SỞ GIÁO DỤC – ĐÀO TẠO TPHCM
TRƯỜNG THPT NGUYỄN THƯỢNG HIỀN

ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI NGUYỄN THƯỢNG HIỀN
NĂM HỌC: 2023-2024
Môn Hóa 11 Năng khiếu
Thời gian: 90 phút (Đề thi gồm 6 câu)

Cho

H=1; C=15; N=14; O=16; Na=23; Mg=24; Al=27; S=32; Cl=35,5; K=39;
Ca=40; Fe=56; Cu=64; Zn=65; Ag=108; Ba=137

PHẦN CHUNG (8 ĐIỂM): TẤT CẢ HỌC SINH ĐỀU LÀM

Câu 1:

1.1 (1 đ) Xét các hệ cân bằng sau trong một bình kín:

$$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g) \quad \Delta_r H^o_{298} = 131 \text{ kJ}$$

Cân bằng trên dịch chuyển theo chiều nào khi thay đổi một trong các điều kiện sau? *(không cần giải thích)*

(1) Tăng nhiệt độ.

(2) Thêm lượng hơi nước vào hệ.

(3) Thêm khí H_2 vào hệ.

(4) Tăng áp suất chung bằng cách nén cho thể tích của hệ giảm xuống.

1.2 (1 đ) Trộn 3 dung dịch H_2SO_4 0,1 M, HNO_3 0,2 M và HCl 0,3 M với thể tích bằng nhau thu được dung dịch (A). Lấy 300 mL dung dịch (A) cho tác dụng với một dung dịch (B) gồm NaOH 0,20 M và KOH 0,29 M. Tính thể tích dung dịch (B) cần dùng để sau khi tác dụng với 300 mL dung dịch (A) thu được dung dịch có pH = 2.

Câu 2:

2.1 (1 đ) Có 4 mẫu sau: dung dịch NaOH, dung dịch HCl, dung dịch H_2SO_4 và H_2O được kí hiệu bằng các chữ cái: A, B, C và D (không theo trình tự trên). Kết quả của những thí nghiệm được ghi trong bảng sau:

Mẫu	**Thuốc thử**	
	Quỳ tím	**dung dịch $BaCl_2$**
A	Đỏ	Kết tủa trắng
B	Xanh	Không kết tủa
C	Tím	Không kết tủa
D	Đỏ	Không kết tủa

Hãy cho biết A, B, C và D là kí hiệu của những chất nào.

2.2 (1 đ) Hiện nay người ta sản xuất anmonia bằng cách chuyển hoá có xúc tác một hỗn hợp gồm không khí, hơi nước và khí methane (thành phần chính của khí thiên nhiên).

Phản ứng điều chế H_2: $CH_4 + 2H_2O \overset{t^o, xt}{\rightleftharpoons} CO_2 + 4H_2$ (1)

Phản ứng loại O_2 để thu N_2: $CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{t^o} 2CO_2 + 2H_2O$ (2)

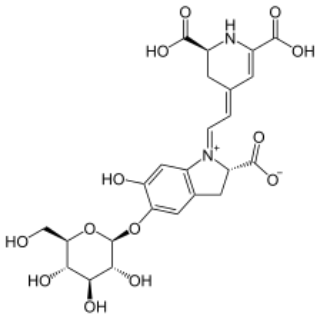
Phản ứng tổng hợp NH_3: $N_2 + 3H_2 \overset{t^o, xt, p}{\rightleftharpoons} 2NH_3$ (3)

Để sản xuất khí ammonia, nếu lấy 841,7 m^3 không khí (chứa 21,03% O_2; 78,02% N_2, còn lại là khí hiếm theo thể tích), thì cần phải lấy bao nhiêu m^3 khí methane và bao nhiêu m^3 hơi nước để có đủ lượng N_2 và H_2 theo tỉ lệ 1:3 về thể tích dùng cho phản ứng tổng hợp ammonia. Giả thiết các phản ứng (1), (2) đều xảy ra hoàn toàn và thể tích khí đo ở cùng điều kiện.

