

Cognome e nome:

Matricola:

Corso di studi (BBCC ☐, METER ☐)

Anno di corso (I ☐, II ☐, altro ☐)

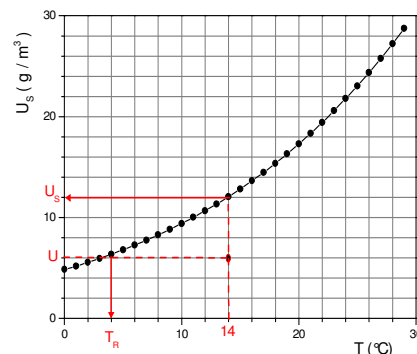
In un dato ambiente l'umidità assoluta è $U=6\text{g/m}^3$.

I. Calcolare l'umidità relativa UR quando la temperatura è $T=14^\circ\text{C}$.

$$UR = \frac{U}{U_s(T)} \times 100 = \frac{6\text{g/m}^3}{12\text{g/m}^3} \times 100 = 50\%$$

II. Determinare il punto di rugiada T_R .

$$T_R = 4^\circ\text{C}$$



Un campione di materiale igroscopico, del quale in figura sono riportate le curve di equilibrio igrometrico, viene collocato in un ambiente con $UR=80\%$.

III. All'equilibrio, quale sarà il contenuto d'acqua se il campione era inizialmente anidro?

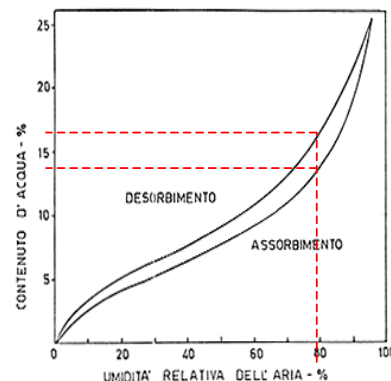
Dalla curva di assorbimento $U_{CA} \cong 13\%$

IV. Se la massa secca del campione, sempre all'equilibrio, è $m_{SEC} = 20\text{g}$, quali sarà la massa d'acqua m_{H_2O} presente nel campione? [Per il calcolo numerico, si utilizzi il risultato del precedente punto III].

$$U_{CA} = \frac{m_{H_2O}}{m_{SEC}} \times 100 \Rightarrow m_{H_2O} = \frac{m_{SEC} \cdot U_{CA}}{100} = 2.6\text{g}$$

V. Assumendo ora di non conoscere la storia igrometrica del campione, stimate un intervallo di possibili valori del contenuto d'acqua.

$$U_{CA} \cong (15 \pm 2)\%$$



In una misura TID di alcuni frammenti del cappello di capra dell'uomo di Similaun si ottiene $N/N_{12C} = 6.2 \cdot 10^{-13}$ (N : numero degli isotopi ^{14}C attuali). Essendo $N_0/N_{12C} = 1.18 \cdot 10^{-12}$ (N_0 : numero degli isotopi ^{14}C in vivo):

VI. Calcolare l'età t del campione [si assuma $t_{1/2}(^{14}\text{C}) = 5730\text{a}$];

$$\frac{N_0}{N} = \frac{N_0/N_{12C}}{N/N_{12C}} = \frac{1.18 \cdot 10^{-12}}{0.62 \cdot 10^{-12}} = 1.9 \Rightarrow t = \frac{t_{1/2}}{0.693} \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{5730\text{a}}{0.693} \ln(1.9) = 5321\text{a}$$

VII. Riscrivere la misura dell'età sapendo che è affetta da un'incertezza $\delta t = 200a$; $t = (5300 \pm 200)a$

VIII. [FACOLTATIVO] Determinare quale sarebbe il valore del rapporto $\frac{N}{N_0}$ se l'età del reperto fosse $t = 2 t_{1/2}$ cioè pari a due volte il tempo di dimezzamento.

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{0.693}{t_{1/2}} t} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\frac{0.693}{t_{1/2}} t} \text{ che per } t = 2 t_{1/2} \text{ diventa } \frac{N}{N_0} = e^{-\frac{0.693}{t_{1/2}} 2 t_{1/2}} = e^{-1.386} = 0.25$$

Per determinare l'età di un vaso greco col metodo della termoluminescenza, si irradiano artificialmente dei campioni prelevati da un suo frammento. Sperimentalmente vengono determinati i seguenti contributi alla dose annua del reperto: $D_\alpha = 2.0 \text{ mGy/a}$, $D_\beta = 1.5 \text{ mGy/a}$, $D_\gamma = 0.5 \text{ mGy/a}$. Utilizzando il grafico affianco, determinare:

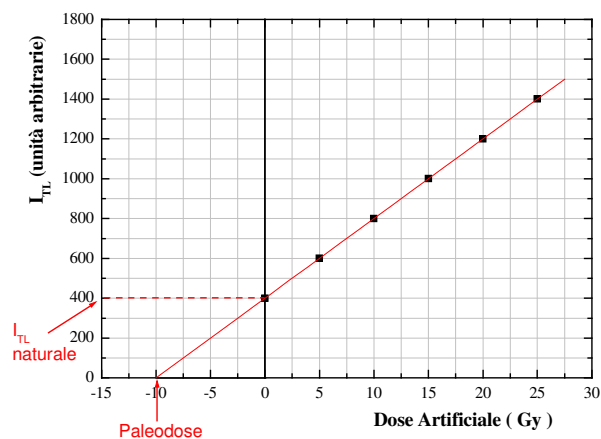
IX. il segnale I_{TL} di termoluminescenza naturale del campione non irradiato in unità arbitrarie;

$$I_{TL} = 400 \text{ u.a.}$$

X. la paleodose;

$$\text{Paleodose} = 10 \text{ Gy}$$

XI. l'età del reperto.



$$\text{Età} = \frac{\text{Paleodose}}{\text{Dose Annua}} = \frac{\text{Paleodose}}{D_\alpha + D_\beta + D_\gamma} = \frac{10 \text{ Gy}}{0.004 \text{ Gy/a}} = 2500a$$

Potendo utilizzare la *termoluminescenza*, il *metodo del ^{14}C* e la *dendrocronologia*, indicate per ognuno dei reperti sotto elencati quali tra questi metodi e a quali condizioni (eventualmente anche riferendosi a parti diverse del campione) possono essere impiegati per la sua datazione.

- XII. Anfora romana sigillata con all'interno resti d'olio.....termoluminescenza per l'anfora e ^{14}C per l'olio
- XIII. Fornace etrusca con residui di legno bruciato all'interno..... termoluminescenza per la fornace e ^{14}C per il legno
- XIV. Freccia di legno con punta di selce..... ^{14}C per il legno e termoluminescenza per la punta (se è stata scaldata)
- XV. Tronco di sostegno di una palafitta neolitica... ^{14}C per il tronco e dendrocronologia (se il legno è ben conservato)
- XVI. Gioiello di avorio..... ^{14}C

Cognome e nome:

Matricola:

Corso di studi (BBCC ☐, METER ☐)Anno di corso (I ☐, II ☐, altro ☐)

Una radiazione elettromagnetica di frequenza $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, si propaga in un mezzo con velocità $v = 2.5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

XVII. Calcolare la lunghezza d'onda λ della radiazione.

$$\lambda = v / f = 500 \text{ nm}$$

XVIII. Determinare l'indice di rifrazione n del mezzo.

$$n = c / v = 1.2$$

Una radiazione elettromagnetica di frequenza $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, si propaga nel vuoto.

XIX. Qual'è la sua lunghezza d'onda?

$$\lambda = c / f = 600 \text{ nm}$$

XX. Quanto vale l'indice di rifrazione n_0 ?

$$n_0 = 1$$

XXI. A quale regione dello spettro elettromagnetico appartiene la radiazione?

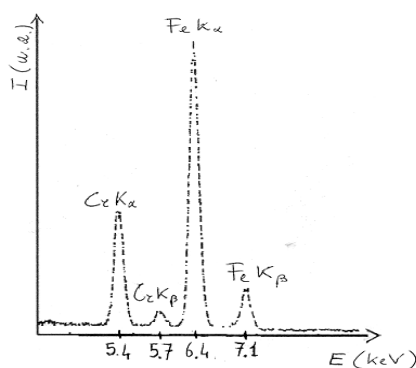
Alla regione del visibile.

XXII. Un'onda incide su di una superficie piana con angolo $\theta_i = 20^\circ$ rispetto alla direzione di incidenza normale.

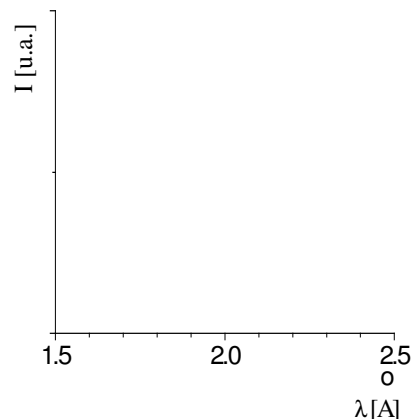
Quanto vale l'angolo θ_r che l'onda riflessa forma con la normale al piano?

$$\theta_r = \theta_i = 20^\circ$$

XXIII. Affianco al grafico EDS della figura riprodurre (qualitativamente) il corrispondente grafico di I in funzione della lunghezza d'onda $\lambda(\text{\AA})$ riportando chiaramente sull'asse delle ascisse (con solo due cifre) i valori di λ corrispondenti ai quattro picchi.



$$\lambda[\text{\AA}] = \frac{12.4}{E[\text{keV}]} \Rightarrow$$

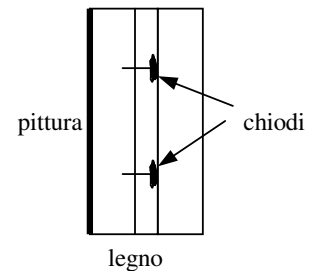


XXIV. A quale regione dello spettro elettromagnetico appartengono i valori di lunghezza d'onda ottenuti?

Alla regione dei Raggi X

XXV. Quale tecnica impieghereste per rivelare la presenza di chiodi sepolti nel supporto del dipinto in figura? Perché?

Trasmissione di raggi X. Data la rilevante diversità nella natura (e densità) dei materiali componenti i chiodi (metallo) e il supporto (legno) con un'analisi basata sull'impiego di raggi X si può ottenere un'immagine ben contrastata che indica la posizione dei chiodi.



