

DOMANDE PER ORALE

Domande A)

1. Il/la candidato/a illustri, anche avvalendosi di esempi pratici, il coefficiente di permeabilità e il gradiente idraulico nonché il concetto di superficie piezometrica . ESTRATTA.
2. Il/la candidato/a illustri, anche avvalendosi di esempi pratici, la differenza tra porosità totale e porosità efficace. ESTRATTA.
3. Il/la candidato/a illustri, anche avvalendosi di esempi pratici, le modalità di redazione e utilizzo della carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento. ESTRATTA.
4. Il/la candidato/a illustri i metodi di determinazione dei valori di fondo per il suolo e per le acque sotterranee, esplicitando anche i riferimenti normative del caso. NON ESTRATTA.
5. Il/la candidato/a illustri i parametri di campo nel monitoraggio delle acque sotterranee e il loro significato . NON ESTRATTA.
6. Il/la candidato/a definisca le acque di restituzione come riportate all'art. 114 del D.lgs. 152/2006 e smi ed il loro inquadramento nelle successive norme regionali . ESTRATTA.
7. Il/la candidato/a illustri, in maniera sintetica, anche avvalendosi di esempi pratici le metodologie e i sistemi per la gestione di dati ambientali georeferenziati . ESTRATTA.
8. Il/la candidato/a illustri le tecniche e gli strumenti per il campionamento del suolo . NON ESTRATTA.
9. Il/la candidato/a illustri, in maniera sintetica, anche avvalendosi di esempi pratici le aree di protezione per sorgenti e pozzi ad uso acquedottistico e le normative di riferimento . ESTRATTA.
10. Il/la candidato/a illustri le modalità di trattamento degli inquinanti emunti da una batteria di pozzi per il confinamento idraulico di un pennacchio di contaminazione . ESTRATTA.
11. Il/la candidato/a illustri gli impatti generati dalla perforazione di un pozzo geotermico per la produzione elettrica . ESTRATTA.
12. Il/la candidato/a descriva i potenziali impatti che l'attività di coltivazione in una cava di pianura potrebbe avere sulla falda e gli interventi/le azioni da mettere in campo per prevenire possibili inquinamenti . NON ESTRATTA.

13. Rocce verdi: il/la candidato/a ne illustri la genesi e descriva le principali criticità ambientali che possono originarsi . ESTRATTA.
14. Il/la candidato/a descriva le modalità di scavo di gallerie e la gestione dei materiali di risulta affinché non producano inquinamenti ambientali . ESTRATTA.
15. Il/la candidato/a descriva le modalità di scavo di gallerie e gestione delle acque intercettate . ESTRATTA.
16. Acque di miniera: il/la candidato/a illustri, anche avvalendosi di esempi pratici, le problematiche connesse alla gestione di aree minerarie dismesse . ESTRATTA.
17. Il/la candidato/a descriva un campo geotermico di media e alta entalpia . NON ESTRATTA.
18. Il/la candidato/a descriva le caratteristiche e l'utilizzo del diagramma di Piper per la classificazione delle acque sotterranee . ESTRATTA.
19. Il/la candidato/a descriva, anche con esempi pratici, le differenze tra permeabilità primaria e secondaria . ESTRATTA.
20. Il/la candidato/a descriva le Prove Lefranc: modalità di esecuzione e significato dei risultati . ESTRATTA.
21. Il/la candidato/a descriva le attività di spurgo di un piezometro in fase di sviluppo e di campionamento . ESTRATTA.
22. Il/la candidato/a descriva finalità e modalità di esecuzione delle prove di portata in pozzo . ESTRATTA.

Domande B)

1. Il/la candidato/a illustri, anche avvalendosi di esempi pratici e nell'ambito di un procedimento di bonifica, le differenze fra sito potenzialmente contaminato, sito contaminato e sito in bonifica, esplicitando anche i riferimenti normativi del caso . ESTRATTA.
2. Il/la candidato/a illustri i contenuti e le finalità del Piano di caratterizzazione previsto dall'art. 242 del D. Lgs. 152/2006 e smi in un procedimento di bonifica . ESTRATTA.

