

REGIONE
TOSCANA



**Prodotto realizzato con il contributo della Regione Toscana
nell'ambito dell'azione regionale di sistema**

Laboratori del Sapere Scientifico

UN PERCORSO SPERIMENTALE PER RICAVARE L'EQUAZIONE GENERALE DI STATO DEI GAS

**I.T.I.S. «Antonio Meucci» – Firenze
A.S. 2014 – 2015**

Collocazione del percorso effettuato nel curricolo verticale

- Negli Istituti Tecnici Industriali le materie di Scienze Integrate sono presenti solo al biennio e fra queste al secondo anno è previsto lo studio di Biologia, per cui è stato pensato un percorso al primo anno, che coinvolga le varie discipline di Scienze Integrate, che potesse portare ricadute di tipo metodologico negli anni successivi.
- Prerequisiti: stati di aggregazione, temperatura, volume, pressione, strumenti di misura, valutazioni delle incertezze sulle misure, proporzionalità diretta e inversa, diagrammi cartesiani, rappresentazione di retta e iperbole; formule inverse.

Obiettivi essenziali di apprendimento

- Saper raccogliere correttamente dati sperimentali
- Saper rappresentare graficamente dati sperimentali
- Saper leggere ed interpretare grafici di vario tipo
- Saper tradurre ed interpretare con il linguaggio della matematica le relazioni tra i dati raccolti
- saper leggere un grafico mai visto prima
- utilizzare in contesti e situazioni diverse alcune grandezze fisiche fondamentali

Elementi salienti dell'approccio metodologico

- Gli studenti vengono accompagnati dagli insegnanti in un percorso che prevede lo studio di alcuni fenomeni per via induttiva: dal macroscopico al microscopico e dall'aspetto fenomenologico qualitativo all'aspetto quantitativo. E' previsto l'uso del «brain-storming» nella fase iniziale e della discussione guidata in classe come momento di rielaborazione collettiva.
- In particolare gli studenti: rilevano il valore di alcune grandezze (pressione e volume per la trasformazione isoterma; pressione e temperatura per la trasformazione isocora) e organizzano i dati in opportune tabelle, con la guida dei docenti di chimica e fisica; organizzano i dati raccolti in una relazione matematica (diretta e inversa proporzionalità) e collegano fra di loro le relazioni così ottenute in un'unica equazione di stato

Materiali, apparecchi e strumenti impiegati

- quaderno di laboratorio
- recipiente in cui sia possibile fare il vuoto (campana di vetro), pompa per il vuoto, palloncini; siringhe, tappi di gomma, blocchi di ferro;
- pistone di Boyle; pompa per il vuoto;
- bottiglia di vetro, tappo di sughero;
- sfera metallica a gas di Von Jolly munita di manometro tarato in hPa; piastra riscaldante con termostato; becher con acqua; termometri a liquido e digitale
- carta millimetrata e righello per la costruzione di grafici

Ambiente in cui è stato sviluppato il lavoro

- Aula
- Aula multimediale
- Laboratorio di chimica
- Laboratorio di fisica

Tempo impiegato

- per la messa a punto nel Gruppo LSS: 8 ore
- per la progettazione specifica: 8 ore
- tempo scuola di sviluppo del percorso: 26 ore nella 1M; 18 nella 1L
- tempo per la documentazione: 12 ore

Brain storming

L'insegnante pone agli alunni alcune domande sui gas fra cui le seguenti:

- Cosa sono gli aeriformi? Che differenza c'è fra gas e vapori?
- Quali gas conoscete?
- Conoscete qualche esempio reale di trasformazione che riguarda un gas?

Come previsto nella progettazione, i ragazzi parlano della loro esperienza quotidiana: palloncini che si gonfiano e si sgonfiano, gomme della bicicletta che vengono gonfiate, bombole del gas. Dietro suggerimento dell'insegnante si comincia a parlare anche di aria e pressione atmosferica

Variabili di stato

Per introdurre le variabili di stato, l'insegnante pone la seguente domanda: «Quali sono le grandezze fisiche in gioco nelle trasformazioni dei gas?»

Un ragazzo fa riferimento all'esempio dell'uso della pompa per gonfiare le ruote della bicicletta, già emerso dalla discussione, e individua le seguenti grandezze fisiche coinvolte:

- La pressione: quando si gonfia la gomma della bicicletta si può leggere la pressione sul manometro
- Il volume: la dimensione della gomma varia durante l'operazione di pompaggio
- La temperatura: azionando la pompa, si nota un effetto termico.

Proporzionalità diretta e inversa

- Viene ripreso lo studio delle relazioni di proporzionalità diretta e inversa, già viste a matematica.
- Vengono proposti esempi di serie di dati numerici a partire dai quali si fanno realizzare grafici, sottolineando l'importanza delle unità di misura delle grandezze fisiche considerate come esempio.
- Lo svolgimento degli esercizi evidenzia la difficoltà degli studenti di affrontare quelli che a giudizio degli insegnanti dovrebbero essere prerequisiti essenziali: stabilire la scala da utilizzare, riportare i punti su di un grafico, riconoscere dalla curva risultante il tipo di proporzionalità fra le grandezze in esame.

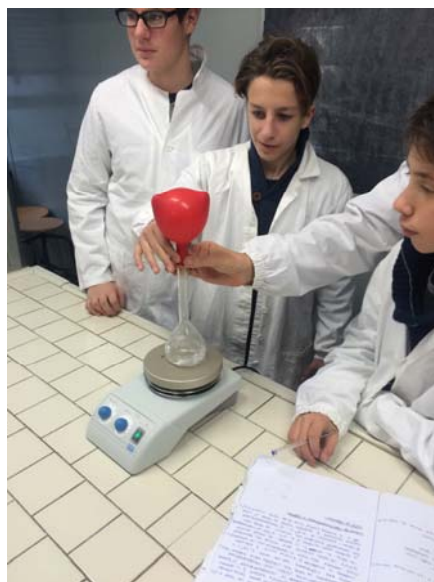
Trasformazioni con una variabile costante

- A questo punto l'insegnante ha posto il problema dello studio di TRE variabili, che non può essere affrontato matematicamente e non sarebbe rappresentabile in un diagramma a due dimensioni: su questo punto gli studenti, come previsto da alcuni insegnanti durante a messa a punto della progettazione del percorso, non sono stati in grado di arrivare da soli ad individuare il problema dello studio contemporaneo tre variabili, non conoscendo bene il *significato* della rappresentazione di dati sperimentali su diagramma cartesiano.
- Tuttavia, una volta capito questo, hanno da soli trovato la soluzione di mantenere costante una delle tre grandezze e far variare le altre due, per poterle poi rappresentare su un diagramma a due dimensioni.

