

TE LA DO IO LA CINETICA!

**«Lavoro di ricerca» coinvolgendo studenti della classe
seconda - ITT Barsanti (Castelfranco V.to)**

Prof. Giuseppe Amendola

La reazione che tutti conosciamo..

Chi di noi non ha utilizzato almeno una volta questa reazione per dimostrare la dipendenza della velocità di reazione dalla concentrazione dei reagenti?



Quindi in che modo la concentrazione influenza la velocità di reazione?



La fa aumentare
prof!

Troppo generico.. le reazioni non sono tutte uguali, non vi pare?



Uff..

l'Equazione Cinetica

$$**v = k [reagente_1]^m [reagente_2]^n**$$

Costante cinetica K

Ordine di reazione parziale m

Ordine di reazione parziale n



«k», «n» e «m» sono determinabili solo sperimentalmente, ma a volte «m» e «n» coincidono con i coefficienti stechiometrici..



Quindi tipo..per il permanganato è 2 ?

Non è detto..

..e ti pareva..

La trattativa

Come coinvolgere gli studenti..

- Ad utilizzare conoscenze (sulle soluzioni),
- Abilità (nell'utilizzare vetreria e strumentazione),
- Capacità di utilizzare PC,

In una situazione di lavoro in cui è richiesta responsabilità ed autonomia?

Vi propongo di scoprirlo assieme
lavorando in laboratorio con il
nuovo acquisto: spettrofotometro
UV/visibile



Quindi tipo..se sbagliamo
tutto ci mette voti
negativi?

Ma tipo .. Se anche
prendo 6 ma ho la
media del 7?

Vi propongo di scoprirlo assieme
lavorando in laboratorio con il
nuovo acquisto: spettrofotometro
UV/visibile



Quindi tipo..se sbagliamo
tutto ci mette voti
negativi?

Ma tipo .. Se anche
prendo 6 ma ho la
media del 7?

Il compromesso



- Innanzitutto il prof. lavora con voi (scaffolding)
- Se il voto non vi garba non lo riporto sul registro (bonarietà)
- Avrete comunque un giudizio positivo (ricompensa)



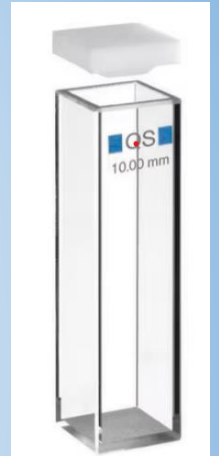
- **MA.. se non collaborate e non lavorate seriamente sono «2» che piovono!!**
(giusta pretesa)

SI PARTE!

1. RIFARE LA SOLUZIONE DI PARTENZA DI KMnO_4
2. DETERMINARE IL PICCO DI ABS DEL KMnO_4
3. FARE CURVA DI TARATURA Abs vs $[\text{KMnO}_4]$
4. PREPARARE SOLUZIONI REAGENTI
5. STABILIRE LA PROCEDURA
6. ESEGUIRE LE CINETICHE
7. ELABORARE I DATI
8. CONCLUSIONI

Cosa serve:

1. Spettrofotometro Visibile
2. Vetreria (matraci e beker)
3. Pipetta a siringa regolabile e puntali
4. Cuvette per visibile con tappo
5. Cronometro
6. Bilancia tecnica 0,00 g
7. PC e foglio di lavoro elettronico



Ricondurre la reazione a pseudo «m-esimo» ordine

$$v = k [\text{KMnO}_4]^m$$

La concentrazione molare degli altri reagenti deve essere $\gg 100$ volte

(NB: per la reazione dimostrativa si usa soluz. 0,02M di permanganato e soluz. 0,05 M di acido ossalico.. Non vanno bene!)

#1 - Soluzione madre di KMnO_4

La soluzione madre (per pesata) non deve essere preparata dagli studenti !