3. Il/la candidato/a illustri, in maniera sintetica, il significato delle concentrazioni soglia di contaminazione di suolo e acque sotterranee e le relative tabelle riportate nel testo unico ambientale . ESTRATTA.
4. Il/la candidato/a illustri, in maniera sintetica, come si determinano le Concentrazioni Soglia di Rischio e qual è il ruolo di ARPAT nell'ambito dell'iter istruttorio . ESTRATTA.
5. Il/la candidato/a illustri, in maniera sintetica, anche avvalendosi di esempi pratici, le possibili procedure semplificate per la bonifica dei siti contaminati previste dal Titolo V, Parte IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. . ESTRATTA.
6. Il/la candidato/a illustri, in maniera sintetica, anche avvalendosi di esempi pratici, la procedura ordinaria per la bonifica dei siti contaminati prevista dal Titolo V, Parte IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. . ESTRATTA
7. Richiamando l'art. 184-ter del d.lgs 152/2006, il/la candidato/a illustri le condizioni in base alle quali un rifiuto cessa di essere tale dopo essere stato sottoposto ad un'attività di recupero . ESTRATTA.
8. Il/la candidato/a illustri la definizione di rifiuto inerte e le differenze tra D.M. 05/02/1998 e D.M. 127/2024 . ESTRATTA.
9. Il/la candidato/a illustri un piano rimozione rifiuti redatto ai sensi dell'Art.192 D.lgs. 152/2006 . ESTRATTA.
10. Il/la candidato/a illustri, anche avvalendosi di esempi pratici, le attività di coltivazione di una cava e le modalità di gestione dei Rifiuti di Estrazione . NON ESTRATTA.
11. Il/la candidato/a illustri la differenza tra sottoprodotto (art. 184 bis) ed End of Waste (art. 184 ter). ESTRATTA.
12. Il/la candidato/a illustri, anche con esempi pratici, le modalità di impiego delle terre e rocce da scavo previste dalla normativa vigente . NON ESTRATTA.
13. Il/la candidato/a illustri gli elementi di un Piano di Monitoraggio e Controllo elaborato ai sensi del D.lgs 36/2003 e smi . ESTRATTA.
14. Il/la candidato/a illustri le procedure da adottare per l'accertamento delle qualità ambientali finalizzate alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo, con i riferimenti normativi del caso . ESTRATTA.
15. Il/la candidato/a descriva il ruolo e le competenze di ARPAT e della Regione Toscana nell'ambito delle procedure di VIA e di Verifica di assoggettabilità a VIA (screening) fornendo i riferimenti normativi . ESTRATTA.
16. Il/la candidato/a illustri le finalità della Valutazione Ambientale Strategica, descriva i riferimenti normativi e l'iter procedurale relativo, anche con esempio . ESTRATTA.

- 17. Il/la candidato/a descriva le principali differenze tra VIA e VAS, esplicitando anche le normative di riferimento . ESTRATTA.**
- 18. Il/la candidato/a illustri il Piano di monitoraggio delle acque sotterranee nelle aziende con Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), esplicitando anche i riferimenti normativi del caso . ESTRATTA.**
- 19. Il/la candidato/a illustri l'obiettivo principale della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE), declinandolo in particolare sulle attività svolte da ARPAT sui corpi idrici sotterranei . NON ESTRATTA.**
- 20. Il/la candidato/a illustri, avvalendosi di esempi pratici, le modalità di gestione delle Acque Meteoriche Dilavanti (AMD) in cava e nei cantieri, esplicitando anche le normative di riferimento . NON ESTRATTA.**
- 21. Il/la candidato/a illustri, anche con esempi pratici, la gestione dei Terreni di riporto .NON ESTRATTA.**
- 22. Il/la candidato/a indichi quali cautele ambientali devono essere considerate per effettuare uno scarico/reimmissione in acque sotterranee per scambi geotermici a bassa entalpia . ESTRATTA.**

QUESITI INFORMATICI

EXCEL

Esercizio in Microsoft Excel da tabella dati fornita – Salvare con Nome e Cognome in Cartella

