

## La viscosità del magma – SCHEDA INSEGNANTE - 1/9

### 1. DESCRIZIONE O RIASSUNTO

Si tratta di costruire un modello di magma utilizzando sciroppo di glucosio (oppure di mais) ai fini di condurre una riflessione sui fattori che influenzano la sua viscosità e su come questa sia legata all'esplosività di un vulcano.

### 2. INFORMAZIONI GENERALI

La viscosità è una proprietà dei magmi molto importante per diversi motivi, ad esempio determina quanto rapidamente un magma possa spostarsi dal suo punto di origine, aiuta i vulcanologi a prevedere se il flusso di lava in uscita da un vulcano si muove rapidamente, rappresentando quindi un potenziale pericolo, ed è infine un fattore basilare nel determinare il grado di esplosività di un'eruzione.

Completando questa attività gli studenti apprenderanno i quattro parametri principali che possono influire sulla viscosità di magmi e lave: la temperatura, la presenza di acqua, la percentuale di materiale solido e la quantità di volatili.

In sintesi gli obiettivi dell'attività sono quelli di far conoscere agli studenti:

- la proprietà reologica chiamata viscosità, riflettendo su alcuni dei fattori che incidono su di essa
- ragionare sul modo in cui la viscosità influenza i vari stili di eruzioni vulcanica

### 3. TEMPI

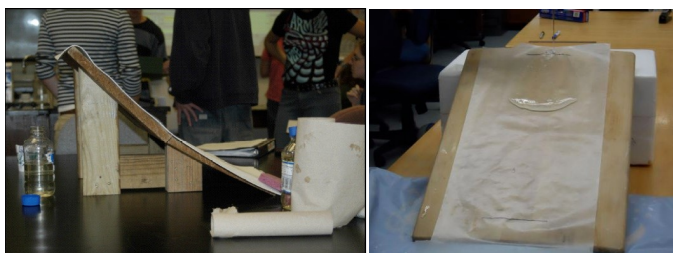
1 lezione x 50'

### 4. PREREQUISITI

Prima di affrontare l'attività sarebbe opportuno svolgere almeno una lezione introduttiva sui vulcani, in modo tale che gli studenti familiarizzino con diversi termini di base come viscosità, lava, magma, eruzioni esplosive ed effusive.

### 5. MATERIALI

Per ogni gruppo occorre predisporre:



- un piano inclinato che sia facile da pulire (ad esempio una tavola di legno ricoperta con un pezzo di tovaglia cerata, o carta da forno) e posizionato su dei supporti. Se fosse possibile sarebbe auspicabile costruire un versante come quello riportato nella figura di sinistra, ma va altrettanto bene allestire una struttura come quella nell'immagine di destra; l'importante è che l'angolazione del piano sia di circa 45°. Per raccogliere il flusso di "lava" al termine del percorso senza sporcare l'ambiente di lavoro è opportuno ricoprire parte del piano d'appoggio con altra carta cerata (o carta da forno).
- un pennarello indelebile con cui segnare sulla tovaglia cerata due linee parallele al piano di appoggio: una posta circa all'inizio del piano e l'altra circa alla sua fine, come mostrato nella precedente immagine di destra. Le linee serviranno da riferimento nel calcolare velocità del flusso dello sciroppo.
- sciroppo di mais chiaro, oppure sciroppo di glucosio. Lo si può trovare nei supermercati ben forniti oppure in farmacia (è sufficiente 1 barattolo da 300 grammi circa per ogni gruppo)
- 3 becher graduati da almeno 200 ml, per contenere i vari tipi di sciroppo
- un cronometro per misurare il tempo di scorrimento del flusso dello sciroppo

## La viscosità del magma – SCHEDA INSEGNANTE - 2/9

- un righello per misurare la distanza coperta dallo sciroppo
- una spugna e dell'acqua (sarebbe ideale avere a disposizione un rubinetto), per la pulizia del piano inclinato
- almeno una cannuccia
- un goniometro, per misurare l'angolo della superficie inclinata (cercando di fare in modo che sia di circa 45°)

Oltre a quanto appena elencato ogni gruppo, in relazione alla specifica caratteristica del “magma” indagata, dovrà disporre di quanto segue:

### Gruppo “Effetto della temperatura”

- un contenitore con del ghiaccio, oppure un frigorifero, per mantenere lo sciroppo freddo (in inverno basta porre il becher fuori dalla finestra)
- un forno a microonde, oppure una piastra riscaldante o un becco bunsen, per riscaldare lo sciroppo
- un termometro per quantificare le temperature dello sciroppo

### Gruppo “Effetto d'acqua”

- un becher (o un cilindro) graduato per contenere l'acqua da aggiungere allo sciroppo
- una bacchetta di vetro, o un cucchiaino, per miscelare acqua e sciroppo

