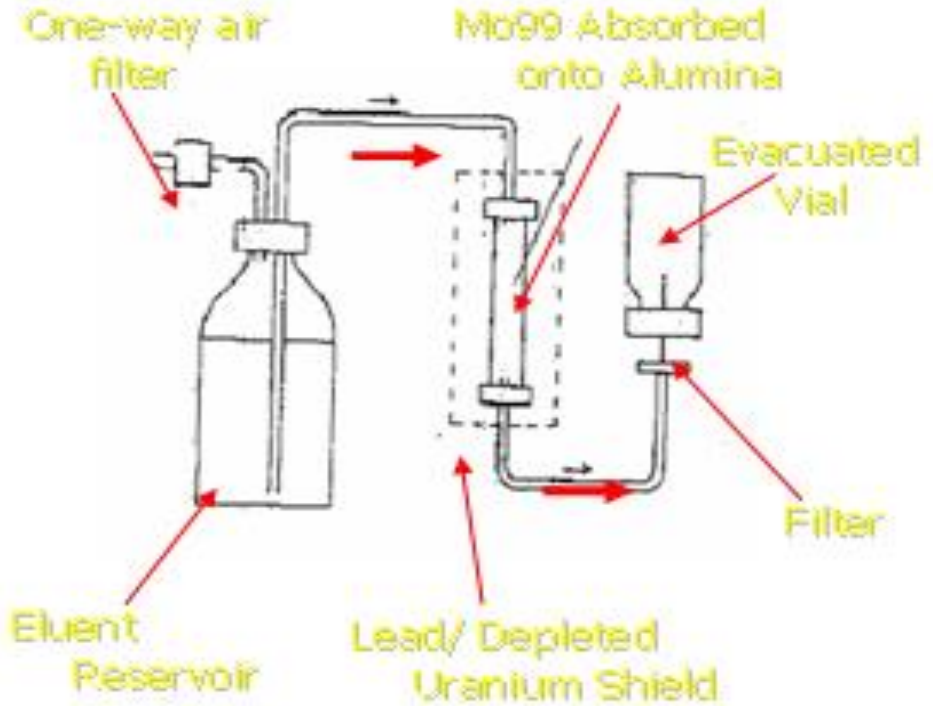
مولدات النظائر المشعة

Radionuclides Generators

Ion Exchange



Na^+Cl^- → Generator → $Na^+(TcO_4)^-$

المقدمة

كيف نستطيع الحصول على صورة لعضو أوجهاز باستعمال النوكليدات المشعة؟

بعكس استعمال أشعة-X في التصوير الشعاعي فإن الآلة المستعملة في التصوير بالنظائر المشعة تلتقط الأشعة المنبعثة من الجسم. في حالة كون النظير المشع يطلق أشعة-X فتسمى الآلة غاما-كاميرا أما في حالة إطلاق النوكليد المشع بوزيترون فتسمى الآلة الكاميرا البوزيترونية اختصاراً (PET). هذه الكاميرات تتحرى النشاط الإشعاعي المنبعث من النوكليد المشع وترسم صورة العضو الهدف.

تتم العملية كما يلي:
يحقن المريض بالدواء المشع المناسب، ثم تؤخذ الصورة بعد فترة انتظار كافية ليتوضع الدواء المشع في العضو المطلوب بالكاميرا المناسبة. بعدها يعالج الكمبيوتر الصورة وتجري طباعتها، ويستخلص أخصائي الطب النووي تشخيصه ويكتب تقريره.

يحضر الصيدلي المختص الدواء المشع المناسب باستعمال طاقم (KIT) و يضاف إليه رشاحة تحوي النوكليد المشع من مولد للنوكليد المشع، ثم يجري فحوص مراقبة دوائية (سريعة) مباشرة، ثم يحقن المريض وريدياً، ويوصي بزمن الانتظار المناسب قبل التصوير.
كان للنظائر المشعة المستعملة في البداية بالطب النووي التشخيصي عمر نصف طويل نسبياً يكفي لنقلها من مكان الانتاج إلى المشفى .

