

德 譯

化 學 戰 講 義

第二册 (化學之部) 再版

丁巳年



十四三十九

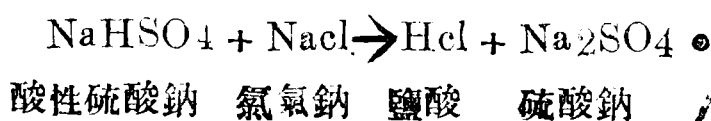
上海图书馆藏书



A541 212 0012 0353B

(3) 化學性質

(甲) 各化學戰品之製造 氯氣多由電解氯化鈉 (食鹽) 或氯化鉀以得之。此法比之舊時製造氯氣之法。較為經濟。電解氯化鈉時之主要產物。即為苛性鈉。苛性鈉在市面有良好之銷場。即在中國之肥皂工廠。亦需用苛性鈉。若電解氯化鉀。則得苛性鉀。惟兩種方法。俱出產相當量之氯氣及氫氣。氯氣即可變為漂白粉 ($\text{CaO} \cdot \text{Cl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$) 以行銷市面。作洗濯之用。漂白粉可作製造氯代苦味酸及防護芥氣之用。一部分之氯氣。尚可使之化為液體。以直接作為毒氣戰品。但較為重要之用途。即為其能製造光氣二光氣及氯代羧基酮等。國中若有橡皮製造之實業。則氯氣可以製造氯化硫。氯化硫。可以作硬化橡皮之用。氯化硫尚可以製造芥氣。使氯氣與氫氣綜合。則得鹽酸。惟鹽酸尚有較經濟之法。可以製造。即以下列之方程式表之。

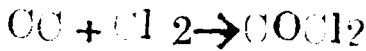


~~1538299~~

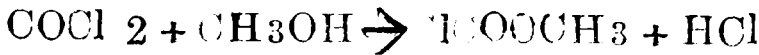
惟鹽酸與吾人極關重要，以另一法製造芥氣。則需應用鹽酸。此外如製造二烷二氯化砷。二烴基氯化砷。亞當氏物。及重要之霧戰劑氯代磺酸。皆須應用氯氣。小量之氯氣。可用以製造霧戰劑。如四氯化錫。及四氯化鏷($TiCl_4$)氯代烴。及他種氯代炭氫化合物。由此以觀。即可見氯氣及鹽酸。與化學戰品之製造。其重要為如何矣。

光氣現今製造之法。多以接觸反應以氯氣及一氧化炭製成之。所用之觸媒。已不藉人工光之作用。而逕使此二物經過活性炭素。以化合之。一氧化炭以純淨者為宜。純淨之一氧化炭可以多種之方法由焦煤製造之。故光氣之製備所需者。不僅氯氣之工業。煤乾餾之工廠。亦不可少。時至今日。人造氮氣之工業日益發達。此製造進行時。即有多量之一氧化炭發生。一氧化炭在商業上之應用。即為製造木醇。 (CH_3OH) 蟻酸 $(HCOOH)$ 草酸等。 $[(COOH)_2]$ 若此數種物之製造發達。則即於戰時便於光氣之製造。在平時光氣之需要。僅在於製造少數之染料及

藥料。惟此需要之量小。決不及戰時需量之大。故在平時國內之工業。應有製造光氣之基本。則於戰時。即可立時改而以應其時之急需。光氣之製造。今以下式表之。

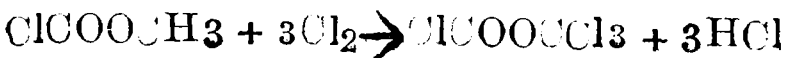


光器不僅可以直接作為毒氣戰時之用。尚為製造二光氣之原料。二光器製造之第一步。即為使光氣及木醇反應。



氯代蟻酸一烷 (氯代一烷酸一烷)

第二步則為於人工光下。以氯氣引入使之起氯化作用。使之得高級之氯化衍化物。

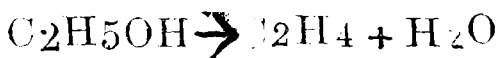


二 光 氣

此製造最重要之處。即在使 ClCOOCH_3 分子中之三氫氣原子。但被氯氣代去。且其製造時。尚須用木醇。(或名一烷醇)木醇或由人造氯氣實業中製造。或由木乾餾得之。

氯代苦味酸(學名爲三氯硝基甲烷 Cl_3CNO_2)則由苦味酸 $[\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}]$ 及漂白粉以製造之。惟苦味酸消去之量太多。就原料上言。不見甚爲有利。苦味酸乃一炸藥。惟現已不多用之。其製法則由硝化烩醇(俗名石炭酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)以成之。如國內已有製造苦味酸之設備。而苦味酸又不以作炸藥之用。則吾人即宜於從事製造氯代苦味酸矣。

芥氣 $[(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2)_2\text{S}]$ 之製造。則基於使二炭烯之分子中加入氯及硫之原子。惟如何加入。則爲各種方法特異之點。但各種方法所用之原料。俱爲二炭烯。二炭烯可使二烷醇(俗名酒精)與硫酸磷酸或活性礬土起脫水作用而得之。



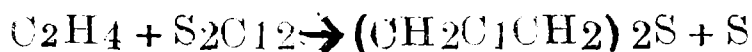
二烷醇之百分率須高。二烷醇最大之出產處。即爲使農產之炭水化合物醱酵。二烷醇亦可以人工由炭化鈣 (CaC_2) 製之。惟此法不能各國皆用之。中國需要二烷醇之處。除飲用外。即作爲炸藥之溶劑。且可用於油漆實業。外如醫藥。燃料及醚之製造。皆

需用之。

德國敵人於戰時製造芥氣時所用之法。即為使二炭烯與氯化硫化合。



(二氯化硫)



一氯化硫

或用二氯化硫。或用一氯化硫。而作用時之溫度。亦必因之亦略有高低。此法於小規模之製造時。易於實行。若應用之於大規模之製造。則時常引起工作上之阻礙。且製成之出品。難得純淨。又不如以另一法製成者之較為安定。

德人製造芥氣之法。即使之炭烯與低氯酸 (HOCl) 相化合。成為氯代二烷醇 1,2

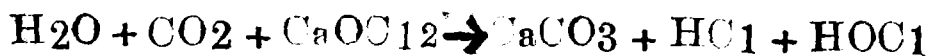


氯代二烷醇1,2或名氯乙醇1,2

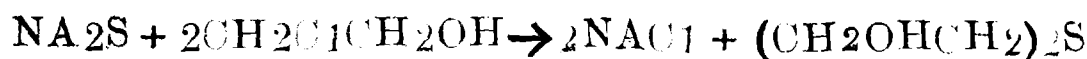
低氯酸可由引氯氣入水得之。



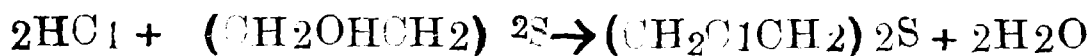
或由使二氧化碳。與漂白粉作用之。



所得之氯代二烷醇 $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ 。可由淡溶液使之變濃。以免於第二步作用時。需用太大之裝具。此後第二步之作用。即為加入硫化鈉。



如是則得一硫二個二烷醇 $(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2\text{S}$ 。此物即可於減縮之壓力下蒸餾而使之濃厚。第三步之作用即為引用濃鹽酸



芥氣製成後。即沈於鹽酸溶液之底。此時之芥氣。已甚純淨。惟尚可有法淨除其鹽酸。

此第二法所用之原料。有硫化鈉。製造硝酸或鹽酸時。所得之副產物。為硫酸鈉。以硫酸鈉置於鼓風爐中。與焦煤起作用。則得硫酸鈉。



此法所得之硫酸鈉。尚不純淨。惟已可用之於除獸皮之毛。惟製造芥氣所須用者。即為純淨而結晶之硫化鈉 $(\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O})$ 此結晶之硫化鈉。可以不純

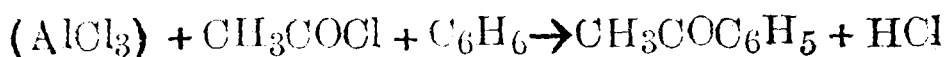
淨之硫化鈉溶之於水。而使其結晶即可得之。在平時。硫化鈉可用爲製造硫化物顏料。及爲硫化物顏料染媒之用。

製造芥氣時。亦與其他之實業有關。惟製法簡單。若有原料。則此類製造即可隨處建立。其所須要之原料。亦僅只於酒精氯氣及硫耳。

氯代烴基二烷酮 $\text{ClCH}_2\text{COC}_6\text{H}_5$ 若能自國外購得烴基二烷酮。則其製造之法即爲加用氯氣。甚爲簡單。



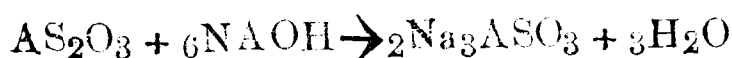
烴基二烷酮。可由烴及氯化二烷醯 CH_3COCl 以氯化鋁 (AlCl_3) 爲觸媒製成之。



烴(俗名安息油)可自煤乾餾所得煤焦油分出之。欲製造氯化二烷醯。則須國內先有醋酸實業。氯化鋁。則需要國內有製鋁之工業。故由此可見。氯代烴基二烷酮之製造。亦惟於化學工業發達之國家方可易行之。

化學戰品中砷化物之製造。所共同需要之原料。即為三氧化二砷 (As_2O_3)。此物於平時之主要用途。即為驅除害蟲。惟此實業之困難。即在不與適應年年互相懸殊之需要。因此即宜有大量之資本。設有廣大之儲藏庫房。惟此反於戰時有利。因戰機瞬發。即可於廣大之貯庫中。收取多量之原料。砷各大國皆產之。以之製為殺蟲劑之實業。隨處可見。因農業上需要之也。

三氧化二砷。不能用之作戰。須使之與氫氧化鈉起作用。變為亞砷酸鈉。



或以之與鹽酸及硫酸作用。成為三氯化砷亦可。

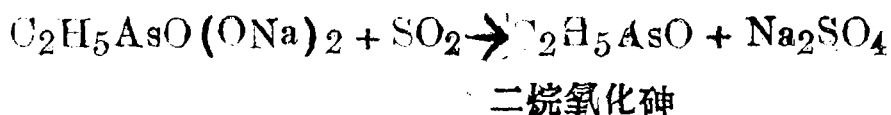


德人所引用之砷質化學戰品。其製造之初所取用者。乃亞砷酸鈉之溶液。若欲製造二烷二氯化砷。則以亞砷酸鈉與氯化二烷起互相分解之作用。



所得者除氯化鈉外。即為砷酸二烷二鈉。此鹽內再

加入硫酸。使之成爲酸性。復通入二氧化硫。以使之還元。



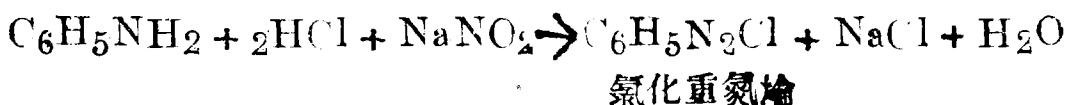
二烷氧化砷。可使之與鹽酸作用。



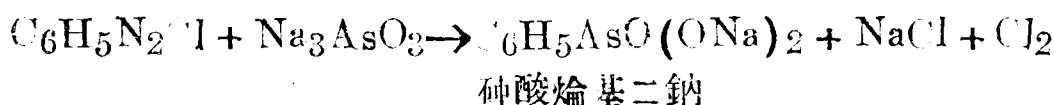
綜上以觀。製造二烷二氯化砷。除需要氫氧化鈉及鹽酸外。氯化二烷二氧化硫及硫酸亦不可缺。硫酸乃化學工業中最重要之原料。凡各國欲發展其化學工業。則必首先着手硫酸之製造。製造硫酸時。二氧化硫。卽爲其中間物。二氧化硫得之後。可以壓力使之液化。二烷化氯。可以二烷醇 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 和鹽酸及硫酸得之。此物醫生用爲局部麻醉劑。及爲高等化學工業製造之用。國內二烷化氯製造量之多少。卽可定其於戰時出產二烷二氯化砷之量爲如何。惟如無二烷化氯。亦可以硫酸二烷 $[(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SO}_4]$ 代之。

二烷基氯化砷 $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$ 之製造。較爲複雜。約

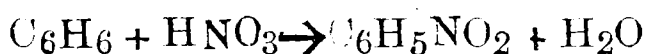
可分爲五步。第一步即用烱鹵(俗名生色精或靛油)亞硝酸鈉及鹽酸起反應。



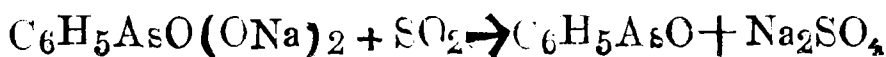
以氯化重氮烱之溶液。加入亞砷酸鈉。



此第一步。作用所得之結果。與製造二烷二氯化砷第一步所得之結果亞砷酸二烷二鈉相彷彿。此步之作用。除鹽酸外。尚須要烱鹵。及亞硝酸鈉。亞硝酸鈉乃新近製硝酸時之副產物。新近製硝酸之法。卽爲燃燒烱精法及直接燃燒空中氮氣法。烱鹵則爲高等有機製造不可缺乏之原料。其製造之法略以方程式表之。