Esperienze qualitative

- La classe è stata divisa in gruppi e, dopo aver distribuito il materiale necessario, ogni gruppo ha lavorato osservando il comportamento del gas aria nelle seguenti esperienze:
- **Trasformazione a temperatura costante** : sotto una campana di vetro, a temperatura ambiente (circa 20°C), portato ad una pressione di circa 30 mbar il palloncino si gonfia; riportando la pressione a valori superiori, il palloncino si sgonfia.
- **Trasformazione a pressione costante**: un matraccio munito di palloncino viene riscaldato e raffreddato (il palloncino si gonfia durante il riscaldamento e si sgonfia raffreddando).
- **Trasformazione a volume costante**: un matraccio con poca acqua e munito di tappo viene scaldato su una piastra riscaldante; dopo un po' il tappo “salta”, spinto dall'aumento della pressione interna.

Documentazione delle attività svolte dagli alunni



Un gruppo di studenti al lavoro nel laboratorio di chimica su esperienze qualitative: a sinistra trasformazione a pressione costante e a destra trasformazione a volume costante.

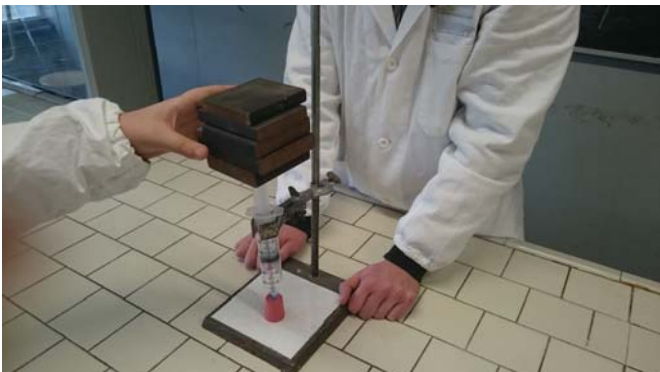
Progettazione di un'esperienza quantitativa con trasformazione a temperatura costante

- E' stato piuttosto difficile arrivare alla progettazione di un'esperienza con una siringa: infatti gli studenti, continuavano a fare riferimento a ciò che è loro familiare, il riscaldamento, e perdevano di vista il punto cruciale, mantenere costante la temperatura.
- Alla fine tuttavia l'idea dell'esperienza con la siringa è venuta fuori, anche se senza molti particolari di realizzazione sperimentale.

Realizzazione di un'esperienza quantitativa con trasformazione a temperatura costante

- Ancora una volta la classe è stata divisa in gruppi e ogni gruppo ha realizzato l'esperienza descritta qui sotto. Sono state date solo indicazioni di massima, lasciando agli studenti la gestione dei particolari, come il mettere in equilibrio i pesi sul pistone della siringa o organizzare l'uso della bilancia (una sola per tutti i 6 gruppi).
- **MATERIALE NECESSARIO:** siringhe di due diverse capacità (p.s.= 5ml e s.s.=0,2ml; p.s.= 20ml e s.s.= 1ml); tappi di gomma; blocchi di ferro di massa di circa un chilogrammo ciascuno; asta di sostegno, pinze metalliche; bilancia (p.s.=2kg; s.s.=1g).
- **PROCEDIMENTO:** una siringa contenente aria viene montata in verticale con la punta inserita in un tappo di gomma; gradualmente il pistone viene “caricato” con un blocco, due blocchi ecc. di cui viene misurata la massa e viene letto il volume dell'aria nella siringa.
- Sono stati misurati inoltre la pressione atmosferica e il diametro del pistone della siringa, dati necessari per le elaborazioni successive.

Documentazione delle attività svolte dagli alunni



Trasfor-
mazione a
tempera-
tura
costante: i
ragazzi al
lavoro nel
laborato-
rio di
chimica
con
siringa e
blocchi di
ferro.

Note di lavoro

- I ragazzi hanno eseguito l'esperienza con grande entusiasmo, realizzando un numero di prove maggiori del previsto (fino a 6 blocchi di ferro): si sono organizzati autonomamente e hanno collaborato per poter eseguire le prove nell'unica ora di tempo assegnato. Anche i ragazzi più problematici e passivi durante le altre occasioni si sono resi protagonisti della prova, particolarmente nell'affrontare e risolvere i piccoli problemi pratici.

Discussione collettiva ed elaborazione dei dati sperimentali

- **Discussione sulla relazione fra pressione e volume:** gli studenti hanno subito rilevato che all'aumentare della pressione diminuisce il volume, ma si sono anche chiesti se la relazione fosse di inversa proporzionalità (l'insegnante ha fatto l'esempio di una retta con coefficiente angolare negativo per far vedere che anche in questo caso avremmo, all'aumentare della x , la diminuzione della y); per rispondere hanno deciso che era necessario fare il grafico e controllare se la curva fosse un ramo di iperbole.
- **Guida all'elaborazione dei dati sperimentali:** le masse utilizzate sono state trasformate in forza peso prima e pressione poi, tenendo conto della superficie del pistone e utilizzando le unità internazionali.
- I dati sono stati riportati in una tabella, completa di prodotto $P.V$, per controllare se c'era relazione di inversa proporzionalità.

Collegamenti interdisciplinari

- Gli insegnanti hanno sottolineato alla classe la corrispondenza fra le variabili x e y , notazione utilizzata in matematica, e le grandezze P e V , per chiarire il significato fisico delle relazioni matematiche ottenute.
- Durante le ore di Scienze della Terra la docente ha trattato la variazione della pressione con la profondità del mare, per mettere in relazione l'equazione di Boyle con il problema pratico dei sommozzatori durante la risalita: infatti se il sub non risale lentamente regolando la pressione dell'aria nella bombola, la diminuzione della pressione esterna fa aumentare il volume dell'aria contenuta nei suoi polmoni, con possibili gravi conseguenze.

Documentazione delle attività svolte dagli alunni

TRASFORMAZIONE DI UN GAS A TEMPERATURA COSTANTE

SCOPO DELL'ESPERIMENTAZIONE:
 Trovare la relazione fra P e V nella trasformazione di un gas a temperatura costante.

IPOTESI:

- la relazione è lineare
- la relazione è inversa
- la relazione è quadratica
- la relazione è cubica
- la relazione è esponenziale
- la relazione è logaritmica
- la relazione è iperbolica

PROCEDIMENTO:

- preparazione del gas
- misurazione della pressione
- misurazione del volume
- trasformazione del gas
- registrazione dei dati
- analisi dei dati

DATI Sperimentali:

$P_1 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_2 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_3 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_4 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

$V_1 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_2 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_3 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_4 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Calcoli:

$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = P_4 V_4 = 2,026 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$

$P_1 V_1 = 1,013 \times 10^5 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,026 \times 10^{-2}$

$P_2 V_2 = 1,013 \times 10^5 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,026 \times 10^{-2}$

$P_3 V_3 = 1,013 \times 10^5 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,026 \times 10^{-2}$

$P_4 V_4 = 1,013 \times 10^5 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,026 \times 10^{-2}$

Conclusioni:

La relazione tra P e V è lineare e inversa.