### Gruppo: Effetto di solidi

- particelle di materiale solido da aggiungere allo sciroppo (ad esempio sabbia oppure riso)
- un becher (o un cilindro) graduato per contenere le particelle solide da aggiungere allo sciroppo
- una bacchetta di vetro, o un cucchiaino, per miscelare sciroppo e particelle solide

### Gruppo: Effetto delle bolle

- una ciotola e un mixer (va bene anche una frusta manuale) per creare bolle d'aria all'interno dello sciroppo

## 6. PRIMA DELL'ATTIVITA'

Prima di iniziare l'attività è opportuno fare una breve panoramica sul concetto di viscosità, sottolineando la sua relazione con la velocità di movimento dei fluidi: alta viscosità significa che i fluidi si muovono lentamente e viceversa. Il tutto può essere riassunto con la frase:

"Ad alta viscosità, bassa velocità. Bassa viscosità, alta velocità "

## 7. PROCEDURA

L'ideale sarebbe far svolgere l'attività in 4 gruppi di lavoro, poiché le diverse postazioni sperimentali sono in tutto 4, però, in base alla composizione numerica della classe, si può scegliere, ad esempio, di raddoppiare alcune postazioni, oppure di aumentare il numero di alunni per gruppo.

Distribuite ai gruppi di lavoro la “scheda studente” allegata alla presente e assisteteli nella lettura e nello svolgimento delle fasi indicate di seguito.

Gli studenti iniziano preparando i tre diversi tipi di sciroppo che sono indicati per il loro specifico gruppo. Una volta che i diversi sciroppi sono stati preparati è utile che gli studenti si organizzino in modo che, mentre una persona versa lo sciroppo, un'altra usi il cronometro e gli altri registrino le osservazioni.

## La viscosità del magma – SCHEDA INSEGNANTE - 3/9

Fai cerchiare agli studenti la voce relativa agli esperimenti che il gruppo sta per effettuare.

Ogni gruppo deve suddividere il quantitativo di sciroppo fornito in tre parti uguali, utilizzando direttamente i becher graduati (oppure un cilindro graduato come dosatore). Supponendo di avere una confezione da 300 ml per gruppo, gli studenti prepareranno 3 becher da 100 ml ciascuno.

### Set 1: Effetto della temperatura

Preparare tre diversi campioni di sciroppo con differenti temperature (caldo, temperatura ambiente, freddo).

Assicurati di avvertire gli studenti che lo sciroppo caldo può essere pericoloso. Gli studenti devono anche essere pronti a misurare il tempo di scorrimento, infatti lo sciroppo caldo ha una bassa viscosità e una velocità elevata!

Prima di procedere all'attività fai prevedere agli studenti i risultati:

- Come ti aspetti cambi la velocità di scorrimento dello sciroppo al variare della temperatura? E la viscosità?

*All'aumentare della temperatura aumenta la velocità dello sciroppo e quindi diminuisce la sua viscosità*

Misura la temperatura dello sciroppo contenuto in uno dei tre becher a disposizione. Ora prendi la cannuccia e prova a soffiare all'interno dello sciroppo osservando la forma e la dimensione delle bolle che si creano, ma facendo anche attenzione allo sforzo che compi per soffiare. Quindi annota le osservazioni.

Versa rapidamente lo sciroppo del becher a temperatura ambiente all'apice della discesa. Fai partire il cronometro quando il fronte del flusso raggiunge la prima linea e fermalo quando raggiunge la seconda. Calcola la velocità (in cm/s) andando a misurare con il righello la distanza che separa le due linee.

Pulisci il piano, quindi prendi il campione di sciroppo tenuto in frigorifero (in ghiaccio, oppure fuori dalla finestra) e, dopo averne misurato la temperatura, ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia!

Pulisci nuovamente il piano, quindi prendi l'ultimo campione di sciroppo e scaldalo nel microonde per circa 50 secondi a media intensità, oppure ponilo su un becco bunsen a fiamma media per un tempo analogo. Fai attenzione che lo sciroppo potrebbe diventare molto caldo, quindi si consiglia di maneggiare il becher con un guanto o una pinza! Misura la temperatura dello sciroppo e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

#### Sciroppo a temperatura ambiente

Temperatura \_\_\_\_\_ Velocità \_\_\_\_\_

#### Sciroppo freddo

Temperatura \_\_\_\_\_ Velocità \_\_\_\_\_

#### Sciroppo caldo

Temperatura \_\_\_\_\_ Velocità \_\_\_\_\_

- I risultati delle velocità che hai ottenuto sono quelli che avevi previsto? Se sono diversi in cosa si discostano?