يؤدي عمر النصف الطويل نسبياً للنظائر المشعة المستخدمة إلى رفع الجرعة المتلقاة من المريض لأن النظير المشع يبقى طويلاً في الجسم. لذلك نشأت الضرورة للجوء لنظائر مشعة ذات عمر نصف قصير نسبيا. وهنا، أصبح لدينا خيارين إما لنقل المشفى إلى قرب موقع الإنتاج أو بالعكس. هذه المشكلة حفزت العلماء للبحث عن الحل وتوصلوا إلى فكرة أنظمة مولدات النظائر المشعة.

نظرية نظام المولدات THEORY OF RADIONUCLIDE GENERATION SYSTEM

يوظف نظام مولد النظائر المشعة، نوكليداً مشعاً (أم) ذو عمر نصف طويل نسبيا، ويتخامد بإصدار أشعة جسيمية ليتحول إلى نوكليد مشع وهو عنصر آخر (البنت). وهذا النوكليد المشع (البنت) ذو عمر نصف قصير نسبياً ويصدر أشعة غاما (لأنها المطلوبة للتصوير) ومختلف عن الأم كيميائياً ويجب أن يتوفر طريقة سهلة لفصل الأم عن البنت. والتقنية التي أصبحت أكثر شيوعاُ هي استعمال سائل جرف يجرف البنت تاركا الأم.

تقنيات فصل النوكليدات المشعة
RADIONUCLIDE SEPARATION TECHNIQUES

بالرغم من أن طريقة التبادل الشاردي (ION EXCHANGE) هي الأكثر شيوعاً والتي تعتبر من تقنيات الكروماتوغرافيا . ولكن هذا لا يمنع وجود تقنيات فصل أخرى مستعملة.

الترسيب PRECIPITATION

وهي تعتبر أكثر الطرق بساطة، حيث يمكن تحضير النوكليد المشع الأم بمحلول مائي ومن ثم ترسيب البنت بإضافة مادة كيميائية. ويمكن بعدها فصلهما بالترسيح أو التثفيل.

التقطير Distillation

تستعمل هذه التقنية لفصل البنت التي تكون عنصراً طياراً عن محلول الأم.

الطرد الغازي Gas Evolution

إذا أمكن تحضير الأم بشكل محلول، والبنت بشكل غازي، يمكن إجراء الفصل بضخ غاز حامل غير منحل في المحلول يجرف معه البنت.

Solvent Extraction الاستخلاص

نستعمل في هذه التقنية محلين غير قابلين للامتزاج، أحدهما يحل النوكليد المشع الأم والآخر النوكليد المشع البنت.