Câu 3:

3.1 (1 đ) *"Lần đầu tiên trái thanh long có trong mì tôm. Lần đầu tiên Mì Thanh Long mang theo lời nhắn tình yêu".* Mì thanh long VinaCaty là sản phẩm độc đáo và sáng tạo của Cty TNHH Caty Food, kết hợp hương vị truyền thống của mì tôm với sự tươi mát của trái thanh long. Bạn đã thử chưa?

Thanh long ruột đỏ khác thanh long ruột trắng ở những sắc tố đỏ đậm gọi là **betalain**.



a. Hãy cho biết công thức phân tử của **betalain.**

b. Các nhóm chức có trong **betalain.**

3.2 (1 đ) Xác định loại đồng phân cấu tạo có thể có và viết các đồng phân cấu tạo có thể có của các hợp chất có công thức phân tử C_4H_9Cl và C_8H_{10} (hydrocarbon thơm).

Câu 4:

4.1 (1 đ) Butane là chất lỏng có thể nhìn thấy bên trong một chiếc bật lửa trong suốt, có nhiệt độ sôi thấp hơn một ít so với nhiệt độ của nước đóng băng (0,8 °C). Tuy nhiên vì sao butane trong bật lửa lại không sôi?

4.2 (1 đ) Khi cho 2-methylpropane tác dụng với bromine ở 127 °C thu được hỗn hợp 2 sản phẩm thế monobromo là

1-bromo-2-methylpropane (0,58%) và 2-bromo-2-methylpropane (99,44%). Xác định tỉ lệ khả năng phản ứng tương đối của nguyên tử hydrogen gắn ở nguyên tử carbon bậc I và nguyên tử carbon bậc III trong phản ứng.

PHẦN RIÊNG (2 ĐIỂM):

HS CHỌN ĐÚNG PHẦN RIÊNG

A. DÀNH CHO LỚP THƯỜNG

Câu 5:

5.1 (0,5 đ) Biết rằng thành phần chủ yếu của xăng dầu là hydrocarbon. Hãy giải thích vì sao:

a) phải chứa xăng, dầu trong các thùng chứa chuyên dụng và bảo quản ở những kho riêng.

b) khi bị cháy xăng dầu không nên dùng nước để dập đám cháy.

5.2 (0,5 đ) Một bình gas sử dụng trong hộ gia đình X có chứa 12 kg khí hóa lỏng (LPG) gồm propane và butane với tỉ lệ mol tương ứng là 2: 3. Khi đốt cháy hoàn toàn, 1 mol propane tỏa ra lượng nhiệt là 2220 kJ và 1 mol butane tỏa ra lượng nhiệt là 2850 kJ. Trung bình, lượng nhiệt tiêu thụ từ đốt khí gas của hộ gia đình X là 10000 kJ/ngày và sau 45 ngày gia đình X dùng hết bình gas trên. Hiệu suất sử dụng nhiệt của hộ gia đình X là bao nhiêu?

Câu 6:

6.1 (0,5 đ) Xăng chứa 4 alkane với thành phần số mol như sau: 15% heptane (C_7H_{14}), 40% octane (C_8H_{18}), 25% nonane (C_9H_{20}) và 20% decane ($C_{10}H_{22}$). Một xe máy chạy 100 km tiêu thụ hết 2,42 kg xăng. Biết nhiệt lượng đốt cháy xăng là 5337,8 kJ/mol và chỉ có 80% nhiệt lượng đốt cháy xăng chuyển thành cơ năng. Tính thể tích khí CO_2 (ở điều kiện chuẩn) và nhiệt lượng thải ra môi trường khi xe máy chạy 100 km.

6.2 (0,5 đ) Một bình kín dung tích 1 L chứa 1,0 mol N_2, 1,5 mol H_2 và một lượng chất xúc tác chiếm thể tích không đáng kể. Đun nóng bình ở 450°C, khi phản ứng đạt trạng thái cân bằng có 0,2 mol NH_3 tạo thành.

