



# 冬天的化學風雲分子 乙醇



王瓊蘭／新店高中

## 前言

乙醇（ $C_2H_5OH$ ，Alcohol）是最早的藥物，也是食物，早在史前時代，人類即開始飲酒了。這個從天上掉下來的禮物，可能是人類在狩獵時，偶然聞到野地裡，葡萄自然發酵成酒的香氣時，在禁不住的誘惑下，細細品嚐後，頓覺精神百倍，於是開始了仿製釀酒的工作。

從此，酒進入到人類的生活圈中，每逢祭典節慶時，大家一起飲酒狂歡；在社交場合中，喝酒助興，把酒言歡。尤其在文學作品中，許多的英雄豪傑，為了展現出灑脫與豪氣，縱情詩酒而笑傲江湖。可見酒的魅力，不少人為之傾倒迷惘，而偷偷地嚐試，以度過徬徨的歲月；所謂一醉解千愁，酒的神奇妙用，直讓人稱它為「生命之水」。然而，在現實生活中，青少年的苦悶與大人間的恩怨情仇，又豈是酩酊大醉所能消除的？世界各國法律大多制定，未成年者不得買酒及喝酒，以免血氣方剛，喝酒鬧事，戕害身心，

毀了前程。駕駛人員更不能喝酒，以免酒醉開車，視覺模糊，反應遲鈍，而發生車禍造成傷害。

## 化學觀點

本文擬由一般化學分子的觀點，來討論與日常生活相關的酒精知識。以及今年入冬後最熱門的假米酒話題，酒精與假酒的藥理作用，對人體產生什麼樣的變化？以及如何檢驗、解毒...等問題。藉科學新天地的小小方塊，希望各位讀者賜教。

### 一、乙醇的種類及化學作用

#### 1. 發酵作用

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$  酵母菌在缺氧的狀況下，能將葡萄糖轉化成乙醇和二氧化碳的發酵反應，所以乙醇也俗稱酒精。

#### 2. 發酵後的蒸餾作用

當酒精含量高達到 15 % 的時候，酵母便會死去，而發酵作用也因此而停下來。如果要提高



## 小常識

### 誰是酒的始祖？

史籍中有多處提到儀狄「作酒而美」、「始作酒醪」的記載，似乎儀狄乃制酒之始祖。這是否事實，有待於進一步考證。一種說法叫「儀狄作酒醪，杜康作秫酒」。這裡並無時代先後之分，似乎是講他們作的是不同的酒。「醪」，是一種糯米經過發酵工而成的「醪糟兒」。性溫軟，其味甜，多產于江浙一帶。現在的不少家庭中，仍自製醪糟兒。醪糟兒潔白細膩，稠狀的糟糊可當主食，上面的清亮汁液頗近於酒。「秫」，高粱的別稱。杜康作秫酒，指的是杜康造酒所使用的原料是高粱。如果硬要將儀狄或杜康確定是酒的創始人的話，只能說儀狄是黃酒的創始人，而杜康則是高粱酒創始人。



酒精含量，便需要利用蒸餾法，進行一次、二次蒸餾了，這也就是蒸餾酒通常含有高濃度酒精之因。

### 3. 消毒用酒精

以酒精擦拭皮膚後，可使皮膚上的細菌蛋白質變性（特別是酵素），70 %的酒精可有效穿透細胞膜的壁，100 %的酒精反而會使蛋白質凝聚於表面上，造成阻擋酒精透入的屏障。

### 4. 藥用酒精

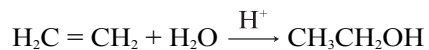
將兩種化合物混合在一起，達到一定比例時，沸點恆定不變，稱為共沸物。例如：95 %的乙醇與5 %的水混合在一起，加熱到78°C時，共同沸騰，而無法分離，成一共沸物，即市售藥用酒精，成分為95 %的原因。

