



Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Scienze Farmaceutiche



Simulatore di Laboratorio di Analisi Qualitativa

Alessandro Pedretti



Cosa serve per usare LabSim

LabSim è un'applicazione Web 3D progettata per funzionare all'interno di un browser per Internet basato su *Chromium* come ad esempio *Google Chrome* e *Microsoft Edge*. Pertanto, è richiesto un dispositivo hardware in grado di far girare uno dei due sopramenzionati browser:

- **Desktop/Laptop** (Linux, MacOS, Windows)
- **Tablet** (Android, iOS, Windows)
- **Smartphone** (Android, iOS)



Nel caso dei dispositivi mobili, viene sfruttato l'accelerometro per la rotazione della scena, tuttavia non è consigliato l'utilizzo di smartphone per via delle dimensioni troppo ridotte dello schermo e le basse prestazioni della GPU.

E' richiesta la **connessione ad Internet**. Connessioni scadenti o a bassa velocità non pregiudicano il funzionamento di *LabSim* se non allungando i tempi di caricamento e rendendo scarsamente fruibili i tutorial video.

Il consumo dei dati è limitato alla fase di caricamento e alla riproduzione dei video.



Qualora si disponga di un visore VR

LabSim è stato progettato per funzionare con visori VR 3D, tuttavia attualmente è stato testato soltanto con *Oculus Quest*. In modalità VR, richiede una riduzione di dettaglio della scena che può non essere richiesta da visori più performanti o dal collegamento diretto col PC mediante *Oculus Link*.

Per ridurre il livello di dettaglio della scena, è necessario selezionare Menu principale → Impostazioni → disabilitare Grafica dettagliata, esattamente come per i dispositivi mobili.

Allo stato attuale non è ancora possibile manipolare direttamente gli oggetti ma si interagisce con essi mediante i laser dei controller.





Qualora si disponga solo di uno smartphone

LabSim è stato testato con successo con dispositivi *Android*, tuttavia l'interazione con l'ambiente virtuale può essere fortemente limitata dalle dimensioni dello schermo (è molto difficile selezionare col dito gli oggetti perché piccoli) e dalle scarse prestazioni della GPU (*Graphic Processing Unit*).

Qualora non si disponga di un dispositivo maggiormente performante, si può arginare il problema:

- riducendo il livello di dettaglio della scena (Menu principale → Impostazioni → disabilitare Grafica dettagliata);
- collegando un economico mouse USB mediante l'adattatore OTG (normalmente fornito con il cellulare);
- alternativamente, collegando un mouse Bluetooth.





Cosa si può fare

Con *LabSim* ci si può esercitare come in un vero laboratorio di analisi chimica qualitativa inorganica. Le principali attività che si possono svolgere sono:

- verifica della **solubilità** in acqua di una sostanza anche in presenza di reattivi quali acidi/basi forti/deboli;
- misura del **pH** di una soluzione con cartina indicatrice;
- separazione di **fase** con centrifuga;
- riscaldamento su piastra o a bagnomaria;
- saggi di riconoscimento degli **anioni** per via umida;
- saggi di riconoscimento dei **cationi** per via umida;
- saggi di riconoscimento per via **secca** (sostanze non idrosolubili);
- saggio alla fiamma;
- esecuzione di una completa analisi **incognita** di una sostanza inorganica sia idrosolubile sia non idrosolubile;
- visualizzazione di tutorial video sull'uso di *LabSim* e su attività reale di laboratorio.



Cosa non si può fare

Per ragioni tecniche dovute al tempo di implementazione, non si può fare:

- Il saggio dei carbonati/bicarbonati con il raccordo a U. Il problema è marginale, perché lo sviluppo di effervescenza è ben visibile. Inoltre, non è possibile confondersi con i nitriti, perché la loro effervescenza è di colore rosso.
- Il riconoscimento del solfato di bario con la soluzione degli anioni. Questo sale è comunque riconoscibile per via della sua insolubilità in acidi e basi forti e per la sua positività al saggio alla fiamma (color verde). *LabSim* include un tutorial video per il corretto riconoscimento del solfato di bario.
- Misurare il pH trasferendo il liquido con l'agitatore. Il trasferimento di liquidi è possibile solo mediante l'uso della pipetta Pasteur.

Per scelta didattica, non si può fare:

- Il riconoscimento del sodio e del potassio per via umida, tuttavia è possibile eseguire il saggio alla fiamma che dà risultati molto più affidabili.