XXVI. Quale tecnica impieghereste per rivelare un parziale distacco, non rilevabile esternamente, di uno strato pittorico dal suo supporto? Perché?

Ad esempio la termografia. per le sue capacità di individuare barriere termiche al di sotto (e in prossimità) della superficie

XXVII. Quale tecnica impieghereste per rivelare un eventuale precedente dipinto coperto dallo strato di pittura più esterno? Perché?

Ad esempio la riflettografia infrarossa. Investendo il dipinto con radiazioni infrarosse non assorbite (o debolmente assorbite) dagli strati più esterni del dipinto, che vengono però riflesse da strati sepolti si può riprodurre, con opportuni rivelatori/convertitori, l'immagine di quest'ultimi.

XXVIII. In cosa consiste il fenomeno della *dispersione della luce* ?

Nel fatto che radiazioni di lunghezza d'onda diversa vengono rifratte con angoli diversi (emergono dall'attraversamento di una superficie di separazione tra due mezzi in direzioni diverse). E' una conseguenza del fatto che $n=n(\lambda)$

XXIX. Definire lo *spettro visibile*.

E' la regione dello spettro elettromagnetico che classifica le radiazioni la cui lunghezza d'onda di valore compreso approssimativamente nell'intervallo di valori (380÷750)nm.

XXX. Quali sono le informazioni ottenibili da un'analisi riflettografica di un dipinto?

Ad esempio disegni preparatori, dipinti precedenti coperti dallo strato pittorico visibile, pentimenti

XXXI. Come definireste i *raggi X* ? Quale loro caratteristica indichereste come particolarmente rilevante dal punto di vista applicativo?

XXXII. Definire il *periodo d'oscillazione T* di una radiazione elettromagnetica.

XXXIII. Descrivere brevemente il principio di funzionamento della *termografia impulsata* indicandone qualche rilevante specificità diagnostica.

Cognome e nome:

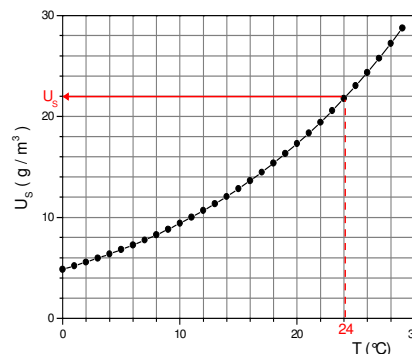
Matricola:

Corso di studi (BBCC ☐, METER ☐)Anno di corso (I ☐, II ☐, altro ☐)

In un ambiente chiuso l'umidità relativa è $UR=25\%$.

XXXIV. Calcolare l'umidità assoluta U quando la temperatura è $T=24^\circ\text{C}$.

$$UR = \frac{U}{U_s(T)} \times 100 \Rightarrow U = \frac{UR \times U_s(T)}{100} = \frac{25 \times 22}{100} \text{ g/m}^3 = 5.5 \text{ g/m}^3$$



XXXV. Diminuendo la temperatura, l'umidità relativa aumenta o diminuisce? Perché?

Aumenta perché una diminuzione di temperatura fa diminuire U_s e quindi aumentare UR .

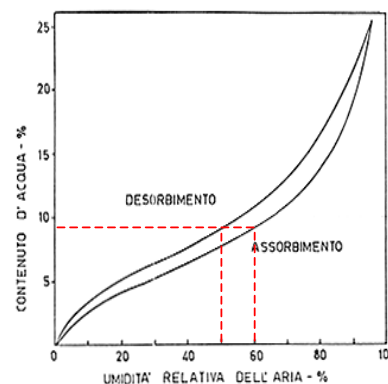
Un campione di materiale igroscopico, del quale in figura sono riportate le curve di equilibrio igrometrico, è in equilibrio con l'atmosfera dell'ambiente chiuso in cui si trova e il suo contenuto d'acqua è $U_{CA}=9\%$.

XXXVI. Non conoscendo la storia igrometrica del campione, stimate un intervallo di possibili valori dell'umidità relativa.

$$UR \cong (50 \div 60)\%$$

XXXVII. Aumentando la temperatura, il contenuto d'acqua aumenta o diminuisce? Perché?

Diminuisce perché un aumento di temperatura fa aumentare U_s (vedi grafico sopra) e quindi diminuire UR e dal grafico di equilibrio igrometrico si vede che a una diminuzione di UR corrisponde una diminuzione di U_{CA} . In sintesi: se aumenta la temperatura il contenuto d'acqua diminuisce.