## La viscosità del magma – SCHEDA INSEGNANTE - 4/9

- 
- 
- In quale dei tre campioni le bolle d'aria che hai soffiato sono più grandi e vengono a galla con più fatica?
- 
- 

Le bolle sono più grandi nel magma più freddo, dove è stato anche più difficile soffiare con la cannuccia.

- Sulla base della prova della cannuccia e della velocità di scorrimento, come pensi siano legate esplosività di un vulcano e temperatura del magma?
- 
- 

I magmi più freddi sono anche più viscosi e tendono a ridurre la possibilità dei gas che vi si accumulano di abbandonare la camera magmatica, quindi sono associati ad alta probabilità che si verifichi un'eruzione esplosiva; al contrario i magmi più caldi sono anche più fluidi e permettono ai gas di liberarsi più facilmente, come accade nelle eruzioni effusive.

### Set 2: Effetto d'acqua

Preparare tre diverse miscele di acqua e sciroppo.

Prendi i tre becher contenenti la stessa quantità di sciroppo e lasciane uno senza acqua, in uno aggiungine una piccola quantità (circa 20 ml) e nell'ultimo versane una quantità maggiore (circa 50 ml), utilizzando un cilindro (o un becher) graduato.

È importante che l'acqua sia ben mescolata con lo sciroppo, in modo da formare un liquido uniforme, quindi, aiutandoti con l'agitatore di vetro o un cucchiaino, stempera gentilmente lo sciroppo (evitando di creare bolle d'aria), fino a quando l'acqua non si è miscelata completamente.

Prima di procedere all'attività fai prevedere agli studenti i risultati:

- Come ti aspetti cambi la velocità di scorrimento dello sciroppo al variare della quantità di acqua? E la sua viscosità?
- 
- 

All'aumentare dell'acqua disciolta aumenta la velocità dello sciroppo e quindi diminuisce la sua viscosità.

Ora prendi la cannuccia e prova a soffiare all'interno dei becher contenenti i diversi tipi di sciroppo, osservando la forma e la dimensione delle bolle che si creano, ma facendo anche attenzione allo sforzo che compi nel soffiare. Quindi annota le osservazioni.

Versa rapidamente il becher contenente solo lo sciroppo all'apice della discesa, fai partire il cronometro quando il fronte del flusso raggiunge la prima linea e fermalo quando raggiunge la seconda. Calcola la velocità (in cm/s) andando a misurare la distanza alla quale hai tracciato le due linee.

Pulisci il piano, quindi prendi il campione di sciroppo con una piccola quantità d'acqua e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

Pulisci nuovamente il piano, quindi prendi l'ultimo campione di sciroppo e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

### Sciroppo senza acqua

## La viscosità del magma – SCHEDA INSEGNANTE - 5/9

Velocità \_\_\_\_\_

Sciropo con poca acqua

Velocità \_\_\_\_\_

Sciropo con molta acqua

Velocità \_\_\_\_\_

- I risultati delle velocità che hai ottenuto sono quelli che avevi previsto? Se sono diversi in cosa si discostano?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- In quale dei tre campioni le bolle d'aria che hai soffiato sono più grandi e vengono a galla con più fatica?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Le bolle sono più grandi nello sciropo senza acqua, dove è stato anche più difficile soffiare con la cannuccia.**

- Sulla base della prova della cannuccia e della velocità di scorrimento dello sciropo, come pensi siano legate esplosività di un vulcano e la presenza di fluidi nel magma?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**I magmi che non contengono acqua (o ne contengono poca) sono anche più viscosi e tendono a ridurre la possibilità dei gas di abbandonare la camera magmatica, quindi aumentano la probabilità che si verifichi un'eruzione esplosiva; al contrario i magmi che hanno acqua al loro interno sono più fluidi e permettono ai gas di liberarsi più facilmente, come accade nelle eruzioni effusive.**

### Set 3: Effetto di solidi

Preparare tre diverse miscele di sciropo e sabbia (una senza sabbia, una con una piccola quantità e una con quantità maggiore).

Prendi due dei tre becher che contengono lo sciropo e, utilizzando un cilindro (o un becher) graduato, aggiungi all'interno di ciascuno rispettivamente circa 20 ml e 50 ml di sabbia (o riso). Quindi mescola gentilmente il fluido e i solidi aggiunti, evitando di creare bolle d'aria.

Prima di procedere all'attività fai prevedere agli studenti i risultati:

- Come ti aspetti cambi la velocità di scorrimento dello sciropo al variare della quantità di solidi? E la viscosità?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**All'aumentare dei solidi contenuti nello sciropo diminuisce la sua velocità e quindi aumenta la viscosità.**

Ora prendi la cannuccia e prova a soffiare all'interno dei becher contenenti i diversi tipi di sciropo, osservando la forma e la dimensione delle bolle che si creano, ma facendo anche attenzione allo sforzo che compi per soffiare. Quindi annota le osservazioni.