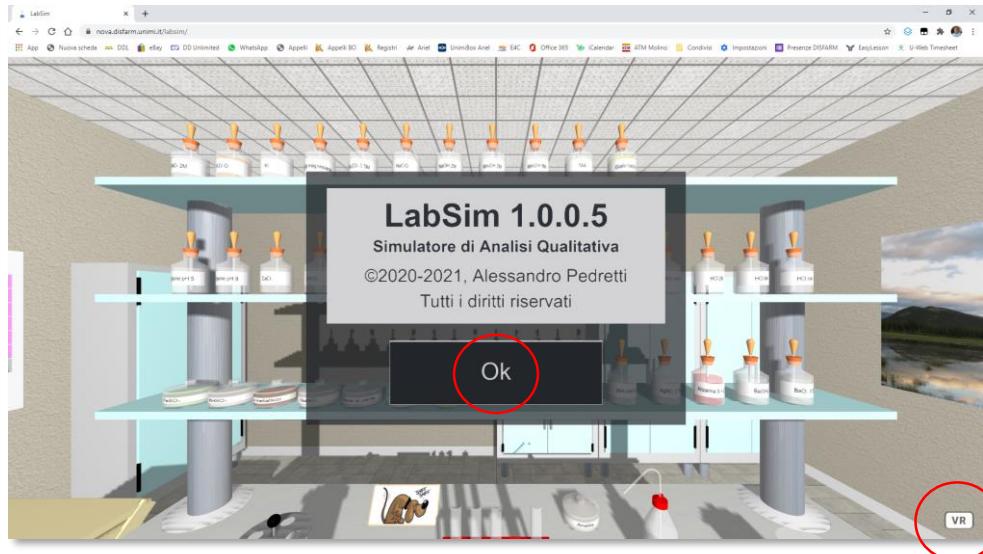


Come si accede a LabSim

Una volta aperto il browser, nella barra degli indirizzi è necessario inserire:

<https://nova.disfarm.unimi.it/labsim>

verrà visualizzata la schermata di caricamento e dopo qualche istante verrà mostrata la schermata iniziale:



Quindi premere il pulsante **Ok** per iniziare la simulazione. La pressione del tasto **VR** comporta il passaggio della visione a pieno schermo. Premere **Esc** della tastiera per tornare alla visualizzazione normale.

Il mouse

Il mouse è il dispositivo di puntamento preferito:

Tasto destro

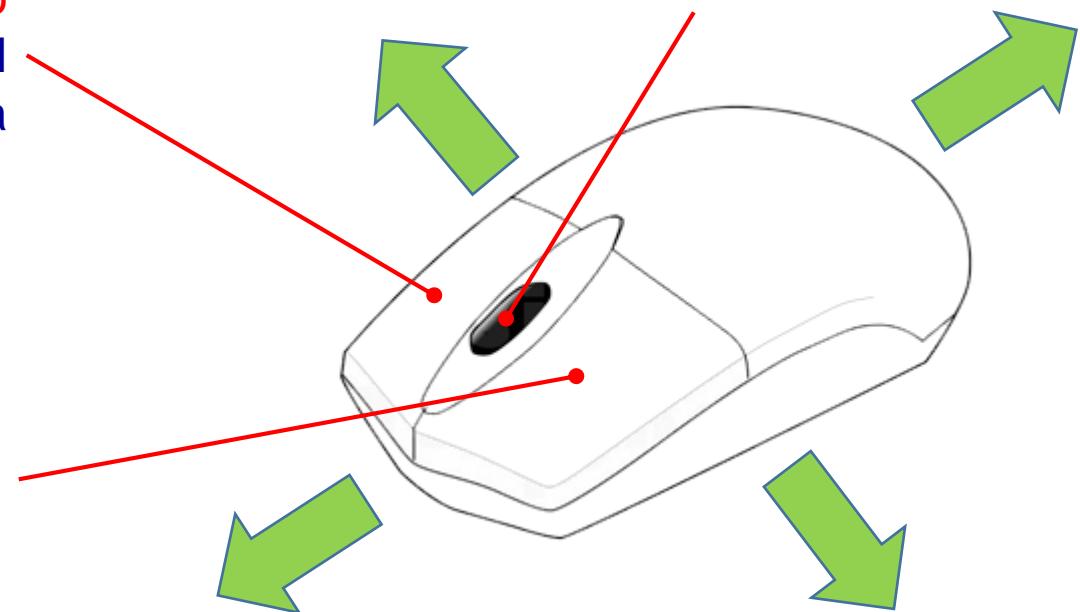
Tienilo premuto e muovi il mouse per traslare la scena

Tasto sinistro

Tienilo premuto e muovi il mouse per ruotare la scena

Clicca su un oggetto per eseguire un'azione

Rotella di scorrimento
Ingrandisce/rimpicciolisce la scena





Altri dispositivi di input

Alcune funzioni sono attivabili tramite la **tastiera**:

- I **tasti cursore** permettono di traslare la scena.
- La **barra spaziatrice** e il tasto **m** aprono il menu.
- Il tasto **Esc** causa la chiusura del menu.