第二步製造二烱基氯化砷。亦與製造二烷二氯化砷者相似。卽爲加入硫酸後通入二氧化硫。

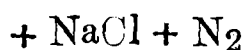
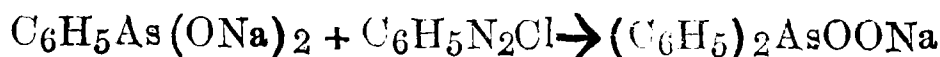


遂得烱基氧化砷。

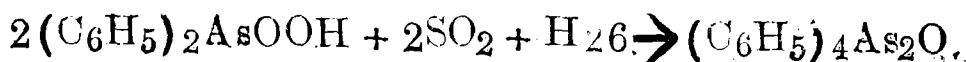
第三步即以烱基氧化砷。加入氫氧化鈉。而得亞砷酸烱基二鈉 $C_6H_5As(ONa)_2$ 。



此物再與氯化重氮烱起反應。則得砷酸二烱基一鈉。

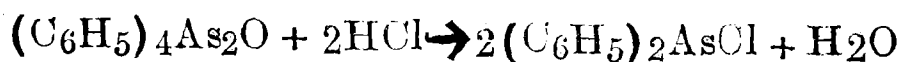


第四步即以此物加入鹽酸。使成酸性。再導入二氧化硫以還元之。



$(C_6H_5)_4As_2O$ 。仍名之爲二烱基氧化砷。

第五步則加入鹽酸。



通常第四步及第五步之作用。可併爲一步。即於第

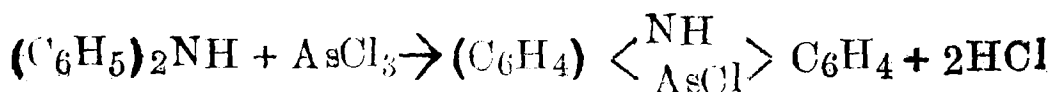
~~~~~  
四步作用初起。即注入多量之鹽酸可也。此物之製造。其難不在於原料而在於方法之自身。此物亦有其他之方法可以製造。惟終不如此法之有利。

二烩基砷化砷之製造。則在於已得二烩基氯化砷之後。再用砷化砷或砷化鈉之濃溶液與之作用。即可得此刺激作用較之強過四倍之二烩基砷化砷。

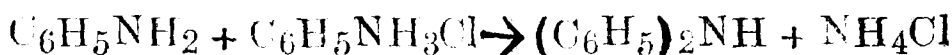


欲使國中不賴外國之供給。而能獨立製造此物。則必其國已有製造砷化鉀之實業始可。砷化鉀或砷化鈉于平時其主要之銷路。即為黃金採冶須用之。苟其國中無大規模採冶黃金之鑛業。則應有其他之化學工業或殺蟲劑製造之實業。以容砷化合物得有相當之應用也。

亞當氏物  $(C_6H_4)_2AsClNH$  此物初製為當黃色染料。因其易于製備。美人即欲以用于戰爭。其製法即二烩基砷  $(C_6H_5)_2NH$  與三氯化砷混和加熱。



二個**烱基烱**可由加熱于**烱烱**及**鹽酸烱烱**  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2\text{HCl}$  得之。



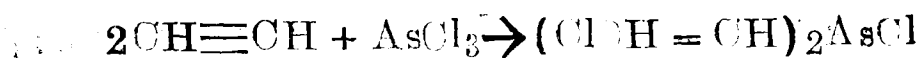
若以**鹽酸烱烱**與**三氯化砷**同置而使之起作用，亦可得不純淨之亞當氏物。惟無論如何，所恃者仍為**烱烱**。若預先以二**烱基烱**分別製備則較為便利。二**烱基烱**在平時之銷路，則在染料製造之實業。此外之原料。三氯化砷前已言之矣。

三氯化砷，亦可作為製造路委氏物之原料。美人曾有此提議。三氯化砷，于有氯化鋁存在時可以吸收二炭炔  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$  所成者即為一爆炸性之化合物。若將此化合物，置于鹽酸之溶液中，則氯化鋁又被分出，而得二炭烯與三氯化砷加成物之混合劑，此即吾人所名之亞當氏物也。嚴格言之，氯化鋁即可視為觸媒。惟既入于溶液之中，即不易恢復其固有無水

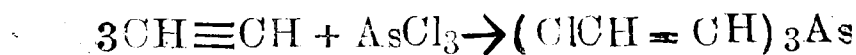
之狀態。故其被消耗之量即甚大。若將其作用中間之各步略去。則其加成之作用。即可以下列之方程式表之：



此物即名爲路委氏第一物。學名即爲氯化二炭烯二氯化砷。



此物即名爲路委氏第二物。學名即爲二個氯化二炭烯一氯化砷。



此即路委氏第三物。學名爲三個氯化二炭烯化砷。以路易氏作爲化學戰品。其利則在其所需之有機物原料。僅爲二炭炔。二炭炔則可自炭化鈣製造實業中得之。惟所用之氯化鋁。則需要國中製鋁之實業發達。如國中直接自礬土鑛石(即三氧化二鋁 $\text{Al}_2\text{O}_3$ )製造氯化鋁不見經濟。則以鋁滓氯化亦可。製造路委氏物時之中間物。有爆炸作用。此乃其缺點之一。且戰時此物並無特別利用于戰爭之性質。恐時至將



來。惟有國內工業生產之情狀特別適宜者始用之矣。

以上所言之化學戰品，其製造或賴氯氣之實業。或賴鹽酸之實業。此外尚有其他之化學戰品，其製造須賴溴及碘之實業者。余曾言凡化合物中之氯原子。若被溴或碘代去。其刺激作用即因之變強。惟其沸點經此替代後即增高，其蒸氣即減小。同時此物將易於分解。但設使某化合物中。已代入溴或碘後。尚有適足之安定性，而其蒸氣壓猶未降至不適用之程度。則此物之溴化物必比其氯化物較優。其碘化物，亦必比其溴化物為優。因此之故。氯代之酮 (Chloracetone  $\text{CH}_2\text{ClCOCH}_3$ ) 在戰時僅短時引用，而溴代乙酮 (Bromacetone) 及溴代甲乙酮 (Bromomethylketone) 則於全歐戰中俱能維持其地位。以同樣之理由，亦可解釋英人用於砲彈內之碘代醋酸乙烷何以比之法人所用於手榴彈及槍用榴彈內之溴代醋酸乙烷為佳。

惟此類物質及與此類相同之物質。雖有適所舉之

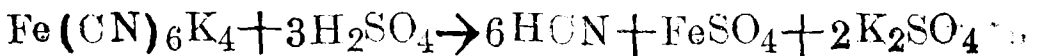
優點。但於戰時。仍不能望其有偉大之貢獻。因此類溴化合物，其製造則須靠託溴之產量。溴乃製鹽區及鹽田附帶之產物，然亦非必有之副產。故其產量。常須依傍製鹽之實業。溴之產量不能任意增加。因若欲增加之，則同時出產之他種鹽類。必為量太多。無地貯之矣。就溴之供給言。德國之地位最宜。其次則為法國及美國。然已遠遜德國。他處溴之產量乃較少。雖可以之製為溴質之化學戰品，然其製出之量，決不能與重要之氮質化學戰品相競爭也。

碘及碘鹽之製取，則大半依託智利硝石之產量。平時碘之銷場則在於醫藥及照相實業。然此量與戰時之需要相較。則猶遠不能及。戰爭爆發後，以碘為醫藥之量亦增。但若以全數智利硝石實業中所產之碘，作為大規模之碘質化學戰品，亦嫌不足。是以自海鹽中取碘及碘化物，乃成吾人之第二種取給之源矣。此實業在日本最為發達。惟其規模終不若自硝石中製碘之宏。在瑙威亦有小規模之自海鹽中

取碘。當歐戰之時。加利福尼亞之海濱亦有相同之試驗。

溴質及碘質化學戰品，既終不能如氮質化學戰品之重要，其製取之手續，亦不必盡言矣。

不含造鹽元素之化學戰品其最易製造者。即為腈酸，其製取，以淡硫酸與黃血鹽起作用：



不用黃血鹽。用腈化鈉亦可。此兩法於戰時俱曾經應用。現今腈化鈉之製取。專以為採黃金之用。故此法較他法更為重要。將來戰時，腈酸之製取必惟此法之是賴。兩種方法中所得之腈酸，皆為溶液，作為戰爭之用時，所需者乃無水之腈酸。故此腈酸。仍宜與無水之氯化鈣蒸溜之。惟欲使腈酸中之水分完全除去，則此腈酸宜再蒸溜一次。此後即可以腈酸與三氯化砷或四氯化錫及些微之迷蒙精（三氟甲烷）相混而使用之。

腈酸於上次歐戰。雖未顯其功效。但若有較優之方法。亦有重現於戰場之可能。凡各國有大規模之腈

化物實業者。或平時需要鎂化物而儲蓄甚富者。皆有引用鎂酸之可能焉。

製造氯化鎂之情形。亦如鎂酸然。惟此還與氯氣之實業有關。其製取法即將氯氣與以冰冷却之鎂化鈉之水溶液相作用。

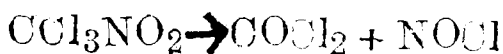
作用畢後。即以微溫蒸溜。以氯化鈣作乾燥劑而收取之。第二次蒸溜使之純淨時，須特別留意，以免失其効力。

(丙)化學分解 化合物中。有僅能于有限之時期內始安定者。其漸次分解成爲簡單組合之作用，可因溫度之提高而加快。亦可因有他種觸媒 (Katalysator) 之存在，而變速。然此作用亦可因加入相當之物質——名之爲安定劑——而受制止。不安定之物，于分解時必有放出熱量。惟如分解之速度甚大，則所發生之熱即不及向四周傳散，乃積于此化合物之自身，以更促進其分解之速度，于是最後即可有爆裂之現象產生。

今以鎂酸作例。鎂酸于水溶液中。即有徐緩之分

解。若濃精酸中有些微之鹼或水。則其分解之作用。即不可控制；間亦甚遲緩。但常演成爆裂之現象。若無水之精酸加熱。間亦可使之爆發。若加入些許之炸藥。則必定引起爆炸。鹼即為促進精酸分解之觸媒。由此吾人即可見凡酸類或能與鹼化合之物質。必可作為精酸之安定劑。在戰時三氯化砷及四氯化錫。曾用之為精酸之安定劑。在通常溫度時。小量即夠。惟以精酸裝入砲彈內。使之對炸藥亦能安定。則吾人即以同量之金屬氯化物與同量之精酸相和。因凡炸裂之物質若以多量之溶劑加入。使之稀淡。則溶劑即可吸收大部分因分解所發出之熱量。因之即可免溫度太高而起爆裂之現象矣。

氯代苦味酸亦可值吾人之研究。此物在常溫。就其可達到之純淨度。甚為安定。但在百三十度時(130°)即分解為光氯及氯化亞硝醯。(Nitrosylchlorid)如下列之方程式：



此經分解後之物質。即積于氯代苦味酸之中。且能

作觸媒而促進其分解。高溫度亦可促進此分解作用。但將溫度提高使氯代苦味酸之分解終能達到爆裂速度則尚未之見也。此分解作用既較為徐緩。故其完全分解所需之時間，則須視其受高溫度影響之時間若何。氯代苦味酸可被黑色藥之拋炸完全分解。因黑色藥拋炸時之火燄能燃燒較久。若於一爆裂藥爆炸之時。同時有氯代苦味酸分解。則氯代苦味酸理應同時爆炸。惟事實有不然者。吾人所得之觀察。則見爆裂後。仍有氯代苦味酸安然存在。惟所存之量。是否完全未減。則無由證實。但吾人或可設想至少一部分之氯代苦味酸已經分解矣。

氯代苦味酸亦可在常溫于有觸媒時。有分解之現象。此現象于以氯代苦味酸試與他物混合時即可見之。惟欲求得一安定劑。則此問題至今尚無相當之解決。化學戰品之變化。不僅限於分解。若有聚合作用。( Polymerisieren ) 亦可使之失其性能。聚合作用，即指多數分子變成一複雜分子之作用。縮合作用 ( Kondensieren ) 亦可使物質失其效力。縮合作用。即

爲多數之分子互相結合而有單純之分子裂出。惟就實際言，物質失其效能，果由於分解，抑由於聚合，或由縮合，此無關重要。即以腈酸爲例，腈酸卽有兩種作用，聚合及分解。但在淡濃度時，聚合作用較分解作用更爲顯著。

不純淨之氯化腈，其不安定之情形，乃由于其聚合爲三聚腈酸 (Cyanurichlorid)  $C_3N_3Cl_3$ 。丙炔烯醛之不安定，亦由於其聚合成爲高丙炔烯醛 (Disacryl)。欲制止此類作用，則有多數之安定劑，炔醇 (石炭酸)，高級之炔醇之及其衍化物，均可作爲此類目的之應用。

凡化合物于常溫自身或于加安定劑之後，能長時不變者，卽可作爲化學戰劑之用。但若將化學戰劑裝填砲彈之內，則還須其對溫度之安定性甚強，于炸藥爆發時，仍能不致分解。化合物中無此性能者，如乙炔衍化物及亞硝基化合物等，雖有良好之毒性，然對爆裂時不安定故卽不能用爲化學戰劑。

(丙) 氧化性 凡化合物于空氣中能自身被氧化，或

此作用進行甚速，則此物即不能作為化學戰劑。惟在吾人現在已知之化學戰劑中，亦未有于常溫時能氧化若此，以致損失其作用者。

與吾人較關重要者即各物質在高溫之可燃性，(Verbrennlichkeit) 在有機化學戰劑中，僅光氣及雙光氣不能燃燒。其餘之物，總多少能被燃燒。芥氣因不易著火，雖其可燃，但亦不能限制其應用之範圍。燐基氯代乙酮之情形如何，則尙不知。惟其作用尙不致于在曾經採用之各種方式下，即因其能燃燒而歸消失也。

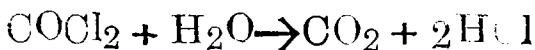
對於沸點較高之砷質化學戰劑，研究者較為詳盡，將其變為烟霧狀時，須加入多量之熱。二燐基氯化砷及二燐基碲化砷于砲彈炸裂時，常可燃燒，間能完全燃燒。燃燒時遂形成黑烟之雲陣，或混有一部分之灰色雲。惟吾人所須要者，則在使此類物質于作用時宜完全不被燒去。

亞當氏物，更易燃燒。欲使之構成一未分解未燃燒之黃色雲陣，僅于例外之情形可以得之。通常亞當

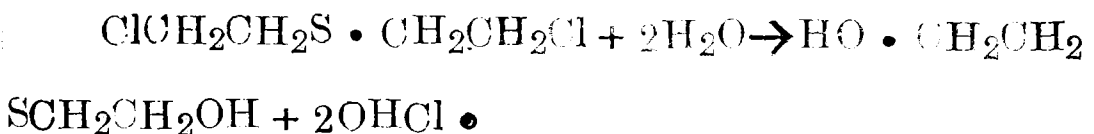


氏物之雲陣，總帶灰色。雲陣中僅含有一小部分未燃去之亞當氏物，此即應用亞當氏物最大之缺點。

(丁)被水分解 化學戰劑中，有能與水起作用而失去其性能者。故其對水之情態，乃為最能影響其效力之主因。所言之水，即指自然界中之水。如水蒸氣，霧，地底之水濕，植物，及空曠之水面皆是也。化學戰劑中亦有不與水起作用者，如氯化苦是。亦有視水之多少起作用而達到一平衡之狀態者。今以光氣言，其與水分解之作用可如下式。



自此方式中即見一分子之光氣，與一分子之水起作用，即謂無論水或光氣之量彼此之比例如何，99克之光氣，即可被18克之水分解。若以芥氣為例，其被水分解之方程式如下：



自此式即見一分子之芥氣，即被兩分子之水分解。以重量言，即159克之芥氣，被36克之水分解。

惟此分解必須水之數量須超過一定量始可，吾人於研究製取芥氣時，即見芥氣可自抱硫二乙二醇 (Thiod : glycol) 及濃鹽酸中製取。此即謂上書之方程式，乃為可逆的，惟其作用究向何方進行，則須視此方程中所包含各物之量，其比例為若何。其作用之情形，乃為一四種分子之平衡狀態。惟吾人對芥氣平衡之狀態，至今尚無數值上之測定。關於其他化學戰劑者，亦復如此。吾人所已證實之實事，即為增多鹽酸之量，則極易使抱硫二乙二醇變為芥氣。使其留下溶解於水中之量少至不能顯見，反之若水之量過多，則芥氣亦可完全分解。凡其他能被水分解之化學戰劑，其平衡之情形，皆與此無異。故此類物質，若與自然界中多量之水遇，實際上俱能被水完全分解。

化學戰劑被水分解，其速度如何，亦關係至為重要之事。此事與平衡狀態毫無牽涉。二巹基碇化砷被水分解，速度極緩，惟二巹基氯化砷則被水分解之速度較快。但前者之平衡比後者之平衡狀態，較不

利于其製造。于研究分解速度時。吾人尚須分明水與化學戰劑，是否同存於一相 (Phase) 中，或分存於二相中。當氣態之化學戰劑，與水蒸氣相遇，或化學戰劑能溶解於水中，此即水與化學戰劑同存於一相之情形。在能被水分解之化學戰劑中，氯氣乃於水中有大濃度者，故其平衡及分解速度，已早有精確之研究。惟與吾人關係重要之化學戰劑，多為較不易溶解於水之物質。故其溶液中，必含有極多過量之水。惟此化學戰劑與水遇後，有餘下不能溶解完者，即為第二種情形。在此情形下，其分解作用，則視溶解速度為準則。由此可見吾人若欲研究被水分解作用之全部，則所關涉之問題實至為繁複。惟余將討論實際上較關重要之數種情形。如水在空中之狀態為蒸氣，則其對各種化學戰劑之影響尚少，既不足以改變氣態之物質，亦不足以改變在空氣中浮游之煙霧狀小粒。雖空中到處所有之水量，皆能夠就各化學戰劑所達到之濃度而分解之。但各化學戰劑變為氣態之濃度甚小，其分解作用，因速度