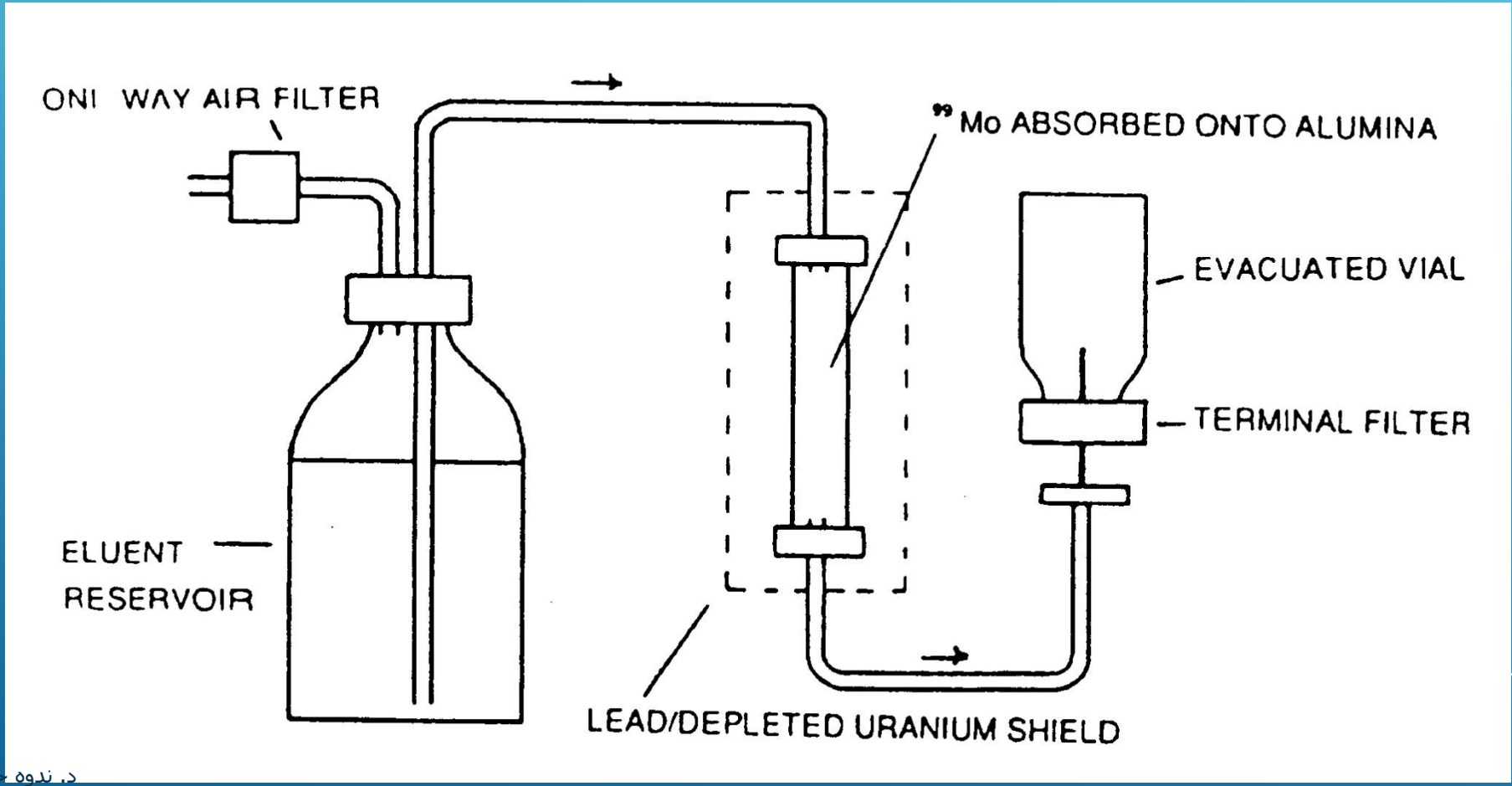
التبادل الشاردي Ion Exchange

أصبحت هذه التقنية الأكثر شيوعاً في أنظمة مولدات النظائر المشعة. وذلك نظراً لقدرتها على العمل بنظام مغلق ولكونها ملائمة. يطلق على أنظمة المولدات التي تستعمل هذه التقنية اسم مولدات الكروماتوغرافيا، حيث تعبأ المادة التي ستدمص النوكليد المشع في عمود كروماتوغرافيا زجاجي ويثبت العمود في مكانه بطريقة تسمح بمرور سائل الجرف (الاستشراب) الذي سجرف النوكليد المشع البنت.

أنظمة مولدات النظائر المشعة RADIONUCLIDE GENERATOR SYSTEMS

هناك نوعين من أنظمة مولدات الكروماتوغرافيا: نظامي الضغط السلبي والضغط الإيجابي. حيث في كلا النوعين تعبأ المادة المدمصة في عمود كروماتوغرافيا زجاجي حيث تدمص النوكليد المشع الأم وتوضع داخل درع من الرصاص أو اليورانيوم المنضب (غير مشع). وفي كلا النوعين هناك مراشح فائقة الترشيح (0.22 ميكرومتر) لضمان عقامة الرشاحة، تمنع هذه المراشح أيضاً مرور أي جسيمات التي يمكن أن تخرج من العمود.

يكمن الفرق بين النوعين بطريقة الجرف كما هو مبين في المخططين التاليين.



