

GREEN LAB



Un approccio green nel laboratorio di chimica organica

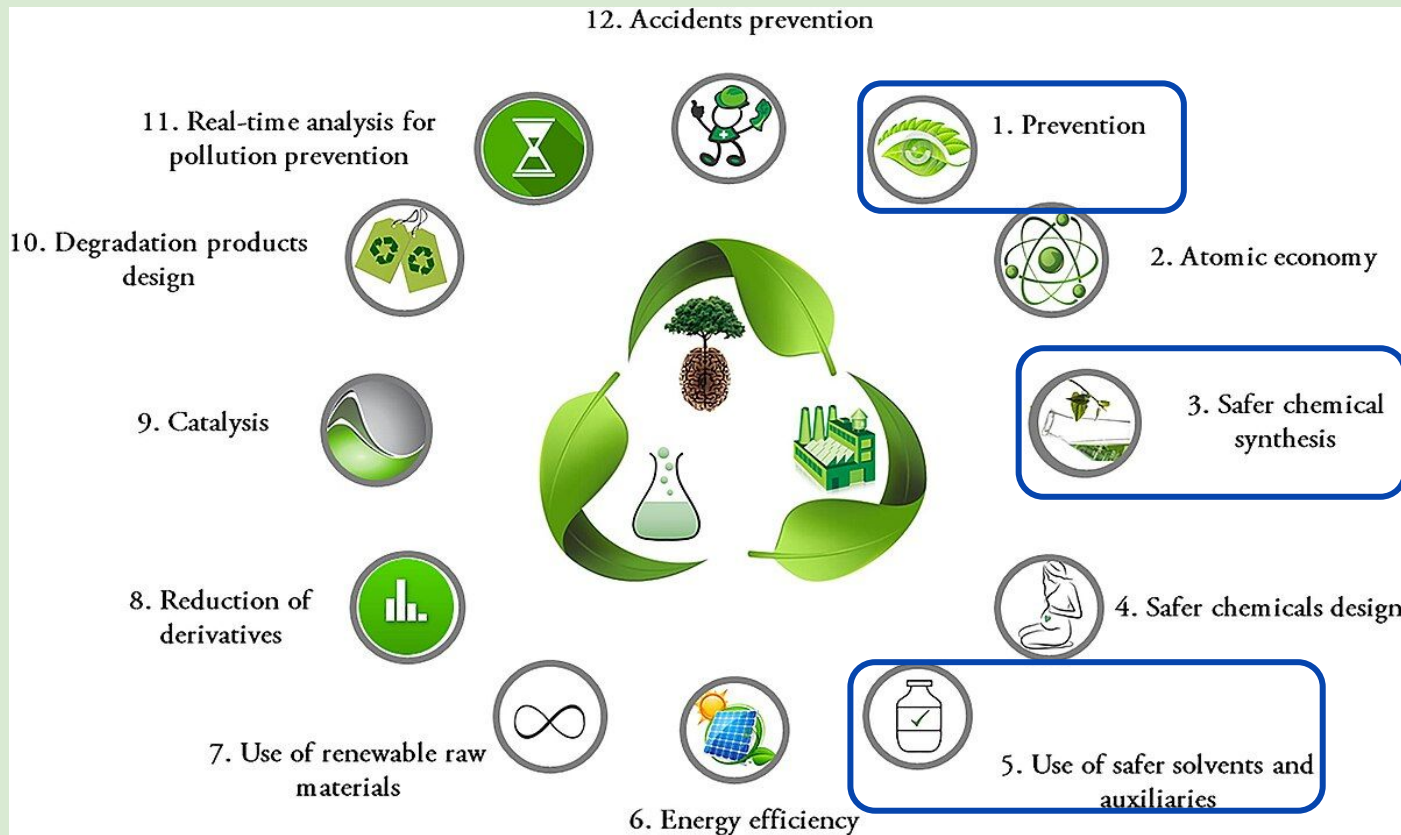
Padova 13 Settembre 2024

Prof.sse Recchia Silvia e Stazi Federica, Prof. Burato Andrea

Obiettivi

1. Proporre una nuova **visione sostenibile e sicura del laboratorio di chimica organica** grazie a:
 - a) coinvolgimento di sostanze e tecniche che presentano livelli di rischio più bassi pur mantenendo esperienze laboratoriali significative;
 - b) utilizzo di sostanze (reagenti e solventi), tecniche e procedure che siano il più possibile in linea con i principi della “Green Chemistry”, quindi a basso impatto ambientale.