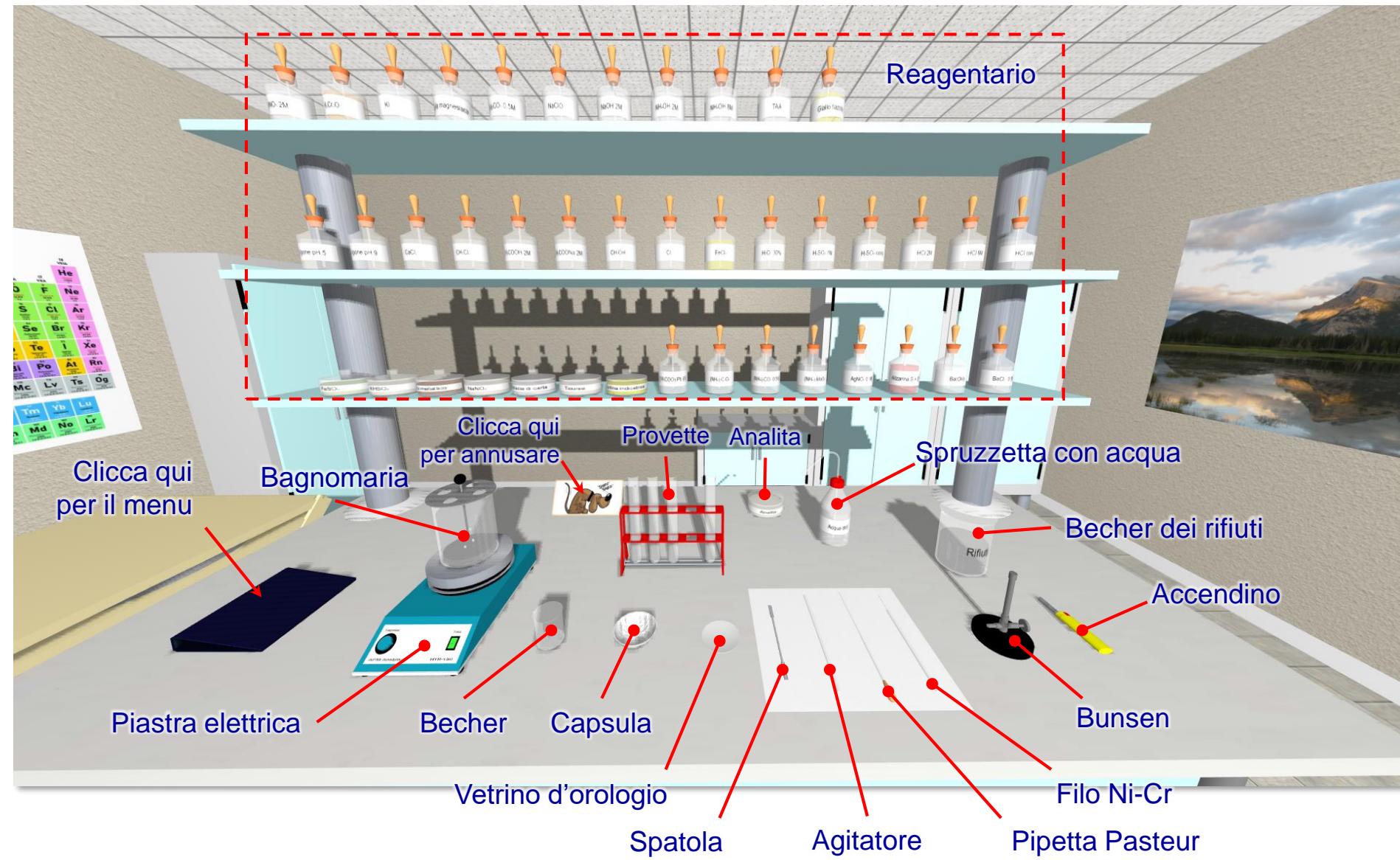
Dispositivi disponibili solo con **tablet** e **smartphone**:

- Il **tocco sullo schermo** (tap) equivale al click del mouse.
- L'**accelerometro** permette di ruotare la scena.



