

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8727 : 2012

ĐẤT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH TỔNG HÀM LƯỢNG VÀ HÀM LƯỢNG CÁC ION THÀNH PHẦN MUỐI HÒA TAN CỦA ĐẤT TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

Soils for hydraulic engineering construction - Laboratory test method for determination of total content and content of composition ion of dissolvable salts in soil

Lời nói đầu

TCVN 8727 : 2012 được chuyển đổi từ Tiêu chuẩn 14 TCN 149 : 2005 theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN 8727 : 2012 do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ khoa học và Công nghệ công bố.

ĐẤT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH TỔNG HÀM LƯỢNG VÀ HÀM LƯỢNG CÁC ION THÀNH PHẦN MUỐI HÒA TAN CỦA ĐẤT TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

Soils for hydraulic engineering construction - Laboratory test method for determination of total content and content of composition ion of dissolvable salts in soil.

1. Phạm vi áp dụng

- Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định tổng hàm lượng và hàm lượng của các ion thành phần muối hòa tan của đất, trong phòng thí nghiệm, áp dụng cho đất hạt mịn (đất sét và đất bụi), đất cát và đất sỏi sạn có hơn 15% hàm lượng vật liệu hạt mịn (cỡ hạt nhỏ hơn 0,1 mm) dùng cho xây dựng công trình thủy lợi).

- Tiêu chuẩn này không áp dụng cho đất cuội dăm và đất hòn tảng.

2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này:

TCVN 8217 : 2009, *Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phân loại.*

TCVN 8732 : 2012, *Đất xây dựng công trình thủy lợi - Thuật ngữ và định nghĩa.*

TCVN 2683 : 2012, *Đất xây dựng - Phương pháp lấy, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu.*

TCVN 4196 : 2012, *Đất xây dựng - Phương pháp xác định độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm.*

3. Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu, đơn vị đo được nêu trong TCVN 8217 : 2009, TCVN 8732 : 2012 và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1. Hàm lượng muối hòa tan của phần đất hạt lọt lỗ sàng 2mm (*total content of dissolvable salts in water of soil grain part is small than 2 mm*)

Là tỷ số giữa khối lượng của muối hòa tan được trong nước của phần hạt lọt qua lỗ sàng 2 mm và khối lượng khô của phần đất đó, ký hiệu là $P_{m,d}$, biểu thị bằng % khối lượng.

3.2. Tổng hàm lượng muối hòa tan được trong nước của đất (*total content of dissolvable salts in water of soil*)

Là tỉ số giữa khối lượng của các muối hòa tan được trong nước của phần đất hạt lọt qua lỗ sàng 2 mm có trong và khối lượng khô của đất có thành phần đầy đủ (gồm cả phần hạt lọt qua lỗ sàng 2 mm và phần hạt nằm lại trên mắt sàng 2 mm), ký hiệu là P_m , biểu thị bằng % khối lượng.

3.3. Hàm lượng của ion thành phần của muối (*content of composition ion of salt*)

Là tỷ số giữa khối lượng của ion thành phần nào đó của muối và khối lượng đất khô, biểu thị bằng mg/g đất khô.

4. Quy định chung

4.1. Tiêu chuẩn này quy định xác định tổng hàm lượng của các muối có trong đất và hòa tan được trong nước, gồm các muối clorua, sunfat, cacbonat và bicacbonat của kim loại kiềm thổ có thành phần chủ yếu là cation Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ và các anion Cl^- , SO_4^{2-} , một ít CO_3^{2-} và HCO_3^- .

CHÚ THÍCH: Chỉ tiến hành phân tích hàm lượng các ion thành phần của muối, khi đất được xếp loại là đất nhiễm muối theo tiêu chuẩn TCVN 8217 : 2009 và có yêu cầu của Tư vấn thiết kế. Việc thí nghiệm phải do kỹ sư và kỹ thuật viên chuyên phân tích hóa đất - nước đảm nhiệm.

4.2. Mẫu đất lấy về dùng cho thí nghiệm này phải đảm bảo đại diện cho đất được nghiên cứu và yêu cầu chất lượng theo tiêu chuẩn TCVN 2683 : 2012.

Mẫu đất phải được bảo quản trong hộp hoặc túi kín nước trong quá trình vận chuyển, cần có khối lượng đất ban đầu để chuẩn bị mẫu thử sao cho có được khối lượng phần hạt lọt qua mắt sàng 2 mm, ở trạng thái khô gió, không ít hơn 200 g; do đó, khối lượng mẫu lấy ban đầu có thể tham khảo như sau:

- + cần lấy tối thiểu 300 g - đối với đất có chứa không quá 10% hàm lượng hạt 2 mm.
- + cần lấy tối thiểu 500 g - đối với đất có chứa từ 10% đến 20% hàm lượng hạt 2 mm.
- + cần lấy tối thiểu 1 kg - đối với đất có chứa từ 20% đến 30% hàm lượng hạt 2 mm.
- + cần lấy tối thiểu 2 kg - đối với đất có chứa hơn 30% hàm lượng hạt 2 mm.

4.3. Mẫu thí nghiệm được chuẩn bị từ phần vật liệu hạt lọt qua lỗ sàng 2 mm của đất và phải đảm bảo tính đại diện cho hợp phần này của đất.

4.4. Các hóa chất sử dụng trong thí nghiệm, phải là loại tinh khiết phân tích (tkpt).

5. Các phương pháp xác định

5.1. Xác định tổng hàm lượng muối hòa tan của đất (quy định)

5.1.1. Nguyên tắc

Chiết muối hòa tan được trong nước của phần đất hạt nhỏ hơn 2 mm, bằng nước cất không có CO_2 cho vào mẫu đất thí nghiệm theo tỷ lệ đất: nước bằng 1 : 5 (khối lượng / thể tích) để hòa tan hết muối có trong đất, rồi lọc dung dịch đất qua giấy lọc mịn để rút ra hết dung dịch nước muối (nước chiết); cô cạn dung dịch nước chiết, sau đó oxy hóa chất hữu cơ bằng H_2O_2 , rồi sấy khô cạn ở nhiệt độ từ 100 °C đến 150 °C cho đến khối lượng không đổi. Cân khối lượng cạn khô; từ khối lượng cạn khô thu được và khối lượng khô của đất thí nghiệm, tính toán tổng hàm lượng muối hòa tan của đất.