2. Sviluppo di competenze trasversali di cittadinanza e costituzione (Ed. Civica/Agenda 2030) e di orientamento.

Focus su alcuni principi della Green Chemistry



Focus su alcuni principi della Green Chemistry

1. Prevenzione

È meglio prevenire la generazione di rifiuti piuttosto che trattarli o bonificarli una volta generati.

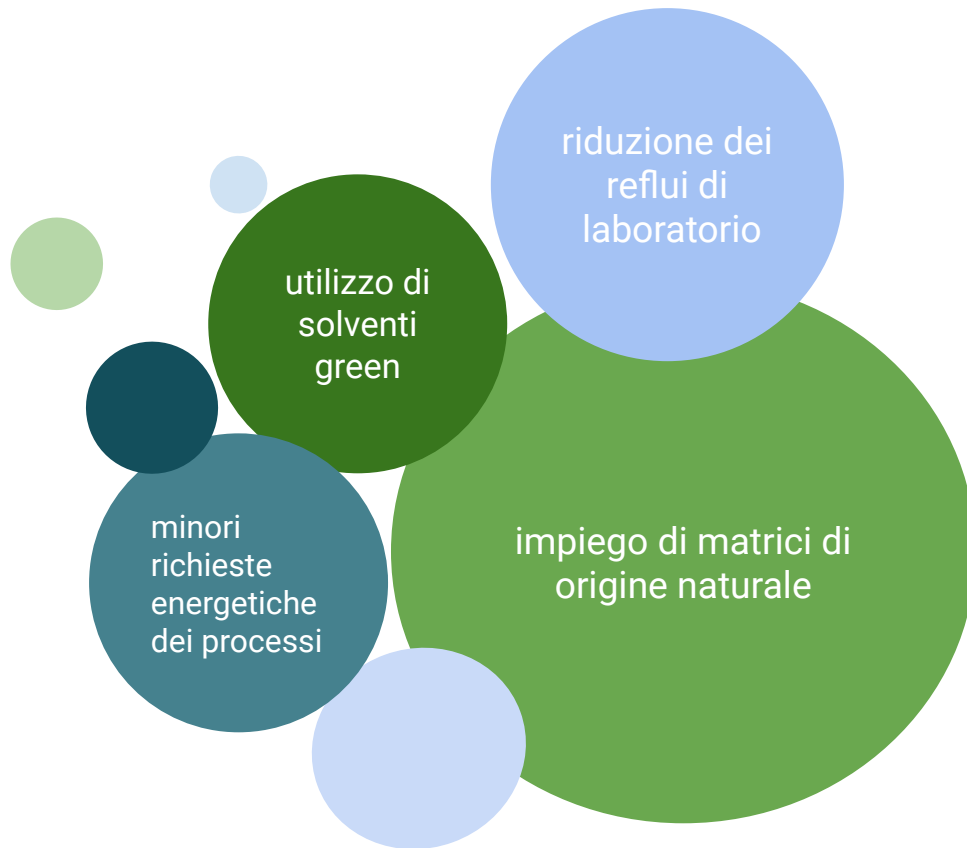
3. Sintesi chimiche più sicure

Ogni qualvolta sia possibile, i metodi di sintesi dovrebbero essere progettati per impiegare e produrre sostanze caratterizzate da un livello ridotto o dall'assenza di tossicità per la salute umana e per l'ambiente.

