

Correzione del Primo test dell'anno – teorema di Gauss

1. Il flusso attraverso una superficie qualunque
 1. non è definibile a meno di definire la superficie
 2. è pari a quello attraverso una superficie piana equivalente, poiché dipende dalla superficie e non dal campo di vettori
 3. se la sorgente del campo è esterna alla superficie e se questa è chiusa, vale zero
 4. se questa superficie è aperta vale zero perché da una parte entra e dall'altra esce

In genere, se si può dare una regola in questo tipo di cose, si parte scartando le risposte e via via ci si avvicina a quella “vera”. Quando uno scrive il test inserisce sempre una risposta che non c'entra proprio niente ma che suona bene. Altre risposte contengono affermazioni vere ma scoordinate fra di loro, affermazioni vere in un contesto diverso da quello del test, ecc. Iniziamo con questa correzione una specie di addestramento a rispondere correttamente ai test di ingresso alle varie facoltà senza sapere troppe cose. Un addestramento alla “furbizia” necessaria. E' evidente che qualche cosa bisogna pure sapere ma la conoscenza della materia è associata alla capacità di svelare risposte che sono fasulle anche se verosimili.

- Scartiamo subito la (4). Se io prendo una superficie aperta ovviamente il vettore entra da una parte ed esce dall'altra della superficie. Ma noi abbiamo definito il flusso del campo vettoriale attraverso una superficie aperta in un certo modo. E se la superficie non è nulla e il campo vettoriale non è nullo (o non è fatto in modo strampalato...) il flusso del vettore non è mai sicuramente zero. Dove stava la gabola? Che da un punto di vista di accezione normale del linguaggio e delle sue figurazioni, effettivamente se da una parte entra dall'altra esce, sembra quindi una risposta verosimile: se quello che entra lo considero negativo l'altro è positivo e tanto ne entra tanto ne esce e il risultato è zero. D'altra parte non è lo stesso ragionamento che abbiamo usato per dire che se la superficie è chiusa... (vediamo dopo...)
 - Scartiamo la (1). Che vuol dire *...a meno di definire la superficie...?* Noi abbiamo definito il flusso attraverso una superficie qualunque in un certo modo, cosa vuol dire esigere una ulteriore precisazione di come è fatta la superficie? Non è necessario. Scartata
 - Scartiamo la (2). Il flusso, per definizione, dipende sia dal campo di vettori sia dalla superficie presa in considerazione e da come essa è messa in rapporto al campo vettoriale. Cosa vuol dire prendere una superficie equivalente? Di uguale valore numerico? Ma se io prendo superfici che abbiano lo stesso valore numerico ma che sono orientate diversamente rispetto al campo ottengo valori diversi per il flusso, a parità di campo vettoriale. Scartata.
 - Rimane la (3). Se la sorgente del campo è esterna alla superficie chiusa e se io attribuisco il segno “-” alle “frecce” che entrano nella superficie chiusa e un segno “+” alle frecce che escono dalla superficie chiusa, allora fatta una adeguata convenzione di Faraday tante linee entrano e tante linee escono. Il flusso può essere considerato come dato numericamente, in una convenzione di Faraday, dal numero totale di linee di campo che escono o entrano. E il numero totale in questo caso è zero. La risposta è giusta.
2. Il flusso attraverso una superficie chiusa vale $\frac{q}{\epsilon_0}$ se ho una sola carica,
 1. per più cariche non è sufficiente fare $q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$, bisogna adoperare un'altra formula che non è il teorema di Gauss
 2. per più cariche può anche valere zero, dipende dalla somma algebrica delle cariche
 3. per più cariche non si può applicare perché il campo elettrico, come è noto, gode della proprietà di non-addittività
 4. ha tale valore solo se la superficie è aperta da un lato, possibilmente il lato in ombra
 - Scartiamo subito la (4). Il riferimento al lato in ombra è assai poetico e origina molte risonanze interne a ciascuno di noi, ma che c'entra? E poi se la superficie fosse aperta su due