$[\text{KMnO}_4] = 0,010 \text{ mol/L}$
(1,580 g/Litro)

da diluire 1:1



• $[\text{KMnO}_4] = 0,005 \text{ mol/L}$

Indicazioni di sicurezza	
Simboli di rischio chimico	
	
pericolo	
Fraasi H	272 - 302 - 314 - 361d - 373 - 410 ^[1]
Consigli P	210 - 220 - 280 - 301+330+331 - 303+361+353 - 305+351+338 - 310 ^[1]

#1 - Soluzione madre di KMnO_4

CONCENTRAZIONI

- $[\text{KMnO}_4] = 0,005 \text{ mol/L}$

Diluizione per le cinetiche

- $[\text{KMnO}_4] = 0,001 \text{ mol/L}$

- $[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] = 0,5 \text{ mol/L}$

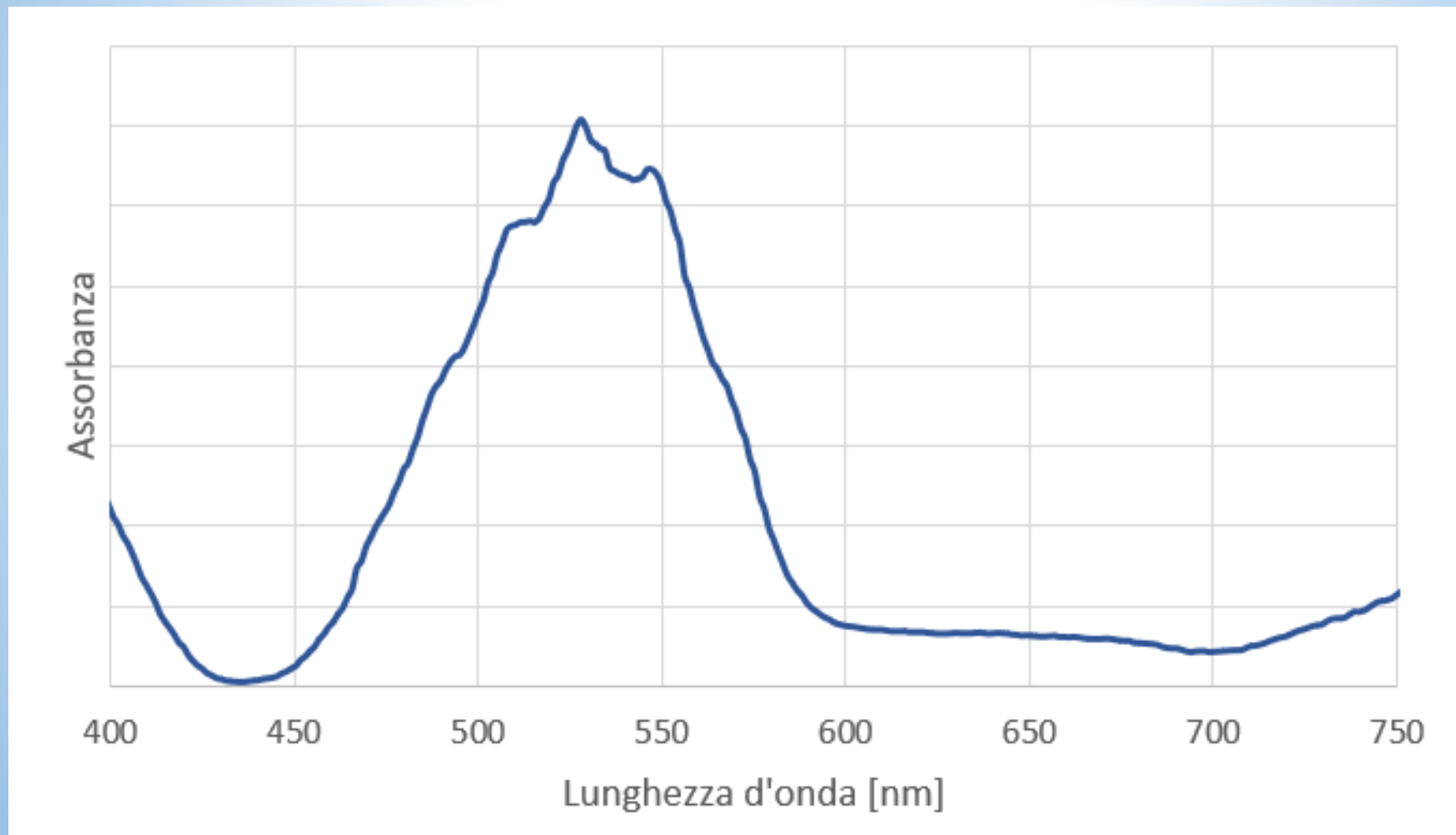
- $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 18 \text{ mol/L (conc.)}$

Rapporto

- $[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] / [\text{KMnO}_4] = 500$

- $[\text{H}_2\text{SO}_4] / [\text{KMnO}_4] = 18000$

#2 – Spettro assorbimento KMnO_4



#3 Curva di taratura abs vs [KMnO₄]

Gli studenti preparano le soluzioni di taratura applicando la regola delle diluizioni $C_1V_1=C_2V_2$ a partire dalla soluzione madre di 0,005 mol/L ..



