述了 “ $\oplus$ ” 对于 G 有逆元，

条件④表述了 “ $\oplus$ ” 的结合律，

对于 A ，自然数据中的加法是封闭的，有单位元 0 ，但无逆元，不满足条件③，故选项 A 错误；

对于 B ，正有理数集中的乘法是封闭的，有单位元 1 ，逆元 1 ，满足结合律，故选项 B 正确；

对于 C ，集合 $G = \{-1, 1, -i, i\}$ 中乘法是封闭的，有单位元 1 ，逆元 -1 ，满足结合律，故选项 C 正确；

对于 D ，集合 $G = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ 中对于 “求两整数之和被 7 除的余数” 是封闭的，

有单位元 0 ，任一元素都为逆元，满足结合律，故选项 D 正确.

故选：BCD.