5.1.2. Thiết bị dụng cụ

- Cối và chày bằng sứ hoặc thủy tinh, đầu chày bọc cao su;
- Sàng phân tích loại mắt sàng 2,0 mm; 0,50 mm (hoặc 0,425 mm), có nắp đậy và khay hứng, chổi quét;
- Hộp chia mẫu nhiều rãnh hoặc dụng cụ chia mẫu thích hợp;
- Các loại cân kỹ thuật có độ chính xác đến 0,01 g và 0,1 g;
- Cân phân tích có độ chính xác đến 0,0001 g hoặc 0,001 g;

- Tủ sấy có rơle tự động khống chế nhiệt độ theo yêu cầu;
- Bình hút ẩm có chất hút ẩm kèm theo;
- Máy lắc; bếp cách cát hoặc nồi cách thủy;
- Phễu lọc có đường kính khoảng 100 mm;
- Giấy lọc mịn có kích thước phù hợp với phễu lọc;
- Bình định mức các loại dung tích 50; 100; 250; 500 và 1000 ml;
- Buret các loại 10; 25 ml, chia độ chính xác đến 0,1 ml;
- Pipet loại 1; 5; 10; 25; 50 ml, chia độ chính xác đến 0,1 ml;
- Các dụng cụ thí nghiệm thông thường.

5.1.3. Hóa chất

Dung dịch Hydroperoxit (H_2O_2) nồng độ 10 % đến 15 %.

5.1.4. Các bước tiến hành

5.1.4.1. Chuẩn bị mẫu đất thí nghiệm

5.1.4.1.1. Đem đất dùng thí nghiệm phơi khô không khí ở trong phòng (tốt nhất là phòng có máy hút ẩm hoặc có quạt thông gió), không phơi khô đất ở ngoài trời nắng gió.

5.1.4.1.2. Dùng cối sứ và chày đầu bọc cao su nghiền vụn đất rồi sàng đất qua sàng lỗ 2 mm, phải đảm bảo các hạt sỏi, đá nằm lại trên sàng không còn các hạt bụi, sét bám dính.

5.1.4.1.3. Thu hết phần hạt sỏi, đá nằm lại trên sàng, đem sấy khô ở nhiệt độ 100 °C đến 105 °C cho đến khối lượng không đổi; sau đó, để nguội trong bình hút ẩm rồi cân khối lượng (G_s) chính xác đến 0,1 g.

5.1.4.1.4. Thu hết phần đất lọt sàng cho vào khay sạch, khô và đã biết khối lượng. Sau đó, tiếp tục nghiền đất cho lọt hết qua sàng lỗ 0,5 mm, không làm rơi vãi mất đất, rồi cân khối lượng đất (G_d) chính xác đến 0,1 g. Trộn thật đều đất, lấy mẫu xác định độ ẩm không khí của đất ($W\%$ khối lượng), theo như quy định trong TCVN 4196 : 2012.

5.1.4.1.5. Dùng hộp chia mẫu nhiều rãnh hoặc bằng phương pháp chia tư liên tiếp đối với đất đã được nghiền nhỏ để trích ra được 1 phần đất đại diện có khối lượng khoảng 100 g, rồi cân lấy 50 g mẫu thí nghiệm, chính xác đến 0,01 g, cho vào bình tam giác dung tích 500 ml khô và sạch để chiết muối hòa tan trong đất theo 5.1.4.2.

5.1.4.1.6. Đựng toàn bộ đất còn lại vào túi nilon, buộc kín miệng túi, để dự phòng khi cần lấy mẫu thí nghiệm bổ sung.

5.1.4.2. Chiết rút muối hòa tan

5.1.4.2.1. Lấy chính xác 250 ml nước cất không có CO_2 (nước cất đã được đun sôi, để nguội) rót vào bình chứa mẫu đất thí nghiệm, nút kín miệng bình bằng nút cao su hoặc nút thủy tinh nhám. Lắc bình chứa dung dịch đất bằng máy lắc trong 2 h (nếu không có máy lắc thì lắc bằng tay, cứ lắc liên tục trong 3 min rồi để yên 10 min, lặp lại như vậy trong 2 h), rồi để yên 6 h hoặc qua đêm.

5.1.4.2.2. Lọc mẫu qua giấy lọc mịn và dày được lót trong phễu để lấy ra hết dịch lọc, hứng dịch lọc (nước chiết muối) vào bình thủy tinh cổ thót, sạch và khô; nếu dịch lọc đục thì phải lọc lại. Dịch lọc được dùng để phân tích tổng hàm lượng muối hòa tan và hàm lượng các ion thành phần, nên cần được đựng trong bình nút kính và bảo quản cẩn thận, tránh bốc hơi nước, tránh các khí như NH_3 , HCl v.v..., xâm nhập vào.

5.1.4.3. Phân tích dịch lọc

5.1.4.3.1. Lắc trộn đều dịch lọc đựng trong bình, dùng pipet lấy chính xác 50 ml dịch lọc cho vào cốc sạch và khô (đã biết khối lượng).

5.1.4.3.2. Cốc chứa mẫu dịch lọc trên nồi cách thủy hoặc trên bếp cách cát cho đến cạn khô.

5.1.4.3.3. Thêm tiếp 3 ml đến 4 ml H₂O₂ 10 % đến 15 %, rồi tiếp tục cô mẫu cho đến khi mẫu trắng và khô.

5.1.4.3.4. Sấy mẫu ở (105 ± 5) °C cho đến khối lượng không đổi.

5.1.4.3.5. Để nguội mẫu trong bình hút ẩm; sau đó cân khối lượng cốc và cạn khô (G₁) chính xác đến 0,001 g.

5.1.5. Tính toán kết quả

5.1.5.1. Tính hàm lượng phần hạt lọt sàng lỗ 2 mm của đất, P_d (% khối lượng), theo công thức 1:

$$P_d = \frac{G_d}{G_d + (K \times G_s)} \times 100 \quad (1)$$

trong đó:

G_d là khối lượng phần hạt lọt sàng lỗ 2 mm của đất khô không khí (g), xác định được tại 5.1.4.1.4.