	C (mol /l)	V soluzione (ml)	V Matraccio (ml)	[KMnO ₄]	mg/L
1	0,005	20	100	0,001	158,0
2	0,005	10	100	0,0005	79,0
3	0,005	6	100	0,0003	47,4
4	0,0005	30	100	0,00015	23,7
5	0,0003	20	100	0,00006	9,5
6	0,00006	40	100	0,000024	3,8
7	0,000024	40	100	0,0000096	1,5

#3 Curva di taratura abs vs $[KMnO_4]$

..e determinano l'assorbanza a 546 nm (decisione autonoma degli studenti)



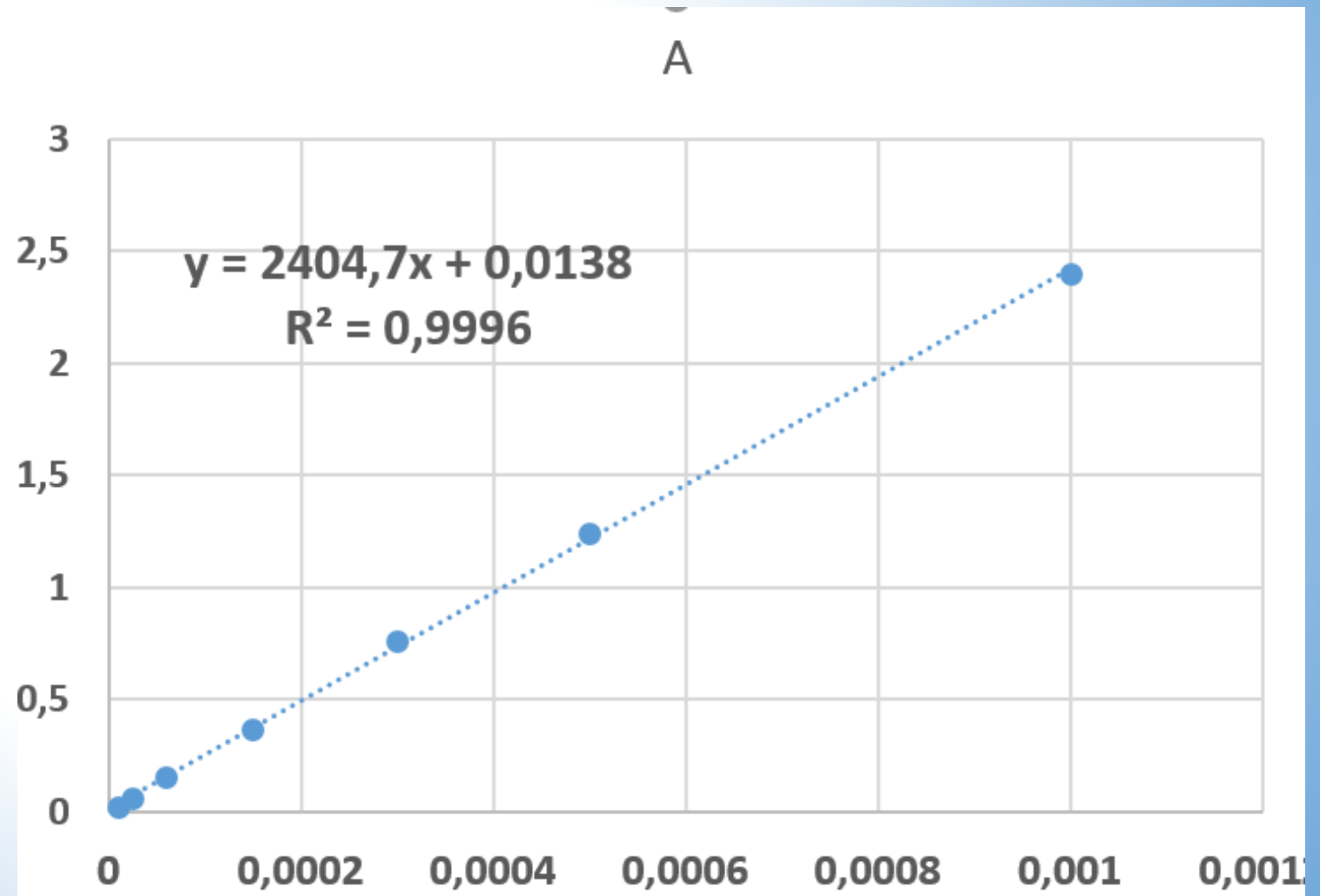
	$[KMnO_4]$	A
bianco	0,000	0,000
1	0,001	2,400
2	0,0005	1,241
3	0,0003	0,759
4	0,00015	0,372
5	0,00006	0,153
6	0,000024	0,061
7	0,0000096	0,025