### 5. 無水酒精

95 %的乙醇共沸物，用氧化鈣使乙醇乾燥數小時，然後蒸餾即得；或苯、乙醇和水的共沸物在65°C蒸餾，以移去最後殘存的水，即得100 %的無水酒精又名「絕對酒精」。

### 6. 酒精的工業製程

大多數的酒精，是由烯類簡單的水合製成的。（在酸的催化下）



在美國，含酒精的飲料是必須抽稅。但工業用的變性酒精則是免稅的。因此，為了使工業用的變性酒精不適合飲用，通常添加了各種有毒或有害物質，並使之很難從中再除去它們。

### 7. 脫水反應

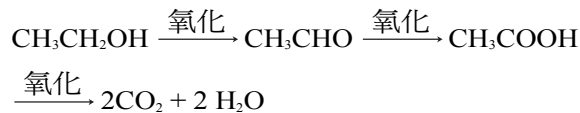
\* 在140°C時，用硫酸脫水主產物為乙醚。



\* 在180°C時，用硫酸脫水主產物為乙烯。



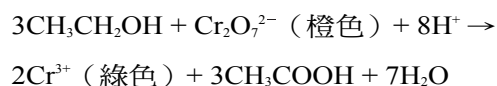
### 8. 代謝作用



乙醇在胃腸的吸收良好且迅速，尤其是空胃時吸收特別快，吸收後分布於全身各組織，在肝臟受醇類去氫酶作用，轉變成乙醛，然後再轉變成醋酸，最後變化成二氧化碳及水排出體外。

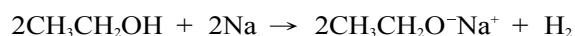
### 9. 酒測的反應

酒醉駕駛呼吸測驗分析器的設計，是以**橙色的重鉻酸根離子**氧化呼氣中的乙醇，使顏色變化為**綠色的鉻離子**，再用比色法轉換成酒精的度數。



酒精在血液中的溶解度，與其呼氣中的濃度，可以根據亨利定律計算，其轉換倍數介於2100~2300之間。

### 10. 與鈉的反應



乙醇與鈉適度反應，可處理廢棄的金屬鈉，變成乙醇鈉，緩慢的放出氫氣。

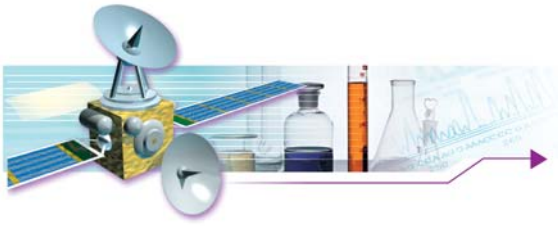
### 11. 乙醇的同分異構物

乙醇  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  和甲醚  $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$  為同分異構物，分子式皆為  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。

### 12. 乙醇和水間的氫鍵

$(V_{\text{乙醇}} + V_{\text{水}} > V_{\text{乙醇+水}})$ ：混合液總體積減小  
有一次，有個細心的媽媽，想調配 100mL 20

此兩種反應，為用溫度控制產物的結果。幫助記憶的方法為：智商 140 的聰明人，彼此要互助合作，集思廣益才迷人，所以醇必須兩分子結合脫離一分子的水，才能成醚。又智商 180 的天才，太稀少了，可遇而不可求，自身脫水，即可成烯了。



## 生活中的科學

度的台糖糖蜜米酒，先取 25mL，80 %的酒精，加入 75mL 的蒸餾水，再滴進一些糖蜜，體積竟然只剩下 96mL 了，她以為自己量錯了，於是非常小心的再重新配製一遍，並以台秤稱量結果，質量不變，是何道理？4mL 的酒精揮發溜到哪去了？原來是氫鍵的關係，所以之間的縫隙變小了。

### 13. 乙醇的拉午耳定律

混合總蒸氣壓變大：

$$P_{\text{total}} > X_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} P_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} + X_{\text{H}_2\text{O}} P_{\text{H}_2\text{O}}$$

