



## GHI CHÚ NHANH

C.  $D = \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{\pi}{2} + k\pi, k \in \mathbb{Z} \right\}.$

D.  $D = \mathbb{R} \setminus \left\{ k\frac{\pi}{2}, k \in \mathbb{Z} \right\}.$

**Câu 8:** Hàm số  $y = \frac{2\sin x + 1}{1 - \cos x}$  xác định khi

A.  $x \neq \frac{\pi}{2} + k2\pi.$  B.  $x \neq k\pi.$  C.  $x \neq k2\pi.$  D.  $x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi.$

**Câu 9:** Khẳng định nào dưới đây là **sai**?

A. Hàm số  $y = \cos x$  là hàm số lẻ. B. Hàm số  $y = \cot x$  là hàm số lẻ.  
C. Hàm số  $y = \sin x$  là hàm số lẻ. D. Hàm số  $y = \tan x$  là hàm số lẻ.

**Câu 10:** Hàm số  $y = \sin x$  đồng biến trên mỗi khoảng nào dưới đây.

A.  $\left( -\frac{\pi}{2} + k2\pi; \frac{\pi}{2} + k2\pi \right), k \in \mathbb{Z}.$  B.  $\left( \frac{\pi}{2} + k2\pi; \frac{3\pi}{2} + k2\pi \right), k \in \mathbb{Z}.$   
C.  $(-\pi + k2\pi; k2\pi), k \in \mathbb{Z}.$  D.  $(k2\pi; \pi + k2\pi), k \in \mathbb{Z}.$

**Câu 11:** Nghiệm của phương trình  $\sin 2x = 1$  là

A.  $x = \frac{\pi}{2} + k2\pi.$  B.  $x = \frac{\pi}{4} + k\pi.$  C.  $x = \frac{\pi}{4} + k2\pi.$  D.  $x = \frac{k\pi}{2}.$

**Câu 12:** Phương trình  $\tan x = \sqrt{3}$  có tập nghiệm là

A.  $\left\{ \frac{\pi}{3} + k2\pi, k \in \mathbb{Z} \right\}.$  B.  $\left\{ \frac{\pi}{6} + k2\pi, k \in \mathbb{Z} \right\}.$   
C.  $\left\{ \frac{\pi}{3} + k\pi, k \in \mathbb{Z} \right\}.$  D.  $\left\{ \frac{\pi}{6} + k\pi, k \in \mathbb{Z} \right\}.$

**Câu 13:** Dãy số nào sau đây là một cấp số cộng?

A.  $(u_n): \begin{cases} u_1 = 1 \\ u_{n+1} = u_n + 2, \forall n \geq 1 \end{cases}$  B.  $(u_n): \begin{cases} u_1 = 3 \\ u_{n+1} = 2u_n + 1, \forall n \geq 1 \end{cases}$   
C.  $(u_n): 1; 3; 6; 10; 15; \dots$  D.  $(u_n): -1; 1; -1; 1; -1; \dots$

**Câu 14:** Cho cấp số cộng  $(u_n)$  thỏa mãn  $\begin{cases} u_4 = 10 \\ u_4 + u_6 = 26 \end{cases}$  có công sai là

A.  $d = -3.$  B.  $d = 3.$  C.  $d = 5.$  D.  $d = 6.$

**Câu 15:** Cho cấp số cộng  $(u_n)$  có  $u_4 = -12$ ,  $u_{14} = 18$ . Tổng 16 số hạng đầu tiên của cấp số cộng đã cho là

A.  $S_{16} = -24.$  B.  $S_{16} = 26.$  C.  $S_{16} = -25.$  D.  $S_{16} = 24.$

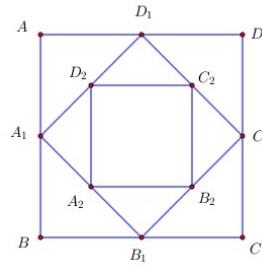
**Câu 16:** Cho cấp số nhân  $(u_n)$  có  $u_1 = -3$  và  $q = \frac{2}{3}$ . Mệnh đề nào sau đây đúng?