- lati? E che vuol dire in una superficie qualunque parlare di lato?
- Scartiamo la (3). Come è noto il campo elettrico gode della proprietà di addittività. La frase “gode della proprietà di non-addittività” è chiaramente falsa. Ma se uno non sa bene le proprietà del campo magari ci casca... Ricordarsi inoltre che se il teorema di Gauss servisse per una sola carica soltanto saremmo ... fregati.
 - Scartiamo la (1). Se uno si ricorda cosa dice il teorema di Gauss trova subito la contraddizione. In realtà il campo elettrico è additivo e quindi posso calcolare separatamente i vari contributi e sommarli tra di loro. Altrimenti basta pensare, come prima, che se valesse per una sola carica sarebbe praticamente inutile, noi avremo sempre da trattare con distribuzioni di carica, continue o discrete...
 - E' rimasta felicemente la (2). Se io dentro la superficie chiusa ho tante cariche negative quanto positive, quando faccio la somma di tutte le cariche con il loro segno ottengo zero.
3. per potersi ricavare il teorema di Gauss è stato essenziale usare le seguenti proprietà:
1. la proprietà di fluidità, che permette ad un campo vettoriale di scorrere su se stesso
 2. la proprietà del campo vettoriale di dipendere (in modulo) dall'inverso del quadrato della distanza e dalla sua radialità
 3. che sia un campo vettoriale. Questo è sufficiente, come nel caso gravitazionale
 4. che sia un campo scalare, infatti per un campo vettoriale valgono altre regole che ancora non abbiamo fatto
- Scartiamo la (1). E' probabile che una cosa fluida scorra su stessa ma si può riferire in qualche modo a un campo vettoriale? Per una addentro alle “cose scientifiche” ciò appare inverosimile. Per uno al di fuori delle “cose scientifiche” può apparire con un certo senso. Infatti l'arte di menare per il naso consiste nel dire cose che apparentemente potrebbero avere un qualche senso, fare un po' di citazioni di nomi illustri (fuori luogo tanto nessuno sa veramente che cosa hanno fatto), mettere tra le frasi dei legami del tipo “è scientificamente provato che”, “poiché”, “ne discende che” e altre cose simili. Imparate anche ad ascoltare bene quello che le persone dicono...
 - Scartiamo la (3). Il campo vettoriale deve avere certe caratteristiche, non può essere qualunque. E il riferimento al campo gravitazionale serve a sviare l'attenzione: il campo gravitazionale ha le stesse proprietà vettoriali del campo elettrico, è per questo che il teorema di Gauss vale anche per il campo gravitazionale. Viene citato il campo gravitazionale (in cui vale il teorema di Gauss) per dare forza a un'affermazione falsa e cioè che sia sufficiente che sia un campo vettoriale.
 - Scartiamo la (4). Ma se è falsa la (3) allora forse la (4) è vera? Ma il campo elettrico è un campo vettoriale o scalare? Vettoriale. E allora, per piacere...
 - Rimane la (2). Se uno si ricorda come abbiamo ricavato il teorema di Gauss si dovrebbe ricordare che abbiamo sciolto un certo prodotto scalare tra vettori all'interno dell'integrale proprio perché il campo prodotto da una carica è radiale. E poi abbiamo tirato fuori dal segno di integrale il campo elettrico perché il suo modulo dipendeva solo dalla distanza al quadrato e a una certa distanza era quindi costante e poi abbiamo fatto una semplificazione algebrica. OK?
4. il campo elettrico:
1. è un campo scalare e non vettoriale, infatti il suo modulo dipende dall'inverso del quadrato della distanza
 2. ha la proprietà di essere radiale solo per una carica puntiforme, per più cariche il campo elettrico risultante non è radiale
 3. è additivo solo in alcuni casi particolari
 4. vale zero dappertutto fuorché nelle vicinanze della carica
- Scartiamo la (1). Il campo elettrico è un campo vettoriale e non scalare. Ma osservate la tecnica per prendere per il naso la gente. L'affermazione che il suo modulo (ma allora è un vettore!...) dipende dall'inverso del quadrato della distanza è una affermazione vera. Questa affermazione vera viene legata da un “infatti” a una affermazione sbagliata. E quindi la sua

verità *illumina di verità* anche la affermazione precedente.... Ahimé, è una tecnica usata dappertutto...

