برنامج معالجة المياه باستخدام الكلور

مدة الدورة : 5 أيام

WWSS

الهدف من الدورة

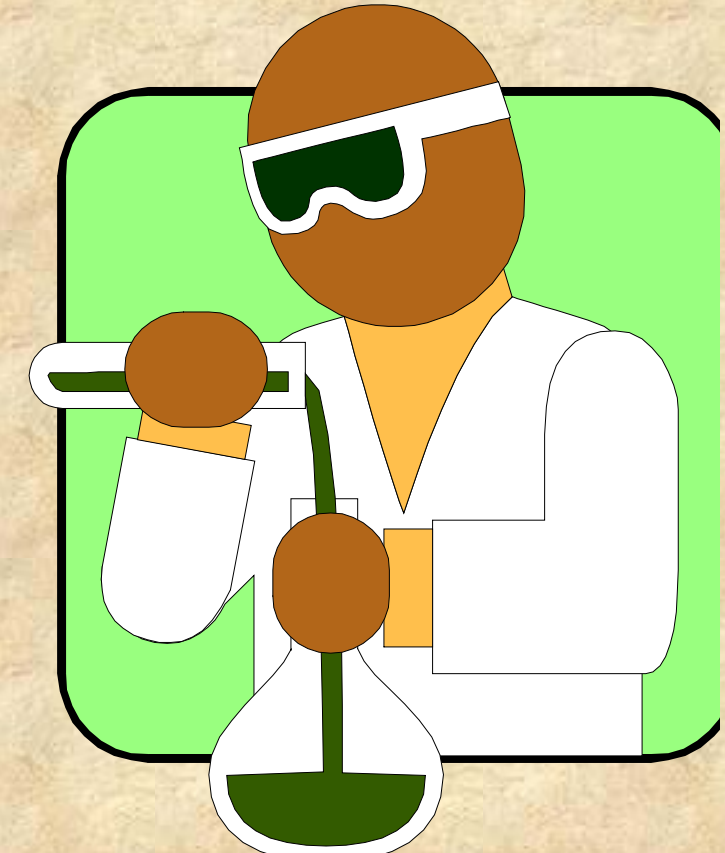
- التعرف علي طرق التعقيم وخصائص الكلور .
- التعرف علي نظام الكلور كاملا داخل محطات الشركة.
- التعرف علي كيفية تحديد جرعة الكلور .
- التعرف علي أنواع أجهزة الكلور المستخدمة بالشركة.
- حساب سعة تخزين اسطوانات الكلور والأجهزة .
- معرفة الاحتياطات الواجب مراعاتها مع مهمات الكلور.

الباب الأول

(الفصل الأول)

تطهير المياه

الـهدف من الفصل



بعـد الانتهـاء مـن الفصـل يمكـن للمتدرب أن يتعرف علـي طرق التطهيـــر المختلفـــة والمـــواد المســتخدمة وخصــائص غــاز الكلور الطبيعية ومركباته.

.

تطهير المياه

- ***عملية تطهير المياه هى أهم خطوة من خطوات معالجة المياه فهى التى تضفى عليه صفة الصلاحية وتؤمنه ضد الأمراض وليدة المياه*** Waterborne diseases

طرق تطهير المياه

- التطهير بالمعالجة الحرارية
- التطهير بالمعالجة الإشعاعية
- التطهير بالمعالجة الكيمائية

الشروط الواجب توافرها فى المواد المطهرة

1. أن تكون قاتلة للجراثيم.
2. ألا تؤثر علي صحة الإنسان.
3. أن تكون رخيصة الثمن.
4. أن يكون استعمالها سهلا ومأمونا.
5. أن تكون متوفرة محليا أو العمل علي استيرادها طوال العام.
6. أن يكون تخزينها سهلا وآمناً.

التطهير بالكلور

- من أكثر الطرق شيوعا في عمليات تطهير المياه هي إضافة الكلور.
- ويتميز التطهير بواسطة الكلور بسهولة استعماله.
- الكلورين عامل مؤكسد قوي.
- الكلور عنصر كيماوي ينتج خلال صناعة الصودا الكاوية ،ويدخل في كثير من الصناعات.

صناعة الكلور

- يتم تحضير الكلور في الصناعة بواسطة التحليل الكهربي لمحلول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام). ويتجمع الغاز عند القطب الموجب ويتم سحبة حتى تتم أسالته ويحفظ في خزانات كبيرة إلى ان يتم عملية تعبئته في الاسطوانات المستخدمة في محطات المياه

خصائص الكلور

يمكن أن يتواجد الكلور مثله مثل اي مادة فى ثلاث صور مختلفة :

الغازية، السائلة، الصلبة

ولكل منهم خصائصه

خصائص غاز الكلور

* غاز لونه أصفر مائل إلى الخضرة.
* اثقل من الهواء مرتين ونص
* له رائحة مميزة شديدة النفاذية.
* وزنة الذري 35.5 .
* ضعيف القابلية للذوبان في الماء.
*الكلور الرطب مسبب للتآكل.
* غاز الكلور سام ومهيج للأغشية المخاطية.
* يسال تحت الضغط العالي (حوالي 7كجم/ سم2).
* 3 جزء في المليون هى اقل نسبة يمكن حسها بالشم.
* 15 جزء في المليون يصبح تأثيرها مهيج للعين والرئة.
* 1 جزء في المليون هى الكمية المسموح بها لغاز الكلور في الجو.

خصائص الكلور السائل

- محلول نقى كهرماني اللون .
- أثقل من الماء مرة ونصف تقريبا .
- للكلور السائل معامل تمدد عالي.
- الكلور السائل يتبخر بسرعة شديدة إذا ما تعرض للهواء الجوى (-34.1°م), لذلك فهو نادرا ما يرى في صورته السائلة.
- عند تبخر الكلور السائل فإن وحـدة الحجـوم الواحدة من الك السائل تنتج حوالـي 456 وحدة حجم من الغاز النقي عند در حرارة 15°م ، وضغط 760 مم زئبق.
- وبالتالي فإنه عند وجود تسرب في اسطوانة الكلور ، يتحتم تع وضع الأسطوانة بحيث تكون منطقة التسرب في أعلاها لكي يتس غاز الكلور وليس السائل .

خصائص الكلور الصلب

- نظرا لأن الكلور السائل يتجمد عند درجة حرارة منخف
جدا (-102°م) فهو نادرا ما يوجد في صورته الصلب
غير انه يتواجد متحدا مع بعض العناصر الأخرى فى صو
مركبات على هيئة بودرة أو حبيبات .

مركبات الكلور

بخلاف الكلور النقى يتواجد الكلور علي هيئة مركبات سائلة أو صلبة :

- **-محلول الكلور:**

ويسمي كيماويا (هيبو كلوريت الصوديوم)وتركيبة الكيماوي هو NaOCl
محلول يحتوي علي حوالي 15٪ من الكلور الحر .

- **- مسحوق أو أقراص الكلور:-**

ويسمي كيماويا (هيبو كلوريت الكالسيوم) وتركيبة الكيماوي هو $Ca(OCl)_2.4H_2O$
وهذه المادة تحتوي علي حوالي 60-70٪ من الكلور الحر .

- **3- المسحوق المبيض :-**

ويسمي أحيانا (كلوريد الجير أو الجير المكلور) وتركيبة الكيماوي هو مزيج
(كلوريد كالسيوم قاعدي $CaCl_2Ca(OH)_2$،هيبوكلوريت كالسيوم ق
$Ca(OCl)_2Ca(OH)_2$)، وهو مسحوق ابيض مائل للاصفرار، له رائحة قوية
،الجديد منه يحتوي علي 32٪ من وزنة كلور فعال .

استعمال مركبات الكلور

استعمال مركبات الكلور اصبح غير شائع في عمليات التطه
الكبرى للمياه نظرا لمتاعب التشغيل إلا انه يستعمل
الحالات الآتية :-

1. تطهير شبكات مواسير توزيع المياه بعد إنشائها أو
إصلاحها.
2. تطهير مرشحات وخزانات المياه.
3. في حالات الطوارئ مثل حالات الفيضانات.

المناقشة

س1 : اذكر أهم الطرق التي تتم بها عملية التطهير ؟

جـ 1- أهم الطرق التى يتم بها تطهير المياه:

- **التطهير بالمعالجة الحرارية**
- **التطهير بالمعالجة الإشعاعية**
- **التطهير بالمعالجة الكيمائية**

المناقشة

س2 : ما هي الشروط الواجب توافرها فى المواد المطهرة ؟

جـ 2 : الشروط الواجب توافرها فى المواد المطهرة هى:

1. أن تكون قاتلة للجراثيم .
2. ألا تؤثر علي صحة الإنسان .
3. أن تكون رخيصة الثمن .
4. أن يكون استعمالها سهلا ومأمونا.
5. أن تكون متوفرة محليا أو العمل علي استيرادها طوال العام.
6. أن يكون تخزينها سهلا وآمناً.

المناقشة

س3 : اذكر بعض خواص غاز الكلور الطبيعية ؟

جـ 3 – خواص غاز الكلور :

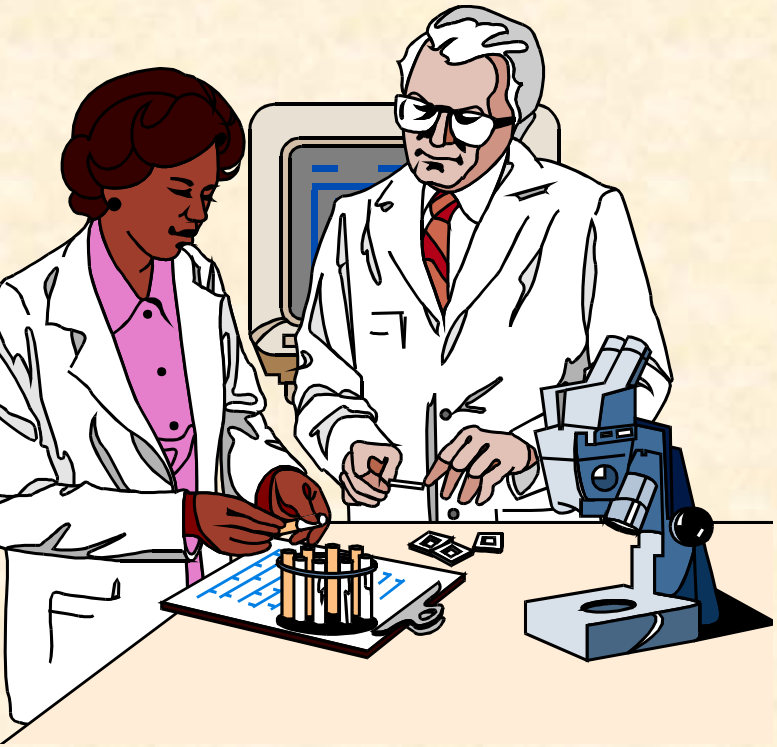
- غاز لونه أصفر مائل إلى الخضرة.
- اثقل من الهواء مرتين ونصف.
- له رائحة مميزة شديدة النفاذية.
- وزنة الذري 35.5 .
- ضعيف ، القابلية للذوبان في الماء.
- الكلور الرطب مسبب للتآكل.
- غاز الكلور سام ومهيج للأغشية المخاطية.
- يسال تحت الضغط العالي (حوالي 7كجم/ سم2).

الباب الأول

(الفصل الثاني)

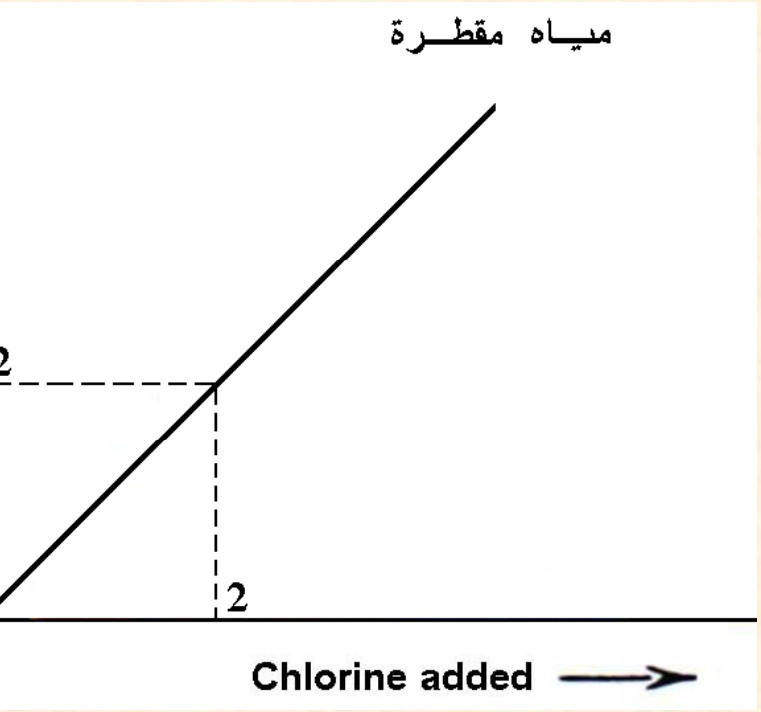
إضافة الكلور

الـهدف من الفصل



- بعد الانتهاء من الفصل يمكن للمتدرب أن يتعرف علي نظرية عمل الكلور والكيفية التى يتم بها تحديد جرعة الكلور .

نظرية عمل الكلور



إذا ما أضيف الكلور لمياه مقطرة فإن كمية الكلور الحر المتبقية تتعلق مباشرة بكمية الكلور المضافة (الجرعة).

وسيتم التفاعل كالتالى:

كلور + ماء ← حامض الهيبوكلورز + حامض الهيدروكلوريك

$$Cl_2 + H_20 \rightarrow HOCl + HCl \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

نواتج التفاعل مركبات ضعيفة لا تلبث ان تتفكك إلى نواتج أخرى كالتالي :

حامض الهيبوكلورز ← أيون الهيبوكلوريت + ايون هيدروجين

(حامض ضعيف يتفكك)

$$HOCl \rightarrow OCl^- + H^+ \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

و

حامض الهيدروكلوريك ← ايون كلور + ايون هيدروجين

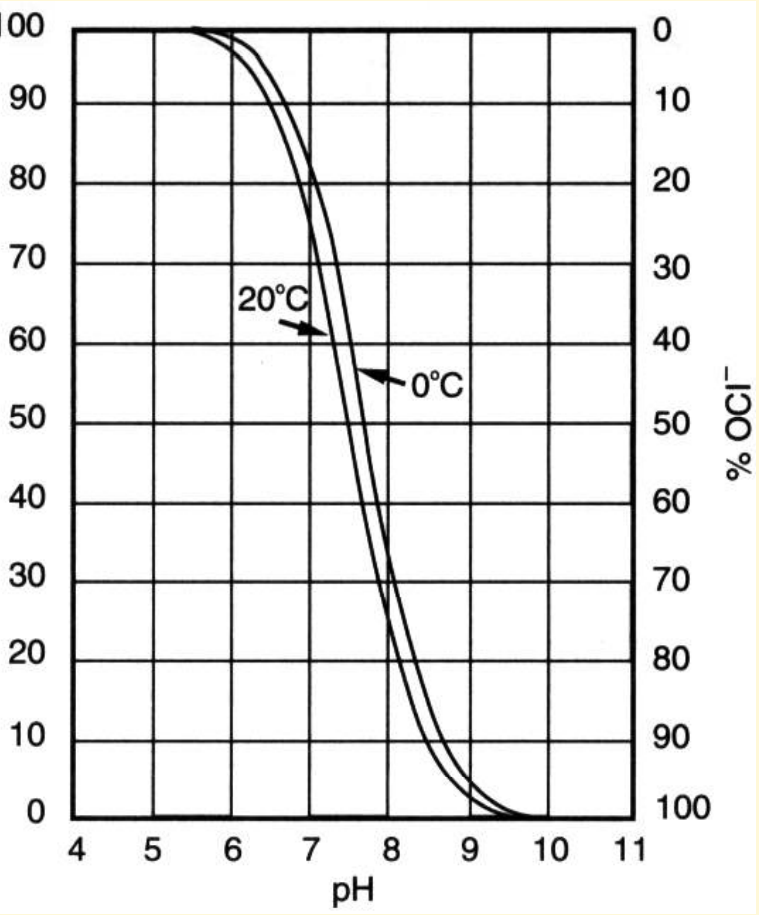
$$HCl \rightarrow Cl^- + H^+ \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

أشكال الكلور المتبقى

حمض الهيبوكلورز HOCl أحد شكلين من أشكال الكلور الحر المتبقى ، وهو الأكثر فاعلية في عملية التطهير وعند تحلله كما في المعادلة (2) السابقة ينتج أيون الهيبوكلوريت OCl^- وهو الشكل الثانى من أشكال الكلور الحر المتبقي ، وتأثيره في عملية التطهير تعادل 1٪ فقط من تأثير

الشكل	فاعلية الكلور مقارنة بحمض الهيبوكلورز
HOCl	1
OCl –	1/100
NCl3	-
NHCl2	1/80
NH2CL	1/150

تأثير PH علي التفاعل



عند أس هيدروجيني 6.7 تكون النسبة :

20٪ ملح هيبوكلوريت + 80٪ حمض هيبوكلوروز

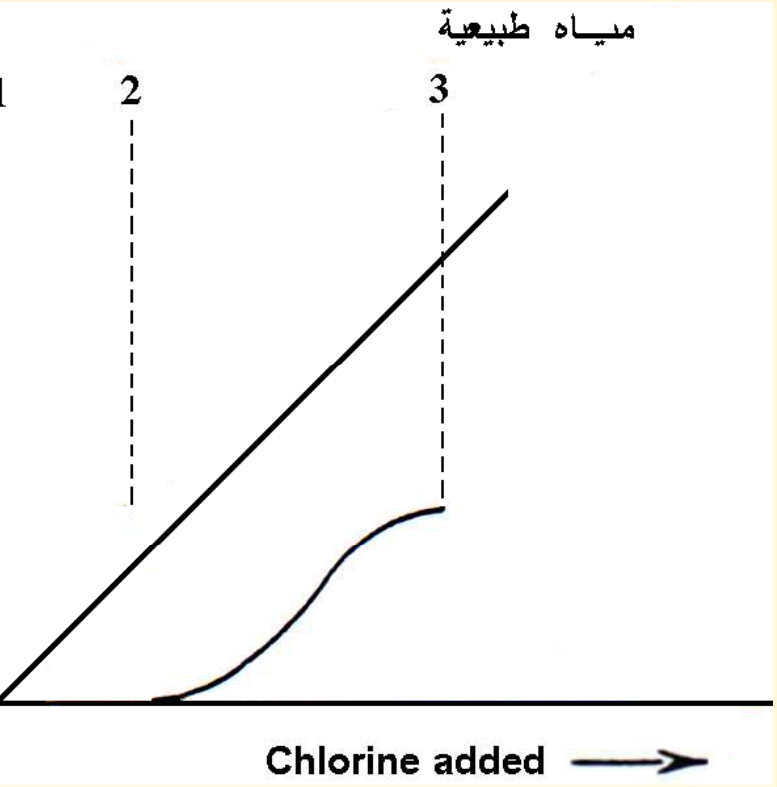
عند أس هيدروجيني 7.3 تكون النسبة:

40٪ ملح هيبوكلوريت + 60٪ حمض هيبوكلوروز

عند أس هيدروجيني 8.3 تكون النسبة:

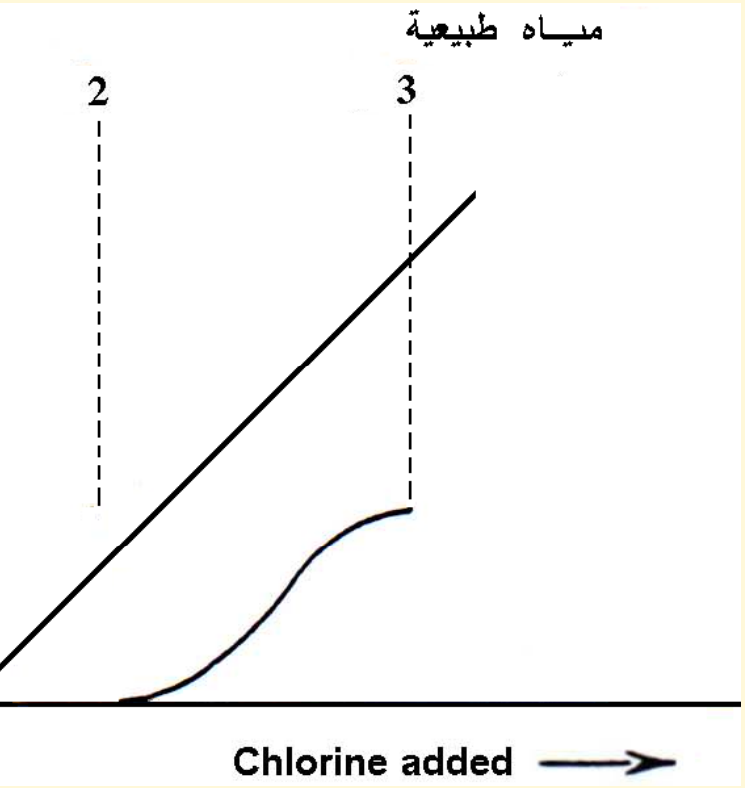
80٪ ملح هيبوكلوريت + 20٪ حمض هيبوكلوروز

نظرية عمل الكلور تابع



أما بالنسبة للمياه الطبيعية فكما نعلم ان بها مواد ذائبة وشوائب عالقة وبالتالى فان تفاعل الكلور مع تلك المواد والشوائب سيتداخل ويؤثر على كمية الكلور المتبقى الحر كنتيجة لذلك.

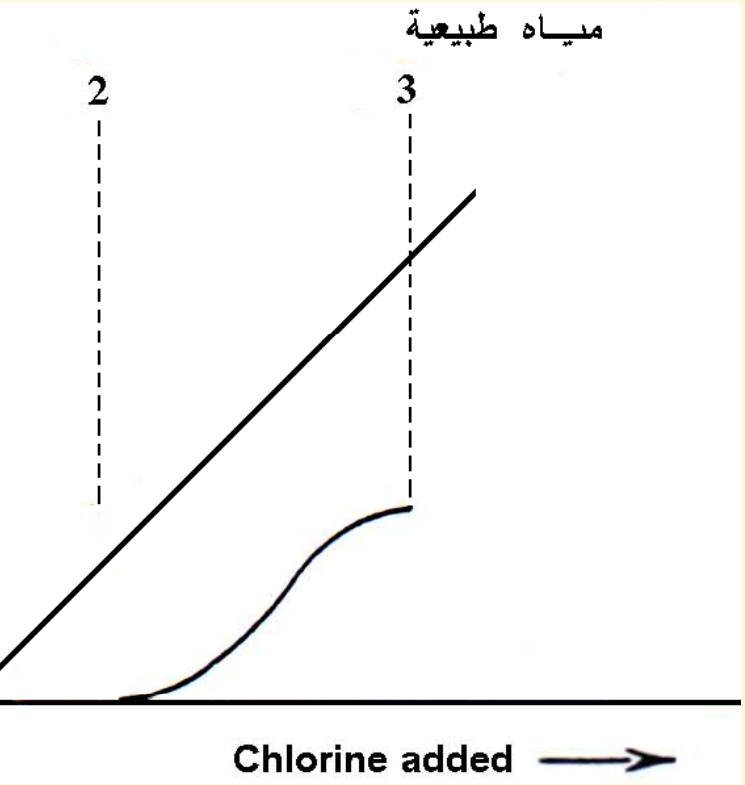
نظرية عمل الكلور تابع



المسافة بين النقطتين 1 ، 2 الكلور المضاف يتحد مباشرة مع الحديد ، المنجنيز والنيتريت كمواد مختزلة ولا يظهر تبعاً لذلك أي كلور متبقي حتى يتم الانتهاء من أكسدة كل تلك المواد بواسطة الكلور .

باستمرار إضافة الكلور نلاحظ انه على امتداد المسافة بين النقطتين 2 ، 3 يبدأ الكلور في التفاعل مع الأمونيا والمادة العضوية ليشكل مركب الكلورامين ، والمركبات الكلورو-عضوية وهذه النواتج من أشكال الكلور وتعرف بالكلور المتبقى المتحد

نظرية عمل الكلور تابع

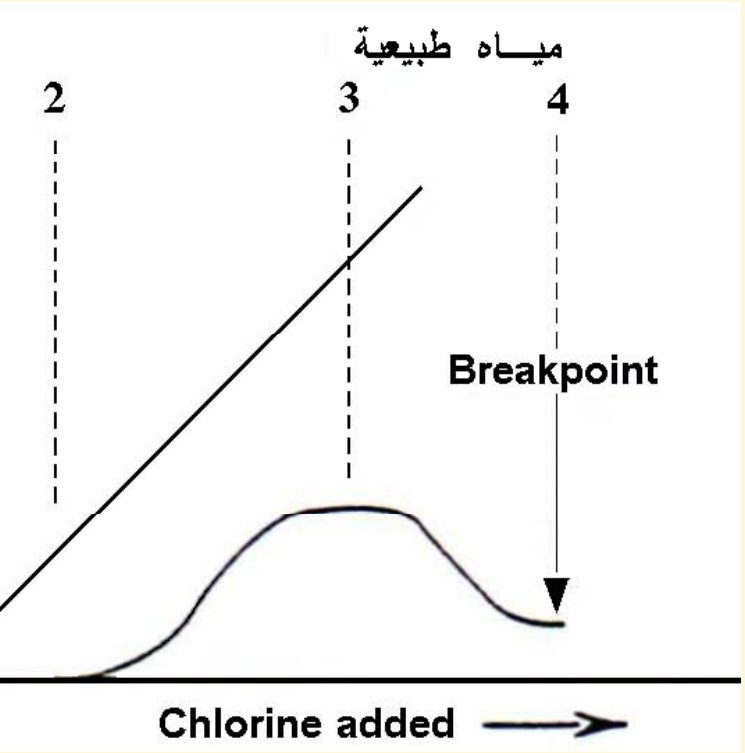


وفيما بين النقطتين 2 ، 3 غالبا يكون أحادى الكلورامين هو شكل الكلور المتبقى كناتج التفاعل:

أمونيا + حمض الهيبوكلورز ← أحادى الكلورامين + ماء

$NH_3 + HOCl \rightarrow NH_2Cl + H_2O \quad (pH > 7)$ ..... (4)

نظرية عمل الكلور تابع



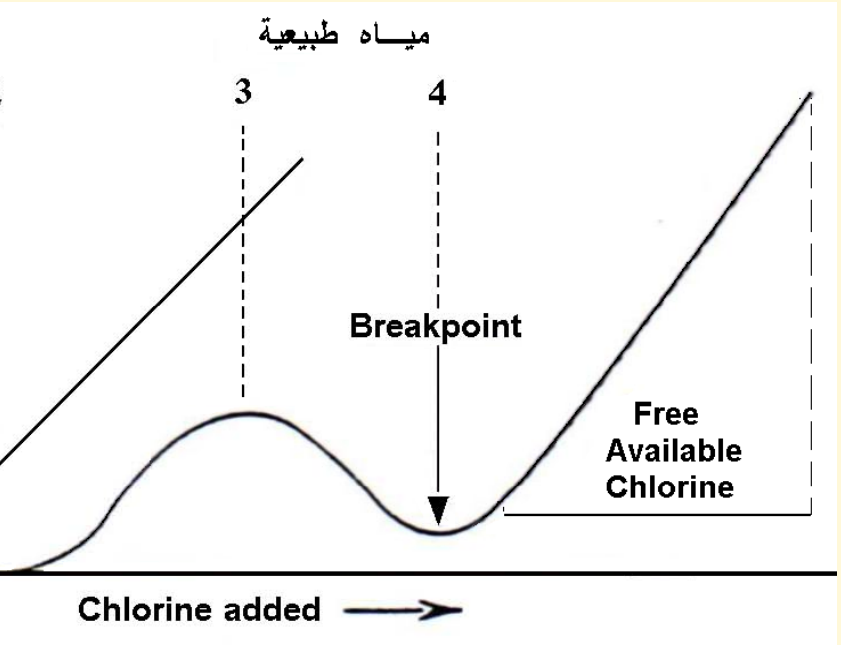
يبدأ الكلور المتبقى من النقطة 3 حتى النقطة 4 في الانخفاض وذلك كنتيجة لبدأ أكسدة مركبات أحادى الكلورامين إلى مركبات ثاني وثالث الكلورامين أو حتى تمام الأكسدة وتكون غاز النيتروجين .