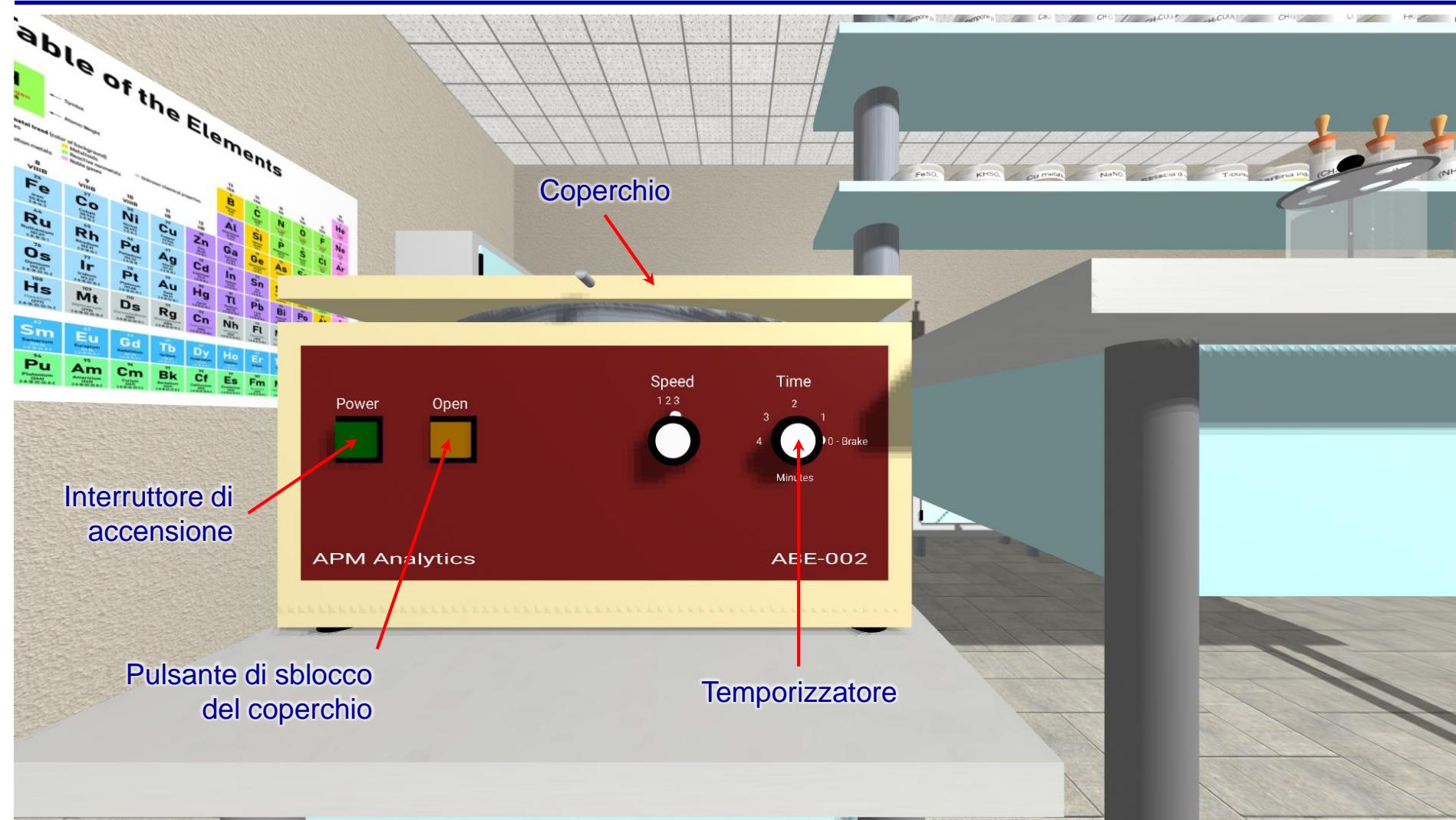


Cosa c'è sul banco





La centrifuga



Per una separazione completa, bisogna centrifugare per almeno 3 minuti. Per il corretto utilizzo, si consiglia di vedere il tutorial video.



La televisione¹

Una volta cliccato sulla TV, compare la *playlist* dei video:

Clicca su un pulsante
per iniziare la riproduzione

Pulsante di spegnimento

Pagina precedente

Pagina successiva

Elenco video

15. LS Riconoscimento PO_4^{3-}

17. LS Riconoscimento F^-

19. LS Riconoscimento I gruppo (Ag^+)

21. LS Riconoscimento III gruppo (Al^{3+})

23. LS Riconoscimento V gruppo (Ca^{2+})

25. LS Riconoscimento VI gruppo (Mg^{2+})

27. LS Riconoscimento VI gruppo (K^+)

16. LS Riconoscimento CH_3COO^-

18. LS Riconoscimento BO_3^{3-}

20. LS Riconoscimento II gruppo (Hg^{2+})

22. LS Riconoscimento IV gruppo (Zn^{2+})

24. LS Riconoscimento VI gruppo (NH_4^+)

26. LS Riconoscimento VI gruppo (Li^+)

28. LS Riconoscimento VI gruppo (Na^+)



La televisione²

Clicca sullo schermo per mettere in pausa o riprendere la riproduzione

The video player interface includes:

- Video precedente (Previous video) on the left.
- Stop button in the center control bar.
- Video successivo (Next video) on the right.
- Muovi il cursore per cambiare la posizione (Move the cursor to change position) with a red dot over the video frame.
- Durata (Duration) on the right side of the video frame.
- Riproduci (Play) button with a red arrow pointing to it.
- Pausa (Pause) button with a red arrow pointing to it.
- Cambia la modalità di riproduzione (Change playback mode) button with a red arrow pointing to it.
- Tempo (Time) with a red arrow pointing to the 00:04/08:15 progress bar.

Cliccando stop, si torna all'elenco dei video (*playlist*).



Accesso diretto ai video

E' possibile visualizzare i video al di fuori di *LabSim* tramite il seguente link:

<https://nova.disfarm.unimi.it/labsim/video.htm>

verrà visualizzata la schermata di caricamento e dopo qualche istante verrà mostrata la schermata iniziale:

The screenshot shows a web browser window titled "LabSim Video". The address bar displays the URL nova.disfarm.unimi.it/labsim/video.htm. The main content area is titled "Elenco video" and features the **LABSIM** logo. Below the title, there is a grid of 14 video thumbnails, each with a blue header and white text. The thumbnails are arranged in two columns of seven. The first column contains: "1. LS Solubilità", "3. LS Uso della centrifuga", "5. LS Riconoscimento Br⁻", "7. LS Riconoscimento IO₃⁻", "9. LS Riconoscimento S₂O₃²⁻", "11. LS Riconoscimento SO₄²⁻", and "13. LS Riconoscimento NO₃⁻". The second column contains: "2. LS Misura pH", "4. LS Riconoscimento Cl⁻", "6. LS Riconoscimento I⁻", "8. LS Riconoscimento SO₃²⁻", "10. LS Riconoscimento S₂O₅²⁻", "12. LS Riconoscimento NO₂⁻", and "14. LS Riconoscimento CO₃²⁻ e HCO₃⁻". At the bottom left, a small copyright notice reads "© 2020-2021, Alessandro Pedretti - Università degli Studi di Milano". A blue arrow icon is located at the bottom right corner of the page.

