

Fase di Istituto EUSO.it 2018/19 – 29 novembre 2018
Tema 2 – CHIMICA – Istruzioni per i docenti

Note sulla scelta degli esperimenti

Per la prova di istituto di quest'anno ci siamo indirizzati verso l'energetica chimica e la calorimetria, in quanto argomento non ancora sperimentato in EUSO. Tra gli esperimenti vi è comunque anche una semplice titolazione.

- A) Costruzione del calorimetro:** senza aver bisogno di tagliare e incollare polistirolo espanso o utilizzare schiume poliuretaniche, l'utilizzo dell'isolante flessibile in poliestere ne rende la costruzione molto rapida. Ci auguriamo tuttavia che i ragazzi non perdano troppo tempo nella costruzione e consigliamo i docenti a spronare i concorrenti in questa fase. L'aspetto più critico legato alla preparazione è probabilmente legato alla disponibilità di termometri adatti all'esperimento, ovvero con risoluzione reale di almeno 0.1°C e una sonda lunga almeno 14-15 cm. Vengono dati dei suggerimenti in merito più avanti.
- B) Calori di soluzione e progettazione di una busta di ghiaccio istantaneo:** vengono svolte misure quantitative della variazione di temperatura di 200 mL di acqua in seguito all'aggiunta di 6 diversi composti ionici. Di questi, 2 hanno una reazione esotermica e 4 endotermica. Tutti i composti scelti sono sostanze piuttosto comuni nei laboratori didattici e comunque piuttosto economici. Per gli esperimenti non è necessaria grande purezza. Sarebbe tuttavia preferibile acquistare per queste attività una confezione nuova sia di NaOH che di CaCl_2 anidro, essendo queste sostanze sensibilmente igroscopiche. Per lo svolgimento di questa parte ci attendiamo dai 5 ai 10 minuti per sostanza, più il tempo per i calcoli. Questi ultimi dovrebbero essere facilitati dalla presenza, nelle tabelle sul foglio risposte, delle caselle per tutti i risultati intermedi necessari per ottenere il risultato finale.
- C) Titolazione:** una titolazione non può mancare! È stata semplificata il più possibile. Si lascia libertà di scelta ai docenti per quanto riguarda la soluzione di indicatore di pH. In merito alla scelta della strumentazione si è considerato che le burette sono strumenti imprescindibili in un laboratorio chimico didattico. Al posto di comuni pipette graduate, sarebbe preferibile l'uso di pipette volumetriche tarate, le quali potrebbero tuttavia essere rare nei laboratori scolastici. Per rendere la prova uniforme richiediamo l'uso delle pipette comuni anche laddove fossero disponibili quelle tarate.
- D) Calori di reazione (neutralizzazione):** esperimenti molto rapidi da svolgere. Dovrebbero consentire di apprezzare anche l'additività delle variazioni di entalpia di reazione e di soluzione.

In caso di difficoltà nel reperimento tempestivo di reagenti, materiali o strumentazione:

Prima di rinunciare a svolgere gli esperimenti, vi invitiamo a contattare sempre chimica@euso.it e/o info@euso.it oppure a rivolgervi al forum online, specificando il problema. Troveremo insieme una soluzione alternativa!

Materiali e strumenti

- Termometro con sensibilità 0.1°C e sonda di almeno 14-15 cm. (1x gruppo + riserve)**
È importante che la sensibilità sia **realmente** 0.1°C . Abbiamo acquistato su Amazon.it due modelli molto economici di termometri digitali per carne. Uno di questi (il *meno* economico, 7 €) tende a saltare di 0.2 in 0.2°C , mentre quello più economico (4 €) salta correttamente di 0.1 in 0.1°C ed è quindi preferibile per apprezzare le piccole variazioni di temperatura in alcuni degli esperimenti proposti. Esistono in molte scuole termometri 'tradizionali' ad alcool o a mercurio con risoluzione di 0.1°C . L'importante è assicurarsi che non siano troppo fragili

e soprattutto che l'intervallo di temperature atteso nei vari esperimenti, da circa 10°C a 50°C (meglio se 60°C), sia coperto.

Se siete interessati ad acquistare lo stesso modello che abbiamo provato, qui sotto si riporta un'immagine con il codice del termometro. Probabilmente il prezzo migliore (dai 4 € in giù) si spunta se si cerca “termometro da cucina” o “termometro per carne” e si sceglie questo modello a partire dalle immagini, dato che il codice TP-101 non è sempre presente nelle descrizioni. L'accuratezza delle misure non è eccellente ($\pm 1^\circ\text{C}$ da specifiche), ma la sensibilità è veramente di 0.1°C . Trattandosi comunque di prodotti super-economici, per evitare brutte sorprese a ridosso della prova si consiglia l'acquisto con largo anticipo, in numero abbastanza superiore a quello necessario e la verifica dell'effettivo funzionamento.