Il set di dati fornisce le analisi chimiche da Laboratori Arpat di 6 campioni di terreno e i rispettivi valori di CSC (Tabella 1 – Colonna B – Allegato 5 al Titolo V – Parte IV – D.Lgs 152/2006). Il/la candidato/a provveda a:

- 1. Individuare le concentrazioni di Arsenico nei 6 campioni, ordinandole dal più piccolo al più grande . ESTRATTA.**
- 2. Calcolare la media di concentrazione di Piombo sul totale dei 6 campioni . ESTRATTA.**
- 3. Ricavare quale parametro presenta la concentrazione più alta nel Campione 1 . ESTRATTA.**
- 4. Ricavare quale parametro presenta la concentrazione più alta . ESTRATTA.**
- 5. Mostrare nelle colonne solamente i valori di Colonna C > 100 del Campione 1 . ESTRATTA.**
- 6. Mostrare solamente i valori di Colonna C < 100 e > 20 . ESTRATTA.**
- 7. Costruire un grafico istogramma, con colonne 3D raggruppate, dei 6 campioni per il valore Nichel. NON ESTRATTA**
- 8. Costruire un grafico a torta 3D dei 6 campioni per il valore Berillio . ESTRATTA.**
- 9. Costruire un grafico istogramma dei sei campioni per il valore Ferro con asse Y in scala logaritmica . ESTRATTA.**
- 10. Grafico a dispersione dei 6 campioni per il Cromo inserendo la linea di tendenza e l'equazione sul grafico . ESTRATTA.**
- 11. Grafico combinato istogramma/linea per Cobalto e sua CSC NON ESTRATTA.**

WORD

Esercizi in Microsoft Word su testo fornito dalla Commissione – Salvare con Nome e Cognome in Cartella

12. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. il titolo (da “Direttiva” a “2014”) deve essere in carattere Comic Sans MS, dimensione 14, colore blu, sottolineato.
- b. Per il solo primo capoverso del testo effettuare le seguenti operazioni di form: giustificato, Comic Sans MS, dimensione 20, grassetto, spaziatura prima 12 pt, colore Rosso, spaziatura carattere espansa di 1,5 cm.
- c. Il testo del secondo capoverso dovrà avere spaziatura dopo 10 pt e interlinea doppia. Inserire numero di pagina in basso a destra.
- d. Il testo del terzo capoverso dovrà essere inserito come piè di pagina, in corsivo e con allineamento centrato.

ESTRATTA

13. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. inserire un bordo intorno alle sole due righe del titolo (da “Direttiva” a “2014”): tipo Riquadro, stile linea doppia, colore Blu, spessore 1 ½ pt.
- b. Il testo del primo capoverso deve essere scritto con carattere Times New Roman, dimensione 18, allineamento centrato, corsivo.
- c. Il testo del secondo e terzo capoverso deve essere scritto in carattere Calibri, dimensione 15, con allineamento centrato e in grassetto sottolineato.
- d. Inserire l’immagine (simbolo “Europa”) in Intestazione, con allineamento centrato.

NON ESTRATTA

14. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni

- a. inserire una tabella di 2 righe. Le prime due righe devono avere altezza 1 cm, sfondo giallo solo per la prima riga.
- b. Inserire il titolo (da “Direttiva” a “2014”) nella prima riga mentre nella seconda riga riportare tutto il testo del primo capoverso, con carattere Calibri, dimensione 12, grassetto, allineamento centrato orizzontalmente e verticalmente.
- c. Inserire l’immagine (simbolo “Europa”) in Intestazione, con allineamento centrato.
- d. Inserire il secondo e terzo capoverso in carattere Arial, dimensione 18, colore blu, corsivo e interlinea 1,5.

ESTRATTA

15. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. inserire una tabella di 4 righe. La prima riga, in cui sarà da inserire il titolo (da “Direttiva” a “2014”), deve avere altezza 2 cm, sfondo verde, testo centrato verticalmente ed orizzontalmente e bordo nero con linea singola e spessore 1 ½ pt.

- b. Nella seconda riga inserire il secondo capoverso, scritto con carattere Algerian, dimensione 14, corsivo, allineamento centrato orizzontalmente e verticalmente.
- c. Nella terza riga inserire il secondo e terzo capoverso di dimensione 12, sottolineato e allineamento giustificato.
- d. Inserire l'immagine (simbolo "Europa") nella riga 4, con allineamento centrato.