- Scartiamo la (4) perché priva di senso. E' vero peraltro che il campo vicino alla carica è particolarmente intenso, ma è una funzione che tende (se pur rapidamente) asintoticamente a zero quando la distanza va all'infinito.
- Scartiamo la (3) perché il campo elettrico è sempre additivo. Ma la persona prudente ha imparato dalla vita che esistono sempre dei casi particolari e quindi... Sbagliato. **E' sempre additivo...**
- Rimane la (2). La proprietà di radialità vale solo per una carica puntiforme. Per più cariche bisogna fare la somma vettoriale dei singoli campi e quello che viene fuori viene fuori. Mi è stato fatto osservare che la risposta (2) ha una forte probabilità di essere vera perché nel test la risposta vera è quasi sempre la (2). Chiedo scusa della coincidenza, nel prossimo provvederò...

5. La costante dielettrica del vuoto (ϵ_0):

1. è adimensionale, infatti il suo valore non dipende dal sistema di riferimento in cui la si misura
 2. cambia valore numerico a seconda del sistema di unità di misura
 3. ha le dimensioni di una forza per una distanza al quadrato
 4. ha le stesse dimensioni di K
- Scartiamo subito la (4). Se $k = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)}$ allora ϵ_0 non può avere le stesse dimensioni di K.
 - Scartiamo subito la (3). Se ricordiamo la formula in cui è inserita la costante è chiaro che non può essere una forza per una distanza se pur al quadrato.
 - Scartiamo la (1). Qui bisogna fare attenzione a una possibile confusione. Una cosa è il riferimento, una cosa è il sistema di unità di misura. Sono due cose **completamente** diverse. E' vero che la costante dielettrica non dipende dal riferimento nel quale si misura. Se io cambio riferimento anche in moto relativo rispetto al precedente la costante dielettrica non cambia. I riferimenti inerziali sono particolari riferimenti in moto relativo uno rispetto all'altro ecc. ecc. Ma questo non vuol dire che l'affermazione precedente sia vera. Osservate anche qui la tecnica di legare con un **"infatti"** due affermazioni, la prima falsa e la seconda vera
 - Rimane ovviamente la (2). Se io cambio sistema di unità di misura, se dall' MKS passo al CGS, per esempio, il valore numerico cambia, perché cambiano i valori numerici delle singole grandezze fisiche che danno origine nella formula alla costante dielettrica.

6. la forza di Coulomb

1. ha le dimensioni di una forza diviso una distanza al quadrato
 2. ha le dimensioni di una carica per il campo elettrico, sempre
 3. ha le dimensioni di una carica per il campo elettrico solo quando il sistema di unità di misura è quello internazionale, MKSA
 4. non ha dimensioni, infatti deve valere anche all'infinito
- Scartiamo subito la (4). Resi ormai esperti della vita quando notiamo un "infatti" diventiamo subito sospettosi. Anche delle due affermazioni la seconda è vera e la prima è falsa. D'altra parte la forza è una ... forza. Quindi si misura in newton, e se ha una unità di misura NON può essere adimensionata...
 - Scartiamo la (1). Se la forza di coulomb è una forza (cosa indubitabile), non ha senso dire che è una forza ... divisa una distanza al quadrato
 - Scartiamo la (3). Quando io cambio il sistema di unità di misura cambia il valore numerico della grandezza fisica in questione, non le sue dimensioni (che sono fissate dalla formula con cui si sta ricavando...)
 - Rimane, ovviamente, la (2). Ricordarsi che vale la relazione $\vec{F} = q \vec{E}$ quindi la forza di coulomb è dimensionalmente una carica per un campo elettrico