G_s là khối lượng sau khi sấy khô của phần hạt sỏi, đá nằm lại trên sàng 2 mm (g), xác định được tại 5.1.4.1.3.

K là hệ số khô kiệt của đất lọt sàng 2 mm. Tính K = 1 + (0,01 x W), với W (% khối lượng) là độ ẩm của phần đất hạt lọt lỗ sàng 2 mm, khô trong không khí, xác định được tại 5.1.4.1.4.

5.1.5.2. Tính tổng hàm lượng muối hòa tan được trong nước của phần hạt lọt sàng lỗ 2 mm (P_{mđ}, % khối lượng), theo công thức 2:

$$P_{mđ} = \frac{G_1 - G_0}{C} \times K \times 100 \quad (2)$$

trong đó:

G₁ là khối lượng cốc và cạn (muối) khô xác định được ở 5.1.4.3.5, g;

G₀ là khối lượng cốc không, g;

K là hệ số khô kiệt của đất dùng thí nghiệm (như điều 5.1.5.1)

C là khối lượng đất khô không khí của phần mẫu thí nghiệm (g) tương ứng với số ml dịch lọc đã trích phân tích, tính theo công thức 2a:

$$C = \frac{G + V_d}{V_n} \quad (2a)$$

với:

G là khối lượng mẫu đất khô không khí đã dùng chiết rút muối hòa tan (g);

V_n là thể tích nước cất đã dùng vào việc chiết rút muối hòa tan có trong mẫu đất thí nghiệm (ml);

V_d là thể tích dịch lọc muối hòa tan đã trích dùng phân tích (ml), được xác định ở 5.1.4.3.1;

100 hệ số chuyển đổi sang phần trăm (%).

5.1.5.3. Tính tổng hàm lượng muối hòa tan được trong nước của đất thành phần đầy đủ (gồm cả phần hạt lọt sàng 2mm và phần hạt trên sàng 2 mm), P_m (% khối lượng), theo công thức 3:

$$P_m = \frac{P_{mđ} \times P_d}{100} \quad (3)$$

trong đó: P_{mđ} và P_d như đã nêu trong 5.1.5.1 và 5.1.5.2.

5.2. Xác định hàm lượng các anion CO₃²⁻ và HCO₃⁻ trong dịch lọc bằng phương pháp chuẩn độ phân đoạn (phương pháp chuẩn)

5.2.1. Nguyên tắc

Xác định lượng CO₃²⁻ và HCO₃⁻ trong dịch lọc bằng phương pháp chuẩn độ phân đoạn bằng cách sử dụng dung dịch axit tiêu chuẩn HCl (hoặc H₂SO₄) và các chất chỉ thị màu để định điểm tương đương của các phản ứng: trong đó, dùng phenolphthalein để định điểm tương đương của phản ứng CO₃²⁻ với axit chuẩn độ và metyl da cam để định điểm tương đương của phản ứng HCO₃⁻ với axit chuẩn độ).

5.2.2. Thiết bị: pipet, buret và các dụng cụ chuyên dụng phân tích hóa nước khác như đã được nêu trong 5.1.2.

5.2.3. Hóa chất

- Dung dịch tiêu chuẩn HCl 0,01 N (hoặc dung dịch tiêu chuẩn H₂SO₄ 0,01 N);
- Dung dịch chỉ thị màu phenolphthalein 1 % (khối lượng/thể tích) trong etanol.
- Dung dịch chỉ thị màu metyl da cam 0,05 % (khối lượng/thể tích) trong nước trung tính.

5.2.4. Các bước tiến hành

5.2.4.1. Lắc trộn đều dịch lọc đựng trong bình, rồi dùng pipet lấy chính xác 50 ml (hoặc 1 thể tích phù hợp) dịch lọc cho vào bình tam giác dung tích 250 ml;

- Thêm từ 3 giọt đến 5 giọt phenolphthalein, lắc đều, nếu dung dịch có màu đỏ thì tiến hành chuẩn độ (nếu dung dịch không có màu đỏ nghĩa là không có CO₃²⁻, thì thực hiện theo 5.2.4.2.);

- Chuẩn độ bằng dung dịch tiêu chuẩn HCl (hoặc H₂SO₄): từ buret nhỏ giọt cho đến khi mất màu (hết màu đỏ). Ghi lại thể tích HCl tiêu tốn (V₁) chính xác đến 0,1 ml.

5.2.4.2. Sau khi chuẩn độ xong lần thứ nhất hoặc sau khi thêm phenolphthalein vào mà dung dịch không có màu đỏ, thì thêm từ 3 giọt đến 5 giọt metyl da cam, lắc đều, rồi tiếp tục chuẩn độ bằng dung dịch tiêu chuẩn HCl trên, từ buret nhỏ giọt cho đến khi màu dung dịch chuyển từ da cam sang đỏ. Ghi lại thể tích HCl đã tiêu tốn (V₂), kể cả lần chuẩn độ đầu, chính xác đến 0,1 ml.

5.2.5. Tính toán kết quả

5.2.5.1. Tính hàm lượng CO₃²⁻ (me/g. đất khô), theo công thức 4a:

$$\text{CO}_3^{2-} = \frac{2V \times N_1 \times K}{C} \quad (4a)$$

Hay CO₃²⁻ (mg/g. đất khô), tính theo công thức 4b:

$$\text{CO}_3^{2-} = \frac{2V_1 \times N_1 \times 30 \times K}{C} \quad (4b)$$

trong đó:

V₁ và N₁ là thể tích (ml) và nồng độ (N) của dung dịch tiêu chuẩn axit HCl dùng khi chuẩn độ mẫu lần thứ nhất;

30 là đương lượng gam của CO₃²⁻;

C là khối lượng đất khô không khí của phần mẫu đất thí nghiệm tương ứng với số ml dịch lọc muối hòa tan đã trích dùng phân tích; trị số của C được tính theo 5.1.5.2;

K là hệ số khô kiệt của đất dùng thí nghiệm, tính theo 5.1.5.1.