TRASFORMAZIONE DI UN GAS A TEMPERATURA COSTANTE

SCOPO DELL'ESPERIMENTAZIONE:
 Trovare la relazione fra P e V nella trasformazione di un gas a temperatura costante.

IPOTESI:

- la relazione è lineare
- la relazione è inversa
- la relazione è quadratica
- la relazione è cubica
- la relazione è esponenziale
- la relazione è logaritmica
- la relazione è iperbolica

PROCEDIMENTO:

- preparazione del gas
- misurazione della pressione
- misurazione del volume
- trasformazione del gas
- registrazione dei dati
- analisi dei dati

DATI Sperimentali:

$P_1 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_2 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_3 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_4 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

$V_1 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_2 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_3 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_4 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Calcoli:

$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = P_4 V_4 = 2,026 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$

$P_1 V_1 = 1,013 \times 10^5 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,026 \times 10^{-2}$

$P_2 V_2 = 1,013 \times 10^5 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,026 \times 10^{-2}$

$P_3 V_3 = 1,013 \times 10^5 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,026 \times 10^{-2}$

$P_4 V_4 = 1,013 \times 10^5 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,026 \times 10^{-2}$

Conclusioni:

La relazione tra P e V è lineare e inversa.

Relazione di uno studente:
 trasformazione di un gas a temperatura costante.

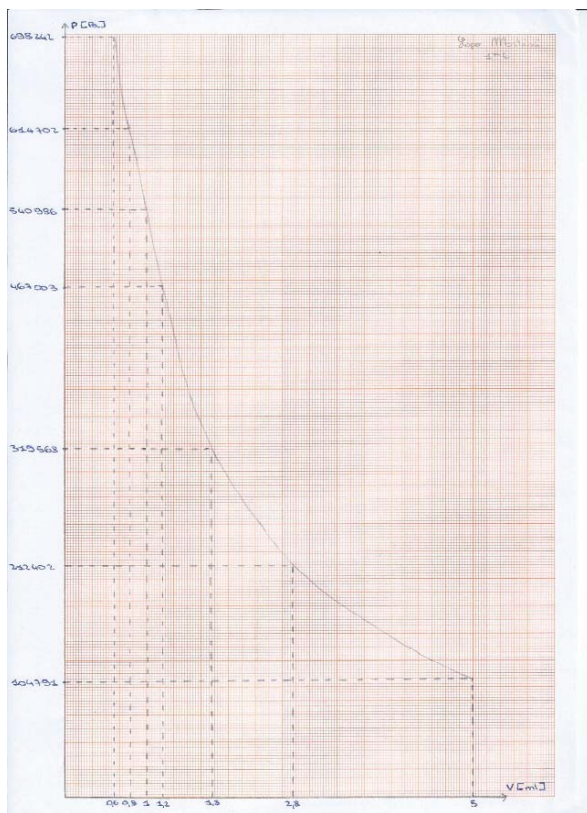


Grafico relativo alla trasformazione a temperatura costante

Progettazione di un'esperienza quantitativa con trasformazione a volume costante

Dopo la precedente esperienza, questa progettazione è stata molto articolata e concreta e gli studenti, guidati dall'insegnante, sono riusciti a definire ogni particolare. Si riportano i tratti essenziali della discussione avvenuta in classe.

- Scelta del contenitore del gas: occorre un contenitore *indeformabile*, una bombola.
- Scelta del materiale della bombola: dovrà essere di metallo, per la buona conducibilità termica e l'alta temperatura di fusione.
- Scelta della modalità di trasformazione: gli studenti hanno discusso se:
 - a) variare P e misurare T : in questo caso si dovrebbe usare un compressore e tenere un termometro dentro la bombola, ma poi non si saprebbe come leggere i risultati. Allora:
 - b) variare T e misurare P : questa modalità è apparsa subito realizzabile. Così i ragazzi hanno pensato di scaldare il contenitore e misurare la pressione interna applicando un manometro alla bombola

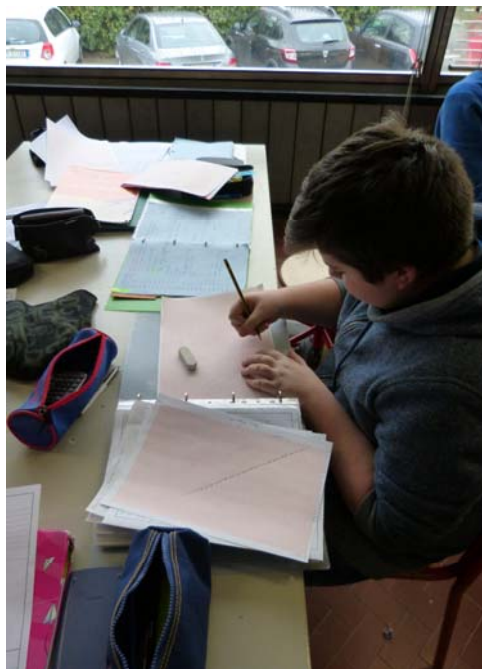
- Scelta della modalità di riscaldamento: questa volta il confronto fra le varie idee ha portato alle seguenti conclusioni:
 - a) fornello o fiamma ossidante: c'è il problema del riscaldamento localizzato con riscaldamento non omogeneo
 - b) forno: il riscaldamento è omogeneo, ma la lettura diventa problematica, e inoltre non abbiamo un forno
 - c) bagnomaria: in questo caso gli studenti hanno definito anche i particolari: il termometro dovrà essere immerso nell'acqua vicino alla bombola in cui avviene la trasformazione, bombola che dovrà risultare completamente immersa nell'acqua e che non dovrà toccare il fondo.
- Scelta delle temperature per le misure: devono essere facilmente realizzabili, dunque gli studenti hanno pensato ai seguenti riferimenti: acqua e ghiaccio (0°C); temperatura ambiente; temperatura di ebollizione dell'acqua.

Nota: le modalità pratiche sono state modificate per ottenere i migliori risultati, in base alle prove effettuate dagli insegnanti.