5. Solventi e ausiliari più sicuri

L'uso di sostanze ausiliarie (ad es. solventi, mezzi di separazione, ecc.) dovrebbe essere reso superfluo ogni volta che ciò sia possibile o altrimenti risultare innocuo.

Obiettivi



Sviluppo del metodo

L'**organizzazione del lavoro** prevede:

- **metodiche complete**, ricche di tutti gli aspetti pratici, tecnici e teorici legati ad una determinata esperienza utilizzabili in un laboratorio scolastico;
- **video-metodiche** per la didattica capovolta;
- **schemi** di procedure, **tabelle** di raccolta dei dati, schemi di report;
- **caratterizzazione** (anche strumentale) delle sostanze;
- **test di autovalutazione** e **test di verifica strutturata** per ogni esperienza/relazione guidata.

Un esempio pratico... la cristallizzazione

Prima esperienza del laboratorio di chimica organica per apprendere:

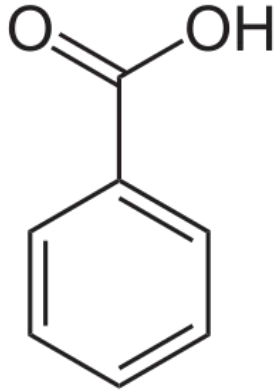
- purificazione tramite cristallizzazione: analisi della curva di solubilità, scelta del solvente
- montaggio apparecchiatura riflusso
- filtrazione a caldo
- filtrazione su buchner

SUBSTRATO TRADIZIONALE: acido benzoico o salicilico

NUOVO SUBSTRATO PROPOSTO: acido sorbico

SOLVENTE: acqua

ACIDO BENZOICO

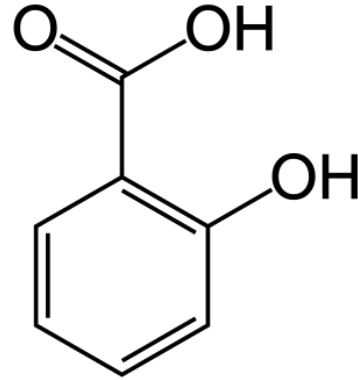


H315 Provoca irritazione cutanea.

H318 Provoca gravi lesioni oculari.

H372 Provoca danni agli organi (Polmoni) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se inalato.

ACIDO SALICILICO

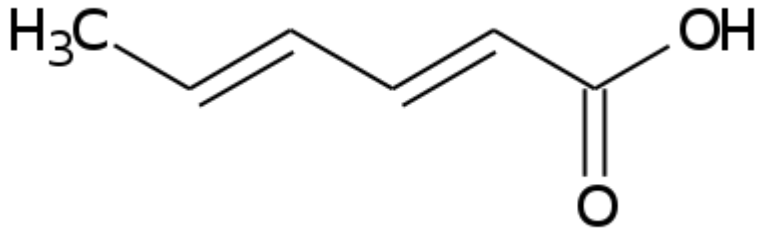


H302 Nocivo se ingerito.

H318 Provoca gravi lesioni oculari.

H361d Sospettato di nuocere al feto.

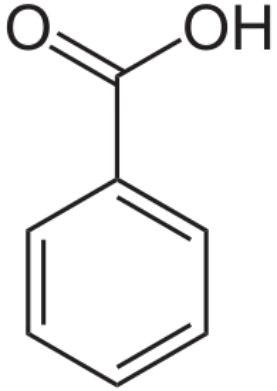
ACIDO SORBICO



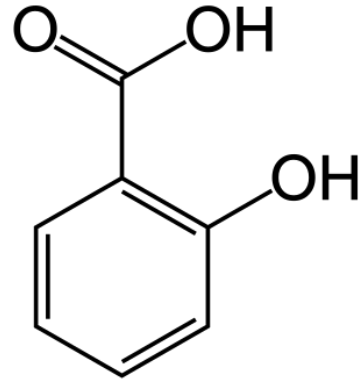
H315 Provoca irritazione cutanea.

H318 Provoca gravi lesioni oculari.

