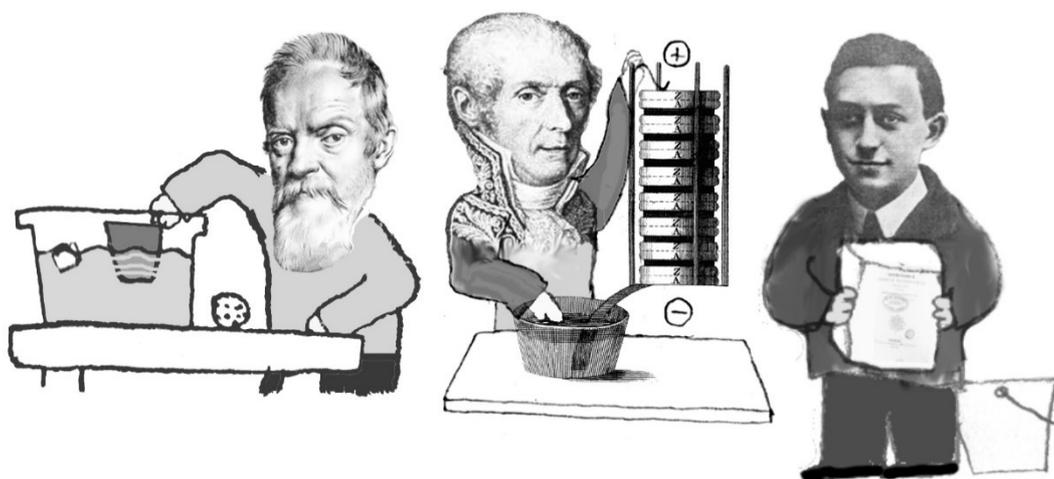


Corso “La Storia della Fisica con Reinventore”

con Antologia ed Esperimenti con materiali semplici
per docenti delle Scuole Superiori e non solo



Lezione 10/20

Letteratura Scientifica e Relazioni di Laboratorio

Martedì 19 gennaio 2021

A cura del prof. Beniamino Danese
www.reinventore.it

Indice

Introduzione	pag. 3
1. Didattica: l'antologia dalla letteratura scientifica	
1.1 Andrea Frova: "Parola di Galileo"	pag. 4
1.2 Holton e Brush: Project Physics Course	pag. 5
2. Esperienze – Buone Pratiche	
2.1 Science Fair e "Minicongresso"	pag. 7
2.2 Foto e Video	pag. 7
2.3 La relazione di laboratorio	pag. 8
3. Fisica: esempi di scrittura scientifica nei secoli	
3.1 Diari di laboratorio, trattati, articoli, conferenze	pag. 9
3.2 Le lettere e il Feynman Sprinkler	pag. 9
3.3 Le rubriche e La ricerca della semplicità	pag. 11
4. Storia: generi letterari di storia della fisica	
4.1 una panoramica	pag. 12
5. Panoramica di riviste e approfondimenti	
5.1 Riviste di storia della fisica	pag. 13
5.2 Riviste per l'insegnamento o divulgative	pag. 13
5.3 Archive e Jstor	pag. 14

Inoltre:

6 Allegati
25 link

Introduzione

Nell'incontro di stasera, in un certo senso, vorremmo entrare in una biblioteca piena di libri di fisica. Prima di addentrarci nel folto della biblioteca, però, chiariamo una cosa: a che serve la biblioteca? Non ci bastano poche formule, gli esperimenti, i risultati delle misure?

In una famosa descrizione della vita e del DNA, la vita è stata paragonata alla musica di Mozart. Una musica di Mozart è registrata su un nastro, su una cassetta. Ma per ascoltarla, per sentirla, serve anche un registratore con tutto il suo armamentario, il pickup e le casse. E così la vita è scritta su un nastro (il DNA) nel nucleo della cellula, ma per farla "vivere" è necessario tutto un apparecchio, il citoplasma della cellula con tutti i ribosomi e mitocondri e apparati di Golgi. Un conto è il nocciolo di informazione, un conto è tutto un complesso per "far suonare" o "far vivere" quell'informazione.

Vale lo stesso per la fisica.

La fisica, innanzitutto, è la misura. È una cosa matematica, legata sia all'esperienza con righelli e cose, sia alla teoria. È un nocciolo di informazione. Ma il nocciolo di informazione, da solo, non è una cosa viva.