A.  $u_5 = -\frac{27}{16}.$  B.  $u_5 = -\frac{16}{27}.$  C.  $u_5 = \frac{16}{27}.$  D.  $u_5 = \frac{27}{16}.$

**Câu 17:** Cho hình vuông  $ABCD$  có cạnh bằng  $a$  và có diện tích  $S_1$ . Nối 4 trung điểm  $A_1, B_1, C_1, D_1$  theo thứ tự của 4 cạnh  $AB, BC, CD, DA$  ta được hình vuông thứ hai có diện tích  $S_2$ . Tiếp tục làm như thế, ta được hình vuông thứ ba là  $A_2B_2C_2D_2$  có diện tích  $S_3, \dots$  và cứ tiếp tục làm như thế, ta tính được các hình vuông lần lượt có diện

tích  $S_4, S_5, \dots, S_{100}$  (tham khảo hình bên). Tổng  $S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{100}$  là

A.  $S = \frac{a^2(2^{100} - 1)}{2^{100}}$  B.  $S = \frac{a^2(2^{100} - 1)}{2^{99}}$   
 C.  $S = \frac{a^2}{2^{100}}$  D.  $S = \frac{a^2(2^{99} - 1)}{2^{98}}$



## GHI CHÚ NHANH

Câu 18: Cho dãy số  $(u_n)$  với  $u_n = 5^{n+1}$ . Số hạng  $u_{n-1}$  là

A.  $u_{n-1} = 5^{n-1}$  B.  $u_{n-1} = 5^n$   
 C.  $u_{n-1} = 5 \cdot 5^{n+1}$  D.  $u_{n-1} = 5 \cdot 5^{n-1}$

Câu 19: Cho dãy số có các số hạng đầu là:  $\frac{1}{3}; \frac{1}{3^2}; \frac{1}{3^3}; \frac{1}{3^4}; \frac{1}{3^5}; \dots$ . Số hạng tổng quát của dãy số này là

A.  $u_n = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3^{n+1}}$  B.  $u_n = \frac{1}{3^{n+1}}$  C.  $u_n = \frac{1}{3^n}$  D.  $u_n = \frac{1}{3^{n-1}}$

Câu 20: Cho dãy số  $(u_n)$  biết  $u_n = \frac{5^n}{n^2}$ . Mệnh đề nào sau đây đúng?

A. Dãy số tăng. B. Dãy số giảm.  
 C. Dãy số không tăng, không giảm. D. Dãy số là dãy hữu hạn.

Câu 21: Nếu ba đường thẳng không cùng nằm trong một mặt phẳng và đôi một cắt nhau thì ba đường thẳng đó

A. đồng quy. B. tạo thành tam giác.  
 C. trùng nhau. D. cùng song song với một mặt phẳng.

Câu 22: Cho tứ diện  $ABCD$ , gọi  $M$  và  $N$  lần lượt là trung điểm các cạnh  $AB$  và  $CD$ . Gọi  $G$  là trọng tâm tam giác  $BCD$ . Đường thẳng  $AG$  cắt đường thẳng nào trong các đường thẳng dưới đây?

A. Đường thẳng  $MN$ . B. Đường thẳng  $CM$ .  
 C. Đường thẳng  $DN$ . D. Đường thẳng  $CD$ .

Câu 23: Cho tứ diện  $ABCD$ , gọi  $I$  và  $J$  lần lượt là trọng tâm của tam giác  $ABD$  và  $ABC$ . Đường thẳng  $IJ$  song song với đường nào sau đây?

A.  $AB$ . B.  $CD$ . C.  $BC$ . D.  $AD$ .

Câu 24: Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy là hình chữ nhật. Mặt phẳng  $(P)$  cắt các cạnh  $SA, SB, SC, SD$  lần lượt tại  $M, N, P, Q$ . Gọi  $I$  là giao điểm của  $MQ$  và  $NP$ . Mệnh đề nào sau đây đúng?

A.  $SI \parallel AB$ . B.  $SI \parallel AC$ . C.  $SI \parallel AD$ . D.  $SI \parallel BD$ .

Câu 25: Cho ba mặt phẳng phân biệt  $(\alpha), (\beta), (\gamma)$  có  $(\alpha) \cap (\beta) = d_1$ ;  $(\beta) \cap (\gamma) = d_2$ ;  $(\alpha) \cap (\gamma) = d_3$ . Ba đường thẳng  $d_1, d_2, d_3$

A. đôi một cắt nhau. B. đôi một song song.  
 C. đồng quy. D. đôi một song song hoặc đồng quy.

Câu 26: Cho hai mặt phẳng  $(P), (Q)$  cắt nhau theo giao tuyến là đường thẳng  $d$ . Đường thẳng  $a$  song song với cả hai mặt phẳng  $(P), (Q)$ . Khẳng định nào sau đây đúng?