PROPRIETÀ FISICHE

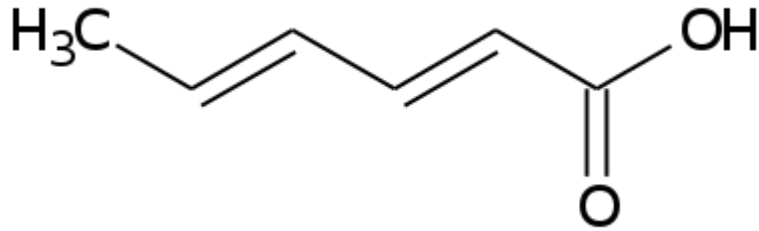


SOLUBILITÀ A 20 °C 2,7 g/L
PUNTO DI FUSIONE 122,4 °C



SOLUBILITÀ A 20 °C 2,0 g/L
PUNTO DI FUSIONE 159 °C.

PROPRIETÀ FISICHE



SOLUBILITÀ IN ACQUA A 20 °C	1,56 g/L
A 50 °C	5,50 g/L
A 100 °C	40,00 g/L

PUNTO DI FUSIONE 134 °C

È un acido organico utilizzato come antimicrobico e antifungino negli alimenti, cosmetici e farmaci.

Nell'Unione europea è utilizzabile come additivo alimentare con il codice E 200 in diversi alimenti a diverse concentrazioni massime:

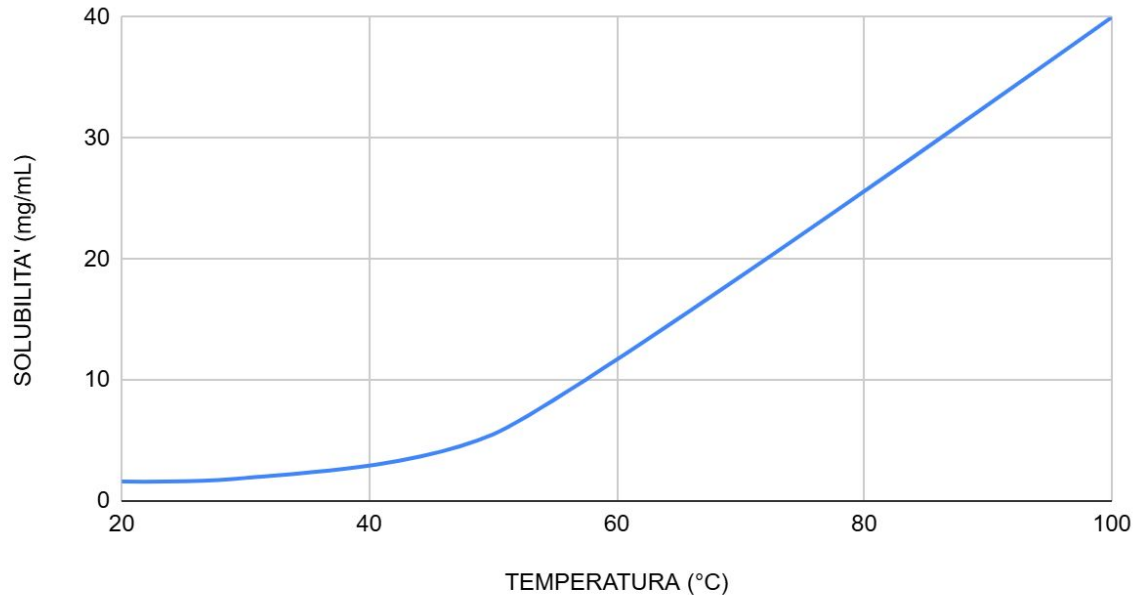
Alcuni esempi:

- alcuni latticini e formaggi 1000 mg/kg
- sulla buccia dei limoni freschi 20 mg/kg
- frutta secca 1000 mg/kg
- confetture / marmellate a basso tenore di zucchero 1000 mg/kg
- birra 200 mg/kg

Sono anche autorizzati il sorbato di potassio (E 202) ed il sorbato di calcio (E 203). Il sorbato di sodio (E201) non è un additivo autorizzato nella UE a causa della dimostrata genotossicità.