Documentazione delle attività svolte dagli alunni



Sopra: una lezione nell'aula di fisica. A destra: un ragazzo al lavoro con carta millimetrata, righello e lapis

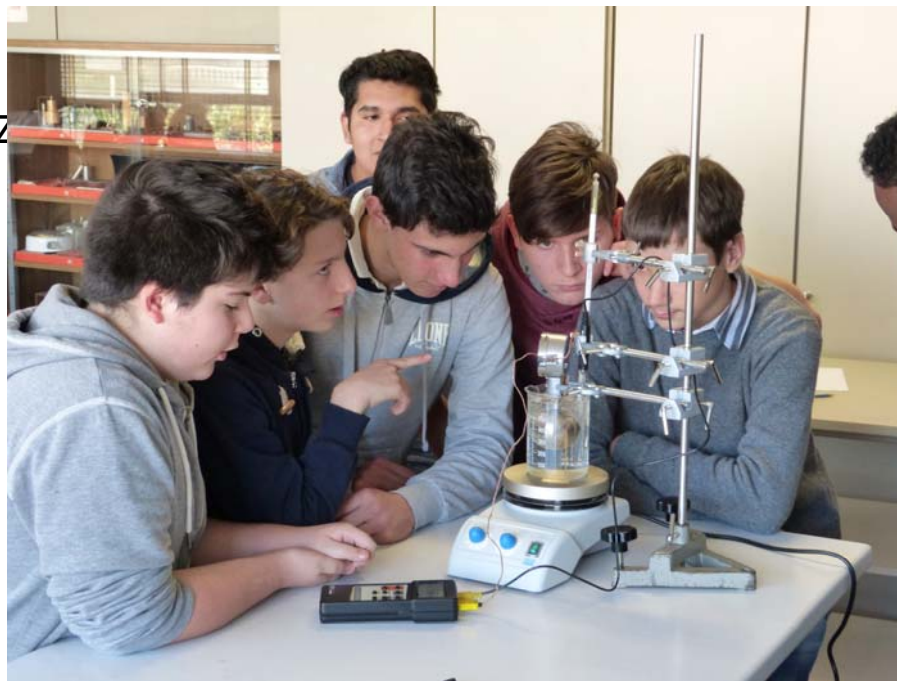
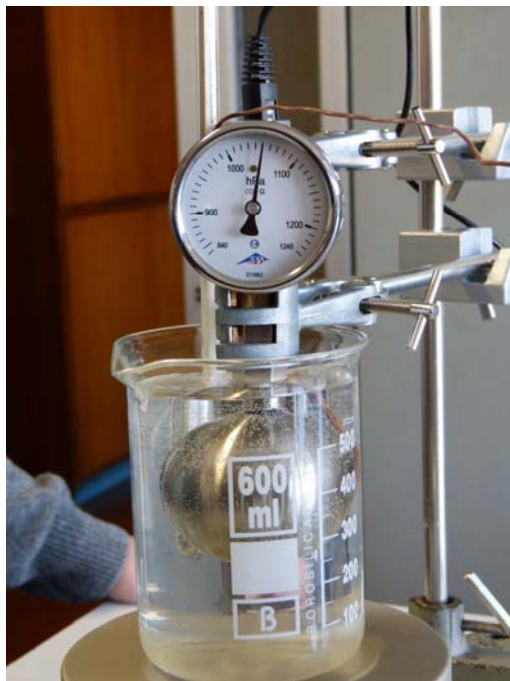


30/10/15

Realizzazione di un'esperienza quantitativa con trasformazione a volume costante

- Sotto la guida dell'insegnante i ragazzi hanno montato l'apparecchio e rilevato i dati sperimentali come qui di seguito descritto:
- **MATERIALE NECESSARIO:** sfera metallica a gas di Von Jolly; un manometro collegato alla sfera di Von Jolly; piastra riscaldante con termostato; bicchiere con acqua, asta di sostegno e pinze, due termometri (uno a mercurio e uno digitale).
- **PROCEDIMENTO:** la sfera viene immersa nel bicchiere che contiene acqua a temperatura ambiente e il bicchiere viene riscaldato gradualmente. Vengono rilevati i valori della temperatura ad intervalli di 10hPa misurati sul manometro, mediando i valori letti sui due termometri.
- Nel grafico relativo sono state riportate le incertezze, ricavate da quelle strumentali di termometri e manometro.

Documentazione delle attività svolte dagli alunni



CLASSE 1° M	ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE STATALE "A. MEUCCI" - Firenze	N° ESERCITAZIONE 5
LABORATORIO DI FISICA		
4	ALUNNO <u>SARDI FEDERICO</u>	DATA <u>11/02/15</u>

TITOLO E SCOPO DELL'ESPERIMENTO
TITOLO = Agas a gas di VON JOLLY, verifica 2ª legge di
GAY LUSSAC trasformazioni ISOCORE (V COSTANTE)
SCOPO = Misura indiretta del coefficiente di tensione β

ELENCO DEGLI STRUMENTI E DEL MATERIALE
 BECKER, ASTA DI SOSTEGNO, 2
 TERMOMETRI (S.S. = 1°C P=)
 1 TERMOMETRO (S.S. = 0.2°C P=)
 MANOMETRO (P=350 hPa-1240 hPa S.S.=
 10 hPa), FORNELLINO, SFERA DI
 METALLO, PINZA A DIE MORSETTE

PRINCIPI FISICI SU CUI SI BASA L'ESPERIENZA

$$P = P_0 [1 - \beta(t - t_0)]$$

$$\beta = \frac{P - 1}{t - t_0}$$

$$\Delta\beta = \frac{P - 1}{t - t_0} \left[\frac{P}{P_0} \left(\frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta P'}{P_0} \right) + \frac{\Delta t + \Delta t_0}{t - t_0} \right]$$

SCHEMA

TABELLA DELLE MISURE															
N°	ΔP		P	Δt	t	$\Delta\beta$	β	N°	ΔP		P	Δt	t	$\Delta\beta$	β
	hPa	hPa							hPa	hPa					
1	10	1010	1	—	0,5	3,5		21	10	1210	1	74	0,5	3,5	
2		1020			20			22		1220		77			
3		1030			23			23		1230		80			
4		1040			24			24		1240		83			
5		1050			31										
6		1060			33										
7		1070			36										
8		1080			38										
9		1090			41										
10		1100			44										
11		1110			47										
12		1120			50										
13		1130			53										
14		1140			56										
15		1150			58										
16		1160			61										
17		1170			64										
18		1180			66										
19		1190			69										
20		1200			72										

NOTA PER L'INTERPRETAZIONE DEI GRAFICI ANNESSI
 FACENDO IL GRAFICO ABBIAMO NOTATO, UNENDO I PUNTI, CHE
 CI VIENE UNA RETTA E NON UN'IPERBOLE. LA PROPORZIONA
 LITA' È DIRETTA ANCHE SE NON PASSA PER L'ORIGINE.
 LA RETTA COMunque PASSA PER TUTTI I PUNTI.