Ma la misura non "suona" da sola, non "vive" ci vuole tutt'intorno un armamentario, il citoplasma, il registratore che fa andare la cassetta.

Thomas Herriot aveva guardato la Luna e disegnato la sua mappa con il cannocchiale prima di Galileo. Le misure ce le aveva. Ma Galileo ha saputo raccontarle meglio, farle "suonare", avere un impatto.

Francesco Stelluti aveva descritto gli insetti al microscopio prima di Hooke e altri microscopisti, ma Hooke con il suo libro si è fatto sentire. Lo stesso vale per molti altri scienziati.

LINK 1 <https://www.nature.com/articles/35016689>

Dunque un conto sono le misure, il nocciolo d'informazione.

Ma ci vuole anche il registratore, il citoplasma.

La precedente lezione era dedicata alla misura, questa è dedicata al registratore, al citoplasma. Nel nostro caso, alla biblioteca.

Allora, in una biblioteca è facile perdersi. È come un bosco. La tentazione di andare per sentieri nuovi è fortissima. Atteniamoci ai sentieri indicati:

- a. antologia dalla letteratura scientifica (punto di vista didattico: insegnanti e studenti)
- b. i diversi testi scritti dai fisici
- c. i diversi testi di storia della fisica

E ci incastriamo dentro una panoramica di esperimenti, una panoramica di riviste e approfondimenti.

1. Didattica: l'antologia dalla letteratura scientifica

1.1 Andrea Frova: "Parola di Galileo"

Si tratta di una antologia di scritti di Galileo, proposta nel 1998 per i tipi della BUR. Saggiamente gli autori, nell'Introduzione, riprendono il giudizio

La lingua di Galileo, se confrontata con quella ormai sedimentata e codificata di oggi, appare sorprendente per la multiforme ricchezza di termini tra loro equivalenti - verbali, avverbiali, lessicali. Galileo, nel suo stile dal De Sanctis definito «tutto cose e tutto pensiero, scevro di ogni pretensione e maniera», alieno dalla ricerca di vezzi, opera via via scelte che, irrilevanti dal punto di vista della chiarezza della comunicazione, appaiono dettate dalla sua sensibilità musicale e prosodica, nonché dalla straordinaria capacità di piegare il linguaggio alle esigenze di fluidità e naturalezza.

«Il discorrere è come il correre», scrive Galileo stesso, e l'affermazione costituisce il suo programma stilistico, come rileva Italo Calvino nelle *Lezioni americane*: «stile come metodo di pensiero e come gusto letterario: la rapidità, l'agilità del ragionamento, l'economia degli argomenti, ma anche la fantasia degli esempi sono per Galileo qualità decisive del pensar bene».

Il valore letterario degli scritti di Galileo ben si riassume nel giudizio di Natalino Sapegno: «La sua opera, per ricchezza di contenuto umano e potenza di stile, si proponeva come un esempio e si inseriva nella storia futura della nostra prosa, come un fatto letterario e culturale di prima grandezza, il più importante anzi, forse, dopo il Machiavelli e prima del Manzoni».

Ma perché riproporre oggi Galileo? Perché la sua lezione, al di là dei contenuti scientifici - e sarà sorprendente scoprire quante credenze pre-galileiane alberghino ancora in noi alle soglie del Duemila - non ha perso nulla della sua validità attraverso i secoli. La lettura delle pagine galileiane non potrà non stimolare il gusto dell'osservare, il desiderio di capire, e il piacere di dare risposte sulla base dell'esperienza e delle deduzioni logiche: tale è la convinzione degli autori, i quali ritengono che in questo declinare del millennio e della ragione, tra scomposti sussulti di irrazionalismo, non possa esserci lezione più indispensabile.

Quanto agli errori di Galileo, essi possono rivelarsi altrettanto preziosi delle sue conquiste più geniali. Da un lato ci permettono di cogliere il suo percorso mentale, dall'altro ci istruiscono sulla complessità e sulla difficoltà del processo conoscitivo.

Dimorare con Galileo per qualche tempo è stato per gli autori un privilegio alto e fortificante, è stato un lungo viaggio sugli altipiani della mente, ed essi si augurano che i lettori possano condividere questa esperienza.