Versa rapidamente il becher contenente solo lo sciropo all'apice della discesa, fai partire il cronometro quando il fronte del flusso raggiunge la prima linea e fermalo quando raggiunge la seconda. Calcola la velocità (in cm/s) andando a misurare la distanza alla quale hai tracciato le due linee.

## La viscosità del magma – SCHEDA INSEGNANTE - 6/9

Pulisci il piano, quindi prendi il campione di sciroppo con la minore quantità di sabbia e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

Pulisci il piano, quindi prendi l'ultimo campione di sciroppo e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

### Sciroppo senza sabbia

Velocità \_\_\_\_\_

### Sciroppo con poca sabbia

Velocità \_\_\_\_\_

### Sciroppo con molta sabbia

Velocità \_\_\_\_\_

- I risultati delle velocità che hai ottenuto sono quelli che avevi previsto? Se sono diversi in cosa si discostano?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- In quale dei tre campioni le bolle d'aria che hai soffiato sono più grandi e vengono a galla con più fatica?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Le bolle sono più grandi nel magma con molta sabbia, dove è stato anche più difficile soffiare con la cannuccia.**

- Sulla base della prova della cannuccia e della velocità di scorrimento dello sciroppo, come pensi siano legate esplosività di un vulcano e la presenza di particelle solide nel magma?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**I magmi che contengono alte quantità di particelle solide sono anche più viscosi e tendono a ridurre la possibilità dei gas di abbandonare la camera magmatica, quindi aumentano la probabilità che si verifichi un'eruzione esplosiva; al contrario i magmi che non ne possiedono sono più fluidi e permettono ai gas di liberarsi più facilmente, come accade nelle eruzioni effusive.**

### Set 4: Effetto delle bolle

Preparare tre diverse miscele di sciroppo e bolle d'aria. Per fare ciò, versa prima il contenuto di uno dei becher nella ciotola a disposizione, quindi, utilizzando un mixer elettrico (o una frusta a mano) per circa 30 secondi produci bolle d'aria. Ora torna a versare il fluido nel becher di partenza e ripeti l'operazione con un altro campione, ma questa volta raddoppiando la quantità di tempo impiegata per "montare" lo sciroppo. Questa serie di esperimenti è più difficile da eseguire e produce risultati complessi. Tuttavia è concettualmente molto importante, perché la crescita e la formazione di bolle d'aria è un aspetto critico delle eruzioni vulcaniche. Durante il processo di formazione delle bolle nello sciroppo intervengono però fattori che possono influenzare i risultati degli studenti e che vale la pena discutere con loro. Primo, se bolle sono create mediante l'agitazione con un mixer spesso la miscela viene riscaldata. Così, dopo l'agitazione, si deve lasciare allo sciroppo il tempo per ritornare alla temperatura ambiente. Secondo, aggiungendo allo sciroppo bolle d'aria, questo diminuisce la densità, portando ad una diminuzione della viscosità. Terzo, mentre le bolle rimangono sferiche e in una condizione non deformata, queste agiscono in modo simile a particelle solide che dovrebbero produrre un aumento della viscosità. Tuttavia, se le bolle iniziano a deformarsi la loro presenza può agire riducendo la viscosità.

Prima di procedere all'attività fai prevedere agli studenti i risultati:

- Come ti aspetti cambi la velocità di scorrimento dello sciroppo al variare della quantità di bolle? E la viscosità?

## La viscosità del magma – SCHEDA INSEGNANTE - 7/9

All'aumentare dei volatili contenuti aumenta la velocità dello sciroppo e quindi diminuisce la sua viscosità

Ora prendi la cannuccia e prova a soffiare all'interno dei becher contenenti i diversi tipi di sciroppo, osservando la forma e la dimensione delle bolle che si creano, ma facendo anche attenzione allo sforzo che compi per soffiare. Quindi annota le osservazioni.

Versa rapidamente il becher contenente solo lo sciroppo all'apice della discesa e fai partire il cronometro quando il fronte del flusso di sciroppo raggiunge la prima linea e fermalo quando raggiunge la seconda. Calcola la velocità (in cm/s) andando a misurare la distanza alla quale hai tracciato le due linee.

Pulisci il piano, quindi prendi il campione di sciroppo con la minore quantità di bolle e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

Pulisci nuovamente il piano, quindi prendi l'ultimo campione di sciroppo e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

### Sciroppo senza bolle

Velocità \_\_\_\_\_

### Sciroppo con poche bolle

Velocità \_\_\_\_\_

### Sciroppo con molte bolle

Velocità \_\_\_\_\_

- I risultati delle velocità che hai ottenuto sono quelli che avevi previsto? Se sono diversi in cosa si discostano?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- In quale dei tre campioni le bolle d'aria che hai soffiato sono più grandi e vengono a galla con più fatica?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Le bolle prodotte con la cannuccia sono più grandi nello sciroppo senza le altre bolle aggiunte, dove è stato anche più difficile soffiare con la cannuccia.