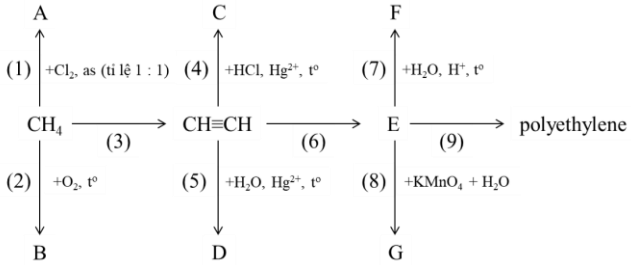
a) Tính hằng số cân bằng của phản ứng ở 450°C.

b) Tính số mol N_2 cần thêm vào bình ở 450°C để hiệu suất phản ứng đạt 25%.

B. DÀNH CHO LỚP NĂNG KHIẾU HÓA

Câu 7:

7.1 (0,5 đ) Hoàn thành sơ đồ chuyển hoá sau đây và viết các phương trình hoá học.



7.2 (0,5 đ) Xăng sinh học E10 là nhiên liệu hỗn hợp giữa (10% ethanol và 90% octane) về khối lượng, còn có tên là gasohol. Hiện nay có khoảng 40 nước trên thế giới đang sử dụng nhiên liệu này trong các động cơ đốt trong của xe hơi và phương tiện giao thông tải trọng nhẹ. Biết rằng nhiệt lượng cháy của nhiên liệu đo ở điều kiện tiêu chuẩn (25 °C, 100 kPa) được đưa trong bảng dưới đây:

Nhiên liệu	Công thức	Trạng thái	Nhiệt lượng cháy ($kJ.g^{-1}$)
Ethanol	C_2H_5OH	Lỏng	29,6
Octane	C_8H_{18}	Lỏng	47,9

Để sản sinh năng lượng khoảng 2396 MJ thì cần đốt cháy hoàn toàn bao nhiêu tấn xăng E10 ở điều kiện tiêu chuẩn?

Câu 8:

8.1 (0,5 đ) Cho từ từ dung dịch NaOH 0,1M vào V ml dung dịch CH_3COOH 0,1M, khi có 50% CH_3COOH được trung hòa thì dừng, thu được dung dịch X. Tính pH của dung dịch X. Biết CH_3COOH có $K_a = 1{,}8.10^{-5}$ ở 25°C.

8.2 (0,5 đ) Hiện nay người ta dùng thiết bị breathalyzer để đo nồng độ cồn trong khí thở của người tham gia giao thông. Khi có nồng độ cồn trong khí thở sẽ xảy ra phản ứng:

$$C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \xrightarrow{Ag^+} CH_3COOH + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

Tùy thuộc vào lượng $K_2Cr_2O_7$ phản ứng, trên màn hình thiết bị sẽ xuất hiện số chỉ nồng độ cồn tương ứng. Người đi xe máy có nồng độ cồn trong khí thở sẽ bị xử phạt theo khung sau đây *(trích từ Nghị định 123/2021/NĐ-CP)*:

Nồng độ cồn (mg/1L khí thở)	**Mức tiền phạt** (VND)	**Hình phạt bổ sung** (tước giấy phép lái xe)
≤ 0,25	2 triệu - 3 triệu	10 - 12 tháng
0,25 đến 0,4	4 triệu - 5 triệu	16 - 18 tháng
≥ 0,4	6 triệu - 8 triệu	22 - 24 tháng

a) Cân bằng phản ứng trên theo phương pháp thăng bằng electron.

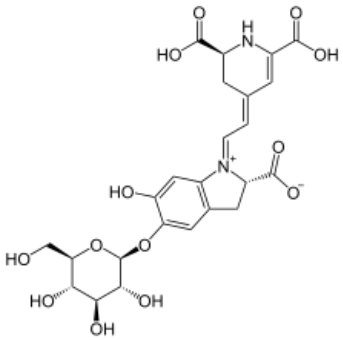
b) Một mẫu khí thở của một người điều khiển xe máy tham gia giao thông có thể tích 26,25 mL được thổi vào thiết bị breathalyzer thì có 0,056 mg $K_2Cr_2O_7$ phản ứng (trong môi trường H_2SO_4 và ion Ag^+ xúc tác). Hãy cho biết người đó có vi phạm luật giao thông hay không và nếu có thì sẽ bị xử phạt mức nào.