太緩，幾至不能發覺。霧及微雨皆不能影響光氣，氯化苦，氯氣及芥氣等物質。烈雨則能減損化學戰劑之功效。於烈雨時，化學戰劑常能反復與水有密切之接觸。於是其溶解速度即增，而其分解作用因有多量之水，即進行甚速。

水能分解化學戰劑之作用，對於其滯停時間（野外後存作用時間）甚為重要。凡所能生作用之水，即為地底之水分。植物上所留存之水分，及空曠之水面。今若以毒質射放於此類地區上，則其碎滴之大，常可使其地區上之水分，不能完全溶解之。但在此種情形之下，含有氯質及砷質之化學戰劑，如以之射於潮濕之地上，其分解之速度仍可甚快。而不留野外後效。今以乙烷二氯化砷為例。其沸點為 $156^{\circ}\text{C}$ 。故其在乾燥之地上。即有強烈之後效。但其時間則比之芥氣之後存作用時間已少四十倍矣。惟若地底潮濕。或地上有植物。則乙烷二氯化砷，即無後效。縱有，其時間必甚短促。路委氏物其對水之作用，更易受感應。依理論計算，其停滯時間較芥

氣小六倍，但實際此物在空中極易分解而消去甚速。沸點甚高之物質，如二烐基氯化砷，二烐基碲化砷及亞當氏物，其對水之感應性，與其野外後效之時間無關重要，因其蒸氣壓甚小。吾人不能望其蒸氣能產生作用，且其傷害皮膚之性能亦小，故亦不望其固體能產生有利于戰鬥之功效。

吾人最宜注意者，即為關於芥氣之問題。關於此問題，雖未能盡量研究，但研究亦已屢矣。此物質于 $25^{\circ}$ 溶於水中後，在五分鐘內其溶解之一半，即可分解，故其分解之速度亦大。但芥氣若未被水溶解，則其被水分解之速度極緩，「其溶解度於 $25^{\circ}\text{C}$ 時為每坳0.68克」而與其溶解之速度為比例。溶解之速度，則又須視水及芥氣分散之精細度如何。水及芥氣分散之精細度愈大，則互相接觸之表面愈大，而溶解即愈速。因此潮溼之地面，潮溼之植物，比之平滑之水面，能將芥氣分毀較速。設使表面能藉動搖而常有移換，如雨敲入地面，風能搖動水面等，則溶解之速度亦可增加。是以芥氣藉表面張力

(Oberflächenspannung) 能于水面構成一薄層之膜，即可藉搖動而分解。芥氣比重較水為大，其沈在水底者，則不及致被搖動所影響。溫度最能影響溶解速度，亦可影響其他芥氣被水分解之主因。溫度增高之後，蒸氣壓變大，而被水分解之速度亦增加。此兩種作用同時發生，遂使芥氣之停滯時間，于潮濕之地面，比之于乾燥之地面，能因溫度之不同，而生較大之差異。天氣寒冷時，潮溼之土地，僅略能縮短芥氣之後效時間。(烈雨立能毀去其作用)天氣溫暖時，則潮溼之土地，能將芥氣之後效時間大大縮短矣。惟實際此弊，亦有天然之補救。天候潮溼時，芥氣後效即較為猛烈。因為發汗之皮膚。比之乾燥之皮膚，較易于被芥氣傷害也。

從此更進一步之研究，即為水對芥氣於何種程度下即有保護皮膚之功效。假使水量不多，如皮膚之汗甚少，或衣著之纖維質中略有潤濕時，則水能分解芥氣之性能即不易顯。因水與纖維間之表面張力甚小，即可將芥氣自纖維質而傳運之及于皮膚，再由

保護皮層 ( Sduetzende Epidermis )，傳運至皮膚之深處，以及於容易受傷之細胞。反之若皮膚部分已經透濕，則水對於皮膚即構成一連續不斷之薄層。於是此層水膜，即有良好保護之功效。此因為水不易溶解芥氣，即有溶解之芥氣，亦可立時分解也。

(戊)對金屬反應性 凡盛化學戰劑之運輸器具，戰具，及彈藥，通常皆以金屬為之，尤以鐵製者為多。故各化學戰劑對金屬之作用極關重要。此種作用起於能被侵蝕與能被溶解之金屬的表面。侵蝕之作用愈深，則化學戰劑之耗去也愈多，有時被侵蝕之表面，能被一之金屬鹽或金屬氧化物蓋着。如此層甚厚，則金屬即可再免其侵蝕。當金屬被侵蝕時，通常即有一氣體發生，於是緊閉貯器內之壓力，即因之增高。但有時金屬雖不侵蝕，然化學戰劑可受金屬觸媒作用而起分解。凡化學戰劑與金屬間之作用非吾人所希望者，其作用之結果，常使化學戰劑失其效力，或使貯器破漏，或壓力增加貯具炸裂。

• 惟此類危險，于不純潔之化學戰劑較爲多見，因十分純粹之化學戰劑，則不常引起此類作用也。最普通之例，即爲氯氣。如液體之氯含有水分，則易于與鐵生作用。是以工業中所消耗者，盡爲貯于鐵器中無水之氯質。化學戰劑中有含有水分能逕與水起作用而生鹽酸者，（如光氣芥氣，雙光氣，乙烷二氯化砷）常引起不利之現象。因所生之鹽酸，可與鐵發生變化如下式：

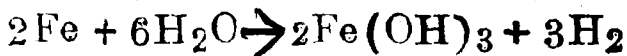


所放出之氫氣，不溶解于液體中，故即發生巨大之壓力。再者所構成之二氯化鐵，尚可與水起作用如下式：



此式中所放出者，又有氫氣。所產生之鹽酸，即足以補足首先用於侵蝕鐵時所損失之量，是故鹽酸即成爲以鐵變成鉄鏽之觸媒，而同時放出多量之氫氣，下式即可表示之。





由此以觀，吾人普通應奉爲定則者，即金屬之貯具中，僅以無水之化學戰劑盛入之始可得保安全。化學戰劑中，亦有數種與金屬尚起其他之作用者。惟此類作用，猶未能多加研究。是以吾人決不能以就鐵研究之結果爲足夠，尚須推廣吾人之實驗及於做成信管，吹放瓶氣瓣，及他種戰具之金屬，始克有濟。以前曾引用敷有保護層(玻璃磁漆)之金屬貯具，以便裝入對金屬不安定之化學戰劑。但此法不利于短時大批之製造。惟此類之化學戰劑中，如溴代乙酮，溴代二甲綸，碘代乙酮，僅曾偶爾用之。將來或不致再被引用。此外金屬與化學戰劑間之作用，于特殊之情形下，可加入安定劑以防止之。此法亦間有成功。

(己)化學戰劑相互間發生作用之性能 各種化學戰劑中，在氣態時僅有氯氣可與含砷之化學戰劑起作用。氯氣亦可與芥氣起作用。故此類物質，不可與氯氣同時並用。二甲烷基硫酸與芥氣，丙烯醛與精

酸，或丙烯醛與氯化碇，亦不可同時並用。

各化學戰劑，于液態時，若互相混合，則其問題即較為重要。吾人前已言之，純淨之化學戰劑，對於金屬較為安定，是以吾人苟欲利用化學戰劑之混合劑，則困難之點，即由此加多一層。

(庚)對防護劑之作用 關於此點於討論防護毒氣時，當詳細論列。面具之濾淨器中，及消毒時最重要之防護劑，即為鹼性之物質。如苛性鈉(NaOH) 苛性鉀(KOH) 碳酸鉀( $K_2CO_3$ ) 鈉石灰[NaOH + CaO]及氯化石灰[CaOCl<sub>2</sub> + Ca(OH)<sub>2</sub>]等。此類物質之所以有效能者，乃因為多數之化學戰劑，於分解時有放出酸類之性能。光氣及芥氣被水分解之作用，吾人已見之矣。化學戰劑與鹼性之物質所生之作用，就原理言，亦與此類被水分解作用相同。所不同者因有鹼之存在，酸類與之化合，其速度較加快耳。多數之化學戰劑亦可被氧化。吾人前已言之。太易於氧化之物質，不能作為化學戰劑。但大部分之化學戰劑俱可被強烈之氧化劑分毀之。如芥氣及含砷

之化學戰劑，則可被氯化石灰分解之。故在多數之濾器中，即以過錳酸鈉( $\text{NaMnO}_4$ )加入，作為防護劑。化學戰劑中不易氧化之物質，其重要者，即為氯氣，氯化苦，光氣雙光氣是也。

凡化學戰劑有不能被鹼及氧化物分解者，或被其分解之作用太緩者，則須用特別之反應劑，以化合之。

- 惟此問題，則須俟之於討論毒氣防護時詳述之矣

#### (4) 軍事上應用之衡定

就各種毒氣戰劑妨害生理之性質及其物理與化學性質，吾人即可決其能否用於各種戰術上之目的。

(甲) 準備攻擊已軍欲佔領之目標 若引用有較久潛伏時期之物質，則其效用至少須延遲至其潛伏時期之後。但以長時之準備而暴露自己之攻擊企圖，此非吾人所希望之事。故在此情形下，以用立刻能傷害敵人之化學戰劑為宜。若此傷害之作用能於射擊停止後尚能延續些微之時間，則更為所希望者。各種毒害物俱有此性質，精酸乃此中最能立刻生效者

• 設使**精酸**之作用不因前述之理由在野外難於生效者，則**精酸**即最宜作為此目的之用。其次**氯化苦**因其兼有刺激性與毒害性，亦可用之於此目的。各刺激物亦能立刻生效，而在此中之**藍十字物**，不僅其作用之強度最大，即就其體內之後效言，亦為最適宜於此目的之物質。惟**氯化苦**之毒害性不强，**藍十字物**在野外毫無毒效。故二者俱不能產生精神效果。

• 在攻擊準備時吾人常欲用一有強大精神效果之物質，而此性質僅強烈之毒害物有之，是以**光氣**乃成為此目的必須引用之化學戰劑矣。

欲使被攻擊之目標不致妨礙己軍，故所用之物質應無長時之野外後效。此條件**光氣**及**藍十字物**俱能滿足之。而**氯化苦**則有比較稍長之後效。惟此性質亦非毫無利益者，因己軍若侵入放有毒氣之區域中，則此性質能使佈毒之地點易於辨識。依天候及地形之狀況，凡各化學戰劑於風難吹到之地點，俱可停逗些時。故凡用於攻擊準備時之各種氣體宜易於辨識。惟此危險性最大之**光氣**，則不易辨識。故欲補

救此缺點，則宜夾用毒氣甚小之氯化苦。因其刺激作用能使其立時易於辨識，又能於野外延逗較久，故能指出同時為光氣所佈毒之地點。

由上述之理由準備攻擊己軍所欲佔領之目標，以同時混合應用光氣，氯化苦及藍十字物最為相宜。後者藉其強烈之刺激作用，能立時使敵人不能作戰。若敵人被其直接之作用較久，則此後半小時內尚極受其妨害。光氣能使敵人發生重病及死亡，故能使其精神受搖動，惟光氣之直接作用，則僅起於其作用之一小時或兩小時之後。氯化苦則因後效時間較長，可用為對己軍表示佈有毒質之地點之標記。除此三種物質可混合應用外，若當光氣之效力非常濃厚時，（如行拋擲法時所生之光氣其濃度甚大）亦可淨用光氣。因此時其效果可使敵人立刻不能作戰也。

(乙) 攻擊己軍所不欲佔領之目標並不企圖立刻之效果。對此等目標宜用不易辨覺，且有長時潛伏時期之物質。其作用復不宜僅暫時的，宜使敵人因之

長時或永久不能作戰。最適應此條件者，惟有芥氣

。芥氣雖略有特異之臭味，但鼻觸之易受麻痺，故欲明確辨定芥氣之濃度，亦為不易之事。因其潛伏時期長至五小時，又不易辨識，故將來以芥氣為佈毒之用者，必更以隱祕不顯之法以行之，以使敵人長時忘於戴用防毒器具，因而受重大死亡之損失。

依理論言，芥氣之毒性最大，較光氣之毒性大  $2\frac{1}{2}$  倍。就實際言，芥氣所產生之死亡數較光氣所產生者為少。此問題之研究，非僅由於毒害生理之情形

。芥氣比光氣難於發揮，此二氣在野外之最大可能濃度（即飽和濃度）在  $10^{\circ}$  度時，其比例約為 1 : 15000；在  $20^{\circ}$  度為 1 : 6000；在  $30^{\circ}$  度為 1 : 2700。若此二物質在同一狀態下應用之，在其各所實際達到之濃度的比例，亦必如以上之數目。此即謂在同一狀態下，芥氣雲於  $10^{\circ}$  度時，其毒性僅等於光氣雲之  $\frac{1}{6000}$ 。於  $20^{\circ}$  度時，則其毒性即等於光氣之

$\frac{1}{2400}$ ，在  $30^{\circ}$  度時則為  $\frac{1}{1100}$  矣。惟芥氣應用時之

方法，乃藉炸藥裝量使之能急速氣化，與光氣之用法有不同之處。故其毒性實際上尚無相差若此之懸殊。但無論如何芥氣團與光氣雲之濃度終有不同，是以光氣雲之毒性，總較之為大焉。佈有液體芥氣之地，由其後效有氣體發生，惟此氣體之濃度，常與其無害濃度無多懸殊。若在冬季，常在其無害濃度之下。蓋以射擊芥氣時，因其毒氣團易受稀薄之作用，故於短時間內即變成無效。是以芥氣在大範圍內所產生者，多僅止於使敵人罹病耳。凡此皆射用芥氣時祇能使人致病而不易使人致死之理由。此結果並不足以表示芥氣不利於戰術或戰略上之企圖，因敵人數月之久病，其效果亦等於其死亡也。

攻擊己軍所不欲佔領之目標，常宜用有長時後效之物質。芥氣最具有此性能，故以芥氣作為佈毒之用，則可使敵人之陣地長時不能作用，此蓋指敵人不能長時佔據之也。若此陣地確與敵人之存亡有關，則敵人必迫而採用極繁複極艱苦之消毒手段。若惟

使某陣地完全不能被敵人通過，而佈之以芥氣，其效果常不易圓滿。但有時亦可遲阻敵人。因彼雖不至受重大之損失，但其經過佈毒之區域時，時間上之損失終不可免也。

(丙) 立刻破壞敵人之動作 依原理言，凡各化學戰劑俱可用之於此項任務。卽有長潛伏時期不能立刻有傷害作用之毒害物，亦可用之以搖動敵人之精神而使之戴用面具。惟若有現成而有急效之刺激物，則以用此刺激物較佳。就短促之一瞬言，刺激物與毒害物所同能達到者，皆爲迫敵人戴上面具。惟毒害物所能引起之病象僅於隔相當之時間後始可呈現。設使目標之範圍有限，則引用刺激物較爲節省，因其射擊密度祇須毒害物砲彈六分之一，卽可完成所期望之企圖也。

(丁) 攻擊己軍所不欲佔領之目標而望有立刻之功效 在防禦戰時，常有目標兼俱(乙)(丙)兩種性質者；吾人不僅欲立時破壞敵人之動作，仍欲于其所在之目標區域長時制止其活動。此時以混用有長時後



效之芥氣與刺激物爲宜。惟此法不如(乙)法之有利，因不能使敵人隱隱吸入多量之芥氣而不覺也。若以芥氣與刺激物同時混用，則宜預計敵人戴用面具。但此時尚有一其他之可能性，即在此種毒氣射擊之時，芥氣不易於辨識也。故敵人之呼吸器官雖不至受損，然其皮膚則仍可受灼傷。欲使芥氣之應用得掩飾不致洩露，尙可加入他種之毒害物，如光氣。所混用之毒氣愈複雜，則芥氣愈難於辨識。若混用之成分亦常變換，則芥氣更難辨識矣。如初則純用芥氣，繼則芥氣與氯化苦合用，三則芥氣與藍十字物或其他刺激物合用。如以芥氣與光氣合用一次後，第二次引用芥氣則可除去光氣。若用此等混合各毒氣之法，則必可使敵人或則戴用面具，(因刺激物之作用) 或則受重大之損失，(因芥氣之作用) 或則不能察覺陣地長時之佈毒，(亦因芥氣之作用) 而終也則同爲喪失其戰鬥力。