Relazione di
 uno studente:
 trasformazione
 a volume
 costante
 (prima parte)

RISULTATI DELL'ESPERIENZA

$$\beta = (\beta \pm \Delta\beta) \approx (3,5 \pm 0,5) \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

STIMA DELL'ERRORE DELLE MISURE

$$\beta = \frac{\frac{1240}{83-20} - 1}{63} = \frac{1,2157 - 1}{63} = 0,003457 \cdot ^\circ\text{C}^{-1} = 3,457 \cdot 10^{-3} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\approx 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

(VEDI ALLEGATO, foglio a protocollo)

RELAZIONE

QUESTA È STATA LA NOSTRA QUINTA ESPERIENZA IN LABORATORIO. NOI ANDATI IN LABORATORIO E APPENA ENTRATI CI SIAMO SEDUTI AI TAVOLI, DIVISI NEGLI STESSI GRUPPI. QUESTA ESPERIENZA, PERÒ, NON L'HA FATTA OGNI GRUPPO MA È STATA FATTA SOLO DA ALCUNI DI NOI AL TAVOLO DEL PROFESSORE, PER FARLA VEDERE A TUTTI. IL PROFESSORE AVEVA ACCESSO UN FORNELLO CON SOPRA UN BECKER, CON ALL'INTERNO DELL'ACQUA. ACCANTO AL FORNELLO AVEVA MESSO UN'ASTA DI SOSTEGNO CON UNA PINZA A DUE MORSETTE CHE REGGEVA LA SFERA A GAS DI METALLO, CHE ERA IMMERSA NELL'ACQUA ALL'INTERNO

DEL BECKER. POI NELL'ACQUA C'ERANO ANCHE IMMERSI TRE TERMOMETRI PER VEDERE LA SUA TEMPERATURA. DUE DI QUESTI ERANO DIGITALI MENTRE UNO NORMALE. PER MISURARE LA PRESSIONE CI SIAMO SERVITI DI UNO STRUMENTO CHIAMATO MANOMETRO, LA CUI PORTATA ERA DI 950-1240 hPa MENTRE LA SENSIBILITÀ DI 10 hPa. IL MANOMETRO È UNO STRUMENTO CHE SERVE A MISURARE LA PRESSIONE NEI FLUIDI, IN UN CONTENITORE CHIUSO. ALCUNI DI NOI LEGGEVANO LA TEMPERATURA SUI TERMOMETRI MENTRE ALTRI, CONTEMPORANEAMENTE LEGGEVANO LA PRESSIONE SUL MANOMETRO; MENTRE IL VOLUME ERA COSTANTE. ABBIAMO RIPORTATO IN TABELLA IN TOTALE 24 MISURE, SIA PER LA PRESSIONE CHE PER LA TEMPERATURA. IN TABELLA C'ERA UNA SOLA MISURA PER LA TEMPERATURA, CHE ERA LA MEDIA DELLE TRE MISURE CHE GUARDAVAMO SUI TRE TERMOMETRI. INFINE ABBIAMO CALCOLATO IL COEFFICIENTE DI TENSIONE β CON LA RELATIVA INCERTEZZA $\Delta\beta$. β NON CI È TORNATA UGUALE A COME CI AVEVA DETTO IL PROFESSORE, MA ABBASTANZA SIMILE. QUESTO PERCHÉ QUANDO ABBIAMO LETTO LE MISURE SUL MANOMETRO E SUL TERMOMETRO ABBIAMO POTUTO COME METTERE NEGLI ERRORI, CHE POSSONO ESSERE STATI ERRORI DI APPROSSIMAZIONE, DI PARALLASSE, DI LETTURA, OPPURE ANCHE AVER FATTO A MENTE LA MEDIA DELLE TRE MISURE DELLA TEMPERATURA. COMunque VISTO CHE β CI È TORNATA SIMILE A COME DOVEVA TORNARE CI RITENIAMO ABBASTANZA SODDISFATTI, ANCHE PERCHÉ IL VALORE RIENTRAVA NELL'INCERTEZZA.

* ABBIAMO POI CALCOLATO ANCHE L'INCERTEZZA RELATIVA DELLA PRESSIONE E DELLA TEMPERATURA, E ANCHE P_0 E T_0 . LA PRESSIONE E LA TEMPERATURA LE ABBIAMO POI RIPORTATE NEL GRAFICO, CON LE INCERTEZZE.

EVENTUALI OSSERVAZIONI DELL'INSEGNANTE IO SONO RIMASTO ASSENTE DURANTE UNA LEZIONE, E SE MANCA QUALCOSA È PER QUESTO MOTIVO.

Bem 9

Relazione di
uno studente:
trasformazione
a volume
costante
(seconda
parte)

STIMA DELL'ERRORE DELLE MISURE (ALLEGATO) D.M. SARDI FEDERICO

N	ΔP	P	ΔT	T	ΔT	LP	LT	Sp	ST	ΔP	ΔT	Tg	Tg
1	10	1010	1	20	0,1	180	270	2	0,5	5	2	40	
2	10	1020	1	23	0,1	180	270	2	0,5	5	2	46	
3	10	1030	1	27	0,1	180	270	2	0,5	5	2	54	
4	10	1040	1	31	0,1	180	270	2	0,5	5	2	62	
5	10	1050	1	33	0,1	180	270	2	0,5	5	2	66	
6	10	1060	1	36	0,1	180	270	2	0,5	5	2	72	
7	10	1070	1	38	0,1	180	270	2	0,5	5	2	76	
8	10	1080	1	41	0,1	180	270	2	0,5	5	2	82	
9	10	1090	1	44	0,1	180	270	2	0,5	5	2	88	
10	10	1100	1	47	0,1	180	270	2	0,5	5	2	94	
11	10	1110	1	50	0,1	180	270	2	0,5	5	2	100	
12	10	1120	1	53	0,1	180	270	2	0,5	5	2	106	
13	10	1130	1	56	0,1	180	270	2	0,5	5	2	112	
14	10	1140	1	58	0,1	180	270	2	0,5	5	2	116	
15	10	1150	1	61	0,1	180	270	2	0,5	5	2	122	
16	10	1160	1	64	0,1	180	270	2	0,5	5	2	128	
17	10	1170	1	66	0,1	180	270	2	0,5	5	2	132	
18	10	1180	1	69	0,1	180	270	2	0,5	5	2	138	
19	10	1190	1	72	0,1	180	270	2	0,5	5	2	144	
20	10	1200	1	74	0,1	180	270	2	0,5	5	2	148	
21	10	1210	1	77	0,1	180	270	2	0,5	5	2	154	
22	10	1220	1	80	0,1	180	270	2	0,5	5	2	160	
23	10	1230	1	83	0,1	180	270	2	0,5	5	2	166	
24	10	1240	1										

$$\Delta x(P) = \frac{\Delta P}{P_{max}} = \frac{10}{1240} = 0,008064516 \approx 0,0081$$

$$\Delta x(T) = \frac{\Delta T}{T_{max}} = \frac{1}{83} = 0,012048192 \approx 0,012$$

$$T_g = \frac{T}{ST}$$

$$2) \frac{20}{0,5} = 40 \quad 3) \frac{41}{0,5} = 82 \quad 13) \frac{64}{0,5} = 128$$

$$3) \frac{23}{0,5} = 46 \quad 10) \frac{44}{0,5} = 88 \quad 16) \frac{66}{0,5} = 132$$

$$4) \frac{27}{0,5} = 54 \quad 11) \frac{47}{0,5} = 94 \quad 13) \frac{69}{0,5} = 138$$

$$5) \frac{31}{0,5} = 62 \quad 12) \frac{50}{0,5} = 100 \quad 20) \frac{72}{0,5} = 144$$