Dall'analisi di un frammento di avorio prelevato da un utensile si stabilisce che il numero N degli isotopi ^{14}C attualmente presenti nel frammento è esattamente un terzo del numero N_0 degli isotopi ^{14}C che erano presenti nel frammento *in vivo*:

XXXVIII. Calcolare l'età t del campione [si assuma $t_{1/2}(^{14}\text{C}) = 5730a$];

$$N = \frac{N_0}{3} \Rightarrow \frac{N_0}{N} = 3 \Rightarrow t = \frac{t_{1/2}}{0.693} \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{5730a}{0.693} \ln 3 = 9083a$$

XXXIX. Riscrivere la misura dell'età sapendo che è affetta da un'incertezza $\delta t = 300a$;

$$t = (9100 \pm 300)a$$

XL. In un reperto organico, qual'è il valore del rapporto $\frac{N}{N_0}$ per il ^{14}C dopo 5730 anni dalla morte dell'organismo da cui proviene?

$$t = 5730a \equiv t_{1/2} (^{14}\text{C}) \text{ da cui, per definizione, dopo un tempo di dimezzamento: } \frac{N}{N_0} = \frac{1}{2}$$

Un vaso medievale viene introdotto all'epoca della sua realizzazione in una tomba etrusca. Lo stesso vaso, insieme ad un altro presente nella tomba dall'epoca della tumulazione, vengono datati col metodo della termoluminescenza. Si irradiano artificialmente dei campioni prelevati da frammenti dei due vasi ottenendo i dati riportati nel grafico: i cerchi vuoti sono relativi al vaso (A) mentre i quadrati pieni al vaso (B). Inoltre si determina sperimentalmente una dose annua $D_{\alpha+\beta+\gamma}=4\text{mGy/a}$.

XLI. Stabilite l'età dei reperti

Da grafico si ricavano le due paleodosi:

Paleodose(A)=10Gy

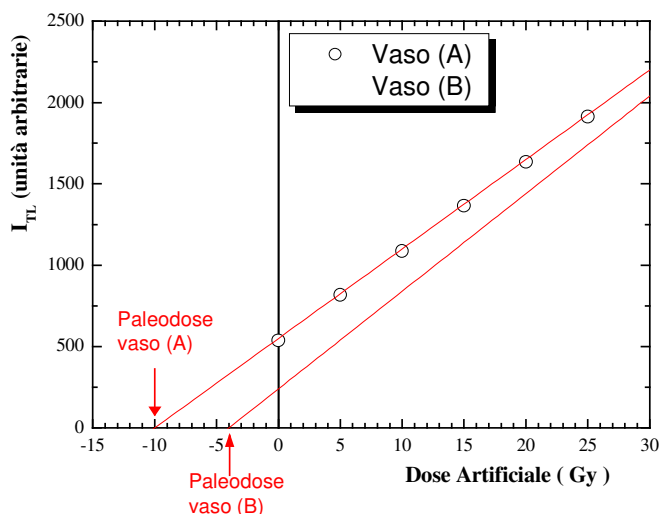
Paleodose(B)=4Gy

Vaso (A)

$$Età = \frac{\text{Paleodose(A)}}{D_{\alpha+\beta+\gamma}} = \frac{10\text{Gy}}{0.004\text{Gy/a}} = 2500a$$

Vaso (B)

$$Età = \frac{\text{Paleodose(B)}}{D_{\alpha+\beta+\gamma}} = \frac{4\text{Gy}}{0.004\text{Gy/a}} = 1000a$$



Potendo utilizzare la *termoluminescenza*, il *metodo del ^{14}C* e la *dendrocronologia*, indicate per ognuno dei reperti sotto elencati quali tra questi metodi e a quali condizioni (eventualmente anche riferendosi a parti diverse del reperto) possono essere impiegati per la sua datazione.

XLII. Vaso con all'interno resti di essenze vegetali.....termoluminescenza per il vaso, ^{14}C per le essenze

XLIII. Ciochi di legna da ardere non utilizzati..... ^{14}C ; dendrocronologia se il legno è ben conservato

XLIV. Sindone (tessuto di lino)..... ^{14}C

XLV. Mattone.....termoluminescenza

XLVI. Finimento in cuoio..... ^{14}C

Cognome e nome:

Matricola:

Corso di studi (BBCC ☐, METER ☐)Anno di corso (I ☐, II ☐, altro ☐)

Una radiazione elettromagnetica di lunghezza d'onda $\lambda=3\mu\text{m}$ si propaga nel vuoto.

XLVII. Calcolare la frequenza f della radiazione.

$$f = c / \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-6}} \text{ Hz} = 10^{14} \text{ Hz}$$

XLVIII. A quale regione dello spettro elettromagnetico appartiene la radiazione?

Alla regione infrarossa dello spettro

XLIX. Determinare la velocità con cui una radiazione elettromagnetica si propaga in un mezzo di indice di rifrazione $n=1.5$.

$$n = c / v \Rightarrow v = c / n \Rightarrow v = \frac{3 \cdot 10^8}{1.5} \text{ m/s} = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

L. Un'onda incide su di una superficie piana con angolo $\theta_i = 0^\circ$ rispetto alla direzione di incidenza normale. Quanto vale l'angolo θ_r che l'onda riflessa forma con la normale al piano? Disegnare uno schema.

$$\theta_r = \theta_i = 0^\circ$$

LI. Cosa rappresenta lo spettro EDS della figura? Descrivere il significato di tutti i simboli che vi compaiono. [si ricorda che Fe=ferro, Cr=cromo]