ويوضح ذلك التفاعلات التالية:

$Cl + HOCl \rightarrow NHCl_2 + H_2O \quad (4 < pH < 6)\ldots\ldots (5)$

$Cl_2 + HOCl \rightarrow NCl_3 + H_2O \quad (pH < 3)\ldots\ldots (6)$

نظرية عمل الكلور تابع



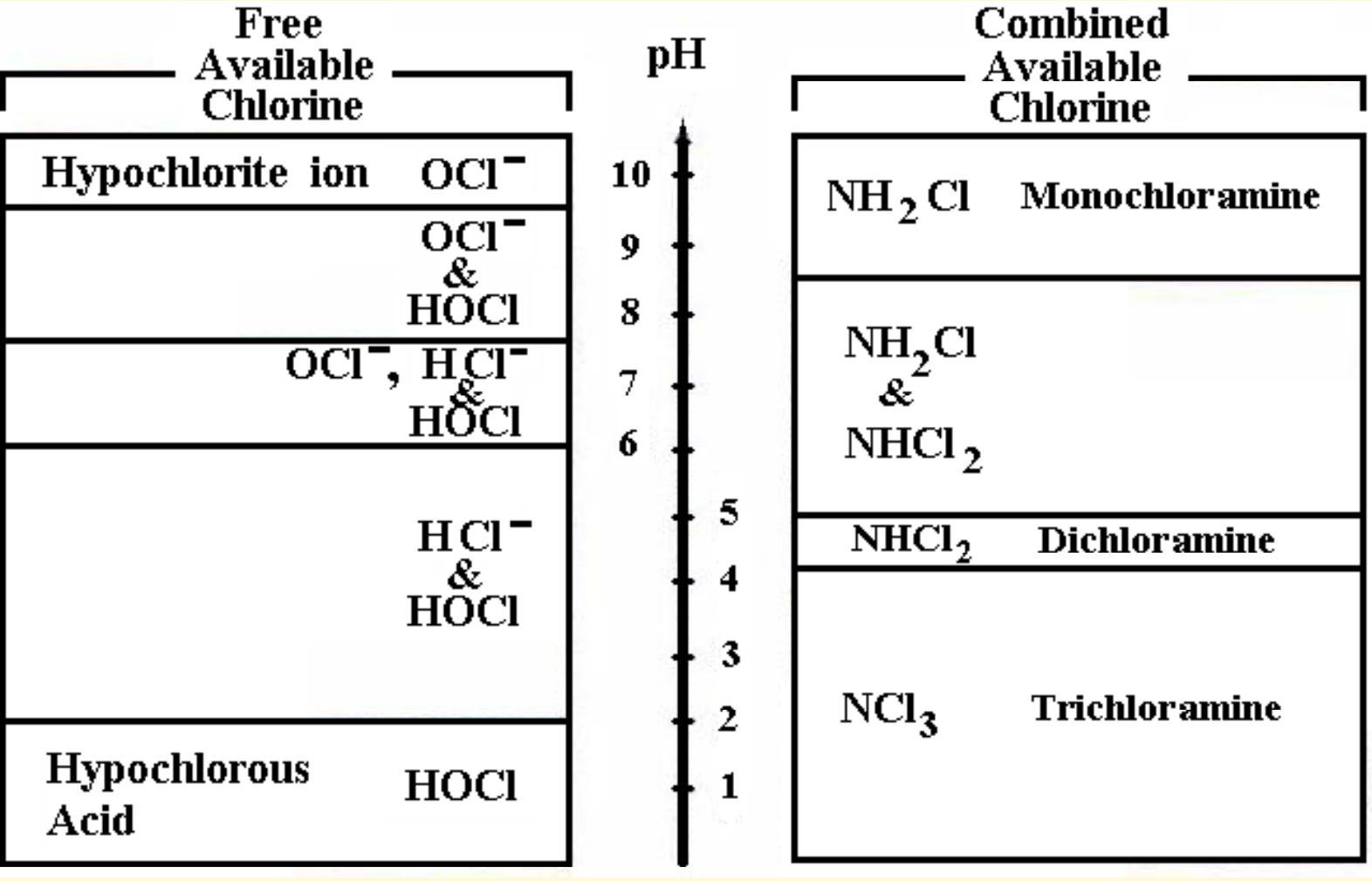
النقطة 4 هى أدنى قيمة يصل لها الكلور وتعرف بأسم " **نقطة الانكسار** " . ثم يبدأ بعدها ظهور كلور حر متبقي ويزيد بزيادة جرعة الكلور المضافة

تذكر ان

قيمة الكلور الحر المتبقى يجب ان تمثل 85 – 90 ٪ من مجموع الكلور المتبقى (حر + متحد) بالمياه المعالجة.

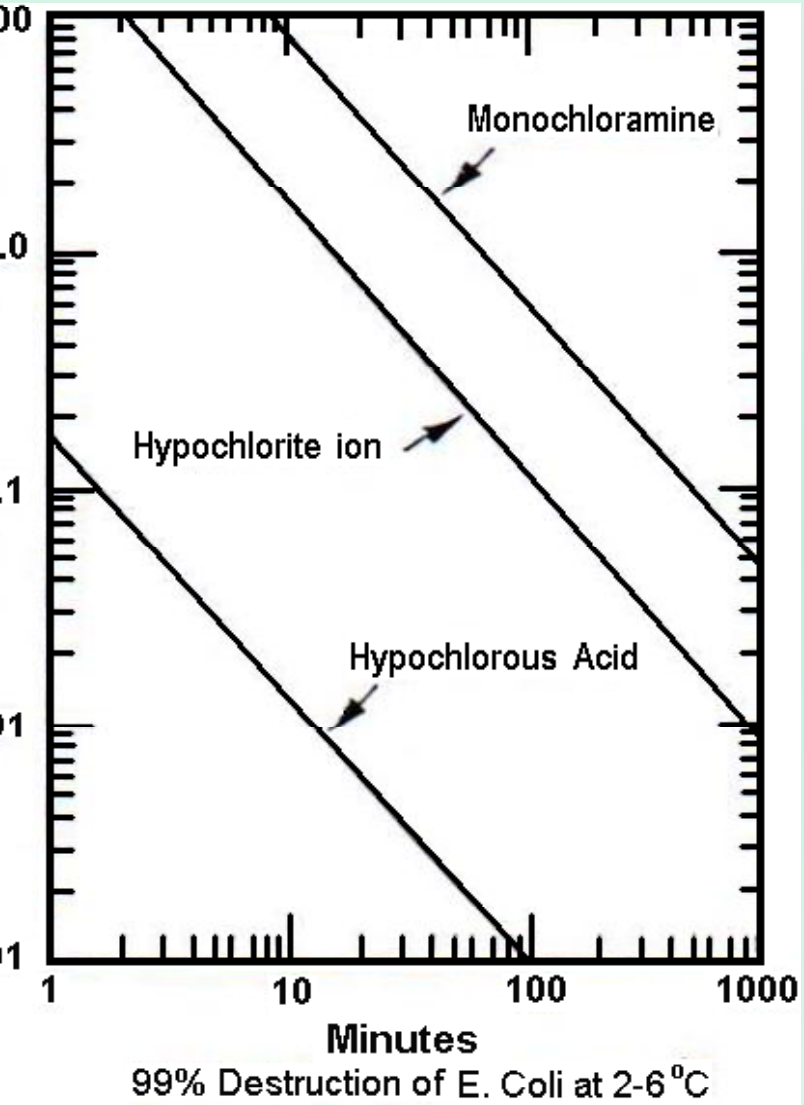
الكلور المتبقى المتحد يمثل مركبات ثنائي وثلاثى الكلورامين والمركبات الكلورو- عضوية (as THM).

علاقة pH بأشكال الكلور المحتمل تواجدها بالمياه المعالجة .



العوامل المؤثرة في عملية التطهير (فاعلية الكلور)

1- جرعة الكلور
2- مدة التفاعل بين الكلور والماء (فترة التلامس)
3- درجة الحرارة
4- درجة تركيز أيون الهيدروجين
5- عكارة الماء
6- قلوية وحامضية الماء
7- وجود المركبات الآزوتية في الماء
8- وجود مركبات الحديد والمنجنيز
9- نوع وعدد البكتريا المراد القضاء عليها
10- طرق إضافة الكلور



99% Destruction of E. Coli at 2-6 °C

الشكل يوضح العلاقة بين الوقت اللازم لقتل بكتريا E-coli بنسبة 99٪ عند درجة حرارة 2-6°م ،وبين نوع الكلور المتبقى بالماء.

استخدام الكلورامين لتطهير المياه

وهو ما يسمي أحيانا *Chloramination* وفي هذه الحالة يضاف النشادر (الأمونيا) إلى الماء قبل إضافة الكلور وتكون جرعة النشادر حوالي 0.06 جزء في المليون ، بينما تكون جرعة الكلور حوالي 0.25 جزء في المليون ، ويضاف النشادر بأجهزة خاصة تسمي *Amoniators*

وهذه الطريقة تتميز بالآتي :-

=الحد من توليد الطعم والرائح
الماء .

=كفاءة عالية في التطهير .

=يستمر تأثير الكلور مدة طويلة

=توفير في جرعة الكلور

=عدم تهيج الجلد والعين من الكلو
لا يوجد خطورة عند الخطأ في ال
بإضافة جرعات عالية من الكلورا

إضافة الكلور

يتم إضافة الكلور للمياه بإحدى طريقتين :

- إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائد .
- إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المعملية الدقيق

أولاً:إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائدة

والمقصود بذلك إضافة الكلور بجرعات زائدة عن حد
الطلب ,وبهذا نضمن الحصول علي كفاءة وفاعلية عالية
لعملية التطهير وممكن أن نضطر إلى ذلك في حاله
الطوارئ أو إذا ما كان هناك شك في حدوث تلوث
بكتيري لمصدر المياه (أثناء الحرب مثلا) . أو انتشار
وباء معين (مثل الكوليرا).

وتتميز هذه الطريقة بالآتي:-

- كفاءة وفاعلية عالية لتأثير الكلور علي البكتريا .
- أكسدة الكلور للمواد العضوية التي قد تتواجد في الماء .
- الحد من الطعم والرائحة التي قد توجد في الماء .
- إبادة الكائنات الحية الدقيقة التي تقاوم الجرعات العا
  للكلور ، علي انه يلزم إزالة الكلور الزائد بعد التأكد من ت
  قتل الكلور للبكتريا .

طرق إزالة الكلور الزائد

1-إضافة ثاني أكسيد الكبريت :

$$O_2 + H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$$

2-إضافة ثيوسلفات الصوديوم :

$$Na_2S_2O_3 + Cl_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2\,NaCl$$

3-إضافة كبريتيت الصوديوم :

$$Na_2SO_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2\,HCl$$

4 -**تخزين الماء** في أحواض مكشوفة لمدة ثلاث أو أربع ساعات قبل الاستعمال

5- **ترشيح الماء** في طبقة من الكربون المنشط الذي يمتص الكلور الزائد

6- **مزج المياه** المضاف إليها جرعات عالية من الكلور بمياه لم يضاف إليها الكلور فتتعادلان.

ثانياً: إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المعملية

" تحديد احتياج الكلور "

يحسب احتياج الكلور بأنه الفرق بين كمية الكلور المستخدم والكلور المتبقي في المياه عند نهاية فترة التلامس .

المصطلحات الفنية الخاصة بالكلور

الكلور المستهلك :-

هو الفرق بين كمية المضافة للماء وكمية الكلور المتبقي (الحر والمتحد) في الماء بعد انتهاء فترة التلامس .

جرعة الكلور :-

هى اقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفى للقضاء على الكائنات الحية ، وينتج عنها كلور متبقي فى حدود معينة (0.2 ملجم /لتر ماء).

أماكن إضافة الكلور في محطات التنقية

أ- إضافة الكلور المبدئي Prechlorination

ب- إضافة الكلور النهائي Postchlorination

جـ- إضافة الكلور في اكثر من موقع Multiple Chlorination

المناقشة

س1 : ما هى العوامل المؤثرة على عملية التطهير ؟

جـ1-العوامل المؤثرة على عملية التطهير هى:-

1-جرعة الكلور
2-مدة التفاعل بين الكلور والماء (فترة التلامس)
3-درجة الحرارة
4-درجة تركيز أيون الهيدروجين
5-عكارة الماء
6-قلوية وحامضية الماء
7-وجود المركبات الآزوتية في الماء
8-وجود مركبات الحديد والمنجنيز
9-نوع وعدد البكتريا المراد القضاء عليها
10- طرق إضافة الكلور

المناقشة

س2 : ما هى الطرق المتبعة عند إضافة الكلور للمياه الخ
؟

حـ2- يتم إضافة الكلور للمياه بإحدى طريقتين :

- إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائد
- إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المعملية الدقيقة

المناقشة

س3 : ما الفرق بين جرعة الكلور والكلور المستهلك ؟

جـ3:

الكلور المستهلك :-

هو الفرق بين كمية المضافة للماء وكمية الكلور المتبقي (الحر والمتحد) في الماء بعد انتهاء فترة التلامس.

جرعة الكلور :-

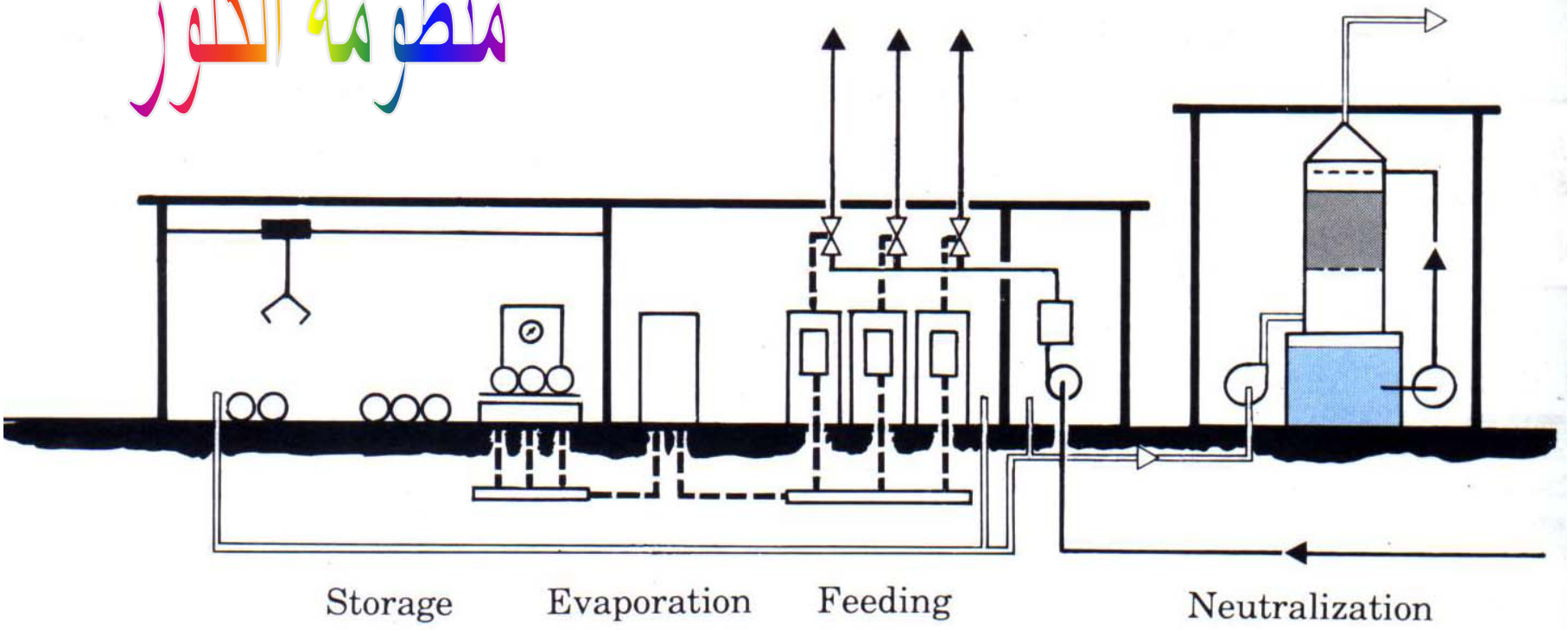
هى اقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفى للقضاء على الكائنات الحية ، وينتج عنها كلور متبقي فى حدود معينة (0.2 ملجم /لتر ماء).

الباب الثانى

منظومة الكلور

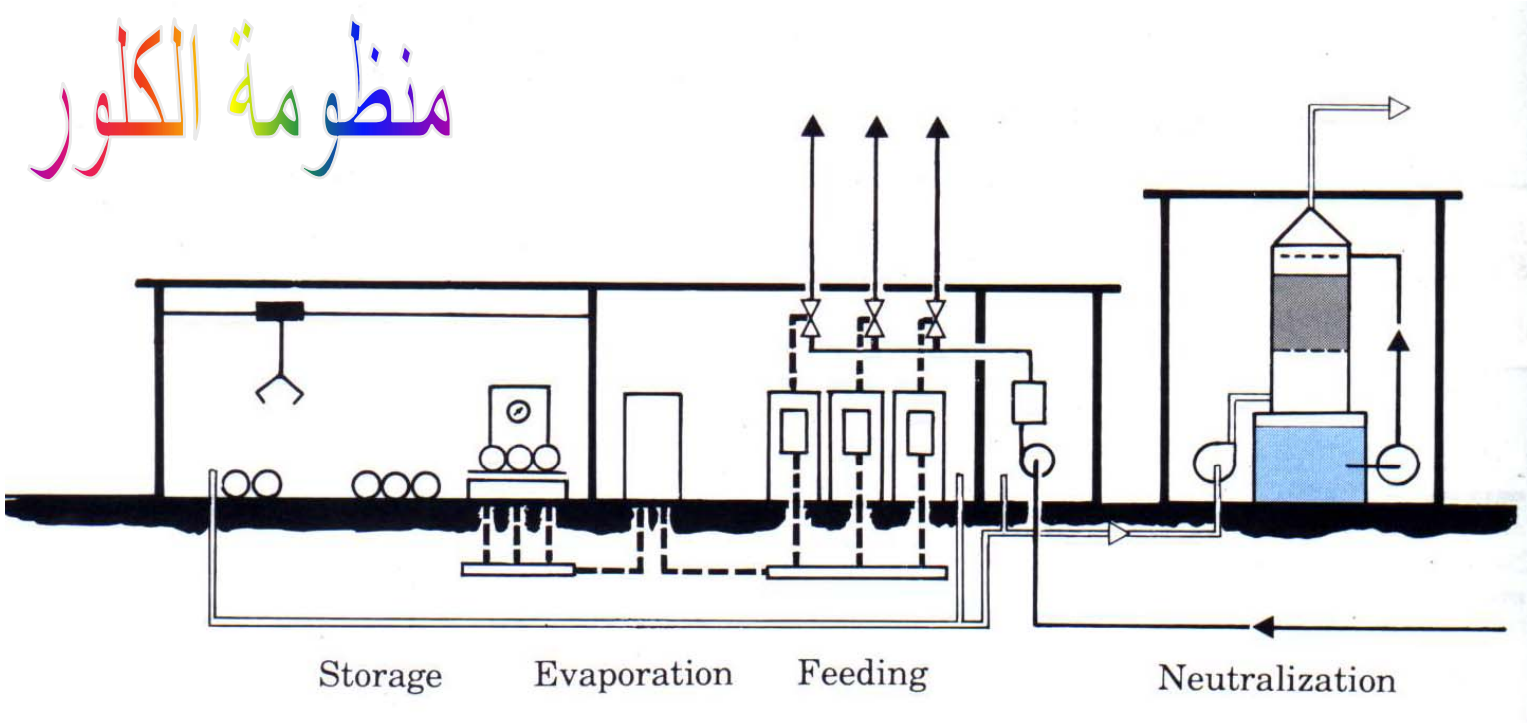
منظومة الكلور

منظومة الكلور



الباب الثانى

منظومة الكلور



وكما هو واضح من الرسم التخطيطي أن مكونات النظام تشمل :-

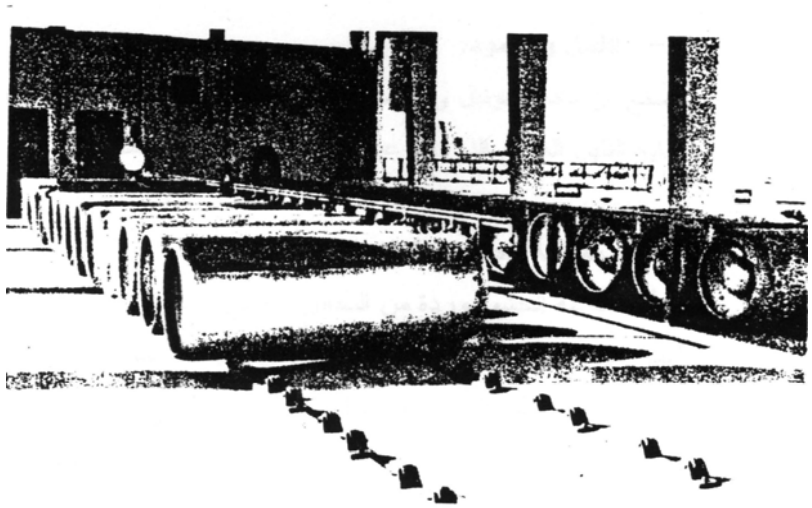
1. مخزن اسطوانات الكلور .
2. غرفة الأجهزة .
3. غرفة التعادل .
4. خطوط الكلور حتى نقاط الحقن .

الباب الثاني (الفصل الأول)
عنبر أسطوانات الكلور
(المخـــــــــزن)

الهدف من الفصل :

بعد الانتهاء من الفصل يمكن للمتدرب أن يتعرف علي أسطوانات الكلور والكيفية التى يتم بها نقلها وتوصيلها بخطوط التغذية ، وتعليمات الأمان بالمخزن

عنبر أسطوانات الكلور
(المخزن)



يحتوي عنبر اسطوانات الكلور علي الآتي :

- أسطوانات الكلور ومعدات النقل والوزن
- خطوط التغذية وملحقاتها
- مراوح التهوية
- حساسات تسرب الكلور

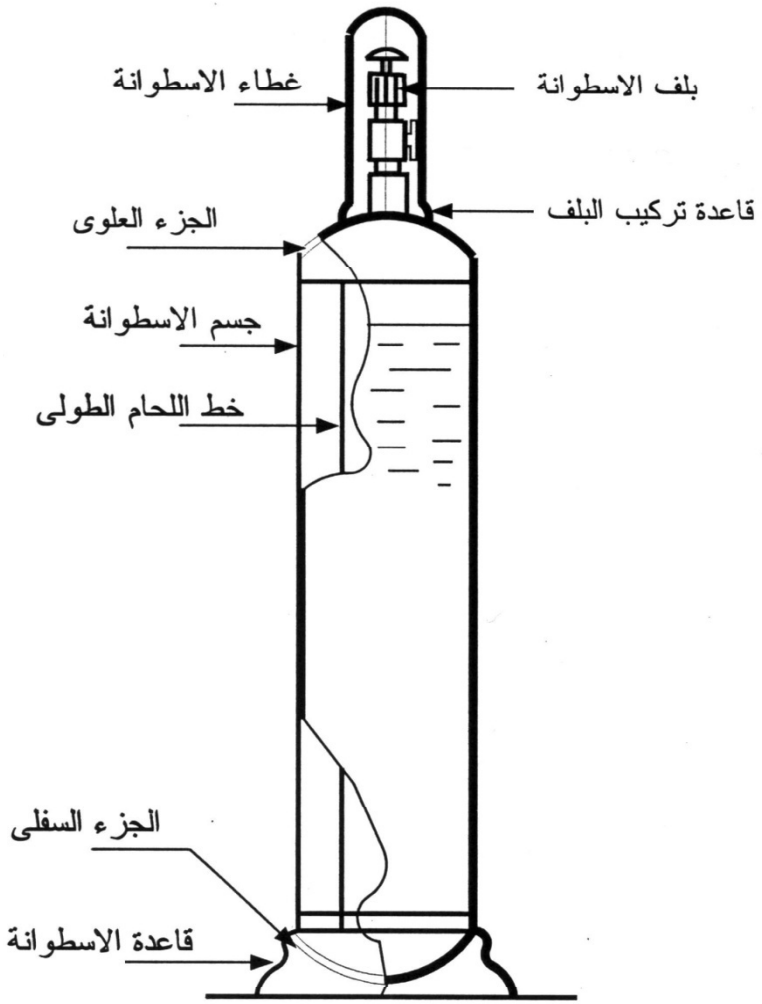
(أ) أسطوانات الكلور –و معدات النقل والوزن

غالبا يتم شحن الكلور فى أسطوانات سعة واحد طن (800كجم) ، وأسطوانات سعة 50 كجم . وتحتوي أي منهما على كلور سائل مضغوط يتحول إلى الغاز عند استخدام الصمام العلوي بالنسبة للأسطوانات سعة واحد طن.

أولاً:الأسطوانات سعة 50 كجم

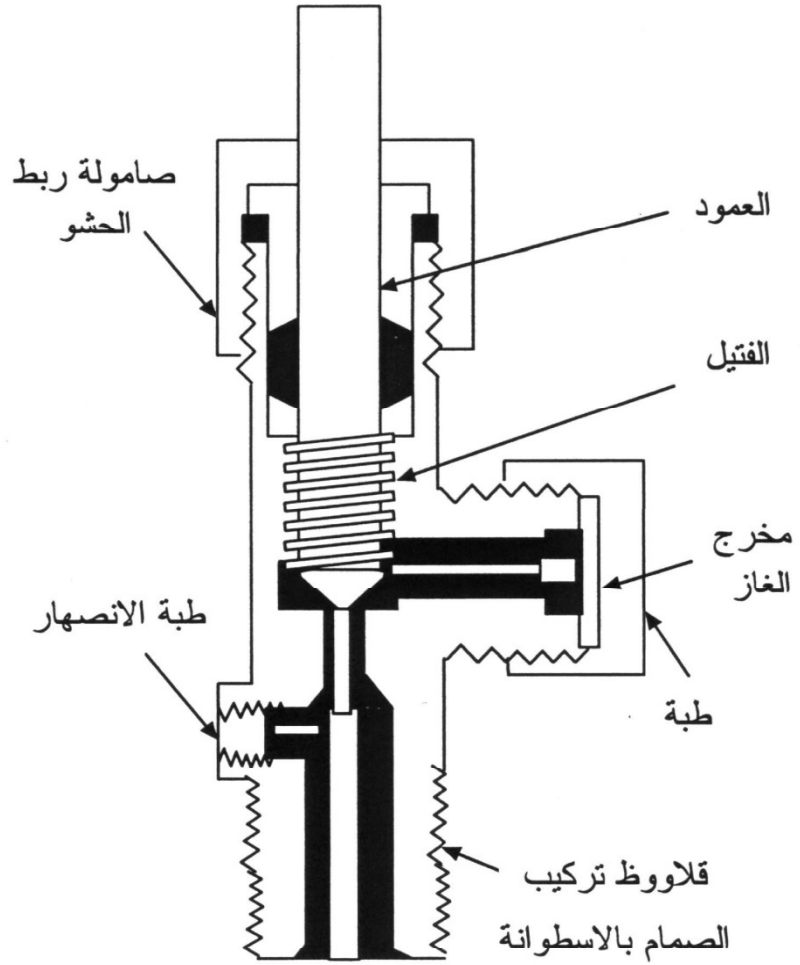
تصنع اسطوانات الكلور سعة 50 كجم من الصلب وتزود بصمام خاص وغطاء واقي لحماية الصمام من الصدمات.

الأسطوانات سعة 50 كجم



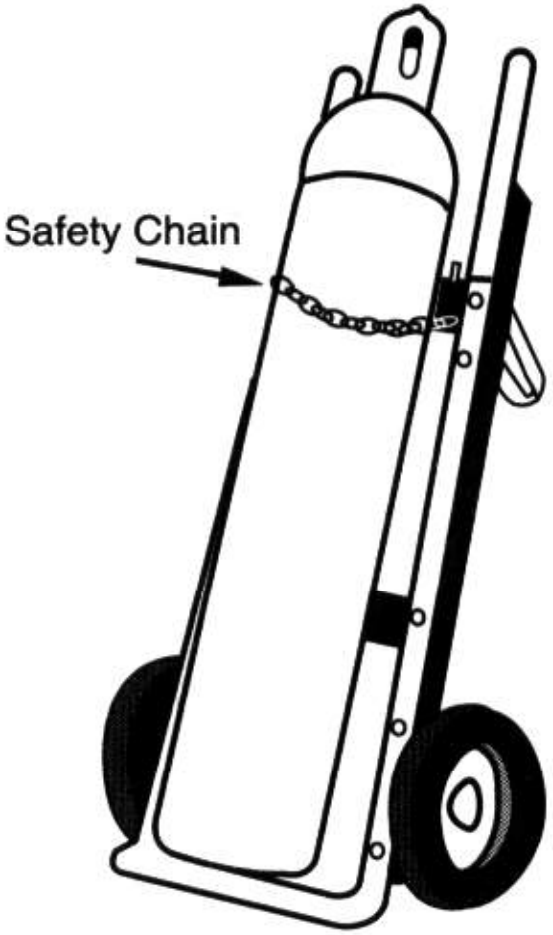
تصنع اسطوانات الكلور سعة 50 كجم من الصلب وتزود بصمام خاص وغطاء واقي لحماية الصمام من الصدمات.

صمام(محبس) اسطوانة كلور سعة 50 كجم



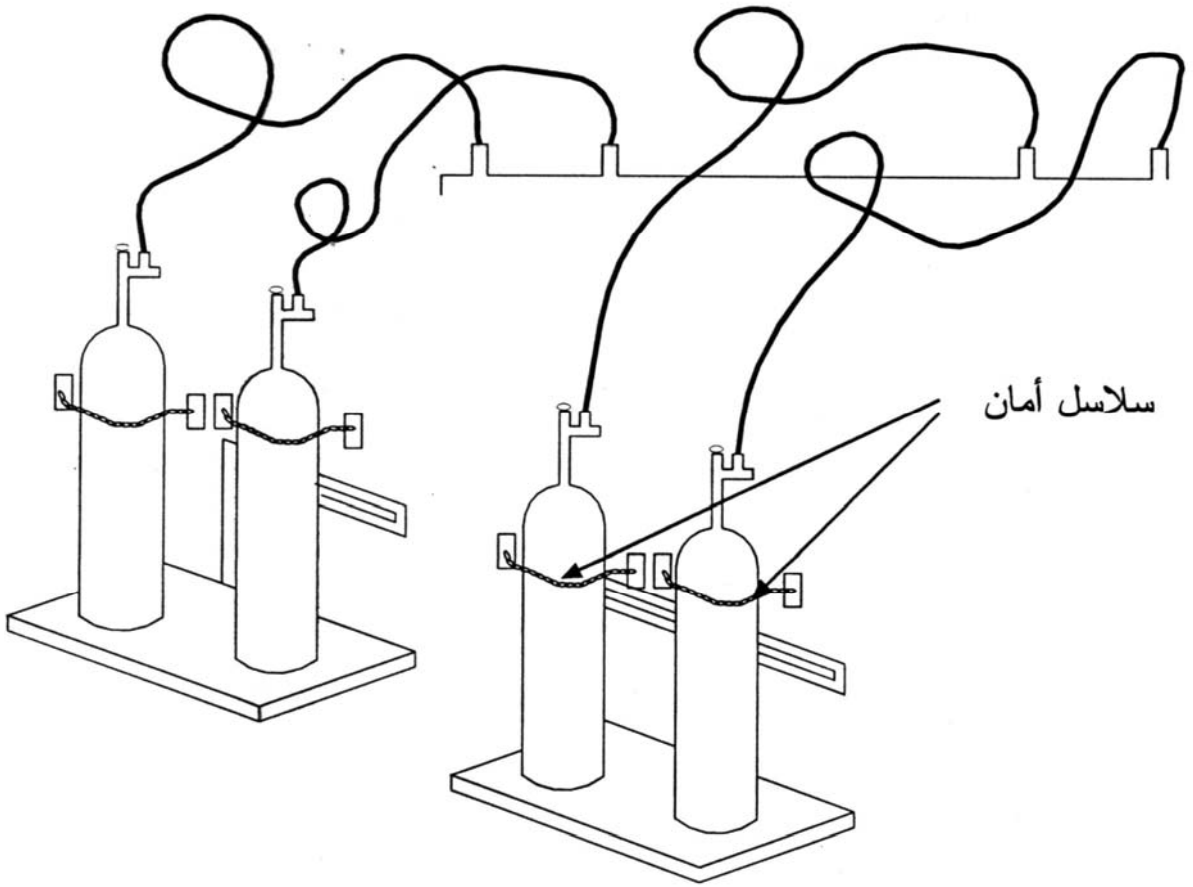
وتصنع الصمامات القياسية التى تزود بها أسطوانات الكلور من النحاس الأصفر ، ويصنع ساق الصمام من معدن الالمونيل (سبائك نيكل) . وتزود تلك الصمامات بسدادة (طبة) معدنية قابلة للانصهار بحيث ينصهر عند درجة حرارة 70-75°م لتحرير الضغط الزائد عند الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة.