#### (戊) 爆炸氣及焚燒氣

##### 1 爆炸氣及焚燒氣之發生

此類氣體決不至着意用之於毒氣戰以傷害敵人，其發生也乃戰鬥動作時，或不幸災禍及野外焚火時之附帶現象。其發生之情形可約分為四種，(A)砲彈，炸彈，地雷爆破時之氣體內中含有多量之一氧化碳。(B)拋射藥爆炸時亦可發生一氧化碳，故在迅速射擊而空氣不流通之處，一氧化碳氣即可漸漸加多而可以毒亡己軍之射擊人員。(C)在普通焚火之處若無充分之氧氣亦有一氧化碳發生。(D)破壞藥與拋射藥徐徐燃燒時，亦生一氧化碳。氧化氮氣及他種種類未知之刺激物，此類爆炸氣及焚燒氣，雖非實際用於作戰之毒氣。然防護毒氣時，仍不可不連帶一計及之也。

## 2 毒害生理之性質

(A) 一氧化碳 一氧化碳毫無嗅味，於其毒害作用未表現之前，亦無其他之刺激作用。其潛伏時期則全恃其濃度而異。在小濃度時，則病象之發生甚緩。始則暈眩，繼則頭痛，腿弱，嘔吐，後則患嗜眠症，耳聾及知覺喪失。在大濃度時，則立時引起劇

烈之頭痛，使鬢角有被壓榨之感覺。在此情狀下，病者已無逃生之望。此後呼吸即因之加速，多量之一氧化碳即被吸入體內，而使病者立即失去知覺。當呼吸繼續加快時，皮膚即變藍，此後脈搏及呼吸乃漸漸遲緩，而病者即陷入睡境，由睡境即漸漸進入死亡。在呼吸遲緩後，所吸入之一氧化碳之數量已少，此後中毒之病象以迄于心部停止時，亦惟徐徐漸久而漸鉅耳。以上所言，乃指中毒者自始至終，都置身于有一氧化碳的空氣中之病狀經過。而平常之病者，即多為始終不脫離一氧化碳之情形。此不僅由于在高濃度之一氧化碳氣中，中毒者不能自拔自救。即在其低濃度時。吸之者察覺其存在太遲，故雖經察覺，然其時之肢體或已軟弱無力，或於用力時之陡然吸入多量之毒氣，是中中毒者終不能逃免生命之危險。通常試驗一氧化碳之毒性，亦即以所受試驗之動物，自始至終置之有一氧化碳之空氣內。如空氣中有  $\frac{.02}{100}$  一氧化碳，(即等于  $\frac{270\text{mg}}{\text{m}^3}$ )

即能引起暈眩，及呼吸困難。空氣中若有  $\frac{.09}{100}$  之一

氧化碳，（即等於  $\frac{1160\text{mg}}{\text{m}^3}$ ）則能起知覺喪失之病態

• 空中之一氧化碳為  $\frac{.16}{100}$ ，（即等於  $\frac{1860\text{mg}}{\text{m}^3}$ ）即有生

命之危險。惟空氣中之一氧化碳高至  $\frac{0.21}{100}$  時，

死亡亦僅于長至四五小時之作用後始發生之。空中

之一氧化碳有  $\frac{0.4}{100}$ ，則一小時後即可死亡。空中

之一氧化碳有  $\frac{0.45}{100}$ （即等於  $\frac{5240\text{mg}}{\text{m}^3}$ ）時，二三十分鐘

後可死亡。將以上之數目，若與通常作為戰鬥用

之毒質較，則見其無害濃度甚大。即靖酸之無害濃

度亦遠不及之。其無害濃度甚大之理由，亦與靖酸

無害濃度甚大之理由相同。人之身體可將大部分之

靖酸藉燃燒作用以毀滅之，而人體尚可將一氧化碳

完全藉呼出之氣以排出之，此蓋由於一氧化碳之毒

效，基於純粹而簡單之化學平衡，人體內之紅血色

素與一氧化碳及空氣中之氧氣，俱有結合之性能。

惟一氧化碳與紅血色素結合之固結性，較與氧氣者

大230倍。如空中之氧氣爲 $\frac{21}{100}$ ，空中之一氧化碳爲

$\frac{.02}{100}$ ，則經過相當之徐徐呼吸後，即有 $\frac{18}{100}$ 之紅血色

素變爲一氧化碳血色素， $\frac{82}{100}$ 之紅血色素成爲氧化

血色素。惟此時尚無危險，因一氧化碳自身，並無

毒害之效果。吸之中毒者乃全由於血液缺乏氧氣之

供給耳。血液中若仍有通常氧氣 $\frac{82}{100}$ 之供給，尚不

嫌十分缺乏。惟暈眩與呼吸困難，已爲最切之警告

矣。濃度愈高，一氧化碳之毒効即顯加速之增大。

在身體內呼吸時，若僅有 $\frac{50}{100}$ 之氧化血色素，即起

知覺喪失。(空氣中有 $\frac{0.09}{100}$ 之一氧化碳即此情形)

• 如空氣中有 $\frac{0.16}{100}$ 之一氧化碳， $\frac{21}{100}$ 之氧氣，則血

液中即可因之有 $\frac{64}{100}$ 之一氧化碳血色素， $\frac{34}{100}$ 之氧

化血色素。而生命即陷入危險矣。設使中毒者于此

時即遷入無一氧化碳之空氣中，行安定之淺呼吸，

則空中之氧氣，漸可將一氧化碳自血液中徐徐排去

之。在此種情形下，通常於一小時內，即可使血液中之一氧化碳降至危險界之下。然最後殘餘之部分，則僅可於二三小時後完全排出。若用純粹之氧氣，則一氧化碳之排除更可加速。惟在受毒最重之人，則仍有呼吸立時停止之危險。此時以 $\frac{92}{100}$ 之氧氣與 $\frac{8}{100}$ 之二氧化碳氣混用為宜。因二氧化碳為最能激動呼吸中樞神經之物也。

體內對一氧化碳之絕對排出性能，亦可用為解釋多量之一氧化碳何以無劇大之毒効。但在中毒甚深之情形時，則體內絕對之排出作用，常不能藉之以達到完全痊愈。此因為血液中氧氣之供給不足時，常能產生極嚴重之結果。尤其以在腦部之效果為甚顯。腦部中常因之有數多形小而成點狀之血球，而其痊愈至為不易。急性之傷害，可于二三日後消退。惟尙有其他之傷症，其痊愈或須時甚長，或竟無望。病至嗜眠症之時期，屢屢隨之即有久延之失眠症，頭痛，記憶短缺，甚或瘋迷。而各種之麻痹俱可

繼之以生焉。

由以上之所言，即可見一氧化碳與其他毒害呼吸之化學戰劑有不同之點。其作用僅于濃度甚高時顯之。但因其不易察覺，故亦為最危險之物質。一氧化碳能使病者受長久之病廢，此性質其他之化學戰劑則無有也。惟在研究一氧化碳之毒性時。吾人並未求得一最小之作用積，以表示其致命數。前段所引用之數值，其量定乃以所試驗之動物自始至終置於一氧化碳之空氣中得之，(以迄於其死亡)故不可與致命數相混淆。設使一入於有一氧化碳之空氣後，立即於血液中有氧化血色素與一氧化碳血色素之化學平衡，則乃可以一氧化碳之毒性與其他化學戰劑之毒性作一比較。惟實事不然，欲此平衡能夠達到，所須要之時間甚長。依普通化學平衡之定律言，此時間即等於血液在純淨之空氣中完全排除所有之一氧化碳的時間。換言之，此時間即略等於二至三小時。因此之故，時間亦成為一氧化碳毒象之重要因子矣。在一定之濃度內，呼吸一氧化碳較久者，其毒

象比之呼吸較短者，必更爲劇烈。由另一方面探究，亦見其情形亦復如此。隨氧氣缺乏所生之病象，其進展也亦爲漸久漸劇，猶以腦部之損傷如此。腦部于呼吸於一氧化炭中愈久，則其損傷也亦愈重。迄於今日吾人雖尙不能定一數值作爲一氧化炭之致命數，然吾人可認定其值必較通常之化學戰劑者爲大。在濃度甚大之時，彼爲一微有毒性之毒質，而在特殊情形下，一氧化炭常又能達到其他毒氣所不能達到之濃度。故其微弱之毒性，亦不可忽視之也。

(B) 氧化氮氣 此類氣體之存在易於辨識，有紅褐之顏色，其很小之濃度於白晝亦可發覺。且有特殊而微香之嗅味。此類氣體僅於高濃度時始能刺激眼睛，及引起微弱之喀嗽。事雖如此，然由於失察及昧於其危險性，故防範常有疏忽。此氣吸至相當之量後，即能起如光氣所能起之病象。不僅病象相同，即病歷亦相似無二。惟氧化氮氣之潛伏時期比之光氣者更爲較長。最短者爲四小時，最長者亦有



隔十八小時後病象始顯。其致命數亦未測定，但其值甚大，故氧化氮氣亦不宜立意作為戰鬥之用。惟其毒效比一氧化碳者較大，在炸藥燃燒時所發生之一氧化碳。其量雖倍于所發生之氧化氮氣之量，然吸之受毒後，則病象之經過，大半如中光氣之毒者然。而一氧化碳所能引起之病狀則反隱而不顯矣。

(C) 彈藥焚燒時之刺激物 此類物質之毒害性質尙未經過研究，惟亦可規納之於刺激物，其效果僅於高濃度時顯之。

### 3 物理性質

(A) 一氧化碳 一氧化碳之物理性質亦與其他之化學戰劑純不相同。在  $-141^{\circ}\text{C}$  之上，雖用極大之壓力亦不能使之化為液體。若化為液體後，在一大氣壓之下於  $-190^{\circ}\text{C}$  即沸騰。故在市場上運輸時，僅可使之成為壓縮之氣體，而不能化之為液體。欲充分利用其盛器內之空隙，故通常於運輸時必使之受 150 至 200 之大氣壓。因此其盛器之壁必甚厚。盛器之自身即甚重，而盛入之氣體之重量與盛器之重

量，相比之比例，乃極不宜於戰爭之用矣。益以一氧化碳於所知之溶劑中，其溶度均甚微小。故吾人又不能於平常壓力下，使其多量能溶於任何溶劑中，而以其溶液用之作戰。

由此以觀，一氧化碳於作戰之時，僅於意想不到之情形下可以發生。其氣密為 0.967。此即謂純粹之

一氧化碳，較空氣輕  $\frac{0.33}{100}$  倍。故含有多量一氧化碳

之空氣，即比之其周圍之空氣顯然較輕。此趨勢常

因產生一氧化碳之作用時，(如爆炸焚燒等)必發出

多量之熱而益增強。故高濃度之一氧化碳，俱有極

強向上浮動之趨向。若一氧化碳冷却與稀薄後之，

則其氣密與四周之空氣者相差甚少，此時即可與大

氣相和而隨之運行矣。惟此種含有其量雖屬稀薄之

空氣，然可肇生命之危險。故其危險之可能得以下

列之情形表明之。于地雷炸裂時或地土中屋宇內有

延期信管之砲彈炸裂時，則和有毒氣之空氣，即隨

在向阻力甚小之各方擠去。凡已有空氣流動之各途

徑，俱爲其所欲經過之道路。但于爆炸之時，土地中及屋宇內，尙有因爆炸所引起之罅隙，此類罅隙亦爲一氧化碳所必經之途。如爆炸之處若無空氣可流通之道，則爆炸後隔時甚久，在意料不及之處仍可有高濃度之一氧化碳淹滯于其地焉。但空氣流通之處，其情形則不如此。通常一砲彈爆裂後，若空氣流暢則數分鐘後其近處即無危險。若爲較烈之彈藥焚燒，則半小時後其近處亦成爲安全之地帶矣。

(B) 氧化氮氣 此氣乃氧氣與氮氣相化合成爲各種不同氣體後之混合物，其中之一氧化一氮 (NO)，其沸點爲  $-150^{\circ}\text{C}$ 。其物理性質與一氧化碳相同。三氧化二氮 ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) 在普通溫度下並不安定，故不必論及。最重要者即爲四氧化二氮 ( $\text{N}_2\text{O}_4$ )。此氣即氧化氮氣中有毒性者之代表，且有顯明之紅褐色。此氣之沸點爲  $22^{\circ}\text{C}$ ，苟非其毒性不較其他之毒氣戰品遠遜者，此物亦可作爲戰鬥之用。溫度越高其氣密則越小。在  $30^{\circ}\text{C}$  時，其氣密爲 2.86；在極高之溫度時，然其氣密亦不至低於 1.59。故四氧化二

較重於空氣，在彈藥焚燒處所發生之氣體，其中亦有四氧化二氮。故此種氣體於冷卻後，雖混有較輕之一氧化碳，然比之四周之空氣仍可較重也。何以焚燒氣於其空氣不甚流通之發生點數日後尚能保持其毒性甚強之濃度，其理由亦可以由此見之矣。

(C) 炸藥焚燒時之刺激物 此類物質一部分常為氣體，大部分則成為固態之煙或液態之霧，與彈藥焚燒時之氣體相混合。

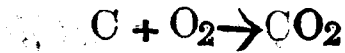
#### (4) 化學性質

(A) 發生之原因 凡炸藥非如硝化甘油 $[C_3H_5(ONO_2)_3]$ 含有足夠之氧供其完全燃燒者，則其爆炸氣中，即兼有二氧化碳及一氧化碳氣。如其爆炸乃在空曠之處發生，則大部分之一氧化碳即立可進而變為二氧化碳。若爆炸在密閉之處發生，則一氧化碳之產量則較多。通常之炸藥其爆炸氣中約有35—60%之一氧化碳。在實際之情形下，此一氧化碳之量立刻即受稀釋作用而變為淡薄。故砲彈若在曠野或空氣流通之處爆裂必無受一氧化碳中毒之危險。在空

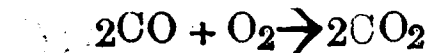
氣不流通之處，則常可遇着其能生危險之濃度。惟其濃度究爲若何，則又視地區之大小及炸藥裝量之多少爲轉移。今舉一例，以概其餘。如有 990 克之三硝基托倫 Trinitrotoluol 炸裂時，「此即相當于一輕野戰榴彈砲之炸藥裝量」即可於 25 立方米之容積內，發生 0.73% 之一氧化碳。若果其地之空氣不能流通，則即有性命之虞。但因砲彈之破片能直接殺傷所觸及之人員，故吾人所宜考慮者，並非被每砲彈射到後其地一氧化碳之危險爲何如。吾人所宜注意者，即在位于多量炸藥爆發點隣近及較爲遠隔者，果否被一氧化碳之危害耳。根據吾人之經驗，受一氧化碳之危險者，亦惟在重砲砲彈，地雷及飛機拋擲之大炸彈爆裂後始見之。

自每一發步槍彈或機關槍彈，其拋射藥爆炸後能生一升(即 1 liter = 1000 C.C.) 之一氧化碳。如在空氣不流通之處，任此氣體集而不散，則於長時繼續發射之後，一氧化碳亦漸可達到能生危險之濃度。欲免除危險，宜間行通風之法。要塞砲射擊時，其拋射

藥之爆炸，亦於其窖室中產生有危險之一氧化碳。於此情形下，則宜設備繼續不斷可以使空氣流通之裝置。炭及含有炭質之有機化合物的，於有充分之氧氣時，其燃燒即依下列之方程式而生二氧化碳：



如氧氣不足夠時，則生一氧化碳。一氧化碳於繼後遇着足量之氧氣，仍可繼續燃燒如下式：



在閉結區域內有焚燒時，則常有一氧化碳之危險。救火人員將此類地區之牆壁或屋頂打開時，即可見有氣體自洞孔中逃出而在空中繼續着火。在用火爐取暖時，若空氣之供給不足，或因不適當之狀況，爐中焚燒之氣體逃入所宜加暖之區域，則皆有被一氧化碳中毒之危險。即以構造最精良之火爐言，若其中之燃料過于塞滿，外間之空氣不易暢入，亦可發生一氧化碳。如爐中之火太大欲減小之，則祇可將流入之空氣略加節制，使爐中之炭質其表面仍保持其熾灼。若爐中之火仍嫌其太烈，則宜減少炭量。

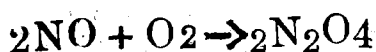
，切不可加入過量之燃料而思將火力壓小也。