A.  $a, d$  trùng nhau. B.  $a, d$  chéo nhau.  
 C.  $a$  song song  $d$ . D.  $a, d$  cắt nhau.

## GHI CHÚ NHANH

**Câu 27:** Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy là hình thang,  $AB \parallel CD$  và  $AB = 2CD$ . Lấy  $E$  thuộc cạnh  $SA$ ,  $F$  thuộc cạnh  $SC$  sao cho  $\frac{SE}{SA} = \frac{SF}{SC} = \frac{2}{3}$ . Khẳng định nào dưới đây đúng?

- A. Đường thẳng  $EF$  song song với mặt phẳng  $(SAC)$ .
- B. Đường thẳng  $EF$  cắt đường thẳng  $AC$ .
- C. Đường thẳng  $AC$  song song với mặt phẳng  $(BEF)$ .
- D. Đường thẳng  $CD$  song song với mặt phẳng  $(BEF)$ .

**Câu 28:** Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy  $ABCD$  là hình thang với đáy lớn  $AD$ ,  $AD = 2BC$ . Gọi  $M$  là điểm thuộc cạnh  $SD$  sao cho  $MD = 2MS$ . Gọi  $O$  là giao điểm của  $AC$  và  $BD$ .  $OM$  song song với mặt phẳng nào sau đây?

- A.  $(SAD)$ .
- B.  $(SBD)$ .
- C.  $(SBC)$ .
- D.  $(SAB)$ .

**PHẦN II. Câu trắc nghiệm đúng sai.** Học sinh trả lời từ câu 29 đến câu 40. Trong mỗi ý a), b), c), d) ở mỗi câu, học sinh chọn đúng hoặc sai.

**Câu 29:** Cho biết  $\cos 2\alpha = -\frac{1}{4}$  và  $\pi < \alpha < \frac{3\pi}{2}$ .

- a)  $\sin \alpha < 0, \cos \alpha < 0$ .
- b)  $\sin \alpha = \frac{\sqrt{10}}{4}$ .
- c)  $\cos \alpha = \frac{\sqrt{6}}{4}$ .
- d)  $\cot \alpha = \frac{\sqrt{15}}{5}$ .

**Câu 30:** Cho biết  $\sin \alpha = \frac{1}{3}$  và  $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ .

- a)  $\cos \alpha = -\frac{2\sqrt{2}}{3}$ .
- b)  $\sin 2\alpha = -\frac{4\sqrt{2}}{9}$ .
- c)  $\cos 2\alpha = \frac{7}{9}$ .
- d)  $\cot 2\alpha = \frac{7\sqrt{2}}{8}$ .

**Câu 31:** Cho  $\cot x = -\sqrt{3}, \frac{3\pi}{2} < x < 2\pi$ .

- a)  $\sin x = -\frac{\sqrt{10}}{10}$ .
- b)  $\cos x = \frac{\sqrt{3}}{10}$ .
- c)  $\sin\left(\frac{4\pi}{3} - x\right) = \frac{-\sqrt{10}}{5}$ .
- d)  $\tan\left(x + \frac{\pi}{3}\right) = \frac{\sqrt{3}}{3}$ .

## GHI CHÚ NHANH

**Câu 32:** Cho các hàm số  $f(x) = \sqrt{5 - 3\sin^2 x}$ ;  $g(x) = \tan x - x \cos x$ .

- a) Tập xác định hàm số  $f(x)$  là  $D = \mathbb{R}$ .
- b) Hàm số  $f(x)$  đã cho là hàm số lẻ.
- c) Tập xác định hàm số  $g(x)$  là  $D = \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{\pi}{2} + k\pi \mid k \in \mathbb{Z} \right\}$ .
- d) Hàm số  $g(x)$  đã cho là hàm số lẻ.

