



Teacher Guide



Guida per l'insegnante



Lærerveiledning



Priločnik za učitelje



SUPERCOMET

Superconductivity Multimedia Educational Tool



**Aileen Earle, Jenny Frost, Vegard Engstrøm, Mojca Čepič,
Gorazd Planinšič, Gren Ireson, Sara Ciapparelli**

SUPERCOMET

Superconductivity Multimedia Educational Tool

Copyright © 2004 by Simplicatus AS,
Richard Birkelands vei 2B, 7491 Trondheim, NO

ISBN 82-8130-045-0

UK: You may install the CD ROM contents on computers in schools and institutions for educational purposes if you have approval in writing from Simplicatus AS. Otherwise, it is illegal to reproduce any part of this Teacher Guide or CD ROM in material form (including photocopying and electronic storage) except where you are allowed to reproduce without permission under the provisions of Chapter 3 of the Copyright, Designs and Patents Act 1988.

Italia: I diritti di elaborazione in qualsiasi forma o opera, di memorizzazione anche digitale su supporti di qualsiasi tipo (inclusi magnetici e ottici), di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche) e diritti di traduzione sono riservati per tutti i paesi.

Norge: Det må ikke kopieres fra denne boken eller vedlagte CD-ROM i strid med åndsverksloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk. Installasjon av innholdet på vedlagte CD-ROM på datamaskiner ved skoler eller institusjoner for utdanningsformål regnes ikke som brudd på copyright-bestemmelsene dersom dette er godkjent skriftlig av Simplicatus AS.

Slovenija: Prepovedano je razmnoževanje kateregakoli dela tega Priročnika za učitelje ali CD-ROMa (vključno fotokopiranje in shranjevanje v elektronski obliki). Namestitve vsebine tega CD-ROMa na šolske računalnike in izobraževalne ustanove ni mogoče razumeti kot kršitev avtorskih pravic v zgoraj navedeni obliki, če je bilo pridobljeno pisno dovoljenje Simplicatus AS.



SØR-TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE
TRONDHEIM KATEDRALSKOLE



Contributors / Realizzazione editoriale / Bidragsytere / Priskevali so:
Teacher guide / Guida per l'insegnante / Lærerveiledning / Priročnik za učitelje

Editors / Redazione / Redaktører/ Redakcija:
Lorenzo Rossi, Vegard Engstrøm

Authors / Autori / Forfattere / Avtorji:
Aileen Earle, Jenny Frost, Vegard Engstrøm, Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Gren Ireson, Sara Ciapparelli

Translation / Traduzione / Oversettelse / Prevod:
Italiano: Marisa Michellini, Federico Corni
Norsk: Anders Isnes, Øystein Guttersrud, Torunn Strømme, Vegard Engstrøm
Slovensko: Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Jerneja Paulin, Bernarda Urankar

Poster authors / Autori del poster / Forfattere poster / Avtorji poster:
Jo Smiseth, Vegard Engstrøm

Layout, cover and poster design / Progetto grafico, copertina e grafica del poster / Layout og formgivning av omslag og poster / Oblikovanje ovitek in poster:
Studio Grafico Clara Bolduri per Zanichelli editore

Published by / Editore / Utgitt av / Izdajatelj:
Zanichelli editore S.p.A., Via Irnerio, 34, 40126 Bologna, IT

Printed by / Stampa / Trykket av / Tisk:
Alfaprint snc, Via Bellini, 24, 21052 Busto Arsizio, IT

First edition: December 2004
Reprint: 5 4 3 2 1 2005 2006 2007 2008 2009

Contributors / Realizzazione editoriale / Bidragsytere / Priskevali so:
CD-ROM / CD-ROM / CD-ROM / CD-ROM

Editors / Redazione / Redaktører / Redakcija:
Vegard Engstrøm, Harvey Mellar

Authors / Autori / Forfattere / Avtorji:
Jenny Frost, Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Anton Ramšak, Sara Ciapparelli, Helge Røder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Jo Smiseth, Kristian Fossheim, Vegard Engstrøm

Graphic design / Progetto grafico / Grafisk formgivning / Oblikovanje:
Ragnhild Ask Torvik, Heidi Johansen, Einar Huseby, Andreas Morland, Visualize DA

Label design / Grafica di etichetta / Etikett-design / Oznaka:
Studio Grafico Clara Bolduri per Zanichelli editore

Flash Animations / Animazioni Flash / Flash-animasjoner / Animacije:
Visualize DA

Flash Framework / Piattaforma Flash / Flash-rammeverk / Flash oblikovanje:
Mintra AS

Contributors / Realizzazione editoriale / Bidragsytere / Priskevali so:
Teacher seminar / Corso per gli insegnanti / Lærerkurs / Seminar za učitelje:

Editors / Redazione / Redaktører / Redakcija:
Vegard Engstrøm, Harvey Mellar, Aileen Earle

Authors / Autori / Forfattere / Autorji:
Gren Ireson, Jenny Frost, Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Anton Ramšak, Marisa Michellini, Anders Isnes

Graphic design / Progetto grafico / Grafisk formgivning / Oblikovanje:
Ragnhild Ask Torvik, Heidi Johansen

Flash Animations / Animazioni Flash / Flash-animasjoner / Flash animacije:
Visualize DA

LANGUAGE INDEX



Teacher Guide
ENGLISH

5



Guida per gli insegnanti
ITALIANO

57



Lærerveiledning
NORSK

109



Priročnik za učitelje
SLOVENSKO

159

ENGLISH



SUPERCOMET

Superconductivity Multimedia Educational Tool



TEACHER GUIDE





Superconductivity
Multimedia
Educational Tool

• Teacher Guide

Table of contents

SUPERCOMET – what’s on the CD?	8
Help – I really don’t have time for this... (or a quick-start guide)	9
Aims of the SUPERCOMET CD and Teacher Guide	10
How do I start using the SUPERCOMET application?	11
How do I find my way around SUPERCOMET?	12
Some frequently asked questions about teaching with SUPERCOMET	13
What’s up with physics teaching?	14
How can SUPERCOMET help?	15
SUPERCOMET animations bring physics to life and help students learn	17
Using information and communications technology (ICT) in science teaching	19
Module 1. Magnetism of wires and magnets	29
Module 2. Magnetism of coils and materials	31
Module 3. Electromagnetic induction	33
Module 4. Electric conduction	34
Module 5. Introduction to superconductivity	35
Module 6. History of superconductivity	37
Examples of activities using the SUPERCOMET CD ROM	38
Integrating superconductivity into the curriculum	47
Further resources	51
Working with liquid nitrogen	54
Working with magnets	55
Appendix	56

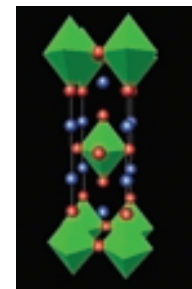


Figure1:
Superconducting
lattice structures

Copyright © 2004 by Simplicatus AS,
Richard Birkelands vei 2B, 7491 Trondheim, NO

UK: You may install the CD ROM contents on computers in schools and institutions for educational purposes if you have approval in writing from Simplicatus AS. Otherwise, it is illegal to reproduce any part of this Teacher Guide or CD ROM in material form (including photocopying and electronic storage) except where you are allowed to reproduce without permission under the provisions of Chapter 3 of the Copyright, Designs and Patents Act 1988.

Contributors: Teacher guide

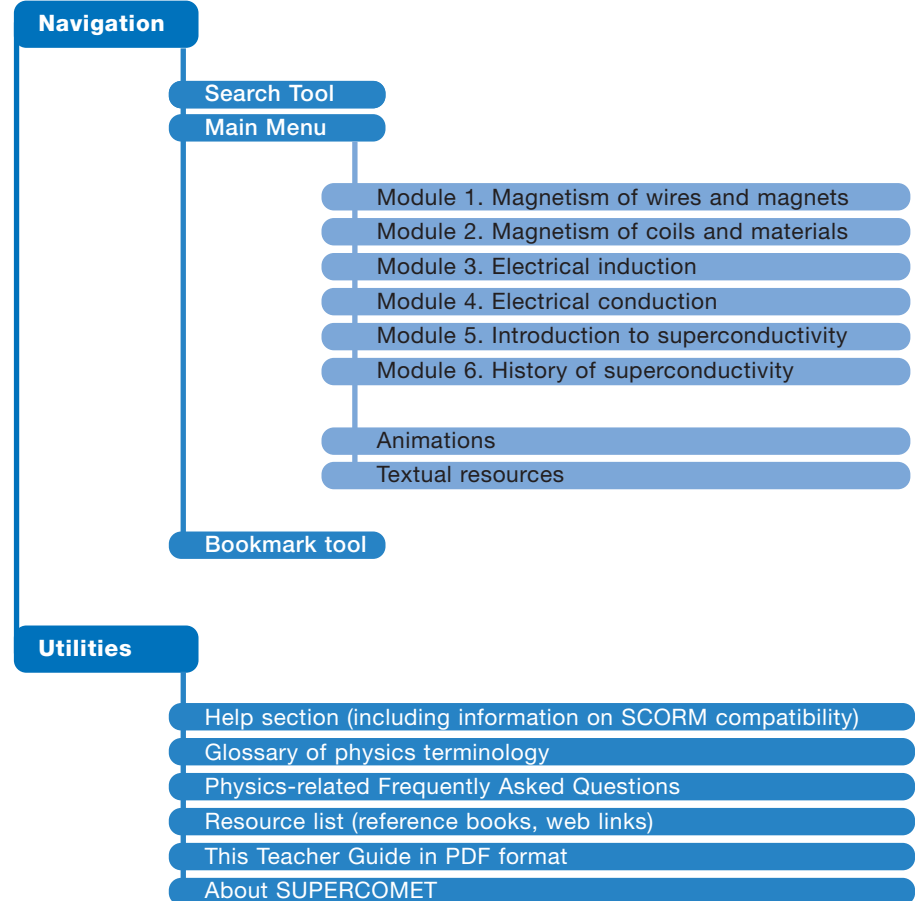
Editors:
Lorenzo Rossi, Vegard Engstrøm

Authors:
Aileen Earle, Jenny Frost, Vegard Engstrøm, Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Gren Ireson, Sara Ciapparelli

SUPERCOMET

what's on the CD?

SUPERCOMET contains six self-contained modules' and a set of other useful navigational, teaching and information resources set out as in the site map below:



note

1. The follow-up project SUPERCOMET 2 will pilot the use of this CD in teaching, and will develop further modules. For more information, contact info@supercomet.no

Help – I really don't have time for this... (for a quick-start guide)



Figure 2: Heike Kamerlingh Onnes - 1913 Nobel Prize for Physics

- 1 Check the SUPERCOMET Curriculum Map provided on pages 47-50 to see how it can help your students learn essential curriculum topics.
- 2 When you have found an appropriate topic (e.g. electrical resistance), browse through the relevant module contents listed in the teacher guide on pages 29-37.
- 3 Check pages 38-46 (Examples of teaching activities) to see if there are any ready-made teaching plans you could adapt for your teaching. Alternatively, go to www.supercomet.no to browse through materials contributed by other teachers.
- 4 Start the SUPERCOMET CD ROM (See page 11) and familiarise yourself with its navigational structure (See pages 8 and 12).
- 5 Using the Main Menu, go to the module most appropriate to the topic you are teaching, and familiarise yourself with it.
- 6 Either use SUPERCOMET as suggested in the teaching plan you have found in the guide or write a lesson plan of your own (See pages 19-28 for information on using ICT in your teaching).
- 7 After the lesson, evaluate how it went. You might want to share your work with other teachers by logging on to www.supercomet.no.

Aims of the **SUPERCOMET** CD and Teacher Guide

SUPERCOMET has been designed as a computer application combining graphics, animations, text and navigation to make selected parts of the physics curriculum in upper secondary school more interesting and accessible.

SUPERCOMET CD ROM Learning Objectives

The SUPERCOMET CD ROM is intended as an introduction to Superconductivity, the theories upon which its discovery is based (including magnetism and electrical induction and conduction), and its history. Based on work with the SUPERCOMET material, more advanced pupils shall be able to

1. argue how a theory is related to evidence
2. explore actively possible uses of phenomena
3. explore actively technological implications of a new discovery
4. describe how scientists gain and interpret data
5. describe how science and technology uses new ideas
6. communicate scientific ideas to different audiences
7. ask questions to themselves about physics and how it is related to everyday life
8. list some connections between different fields of physics

Aims of the Teacher Guide

The teachers' guide is intended to outline the pedagogical rationale for using SUPERCOMET and suggest effective ways of using it in the classroom, as part of everyday teaching, in stand-alone mode and in combination with practical demonstrations, and other Information and Communications Technologies.

Intended audience

The intended audience of SUPERCOMET are secondary school pupils. Whilst it will be most relevant to AS and A2 level students, it can also be used in Keystages 3 and 4. See pages 47-50 for a curriculum map of the contents of the CD ROM.

How do I start using the **SUPERCOMET** application?

System requirements

Before using the SUPERCOMET computer application, please check if your computer and browser meets the following minimum (or recommended) requirements.

PC

- Microsoft Windows 98 SE / Me / 2000 / XP / NT
- 500 MHz Pentium 4 processor (1 GHz Pentium 4 recommended)
- 64 MB RAM (256 MB RAM recommended)
- 16-bit color recommended for optimal viewing
- 800x600 resolution
- 4x CD ROM
- Macromedia Flash Player (version 7.x - available free at www.flash.com)

Mac

- MacOS 9.x / X 10.1.x / X 10.2.x / X 10.3.x
- Power Macintosh (1 GHz G4 recommended)
- 64 MB RAM (256 MB RAM recommended)
- 16-bit color recommended for optimal viewing
- 800x600 resolution
- 4x CD ROM
- Macromedia Flash Player (version 7.x - available free at www.flash.com)

Browser requirements

PC

Platform	Browser
Windows NT	MS Internet Explorer 6.0, Netscape 7.x, Mozilla 1.x, Opera 7.11
Windows 98	MS Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows Me	MS Internet Explorer 5.5, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows 2000	MS Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows XP	MS Internet Explorer 6.0, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11

Mac

Platform	Browser
Mac OS 9.x	MS Internet Explorer 5.1, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 6
Mac OS X 10.1.x	MS Internet Explorer 5.2, Netscape 7.x, Opera 6, AOL 7, Mozilla 1.x
Mac OS X 10.2.x	and Safari 1.0.
Mac OS X 10.3.x	

Using the SUPERCOMET application

Place the disc in the CD ROM drive. The disk should start automatically. If it does not, follow the instructions on the label. If you have problems loading or using the SUPERCOMET application, open the 'read-me.txt' file on the CD.

How do I find my way around **SUPERCOMET**?

You can either follow the navigational links provided (see below)...

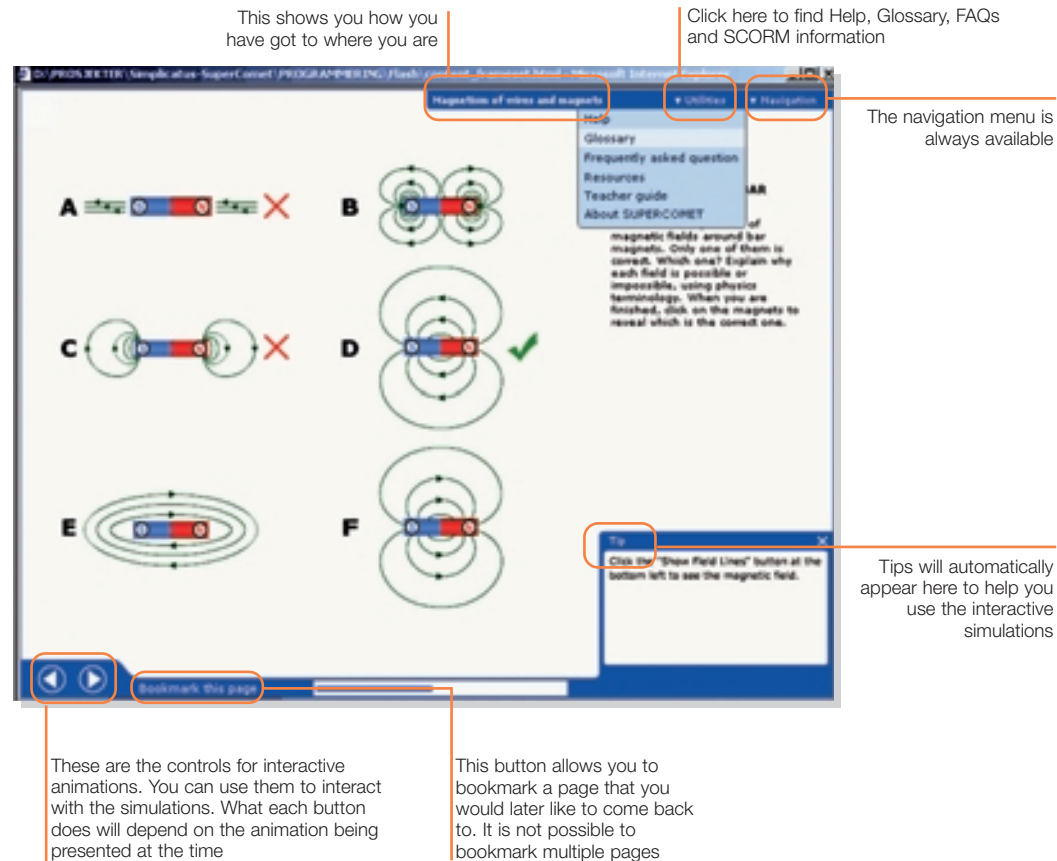


Figure 3: Screenshot of **SUPERCOMET** screen and navigation tools

Or you can use the search tool to find resources:

The Search Tool can be reached from the Navigation menu at the top of the screen.



Figure 4: **SUPERCOMET** CD ROM Search Tool

Some frequently asked questions about teaching with **SUPERCOMET**

Q Superconductivity is not in the curriculum, so why would I teach it?

A Superconductivity can be used as an engaging way to teach pupils about the structure of matter, electricity and electrostatics, magnetism and magnetic induction. (See pages 47-50 for a curricular mapping of superconductivity).

Q I teach children under 16. Can I use superconductivity in my teaching?

A Simple demonstrations of superconductivity can be linked to Key Stages 3 and 4.

Q I don't have time to run through the whole of the CD ROM. Can I use it any other way?

A Although you can work through the CD ROM from start to finish, it is possible to use different parts of the content (text, graphics, animations) on a stand-alone basis. A powerful search function has been provided to help you find materials that would be relevant to your class.

Q When I try to run the animations, I get an error message telling me that 'Windows cannot open this file.'

A The animations have been created in a format called Flash. In order to play these in your browser, you need to install the Flash Plug-in. A copy is provided on the CD ROM.

Q I find some of the animations on the CD ROM very useful. Can I use them in materials my students or I create, such as in web pages or PowerPoint presentations?

A The **SUPERCOMET** materials are copyrighted and may only be used for educational purposes according to the purchase license.

See www.supercomet.no for more information.

Q Why should I use the CD ROM instead of live demonstrations, which my students enjoy?

A Use it as well as, rather than instead of the live demonstrations. Students can then use the CD ROM to check the results they obtained. In some cases, the CD ROM can be used to demonstrate things which would be impossible in a school laboratory. See 'SUPERCOMET animations bring physics to life and help students learn' on pages 17-18 for more information of how animations can help students learn.

Q Could I replace practical lab lessons with the SUPERCOMET CD ROM?

A Not really – research suggests that students benefit more from learning with simulations alongside 'real' practical demonstrations.

Q Are there any lesson plans or other teaching materials that I could use?

A Yes – this teacher guide includes a number of useful teaching materials and suggestions for learning activities. Further resources are available on the Internet. See pages 27-28 for advice on finding, evaluating and adapting other people's materials.

Q I have developed some superconductivity materials I would like to share. What should I do with them?

A The **SUPERCOMET** 2 project will develop an international online community of teachers using superconductivity in their teaching. Contact info@supercomet.no for more information.

What's up with physics teaching?²

Anyone teaching physics will be painfully aware of some of the problems in the subject:

Problems facing physics pupils and students

- Numbers of students choosing physics A-level are dropping
- At 16, physics does not appear to be an attractive option to students
- Applications for physics degrees dropped sharply in the 1990s whilst the total number of undergraduates increased.
- Only about 20% of those studying physics at university are women
- Over ten university physics departments have closed in the last decade
- Employer demands for scientists and engineers are not being met

Problems facing physics teachers

- There has been a shortage of physics teachers for at least two generations
- Recently only about 200 physics graduates enter teaching each year
- The Teacher Training Agency estimate that it would take the whole output of physicists from one year to make up the shortfall.
- Two thirds of physics is taught to under-16s by teachers without a physics degree.
- But these teachers have no time to attend specialist training.
- Teachers need easy, quick and cheap access to a wide range of resources and help.

Problems with physics curricula

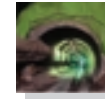
- Current physics curricula lend themselves to didactic, authoritarian teaching
- Content is often emphasized at the expense of process
- A level physics tends to favour theory over technology
- What physicists actually do is barely reflected in A Level curricula
- Physics curricula are out of touch with science in the 21st century
- Physics curricula are rigid and drab and do not leave enough space for imagination, practical skilfulness and issues-based argumentation.
- Changes to the mathematics curriculum mean that pupils and students do not have the all the mathematical skills needed for physics, particularly
 - «Getting out numbers»
 - Analysis and presentation of data
 - Making models

note

². Data taken from the Institute of Physics, www.iop.org.

How can SUPERCOMET help?

Superconductivity is an exciting vehicle for learning physics



Superconductivity can be used as an exciting way to teach many physics concepts

Superconductivity can be used as a context in which to teach

- Magnetism
- Electrical induction and conduction
- The relationship between temperature and resistance of metal conductors
- The effect of temperature on material in terms of lattice vibrations

By using superconductivity as the context for learning about concepts such as temperature and magnetism, students can immediately link the theory to their lives, making their learning more relevant and exciting.

Superconductivity is cutting-edge

- As recently as 2003 the Nobel Prize was awarded to Superconductivity researchers
- Superconductivity research is currently taking place in most universities, many in hi-tech companies and research institutions including:
 - CERN
 - Oak Ridge National Laboratory
 - University of Cambridge Interdisciplinary Research Centre in Superconductivity
 - US Department of Energy
 - Siemens AG
 - Mitsubishi Electric Company
 - Hitachi Research Laboratory
 - Oxford Instruments Plc



Figure 5: Particle accelerator at CERN



Superconductivity theory is used in many exciting modern applications

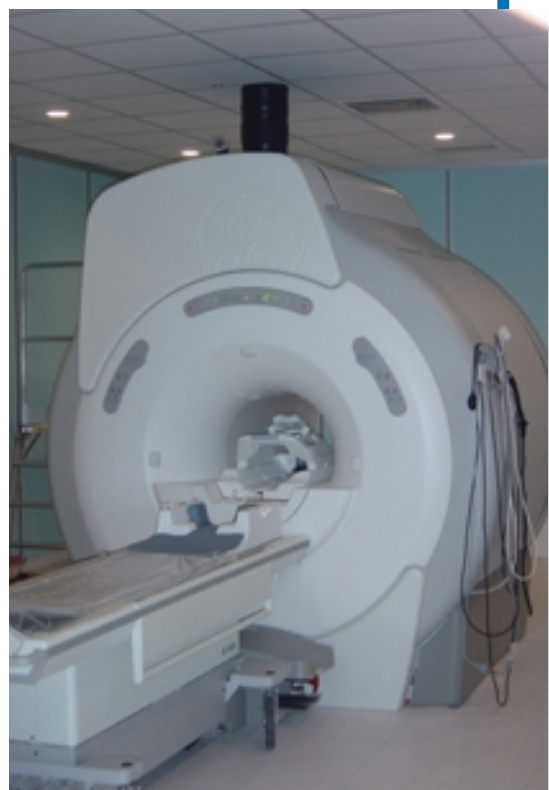
- Medical Imaging Systems (Magnetic Resonance Imaging – MRIs)
- Maglev (Levitating) Trains
- Magnetic Shielding
- Particle Accelerators
- Advanced Mobile Telephony
- SQUID Magnetometer (Ultra-sensitive detector of magnetic fields)
- Power Transmission Cables
- Energy Storage Devices



Figures 6-8: MRI Equipment
Figure 7: Maglev train

Superconductivity opens the door on what physicists actually do

- Hundreds of physicists across the world are currently involved in superconductivity research.
- A total of 12 researchers across the world have been awarded Nobel prizes (in 1913, 1972, 1973, 1987 and 2003) for superconductivity-related work.



Whilst the SUPERCOMET CD includes a wide set of textual reference materials, links, glossaries, images, video clips of demonstrations and quizzes which together all contribute to providing an excellent superconductivity teaching resource, the most important feature of SUPERCOMET is the large number of interactive animations of physical processes that it provides: The screenshots below show a small selection of the many interactive animations that can be found on the CD ROM.

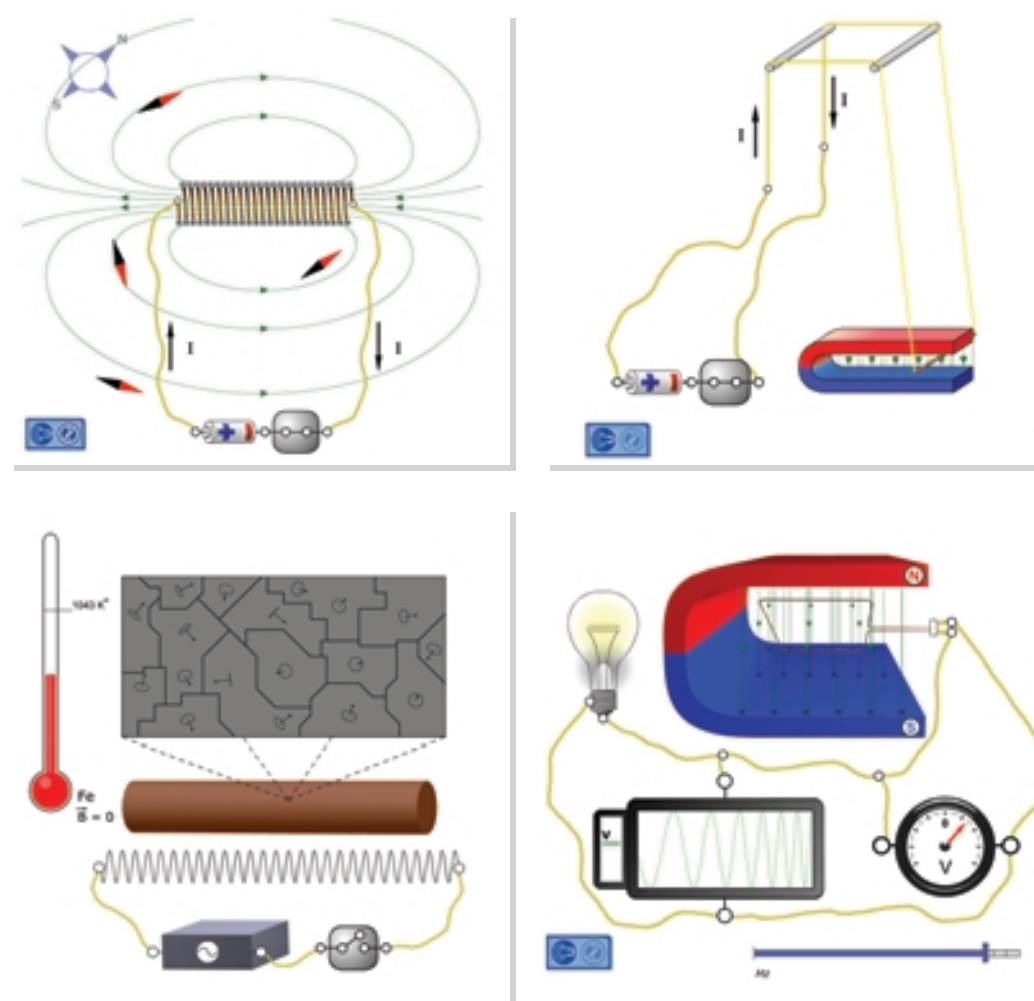


Figure 9: Screenshots of interactive animations from the CD ROM

How animations can help learning

- Virtual labs can provide pupils with access to a number of experiments that would otherwise be impossible for them to experience in a normal classroom, for reasons of safety, or because the effects are too fast, slow or small.
- By interacting with animations, easily altering factors and examining the effects of these changes, pupils can gain insights that might otherwise be hidden by noise and the difficulties of practical experimentation.
- If used in combination with experiments in the real world, animations can help students understand the relationship between models and reality, and thus come to an understanding of how science is done.
- Animations make learning science more enjoyable and appealing to pupils.
- Animations have been shown to be effective at illustrating the complex functional and procedural relationships so often found in physics learning.
- By adding conceptual interpretation to simulations of what is a stripped-down version of reality, animations can help students link conceptual models with real-life phenomena.
- Animations provide learners with images and motions, both of which are essential to understanding and memorizing scientific concepts.
- Animations remove the noise found in live experiments, thus allowing students to construct models of physical phenomena more easily.
- Interactive animations of physical concepts can allow students to test and refine their own models of new phenomena.
- Appropriate animations can help learners decode text
- Animations allow the students to be more active in their learning, thus relying less on their teacher as the main source of knowledge

teaching note

There is evidence that pupils may take simulations and animations too literally, and thus develop an over-simplified understanding of the 'messy' physical phenomena they represent (see, for example, Wellington, 2004). For this reason, it is important that simulations are used, if possible, in conjunction with real experiments, and that the teacher takes an active role in helping students build an understanding of the nature of models and their role in science.

Main forms of ICT relevant to school physics

Many forms of ICT can be useful in the physics classroom or laboratory. Used in combination with teaching and student-centred activities, they have the potential to transform student learning. The list below includes some of the technologies listed by Osborne & Hennessy (2003).

Data capture systems

Data capture systems³, which include data logging hardware plus data processing and interpretation software, help students engage in and interpret the results of practical physical experiments and develop an investigative approach to science. A data logger (e.g. Data Harvest, www.data-harvest.co.uk) is a device that can, over a period of time, take and store repeated readings from a series of sensors to analyse such data as temperature, conductivity, voltage and motion. It can be attached to a computer or P.D.A. where the data can typically be displayed graphically.

This data can then either be tabulated and analysed using readily available spreadsheet or database tools, or interpreted using specialist data exploration software such as Insight (<http://www.sas.com/technologies/analytics/statistics/insight/>). Graphing tools and calculators can also be used for data analysis.

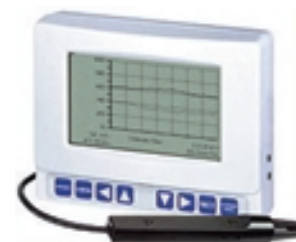


Figure 10:
Temperature and
humidity recorder
with remote probe

note

3. BECTA provide useful links on data logging
<http://curriculum.becta.org.uk/docserver.php?docid=1213>
and data analysis software
<http://curriculum.becta.org.uk/docserver.php?docid=1251>

Information systems

This category includes the Internet, CD ROMs, electronic encyclopaedia etc. It provides a source of information on which students can draw in the course of their own learning. For example, they could use the SUPERCOMET CD ROM – or an online encyclopaedia – to find out about the Nobel prizes awarded to superconductivity researchers.

Modelling tools

Modelling environments such as STELLA (www.iseesystems.com) allow students to construct and test models of physical phenomena they observe. Spreadsheets can also be used for creating models. Allowing students to construct and test their own models of processes can be a powerful learning tool.

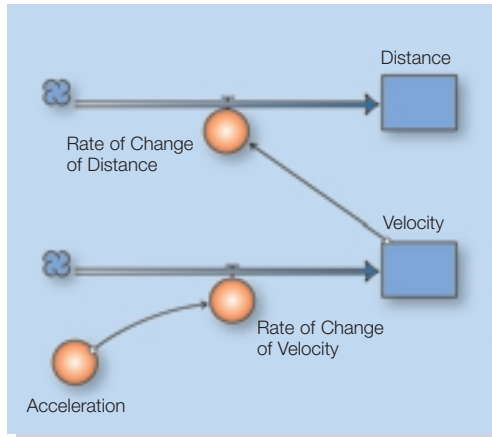


Figure 11: Simple kinematics STELLA model

Multimedia software

Multimedia software such as SUPERCOMET usually includes text, video and audio clips, spoken explanations, graphics and animations, tutorials, interactive activities, slide shows and glossaries. Particularly useful for physics teaching are the virtual laboratories, which allow students to carry out, virtually, experiments that they might not otherwise be able to conduct in the classroom. It also allows them to compare the data they obtain in real-life experiments with model-based data. Multimedia software can be used for demonstrating phenomena (e.g. magnets levitating above cooled superconductors) and/or simulating processes in 'virtual experiments' (e.g. the relationship between the speed of movement of a copper wire through an electric field, and the resulting voltage).