تداول وتخزين الاسطوانات سعة 50 كجم

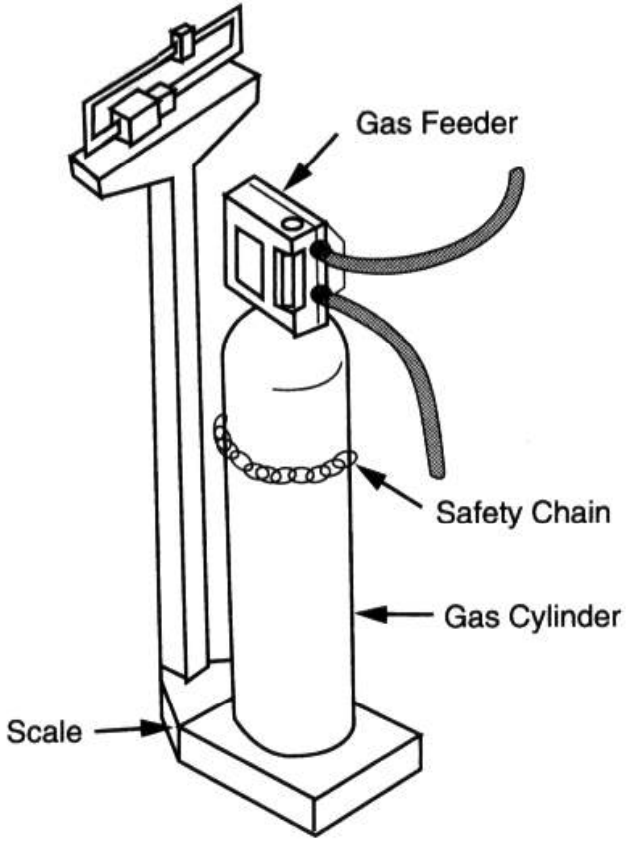


عند نقل أو تحميل أسطوانات
الكلور سعة 50 كجم ينبغي
تأمينها وعدم تركها تسقط أو
تصطدم بالأسطوانات الأخرى
ويستخدم لذلك عربة جر
يدويه بعجل وسلسلة أمان

تثبيت الاسطوانات بالسلاسل حماية لها من السقوط

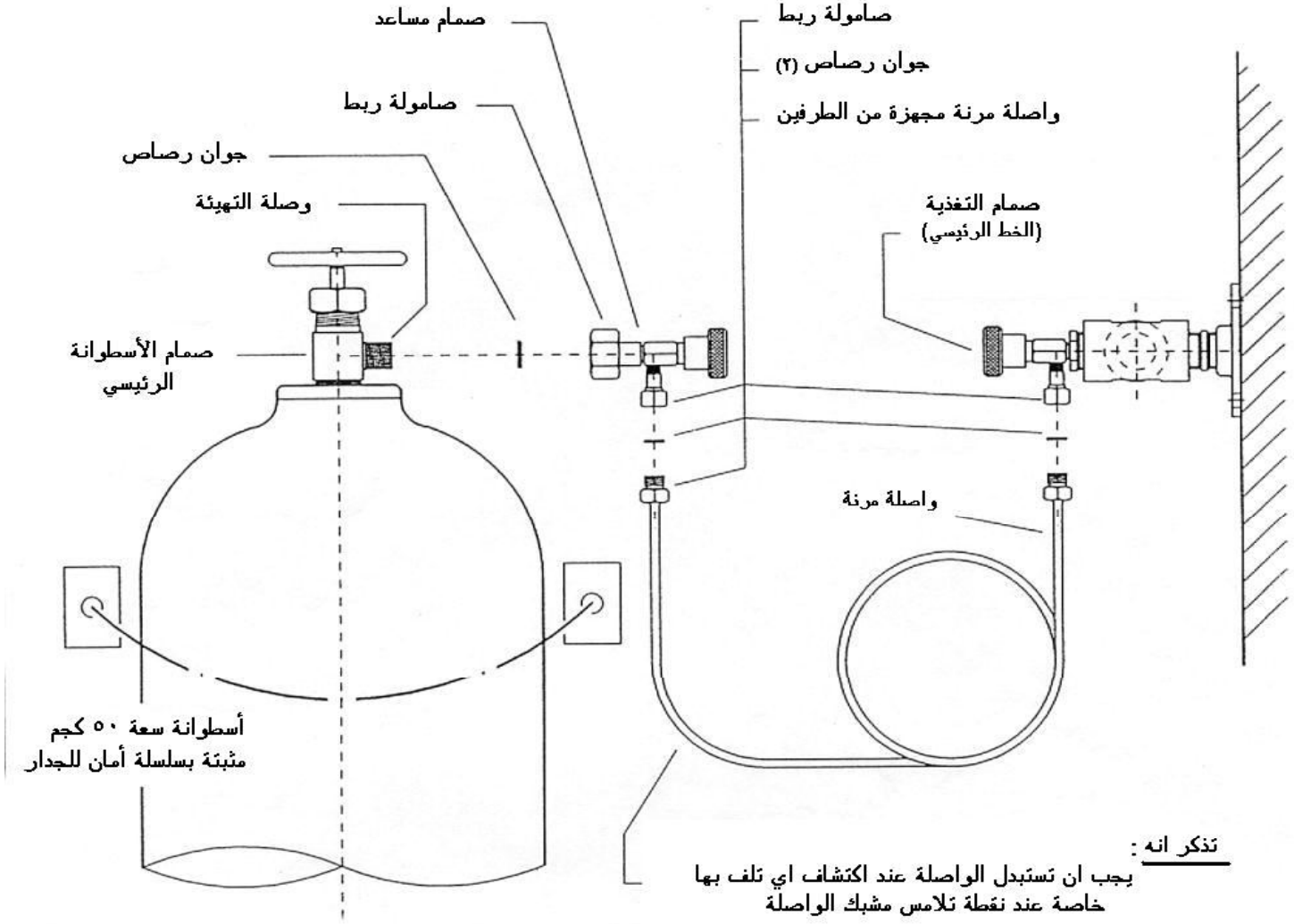


موازيين الأسطوانة سعة 50 كجم



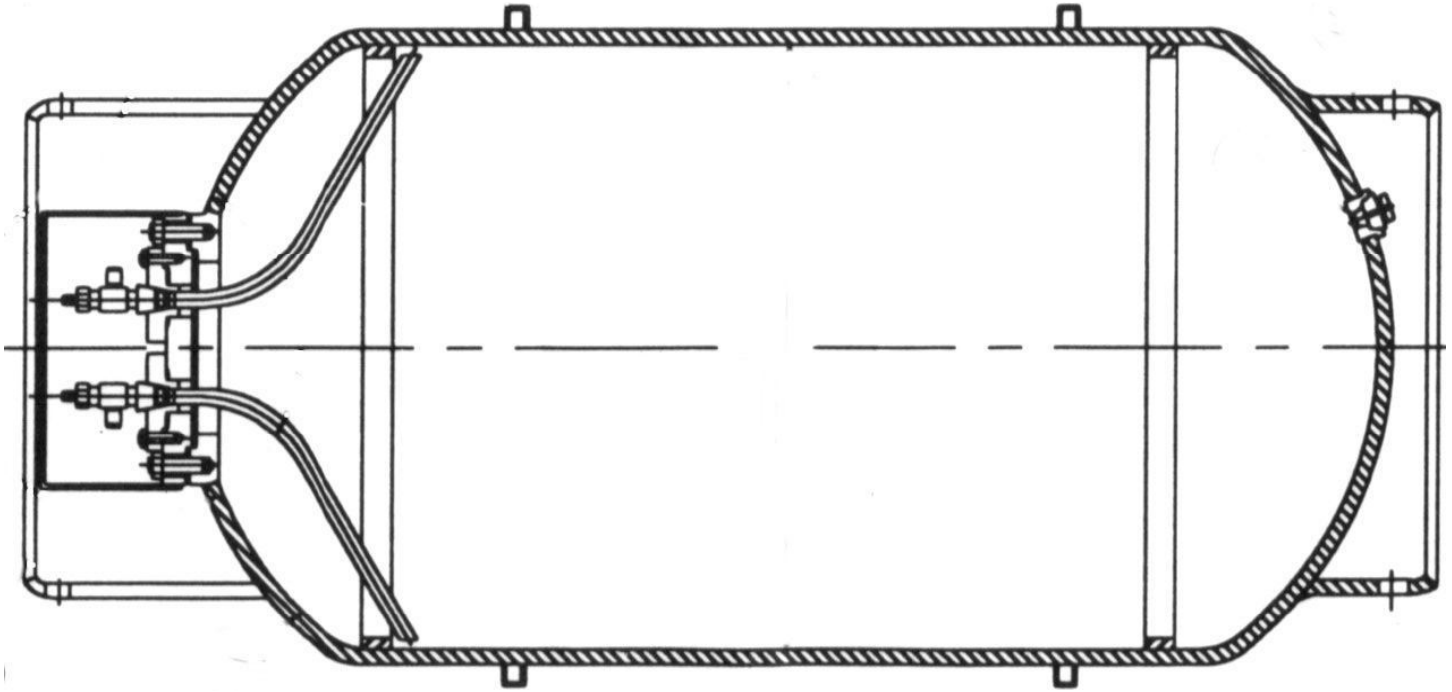
توجد عدة أنواع من الموازيين بغرض وزن الأسطوانة قبل الاستخدام وبعده كنوع من المراقبة والتسجيل والتأكد من تفريغ الأسطوانة للحد المطلوب.

توصيل الأسطوانات سعة 50 كجم



إن الطريقة المثلى لعمل توصيلات بصمام اسطوانة كلور سعة 50 كجم تكون باستخدام : قفيز (مشبك ماسك) ، واصلة ضبط (تهيئة) ، جوان من الرصاص ، وصمام احتياطى.

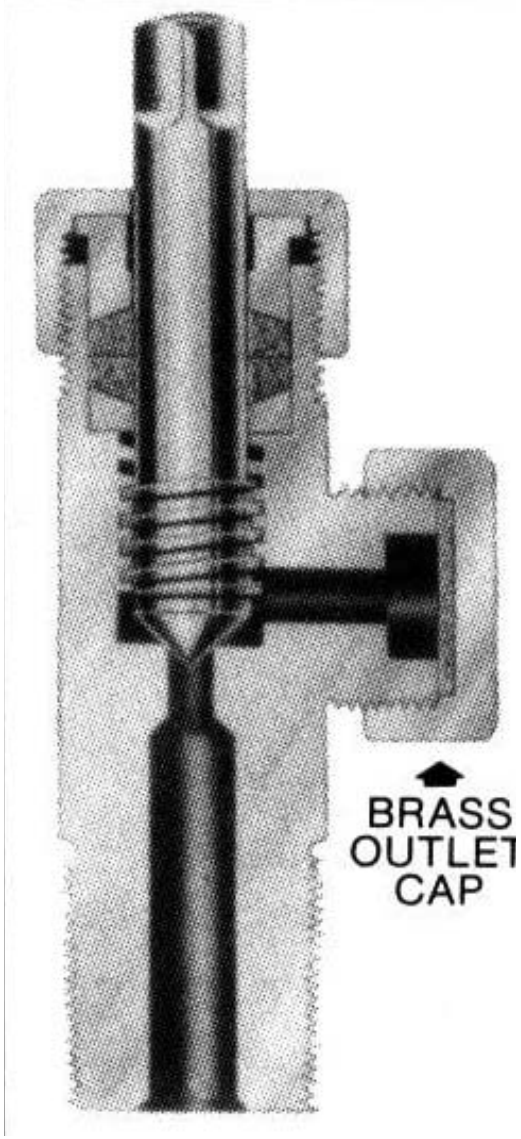
ثانيا: الأسطوانات سعة واحد طن



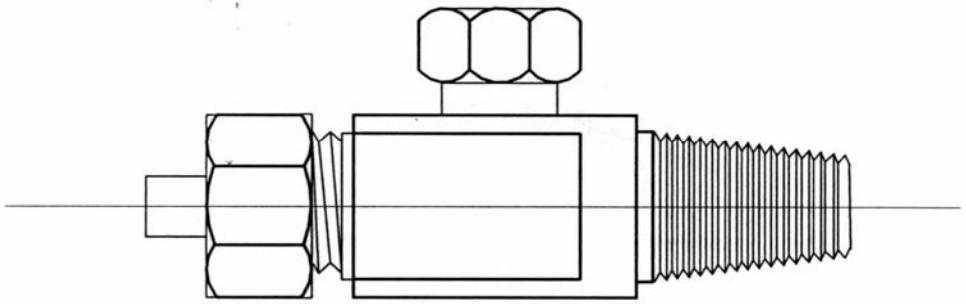
تصنع الأسطوانة سعة واحد طن من الصلب سمك 13مم ، وتحاط الأسطوانة بإطارين من الحديد لحماية جسم الأسطوانة من الارتطام بالأرض . كما يوجد إطار آخر يحول بلفي الأسطوانة للحفاظ عليهما أثناء النقل والتداول ، وعدد 6 طبات أمان (ثلاثة بكل جانب)، ولها صمامان

APR 6 2004

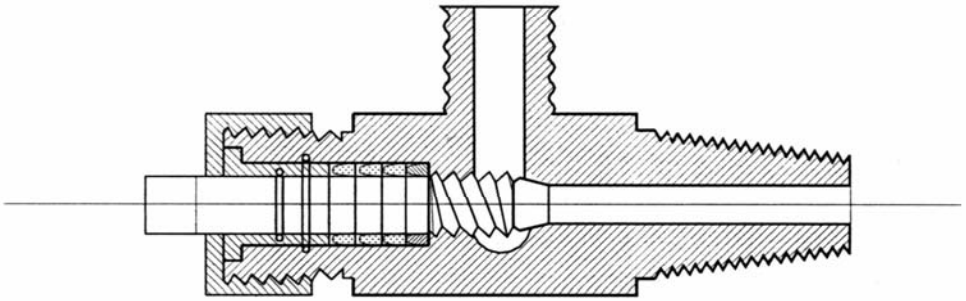
محابس أسطوانة الكلور سعة واحد طن



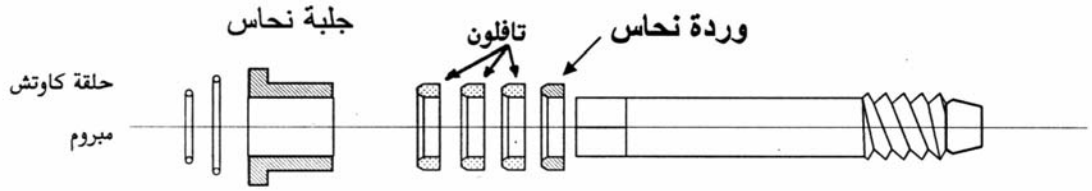
يعتبر محبس اسطوانة الكلور أهم جزء في الاسطوانة لأنة يمثل صمام الأمان الأول في نظام الكلور



بلف اسطوانة كلور كامل



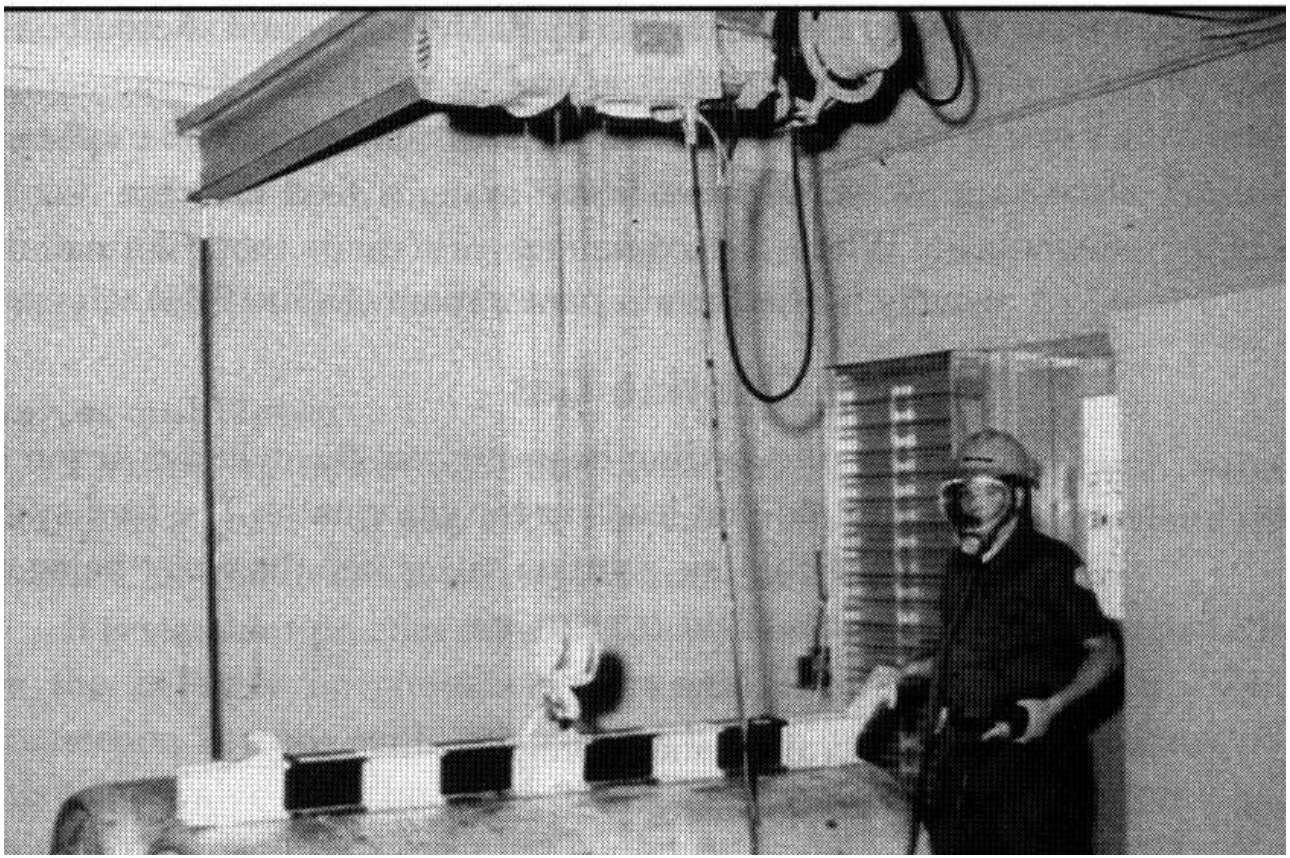
قطاع كامل فى بلف اسطوانة الكلور



مكونات فتيل بلف اسطوانة الكلور

FORCE F
APR 6 2004

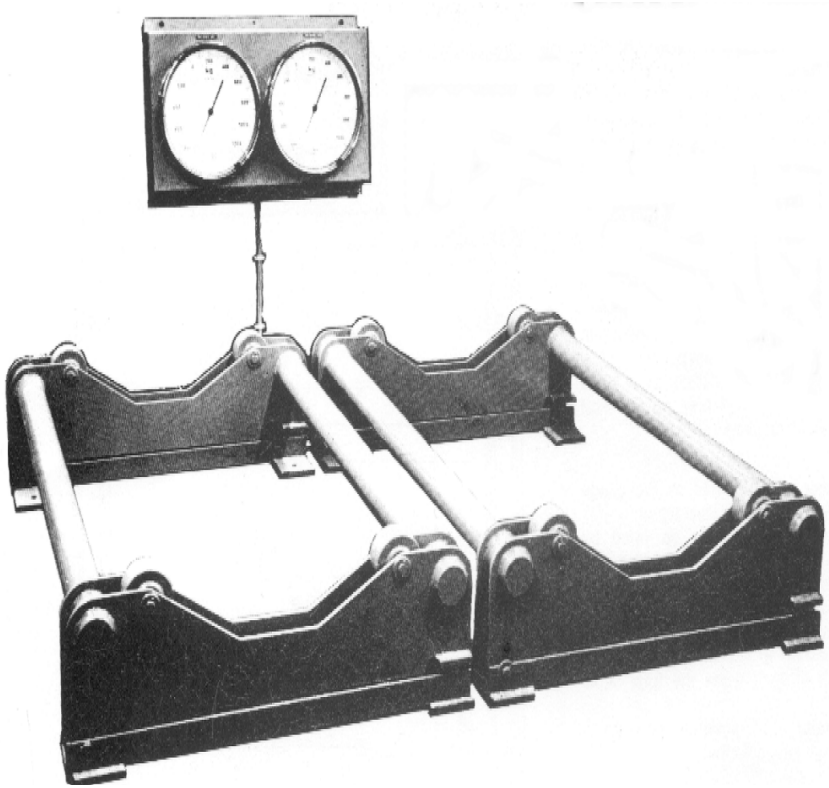
تداول وتخزين الاسطوانات سعة واحد طن



يتم تحريك ونقل هذه الأسطوانات بواسطة قضيب متين ورافعة(ونـش ذو قدرة لا تقل عن 2 طن)

موازيين الأسطوانات سعة 1 طن

موازيين الأسطوانات سعة 1 طن



توجد عدة أنواع من الموازيين بغرض وزن الأسطوانة قبل وبعد الاستخدام كنوع من المراقبة والتسجيل والتأكد من تفريغ الأسطوانة للحد المطلوب.

DANGER
CHLORINE TANK
STORAGE
APR 6 2004

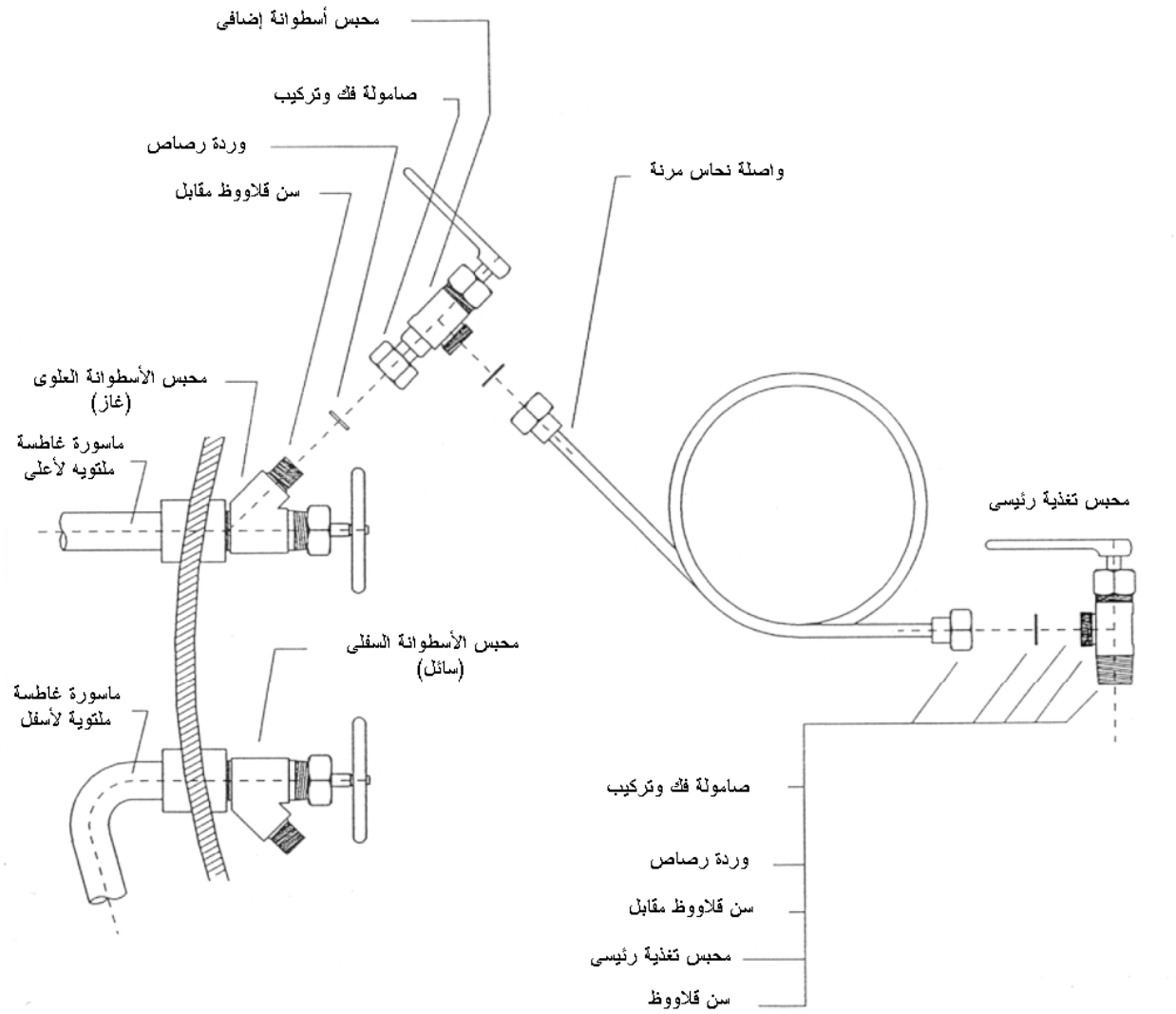
2 TON
APR 6 2004

APR 6 2004

APR 6 2004

MAR 10 2004

توصيل الأسطوانات سعة 1 طن



تتكون السربنتينة (أنبوب التوصيل) من ماسورة من النحاس الأحمر المنكل بقطر خارجى 12مم وداخلى 10مم وطولها لا يقل عن متر ، وليس بها أي اختناق يمنع مرور الغاز من خلالها.

سعة التخزين

بفرض ان محطة مياه ما : معدل سحب المياه العكرة لها 11000 م^3/يوم ،ومعدل تصرف المياه الرائقة 10000 م^3/يوم ، وتحدد لها جرعة كلور مبدئى 6 جم/ م^3،وجرعة كلور نهائى 2 جم/ م^3 . أحسب السعة التخزينية اللازمة لتلك المحطة ؟ (عدد أسطوانات الكلور التى تكفي لفترة تشغيل أسبوعين).

سعة التخزين

∴ **كمية الكلور اللازمة / يوم** = كمية المياه العكرة / يوم × جرعة الكلور المبدئي + كمية المياه المرشحة / يوم × جرعة الكلور النهائى

= 11000 × 6 + 10000 × 2

= 86 كجم كلور

∴ عدد أسطوانات الكلور = كمية الكلور اللازمة / يوم × عدد أيام التشغيل / سعة الأسطوانة (كجم) = 86 × 14 / 800

= 1.5 (2 أسطوانة تقريباً)

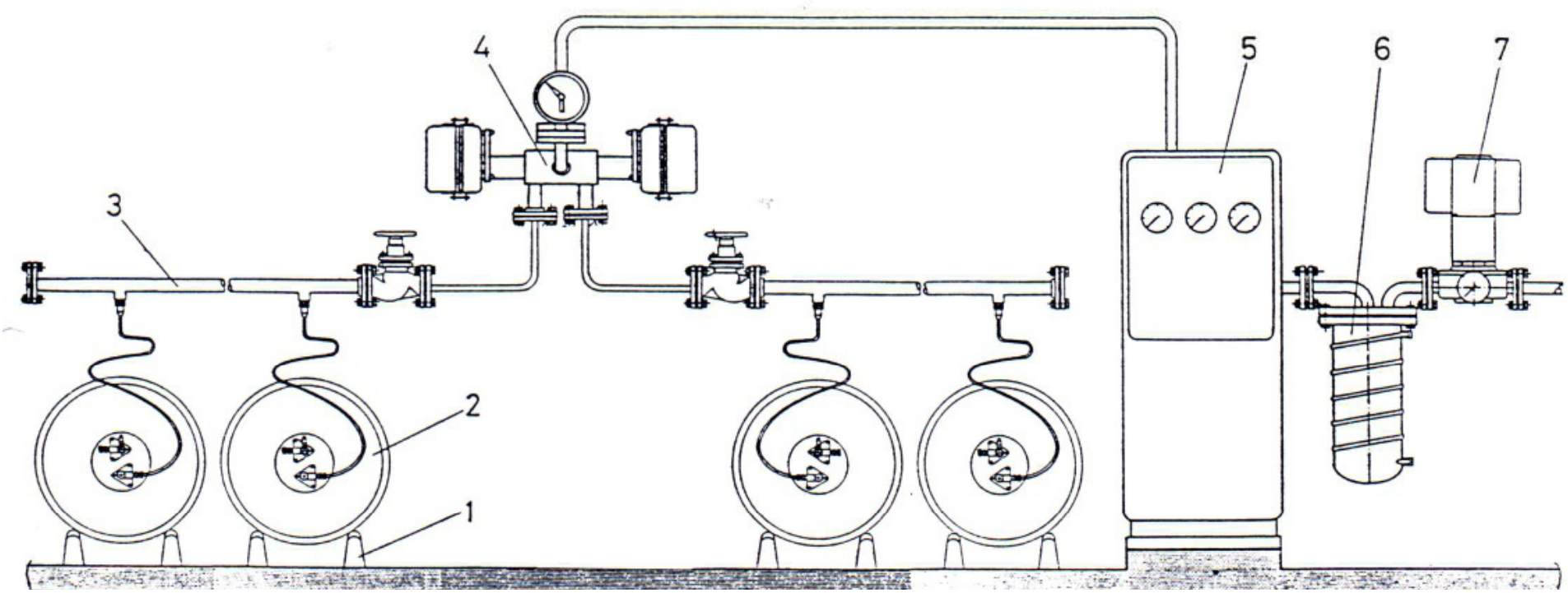
بمعنى ان : إجمالي عدد الأسطوانات اللازم لتلك المحطة هو 4 أسطوانات 2 فى التشغيل ، 2 احتياطي بصفة مستمرة .