**Câu 33:** Cho phương trình lượng giác  $\sin 2x = -\frac{1}{2}$ .

- a) Phương trình đã cho tương đương  $\sin 2x = \sin \frac{\pi}{6}$ .
- b) Trong khoảng  $(0; \pi)$  phương trình đã cho có 3 nghiệm.
- c) Tổng các nghiệm của phương trình đã cho trong khoảng  $(0; \pi)$  bằng  $\frac{3\pi}{2}$ .
- d) Trong khoảng  $(0; \pi)$  phương trình đã cho có nghiệm lớn nhất bằng  $\frac{11\pi}{12}$ .

**Câu 34:** Cho cấp số cộng  $(u_n)$ , biết rằng  $u_1 = 5$  và tổng của 50 số hạng đầu bằng 5150.

- a) Công sai của cấp số cộng bằng 6.
- b) Số hạng  $u_{85} = 341$ .
- c) Số hạng  $u_{10} = 42$ .
- d) Tổng của 85 số hạng đầu  $S_{85} = 14705$ .

**Câu 35:** Cho cấp số nhân  $(u_n)$  với công bội  $q < 0$  và  $u_2 = 4, u_4 = 9$ .

- a) Cấp số nhân có công bội  $q = -\frac{3}{2}$ .
- b) Số hạng đầu  $u_1 = -\frac{8}{3}$ .
- c) Số hạng  $u_5 = \frac{27}{2}$ .
- d)  $-\frac{2187}{32}$  là số hạng thứ 8.

**Câu 36:** Cho cấp số nhân  $(u_n)$ , biết  $u_1 + u_5 = 51$  và  $u_2 + u_6 = 102$ .

- a) Số hạng  $u_1 = 3$ .
- b) Số hạng  $u_4 = 48$ .
- c) Số 12288 là số hạng thứ 12 của cấp số nhân  $(u_n)$ .
- d) Tổng tám số hạng đầu của cấp số nhân là 765.

**Câu 37:** Cho tứ diện  $ABCD$  có  $I, J$  theo thứ tự là trung điểm của các cạnh  $BC, BD$ . Gọi  $(P)$  là mặt phẳng qua  $I, J$  và cắt các cạnh  $AC, AD$  lần lượt tại hai điểm  $M, N$ .

- a)  $IJ \parallel CD$ .
- b)  $MN$  cắt  $DC$ .
- c)  $IJNM$  là một hình thang.

## GHI CHÚ NHANH

Câu 38:

d) Nếu  $M$  là trung điểm của đoạn  $AC$  thì  $IJNM$  là hình bình hành.Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy là hình bình hành. Điểm  $M$  thuộc cạnh  $SA$ , điểm  $E$  và  $F$  lần lượt là trung điểm của  $AB$  và  $BC$ .a)  $EF // AC$ .b) Giao tuyến của hai mặt phẳng  $(SAB)$  và  $(SCD)$  là đường thẳng qua  $S$  và song song với  $AC$ .c) Giao tuyến của hai mặt phẳng  $(MBC)$  và  $(SAD)$  đường thẳng qua  $M$  và song song với  $BC$ .d) Giao tuyến của hai mặt phẳng  $(MEF)$  và  $(SAC)$  là đường thẳng  $CM$ .

Câu 39:

Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy là hình bình hành,  $AC$  và  $BD$  cắt nhau tại  $O$ . Gọi  $I$  là trung điểm  $SO$ . Mặt phẳng  $(ICD)$  cắt  $SA, SB$  lần lượt tại  $M, N$ .a) Điểm  $M$  là giao điểm của đường thẳng  $SA$  và  $IC$ .b) Điểm  $M$  là trung điểm của đoạn thẳng  $SA$ .c) Điểm  $N$  là giao điểm của đường thẳng  $SB$  và  $CD$ .d) Trong mặt phẳng  $(CDMN)$ , gọi  $K$  là giao điểm của  $CN$  và  $DM$ . Khi đó, giao tuyến của hai mặt phẳng  $(SBC)$  và  $(SAD)$  là đường thẳng  $SK$ .