- **Bilancia con precisione di almeno 0.1 g. (in comune)** Anche se questo specifico esperimento non ha bisogno di precisione superiore (almeno 0.01 g), in sua mancanza sarebbe comunque indicata la programmazione dell'acquisto di una bilancia con questo grado di precisione.
- **Vasetti di yogurt da 500 g, vuoti, con tappo trasparente. (1x gruppo + riserve)**
Esistono di almeno due materiali diversi. Ad esempio, i Müller sono in polipropilene (PP) mentre i Vipiteno e LIDL sono in polistirene (PS). Il materiale è indicato solitamente sul fondo del vasetto nel simbolo per il riciclaggio. I vasetti in PP hanno spesso l'etichetta in plastica termorestringente applicata al di sopra. Questa può essere rimossa con un'incisione o ritagliata (facendo attenzione a non bucare il vasetto) ottenendo vasetti completamente bianchi. Altri vantaggi del PP sono la maggiore resistenza alle “alte” temperature (e ai solventi organici...) e una maggiore elasticità. Il PS è invece maggiormente resistente alle basse temperature (non presenti tuttavia in questi esperimenti). Le temperature massime ($<60^\circ\text{C}$) raggiunte negli esperimenti dovrebbero comunque rendere indifferente la scelta del materiale.
- **Isolante termico per edilizia in fibra di poliestere di spessore 3 cm. (1 pannello in tutto, da tagliare e distribuire)**
Si presenta come pannelli flessibili lanuginosi, variamente colorati (per esempio verde, grigio...). Da non confondere con lana di vetro e di roccia o con i pannelli rigidi di polistirene estruso o espanso. Può essere trovato nei grandi magazzini per l'edilizia e il fai da te (Obi, Leroy Merlin...) con prezzi dell'ordine dei 6 euro/pannello. Un pannello dovrebbe essere più che sufficiente per tutti gli studenti.
- **Nastro adesivo largo** (per esempio va bene quello americano, probabilmente è sufficiente quello da pacchi ma va evitato quello di carta il cui adesivo non ha grande tenuta). **(1-2 rotoli)**

- **Forbici grandi e taglierino, affilati, per tagliare l'isolante termico. (1 di ciascuno ogni 3-4 gruppi, in comune)**
- **Buretta con supporto (1 per gruppo + riserve)**
- **Pipetta da 10 mL con pipettatore (1 per gruppo + riserve).**

Verificare che le pipette siano precise entro massimo 0.1 mL trasferendo volumi d'acqua su una bilancia precisa. N.B. Potrebbe essere necessario calibrare la bilancia!

Dato il buon rapporto qualità/prezzo si consiglia (ma non si prescrive) l'acquisto di pipettatori di tipo "Profillette" come in figura. Il volume più utile è senza dubbio 10 mL.



- **Imbutino per buretta (1 per gruppo)**
- **Cilindro da 100 o 200 mL (1 per gruppo)**
- **Becher da 100-150 mL (1 per gruppo)**
- **Becher da 200-250 mL (1 per gruppo)**
- **Bacchetta di vetro (1 per gruppo)** sostituibile con qualsiasi altro oggetto idoneo per mescolare manualmente (non sono quindi ammessi gli agitatori magnetici).
- **Spruzzette con acqua deionizzata (1 per gruppo o in comune)**
- **Vetrini da orologio (1 per gruppo) oppure carta oleata (da forno) per le pesate.** Dato che si pesa anche NaOH, va evitato l'alluminio.
- **Cucchiaini o spatoline** per prelevare i vari reagenti solidi.
- **Alcuni grossi recipienti da 3-5 L (con chiusura) per preparare le soluzioni da distribuire**
- **Bottiglie/beute/altri recipienti da 500 mL per distribuire le soluzioni (2 per gruppo + riserve).** N.B. il PET delle bottiglie per bevande ha resistenza limitata alle basi, ma solo se concentrate e per tempi molto lunghi o a caldo, quindi se le soluzioni sono distribuite la mattina della prova non dovrebbero esserci controindicazioni.
- **1 matraccio tarato da 500 mL** per le preparazioni dei docenti

Reagenti

Per tutti i reagenti solidi per la calorimetria le quantità necessarie sono di almeno 6 g/gruppo, mentre la NaOH servirà in quantità di almeno $6+3\cdot 8+40 = 70$ g per gruppo (serve anche per preparare la soluzione). Le purezze sono poco rilevanti per questa serie di esperimenti (possibilmente dal 90% in su).