Curva di solubilità

SOLUBILITA' (mg/mL) rispetto a TEMPERATURA (°C)



Temperatura (°C)	Solubilità (mg/ml)
20	1,6
30	1,9
50	5,5
100	40,0

Estensione: estrazione selettiva + cristallizzazione

2a esperienza del laboratorio di chimica organica per apprendere:

- lo studio della polarità dei composti organici e relativa solubilità
- impiego di solventi organici di estrazione
- uso dell'imbutto separatore

SUBSTRATO TRADIZIONALE: acido benzoico/saccarosio

SOLVENTI TRADIZIONALE: acqua/ etere dietilico

NUOVO SUBSTRATO PROPOSTO: acido sorbico/ saccarosio

NUOVI SOLVENTI: acqua/ acetato di etile

Estensione: estrazione selettiva + cristallizzazione

Influenza del saccarosio sulla solubilità dell'acido sorbico

Table 1. Sorbic acid and potassium sorbate solubilities

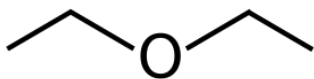
Solvent	% Solubility Sorbic Acid	% Solubility Potassium Sorbate
Water		
20°C (68°F)	0.16	58.20
50°C (112°F)	0.55	61.00
100°C (212°F)	4.00	64.00
Ethanol		
5%	0.16	57.40
100%	12.90	2.00
Sucrose		
10%	0.15	58.00
40%	0.10	45.00
60%	0.08	28.00

Source: Gooding et al. (1955), Pfizer (1974), Monsanto (1978), and Sofos and Busta (1981), Cited by Sofos and Busta (1983).

SOLVENTI NELLA GREEN CHEMISTRY

PREFERITI	UTILIZZABILI	INAPPROPRIATI
ACQUA	CICLOESANO	PENTANO
ACETONE	EPTANO	ESANO/ESANI
ETANOLO	TOLUENE	ETERE DIISOPROPILICO
2-PROPANOLO	METILCICLOESANO	ETERE DIETILICO
1-PROPANOLO	METIL-T-BUTIL ETERE	DICLOROMETANO
ACETATO DI ETILE	ISOTTANO	DICLOROETANO
ACETATO DI ISOPROPILE	ACETONITRILE	CLOROFORMIO
METANOLO	2-METIL TETRAIDROFURANO	DIMETILFORMAMMIDE
METILETILCHETONE	TETRAIDROFURANO	N-METILPIRROLIDONE
1-BUTANOLO	XILENE	PIRIDINA
T-BUTANOLO	DIMETILSOLFOSSIDO	DIMETILACETATO
	ACIDO ACETICO	DIOSSANO
	GLICOLE ETILENICO	DIMETOSSIETANO
		BENZENE
		TETRACLORURO DI CARBONIO

ETERE DIETILICO

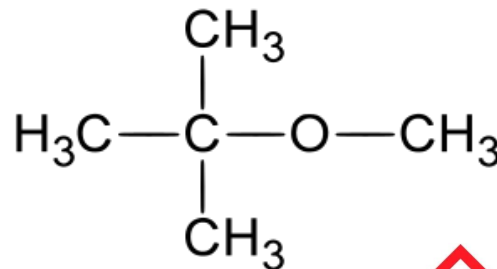


H224 Liquido e vapori altamente infiammabili.

H302 Nocivo se ingerito.

H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.

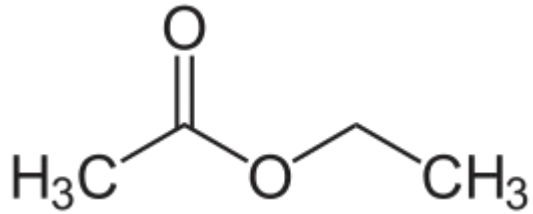
METIL t-BUTILETERE



H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.

H315 Provoca irritazione cutanea.