- Sulla base della prova della cannuccia e della velocità di scorrimento, come pensi siano legate esplosività di un vulcano e la presenza di fluidi nel magma?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

I magmi che contengono una bassa (o nulla) quantità di particelle gassose sono anche più viscosi e tendono a ridurre la possibilità dei gas che si accumulano di abbandonare la camera magmatica, quindi aumentano la probabilità che si verifichi un'eruzione esplosiva; al contrario i magmi che possiedono elevate quantità di volatili sono più fluidi e permettono ai gas di liberarsi più facilmente, come accade nelle eruzioni effusive.

Una volta che ogni gruppo ha concluso la propria attività, sarebbe auspicabile che il tempo rimasto a disposizione fosse impiegato per confrontare i vari risultati ottenuti e fare quindi conclusioni globali sui parametri che influenzano

## La viscosità del magma – SCHEDE INSEGNANTE - 8/9

la viscosità dei magmi e le eruzioni vulcaniche.

### 8. IMPLEMENTAZIONI, SVILUPPI, APPROFONDIMENTI E ADATTAMENTI

E' possibile spingere il ragionamento oltre, introducendo l'analisi qualitativa dei dati e facendo calcolare la viscosità direttamente agli alunni, attraverso l'equazione di Jeffreys:

$$\eta = \frac{g * \rho * \sin \alpha * d^2}{n * V} \quad \text{Jeffreys equation}$$

dove:

$\eta$  = viscosità in poise (g/cm\*s) [nota che il 10 poise = 1 Pa\*s]

$g$  = costante gravitazionale (980 cm/s<sup>2</sup>)

$\rho$  = densità (presumendo che sia 1,4 g cm<sup>-3</sup> per lo sciroppo), ma la si può fare calcolare direttamente agli studenti misurando massa e volume dello sciroppo a temperatura ambiente

$\alpha$  = misura angolare del pendio (nessuna unità), che può essere valutata con un goniometro

$d$  = spessore del flusso (in cm), stimato in modo approssimativo

$n$  = costante (che vale 3 per i flussi ampi e 4 per quelli stretti e canalizzati)

$V$  = velocità del flusso (in cm/s) determinata dagli studenti misurando la quantità di tempo che impiega il flusso di sciroppo per viaggiare lungo una distanza fissa

Nel caso si voglia fare ricavare la densità direttamente agli studenti occorre che la strumentazione dei gruppi abbia anche:

- una bilancia per misurare la massa dello sciroppo
- un cilindro graduato per misurare il volume della massa di sciroppo ai fini di calcolarne la densità

### 9. BIBLIOGRAFIA

- Sito in cui vengono presentate immagini sullo svolgimento di questo esperimento: <http://lifeinplanelight.wordpress.com/2011/01/27/iceland-class-corn-syrup-viscosity-experiments/>
- Sito da cui si può scaricare l'attività originale: [http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/petrology/teaching\\_examples/25240.html](http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/petrology/teaching_examples/25240.html)
- Sito in cui si può simulare l'eruzione virtuale di un vulcano aumentando o diminuendo la viscosità del magma e/o la quantità di gas che si accumulano nella camera magmatica: <http://kids.discovery.com/games/build-play/volcano-explorer>
- Sito dell'USGS (in inglese) sulla composizione e caratteristiche dei magmi: [http://www.geology.sdsu.edu/how\\_volcanoes\\_work/Controls.html](http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/Controls.html)
- Sito (in inglese) con spiegazioni e filmati sulla viscosità dei magmi: <http://www.gso.uri.edu/lava/Viscosity/viscosity.html>
- Attività Earth Learning Idea (in inglese) sulla viscosità: [http://www.earthlearningidea.com/PDF/126\\_Bubblemania.pdf](http://www.earthlearningidea.com/PDF/126_Bubblemania.pdf), [http://www.earthlearningidea.com/PDF/See\\_how\\_they\\_run.pdf](http://www.earthlearningidea.com/PDF/See_how_they_run.pdf)



## La viscosità del magma – SCHEDA INSEGNANTE - 9/9

- Filmato sulla viscosità dell'acqua e del miele (sia freddo, sia caldo):  
[http://serc.carleton.edu/files/introgeo/interactive/examples/water-honey\\_viscosity\\_movie.mov](http://serc.carleton.edu/files/introgeo/interactive/examples/water-honey_viscosity_movie.mov)

## La viscosità del magma – SCHEDA STUDENTE - 1/6

### 1. SCOPO

Costruirete un modello di magma utilizzando sciroppo di glucosio (o di mais) per riflettere sui fattori che influenzano la sua viscosità e su come questa sia legata all'esplosività di un vulcano.