5.2.5.2. Tính hàm lượng HCO₃⁻ (me/g. đất khô), theo công thức 5a:

$$\text{HCO}_3^- = \frac{(V_2 - 2V_1) \times N_1 \times K}{C} \quad (5a)$$

Hay HCO_3^- (mg/g. đất khô), tính theo công thức 5b:

$$\text{HCO}_3^- = \frac{(V_2 - 2V_1) \times N_1 \times 61,02 \times K}{C} \quad (5b)$$

trong đó:

V_2 là thể tích dung dịch tiêu chuẩn axit HCl tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu cả lần đầu và lần thứ hai (ml);

61,02 là đương lượng gam của HCO_3^- ;

Các ký hiệu khác như đã nêu.

5.3. Xác định hàm lượng Cl^- trong dịch lọc theo phương pháp Mohr (phương pháp chuẩn)

5.3.1. Nguyên tắc

Xác định lượng Cl^- có trong dịch lọc dựa trên cơ sở chuẩn độ bằng dung dịch tiêu chuẩn AgNO_3 trong môi trường trung tính hoặc kiềm yếu (pH = từ 6 đến 7), dùng chất chỉ thị màu K_2CrO_4 .

5.3.2. Thiết bị: như được nêu trong 5.1.2.

5.3.3. Hóa chất

- Dung dịch tiêu chuẩn AgNO_3 0,02 N: hòa tan 3,398 g AgNO_3 loại tinh khiết phân tích (tkpt) thành 1 L bằng nước cất; chuẩn hóa lại nồng độ trước khi dùng bằng cách chuẩn độ với dung dịch chuẩn NaCl 0,02 M. Đựng dung dịch trong lọ tối màu, nút kín;
- Dung dịch tiêu chuẩn NaCl 0,02 M: cân chính xác 1,1689 g NaCl loại tinh khiết phân tích (tkpt) đã sấy khô ở 140 °C, hòa tan vào nước cất không có clorua và pha loãng thành 1 L;
- Dung dịch H_2SO_4 10%;
- Dung dịch NaOH 10%;
- Dung dịch K_2CrO_4 5%: hòa tan 5 g K_2CrO_4 loại tinh khiết phân tích (tkpt) vào khoảng 50 ml nước cất, thêm dung dịch AgNO_3 cho đến khi thấy xuất hiện kết tủa đỏ và bền là được, lọc dung dịch và thêm nước cất thành 100 ml;
- Chất chỉ thị màu phenolphthalein 1% trong etanol.

5.3.4. Các bước tiến hành

- Lắc trộn đều dịch lọc đựng trong bình, rồi dùng pipet lấy chính xác 50 ml (hoặc 1 thể tích phù hợp) dịch lọc cho vào bình tam giác dung tích 250 ml, khô và sạch; thêm 3 đến 5 giọt phenolphthalein, trong trường hợp:
 - + Thấy dung dịch có màu đỏ thì thêm từng giọt dung dịch H_2SO_4 10% cho đến khi mất màu;
 - + Nếu dung dịch không có màu sắc thì thêm từng giọt dung dịch NaOH 10% cho đến khi vừa xuất hiện màu hồng, thì thêm từng giọt dung dịch H_2SO_4 10% cho đến khi mất màu; Như thể mẫu đã được điều chỉnh có PH = từ 6 đến 7;
- Thêm vào từ 1 ml đến 2 ml dung dịch K_2CrO_4 5%, lắc đều, rồi tiến hành chuẩn độ bằng dung dịch tiêu chuẩn AgNO_3 từ buret nhỏ giọt cho đến khi dung dịch từ màu vàng chuyển sang màu đỏ gạch. Ghi lại thể tích dung dịch tiêu chuẩn AgNO_3 tiêu tốn (V_1), chính xác đến 0,1 ml;

5.3.5. Tính kết quả

Tính hàm lượng Cl^- (me/g. đất khô), theo công thức 6a:

$$\text{Cl}^- = \frac{V_1 \times N_n \times K_1}{C} \quad (6a);$$

Hay Cl^- (mg/g. đất khô), tính theo công thức 6b:

$$Cl^- = \frac{V_1 \times N_1 \times 35,5 \times K_1}{C} \quad (6b);$$

trong đó:

V_1 và N_1 là thể tích (ml) và nồng độ (N) của dung dịch tiêu chuẩn $AgNO_3$ dùng khi chuẩn độ;

35,5 là đương lượng gam của Cl^- ;

C và K được tính toán theo 5.1.5.1 và 5.1.5.2.

5.4. Xác định hàm lượng SO_4^{2-} trong dịch lọc theo phương pháp chuẩn độ ngược (phương pháp chuẩn)

5.4.1. Nguyên tắc

Dùng một lượng có thừa $BaCl_2$ để kết tủa SO_4^{2-} trong dịch lọc; chuẩn độ lượng $BaCl_2$ thừa đó bằng dung dịch tiêu chuẩn Trilon B trong điều kiện có Mg và chất chỉ thị màu cromogen đen tồn tại.

5.4.2. Thiết bị: như đã được nêu trong 5.1.2.

5.4.3. Hóa chất

- Dung dịch Trilon B 0,1 N (còn gọi Trilon B là complexon III): hòa tan 18,6 g muối đinatri của axit etylenđiamin tetraxetic ($C_{10}H_{14}O_8Na_2 \cdot 2H_2O$ loại tinh khiết phân tích) bằng nước cất thành 1 L; chuẩn hóa lại nồng độ trước khi dùng;
- Dung dịch $BaCl_2$ 0,1 N: hòa tan 12,22 g $BaCl_2$ loại tkpt bằng nước cất thành 1 L;
- Dung dịch $MgCl_2$ 0,1 N: hòa tan 10,17 g $MgCl_2$ loại tkpt bằng nước cất thành 1 L;
- Dung dịch đệm: hòa tan 20 g NH_4Cl loại tinh khiết phân tích vào 500 ml nước cất, thêm 100 ml NH_4OH 25% rồi pha loãng bằng nước cất thành 1 L;
- Chất chỉ thị màu cromogen đen (còn gọi là eriocrom đen); hòa tan 0,20 g muối $C_{20}H_{13}O_7N_3S$ loại tinh khiết phân tích (tkpt) vào 10 ml dung dịch đệm nói trên, rồi thêm cồn 90° thành 100 ml;
- HCl đậm đặc (tỷ trọng 1,184 g/ml);
- Dung dịch hydroxilamin ($NH_2OH \cdot HCl$) 1%, pha trong nước cất.