ACETATO DI ETILE

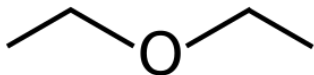


H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.

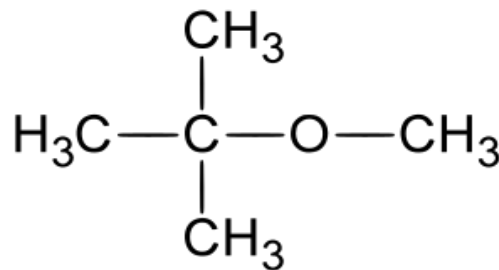
H319 Provoca grave irritazione oculare

H336 Può provocare sonnolenza o vertigini

PROPRIETÀ FISICHE

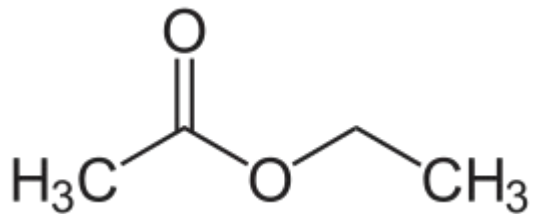


PUNTO DI EBOLLIZIONE A 1 ATM 34,6 °C
TEMPERATURA DI AUTOACCENSIONE 175 °C
LIMITE SUPERIORE ESPLOSIVITÀ 36 %(V)
LIMITE INFERIORE ESPLOSIVITÀ 1,7 %(V)
PUNTO DI INFIAMMABILITÀ -40 °C



PUNTO DI EBOLLIZIONE A 1 ATM 55,3 °C
TEMPERATURA DI AUTOACCENSIONE 460 °C
LIMITE SUPERIORE ESPLOSIVITÀ 8,5 %(V)
LIMITE INFERIORE ESPLOSIVITÀ 1,6 %(V)
PUNTO DI INFIAMMABILITÀ -28 °C

PROPRIETÀ FISICHE



PUNTO DI EBOLLIZIONE A 1 ATM 77 °C

TEMPERATURA DI AUTOACCENSIONE 460 °C

LIMITE SUPERIORE ESPLOSIVITÀ 11,5 %(V)

LIMITE INFERIORE ESPLOSIVITÀ 2,1 %(V)

PUNTO DI INFIAMMABILITÀ -4°C

VANTAGGIO: recupero al rotavapor e suo riutilizzo



Estensione: saggi di insaturazione

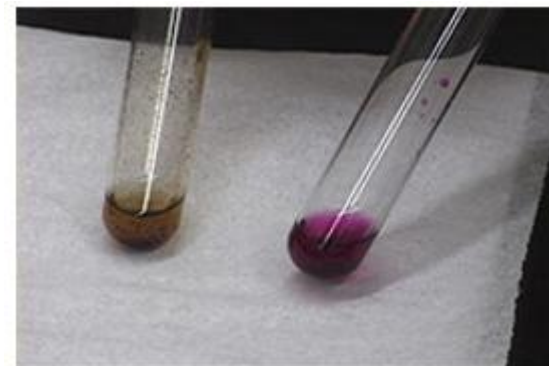
3a esperienza del laboratorio di chimica organica per apprendere:

- presenza di insaturazioni

NUOVO SUBSTRATO PROPOSTO: acido sorbico

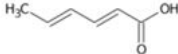
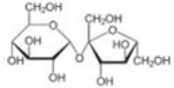