NON ESTRATTA

16. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. formattare la pagina con il testo fornito secondo le seguenti indicazioni: margine superiore 3 cm; margini inferiore, destro e sinistro 2,5 cm ed inserire l'immagine (simbolo "Europa") in Intestazione, con allineamento a destra.
- b. La pagina deve avere il bordo in stile Riquadro con linea doppia, colore verde e spessore $\frac{3}{4}$ pt.
- c. Il titolo (da "Direttiva" a "2014") deve essere in carattere Comic Sans MS, dimensione 16, colore blu, sottolineato e centrato.
- d. Il testo restante deve essere scritto con carattere Calibri, dimensione 18, allineamento giustificato, con rientro di 1 cm per il primo rigo di ciascun capoverso.

ESTRATTA

17. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. formattare la pagina con il testo fornito secondo le seguenti indicazioni: margini superiore e inferiore 3,5 cm; margini destro e sinistro 1,5 cm.
- b. Inserire in intestazione l'immagine (simbolo "Europa") con allineamento centrato ed il titolo (da "Direttiva" a "2014") deve avere carattere Arial dimensione 20.
- c. Il testo del primo capoverso che deve essere scritto con carattere Calibri, dimensione 18, allineamento giustificato.
- d. Il testo del secondo e terzo capoverso deve essere scritto in carattere Time New Roman, dimensione 15 con allineamento centrato e su due colonne.

ESTRATTA

18. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. inserire un bordo intorno alle sole due righe del titolo (da "Direttiva" a "2014"): tipo Riquadro, stile linea tripla, colore Rosso, spessore $\frac{3}{4}$ pt.
- b. Per i tre capoversi inserire un elenco puntato a scelta: il testo dei tre capoversi deve essere scritto con carattere Comic Sans MS, dimensione 10, corsivo, allineamento giustificato e interlinea doppia.
- c. Inserire in intestazione il logo della Comunità Europea fornito con allineamento a destra.

ESTRATTA

19. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. il titolo (da "Direttiva" a "2014") deve avere carattere Algerian, dimensione 20, colore rosso mentre il restante testo deve essere in carattere Calibri, dimensione 14, allineamento giustificato.
- b. Inserire interlinea doppia per il secondo capoverso.

- c. Inserire l'ultimo capoverso in una tabella con bordo colore verde, linea doppia, dimensioni 1 ½ pt.
- d. Aggiungere in intestazione l'immagine della Comunità Europea fornita con allineamento centrato.

ESTRATTA

20. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. il titolo (da "Direttiva" a "2014") deve avere carattere Algerian, dimensione 14, colore rosso e sottolineato ed aggiungere in intestazione l'immagine della Comunità Europea fornita con allineamento centrato.
- b. Il testo del primo capoverso dovrà essere scritto con carattere Calibri, dimensione 12, allineamento centrato.
- c. Il testo del secondo capoverso, con carattere Aptos, dimensioni 12, deve avere spaziatura 14 pt prime e 6 pt dopo, con rientro destro di 4 cm.
- d. Il testo del terzo capoverso deve essere inserito a piè di pagina, con allineamento giustificato.

ESTRATTA

21. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. il titolo (da "Direttiva" a "2014") deve essere in Comic Sans MS, dimensioni 15, sottolineato, colore blu con l'immagine della Comunità Europea fornita a piè di pagina e con allineamento centrato.
- b. Predisporre una tabella di 3 colonne inserendo nella prima colonna il primo capoverso, nella seconda colonna il secondo capoverso, nella terza colonna il terzo capoverso.
- c. La prima colonna e la terza colonna dovranno avere sfondo bianco ed il testo con carattere Times New Roman, dimensione 11, allineamento giustificato. La seconda colonna dovrà avere sfondo giallo ed il testo scritto con carattere Aptos, dimensione 12, corsivo, allineamento centrato orizzontalmente e verticalmente.
- d. Il bordo esterno della tabella deve essere con linea doppia, colore verde.