5.4.4. Các bước tiến hành

5.4.4.1. Trước hết ước đoán hàm lượng SO_4^{2-} trong dịch lọc bằng cách so độ đục, tiến hành như sau:

- Pha chế các dung dịch tiêu chuẩn SO_4^{2-} nồng độ khác nhau như ở bảng 2:

Bảng 2 - Nồng độ pha chế ở các ống nghiệm

Số thứ tự ống nghiệm	Các pha chế dung dịch SO_4^{2-} tiêu chuẩn	Số ly đương lượng SO_4^{2-}
4	Lấy 52,6 ml H_2SO_4 1 N pha loãng thành 1 L	31,20
3	Lấy 41,7 ml H_2SO_4 1 N pha loãng thành 1 L	20,80
2	Lấy 20,8 ml H_2SO_4 1 N pha loãng thành 1 L	10,40
1	Lấy 100 ml dung dịch ống số 3 pha loãng thành 1 L	2,08

- Dùng 5 ống nghiệm cùng kích thước và cùng độ thủy tinh trong suốt. Hút vào 4 ống nghiệm đầu, mỗi ống chỉ cho 5 ml một loại dung dịch tiêu chuẩn nồng độ khác nhau (bảng 2), còn ống thứ 5 thì hút vào 5 ml dịch lọc. Sau đó, tất cả 5 ống đều được thêm hai giọt $BaCl_2$ 10%, lắc đều, rồi so độ đục ... chứa dịch lọc với độ đục của các ống dung dịch tiêu chuẩn SO_4^{2-} nồng độ khác

nhau đã biết ... nhận ra ống dung dịch tiêu chuẩn SO_4^{2-} có độ đục tương đương, qua đó dự đoán được số ly đương lượng SO_4^{2-} của dịch lọc.

5.4.4.2. Dùng pipet lấy chính xác 50 ml (hoặc một thể tích phù hợp) dịch lọc cho vào bình tam giác dung tích 250 ml, thêm 3 giọt đến 4 giọt HCl đậm đặc rồi đun sôi 1 phút để loại CO_2 ; căn cứ kết quả so độ đục ước lượng được lượng SO_4^{2-} nói trên, tra bảng 3 để thêm một thể tích nhất định BaCl_2 và MgCl_2 , nếu kết tủa nhiều thì phải lọc;

- Thêm 5 ml dung dịch đậm và 10 giọt chất chỉ thị màu cromogen, lắc đều;

- Dùng dung dịch tiêu chuẩn trilon B 0,1 N chuẩn độ cho đến khi dung dịch từ màu đỏ anh đào (màu hồng) chuyển sang màu xanh chiếm ưu thế hoàn toàn. Ghi lại thể tích dung dịch trilon B tiêu tốn chính xác đến 0,1 ml.

Bảng 3 - So sánh ly đương lượng

Ly đương lượng SO_4^{2-} dự đoán có trong dịch lọc	Thể tích dịch lọc cần lấy để phân tích (ml)	Dung dịch BaCl_2		Dung dịch MgCl_2	
		Nồng độ (N)	Thể tích cần lấy (ml)	Nồng độ (N)	Thể tích cần lấy (ml)
1	25	0,02	2,5	0,02	2,5
2	25	0,02	5,0	0,02	5,0
5	25	0,02	12,5	0,02	12,5
10	25	0,10	5,0	0,10	5,0
20	25	0,10	10,0	0,10	10,0
50	10	0,10	10,0	0,10	10,0
100	5	0,10	10,0	0,10	10,0

CHÚ THÍCH: Một số trường hợp khi nhỏ chỉ thị màu cromogen đen vào dung dịch không xuất hiện màu đỏ anh đào, nguyên nhân có thể do ảnh hưởng của Fe^{3+} và Al^{3+} v.v..., khắc phục bằng cách thêm vào 5 giọt dung dịch $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ 1% để che.

5.4.5. Tính kết quả

Tính hàm lượng SO_4^{2-} (me/g. đất khô), theo công thức 7a:

$$\begin{aligned} \text{SO}_4^{2-} &= \frac{(N_1 \times V_1) - [(N_3 \times V_3) - (N_2 \times V_2) - A]}{C} \times K \\ &= \frac{A + (N_1 \times V_1) + (N_2 \times V_2) - (N_3 \times V_3)}{C} \times K \end{aligned} \quad (7a);$$

Hay SO_4^{2-} (mg/g đất khô), tính theo công thức 7b:

$$\text{SO}_4^{2-} = \frac{[(A + (N_1 \times V_1) + (N_2 \times V_2) - (N_3 \times V_3))] \times 48,03}{C} \times K \quad (7b);$$

trong đó:

V_1 và N_1 lần lượt là thể tích (ml) và nồng độ (N) dung dịch BaCl_2 đã sử dụng;

V_2 và N_2 lần lượt là thể tích (ml) và nồng độ (N) dung dịch MgCl_2 đã sử dụng;

V_3 và N_3 lần lượt là thể tích (ml) và nồng độ (N) dung dịch trilon B dùng khi chuẩn độ;

C là khối lượng đất khô không khí (g) tương ứng với số ml dịch lọc trích dùng phân tích. Cách tính C như điều 5.1.5.2;

K là hệ số khô kiệt của đất như điều 5.1.5.1;

48,03 là đương lượng gam của SO_4^{2-} ;

A là số ly đương lượng canxi và magiê tồn tại sẵn trong dịch lọc, nó cũng tiêu hao một lượng trilon B khi chuẩn độ nên phải trừ đi.