$$6) \frac{33}{0,5} = 66 \quad 13) \frac{53}{0,5} = 106 \quad 21) \frac{74}{0,5} = 148$$

$$7) \frac{36}{0,5} = 72 \quad 14) \frac{56}{0,5} = 112 \quad 22) \frac{77}{0,5} = 154$$

$$8) \frac{38}{0,5} = 76 \quad 15) \frac{58}{0,5} = 116 \quad 23) \frac{80}{0,5} = 160$$

$$9) \frac{41}{0,5} = 82 \quad 16) \frac{61}{0,5} = 122 \quad 24) \frac{83}{0,5} = 166$$

$$P_g = \frac{P - 1000}{Sp}$$

$$2) \frac{1020 - 1000}{2} = 10 \quad 3) \frac{1030 - 1000}{2} = 15 \quad 16) \frac{1160 - 1000}{2} = 80$$

$$3) \frac{1030 - 1000}{2} = 15 \quad 10) \frac{1100 - 1000}{2} = 50 \quad 17) \frac{1170 - 1000}{2} = 85$$

$$4) \frac{1040 - 1000}{2} = 20 \quad 11) \frac{1110 - 1000}{2} = 55 \quad 18) \frac{1180 - 1000}{2} = 90$$

$$5) \frac{1050 - 1000}{2} = 25 \quad 12) \frac{1120 - 1000}{2} = 60 \quad 19) \frac{1190 - 1000}{2} = 95$$

$$6) \frac{1060 - 1000}{2} = 30 \quad 13) \frac{1130 - 1000}{2} = 65 \quad 20) \frac{1200 - 1000}{2} = 100$$

$$7) \frac{1070 - 1000}{2} = 35 \quad 14) \frac{1140 - 1000}{2} = 70 \quad 21) \frac{1210 - 1000}{2} = 105$$

$$8) \frac{1080 - 1000}{2} = 40 \quad 15) \frac{1150 - 1000}{2} = 75 \quad 22) \frac{1220 - 1000}{2} = 110$$

$$9) \frac{1090 - 1000}{2} = 45 \quad 16) \frac{1160 - 1000}{2} = 80 \quad 23) \frac{1230 - 1000}{2} = 115$$

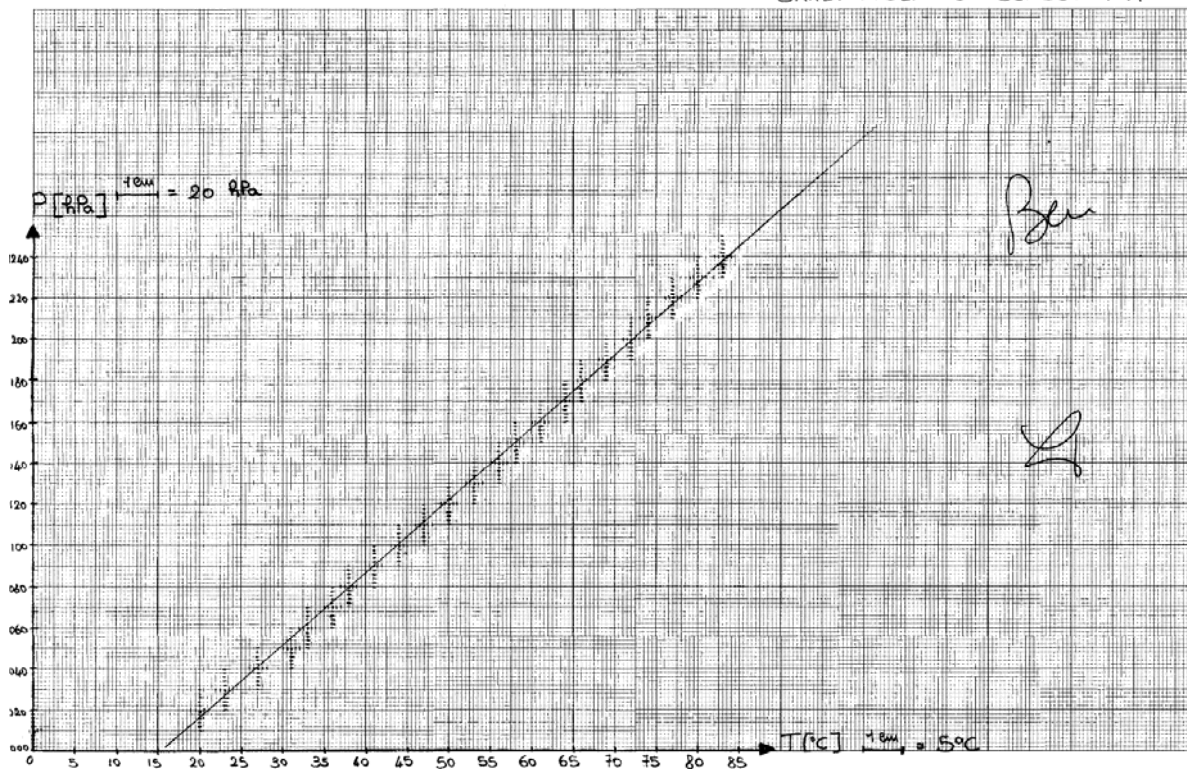
$$10) \frac{1100 - 1000}{2} = 50 \quad 17) \frac{1170 - 1000}{2} = 85 \quad 24) \frac{1240 - 1000}{2} = 120$$

$$Sp = \frac{P_{max}}{L_p} = \frac{1240 - 1000}{180} = \frac{240}{180} = 1,3 \approx 2 \frac{Pa}{mm}$$

$$ST = \frac{T_{max}}{L_T} = \frac{83}{270} = 0,3 = 0,5 \frac{^{\circ}C}{mm}$$

Relazione di
uno studente:
trasformazione
a volume
costante
(tabella dei dati
sperimentali e
loro
elaborazione)

SARDI FEDERICO CLASSE 4°M



Relazione di uno
studente:
trasformazione a
volume costante
(grafico ottenuto
dai dati
sperimentali)

Discussione collettiva e guida all'elaborazione dei dati sperimentali

- La retta ottenuta con le temperature espresse in gradi Celsius non passa per l'origine e quindi non abbiamo una relazione di proporzionalità diretta.
- I ragazzi propongono allora di modificare la scala delle pressioni spostando lo zero della pressione fino ad ottenere una retta che passa per l'incrocio degli assi. L'insegnante fa presente però che con tale traslazione la retta che si ricava è diversa al variare del tipo di gas e disegna qualitativamente i risultati dello studio effettuato su gas diversi. Gli studenti vedono così che c'è un punto comune a tutte le rette, punto che si trova sull'asse delle temperature.