Andrea Frova e Mariapiera Marenzana

Roma, 1 settembre 1998

LINK 2

https://books.google.it/books?id=9KtSBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

1.2 Holton e Brush: Harvard Physics Course

PSSC

Prima venne il PSSC. “Physical Science Study Committee”, con un lavoro di ricerca incominciato al MIT dal 1955, attivo negli anni 60 e 70.

Vennero prodotti principalmente: libri di testo per le superiori, film e materiali per esperimenti.

LINK 3

<https://archive.org/search.php?query=creator%3A%22Physical+Science+Study+Committee%22>

I video in Italiano:

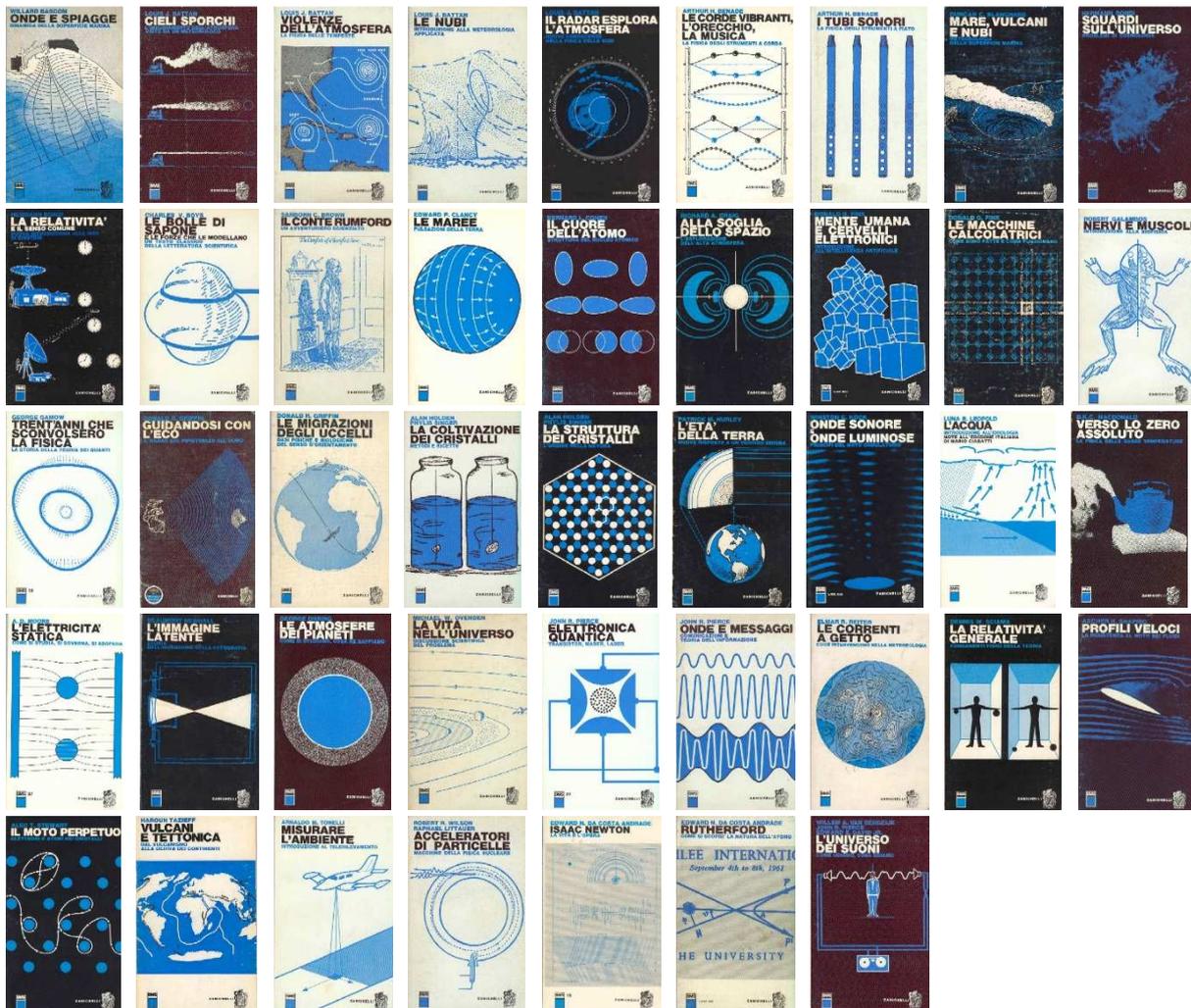
LINK 4

<https://archive.org/details/lafisicasecondoilpssc>

La Zanichelli pubblicò in italiano i volumi, e i filmati. Il PSSC prevedeva inoltre una collana di “libri di lettura scientifici”, la “Science Study Series” tradotti nella “Biblioteca di Monografie Scientifiche” (Zanichelli). Quasi tutti fuori catalogo ora, un elenco si trova qui:

LINK 5

<http://www.donbosco-bo.it/colla.php?cl=30>



Questo genere di libri presentava una scienza molto discorsiva, molto raccontata. Si trovano ancora nelle biblioteche scolastiche o usati. Costituiscono ancora un'ottima "attenzione" che si può rivolgere allo studente preparato, dicendogli, "dai un'occhiata a questo libro".

Tra i libri su esperimenti con materiali semplici, il notissimo "Le bolle di sapone e le forze che le modellano" di Vernon Boys tratto dalla sua Christmas Lecture.

PPC

Dieci anni dopo il PSSC, partì ad Harvard il Project Physics Course. Oltre ai fisici, in prima fila gli storici della fisica. (Anche questo progetto fu tradotto da Zanichelli, ma non ebbe molto seguito).

LINK 6 <https://archive.org/details/projectphysicscollection>

Harvard Project Physics, o Project Physics Course. La ricerca si svolse negli anni 60 e 70, e il progetto fu attivo anni 70 e 80. È molto istruttivo notare che – come nel caso di Frova – il lavoro dello storico della scienza si rivela molto utile per la didattica!

Tra le risorse potete trovare:

- Libri di testo (6 volumi)
- trasparenze, per ogni volume (ovvero diapositive, disegni, molto belli e chiari!)
- "Programmed Instruction" (domande da fotocopiare)
- Reader, per ogni volume (letture sull'argomento, una vera Antologia)

In quest'epoca di CLIL e lezione in lingua, ci sembra che le domande dell'istruzione programmata possano rivelarsi molto utili. Ci sono tre di questi volumetti, che per praticità riportiamo in allegato

ALLEGATO 1	Equations
ALLEGATO 2	Vectors
ALLEGATO 3	Waves

Un'altra attenzione degli "storici della fisica" era quella per gli "esperimenti con materiali semplici". Pertanto tra le letture molte propongono esperimenti. Un esempio riguarda le "Osservazioni su una tazzina di caffè la mattina presto".

LINK 7 <https://archive.org/details/projectphysicsreader00fjam/page/102/mode/1up>

2. Esperienze – Buone Pratiche

2.1 Science Fair e “minicongresso”

Un genere di attività di indubbio successo nel mondo anglosassone, e imitato in tutto il mondo, è la “Science Fair”. La presentazione di esperimenti, poster, da parte dei ragazzi stessi.

Ancora oggi ci sono quelle locali organizzate dalle singole scuole, e quelle globali organizzate dalla Nasa o da Google.

Un esempio di Science Fair ai tempi dello Sputnik è nel bel film per ragazzi “Il cielo d’ottobre”.

Una rivisitazione molto bella della “Science Fair” è il “Minicongresso” organizzato nella sua scuola dall’insegnante Adan Yanes e da lì in molte scuole spagnole.

C’è un argomento (per esempio il galleggiamento) e gli studenti presentano i loro lavori. Ma lo fanno nell’aula magna della scuola, con il cartellino come ai congressi “veri”, con il chairman.

LINK 8 <https://www.youtube.com/watch?v=yvR2XOwca0U>

2.2 Foto e Video

Un’altra attività che piace agli studenti è la fotografia. Anche la fotografia, l’illustrazione, il disegno sono infatti dei buoni mezzi per comunicare la fisica. Dei buoni citoplasma-registratori.

Una galleria di foto di studenti che hanno vinto nelle diverse edizioni del concorso indetto da The Physics Teacher si trova online.

LINK 9 <https://www.aapt.org/Programs/photocontest/index.cfm>





Di recente alle fotografie si sono aggiunti i video, e pertanto realizzare un video di un esperimento, di un'attività è una cosa che piace agli studenti.

2.3 La Relazione di Laboratorio

E infine, ecco il “genere letterario” più richiesto agli studenti in classe. La “relazione di laboratorio”. Essa meriterebbe un discorso a parte, tutto per sé.