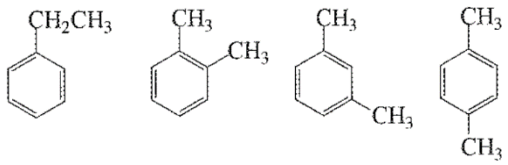
---HẾT---

HƯỚNG DẪN CHẤM HSG HÓA 11 (NĂNG KHIẾU) 2023 – 2024

<table>
<tr><th>Câu</th><th>Nội dung</th><th>Điểm</th></tr>
<tr><td colspan="3">PHẦN CHUNG</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td>
<table>
<tr><td colspan="2">$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)\ \ \Delta_r H^o_{298} = 131$ kJ</td></tr>
<tr><td>(1) Tăng nhiệt độ.</td><td>Cân bằng chuyển dịch theo chiều phản ứng thuận (phản ứng thu nhiệt)</td></tr>
<tr><td>(2) Thêm lượng hơi nước vào hệ.</td><td>Cân bằng chuyển dịch theo chiều phản ứng thuận (làm giảm nồng độ H_2O)</td></tr>
<tr><td>(3) Thêm khí H_2 vào hệ.</td><td>Cân bằng chuyển dịch theo chiều phản ứng nghịch (làm giảm nồng độ H_2)</td></tr>
<tr><td>(4) Tăng áp suất chung bằng cách nén cho thể tích của hệ giảm xuống.</td><td>Cân bằng chuyển dịch theo chiều phản ứng nghịch (chiều giảm số mol khí)</td></tr>
</table>
</td><td>0,25*4</td></tr>
<tr><td>1.2</td><td>$n_{H_2SO_4} = 0,03$ mol; $n_{HNO_3} = 0,06$ mol; $n_{HCl} = 0,09$ mol $\longrightarrow n_{H^+} = 0,21$ mol
$n_{NaOH} = 0,2V$ mol; $n_{KOH} = 0,29V$ mol $\longrightarrow n_{OH^-} = 0,49V$ mol
$\xrightarrow{pH=2} [H^+]_{du} = 10^{-2}$ mol $\longrightarrow n_{H^+(du)} = 10^{-2}(V + 0,3)$ mol
$n_{H^+(du)} = n_{H^+(bd)} - n_{H^+(+OH^-)} \Leftrightarrow 10^{-2}(V + 0,3) = 0,21 - 0,49V \longrightarrow V = 0,414$ L</td><td>0,5

0,5</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">Mẫu</th><th colspan="2">Thuốc thử</th></tr>
<tr><th>Quỳ tím</th><th>dung dịch $BaCl_2$</th></tr>
<tr><td>(A) H_2SO_4</td><td>Đỏ</td><td>Kết tủa trắng</td></tr>
<tr><td>(B) NaOH</td><td>Xanh</td><td>Không kết tủa</td></tr>
<tr><td>(C) H_2O</td><td>Tím</td><td>Không kết tủa</td></tr>
<tr><td>(D) HCl</td><td>Đỏ</td><td>Không kết tủa</td></tr>
</table>
</td><td>0,25X4</td></tr>
<tr><td>2.2</td><td>$V_{O_2} = 21,03\%.841,7 = 177\ m^3$; $V_{N_2} = 78,02\%.841,7 = 656,7\ m^3$
$\xrightarrow{PTHH(3)} V_{H_2} = 3.V_{N_2} = 1\,970\ m^3$
$\xrightarrow{PTHH(2)} V_{CH_4} = 1/2.V_{O_2} = 88,5\ m^3$; $V_{H_2O} = V_{O_2} = 177\ m^3$
$\xrightarrow{PTHH(1)} V_{CH_4} = 1/4.V_{H_2} = 492,5\ m^3$; $V_{H_2O} = 1/2V_{H_2} = 985\ m^3$
$\longrightarrow V_{CH_4} = 492,5 + 88,5 = 581\ m^3$; $V_{H_2O} = 985 - 177 = 808\ m^3$</td><td>0,25X4</td></tr>
<tr><td>3.1</td><td>a. $C_{24}H_{26}N_2O_{13}$.
b. Các nhóm chức có trong betalain: carboxylic acid, amine, alcohol, ether.
 