Introduzione della scala Kelvin

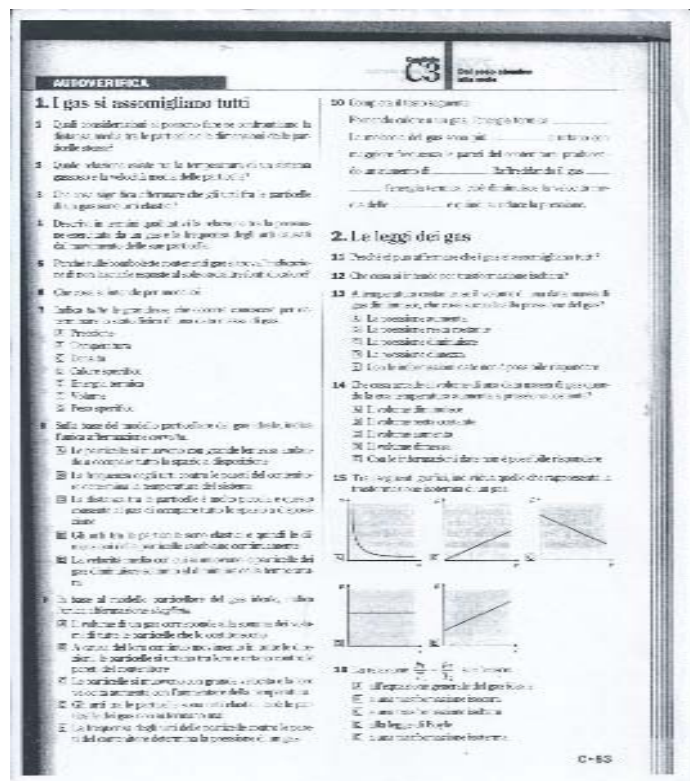
- La soluzione del problema è traslare la scala delle temperature fino a portare l'origine dell'asse delle temperature a coincidere con quel punto: ora la retta rappresenta una relazione di diretta proporzionalità.
- Infine l'insegnante fa notare che questo valore di temperatura corrisponde a -273°C e così gli studenti sono in grado di capire l'origine della scala Kelvin, già studiata in precedenza.

Equazione generale dei gas

- Per il raggiungimento dell'equazione complessiva, ultima fase del nostro studio, si procede alla elaborazione delle equazioni ricavate nel percorso sperimentale.
- Si applicano ad un gas due trasformazioni successive, una a pressione costante e l'altra a temperatura costante e si descrivono i sistemi con le corrispondenti equazioni.
- Dalla equazione relativa alla trasformazione isobara si ricava il volume finale e lo si sostituisce nella equazione che descrive la trasformazione isoterma.
- In questo modo si ottiene l'equazione generale di stato dei gas.

Esercizi applicativi

- Sono stati fatti esercizi di calcolo numerico di l'applicazione delle equazioni studiate, sia in classe che a casa. Ad esempio:



Risultati della verifica

La verifica è stata ideata dal gruppo di lavoro ed è allegata in appendice. Dalla correzione delle prove sono emersi i seguenti punti critici:

- a) la verifica è stata preparata prevedendo che potesse essere svolta completamente nel tempo assegnato, compresa la parte facoltativa. In realtà un solo ragazzo ha completato nelle due ore di lezione la parte obbligatoria.
- b) molti studenti hanno utilizzato la scala Celsius delle temperature nell'applicazione delle equazioni, nonostante fossero stati svolti numerosi esercizi in classe e fosse stata sottolineata la necessità di usare la scala Kelvin

c) molto difficile è apparso ancora costruire un grafico (in particolare scegliere la scala) ed interpretarlo: pochissimi studenti sono riusciti a leggere i dati richiesti dal grafico che avevano disegnato, mentre altri li hanno calcolati matematicamente a partire dalle equazioni corrispondenti.

Punti critici della progettazione

- Calendarizzazione: un percorso come il nostro, che prevede esperienze pratiche, viene facilmente messo in crisi da eventi imprevisti, ma frequentissimi, come un'assenza dell'insegnante oppure una discussione in classe con i ragazzi che dura più di quanto preventivato. Infatti nell'orario curriculare abbiamo a disposizione una sola ora settimanale di laboratorio e quindi un'ora di ritardo nella parte pratica si trasforma nello slittamento del calendario di un'intera settimana.
- Nella classe 1M è stato deciso di svolgere durante il percorso quelli che nel progetto iniziale erano prerequisiti (cioè lo studio di pressione e temperatura). Tuttavia forse questa scelta non è stata opportuna, perché il risultato finale è stato quello di “diluire” gli argomenti su troppe lezioni e perdere di vista il percorso di studio dei gas.

Percorso in una classe parallela

- E' stata scelta un'ulteriore classe prima (1L) per effettuare il percorso.
- Questa volta è stato proposta per prima la trasformazione a volume costante e successivamente quella a temperatura costante.
- Sono stati curati i tempi di svolgimento delle attività in modo tale da concentrare le discussioni e le esperienze in tempi ridotti rispetto alla classe 1M. Inoltre per la classe 1L i concetti di temperatura e pressione erano stati già acquisiti prima dell'inizio del percorso (come previsto inizialmente della progettazione).
- Entrambe le classi hanno gli stessi insegnanti di Scienze Integrate

Risultati: confronto fra le due classi

I risultati nella prima classe, 1M, sono stati piuttosto modesti rispetto alle previsioni: solo pochi ragazzi sono riusciti a completare la prova nella parte pratica prevista (elaborazione di dati sperimentali ed inquadramento in un grafico da interpretare). Nel complesso la sensazione, dopo averne discusso con gli studenti, è che i lunghi tempi di svolgimento del progetto abbiano fatto “perdere il filo del discorso”, nonostante le lezioni dedicate al riepilogo.

Il percorso è stato ripetuto classe 1L, con un complessivo rispetto dei tempi programmati. Sono capitati molti meno imprevisti e sono state utilizzate strategie organizzative migliori, per esempio l'uso del laboratorio di Fisica al posto di alcune lezioni in aula, nelle ore libere da attività didattiche; le discussioni, alle quali è stato dato un tempo più ridotto, hanno portato a conclusioni più rapide ed apparentemente più chiaramente collegate fra di loro. Tuttavia i risultati finali sono stati ancora più scarsi, nonostante le lezioni fossero state seguite con interesse: in questo caso molti studenti, che avevano già deciso di cambiare scuola nel prossimo anno, hanno deciso di consegnare la verifica in bianco per problemi che niente hanno a che fare con lo studio dei gas.

Considerazioni finali

Presentare un percorso di insegnamento/apprendimento a partire dall'esperienza risulta faticoso e richiede tempi molto lunghi in una classe prima di Istituto Tecnico per vari motivi.

Innanzitutto le poche ore settimanali dedicate a ciascuna disciplina, mentre sembra ancora lontana la possibilità di creare orari di insegnamento integrati fra discipline simili.

Poi la preparazione di base dei nostri studenti, che hanno un'esperienza limitatissima della realtà fisica e ancor meno capacità di fare osservazioni oggettive, nonostante tutto il tempo dedicato ad acquisire questo obiettivo.