Internet/Intranet Publishing and presentation tools

Students can use word processing software or multimedia presentation packages (e.g. Dazzler at www.dazzlersoft.com) to prepare their own accounts of physical phenomena they have been learning about during the course of a real – or virtual – experiment for presentation to others. These accounts can form part of a portfolio of work. Such accounts could also be developed using html editors such as Dreamweaver (www.macromedia.com) and posted on a school intranet, or even on the Internet, as a public record of the students' learning. There are many sites which host a web page at no cost – www.geocities.com or www.webspawner.com are two good examples.

Digital recording equipment – still and video cameras

Teachers – and students – can use digital cameras and videocams to record experiments they have worked on, or to take photographs that can be used for revision (or teaching) or which students could include in their own work.

Computer projection technology

Computer projection technology is an important element in physics teaching. It can be used to make public and thus visible to all that which may be available only on a single computer. Data projectors and screens, large monitors or TVs can be used alongside all the above technology to teach or perform demonstrations, and to keep a record of them. Even more helpful, interactive whiteboards allow students to interact with the material being presented, whilst screen monitoring and sharing software (e.g. AB Tutor Control, www.abconsulting.com) enables a tutor to share the screens of students with the whole class, thus allowing, for example, for comparison between results obtained by different students and a model from SUPERCOMET. Used together, screen sharing technology and interactive whiteboards can allow for a full, common record to be made of an experiment.

Figure 12: Interactive whiteboard



Why use ICT in Physics Teaching?

The use of ICT across the curriculum has been a statutory requirement since 1989 when the National Curriculum was first introduced. A recent literature review (Osborne & Hennessy, 2003) has argued that ICT has the potential to really transform teaching and learning in the science classroom. Here are some of the benefits they note⁴:

note

4. For a fuller discussion of the use of ICT in science teaching, the reader is directed to "Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions," Osborne & Hennessy (2003).

ICT can help students to work faster and frees them up from labour-intensive tasks

- The use of ICT (particularly data logging, handling and graphing) can speed up the tedious and error-prone tasks such as taking multiple and complex measurements, working out difficult formulae and plotting graphs.
- It is possible to capture and compare larger numbers of results, including across classes and time.
- ICT improves the productivity of pupils and the quality of work they produce.
- Interactive computer simulations can prevent students – and teachers – wasting time setting up equipment.
- As well as being faster than manual procedures, ICT-based ones are more accurate and yield less ‘messy’ data, which can therefore illustrate phenomena more clearly.
- Pre-selected links in electronic worksheets and interactive activities can save students time in locating relevant resources.
- ICT frees up teachers and allows them to spend more time working with students, helping them to think and analyse their data, and to compare their findings with those of others.
- Real-time data displays can be used as the basis of classroom discussion and can allow a teacher to instantly demonstrate the link between a phenomenon and its model, even when there are multiple variables.
- Using computer modelling and simulation allows students to investigate far more complex models and processes than would be possible in a classroom.
- As time is released from laborious tasks, students have more time to think about the phenomena they are examining.

Broadening learning and bringing it up-to-date

- ICT and the Internet give students access to a broader range of up to-date tools and information resources. This allows for school teaching and learning to be more authentic and current than is possible with textbooks alone.
- Students can make links between what they are learning and the ‘real world’.
- Good students are able to use the resources provided to learn more than the teacher – or curriculum – had planned.
- Simulations, animations and virtual laboratories allow students and tea-

chers to observe and take part in demonstrations that would otherwise be impossible for reasons of cost, safety, time or equipment.

- Virtual experiments can be repeated as many times as is necessary for the learner, something which can rarely be done in a real practical.

ICT encourages students to explore and experiment

- Use of graphing and modelling tools as well as interactive simulations which offer immediate feedback encourages students to work in a more experimental, playful manner, investigating relationships and testing, refining and re-testing ideas of their own.
- Viewing a graph develop or model unfold on a screen makes the Predict – Observe – Explain teaching technique work particularly well.
- Interactive computer models and the fast presentation of data allowed through using ICT such as data logging systems, encourages pupils to ask exploratory («what if...») questions and to test the answers to these questions by devising and carrying out further virtual activities.
- Because ICT is interactive and dynamic in a way a printed text cannot be, its use (e.g. spreadsheets and modelling software) develops in the students an iterative approach to learning.

ICT puts the spotlight on the important, overarching issues

- Students are better able visualise physical processes and to relate different variables in qualitative or numerical relationships
- Attention can be focused on the issue/concept being examined rather than on minutiae
- The abstract and otherwise difficult to perceive features of physical processes (e.g. current and magnetic fields) are highlighted.
- Pupils can grasp concepts more quickly and easily, they can formulate new ideas faster and transfer them between contexts more smoothly.
- When a graph evolves on the screen in real time, students’ attention is drawn to what is happening with the data.
- By using computer data analysis and interpretation systems, students are better able to focus on relationships between variables rather than just on the individual points that make up the graphs.

Encouraging self-sufficiency as well as collaborative working

- Using ICT to explore and experiment with physics phenomena gives students more control over their own learning and thus encourages them to take a more active role in it.
- Pupils carrying out research or practical activities using ICT may work more (but not completely) independently of the teacher.
- 'Independence' does not mean pupils working alone. Peer collaboration between students working together on tasks, sharing their knowledge and expertise, and producing joint outcomes is becoming a prevalent model for the use of educational technology.

Improving motivation and engagement

- There is ample evidence that students find working with ICT more motivating than working in alternative modes.
- ICT can vastly improve the quality of presentation of student work, as it enables students to create multimedia resources themselves.
- Students are more likely to actively participate in and persevere with laboratory activities, because ICT offers a novel way of learning, but also because ICT eliminates some of the more boring tasks, whilst the immediacy and accuracy of the results obtained can itself be motivating.

Ways of using ICT in the classroom

One teaching scenario would involve a series of real-life experiments, each of them linked to data logging equipment with real-time graphing software, attached to an overhead projector and network running screen sharing software, from which students can download data for presentation to students in another country through the internet. These real experiments would be supplemented with a set of simulations such as those provided on the SUPERCOMET CD ROM. All of the demonstrations could furthermore be videoed in real time, with the clips being available for student use.

Although having such a laboratory full of computers, whiteboards, digital video recorders, projection hardware and data logging equipment, with a connection to the Internet might seem to be the ideal situation, schools often cannot afford this level of resourcing. This is not always a bad thing: alternative

methods of working, which may call for the active engagement and collaborative working of students can be very effective. Barton (2004) suggests the following solutions:

Demonstration

Real-life demonstrations using conventional equipment (e.g. mercury thermometers) carried out alongside data logging and real-time graphing, followed by interactions with simulations can be very powerful, particularly if teachers have asked pupils to make predictions (e.g. sketch graphs) before the start of the demonstration. You could use this option for experiments where you do not want pupils to handle expensive and fragile sensors or hazardous materials such as liquid nitrogen. You can use graphs developed through the demonstrations – and video recordings of the demonstrations themselves – in revision, helping students re-visit earlier experiments and demonstrations.

Using data loggers as well as conventional equipment

When there is more than one set of data logging equipment available, but not enough for the whole class, then there are other ways of working. The teacher and/or a group of students could collect data using the data loggers, whilst the rest of the class uses conventional laboratory equipment. Results could then be compared. Data logging equipment can also extend what is possible using conventional equipment, for example by allowing for the recording of data over periods that extend beyond a classroom period.

Circus of experiments and 'dip-in-and-out' lessons

If there is a limit on the data logging equipment and/or simulation software (e.g. the SUPERCOMET animations) available to a class, you can always use them as part of a 'circus of experiments' or as a 'dip-in-and-out' lesson. A circus of experiments requires students to move around the room from one practical activity/experiment to the next. You could, for example, put on a circus of short experiments on electromagnetic induction, some using real magnets, copper wire and galvanometers, others using SUPERCOMET. A dip-in-and-out lesson is similar, but here the main focus of class activity is a non-practical activity such as using the computer to collate, analyse and print data.

A 'half-and-half' lesson

You could use a half-and-half lesson if you only have enough computers for half of your pupils to work on them at any point in time. In this situation, you can get half the class working on computers whilst the other half work on a non-computer-based activity (e.g. a practical experiment). The two groups can then swap over half way through the lesson.

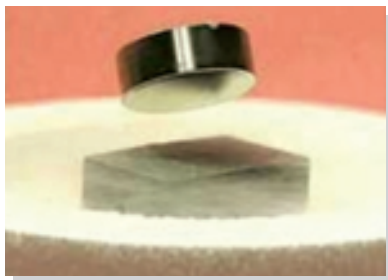


Figure 13: Magnet levitating above a superconductor

Using existing superconductivity resources

A Google search on Superconductivity will bring up almost half a million links!⁵ Therefore, you might expect, there is a large amount of material available, which you can bring to your teaching. This section gives you some pointers on how to find and evaluate that material. A Further Resources section has been provided at the end of this guide to help you in your choice of resources.

Some tips on searching for science-related information on the Internet⁶

It is usually not wise to allow students onto the Internet during class time to search for links to useful resources, as this can be time-consuming and the teacher has no way of controlling the quality of the resources that students find. It is often better to give the students a tried and tested list of URLs to follow. Selecting these without spending too long in the process is a difficult balance. The following questions may help:

- Is the information you are seeking likely to be found in an encyclopaedia? If it is,

note

5. Search performed on 28 July 2004 - this number is probably much higher now!
6. Adapted from Fullick (2004)

then visit an online encyclopaedia which may provide useful links as well as other information.

- Are you likely to find the information somewhere specific? For example, images of the Maglev train can be found at www.maglev-train.com, whereas information on the CERN Particle Accelerator can be found at www.cern.ch.
- If these fail, try a directory such as those available on ASE's site (www.ase.org.uk) or on www.superconductivity.org

If none of the above apply, you will need to conduct a search.

Tips on using a search engine

- Use different spellings to make sure you do not exclude US resources. For example, search on 'behavior' as well as 'behaviour'.
- Use variants of terms. For example, use 'teaching materials' as well as 'teaching resources.'
- Use more than one search engine. Using a single engine does not constitute an exhaustive search.
- If using the Internet with children, the following websites may be helpful:
 - www.cybersleuth-kids.com
 - www.factmonster.com
 - www.yahooligans.com

Evaluating information

BECTA (www.ictadvice.org.uk) offer the following advice for evaluating websites:

- Does the content make its educational purpose explicit?
- Is the content accurate, up-to-date, reasonably comprehensive, objective or making clear its bias, relevant for the learner and does it use appropriate vocabulary?
- Is the interface intuitive, with well-organised material and clear navigation?
- Is the content meaningfully interactive, engaging the learner with key content or concepts and not merely creating virtual versions of activities that can take place easily and to better effect without computers, for example dice-rolling or simulating magnetic attraction?
- Does the resource provide support and give feedback.
- Does the resource enhance collaborative learning by encouraging learners to discuss problems, share information and ideas and reach group agreement?
- Is the resource technically stable?

Finding, adapting and sharing superconductivity teaching materials

Finding teaching materials

There is an increasing number of online databases and sources of teaching materials. Although few of these databases contain materials specifically about superconductivity, many contain ones on magnetism and electricity. Perhaps you could contribute your own?

- www.resourcefulphysics.org – a subscription-based online resource for students and teachers of physics in the 11 – 19 age range.
- <http://alpha.smete.org/smete/> – Database of learning objects developed and maintained by the SMETE Open Federation.
- www.practicalphysics.org – website for teachers to share experiments.
- www.physics.org – the Institute of Physics has a number of links to superconductivity teaching materials

Adapting teaching materials

When you have found teaching materials, you should consider the following questions:

- Does the resource fit with the curriculum targets?
- Is the material pitched at the correct level for your learners?
- Is the resource presented in 'chunks' that fit with your teaching schedules?
- How easy to use is the material?
- Do you have the necessary equipment and hardware to use the resource?
- Is the material accessible? (See www.techdis.ac.uk for advice)

It is likely that you will need to make some changes to the resource you find before it works for the pupils in your particular context.

Sharing materials

If you create new Superconductivity learning and teaching resources, why not consider sharing them with others? A new SUPERCOMET online community is being set up – watch www.supercomet.no for more information.

Copyright issues

Always check carefully the Intellectual Property Rights of any materials you re-use. BECTA provide a useful guide in this area: (available at www.ictadvice.org.uk.)

Module 1

Magnetism of wires and magnets

This module connects naturally occurring and easily observable magnetic forces with the concept of a magnetic field. Some materials are naturally magnetic, others are not. Magnetic materials are sometimes called magnets, and magnets are surrounded by magnetic fields.

With thanks to Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engström and Sara Ciapparelli

Prerequisites

In order to work with the SUPERCOMET material, the pupils should already be able to

1. recognise that there exists a natural force called magnetism
2. recognise that magnets have poles, and that magnets attract and repel each other at a distance
3. recognise that magnetic fields are areas around a magnet where magnetic forces can be felt.
4. recognise that the magnetic field lines go into and radiate from the poles of the magnet.

Learning objectives

Based on work with the SUPERCOMET material, the pupils shall be able to

Knowledge

- recognise that the Earth has a magnetic field.
- recognise that some rocks are magnetic, and that this led to the discovery of magnetism.
- recognise that electricity and magnetism are two faces of the same phenomenon.
- recognise that there is always a magnetic field associated with an electric current.

Understanding

- describe the significance of the Ørsted experiment

Skills

- apply the right hand rule to determine the direction of the magnetic field around a wire
- draw the magnetic fields around common magnet geometries (bar magnets, horseshoe magnets).

Learning objectives not covered by SUPERCOMET

Based on complementary learning activities, the pupils should be able to

1. recognise that there is always a magnetic field associated with a moving charged particle.
2. recognise that magnetic repulsion is a useful practical test for permanent magnets.
3. list the conditions under which magnetic repulsion can be experienced.
4. list devices where permanent magnets are used.
5. imagine what will happen to a compass needle near the poles of the Earth.
6. research the problem of using compasses on iron hulled ships.
7. use a magnetic compass for simple orienteering.
8. explain why people (and especially children) are often fascinated by magnets.

Suggested learning activities

These learning objectives can be connected to certain activities or scenarios for learning to take place:

1. Design and communicate

Make a fun magnetic toy for young children. Write a pamphlet that goes with it, for the children, plus an explanation of how it works for parents who may have to answer the children's questions.

2. Plot an orienteering course.

You have a map of a route which you want people to follow by compass. Design their instructions so

that they can navigate the route using a magnetic compass. You may assume that the people walk with a step-length of 1 meter.

3. When and how were magnets first discovered? What were they used for?

Similar scenario to the one above. Explain how having compasses on ships was a help to sailors. What did they rely on before they had compasses? Write and act out a play about the early discovery. Imagine you are an early user of magnetic compasses and are commissioning a boat. You are trying to convince someone that it is safe to sail in the fog because you can still find your way.

Figures 14-15:
Extra large magnets



In this module the user can investigate the magnetic fields associated with wire loops and coils. Also, the module shows the different magnetic properties of ferro-, para- and diamagnetic materials.

With thanks to Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm and Sara Ciapparelli

Prerequisites

In order to work with the SUPERCOMET material, the pupils should already be able to

1. recognise that there exists a natural force called magnetism
2. recognise that magnets have poles, and that magnets attract and repel each other at a distance
3. recognise that magnetic fields are areas around a magnet where magnetic forces can be felt.
4. recognise that the magnetic field lines go into and radiate from the poles of the magnet.
5. recognise that an electric current in a wire will generate a magnetic field around that wire

Understanding

- describe how the shape of the magnetic field from a solenoid is related to that of a straight wire
- describe the significance of using ferromagnetic cores in electromagnets
- give a simplified account of the domain theory of magnetism.

Skills

- apply the right hand rule to determine the direction of the magnetic field through a coil or solenoid
- draw the magnetic field around a single coil, or around a solenoid.

Learning objectives

Based on work with the SUPERCOMET material, the pupils shall be able to

Knowledge

- recognise that electricity and magnetism are two faces of the same phenomenon.
- recognise that the magnetic field around a solenoid is similar to the field of a bar magnet
- recognise the different properties of paramagnetic, diamagnetic and ferromagnetic materials.
- recognise that a ferromagnetic material can be magnetized by an external magnetic field.
- recognise that a ferromagnetic material can lose its magnetization if it is heated up sufficiently.

Learning objectives not covered by SUPERCOMET

Based on complementary learning activities, the pupils shall be able to

1. research how solenoids are used as electromagnets.
2. research the practical differences between electromagnets with or without iron cores.
3. research how magnets are made, and what materials are used for them.
4. research how magnetism was discovered, how magnets and their poles got their names.
5. research the problem of using compasses on iron hulled ships.

Suggested learning activities

These learning objectives can be connected to certain activities or scenarios for learning to take place:

1. Find

Use a compass to find hidden magnets and lumps of iron round the room.

2. Imagine

Imagine that you have powerful magnets attached to the bottom of your shoes. You are made to walk over ground containing iron in occasional places.

You do not want to step on the iron as you may stick too hard. How will you pick your way over the ground? You cannot take your shoes off.

3. Making magnets

Magnets are now used in so many devices (dynamo/toys/kitchen cabinet locks/motors) that there must be a factory somewhere making them and churning them out by the dozen. Find out what you can about how they are made, what they are made of and how many millions of magnets are made every year. Search on the internet, and look up information in the school library.

This module uses animations to connect the phenomena of magnetism and electricity. Magnets and coils can be used to convert magnetic energy into electric energy by induction, just like a magnetic field is formed by the moving electric charges in an electric current. Both of these types of energy conversion take place in voltage transformers.

With thanks to Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm and Sara Ciapparelli

Prerequisites

In order to work with the SUPERCOMET material, the pupils should already be able to

1. use the concepts of: «magnetic field»; «magnetic force»; «magnetism»
2. recognise that an electric field surrounds every charged particle
3. recognise that electrons can move through a conductor
4. recognise that electricity and magnetism are two faces of the same phenomenon
5. recognise that an electric current creates a magnetic field

Learning objectives

Based on work with the SUPERCOMET material, the pupils shall be able to

Knowledge

- use the terms induction, coil, circuit, current, magnetic flux, generator, rotor, stator, dynamo
- recognize that an AC motor in principle is an AC generator «running backwards»
- identify some applications of induction coils in everyday technology (e.g. transformers, electrical motors and generators, loudspeakers, microphones)

Understanding

- describe the phenomenon of induction
- describe how an electromagnet functions in terms of induction
- describe how AC current is generated in terms of induction, magnet, coil and rotation

Learning objectives not covered by SUPERCOMET

1. The pupils should be able to describe how AC current can be transformed from one voltage to another by passing it through a transformer

Suggested discussion topics

1. How is it possible to charge the battery of a laptop or a mobile phone (e.g. 3,6 V DC current) using 220 V AC current from the power outlet in the wall?
2. Why do the transformers get warm after a while?

Suggested classroom activities**1. Transformers**

Breaking up old, discarded transformers for mobile phones/laptops and see how they look inside (get them from electrical appliance recycling facilities)

Module 4

Electric conduction

This module uses animations to visualize the phenomenon of electric conduction. Some materials conduct electricity, others are insulators. Some are semi-conducting, and some are superconducting.

With thanks to Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm and Sara Ciapparelli

Prerequisites

In order to work with the SUPERCOMET material, the pupils should already be able to

1. use the concepts electricity, electric current, etc.
2. understand that a given body is charged when it has an excess or a lack of electrons
3. describe an atom using the shell model
4. recognise a direct or inverse proportionality between quantities
5. use the terms: temperature and heat

Learning objectives

Based on work with the SUPERCOMET material, the pupils shall be able to

Knowledge

- use the terms conductor, semi-conductor, resistor, insulator, cross-section, resistivity, conductivity, temperature coefficient, mean free distance, lattice, charge carrier, electrons, holes, ions, power loss
- recognize electrons, holes and ions as charge carriers
- identify some well-known conductors, insulators and semi-conductors

Understanding

- describe the relationship between the kinetic

energy of the lattice (temperature of the material) and resistance

- describe the differences between AC and DC in terms of charge carriers and electric field.
- describe the relationship between voltage, current and resistance (Ohm's first law)
- describe the relationships between resistance, cross-section, length and resistivity of the material (resistance law or Ohm's second law)

Skills

- use Ohm's first law in algebraic manipulations
- use Joule's law to calculate power loss in power lines
- calculate the resistance of a piece of (conducting) material using parameters like cross-section, length and resistivity of the material

Suggested discussion topics

1. How much energy is lost through heat dissipation from power lines before the power is available to end users at outlets in the wall?
2. How does this power loss compare to the amount of energy «saved» by actions implemented by end users (companies and private persons)?
3. How much energy could be «saved» by increasing the voltage on high-capacity power lines?

Module 5

Introduction to superconductivity

This module introduces readers to the concept of superconductivity and how it relates to – and extends – electricity and magnetism. It runs through the main phenomena of superconductivity, the properties of different forms of superconductors and the theoretical explanations which underpin them.

With thanks to Jenny Frost, Mojca Cepič, Gorazd Planinšič, Anton Ramsak, Jo Smiseth, Kristian Fosshem, Vegard Engstrøm

Prerequisites

In order to work comfortably through 'Introduction to Superconductivity', the pupils should already

1. have a working knowledge of electricity and magnetism
2. be able to distinguish between conductors, semi-conductors and insulators and give examples of each
3. be able to explain the relationship between resistance and temperature of normal conductors, including a basic understanding of lattice vibrations and internal energy

Learning objectives

Related to phenomena

By the end of this module students should:

- be intrigued by the behaviour of superconductors;
- be able to describe both electrical and magnetic phenomena associated with superconductors;
- be able to compare the behaviour of superconductors with that of semiconductors and 'normal' conductors;
- be able to identify differences between 'ordinary' magnets and magnetic properties of superconductors;
- be able to give an account of the following terms related to phenomena in superconductivity: resistivity; ceramic materials; rare earths; critical temperature; critical magnetic field; critical current density; diamagnetism; phase transition; levitation; Meissner effect; pinning; type I and Type II superconductors;

so-called 'high' and 'low' temperature superconductors;

- have sufficient background understanding of superconductivity phenomena to be able to explain why superconductors are used in MRI machines for brain scanning in hospitals and in magnetically levitated trains.

Related to theory

By the end of this module students should be:

- able to recognise the theoretical puzzles which superconductivity presented (and still presents) to scientists;
- able to use existing knowledge of electricity and electromagnetism, and of lattice vibrations and internal energy, to understand some of the explanations;
- able to recognize that the rules of quantum mechanics dictate behaviour at low temperatures – and that some explanations of superconductivity cannot be accounted for in simple terms ;
- aware that the following terms are used in explanations of superconductivity: drift velocity of electrons; eddy currents; penetration depth of magnetic field; Cooper pairs; phonons; vortices; fermions; bosons.

Note: the level of treatment will vary for different age groups. At GCSE level in UK most of the objectives related to phenomena could be achieved, but probably only the first two of the objectives related to theory. At A level in UK all the objectives can be achieved to some extent as the terms used are ones used in A level courses (other than Cooper pairs).

Learning objectives not covered by SUPERCOMET

If students tackle the problems related to the effect of low temperatures on light emitting diodes which are set in the CD ROM, they will be extending their knowledge of the effect of temperature on the occupation of conduction and valence bands and the energies which separate them. The CD ROM, however, does not give these explanations, although guidance is given as to where to search.

Suggested learning activities

There are many learning activities that can be used in area of superconductivity. These can include

1. Demonstrations
2. Thinking tasks
3. Research from secondary sources

See pages 38-46 for a suggested set of teaching and learning activities

This module contains a chronological overview of the experimental discoveries, theoretical breakthroughs and applications related to superconductivity. Who were the scientists behind the Nobel prizes that have been awarded for superconductivity research throughout history? What are the most recent developments?

With thanks to Jo Smiseth, Kristian Fossheim, Asle Sudbø and Vegard Engstrøm

Prerequisites

In order to work with the SUPERCOMET material, the pupils should already be able to

1. recognise that there exists a phenomenon called superconductivity
2. recognise that superconductivity relates to electricity and magnetism
3. recognise the characteristics of superconductivity (no resistance, no magnetic permeability)
4. recognise the need for cooling superconductive materials below their critical temperature

Learning objectives

Based on work with the SUPERCOMET material, the pupils shall be able to

Knowledge

- recognize some major discoveries and theories related to superconductivity
- recognize the scientists and the collaboration behind these discoveries and theories
- recognize current efforts to improve experimental knowledge and theories of superconductivity

Understanding

- describe how the superconductivity scientists gained and interpreted their data
- argue how the superconductivity theories for conventional and high temperature superconductors are related to experimental evidence

- discuss whether superconductivity development has been driven by experiments or by theory

Learning objectives not covered by SUPERCOMET

Not many complementary learning activities for this module except reading books and articles. Further learning objectives would mostly relate to extended factual knowledge about the history of superconductivity, and would be only for especially interested individuals.

Suggested learning activities

These learning objectives can be connected to certain activities or scenarios for learning to take place:

1. Discuss if it could be possible that we had not discovered superconductivity (it was discovered in 1911) yet, and why.
2. Discuss if it could be possible that we had not discovered high temperature superconductivity (it was discovered in 1986) yet, and why.
3. Imagine if the discovery of room-temperature superconductors happens tomorrow.
4. Reading books or articles about superconductivity research and researchers.
5. Make a presentation (written, oral or electronic) or create models of possible uses of room-temperature superconductors.

Examples of activities using the **SUPERCOMET** CD ROM

Please note that all of the following activities must be adapted for use within your own classroom. They are only suggestions, designed to give you ideas to incorporate in your own teaching. The **SUPERCOMET** team welcome your feedback on these activities – please post your comments in the **SUPERCOMET** website at www.supercomet.no.

Effect of temperature on resistance of a metal and of superconductors

Date: _____ **Class:** _____ **Lesson length: 110 mins**

Learning objectives

At the end of the lesson, pupils should:

- Understand the effect of temperature changes on resistivity in metals
- Know that superconductors behave differently to other conductors
- Understand the difference between high temperature superconductors and low temperature superconductors
- Be able to recognize, and sketch, the shape of a temperature against resistivity graph for metals and superconductors
- Understand the meaning of Highest Critical Temperature

Materials and equipment required

Enough computers to allow for one per three pupils
LED
SUPERCOMET software loaded on all computers
Liquid nitrogen and appropriate containers
Copper wire coil with attached leads
YBCO superconductive wire with attached leads
2 C batteries with holder
3 volt flash light bulb with holder
Voltage data sensor
Computer attached to data projector and interactive whiteboard.

Safety considerations

Handling liquid nitrogen is dangerous. Ensure that appropriate precautions are taken.

Relationship to NC

A level

Time Lesson outline

Main issue to be addressed: how does temperature affect the resistivity of different kinds of materials? Revision: specific resistance of different kinds of materials

5 mins

Ask pupils to predict what will happen when the LED is cooled in liquid nitrogen. Demonstrate by carefully lowering the LED into the liquid nitrogen for 10 seconds. Then watch what happens. Ask the pupils to explain what they have seen. Explain effect of temperature on resistivity of copper

Time Lesson outline

20 mins

Ask pupils to predict the temperature vs. resistivity graph that you would find as you cooled metals. One pupil should sketch the graph on a template on the whiteboard. Connect batteries, semiconductor, and voltage data sensor attached to a computer. Put the semiconductor in the liquid nitrogen for 10 seconds, then take it out and let it slowly heat up. Share the data obtained with the whole group. Introduce Temperature coefficient.

35 mins

In groups of four, ask the pupils to use the SUPERCOMET simulations of voltage vs. temperature, and if necessary the internet, to draw a voltage vs. temperature graph. Ask one pupil to mark this on the template on the whiteboard and compare with the results obtained with the formula.

50 mins

Ask one pupil in each group of four to join group A, one to join group B one to join group C and one group D. Ask each group to use data from the SUPERCOMET CD ROM and the Internet on the specific resistance of materials to sketch lines on a template to attempt to determine the highest critical temperature (T_c) of the following materials:

Group A	Group B	Group C	Group D
Copper	Mercury	YBCO	Carbon
Silver	Lead	BiSCCO	Rubber
Gold	Niobium	$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$	Porcelain

Each group should produce a graph showing their sketched curve and estimated highest critical temperature.

They should then look at the values given for their materials in the SUPERCOMET CD ROM and discuss any differences

70 mins

The pupils should return to their original groups to compare and discuss their findings. They should then use the SUPERCOMET CD ROM to try and explain their findings.

90 mins

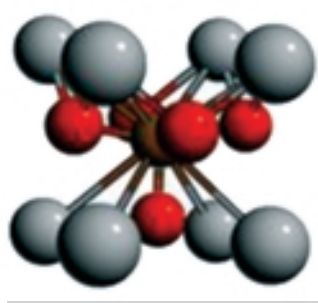
The teacher asks one pupil from each group (A, B, C, D) to draw their three lines on the whiteboard and enter their estimated and the actual highest critical temperatures in a template provided.

Teacher should elicit conclusions reached and draw out the main lesson learnt.

Whiteboard Template (Also give axes of temperature vs. resistivity graph)

	Specific resistance	Estimated T _c	Actual T _c
Group A	Material type		
Copper			
Silver			
Gold			
Group B	Material type		
Mercury			
Lead			
Niobium			
Group C	Material type		
YBCO			
BiSCCO			
Tl ₂ Ba ₂ Ca ₂ Cu ₃ O ₁₀			
Group D	Material type		
Carbon			
Rubber			
Porcelain			

Figure 16: Lattice structure of a superconductor



Suggested lessons on superconductivity

Introduction

Making the imperceptible, perceptible – the art of demonstration.

Many physicists are intrigued by superconductivity, particularly when they see the levitation and suspension demonstrations. Students, on the other hand, may react differently: 'It's just like a magnet, isn't it? What's the big deal?' The 'big deal' is that they are not the same; it is, for instance, impossible to float a magnet on top of another without something to stop it shooting off.

An important component of the lesson, therefore, is the teacher's ability to make something small and apparently insignificant appear dramatic and thought provoking.

Safety – Demonstrations only

The practical part of the lesson can only be done by teacher demonstration as safety legislation prohibits students from handling liquid nitrogen (LN₂). For safety, if not for pedagogical, reasons, all the practical work must be tried out beforehand. Teachers who attend the related teachers' seminar, will practise there and know the safety precautions necessary for working with liquid nitrogen.

IT IS **ESSENTIAL** THAT TEACHERS KNOW, AND FOLLOW, SAFETY GUIDELINES FOR WORKING WITH LIQUID NITROGEN.

Timing

Timing will depend on the class, because the depth of treatment will be different in a GCSE class from an A level physics class. The demonstrations themselves will take only about 30 minutes. A sequence of learning activities has been suggested which could

take up to two to three lessons: teachers must adapt to suit their circumstances.

Suggested sequence of learning activities

1. Electrical properties of superconductors (using secondary sources: e.g. teacher's own account; books; CD ROM...)
2. Demonstrations with liquid nitrogen; and thinking tasks
3. Research in secondary sources
4. Follow-up tasks
5. Report on findings and teacher clarification

A possible sequence could be:

Lesson A – part 1: lesson B – parts 2, 3 and 4; homework: continue with part 4; lesson C – part 5.

Preparation and ordering

Superconductivity kits are available from Colorado Superconductor Inc. Full information about the kits available, the precautions which need to be taken and demonstrations which can be done are given on their web sites: http://www.users.qwest.net/~cscconductor/Lower_Frames_Pages/Resources.htm

The demonstrations here can be done with the basic kit. The company does, however, have larger kits which will allow measurement of critical temperature, critical current and critical magnetic field.

It is likely that liquid nitrogen is being used by hospitals, universities and industries near any city. Seek out a supplier who will deliver small quantities or make an arrangement with a local hospital or university. No more than a litre is needed.

Teachers need to be familiar with the contents of the CD ROM as this is the main suggested second-

dary source for the students' own research. Other resources such as suitable Internet sites and textbooks need to be selected in advance.

Remember the safety precautions.

Terminology

Technically one should not refer to a material as a superconductor until it is cooled below its critical temperature. We have, however, adopted the convention of referring to the discs used in the demonstration as 'superconducting discs' even though they are not superconducting unless below their critical temperature. It is easier than saying 'the disc which becomes superconducting when it is cooled below its critical temperature' every time we want to refer to it.

Outline details

Part 1

Introduction to electrical properties of superconductors.

There is sufficient on the CD ROM to prepare a short introduction on the electrical properties of super-

conductors. There are ideas for comparing the graphs of resistance against temperature for an ordinary conductor and a superconductor – students can spot the rapid drop to zero resistance and ponder over what happens to the current when this happens (their instinctive reaction will be that it will become infinite – but of course it does not – they can think about why not). Limiting factors (critical current and critical magnetic field) could also be discussed from graphs available on the CD ROM.