(ب) خطوط التغذية وملحقاتها

خطوط التغذية عامة هي خطوط نقل الكلور بداية من محبس أسطوانة الكلور ، حتى نقطة حقن الكلور بخط المياه (الحاقن) ، ماره بـ(جهاز التحويل الأتوماتيكي ، المبخرات ، الفلتر ، مصيدة الرطوبة ،محبس تخفيض الضغط). وسوف نتناول فى هذا الباب الملحقات التالية:

1. **محابس الاسطوانة**
2. **جهاز التحويل الأتوماتيكي**
3. **الفلتر ومصيدة الرطوبة**
4. **محبس تخفيض الضغط**

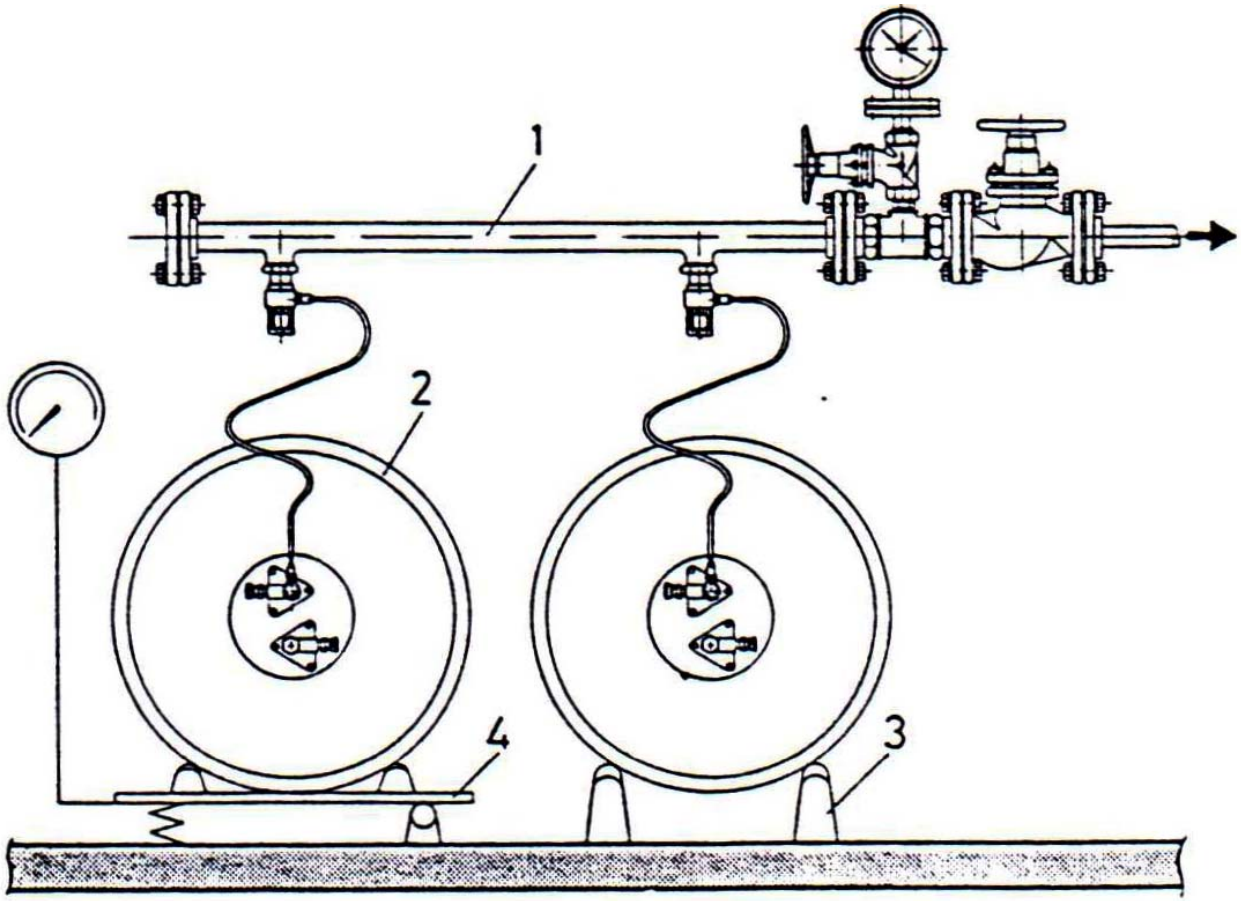
شكل يوضح ترتيب ملحقات خطوط التغذية فى النظام



(1) دعامة حاملة للأسطوانة (2) أسطوانة الكلور 1 طن (3) خط التغذية الرئيسى

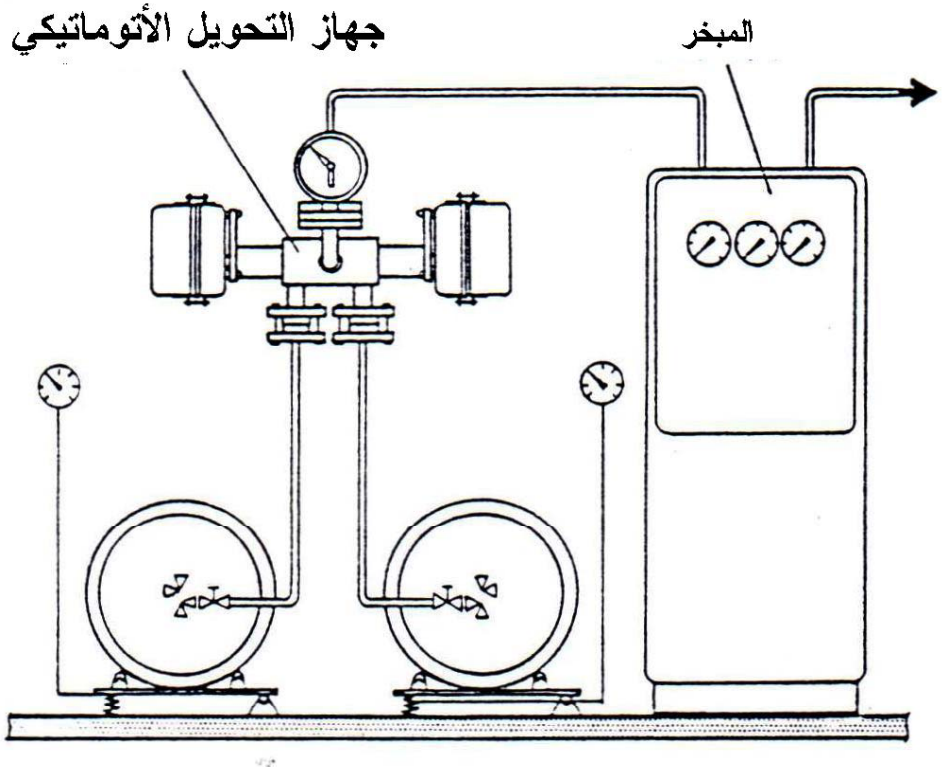
(4) جهاز التحويل الأوتوماتيكي (5) المبخر (في حالة استخدام سائل الكلور)

(6) الفلتر ومصيدة الرطوبة (7) محبس تخفيض الضغط



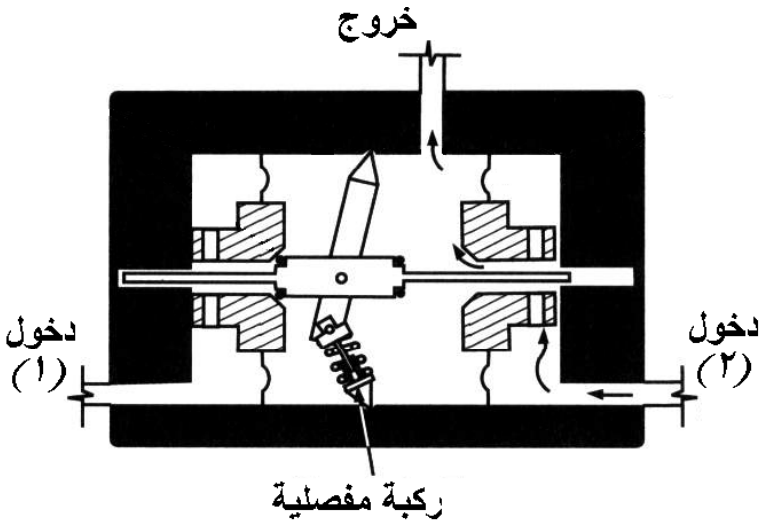
(1) خط التغذية الرئيسى
(2) أسطوانة الكلور 1 طن
(3) دعامة حاملة للأسطوانة
(4) الميزان

جهاز التحويل الأوتوماتيكي

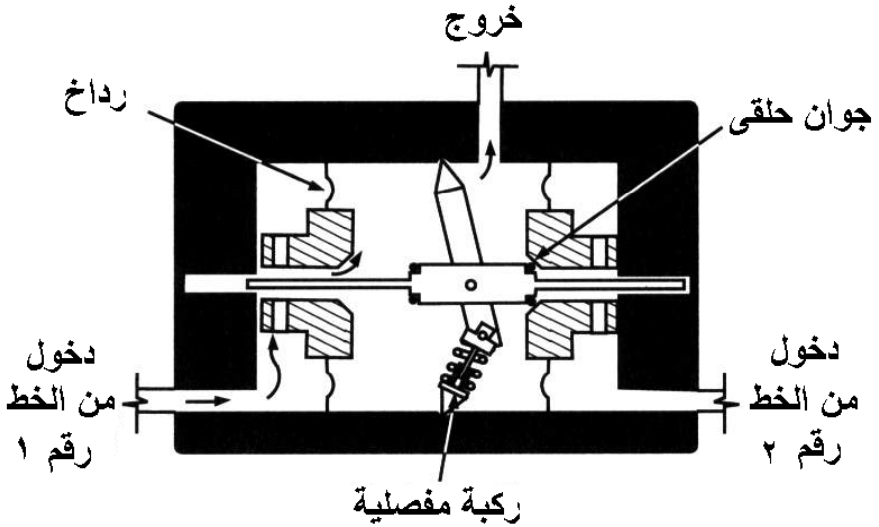


يصمم مخزن الكلور بحيث توضع الاسطوانات علي صفين كل صف له خط سحب رئيسي ،ويتم تجميع خطي سحب الكلور علي جهاز التحويل الأوتوماتيكي الذي يعمل بالكهرباء (يمكن التحكم فيه يدويا في حالة انقطاع التيار) ويقوم بدوره في التحكم في سحب الكلور من أحد الصفين عن طريق اشاره من مبين الضغط لكل صف . وذلك حتى نضمن استمرارية التشغيل دون توقف .

نموذج يوضح مكونات جهاز التحويل وطريقة عمله

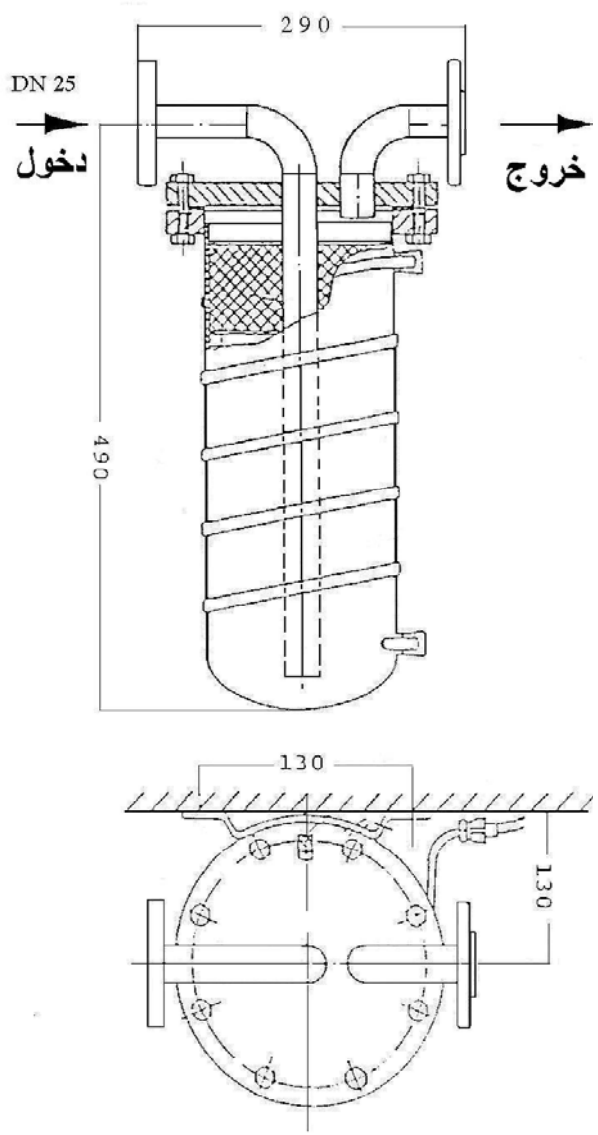


سحب الغاز من خط الأسطوانات رقم (2)



سحب الغاز من خط الأسطوانات رقم (1)

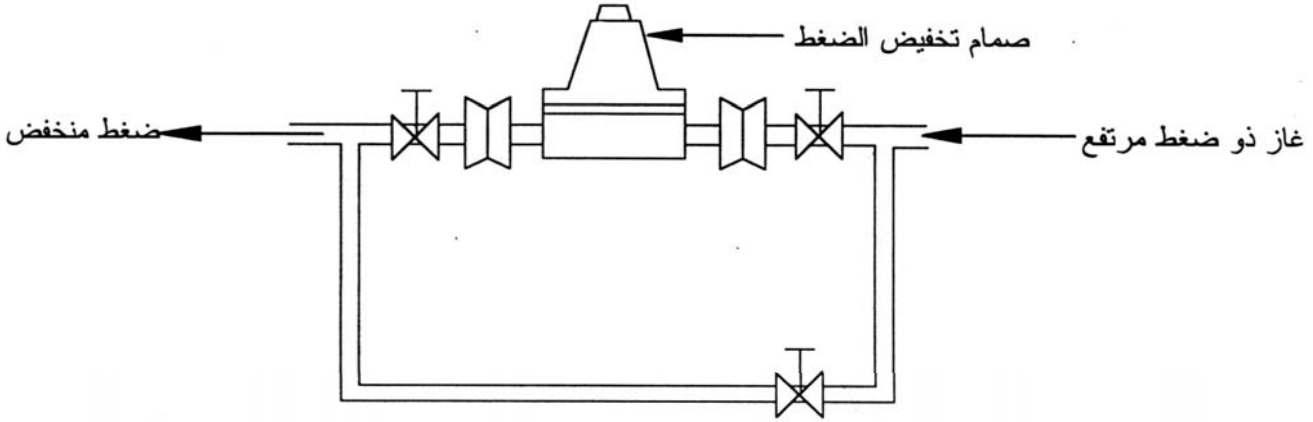
الفلتر ومصيدة الرطوبة



الفلتر ومصيدة الرطوبة عبارة عن وحدة واحدة يتم خلالها :-

1. فصل غاز الكلور المتكثف المتكون لأي سبب وتحويله إلى بخار0
2. حجز الرواسب والشوائب التي تتواجد في الاسطوانة أثناء سحب الكلور 0

محبس تخفيض الضغط



يستخدم محبس تخفيض الضغط في الحفاظ علي دخول ضغط الغاز إلى جهاز الحقن بقيمة ثابتة

(جـ) مراوح التهـ ـ ـوية

يتم تركيب عدد كافي من مراوح التهوية في مخزن الكلور وأيضا في حجرة حقن الكلور،وذلك لتغير الهواء باستمرار الذي قد يتلوث نتيجة تسريب بسيط لا يحس به نظام الأمان أو نتيجة تسريب يحدث أثناء تغيير الأسطوانات الفارغة .

(ء) حساسات تسرب الكلور

يتم تركيب عدد كافي من حساسات كشف التسرب في مخزن الكلور وحجرة أجهزة الحقن وتعمل هذه الحساسات علي تشغيل نظام الأمان عند تسرب الكلور فوق النسبة المسموح بها.

وإيقاف مراوح التهوية عن طريق إرسال إشارة إلى لوحة التحكم الكهربية .

تعليمات التشغيل والأمان الخاصة بمخزن الكلور

أولاً- تخزين الأسـطوانات:-

- عند تخزين الاسطوانة أو استخدامها يجب عدم تعرضها لأشعة الشمس المباشرة .
- يجب ترك الاسطوانات بعد وضعها علي قواعدها أثناء التغيير أو التخزين لمده زمنية قد تصل الى 8 ساعات قبل استخدامها حتى تستقر درجة حرارة الاسطوانة .
- يجب وضع الاسطوانة في مكانها الصحيح بحيث يكون محبس الاسطوانة في وضع رأسي لسهولة التشغيل والصيانة0

تعليمات التشغيل والأمان الخاصة بمخزن الكلور

تابع **أولاً- تخزين الأسـطوانات:-**

- ينبغي العلم أن الأسطوانة التي تحتوي علي أي كمية من الكلور سواء في حالته الغازية أو السائلة تمثل خطرا دائما ويجب التعامل معها بحذر وعناية .
- يجب غلق صمامات الأسطوانات الفارغة وإجراء اختبارات تسرب الكلور عليها والتأكد من أن أغطية محابس الأسطوانات و الصواميل في مكانها وقبل إرسالها الأسطوانات لإعادة ملئها .
- يجب مراعاة أن تكون أغطية حماية الصمامات للاسطوانات دائما في مكانها إلا إذا كانت الاسطوانة في حالة الاستعمال بالفعل .
- لا ينبغي دحرجة الاسطوانات أو الاعتماد عليها كدعامات أو مساند للأجسام الثقيلة أو استخدامها في أي غرض يختلف عن الغرض الأصلي.

تعليمات التشغيل والأمان الخاصة بمخزن الكلور

ثانياً- تشغيل الاسـ ـطوانات:-

- يستخدم المحبس العلوى لسحب غاز الكلور والمحبس السفلي لسحب سائل الكلور
- في حالة استخدام الكلور في حالته الغازية يجب عدم تفريغ الاسطوانة بالكامل حتى لا يتم سحب هواء رطب إلى جهاز حقن الكلور مما يسبب مشاكل بالجهاز.
- في حالة استخدام الكلور في حالته السائلة يجب عدم تفريغ الاسطوانة بالكامل حتى لا يتم سحب الشوائب المترسبة بقاع الاسطوانة .
- يجب مراعاة أن تفتح صمامات الاسطوانات ببطء ويحظر استخدام أي عدد أو مفاتيح أخرى غير تلك التي يوردها أو يعتمدها منتجو الاسطوانات .

تعليمات التشغيل والأمان الخاصة بمخزن الكلور

تابع **ثانياً- تشغيل الاسـ ـطوانات:-**

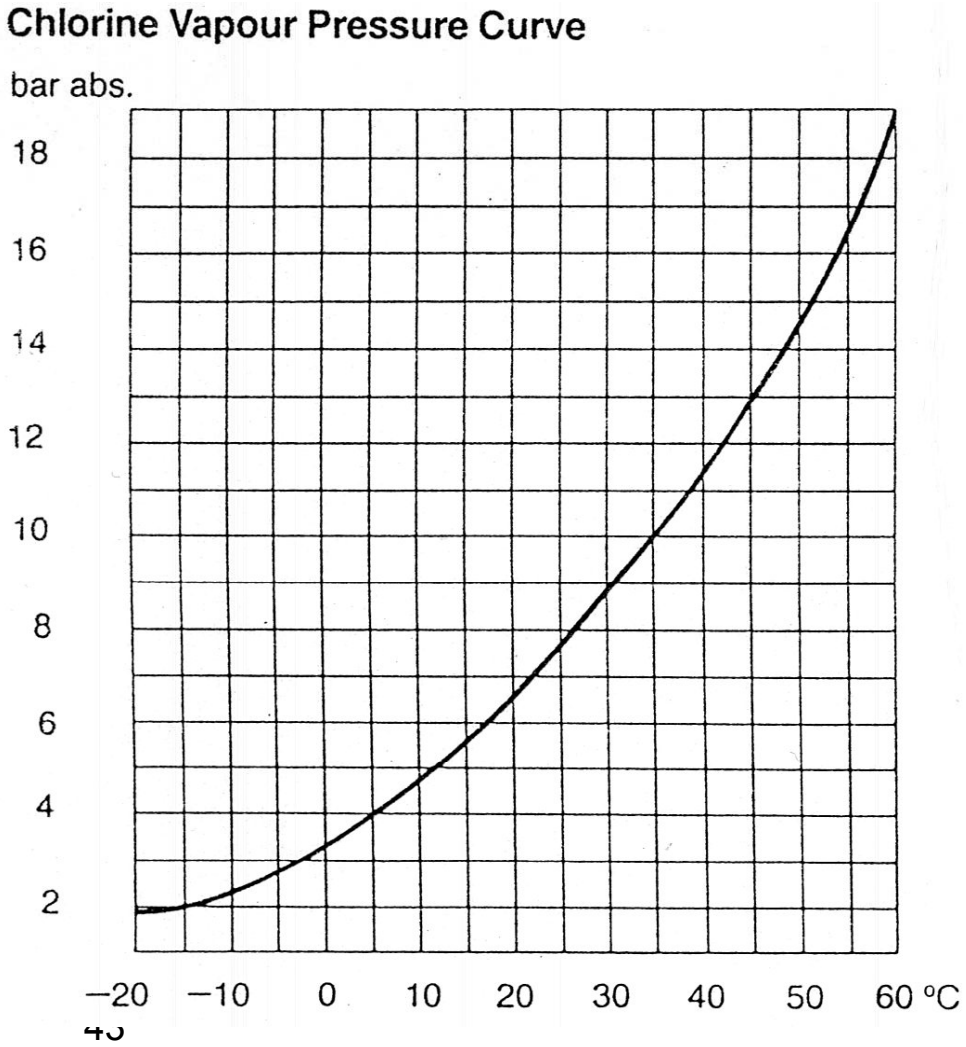
- يجب توفر معدات طوارئ لإصلاح أماكن تسرب الغاز وتشتمل هذه المعدات علي كلابات (افيزات) وجوانات تسد أماكن التسرب والصمامات التالفة ووسائل أخرى تؤدى نفس المهمة .
- يجب علي الفني المسئول عن مراقبة أجهزة الكلور أن يحتفظ بزجاجة بلاستيكية صغيرة بها محلول النشادر لتساعده علي اكتشاف مكان التسريب وعلاج الموقف قبل أن يتطور.

تعليمات التشغيل والأمان الخاصة بمخزن الكلور

ثالثاً- تجنب ظاهرة الصقيع:-

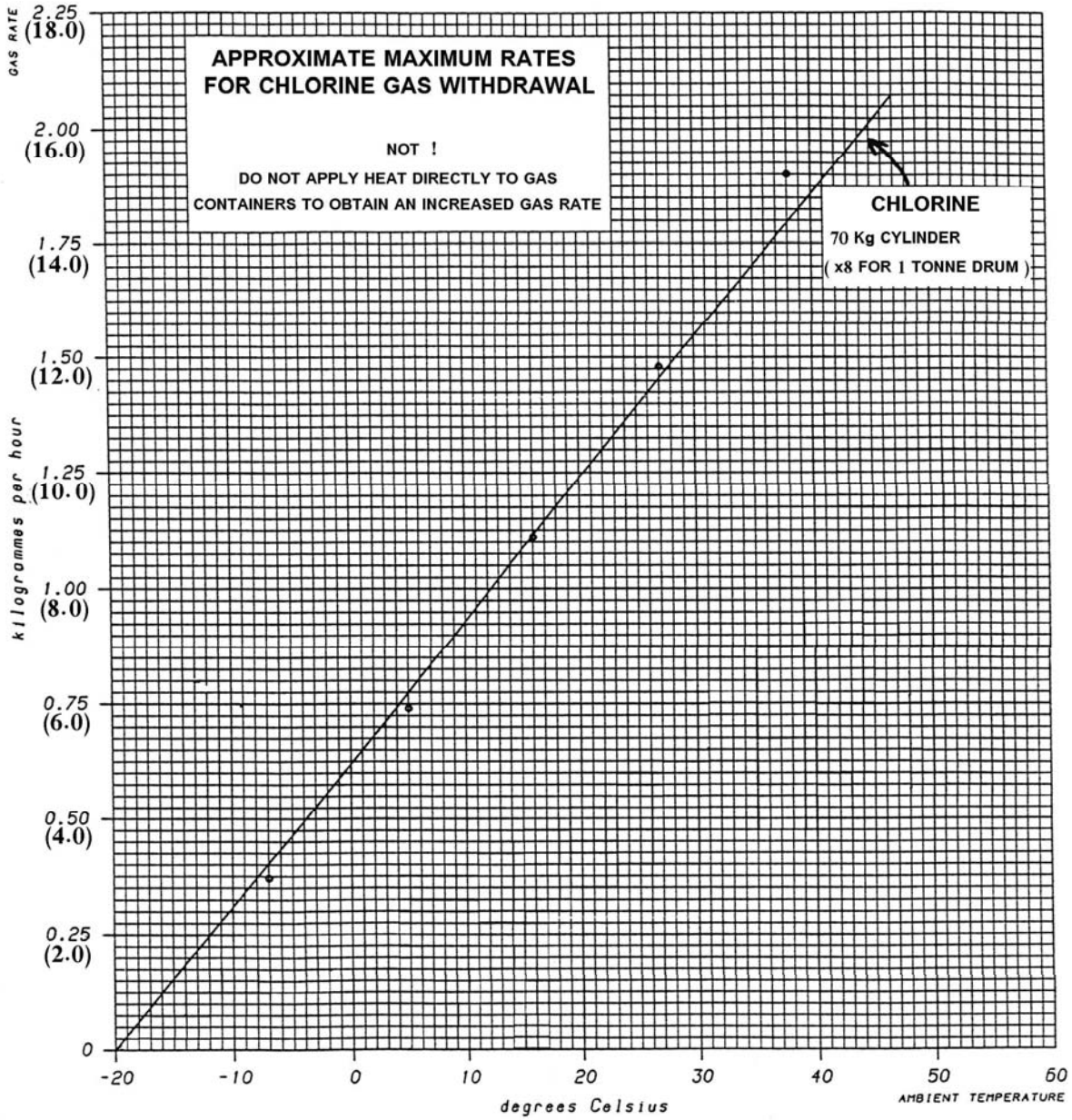
يراعي عند التشغيل أن لا تزيد كمية سحب الكلور من الأسطوانات سعة 800 كجم عن 9كجم/ساعة وذلك عندما يكون السحب مستمرا , اما إذا زاد السحب عن ذلك تنخفض درجة الحرارة بسرعة لدرجة ظهور جليد علي الجدار الخارجي للاسطوانة وحول الصمام ، وقد يؤدى هذا التجمد إلى تعطيل تدفق الكلور من الاسطوانة .

العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة



- مادام هناك كلور في صورة سائلة بالأسطوانة فالضغط داخل الأسطوانة يعتمد فقط على درجة حرارة الوسط المحيط (ولا تعتمد على كمية السائل بالأسطوانة).

العلاقة بين درجة الحرارة وأقصى كمية غاز يمكن سحبها بانتظام

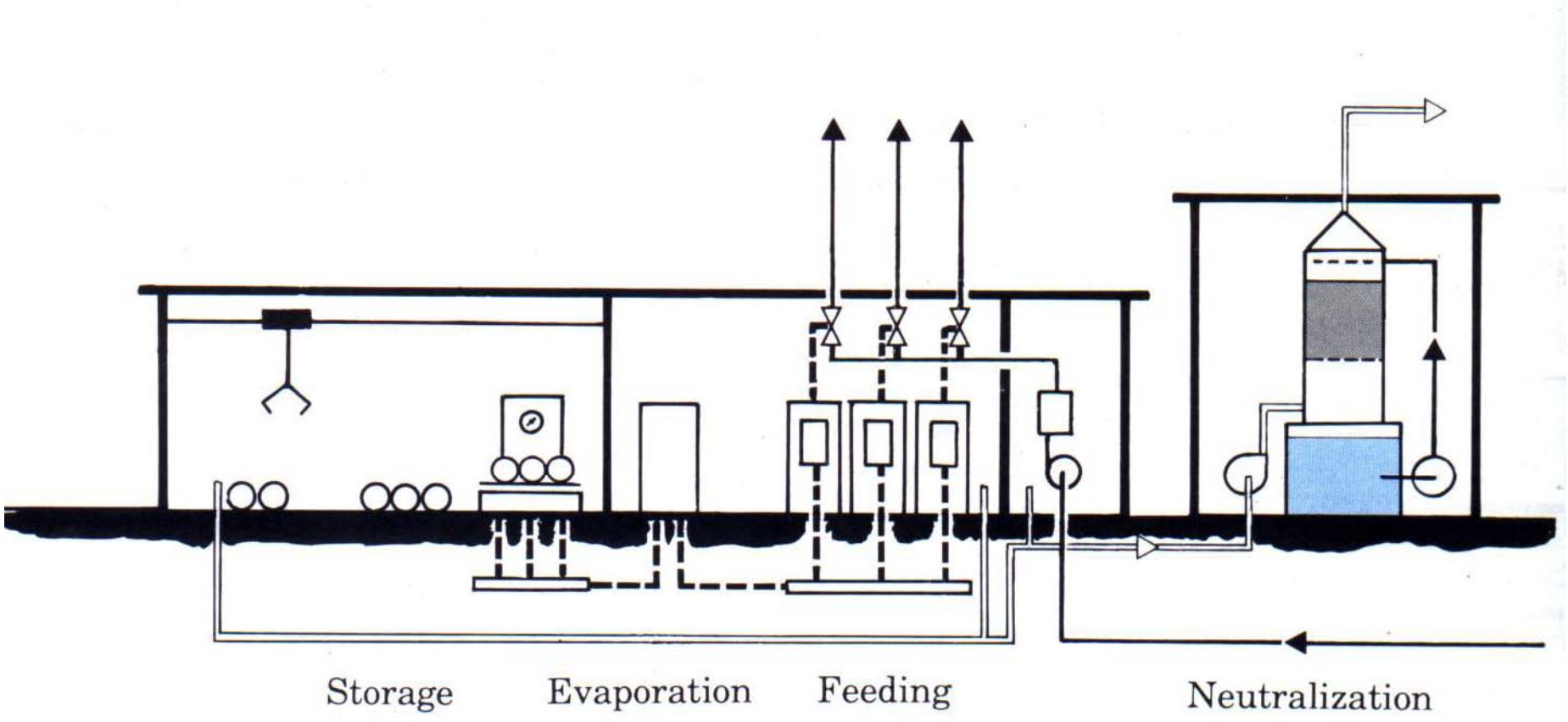


معدل سحب الكلور في صورته الغازية من الأسطوانة سعة 1 طن يجب ألا يتجاوز 9 كجم/س في الظروف الجوية العادية لضمان عدم حدوث ظاهرة الصقيع

المناقشة

س1: أذكر مكونات نظام التعقيم والأمان الرئيسية في محطات الشركة؟

جـ1مكونات نظام التعقيم الرئيسية:



وكما هو واضح من الرسم التخطيطي أن مكونات النظام تشمل :-

1. مخزن اسطوانات الكلور .
2. غرفة الأجهزة .
3. غرفة التعادل .
4. خطوط الكلور حتى نقاط الحقن .