Ma un punto veramente importante ci sembra il seguente.

Prima di scrivere, è importante leggere.

Gli studenti potranno scrivere delle buone relazioni di laboratorio quando avranno letto alcuni testi di esempio, una antologia.

Un saggio del genere, molto usato fino a poco tempo fa, era “Great Experiments in Physics” (curato da Morris H. Shamos).

LINK 10 <https://archive.org/details/greatexperiments0000unse/page/n7/mode/2up>

Si tratta di una antologia, di testi tratti dalla storia della scienza, con introduzione e note.

A questo scopo diversi testi vengono proposti in tutte le lezioni. Per esempio, nella scorsa lezione il quaderno con le misure di Fermi e Persico. I dati di Tolomeo.

Si tratta qui di testi “scritti da fisici”, “scritti da scienziati”. È l'argomento del prossimo capitolo.

3. Fisica: esempi di scrittura scientifica nei secoli

3.1 Diari di laboratorio, trattati, articoli, conferenze

Negli incontri di questo corso, abbiamo incontrato (o incontreremo) diverse tipologie di “testi scientifici”, che riportano scoperte, misure, invenzioni.

- 1) Peregrinus e la sua lettera-trattatello sulle calamite
- 2) Marsenne, che scambiava lettere con tutti gli scienziati dell'Europa del suo tempo, in quella che era detta “la repubblica delle lettere”. Da questa pratica, molti articoli per rivista scientifica si chiamano ancora “lettere”. Physics Review Letters (PRL) è un esempio.
- 3) Di Keplero incontreremo un libro-trattato poderoso (Astronomia Nova) e un libricino (il Somnium)
- 4) Faraday l'abbiamo visto cimentarsi in diversi generi letterari: il libro di testo, il diario di laboratorio, l'articolo scientifico, le conferenze per bambini
- 5) E così nei tempi moderni. Ai libri di testo si aggiungono le lezioni. Alle lettere e trattati si aggiungono gli articoli su rivista (di vario tipo) i proceedings di conferenze (di vario tipo). In più gli scienziati scrivono talvolta bestseller divulgativi, autobiografie. Generi letterari molto diversi.

3.2 Le lettere e il Feynman Sprinkler

La cosa interessante è che un certo “stile” si ritrova in “generi letterari” molto diversi.

Ora proponiamo due esperimenti tratti dalle lettere di Feynman, in “Perfectly Reasonable Deviations from the Beaten Track”:

- L'Innaffiatore di Feynman (Feynman's Sprinkler)
- La rondella di Feynman (Feynman's Washer)

LINK 11

<https://www.reinventore.it/approfondimenti/feynman-sprinkler>

LINK 12

<https://www.reinventore.it/approfondimenti/le-caraffine-di-magiotti>

ALLEGATO 4

Diavoletto di Cartesio (Primaria)

ALLEGATO 5

Diavoletto di Cartesio (Secondaria 1° grado)

ALLEGATO 6

Diavoletto di Cartesio (Studenti)

Search for Simplicity

We shall begin with a simple problem which does not yet involve quantum mechanics. It is measuring the size of molecules. We do this by finding the distance between neighboring molecules in liquids, assuming that the molecules touch each other because of the low compressibility of liquids. Let us start with water.

Our method is as near as possible to a direct perception by our senses. We perform two measurements which are easy to visualize and to anticipate the result. One is a measurement of the surface tension. A water film extends in a rectangular wire frame of 1-cm width in a vertical plane. The lowest side of the frame can move up and down along the prolonged sides of the rectangle with a weight attached (see Fig. 1). It would not surprise anyone that about a tenth of a gram (exactly 0.145 g) is just in equilibrium with the tension of the water film. (Remember that some insects can walk on a water surface. An insect weighs about 0.01 g and spans a surface of about 0.1 cm².) If the weight were less, the surface tension would pull it upwards; if it were more, the weight would pull it down. From this we conclude that the work necessary to increase the surface of the film by 1 cm² is about 0.1-g weight lifted 1 cm, or about 100 ergs (exactly 145 ergs). This corresponds to twice the surface tension S , since extending the film by 1 cm² creates two new surfaces of 1 cm², one on each side.