Il funzionamento della *playlist* è analogo a quello di *LabSim*.



Contenuti video

Video sul laboratorio virtuale (prefisso LS):

- Tecniche di base (solubilità, misura del pH, uso della centrifuga).
- Saggi per il riconoscimento degli anioni.
- Saggi per il riconoscimento dei cationi.
- Saggio alla fiamma.
- Analisi delle sostanze non idrosolubili.
- Due esempi di analisi incognita.

Video sul laboratorio reale:

- Saggi per il riconoscimento degli anioni.
- Saggi per il riconoscimento dei cationi.
- Saggio alla fiamma.
- Analisi di alcune sostanze non idrosolubili.





Cambio di postazione

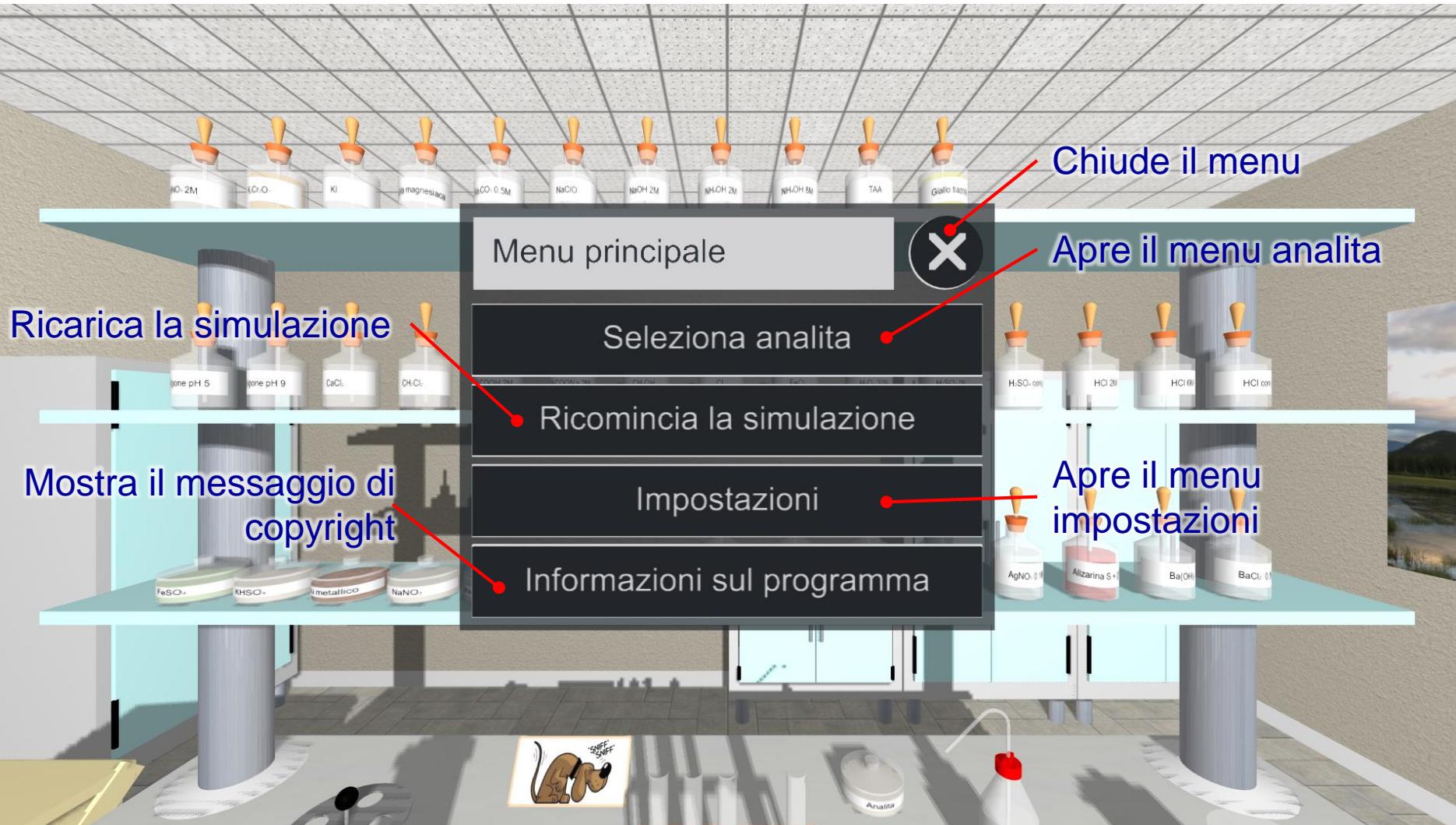
Cliccando sulle impronte si cambia postazione di lavoro.





Menu principale

Per accedervi, basta cliccare sul registro o premere spazio o m sulla tastiera.





Menu analita

In questo menu si può scegliere l'analita.