REATTIVO TRADIZIONALE: Bromo in acido acetico 90% + etere etilico

REATTIVO GREEN: soluzione acquosa KMnO_4 1 %



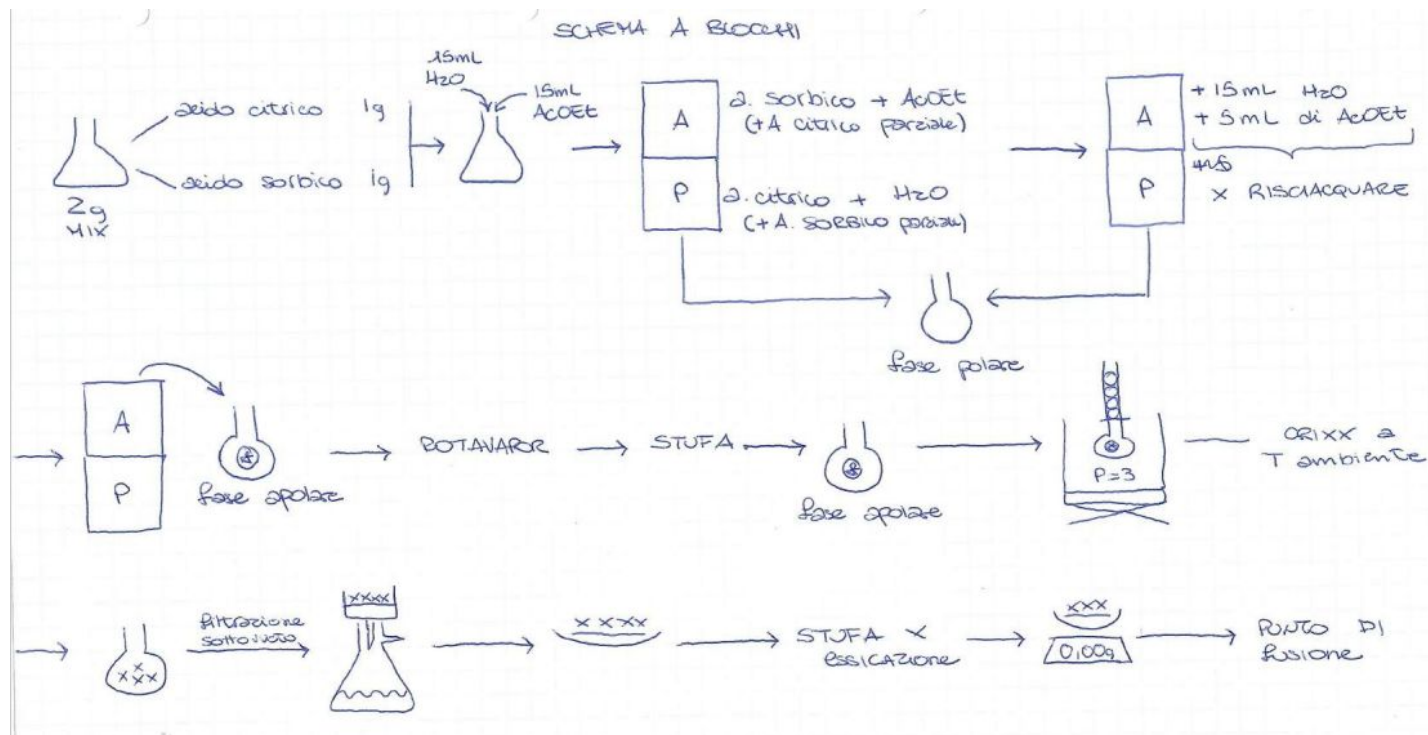
Strumenti didattici: tabella raccolta dati

SEPARAZIONE LIQUIDO-LIQUIDO TABELLA RACCOLTA DATI

	U.M.	MISCELA ACIDO SORBICO / SACCAROSIO	ACETATO DI ETILE	ACQUA	ACIDO SORBICO	SACCAROSIO
Nomi alternativi IUPAC			etanoato di etile		acido esa-2E,4E- dienoico	
Formula struttura						
Formula chimica			CH ₃ COOC ₂ H ₅	H ₂ O	C ₆ H ₈ O ₂	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
CAS			141-78-6		110-44-1	57-50-1
PITTOGRAMMI						
FRASI H		H315 H319	H225 H319 H336		H315 H319	
FRASI P		P264 P280 P302+352 P305+351+338 P332+313 P337+P313	P210 P233 P240 P241 P242 P305+351+338		P264 P280 P302+352 P305+351+338 P332+313 P337+P313	
Massa	g	(t) 1,00 (p)			(t) 0,50 (p)	
Volume	ml		20	20		
Densità	g/ml		0,71	1,00		
Massa molecolare	g/mol				112,13	342,30
mmol	mmol				(t) (p)	
Punto di fusione (m.p.)	°C				(t) 132-135 (p)	
Saggio di insaturazione					Positivo	Negativo
Spettro IR						

Strumenti didattici: schema a blocchi di lavoro

Un aiuto per tutti specialmente BES/DSA....