Infine la mancata dimestichezza con gli strumenti matematici di base (tabelline, equivalenze, costruzione di punti e curve su diagramma cartesiano, impostazione di una proporzione). E' stato necessario guidare gli studenti attraverso ogni singolo passaggio di calcolo, nonostante il lavoro fatto a Fisica nei primi tre mesi dell'anno, per andare verso una reale *rielaborazione* dei contenuti.

Le discussioni sono state molto più lunghe del previsto: in parte perché i ragazzi hanno strumenti di conoscenza della realtà molto limitati e in parte perché la presentazione dell'argomento "per scoperta" stimola molte riflessioni che prima non erano mai state fatte.

Discorso a parte va fatto poi per il mancato collegamento biennio/triennio, nel quale ancora l'insegnamento è finalizzato al conseguimento di competenze mirate al campo professionale, senza rendersi conto che i nostri studenti hanno delle abilità in ingresso molto diverse da quelle che avevano 10 o anche 5 anni fa, fatto che rende impossibile portarli ai livelli desiderati dagli insegnanti del triennio in un solo biennio di lavoro.

Conclusioni

- Il percorso effettuato secondo le metodologie indicate è stato molto interessante, sia per gli insegnanti che per gli studenti; tuttavia sono emerse criticità importanti.
- Gli studenti, coinvolti in prima persona nella costruzione delle loro conoscenze, hanno seguito le lezioni in maniera molto più partecipata rispetto alle «tradizionali» lezioni frontali; in fase di verifica però non hanno ottenuto risultati significativamente migliori.

- Dalla riflessione comune degli insegnanti, conclusiva al percorso, è emerso un chiaro rammarico: quello cioè di avere a disposizione un tempo troppo breve (tenendo conto che le Scienze Integrate Scienze della Terra sono presenti solo al primo anno) per obiettivi di competenze finali che sarebbero raggiungibili solo con un percorso biennale. Dobbiamo concludere quindi che le nostre richieste iniziali, soprattutto di carattere matematico, erano troppo alte per un primo anno di scuola superiore.
- Un aspetto sicuramente stimolante è stato che gli insegnanti hanno potuto collaborare fra loro, confrontarsi positivamente sugli argomenti e sulle metodologie, anche se lo sforzo necessario e il tempo richiesto, sia nella fase di progettazione che in quella di svolgimento del percorso, non hanno dato i risultati sperati.

ALLEGATO

Verifica finale: domande a risposta multipla.

1 (1PUNTO) A temperatura costante, se il volume di una certa massa di gas diminuisce, la sua pressione: a. aumenta; b. resta costante; c. raddoppia; d. dimezza; e. diminuisce; f. non è possibile rispondere senza dati numerici

2 (1PUNTO) A pressione costante, se la temperatura di un gas diminuisce, il suo volume: a. aumenta; b. resta costante; c. dimezza; d. raddoppia; e. diminuisce; f. non è possibile rispondere senza dati numerici

3 (1PUNTO) La relazione $P_1 : T_1 = P_2 : T_2$ si riferisce: a. all'equazione generale dei gas; b. ad una trasformazione isobara; c. ad una trasformazione isoterma; d. ad una trasformazione isocora; e. alla legge di Boyle

4 (1PUNTO) La legge di Boyle si riferisce alle trasformazioni in cui: a. la pressione di un gas cambia al variare del volume, a temperatura costante; b. il volume di un gas aumenta poiché aumenta la temperatura; c. la temperatura di un gas aumenta poiché aumenta la pressione; d. la massa di un gas cambia al variare della pressione, a temperatura costante; e. la pressione di un gas cambia al variare della temperatura, a volume costante

5 (1PUNTO) In un contenitore cilindrico dotato di pistone scorrevole a tenuta si trova un gas: la sua pressione è P_1 e il suo volume è V_1 . Per mezzo di una compressione isoterma il volume del gas viene dimezzato. A seguito di questa trasformazione, quale descrizione è *sbagliata*?

a. l'energia termica del gas è raddoppiata; b. la pressione del gas è raddoppiata; c. la massa del gas è invariata; d. la temperatura del gas è invariata; e. il numero delle particelle di gas è invariato

6 (2PUNTI) Alla temperatura di 20°C la pressione dell'aria in una bombola d'acciaio è 100bar. La bombola rimane esposta al sole e la temperatura del gas sale fino a 40°C . Se il volume della bombola non cambia in modo significativo, si può affermare che la pressione del gas dopo il riscaldamento è il doppio? **Motiva la tua risposta.**

7 (2PUNTI) Un palloncino di gomma, gonfiato con aria a temperatura ambiente, viene introdotto senza comprimerlo in un freezer per alcune ore. Che cosa puoi affermare? **Motiva la tua risposta.** a. il volume del palloncino aumenta; b. la massa del palloncino diminuisce; c. l'aria nel palloncino subisce una trasformazione isocora; d. la pressione dell'aria nel palloncino aumenta; e. l'aria nel palloncino subisce una trasformazione isobara

Verifica finale: problemi applicativi

8 (2PUNTI) Una grossa siringa è riempita con 198 cm^3 di aria alla pressione di $1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. A temperatura costante, premendo lo stantuffo si riduce il suo volume a 130 cm^3 . Quanto vale la pressione nel nuovo stato?

9 (2PUNTI) Un automobilista controlla la pressione degli pneumatici prima di partire per le vacanze e misura $P_1 = 2,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ con una temperatura $T_1 = 5^\circ\text{C}$. All'arrivo controlla di nuovo la pressione $P_2 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ alla temperatura T_2 . Trascurando la dilatazione dei pneumatici, quanto vale la temperatura T_2 ?

10 (4PUNTI) Un recipiente contiene $V_1 = 100$ litri di idrogeno a $T_1 = 0^\circ\text{C}$ e alla pressione atmosferica. Il gas è inizialmente riscaldato fino alla temperatura $T_2 = 50^\circ\text{C}$ a pressione costante e poi compresso fino a $P_3 = 7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ a temperatura costante. Quanto è il volume finale del gas in litri in m^3 ?

11 (3PUNTI) Del gas naturale viene compresso in un serbatoio per il riscaldamento domestico fino al volume di $6,9$ litri alla temperatura di 25°C . Se il volume del gas naturale è di 20 litri a 0°C e pressione atmosferica, quale sarà la pressione esercitata dal gas sul serbatoio espressa in atmosfere?

Verifica finale: costruzione e interpretazione di un grafico

Temperatura (°C)	Pressione (KPa)
80	116
58	109
50	106
45	104
41	103

12 (4PUNTI)

- Rappresenta i seguenti punti su carta millimetrata e costruisci la curva corrispondente:
- Ricava la pressione che il gas assume alla temperatura di 54°C
- Ricava la temperatura che il gas assume alla pressione di 112 KPa