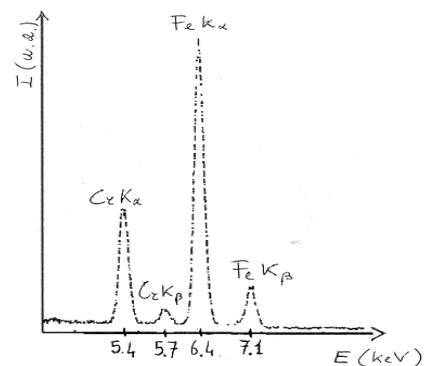
Si riferisce all'analisi spettrale di un fascio di raggi X emessi da un campione investito da elettroni. Ogni picco individua quelle radiazioni del fascio caratterizzate da una determinata energia (lunghezza d'onda) associabili alla presenza di un determinato elemento chimico in grado di emetterle. L'altezza relativa dei picchi riflette la concentrazione relativa delle varie sostanze.

I: intensità della radiazione

E: energia della radiazione

$K\alpha$: radiazione emessa in un decadimento elettronico dal II livello a quello fondamentale

$K\beta$: radiazione emessa in un decadimento elettronico dal III livello a quello fondamentale



LII. Qual'è l'energia, espressa in keV, di una radiazione di lunghezza d'onda $\lambda=2.47\text{\AA}$?

$$E[\text{keV}] = \frac{12.4}{\lambda[\text{\AA}]} = 5 \text{ keV}$$

LIII. Esprimere $\lambda=2.47\text{\AA}$ in nanometri.

$$\lambda = 2.47 \text{\AA} = 2.47 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0.247 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 0.247 \text{ nm}$$

LIV. A quale regione dello spettro elettromagnetico appartiene la radiazione del quesito precedente?

Alla regione dei raggi X

LV. Descrivere il funzionamento di un microscopio elettronico.

Per analizzare un dipinto di ampia estensione si utilizzano le tecniche di seguito elencate. A ciascun metodo d'analisi associate quelle che ritenete appropriate tra le seguenti definizioni: *distruttiva, fototermica, di assorbimento, spettroscopica, d'immagine, microscopica, di raggi X, infrarossa*

LVI. Riflettografia
Infrarossa, d'immagine

LVII. Termografia
Infrarossa, d'immagine, fototermica

LVIII. Microscopia elettronica
Microscopica, d'immagine, distruttiva (se richiede un prelievo)

LIX. Microanalisi EDS
Spettroscopica, distruttiva (se richiede un prelievo), raggi X

LX. Trasmissione di raggi X
Di assorbimento, d'immagine, di raggi X

LXI. Descrivete con un esempio il fenomeno della *diffusione della luce*.
Quando un fascio di radiazioni parallele (onda piana) viene riflesso da una superficie scabra le radiazioni del fascio non riemergono parallele. Se le radiazioni del fascio incidente componevano un'immagine il fenomeno di riflessione caotica alla superficie (diffusione) si traduce in una perdita di definizione dell'immagine stessa.

LXII. Definire lo *spettro visibile*.
E' la regione dello spettro elettromagnetico che classifica le radiazioni la cui lunghezza d'onda di valore compreso approssimativamente nell'intervallo di valori (380÷750)nm.

LXIII. Quali vantaggi e svantaggi offre secondo voi la *microscopia elettronica* rispetto a quella ottica?
Vantaggi: alta risoluzione, grande profondità di campo, elevato numero di ingrandimenti
Svantaggi: potenzialmente invasiva

LXIV. Per stabilire con quale velocità una radiazione si propaga nel vuoto, è necessario o meno conoscerne la lunghezza d'onda? **Perché?**
No, perché tutte le radiazioni si propagano nel vuoto con la stessa velocità, quella della luce, indipendentemente dalla loro lunghezza d'onda

LXV. E' possibile ottenere con la *termografia infrarossa* informazioni sulla composizione chimica del manufatto analizzato? **Perché?**
No, perché è una tecnica di analisi della struttura e di alcune proprietà fisiche dei materiali costituenti legate alla propagazione del calore

Cognome e nome:

Matricola:

Corso di studi (BBCC ☐, METER ☐)Anno di corso (I ☐, II ☐, altro ☐)

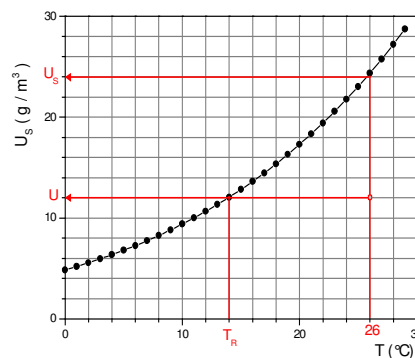
In un archivio, in cui temperatura è $T=26^{\circ}\text{C}$, il punto di rugiada è $T_R=14^{\circ}\text{C}$. Con l'aiuto del grafico riportato:

LXVI. ricavare l'umidità assoluta U ;

$$U = U_s(T_R) = 12 \text{ g/m}^3$$

LXVII. calcolare l'umidità relativa UR .

$$UR = \frac{U}{U_s(T)} \times 100 = \frac{12}{24} \times 100 = 50\%$$



LXVIII. Definire il contenuto d'acqua U_{CA} di un campione igroscopico.

$$U_{CA} = \frac{m_{H_2O}}{m_{SEC}} \times 100$$

E' il rapporto espresso in percentuale tra la massa d'acqua presente nel campione e la sua massa anidra.