Torna al menu precedente

Scelta casuale dell'analita

Chiude il menu

Codice	Casuale	Casuale solubile	Casuale insolubile	$(CH_3COO)_2Ca$	$(CH_3COO)_2Mg$
$AgNO_3$	$Al_2(SO_4)_3$	$AlCl_3$	$CaCl_2$	CH_3COOK	CH_3COONa
H_3BO_3	$HgCl_2$	K_2CO_3	K_2HPO_4	$K_2S_2O_3$	$K_2S_2O_5$
K_2SO_3	K_2SO_4	$KAISO_4$	KBr	KCl	KH_2PO_4
$KHCO_3$	KI	KIO_3	KNO_3	Li_2CO_3	$MgCl_2$
$MgSO_4$	$Na_2B_4O_7$	Na_2CO_3	Na_2HPO_4	$Na_2S_2O_3$	$Na_2S_2O_5$
Na_2SO_3	Na_2SO_4	$NaBr$	$NaCl$	NaF	NaH_2PO_4
$NaHCO_3$	Nal	$NaNO_2$	NH_4Br	NH_4Cl	NH_4HCO_3
$ZnCl_2$	$ZnSO_4$	$(BiO)_2CO_3$	$Al(OH)_3$	$AlPO_4$	$BaSO_4$
$Ca(OH)_2$	$Ca_3(PO_4)_2$	$CaCO_3$	$CaSO_4$	$Mg(OH)_2$	$MgCO_3$
TiO_2	ZnO				

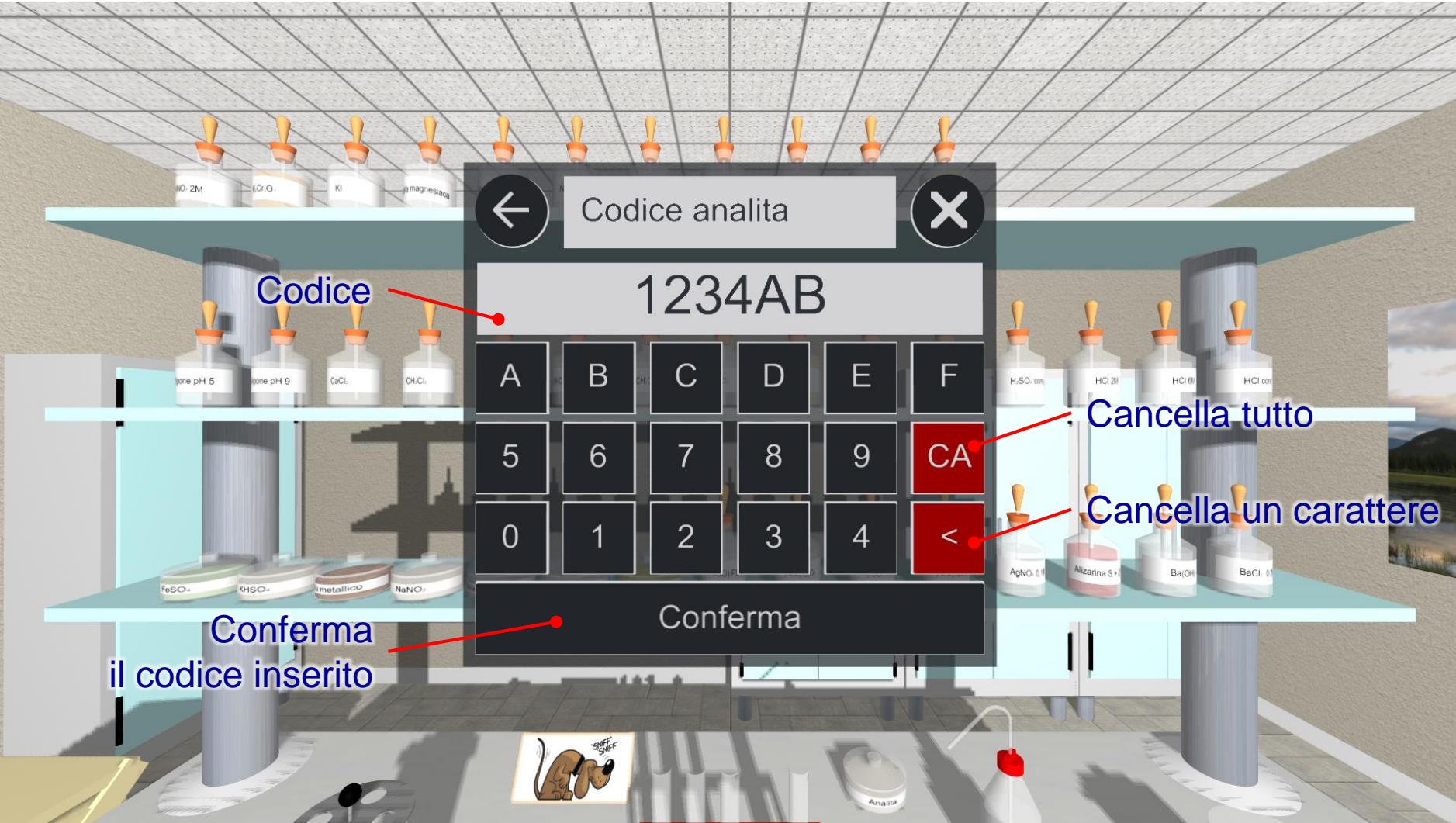
Idrosolubile

Non idrosolubile



Inserimento codice per analisi incognita

Cliccando sulla tastiera a schermo, si inserisce il codice a 6 cifre dell'analisi.