Cách xác định A như sau: lấy 50 ml dịch lọc (bằng số ml dịch lọc đã dùng phân tích) cho vào bình tam giác, thêm 5ml dung dịch đệm và 10 giọt cromogen đen. Dùng dung dịch chuẩn trilon B 0,1N chuẩn độ cho đến khi màu dung dịch từ đỏ anh đào chuyển sang xanh. Ghi lại lượng trilon B tiêu tốn. Tính A theo công thức: $A = V \times N$; trong đó, V và N là thể tích (ml) và nồng độ (N) của dung dịch trilon B dùng khi chuẩn độ.

5.5. Xác định hàm lượng Ca^{2+} và Mg^{2+} trong dịch lọc bằng phương pháp chuẩn độ với trilon B (phương pháp chuẩn)

5.5.1. Xác định tổng lượng Ca^{2+} và Mg^{2+}

5.5.1.1. Nguyên tắc

Trilon là muối dinatri của axit etylen diamintetra axetic. Tại pH = 8 đến 10, trilon B tạo phức bền với Ca^{2+} và Mg^{2+} . Và tại pH = 10, chất chỉ thị cromogen đen (còn gọi là eriocrome đen) tự do có màu xanh lam, khi tạo phức với Ca^{2+} và Mg^{2+} có màu mận đỏ. Dựa trên cơ sở đó, xác định tổng lượng Ca^{2+} và Mg^{2+} trong dịch lọc bằng cách dùng dung dịch trilon B tiêu chuẩn và chất chỉ thị màu cromogen đen chuẩn độ cho đến khi chuyển màu từ mận chín sang xanh lam.

Để loại trừ sự ảnh hưởng của các cation khác có trong dịch lọc, dùng hydroxylamine để khử Mn^{2+} và Fe^{3+} , thêm kali feroxyanua vào để dấu (che) Mn^{2+} và Fe^{3+} .

5.5.1.2. Thiết bị, dụng cụ: như điều ở điều 5.1.2

5.5.1.3. Hóa chất

- Dung dịch trilon B 0,02 N: cân chính xác 3,722 g trilon B loại tinh khiết phân tích (tkpt) và khô, cho hòa tan vào nước cất thành chính xác 1 L (phân tử gam trilon B = 372,242; đương lượng gam trilon B = 186,121);

- Dung dịch NaOH 10% khối lượng/thể tích: hòa tan 10 g NaOH loại tinh khiết phân tích (tkpt) trong nước cất không có CO_2 thành 100 ml;

- Dung dịch HCl 10%: pha loãng 236,4 ml HCL nguyên chất thành 1 L bằng nước cất;

- Dung dịch NH_4OH 10%: pha loãng 422,0 ml NH_4OH nguyên chất thành 1 L bằng nước cất;

- Dung dịch đệm pH = 10: hòa tan 67,5 g NH_4Cl trong khoảng 400 ml nước cất, thêm vào đó 570 ml dung dịch NH_4OH 25%, rồi thêm nước cất thành 1 L. Sử dụng dung dịch mới pha và phải kiểm tra độ pH, nếu pH khác 10 thì dùng dung dịch NH_4OH 10% hoặc dung dịch HCl 10% để điều chỉnh;

- Hydroxylamin hydroclorua ($\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$) loại tinh khiết phân tích (tkpt) dạng tinh thể;

- Dung dịch kali xianua (KCN) 2% khối lượng/thể tích: cân chính xác 2 g KCN loại tinh khiết phân tích (tkpt), cho hòa tan trong nước cất thành 100 ml.

CẢNH BÁO: KCN rất độc, phải hết sức cẩn thận khi sử dụng (lấy từ buret, không được hút) cũng như khi thải, rửa dụng cụ.

- Dung dịch kali feroxianua $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 2% pha trong nước cất;

- Hỗn hợp chỉ thị màu cromogen đen: nghiền nhỏ và trộn đều 0,5 g chất chỉ thị màu với 100 g NaCl;

- Dung dịch MgCl_2 0,02 N: hòa tan 2,15 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ loại tinh khiết phân tích trong nước cất thành 1 L; xác định nồng độ chính xác bằng dung dịch chuẩn trilon B 0,02 N.

5.5.1.4. Các bước tiến hành

- Lắc trộn đều dịch lọc trong bình, rồi dùng pipet lấy chính xác một thể tích thích hợp dịch lọc (25 ml đến 50 ml) cho vào bình tam giác dung tích 250 ml;
- Thêm vào một ít tinh thể hydroxilamin hydroclorua, 1 ml dung dịch KCN 2%, 1 ml dung dịch $K_4Fe(CN)_6$ 2%, 10 ml dung dịch đệm pH = 10;
- Làm nóng mẫu đến 60 °C bằng sấy mẫu trong tủ sấy ở nhiệt độ 60 °C hoặc đun cách thủy trong nước nóng khoảng 70 °C, rồi thêm khoảng 100 ml hỗn hợp chỉ thị màu;
- Chuẩn độ mẫu lúc còn nóng bằng dung dịch tiêu chuẩn trilon B 0,02 N cho đến khi chuyển màu đỏ sẫm sang màu xanh. Ghi lại thể tích trilon B tiêu tốn chính xác đến 0,1 ml.

5.5.1.5. Tính kết quả

Tính tổng hàm lượng $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ (me/g. đất khô), theo công thức 8:

$$Ca^{2+} + Mg^{2+} = \frac{V_1 \times N_1 \times K}{C} \quad (8);$$

trong đó:

V_1 và N_1 là thể tích (ml) và nồng độ (N) của dung dịch tiêu chuẩn trilon B dùng khi chuẩn độ;

C và K theo như 5.1.5.2 và 5.1.5.1.

5.5.2. Xác định hàm lượng Ca^{2+}

5.5.2.1. Nguyên tắc

Xác định lượng Ca^{2+} bằng cách dùng dung dịch tiêu chuẩn trilon B và sử dụng chất chỉ thị màu murexit chuẩn độ dịch lọc ở môi trường pH = 12.

5.5.2.2. Thiết bị dụng cụ: như nêu trong 5.1.2.

5.5.2.3. Hóa chất

- Chất chỉ thị màu: hỗn hợp murexit loại tkpt với K_2SO_4 loại tkpt theo tỷ lệ 1/100, rồi dùng cối và chày thủy tinh nghiền nhỏ, trộn đều, bảo quản trong lọ thủy tinh nút kín, dùng trong 2 tuần;

- Các thứ khác như điều 5.5.1.3.