المناقشة

س2: أذكر مكونات مخزن اسطوانات الكلور الرئيسية ؟

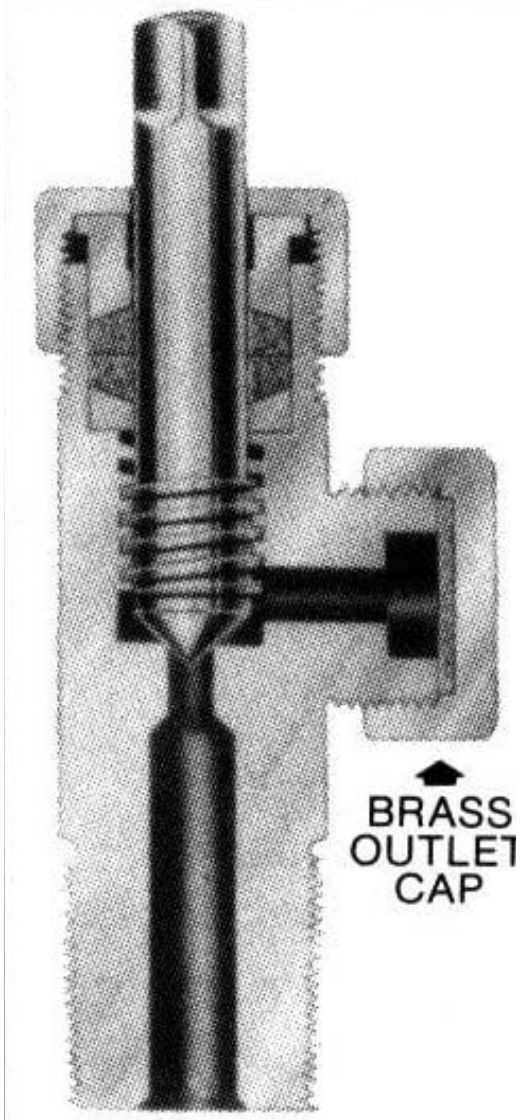
جـ 2- يحتوي عنبر اسطوانات الكلور علي الآتي :

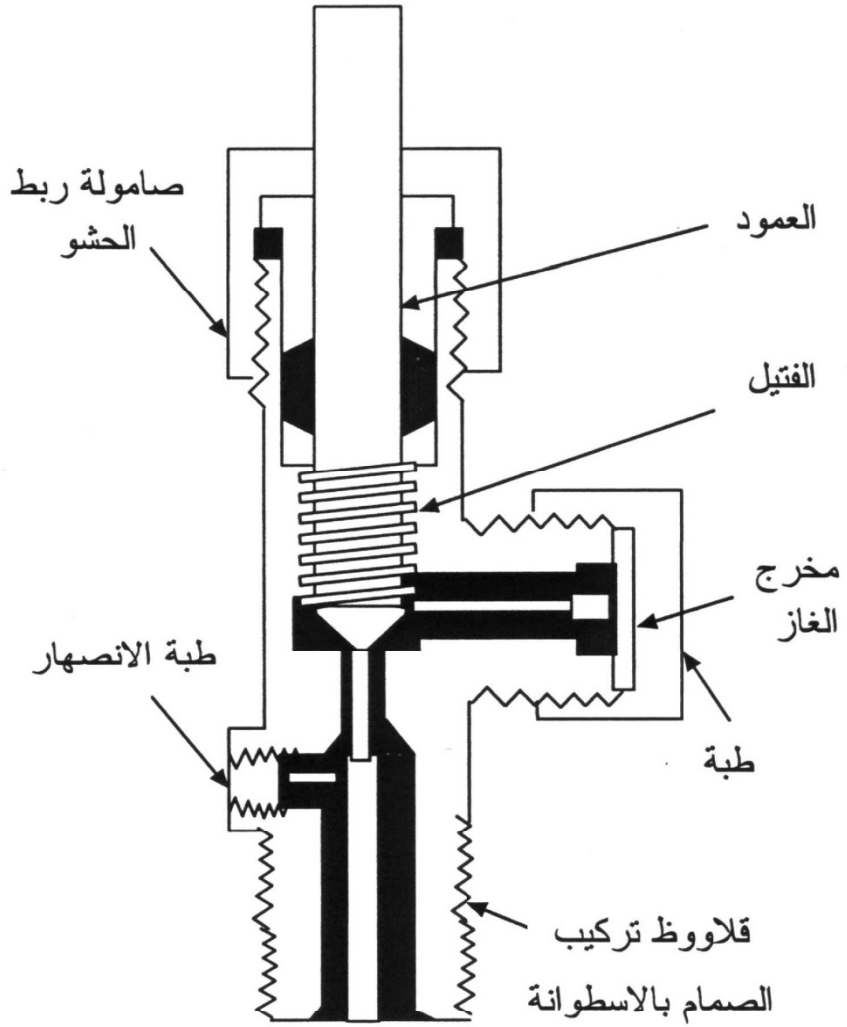
- أسطوانات الكلور ومعدات النقل والوزن
- خطوط التغذية وملحقاتها
- مراوح التهوية
- حساسات تسرب الكلور

المناقشة

س3: أذكر أجزاء محبس الاسـ ـطوانة؟

جـ3- اجزاء محبس الأسطوانة:





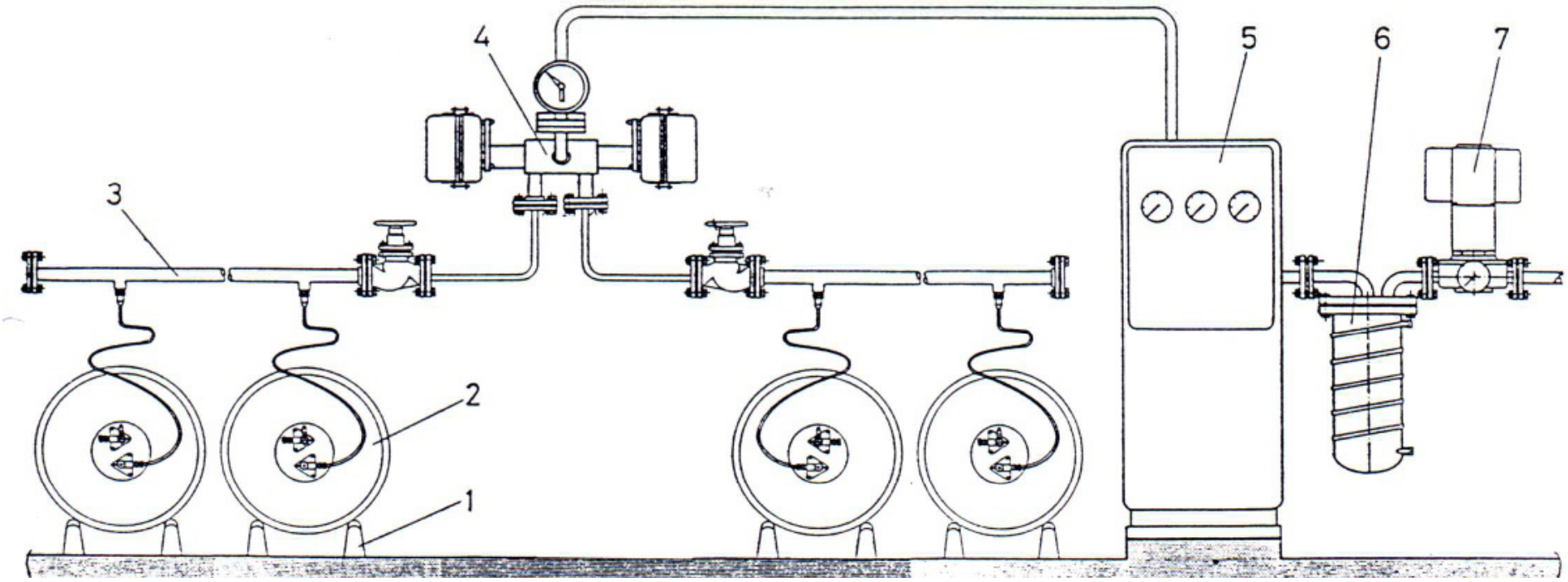
الباب الثانى (الفصل الثانى)

المبخرات

الهدف من الفصل :

بعد الانتهاء من الفصل يمكن للمتدرب أن يتعرف علي فكرة عمل المبخر ومكوناته والكيفية التى يتم بها تشغيله وعوامل الأمان والحماية في تشغيله .

شكل يوضح ترتيب المبخر ضمن النظام

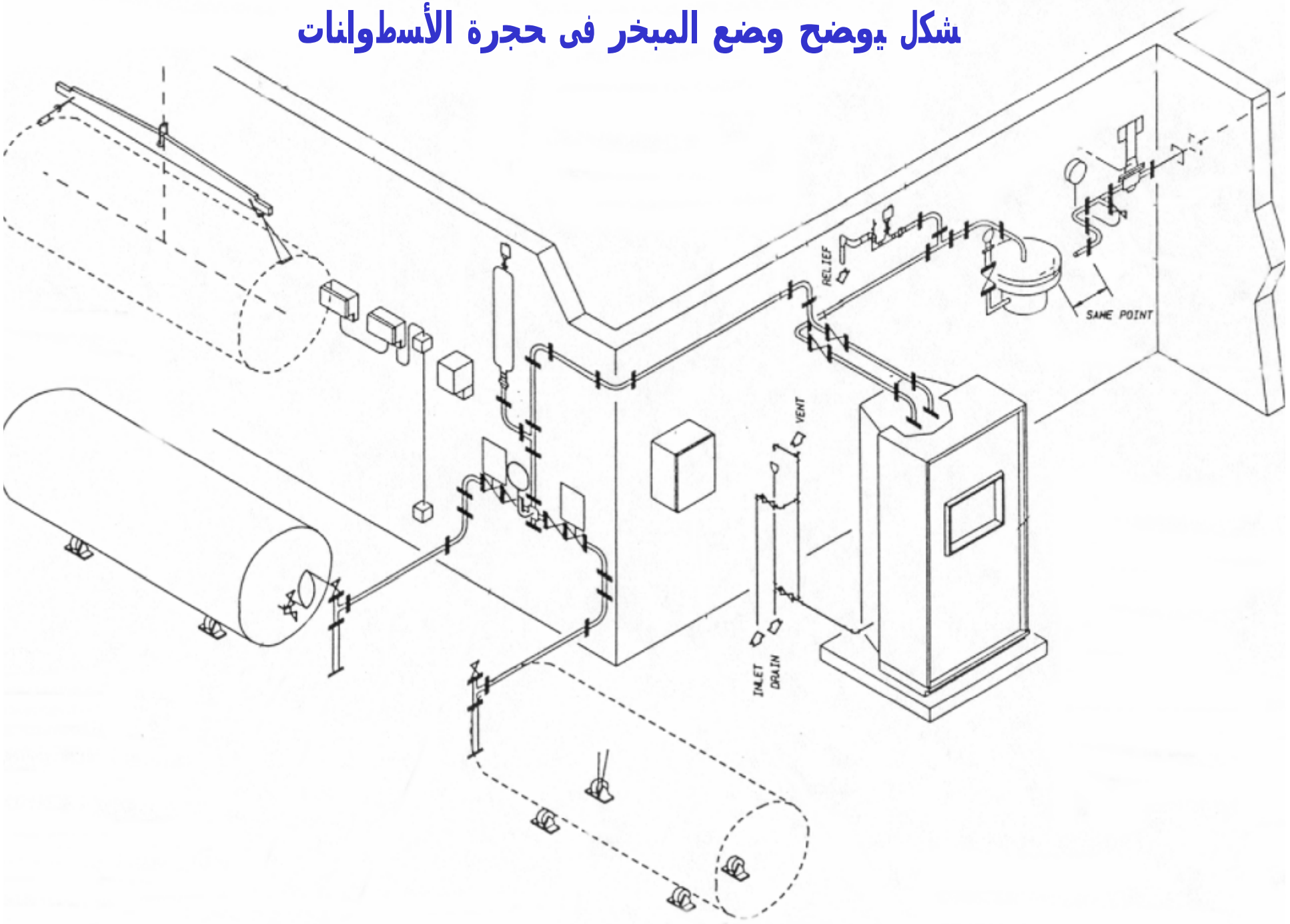


(1) دعامة حاملة للأسطوانة (2) أسطوانة الكلور 1 طن (3) خط التغذية الرئيسى

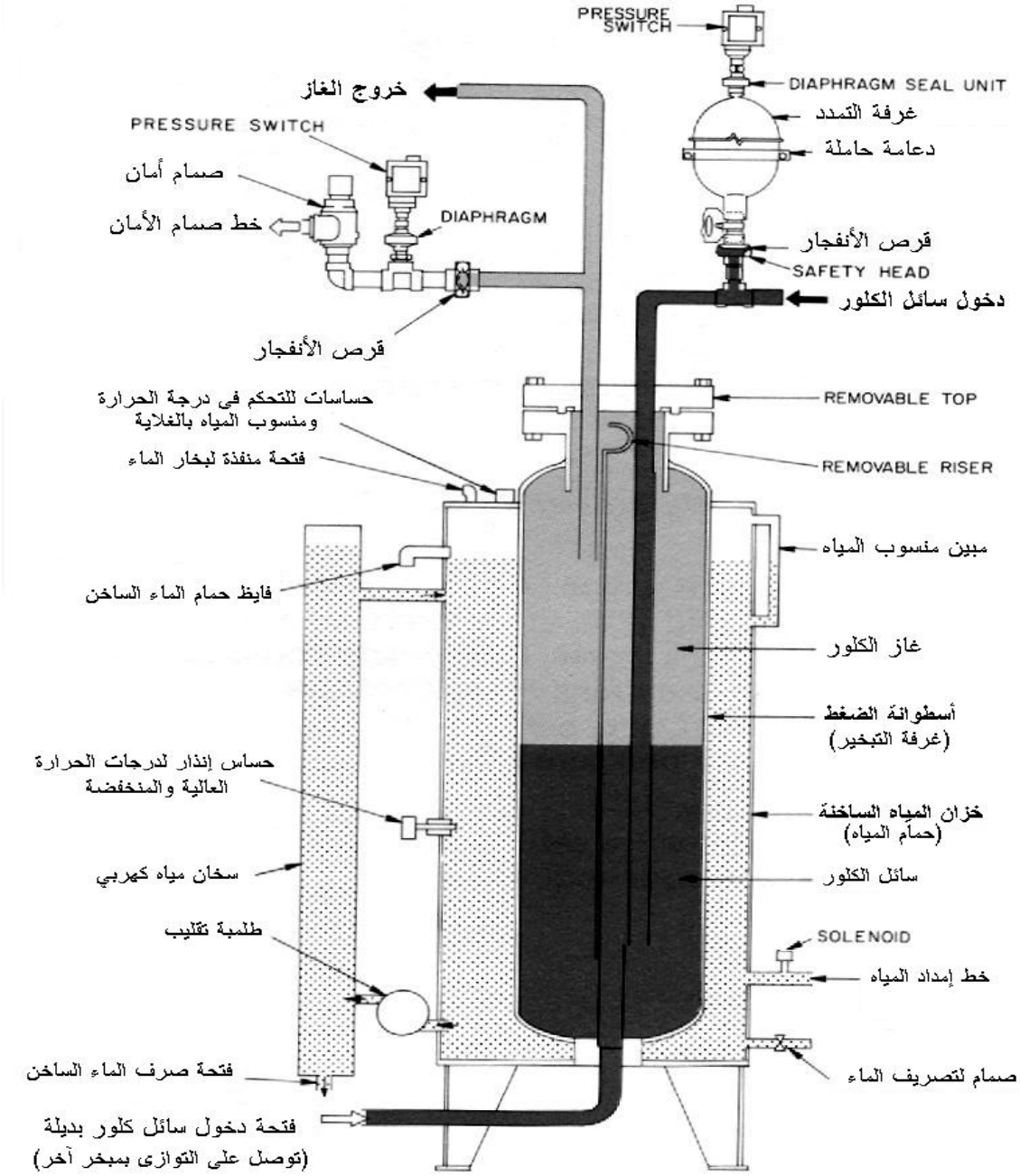
(4) جهاز التحويل الأوتوماتيكي (5) المبخر (في حالة استخدام سائل الكلور)

(6) الفلتر ومصيدة الرطوبة (7) محبس تخفيض الضغط

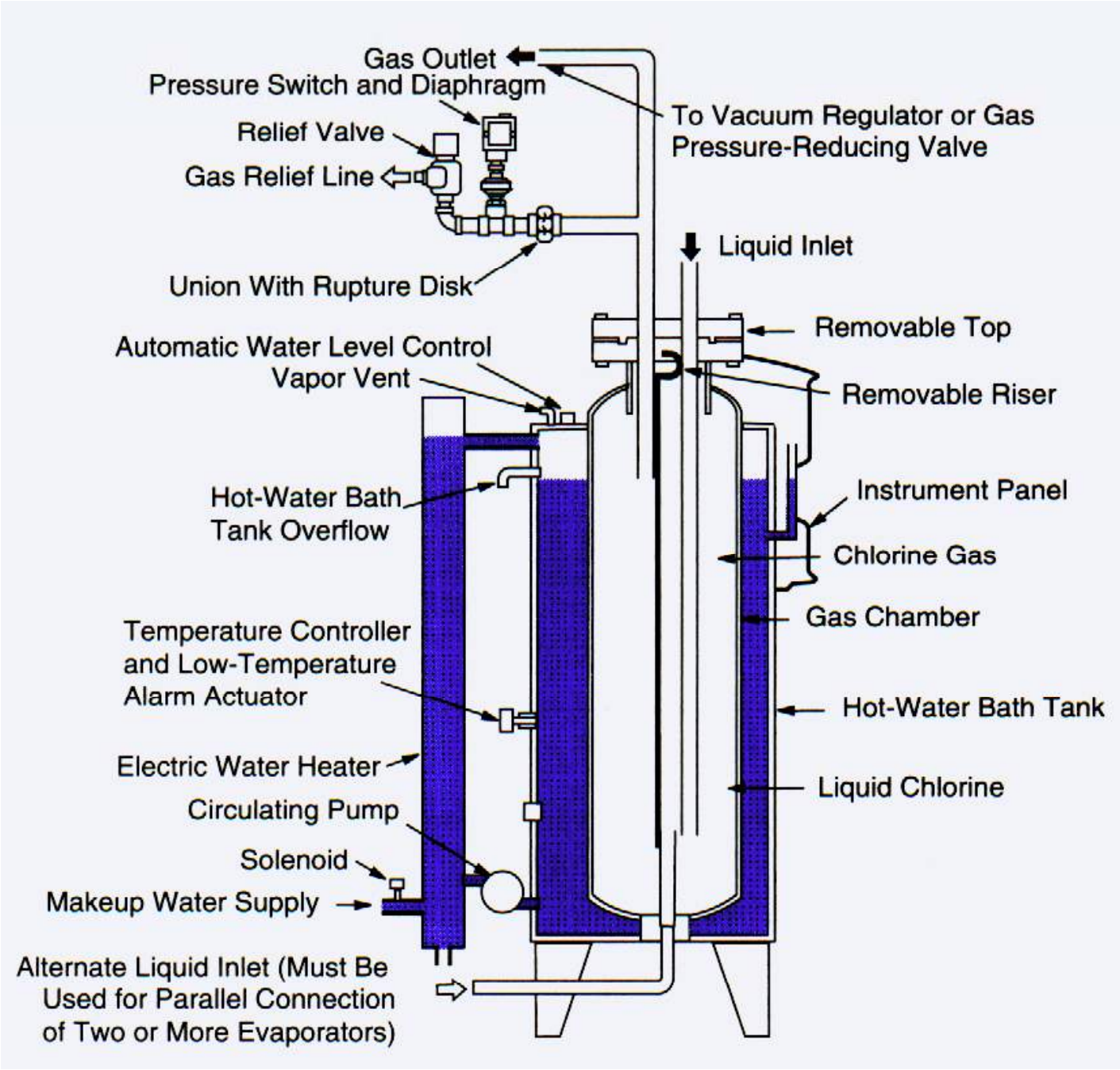
شكل يوضح وضع المبخر فى حجرة الأسطوانات



فكرة عمل المبخر



فكرة عمل المبخر



الخطوات الواجب مراعاتها عند بدء تشغيل السخانات

- أبدأ بتشغيل السخانات واترك الحمام حتى يتم تسخينه إلي درجة الحرارة المضبوطة علي71 درجة م (160 درجة ف) .
- تأكد من ان جهاز الكلور جاهز للعمل قبل إدخال الكلور السائل إلي المبخر
- افتح صمام دخول السائل إلي المبخر وقم باختبار التسرب
- عندما يظهر علي مقياس الحرارة أن الحمام قد ارتفعت حرارته إلي الدرجة المضبوط علـ ـيها الترموستات ، فافتح ببطء صمام خروج الغاز من المبخر ، وكذلك صمام الدخول إلي جهاز الكلور، واضبط الأخير علي درجة الجرعات المطلوبة .

الخطوات الواجب مراعاتها عند إيقاف السخان

- **إذا كان الإيقاف مؤقتا** ، فيغلق فقط صمام خروج الغاز من المبخر

أ - **عند الإيقاف لمدة غير محدودة** ، أو لغرض التنظيف أو عمل إصلاحات :

(1) أغلق صمام خروج الغاز من المبخر كما في الخطوة السابقة لمدة عشرين دقيقة تقريبا.وفي هذه الظروف سوف يندفع السائل في المبخر عائدا إلى فتحة الدخول، وتتبخر الكمية الباقية من السائل بفعل حرارة الحمام .

(2) وعند نهاية العشرين دقيقة أغلق صمام اسطوانة الكلور .

(3) افتح صمام خروج الغاز في المبخر .

(4) شغل جهاز الكلور حتى يفرغ المبخر من الغاز وحتي تفرغ التوصيلة إلى اسطوانة الكلور من الكلور السائل .

(5) عندما يصل الضغط في عداد المبخر إلي (صفر) يمكن إغلاق صمام خروج الغاز.

(6) إذا ارتفع الضغط في المبخر بعد إغلاق صمام الخروج ببضع دقائق ، تكرر الخطوات السابقة (من3-5) .

(7) يفصل مصدر الكهـ ـ ـ ـ رباء.

مراقبة الأمان

حيث أن المبخر جهاز يعمل تحت ضغوط مرتفعة فمن المحتم أن يزود بـ :

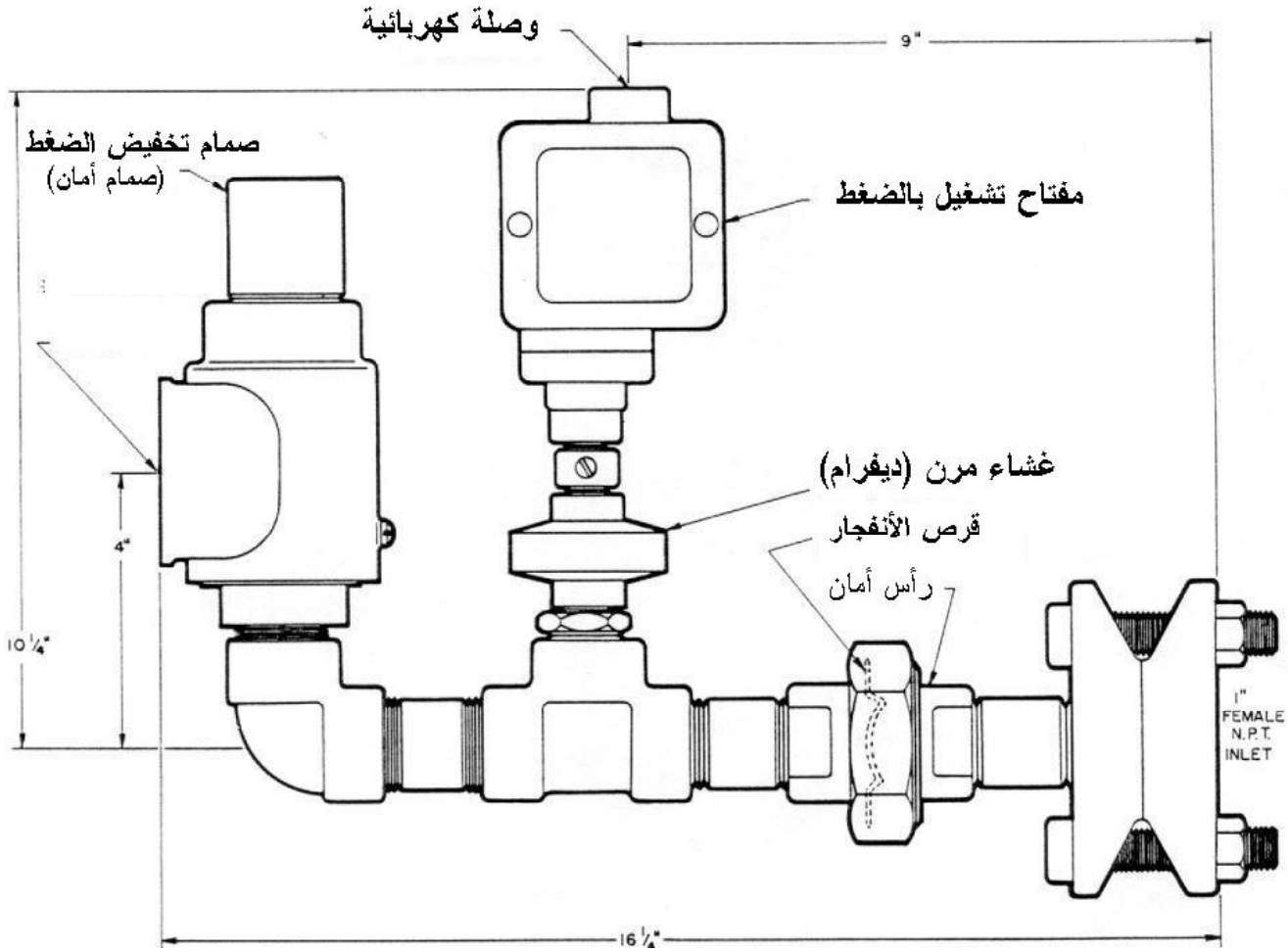
(1) جهاز تحكم لمراقبة الأمان وجهاز لتخفيض الضغط وإيقاف الكلور في حالة زيادته عن الحدود المقررة .

(2) وأيضا يزود المبخر بأقراص أسطوانية تنفجر لتنفيس الضغط الزائد عند اللزوم .

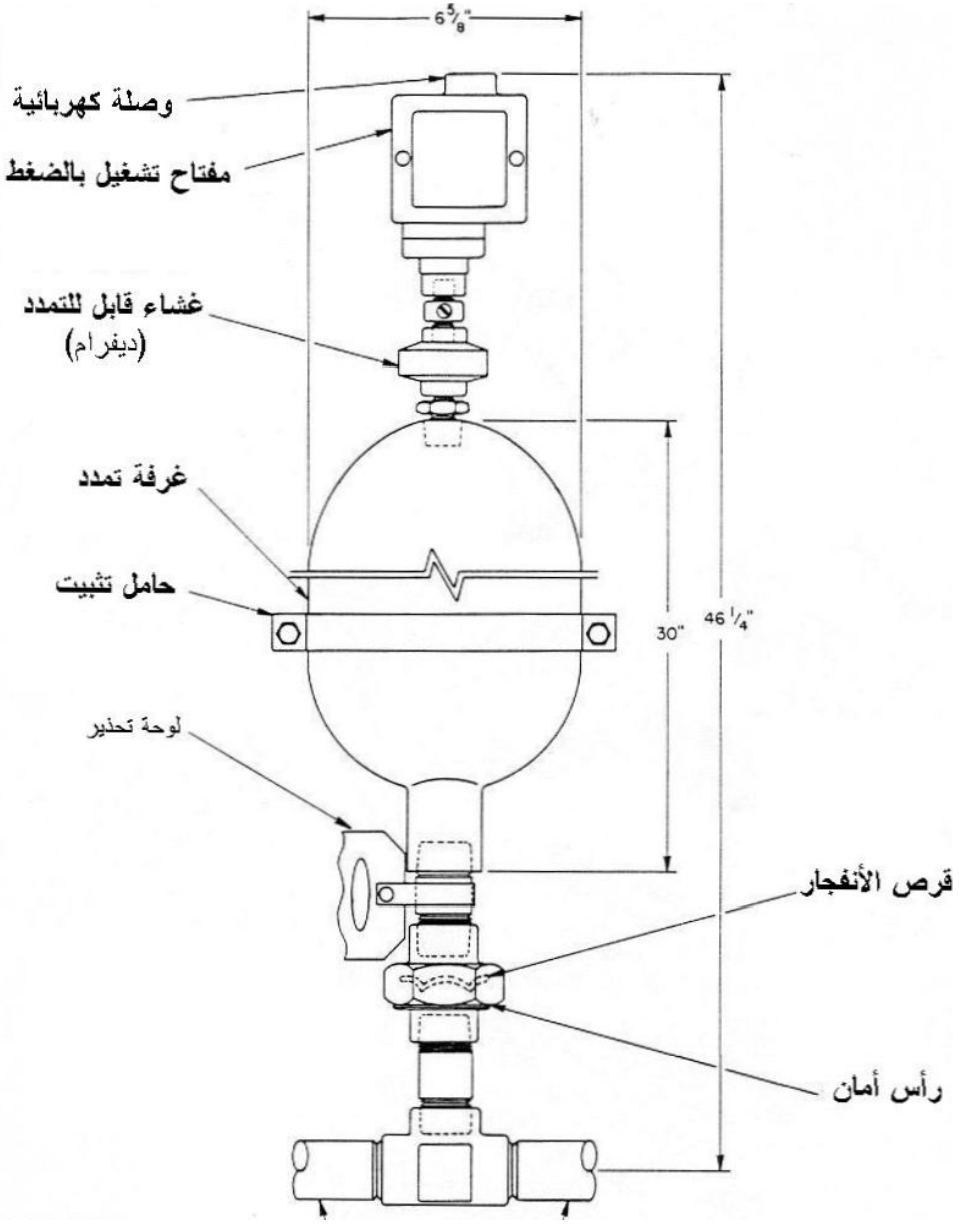
1- صمام تخفيض الضغط وإيقاف الكلور : يقوم بوظيفتين :

أولا : إيقاف تدفق الكلور آليا من المبخر فى حالة انخفاض درجة حرارة الماء الى اقل من الدرجة المسموح بها في التشغيل ، وبذلك يمنع دخول الكلور السائل الى جهاز الكلور.