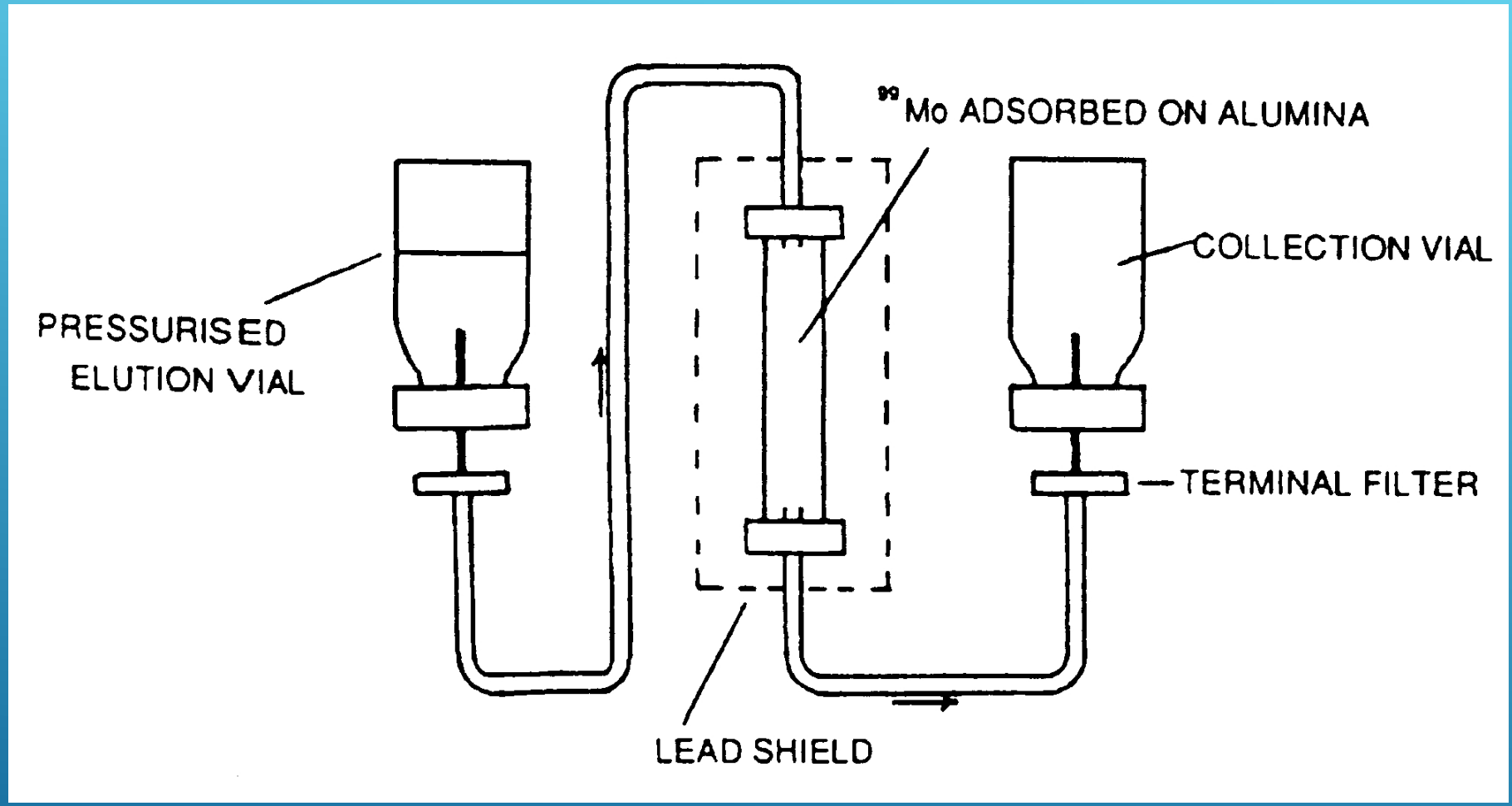
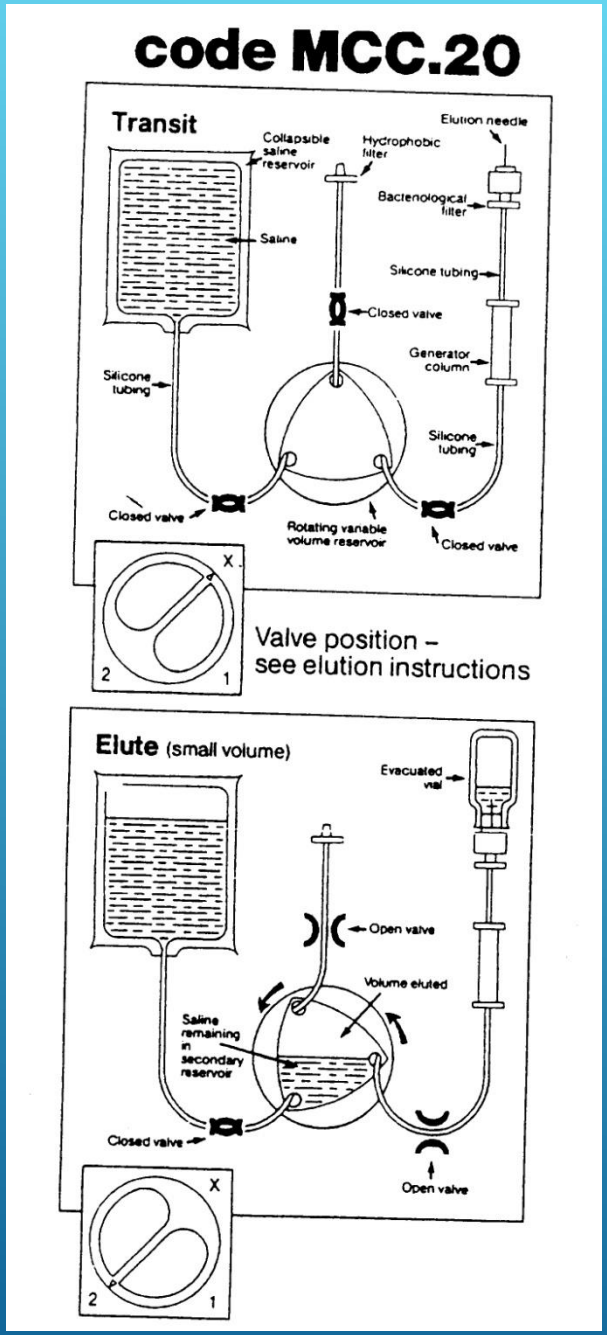