If teachers have the larger kits they can demonstrate the 'no resistance' state.

Teachers may want to start from a historical approach and talk about how Onnes did the experiment several times because he could not believe what he was seeing – he thought there was something wrong with the apparatus!

A different starting point is a video of a Mag Lev train or a scanner in a hospital – with a statement that these both depend on the discovery of superconductivity.

Suggested time: 30 minutes

Demonstration

Part 2

Teacher Demonstrations and thinking tasks

The demonstrations are of 'strange electrical and magnetic phenomena' which occur at low temperatures. The phenomena are:

- LN₂ is very cold – e.g. lettuce leaf and rubber in LN₂ become brittle (not superconductivity); 'jumping' of an aluminium ring on an electromagnet when current is switched on and increased jump when after ring has been cooled in LN₂ (not superconductivity);
- the change in light of a light emitting diode (LED) (not superconductivity);
- the levitation of a magnet above a superconductor;
- the tendency of the levitated magnet to 'return' even when dislodged sideways, or to become stable at another location;
- the spinning of the magnet above the superconductor;
- the gradual return of a superconducting disc to the 'normal state', rather than an abrupt return;
- the suspension of a superconductor by a magnet, with a gap in between them (superconductor remains suspended when magnet is shaken gently from side to side)

Suggested time: half an hour.

Thinking tasks related to the demonstrations

The thinking tasks should encourage students to question what is happening, and begin to think of, for instance, why the aluminium ring jumps so much higher when it is cooled, what shape of magnetic field might give the behaviour observed in the levitation and suspension demonstrations, why the LED changes in LN₂.

Suggested time: 10 minutes. There may be value in setting different tasks to different groups within the class, so that they report back.

Part 3

Research from secondary sources

After allowing students to draw on their own knowledge for these thinking tasks, some input will be necessary. Possible forms of input could be:

1. A system of 'hints' or questions from the teacher
2. A set of carefully targeted book resources, with relevant pages marked.
3. Teacher explanation – building on what students have suggested
4. Use of module 5 of the CD ROM where there is discussion of all the questions posed.

Suggested time: half an hour in a lesson and a further hour for homework

Part 4

Follow-up work – homework – project work:

1. Use the CD ROM to check ideas and extend them further
2. Use the CD ROM to write their own notes on what is meant by critical current, critical magnetic field and critical temperature.
3. Find out how phenomena related to superconductivity are being developed into technological solutions to problems (module 5).
4. Use the CD ROM to explore explanations at atomic level. The CD ROM sticks to what might be accessible to students in school. It does not contain any of the mathematics of quantum physics.
5. Use specific Internet sites for further research.
6. Compare explanations of the levitation from three different sources – what are the similarities and what are the differences in the explanation? (This task can of course be extended to any of the phenomena and is a useful exercise in 'don't always believe everything you find on the net or in books'. Teachers



might also discuss the reasons for this difference – part of which comes from the need to simplify a complex process for a lay audience).

7. Where students get really enthusiastic about the topic they can research it not only through the CD ROM and teacher-selected sites but through a ‘Google’ search on the internet. The following search phrases will be useful: ‘LED and liquid nitrogen; ‘Meissner Effect’; ‘Superconductivity’.

8. If you have access to the larger superconductivity kit, electrical measurements on the superconductor can be done. The teacher must handle the LN₂, but students can explain the design of the circuits and can interpret the results.

Part 5

Feedback from students and clarification

Students prepare to present their ideas (posters/ short talks/ pamphlets/ explanations for future stu-

dents – are all possible formats to give them).

Groups could be asked to include:

‘what we are sure of’;

‘what still puzzles us’;

Suggested time: One hour (depends on the format used)

Some input from the teacher will be needed – if only to reassure students that many of the explanations are way beyond the knowledge which students have at present and that much is not understood anyway – it is still a contested area.

Give students access to one computer per group to work on their presentations.

The **SUPERCOMET** Teacher Seminar contains more hands-on information about the demonstrations.

For more information, visit www.supercomet.no.

KS3 worksheet 1 – Introduction to magnetic fields

Around the room you will find a number of magnets and sheets of paper covered with iron filings. These iron filings allow you to see the magnetic fields created by different types of magnets. Watch your teacher to see how she uses the iron filings to show the magnetic field of a magnet. Then, in pairs, draw the magnetic fields that you see in all the following magnets:



Figure 17: Example of worksheet on introductory magnetism

When you have finished drawing your magnetic fields, go to the SUPERCOMET CD ROM and check the magnetic fields created by the different magnets there. Are the magnetic fields the same? If not, why do you think they may be different?

KS3 Worksheet 2 – Electromagnets, iron filings and compasses

Do the same exercise, this time using compasses to examine the magnetic fields created around electromagnets

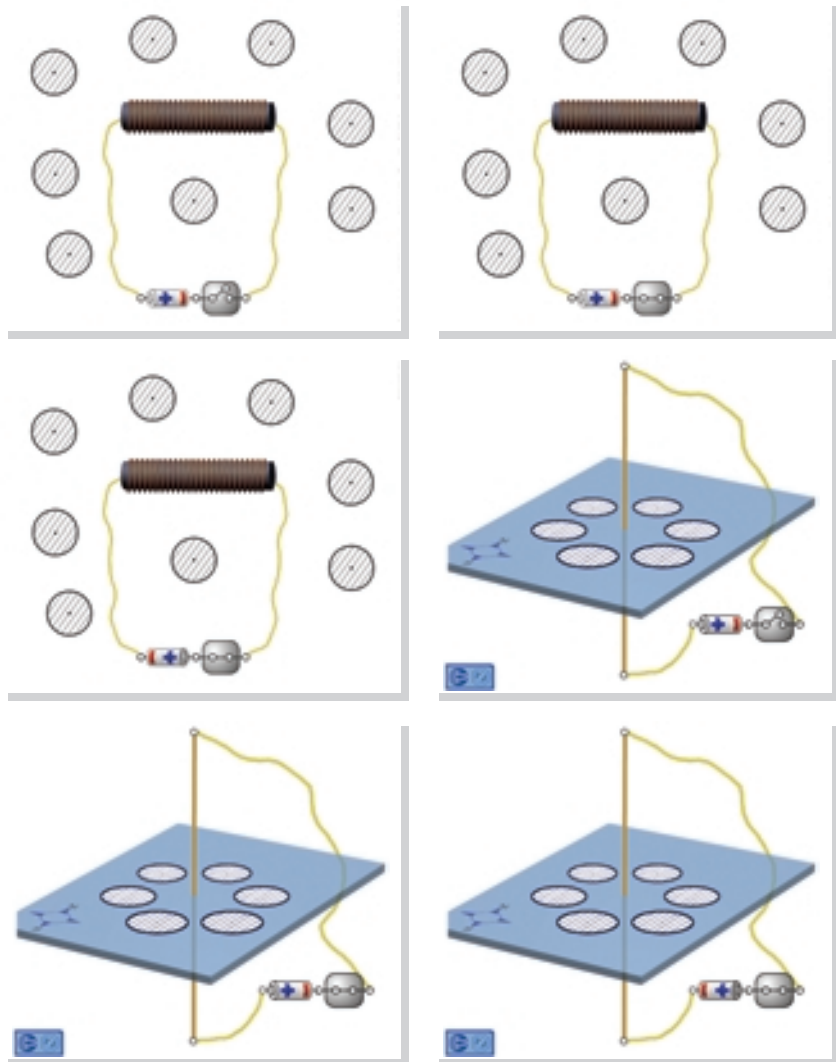


Figure 18: Example of worksheet on introductory electromagnetism

Now use the SUPERCOMET CD ROM to compare your magnetic fields with those you can find there. Are they the same?

Teacher note: be careful as the batteries will get hot and run down very fast. It might be preferable to use power sources here.

Integrating superconductivity into the curriculum

You do not need to take time out of delivering the curriculum to teach superconductivity. The tables below shows how you can integrate it into your curriculum.

Opportunities for teaching superconductivity in England and Wales at KS3 & 4

KS3 – Science

Electricity and magnetism

Pupils must be taught...

Magnetic fields

a. about magnetic fields as regions of space where magnetic materials experience forces, and that like magnetic poles repel and unlike poles attract

Electromagnets

b. that a current in a coil produces a magnetic field pattern similar to that of a bar magnet
c. how electromagnets are constructed and used in devices [for example, relays, lifting magnets]

KS4 – Double Science Curriculum

Electromagnetic effects

Pupils must be taught...

- a. that a force is exerted on a current-carrying wire in a magnetic field and the application of this effect in simple electric motors
- b. that a voltage is induced when a conductor cuts magnetic field lines and when the magnetic field through a coil changes
- c. how simple ac generators and transformers work
- d. the quantitative relationship between the voltages across the coils in a transformer and the numbers of turns in them
- e. how energy is transferred from power stations to consumers.

Opportunities for teaching superconductivity in England and Wales at GCE AS and A2

Specification	AS-core	A2-core	Optional Study
Edexcel (Salters Horners)	Explain, qualitatively, how changes of resistance with temperature may be modelled in terms of lattice vibrations and number of conduction electrons.		<ul style="list-style-type: none"> AS: Out-of-school visit report A2: Individual practical project report
Edexcel	Explanation of the change of resistance with temperature.		
OCR (Advancing Physics)	Graphs of current or conductance against temperature		<ul style="list-style-type: none"> AS: Materials research and presentation A2: Matter: hot or cold, superconductivity A2: Research report
OCR			<ul style="list-style-type: none"> A2: Health Physics, outline the use of MRI to obtain diagnostic information about internal structures. A2: Materials, show an appreciation of what is meant by a superconducting material and outline the use of superconducting materials, for example, in strong magnets.
AQA Specification B	<ul style="list-style-type: none"> Qualitative and experimental treatment of effects of temperature on the resistance of a metal and on a negative temperature coefficient thermistor. Knowledge of the existence of a transition temperature when some materials become superconductors. Applications of superconducting materials: e.g. production of powerful electromagnets with no generation of internal energy; long term energy storage and low noise electronic devices. 		

Opportunities for teaching superconductivity: Scottish Qualifications Authority – Physics (Intermediate 2)

Section Circuits	
Content Statements	Contexts, applications, illustrations and activities
<p>2.1 Circuits</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. State that electrons are free to move in a conductor. 2. Describe electrical current in terms of the movement of charges around a circuit. 3. Carry out calculations involving $Q = It$. 4. Distinguish between conductors and insulators and give examples of each. 5. Draw and identify the circuit symbols for an ammeter, voltmeter, battery, resistor, variable resistor, fuse, switch and lamp. 6. State that the voltage of a supply is a measure of the energy given to the charges in a circuit. 7. State that an increase in the resistance of a circuit leads to a decrease in the current in that circuit. 8. Draw circuit diagrams to show the correct positions of an ammeter and voltmeter in a circuit. 9. State that in a series circuit the current is the same at all positions. 	<p>Simple electrostatics experiments.</p> <p>Use simple series circuit to identify conductors and insulators.</p> <p>Investigate the brightness of a lamp when the potential difference (voltage) across the lamp is varied.</p> <p>Compare the currents drawn by different known resistors which have the same supply voltage.</p>
Section 2.3 Electromagnetism	
Content Statements	Contexts, applications, illustrations and activities
<p>Electromagnetism</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. State that a magnetic field exists around a current-carrying wire. 2. Identify circumstances in which a voltage will be induced in a conductor. 3. State the factors which affect the size of the induced voltage, ie field strength, number of turns on a coil, relative movement. 4. State that transformers are used to change the magnitude of an alternating voltage. 5. Carry out calculations involving input and output voltages, turns ratio and primary and secondary currents for an ideal transformer. 	<p>Investigate magnetic fields created by a current-carrying wire.</p> <p>Investigate wires moving between magnetic poles; moving magnet and coil.</p> <p>Investigate the factors affecting the size of the induced voltage.</p>

Opportunities for teaching superconductivity: Scottish Qualifications Authority – Physics (Higher)

Section 2.1 Electric fields and resistors in circuits

Content Statements

13. Derive the expression for the total resistance of any number of resistors in series, by consideration of the conservation of energy.

Contexts, applications, illustrations and activities

Use ohmmeter to determine total resistance for: a) two resistors in series, and b) two resistors in parallel.

Resistive heating

Section 3.3. Optoelectrics and semi-conductors

Content Statements

23. State that materials can be divided into three broad categories according to their electrical properties - conductors, insulators and semiconductors.

24. Give examples of conductors, insulators and semiconductors.

25. State that the addition of impurity atoms to a pure semiconductor (a process called doping) decreases its resistance.

26. Explain how doping can form an n-type semiconductor in which the majority of the charge carriers are negative, or a p-type semiconductor in which the majority of the charge carriers are positive

Contexts, applications, illustrations and activities

Measure and compare the resistance of various conductors, insulators and semiconductors.

Electronic devices.

Books on Superconductivity

Buckel, W. and R. Kleiner (2003).

Superconductivity: fundamentals and applications. Weinheim, Wiley.

Evetts, J., Ed. (1992). **Concise Encyclopedia of Magnetic & Superconducting Materials.** Advances in materials science and engineering. Oxford, Pergamon.

Fossheim, K. and A. Sudbo (2004). **Superconductivity: Physics and Applications,** John Wiley & Sons.

Rose-Innes, A. C. and E. H. Rhoderick (1978). **Introduction to Superconductivity.** Oxford, Pergamon.

Tinkham, M. (1996). **Introduction to Superconductivity.** New York; London, Mc Graw Hill.

Vidali, G. (1993). **Superconductivity: the next revolution?** Cambridge, Cambridge University Press.

Web Resources on Superconductivity

<http://superconductors.org> – Superconductors.org is a non-profit, non-affiliated website intended to introduce beginners and non-technical people to the world of superconductors.

<http://superconductors.org/Links.htm> – This is a large set of links on superconductivity from the same website.

<http://www.ornl.gov/info/reports/m/ornlm3063r1/contents.html> – A Teacher's Guide to Superconductivity for High School Students produced by Oak Ridge National Laboratory

<http://www.physicscentral.com/action/action-01-3.html> – Physics Central's short introduction to superconductivity.

<http://physicsweb.org/bestof/superconductivity> – Best of Physics Web produced by the Institute of Physics.



<http://hypertextbook.com/physics/modern/superconductivity/> – short primer on superconductivity

Online Superconductivity Teaching Materials

<http://www.resourcefulphysics.org> – a subscription-based online resource for students and teachers of physics in the 11 – 19 age range.

<http://alpha.smete.org/smete/> - Database of learning objects developed and maintained by the SMETE Open Federation.

<http://www.psigate.ac.uk/> – Physics sciences information gateway

<http://www.practicalphysics.org> – website for teachers to share experiments.

<http://www.teachingphysics.iop.org> – the Institute of Physics provides a number of useful physics teaching materials, including on superconductivity.

Superconductivity Demonstration Kits and Materials

<http://www.superconductors.org/Play.htm> gives an international list of suppliers of demonstration kits, mostly in the US.

References on using ICT in Science Teaching

Barton, R., Ed. (2004). *Teaching Secondary Science with ICT. Learning & Teaching with Information & Communications Technology.* Maidenhead and New York, Open University Press.

Osborne, J. and S. Hennessy (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*, NESTA Futurelab.

www.ictadvice.org.uk Becta's one-stop shop aimed at school practitioners offering a wide range of information, advice and guidance on using ICT.

Other references used in this Teacher Guide

Barton, R. (2004). Management and organization of practical work. **Teaching Secondary Science with ICT.** R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Barton, R., Ed. (2004). **Teaching Secondary Science with ICT.** Learning & Teaching with Information & Communications Technology. Maidenhead and New York, Open University Press.

Barton, R. (2004). Why use computers in practical science? **Teaching Secondary Science with ICT.** R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Fullick, P. (2004). Using the Internet in School Science. **Teaching Secondary Science with ICT.** R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Harris, R. (1997). **VirtualSalt: Evaluating Internet Research Sources.**

Institute of Physics (2004), **The post-16 Initiative.** Radical, forward looking initiative by the Institute of Physics, shaping and developing physics for all involved post-16.

Osborne, J. and S. Hennessy (2003). **Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions**, NESTA Futurelab.

Wellington, J. (2004). Multimedia in science teaching. **Teaching Secondary Science with ICT.** R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Working with liquid nitrogen

Many practical demonstrations in the area of superconductivity require the use of liquid nitrogen. This is a dangerous substance and needs to be handled with great care:

- Use Dewar bottles or thermos flasks for transporting small quantities of liquid nitrogen, but NEVER SCREW THE TOP ON. Pressure could build up inside the thermos and cause the bottle to explode.
 - Choose containers with care, avoiding ordinary glass or plastic, as these may shatter when brittle and cause injury
 - Keep the liquid nitrogen away from students.
 - Demonstrate to them what can happen when materials are supercooled (for example, freeze then shatter a rose)
 - Make sure that the liquid nitrogen does not touch any part of the body
 - Always wear safety goggles
 - Never touch any cooled objects such as superconductors or magnets.
- Always use tweezers which have been tested before to make sure they do not become brittle when cold.
- Wear insulating gloves
 - Make sure that the room you are working in is well ventilated



Figures 19-20: Apple (left) and orange (right) immersed in liquid nitrogen and then shattered to pieces

Working with magnets

Some magnets (e.g. niobium magnets) can be very powerful and need to be treated with care:

- always keep magnets away from computers, floppy disks, tapes and credit cards
- wear goggles in case two magnets are forcefully attracted and send off small shards of metal in the process
- make sure you do not get your fingers between two powerfully attracting magnets
- keep powerful magnets apart

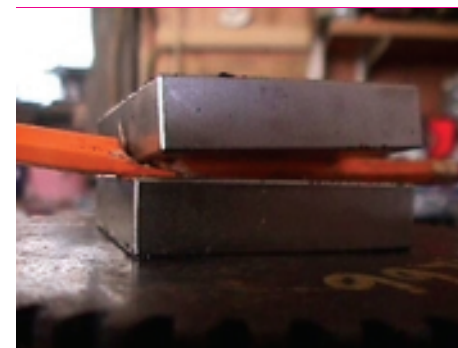


Figure 21: Pencil squashed between two magnets

About SUPERCOMET

The SUPERCOMET CD was developed as part of the SUPERCOMET Project with financial support from the Leonardo da Vinci programme phase II of the European Union (Project no. N/O1/B/PP/131.014.)

Objectives of SUPERCOMET Project

The SUPERCOMET Project aimed to:

- Set up an international partnership with competence related to the renewal of physics teaching across Europe.
- Establish firm connections with existing organizations for physics educators, researchers in physics education, as well as curriculum authorities and policy makers.
- Develop a concept for products related to physics education that may be put to use immediately, simultaneously allowing for expansion with regard to subject and scope.

The project partners were:

- Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
- Simplicatus AS, Norway
- Istituto Tecnico Commerciale Statale 'Enrico Tosi', Italy
- Zanichelli Editore Spa, Italy
- Katedralskolen i Trondheim, Norway
- Faculty of Education, University of Ljubljana, Slovenia
- Institute of Education, University of London, UK

ITALIANO



SUPERCOMET

Strumento multimediale per l'insegnamento della superconduttività



GUIDA DELL'INSEGNANTE



SUPERCOMET



ITALIANO

Strumento multimediale
per l'insegnamento
della superconduttività

- Guida dell'insegnante

Indice

SUPERCOMET – contenuto del CD	60
Aiuto! non ho il tempo di fare queste cose! (guida veloce)	61
Obiettivi del CD SUPERCOMET e della Guida dell'Insegnante	62
Come iniziare ad usare l'applicativo SUPERCOMET	63
Come orientarsi in SUPERCOMET	64
Domande frequenti sull'uso di SUPERCOMET	65
Lo stato dell'insegnamento della fisica	66
Quale aiuto da SUPERCOMET?	67
Le animazioni di SUPERCOMET promuovono l'apprendimento	69
Le tecnologie informatiche e della comunicazione nella didattica delle Scienze	71
Modulo 1. Il comportamento magnetico di fili conduttori e di magneti	81
Modulo 2. Il comportamento magnetico di spire e di materiali	83
Modulo 3. Induzione elettromagnetica	85
Modulo 4. Conduzione elettrica	86
Modulo 5. Introduzione alla superconduttività	87
Modulo 6. Storia della superconduttività	89
Esempi di attività didattiche proposte nel CD ROM SUPERCOMET	90
Come integrare la superconduttività nel programma di fisica	99
Bibliografia e siti web	102
Lavorare con l'azoto liquido	106
Lavorare con magneti	107
Appendice	108

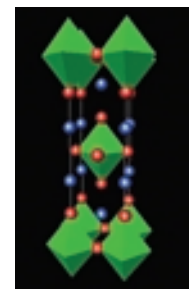


Figura 1: Struttura di un reticolo cristallino superconduttore

Copyright © 2004 by Simplicatus AS,
Richard Birkelands vei 2B, 7491 Trondheim, NO

Italia: I diritti di elaborazione in qualsiasi forma o opera, di memorizzazione anche digitale su supporti di qualsiasi tipo (inclusi magnetici e ottici), di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche) e diritti di traduzione sono riservati per tutti i paesi.

Realizzazione editoriale: Guida per l'insegnante

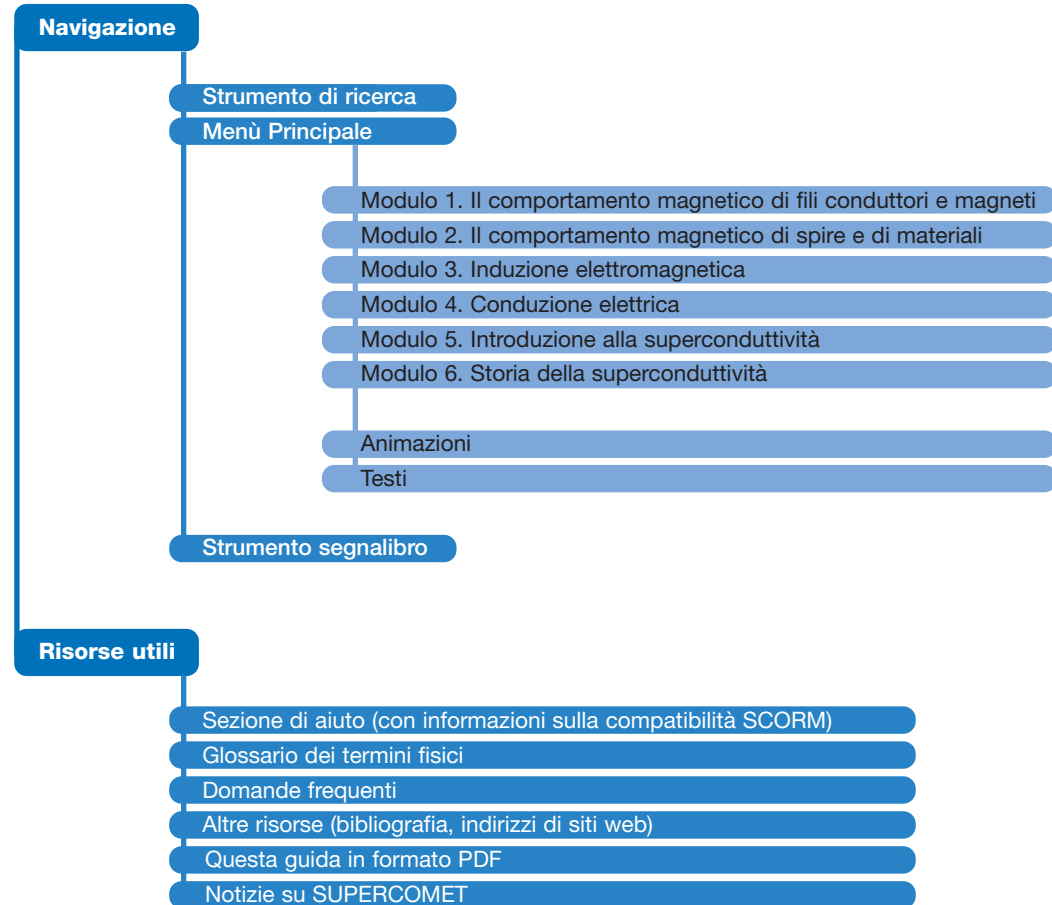
Redazione:
Lorenzo Rossi, Vegard Engstrøm

Autori:
Aileen Earle, Jenny Frost, Vegard Engstrøm, Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Gren Ireson, Sara Ciapparelli

Traduzione:
Marisa Michelini, Federico Corni

ITALIANO

SUPERCOMET contiene sei moduli autosufficienti¹ e una serie di altre risorse utili per la navigazione, per l'insegnamento e per l'informazione. I suoi contenuti sono organizzati secondo la mappa seguente.



note

1. Un ulteriore sviluppo denominato SUPERCOMET 2 sta provando sul campo lo Strumento Multimediale per l'Insegnamento della Superconduttività e lo sta arricchendo di nuovi moduli. Per informazioni, prendere contatto con: info@supercomet.no



Figura 2: Heike Kamerlingh Onnes - Premio Nobel per la Fisica 1913

- 1** ⌚ Vedere sulla Mappa del programma SUPERCOMET alle pagine 99-101 come si possono aiutare gli studenti ad apprendere gli aspetti essenziali.
- 2** ⌚ Trovato un tema adatto (p. es. la resistenza elettrica) scorrere, nella guida dell'insegnante, l'elenco dei contenuti del modulo relativo (pagg. da 80 a 89).
- 3** ⌚ Andare alle pagg. 90-98 (Esempi di attività didattiche) alla ricerca di piani didattici adattabili al proprio insegnamento, oppure consultare, in www.supercomet.no, eventuali materiali prodotti da altri insegnanti.
- 4** ⌚ Far partire il CD ROM SUPERCOMET (vedi pag. 63) e familiarizzarsi con la sua struttura e con i suoi strumenti di navigazione (pagg. 60-64).
- 5** ⌚ Usando il Menù Principale, andare al modulo di argomento più prossimo a quello che si sta trattando e studiarlo.
- 6** ⌚ Usare SUPERCOMET come suggerito nel piano didattico incluso nella guida o modificare il piano secondo le proprie esigenze (vedere le informazioni sull'uso delle TIC nella didattica alle pagg. da 71 a 80).
- 7** ⌚ Dopo l'interazione con la classe, valutare lo svolgimento della lezione. Se lo si desidera, si può condividere la propria esperienza connettendosi con www.supercomet.no.

Obiettivi del CD **SUPERCOMET** e della Guida dell'Insegnante

SUPERCOMET è un applicativo per computer che utilizza grafica, animazioni, testi e risorse di rete con l'obiettivo di rendere più interessanti ed accessibili agli studenti della Scuola Secondaria alcune parti scelte della fisica.

Obiettivi d'Apprendimento del CD ROM **SUPERCOMET**

Il CD ROM **SUPERCOMET** vuol essere un'introduzione alla superconduttività, alle teorie su cui è poggiata la sua scoperta (tra cui le teorie del magnetismo, dell'induzione elettromagnetica e della conduzione elettrica), alla sua storia.

Servendosi dei materiali **SUPERCOMET**, gli studenti più interessati acquisiranno le abilità seguenti:

1. argomentare sulle relazioni tra teorie ed evidenze sperimentali
2. esplorare in modo attivo le possibili applicazioni dei fenomeni fisici
3. esplorare in modo attivo le implicazioni tecnologiche delle nuove scoperte
4. descrivere come gli scienziati ottengono dati e li interpretano
5. descrivere come la scienza e la tecnologia utilizzano le nuove conoscenze
6. comunicare concetti scientifici a pubblici diversi
7. interrogarsi sulla fisica e su come essa si collega alla vita quotidiana
8. elencare un certo numero di connessioni tra campi diversi della fisica

Il CD ROM è fruibile anche da studenti del primo biennio della scuola secondaria superiore.

Obiettivi della Guida per gli Insegnanti

La Guida per gli Insegnanti si propone di delineare i motivi pedagogici a favore dell'uso di **SUPERCOMET** in classe e di suggerire procedure efficaci per integrarne i contenuti nell'insegnamento regolare quotidiano, o come insieme di moduli a sé stanti, o combinandolo con esperimenti dimostrativi, o sfruttando le modalità offerte dalle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC).

Destinatari

SUPERCOMET è pensato per studenti delle scuole secondarie. Sebbene sia pensato principalmente per studenti degli ultimi anni di un Liceo Scientifico, esso può essere anche proposto in classi precedenti. Vedere alle pagg. 99-101 la mappa dei collegamenti tra i contenuti del CD ROM e gli insegnamenti previsti attualmente (anno 2004) o prevedibili in futuro nei diversi tipi di scuole secondarie superiori in Italia.

Come iniziare ad usare l'applicativo **SUPERCOMET**

Requisiti minimi di sistema

Per poter usare **SUPERCOMET**, si deve controllare la presenza nel computer dei seguenti requisiti minimi:

PC

- Microsoft Windows 98 SE / Me / 2000 / XP / NT
- Processore Pentium 4 a 500 MHz (consigliato Pentium 4 a 1 GHz)
- 64 MB RAM (256 MB RAM consigliata)
- colori a 16-bit consigliati per una resa ottimale
- risoluzione 800x600
- 4x CD-ROM
- Macromedia Flash Player (version 7.x - scaricabile gratuitamente dal sito www.flash.com)

Mac

- MacOS 9.x / X 10.1.x / X 10.2.x / X 10.3.x
- Power Macintosh (consigliato G4 a 1 GHz)
- 64 MB RAM (256 MB RAM consigliata)
- colori a 16-bit consigliati per una resa ottimale
- risoluzione 800x600
- 4x CD-ROM
- Macromedia Flash Player (version 7.x - scaricabile gratuitamente dal sito www.flash.com)

Requisiti del Browser

PC

Platform	Browser
----------	---------

Windows NT	MS Internet Explorer 6.0, Netscape 7.x, Mozilla 1.x, Opera 7.11
Windows 98	MS Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows Me	MS Internet Explorer 5.5, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows 2000	MS Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows XP	MS Internet Explorer 6.0, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11

Mac

Platform	Browser
----------	---------

Mac OS 9.x	MS Internet Explorer 5.1, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 6
Mac OS X 10.1.x	MS Internet Explorer 5.2, Netscape 7.x, Opera 6, AOL 7, Mozilla 1.x
Mac OS X 10.2.x	e Safari 1.0.
Mac OS X 10.3.x	

Per avviare l'applicativo **SUPERCOMET**

Inserire il disco nell'unità CD ROM. Il disco dovrebbe partire automaticamente. Se non parte, seguire le istruzioni stampate sull'etichetta. In caso di difficoltà nel caricare o nell'usare l'applicativo, leggere il file «readme.txt» contenuto nel CD.

Si possono seguire i link di navigazione (vedi qui sotto)...

Questo mostra la via percorsa per arrivare al punto in cui si è

Cliccando qui si accede a FAQ, glossari, allo strumento di ricerca e alla informazione SCORM

Il menù di navigazione è sempre disponibile

Qui compaiono in automatico suggerimenti per l'uso delle simulazioni interattive

Controlli da usare per interagire con le simulazioni interattive. L'azione prodotta da ciascun bottone dipende dalla particolare animazione presente sullo schermo.

Questo bottone fornisce il segnalibro per una pagina a cui si desidera ritornare in un secondo tempo. È impossibile segnare più di una pagina per volta

Navigation of wires and magnets

Glossary
Frequently asked question
Resources
Teacher guide
About SUPERCOMET

Navigation

A B C D E F

Click the "Show Field Lines" button at the bottom left to see the magnetic field.

Figura 3: Schermata di SUPERCOMET con gli strumenti di navigazione

...o usare lo Strumento di Ricerca.

Per accedere allo Strumento di Ricerca si passa dal menù di navigazione, in alto nello schermo.

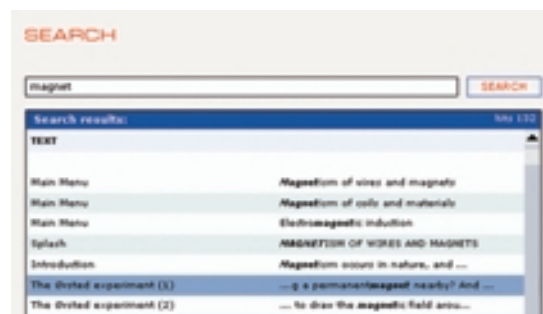


Figura 4: Strumento di Ricerca del CD ROM SUPERCOMET

D La superconduttività non fa parte del programma. Perché insegnarla?

R La superconduttività può servire come argomento motivante per insegnare concetti di struttura della materia, di elettricità ed elettrostatica, di magnetismo e di induzione magnetica. (Vedi alle pagine da 99 a 101 le possibilità di introdurre la superconduttività nelle scuole secondarie superiori italiane).