LXIX. Una tavola lignea contiene una massa d'acqua $m_{H_2O} = 30 \text{ g}$. Calcolare la sua massa secca m_{SEC} se

$$U_{CA} = 5\%.$$

$$U_{CA} = \frac{m_{H_2O}}{m_{SEC}} \times 100 \Rightarrow m_{SEC} = \frac{m_{H_2O} \cdot 100}{U_{CA}} = 600 \text{ g}$$

Da una misura di *Spettroscopia di Massa Atomica* effettuata su un reperto osseo si ottiene che il rapporto attuale tra numero di isotopi ^{14}C e ^{12}C è $\frac{N}{N_{12}} = 2.94 \cdot 10^{-13}$.

LXX. Calcolare l'età t del reperto;

Ricordando che :

$$t_{1/2}(^{14}\text{C}) = 5730 \text{ a} \text{ e che } \frac{N_0}{N_{12}} = 1.176 \cdot 10^{-12} :$$

$$t = \frac{t_{1/2}}{0.693} \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{t_{1/2}}{0.693} \ln\left(\frac{N_0/N_{12}}{N/N_{12}}\right) = \frac{5730 \text{ a}}{0.693} \ln 4 = 11462 \text{ a}$$

LXXI. Riscrivere la misura dell'età sapendo che è affetta da un'incertezza $\delta t = 500a$

$$t = (11500 \pm 500)a$$

LXXII. In datazioni col metodo del radiocarbonio, che tipo di errori permette di correggere la conoscenza del rapporto

$$\frac{N_{^{13}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}} ?$$

Errori dovuti al fatto che nelle diverse specie di organismi **viventi** cui il reperto deriva, il valore del rapporto $\frac{N_{^{14}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}}$ può differire da quello standard $1.176 \cdot 10^{-12}$ utilizzato nei calcoli di datazione.

LXXIII. Facoltativo. Perché la conoscenza di $\frac{N_{^{13}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}}$ può essere sfruttata per correggere quegli errori cui si fa riferimento nel quesito precedente.

Il ^{13}C è un isotopo stabile del carbonio per cui il rapporto $\frac{N_{^{13}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}}$ attuale è lo stesso che si aveva nell'organismo vivente dal quale il reperto deriva. In un organismo vivente il rapporto $\frac{N_{^{14}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}}$ è legato a $\frac{N_{^{13}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}}$ da una relazione nota. Determinando

quindi, per un dato organismo, la deviazione di $\frac{N_{^{13}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}}$ dal suo valore standard, è possibile ricavare anche la deviazione di $\frac{N_{^{14}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}}$ dal corrispondente valore standard $\frac{N_{^{14}\text{C}}}{N_{^{12}\text{C}}} = 1.176 \cdot 10^{-12}$ e tenerne conto nella procedura di datazione.

Da un vaso vengono prelevati alcuni campioni per un'analisi in termoluminescenza. In tabella sono riportati i valori del segnale di termoluminescenza I_{TL} ottenuti per diverse dosi di irraggiamento artificiale. Inoltre un dosimetro posto per un mese nel punto in cui è stato rinvenuto il reperto misura una dose dovuta ad irraggiamento α , β e γ pari a 0.15mGy. Dopo aver riportato sul grafico i valori della tabella, determinare:

Dose [Gy]	I_{TL} [u.a.]
0	600
2	800
4	1000
6	1200
8	1400

LXXIV. la *paleodose* ;

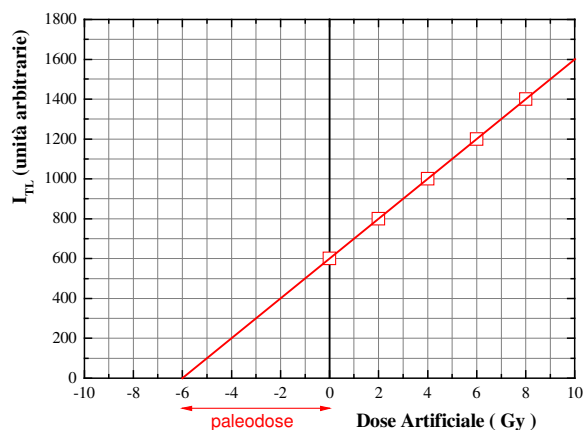
Paleodose = 6Gy

la dose annua $D_{\alpha+\beta+\gamma}$;

La dose annua è $D_{\alpha+\beta+\gamma} = (12 \times 0.15\text{mGy}) / a = 1.8\text{mGy}/a$

LXXV. l'età del vaso.

$$t = \frac{\text{Paleodose}}{D_{\alpha+\beta+\gamma}} = \frac{6\text{Gy}}{0.0018\text{Gy}/a} = 3333a$$



Quali metodi suggerireste di impiegare per la datazione dei reperti sotto elencati?