Câu 40:

Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy  $ABCD$  là hình thang ( $AD$  là đáy lớn). Gọi  $E, F$  lần lượt là trung điểm của  $SA$  và  $SD$ .  $K$  là giao điểm của các đường thẳng  $AB$  và  $CD$ .a) Giao tuyến của hai mặt phẳng  $(SAB)$  và  $(SCD)$  là đường thẳng  $SK$ .b) Giao điểm  $M$  của đường thẳng  $SB$  và mặt phẳng  $(CDE)$  là điểm thuộc đường thẳng  $KE$ .c) Giao tuyến của hai mặt phẳng  $(SAD)$  và  $(SBC)$  là đường thẳng  $EF$ .d) Đường thẳng  $SC$  cắt mặt phẳng  $(EFK)$  tại  $N$ . Tứ giác  $EFNM$  là hình bình hành.

## LIPHẦN III. Tự luận. Học sinh trả lời từ câu 41 đến câu 55.

Câu 41:

Tính giá trị của biểu thức lượng giác, khi biết:

a)  $\cos 2\alpha, \sin 2\alpha, \tan 2\alpha$  khi  $\cos \alpha = -\frac{5}{13}, \pi < \alpha < \frac{3\pi}{2}$ .

b)  $\sin \alpha, \cos \alpha$  khi  $\sin 2\alpha = -\frac{4}{5}, \frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2}$ .

Câu 42:

Tìm tập xác định của các hàm số sau

a)  $y = \tan\left(2x + \frac{\pi}{6}\right);$

b)  $y = \cot\left(-2x - \frac{\pi}{3}\right);$

c)  $y = \frac{2}{\sin 2x}.$

Câu 43:

Giải các phương trình sau:

a)  $\sin(3x - 30^\circ) = \sin 45^\circ;$

b)  $\cos\left(-x + \frac{\pi}{3}\right) = 1;$



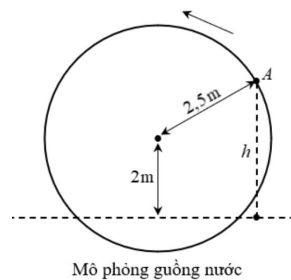
## GHI CHÚ NHANH

$$c) \cos\left(5x - \frac{\pi}{3}\right) = \sin\left(\frac{7\pi}{4} - 2x\right).$$

**Câu 44:** Số giờ có ánh sáng mặt trời của một thành phố  $A$  ở vĩ độ  $40^\circ$  Bắc trong ngày thứ  $t$  của một năm không nhuận được cho bởi hàm số  $d(t) = 3\sin\left[\frac{\pi}{182}(t-80)\right] + 12$  với  $t \in \mathbb{Z}$  và  $0 < t \leq 365$ .

- Thành phố  $A$  có đúng 12 giờ có ánh sáng mặt trời vào ngày nào trong năm?
- Vào ngày nào trong năm thì thành phố  $A$  có đúng 9 giờ có ánh sáng mặt trời?
- Vào ngày nào trong năm thì thành phố  $A$  có đúng 15 giờ có ánh sáng mặt trời?

**Câu 45:** Một chiếc guồng nước có dạng hình tròn bán kính 2,5 m; trục của nó đặt cách mặt nước 2 m (hình bên). Khi guồng quay đều, khoảng cách  $h$  (mét) tính từ một chiếc gầu gắn tại điểm  $A$  trên guồng đến mặt nước là  $h = |y|$  trong đó  $y = 2 + 2,5\sin 2\pi\left(x - \frac{1}{4}\right)$ , với  $x$  là thời gian quay của guồng ( $x \geq 0$ ), tính bằng phút; ta quy ước rằng  $y > 0$  khi gầu ở trên mặt nước và  $y < 0$  khi gầu ở dưới mặt nước.



Mô phỏng guồng nước

- Khi nào chiếc gầu ở vị trí cao nhất? Thấp nhất?
- Chiếc gầu cách mặt nước 2 mét lần đầu tiên khi nào?

**Câu 46:** Cho cấp số cộng  $(u_n)$ , biết 
$$\begin{cases} u_5 + 3u_3 - u_2 = -21 \\ 3u_7 - 2u_4 = -34 \end{cases}$$

- Tìm số hạng thứ 100 của cấp số cộng  $(u_n)$ .
- Tính tổng của 15 số hạng đầu tiên của cấp số cộng  $(u_n)$ .
- Tính  $S = u_4 + u_5 + \dots + u_{30}$ .