D I miei studenti hanno meno di 16 anni. Posso introdurre la superconduttività nel mio insegnamento?

R Alcune semplici dimostrazioni di superconduttività sono adatte agli studenti di quell'età che possiedono i prerequisiti indicati in questa guida.

D Per mancanza di tempo non posso insegnare tutto il materiale del CD ROM. Ci sono altri modi di usarlo?

R Chi non riesce a percorrere il CD ROM dall'inizio alla fine può, tuttavia, usarne alcune parti (testi, grafica, animazioni) come materiali a sé stanti. Il CD ROM contiene un potente strumento di ricerca che aiuta a trovare materiali adatti alle diverse situazioni scolastiche.

D Quando provo ad aprire le animazioni esce un segnale di errore «Windows non può aprire il file».

R Le animazioni sono scritte in un formato che si chiama Flash. Per poterle usare con il proprio browser bisogna installare il plug-in di Flash, scaricabile dal CD ROM.

D Trovo molto utili alcune animazioni del CD ROM. Posso inserirle nei materiali creati da me e dai miei studenti, per esempio pagine web e presentazioni in PowerPoint?

R I materiali SUPERCOMET sono protetti da diritti d'autore e si possono usare solo per scopi didattici com'è specificato nella licenza d'acquisto. Per altre informazioni vedere www.supercomet.no.

D Perché usare un CD ROM invece degli esperimenti veri che piacciono molto ai miei studenti?

R È meglio usarlo in combinazione, non in sostituzione degli esperimenti. Gli studenti possono poi usare il CD ROM per controllare i loro dati. Talora il CD ROM può mostrare fenomeni che non si possono riprodurre nei laboratori scolastici. Per altre informazioni vedere alle pagg. 69, 70 la sezione «Le animazioni di SUPERCOMET promuovono l'apprendimento».

D Posso rimpiazzare le sessioni di laboratorio con il CD ROM SUPERCOMET?

R Non del tutto – la ricerca didattica indica che gli studenti apprendono meglio quando le simulazioni sono affiancate e non sostituite alle dimostrazioni sperimentali dal vero.

D Sono disponibili piani di lezioni o altri materiali che potrei usare nel mio insegnamento?

R Sì – questa guida suggerisce attività e offre all'insegnante altri materiali utili. Altre risorse sono disponibili in internet. Alle pagg. 79, 80 troverete consigli su come reperire, valutare ed adattare materiali prodotti da altri.

D Ho sviluppato alcuni materiali sulla superconduttività che vorrei condividere. Cosa devo fare?

R Il progetto SUPERCOMET 2 vuole costituire una comunità telematica di insegnanti che insegnano la superconduttività. Chiedere informazioni a info@supercomet.no.

Lo stato dell'insegnamento della fisica²

Chiunque insegna fisica è dolorosamente consapevole di alcuni problemi che riguardano la disciplina. Per esempio in Inghilterra si lamentano i problemi seguenti:

Problemi che riguardano alunni e studenti

- Diminuisce il numero degli studenti che scelgono fisica come materia di elezione nella scuola secondaria superiore
- Negli anni 1990, nonostante il numero complessivo di studenti dei primi anni universitari fosse cresciuto, la richiesta di lauree di secondo livello in fisica è diminuita
- All'università solo il 20% circa degli studenti di fisica sono donne
- Più di 10 dipartimenti di fisica universitari hanno chiuso i battenti nella decade appena trascorsa
- Non si riesce a soddisfare la richiesta d'ingegneri e di ricercatori espressa dall'industria

Problemi che riguardano gli insegnanti di fisica

- Da circa due generazioni c'è una scarsità di docenti di fisica
- Negli ultimi anni solo circa 200 laureati in fisica all'anno hanno optato per l'insegnamento
- L'Agenzia di Formazione degli Insegnanti (Teacher Training Agency) stima che per colmare il vuoto occorrerebbe una leva completa dei laureati di un anno in tutto il paese
- Due terzi degli insegnanti che insegnano fisica ad alunni di età minore di 16 anni sono privi di titolo di studio specifico, ma non hanno il tempo di frequentare corsi di formazione in fisica
- Gli insegnanti chiedono di poter fruire di sostegno e di poter accedere ad un'ampia scelta di risorse facili, veloci e poco costose

Problemi che riguardano i programmi d'insegnamento

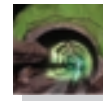
- I programmi attuali sono funzionali ad una didattica autoritaria e didascalica
- Spesso si enfatizza il contenuto a detrimento dei processi
- La fisica insegnata nelle opzioni scientifiche della scuola secondaria tende a preferire la teoria a spese della tecnologia
- Nella scuola secondaria è raro che si rifletta su ciò che i fisici in realtà fanno nel loro lavoro quotidiano
- I programmi di fisica sono discosti dalla scienza del 21° secolo
- I programmi di fisica sono rigidi e poco attraenti; non concedono spazio all'immaginazione, alle abilità pratiche e all'argomentazione su questioni d'interesse sociale
- I cambiamenti intervenuti nei programmi di matematica hanno ridotto le abilità matematiche degli studenti e in particolare alcune abilità necessarie per la fisica:
 - Ricavare valori numerici
 - Analizzare e presentare dati
 - Costruire modelli

note

². I dati provengono da Institute of Physics, www.iop.org.

Quale aiuto da SUPERCOMET?

La superconduttività offre spunti stimolanti per l'apprendimento della fisica



La superconduttività può servire per insegnare in modo stimolante molti concetti fisici

La superconduttività può fornire un contesto entro il quale insegnare

- Il magnetismo
- L'induzione elettromagnetica e la conduzione elettrica
- La relazione tra temperatura e resistenza dei conduttori metallici
- L'effetto della temperatura sui materiali con riferimento alle vibrazioni interne dei reticoli cristallini

Adottando la superconduttività come contesto di apprendimento su concetti quali la temperatura e il magnetismo, gli studenti possono subito collegare la teoria al loro stesso vissuto: l'apprendimento acquista interesse e rilevanza.

La superconduttività è un tema di attualità

- Il Premio Nobel per la Fisica del 2003 è stato assegnato a ricercatori in superconduttività
- Le ricerche sulla superconduttività interessano correntemente la maggior parte delle università, le imprese di tecnologia avanzata e diversi istituti di ricerca tra i quali:
 - CERN
 - Oak Ridge National Laboratory
 - Università di Cambridge, Interdisciplinary Research Centre in Superconductivity
 - Department of Energy negli Stati Uniti
 - Siemens AG
 - Mitsubishi Electric Company
 - Hitachi Research Laboratory
 - Oxford Instruments Plc



Figura 5: Acceleratore di particelle al CERN



La teoria della superconduttività è alla base di molte interessanti applicazioni moderne

- Sistemi di rilevamento ad uso medico (risonanza magnetica)
- Treni a levitazione magnetica (Maglev)
- Schermature magnetiche
- Acceleratori di particelle
- Telefonia mobile d'avanguardia
- Magnetometri SQUID (rivelatori ultra-sensibili di campi magnetici)
- Linee di trasmissione di potenza
- Dispositivi per immagazzinare energia



Figure 6-8: *Apparecchi per risonanza magnetica nucleare*

Figura 7: *Treno a levitazione magnetica Maglev*



La superconduttività apre una porta su ciò che i fisici fanno

- Ai nostri giorni centinaia di fisici in ogni parte del mondo sono impegnati in ricerche sulla superconduttività.
- Premi Nobel per lavori connessi con la superconduttività sono stati assegnati a ben 12 ricercatori appartenenti a diversi paesi (nel 1913, 1972, 1973, 1987 e 2003).



Il CD ROM SUPERCOMET offre un'ampia selezione di materiali bibliografici, link, glossari, immagini, video clips di esperimenti dimostrativi ed items per la valutazione, che costituiscono una risorsa eccellente per insegnare la superconduttività; ma l'aspetto più qualificante di SUPERCOMET è costituito dalle sue numerose animazioni interattive di processi fisici. Le videate qui sotto riportate sono un piccolo campione delle animazioni interattive contenute nel CD ROM.

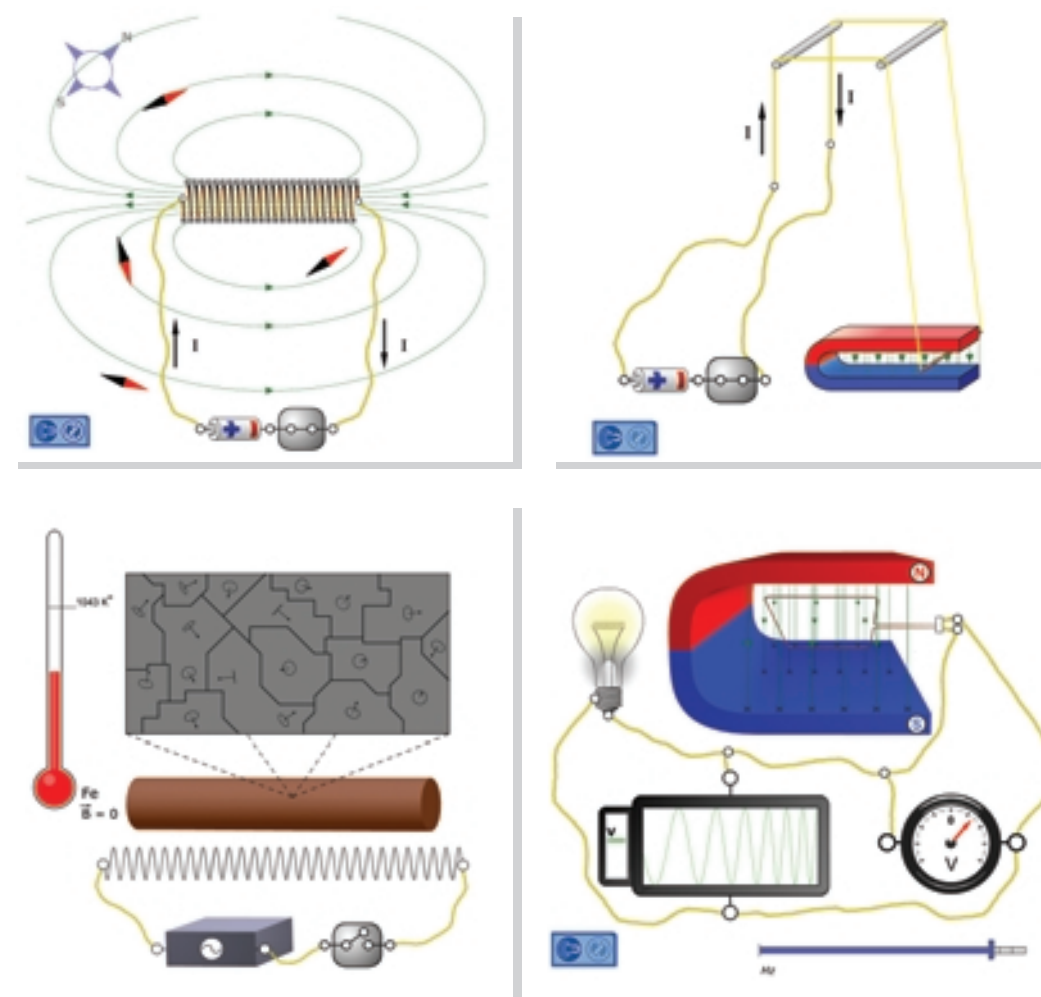


Figura 9: *Videate di alcune animazioni interattive del CD ROM*

Come promuovere l'apprendimento usando le animazioni interattive

- Con i laboratori virtuali gli studenti possono accedere a una varietà di esperimenti, impossibili da compiere in un'aula scolastica normale per motivi di sicurezza o perché i fenomeni sono troppo veloci o troppo lenti, o avvengono a livello microscopico.
- Interagendo con le animazioni gli studenti possono variare i parametri, osservare le conseguenze dei cambiamenti, comprendere le cause di effetti che altrimenti potrebbero restare nascoste a causa di fattori di disturbo o per difficoltà sperimentali.
- Usate in combinazione con esperimenti reali, le animazioni possono aiutare gli studenti a capire la relazione tra modelli e realtà e a comprendere alcune procedure della ricerca scientifica.
- Apprendere usando le animazioni è gradevole ed attraente.
- Le animazioni hanno dimostrato di illustrare in modo efficace certe relazioni funzionali e procedurali complesse che frequentemente s'incontrano in fisica.
- Affiancando un'interpretazione concettuale a simulazioni semplificate della realtà fisica, le animazioni possono aiutare gli studenti a costruire la connessione tra modelli concettuali e fenomeni della vita quotidiana.
- Le animazioni forniscono immagini in movimento che favoriscono la comprensione e la memorizzazione dei concetti scientifici.
- Eliminando i disturbi, sempre presenti negli esperimenti veri, le animazioni facilitano la costruzione di modelli dei fenomeni fisici.
- Le animazioni interattive dei concetti fisici possono aiutare gli studenti a controllare e raffinare i loro propri modelli di fenomeni nuovi.
- Animazioni adeguate possono aiutare gli studenti a decodificare i materiali scritti.
- Quando usano le animazioni gli studenti svolgono un ruolo attivo nel loro apprendimento ed allentano la dipendenza dall'insegnante come principale fonte di conoscenza.

Nota per l'insegnante

Si sa che alcuni alunni tendono a recepire troppo alla lettera i contenuti delle simulazioni e delle animazioni, formandosi così una visione molto semplificata dei fenomeni fisici «sporchi» di cui esse sono una rappresentazione (vedere, per esempio, Wellington, 2004). Perciò è importante che le simulazioni siano usate, se possibile, insieme ad esperimenti reali e che l'insegnante aiuti gli studenti a capire il motivo per cui si ricorre ai modelli e il ruolo dei modelli nella costruzione della scienza.

I tipi di TIC più utili per l'insegnamento della fisica a scuola

Molti tipi di TIC possono essere vantaggiosamente usati nell'aula e nel laboratorio di fisica. Se applicate in parallelo all'insegnamento e ad attività centrate sullo studente, offrono la possibilità di trasformare la qualità dell'apprendimento. L'elenco che segue è estratto da una lista redatta da Osborne e Hennessy (2003).

Sistemi per la cattura di dati

I sistemi per la cattura di dati³, che comprendono i dispositivi per l'acquisizione di dati accompagnati da software per elaborarli e per interpretarli, aiutano gli studenti ad impegnarsi nell'esecuzione degli esperimenti di fisica, ad interpretarne i risultati e a sviluppare un atteggiamento d'indagine nei riguardi delle scienze. I dispositivi di acquisizione (data logger: vedere p. es. Data Harvest, www.data-harvest.co.uk) rilevano ed immagazzinano, durante un intervallo di tempo e con frequenza prestabiliti, misurazioni ripetute, effettuate da una varietà di sensori, p. es. di temperatura, conducibilità, tensione elettrica, posizione. Essi possono essere collegati ad un computer o ad altro dispositivo PDA capace di mostrare le misure sotto forma grafica. I dati possono poi essere tabulati ed analizzati con l'aiuto di fogli elettronici o di altri strumenti, oppure interpretati con l'aiuto di software dedicato come per esempio Insight (<http://www.sas.com/technologies/analytics/statistics/insight/>). L'analisi dei dati può essere effettuata anche con strumenti di graficazione e calcolatori tascabili.

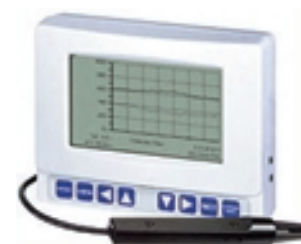


Figura 10: Rilevamento a distanza di temperatura e umidità

note

3. BECTA (British Educational Communications and Technology Agency) fornisce utili links sull'acquisizione automatica di dati <http://curriculum.becta.org.uk/docserver.php?docid=1213> e sui SW di analisi dei dati <http://curriculum.becta.org.uk/docserver.php?docid=1251>

Sistemi informativi

Questa categoria comprende Internet, i CD ROM, le enciclopedie elettroniche ecc., tutte fonti di informazione a cui gli studenti possono attingere nel corso degli studi. Per esempio, possono usare il CD ROM SUPERCOMET – o un'enciclopedia on-line – per trovare informazioni sui Premi Nobel assegnati a ricercatori che si sono occupati della superconduttività.

Strumenti per la modellizzazione

Ambienti di modellizzazione quale STELLA (www.iseesystems.com) aiutano gli studenti a costruire e controllare i modelli dei fenomeni fisici che hanno osservato. Anche i fogli elettronici possono essere usati per creare modelli. Dare agli studenti la possibilità di costruire e mettere alla prova i loro modelli può essere un metodo potente per migliorare l'apprendimento.

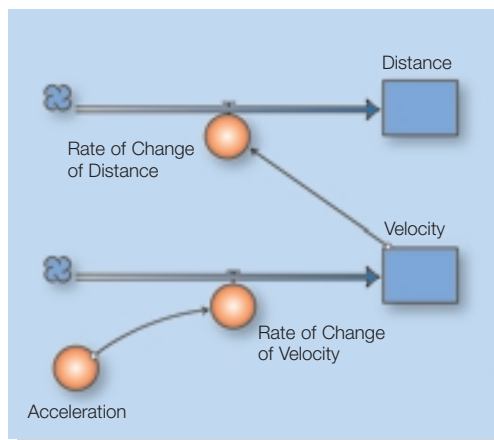


Figura 11: Semplice modello cinematico prodotto con Stella

Prodotti multimediali

I prodotti multimediali del tipo di SUPERCOMET comprendono, di solito, testi, clips video e audio, spiegazioni parlate, figure e animazioni, piccole lezioni, attività interattive, serie di fotografie, glossari. I laboratori virtuali, che consentono agli studenti di svolgere in modo virtuale esperimenti che altrimenti non sarebbero in grado di svolgere nella scuola, sono strumenti particolarmente utili per insegnare la fisica. Essi servono anche per confrontare i valori misurati negli esperimenti reali con i valori ricavati da modelli. Il software multimediale può mostrare fenomeni non facili da realizzare (p. es. magneti che levitano sopra a superconduttori a bassa temperatura) e/o esplorare certi aspetti di processi reali mediante «esperimenti virtuali» (p. es. la relazione che lega la differenza di potenziale elettrico che si stabilisce ai capi di un filo di rame che si muove in un campo magnetico alla velocità del filo).

Strumenti per scrivere e presentare documenti in Internet/Intranet

Gli studenti possono usare software di scrittura o pacchetti mirati per costruire presentazioni multimediali (p. es. Dazzler, vedi www.dazzlersoft.com) e per preparare relazioni e rapporti su esperimenti reali o virtuali effettuati e sui fenomeni fisici visti, da comunicare ad altre persone. Tali relazioni possono essere inserite in un portfolio come documentazione. Se redatte con un editor html come p. es. Dreamweaver (www.macromedia.com), possono essere inserite in una rete intranet o in un sito Internet della scuola, testimoniando l'apprendimento. Diversi siti, p. es. www.geocities.com o www.webspawner.com, ospitano pagine web gratuite.

Dispositivi per la ripresa digitale – macchine fotografiche e video registratori

Insegnanti e studenti possono usare macchine fotografiche digitali e videoregistratori per illustrare e registrare i loro esperimenti, per procurarsi fotografie da utilizzare nell'insegnamento o nel ripasso o da allegare ai lavori degli studenti.

Tecnologie di proiezione da computer

Questi dispositivi aiutano a rendere visibile ad un più ampio uditorio ciò che altrimenti sarebbe visibile sullo schermo di un solo computer e sono molto utili nella didattica della fisica. Affiancando proiettori di dati, schermi o monitor di grandi dimensioni, apparecchi TV, alle apparecchiature precedentemente elencate, si può conservare la documentazione di lezioni ed esperimenti. Ancor meglio, le lavagne bianche interattive consentono agli studenti di interagire in tempo reale con il materiale e la possibilità di monitorarle e condividerle, offerta da software dedicato (p. es. AB Tutor Control, www.abconsulting.com), consente al docente di renderle visibili a tutta la classe: gli studenti possono in tal caso confrontare i loro dati con i dati dei compagni e con il modello fornito da SUPERCOMET. La condivisione degli schermi e le lavagne interattive permettono inoltre alla classe di elaborare rapporti completi e comuni degli esperimenti.

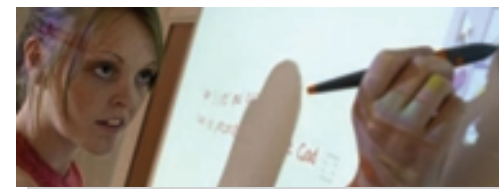


Figura 12: Lavagna bianca interattiva

Perché usare le TIC per insegnare la fisica

Le TIC, a tutti i livelli scolari e per tutte le discipline, sono entrate nelle scuole inglesi nel 1989 con l'introduzione del National Curriculum. In una recente rassegna bibliografica (Osborne e Hennessy, 2003) è stato argomentato che le TIC possono cambiare il modo in cui le scienze sono insegnate ed apprese. Ecco alcuni dei vantaggi riportati⁴.

note

⁴. Per una più approfondita discussione sulle TIC nell'insegnamento delle scienze si veda «Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions», Osborne & Hennessy (2003).

Con le TIC gli studenti lavorano più velocemente e vengono sollevati da compiti che richiedono molto lavoro

- L'uso delle TIC (particolarmente per il rilevamento, l'elaborazione e la rappresentazione di dati) può rendere più veloci i compiti più noiosi riducendo i rischi di compiere sbagli di disattenzione, come quando si devono registrare molte misure, risolvere espressioni matematiche complicate e rappresentare dati graficamente.
- Le TIC consentono di rilevare e confrontare ampi set di dati, anche ottenuti da classi diverse e in tempi diversi.
- Le TIC aumentano la produttività degli alunni e migliorano la qualità del loro lavoro.
- Le simulazioni interattive su computer possono far risparmiare a docenti e studenti il tempo che occorre per preparare e montare l'esperimento.
- Oltre ad essere più veloci, le procedure basate sulle TIC sono anche più accurate delle procedure manuali. I dati sono meno «sporchi» e i fenomeni vengono illustrati più chiaramente.
- I links eventualmente inclusi nelle schede di lavoro elettroniche e nelle descrizioni delle attività interattive fanno risparmiare tempo agli studenti che vogliono consultare altre risorse.
- Le TIC liberano gli insegnanti da altri compiti, per cui possono dedicare più tempo agli studenti, aiutandoli a riflettere, ad analizzare i loro dati, a confrontare i loro risultati.
- La visualizzazione in tempo reale può lanciare la discussione in classe. L'insegnante può subito mostrare la connessione tra fenomeno e modello, anche quando le variabili sono più di due.
- Con la modellizzazione e con le simulazioni mediante computer gli studenti possono indagare su modelli e processi assai più complessi di quanto sarebbe possibile altrimenti.
- Essendo meno impegnati in compiti che richiedono molto tempo, gli studenti possono dedicare un tempo maggiore a riflettere sui fenomeni che stanno esaminando.

Rendere attuale l'apprendimento ed ampliarlo ad una gamma maggiore di concetti

- Le TIC e l'internet offrono un'ampia gamma di strumenti moderni e di fonti d'informazione. Questo rende l'insegnamento e apprendimento scolastici più autentici e aggiornati di quanto sarebbe possibile utilizzando solo i libri di testo.
- Gli studenti possono collegare ciò che studiano al mondo «reale».
- Gli studenti capaci ed interessati possono sfruttare le risorse disponibili per apprendere di più di quanto l'insegnante – o il programma – prevedono.
- Le simulazioni, le animazioni e i laboratori virtuali permettono a studenti ed insegnanti di osservare e prendere parte attiva in esperimenti che, per motivi di

costo, sicurezza, tempo o indisponibilità sarebbe impossibile effettuare.

- Gli esperimenti virtuali si possono ripetere quante volte occorre, secondo le necessità del discente, cosa raramente fattibile per un vero esperimento di laboratorio.

Le TIC promuovono le attività di esplorazione e la sperimentazione degli studenti

- Gli strumenti per costruire grafici, quelli per costruire modelli, le simulazioni interattive che offrono risposte immediate... aiutano gli studenti a lavorare in modo più sperimentale e interessante, esplorando relazioni, mettendo alla prova, raffinando e ricontrollando le loro idee personali.
- Osservare un grafico mentre si sta formando e un modello mentre si sta sviluppando sullo schermo è particolarmente rispondente alla tecnica didattica basata sul ciclo Predire – Osservare – Spiegare.
- I modelli interattivi sul computer e la rapida presentazione dei dati ottenuti, per esempio, con dispositivi di acquisizione, stimolano gli studenti a formulare domande di tipo esploratorio («cosa succederebbe se...») e a cercare risposte progettando e svolgendo ulteriori attività virtuali.
- Poiché le TIC (tra cui anche i fogli elettronici ed i software di modellizzazione) sono molto più interattive e dinamiche di qualsiasi testo scritto, il loro uso aiuta gli studenti ad acquisire un atteggiamento ricorsivo verso l'apprendimento.

Le TIC accendono i riflettori sulle questioni importanti e generali

- Gli studenti riescono a visualizzare meglio i processi fisici e ad individuare relazioni qualitative o quantitative tra le variabili.
- L'attenzione può essere focalizzata sul problema o il concetto che si sta esaminando anziché su dettagli meno importanti.
- Si mettono in evidenza gli aspetti più astratti e meno percepibili dei processi fisici (p. es. la corrente elettrica e i campi magnetici).
- Gli alunni riescono più velocemente e più facilmente a interiorizzare i concetti, a formulare nuove idee e a trasferirle da un contesto ad un altro.
- Quando osservano un grafico che si costruisce a poco a poco sullo schermo, l'attenzione degli studenti è rivolta a come variano i valori delle grandezze.
- Attraverso l'analisi e l'interpretazione dei dati mediata dal computer gli studenti sono più capaci di focalizzare l'attenzione sulle relazioni tra le variabili piuttosto che sui singoli punti del grafico.

Promuovere l'autosufficienza e il lavoro collaborativo

- L'esplorazione dei fenomeni fisici con l'aiuto delle TIC dà agli studenti maggiore possibilità di controllare il proprio apprendimento e li incoraggia ad assumere un ruolo più attivo nell'apprendere.
- Gli alunni impegnati in ricerche o in attività pratiche con le TIC sono generalmente più autonomi e meno dipendenti dall'insegnante.
- L'«indipendenza» non significa che gli alunni debbano lavorare da soli. Lavorare insieme ai compagni, condividere conoscenze ed abilità e produrre esiti comuni sta diventando un modello prevalente di lavoro con le tecnologie educative.

Migliorare la motivazione e l'impegno

- Esistono documentate evidenze che gli studenti trovano l'uso delle TIC più motivante di altri metodi di lavoro.
- Dando agli studenti i mezzi per creare loro stessi dei documenti multimediali, le TIC possono decisamente migliorare la qualità delle loro presentazioni.
- È più facile che gli studenti partecipino attivamente e in modo continuativo alle attività di laboratorio non solo perché le TIC offrono un modo nuovo di apprendere ma anche perché eliminano gli aspetti più noiosi; le stesse immediatezza e accuratezza dei risultati possono essere motivanti di per sé.

Modi di applicare le TIC in classe

Un possibile scenario è: una serie di esperimenti di laboratorio, effettuati con dispositivi per l'acquisizione automatica di dati affiancati da

1. un software che costruisce grafici in tempo reale da proiettare tramite una lavagna luminosa
2. un software collegato alla rete che consente la condivisione delle videate, mediante il quale gli studenti possono scaricare dati da inserire in elaborati da presentare a studenti di altre scuole o altri paesi attraverso internet

Agli esperimenti effettuati in laboratorio potrebbero essere affiancate simulazioni come quelle fornite sul CD ROM SUPERCOMET. Tutti gli esperimenti potrebbero essere ripresi con una videocamera, e le registrazioni messe a disposizione degli studenti.

La disponibilità di un tale laboratorio, pieno di computer, lavagne bianche, registratori video digitali, apparecchi da proiezione, dispositivi per l'acquisizione automatica di dati e con inoltre la connessione a internet, è una situazione ideale il cui costo è spesso superiore a ciò che le scuole possono spendere. Questo non impedisce

necessariamente di operare: altri metodi, purché richiedano l'impegno attivo e il lavoro collaborativo degli studenti, possono essere ugualmente molto efficaci. Barton (2004) suggerisce le seguenti strategie:

Esperimenti dimostrativi

Gli esperimenti dimostrativi con apparecchiature convenzionali (p. es. termometri a mercurio), effettuati in alternanza con le tecniche di acquisizione on-line e di rappresentazione grafica in tempo reale e fatti seguire da simulazioni interattive, possono essere molto efficaci soprattutto se prima della dimostrazione gli insegnanti chiedono agli studenti di formulare previsioni (p. es. tracciare grafici approssimativi). Quest'opzione è opportuna quando sia sconsigliabile far operare gli studenti direttamente perché i materiali sono delicati o potenzialmente pericolosi (come p. es. l'azoto liquido). I grafici derivati da tali esperimenti e le registrazioni degli esperimenti stessi possono essere usati, in fase di ripasso, per aiutare gli studenti a rivedere esperimenti e dimostrazioni effettuate in precedenza.

Acquisire dati in automatico insieme alle apparecchiature convenzionali

Quando gli esemplari di dispositivi per l'acquisizione automatica dei dati sono insufficienti per tutta la classe, l'insegnante e/o un gruppo di studenti può utilizzare le nuove tecnologie mentre il resto della classe lavora con strumenti tradizionali, confrontando poi i risultati. I dispositivi di acquisizione automatica possono anche ampliare le ricerche fattibili con gli apparecchi tradizionali: per esempio si può prolungare la raccolta dei dati oltre il tempo di presenza della classe in laboratorio.

Circuiti di esperimenti e lezioni «entra ed esci»

Se i dispositivi di acquisizione automatica e/o le copie dei software di simulazione (p. es. le animazioni SUPERCOMET) non sono sufficienti per tutti gli studenti della classe, potete servirvene come stazioni di un «circuiti di esperimenti» o in lezioni del tipo «entra ed esci». Nei circuiti di esperimenti gli studenti si spostano da un'attività all'altra: per esempio, una serie di brevi esperimenti sull'induzione elettromagnetica, alcuni «veri», con calamite, conduttori di rame ed amperometri, altri virtuali usando SUPERCOMET. Analogamente, nelle lezioni «entra ed esci» gli studenti lavorano a turno al computer elaborando, analizzando ed eventualmente stampando i loro dati ed elaborazioni.

Lezioni «mezzo e mezzo»

Le lezioni «mezzo e mezzo» possono essere buone soluzioni quando il numero dei computer disponibili è metà del numero degli studenti della classe. Metà classe potrebbe usare i computer mentre l'altra metà procede con attività che non li richiedono (p. es. esperimenti veri). I due gruppi devono in tal caso scambiarsi a metà della lezione.

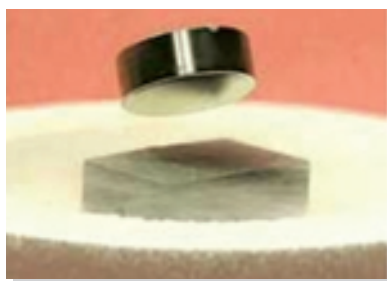


Figura 13: Calamita levitante sopra un superconduttore

Usare le risorse esistenti sulla superconduttività

Ad una ricerca in Internet sulla parola chiave «Superconductivity» Google propone quasi mezzo milione di siti⁵. Si può sospettare che il materiale adattabile all'insegnamento sia moltissimo. In questo paragrafo vi diamo qualche indicazione su come cercarlo e, trovato, come valutarlo. Nell'ultima sezione della guida troverete indicazioni utili per aiutare a selezionare le risorse.

Suggerimenti su come cercare informazioni scientifiche in Internet⁶

Non è generalmente consigliabile permettere agli studenti di accedere a Internet durante la lezione perché la ricerca può richiedere molto tempo e l'insegnante non ha nessun modo di controllare la qualità delle informazioni trovate. È invece meglio fornire agli studenti una lista di URL provate e controllate. Individuarle può richiedere parecchio tempo: le seguenti domande possono essere d'aiuto.

- L'informazione cercata potrebbe essere trovata in un'enciclopedia? Se sì, visitate un'enciclopedia elettronica su cui potrete trovare anche altre informazioni ed altri utili link.

note

5. Ricerca effettuata il 28 Luglio 2004 - da allora il numero è probabilmente cresciuto!
6. Ripresi e adattati da Fullick (2004)

- L'informazione cercata riguarda un particolare oggetto o situazione? Per esempio volendo immagini del treno levitante Maglev conviene andare su www.maglev-train.com, volendo informazioni sugli acceleratori di particelle del CERN conviene www.cern.ch
 - Se in questi siti non trovate ciò che cercate potete consultare un indice come quello nel sito dell'ASE (Association for Science Education, www.ase.org.uk) o nel sito www.superconductivity.org
- Se non siete riusciti a soddisfare le vostre necessità dovrete condurre una ricerca vera e propria.