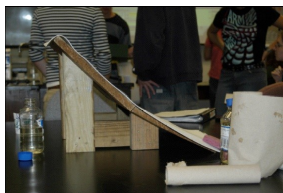
### 2. INFORMAZIONI GENERALI

La viscosità è una proprietà dei magmi importante per diversi motivi, ad esempio determina quanto rapidamente un magma possa spostarsi dalla sua regione di origine, aiuta i vulcanologi a prevedere se il flusso di lava in uscita da un vulcano si muove rapidamente e possa rappresentare un potenziale pericolo ed è un fattore importante nel determinare il grado di esplosività di un'eruzione.

Completando questa attività apprenderai i quattro fattori principali che possono influire sulla viscosità di magmi e lave: la temperatura, la presenza di acqua, la percentuale di materiale solido e la quantità di volatili presenti.

### 3. MATERIALI

Per ogni gruppo bisogna preparare:



- un piano inclinato di circa 45° che sia facile da pulire (ad esempio una tavola di legno ricoperta con un pezzo di tovaglia cerata o della carta da forno e posizionata su dei supporti). Per raccogliere il flusso di “lava” al termine del suo percorso senza sporcare l'ambiente di lavoro è opportuno ricoprire parte del piano d'appoggio con altra carta cerata (o plastica).
- un pennarello indelebile con cui segnare sulla tovaglia cerata due linee parallele al piano di appoggio, una circa all'inizio del piano e l'altra circa alla sua fine, come mostrato nella precedente immagine di destra. Le linee serviranno da riferimento nel calcolare velocità del flusso dello sciroppo.
- sciroppo di mais chiaro, oppure sciroppo di glucosio. Lo si può trovare nei supermercati ben forniti oppure in farmacia (è sufficiente 1 barattolo da 300 grammi circa per ogni gruppo)
- 3 becher graduati da almeno 200 ml, per contenere i vari tipi di sciroppo
- un cronometro per misurare il tempo di scorrimento del flusso dello sciroppo
- un righello per misurare le distanze coperta dallo sciroppo
- una spugna e dell'acqua (sarebbe ideale avere a disposizione un rubinetto), per la pulizia del piano inclinato
- almeno una cannucia
- un goniometro per misurare l'angolo della superficie inclinata

#### Gruppo “Effetto della temperatura”

- un contenitore con del ghiaccio, oppure un frigorifero, per mantenere lo sciroppo freddo (in inverno basta porre il becher fuori dalla finestra)
- un forno a microonde, oppure una piastra riscaldante o un becco bunsen, per riscaldare lo sciroppo
- un termometro per quantificare le temperature dello sciroppo

#### Gruppo “Effetto dell'acqua”

- un becher (o un cilindro) graduato per contenere l'acqua da aggiungere allo sciroppo

## La viscosità del magma – SCHEDA STUDENTE - 2/6

- una bacchetta di vetro, o un cucchiaino, per miscelare acqua e sciroppo

### Gruppo “Effetto dei solidi”

- particelle di materiale solido da miscelare allo sciroppo (ad esempio sabbia o riso)
- un becher (o un cilindro) graduato per contenere le particelle solide da aggiungere allo sciroppo
- una bacchetta di vetro, o un cucchiaino, per miscelare sciroppo e particelle solide

### Gruppo “Effetto delle bolle”

- una ciotola e un mixer (va bene anche una frusta manuale) per creare bolle d'aria all'interno dello sciroppo

## 4. PROCEDURA

Dopo che il vostro insegnante vi ha separato in gruppi e vi ha assegnato ad una data postazione di lavoro, preparate i tre diversi tipi di sciroppo che sono indicati per il vostro specifico gruppo di appartenenza (ricordatevi di cerchiare sulla presente scheda l'attività che vi apprestate a svolgere). Suddividete il quantitativo di sciroppo fornito in tre parti uguali, utilizzando direttamente i becher graduati (oppure un cilindro graduato come dosatore).

### Set 1: Effetto della temperatura

Preparare tre diversi campioni di sciroppo con differenti temperature: caldo, temperatura ambiente, freddo.

Lo sciroppo caldo può essere pericoloso, soprattutto se si utilizza un forno a microonde per riscaldarlo.

- Come ti aspetti cambi la velocità di scorrimento dello sciroppo al variare della temperatura? E la viscosità?

---

---

---

Misura la temperatura dello sciroppo contenuto in uno dei tre becher a disposizione. Ora prendi la cannuccia e prova a soffiare all'interno dello sciroppo osservando la forma e la dimensione delle bolle che si creano, ma facendo anche attenzione allo sforzo che compi per soffiare. Quindi annota le osservazioni.