- **NaCl** anche sale da cucina (meglio se fino)
- **KCl** (cloruro di potassio)
- **NH₄Cl** (cloruro d'ammonio)
- **CaCl₂ anidro** (cloruro di calcio anidro) Per evitare alterazioni dovute a igroscopicità, si consiglia di acquistare una confezione nuova.
- **NaOH (possibilmente in pastiglie:** rendono più semplice la pesata) Per evitare alterazioni dovute a igroscopicità, si consiglia di acquistare una confezione nuova.
- **NH₄NO₃** (nitrato d'ammonio)
- **Na₂CO₃** (carbonato di sodio) di buona purezza (anche quello del supermercato lo è), necessario solo per la standardizzazione dell'HCl da parte dei docenti.
- Soluzione di **metilarancio** (per la standardizzazione dell'HCl da parte dei docenti)
- Soluzione di **indicatore "qualsiasi"** con punto di viraggio compreso tra pH 4 e 11. Per esempio indicatore universale, timolftaleina, blu di bromotimolo, rosso fenolo, (~~metilarancio~~), (~~fenolftaleina~~)... In concentrazione tale da apprezzarne il colore aggiungendone 2-3 gocce in

100 mL di soluzione acquosa. Se con le soluzioni a vostra disposizione dovessero servire più gocce, avvertite gli allievi.

Note: il **metilarancio** ha un intervallo di viraggio tale da non renderlo perfettamente *ideale* (leggasi: *accurato*) per l'utilizzo nella titolazione proposta (acido aggiunto goccia a goccia a soluzione di base), a meno che non si consideri come punto finale il primo momento in cui il colore dell'intera soluzione *inizia* a virare. Qualora fosse questo l'indicatore scelto, si chiede di istruire gli allievi in merito a questa particolarità. La **fenolftaleina** potrebbe causare qualche problema in quanto decolora anche a pH >14 (e si parte da una soluzione ca. 2 M di NaOH).

L'indicatore universale è adatto e anche spettacolare da usare, purché si faccia presente agli allievi che il punto finale coincide con il passaggio dai colori blu/viola ai colori giallo/rosso (idealmente coincidente col colore verde, pH 7, il quale però dovrebbe di fatto presentarsi solo transitoriamente).

- **HCl (aq)** (acido cloridrico) Se acquistato quello del supermercato ca. 10% (ca. 3 M), ne servirà circa ½ litro per gruppo.
- **Acqua deionizzata** (non fondamentale: sostituibile con acqua di rubinetto – potrebbe variare in modo contenuto ma apprezzabile solo il risultato delle titolazioni)

Preparazioni varie a carico dei docenti

N.B.: Salvo che per il punto 1 e per i valori delle concentrazioni delle due soluzioni (**HCl 2 M e NaOH 1.85 M**), le indicazioni su come procedere sono suggerimenti non vincolanti.

- 1. Taglio delle strisce di isolante termico:** misurare l'altezza h dei vasetti di yogurt. Tracciare delle linee parallele a distanza $h+3\text{ cm}$ (o anche $h+4\text{ cm}$) sul pannello di isolante termico (parallele ai lati corti del pannello). Tagliare lungo queste linee col taglierino affilato (lama nuova) o con le forbici. Fornire una striscia a ciascun gruppo. Un vasetto è mediamente alto circa 12-15 cm, quindi serve una striscia di circa 16-19 cm per gruppo.
- 2. Preparazione di una soluzione 1.00 M di carbonato di sodio e predisposizione delle attrezzature per le titolazioni:**
 - a. Pesare in un becher 53.0 g di carbonato di sodio** (anidro), scioglierlo con poca acqua alla volta, trasferendo tutta la soluzione risultante nel matraccio tarato da 500 mL. Mescolare bene e portare a volume con acqua deionizzata. Tappare e agitare bene.
 - b. Allestire 2 burette con supporto.** Avvinare, e quindi riempire, una di queste con la soluzione di carbonato di sodio.
- 3. Diluizione e titolazione della soluzione di HCl di partenza:**
 - a. Titolare grossolanamente la soluzione di HCl di partenza:** se è ragionevole pensare che la soluzione sia circa 3 M, trasferire in un becher da 250 mL circa 30 mL, con precisione di almeno 1 mL, con un cilindro o pipette, allungare fino a 100 mL totali, aggiungere 2-3 gocce di metilarancio e titolare con la soluzione di carbonato di sodio fino a viraggio dell'indicatore. Se V_a è il volume di acido (ca. 30 mL) e V_b il volume di soluzione di carbonato, la concentrazione iniziale dell'acido è data da circa $C_{ia} = 2 \cdot 1\text{ M} \cdot V_b / V_a$.
 - b. Diluire HCl nel recipiente da 3-5 L in modo da ottenere una concentrazione finale di circa 2 M.** Se il volume di acido buttato nel recipiente è V_{ia} , aggiungere un volume di acqua pari a $V_{aq} = V_{ia} \cdot (C_{ia}/2\text{ M} - 1)$ e mescolare bene. **Specie se è concentrato, aggiungere l'acido all'acqua e non viceversa.**
 - c. Titolare con precisione la soluzione di HCl ottenuta:** avvinare e riempire la seconda buretta con la soluzione di HCl appena diluita. Porre in un becher una quantità precisa (ca. 30.0 mL) di soluzione di carbonato di sodio 1.00 M prelevata dall'altra buretta. Aggiungere acqua nel becher fino a ca 100 mL e aggiungere 2-3 gocce di indicatore metilarancio. Titolare con la