 </td><td>0,5
0,5</td></tr>
<tr><td>3.2</td><td>a) C_4H_9Cl có đồng phân cấu tạo về mạch carbon và vị trí nhóm thế (–Cl) trên mạch.
CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Cl; CH_3-$CH(CH_3)$-CH_2-Cl;
CH_3-CH_2-$CHCl$-CH_3; CH_3-$C(CH_3)Cl$-CH_3.
b) C_8H_{10} (hydrocarbon thơm) có đồng phân về vị trí tương đối của các nhóm thế trên vòng benzene.</td><td>0,5</td></tr>
</table>

		**0,5**
4.1	Butane trong bật lửa không sôi, mặc dù butane có nhiệt độ sôi thấp hơn một ít so với nhiệt độ của nước đóng băng (–0,5 °C), vì các lý do sau: + Khi được đưa vào trong bật lửa, butane chịu áp suất rất cao so với áp suất khí quyển. Điều này làm tăng nhiệt độ sôi của butane lên cao hơn nhiệt độ phòng. Do đó butane không thể sôi ở áp suất cao này. + Khi được giải nén, butane lỏng lập tức bốc hơi và tạo khí butane, bốc cháy khi gặp tia lửa do ma sát giữa bánh răng kim loại với đá lửa.	**0.5** **0.5**
4.2	2-methylpropane có công thức cấu tạo: $CH_3–CH(CH_3)–CH_3$ Như vậy 2-methylpropane có 9 nguyên tử hydrogen gắn ở nguyên tử carbon bậc I và 1 nguyên tử hydrogen gắn ở nguyên tử carbon bậc III. Gọi a và k là khả năng phản ứng tương đối của nguyên tử hydrogen gắn ở nguyên tử carbon bậc I và nguyên tử carbon bậc III trong phản ứng thế bromine đã cho. $\%(1-\text{bromo}-2-\text{methylpropane}) = \frac{9a}{9a+1k}.100 = 0,58$ Chọn a = 1 $\longrightarrow \frac{9}{9+1k}.100 = 0,58 \Rightarrow k \approx 1\,598$ Vậy với 2-methylpropane, tỉ lệ khả năng phản ứng tương đối của nguyên tử hydrogen gắn ở nguyên tử carbon bậc I và nguyên tử carbon bậc III trong phản ứng là 1 : 1598	**0.25** **0.25** **0.25** **0.25**
	PHẦN RIÊNG	
5.1	a) Do xăng, dầu dễ bắt lửa, dễ cháy và khi cháy toả ra lượng nhiệt lớn nên phải chứa xăng, dầu trong các thùng chứa chuyên dụng và bảo quản ở những kho riêng. b) Không được dùng nước để dập đám cháy gây ra do xăng dầu. Bởi vì xăng dầu nhẹ hơn nước, nếu ta dập đám cháy gây ra bởi xăng dầu bằng nước thì nước lan tỏa đến đâu xăng dầu lan tỏa đến đó khiến đám cháy còn lan rộng lớn và khó dập tắt hơn.	**0.25** **0.25**
5.2	$n_{C_3H_8} = 2x$; $n_{C_4H_{10}} = 3x \xrightarrow{12\ kg} 44.2x + 58.3x = 12000 \longrightarrow x = 45,8$ mol $\longrightarrow Q_{(12\ kg)} = (2x.2220 + 3x.2850) = 594942$ kJ Lượng nhiệt sử dụng sau 45 ngày: 10000.45 = 450000 kJ $\longrightarrow$ HS = (45000/594942).100 = 75,6%	**0.5**
6.1	$\text{Xăng} \xrightarrow{\text{quy đổi}} C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2}$ $\bar{n} = 0,15.7 + 0,4.8 + 0,25.9 + 0,2.10 = 8,5$ $\Rightarrow CTPT: C_{8,5}H_{19}$ $\Rightarrow n_{C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2}} = \frac{2,42.1000}{121} = 20$ mol $n_{CO_2} = 8,5.20 = 170$ mol $V_{CO_2} = 170.24,79 = 4214,3$ L Nhiệt thải ra môi trường: 20.5337,8.20/100 = **21351,2 kJ**	**0.25** **0.25**