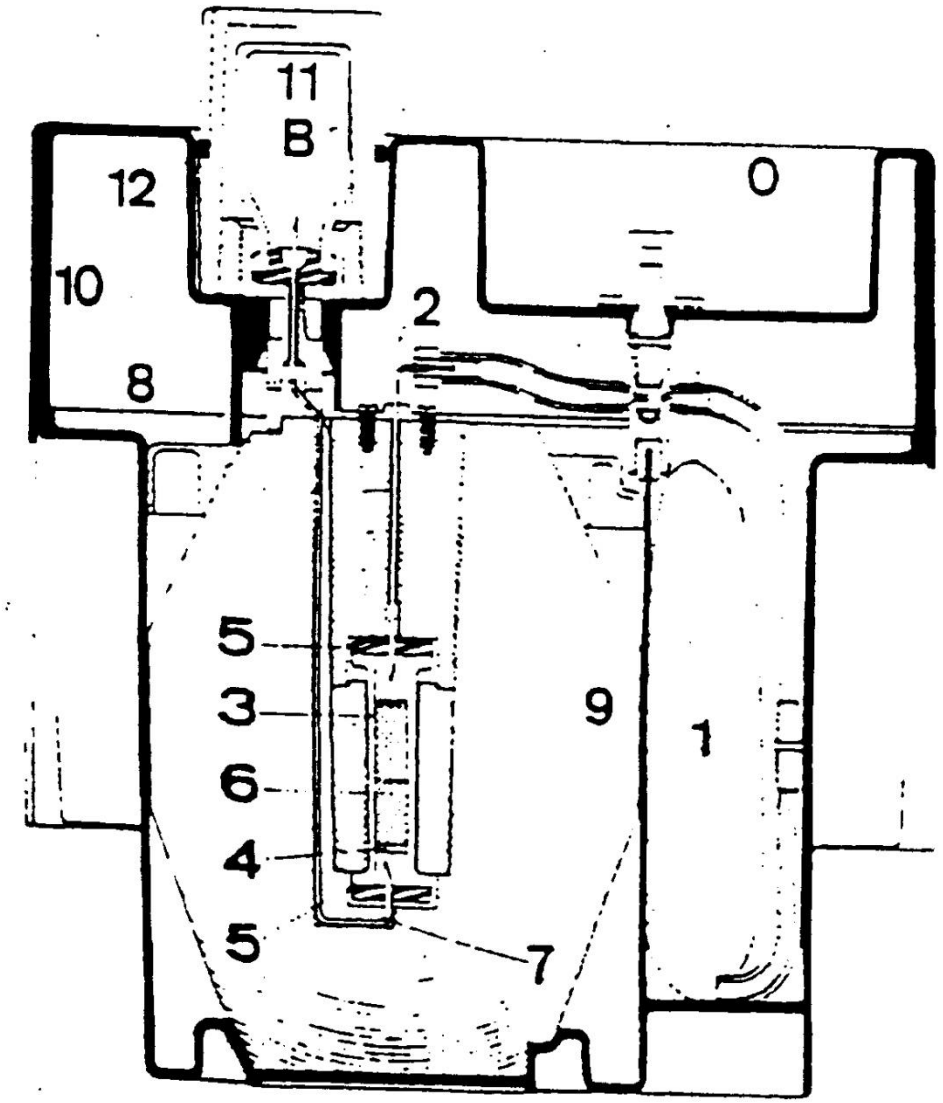