拋射藥與爆破藥徐徐燃燒時，其焚燒氣之成分與其急速爆炸時成爲爆炸氣之成分全不相同。在急速爆炸時，所發生之氣體，其比例則等于其爆炸溫度下由化學平衡所生之比例。在徐徐燃燒或分解之時，因有冷卻時期，(Abkuehlungsperiode) 故發生多數之他種物質，其產生之原因，則由於炸藥中所含之化合物未完全分裂也。故在此等緩燒氣中(Deflagrationgas)除一氧化炭外，尚有多量之氧化氮氣。(氧化氮氣之量常超過一氧化炭者之半) 此氧化氮之來源，則由於硝基化合物或鹽酸鹽之直接分解也。此外尚有硝基之化合物，惟其量甚小，無多毒効。緩燒氣之刺激作用，則由於各種物質相混合而得之。於緩燒氣，吾人曾驗有甲烷醛，他種之醛，及粉碎之炸藥。如此中之苦味酸即能刺激呼吸器官而由其特有之苦味可以辨認之。除此各物以外，尚有其他未知而能顯刺激作用之分解物。

(B) 化學性質 一氧化炭乃一化學性遲鈍之物質，

故其防護乃極爲困難。普通情態下，一卽以羰化炭之防護別於其他毒氣防護之外。惟在特有之情形，則用專備之器具以防之。前已言過，一氧化炭尙可繼續燃燒，凡空氣中若混有一氧化炭，其一氧化炭之量，在於 16.5 % 至 75 % 之間，則可起爆炸之現象。此乃一氧化炭第二種之危險。凡從事於救險工作者，則宜注意之。

氧化氮氣中之一氧化一氮，能與空中之氧氣繼續化合，有如下式：



故在空氣充足之處所得者常爲四氧化二氮，故吾人所宜注意者，卽常爲四氧化二氮之毒性。惟此作用須時甚久，最後殘餘之一氧化一氮，特別不易于短時完全變化。但因一氧化一氮不易受面凝作用，是以在毒氣防護時宜亦特別注意。

四氧化二氮于任何溫度時與分解物成一化學平衡：



二氧化一氮，乃無色之氣體。故就顏色之濃，淡吾



人已可知其分解之程度。其分解之程度，吾人就溫度愈高其氣密愈小之實事亦可以測定之。因二氧化一氮之重，僅及四氧化二氮者之半數也。在  $26.7^{\circ}\text{C}$  時，即有 20% 分裂。在  $49.6^{\circ}\text{C}$  時，即有 40% 分裂。二氧化一氮，乃最易起化學作用之物質。與濕空氣存在時，即可化為硝酸。若此外尚有鹼性之物質，共同存在，則此變化更為迅速，所成者即為硝酸鹽。若二氧化一氮，因此作用變化後，則四氧化二氮即繼續分裂而成二氧化一氮，以迄最後完全變為硝酸鹽為止。由此吾人即可見若氣體中無一氧化一氮，則此二種氣體之防護，固非難事也。但在彈藥焚燒時，其藉空氣而生之氧化作用太緩，其氧化氮氣中，常含有一氧比一氮。故需特別防護之方法。因同時尚有一氧化碳，於是於構造一氧化碳之防具時，同時即預先安置防護氧化氮氣之設備。而一氧化一氮亦可於此設法消去其毒效焉。

## (己) 烟戰劑或霧戰劑

### 1 傷害生理之性質(毒性)

依霧戰之目的言，霧戰劑並之須其有傷害人體之性能。惟吾人亦不應設想霧戰劑乃完全無毒效之物質。

霧戰劑對於呼吸器官及視官之作用，與其他之化學戰劑較則極為微小。由四氯化錫所成之霧能使喉部起乾燥刮痛之感覺，甚成引起長時不退之咳嗽。惟對於鼻及眼之粘膜則無作用。故德國之敵人，亦有不僅以四氯化錫作為霧戰劑而兼以之為化學戰中之毒質者。惟其作用在空曠之地終難於呈顯。偶然在空氣不流通之地區，(如攻擊時之掩蔽部)亦可達到停止敵人戰鬥動作之濃度。然其毒性之強度終與真正之毒質相去甚遠，故亦不值得吾人詳細之探究。由硫酸化合物所成之霧，其作用更為微小，在其製造之工廠中，常可發生極高之濃度，而引起喉部之刺激。惟在野外則不至有此現象也。但在野外立於放此等烟霧器具之旁者，宜注意勿觸及其液體之噴滴，以免皮膚受傷衣服洞穿。

由磷酸所成之烟霧，其作用較弱。就理論言，在濃

度甚高時，應有刺激之作用。磷之自身，如在其燃燒之狀態下觸及之，則可使皮膚生不易醫治之傷痕。凡使用此類霧戰具之人員，俱可蹈此危險。凡盛有磷質之砲彈，於敵人陣地中爆裂，亦有灼傷敵人之可能。磷雖能燃燒可以灼傷敵人，然又不能作為獨立之戰具。此則由於磷質甚輕，不能如砲彈之破片可飛颺甚遠有較多命中之機會也。其能灼傷敵人，此乃偶爾之情形。設使吾人于引用縱火劑之時，使敵人受灼傷之恐懼，則吾人常捨磷質而用其他較毒效之物質焉。

關於其他霧戰劑之毒性所已知者甚少，都可以為無大毒效之物質視之。

## 2 烟霧之組成

### (A) 物理之組成

烟霧乃由小粒之物質，能于相當之時間內，懸浮于空中以構成之，其蒸氣壓必須微小，以免其蒸發。如所懸浮于空中者為細微之液體，則可名之為霧。如懸浮于空中者為固體，則可名之為烟。此名稱上

之區別，與軍事上之應用無關重要，雖間有混淆，無大害也。

依理論言，煙霧之組成，亦可如應用藍十字物然，以熱加于沸點甚高之物質以得之。但物質藉蒸發所能達到之濃度仍屬微小，常不足以滿足迷障敵眼之目的。故此法並不能適于真正霧戰之用。

若吾人欲以不能蒸發之物質製成煙霧，則吾人即宜事先宜使其成爲極微細之狀態，再以空氣之流動而旋撥之爲烟。此法于小規模下曾有行之者。即被擊退之飛機，于其機身之周圍，散撥烟臭之雲霧，使敵人信其被火焚燒，而常可因此欺誑之法，脫離危險。惟此煙臭所成之雲霧，其遮蔽之效能，終不及其他霧戰劑之爲偉也。

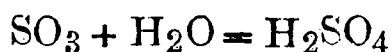
## (B) 化學之組成法

### a 水化霧 (Hydratnebel)

凡物質于氣化之後，即可與空中之水分起作用而成爲不易揮發之物質。且形體甚小，不易降落。其所組成之霧，即屬於此類。其與水化合也，或爲簡單

之加水化合，可為複雜之化學變化。

前者最重要之例，即為三氧化硫所成之霧。三氧化硫 $\text{SO}_3$ 之熔點為 $16.8^\circ\text{C}$ 。其沸點為 $46^\circ\text{C}$ 。故此物可屬為易於蒸發而能達到高濃度之物質。其作用可以下式表之：



由此作用所得之硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，其沸點為 $338^\circ\text{C}$ 。硫酸乃不易揮發之物質，而能在空氣中成為極細之滴狀。硫酸尚可再吸收水分，而成為小滴之淡硫酸。此淡硫酸即在空中成為霧狀。但硫酸自身並非良好之霧戰劑，因其藉氣化所能達到之濃度太小，其所成之霧尚不能生效。故欲得硫酸霧非利用三氧化硫與水之作用，則難於為功矣。

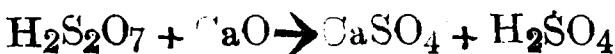
惟今有問題，即空中之水分，於霧構成時果常足用否。依測量之經驗，欲得濃厚之霧。每立方米之空氣中，至少應有 $80\text{mg}$ 之三氧化硫。使之完全成為硫酸，則每立方米之空氣中，應由 $18\text{mg}$ 之水分。就水之飽和濃度言，吾人即見為三氧化硫所需要以組成

霧之水分，僅爲水蒸氣飽和濃度之一分數耳。吾人尙可計算在何種相對溼度 (Relative Fheuchtigkeit) 下，每立方米中 80mg 尅之三氧化硫，即可完全化爲霧。在零度 ( $0^{\circ}\text{C}$ ) 時，則爲  $1880:4750 = .38\%$ 。在高溫度時，此值更爲微小。在  $-20^{\circ}\text{C}$  時，空中水蒸氣之飽和濃度爲每立方米可容 880mg 之水分。故此時此值即爲  $2.05\%$ 。在極乾燥之地其相對溼度，未有小於此者。故各地帶實際上相對濃度縱有不同，然尙不能使三氧化硫所組成之霧其遮蔽視線之能力即大有懸殊也。用硫酸成爲淡硫酸，亦不受空中實際水分多少之影響。

三氧化硫因於平常之溫度，能由固態變爲液態，故不易使用。且在商場中亦不易購買。是以吾人常捨之而用其溶液。或能於分解後可生三氧化硫之化合物。較易於購得，而又易於使用者即爲發烟硫酸。此即爲溶有三氧化硫之硫酸，在此溶液內尙有其他之化合物。故發烟硫酸之溶點曲線成爲一複雜之形狀。若其成分相當一純粹化合物時則其溶點即有一極大

值 • (Maximum) 例如重硫酸(Pyroschwefelsaeure  $H_2S_2O_7$ ) 即為多含有50%分子 (或44.9%重量) 三氧化硫之發烟硫酸，其熔點即為  $35^{\circ}C$ 。若其溶液為  $H_2SO_4$  ( $SO_3$ )<sub>9</sub>之組合，則其熔點即為  $27.7^{\circ}C$ 。惟通常所用者多為熔點比此二者較低之溶液。平常在商場所出售之發烟硫酸，皆為僅多含20%之三氧化硫之溶液。此溶液之冰點為  $-11.0^{\circ}C$ 。但此物尚不適於作戰之用，因此溶液所含之三氧化硫其量尚嫌其少，運輸時不見經濟也。最合用者，則為多含60—70%三氧化硫之溶液。多含60%三氧化硫者，其熔點為  $0.7^{\circ}C$ 。多含70%三氧化硫者，其熔點為  $9^{\circ}C$ 。

三氧化硫在發烟硫酸中，其蒸氣壓力雖頗為不小。然欲使其急烈氣化與構成良好之霧，則仍須將此物質藉其他法(如自噴口放出)以使之散為細微之部分。通常所用之法，亦有將發烟硫酸滴於氧化鈣之上，使之起以下之作用。



若以氯化氫(鹽酸氣)與三氧化硫起作用，則得氯磺

酸(Chlorsulfonsaeure) •



氯磺酸乃極良好之霧戰劑，依重量言，其成分即為 31.3 分之氯化氫，與 68.7 分之三氧化硫。三氧化硫可溶於氯磺酸內，故有 10% 之氯化氫已可使三氧化硫變為液體。通常俗名之霧酸 (Nebel Saeure) 即由此得之。故霧酸實際即三氧化硫溶於氯磺酸之溶液耳。在商場之出售品中，所用之氯化氫較多，約 13 — 15%。是以含 10% 之液化三氧化硫者，乃有 68.05%  $\text{SO}_3$  及 31.95%  $\text{ClSO}_3\text{H}$ 。

含 13% 之液化三氧化硫者，乃有 58.40%  $\text{SO}_3$  及 41.6%  $\text{ClSO}_3\text{H}$ 。

含 15% 之液化三氧化硫者，乃有 52.1%  $\text{SO}_3$  及 47.9%  $\text{ClSO}_3\text{H}$ 。

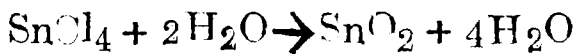
含 31.3% 之液化三氧化硫者，乃有 0%  $\text{SO}_3$  及 100%  $\text{ClSO}_3\text{H}$ 。

氯磺酸之沸點為  $156^\circ\text{C}$ ，若三氧化硫之量相等，其蒸氣壓比發煙硫酸者較大。故氯磺酸用各種之方法



俱易使之化爲氣態。(如砲彈炸裂由噴口放出等)

此外之水化霧，卽由可易於揮發且易被水分解之氯化物構成之，最常引用之氯化物卽爲四氯化錫。遇水其作用卽爲



氯化氫與空中之水分結合卽成爲鹽酸。鹽酸並無大效。惟二氧化錫( $\text{SnO}_2$ )則成爲白色之固態物如煙然以浮游于空中。四氯化矽( $\text{SiCl}_4$ )及四氯化鎳( $\text{TiCl}_4$ )亦可與水起作用，而成二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )，或二氧化鎳( $\text{TiO}_2$ )。四氯化矽之沸點爲 $56.5^\circ\text{C}$ 。四氯化錫之沸點爲 $114^\circ\text{C}$ 。四氯化鎳之沸點爲 $135^\circ\text{C}$ 。三者都爲易於蒸發之物質，就中以四氯化矽爲最易蒸發，且最爲價廉。但其遮蔽視線之程度，則稍遜耳。其與水作用時所發出之熱，與三氯化硫與水化合所生者相等。惟其與水之作用僅能于甚稀淡之情形下始可發生，是以溫度之上昇不至太大，而構成之霧，卽不至受不利之影響，此其利也。

b 以氧化生烟

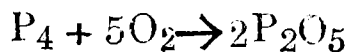
以燃燒作用生烟，此最古之法也。若僅以有機物，使之受不完全之燃燒作用，因而產生多量之烟臭，此法尚不見有效。法人與俄人曾用此法，彼等即以駢焗 (Naphthalin  $C_{10}H_8$ ) 與黑色藥相混。駢焗乃含有多量炭質之有機物，故於火藥爆炸時，即有多量之炭質析出。

以蒸發之物質受氧化之作用，所得者果為一不揮發之氧化物，亦可構成烟幕。鋅 (Zink) 燃燒時，其氧化鋅 ( $ZnO$ ) 可成為烟。惟此無關重要。氧化砷之烟，亦太弱不足以為遮障之用。英人初次之雛形發烟筒 (Nebelkerzen)，即在求能造此種烟霧。惟其試驗終無美滿之結果。

反之，磷之燃燒成霧，則在霧戰之各方法中，成為一最重要之方法。紅磷或黃磷皆可用之。黃磷之溶點為  $44^{\circ}C$ ，其沸點為  $287^{\circ}C$ 。此物在通常之溫度下，可自己着火，且有毒性。故常用之以使其作用在敵方發生。紅磷遇熱不能熔，惟在高溫度即變成為黃磷之蒸氣。紅磷之着火點較高，且無毒性，故在己軍

前綫構造烟霧之器具，即可以紅磷用之。然亦有例外，倘而亦兩者混合並用。黃磷可溶解於二硫化炭 (CS<sub>2</sub>)，如任此類溶液蒸發，則磷質即分散為極細之小粒，存留於後，於是更易於着火而燃燒。砲彈中之空隙，即可以磷溶於二硫化炭以裝填之。此其應用之一法也。

欲構造磷質之烟時，多以磷使之燃燒而發火焰。始則成爲五氧化二磷，(磷酸酐)其方程式如下：



此物乃一固體，亦如三氧化硫然，可以自空中吸收水分，乃成霧狀細點之磷酸：



此兩種都能發生多量之熱，故由磷質所生之烟，俱有一向上升之缺點。如氣象之狀態良好，則隔長時後，又可下沈。但其濃度已受強烈之稀釋矣。

此缺點於歐戰後，亦有一避免之法。磷在通常情形下燃燒時，因其燃燒熱能使之蒸發，故其燃燒作用即在其高濃度之蒸氣中發生。此現象即能使其火焰

之溫度增高。依新近之方法，乃以已溶之磷，藉熱水蒸氣使之碎為灰粉狀，再與空氣相接觸。磷已成為極細之粒狀，其燃燒之作用乃在一極稀薄之濃度下發生。而構成之霧，其溫度亦不至升高甚大。此法僅可于已軍前綫而有能發水蒸氣之處（如輪船火車工廠等）始能引用之。惟此法易肇火險，此其弊也。

#### 。以金屬之氯化物造烟

金屬中之氯化物，有其生成熱 (Bildungswaerme) 甚大者，如氯化鈣，氯化鋁，氯化鐵，氯化鋅，氯化錳等。亦有生成熱甚小之氯化物，如三氯化磷，五氯化磷，及各種氯與炭相成之化合物。若前者之金屬，與後者之氯化物起作用，則金屬之氯化物即因之化成，而非金屬之物質即析出（如炭質即成為烟臭）