#3 Curva di taratura

L'accuratezza della curva di taratura è fondamentale per la riuscita dello studio cinetico!

- Ascissa: $[KMnO_4]$
- Ordinata: Assorbanza
- Legge di Lambert Beer

$$A = \epsilon C d$$



#4 REAGENTI

- **SOLUZIONE ACIDA:**

30 ml di soluzione di acido ossalico 0,5 molare

+

2 ml di acido solforico conc. : 96% (18 molare)

- **SOLUZIONE PERMANGANATO: 0,001 mol/L**

5 : PROCEDURA

STUDENTE 1: Con pipetta automatica preleva 1,5 ml di SOLUZIONE ACIDA e la inserisce nella cuvetta da 3 ml

STUDENTE 2: Cambia puntale alla siringa e preleva 1,5 ml di soluzione di permanganato e la inserisce nella cuvetta contenente la soluzione acida

STUDENTE 3: Fa scattare il cronometro quando la studente 2 inserisce il permanganato nella cuvetta

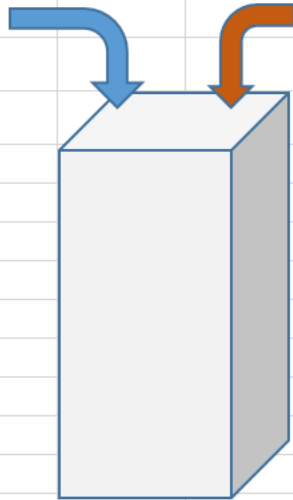
STUDENTE 2: tappa la cuvetta e la capovolge due volte, poi la posiziona nello spettrofotometro, dove è già stato fatto il bianco (azzeramento strumento) con la soluzione acida.

STUDENTE 1: segue l'andamento di assorbanza sul display; quando lo studente 3 avvisa che sono scoccati i 30 secondi trascrive il valore.

5 : PROCEDURA

1) 1,5 ml Soluzione acida

2) 1,5 ml Soluzione KMnO_4



PARTE IL CRONOMETRO
 $t=0$



4) si inserisce la cuvetta nello strumento

Pulire le facce della cuvetta con carta !



3) si tappa e si capovolge la cuvetta



5) a 30 " leggere il valore di assorbanza



$t=30$



#6 ESEGUIRE LE CINETICHE

Ogni gruppo esegue quattro cinetiche partendo dalle prime 4 soluzioni di permanganato utilizzate per la curva di taratura:

	soluzioni [KMnO₄]	diluizione 1:1 in cuvetta	Esperimento n.	[KMnO₄] t=0	ABS a t=30 s
1	0,001		1	0,0005	
2	0,0005		2	0,00025	
3	0,0003		3	0,00015	
4	0,00015		4	0,000075	

#7 ELABORAZIONE DATI

Gli studenti calcolano la differenza di concentrazione a tempo $t=0$ e a tempo $t=30$ s dedotta dal valore di assorbanza e utilizzando la curva di taratura:

$$\Delta[\text{KMnO}_4] = ([\text{KMnO}_4]_{t=0} - [\text{KMnO}_4]_{t=30})$$

Ed infine la velocità di reazione osservata:

$$v = \Delta[\text{KMnO}_4] / 30 \text{ s}$$

#7 ELABORAZIONE DATI

Esperimento n.	[KMnO ₄] t=0	ABS a t=30 s	[KMnO ₄] t=30"	Delta [KMnO ₄]	v
1	0,0005	1,081	0,000443245	5,67554E-05	9,45923E-07
2	0,00025	0,551	0,000223117	2,68825E-05	4,48042E-07
3	0,00015	0,345	0,000137559	1,24413E-05	2,07356E-07
4	0,000075	0,177	6,77825E-05	7,21747E-06	1,20291E-07