Versa rapidamente lo sciroppo del becher a temperatura ambiente all'apice della discesa. Fai partire il cronometro quando il fronte del flusso di sciroppo raggiunge la prima linea e fermalo quando raggiunge la seconda. Calcola la velocità (in cm/s) andando a misurare con il righello la distanza che separa le due linee.

Pulisci il piano, quindi prendi il campione di sciroppo tenuto in frigorifero (in ghiaccio, oppure fuori dalla finestra) e, dopo averne misurato la temperatura, ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia!

Pulisci nuovamente il piano, quindi prendi l'ultimo campione di sciroppo e scaldalo nel microonde, oppure su un becco bunsen, per circa 50 secondi a media intensità. Fai attenzione che lo sciroppo potrebbe diventare molto caldo, quindi si consiglia di maneggiare il becher con un guanto o una pinza! Misura la temperatura dello sciroppo e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

#### Sciroppo a temperatura ambiente

Temperatura \_\_\_\_\_ Velocità \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### Sciroppo freddo

Temperatura \_\_\_\_\_ Velocità \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## La viscosità del magma – SCHEDA STUDENTE - 3/6

### Sciropo caldo

Temperatura \_\_\_\_\_ Velocità \_\_\_\_\_

- I risultati delle velocità che hai ottenuto sono quelli che avevi previsto? Se sono diversi in cosa si discostano?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- In quale dei tre campioni le bolle d'aria che hai soffiato sono più grandi e vengono a galla con più fatica?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Sulla base della prova della cannuccia e della velocità di scorrimento dello sciropo, se e come pensi siano legate esplosività di un vulcano e la temperatura del suo magma?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **Set 2: Effetto d'acqua**

Preparare tre diverse miscele di acqua e sciropo

Prendi i tre becher contenenti la stessa quantità di sciropo e lasciane uno senza acqua, in uno aggiugine una piccola quantità (circa 20 ml) e nell'ultimo versane una quantità maggiore (circa 50 ml), utilizzando un cilindro (o un becher) graduato.

È importante che l'acqua sia ben mescolata con lo sciropo, in modo da formare un liquido uniforme, quindi, aiutandoti con l'agitatore di vetro o un cucchiaino, stempera gentilmente lo sciropo (evitando di creare bolle d'aria), fino a quando l'acqua non si è miscelata completamente.

- Come ti aspetti cambi la velocità di scorrimento dello sciropo al variare della quantità di acqua? E la viscosità?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ora prendi la cannuccia e prova a soffiare all'interno dei becher contenenti i diversi tipi di sciropo, osservando la forma e la dimensione delle bolle che si creano, ma facendo anche attenzione allo sforzo che compi nel soffiare. Quindi annota le osservazioni.

Versa rapidamente il becher contenente solo lo sciropo all'apice della discesa, fai partire il cronometro quando il fronte del flusso di sciropo raggiunge la prima linea e fermalo quando raggiunge la seconda. Calcola la velocità (in cm/s) andando a misurare la distanza alla quale hai tracciato le due linee.

Pulisci il piano, quindi prendi il campione di sciropo con una piccola quantità d'acqua e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

Pulisci nuovamente il piano, quindi prendi l'ultimo campione di sciropo e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

### Sciropo senza acqua

Velocità \_\_\_\_\_

## La viscosità del magma – SCHEDA STUDENTE - 4/6

### Sciroppo con poca acqua

Velocità \_\_\_\_\_

### Sciroppo con molta acqua

Velocità \_\_\_\_\_

- I risultati delle velocità che hai ottenuto sono quelli che avevi previsto? Se sono diversi in cosa si discostano?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- In quale dei tre campioni le bolle d'aria che hai soffiato sono più grandi e vengono a galla con più fatica?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Sulla base della prova della cannuccia e della velocità di scorrimento dello sciroppo, come pensi siano legate esplosività di un vulcano e la presenza di fluidi nel magma?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **Set 3: Effetto di solidi**

Preparare tre diverse miscele di sciroppo e sabbia (una senza sabbia, una con una piccola quantità, una con quantità maggiore).

Prendi due dei tre becher che contengono lo sciroppo e, utilizzando un cilindro (o un becher) graduato, aggiungi all'interno di ciascuno rispettivamente circa 20 ml e 50 ml di sabbia (o riso). Quindi mescola gentilmente il fluido e i solidi aggiunti, evitando di creare bolle d'aria.

- Come ti aspetti cambi la velocità di scorrimento dello sciroppo al variare della quantità di solidi? E la viscosità?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ora prendi la cannuccia e prova a soffiare all'interno dei becher contenenti i diversi tipi di sciroppo, osservando la forma e la dimensione delle bolle che si creano, ma facendo anche attenzione allo sforzo che compi per soffiare. Quindi annota le osservazioni.