Suggerimenti su come usare un motore di ricerca

- Se cercate in siti in lingua inglese scrivete le parole chiave con le due ortografie inglese e statunitense per essere sicuri di non escludere risorse. Per esempio, «behavior» e «behaviour».
- Usare termini sinonimi. Per esempio, «insegnamento della fisica» ma anche «didattica della fisica».
- Usare diversi motori di ricerca. Con un solo motore la ricerca non sarebbe esaustiva.
- I siti seguenti possono essere utili se i vostri alunni sono molto giovani:
 - www.cybersleuth-kids.com
 - www.factmonster.com
 - www.yahooligans.com

Valutare l'informazione

BECTA (www.ictadvice.org.uk) offre i seguenti consigli per valutare la qualità dei siti web:

- Gli obiettivi didattici sono esplicitati?
- Le informazioni sono accurate, aggiornate, ragionevolmente complete, oggettive (o, altrimenti, esplicitano il punto di vista), rilevanti per i discenti, scritte con termini adeguati?
- L'interfaccia utente è intuitiva, è ben organizzata, facilita la navigazione?
- L'interattività è adeguata a costruire senso? Impegna l'attenzione dei discenti su concetti chiave? o le proposte sono solo versioni virtuali di attività effettuabili facilmente e meglio senza ricorrere al computer: per esempio gettare dadi o sperimentare l'attrazione tra calamite?
- La risorsa offre sostegno agli utenti? Offre uno spazio per domande e risposte?
- La risorsa promuove l'apprendimento collaborativo? Sollecita gli studenti a discutere problemi, condividere informazioni ed idee, ricercare un consenso?
- La risorsa è tecnicamente stabile?

Trovare, adattare e condividere materiali per insegnare la superconduttività

Trovare materiali per insegnare

Il numero di database online e di altre fonti di materiali per gli insegnanti aumenta costantemente. Sebbene solo poche fonti offrano materiali orientati all'insegnamento della superconduttività, molte contengono materiali sull'elettricità e il magnetismo. Se conoscete altre fonti potreste condividerle.

www.resourcefulphysics.org – Mirata ad insegnanti di fisica e a studenti d'età compresa tra 11 e 19 anni; occorre iscriversi.

<http://alpha.smete.org/smete/> – Base dati contenente brevi moduli d'apprendimento, sviluppata e mantenuta da SMETE Open Federation.

www.practicalphysics.org – sito web nel quale gli insegnanti possono condividere esperimenti.

www.physics.org – L'Institute of Physics offre links a materiali per insegnare la superconduttività.

Adattare i materiali alle proprie esigenze

Trovati i materiali conviene porsi le seguenti domande:

- Qual è il rapporto tra il materiale e gli obiettivi didattici di conoscenza da raggiungere?
- Qual è il livello del materiale rispetto al livello degli alunni?
- Il materiale è presentato in sezioni adattabili alla ripartizione dell'orario scolastico?
- Il materiale è facile da usare?
- Disponete degli strumenti che il materiale prevede siano usati?
- Il materiale è accessibile? (per consigli su questo punto vedere www.techdis.ac.uk)

Per adattare il materiale alle esigenze dei vostri alunni potreste doverne modificare alcune parti.

Condividere materiali

Se produceate nuove risorse per l'insegnamento e apprendimento della superconduttività, perché non condividerle con altri? Sta formandosi una nuova comunità SUPERCOMET online – riferitevi a www.supercomet.no per mantenervi aggiornati.

Diritti d'autore

Controllate sempre con attenzione l'esistenza di diritti d'autore (Intellectual Property Rights) per qualunque materiale vogliate usare. Troverete presso BECTA un'utile guida a questo proposito (vedere www.ictadvice.org.uk).

Modulo 1. Il comportamento magnetico di fili conduttori e di magneti

Questo modulo si propone di costruire la connessione tra le forze magnetiche facilmente osservabili in natura e il concetto di campo magnetico. Alcuni materiali sono spontaneamente magnetizzati, altri no. I materiali magnetizzati sono detti magneti o calamite: i campi magnetici sono situati nello spazio circostante i magneti o calamite.

Contribuito da Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm e Sara Ciapparelli

Prerequisiti

Per poter lavorare con i materiali

SUPERCOMET gli alunni devono essere in grado di

1. riconoscere che esiste in natura una forza chiamata «forza magnetica»
2. sapere che le calamite possiedono due poli e che esse si attraggono e respingono a distanza
3. riconoscere che i campi magnetici sono zone dello spazio, vicine alle calamite, in cui agiscono le forze magnetiche
4. sapere che le linee di forza del campo magnetico entrano ed escono dai poli delle calamite

Obiettivi d'apprendimento

Utilizzando il materiale SUPERCOMET, gli alunni impareranno

Conoscenze

- che la Terra possiede un campo magnetico
- che alcuni tipi di rocce sono magnetizzati, e da ciò ebbe origine la scoperta del magnetismo
- che i fenomeni elettrici e magnetici sono due facce dello stesso fenomeno
- che alle correnti elettriche è sempre associato un campo magnetico

Comprensione

- descriveranno il significato dell'esperimento di Ørsted

Abilità

- applicheranno la regola della mano destra per stabilire il verso del campo magnetico che circonda un filo percorso da corrente
- tracceranno le linee di forza dei campi magnetici associati a calamite di forma comune (a barra, a ferro di cavallo)

Obiettivi d'apprendimento non previsti dal materiale SUPERCOMET

Effettuando attività di apprendimento collaterali, gli alunni impareranno

1. che ai corpi (p. es. particelle) in moto che possiedono una carica elettrica è sempre associato un campo magnetico
2. che la repulsione magnetica fornisce la possibilità di saggiare il grado di magnetizzazione dei magneti permanenti
3. ad elencare le condizioni che consentono di osservare la repulsione magnetica.
4. ad elencare diverse applicazioni che utilizzano magneti permanenti
5. a predire che cosa succede ad una bussola magnetica in vicinanza dei poli magnetici della Terra
6. a fare ricerche sul problema dell'uso di bussole magnetiche su navi costruite in ferro
7. ad usare una bussola magnetica in esperienze semplici di orientamento
8. a spiegare perché le calamite esercitano un fascino speciale su molte persone (e in particolare sui bambini)

Attività didattiche suggerite

Gli obiettivi di apprendimento elencati possono essere raggiunti con adeguate attività o predisponendo adeguati scenari:

1. Progettare e comunicare

Costruire un giocattolo magnetico adatto a bambini più piccoli. Scrivere un testo di accompagnamento per i bambini e una spiegazione per i genitori, per aiutarli se avessero la necessità di rispondere a domande poste dai figli.

2. Tracciare un percorso di orientamento

Scrivere le istruzioni per seguire un percorso tracciato su una piantina utilizzando una bussola magnetica. Si può ipotizzare che il passo degli esecutori sia lungo 1 metro.

3. Quando e come fu scoperto il magnetismo? A cosa servivano, a quei tempi, i magneti?

Lo scenario è analogo al precedente. Spiegare in che modo le bussole magnetiche sono state di aiuto alla navigazione. Come ci si orientava prima dell'invenzione della bussola?

4. Scrivere un lavoro teatrale sulla scoperta del magnetismo e sull'utilità della bussola.

Immaginate di essere un antico utilizzatore di bussole magnetiche che sta per ordinare la costruzione di un'imbarcazione, che voglia convincere un interlocutore che anche nella nebbia si può viaggiare senza perdere la rotta.

Figure 16-17: magneti di grandi dimensioni



Questo modulo si propone di costruire la connessione tra le forze magnetiche facilmente osservabili in natura e il concetto di campo magnetico. Alcuni materiali sono spontaneamente magnetizzati, altri no. I materiali magnetizzati sono detti magneti o calamite: i campi magnetici sono situati nello spazio circostante i magneti o calamite.

Contribuito da Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm e Sara Ciapparelli

Prerequisiti

Per poter lavorare con i materiali

SUPERCOMET gli alunni devono essere in grado di

1. riconoscere che esiste in natura una forza chiamata «forza magnetica»
2. sapere che le calamite possiedono due poli e che esse si attraggono e respingono a distanza
3. riconoscere che i campi magnetici sono zone dello spazio, vicine alle calamite, in cui agiscono le forze magnetiche
4. sapere che le linee di forza del campo magnetico entrano ed escono dai poli delle calamite
5. riconoscere che una corrente elettrica che percorre un conduttore genera un campo magnetico nello spazio che circonda il conduttore

Obiettivi d'apprendimento

Utilizzando il materiale SUPERCOMET, gli alunni impareranno

Conoscenze

- che i fenomeni elettrici e magnetici sono due facce dello stesso fenomeno
- che il campo magnetico che circonda un solenoide è simile al campo magnetico che circonda una calamita a barra
- a riconoscere le diverse proprietà dei materiali paramagnetici, diamagnetici e ferromagnetici
- che un materiale ferromagnetico può magnetizzarsi se posto in un campo magnetico esterno
- che un materiale ferromagnetico può perdere la

magnetizzazione se viene portato ad una temperatura sufficientemente alta

Comprensione

- descriveranno la relazione tra il campo magnetico di un solenoide e quello di un conduttore rettilineo
- descriveranno il ruolo del nucleo ferromagnetico nelle elettrocalamite
- daranno una spiegazione semplificata della teoria dei domini magnetici

Abilità

- applicheranno la regola della mano destra per determinare direzione e verso del campo magnetico associato a spire e solenoidi
- tratteranno le linee del campo magnetico intorno ad una spira e intorno a un solenoide

Obiettivi d'apprendimento non previsti dal materiale SUPERCOMET

Effettuando attività di apprendimento collaterali, gli alunni impareranno

1. come i solenoidi vengono usati nelle elettrocalamite
2. la differenza tra elettrocalamite con e senza nucleo di ferro
3. come le calamite vengono prodotte e con quali materiali vengono fabbricate
4. come fu scoperto il magnetismo, il perché del nome «magnetismo» e dei nomi dei poli magnetici
5. a fare ricerche sul problema dell'uso di bussole magnetiche su navi costruite in ferro

Attività didattiche suggerite

Gli obiettivi di apprendimento elencati possono essere raggiunti con adeguate attività o predisponendo adeguati scenari:

1. Cercare

Usare una bussola magnetica per trovare calamite e pezzi di ferro nascosti nell'aula.

2. Immaginare

Immaginare di avere potenti calamite applicate alle soles delle scarpe e di dover marciare su un terre-

no di composizione qua e là ferrosa. Non volendo (o potendo) togliersi le scarpe, come scegliere il percorso per non pestare il ferro rimanendo attaccati fortemente al terreno?

3. Fabbricare una calamita

Le calamite sono utilizzate in talmente tanti dispositivi (dinamo, giocattoli, chiusure di sportelli, motori...) da domandarsi come vengano fabbricate. Fare qualche ricerca, cercando su internet e nella biblioteca della scuola, per capirlo e per trovare quanti milioni di calamite vengono fabbricate ogni anno.

Modulo 3 Induzione elettromagnetica

In questo modulo si costruisce con l'aiuto di animazioni il collegamento tra fenomeni magnetici ed elettrici. Operando con calamite e bobine è possibile trasformare energia magnetica in energia elettrica per induzione elettromagnetica; è un fenomeno analogo all'instaurarsi di campi magnetici quando le cariche elettriche si muovono dando luogo ad una corrente elettrica. Nei trasformatori di tensione avvengono conversioni di energia in entrambi i versi.

Contribuito da Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm e Sara Ciapparelli

Prerequisiti

Per poter lavorare con i materiali

SUPERCOMET gli alunni devono essere in grado di

1. usare i concetti di «campo magnetico»; «forza magnetica»; «magnetizzazione»
2. riconoscere che intorno ad ogni corpo elettricamente carico esiste un campo elettrico
3. riconoscere che gli elettroni hanno la possibilità di muoversi all'interno dei conduttori
4. riconoscere che i fenomeni elettrici e magnetici sono due facce dello stesso fenomeno
5. riconoscere che una corrente elettrica genera un campo magnetico

Obiettivi d'apprendimento

Utilizzando il materiale **SUPERCOMET**, gli alunni impareranno

Conoscenza

- ad usare i termini: induzione, bobina (o avvolgimento), circuito, corrente, flusso magnetico, generatore, rotore, statore, dinamo
- a riconoscere che in linea di principio un motore in c.a. è un generatore di c.a. che va «al contrario»
- ad individuare applicazioni delle bobine (o avvolgimenti) d'induzione in oggetti di uso quotidiano (p. es. trasformatori, motori e generatori elettrici, altoparlanti, microfoni)

Comprensione

- descriveranno il fenomeno dell'induzione elettromagnetica
- descriveranno il funzionamento degli elettroma-

gneti con riferimento all'induzione elettromagnetica

- descriveranno il funzionamento di un alternatore usando i termini: induzione elettromagnetica, magnete, bobina (o avvolgimento), rotazione

Obiettivi d'apprendimento non previsti dal materiale **SUPERCOMET**

1. Gli alunni saranno in grado di descrivere come, mediante un trasformatore, si può cambiare il valore della tensione alternata

Possibili temi di discussione

1. Com'è che la batteria di un computer portatile o di un telefono cellulare può essere ricaricata con una corrente continua alla tensione di 3,6 V prelevando dalla presa nel muro una corrente alternata alla tensione di 220 V?
2. Perché, dopo un po' di tempo di funzionamento, la temperatura di un trasformatore risulta aumentata?

Attività didattiche suggerite

1. Trasformatori

Smontare vecchi trasformatori non più utilizzabili (p. es. i trasformatori dei carica-batterie, reperibili presso chi ricicla materiale elettrico) e riconoscerne la struttura.

Modulo 4

Conduzione elettrica

In questo modulo ci si serve di animazioni per visualizzare la conduzione elettrica. Alcuni materiali conducono la corrente elettrica, altri sono isolanti. Alcuni sono semiconduttori, altri sono superconduttori.

Contribuito da Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm e Sara Ciapparelli

Prerequisiti

Per poter lavorare con i materiali SUPERCOMET gli alunni devono essere in grado di

1. usare i concetti di elettrizzazione, corrente elettrica ecc.
2. comprendere che un corpo è elettricamente carico se possiede elettroni in eccesso o in difetto
3. descrivere la struttura atomica usando il modello a gusci
4. riconoscere dipendenze funzionali di proporzionalità diretta e inversa
5. usare correttamente i termini temperatura e calore

Obiettivi d'apprendimento

Utilizzando il materiale SUPERCOMET, gli alunni impareranno

Conoscenze

- ad usare i termini conduttore, semiconduttore, resistore, isolatore, sezione trasversale, resistività, conduttività, coefficiente di temperatura, libero cammino medio, reticolo cristallino, portatore di carica, elettrone, lacuna, ione, potenza dissipata
- a riconoscere che gli elettroni, le lacune e gli ioni sono portatori di carica
- a distinguere materiali conduttori, isolanti e semiconduttori di uso comune

Comprensione

- descriveranno la relazione che lega la resistenza elettrica all'energia cinetica del reticolo cristallino (o alla temperatura del materiale)
- descriveranno la differenza tra corrente alternata e continua in termini di portatori di carica e di campi elettrici

- descriveranno la relazione che lega la differenza di potenziale, l'intensità di corrente e la resistenza elettrica del materiale (prima legge di Ohm)
- descriveranno la relazione che lega la resistenza elettrica di un conduttore alla sua sezione trasversale, alla sua lunghezza e alla sua resistività (seconda legge di Ohm)

Abilità

- applicheranno la prima legge di Ohm per effettuare calcoli algebrici
- utilizzeranno la legge di Joule per calcolare la potenza dissipata nelle linee di trasmissione di energia elettrica
- calcoleranno la resistenza di un pezzo di materiale conduttore applicando i concetti di sezione trasversale, lunghezza e resistività

Possibili temi di discussione

1. Quanta potenza viene dissipata nelle linee di trasmissione elettriche prima di giungere agli impianti elettrici degli utenti?
2. Qual è il rapporto tra la percentuale di energia dissipata nelle linee di trasmissione e la percentuale di energia che l'utente finale (privato o industriale) potrebbe risparmiare attuando adeguate azioni di risparmio energetico?
3. Quanta energia si potrebbe risparmiare aumentando la tensione delle linee di trasmissione elettriche?

Attività didattiche suggerite

1. Misurare l'intensità di correnti alternate

Provare ad usare un amperometro per corrente continua ed un generatore di frequenza variabile per misurare una corrente alternata. Cosa accade all'aumentare della frequenza della corrente alternata?

Modulo 5

Introduzione alla superconduttività

Questo modulo introduce la superconduttività e ne illustra le connessioni con i fenomeni elettrici e magnetici, ampliandone il campo. Vengono presentati tutti i più importanti fenomeni, le proprietà dei diversi tipi di superconduttori e le considerazioni teoriche che ne spiegano il comportamento.

Contribuito da Jenny Frost, Mojca Cepič, Gorazd Planinšič, Anton Ramsak, Jo Smiseth, Kristian Fosheim, Vegard Engstrøm

Prerequisiti

Per poter seguire senza difficoltà l'introduzione alla superconduttività, gli alunni devono:

1. utilizzare i concetti relativi all'elettricità e al magnetismo
2. distinguere tra conduttori, semiconduttori ed isolanti, dando esempi di ciascuno
3. spiegare la relazione che lega la resistenza dei conduttori più comuni alla temperatura, utilizzando anche il concetto di energia del reticolo cristallino

Obiettivi d'apprendimento

Relativi ai fenomeni

Alla fine del modulo gli studenti dovrebbero:

- essere incuriositi dal comportamento dei superconduttori
- descrivere i fenomeni elettrici e magnetici associati ai superconduttori
- confrontare il comportamento dei superconduttori con quello dei semiconduttori e quello dei conduttori «normali»
- individuare le differenze tra le proprietà dei magneti «ordinari» e le proprietà magnetiche dei superconduttori
- spiegare il significato dei seguenti termini connessi ai fenomeni superconduttivi: resistività, materiali ceramici, terre rare, temperatura critica, campo magnetico critico, densità di corrente critica, diamagnetismo, transizione di fase, levitazione, effetto Meissner, «pinning», superconduttori di I e II tipo, superconduttori cosiddetti a «bassa» e ad «alta» temperatura

- possedere una comprensione di base dei fenomeni superconduttivi sufficiente a spiegare i motivi dell'applicazione dei superconduttori in certe attrezzature ospedaliere e nei treni a levitazione magnetica

Relativi alla teoria

Alla fine del modulo gli studenti dovrebbero:

- sapere quali sono stati in passato gli aspetti teorici di difficile soluzione del fenomeno della superconduttività e quelli tuttora irrisolti
- sapersi servire delle conoscenze di elettricità, di magnetismo e sull'energia del reticolo cristallino per capire alcune delle attuali spiegazioni
- riconoscere che il comportamento a bassa temperatura è descritto dalla meccanica quantistica e che alcuni fenomeni superconduttivi non possono essere spiegati in modo semplice
- sapere che per spiegare la superconduttività occorre conoscere il significato dei termini: velocità di deriva degli elettroni, corrente parassita, profondità di penetrazione del campo magnetico, coppie di Cooper, fonone, vortice, fermione, bosone

Nota: il livello della trattazione cambia secondo l'età dei discenti. La maggior parte degli obiettivi relativi alla fenomenologia ma forse solo i primi due obiettivi teorici dovrebbe essere alla portata di studenti di biennio liceale, mentre tutti gli obiettivi (tranne il significato delle coppie di Cooper) dovrebbero essere raggiungibili negli ultimi anni del Liceo Scientifico.

Obiettivi d'apprendimento non previsti dal materiale SUPERCOMET

Gli studenti che affronteranno i problemi proposti nel CD ROM su ciò che accade ai diodi LED quando si abbassa la loro temperatura approfondiranno la loro conoscenza sulle bande di conduzione e di valenza, sul salto energetico che le separa, sull'effetto della temperatura sulla conduzione elettrica. Il CD ROM non fornisce spiegazioni ma solo suggerimenti su dove cercarle.

Attività didattiche suggerite

Vi sono molte possibili attività di apprendimento nel campo della superconduttività. Tra di esse:

1. Esperimenti dimostrativi
2. Compiti di riflessione
3. Ricerche di altre fonti d'informazione

Alle pagg. 90-98 il paragrafo «Schemi di lezioni sulla superconduttività» offre suggerimenti utili per pianificare una serie di attività d'insegnamento e apprendimento.

Questo modulo offre un panorama cronologico delle scoperte sperimentali, delle interpretazioni teoriche e delle applicazioni della superconduttività. Da chi erano affiancati gli scienziati che ottennero i premi Nobel per le ricerche sulla superconduttività? Quali sono gli sviluppi recenti?

Contribuito da Jo Smiseth, Kristian Fosheim, Asle Sudbø e Vegard Engstrøm

Prerequisiti

Per poter lavorare con i materiali SUPERCOMET gli alunni devono

1. conoscere l'esistenza di un fenomeno chiamato superconduttività
2. sapere che la superconduttività ha connessioni con i fenomeni elettrici e magnetici
3. conoscere i caratteri del fenomeno superconduttivo (resistenza e permeabilità magnetica nulle)
4. sapere che per ottenere il comportamento superconduttore occorre portare i materiali ad una temperatura inferiore alla temperatura critica

Obiettivi d'apprendimento

Utilizzando il materiale SUPERCOMET, gli alunni impareranno

Conoscenze

- a riconoscere alcune delle più importanti scoperte e teorie relative alla superconduttività
- a riconoscere i ricercatori e le collaborazioni che hanno reso possibili le scoperte e le elaborazioni teoriche
- a riconoscere la ricerca in atto tesa a migliorare la conoscenza dei fenomeni e le interpretazioni teoriche.

Comprensione

- descriveranno come gli scienziati che si sono occupati di superconduttività hanno operato sperimentalmente e come hanno interpretato i dati sperimentali
- discuteranno la relazione tra teoria e risultati sperimentali per i superconduttori «convenzionali» e per quelli ad alta temperatura

- discuteranno se i progressi nelle conoscenze sulla superconduttività sono stati promossi più dagli esperimenti o dalla teoria

Obiettivi d'apprendimento non previsti dal materiale SUPERCOMET

Le attività collaterali relative a questo modulo sono praticamente solo letture di libri ed articoli.

Altri obiettivi d'apprendimento, mirati a studenti particolarmente interessati, sarebbero in ogni caso orientati all'approfondimento storico.

Attività didattiche suggerite

Gli obiettivi di apprendimento elencati possono essere raggiunti con adeguate attività o predisponendo adeguati scenari:

1. discutere eventuali motivi che avrebbero potuto impedire, fino ai giorni nostri, di scoprire la superconduttività (scoperta nel 1911)
2. discutere eventuali motivi che avrebbero potuto impedire, fino ai giorni nostri, di scoprire la superconduttività ad alta temperatura (scoperta nel 1986)
3. immaginare cosa cambierebbe nel nostro mondo in conseguenza della scoperta di materiali superconduttori a temperatura ambiente
4. leggere libri o articoli sulla ricerca e sui ricercatori nel campo della superconduttività
5. fare una presentazione (orale, scritta o in formato elettronico) o formulare previsioni sulle eventuali applicazioni che si renderanno possibili se saranno scoperti i superconduttori a temperatura ambiente



Le attività elencate vogliono solo essere dei suggerimenti, da adattare alle specifiche necessità degli studenti ai quali l'insegnamento è diretto. Gli ideatori di **SUPERCOMET** saranno felici di ricevere le vostre osservazioni sulle attività proposte. Vogliate gentilmente inviarle al sito web **SUPERCOMET** www.supercomet.no.

L'effetto della temperatura sulla resistenza elettrica di metalli e superconduttori

Data: **Classe:** **Durata della lezione: 110 minuti**

Obiettivo di apprendimento

Alla fine della lezione gli alunni dovrebbero:

- Capire l'effetto delle variazioni di temperatura sulla resistività dei metalli
- Sapere che il comportamento dei superconduttori è diverso da quello degli altri conduttori elettrici
- Capire la differenza tra superconduttori ad alta temperatura e a bassa temperatura
- Saper riconoscere e rappresentare schematicamente i grafici della resistività in funzione della temperatura per i metalli e per i superconduttori
- Conoscere il significato della temperatura critica superiore

Materiali ed apparecchi occorrenti

Computer bastanti per accomodare gli alunni a gruppi di tre
LED
Software SUPERCOMET disponibile su ogni computer
Azoto liquido e recipienti adatti a contenerlo
Bobina di filo di rame provvista di contatti elettrici
Filo di materiale superconduttore YBCO provvisto di contatti elettrici
2 pile C provviste di manico
1 lampadina tipo «flash» da 3 volt provvista di manico
Sensore di differenza di potenziale
Computer collegato ad un proiettore e a una lavagna bianca interattiva.

Sicurezza

Maneggiare l'azoto liquido è pericoloso: bisogna adottare adeguate misure precauzionali.

Livello scolastico

Ultimi anni del Liceo

Tempi Schema della lezione

Tema principale: relazione tra temperatura e resistività di diversi tipi di materiali
Ripasso: resistenza specifica di alcuni materiali

a 5 min

Si chiede agli alunni di predire cosa succede quando s'immerge un LED in azoto liquido. Esperimento dimostrativo: s'immerge con precauzione il LED nell'azoto liquido per 10 secondi e si osserva ciò che succede. Si chiede agli alunni di spiegare ciò che hanno osservato. Si spiega l'effetto della temperatura sulla resistività del rame.

Tempi Schema della lezione

a 20 min

Si chiede agli alunni di predire la forma del grafico della resistività in funzione della temperatura per metalli che vengono man mano raffreddati. Un alunno traccia l'andamento previsto su assi cartesiani predisposti sulla lavagna bianca.

Si collega un circuito contenente pile, il filo di YBCO, un sensore di differenza di potenziale a un computer. S'immerge il filo di YBCO in azoto liquido per 10 secondi, poi lo si estrae e si attende che torni a temperatura ambiente. Si forniscono le misure raccolte a tutti i gruppi. S'introduce il concetto di coefficiente di temperatura.

a 35 min

Gli studenti, a gruppi di quattro, usano le simulazioni SUPERCOMET sulla dipendenza della differenza di potenziale dalla temperatura, e se necessario anche internet, ricavandone il grafico. Un alunno traccia sulla lavagna bianca l'andamento del grafico ricavato, che viene confrontato con il grafico sperimentale.

a 50 min

Un alunno di ciascun gruppo di quattro si aggrega ad uno dei quattro gruppi A, B, C, D sotto indicati. Ciascun gruppo A, B, C, D cerca con metodo grafico la temperatura critica superiore (T_c) dei materiali seguenti, utilizzando dati sulle resistenze specifiche dei materiali forniti nel CD ROM SUPERCOMET (o trovati in internet):

Gruppo A	Gruppo B	Gruppo C	Gruppo D
Rame	Mercurio	YBCO	Carbonio
Argento	Piombo	BSCCO	Gomma
Oro	Niobio	$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$	Porcellana

Ogni gruppo produce un grafico, stima la temperatura critica superiore di ciascun materiale, confronta le proprie stime con le temperature critiche superiori tabulate nel CD ROM SUPERCOMET, discute eventuali discordanze.

a 70 min

Gli alunni tornano ai loro gruppi precedenti e confrontano e discutono ciò che hanno trovato. Usano poi il CD ROM SUPERCOMET per cercare di spiegare i motivi delle differenze.

a 90 min

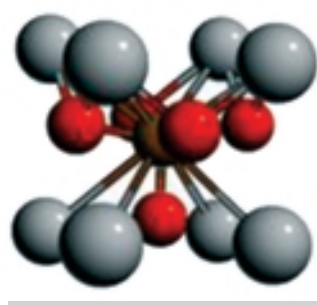
L'insegnante chiede ad un alunno di ciascun gruppo A, B, C, D di riportare i suoi tre grafici sulla lavagna bianca e di inserire le temperature critiche stimate e quelle effettive in una tabella predisposta.

L'insegnante raccoglie le conclusioni degli alunni e riassume gli aspetti principali dei contenuti appresi.

Tabella predisposta sulla lavagna bianca (predisporre anche gli assi del grafico resistività-temperatura)

	Resistenza specifica	Tc stimata	Tc effettiva
Gruppo A	Tipo di Materiale		
Rame			
Argento			
Oro			
Gruppo B	Tipo di Materiale		
Mercurio			
Piombo			
Niobio			
Gruppo C	Tipo di Materiale		
YBCO			
BSCCO			
$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$			
Gruppo D	Tipo di Materiale		
Carbonio			
Gomma			
Porcellana			

Figura 16: Struttura del reticolo cristallino di un superconduttore



Suggerimenti su come insegnare la superconduttività

Introduzione

L'arte degli esperimenti dimostrativi è rendere percepibile l'impercepibile.

Molti fisici sono catturati da certi fenomeni legati alla superconduttività, per esempio la levitazione. Gli studenti, invece, potrebbero pensare che non ci sia molta differenza tra questo fenomeno e un simile effetto ottenuto con una calamita e domandarsi quale sia il vantaggio. Il vantaggio è che non si tratta della stessa cosa. Per esempio non sarebbe possibile far levitare un grosso magnete sopra un altro magnete senza qualcosa che lo trattenesse impedendogli di scappare via. È essenziale che l'insegnante che dimostra la levitazione in classe riesca a far sì che un fenomeno in piccola scala e in certa misura insignificante venga percepito dagli studenti come stupefacente e meritevole di riflessione.

Sicurezza – Solo esperimenti dimostrativi

Le disposizioni di legge non consentono agli alunni di maneggiare l'azoto liquido perciò gli esperimenti possono solo essere svolti in modalità dimostrativa. Per motivi di sicurezza, ma anche per motivi didattici, tutti gli esperimenti devono essere provati prima della presentazione alla classe. Gli insegnanti che parteciperanno ai corsi d'aggiornamento saranno informati dei criteri di sicurezza e proveranno gli esperimenti durante il corso. QUANDO SI LAVORA CON L'AZOTO LIQUIDO È ESSENZIALE CONOSCERE E SEGUIRE LE ISTRUZIONI RELATIVE ALLA SICUREZZA.

Tempi

I tempi dipendono dall'approfondimento richiesto dal livello scolare degli alunni. Gli esperimenti dimo-

strativi, da soli, non richiedono più di 30 minuti complessivi. La sequenza di contenuti ed attività suggerita di seguito potrebbe essere distribuita su due o tre lezioni: gli insegnanti devono adattarla secondo le loro esigenze.

Sequenza suggerita per le attività di apprendimento

1. Proprietà elettriche dei superconduttori (fonti: la lezione del docente, libri, CD ROM...)
2. Esperimenti dimostrativi con azoto liquido e compiti di riflessione
3. Ricerche compiute su fonti collaterali
4. Attività di rinforzo
5. Relazioni su ciò che si è appreso e commenti dell'insegnante

La sequenza realizzata potrebbe essere:

- 1) nella prima lezione; 2), 3) e 4) nella seconda lezione; compiti a casa su 4); 5) nella terza lezione.

Preparazione e reperimento dei materiali

Un fornitore di kit per gli esperimenti sulla superconduttività è Colorado Superconductor Inc. Per informazioni complete sui kit offerti, sulle precauzioni d'uso e sugli esperimenti effettuabili consultare il sito web: http://www.users.qwest.net/~csconductor/Lower_Frames_Pages/Resources.htm

Per gli esperimenti qui suggeriti è sufficiente il kit di base. I kit più completi permettono di misurare la temperatura, la corrente e il campo magnetico critici.

Di solito l'azoto liquido è reperibile presso ospedali, università ed alcune industrie. Cercare un fornitore disposto a venderlo in piccole quantità (basta aver-

ne un litro) o prendere accordi con un ospedale o con un laboratorio universitario.

Il CD ROM è la più importante fonte collaterale suggerita per le ricerche personali degli studenti ed è importante che gli insegnanti abbiano buona familiarità con i materiali che contiene. Prima di iniziare l'insegnamento essi devono inoltre individuare e selezionare eventuali le altre risorse, come p. es. libri di testo e siti internet.

Ricordarsi delle precauzioni di sicurezza.

Terminologia

Dal punto di vista tecnico un materiale la cui temperatura è superiore alla temperatura critica non è un superconduttore. Per brevità, ci riferiremo ai dischi utilizzati negli esperimenti dimostrativi chiamandoli «dischi superconduttori» sebbene a temperatura ambiente essi non siano tali.