。或在空中燃燒（如磷然），在熱發生之時有金屬可以蒸發者，（如鋅）則此完全之作用乃可在氣態中產生。所構成之氯化物即析出而成為烟。如金屬乃一不易蒸發者，則全作用即就金屬在固態或在已熔之液態時而產生。所構成之氯化物，常可由此作用所

放出之熱略被蒸發。但一遇空氣稀釋之作用，即被冷卻而成爲烟狀。此等作用最大之困難，即在不易節制其時間上經過之適當。此中一部分之混合劑，易有爆發之趨勢。其他之混合劑又須加熱後始能起反應。就一般言，此類混合劑于有些微之水分侵入後，即能徐徐變化。故儲藏較久後，不能保其必仍爲安定。若使之即曝露於空氣，則常可立即着火而燃燒，是以于製用此等混合劑時，不可不小心翼翼也。

此作用本由烏來氏 (Woehler) 發明，惟以此法作爲戰鬥之用，則由柏爾格 (Berger) 倡之。故此類混合物，亦得以柏爾格名之焉。此類混合劑所常用之金屬，即爲鋅 (Zn)，因其價廉而易得，且其所生之烟，溫度不甚高也。鋁亦可用。但其烟比鋅所生者較熱。惟若在鋅價較昂時，則吾人亦可以鋁代鋅。此類混合劑中所用之氯化物，多爲四氯化炭 ( $\text{CCl}_4$ )。惟四氯化炭乃一液體，用時必須有一多細孔之器具以吸收之，此其弊也。此作用之方程式如下：



四氯化乙炔 (Acetylentetrachlorid)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$  亦可用之。惟亦有上述之缺點，且其價略較昂貴。固態之氯化炭物，如六氯代乙烷 (Hexachloräthan  $\text{C}_2\text{Cl}_6$ ) 其熔點為  $187^\circ\text{C}$ ，六氯代輪 (Hexachlorbenzol  $\text{C}_6\text{Cl}_6$ ) 其熔點  $227^\circ\text{C}$ ，或輪化六氯等 (Benzolhexachlorid  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ ) 其溶點為  $112^\circ$ ， $157^\circ$ ， $310^\circ\text{C}$ 。此類氯化物，若有大規模之製造亦可用于此混合劑中。但迄今此類氯化物，僅用之于小範圍之實驗耳。普通所用者，大半仍為液體之四氯化炭。

欲使作用起時平和，吾人可加入一稀釋劑，(Verdünnungsmittel) 如氧化鋅或其他于受熱能分解之物質。所以加入之者，蓋欲使之能消去所發出之熱也。氯化銻或碳酸鎂等亦可用之。矽灰泥 (Kieselgur) 可作為吸收劑之用。惟矽灰泥不易使之完全乾燥其中之水分，常能影響各物質儲藏時之安定性。故美人常以碳酸鎂代之。此種混合劑如能絕對保其乾燥，則其燃燒時間 (Brenndauer) 之長短易于精確測定。

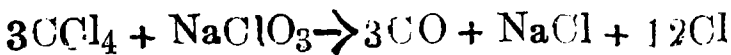
純粹氯化鋅之烟乃完全之白色。惟鋅若與四氯化炭起作用，則所發生之炭質，能使此烟成爲灰色。吾人苟加入一有氧化作用之物質，如硝酸鉀或氯酸化合物等，則可免烟成爲灰色。（吸收水分之硝酸鈉不可加入）美人常用氯酸鈉，以其富于此原料也。

下表即爲普通柏爾格混合劑之成分

|                        | I   | II   | III   | IV    | V     |
|------------------------|-----|------|-------|-------|-------|
| $\text{COCl}_2$        | 5%  | 35%  | 41.4% | 41.6% | 40.8% |
| Zn                     | 25% | 40%  | 35.4% | 35.4% | 34.6% |
| ZnO                    | 20% | 6.4% |       |       |       |
| 矽灰泥                    | 5%  | 9.6% | 3.7%  |       |       |
| $\text{NaClO}_3$       |     | 9.0% | 9.5%  | 9.3%  | 9.3%  |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$ |     |      | 10.0% | 5.4%  | 7.0%  |
| $\text{MgCO}_3$        |     |      |       | 8.3%  | 8.3%  |

第一類之烟，乃由氯化鋅及煙臭所組成故其色灰

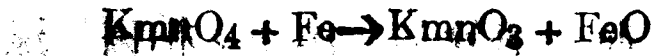
在其餘之混合劑中所析出之炭質，可與氯酸鈉之氧起燃燒作用，故無黑煙臭。



然氧化劑之數量，又已算準洽可使所有之炭質變為一氧化炭，而不致使鋅成為氧化鋅。若鋅則與所放出12原子之Cl(氯)相化合。第二第四及第五類之混合劑，因有氯化銻及炭酸鎂消耗一定之熱量，故其燃燒時間較長。且凡此諸類之混合劑所生之煙，常含有小粒之氯化銻。此小粒更足以增進烟之效能。

柏爾格混合劑之引火方法甚為重要，以此混合劑全部加熱，則在一定之溫度則全部之混合劑即同起作用，極易於演成爆裂之現象。因此吾人必須使作用之起，先僅限於局部，繼則因發生之熱，乃漸漸及於全體。其法即以盛雷汞之雷管使定時信管（導火綫）燃燒。燃燒後，另一小盒亦因之發。此火小盒中所盛者，乃過錳酸鉀（ $\text{KmnO}_4$ ）與粉細之還原鐵（Reduziertes Eisen）。此發火之作用，可以下列之方程式表明之。





有此局部之溫度升高，則柏爾格混合劑亦因之發生作用，若混合劑每粒之大小，選擇得宜，且混合又甚均勻，無拆分之可能時，則此作用即可平均進行矣。

若將柏爾格混合劑中之鋅取出，代以價值較廉之鐵，則此混合劑僅可作為警號煙之用。此煙不甚緊密，不足以遮蔽敵眼。其始為綠色，因有二氯化鐵也。(Eisenchlorürer  $FeCl_2$ ) 繼則變為褐色，因二氯化鐵被空氣中之氧氣氧化成爲四氯化鐵也。(Eisenoxychlorid,  $Fe_2OCl_4$ )。

#### 4 銨鹽造煙法

此法之最簡便者，即以銨鹽蒸發之，於是銨鹽中所含之酸類即揮發而出。惟各種銨鹽受熱時俱能分解。故以此法所構成之霧其作用不全爲簡單之物理作用。其作用之根基，即在銨氣 ( $NH_3$ ) 與所分解之酸于冷卻後，仍可于稀釋之情形下重新化合，而構成微細之煙粒。在各種之銨鹽中，因氯化銨最廉故

皆用之。氯化銻蒸發時，有分解之作用，柏爾格混合劑中亦有用之者。

另一構成銻鹽烟之方法，即在以氣態之酸類，使之在空中即與銻氣化合。惟此法不能以大規模用之。因氣態之鹽酸不易于轉運輸送，是以在作戰之陣地上，吾人亦不能以此法構成烟霧矣。

第三法亦為構造銻鹽之法，此法即為將吾前所言之水化霧加以改良而構成之。鋅矽鎳等之氯化物易于揮發，當此等氯化物與水起反應時，除此類之氧化物外，必有鹽酸構成。鹽酸遮蔽視力之性能甚小，若同時尚有銻氣放出使之成為氯化銻，則可成為濃厚而有強效之烟。因此吾人在應用四氯化錫或四氯化矽或四氯化鎳之時，同時尚加入銻氣以厚其烟幕之效力。

### 3 物理性質

#### (A) 與四周空氣之溫度差

各種烟霧，于構成之時，皆須放熱。惟若以空氣之交流，使細微之物質，受攪動而成迷蔽視線之霧。

則無熱發生。設使捨空氣而用壓縮之氣體以代之，則不僅無熱放出，反能使所生之霧團較四周之空氣更爲冷矣。此例外也。是以在通常所用之方法中，所構成之烟霧，俱有向上昇之趨勢。救濟此缺點之法，即在于其構成時，應使其濃度稀薄。如此則溫度之差別不致太大，而烟霧乃可隨空氣之氣流以浮動矣。

### (B) 烟霧之安定性

烟霧之安定性，與其揮發性及其顆粒之大小有關。實際可以作爲烟霧者，皆爲不易揮發與不揮發之物質。水若與其他物化合成爲水化霧後（如硫酸霧磷酸霧等）則易于揮發之水，即變成不易揮發矣。反之鹽酸霧則無相當之重要，因鹽酸在空中於被稀釋後極易於蒸發也。凡易於揮發之物質成爲烟霧後，其較大之點滴常有吸收較小之點滴之趨勢。于是點滴漸漸漲大，而可迅即降落於地面。空中之水分由霧變雨點，即此相同之作用也。故烟霧常祇有一定平均之直徑，此定值即爲 $0.00001\text{mm}$ （ $10 - 5\text{cm}$  裡）

• 如物質爲不揮發者，如雪茄所生之烟則其烟之顆粒其直徑應較此值略小。然亦有烟類之直徑可較此值略大者，如通常之烟臭，因烟臭之顆粒有廣大之表面，雖其直徑較大，然仍可以浮游於空中。

### (C) 光學性質

在光學性質中與應用有重要之關係者，厥爲其遮蔽視線之能力。(Staerke der Sichtverschleierung) 顏色無重要之關係，白色之霧太覺顯露。且於其發生之點，必須使有密厚之濃度。故有不宜乎實用之慮。灰色之烟霧當較爲可取，但白色之烟霧，比之有色者，其遮蔽視線之力較偉。有色之烟霧，多用之於警號之企圖中。

若隱蔽烟霧後之目標所需之烟霧層愈薄，則其烟霧之遮蔽力愈大。更有進者，若構成一定烟霧層之厚度，所需霧戰劑之濃度愈小，則此霧戰劑之本質亦愈佳。依戰場上所得之經驗言，吾人若能於二十米(20m)之距離始被敵人發現，則吾人即可得克勞德之功效。以此爲根據，德人量各種霧戰劑之價值

時，即以其在二十米之距離能遮蔽透視 (Durchsicht) 所需之濃度為標準。就一定之霧戰劑言，如霧濃度愈大，則遮斷透視所需霧層之厚即愈小。反之濃度愈小，則所需之霧層之厚即愈大。在相當之範圍內，吾人即可作一定律。律云，霧層之厚與能遮蔽透視之濃度成反比例。設使吾人尋知在二十米距離時，某霧戰劑之濃度為每立方米中有  $a$  克。

( $\frac{a \text{ mg}}{\text{m}^3}$ ) 即能隱匿其中之目標，則在一米之距離時

• 則其濃度應為每立方米有  $20a$  克 ( $\frac{20a \text{ mg}}{\text{m}^3}$ )。始可達到上述同樣之目的。

今即以此例中之一立方米研究之。此一立方米之煙霧，其遮蔽吾人透視之長即為一米，其被吾人平視所及之平面 (Aufsichtsfäche) 即為一平方米。故吾人若欲構成一能遮蔽視線之霧幕，其平面之廣為一平方米時，則吾人即須  $20a$  克 (mg) 之物質。若取第一例 (有二十米之距離) 觀之，設想每一平方米有一四邊形之稜形柱通過之，吾人欲得一平方米能遮

蔽視線之霧幕，則必須將二十個上述之四邊稜形柱合攏，使其平面爲一平方米始可。于是此爲二十稜形柱其長度仍爲二十米，其容積卽爲二十立方米，而此二十立方米中所有之霧質，其量仍爲 20 毫 (mg)。此卽謂在此例之情形下，欲得一能遮蔽視線之霧幕，其平面之廣爲一平方米。所須之霧質其量仍與他例相同也。普泛言之，一定量之霧戰劑，位於一定平視面後 (卽霧幕)，其遮蔽視線之能力，與其分散之精細或均勻與否無關。亦與其層之厚薄無關。由此吾人卽得美人所持以檢定各霧戰劑之標準。此卽美人所稱之「總隱蔽力」(Total Obscuring Power) 也。此值所表示者，乃由一定單位量之各霧戰劑，所構成之霧幕的平方面積耳。依德國之標準言，一立方米內有  $a$  毫 (mg) 之霧戰劑，卽有遮斷透視之效。依美國之標準言，欲得  $\frac{1}{20a}$  平方米可以有隱蔽力之霧幕，則祇須此同一霧戰劑之一毫 (1 mg) 卽足矣。通常吾人所用之重量單位爲尪，(Kilogram)

故上舉之平面可以下式表之。

$$\frac{1}{20} \times 1000,000 \times \frac{1}{m^2} = \frac{50,000}{20am^2}$$

依美國之標準，霧戰劑之總隱蔽力愈大，則其自身之本質愈好。德國所採用之標準其說法則反之。霧戰劑障蔽透視所需之濃度愈小，則霧戰劑之本質即愈佳。由美人用美國標準所測定之值，不計其懸殊甚大之參差外，平均比由德人用美國標準所測定者，約小七倍。此其所以如此者，因測定之安排有不同之處也。美人透過霧幕所觀測之目標，乃一能自身發光之目標。德人所用者乃一有黑白色之目標。因自身發光之目標，其能穿透烟霧之力，比黑白色之目標者較為強勁。但在野外，吾人所常遇者，並非能自身發光之目標。故德人之方法較為適宜，而野外之實驗又足以證明德人所測定之數值為不爽。美德兩國所得之數值，相比較時，常有懸殊甚大之參差者，因美人之實驗情況，不得而知，與德人之實驗情況又相異甚多也。惟就大概而論，若依兩國之

方法所得之數值，將各種霧戰劑按其効力之大小而排次之，則吾人所得者，仍爲同一之序列。根據各種之實驗，以黃磷燃燒生烟霧，其効力最大。三氧化硫，四氯化錫，四氯化鎳，氯化銦之効力，幾與之相等。其次卽柏爾格混合劑矣。

下列之表，略有少許之數值可資比較。惟須注意者，各種混合劑之重量，乃指其全體之重量，非指其中一部分混入之物之重量也。例如就表中之觀之，四氯化錫與氯化銦之混合劑，其効較純粹之四氯化錫爲小。惟吾人若單以四氯化錫作比較之根基，則吾人適得相反之結果。各混合劑之成分，美人所用之比例吾人未得知之。故表中註明者乃德人之成分比例耳。



| 物質之種類及混合劑之成分                                | 總遮蔽力<br>(一畝之霧質所生霧幕<br>平方米數) |        | 德國之標準值<br>(在二十米距<br>離遮蔽視線之<br>濃度 $\frac{mg}{m^3}$ ) |
|---------------------------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------------------------------------|