ثانيا : تخفيض ضغط الغاز الخارج من المبخر والمتجه إلى جهاز الكلور ،وبذلك يقلل من احتمال تكون الكلور السائل والذي قد يحدث فى أي جزء من خط الكلور بعد هذا الصمام (ارتفاع ضغط الغاز قد يحوله إلى سائل).


وصلة كهربائية
9"
صمام تخفيض الضغط
(صمام أمان)
مفتاح تشغيل بالضغط
غشاء مرن (ديفرام)
قرص الأنفجار
رأس أمان
4"
10 1/4"
1"
FEMALE
N.P.T.
INLET
16 1/4"

2- قرص الانفجار وغرفة التمدد :



ويعمل هذا القرص كآلية لتحرير الضغط حيث ينفجر فى حالة ازدياد الضغط بين الحاوية والمبخر ، ويعمل على اندفاع الغاز إلى غرفة التمدد مما يؤدى إلى خفض الضغط فى النظام

المناقشة

س1 : أشـــرح فكرة عمل المبخر؟

س2: ماهي درجة الحرارة المطلوبة في حالة المبخر المائى والمبخر الزيتي؟

س3: ماذا يجب عمله عند سماع سرينة الإنذار؟

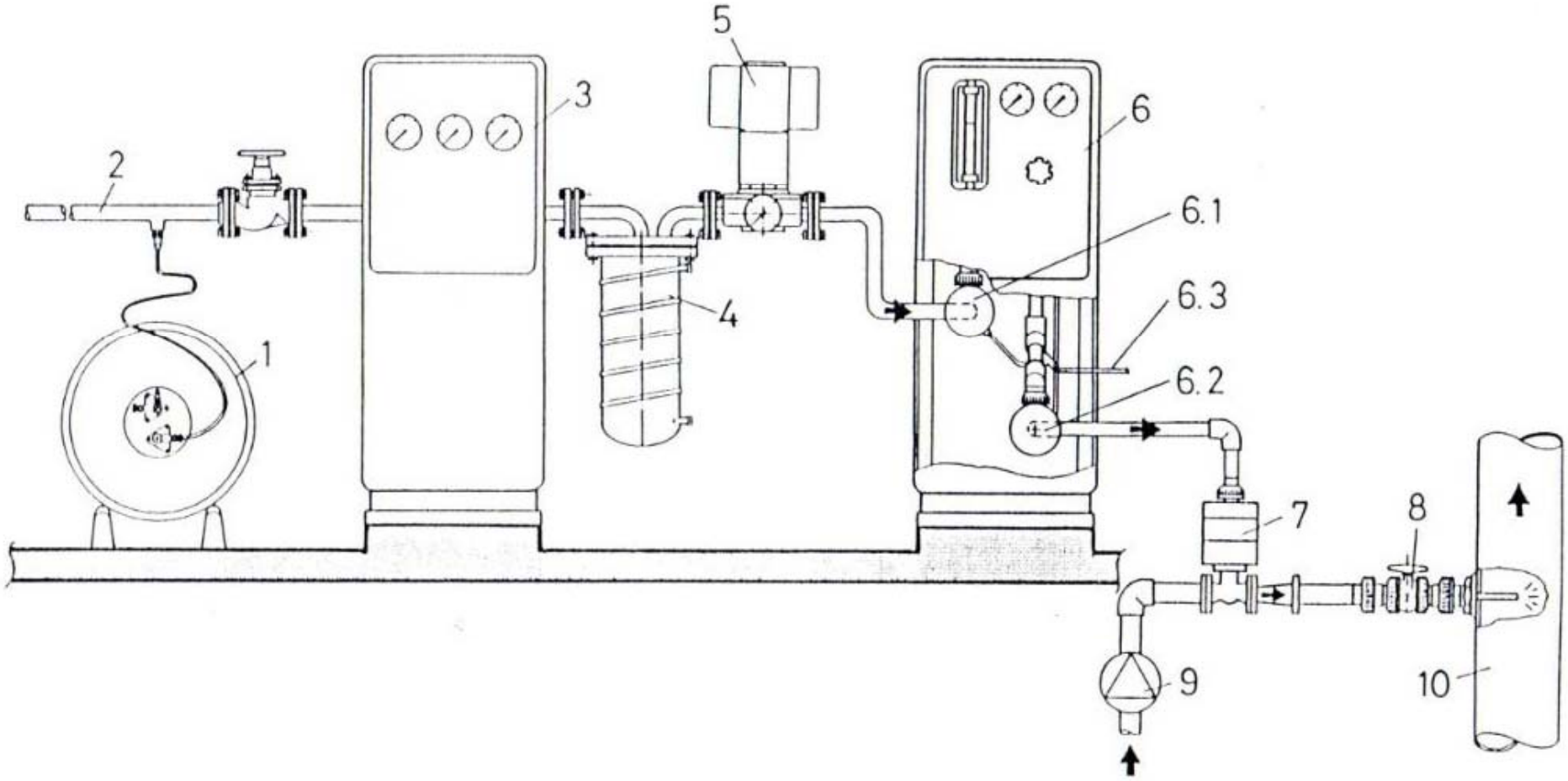
الفصل الثالث

أجهزة حقن الكلور

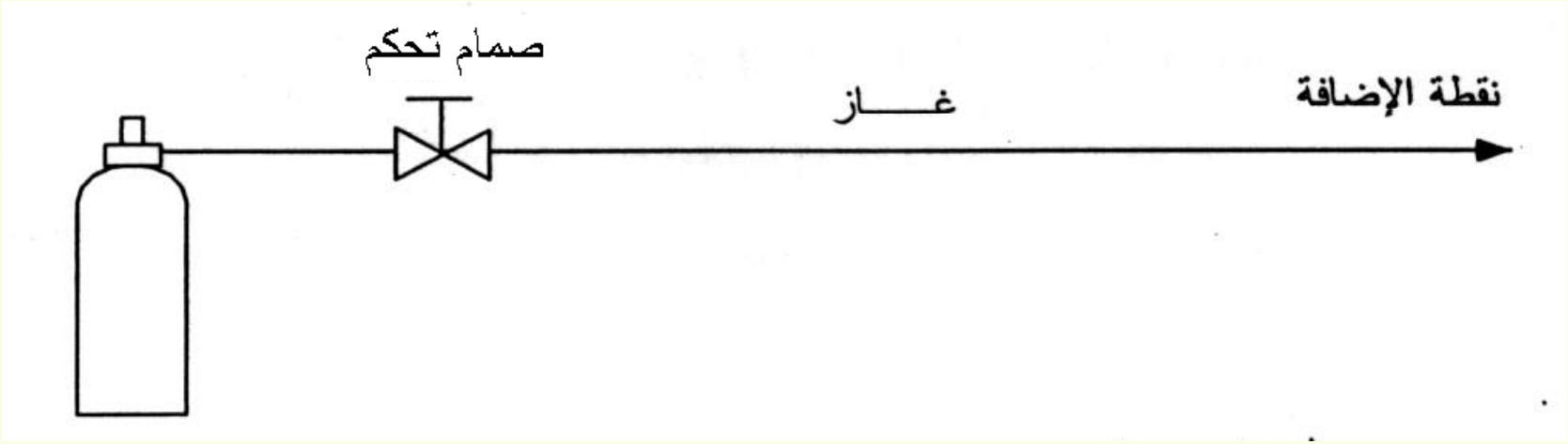
الهدف من الفصل :

بعد الانتهاء من الفصل يمكن للمتدرب أن يتعرف علي أجهزة حقن الكلور بأنواعها وفكرة عملها.

شكل يوضح ترتيب جهاز الكلور ضمن النظام



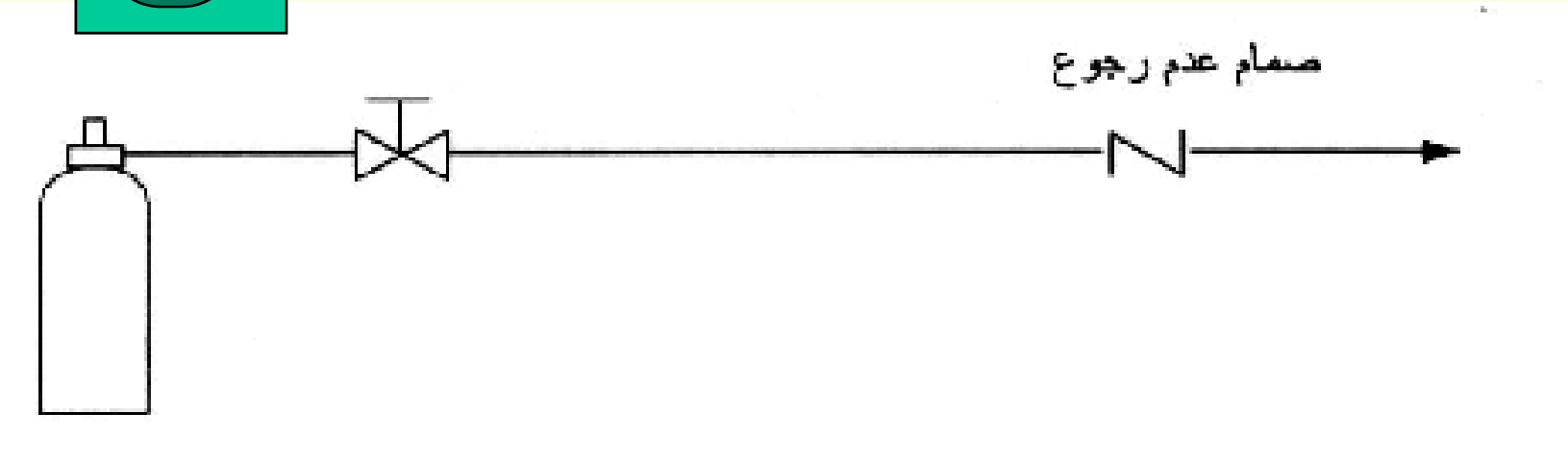
أجهزة الكلور الحديثة ومراحل تطورها



الشكل يوضح أبسط أنواع أجهزة الكلور وتتمثل فى أنبوب طويل متصل بأسطوانة كلور ومزود بصمام مركب على الأنبوب ، يعمل كفوهة تحكم (قابلة للضغط والتعديل).

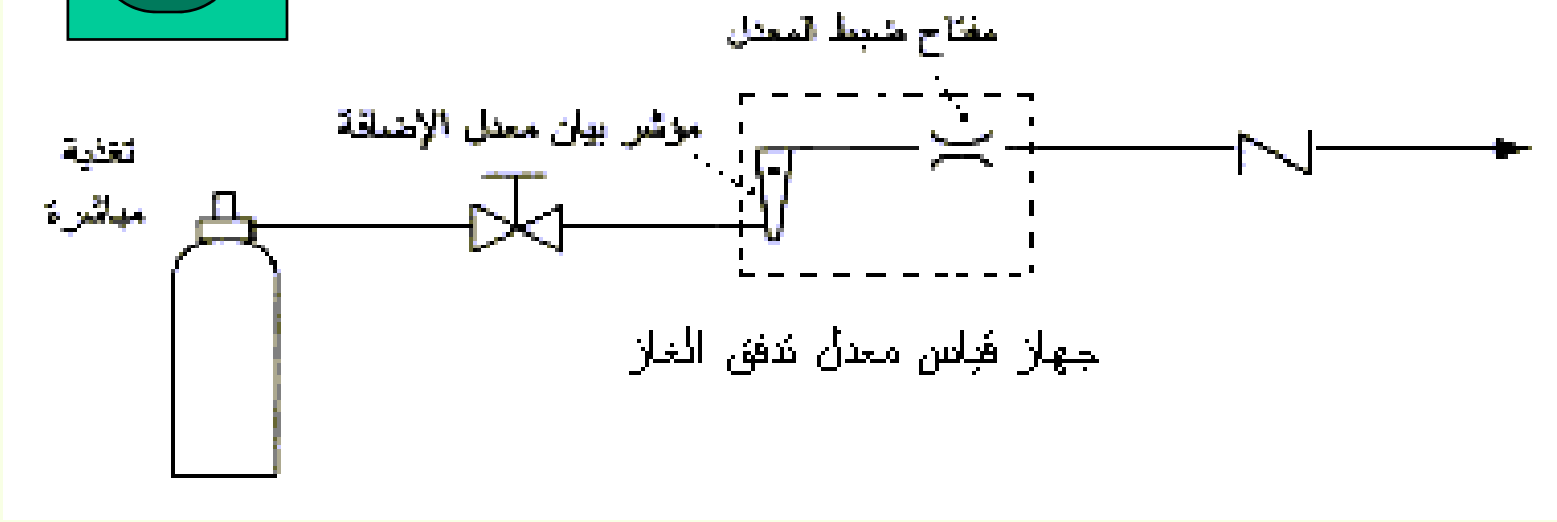
وتقوم الأسطوانة بالحفاظ على معدل الضغط قبل الصمام . ويتم تصريف الغاز عند نقطة إضافة محددة تحت ضغط ثابت ، لذلك فإن الضغط على كلا جانبي الصمام يكون ثابتا إلى حد كبير ،ويتم التحكم فى معدل إضافة غاز الكلور عن طريق تعديل حجم فتحة الفوهة.

أجهزة الكلور الحديثة ومراحل تطورها



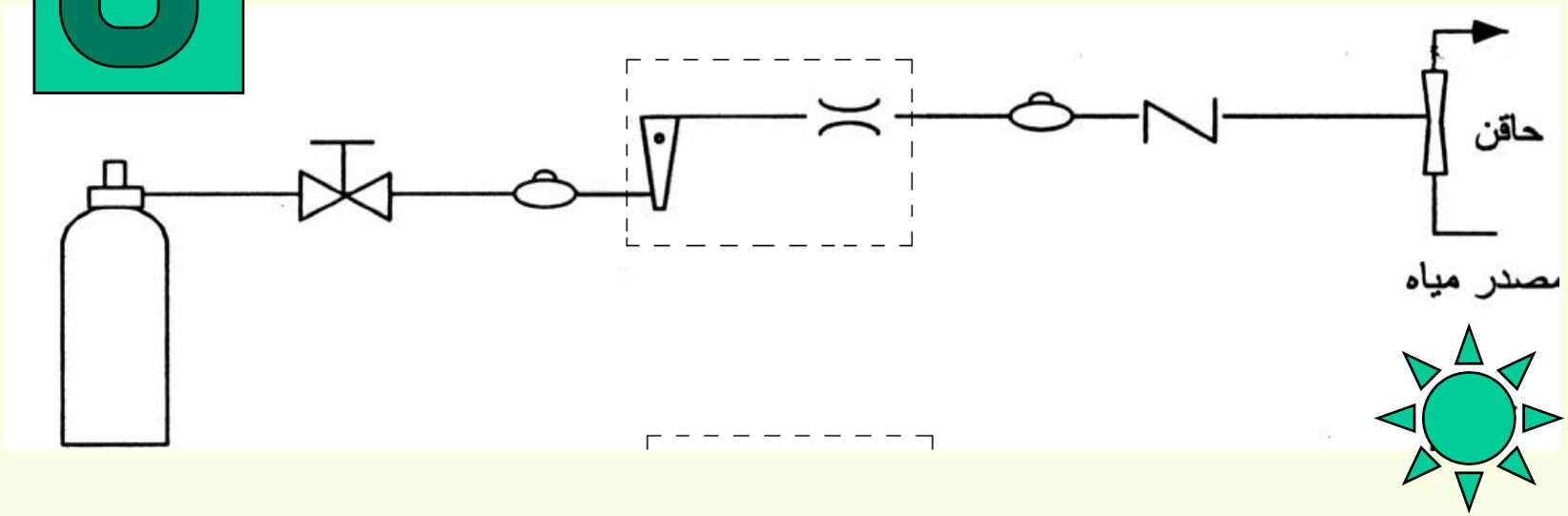
يوضح الشكل مرحلة تطور بإضافة صمام عدم الرجوع لمنع ارتداد الماء ودخوله إلى الاسطوانة . والهدف من هذا التعديل هو حماية النظام وأفراد طاقم التشغيل.

أجهزة الكلور الحديثة ومراحل تطورها



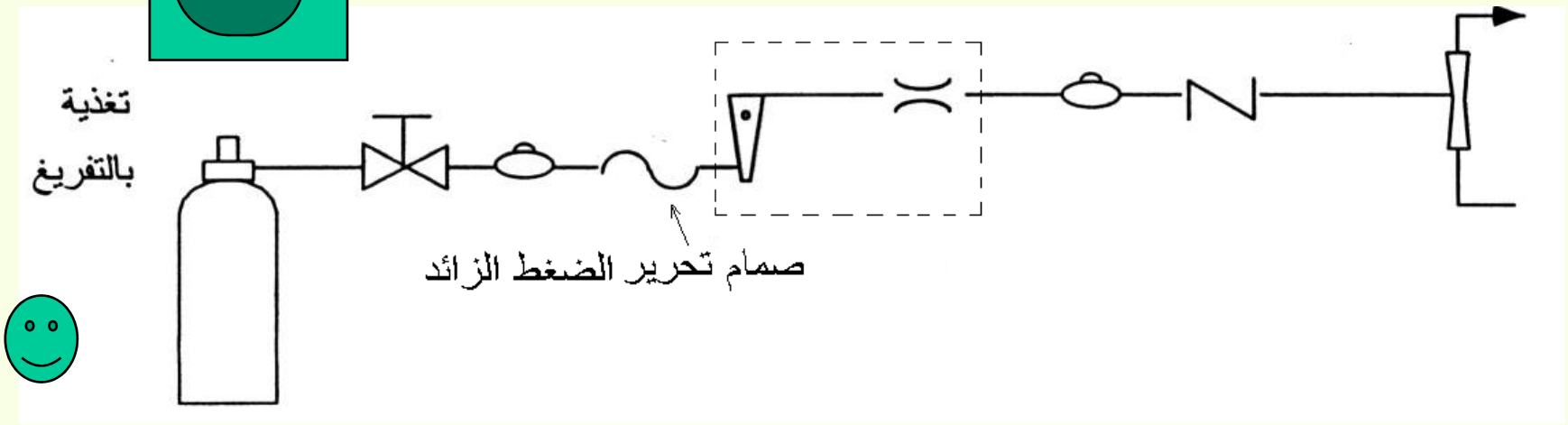
يوضح الشكل مرحلة تطور أخرى بإضافة جهاز قياس معدل تدفق غاز الكلور ، وهو عبارة عن أنبوب قياس تصرف يعطى قراءة مباشرة عند تدفق الغاز من خلاله ، كما يشير بدقة إلى أي انحراف عن معدل الإضافة المحدد . وتجرى التغيرات فى معدل التدفق عن طريق ضبط الفتحة المتغيرة الموجودة بعد المؤشر (مفتاح ضبط المعدل).

أجهزة الكلور الحديثة ومراحل تطورها



الشكل يمثل الخطوة التالية فى التطور والتى استهدفت الحفاظ على معدل تدفق منتظم . إذ أنه نظرا لأن ضغط اسطوانة الكلور ينخفض تدريجيا مع السحب كما يتنوع تبعا لتغير درجة الحرارة ، وبالتالي فإن ضغط التصريف يمكن أن يتغير أيضا ، أما فى حال وجود صمام تحكم منظم قبل وبعد أنبوب قياس التصرف ، فإن ضغط التصريف يكون ثابت ، وأي تغير فى الفتحة عن طريق مفتاح ضبط المعدل ينعكس فى صورة تغير ثابت فى معدل إضافة الكلور.

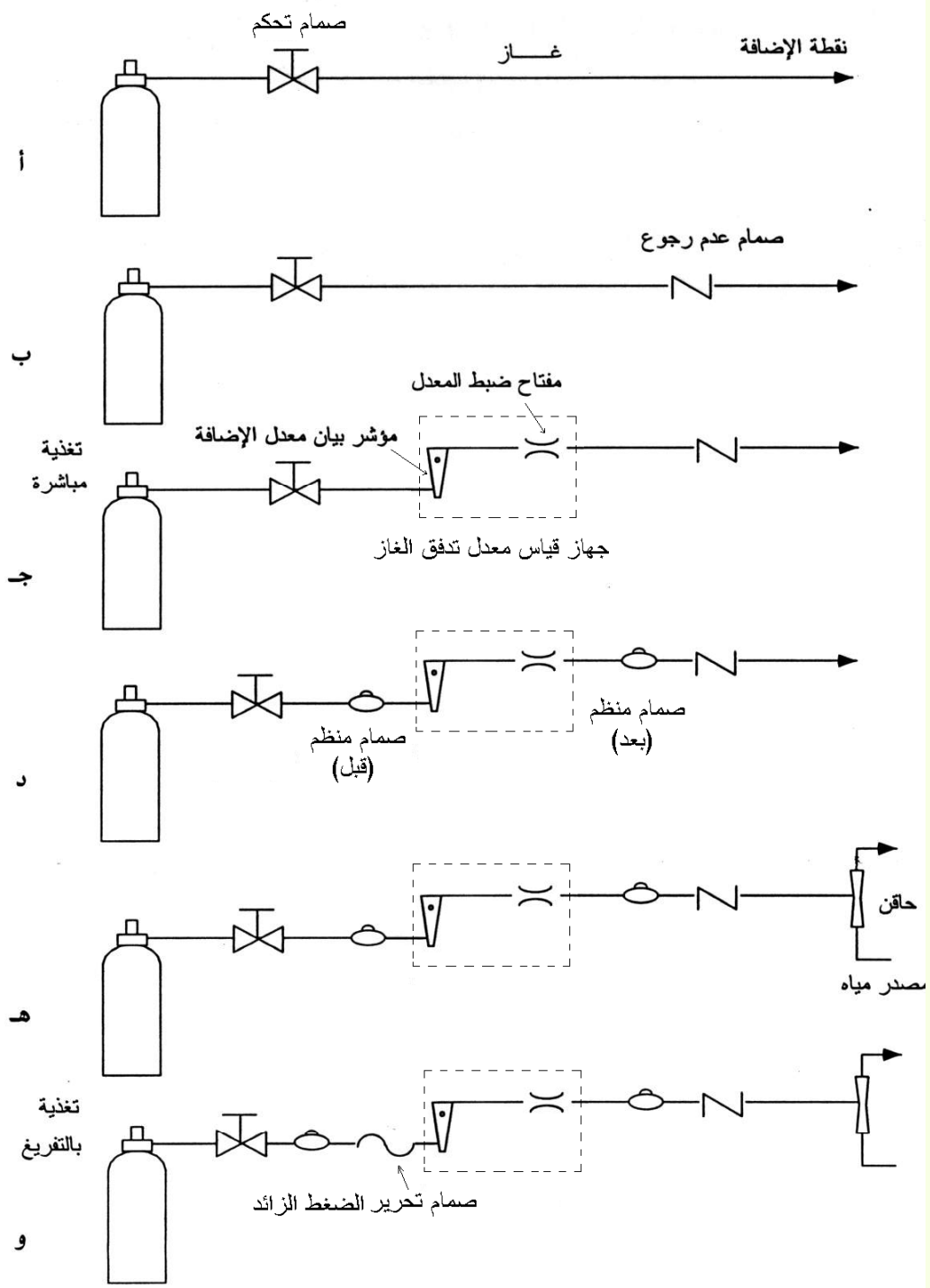
أجهزة الكلور الحديثة ومراحل تطورها



ويوضح الشكل إضافة الحاقن الذي يحول النظام من التغذية المباشرة إلى التغذية بالتفريغ . ويتغلب هذا النظام على أحد عيوب نظام التغذية المباشرة بأنه لا يسمح بالتدفق العكسى للغاز أثناء التشغيل .

كما يوضح الشكل إضافة صمام لتنفيس الضغط والذي يبقى مغلقا بواسطة التفريغ ، فإذا زاد ضغط التفريغ يتسرب الغاز من خلاله الى خارج المبنى .

أجهزة الكلور الحديثة ومراحل تطورها



جهاز الكلور ذو الضغط السالب

نظرية التشغيل :

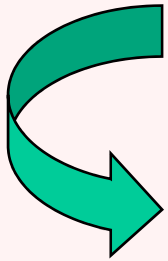
يعتمد تشغيل هذه الأجهزة على الضغط السالب (التفريغ) الذى ينشأ عند امرار المياه تحت ضغط في ماسورة ذات اختناق في مكان معين (الحاقن) ، حيث تزيد طاقة الحركة وتقل طاقة الضغط فيحدث تفريغا يعمل على سحب غاز الكلور من الفتحة الخاصة بدخوله إلى الاختناق ليمتزج بالماء مكونا محلول الكلور الذى يتم إضافته للمياه عند نقاط الإضافة أو الحقن .

مكونات الجهاز :

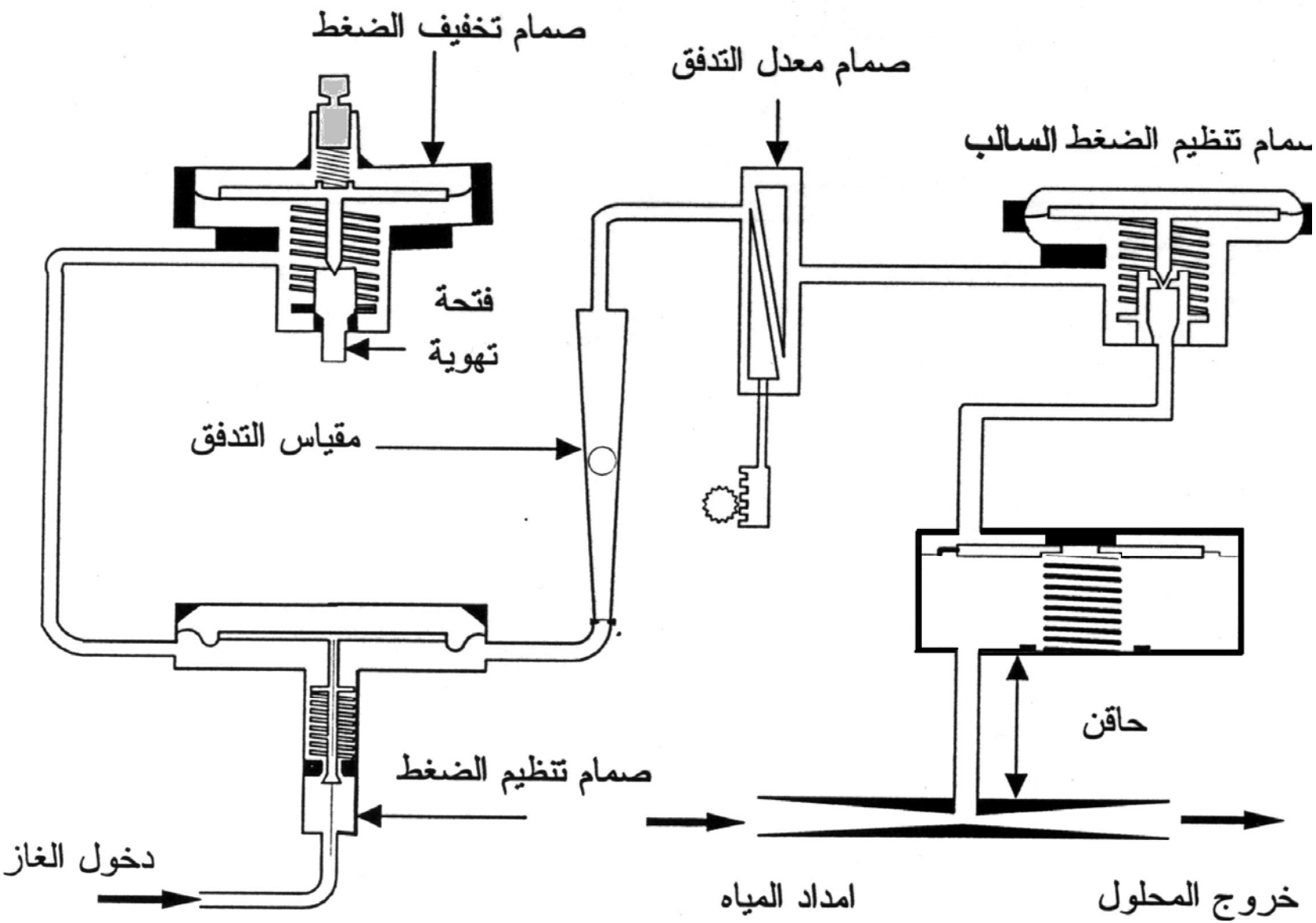
غالبا جهاز الكلور الذى يعمل بالضغط السالب يتكون من العناصر الأساسية التالية :

1. **صمامين تنظيم ضغط أحدهم سالب والآخر موجب (*Regulating valve*)**
2. **صمامين تحرير ضغط أحدهم سالب والآخر موجب (*Relief valve*)**
3. **وحدة قياس وضبط معدل تدفق ،وتشمل : (*Flow meter*)**
   - أنبوب بيان مدرج شفاف بداخله مؤشر عبارة عن قرص أو كره
   - صمام تعديل تدفق ذو الفتحة المتغيرة على شكل شق حرف V
4. **الحاقن (*Injector*) ويشمل ماسورة فنشورى ، وصمام عدم رجوع (*Check valve*)**

ويوضح الشكل التالى تلك المكونات



مكونات جهاز كلور يعمل بالضغط السالب



أنواع الأجهزة :

Compact Chlorinator

Figure 715. D105 chlorinator mounted directly on a cylinder.