Valutazione: test strutturato



Verifica sulla Cristallizzazione acido SORBICO



Tutte le modifiche sono state salvate in Drive



Invia

Domande

Risposte

Impostazioni

Totale punti: 30



Verifica sulla cristallizzazione acido SORBICO

Rispondi alle seguenti domande e al termine dell'attività invia il modulo.



Valutazione: test strutturato



Quali caratteristiche deve avere un buon solvente per la cristallizzazione? *

- in esso il soluto deve essere particolarmente solubile a caldo e poco solubile a temperatura ambiente
- in esso il soluto deve essere particolarmente solubile a temperatura ambiente
- deve portare in soluzione il tutto soluto sia a temperatura ambiente sia ad alta temperatura
- deve far precipitare il soluto sia a temperatura ambiente sia ad alta temperatura

Nel refrigerante a bolle l'acqua di raffreddamento *

- entra nel tubo interno dall'alto ed esce dal basso
- entra nel tubo interno dal basso ed esce dall'alto
- entra nel tubo esterno dall'alto ed esce dal basso
- entra nel tubo esterno dal basso ed esce dall'alto

Assumendo che nel campione grezzo vi siano impurezze solubili e insolubili in acqua, spiegare *
in quali fasi della procedura ciascuna viene eliminata.

Testo risposta lunga

Valutazione del quaderno di laboratorio per l'esperienza svolta *

Testo risposta breve

Valutazione: relazione guidata in classe

RELAZIONE IN CLASSE:

CRISTALLIZZAZIONE ACIDO SORBICO

1) PRINCIPI TEORICI

- A) Dai una definizione di cristallizzazione
- B) Quali sono le caratteristiche di un solvente considerato buono per la cristallizzazione?
- C) Secondo te è possibile cristallizzare tutti i composti? Giustifica la risposta.

2) SOSTANZE UTILIZZATE

Indica i principali rischi (H) associati all'acido sorbico, le precauzioni (P) che devi adottare e gli eventuali DPI da utilizzare per il loro impiego.

3) PROCEDURA SPERIMENTALE

- A) Qual è lo scopo dell'utilizzo del mantello riscaldante? E del refrigerante a bolle?
- B) Nel refrigerante a bolle l'acqua scorre in equicorrente, per quale ragione?
- C) Come si prepara il campione per determinare il punto di fusione?
- D) Disegna lo schema a blocchi dell'esperienza o consegnare lo schema già svolto a casa

4) RACCOLTA DEI DATI SPERIMENTALI e CALCOLI (rispettare le cifre significative e indicare le grandezze con le rispettive unità di misura)

Riporta in tabella ed eventualmente calcola:

- A) T_{fus} sperimentale (acido sorbico) vs valore teorico
- B) Massa teorica ottenibile di acido sorbico
- C) Massa pratica ottenuta di acido sorbico
- D) Quantità di acido sorbico persa nelle acque madri

5) RISULTATI, DISCUSSIONE DEGLI ERRORI COMMESSI E CONCLUSIONI

Discuti e spiega:

- A) il punto di fusione pratico con quello teorico
- B) la discrepanza tra la quantità calcolata persa nelle acque madri e quella calcolata

Pronti per nuove esperienze!!

La **CHIMICA ORGANICA** è tradizionalmente poco **GREEN**.

Questo è solo un esempio del lavoro svolto lo scorso anno e in fase di ulteriore implementazione (possibilmente in tutte le esperienze proposte....)

GRAZIE DELL'ATTENZIONE!