|                                             | 美人量定之值                      | 德人量定之值 |                                                     |
| 燃燒黃磷                                        | 940                         |        |                                                     |
| 四氯化錫                                        | 376                         | 2500   | 20                                                  |
| 79% SnCl <sub>4</sub> + 21% NH <sub>3</sub> |                             | 2320   | 21.5                                                |
| ?% SnCl <sub>4</sub> + ?% NH <sub>3</sub>   | 185                         |        |                                                     |
| 73% TiCl <sub>4</sub> + 27% NH <sub>3</sub> |                             | 2820   | 18                                                  |
| 四氯化鏷 TiCl <sub>4</sub>                      | 280                         |        |                                                     |
| 三氧化硫 SO <sub>3</sub>                        | 635                         | 2200   | 23                                                  |
| ?% HCl + ?% NH <sub>3</sub>                 | 510                         |        |                                                     |
| 柏爾格混合劑                                      | 256                         |        |                                                     |

霧遮蔽視線之能力與霧顆粒之大小有密切之關係。設使霧之顆粒不降至於一定短小體積之下，(事實上不至發生)則每一小粒，即能散光，折光與反光。在一定之濃度，若霧粒愈小，則霧粒愈多，光愈易被分散，而遮蔽視線之力亦愈強。故上表中所列

霧之數值，常易因霧構成時所用之方法，而受影響。應用之器具不同，亦可使其效力生鉅大之差異。以三氧化硫作實驗時，則空中水分之多少，無多實際之影響，前已言之矣。惟其他各霧戰劑在野外之情形，是否亦屬如此，則殊不敢斷言。在實驗室中，若用乾燥之空氣作為實驗，則顯見霧粒之大小及其遮蔽視線之能力，俱有異殊之情狀。但在自然之狀態中，並無真正乾燥之空氣。空中之相對濕度為30%時，則其地之氣候即已乾燥非凡。因此實際上乾燥之氣候與潮濕之氣候，對於人造霧之效力，並不能引起任何之差異。但有一例外，不得不注意之。空中常有水分過飽和之空氣發生，如空中本無他固態或液態小粒，(凝結核 *Kondensationskeime*) 則霧之凝成，必須空中之水分超過飽和點後始可發動。是以在純淨無塵埃且水分過飽和之空氣中，人造霧即可供給所必須之凝結核。如是所構成之霧，其效力即比之於水分未飽和之空氣中所構成者，較為強大矣。此因為除人造霧外，尚有天然霧加入之也。

# 表 一

## 貓之致命數

| 化學戰劑之名 | 致命數 $\frac{\text{甬}}{(\text{公尺})^3} \times \text{分鐘} \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times \text{min}$ | 每立方公尺空氣內之濃度 $\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$ |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 芥氣     | 184                                                                                                  | 38                                         |
|        | 163                                                                                                  | 250                                        |
| 光氣     | 375                                                                                                  | 42                                         |
|        | 594                                                                                                  | 280                                        |
| 雙光氣    | 730                                                                                                  | 50                                         |
|        | 950                                                                                                  | 340                                        |
| 氯化苦    | 約1300                                                                                                |                                            |
| 二巰基氯化砷 | 約1100                                                                                                |                                            |

化學戰劑 ( 1 )

二基靖化砷 約1300

碘乙烷酸乙烷 1500

靖酸 940 140  
364 350

溴代乙烷酮 4000

二个甲烷溴代炷 6000

氯 11000 135  
9500 270

路委氏第一物 30000

乙烷二氯化砷 多于30000

## 表 二

### 猴 之 致 命 數

| 化學戰劑之名 | 致命數 $\frac{\text{尅}}{(\text{公尺})^3} \times \text{分鐘}$ | 每立方公尺空氣內之濃度 |
|--------|-------------------------------------------------------|-------------|
| 芥氣     | 728                                                   | 38          |
|        | 695                                                   | 25          |
| 光氣     | 多於700                                                 |             |
| 雙光氣    | 約1000                                                 |             |
| 精酸     | 多於3000                                                |             |
| 燐基氯化砷  | 13000                                                 |             |
| 乙烷二氯化砷 | 多於23000                                               | 800         |

( 4 ) 化 學 戰 講 義

---



表 四

各化學戰劑一氣壓時 ( 760Mm Hg ) 之沸點

氯氣 - 33.6

光氣 8.2

氯化碇 12.6

碇酸 26.5

三炭烯醛 52.4

氯代苦味酸 112.0

鎊光氣 127.0

溴代二烷醇 137

二个乙烷二氯化砷 156



( 6 )      化   學   戰   講   義

---

|         |     |
|---------|-----|
| 溴代醋酸乙烷  | 159 |
| 硫酸二个烷   | 179 |
| 路委氏第一物  | 188 |
| 芥氣      | 217 |
| 路委氏第二物  | 230 |
| 烯基氯代乙烷酮 | 245 |
| 精溴代一烷烯  | 259 |
| 二烯基氯化砷  | 333 |
| 二烯基精化砷  | 356 |
| 亞當氏物    | 410 |

表 五

化學戰劑之氣密及分子量  
(非化學戰劑有括弧)

分子量 氣 密

|        |         |       |
|--------|---------|-------|
| (銦氣)   | 17.03   | 0.588 |
| (水)    | 18.02   | 0.622 |
| 靖酸     | 27.02   | 0.932 |
| (氧化碳)  | 28.00   | 0.966 |
| (空氣)   | (28.89) | 1.0   |
| (二氧化碳) | 44.00   | 1.518 |
| 丙碳烯醛   | 56.03   | 1.934 |
| 氯化靖    | 61.47   | 2.121 |
| 氯      | 70.92   | 2.447 |
| 光氣     | 98.92   | 3.414 |
| 溴化靖    | 105.93  | 3.655 |

( 8 )      化   學   戰   講   義

|         |        |       |
|---------|--------|-------|
| 二個一烷硫酸  | 126.12 | 4.352 |
| 溴代二烷酮   | 136.96 | 4.726 |
| 炔基氯代二烷酮 | 154.52 | 5.332 |
| 芥氣      | 159.05 | 5.489 |
| 氯化苦     | 164.39 | 5.673 |
| 溴代醋酸二烷  | 166.98 | 5.762 |
| 二烷二氯化砷  | 174.92 | 6.036 |
| 炔基溴碇代一烷 | 195.98 | 6.763 |
| 雙光氣     | 197.84 | 6.827 |
| 路委氏第一物  | 207.36 | 7.155 |
| 碘代醋酸二烷  | 213.98 | 7.384 |
| 路委氏第二物  | 233.37 | 8.053 |
| 二炔基碇化砷  | 255.05 | 8.801 |
| (四氯化錫)  | 260.5  | 8.99  |

|        |        |       |
|--------|--------|-------|
| 二烱基氯化砷 | 264.50 | 9.127 |
| 亞當氏物   | 277.50 | 9.576 |

氣密乃根據理想氣體之定律計算者

( 10 )      化   學   戰   講   義

---

表 六

每立方米中X尪之濃度化成其他單位表

$\frac{X}{D}$  每立方米中立方耗之數 (D = 物質凝結狀態下之密度)

.028317X 尪存於一立方英尺之數

.0009988X 盜斯存於一千立方英尺之數