The second measurement is heating and boiling away 1 cm³ of water from room temperature, a daily experience at breakfast. How much energy is expended? Let us call it ϵ_B . We need 80 calories to reach the boiling point and then 540 calories to evaporate it; so we get $\epsilon_B = 620 \text{ cal} = 2.6 \times 10^{10}$ ergs. This amount of energy and the previous one are both within our immediate experiences. The ratio is $R \equiv 2S/\epsilon_B = 5.6 \times 10^{-9}$. The work to extend the water film by 1 cm² is about 200 million times smaller than the work to transform a gram of water into steam. That small ratio between two easily visualizable energies leads to the small molecular size, about 100 million times smaller than 1 cm.

How can we get to the distance between molecules from that ratio? Extending the film by 1 cm² creates two new surfaces of that area, as remarked before. The boiling is equivalent to removing and isolating all molecules. We can think of achieving this in our mind by the following process (a student of mine called it the "salami method"). Take an extremely sharp and thin knife and slice the cubic centimeter in slices as thin as the linear dimensions of one mole-

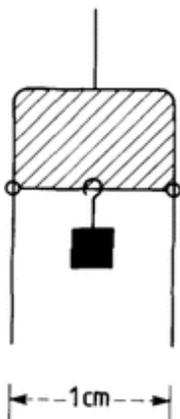


Fig. 1. A water film supporting a weight of 0.145 g.

cule. There will be d^{-1} such slices when d is the distance between molecules. The molecules are not yet isolated. Now perform again d^{-1} cuts perpendicular to the previous cuts; we then get linear strings of molecules. A third cutting in the third direction isolates all molecules (see Fig. 2) and ought to be roughly equivalent to boiling.

Each cut produces two surfaces of 1 cm²; thus it requires the same energy as extending the film by 1 cm². Three d^{-1} cuts were necessary, so that the total binding energy must be $\epsilon_B = 3d^{-1} \cdot 2S$ or

$$d = 3R = 6S/\epsilon_B. \quad (1)$$

With our value of R we obtain a distance $d = 1.7 \times 10^{-8}$ cm. This value is of the right order of magnitude but somewhat too low (the actual value is 3.16×10^{-8}). As we will see later on, the discrepancy can be traced to the fact that water molecules are very asymmetric with the hydrogen atoms attached to the oxygen at right angles, on one side only, as it were.

The method should work better with liquids whose constituents are more symmetric so let us apply it to cleaning fluid, CCl₄, and to liquids Neon and Argon. The Cl atoms in CCl₄ surround the carbon atom symmetrically on the edges of a tetrahedron. In Ne and Ar the constituents are atoms with closed spherical shells. Table I gives the surface tensions S , the binding energies ϵ_B , and the resulting distance d together with the actual value. The energy of raising the temperature to the boiling point is appreciable only in the case of water. In the other cases, ϵ_B is practically equal to the heat of evaporation.

The surface tensions are those at 20°C for H₂O and CCl₄, and at -248° and -188°, respectively, for Ne and Ar. As expected, our method works quite well for liquids with symmetric constituents. Note that ϵ_B for CCl₄ is less than 1/8 of that of water. This is why cleaning fluid has such a strong smell.

The physical basis of our method can be understood as follows. A molecule in the interior of the liquid is bound to its neighbors with a binding energy ϵ_0 . A molecule at the

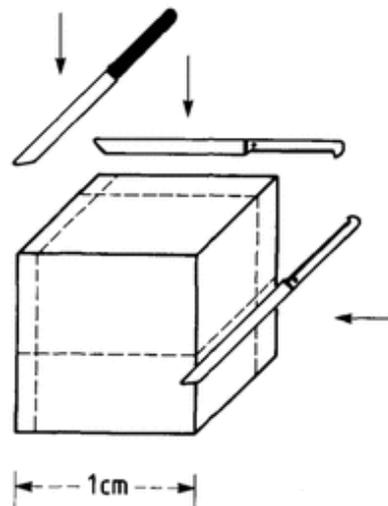


Fig. 2. The so-called "salami method" separating the molecules of a cubic centimeter of water.

3.3 Le rubriche e “La ricerca della semplicità”

Un genere letterario insolito, in cui grandi fisici hanno dato prova di originalità, è quello della rubrica periodica, o column.

La “Ricerca della Semplicità” (Search for Simplicity) è il titolo della rubrica tenuta da Viki Weisskopf, di “fisica qualitativa” come la chiamava lui, in cui rispondeva a domande tipo “perché le montagne più alte sulla terra non superano i 10 km” partendo dalle costanti della fisica. O quanto sono grandi gli atomi partendo da semplici esperimenti, come nella pagina precedente.