**Câu 47:** Khi kí kết hợp đồng lao động với người lao động, một doanh nghiệp đề xuất hai phương án trả lương như sau:

Phương án 1: Năm thứ nhất, tiền lương là 120 triệu. Kể từ năm thứ hai trở đi, mỗi năm tiền lương được tăng 18 triệu.

Phương án 2: Quý thứ nhất, tiền lương là 24 triệu. Kể từ quý thứ hai trở đi, mỗi quý tiền lương được tăng 1,8 triệu.

Nếu là người được tuyển dụng vào doanh nghiệp trên, em sẽ chọn phương án nào khi

- Kí hợp đồng lao động 3 năm?
- Kí hợp đồng lao động 10 năm?

**Câu 48:** Một gia đình cần khoan một cái giếng để lấy nước. Họ thuê một đội khoan giếng nước. Biết giá của mét khoan đầu tiên là 80.000 đồng, kể từ mét khoan thứ hai giá của mỗi mét khoan tăng thêm 5.000 đồng so với giá của mét khoan trước đó. Biết cần phải khoan sâu

## GHI CHÚ NHANH

xuống 50m mới có nước. Hỏi phải trả bao nhiêu tiền để khoan cái giếng đó?

**Câu 49:** Anh Dũng kí hợp đồng lao động trong 10 năm với phương án trả lương như sau: Năm thứ nhất, tiền lương của anh Dũng là 120 triệu đồng. Kể từ năm thứ hai trở đi, mỗi năm tiền lương của anh Dũng được tăng lên 10%. Tính tổng số tiền lương anh Dũng lĩnh được trong 10 năm đầu đi làm (làm tròn kết quả đến hàng đơn vị theo đơn vị triệu đồng).

**Câu 50:** Một loại thuốc được dùng mỗi ngày một lần. Lúc đầu nồng độ thuốc trong máu của bệnh nhân tăng nhanh, nhưng mỗi liều kế tiếp có tác dụng ít hơn liều trước đó. Lượng thuốc trong máu ở ngày thứ nhất là 50mg, và mỗi ngày sau đó giảm chỉ còn một nửa so với ngày kế trước đó. Tính tổng lượng thuốc (tính bằng mg) trong máu của bệnh nhân sau khi dùng thuốc 10 ngày liên tiếp.

**Câu 51:** Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy là hình bình hành. Điểm  $M$  thuộc cạnh  $SA$ , điểm  $E$  và  $F$  lần lượt là trung điểm của  $AB$  và  $BC$ .

- Xác định giao tuyến của hai mặt phẳng  $(SAB)$  và  $(SCD)$ .
- Xác định giao tuyến của hai mặt phẳng  $(MBC)$  và  $(SAD)$ .
- Xác định giao tuyến của hai mặt phẳng  $(MEF)$  và  $(SAC)$ .

**Câu 52:** Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy là tứ giác lồi. Gọi  $M, N$  là trọng tâm tam giác  $SAB$  và  $SAD$ ;  $E$  là trung điểm  $CB$ .

- Chứng minh  $MN \parallel BD$ .
- Gọi  $L, H$  là giao điểm của  $(MNE)$  với  $SD$  và  $SB$ . Chứng minh  $LH \parallel BD$ .

**Câu 53:** Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy là hình thang với các cạnh đáy là  $AB$  và  $CD$ . Gọi  $I, J$  lần lượt là trung điểm của  $AD$  và  $BC$ ,  $G$  là trọng tâm của tam giác  $SAB$ . Tìm giao tuyến của hai mặt phẳng  $(SAB)$  và  $(IJG)$ .

**Câu 54:** Cho hình chóp  $S.ABCD$ ,  $ABCD$  là hình bình hành.  $M, N$  là trung điểm của  $SA, CD$ . Chứng minh  $MN \parallel (SBC)$ .

**Câu 55:** Cho hình chóp  $S.ABCD$  có đáy  $ABCD$  là hình bình hành và  $M, N, E$  lần lượt là trung điểm của các đoạn thẳng  $AB, CD, SA$ . Chứng minh rằng

- $MN$  song song với hai mặt phẳng  $(SBC)$  và  $(SAD)$ .
- $SB$  và  $SC$  song song với mặt phẳng  $(MNE)$ .