5.5.2.4. Các bước tiến hành:

- Dùng pipet lấy chính xác một thể tích thích hợp dịch lọc như lượng mẫu dùng phân tích tổng Ca^{2+} và Mg^{2+} (25 ml đến 50 ml) cho vào bình tam giác dung tích 250 ml;

- Thêm vào một vài hạt tinh thể hydroxilamin hydroclorua, 1 ml dung dịch KCN 2%, 1 ml dung dịch kaliferoxianua 2%. Để ít phút (cho phản ứng hoàn thành) rồi thêm 2 ml dung dịch NaOH 10% và khoảng 100 mg hỗn hợp murexit - K_2SO_4 ;

- Dùng dung dịch tiêu chuẩn trilon B 0,02 N chuẩn độ cho đến khi màu chuyển từ hồng thắm sang tím hoa cà. Ghi lại thể tích trilon B tiêu tốn chính xác đến 0,1 ml.

5.5.2.5. Tính toán kết quả

Tính hàm lượng Ca^{2+} (me/g. đất khô), theo công thức 9a:

$$Ca^{2+} = \frac{V_1 \times N_1 \times K}{C} \quad (9a);$$

Hoặc Ca^{2+} (mg/g. đất khô), tính theo công thức 9b:

$$Ca^{2+} = \frac{V_1 \times N_1 \times 20,04 \times K}{C} \quad (9b);$$

trong đó:

N_1 và V_1 lần lượt là thể tích (ml) và nồng độ (N) của dung dịch tiêu chuẩn trilon B dùng khi chuẩn độ 20,04 là đương lượng gam của Ca^{2+} ;

C là khối lượng mẫu đất khô không khí tương ứng với số ml dịch lọc dùng phân tích, cách tính theo 5.1.5.2;

K là hệ số khô kiệt của đất như nêu trong 5.1.5.1.

5.5.3. Xác định hàm lượng Mg^{2+}

5.5.3.1. Nguyên tắc

Lượng ion Mg^{2+} trong dịch lọc được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với dung dịch tiêu chuẩn trilon B. Khi xác định được tổng lượng $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ và lượng Ca^{2+} thì tính được Mg^{2+} mà không phải phân tích mẫu.

5.5.3.2. Tính toán

Mg^{2+} (me/g. đất khô) = $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ (me/g. đất khô) - Ca^{2+} (me/g. đất khô);

Hay Mg^{2+} (mg/g. đất khô) = Mg^{2+} (me/g. đất khô) x 12,15

trong đó: 12,15 là đương lượng gam của Mg^{2+} .

5.5.4. Xác định tổng hàm lượng $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ trong dịch lọc

Tổng lượng ion $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ trong dịch lọc được xác định như sau:

$(\text{K}^+ + \text{Na}^+)$, (me/g. đất khô) = $\Sigma (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-)$, (me/g. đất khô) - $\Sigma (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$, (me/g. đất khô);

hay

$(\text{K}^+ + \text{Na}^+)$, (mg/g. đất khô) = $\Sigma (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-)$, (mg/g. đất khô) - $\Sigma (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$, (mg/g. đất khô);

6. Xác định độ pH của nước chiết muối hòa tan từ đất bằng máy đo pH

6.1. Nguyên tắc

Phản ứng oxi hóa khử sinh ra dòng điện, nếu dùng điện cực làm việc với H^+ trong dung dịch thì điện thế của điện cực đó phụ thuộc vào nồng độ H^+ trong dung dịch; từ điện thế của điện cực đó suy ra nồng độ H^+ trong dung dịch và xác định được độ pH của dung dịch. Máy đo pH là loại thiết bị cấu tạo điện cực đặc biệt, làm việc theo nguyên tắc trên.

6.2. Thiết bị

- Máy đo pH điện cực thủy tinh;
- Máy lắc;
- Đồng hồ bấm giây.

6.3. Hóa chất

- Các dung dịch đệm pH tiêu chuẩn: 4,01; 6,86; 9,18 (xem trong điểm 1 của CHÚ THÍCH tại 5.4.4)
- Dung dịch trao đổi: KCl 1 M (xem trong điểm 2 của CHÚ THÍCH tại 5.4.4)
- Nước cất có độ dẫn điện riêng không lớn hơn 0,2 ms/m và pH = 5,6 đến 6,6 ở 25 °C.

6.4. Các bước tiến hành

6.4.1. Pha các dung dịch tiêu chuẩn pH = 4,01; 6,86; 9,18 từ các hóa chất đóng gói sẵn, theo chỉ dẫn của nhà sản xuất; bảo quản dung dịch trong lọ nhựa nút kín.

6.4.2. Chuẩn máy và kiểm tra độ nhạy của máy

- Lấy điện cực thủy tinh ra khỏi ống bảo quản, dùng nước cất tia rửa sạch dung dịch bảo quản bám trên điện cực;
- Theo hướng dẫn sử dụng máy, đấu điện nguồn vào máy cho hoạt động 30 min để sấy khô và ổn định máy;
- Dùng các dung dịch pH tiêu chuẩn và theo hướng dẫn sử dụng máy, tiến hành chuẩn máy và kiểm tra độ nhạy của máy, đảm bảo theo quy định trong tài liệu kỹ thuật máy, nếu không đạt thì phải chỉnh theo hướng dẫn sử dụng máy;
- Chuẩn máy xong, dùng nước cất tia rửa sạch bầu điện cực, thấm khô bằng giấy lọc mềm rồi mới dùng đo pH của mẫu thí nghiệm.

6.4.3. Đo pH của mẫu nước chiết từ đất

- Lấy mẫu nước chiết cho vào cốc thủy tinh sao cho khi nhúng điện cực của máy đo vào thì điện cực phải ngập sâu được từ 4 cm đến 5 cm dưới mặt nước;
- Nhúng điện cực thủy tinh vào mẫu nước chiết để đo độ pH theo hướng dẫn sử dụng máy. Đọc số đo hiển thị trên đồng hồ sau khi kim chỉ ổn định 30 s, ghi đủ theo độ chính xác của máy;
- Đo xong, lấy bầu điện cực thủy tinh ra khỏi mẫu, dùng nước cất tia rửa sạch bầu rồi mới dùng đo cho mẫu khác;
- Kết thúc thí nghiệm, làm vệ sinh và bảo quản máy.