LINK 13 <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.13946>

Un elenco di queste pubblicazioni di Weisskopf si trova qui:

LINK 14 http://www.vendian.org/envelope/dir0/column_weisskopf.html
(gli articoli interi, oltre la prima pagina, non sono facilmente raggiungibili)

Molto materiale era già stato elaborato da Weisskopf in una sua lezione al CERN, “Modern Physics from an elementary point of view”.

LINK 15 <https://cds.cern.ch/record/274976/files/CERN-70-08.pdf>

qui si può leggere un bel testo di Weisskopf sull’insegnamento della fisica

LINK 16 <https://sfrosali.files.wordpress.com/2012/10/weisskopf-sullinsegnamento-delle-scienze.pdf>

Qui un ricordo di Weisskopf che comincia proprio ricordando questa sua abilità di collegare le formule e ricavare risultati di “fisica qualitativa”

LINK 17 <http://web.mit.edu/dikaiser/www/Kaiser.Weisskopf.pdf>

Una rubrica simile fu tenuta da Edward Purcell, premio Nobel, brillante autore del testo di elettromagnetismo per l’Università del “Berkley Physics Course”.

La sua rubrica era intitolata “The back of the envelope”, con il rimando ai calcoli che si potevano fare nello spazio ristretto del retro di una busta usata.

In un blog a lui intitolato, <http://www.vendian.org/envelope/>, si può trovare l’elenco

LINK 18 http://www.vendian.org/envelope/dir0/column_purcell.html

Sull’American Journal of Physics, i link alle varie puntate.

LINK 19 <https://aapt.scitation.org/author/Purcell%2C+Edward+M?pageSize=100&startPage=&sortBy=Ppub>

4. Storia: generi letterari di storia della fisica

4.1 Una panoramica

Sono molti gli autori che abbiamo incontrato finora, e che incontreremo. Alla fine del corso avremo tracciato una specie di “albero del novecento” dei diversi storici della fisica.

I generi letterari che stiamo incontrando:

- 1) La Monografia
- 2) La Monografia multi-autore

- 3) L'articolo di ricerca su un argomento circoscritto
- 4) L'articolo “di review”

- 5) La biografia
- 6) La biografia scientifica
- 7) La biografia divulgativa

- 8) Le opere “classiche” con introduzione e note
- 9) La “antologia” di un dato autore
- 10) La corrispondenza

- 11) Il libro di testo di storia della fisica

- 12) Il documentario

5. Panoramica di riviste e approfondimenti

5.1 Riviste di storia della fisica

La nostra futura guida per Keplero, l'insegnante di fisica (e storica) Anna Maria Lombardi, sul suo bel blog, fa una panoramica delle riviste dedicate alla storia della fisica.

Scrive così:

STORIA DELLA FISICA

è la mia grande passione...

Sarà la nostra guida per Keplero, facciamoci guidare anche nella panoramica sulle riviste scientifiche di storia della fisica.

LINK 20 <http://www.annalombardi.eu/riviste.html>

5.2 Riviste per l'insegnamento o divulgative

Le principali, per il livello delle superiori, ma vi prego aggiungete in chat se ne conoscete e apprezzate altre

- La fisica nella scuola, in italiano, edita dall'AIF
LINK 21 <https://www.aif.it/indice-rivista/>
- The Physics Teacher, edito dall'AAPT
LINK 22 <https://www.aapt.org/Publications/tpt.cfm>
- Physics Education, edito da IOPScience
LINK 23 <https://iopscience.iop.org/journal/0031-9120>

5.3 Archive e Jstor



Per i libri in inglese (ma anche qualcosa in italiano), e video, e websites, è molto utile Archive.org. I libri più antichi si possono scaricare in PDF o altri formati, quelli moderni si possono prendere

LINK 24 <https://archive.org/>



Per gli articoli scientifici, su riviste antiche (Phil Trans per capirci, dove scrivevano ai tempi di Newton), ma anche moderni, la referenza principale è Jstor.org. Anche qui ci si registra, e alcuni articoli sono liberi, altri (tipo “biblioteca”) se ne possono leggere 100 al mese.

LINK 25 <https://www.jstor.org/>