6.2	a) Thể tích bình 1 L $\Rightarrow$ số mol bằng nồng độ mol $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ Ban đầu 1,0 1,5 0 Cân bằng: 0,9 1,2 0,2 $K_C = \frac{0,2^2}{0,9.1,2^3} = 0,02572$ b) Gọi x là số mol N_2 cần thêm vào và $\frac{n_{H_2}}{n_{N_2}} < 3 \Rightarrow$ hiệu suất phản ứng tính theo H_2 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ Ban đầu: (1,0+x) 1,5 0 Pứ: 0,125 0,375 0,25 Cb: (0,875+x) 1,125 0,25 $K_C = \frac{0,25^2}{(0,875+x)(1,125)^3} = 0,02572 \Rightarrow$ **x ≈ 0,8317mol**	**0.25** **0.25**
7.1	(1) $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{as} CH_3Cl + HCl$ (2) $CH_4 + 3/2O_2 \xrightarrow{t^o} CO_2 + H_2O$ (3) $2CH_4 \xrightarrow{xt, t^o} CH{\equiv}CH + 3H_2$ (4) $CH{\equiv}CH + HCl \xrightarrow{Hg^{2+}, t^o} CH_2{=}CHCl$ (5) $CH{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}, t^o} CH_3CH{=}O$ (6) $CH{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Pd/PbCO_3, t^o} CH_2{=}CH_2$ (7) $CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH$ (8) $3CH_2{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3CH_2(OH)CH_2(OH) + 2MnO_2 + 2KOH$ (9) $nCH_2{=}CH_2 \xrightarrow{xt, t^o} (CH_2 - CH_2)_n$	**0.5**
7.2	Chọn khối lượng E10 là x $\longrightarrow m_{C_2H_5OH} = 0,1x$ gam; $m_{C_8H_{18}} = 0,9x$ gam $\xrightarrow{E10+O_2}$ Q = 0,1x.29,6 + 0,9x.47,9 = $2396.10^3 \longrightarrow$ x = 52008 gam ≈ 5,2 T	**0.5**
8.1	Phản ứng: $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$ Cho V = 1L $\Rightarrow n_{CH_3COOH} = 0,1$mol 50% CH_3COOH được trung hòa $n_{NaOH} = n_{CH_3COOH}$ phản ứng = 0,05mol $\Rightarrow V_{ddNaOH} = 0,5$L $V_{ddX} = 1,5$L $\Rightarrow$ dung dịch X chứa $\begin{cases} CH_3COOH: \frac{0,05}{1+0,5} = \frac{1}{30}M \\ CH_3COONa: \frac{0,05}{1+0,5} = \frac{1}{30}M \end{cases}$ $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ C_{CH_3COOH} phân ly = xM $\Rightarrow K_a = \frac{x(\frac{1}{30}+x)}{\frac{1}{30}-x} = 1,8.10^{-5}$ K_a bé $\Rightarrow \frac{1}{30} + x \approx \frac{1}{30}M$; $\frac{1}{30} + x \approx \frac{1}{30}M$	**0,25**

	$\Rightarrow x = \frac{\frac{1}{30}}{\frac{1}{30}}.1,8.10^{-5} \Rightarrow x = 1,8.10^{-5} \Rightarrow [H^+] = 1,8.10^{-5} \Rightarrow$ **pH ≈ 4,745**	**0,25**
8.2	a) $3C_2H_5OH + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \xrightarrow{Ag^+} 3CH_3COOH + 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$ b) $n_{K_2Cr_2O_7}$ = 0,056./294 mmol $\Rightarrow$ $n_{C_2H_5OH}$ = 1,5.0,056./294 mmol $m_{C_2H_5OH}$ trong 1L khí thở = (1,5.0,056./294).46.1000/26,25 ≈ 0,5 mg Nồng độ cồn 0,5 mg/1L khí thở $\Rightarrow$ vi phạm luật giao thông. Mức phạt: 6 triệu - 8 triệu và tước giấy phép lái xe từ 22 - 24 tháng.	**0,25** **0,25**