ESTRATTA

22. Predisporre quanto fornito secondo le seguenti indicazioni:

- a. Inserire un bordo intorno alle sole due righe del titolo (da "Direttiva" a "2014"): tipo Riquadro, stile linea doppia, colore Rosso, spessore 3/4 pt ed aggiungere a piè di pagina l'immagine della Comunità Europea fornita con allineamento centrato.
- b. Predisporre una tabella di 3 colonne inserendo nella prima colonna il primo capoverso, nella seconda colonna il secondo capoverso, nella terza colonna il terzo capoverso.
- c. La prima colonna e la terza colonna dovranno avere sfondo giallo ed il testo con carattere Times New Roman, dimensione 10, allineamento giustificato
- d. La seconda colonna dovrà avere sfondo bianco ed il testo scritto con carattere Aptos, dimensione 12, corsivo, allineamento centrato orizzontalmente e verticalmente.

NON ESTRATTA

DOMANDA 1.INGLESE

Groundwater geochemistry is the science that explores the processes controlling the chemical composition of groundwater, the groundwater quality. The groundwater quality influences the use of this resource. Groundwater may contain hazardous substances that affect health when consumed or which deteriorate the environment when the water is thoughtlessly spilled at the surface. The groundwater quality may change during the exploitation or it may be affected by human activities of which the impact is not always immediately evident. **NON ESTRATTA**

DOMANDA 2.INGLESE

The interest of society in groundwater geochemistry is mainly to ensure good quality drinking water. Although drinking water can be manufactured, for example by desalinization, this still is a costly affair, and to surrender to this option is in conflict with our desire to utilize groundwater as a sustainable resource, refreshingly and cleanly flowing from a well. Preservation of good groundwater therefore has a high priority for environmental authorities.

ESTRATTA

DOMANDA 3.INGLESE

Access to clean freshwater will be one of the biggest global resource problems of the coming decades. One billion people had no access to clean drinking water from public supply in the year 2003. Probably, between 2 and 7 billion people will live in water scarce countries in the middle of this century. Recent estimates suggest that climate change will account for about 20 percent of the increase in global water scarcity (www.unesco.org). Lack of fresh water presents a global problem of huge dimensions and a major effort is required to ensure good quality drinking water for the world population. **ESTRATTA**

DOMANDA 4.INGLESE

However, for elements like F and As, the intake through drinking water is highly significant, and a too high concentration of these two elements is a severe health threat affecting millions of people in many places around the world. The intake of excess fluoride leads to painful skeleton-deformations termed fluorosis; it is a common disease in African Rift Valley countries such as Kenya and Ethiopia, where volcanic sources of F are important, and in India and West Africa where salts and sedimentary F-bearing minerals are the primary sources. In India alone about 67 million people are at risk of developing fluorosis.

ESTRATTA

DOMANDA 5.INGLESE

Groundwater high in arsenic may be found in inland basins in arid and semi-arid climate (Welch et al., 2000). Another typical setting for high arsenic groundwater is in alluvial plain sediments where strongly reduced groundwater, often with a high Fe²⁺ concentration, is present. In both cases the aquifers are situated in geologically young sediments and in rather flat, low-lying areas where the extent of flushing with groundwater is low (Smedley and Kinniburgh, 2002). Arsenic is also associated with sulfide minerals, and may therefore be high in mine waste waters. **NON ESTRATTA**

DOMANDA 6.INGLESE

The classical use of water analyses in hydrology is to show the regional distribution of the water compositions in a map. Such maps serve environmental authorities, water resource managers, drilling operators and other practitioners to identify aquifers with good quality groundwater, but they are also useful for a first assessment of the relation between the aquifer mineralogy and groundwater composition. For example, groundwater from a limestone aquifer is likely to contain enhanced calcium and bicarbonate concentrations.

ESTRATTA

DOMANDA 7.INGLESE

Both the sampling and the chemical analysis of groundwater are expensive and particularly the cost of drilling new boreholes is high. It is therefore important to evaluate beforehand which data are required to solve a specific problem. Furthermore, in the interpretation of the chemical analyses, both the well construction and the sampling procedures should be considered when judging the representativeness of the samples for the actual groundwater composition.