soluzione di HCl nella buretta fino a viraggio dell'indicatore. La concentrazione di quest'ultima sarà data da $C_a = 2 \cdot 1M \cdot V_b/V_a$. **Ripetere 3 volte, calcolare la media e riportare la concentrazione di HCl sul recipiente madre e su tutti i recipienti distribuiti agli allievi.** Dovrebbe essere un valore ragionevolmente vicino a 2 M.

4. Preparazione e titolazione della soluzione di NaOH ca. 1.85 M

- Calcolare la quantità di NaOH** (MM 40 g/mol) necessaria a ottenere l'abbondante volume desiderato di una soluzione ca. 1.85 M e pesarla, trasferendola nel secondo recipiente grande per la soluzione madre di NaOH.
- Aggiungere nel recipiente il volume d'acqua** desiderato e mescolare bene. Attenzione! la temperatura salirà di circa 20°C.
- Vuotare la buretta contenente il carbonato di sodio.** Avvinarla e riempirla con la soluzione di NaOH.
- Prelevare dalla buretta un volume preciso (ca. 50 mL) di soluzione di NaOH** trasferendoli nel becher da 250 mL, allungare con acqua fino a ca. 100 mL, aggiungere 2-3 gocce di indicatore (lo stesso che useranno gli allievi) e titolare con HCl presente nell'altra buretta fino a viraggio dell'indicatore.
- Calcolare la concentrazione di NaOH**, se C_a è la concentrazione dell'acido ottenuta nelle precedenti titolazioni e V_a e V_b sono i volumi di acido e base al punto finale della titolazione, $C_b = C_a \cdot V_a/V_b$.
- Ripetere la titolazione per tre o più volte e calcolare la media di C_b .** **Annotare questo valore in un luogo sicuro ma non riportarlo sulle bottiglie consegnate agli allievi.** Appena terminata la prova, e comunque prima dell'invio delle scansioni agli organizzatori, riportare il valore corretto di riferimento nell'apposito spazio in testa ai fogli risposte.
- Riporre la soluzione in un recipiente ermetico per evitarne la carbonatazione.**

Durante la prova:

- Controllare che i concorrenti **utilizzino in maniera corretta le burette (e i pipettatori)**, spiegandone la modalità d'uso laddove necessario.
- Fornire indicazioni in merito al tipo di **indicatore di pH** fornito e ai colori legati al viraggio.
- Controllare che **i reagenti non vengano contaminati** durante le operazioni di pesata e che i loro **contenitori non rimangano aperti**.
- “Dirigere il traffico” in prossimità delle bilance** per evitare affollamenti o che vengano monopolizzate da concorrenti particolarmente lenti. Per esempio dare bassa priorità a chi volesse a tutti i costi usare la bilancia per pesare l'acqua nel calorimetro nonostante venga fornito il cilindro graduato.
- Controllare che i concorrenti utilizzino i dispositivi di protezione individuale (guanti, occhiali, possibilmente anche camice) almeno nel corso delle attività che comportino l'uso di NaOH (anche da parte dei gruppi su banconi vicini!).**
- Incoraggiare** i concorrenti soprattutto nei momenti di difficoltà, senza ovviamente dare suggerimenti o aiuti materiali!

Al termine della prova:

- IMPORTANTE:** Riportare in testa ai fogli risposte del tema di Chimica la **concentrazione effettiva** della soluzione di NaOH fornita e **firmare**.

Buon lavoro!