6.4.4. Bảo quản máy

- Sau khi kết thúc thí nghiệm phải tia rửa sạch bầu điện cực bằng nước cất, rồi nhúng vào cốc đựng dung dịch KCl bão hòa; phải thường xuyên bổ sung nước vào cốc, không được để nước cạn khô và tinh thể KCl bám trên điện cực.
- Dung dịch KCl bão hòa trong bầu điện cực thủy tinh phải luôn đầy đủ, thường xuyên bổ sung nếu thiếu hụt;
- Máy được để trong phòng khô, theo hướng dẫn bảo quản máy.

CHÚ THÍCH:

1. Các dung dịch đệm pH tiêu chuẩn thường bán ở các cửa hàng thuốc thử (viên đóng sẵn để tự pha theo chỉ dẫn). Dung dịch đệm không bền, cần bảo quản lạnh và nút kín, tránh hấp thụ khí CO₂, thời gian sử dụng không lâu, tối đa chỉ nên 2 tháng.

Có thể pha các dung dịch này từ hóa chất tinh khiết:

- Dung dịch pH = 4,01: Dung dịch kali ftalat axit 0,05 M:

Sấy khô kali ftalat axit KC₈H₅O₄ ở 110°C, cân chính xác 10,21 g pha thành 1 lít bằng nước cất.

- Dung dịch pH = 6,86: Hỗn hợp 1:1 của 2 dung dịch monokali phot phat 0,025 M và dinatri photphat 0,025 M:

Sấy khô KH₂PO₄ ở 110 °C và Na₂HPO₄ ở nhiệt độ 120 °C. Cân chính xác 3,40 g KH₂PO₄ pha thành 1L; 3,55 g Na₂HPO₄ pha thành 1 L bằng nước cất, trộn đều 2 dung dịch.

- Dung dịch pH = 9,18: Dung dịch natri tetrabonat Na₂B₄O₇.10H₂O 0,1 M: pha 3,81 g Na₂B₄O₇.10H₂O thành 1 L bằng nước cất.

- Các dung dịch trên đựng trong bình PE, không đựng trong bình thủy tinh.

- Độ pH của các dung dịch ở trên được xác định ở 25°C. Độ pH thay đổi theo nhiệt độ như ở bảng sau:

Nhiệt độ (°C)	KC ₈ H ₅ O ₄ 0,05 M	Hỗn hợp KH ₂ PO ₄ và Na ₂ HPO ₄	Na ₂ B ₄ O ₇ 0,01 M
15	4,00	6,90	9,27
20	4,00	6,88	9,22

25	4,01	6,86	9,18
30	4,01	6,87	9,14

Không nhất thiết phải sử dụng các dung dịch tiêu chuẩn trên, có thể thay thế bằng các dung dịch tiêu chuẩn pH khác có khoảng pH tương tự (4,0; 7,0; 9,0).

Đối với đất chua có thể chỉ sử dụng 2 loại 4,01 (chua) và 6,86 (trung bình) là đủ.

2. Dung dịch KCl 1 M: Cân 74,5 g KCl hòa tan thành 1 lít dung dịch bằng nước cất. Độ pH của dung dịch ngang độ pH của nước cất (5,6 đến 6,6). Trong trường hợp độ pH của dung dịch cao hoặc thấp hơn, thì cần điều chỉnh bằng dung dịch HCl 0,5 M hoặc dung dịch KOH 0,5 M, được kiểm tra bằng pH met.

7. Báo cáo kết quả thí nghiệm

Báo cáo kết quả thí nghiệm gồm các thông tin sau:

- Tên công trình; hạng mục công trình;
- Số hiệu mẫu đất và vị trí lấy mẫu;
- Cơ quan thí nghiệm;
- Phương pháp thí nghiệm;
- Kết quả phân tích:
 - + Hàm lượng phần hạt lọt sàng 2 mm của đất, % khối lượng;
 - + Tổng hàm lượng muối hòa tan của đất phần hạt lọt sàng 2 mm, % khối lượng;
 - + Tổng hàm lượng muối hòa tan của đất thành phần đầy đủ (gồm cả phần hạt lọt sàng và phần hạt trên sàng 2 mm), % khối lượng;
 - + Hàm lượng các ion thành phần: CO_3^{2-} ; HCO_3^- ; SO_4^{2-} ; Cl^- ; Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ và K^+ (mg/g đất khô);
 - + Độ pH của nước chiết từ đất.

MỤC LỤC

Lời nói đầu

TCVN 8727:2012 Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định tổng hàm lượng và hàm lượng các ion thành phần muối hòa tan trong đất ở trong phòng thí nghiệm

1. Phạm vi áp dụng
2. Tài liệu viện dẫn
3. Thuật ngữ và định nghĩa
4. Quy định chung
5. Các phương pháp xác định
 - 5.1. Xác định tổng hàm lượng muối hòa tan của đất (quy định)
 - 5.2. Xác định hàm lượng các anion CO_3 và HCO_3 trong dịch lọc bằng phương pháp chuẩn độ phân đoạn (phương pháp chuẩn)
 - 5.3. Xác định hàm lượng Cl^- trong dịch lọc theo phương pháp Mohr (phương pháp chuẩn)
 - 5.4. Xác định hàm lượng SO_4^{2-} trong dịch lọc theo phương pháp chuẩn độ ngược (phương pháp chuẩn)
 - 5.5. Xác định hàm lượng Ca^{2+} và Mg^{2+} trong dịch lọc bằng phương pháp chuẩn độ với trilon B (phương pháp chuẩn)

6. Xác định độ pH của nước chiết muối hòa tan từ đất bằng máy đo pH

6.1. Nguyên tắc

6.2. Thiết bị

6.3. Hóa chất

6.4. Các bước tiến hành

7. Báo cáo kết quả thí nghiệm