Menu impostazioni

Qui è possibile cambiare alcune impostazioni del simulatore.

The image shows a 3D simulation of a chemistry lab. In the center, a black rectangular window titled "Impostazioni" (Settings) is open. It contains four settings options, each with an orange square icon and a white speech bubble icon:

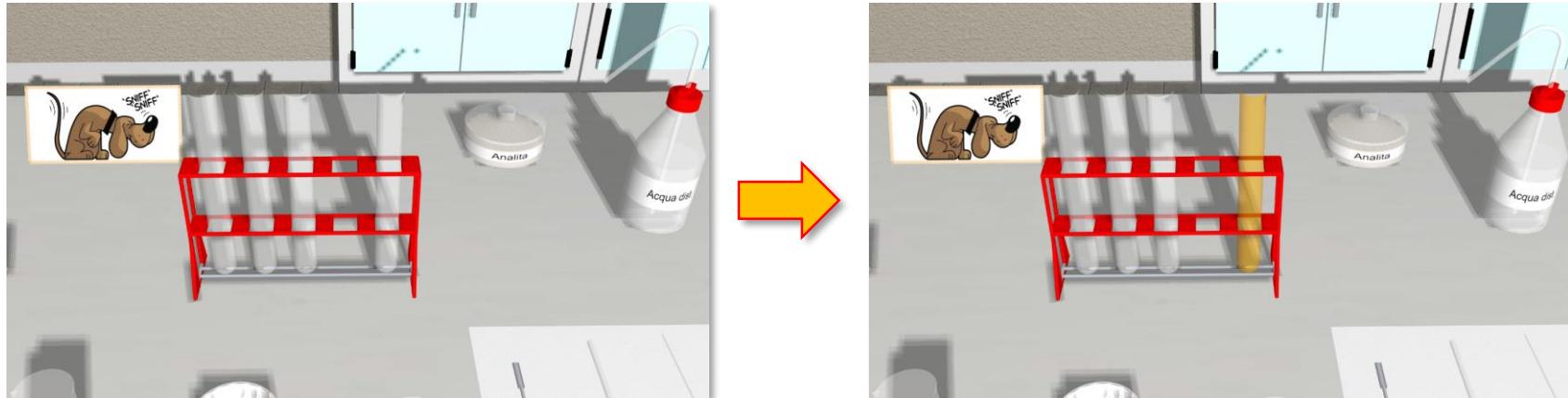
- Effetti sonori (Sound effects)
- Sintesi vocale (Voice synthesis)
- Riconoscimento vocale (Voice recognition)
- Grafica dettagliata (Detailed graphics)

Red dots with arrows point from external text boxes to specific settings:

- A red dot points to the "Sintesi vocale" option, with the text "La sintesi vocale è meglio tenerla abilitata perché dà importanti consigli" (Voice synthesis is better enabled because it gives important tips).
- A red dot points to the "Grafica dettagliata" option, with the text "Disabilita la grafica dettagliata se le animazioni vanno a scatti" (Disable detailed graphics if animations are jerky).
- A red dot points to the "Effetti sonori" option, with the text "Gli effetti sonori rendono più realistica la simulazione" (Sound effects make the simulation more realistic).
- A red dot points to the "Riconoscimento vocale" option, with the text "I comandi vocali non sono supportati dai dispositivi mobili" (Voice commands are not supported by mobile devices).

Interazione con gli oggetti¹

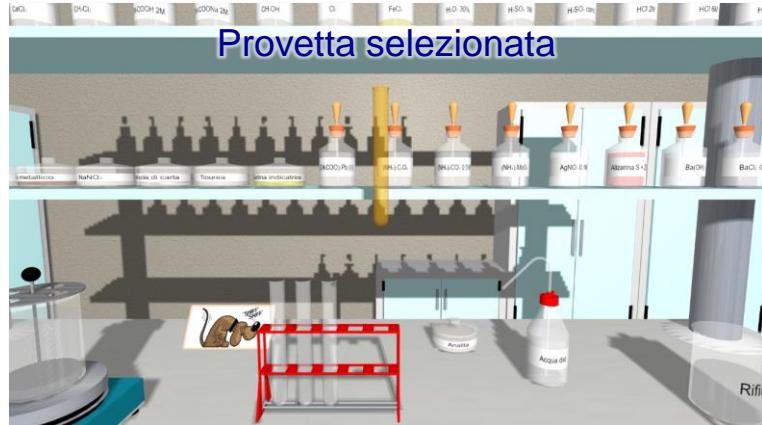
- Gli elementi con cui si può interagire vengono evidenziati al passaggio del mouse per variazione di colore (arancione o rosso) o per variazione di dimensione (come nel caso della TV).



- Con gli oggetti si interagisce solo col **click** del mouse o con il **tocco dello schermo (tap)**.
- Il **singolo click** (tap) permette la selezione dell'oggetto o un'azione.
- Nel caso del becher dei rifiuti, il **doppio click** (doppio tap) permette di svuotare automaticamente tutta la vetreria che contiene qualche cosa. In numerosi tutorial video è mostrata questa utile azione.