混合總反應熱為負  $\Delta H < 0$

乙醇和水分子，彼此相處融洽，混合後體積變小，感情好到手牽手的一起揮發出去，所以對拉午耳定律而言反而是正偏差，並且為放熱反應，這是一個挺矛盾的現象，大家不妨仔細思考看看。

### 14. 固態酒精

餐廳中加熱的酒精膠，為含 NaOH 的鹼性 Ca(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> 飽和溶液加一點酚及酒精，形成粉紅膠的固態燃料。

### 15. 其他用途

乙醇是最成功的生物燃料，優點是燃燒後並無難聞有害的廢氣產生，是好的環保能源；缺點是所提供的燃燒能量比汽油低。在巴西利用甘蔗和過剩的穀物生產了不少酒精，可用來抵擋高價進口石油的替代品，雖然目前他們已經擁有自己的石油來源，但仍然使用混合燃料。而甲醇與乙醇加到汽油裡會增加辛烷值，提高汽油的抗震性。

## 二、假酒？醇類？簡介甲醇、乙二醇

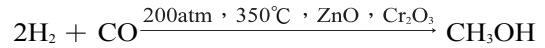
### 1. 甲醇 (CH<sub>3</sub>OH；木精) 分子

#### (1) 乾餾木柴

若將木材碎片放進蒸餾器裡加熱，就可以製造出甲醇，因此甲醇俗稱木精。

#### (2) 工業製木精

現在用氫與一氧化碳在高溫高壓，並以氧化鋅、氧化鉻（催化劑）之作用下，可經濟的結合成甲醇。



### (3) 木精的功用

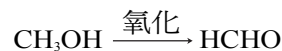
為新的燃料電池的原料，目前尚在研發中。

CH<sub>3</sub>-O-C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 甲基第三丁基醚 (MTBE)

(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>C-OH 第三丁醇

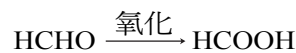
若將甲醇通過沸石即可變成汽油，又甲醇最主要的用途是製作無鉛汽油的添加劑，即甲基第三丁基醚 (MTBE)，它可使汽油燃燒變得更乾淨，而減少污染，若不幸被吸入體內，很快就會被轉變成第三丁醇，由尿中排出。

### (4) 甲醇的代謝產物是甲醛分子



甲醛溶於水成為 37 % 到 40 % 的溶液，叫做福馬林，常用作為防腐液來保存生物標本。甲醛可存於木材煙中，其殺菌能力是煙燻食物有保存功效的功臣之一，但卻因為致癌物質而逐漸式微。

### (5) 甲醛的代謝產物是甲酸分子



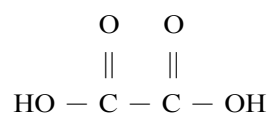
甲酸俗名蟻酸，最初是從蒸餾螞蟻製得。螞蟻咬人時就會注入蟻酸，蜜蜂刺人時也會注入蟻酸（還有其他有毒物）。

## 2. 乙二醇 (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>)

### (1) 乙二醇 (HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH)

是汽車裡散熱器的主要抗凍劑，味甜，為無色有黏性液體，有毒性。

### (2) 乙二醇的代謝產物乙二酸 (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)





肝酵素將乙二醇氧化成乙二酸（俗名草酸），草酸根與鈣離子形成草酸鈣，而引起低血鈣，結晶沉積於腎臟內造成傷害，導致腎功能喪失而死亡。

草酸( $H_2C_2O_4$ )之酸性雖較硫酸與鹽酸等強酸為低（0.1M之溶液pH值為1.3），但在高濃度下，仍具相當的腐蝕性。加以草酸及其可溶性鹽類，經常被運用於家庭內的浴廁清潔及金屬除銹等用途，因此意外中毒的並不少見。