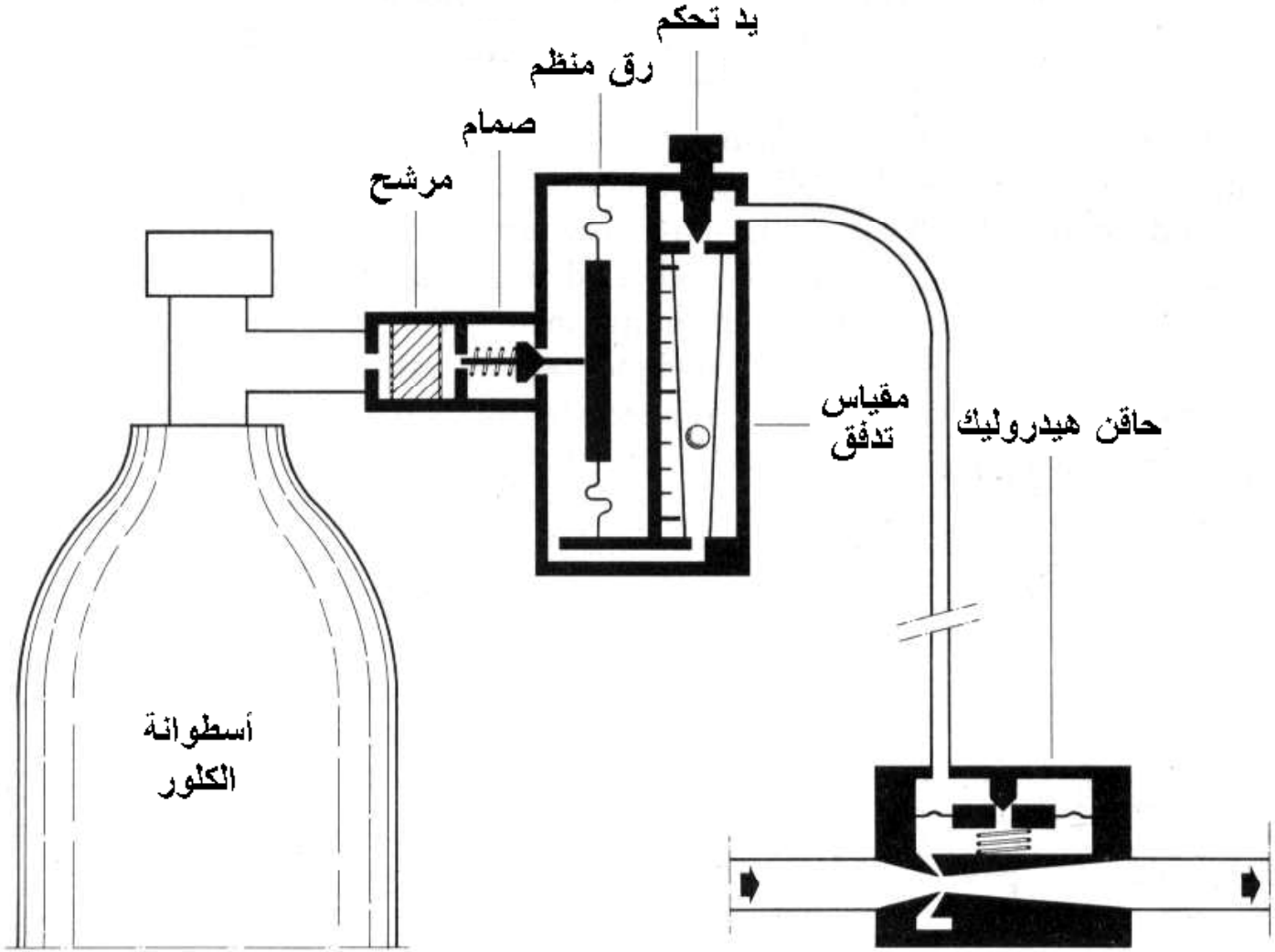
أنواع الأجهزة :

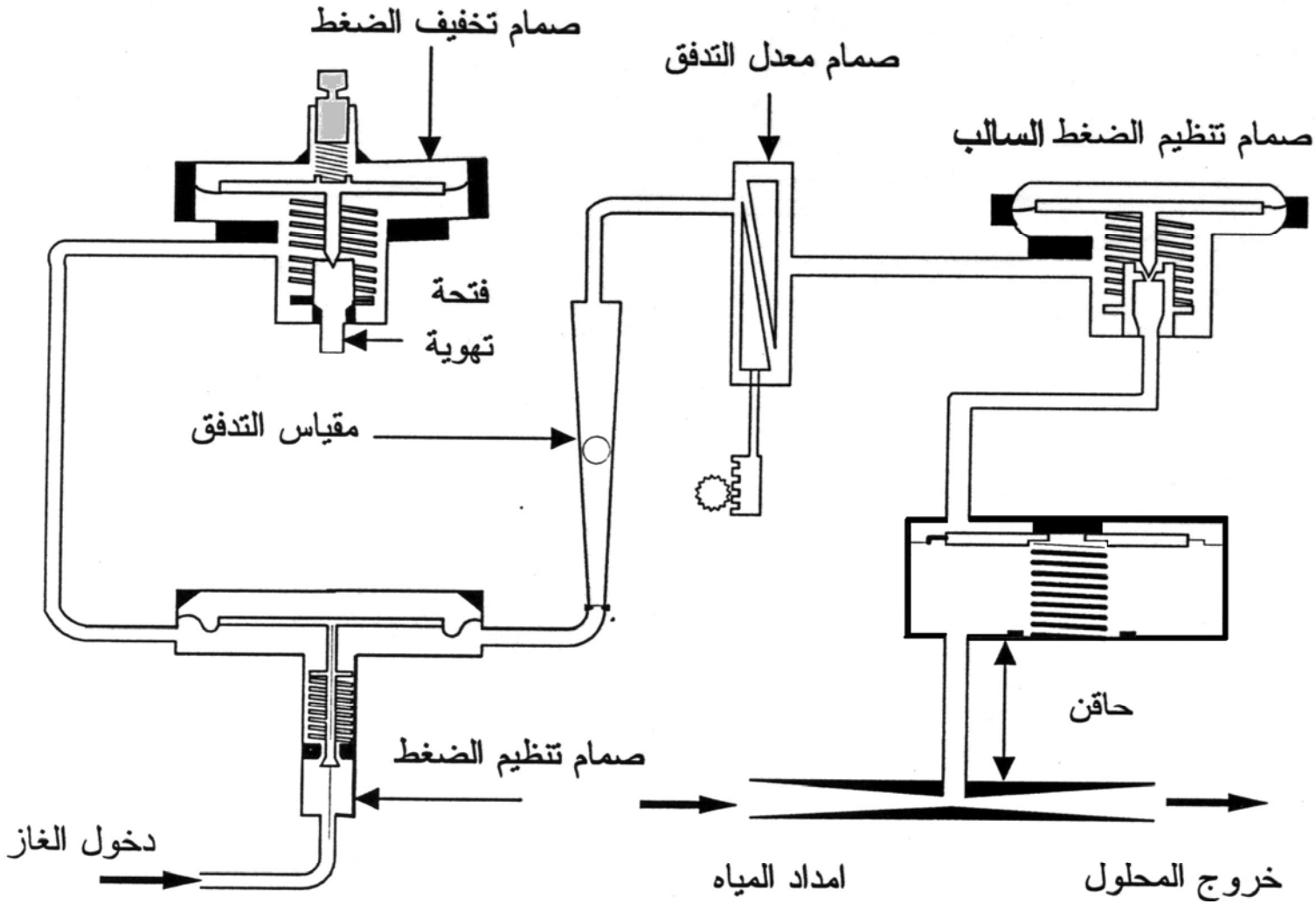
Wall-mounted Chlorinator

&

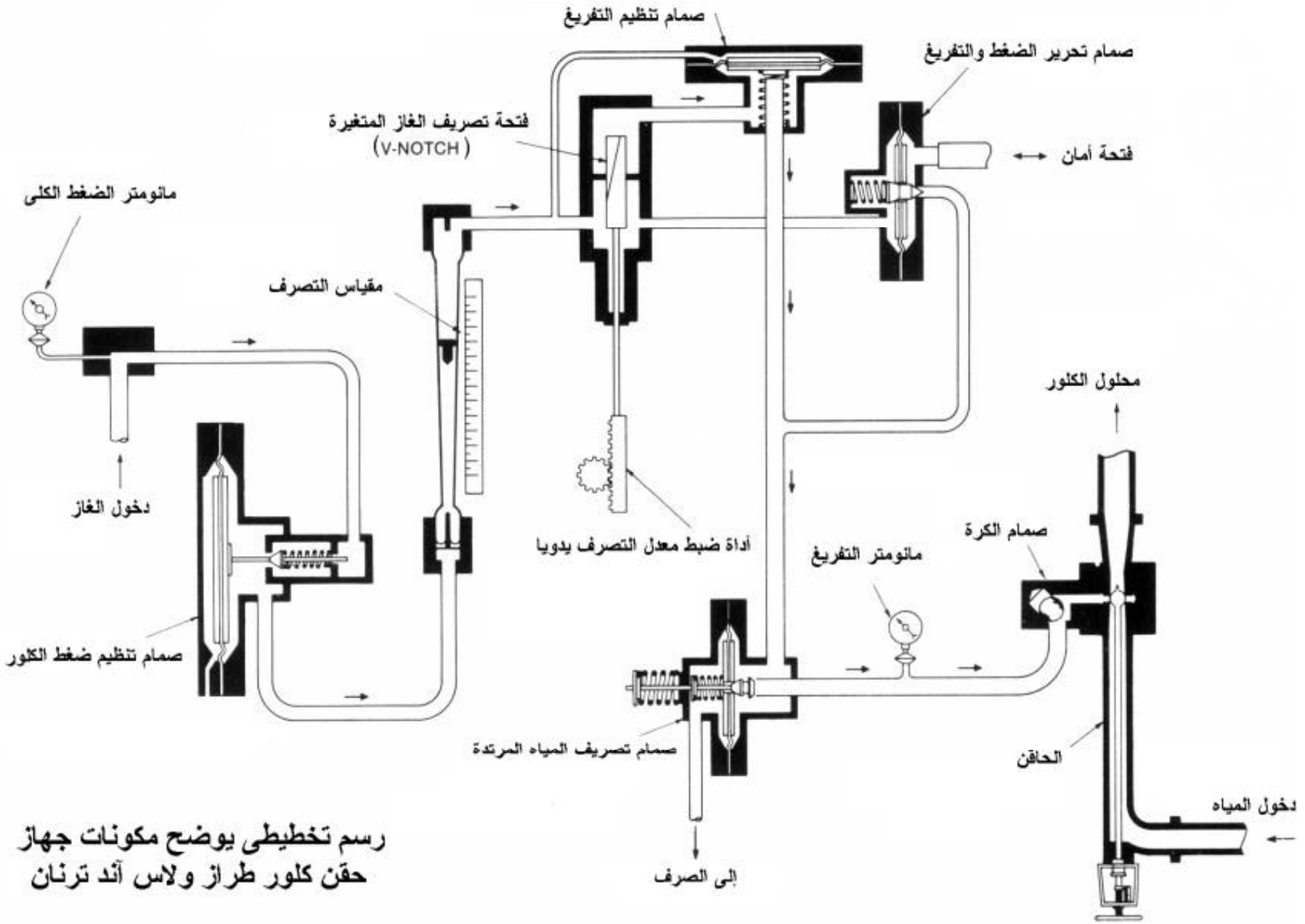
Floor-mounted Chlorinator

APR 6 2004


يد تحكم
رق منظم
صمام
مرشح
مقياس
تدفق
حاقن هيدروليك
أسطوانة
الكلور

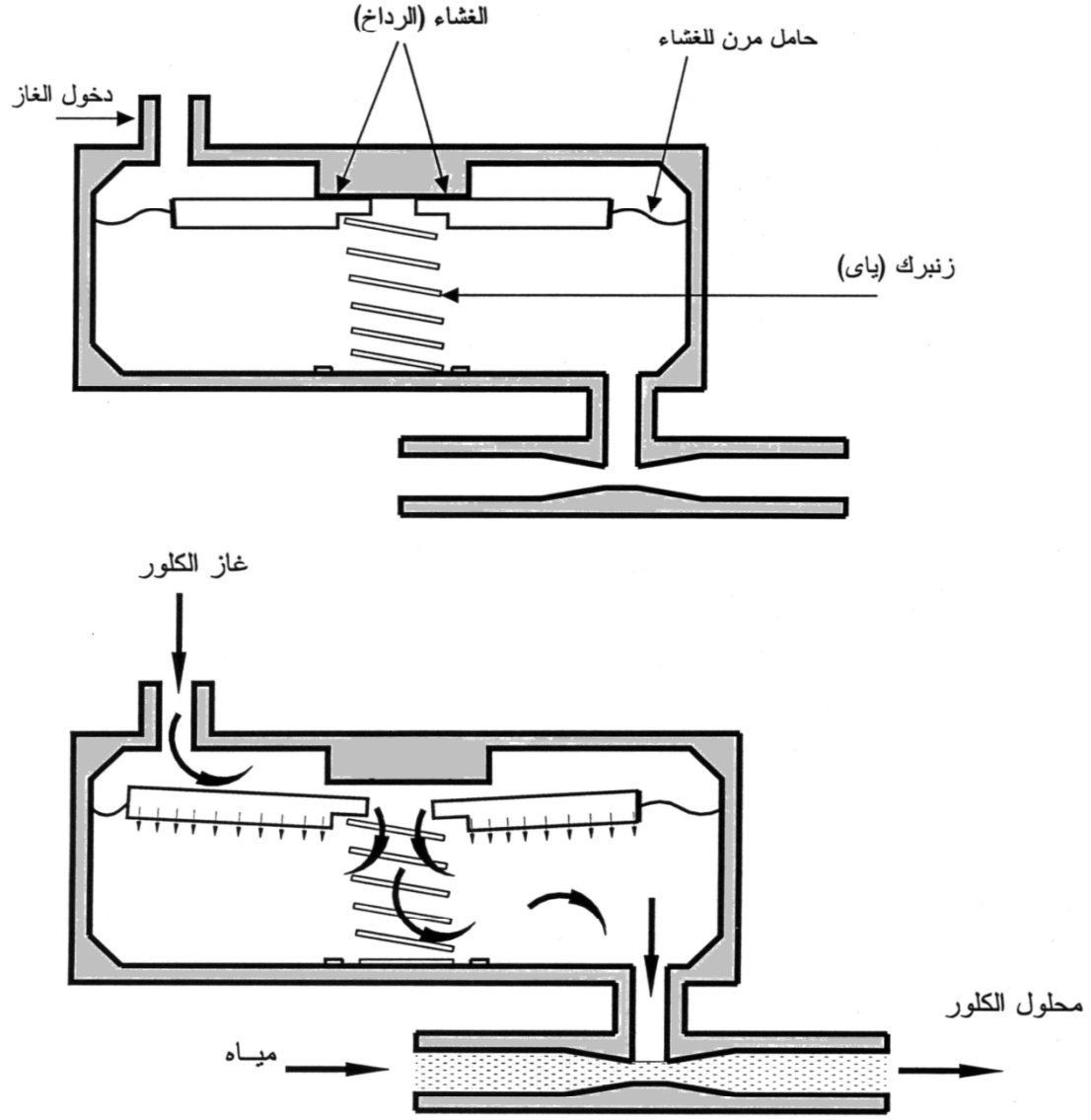


مكونات جهاز كلور يعمل بالضغط السالب

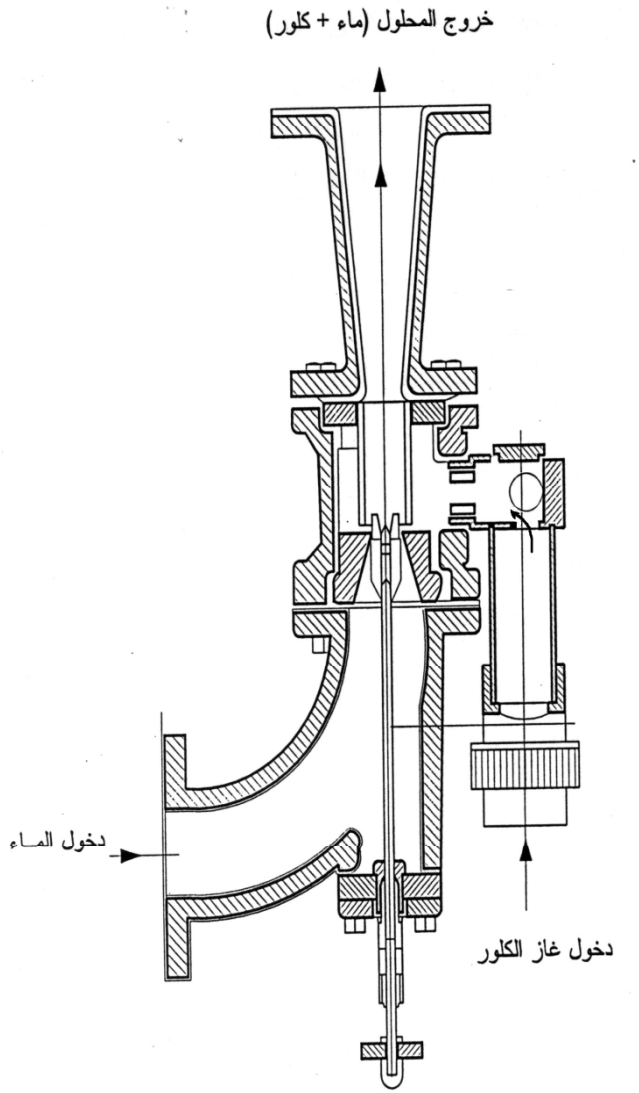


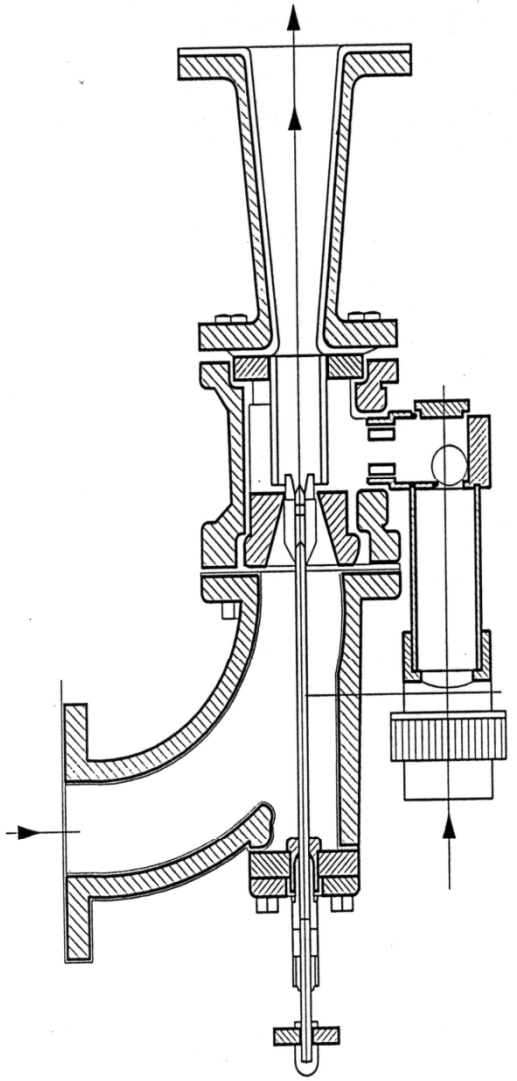
رسم تخطيطى يوضح مكونات جهاز
حقن كلور طراز ولاس آند ترنان

حاقن (ماسورة فنشورى+ صمام عدم رجوع ذو الغشاء)

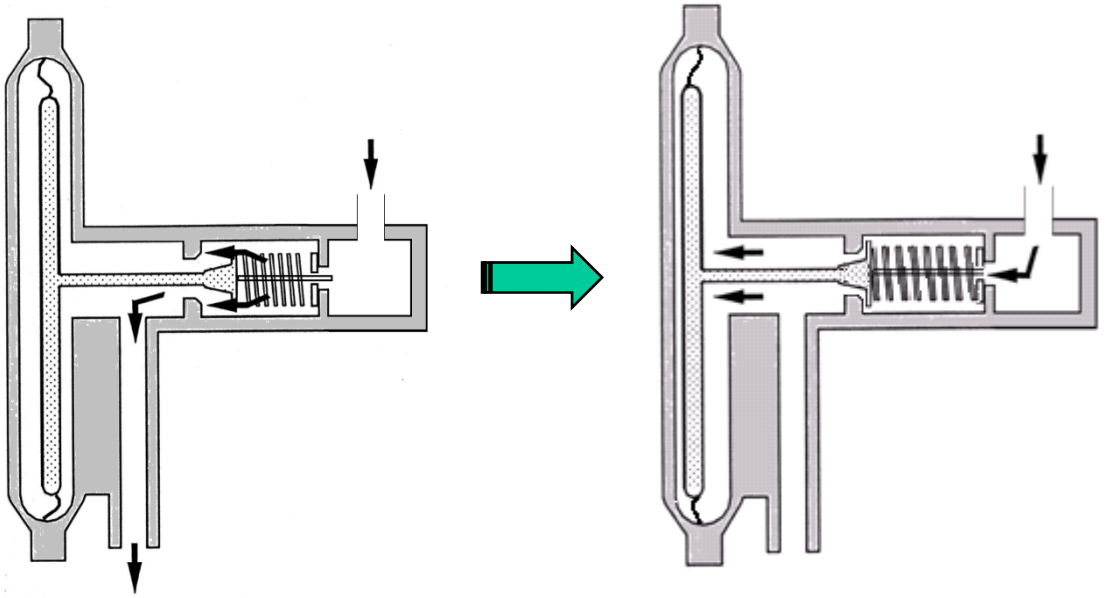


حاقن (ماسورة فنشورى + صمام عدم رجوع ذو الكره)