Dettagli della sequenza suggerita

1. Introduzione alle proprietà elettriche dei superconduttori.

Tempo occorrente: 30 minuti

Il CD ROM contiene materiale sufficiente per una breve introduzione alle proprietà elettriche dei superconduttori. Esso mostra come confrontare i grafici resistenza – temperatura dei conduttori comuni e dei superconduttori. Gli studenti possono individuare il rapido annullarsi della resistenza e domandarsi cosa succede all'intensità della corrente (intuitivamente diranno che essa diventa infinita – ma ciò non succede – e si può chiedere loro il motivo per cui non succede). I grafici riportati nel CD ROM permettono

anche di mettere in evidenza i fattori limitanti (la corrente critica e il campo magnetico critico).

Chi dispone di un kit sperimentale più completo può realizzare e mostrare lo stato di «resistenza zero». Chi volesse cominciare con un taglio storico può riferire che Onnes ripeté l'esperimento diverse volte perché non credeva ai suoi occhi - pensava infatti che ciò che vedeva fosse dovuto al cattivo funzionamento dei suoi strumenti!

Oppure si può iniziare parlando delle applicazioni moderne – un treno Maglev o un apparecchio per tomografie magnetiche nucleari – dicendo che entrambe non sarebbero possibili se non esistessero i superconduttori.

2. Esperimenti dimostrativi con azoto liquido e compiti di riflessione

Tempo occorrente: 30 minuti

Si mostrano alcuni fenomeni elettrici e magnetici strani che si verificano alle basse temperature:

1. l'azoto liquido è molto freddo – p. es. la gomma e le foglie di lattuga, immerse in azoto liquido, diventano fragili (ma non superconduttrici)
2. il salto compiuto da un anello di alluminio posato sul polo di un elettromagnete quando si chiude l'interruttore e il salto ben più alto che avviene se l'anello è stato raffreddato in azoto liquido (ma non si tratta di superconduzione)
3. il cambiare della luce emessa da un diodo LED (non dovuto a superconduttività)
4. la levitazione di un magnete sopra un superconduttore
5. la tendenza dei magneti levitanti spostati lateralmente a tornare indietro o a trovare un'altra posizione stabile

6. il ruotare su sé stessi dei magneti che levitano sopra un superconduttore
7. il fatto che il ritorno allo «stato normale» dei dischi superconduttori avviene gradualmente e non improvvisamente
8. la capacità dei magneti, anche se spostati avanti e indietro orizzontalmente (ma senza brusche accelerazioni), di mantenere i superconduttori sospesi in aria

Compiti di riflessione basati sugli esperimenti dimostrativi

Tempo occorrente: 10 minuti (può essere conveniente assegnare compiti diversi ai differenti gruppi chiedendo a ciascun gruppo di relazionare alla classe).

I compiti devono sollecitare gli studenti a porsi domande sui fenomeni osservati e a formulare ipotesi, per esempio, sul motivo per cui l'anello di alluminio salta più in alto quando è freddo, sulla forma del campo magnetico che provoca la levitazione e la sospensione, su perché la luce emessa da un LED cambia quando lo si immerge in azoto liquido.

3. Ricerche compiute su fonti collaterali

Tempo occorrente: 30 minuti a scuola e circa un'ora a casa

Dopo aver lasciato agli studenti un po' di tempo per pensare alle questioni proposte è necessario fornire qualche aiuto. Possibili forme di aiuto sono:

1. «suggerimenti» dell'insegnante, espressi sotto forma di domande
2. testi scritti (anche libri) indicando le pagine utili

3. un'ulteriore spiegazione che prenda spunto dalle reazioni e dai commenti degli studenti
4. il riferimento al modulo 5 del CD ROM, nel quale le questioni sopra elencate sono discusse

4. Attività di rinforzo

Compiti a casa - progetti:

1. Riferirsi al CD ROM per controllare le proprie idee ed estenderne la portata.
2. Ispirarsi al CD ROM per scrivere note personali sul significato della corrente, del campo magnetico e della temperatura critiche.
3. Cercare notizie su come si applicano i fenomeni connessi con la superconduzione per risolvere tecnicamente diversi problemi (modulo 5).
4. Esplorare le spiegazioni a livello atomico dei fenomeni, contenute nel CD ROM. Le spiegazioni sono accessibili agli studenti della scuola secondaria perché non è utilizzata la matematica della meccanica quantistica.
5. Accedere a siti internet specificati e compiere ulteriori ricerche.
6. Confrontare le spiegazioni date da tre diverse fonti di uno stesso fenomeno (p. es. la levitazione) individuando ciò che è simile e ciò che è diverso. (Questi confronti sono un utile esercizio che sviluppa il senso critico verso ciò che si legge nei libri e in rete, e può essere ripetuto per qualsiasi altro fenomeno. L'insegnante potrebbe parlare dei motivi delle differenze, che talvolta sono dovute alla necessità di offrire spiegazioni semplici di processi complicati a persone inesperte).
7. Alcuni studenti particolarmente entusiasti proseguiranno le ricerche per conto loro, non solo sul CD ROM e nei siti indicati dall'insegnante ma anche utilizzando i motori di ricerca di internet. Si possono

consigliare le parole chiave seguenti: «LED and liquid nitrogen» (LED e azoto liquido); «Meissner Effect»; «Superconductivity» (superconduttività).

8. Se la scuola dispone del kit sperimentale completo potete effettuare misurazioni elettriche sul superconduttore. L'azoto liquido dev'essere manipolato dall'insegnante ma gli studenti possono spiegare gli schemi circuitali ed interpretare i risultati.

5. Relazioni su ciò che si è appreso e commenti dell'insegnante

Tempo occorrente: circa un'ora (ma dipende dal tipo di relazione richiesta agli studenti)

Gli studenti si preparano, a gruppi, a presentare le loro idee: poster, brevi relazioni orali, brevi scritti,

spiegazioni rivolte a chi non conosce l'argomento... sono tutti formati possibili. Ogni gruppo deve disporre di un computer.

Si può chiedere ai gruppi di inserire negli elaborati due sezioni, rispettivamente per le cose di cui sono certi e per le cose su cui hanno ancora delle perplessità.

L'insegnante deve assicurare gli alunni sul fatto che molte spiegazioni sono troppo complicate per capirle con le loro conoscenze attuali, che la superconduttività è un campo di ricerca ancora in atto e vi sono ancora questioni irrisolte.

Il Seminario d'aggiornamento SUPERCOMET contiene altre informazioni sugli esperimenti dimostrativi. Per informazioni visitare il sito www.supercomet.no.

Scheda di lavoro 1 – Introduzione ai campi magnetici (livello primo biennio SSS)

Troverete nell'aula diverse calamite e fogli di carta su cui è sparsa della limatura di ferro. La limatura vi consente di osservare l'andamento dei campi magnetici generati dai diversi tipi di calamite. Osservate come fa l'insegnante per mettere in evidenza il campo magnetico di una calamita. Poi, a coppie, tracciate i campi magnetici che osservate usando i tipi di calamite di seguito illustrate:

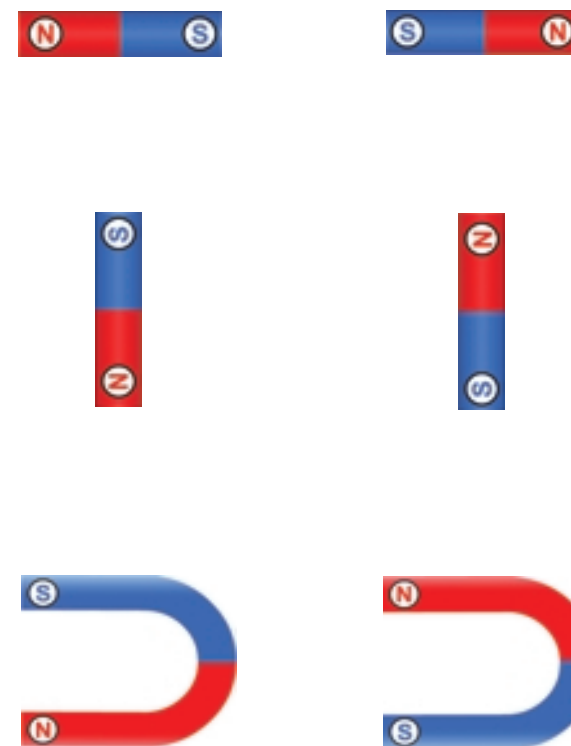


Figura 17: esempio di scheda di lavoro: introduzione ai fenomeni magnetici

Quando avrete terminato i vostri disegni usate il CD ROM SUPERCOMET e confrontateli con i campi che esso vi mostra. Hanno la stessa forma? se non l'hanno, quale potrebbe essere il motivo della diversità?

Scheda di lavoro 2 – Elettrocalamite, bussole magnetiche

Compiere le stesse operazioni della scheda 1 usando questa volta degli aghetti magnetici girevoli (bussole) per esplorare i campi magnetici esistenti nello spazio che circonda un'elettrocalamita.

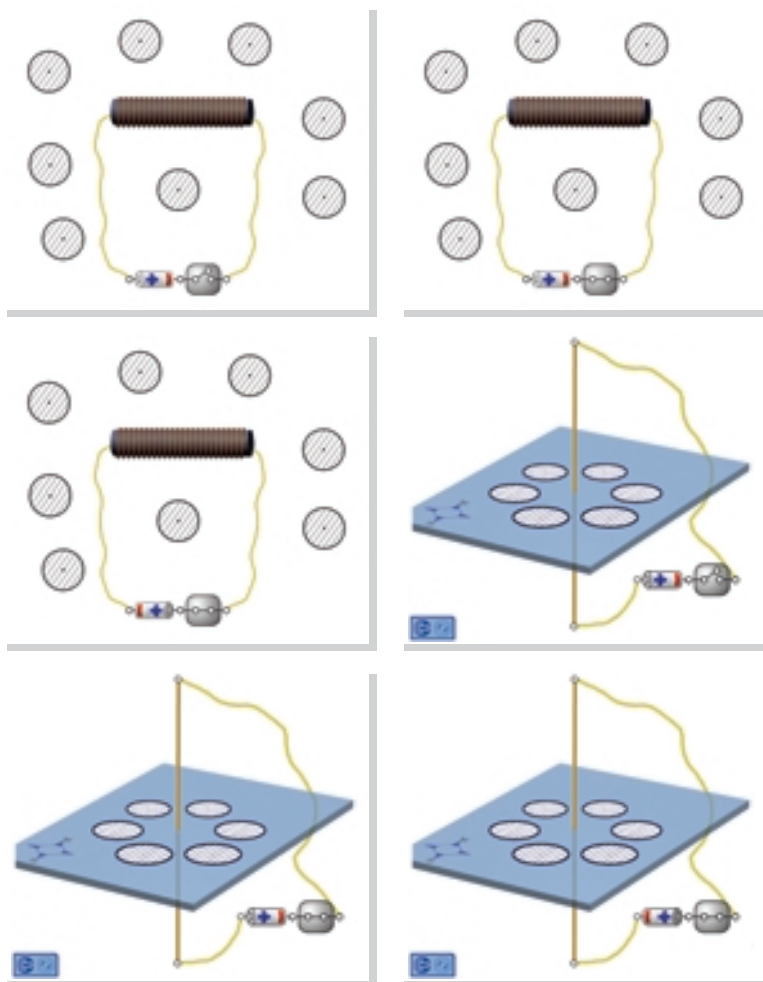


Figura 18:
Esempio di scheda di lavoro: introduzione all'elettromagnetismo

Usare ora il CD ROM SUPERCOMET e confrontare i disegni ottenuti con quelli proposti nel CD ROM. Gli andamenti sono gli stessi?

Nota per l'insegnante: Poiché la resistenza della bobina è molto bassa, alla chiusura del circuito la corrente è molto intensa. Se il circuito rimane chiuso per tutto il tempo occorrente per disporre gli aghi magnetici intorno all'elettrocalamita e per disegnare le direzioni (e i versi) degli aghi magnetici le pile si scaldano e velocemente si scaricano.

Come integrare la superconduttività nel programma di fisica

Non occorre dedicare tempo extra all'insegnamento della superconduttività. Le seguenti tabelle, che riportano le sequenze di argomenti correlati alla superconduttività previsti e prevedibili in futuro nelle scuole secondarie superiori italiane, indicano i momenti più favorevoli in cui introdurre la superconduttività in classe.

Argomenti di fisica rilevanti per l'insegnamento della superconduttività previsti nei programmi dei licei italiani

SIF-AIF-SAI 2004

Proposta di obiettivi specifici di apprendimento per la riforma scolastica

Primo biennio (età 14-16 anni)

Elettricità, magnetismo, fenomeni termici, struttura della materia

Elettrostatica: Cariche elettriche; Legge di Coulomb; Materiali conduttori ed isolanti; Potenziale elettrico

Elettrodinamica: Circuiti; Corrente elettrica; Resistenza; Legge di Ohm; Effetto Joule; Dipendenza della resistenza dalla temperatura

Magnetismo: Fenomeni magnetici ed interazioni con i fenomeni elettrici (calamite, bobine, elettrocalamite)

Fenomeni termici: Temperatura ed equilibri termici; Processi termici e trasferimenti di energia: la prima legge della termodinamica; Calore e calori specifici; Materiali conduttori ed isolanti; Cambiamenti di fase

Materia: Struttura microscopica dei solidi, liquidi e gas; Cariche elettriche nella materia; Modello atomico di Rutherford; Interpretazione microscopica delle principali proprietà della materia: dai fenomeni elettrici e magnetici alle ipotesi sulla struttura elettrica dell'atomo.

Secondo biennio e quint'anno di approfondimento (età 16-19)

Elettricità, magnetismo, termodinamica, struttura della materia

Campi (statici): Campo elettrostatico; Campo magnetico

Campi (variabili): Induzione elettromagnetica; Legge di Faraday-Neumann; Onde elettromagnetiche: sorgenti, propagazione, rivelatori

Termodinamica: I° e II° legge della termodinamica, trasferimenti di energia

Materia: Spettri atomici e modello atomico di Bohr; Effetto fotoelettrico; Proprietà particellari ed ondulatorie della materia: diffrazione degli elettroni; Struttura dei nuclei e forze nucleari; Isotopi; Radioattività



Confronto con la situazione nelle scuole secondarie superiori alla fine del 2004

1. I contenuti sopra elencati vengono solitamente previsti:

- negli ultimi due anni (età 18-19) nei licei classici
- negli ultimi tre anni (età 17-19) nei licei scientifici
- nel corso di cinque anni nelle sperimentazioni PNI, Brocca Scientifico e Brocca Scientifico/Tecnologico

In a) e b) si prevede la seguente scansione dei contenuti:

- fenomeni termici e termodinamica all'età 17-18 (2 ore/settimana nel liceo classico, 3 ore/settimana nel liceo scientifico)
- elettricità e magnetismo all'età 18-19 (3 ore/settimana in entrambi i licei)

2. Negli Istituti Tecnici Industriali, Commerciali e per Geometri (Progetto Cinque) la fisica è insegnata nei primi anni (età 14-16).

Tipicamente, potrebbero valere le seguenti scansioni degli argomenti:

Istituti Tecnici Industriali (età 14-16)

Elettricità, magnetismo, termologia, struttura della materia, chimica

Elettrostatica: Carica elettrica, Legge di Coulomb; Conduttori ed isolanti; Potenziale elettrico; Campo elettrico (cariche puntiformi, campi uniformi, condensatori)

Elettrodinamica: Circuiti; Corrente elettrica; Resistenza; Legge di Ohm; Effetto Joule; Dipendenza della resistenza dalla temperatura

Magnetismo: Forze magnetiche (calamite, bobine, elettrocalamite); Proprietà magnetiche della materia (ferromagnetismo, paramagnetismo, diamagnetismo); Modello di Ampère

Elettromagnetismo: Induzione elettromagnetica; Legge di Faraday-Neumann; Applicazioni: corrente alternata, trasformatori, motori, generatori elettrici

Termologia: Scale termometriche; Differenze di temperatura e trasferimenti di energia; Equilibrio termico; Calore specifico; Conduttori ed isolanti; Cambiamenti di fase

Materia: Struttura microscopica di solidi, liquidi e gas; Cariche elettriche nella materia; Modello atomico di Rutherford.

Chimica: Tavola periodica degli elementi; Atomi, molecole, ioni; Modello atomico di Bohr; Tipi di legami molecolari (ionico, metallico, a idrogeno); Strutture spaziali delle molecole; Reazioni chimiche (bilancio, cinetica, energia di attivazione, endo- ed eso-energetiche...)

Istituti Tecnici Commerciali, Aziendali e per Geometri (età 14-16)

Elettricità, magnetismo, termologia, struttura della materia, chimica

Elettrostatica: Carica elettrica, Legge di Coulomb; Conduttori ed isolanti; Campo elettrico e potenziale

Elettrodinamica: Circuiti; Batterie; Corrente elettrica; Resistenza; Legge di Ohm; Conduttori metallici

Elettromagnetismo: Forze magnetiche; Campo magnetico; Fenomeni magnetici associati alle correnti elettriche; Motori elettrici; Induzione elettromagnetica

Termologia: Scale termometriche; Fasi solida, liquida e gassosa e cambiamenti di fase

Materia: Struttura microscopica di solidi, liquidi e gas; Cariche elettriche nella materia; Modello atomico di Rutherford; Elementi di meccanica quantistica

Chimica: Tavola periodica; Elementi chimici e formule; Atomi, molecole, ioni; Tipi di legami molecolari (ionico, metallico, a idrogeno); Strutture spaziali delle molecole; Reazioni chimiche (bilancio, cinetica, energia di attivazione, endo- ed eso-energetiche...)



Pubblicazioni

Buckel, W., R. Kleiner (2003). **Superconductivity: fundamentals and applications**. Weinheim, Wiley.

Evetts, J., Ed. (1992). **Concise Encyclopedia of Magnetic & Superconducting Materials**. Advances in materials science and engineering. Oxford, Pergamon.

Fossheim, K., A. Sudbo (2004). **Superconductivity: Physics and Applications**, John Wiley & Sons.

Rose-Innes, A. C., E. H. Rhoderick (1978). **Introduction to Superconductivity**. Oxford, Pergamon.

Tinkham, M. (1996). **Introduction to Superconductivity**. New York; London, Mc Graw Hill.

Vidali, G. (1993). **Superconductivity: the next revolution?** Cambridge, Cambridge University Press.

Siti web

<http://superconductors.org> – Superconductors.org è un'organizzazione indipendente e senza scopo di lucro che si propone di introdurre i principianti e le persone prive di conoscenze tecniche al mondo dei superconduttori

<http://superconductors.org/Links.htm> – Una ben fornita pagina di link appartenente al sito web precedente.

<http://www.ornl.gov/info/reports/m/ornlm3063r1/contents.html> – «Guide to Superconductivity for High School Students»: una guida sulla superconduttività rivolta agli studenti di scuola secondaria prodotta dal Laboratorio Nazionale di Oak Ridge (USA)

<http://www.physicscentral.com/action/action-01-3.html> – Una breve introduzione alla superconduttività

<http://physicsweb.org/bestof/superconductivity> – Collezione delle migliori pagine web, edita dall'Institute of Physics (Londra).

<http://hypertextbook.com/physics/modern/superconductivity/> – breve manuale di superconduttività

Materiali per l'insegnamento disponibili online

www.practicalphysics.org – Sito web nel quale gli insegnanti possono condividere esperimenti.

www.resourcefulphysics.org – Mirata ad insegnanti di fisica e a studenti d'età compresa tra 11 e 19 anni; occorre iscriversi.

<http://alpha.smete.org/smete/> – Base dati contenente brevi moduli d'apprendimento, sviluppata e mantenuta da SMETE Open Federation.

<http://www.psigate.ac.uk/> – Portale dedicato alle scienze fisiche

<http://www.teachingphysics.iop.org> – Materiali per l'insegnamento della fisica proposti dall'Institute of Physics, tra cui proposte per l'insegnamento della superconduttività.



Kit e materiali per esperimenti dimostrativi

<http://www.superconductors.org/Play.htm> fornisce un elenco internazionale di venditori di kit dimostrativi, soprattutto statunitensi.

Bibliografia sull'uso delle TIC nell'insegnamento delle scienze

Barton, R., Ed. (2004). *Teaching Secondary Science with ICT*. Learning & Teaching with Information & Communications Technology. Maidenhead and New York, Open University Press.

Osborne, J., S. Hennessy (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*, NESTA Futurelab.

www.ictadvice.org.uk Il sito di Becta (British Educational Communications and Technology Agency), diretto al personale della scuola, offre una varietà di informazioni, consigli e supporto sull'uso delle TIC.

Altri riferimenti bibliografici citati in questa guida

Barton, R. (2004). Management and organization of practical work. *Teaching Secondary Science with ICT*. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Barton, R., Ed. (2004). *Teaching Secondary Science with ICT*. Learning & Teaching with Information & Communications Technology. Maidenhead and New York, Open University Press.

Barton, R. (2004). Why use computers in practical science? *Teaching Secondary Science with ICT*. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Fullick, P. (2004). Using the Internet in School Science. *Teaching Secondary Science with ICT*. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Harris, R. (1997). *VirtualSalt: Evaluating Internet Research Sources*.

Institute of Physics (2004). *The post-16 Initiative*. Iniziativa radicalmente innovativa promossa dall'Institute of Physics, che propone nuovi modi d'insegnare la fisica al livello liceale dopo i 16 anni.

Osborne, J., S. Hennessy (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*, NESTA Futurelab.

Wellington, J. (2004). Multimedia in science teaching. *Teaching Secondary Science with ICT*. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Lavorare con l'azoto liquido

Molti esperimenti dimostrativi di fenomeni legati alla superconduttività richiedono che si usi l'azoto liquido. L'azoto liquido è una sostanza potenzialmente pericolosa e dev'essere maneggiata con molta cautela:

- Per trasportare piccoli quantitativi di azoto liquido servirsi di termos o di vasi Dewar, ma **NON AVVITARE MAI IL TAPPO**. L'aumento di pressione dovuto all'evaporazione potrebbe far scoppiare i vasi.
- Adoperare contenitori adatti, evitando il vetro e la plastica (che a bassa temperatura potrebbe diventare fragile) che potrebbero andare in frantumi e ferire qualcuno.
- Non permettere agli studenti di avvicinarsi all'azoto liquido
- Dimostrare cosa succede ad alcuni materiali quando vengono raffreddati alla temperatura dell'azoto liquido (p. es. raffreddare e poi sbriciolare un fiore)
- Evitare di spruzzare l'azoto liquido su parti del corpo
- Indossare sempre occhiali protettivi
- Non toccare con le mani gli oggetti estratti dall'azoto liquido. Usare pinze di cui si sia controllata la resistenza alla bassissima temperatura
- Indossare guanti isolanti
- Controllare che l'aula sia ben ventilata.



Figure 19-20: : Una mela (a sinistra) e un'arancia (a destra) frantumate dopo essere state immerse in azoto liquido

Lavorare con magneti

Alcuni tipi di magneti (p. es. quelli al niobio) sono molto potenti e richiedono alcune precauzioni:

- non accostarli mai a computer, floppy disk, nastri magnetici e carte di credito
- indossare occhiali di protezione per il caso che la forte attrazione reciproca faccia collidere due magneti facendo schizzare piccole schegge metalliche in direzioni incontrollate
- non interporre le dita tra due magneti che si attraggono fortemente a vicenda
- immagazzinare i magneti in luoghi lontani tra loro

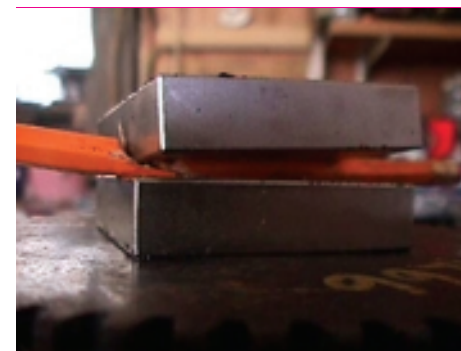


Figura 21: Una matita schiacciata tra due forti magneti

Notizie su SUPERCOMET

Il CD ROM SUPERCOMET è stato sviluppato nell'ambito del Progetto SUPERCOMET, finanziato dalla fase II del programma Leonardo da Vinci dell'Unione Europea (Progetto n° N/01/B/PP/131.014.)

Obiettivi del Progetto SUPERCOMET

Il Progetto SUPERCOMET intende:

- Stabilire una collaborazione internazionale mirata al rinnovamento dell'insegnamento della fisica nei paesi d'Europa.
- Costruire forti collegamenti con le esistenti organizzazioni di insegnanti di fisica, ricercatori nella didattica della fisica, autorità o enti operanti nei campi dei curricula e della politica scolastica.
- Sviluppare prodotti di nuova concezione, funzionali all'apprendimento della fisica, immediatamente utilizzabili ma anche aperti ad eventuali ampliamenti, fruibili a diversi gradi di approfondimento e a diversi livelli scolari.

Aderiscono al progetto:

- Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
- Simplicatus AS, Norvegia
- Istituto Tecnico Commerciale Statale «Enrico Tosi», Italia
- Zanichelli Editore Spa, Italia
- Katedralskolen i Trondheim, Norvegia
- Faculty of Education, Università di Ljubljana, Slovenia
- Institute of Education, Università di Londra, Gran Bretagna

NORSK 

SUPERCOMET

Multimedia læringsverktøy om superledning



LÆRERVEILEDNING



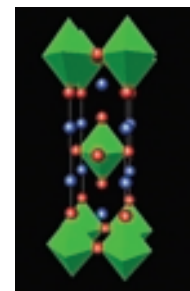


Multimedia
læringsverktøy om
superledning

- Lærerveiledning

Innhold

SUPERCOMET – hva finnes på CD-en?	112
Hjelp – Jeg har virkelig ikke tid til dette... (eller hvordan komme i gang)	113
Hensiktene med SUPERCOMET CD-en og lærerveiledningen	114
Hvordan kommer jeg i gang med å bruke SUPERCOMET?	115
Hvordan finner jeg fram i SUPERCOMET?	116
Noen ofte stilte spørsmål om undervisning med bruk av SUPERCOMET	117
Noe galt med fysikkundervisningen?	118
Hvordan kan SUPERCOMET hjelpe?	119
Animasjonene i SUPERCOMET gjør fysikken levende	121
Bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi i naturfagsundervisningen	123
Modul 1. Magnetisme ved ledere og magneter	133
Modul 2. Magnetisme ved spoler og materialer	135
Modul 3. Elektromagnetisk induksjon	137
Modul 4. Elektrisk ledning	138
Modul 5. Innføring i superledning	139
Modul 6. Superledningens historie	141
Eksempler på aktiviteter med bruk av SUPERCOMET	142
Superledning i læreplanen	151
Flere ressurser	153
Arbeid med flytende nitrogen	156
Arbeid med magneter	157
Appendiks. Om SUPERCOMET	158



Figur 1:
Superledende
gitterstruktur

Copyright © 2004 by Simplicatus AS,
Richard Birkelands vei 2B, 7491 Trondheim, NO

Norge: Det må ikke kopieres fra denne boken eller vedlagte CD-ROM i strid med åndsverksloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk. Installering av innholdet på vedlagte CD-ROM på datamaskiner ved skoler eller institusjoner for utdanningsformål regnes ikke som brudd på copyright-bestemmelsene dersom dette er godkjent skriftlig av Simplicatus AS.

Bidragstere: Lærerveiledning

Redaktører:
Lorenzo Rossi, Vegard Engstrøm

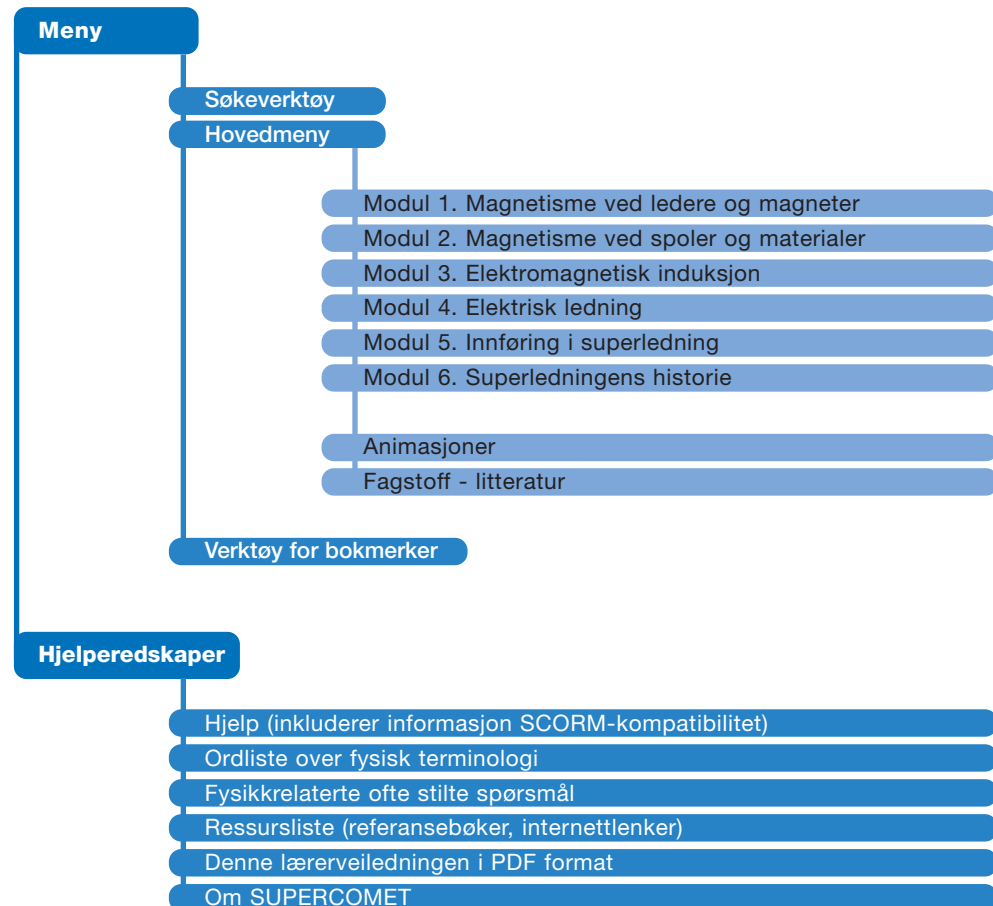
Forfattere:
Aileen Earle, Jenny Frost, Vegard Engstrøm, Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Gren Ireson, Sara Ciapparelli

Oversettelse:
Anders Isnes, Øystein Guttersrud, Torunn Strømme, Vegard Engstrøm

SUPERCOMET

hva finnes på CD-en?

SUPERCOMET inneholder seks selvstendige moduler¹ og andre nyttige ressurser for søkemeny, undervisning og informasjon, bygd opp som i oversikten under:



note

¹. Et oppfølgingsprosjekt, SUPERCOMET 2, arbeider med å teste og utvide læringsverktøyet med flere moduler. For mer informasjon, kontakt: info@supercomet.no

Hjelp - Jeg har virkelig ikke tid til dette... (eller hvordan komme i gang)



Figur 2: Heike Kamerlingh Onnes - Nobelprisen i fysikk, 1913

- 1 ⌚ Se på pensumoversikten for SUPERCOMET på side 151-152 for å finne ut hvordan den kan hjelpe elevene dine med å lære viktige emner i pensum.
- 2 ⌚ Når du har funnet et passende emne (for eksempel elektrisk motstand), les gjennom innholdet i de aktuelle modulene som er satt opp i lærerveiledningen (sidene 133-141).
- 3 ⌚ Se side 142-150 (Eksempler på aktiviteter i undervisningen) og se om det finnes ferdige undervisningsplaner som du kan bruke i din undervisning. Du kan også gå til www.supercomet.no og se igjennom materialet andre lærere har bidratt med.
- 4 ⌚ Start SUPERCOMET CD-en (se side 115) og gjør deg kjent med oppbyggingen av CD-en (se side 112 og 116).
- 5 ⌚ Fra hovedmenyen går du til den modulen som passer best med emnet du underviser, og gjør deg kjent med denne.
- 6 ⌚ Bruk enten SUPERCOMET slik det er foreslått i undervisningsplanen du fant i veiledningen, eller sett opp din egen timeplan (se side 123-132 for informasjon om bruk av IKT i undervisningen).
- 7 ⌚ Etter timen bør du evaluere hvordan det gikk. Det kan hende du ønsker å dele arbeidet ditt med andre lærere, dette kan du gjøre ved å gå inn på www.supercomet.no.

Hensiktene med **SUPERCOMET** CD-en og lærerveiledningen

SUPERCOMET er laget som et brukerprogram som kombinerer grafikk, animasjoner, tekst og Internett for å gjøre utvalgte deler av fysikkpensumet i videregående skole mer interessante og tilgjengelige.