.0062372  $\frac{XT}{bM}$  氣體之體積百分數

62.372  $\frac{TX}{bM}$  一千份空氣中氣體之份數

.000062372  $\frac{TX}{M}$  汞柱壓力耗之數(分壓)

$\frac{X}{M}$  每立方米中尪分子之數

.001X 每呎中之尪數

.00002697X 每立方碼中盜斯之數

16033  $\frac{bM}{TX}$  氣體與空氣之比數

( 12 )

[ 化 學 戰 講 義 ]

---

.0092372  $\frac{TX}{PM}$  % 相對溼度

表 七

X 單位之氣體化為每立方米中尅數表

| 須化之單位       | 每立方米之尅數                   |
|-------------|---------------------------|
| 每立方米中立方尅之數  | $dX$                      |
| 每立方米中之尅分子數  | $MX$                      |
| 每立方英尺中之尅數   | $35.314X$                 |
| 每竈中尅數       | $1000X$                   |
| 每千立方英尺中之盎司數 | $37080X$                  |
| 氣體體積百分數     | $160.33 \frac{bMX}{T}$    |
| 氣體體積之千分數    | $16.033 \frac{bMX}{T}$    |
| 百萬分空氣中之氣體數  | $.016033 \frac{bMX}{T}$   |
| 空氣與氣體體積之比數  | $.000062372 \frac{T}{MX}$ |



分壓(耗之汞柱壓)

對飽和蒸氣壓之相對濕度百分數  $160.33 \frac{PMX}{T}$

此兩表內M代分子量，T代絕對溫度，b代汞柱壓力高之耗數，P代飽和蒸氣壓。

化學戰講義正誤表 ( 1 )

化學戰講義第二冊正誤表 (一)

| 誤         | 正        | 附            | 註            |
|-----------|----------|--------------|--------------|
| 戰品        | 戰劑       | 自一頁至二十頁內有左列錯 | 誤名稱者均按本表更正名稱 |
| 漂白粉       | 氯化石灰     | 更正之          |              |
| 氫代苦味酸     | 氯化苦      |              |              |
| 二烷二氯化砷    | 乙烷二氯化砷   |              |              |
| 二光氣       | 雙光氣      |              |              |
| 二炭烯       | 乙炭烯      |              |              |
| 二烷醇       | 乙烷醇      |              |              |
| 二烷酮       | 乙烷酮      |              |              |
| 二炭        | 乙炭       |              |              |
| 二烷        | 乙烷       |              |              |
| 氯化二烷      | 氯化乙烷     |              |              |
| 二烷二鈉      | 乙烷二鈉     |              |              |
| 二烷氧化砷     | 乙烷氧化砷    |              |              |
| $C_2H_2O$ | $C_2H_2$ |              |              |
| 二炭烯化砷     | 乙炭烯化砷    |              |              |
| 二炭炔       | 乙炭炔      |              |              |

( 2 ) 化 學 戰 講 義 正 誤 表

化學戰講義第二冊正誤表(二)

| 頁     | 行  | 誤                                                                 | 正                                                                 |
|-------|----|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 三     | 一六 | 但                                                                 | 俱                                                                 |
| 五     | 一三 | 之                                                                 | 乙                                                                 |
| 七     | 一二 | AlO <sub>13</sub>                                                 | AlCl <sub>3</sub>                                                 |
| 一三    | 一二 | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O                                   | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>                                     |
| 二一    | 七  | Cyanurchlorib                                                     | Cyanurchlorid                                                     |
| 二九    | —  | Sduetzende<br>Epidermis                                           | Schuotzends<br>Epidermis                                          |
| 五〇    | —〇 | [C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> (ONO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> ] | [C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> (ONO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> ] |
| 五四    | —〇 | 2NO + O <sub>2</sub> → 2N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>             | 2NO + O <sub>2</sub> → N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>              |
| 五四    | 一八 | 故就顏色之濃，淡<br>吾人已可知                                                 | 故就顏色之濃淡，吾<br>人已可知                                                 |
| 五五    | 一三 | — 氧比— 氮                                                           | — 氧化— 氮                                                           |
| 五六    | 六  | 甚或引起                                                              | 甚或引起                                                              |
| 六〇    | 二  | Fluechtigkeit                                                     | Feuchtigkeit                                                      |
| 六三    | 九  | 二氯化矽                                                              | 二氯化矽                                                              |
| 六三    | 一〇 | 四氯化矽                                                              | 四氯化矽                                                              |
| 六三    | 一二 | 四氯化矽                                                              | 四氯化矽                                                              |
| 七〇    | 一五 | 另一小盒亦因之發火，<br>此火小盒中所盛者                                            | 另一小盒亦因之發火<br>，此小盒中所盛者                                             |
| 七〇    | 一七 | Eisen                                                             | Eisen                                                             |
| 表三    | 一八 | 精代溴— 烷烴                                                           | 精代溴甲烷烴                                                            |
| 五(表)  | 七  | 三炭烯醛                                                              | 丙烯醛                                                               |
| 五(表)  | 一〇 | 溴代二烷酮                                                             | 溴代乙烷酮                                                             |
| 七(表)  | 七  | 丙炭烯醛                                                              | 丙烯醛                                                               |
| 八(表)  | 七  | 二烷二氯化砷                                                            | 乙烷二氯化砷                                                            |
| 一二(表) | —  | .0092372                                                          | .0062372                                                          |

神  
子  
院  
藏

中華民國二十一年再版

中央陸軍軍官學校編印

本校編譯 不許翻印

上海圖書館藏書



A541 212 0012 0353B