LXXXVI. Monile d'avorio..... ^{14}C

LXXXVII. Statua bronzea con all'interno inclusioni d'argilla termoluminescenza

LXXXVIII. Papiro egizio..... ^{14}C

LXXXIX. A quale intervallo di valori di lunghezza d'onda corrisponde la regione visibile dello spettro elettromagnetico ?

$$\lambda \cong (380 \div 760) \text{ nm}$$

In uno spettro EDS compaiono due picchi caratteristici del piombo (Pb) in corrispondenza dei valori di energia $E_{K\alpha}=75.0\text{keV}$ e $E_{K\beta}=84.9\text{keV}$.

LXXX. Qual'è la lunghezza d'onda delle corrispondenti radiazioni?

$$\lambda_{K\alpha} [\text{\AA}] = \frac{12.4}{E_{K\alpha} [\text{keV}]} = 0.17 \text{\AA}$$

$$\lambda_{K\beta} [\text{\AA}] = \frac{12.4}{E_{K\beta} [\text{keV}]} = 0.15 \text{\AA}$$

LXXXI. A quale regione dello spettro elettromagnetico appartengono le radiazioni del quesito precedente?

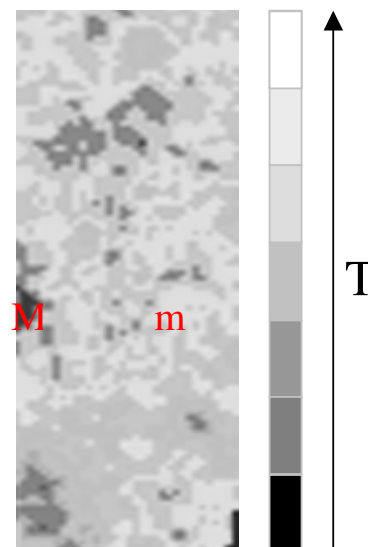
Alla regione dei raggi X

LXXXII. Quale tecnica/tecniche impieghereste per rivelare in un dipinto eventuali pentimenti dell'autore o altri dettagli al di sotto dello strato pittorico visibile?

Riflettografia IR, Raggi X

LXXXIII. Qui affianco è riportato il termogramma della porzione di un foglio di materiale omogeneo registrato, durante la fase di raffreddamento, dopo aver prodotto un riscaldamento istantaneo della superficie del campione. Indicare sull'immagine due punti che, secondo voi, rivelino rispettivamente una zona di minimo (**m**) e una di massimo (**M**) spessore del foglio. Motivare brevemente la scelta.

I punti di minimo spessore sono quelli in corrispondenza dei quali il calore che dalla superficie si propaga all'interno del campione impiega meno tempo a raggiungere la seconda superficie dove l'aria, agendo da barriera termica, impedisce al calore di continuare a propagarsi e alla corrispondente porzione di superficie di continuare a raffreddarsi diversamente da quanto avviene dove lo spessore è maggiore. Quindi nella mappa di temperatura (termogramma), alle zone più calde (chiare) corrispondono spessori minori e a quelle più fredde (scure) spessori maggiori.



Cognome e nome:

Matricola:

Corso di studi (BBCC ☐, METER ☐)

Anno di corso (I ☐, II ☐, altro ☐)

- I. Quanto calore occorre cedere ad un corpo di capacità termica $C=800\text{J/}^\circ\text{C}$ per aumentarne la temperatura di 2°C ?

$$\Delta Q = C\Delta T = 1.6\text{kJ}$$

- II. Quale massa di ghiaccio a 0°C fonde cedendogli una quantità di calore $Q = 2\text{kJ}$ se il suo calore latente di fusione

$$\text{è } \lambda_F = 333\text{J/g}?$$

$$\Delta m = \frac{Q}{\lambda_F} = 6\text{g}$$

La temperatura di un ambiente chiuso dista 10°C dal punto di rugiada $T_R=7.5^\circ\text{C}$.

- III. Determinare l'umidità relativa UR .

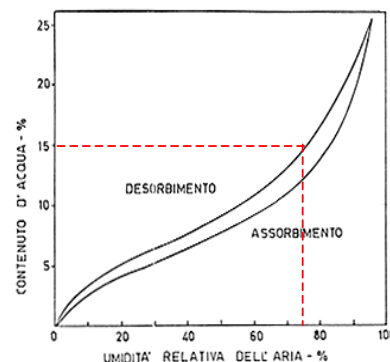
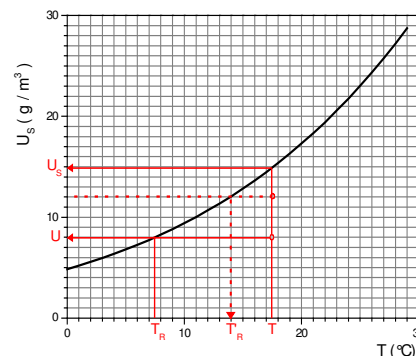
$$UR = \frac{U}{U_s(T)} \times 100 = \frac{U_s(T_R)}{U_s(T)} \times 100 = \frac{8}{15} \times 100 = 53\%$$