Læringsmål for **SUPERCOMET CD ROM**

SUPERCOMET CD-en er ment som en introduksjon til superledning, teoriene som ligger bak oppdagelsen av superledning (inkludert magnetisme, elektrisk induksjon og ledning), og dens historie. Etter å ha arbeidet med SUPERCOMET, skal de mer faglig sterke elevene være i stand til å

1. argumentere for hvordan teori forholder seg til eksperimentelle bevis
2. aktivt undersøke mulige bruksområder for fenomenet
3. aktivt undersøke den teknologiske betydningen av en ny oppdagelse
4. beskrive hvordan forskere samler og tolker data
5. beskrive hvordan vitenskapen og teknologien gjør bruk av nye ideer
6. formidle vitenskapelige ideer til forskjellige tilhørere
7. stille seg spørsmål om fysikk og hvordan fysikken er knyttet til dagliglivet
8. nevne noen sammenhenger mellom ulike felter innenfor fysikken

Yngre elever kan bruke CD-en til å studere fenomenet.

Hensiktene med lærerveiledningen

Lærerveiledningen er ment å skulle skissere den pedagogiske begrunnelsen for å bruke SUPERCOMET. Den skal også foreslå effektive bruksmåter i klasserommet som en del av den daglige undervisningen, enten for seg selv eller i kombinasjon med praktiske demonstrasjoner og andre informasjons- og kommunikasjonsteknologier.

Målgruppe for **SUPERCOMET**

SUPERCOMET er rettet mot elever i videregående skole. Selv om SUPERCOMET vil være mest relevant for elever i 2FY og 3FY, kan disse ressursene også brukes i naturfag. Se side 151-152 for en oversikt over superledning i forhold til læreplanen.

Hvordan kommer jeg i gang med å bruke **SUPERCOMET**?

Systemkrav

Før du bruker SUPERCOMET-applikasjonen, vennligst sjekk om datamaskinen og nettleseren din oppfyller disse minstekravene (eventuelt de anbefalte spesifikasjonene).

PC

- Microsoft Windows 98 SE / Me / 2000 / XP / NT
- 500 MHz Pentium 4 prosessor (1 GHz Pentium 4 anbefalt)
- 64 MB RAM (256 MB RAM anbefalt)
- 16-bit color anbefalt for optimal visning
- 800x600 oppløsning
- 4x CD-ROM
- Macromedia Flash Player (version 7.x - gratis tilgjengelig fra www.flash.com)

Mac

- MacOS 9.x / X 10.1.x / X 10.2.x / X 10.3.x
- Power Macintosh (1 GHz G4 anbefalt)
- 64 MB RAM (256 MB RAM anbefalt)
- 16-bit color anbefalt for optimal visning
- 800x600 oppløsning
- 4x CD-ROM
- Macromedia Flash Player (version 7.x - gratis tilgjengelig fra www.flash.com)

Krav til nettleser

PC

Plattform	Nettleser
Windows NT	MS Internet Explorer 6.0, Netscape 7.x, Mozilla 1.x, Opera 7.11
Windows 98	MS Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows Me	MS Internet Explorer 5.5, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows 2000	MS Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows XP	MS Internet Explorer 6.0, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11

Mac

Plattform	Nettleser
Mac OS 9.x	MS Internet Explorer 5.1, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 6
Mac OS X 10.1.x	MS Internet Explorer 5.2, Netscape 7.x, Opera 6, AOL 7, Mozilla 1.x
Mac OS X 10.2.x	og Safari 1.0.
Mac OS X 10.3.x	

Bruk av **SUPERCOMET**-applikasjonen

Legg CD-en i CD-ROM-spillere. Programmet bør da starte av seg selv. Hvis det ikke gjør det, følg instruksjonene på etiketten. Hvis du får problemer med å laste inn eller å bruke SUPERCOMET-applikasjonen, prøv å lese tekstfila 'readme.txt' på CD-en.

Hvordan finner jeg fram i SUPERCOMET?

Du kan enten følge bruksanvisning (se under)...

Dette viser hvordan du kom deg dit du er nå

Klikk her for å finne Hjelp, Ordliste, Ofte Spurte Spørsmål og informasjon om SCORM

Navigasjonsmenyen er alltid tilgjengelig

Her vil det automatisk dukke opp tips som hjelper deg å bruke den interaktive simuleringen

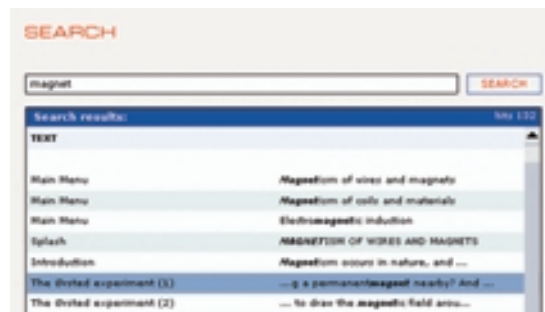
Denne knappen lar deg sette bokmerke på en side som du har lyst til å komme tilbake til senere. Det er ikke mulig å sette bokmerke på flere sider samtidig.

Dette er kontrollpanelet for de interaktive animasjonene. Du kan bruke knappene for å styre simuleringene. Hva de enkelte knappene gjør, vil være avhengig av animasjonen som spilles av.

Figur 3: Skjerm bilde av SUPERCOMET-skjermen og navigasjonsverktøy

Eller du kan bruke søkeverktøyet for å finne ressurser:

Søkeverktøyet henter du fra Navigasjonsmenyen øverst på skjermen.



Figur 4: Søkeverktøyet på SUPERCOMET CD-en

Noen ofte stilte spørsmål om undervisning med bruk av SUPERCOMET

SPM: Superledning er ikke pensum, så hvorfor skal jeg undervise det?

SVAR: Superledning kan brukes som en engasjerende måte å lære elevene om strukturen i materien, elektrisk strøm og elektrostatikk, magnetisme og magnetisk induksjon (se side 151-152 for en oversikt over superledning i forhold til læreplanen).

SPM: Jeg underviser elever under 16 år. Kan jeg bruke superledning i min undervisning?

SVAR: Enkle demonstrasjoner av superledning kan brukes for å vise spennende fenomener i naturfag.

SPM: Jeg har ikke tid til å gå gjennom hele CD-en. Kan jeg bruke den på en annen måte?

SVAR: Selv om du kan arbeide deg igjennom hele CD-en fra start til slutt, er det også mulig å bruke utvalgte deler av innholdet (tekst, grafikk, animasjoner). Det finnes en søkefunksjon som hjelper deg å finne materialet som vil være relevant for din klasse.

SPM: Når jeg prøver å kjøre animasjonene, får jeg denne feilmeldingen «Windows kan ikke åpne denne filen»

SVAR: Animasjonene er lagd i formatet 'Flash'. For å kunne spille dem av må du installere Flash. Dette finner du på CD-en.

SPM: Jeg synes noen av animasjonene er svært nyttige. Kan jeg bruke dem i materiell som elevene mine eller jeg lager, slik som nettsider og PowerPoint-presentasjoner?

SVAR: SUPERCOMET-materialet er opphavsbeskyttet og kan kun brukes i undervisningsøyemed i henhold til lisensen. Se www.supercomet.no for mer informasjon.

SPM: Hvorfor bruke CD-en i stedet for de praktiske demonstrasjonene som studentene mine liker godt?

SVAR: Bruk den i sammen med, ikke i stedet for praktiske demonstrasjoner. Da kan elevene bruke CD-en for å sjekke resultatene sine. I noen tilfeller kan CD-en brukes til å demonstrere ting som ville ha vært umulige å utføre i skolelaboratoriet. Se 'Animasjonene i SUPERCOMET gjør fysikken levende' på side 121 for mer informasjon om hvordan animasjoner kan hjelpe elevene i læringen.

SPM: Kan jeg erstatte det praktiske laboratoriearbeidet med bruk av SUPERCOMET CD-en?

SVAR: Ikke egentlig – forskning viser at elever har større utbytte av å lære med simuleringer i kombinasjon med praktiske demonstrasjoner.

SPM: Finnes det timeplaner eller annet undervisningsmateriell jeg kan bruke?

SVAR: Ja – denne lærerveiledningen inneholder mye nyttig undervisningsmateriell og forslag til aktiviteter i undervisningen. Andre ressurser er tilgjengelig på Internett. Se side 131-132 for gode råd om det å finne, evaluere og tilpasse andres undervisningsmateriell.

SPM: Jeg har lagd opplegg for superledning som jeg har lyst til å dele med andre. Hva gjør jeg?

SVAR: SUPERCOMET 2-prosjektet kommer til å utvikle et sted for å dele læringsressurser på nettet for lærere som bruker superledning i undervisningen sin. Kontakt info@supercomet.no for mer informasjon.

Noe galt med fysikkundervisningen?²

Enhver som underviser fysikk vil være smertelig klar over noen av problemene i faget:

Problemer som angår fysikkelever og -studenter

- Antall elever som velger på høyeste nivå synker.
- Når elevene er 16 år ser det ikke ut til at fysikk er et fristende alternativ for dem.
- Andelen av kvinnelige fysikkstudenter er for lav.
- Det er for få elever med fysikk fra videregående opplæring som velger å studere fysikk eller teknologiske studier.
- Arbeidsgivernes behov for forskere og ingeniører ser ikke ut til å bli dekket i følge prognoser.

Problemer i forhold til fysikklærerne

- Selv om Norge har en godt utdannet korps av fysikklærere, vil avgangen av høyt kompetente lærere være stor i de nærmeste årene. Behov for rekruttering er stort.
- Kompetansen i fysikk hos lærere som underviser i naturfaget, er ikke tilfredsstillende.
- Lærere har ikke så gode muligheter for videreutdanning. Det er vanskelig å skaffe økonomi og tid.
- Lærerne trenger lettvin, rask og billig tilgang på et bredt spekter av ressurser og hjelp.

Problemer med fysikkpensum

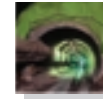
- Dagnes fysikkpensum er etter manges mening for lite opptatt av mer moderne fysikkforskning.
- Det er ofte lagt vekt på innhold på bekostning av prosess.
- Fysikk i videregående skole har en tendens til å favorisere teori foran anvendelser.
- Hva fysikere faktisk gjør reflekteres dårlig i læreplaner i fysikk.
- Forandringer i matematikkpensum har ført til at elever og studenter ikke har de matematiske ferdighetene som trengs i fysikk, dette gjelder spesielt:
 - Enkle likninger og tallbehandling
 - Analyse og presentasjon av data
 - Modellbygging

note

2. Data fra the Institute of Physics, www.iop.org.

Hvordan kan **SUPERCOMET** hjelpe?

Superledning er et spennende fenomen for å lære fysikk



Superledning kan brukes som en spennende måte å lære flere fysikkbegreper

Superledning kan brukes som en kontekst for undervisning i

- magnetisme
- elektrisk induksjon og ledning
- forholdet mellom temperatur og motstand i metalledere
- hvordan temperatur henger sammen med bevegelse i mikrokosmos

Ved å bruke superledning som en kontekst for læring om begreper som temperatur og magnetisme, kan elevene umiddelbart knytte teorien til sine egne liv. Slik blir læringen mer relevant og spennende.

Superledning er i forskningsfronten

- Så sent som i 2003 ble Nobelprisen tildelt forskere innen superledning
- Forskning innen superledning foregår i dag ved de fleste universiteter, i mange teknologibedrifter og forskningsinstitusjoner, blant annet ved:
 - CERN
 - Oak Ridge National Laboratory
 - University of Cambridge Interdisciplinary Research Centre in Superconductivity
 - US Department of Energy
 - Siemens AG
 - Mitsubishi Electric Company
 - Hitachi Research Laboratory
 - Oxford Instruments Plc
 - Universitetene i Oslo og Trondheim

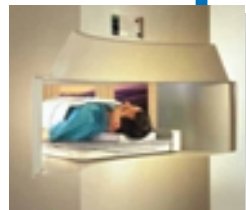


Figur 5:
Partikkelakselerator ved CERN



Superledningsteorien brukes i dag på mange områder

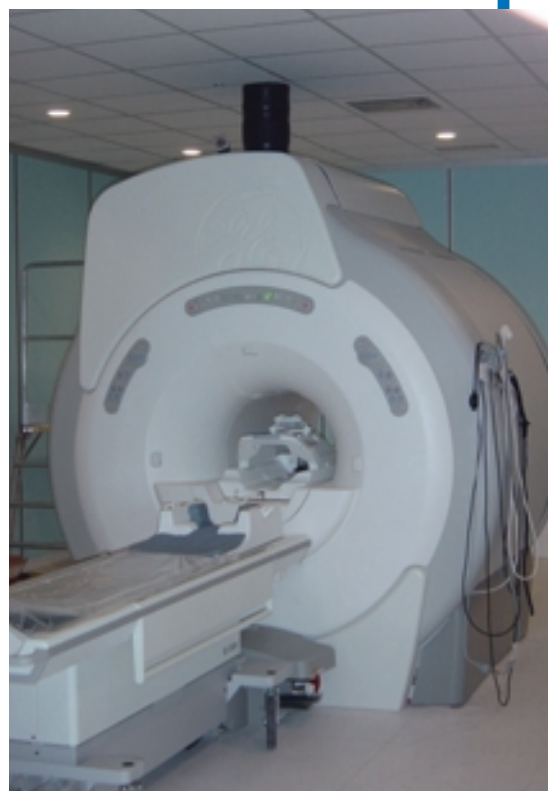
- Medical Imaging Systems (Magnetic Resonance Imaging - MRI)
- Maglev (Levitating) Trains (Magnetiske svevetog)
- Magnetisk skjerming
- Partikkelakseleratorer
- Avansert mobiltelefoni
- SQUID Magnetometer (Ultra-sensitive detector of magnetic fields)
- Høytspenledning
- Systemer for energilagring



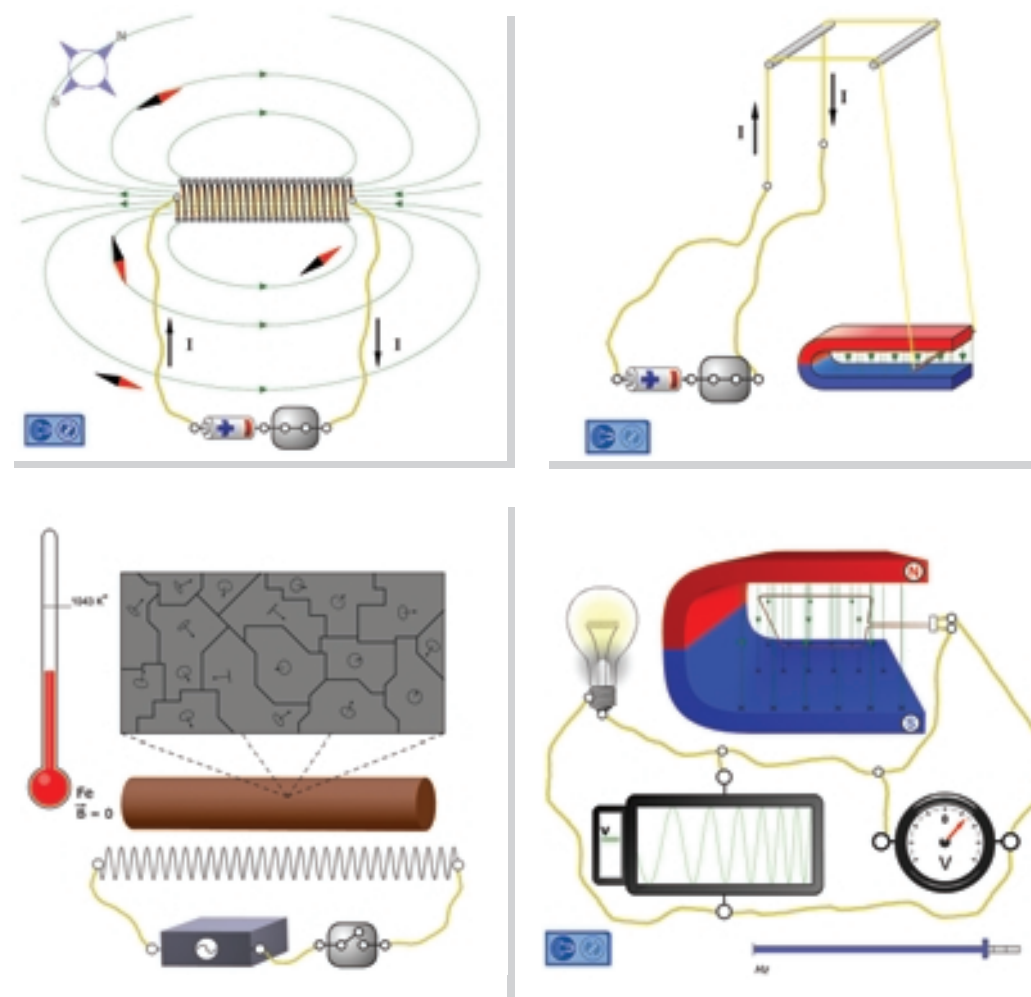
Figures 6-8: MRI-utstyr
Figur 7: Maglev-tog

Superledning kan vise «hva en fysiker gjør»

- Hundrevis av fysikere over hele verden er akkurat nå involvert i forskning på superledning.
- Hele 12 forskere over hele verden har blitt tildelt Nobelpriser (i 1913, 1972, 1973, 1987 og 2003) for arbeid relatert til superledning.



SUPERCOMET CD-en inkluderer et vidt spekter av tilleggsstoff, lenker, ordlister, bilder, videoklipp med demonstrasjoner og spørsmål som alle bidrar til en nyttig undervisningsressurs for superledning. Samtidig er den viktigste delen av SUPERCOMET det store antallet interaktive animasjoner av fysiske prosesser: Skjermbildene under viser et lite utvalg av de mange interaktive animasjonene som finnes på CD-en.



Figur 9: Skjermbilder av interaktive animasjoner fra CD-en

Hvordan animasjoner kan hjelpe elevene å lære

- Virtuelle laboratorier kan gi elever tilgang til et antall eksperimenter som ellers ville ha vært umulig for dem å oppleve i et vanlig klasserom, enten av sikkerhetshensyn, eller fordi effekten av eksperimentene er for rask, for treg eller for liten.
- Ved å styre animasjonene, og på en enkel måte endre faktorer og undersøke effektene av endringene, kan elevene få en innsikt som ellers kunne ha blitt skjult av forstyrrelser og vanskeligheter man opplever ved praktiske eksperimenter.
- Når animasjoner blir brukt i kombinasjon med eksperimenter, kan de hjelpe elevene å forstå forholdet mellom modeller og virkelighet, og slik få en forståelse av hvordan vitenskap fungerer.
- Animasjoner gjør naturfagslæringen mer morsom og tiltalende for elevene.
- Animasjoner har vist seg å være effektive til å illustrere de komplekse sammenhengene som man ofte finner i fysikkundervisningen.
- Ved å knytte begreper til simuleringer av en forenklet virkelighet, kan elevene hjelpes til å knytte modeller til fenomener i det virkelige liv.
- Animasjoner gir elevene bilder og bevegelse. Begge deler er essensielt for å forstå og huske vitenskapelige begreper.
- Animasjoner har ikke forstyrrelser som man får ved praktiske eksperimenter, dermed blir det lettere for elevene å modellere fysiske fenomener.
- Interaktive animasjoner av fysiske begreper lar studentene teste og forbedre sine egne modeller av nye fenomener.
- Gode animasjoner kan hjelpe elevene til å forstå innholdet i en tekst.
- Animasjoner lar studentene være mer aktive i sin egen læring. Slik blir de mindre avhengige av læreren som hovedkilden til kunnskap.

Kommentarer til læreren

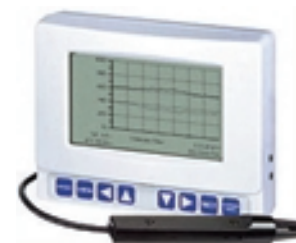
Det er vist at elever kan ta simuleringer og animasjoner bokstavelig, og dermed utvikle en overforenklet forståelse av de kompliserte fysiske fenomenene disse representerer (se for eksempel Wellington, 2004). Det er derfor viktig at simuleringer brukes, om mulig, sammen med virkelige eksperimenter, og at læreren aktivt hjelper elevene til å få en forståelse for modellbegrepet og modellenes rolle i vitenskapen.

Noen hovedtyper av IKT som er relevante for fysikkundervisningen i skolen

Det er mange måter å bruke IKT i fysikk-klasserommet eller -laboratoriet. Når disse brukes i kombinasjon med undervisning og elevstyrte aktiviteter, har de potensiale til å forsterke elevenes læring. Listen under inkluderer noen av de teknologiene som er nevnt av Osborne og Hennessy (2003).

Datalogging

Datasystemer³ for datalogging og programvare for behandling og tolkning av data hjelper elevene å ta del i og tolke resultatene av praktiske fysiske eksperimenter og å utvikle en undersøkende tilnærming til naturvitenskap. En datalogger er et apparat som over et tidsrom utfører og lagrer målinger fra sensorer for å analysere temperatur, ledningsevne, spenning og bevegelse. Den kan kobles til en datamaskin eller PDA (Personlig Digital Assistent), hvor dataene kan vises grafisk. Disse dataene kan deretter settes opp i tabellform og analyseres i lett tilgjengelige regneark- eller databaseverktøy, eller tolket ved hjelp av spesiell programvare for databehandling. Grafiske verktøy og kalkulatorer kan også brukes i dataanalysen.



Figur 10: Datalogger for temperatur og fuktighet med ekstern sonde

note

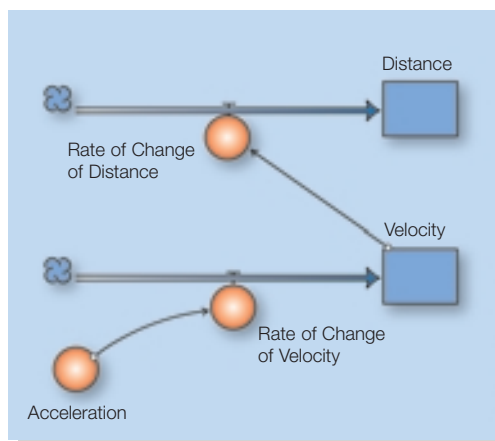
3. BECTA gir nyttige lenker om datalogging <http://curriculum.becta.org.uk/docserver.php?docid=1213> og programvare for dataanalyse <http://curriculum.becta.org.uk/docserver.php?docid=1251>

Informasjonssystemer

Denne kategorien inkluderer Internett, CD ROM, elektroniske oppslagsverk osv. De utgjør en informasjonskilde som elevene kan gjøre nytte av i forbindelse med sin egen læring. For eksempel kan de bruke SUPERCOMET CD-en – eller et webbasert oppslagsverk – for å finne ut om Nobelpriser som har blitt tildelt forskere innen superledning.

Modelleringsverktøy

Modelleringsverktøy lar elevene sette opp og teste modeller av fysiske fenomener som de observerer. Regneark kan også brukes til å lage modeller. Det å la elevene konstruere og teste sine egne modeller av ulike prosesser, kan være et effektivt læringsverktøy.



Figur 11: Enkel modell for beregning av bevegelse, STELLA

Multimedia-programvare

Multimedia-programvare slik som SUPERCOMET inneholder vanligvis tekst, videoklipp, lydklipp, muntlige kommentarer, grafikk og animasjoner, veiledninger, interaktive aktiviteter, lysbildepresentasjoner og ordlister. Spesielt nyttig i fysikkundervisningen er de virtuelle laboratoriene, der elevene kan utføre eksperimenter virtuelt, eksperimenter som de ellers ikke kunne utføre i klasserommet. Her kan de også sammenlikne data de samler i tradisjonelle praktiske eksperimenter med modellbaserte data. Multimedia-programvare kan brukes til å demonstrere fenomener (for eksempel sveving av en magnet over nedkjølt superleder) og/eller til å simulere prosesser i 'virtuelle eksperimenter' (for eksempel forholdet mellom farten til en kopperleder som faller gjennom et elektrisk felt og spenning)

Verktøy for publisering og presentasjon på Internett/intranett

Elevene kan bruke programvare for tekstbehandling, pakker for multimedia presentasjon for å lage sine egne framstillinger av fenomener de har lært om gjennom reelle – eller virtuelle – eksperimenter og presentere disse for andre. Disse framstillingene kan utgjøre deler av en mappe. Slike framstillinger kan også lages ved hjelp av html-editor og legges ut på skolens intranett, eller til og med Internett, og det kan lagres i et dokumentarkiv på nettet. Det finnes mange nettsider som lar deg legge ut egne hjemmesider gratis.

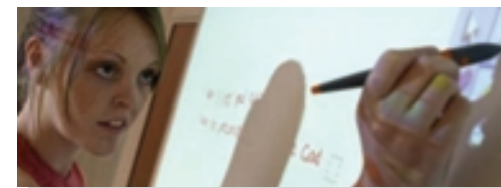
Digitalt utstyr for opptak – kameraer og videokameraer

Lærere – og elever – kan bruke digitale kameraer og videokameraer for å ta opp eksperimenter de har jobbet med, eller ta fotografier som kan brukes som repetisjon (eller undervisning), eller som elevene kan inkludere i sitt eget hjemmearbeid.

Visningsmuligheter

Teknologi for å vise noe på storskjerm er nyttig i fysikkundervisningen. Den kan brukes til å vise frem noe som kanskje bare er tilgjengelig på en enkelt datamaskin. Dataprojektører og skjermer, store monitorer eller fjernsynsapparater kan brukes sammen med alle de typene teknologier som allerede er nevnt, for å undervise eller utføre demonstrasjoner. Interaktive tavler kan være enda mer nyttige, i det de lar elevene ta del i presentasjonen. Det finnes også programvare som setter læreren i stand til å se hva som foregår på alle elevenes skjermer og dele skjermen til en elev med hele klassen. Slik kan man for eksempel sammenlikne resultatene til ulike elever med en modell fra SUPERCOMET. Når de brukes sammen, kan programvare for deling av skjermbilder og interaktive tavler gi en mer helhetlig framstilling av den eksperimentelle virksomheten.

Figur 12: Interaktiv tavle



Hvorfor bruke IKT i fysikkundervisningen?

Bruken av IKT i fysikk og andre fag er synliggjort gjennom læreplaner og i ulike dokumenter fra departementet. Både i læreplanverket og andre dokumenter slås det fast at IKT kan berike undervisningen og elevenes læringsarbeid, dersom det blir brukt på en fornuftig måte. Her er noen av fordelene de trekker fram⁴:

note

4. Leseren henvises til «Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions,» Osborne & Hennessy (2003), for en mer fullstendig diskusjon av bruk av IKT i naturfagsundervisningen.

IKT hjelper elevene å arbeide raskere og sparer dem for mange arbeidskrevende oppgaver

- Bruken av IKT (særlig datalogging, behandling og grafiske framstillinger) kan få opp hastigheten på oppgaver som er kjedelige og lette å gjøre feil, som mange og komplekse målinger, løsning av vanskelige formler og plotting av grafer.
- Det er mulig å hente inn og sammenlikne et stort antall data, inkludert resultater på tvers av klasser og over tid.
- IKT forbedrer elevenes produktivitet og kvaliteten på arbeidet de gjør (dersom verktøyene brukes fornuftig)
- Interaktive datamaskin-simuleringer sparer elever – og lærere – for å kaste bort tid på å sette opp utstyr.
- I tillegg til å være raskere enn manuelle prosedyrer, er IKT-baserte prosedyrer mer nøyaktige og gir mindre 'rotete' data, slik at de illustrerer fenomener tydeligere.
- Elektroniske lenker og interaktive aktiviteter kan spare elevene for tiden det tar å finne relevante ressurser.
- IKT sparer lærerne for arbeidsoppgaver og lar dem bruke mer tid på å arbeide med elevene, hjelpe dem til å tenke og analysere data og å sammenlikne sine resultater med andres.
- Data som fortløpende kommer opp på skjermen, kan brukes som basis for klassediskusjoner og lar læreren umiddelbart demonstrere sammenhengen mellom et fenomen og modellen selv der det er mange variabler.
- Bruk av datamaskinmodellering og simuleringer lar elevene undersøke langt mer komplekse modeller og prosesser enn hva som ville ha vært mulig i et klasserom.
- Ettersom det blir tid fra frigjort arbeidskrevende oppgaver, har elevene mer tid til å tenke igjennom fenomenene de undersøker.

Utvidelse og aktualisering av læringen

- IKT og Internett gir elevene tilgang til et videre spekter av oppdaterte verktøy og informasjonsressurser. Dette gjør undervisningen mer ekte og aktuell enn hva som er mulig ved hjelp av lærebøker alene.
- Elevene kan knytte det de lærer til 'den virkelige verden'.
- Dyktige elever vil kunne bruke ressursene de får tilgang på til å lære mer enn hva læreren – eller læreplanen – hadde planlagt.

- Simuleringer, animasjoner og virtuelle laboratorier lar elevene og lærerne observere og delta i demonstrasjoner som ellers ville ha vært umulige av kostnader, sikkerhet, tid eller utstyr.
- Virtuelle eksperimenter kan repeteres så mange ganger som eleven trenger, noe som sjelden er mulig ved reelle eksperimenter.

IKT oppmuntrer elevene til å utforske og eksperimentere

- Når grafiske verktøy og modelleringsverktøy brukes i tillegg til interaktive simuleringer som gir umiddelbar tilbakemelding, oppmuntres elevene til å arbeide på en mer eksperimentell og leken måte. En arbeidsmåte der de undersøker sammenhenger og tester, forbedrer og tester ideer på egen hånd.
- Å se en graf utvikle seg over tid, eller en modell foldes ut på skjermen, gjør at læringsstrategien hypotese – observasjon – forklaring fungerer spesielt godt.
- Interaktive datamodeller og den raske presentasjonen av data som man får gjennom bruk av IKT, oppmuntrer elevene til å stille utforskende spørsmål av «hva om...»-typen. Samtidig oppmuntres de til å teste svarene på disse spørsmålene ved å planlegge og utføre videre virtuelle aktiviteter.
- Fordi IKT er interaktivt og dynamisk på en måte bøker aldri kan være, vil bruken av det (for eksempel regneark og programvare for modelleringer) utvikle en iterativ tilnærming til læring hos eleven.

IKT setter søkelys på de viktige sentrale spørsmålene

- Elever er bedre i stand til å visualisere fysiske prosesser og til å se sammenheng mellom ulike variabler i kvalitative eller numeriske forhold
- Oppmerksomheten kan rettes mot begreper som undersøkes
- De egenskapene til fysiske prosesser som er abstrakte og ellers vanskelige forstå, blir framhevet.
- Elevene får lettere og raskere grep om begreper, de kan formulere nye ideer raskere og lettere overføre disse mellom ulike sammenhenger.
- Når en graf tegnes opp på skjermen fortløpende, blir elevenes oppmerksomhet dratt mot det som skjer med dataene.
- Ved å bruke datamaskinsystemer for dataanalyse og tolkning, blir elevene i bedre stand til å fokusere på forhold mellom variabler i stedet for enkeltpunktene som utgjør en graf.

Oppmuntring til selvstendighet så vel som samarbeid

- Bruk av IKT for å utforske og eksperimentere med fysikk, gir elevene mer kontroll over sin egen læring og oppmuntrer dem dermed til å være mer aktive i læringen.
- Elever som gjennomfører forskning eller praktiske aktiviteter ved bruk av IKT, kan jobbe mer uavhengig (men ikke helt uavhengig) av læreren.
- 'Selvstendighet' betyr ikke at elevene arbeider alene. Det at elevene samarbeider om oppgaver, deler kunnskaper og kommer opp med et felles resultat, blir en mer og mer vanlig modell for IKT i undervisningen.

Forbedring av elevenes motivasjon og engasjement

- Det finnes rikelig grunnlag for å hevde at elever finner det mer motiverende å arbeide med IKT enn med andre alternativer.
- IKT kan forbedre kvaliteten på presentasjonene av elevarbeid, da det gjør elevene i stand til å lage sine egne multimedia-ressurser.
- Fordi IKT tilbyr en ny måte å lære på, men også fordi IKT eliminerer noen av de kjedelige oppgavene, er det mer sannsynlig at elevene deltar mer aktivt i laboratoriearbeidet. Samtidig kan umiddelbare og nøyaktige resultater som man får ved bruk av IKT være motiverende i seg selv.

Ulike måter å bruke IKT i klasserommet

Ett undervisningsscenario involverer en serie med virkelige eksperimenter, hvert av disse er koblet til utstyr for datalogging med programvare for fortløpende grafikk, knyttet til en prosjektør og programvare for nettverk av datamaskiner som deler samme område, som elevene kan laste ned data fra for blant annet presentasjon til elever i et annet land via Internett. Disse reelle eksperimentene ville blitt supplementert med et sett av simuleringer, slik som de som finnes på SUPERCOMET CD-en. Alle demonstrasjonene kunne videre bli videofilmet og klippene tilgjengelige for bruk for studentene.