#7 ELABORAZIONE DATI

VERIFICA IPOTESI: CINETICA DI PRIMO ORDINE

Se la cinetica è di primo ordine il rapporto

$$K = v / [\text{KMnO}_4]$$

Deve risultare costante in tutte le cinetiche eseguite a varie concentrazioni iniziali di permanganato

#7 ELABORAZIONE DATI – VERIFICA 1° ORDINE

Esperimento n.	[KMnO ₄] t=0	v	Kr=v/[KMnO ₄]
1	0,0005	9,45923E-07	0,001892
2	0,00025	4,48042E-07	0,001792
3	0,00015	2,07356E-07	0,001382
4	0,000075	1,20291E-07	0,001604
		media	0,001668
		dev.st	0,000225

#7 ELABORAZIONE DATI

VERIFICA IPOTESI : CINETICA DI SECONDO ORDINE

Se la cinetica è di secondo ordine il rapporto

$$K = v / [\text{KMnO}_4]^2$$

Deve risultare costante in tutte le cinetiche eseguite a varie concentrazioni iniziali di permanganato

#7 ELABORAZIONE DATI – VERIFICA 2° ORDINE

Esperimento n.	[KMnO ₄] t=0	v	Kr=v/[KMnO ₄] ²
1	0,0005	9,45923E-07	3,78369398
2	0,00025	4,48042E-07	7,16866719
3	0,00015	2,07356E-07	9,21580300
4	0,000075	1,20291E-07	21,38509320

#8 CONCLUSIONI

I dati del gruppo che ha lavorato meglio (quelli pubblicati nelle precedenti diapositive) forniscono i seguenti risultati:

L'ORDINE DI REAZIONE PARZIALE RISPETTO A KMnO_4 : 1° ORDINE

Valore della costante cinetica: $0,00167 \text{ s}^{-1}$ (dev.std = 0,0022)

#8 CONCLUSIONI

E gli altri gruppi?



#8 CONCLUSIONI

Suvvia.. Guardiamo al di là del mero risultato numerico:

- Gli altri gruppi hanno riscontrato comunque più probabile una cinetica del 1° ordine piuttosto che del 2° ordine ma..
- Il valore medio della costante cinetica risulta un po' diverso e la dev.std. molto elevata. In questo caso gli studenti hanno capito di aver commesso degli errori durante la procedura.

#8 CONCLUSIONI

Alcuni risultati a confronto:

gruppo	Ipotesi 1° ordine		Ipotesi 2° ordine	
	valore medio della Kr	dev.std.	valore medio della Kr	dev.std.
A	0,00167	0,00022	10,38831	7,66575
B	0,00124	0,00157	17,10346	27,08009
C	0,00103	0,00139	7,59369	10,79196

#8 CONCLUSIONI

Dal punto di vista didattico l'esperienza:

- Ha reso più concreto il concetto di equazione cinetica
- Ha fatto osservare concretamente che l'ordine di reazione non sempre coincide con il coefficiente stechiometrico

Gli studenti:

- Hanno costruito con le proprie mani dati sperimentali
- Hanno messo in pratica le loro conoscenze e capacità
- Hanno lavorato in gruppo e con notevole autonomia!
- Hanno elaborato dati con foglio elettronico in modo professionale

#8 CONCLUSIONI

La maggiore familiarità con equazione cinetica, e con i suoi parametri, è propedeutica alla comprensione dell'equilibrio chimico e del suo intimo funzionamento, e come questo (l'equilibrio mobile) può essere pilotato a nostro piacimento.

Il principio di Le Chatelier può essere infatti **visualizzato**, **indagato** e **sperimentato** dagli studenti sulla base di una simulazione basata sulle equazioni cinetiche delle reazioni diretta e inversa.

(prossima presentazione ?)

«TE LA DO IO LA CINETICA»

(ITT BARSANTI - Castelfranco Veneto – A.S. 2020-2021)

FINE

Grazie per l'attenzione!