### 三、酒精（乙醇）與假酒（甲醇）的藥理作用

1. 中樞神經系統：醇類（通式： $ROH$ , R 為烷基）對中樞神經系統（腦）皆有抑制作用，其量由小而大，依序產生鎮靜、催眠、麻醉、昏迷及致死的作用。碳氫鏈愈長者，抑制作用愈強。甲醇（ $CH_3OH$ ）是醇類分子中最小者，所以其本身對腦的作用不大，而乙醇（ $CH_3CH_2OH$ ）的作用較大。
2. 心臟血管系統：酒精使血管膨脹，使膚色紅潤，產生溫暖的感覺。飲酒過量會改變腦細胞的功能，而造成神經損壞，引起肝病，心血管與腎臟的疾病，甚至全身其他器官的病，縮短

人的壽命。

3. 胃液分泌：酒可直接刺激胃酸分泌增加，使人易罹患胃癌及其他癌症如口腔、咽喉、食道、肺臟及肝臟之癌症。
4. 利尿作用：喝酒後尿量增多，這是酒抑制腦下垂體後葉，抗利尿劑之分泌的結果，使腎小管水分之再吸收減少，因此尿的形成增加。

### 四、酒精（乙醇）與假酒（甲醇）的檢驗

甲醇是製酒發酵過程中的副產品，安全含量是1000ppm以下，在假酒中毒事件發生後，各地衛生機關受理檢驗酒類安全，是以簡易的「呈色法」比對檢體呈深紫色，疑似甲醇過量，再轉送衛生署藥物食品檢驗局做進一步檢驗，可用「氣相層析法」顯示出來。實驗室中，先將乙醇氧化成乙醛，再用「碘仿試劑反應」，因為甲醇不會反應，可定量出來，但是挺麻煩的。

### 五、假酒解毒的方法

1. 以「真酒」換「假酒」：依據勒沙特列原理，給予烈酒（如：威士忌酒、高粱酒（劑量依酒精含量而定）），可減緩甲醇轉變成有毒的甲醛及蟻酸。乙醇及甲醇在肝臟互相競爭同一醇類去氫酶（alcohol dehydrogenase）代謝，而

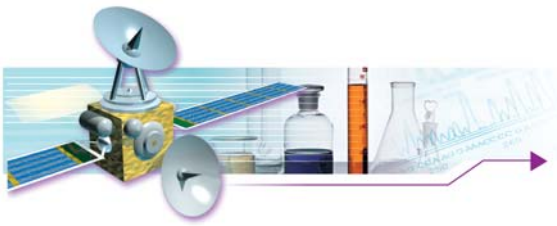


## 小常識

### 關於「酒」的小故事

儀狄是什麼時代的人呢？比起杜康來，古籍中的記載較為一致些，例如《世本》、《呂氏春秋》、《戰國策》中都認為他是夏禹時代的人。他到底是從事什為職務人呢？是司酒造業的「工匠」，還是夏禹手下的臣屬？他生於何地、葬於何處？都沒有確鑿的史料可考。那麼，他是怎樣發明釀酒的呢？《戰國策》中說：「昔者，帝女令儀狄作酒而美，進之禹，禹飲而甘之，遂疏儀狄，絕旨酒，曰：『後世必有以酒亡其國者』」。這一段記載，較之其他古籍中關於杜康造酒的記載業，就算詳細的了。根據這段記載，情況大體是這樣的：夏禹的女人令儀狄去監造釀酒，儀狄經過一番努力，做出來的酒味道很好，於是奉獻給夏禹品嘗。夏禹喝了之後，覺得的確很美好。可是這位被後世人奉為「聖明之君」的夏禹，不僅沒有獎勵造酒有功的儀狄，反而從此疏遠了他，對他不僅不再信任和重用，而且自己從此也不再飲用，還說：「後世一定會有因為飲酒無度而誤國的君王」。這段記載流傳於世的後果是，一些人對夏禹倍加尊崇，推他為廉潔開明的君主。因為「禹惡旨酒」，竟使儀狄的形象成了專事諂媚進奉的小人。這實在是修史者始料未及的。