ESTRATTA

DOMANDA 8.INGLESE

Wells which have been out of production for some time may yield a water chemistry that is different from the composition during pumping. The main reason is the presence of stagnant water above the screen in the well and it is therefore necessary to empty the well for a number of volumes. On the other hand, excessive pumping may draw waters with a different composition towards the screen and cause mixing of waters. Thus, a balance has to be found between these two aspects.

ESTRATTA

DOMANDA 9. INGLESE

Water samples may contain variable concentrations of suspended solids or colloids that need to be removed before the analysis of the "real" solute ions can begin. The size of the colloids ranges from 10^9 to about 10^4 m, and actually, the scale from solutes to colloids is a sliding one (Stumm and Morgan, 1996). The standard procedure is to filtrate through 0.45 mm membrane filters. However, finely dispersed Fe- and Al-oxyhydroxides may pass through 0.45 mm filters, and 0.1 mm is a better choice and able to remove viruses as well (Kennedy and Zellweger, 1974; Laxen and Chandler, 1982).

ESTRATTA

DOMANDA 10. INGLESE

Precautions to avoid changes in the chemical composition of the sample before analysis consist of either measuring sensitive components in the field or the conservation of samples for later analysis in the laboratory. An overview of the required treatment is presented in Table 1.6. Conservation is in most cases done by adding acid to the sample until the pH is <2 (0.7 mL of 65% HNO₃ is usually sufficient to neutralize alkalinity and to acidify 100 mL sample). Acidification stops most bacterial growth, blocks oxidation reactions, and prevents adsorption or precipitation of cations.

ESTRATTA

DOMANDA 11.INGLESE

While a pH measurement in principle is a simple operation, there are a number of potential sources of error. Some problems are related to the removal of groundwater from its position in the subsoil, usually anoxic and possibly at a high hydrostatic pressure. Most problems can be overcome by careful sampling and field measurement procedures. In particular, the use of in-line flow cells in a pressurized sampling system helps to minimize the problems of pH measurement related to the change of environment. **ESTRATTA**

DOMANDA 12.INGLESE

Ferrous iron (Fe^{2+}) only occurs in appreciable concentrations (more than $1 \mu\text{mol/L}$) in reduced environments. The solubility of ferric iron (Fe^{3+}) is low in water with a pH between 3 and 11, and it precipitates rapidly as $\text{Fe}(\text{OH})_3$. The total iron concentration should therefore also be low in water where O_2 or NO_3^- is present. Also, the solubility of aluminum is low in the pH range 5 to 10, and it is unlikely to find an Al concentration of more than 1 mmol/L in water having a near neutral pH. **ESTRATTA**

DOMANDA 13.INGLESE

Rainwater is the source of most groundwater and a logical starting point for the study of groundwater geochemistry. Continental rainwater is dominated by oceanic vapor and it does indeed resemble strongly diluted seawater. However, natural and anthropogenic dusts and gases modify the composition. Before the rain turns into groundwater, various processes in the soil may affect the concentrations. Dry-deposited dust particles and gases will dissolve. Evapotranspiration concentrates the solutes, and vegetation selects essential elements to store them temporarily in the biomass. **ESTRATTA**

DOMANDA 14.INGLESE

The oceanic evaporation is estimated with the energy budget method, and the precipitation over the oceans is subsequently obtained from mass balance (Budyko, 1982). Over the oceans, evaporation exceeds precipitation and a vapor transport from the ocean to the continent balances the continental surface runoff and the groundwater outflow into the oceans. Water evaporated over the oceans contributes with 32% to the continental precipitation on average, but the contribution varies depending on the distance from the coast and the meteorological conditions. **ESTRATTA**

DOMANDA 15.INGLESE

The composition of rainwater is determined by the source of the water vapor and by the ions which are acquired (or lost) by water on its journey through the atmosphere. Over the oceans, rainwater resembles strongly diluted seawater with a chloride concentration of 10–15 mg/L. Given the dominance of oceanic vapor in the atmosphere, this composition will form the basis of inland rainwater quality thousands of kilometers away from the sea. The sea-salt content originates from marine aerosols that form from the liquid droplets, produced when gas bubbles burst at the sea surface. Evaporation of the water from the droplets produces aerosols with different size-ranges. **ESTRATTA**