^{99}Mo ADSORBED ON ALUMINA
PRESSURISED
ELUTION VIAL
COLLECTION VIAL
TERMINAL FILTER
LEAD SHIELD

Table 1. Generator Systems

Parent/Daughter	*Half-life*		*Gamma emission (keV)*
	Parent	*Daughter*	
Diagnostic, single photon			
Rb-81/Kr-81m	4.58 h	13.3 s	191
Mo-99/Tc-99m	67 h	6.03 h	141
Sn-113/In-113m	115.1 d	1.66 h	392
Cd-115/In-115m	53.4 h	4.5 h	336
W-178/Ta-178	21.5 d	9.3 m	93
Os-191/Ir-191m	15.4 d	4.9 s	129
Hg-195m/Au-195m	40 h	30.6 s	262
Diagnostic, positron			
Fe-52/Mn-52m	8.28 h	21 m	511, 1434
Zn-62/Cu-62	9.13 h	9.7 m	511, 1173
Ge-68/Ga-68	287 d	68.3 m	511, 1080
Sr-82/Rb-82	25 d	76 s	511, 780
Te-118/Sb-118	6 d	3.5 m	511, 1230
Xe-122/I-122	20.1 h	3.6 m	511, 564
Therapeutic			
Sr-90/Y-90	28 y	64.2 h	(beta)
W-188/Re-188	69.4 d	16.98 h	155 (+beta)
Ra-224/Bi-212	3.6 d	60.5 m	(alpha, beta)