صمام تنظيم ضغط

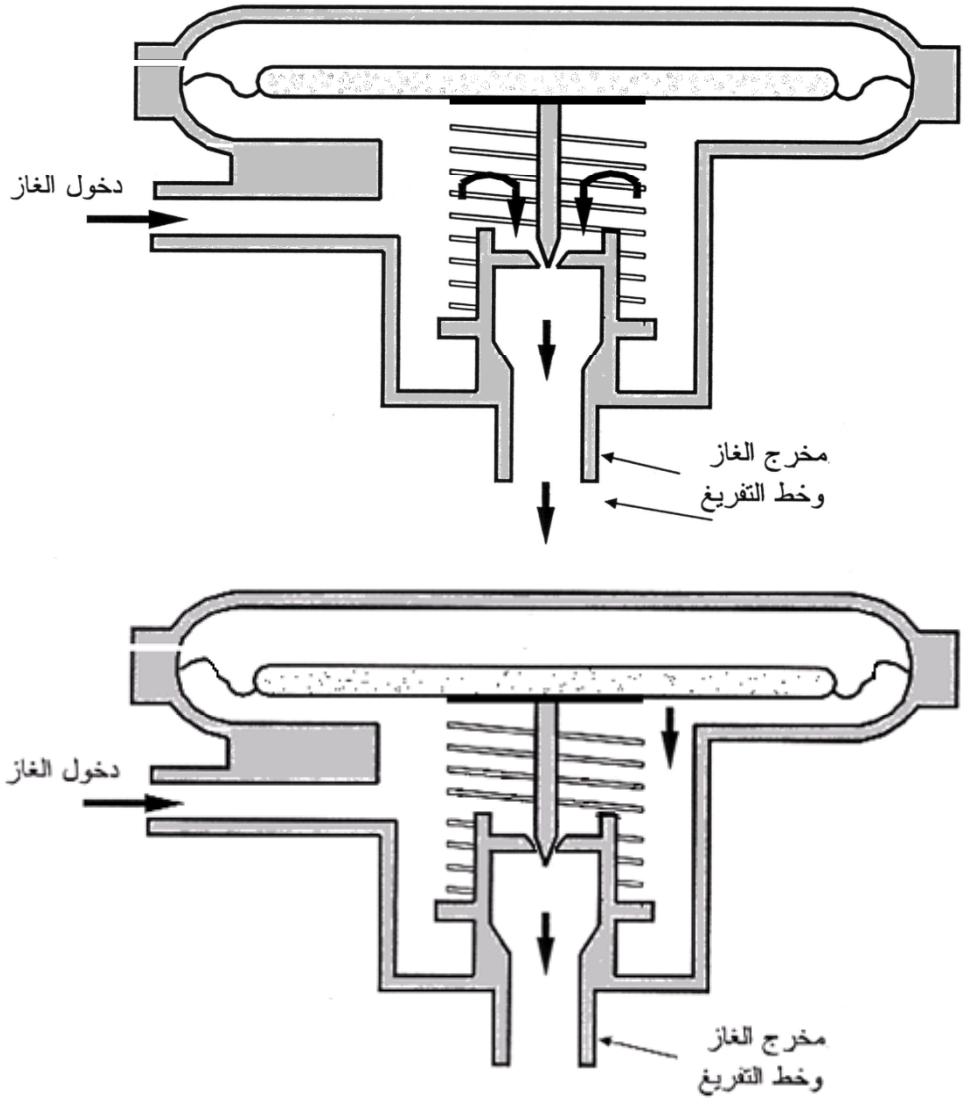


1

2

عند زيادة الضغط

صمام تنظيم تفريغ

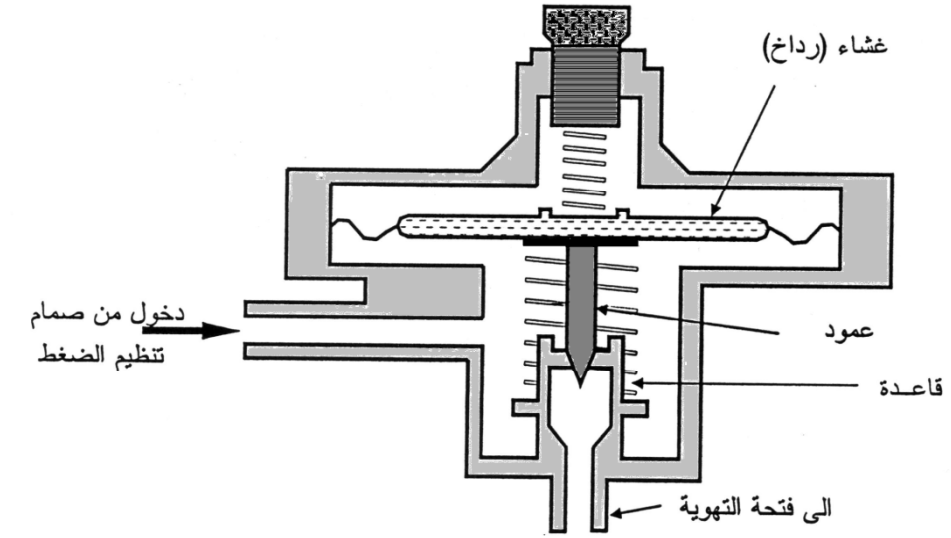


1

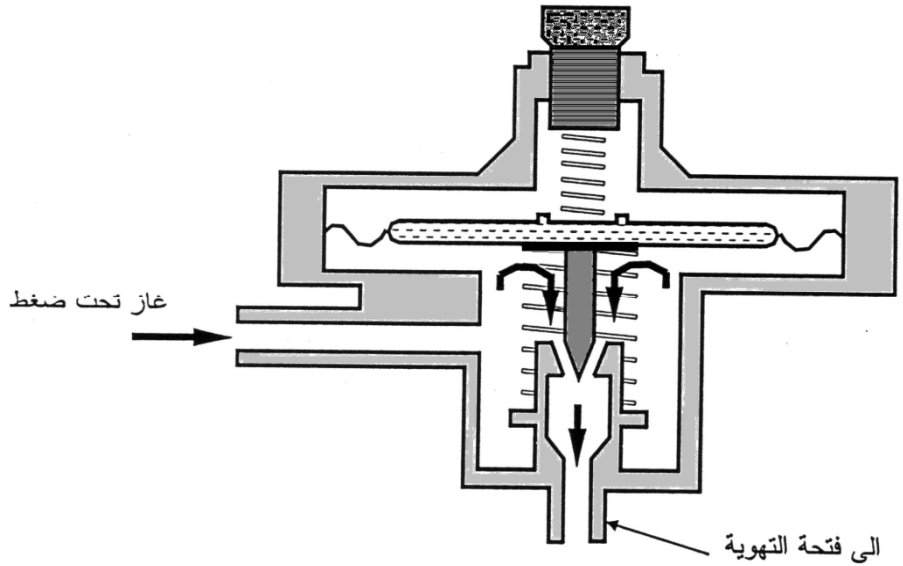
2

تفريغ زائد

صمام تحرير ضغط



1



2

عند زيادة الضغط

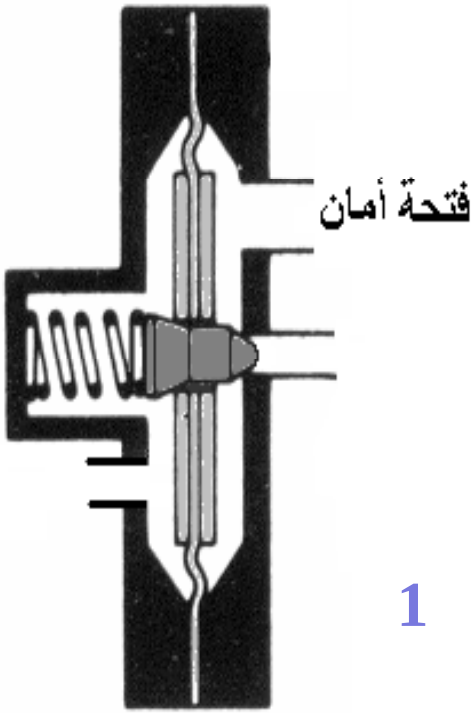
صمام تحرير تفريغ

1

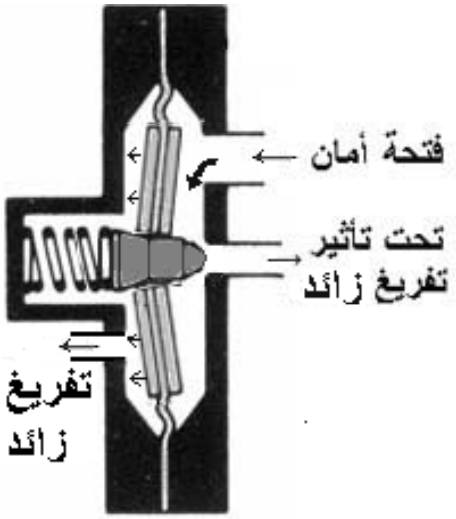
2

عند تفريغ زائد

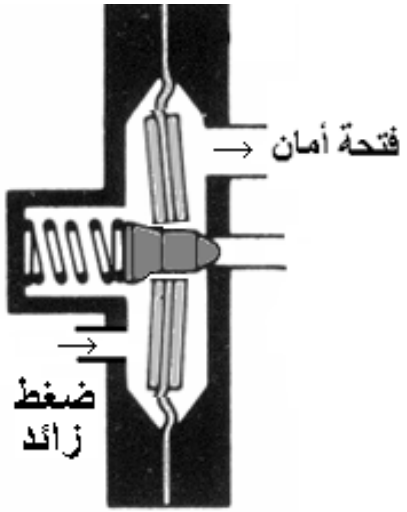
صمام تحرير ضغط وتفريغ



1

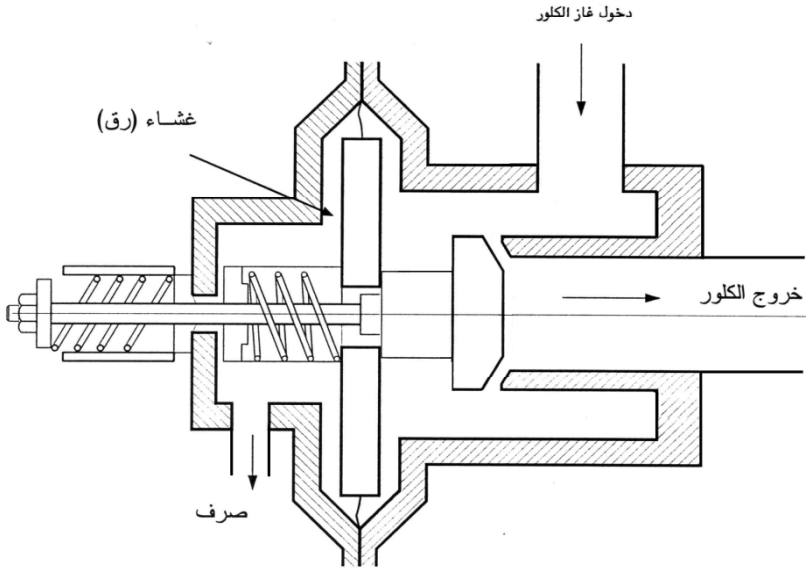


2

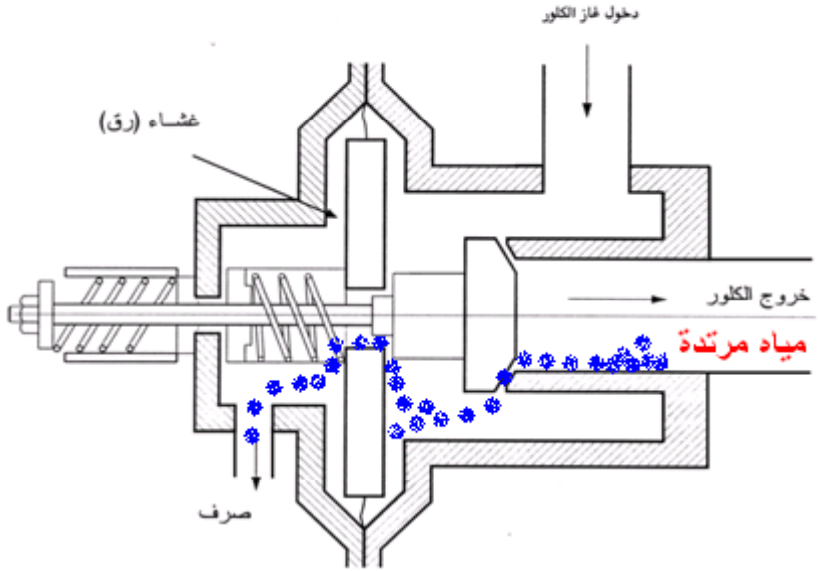


3

صمام تصريف المياه المرتدة

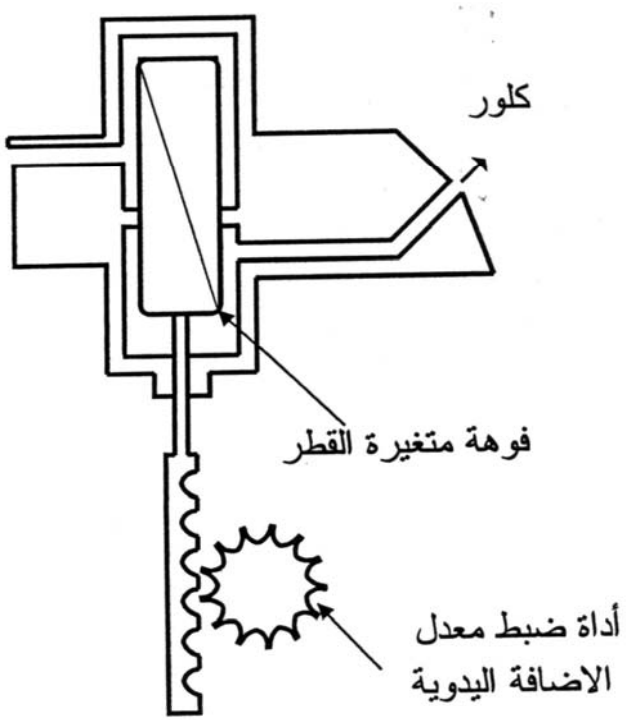


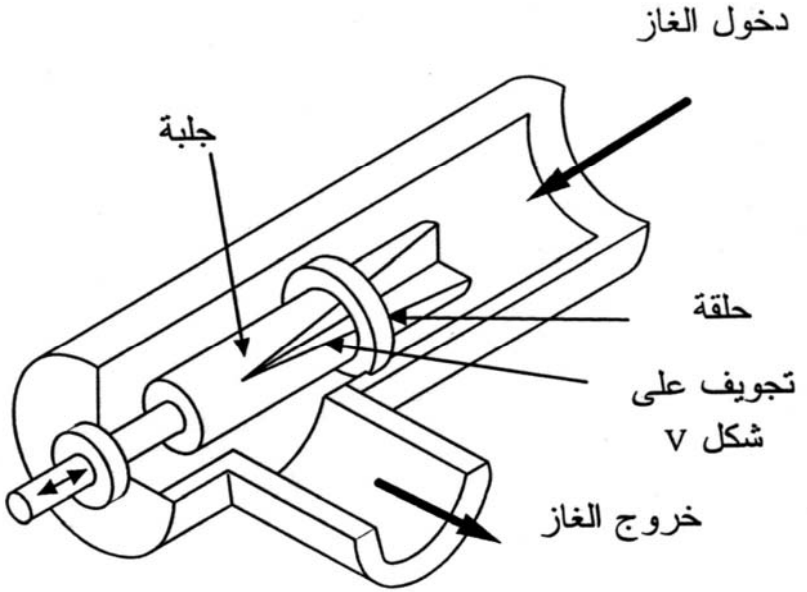
1



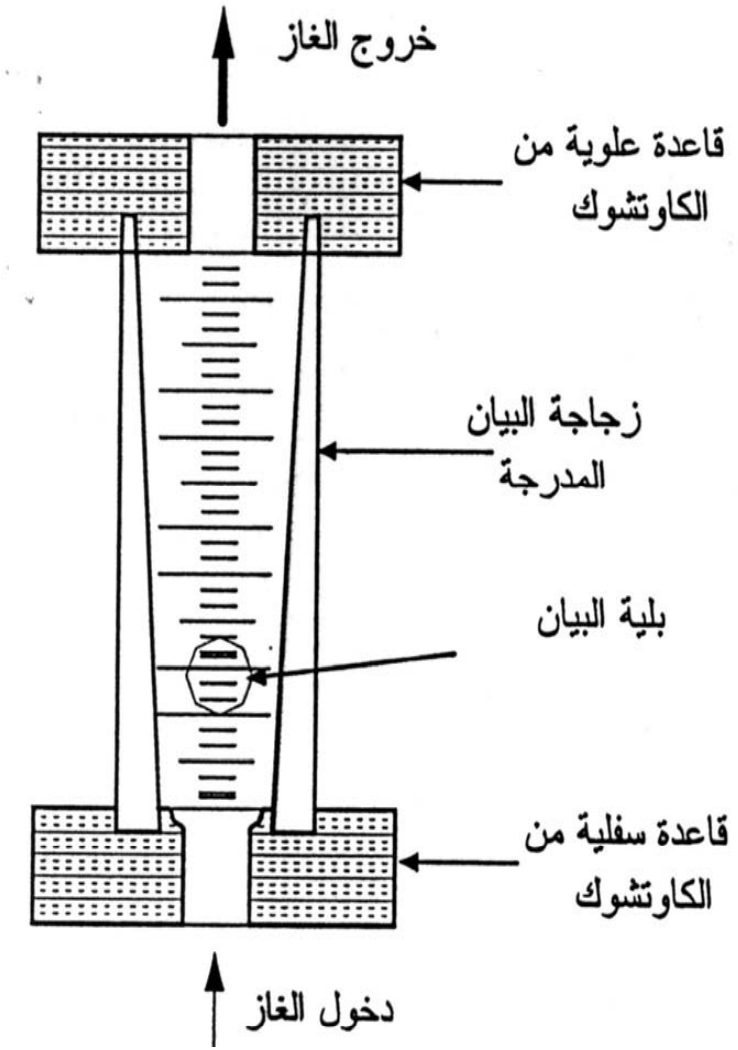
2

صمام معدل التدفق ذو التجويف V





أنبوبة قياس التدفق

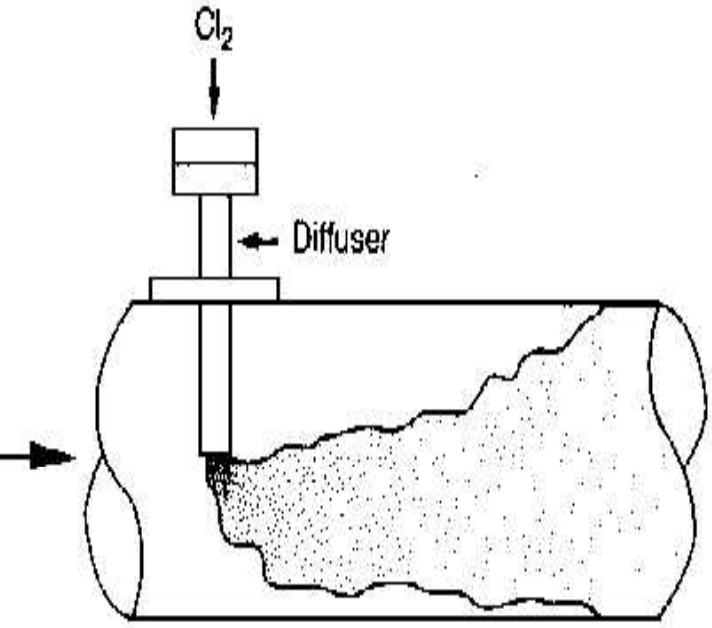


المناقشة

س1 : أذكر المكونات الرئيسية لجهاز حقن كلور يعمل بالضغط السالب ؟

الفصل الرابع

نقاط الحقـن



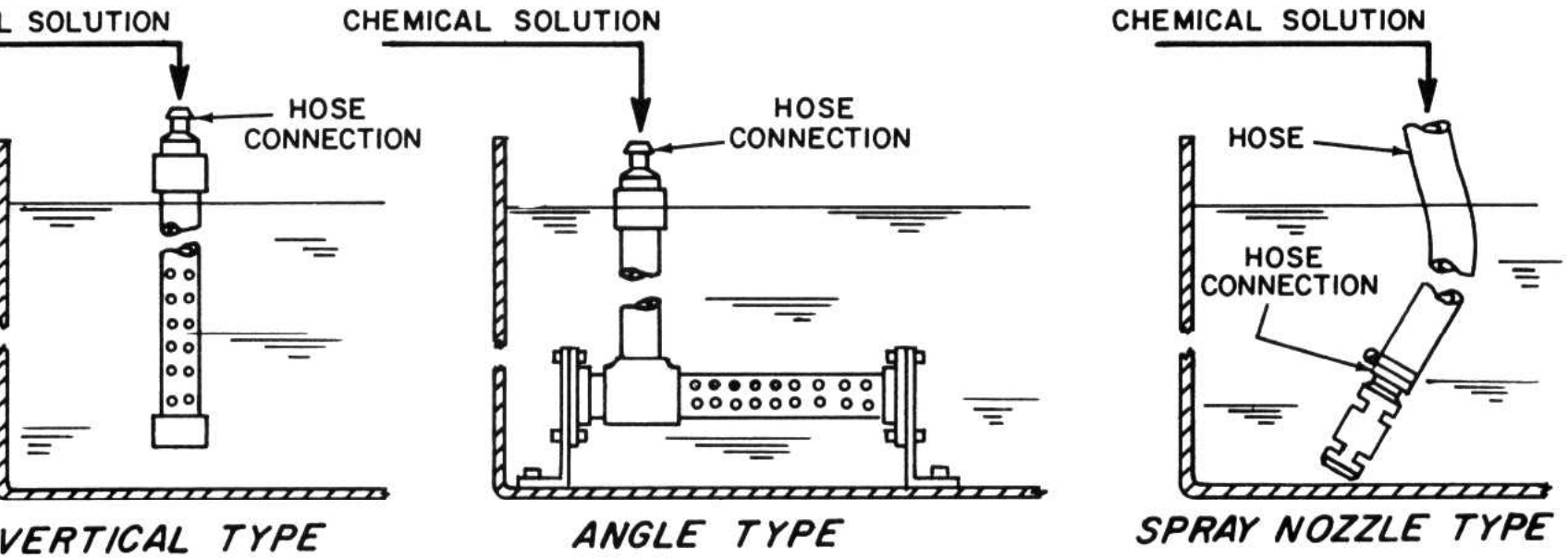
الهدف من الفصل :

بعد الانتهاء من الفصل يمكن للمتدرب أن يتعرف علي أماكن نقاط الحقن وطرق التحكم في إضافة جرعة الكلور المبدئي والنهائي.

غالبا ما يتم حقن الكلور في ثلاثة أماكن داخل محطة التنقية :

- نقطة حقن الكلور المبدئى:- Pre-chlorination
- نقطة حقن الكلور المتوسط :- *Medium- chlorination*
- نقطة حقن الكلور النهائي :- Post- chlorination

طرق الحقن بالوحدات المفتوحة

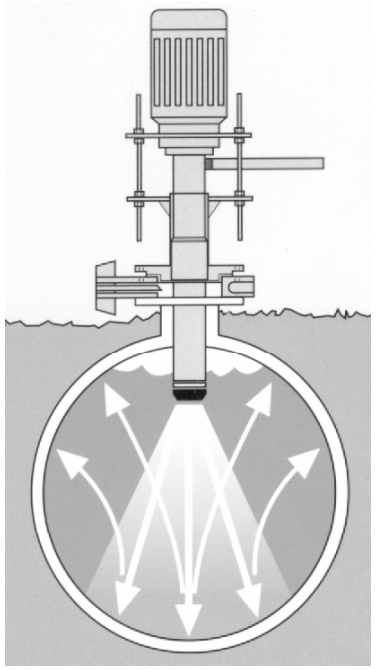


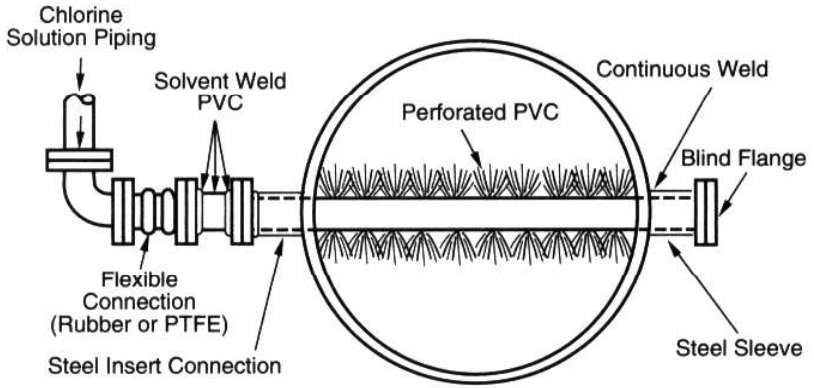
VERTICAL TYPE *ANGLE TYPE* *SPRAY NOZZLE TYPE*

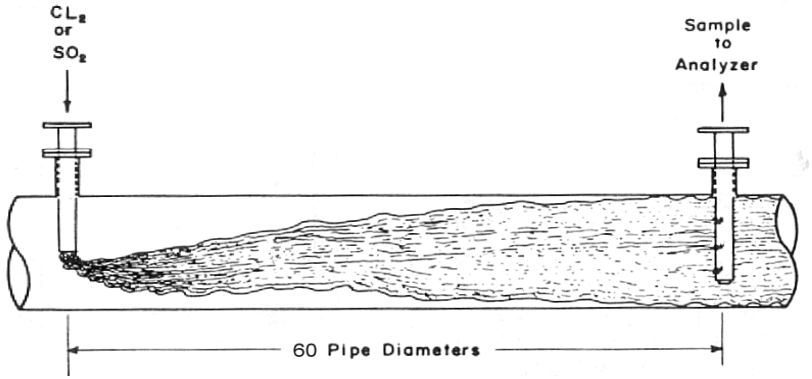
LL TYPES CAN BE SUPPLIED WITH THREADED OR SOLVENT WELDED PIPE CONNECTIONS.

SI 3517

طرق الحقن بالمواسير







تشغيل وإيقاف أجهزة الكلور

- ✓ مراجعة نقطة الحقن
- ✓ مراجعة الحاقن
- ✓ مراجعة جهاز الكلور
- ✓ التشغيل
- ✓ الإيقاف

الكشف عن تسرب غاز الكلور

لا ينبغى تجاهل أو إهمال أي تسرب كلور . إذ ان التسربات إذا أهملت تزداد سوءاً ،لذلك فإنه لا بد من معالجتها فور اكتشافها.

المناقشة

س1: أذكر نقاط الحقن وأماكنها؟

س2:أذكر الخطوات المتبعة عند إيقاف جهاز الكلور لفترة طويلة؟

الباب الثالث

نظام الحماية والأمان

الهدف من الباب:

بعد الانتهاء من الباب يمكن للمتدرب أن يتعرف على احتياطات الأمان ومواجهة التسرب والأدوات اللازمة للوقاية الشخصية ، ونظم معالجة الكلور المتسرب ، والإسعافات الأولية لمصاب غاز الكلور.

أولاً- أجهزة الحماية الشخصية

- **(ا) القناع الواقى :**

(ب) الملابس الواقية :

تشمل :1- القفاز

2- المريلة أو البالطو

(جـ) جهاز الأوكسجين:

APR 6 2004

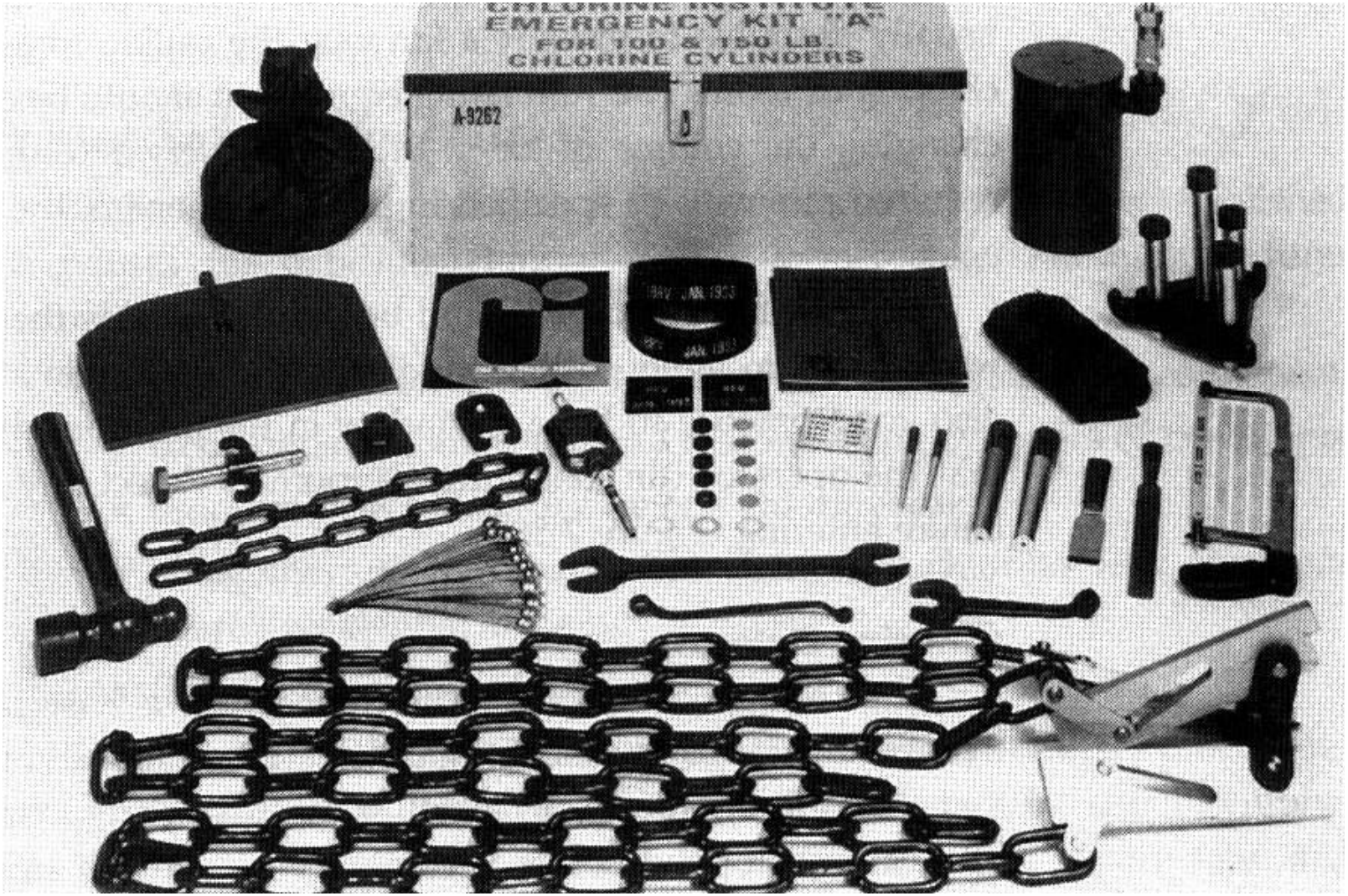
APR 6 2004

(ء) دش الطوارئ:

جرعات الكلور الضارة والمميتة :

م	الحـ ـالة	التركيز في الهواء (جزء فى المليون)
1	المقبول والمسموح بة فى الهواء للتنفس لمدة 8ساعات عمل	1
2	حس الرائحة بوضوح	3.5
3	اختناق فى البلعوم	15
4	كحة مستمرة	30
5	أقصى تركيز مسموح لفترة قصيرة	40
6	التركيز الخطر عند التعرض لفترة قصيرة	60 40
7	موت سريع	1000

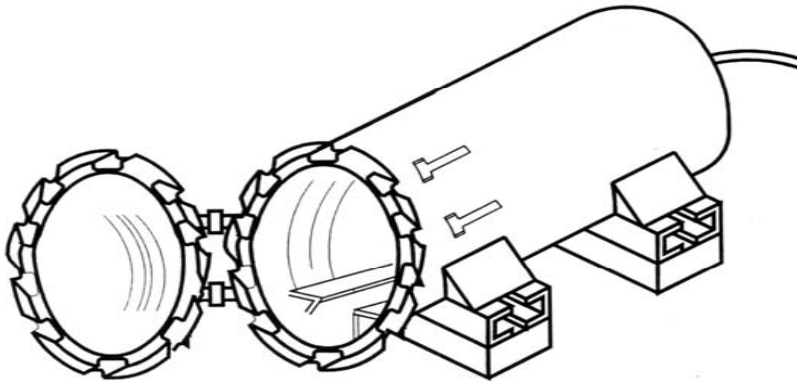
بعض الأدوات والعدد الضرورية



بعض الأدوات والعدد الضرورية

APR 6 2004

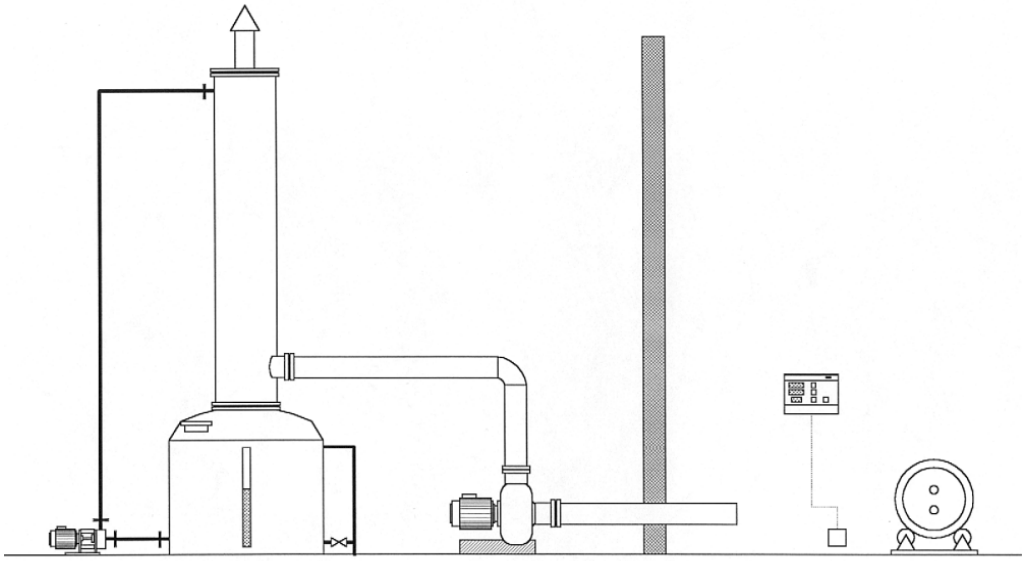
ثانياً- أجهزة حماية عامة



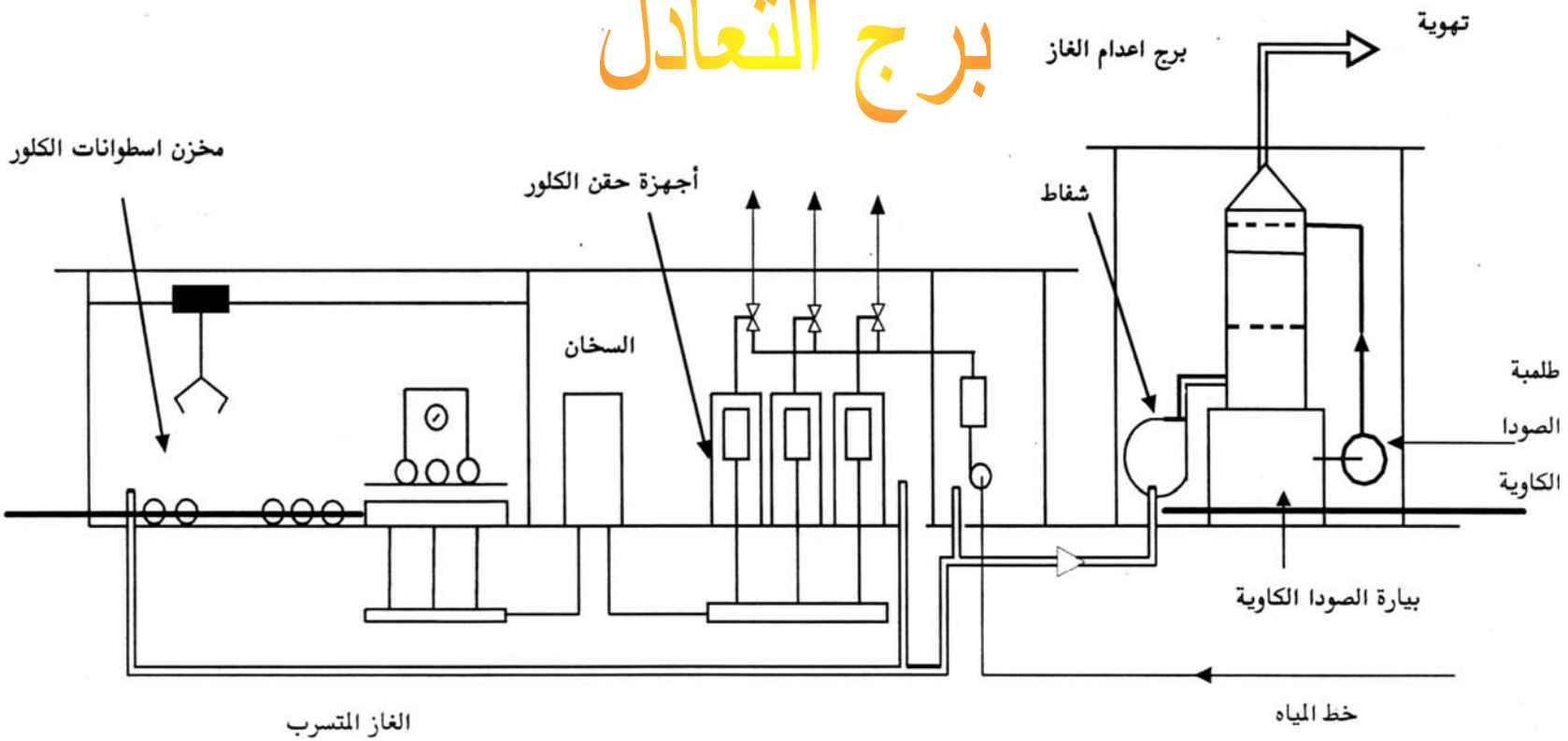
(أ) بيارات الأمان:

(ب) الحاوية:

(جـ) برج التعادل:



برج التعادل



ويشتمل نظام التعادل على المكونات التالية:

1-الخلية الكاشفة وخزان الاكتروليت0

2-مراوح لسحب الغاز من أماكن التسريب 0

3-خزان محلول الصودا الكاوية وطلمبات لضخها إلى غرفة إعدام الغاز (البرج).

4-غرف إعدام الغاز .

5-لوحة تشغيل اتوماتكيه لنظام التعادل 0