- IV. Quale valore T'_R assume il punto di rugiada aumentando l'umidità assoluta U di 4g/m^3 ?

$$U' = 12\text{g/m}^3 \implies T'_R = 14^\circ\text{C}$$

- V. I resti lignei di un antica nave vengono recuperati da un fondo lacustre e conservati in aria. Quale deve essere il valore di umidità relativa dell'ambiente di conservazione affinché, all'equilibrio, il contenuto d'acqua del legno, di cui è qui riportato il diagramma EMC, sia $U_{CA}=15\%$?

$$UR = 75\%$$



- VI. Calcolare l'età t di un reperto organico avendo determinato che nel campione esaminato il rapporto tra contenuto di ^{14}C alla morte e contenuto di ^{14}C attuale è $\frac{N_0}{N} = 2$.

Ricordando che il rapporto dato corrisponde alla condizione di dimezzamento $\rightarrow t = t_{1/2} = 5730\text{a}$

Come anche riottenibile dall'espressione $t = \frac{t_{1/2}}{0.693} \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{t_{1/2}}{0.693} \ln 2 = 5730\text{a}$

Da un vaso vengono prelevati alcuni campioni per un'analisi in termoluminescenza. In tabella sono riportati i valori del segnale di termoluminescenza I_{TL} ottenuti per diverse dosi di irraggiamento artificiale. Un dosimetro interrato per sei mesi nel punto in cui è stato rinvenuto il reperto rileva una dose da α , β e γ pari a 1mGy, mentre da analisi di laboratorio viene determinato un contributo di 1mGy/a dovuto al materiale costitutivo del vaso. Dopo aver riportato sul grafico i valori della tabella, determinare:

VII. la dose annua $D_{\alpha+\beta+\gamma}$;

La dose annua totale è:

$$D_{\alpha+\beta+\gamma} = (2 \times 1\text{mGy})/a + 1\text{mGy}/a = 3\text{mGy}/a$$

VIII. il valore di termoluminescenza naturale

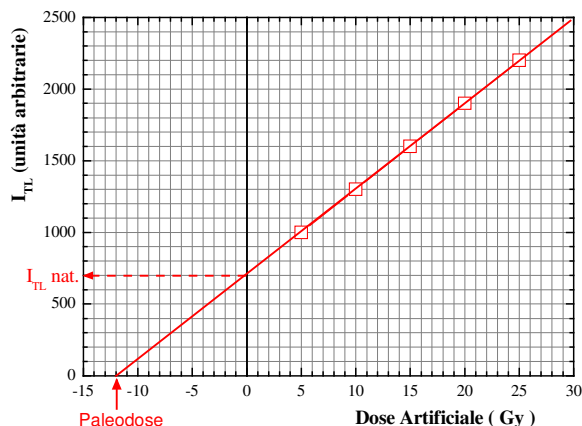
$$I_{TL} = 700 \text{ u.a.}$$

IX. la paleodose ;

$$\text{Paleodose} = 12\text{Gy}$$

X. l'età del vaso.

$$t = \frac{| \text{Paleodose} |}{D_{\alpha+\beta+\gamma}} = \frac{12\text{Gy}}{0.003\text{Gy}/a} = 4000a$$



Quali metodi suggerireste di impiegare per la datazione dei reperti sotto elencati?

XI. Mattone d'argilla.....termoluminescenza

XII. Monile in cuoio ^{14}C

XIII. Trave lignea di un'abitazione..... ^{14}C , dendrocronologia se ben conservata

XIV. Indicare a quali regioni dello spettro elettromagnetico appartengono le radiazioni con lunghezza d'onda pari a:

$\lambda=600\text{nm}$: visibile

$\lambda=1600\text{nm}$: IR

$\lambda=300\text{nm}$: uv

$\lambda=0.05\text{nm}$: raggi X

In uno spettro EDS compaiono i picchi K α e β e L α e β caratteristici dello Stagno (Sn) in corrispondenza dei valori di energia elencati in ordine casuale: $E=3.78\text{keV}$, $E=28.49\text{keV}$, $E=25.16\text{keV}$ e $E=3.44\text{keV}$.

XV. Associare a ciascun picco il relativo valore di energia;

$$E_{K\alpha}=25.16\text{keV}; E_{K\beta}=28.49\text{keV}; E_{L\alpha}=3.44\text{keV}; E_{L\beta}=3.78\text{keV}$$

XVI. Calcolare per ciascun valore di energia la corrispondente lunghezza d'onda.

$$\lambda[\text{\AA}] = \frac{12.4}{E[\text{keV}]} \rightarrow \lambda_{K\alpha}[\text{\AA}] = 0.49 \text{\AA}, \lambda_{K\beta}[\text{\AA}] = 0.44 \text{\AA}, \lambda_{L\alpha}[\text{\AA}] = 3.60 \text{\AA}, \lambda_{L\beta}[\text{\AA}] = 3.28 \text{\AA}$$

XVII. Quale tecnica/tecniche impieghereste per individuare in un dipinto un'area di distacco dello strato pittorico da supporto ligneo? Perché?

Termografia IR