Versa rapidamente il becher contenente solo lo sciroppo all'apice della discesa, fai partire il cronometro quando il fronte del flusso raggiunge la prima linea e fermalo quando raggiunge la seconda. Calcola la velocità (in cm/s) andando a misurare la distanza alla quale hai tracciato le due linee.

Pulisci il piano, quindi prendi il campione di sciroppo con la minore quantità di sabbia e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

Pulisci il piano, quindi prendi l'ultimo campione di sciroppo e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

### Sciroppo senza sabbia

Velocità \_\_\_\_\_

### Sciroppo con poca sabbia

## La viscosità del magma – SCHEDA STUDENTE - 5/6

Velocità \_\_\_\_\_

Sciropo con molta sabbia

Velocità \_\_\_\_\_

- I risultati delle velocità che hai ottenuto sono quelli che avevi previsto? Se sono diversi in cosa si discostano?

---

---

---

- In quale dei tre campioni le bolle d'aria che hai soffiato sono più grandi e vengono a galla con più fatica?

---

---

---

- Sulla base della prova della cannuccia e della velocità di scorrimento dello sciropo, come pensi siano legate esplosività di un vulcano e la presenza di fluidi nel magma?

---

---

---

### Set 4: Effetto delle bolle

Preparare tre diverse miscele di sciropo e bolle d'aria, utilizzando il mixer (o una frusta manuale) per diverse quantità di tempo (una senza bolle, una con alcune bolle, una con molte bolle d'aria). Per fare ciò versa prima il contenuto di uno dei becher nella ciotola, quindi, utilizzando un mixer elettrico (o una frusta a mano) per circa 30 secondi produci bolle d'aria. Ora torna a versare il fluido nel becher di partenza e ripeti l'operazione con un altro campione, ma questa volta raddoppiando la quantità di tempo che hai impiegato per "montare" lo sciropo.

- Come ti aspetti cambi la velocità di scorrimento dello sciropo al variare della quantità di bolle? E la viscosità?

---

---

---

Ora prendi la cannuccia e prova a soffiare all'interno dei becher contenenti i diversi tipi di sciropo, osservando la forma e la dimensione delle bolle che si creano, ma facendo anche attenzione allo sforzo che compi per soffiare. Quindi annota le osservazioni.

Versa rapidamente il becher contenente solo lo sciropo all'apice della discesa e fai partire il cronometro quando il fronte del flusso di sciropo raggiunge la prima linea e fermalo quando raggiunge la seconda. Calcola la velocità (in cm/s) andando a misurare la distanza alla quale hai tracciato le due linee.

Pulisci il piano, quindi prendi il campione di sciropo con una piccola quantità di sabbia e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

Pulisci nuovamente il piano, quindi prendi l'ultimo campione di sciropo e ripeti tutte le operazioni indicate sopra. Prima di versarlo fai nuovamente la prova della cannuccia.

Sciropo senza bolle

Velocità \_\_\_\_\_

Sciropo con poche bolle

Velocità \_\_\_\_\_

## La viscosità del magma – SCHEDA STUDENTE - 6/6

### Sciropo con molte bolle

Velocità \_\_\_\_\_

- I risultati delle velocità che hai ottenuto sono quelli che avevi previsto? Se sono diversi in cosa si discostano?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- In quale dei tre campioni le bolle d'aria che hai soffiato sono più grandi e vengono a galla con più fatica?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Sulla base della prova della cannuccia e della velocità di scorrimento dello sciropo, come pensi siano legate esplosività di un vulcano e la presenza di fluidi nel magma?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 5. CONCLUSIONI

Ora confronta i risultati ottenuti dal tuo gruppo con quelli degli altri gruppi e discuseteli assieme al vostro insegnante. Infine, utilizzando i tuoi dati, calcola la viscosità attraverso l'equazione di Jeffreys:

$$\eta = \frac{g * \rho * \sin \alpha * d^2}{n * V} \quad \text{Jeffreys equation}$$

dove:

$\eta$  = viscosità in poise (g/cm\*s) [nota che il 10 poise = 1 Pa\*s]

$g$  = costante gravitazionale (980 cm/s<sup>2</sup>)

$\rho$  = densità (presumendo che sia 1,4 g cm<sup>-3</sup> per lo sciropo), ma la si può calcolare direttamente misurando massa e volume dello sciropo

$\alpha$  = misura angolare del pendio (nessuna unità), che può essere valutata con un goniometro

$d$  = spessore del flusso (in cm), stimato in modo approssimativo

$n$  = costante (che vale 3 per i flussi ampi e 4 per quelli stretti e canalizzati)

$V$  = velocità del flusso (in cm/s) determinata misurando la quantità di tempo che impiega il flusso di sciropo per viaggiare lungo una distanza fissa