DOMANDA 16. INGLESE

A conspicuous enrichment of the anions NO_3^- and SO_4^{2-} is found in the rain of the United States and Europe. These ions originate mainly from industrial and traffic fumes containing gaseous NO_x and SO_2 . The gases become oxidized in the atmosphere, producing the strong acids HNO_3 and H_2SO_4 . Dissociation of these acids lowers the pH of rainwater down to values of 4 and are the cause of acid rain (Berner and Berner, 1996). In Europe the emission of SO_2 has decreased substantially during the last decade and the increase in the pH of rainwater in Beek from 4.75 during the period 1978–1983 to 5.5 in 1998 looks promising. **NON ESTRATTA**

DOMANDA 17. INGLESE

Many elements, including hydrogen and oxygen, exist in nature with different mass numbers, also called isotopes. For example, hydrogen occurs in nature as a mixture of the isotopes ^1H and ^2H (deuterium) while oxygen is found as isotopes with the atomic masses ^{18}O , ^{17}O and ^{16}O . Ocean water contains two ^{18}O atoms for every thousand ^{16}O atoms (Table 2.4), but the ratio is different in fresh water. ^1H , ^2H , ^{18}O and ^{16}O do not engage in nuclear transformations and are therefore termed stable isotopes. In contrast, radioactive isotopes like tritium (^3H) or radiocarbon (^{14}C) will decay over time and can be used for dating). **NON ESTRATTA**

DOMANDA 18. INGLESE

Rayleigh originally derived a formula to calculate the products of distillation for a mixture of liquids with different boiling points. The principles are, however, applicable to any separation process with a constant fractionation factor, as is the case for stable isotopes. For example during condensation from water vapor, the heavier molecule H_2^{18}O condenses more readily than H_2^{16}O , producing liquid water that is isotopically heavier than the vapor. The remaining water vapor must become increasingly enriched in the light isotope ^{16}O and the change in composition can be calculated with the Rayleigh formula.

NON ESTRATTA

DOMANDA 19. INGLESE

The comparison of observed and calculated concentrations will rapidly reveal whether processes have been neglected in the mass balance. For example, the influence of agricultural practices on water quality is illustrated in Figure 2.18. It shows the differences in groundwater composition with depth in a borehole equipped with multilevel samplers. The high NO_3 concentrations in the upper part of the boring are due to heavy application of manures and fertilizers to fields upstream, and are close to what was calculated in Example 2.3. **ESTRATTA**

DOMANDA 20. INGLESE

The oxidation of organic matter may occur in the soil but also within aquifers where fossil organic matter is present as peat, lignite, etc. Once oxygen becomes exhausted other electron acceptors, like nitrate, iron oxides or sulfate may mediate the oxidation of organic matter. The reduction of iron oxides results in high iron concentrations in groundwater, the reduction of sulfate in badly smelling hydrogen sulfide and finally, fermentation of organic matter may result in groundwaters containing methane. **ESTRATTA**

DOMANDA 21. INGLESE

In order to understand the spatial and temporal variability of groundwater quality, it is imperative to have a perception of the groundwater flowpath and the travel time from the site of infiltration to the sampling point. Along the flowline, chemicals may become sorbed which retards their transport compared to the velocity of water. Furthermore, physical processes like diffusion and dispersion cause mixing and smoothen concentration changes. To achieve a conceptual understanding of the processes, we will in this chapter focus on hand calculations that provide insight in flowlines and residence times, in retardation, and in diffusion and dispersion. **ESTRATTA**

DOMANDA 22. INGLESE

Consider the landfill site shown in cross section in Figure 3.3. Leachate from the waste is percolating into the aquifer and the question is, how fast the various chemicals travel through the subsoil, and where and when they pollute drinking water wells further downstream. For an answer, we must define the flowlines of groundwater in the aquifer and derive the travel time. The detailed calculation of flow patterns is usually done with numerical models (Zheng and Bennett, 2002; Chiang and Kinzelbach, 2001). However, a first guess can be readily obtained by hand calculations. **ESTRATTA**