Interazione con gli oggetti²

- Un oggetto, per essere usato, deve essere selezionato con un click (tap). La selezione può essere evidenziata mediante sollevamento dell'oggetto o suo spostamento in primo piano (vedi reattivi e analita).





Interazione con gli oggetti³

Gli oggetti possono interagire tra loro con un'azione che può essere impartita mediante:

- Selezione dell'oggetto 1 e click dell'oggetto 2 (es. selezione dell'agitatore e click della provetta per mescolarne il contenuto).
- Selezione dell'oggetto, selezione del reattivo liquido e click sulla tettarella della pipetta del reattivo (es. selezione di una provetta, selezione di HCl 2M e click sulla tettarella della pipetta del reattivo).
- Selezione dell'oggetto, selezione del reattivo solido o dell'analita e click sulla spatola (es. selezione di una provetta, selezione di NaNO₂ e click sulla spatola).



ATTENZIONE:

Quando un'azione non è permessa, la sintesi vocale ti avverte e, qualora la sintesi vocale fosse disabilitata, l'azione semplicemente non viene eseguita.



La vetreria¹

La vetreria è sempre sporca e necessita di essere sciacquata con acqua deionizzata prima di essere utilizzata. Il simulatore impedisce l'uso della vetreria sporca, evitando allo studente di sbagliare l'analisi.

Procedura generica di pulizia:

- Cliccare la vetreria da sciacquare (es. una provetta) che verrà così selezionata.
- Cliccare la spruzzetta con l'acqua. Dell'acqua verrà trasferita nella vetreria.
- Cliccare il becher dei rifiuti. Il contenuto della vetreria verrà svuotato.

Procedura per la pulizia della pipetta Pasteur:

- Cliccare una provetta vuota. Nel dubbio, svuotarla e sciacquarla. La provetta verrà selezionata.
- Cliccare la spruzzetta con l'acqua. Circa 1 mL di acqua verrà trasferito nella provetta.
- Cliccare la pipetta selezionandola.
- Cliccare la provetta con l'acqua. La pipetta aspirerà il contenuto della provetta.





La vetreria²

- Cliccare il becher dei rifiuti. Il contenuto della pipetta verrà scaricato.

Procedura per la pulizia filo nichel-cromo:

1. Accendere il bunsen e regolarlo sulla fiamma ossidante.
2. Mettere dell'acido cloridrico concentrato in una provetta.
3. Cliccare il filo Ni-Cr che verrà così selezionato.
4. Cliccare la provetta con HCl. Il filo verrà immerso nell'HCl.
5. Cliccare il bunsen. Il filo verrà immerso nella fiamma.
6. Ripetere i punti da 3 a 5 fino a quando la fiamma non subirà alcuna variazione di colore (di norma l'operazione fa ripetuta 3 volte).





Trasferimento delle sostanze

Il simulatore approssima il quantitativo trasferito di liquidi e solidi a seconda dell'azione e delle dimensioni della vetreria su cui si agisce:

Vetreria	Liquido	Solido
Provetta	1 mL	Punta di spatola
Becher	5 mL	Punta di spatola
Vetrino d'orologio	1 mL	Una spatolata
Capsula	5 mL	Una spatolata
Carta	Una goccia	-

Pertanto, se si volessero aggiungere 2 mL di acqua ad una provetta, è necessario ripetere l'azione due volte perché ad ogni aggiunta viene trasferito 1 mL.

Esistono alcune reazioni in cui le quantità sono importanti perché avvengano tra le quali vanno ricordate:

- **Saggio dei borati** (il metanolo va aggiunto almeno due volte perché sia in eccesso rispetto all'acido solforico e si possa incendiare).
- **Saggio dei nitrati** (FeSO_4 va aggiunto almeno due volte perché la soluzione sia sufficientemente concentrata per permettere la formazione dell'anello bruno).



Reazioni chimiche

LabSim è basato su un database di circa 3700 reazioni che possono verificarsi fra:

- Analita + un reagente
- Analita + due reagenti
- Due reagenti
- Prodotto di una reazione + un reagente
- Prodotto di una reazione + due reagenti



I fenomeni fisici che possono influenzare l'esito di una reazione sono:

- Calore somministrato tramite:
 - bagnomaria (es. saggio dei fosfati, con TAA, con cartina al bicromato, ecc.);
 - piastra elettrica (es. calcinazione con KHSO_4).
- Tempo.



ATTENZIONE:

Affinché una reazione avvenga in modo corretto, è necessario rendere sempre omogenea la soluzione all'aggiunta di ogni reattivo, mescolando con l'agitatore.



è un'applicazione web sviluppata nel 2020-2021
da Alessandro Pedretti
Tutti i diritti riservati.

Alessandro Pedretti
Dipartimento di Scienze Farmaceutiche
Facoltà di Scienze del Farmaco
Università degli Studi di Milano
Via Luigi Mangiagalli, 25
I-20133 Milano - Italia
Tel. +39 02 503 19332
E-Mail: info@vegazz.net
WWW: <https://www.ddl.unimi.it/labsim>