## 生活中的科學

乙醇對此酶的親和力較大，所以可以緩解甲醇中毒。但對中毒已昏迷的病人，務必小心使用乙醇，否則稍微過量，反而會加重

甲醇（假酒）中毒飲用乙醇（真酒）解毒的初劑量換量表

| 體重                      | 58%高粱酒(cc) | 41%威士忌或白蘭地(cc) | 22%米酒(cc) | 16%紹興酒或17%黃酒(cc) |
|-------------------------|------------|----------------|-----------|------------------|
| 50公斤                    | 65.0       | 92.0           | 171.0     | 225.0            |
| 60公斤                    | 78.0       | 110.0          | 205.0     | 270.0            |
| 70公斤                    | 91.0       | 128.0          | 239.0     | 315.0            |
| 80公斤                    | 104.0      | 146.0          | 273.0     | 360.0            |
| 90公斤                    | 117.0      | 164.0          | 307.0     | 405.0            |
| 每增減體重<br>1公斤增減<br>乙醇cc數 | 1.3        | 1.8            | 3.4       | 4.5              |

註：維持劑量為每小時喝初劑量的1/4（經常飲酒者）或1/8（不常飲酒者）。

資料來源：  
假酒中的甲醇中毒  
林口長庚醫學中心  
臨床毒物科主任，  
林杰樑。

中樞神經系統的抑制，導致病人血壓下降，呼吸困難而死亡。乙二醇中毒，給予烈酒解毒，道理亦同上述。

2. 酸鹼中和法：代謝的酸毒症可以碳酸氫鈉（ $\text{NaHCO}_3$ ，俗名小蘇打）中和之，口服或靜脈點滴（用5%的碳酸氫鈉溶液500毫升）即可，但急救期間，務必測量血液pH值（正常血液pH值約7.4）來調節劑量，否則過量的鹼會引起低鉀血症及痙攣的危險現象。
3. 洗胃：因甲醛及蟻酸對視神經的親和力及毒性大，所以會導致失明。而乙醛及醋酸的毒性非常小，根據報告所示，乙醛的劑量增加到甲醛致失明劑量的50倍時，對於視神經仍無顯著的毒害作用，而醋酸之毒性更遠比乙醛還小。  
一般而言，15mL的甲醇會使人失明，30mL的甲醇則置人於死地。洗胃，可以協助體內甲醇之排除，避免代謝轉化成毒物。
4. 血液透析法：利用透析法將血液內的甲醇及代謝物除去，此法必須在醫院內才能做。
5. 嗎啡：可減輕上腹部的劇痛。
6. 葉酸：可促進蟻酸轉變為二氧化碳及水，因此可降低血液內蟻酸濃度，這在動物實驗中業已證實，至於應用在人類之效果如何，尚待進一步的臨床試驗。

## 結語

乙醇是一種與日常生活息息相關的分子，用得好可以熱絡人群，用不好則會害己傷人。在美國「民意調查顯示，科學最棘手，最困擾的問題，不在於本身，而在於其與社會的互動。」每一個人最需要的是科學的常識，而不是艱澀難懂的專業知識。今日，酒所造成的嚴重社會問題，以及假酒所引起的中毒事件，由化學的觀點來看，是否正提醒我們，應該負起自知與讓大眾認知的責任了。

## 參考資料

1. 陳潤杰編著：生活的化學，一版，台北市，九章，1999，民88年。
2. 莊勝雄譯，約翰·艾姆斯利著：分子博覽會：輕鬆瞭解生活中的他學物質，初版，台北市，商周出版：城邦文化發行，2000，民89年。
3. 吳嘉麗著：化學、醫藥與社會，一版，台北市，中國化學會，1999，民88年。
4. John W.Hill Stuart J.Baum Dorothy M. Feigi : Chemistry and Life : an introduction to general, organic, and biological chemistry, Fifth Edition 1999.