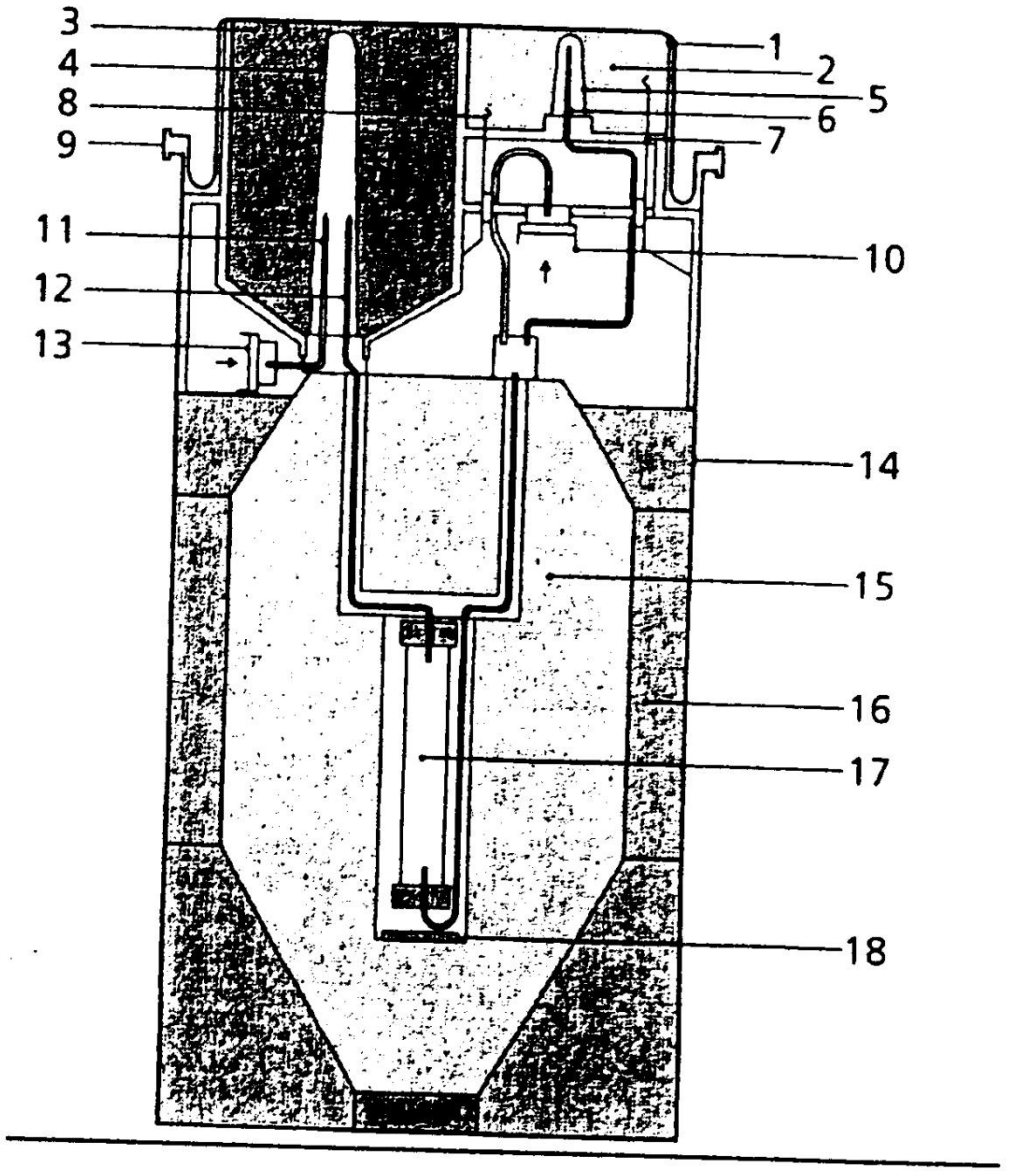

code MCC.20
Transit
Collapsible saline reservoir
Hydrophobic filter
Elution needle
Bacteriological filter
Saline
Silicone tubing
Closed valve
Generator column
Silicone tubing
Silicone tubing
Closed valve
Rotating variable volume reservoir
Closed valve
X
2
1
Valve position –
see elution instructions
Elute (small volume)
Evacuated vial
Open valve
Volume eluted
Saline remaining in secondary reservoir
Closed valve
Open valve
X
2
1



(1) PLASTIC BAG
(2) STAINLESS STEEL NEEDLE
(3) CHROMATOGRAPHIC COLUMN
(4) FILTER AT THE BOTTOM
(5) METALLIC CAPSULES
(6) ALUMINA
(7) A DOUBLE NEEDLE
(8) RECEIVES VIALS
(9) LEAD SHIELDING
(10) COVER
(11) BACTERIOSTATIC SOLUTION
(12) O RING

Ultra-TechneKow®FM generator system

1 Top cover
2 Elution station
3 Eluent vial chamber
4 Plastic cover for eluent needle
5 Rubber cover for eluate needle
6 Eluate outlet needle
7 Safety valve
8 Valve for partial elution
9 Lever closing ring
10 Air filter for partial elution
11 Inlet needle for sterile air
12 Eluent inlet needle
13 Air filter for eluent bottle
14 Containment Ultra-TechneKow FM
15 Lead shield 28, 35, 42, 49, or 56 mm
16 Support for lead shield
17 Generator column
18 Colour indicator strip



فحوص المراقبة الدوائية الروتينية: Routine Quality Control Test

من أجل العقامة تحفظ المولدات في بيئة نظيفة (class A) مثلاً ساحبة الهواء الصفائحية. ويقترح تغييراً متكرراً للواخذة التي يتم جمع الرشاحة منها. وكذلك درع المحقن.

يجب أن يتم سحب رشاحة من المولد حال استلامه. ثم يعاير النشاط الإشعاعي للنوكليد البنت ويقارن بالكمية المتوقعة فإذا كانت الكمية مرضية أي الفرق مقبول فالمولد مقبول.

يجب فحص الرشاحة إذا كان فيها أي تلوث بالنوكليد المشع الأم أو بمواد العمود.

أما العقامة ومولدات الحرارة (أشلاء و زيفانات الجراثيم) يضمنها المصنع. هناك طريقتين لتعقيم المولد إما أن تعقم أجزاءه قبل التجميع حيث يتم تجميعه في بيئة عقيمة أو أن يجمع ثم يعقم كاملاً. ولكن بالرغم من ذلك فإنه يقترح إجراءً جيداً أن تفحص على الأقل أمبولة واحدة خلال عمر المولد الفعال (أسبوعين) للعقامة ومولدات الحرارة ودرجة الحموضة.