Selv om det å ha et slikt laboratorium, fullt av datamaskiner, whiteboards, digitale videokameraer, prosjektører og utstyr for datalogging, og med Internett-oppkobling, kan virke som den ideelle situasjonen, så har skolene sjelden råd til ressurser på et slikt nivå. Dette er ikke alltid bare dumt: Alternative arbeidsmå-

ter, som kanskje krever aktivt engasjement og samarbeid fra studentene, kan være svært effektive. Barton (2004) foreslår disse løsningene:

Demonstrasjoner

Demonstrasjoner med bruk av konvensjonelt utstyr (for eksempel kvikksølvtermometre) utført samtidig med datalogging og fortløpende grafikk og fulgt av interaksjoner med simuleringer kan være svært effektive for læring, særlig hvis lærerne har bedt elevene forsøke å forutsi resultatet (for eksempel skissere grafer) før demonstrasjonen starter. Du kan benytte deg av denne muligheten når du ikke vil at studentene skal håndtere dyre eller sårbare sensorer eller farlige materialer, som flytende nitrogen. Du kan bruke grafer produsert under demonstrasjonene – og videoopptak av selve demonstrasjonene – til repetisjon, for å hjelpe studentene å gjenoppleve tidligere eksperimenter og demonstrasjoner.

Bruk av dataloggere i tillegg til konvensjonelt utstyr

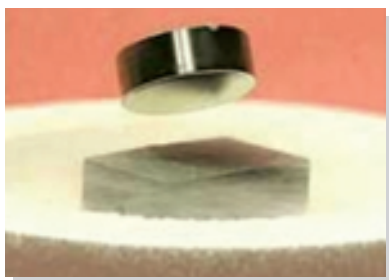
Når det finnes mer enn ett sett med dataloggere, men ikke nok til hele klassen, finnes det andre måter å arbeide på. Læreren og/eller en gruppe studenter kan samle data ved hjelp av dataloggerne, mens resten av klassen bruker konvensjonelt laboratorieutstyr. Etterpå kan resultatene sammenliknes. Dataloggere kan «ta eksperimentet lengre» enn det konvensjonelt utstyr tillater, for eksempel kan man samle data over perioder lengre enn en klasseromstime.

Sykliske øvelser og stasjonsopplegg

Hvis det er begrenset med utstyr for datalogging og/eller simuleringprogramvare (for eksempel SUPERCOMET animasjoner) tilgjengelig i en klasse, kan de alltid brukes som del av et stasjonsopplegg eller som en syklisk øvelse. Sykliske øvelser betyr at elevene flytter seg rundt i rommet fra en praktisk aktivitet/eksperiment til det neste. Du kan for eksempel sette opp stasjoner med korte eksperimenter på elektrisk induksjon, noen med magneter, kopperledninger og galvanometre, andre med SUPERCOMET. Et stasjonsopplegg behøver ikke nødvendigvis være praktiske øvelser, men ha hovedfokus på klassens aktivitet, slik som for eksempel bruk av datamaskinen for å samle inn, analysere og skrive ut data.

En 'halvt-om-halvt'-time

Dersom du har nok datamaskiner til at halvparten av elevene dine til et hvert tidspunkt kan arbeide med dem, kan du bruke en 'halvt-om-halvt'-time. I denne situasjonen, kan du sette halvparten av klassen i arbeid med datamaskinene, mens den andre halvparten gjør aktiviteter som ikke er datamaskin-baserte (for eksempel praktiske eksperimenter). Halvveis i timen kan så gruppene bytte.



Figur 13: En magnet svever over et superledende materiale

Bruk av eksisterende ressurser for superledning

Et søk etter superledning på Google, vil gi nesten en halv million treff!!⁵ Du kan altså forvente at det finnes mye lærestoff som du kan bruke i undervisningen. Dette avsnittet gir deg noen pekepinne på hvordan du kan finne og vurdere dette materialet. Mot slutten av denne veiledningen finner du en egen seksjon med 'Videre ressurser', som hjelper deg i valget av ressurser.

Noen tips om søking etter fysikkrelatert informasjon på Internett⁶

Det er vanligvis ingen god ide å la elevene søke på Internett etter nyttige ressurser i timen. Dette kan ta mye tid, og læreren har ikke mulighet til å kontrollere kvaliteten på de ressursene elevene finner. Det er ofte bedre å gi elevene en liste med internet-adresser (URLer) som er allerede prøvd og testet. Å velge ut disse URLene uten å bruke for lang tid i prosessen, er en vanskelig balanse. Disse spørsmålene kan være til hjelp:

- Er det sannsynlig at informasjonen du er på jakt etter kan finnes i et leksikon?

note

5. Søket ble utført den 28. juli 2004 – tallet er sannsynligvis mye større nå!
6. Tilpasset fra Fullick (2004)

Om ja, så gå til et online leksikon, du vil kanskje finne både nyttige lenker og annen informasjon.

- Er det sannsynlig at du vil finne informasjonen på et spesielt sted? For eksempel kan man finne bilder av Maglev-toget på www.maglev-train.com, og informasjon om CERNs partikkelakselerator finnes på www.cern.ch.
- Hvis dette ikke lykkes, prøv en emnekatalog slik som den du finner på ASEs hjemmeside (www.ase.org.uk) eller på www.superconductivity.org

Hvis ingen av punktene over gjelder, må du utføre et søk.

Tips for bruk av søkemotorer

- Bruk forskjellige stavemåter slik at du er sikker på å ikke utelukke amerikanske ressurser. Søk for eksempel både på 'behavior' og 'behaviour'.
- Bruk ulike varianter av termer. Bruk for eksempel både «undervisningsmaterieill» og «undervisningsressurser».
- Bruk mer enn en søkemotor. Bruk av bare en søkemotor gir ikke et uttømmende søk.
- Hvis du bruker Internett sammen med barn kan disse sidene være nyttige:
 - www.cybersleuth-kids.com
 - www.factmonster.com
 - www.yahooligans.com

Evaluering av informasjon

BECTA (www.ictadvice.org.uk) gir følgende råd for evaluering av nettsider:

- Tydeliggjør innholdet aktivitetens hensikt?
- Er innholdet nøyaktig, oppdatert, rimelig utfyllende? Er det objektivt, relevant for elevene og skrevet i passende språk?
- Er grensesnittet intuitivt, med velorganisert innhold og ryddig navigering?
- Er innholdet interaktivt på en meningsfull måte, engasjerer det elevene med hovedinnhold og konsepter og ikke bare med virtuelle versjoner av aktiviteter som like lett og mer effektivt kan gjøres uten datamaskiner (for eksempel terningkast eller simulering av magnetisk tiltrekning)?
- Tilbyr ressursen brukerstøtte og gir den tilbakemeldinger?
- Vil ressursen forbedre læring i grupper ved å oppmuntre elevene til å diskutere problemer, dele informasjon og ideer og komme til enighet i grupper?
- Er ressursen teknisk stabil?

Å finne, tilpasse og dele undervisningsmaterieil for superledning

Å finne undervisningsmaterieil

Det finnes et stadig økende antall nettbaserte databaser og kilder for undervisningsmaterieil. Selv om få av disse spesifikt inneholder superledning, er det mange om magnetisme og elektrisitet. Kanskje du også kan bidra?

www.resourcefulphysics.org – en abonnementsbasert nettbasert ressurs for elever og lærere i fysikk i alderen 11-19 år.

<http://alpha.smete.org/smete/> – database med læringsobjekter utviklet og vedlikeholdt av SMETE Open Federation.

www.practicalphysics.org – internettside for lærere for å dele eksperimenter.
www.physics.org – the Institute of Physics har mange lenker til undervisningsmaterieil for superledning.

Å tilpasse undervisningsmaterieil

Når du har funnet undervisningsmaterieil, bør du tenke gjennom følgende spørsmål:

- Passer ressursen med målene i pensum?
- Er nivået på materiellet tilpasset dine elever?
- «Serveres» materiellet i «stykker» som passer din undervisningsplan?
- Hvor lett er det å bruke materiellet?
- Har du utstyret og maskinvaren som kreves for å bruke ressursen?
- Er materiellet tilgjengelig? (Se www.techdis.ac.uk for råd)

Er det sannsynlig at du må endre på ressursen før den passer for elevene i din spesielle situasjon?

Å dele materieil

Hvis du lager en ny undervisningsressurs for superledning, hvorfor ikke vurdere å dele den med andre? En ny SUPERCOMET online community er i ferd med å bli satt opp – se www.supercomet.no for mer informasjon.

Opphavsrettigheter

Husk alltid å grundig sjekke opphavsrettigheter for alt materieil du bruker. BECTA har en nyttig veiledning på dette området (tilgjengelig på www.ictadvice.org.uk.)

Modul 1

Magnetisme ved ledere og magneter

Denne modulen knytter de vanlige observerbare magnetiske kreftene med begrepet magnetiske felt. Noen materialer er naturlig magnetiske, andre er det ikke. Magnetiske materialer kalles noen ganger magneter, og magneter er omgitt av et magnetisk felt.

Med takk til Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm og Sara Ciapparelli

Forutsetninger

For å jobbe med materiellet i SUPERCOMET, bør elevene allerede være i stand til å:

1. erkjenne at det finnes en naturkraft som heter magnetisme
2. erkjenne at magneter har poler og at magneter kan tiltrekke og frastøte hverandre over en viss avstand
3. erkjenne at magnetfelt er områder rundt en magnet der man kan kjenne magnetiske krefter
4. erkjenne at magnetfelt-linjer går inn i og stråler ut av polene på en magnet.

Læremål

Basert på arbeid med SUPERCOMET skal elevene være i stand til følgende:

Kunnskap

- erkjenne at jorden har et magnetfelt
- erkjenne at noen steiner er magnetiske og at dette ledet til oppdagelsen av magnetisme
- erkjenne at elektrisk strøm og magnetisme er to sider av samme fenomen
- erkjenne at det alltid finnes et magnetfelt i tilknytning til en elektrisk strøm

Forståelse

- beskrive betydningen av Ørsted-eksperimentet

Ferdigheter

- bruke høyrehåndsregelen for å bestemme retningen til et magnetfelt rundt en strømledning
- tegne magnetfeltet rundt vanlige magneter (stavmagneter, hestekomagneter)

Læremål som ikke dekkes av SUPERCOMET

Basert på utfyllende undervisningsaktiviteter bør elevene være i stand til å:

1. erkjenne at det alltid er et magnetfelt i tilknytning til en ladet partikkel i bevegelse
2. erkjenne at magnetisk frastøting er en nyttig praktisk test for permanente magneter
3. nevne hvor man kan oppleve magnetisk frastøting
4. nevne innretninger som gjør bruk av permanente magneter
5. se for seg hva som vil skje med en kompassnål nær jordklodens poler
6. utforske problemet med bruk av kompass på båter med jernskrog
7. bruke et magnetisk kompass for enkel orientering
8. forklare hvorfor mennesker (og særlig barn) så ofte fascineres av magneter

Forslag til aktiviteter i undervisningen

Disse læringsmålene kan vi kople til visse aktiviteter eller scenarier for at læring skal finne sted:

1. Designe og kommunisere

Lag en morsom magnetisk leke for små barn. Skriv en kort forklaring for barna, og en forklaring til hvordan den virker til foreldrene slik at de kan svare når barna spør.

2. Tegn en orienteringsrute

Lag et kart med en rute som du vil at folk skal følge

ved hjelp av kompass. Lag instruksjonen slik at de kan navigere ved å bruke et magnetisk kompass. Du kan anta at folk har en skritt lengde på 1 meter.

3. Når og hvordan ble de første magnetene oppdaget?

Tilsvarende scenario som over. Forklar hvordan et kompass på et skip var en hjelp til sjofolkene. Hva stolte de på før de fikk kompass? Skriv og gjennomfør et skuespill omkring den første oppdagelsen. Tenk deg at du er en tidlig bruker av magnetisk kompass og styrer en båt. Du forsøker å overbevise en annen om at dette er trygg navigering i tåka, fordi du kan finne retning og vei.

Figur 14 og 15:
Ekstra store magneter



I denne modulen vil elevene kunne oppdage hvordan magnetfeltet ser ut rundt en sirkulær elektrisk leder, og rundt en spole av mange slike viklinger. De vil også kunne se på forskjellene mellom de magnetiske egenskapene til ferromagnetiske, paramagnetiske og diamagnetiske materialer.

Med takk til Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm og Sara Ciapparelli

Forutsetninger

For å jobbe med materialet i SUPERCOMET, bør elevene allerede være i stand til å:

1. erkjenne at det finnes en naturkraft som heter magnetisme
2. erkjenne at magneter har poler og at magneter kan tiltrekke og frastøte hverandre over en viss avstand
3. erkjenne at magnetfelt er områder rundt en magnet der man kan kjenne magnetiske krefter
4. erkjenne at magnetfelt-linjer går inn i og stråler ut av polene på en magnet.
5. erkjenne at en elektrisk strøm i en leder danner et magnetisk felt rundt lederen

Forståelse

- beskrive hvordan formen på magnetfeltet fra en spole er relatert til feltet rundt en rett leder
- beskrive betydningen av å bruke ferromagnetiske kjerner i elektromagneter
- gi en enkel forklaring på hovedpunktene i teorien for magnetisme

Ferdigheter

- kunne bruke høyrehåndsregelen for å bestemme retningen til magnetfeltet i en strømsløyfe eller spole
- tegne magnetfeltet rundt en strømsløyfe og rundt en spole

Læremål som ikke dekkes av SUPERCOMET

Basert på utfyllende undervisningsaktiviteter bør elevene være i stand til å:

1. undersøke hvordan spoler blir brukt som elektromagneter
2. undersøke de praktiske forskjellene mellom elektromagneter med og uten jernkjerne
3. finne ut hvordan magneter lages og hva slags materiale som blir brukt
4. finne ut hvordan magnetismen ble oppdaget og hvordan magneter og deres poler fikk sine navn
5. finne ut noe om problemene med å bruke kompass på jernbåter

Læringsmål

Basert på arbeid med SUPERCOMET skal elevene være i stand til følgende:

Kunnskap

- erkjenne at elektrisitet og magnetisme er to sider av samme fenomen
- erkjenne at magnetfeltet rundt en spole er lik feltet rundt en stavmagnet
- erkjenne de ulike egenskapene til paramagnetiske, diamagnetiske og ferromagnetiske materialer
- erkjenne at et ferromagnetisk materiale kan bli magnetisert av et ytre magnetfelt
- erkjenne at et ferromagnetisk materiale kan tape magnetismen der som det blir varmet tilstrekkelig opp

Forslag til læringsaktiviteter

Disse læringsmålene kan vi kople til visse aktiviteter eller scenarier for at læring skal finne sted:

1. Finn

Bruk et kompass for å finne gjemte magneter og stykker av jern i rommet.

2. Problemløsning

Tenk deg at du har en kraftig magnet festet under skoene dine. Du skal gå over en slette som inneholder jernstykker som er plassert tilfeldig rundt

omkring. Du ønsker ikke å trække på jernet for du kan bli sittende fast. Hvordan vil du finne en vei over sletta? Du kan ikke ta av deg skoene.

3. Lag magneter

Magneter blir nå brukt i så mange innretninger (dynamoer, leker, kjøkkendører, motorer) at det må være en fabrikk et sted som lager dem og sprer dem ut i mengder.

Finn ut det du kan om hvordan de lages, hva de er laget av og hvor mange millioner magnetre som blir lagd hvert år. Søk på Internett, og let etter informasjon i skolebiblioteket.

Denne modulen bruker animasjoner for å knytte sammen fenomenene magnetisme og elektrisitet. Magneter og spoler kan blir brukt til å gjøre om magnetisk energi til elektisk energi ved induksjon, akkurat som et magnetfelt blir dannet av en elektrisk ladd partikkel som beveger seg i en leder. Begge disse energiomformingene finner sted i en spenningstransformator.

Med takk til Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm og Sara Ciapparelli

Forutsetninger

For å jobbe med materialet i SUPERCOMET, bør elevene allerede være i stand til å:

1. bruke begrepene magnetfelt, magnetisk kraft og magnetisme
2. erkjenne at et elektrisk felt omgir enhver ladd partikkel
3. erkjenne at elektroner kan bevege seg gjennom en leder
4. erkjenne at elektrisitet og magnetisme er to sider av samme fenomen
5. erkjenne at en elektrisk strøm skaper et magnetfelt

Læringsmål

Basert på arbeid med SUPERCOMET skal elevene være i stand til følgende:

Kunnskap

- bruke begrepene induksjon, strømsløyfe, krets, strøm, magnetisk fluks, generator, rotor, stator, dynamo
- erkjenne at en vekselstrømsmotor i prinsippet er en vekselstrømsgenerator som «blir kjørt baklengs»
- identifisere noen bruksområder for induksjons-spoler i teknologi i dagliglivet (eksempler: transformatorer, elektriske motorer og generatorer, høyttalere, mikrofoner)

Forståelse

- beskrive fenomenet induksjon
- beskrive hvordan en elektromagnet virker ved hjelp av induksjon
- beskrive hvordan vekselstrøm blir dannet ved hjelp av induksjon, magneter, spoler og rotasjon

Læremål som ikke dekkes av SUPERCOMET

1. Elevene skal være i stand til å beskrive hvordan vekselstrøm kan bli transformert fra en spenning til en annen ved å bruke en transformator

Foreslåtte diskusjonstemaer

1. Hvordan er det mulig å lade et batteri til en bærbart PC eller en mobiltelefon som bruker 3,6 V likestrøm ved å bruke 220 V vekselstrøm fra en stikkontakt i veggen?
2. Hvorfor får transformatorer høyere temperatur etter en stund?

Forslag til læringsaktiviteter**1. Transformatorer**

Bryt opp en gammel kassert transformator til en mobiltelefon eller bærbart PC og undersøk hvordan den ser ut inni.

Modul 4

Elektrisk ledning

Denne modulen benytter animasjoner til å visualisere fenomenet elektrisk ledning. Noen materialer leder elektrisitet, andre er isolatorer. Noen er halvledere, og andre er superledere.

Med takk til Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm and Sara Ciapparelli

Forutsetninger

For å kunne arbeide med SUPERCOMET-materialet, bør elevene allerede kunne

1. bruke begrepene elektrisitet, elektrisk strøm, osv.
2. forstå at et gitt legeme er ladet når det har overskudd eller mangel på elektroner
3. beskrive et atom ved å bruke skall-modellen
4. gjenkjenne en direkte eller omvendt proporsjonalitet mellom størrelser
5. bruke begrepene temperatur og varme.

Læringsmål

Etter å ha arbeidet med SUPERCOMET-materialet, skal elevene være i stand til å

Kunnskap

- bruke begrepene leder, halvleder, motstand, isolator, tverrsnitt, resistans, ledningsevne, temperaturkoeffisient, gjennomsnittlig fri veilengde, gitterstruktur, ladningsbærer, elektroner, hull, ioner, energitap
- gjenkjenne elektroner, hull og ioner som ladningsbærere
- identifisere noen kjente ledere, isolatorer og halvledere

Forståelse

- beskrive forholdet mellom den kinetiske energien til partikler (temperaturen til materialet) og resistans
- beskrive forskjellen mellom vekselstrøm og likestrøm ved bruk av begrepene ladningsbærer og elektrisk felt

- beskrive forholdet mellom spenning, strøm og resistans (Ohms første lov)
- beskrive forholdet mellom resistans, tverrsnitt, lengde og resistiviteten til materialet

Ferdigheter

- bruke Ohms lov og kunne gjøre algebraiske manipulasjoner med denne
- bruke Joules lov til å regne ut energitap i kraftlinjer
- regne ut resistansen i et stykke ledende materiale ved å bruke parametre slik som tverrsnitt, lengde og resistiviteten til materialet

Forslag til emner som egner seg for diskusjon

1. Hvor mye energi går tapt ved varme fra overføringslinjer før energien er framme hos sluttbrukeren i stikkontakten i veggen?
2. Hvordan er dette energitapet sammenliknet med den energien som er «spart» ved tiltak ENØK-tiltak satt i verk av sluttbrukeren (bedrifter og private personer)?
3. Hvor mye energi kan «spares» ved å øke spenningen i høytspenningledninger?

Forslag til aktiviteter i klasserommet

1. Måle vekselstrøm

Bruk likestrømsinstrumenter til å måle vekselstrøm. Hva skjer når frekvensen til vekselstrømmen øker?

Modul 5

Innføring i superledning

Denne modulen introduserer leserne til begrepet superledning og hvordan dette knyttes til – og utvider – elektrisitet og magnetisme. Den går gjennom hovedfenomenet superledning, egenskapene til ulike former av superledere og den teoretiske forklaringen som ligger til grunn for disse.

Med takk til Jenny Frost, Mojca Cepić, Gorazd Planinšič, Anton Ramsak, Jo Smiseth, Kristian Fosheim, Vegard Engstrøm

Forutsetninger

For å kunne arbeide med modulen «Innledning om superledning», er det en fordel at elevene allerede:

1. har funksjonell kunnskap om elektrisitet og magnetisme
2. er i stand til å skille mellom ledere, halvledere og isolatorer, og gi eksempler på hver av disse
3. er i stand til å forklare forholdet mellom resistans og temperatur i normale ledere, inkludert en generell forståelse av gitterenergi.

Læringsmål

Relatert til fenomenet

Etter å ha arbeidet med denne modulen, vil elevene:

- være nysgjerrige på hvordan superledere virker
- være i stand til å beskrive både elektriske og magnetiske fenomener assosiert med superledning
- være i stand til å sammenlikne oppførselen til superledere med oppførselen til halvledere og «normale» ledere
- være i stand til å identifisere forskjellen mellom «ordinære» magneter og magnetiske egenskaper til superledere

- være i stand til å gi et bidrag til følgende begreper relatert til fenomenet superledning: resistivitet, keramisk materiale, kritisk temperatur, kritisk magnetisk felt, kritisk strøm, tetthet, diamagnetisme, faseovergang, sveving, Meissner effekt, type I og type II superledere, såkalt «høy-» og «lav-» temperatur superledere
- ha tilstrekkelig forståelse for fenomenet superledning, til å kunne forklare hvorfor superledere brukes i scanningmaskiner ved sykehus og i magnetiske svevetog

Relatert til teori

Etter å ha arbeidet med denne modulen, vil elevene:

- ha kjennskap til teoretiske problemstillinger om fenomenet superledning som forskere har arbeidet (og fortsatt arbeider) med
- være i stand til å bruke eksisterende kunnskap om elektrisitet og elektromagnetisme, og om gitterenergi, for å forstå noen av forklaringene
- ha kjennskap til at regler fra kvantemekanikken bestemmer oppførselen ved lave temperaturer og at forklaringer på superledning ikke er enkle
- være klar over at følgende begreper benyttes ved forklaring av superledning: farten til elektroner, virvelstrøm, gjennomtrengende dybde i det magnetiske feltet, Cooper-par, fononer, fermioner og bosoner

Læringsmål som ikke dekkes av SUPERCOMET

Dersom elevene løser problemene relatert til effekten av lav temperatur på svak emitterende dioder, som finnes på CD-en, vil elevene utvide kunnskapene sine om effekten av temperatur på elektrisk ledning og valensbånd og energien som skiller dem. CD-en gir forøvrig ikke disse forklaringene, selv om det blir gitt veiledning på hvor man kan søke for å finne dem.

Forslag til læringsaktiviteter

Det finnes mange læringsaktiviteter som kan benyttes innen feltet superledning. Disse kan inneholde

1. Demonstrasjoner
2. Problemoppgaver
3. Forskning fra sekundære kilder

Se side 142-150 for forslag til undervisnings- og læringsaktiviteter.

Modul 6 Superledningens historie

Denne modulen inneholder en kronologisk oversikt over eksperimentelle oppdagelser, teoretiske gjennombrudd og anvendelser relatert til superledning. Hvem var forskerne som stod bak Nobelprisene som har blitt gitt for forskning på superledning opp gjennom historien? Hva er den siste utviklingen innen superledning?

Med takk til Jo Smiseth, Kristian Fossheim, Asle Sudbø and Vegard Engstrøm

Forutsetninger

For å kunne arbeide med SUPERCOMET-materialet, bør elevene allerede:

1. ha kjennskap til at det eksisterer et fenomen som kalles superledning
2. ha kjennskap til at superledning relateres til elektrisitet og magnetisme
3. ha kjennskap til karakteristiske trekk ved superledning (ingen motstand, ingen magnetiske gjennomtrengelighet)
4. ha kjennskap til at man må kjøle ned det superledende materialet under kritisk temperatur

Læringsmål

Etter å ha arbeidet med SUPERCOMET-materialet, skal elevene:

Kunnskap

- ha kjennskap til noen store oppdagelser og teorier som er relatert til superledning
- ha kjennskap til forskere og samarbeidet bak disse oppdagelsene og teoriene
- ha kjennskap til nåværende satsning for å forbedre eksperimentell kunnskap og teori knyttet til superledning

Forståelse

- beskrive hvordan forskere som arbeider med superledning har samlet inn og tolket sine data
- argumentere for hvordan teorier for tradisjonell og høy-temperatur superledere er relatert til eksperimentelle fakta

- diskutere om utviklingen av superledning er drevet fram av eksperimenter eller av teoridanning

Læringsmål som ikke dekkes av SUPERCOMET

Det finnes ikke mange komplementære læringsaktiviteter for denne modulen, unntatt faglitteratur og artikler. Ekstra læringsmål er oftest relatert til utvidede faktakunnskaper om historien til superledning, og dette vil kun være for spesielt interesserte elever.

Forslag til læringsaktiviteter

Disse læringsmålene kan knyttes til bestemte aktiviteter eller scenarier som fremmer læring:

1. Diskuter muligheten for at vi ikke hadde oppdaget superledning (den ble oppdaget i 1911) enda, og hva det ville ført til.
2. Diskuter muligheten for at vi ikke hadde oppdaget høy-temperatur superledning (den ble oppdaget i 1986) enda, og hvilke konsekvenser det ville fått.
3. Forestill deg at oppdagelsen av rom-temperatur superledning skjer i morgen. Hva ville det kunne føre til?
4. Les bøker eller artikler om forskere og forskning som omhandler utvikling av superledning.
5. Lag en presentasjon (skriftlig, muntlig eller elektronisk) eller lag en modell av mulige bruksområder for rom-temperatur superledere.

Eksempler på aktiviteter ved bruk av **SUPERCOMET**

Vær oppmerksom på at alle de følgende aktivitetene egner seg til for klasserommet. SUPERCOMET-gruppen tar gjerne imot tilbakemeldinger på disse aktivitetene. Kommentarer kan sendes fra SUPERCOMETs hjemmeside www.supercomet.no.

Effekten av temperatur på resistansen til et metall og til superledere

Dato: Klasse: Aktivitetens varighet: 110 min

Læringsmål

Ved slutten av timen skal elevene kunne:

- Forstå hvilken effekt forandring i temperatur har på resistiviteten i metaller
- Vite at superledere oppfører seg annerledes enn andre ledere
- Forstå forskjellen mellom høy-temperatur superledere og lav-temperatur superledere
- Være i stand til å gjenkjenne og skissere en graf som viser sammenhengen mellom temperatur og resistiviteten for metaller og superledere
- Forstå betydningen av Høyeste Kritiske Temperatur

Materiale og utstyr

Nok PCer til at tre elever kan dele en PC
LED (Light Emitting Diode)
SUPERCOMET programvare nedlastet på alle PCene
Flytende nitrogen og passende beholdere
Kobbertråd-solenoider med tilkobling
YBCO superleder med tilkobling
2 V batterier med holder
3 volts lyspære til lommelykt med holder
Sensor for spenning
PC koblet til dataprojektør eller interaktiv tavle

Sikkerhetsmessige hensyn

Å håndtere flytende nitrogen er farlig.
Se til at det flytende nitrogenet blir håndtert med nødvendig forsiktighet

Tid Skisse av undervisningsøkten

Hovedpoenget som skal formidles: Hvordan påvirker temperaturen resistiviteten i ulike typer materiale?
Gjennomgåelse: bestemt resistans i ulike typer materiale

5 min

Be elevene om å gjette/forutsi hva som vil skje når LED nedkjøles i flytende nitrogen. Demonstrer dette ved forsiktig å senke LED ned i det flytende nitrogenet i 10 s. Observer hva som skjer. Be elevene forklare hva de har observert. Forklar effekten som temperaturen har på resistiviteten til kobber.

Tid Skisse av undervisningsøkten

20 min

Be elevene om å gjette/forutsi grafen som viser sammenhengen mellom temperaturen og resistiviteten man vil finne når man kjøler ned metaller. En elev bør få i oppdrag å skissere grafen på tavlen. Kobl sammen batterier, halvleder, og sensor for spenning, til en PC. Putt halvlederen i det flytende nitrogenet i 10 s, og deretter ta den ut og la den sakte varmes opp til romtemperatur. Formidle det innsamlede datamaterialet til hele gruppen. Introduser begrepet 'temperaturkoeffisient'.

35 min

I grupper på fire, be elevene om å bruke SUPERCOMET-simuleringene som omhandler spenning versus temperatur, til å tegne en spenning-temperatur graf. Be en elev om å markere dette på tavlen og sammenlikn med resultatene fremskaffet fra formelen.

50 min

Be en elev i hver gruppe på tre om å være med i gruppe A, en til å være med i gruppe B, en til gruppe C og en til gruppe D. Be hver gruppe om å benytte data fra SUPERCOMET CD-en og Internett vedrørende den bestemte motstanden til materialet, til å skissere linjer på grafisk papir til å forsøke å bestemme den høyeste kritiske temperaturen (T_c) til følgende materiale:

Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D
Kobber	Kvikksølv	YBCO	Karbon
Sølv	Bly	BiSCCO	Gummi
Gull	Niobium	$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$	Porselen

Hver gruppe lager en graf som viser en skissert kurve og estimert høyeste kritiske temperatur. De bør deretter se på verdien gitt for materialet deres i SUPERCOMET CD-en og diskutere eventuelle forskjeller.

70 min

Elevene returnerer til deres opprinnelige grupper for å sammenlikne og diskutere det de har funnet ut. Deretter bør de bruke SUPERCOMET CD-en til å forsøke å forklare det de har funnet ut.

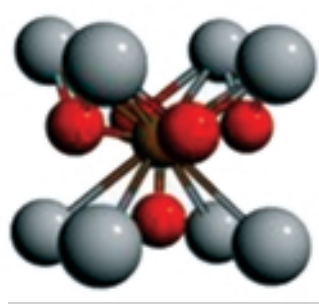
90 min

Læreren spør ett medlem fra hver gruppe (A, B, C, D) om å tegne de tre linjene sine på tavlen og skrive ned sine estimerte og den faktiske høyeste kritiske temperaturen i en tabell. Læreren bør få elevene til å legge fram konklusjonene de har kommet fram til, og poengtere hovedinnholdet av undervisningsøkten.

Forslag til tabell:

	Spesifikk motstand	Estimert Tc	Faktisk Tc
Gruppe A	Materialtype		
Kobber			
Sølv			
Gull			
Gruppe B	Materialtype		
Kvikksølv			
Bly			
Niobium			
Gruppe C	Materialtype		
YBCO			
BiSCCO			
Tl ₂ Ba ₂ Ca ₂ Cu ₃ O ₁₀			
Gruppe D	Materialtype		
Karbon			
Gummi			
Porselen			

Figur 16:
Gitterstrukturen til en superleder



Forslag til undervisningsøkter om superledning

Introduksjon

Å gjøre det umerkbare merkbart – demonstrasjonens kunststykke.

Mange fysikere er nysgjerrige på superledning, spesielt når de ser sveving og gjenstander som «henger» stabilt. Elever, på den andre siden, kan reagere annerledes: «Det er akkurat som en magnet, er det ikke? Hva er det som er så spesielt med dette?» Det «spesielle» er at magnetisme og superledning ikke er det samme; det er for eksempel umulig å få en magnet til å flyte oppå en annen uten at noe hindrer den fra forflytte seg vekk. En viktig komponent i undervisningsøkten er derfor lærerens evne til å gjøre noe som er lite og tilsynelatende uvesentlig til noe som er dramatisk og utfordrende.

Sikkerhet – Bare for demonstrasjon

Den praktiske delen av undervisningsøkten kan bare utføres som demonstrasjon av lærer, fordi sikkerhetsregler forbyr elever i å håndtere flytende nitrogen. Av sikkerhetsgrunner, om ikke av pedagogiske grunner, må alt praktisk arbeid være prøvd ut på forhånd. Lærere som deltar på det tilhørende lærerseminaret, vil få erfaring der og vite at det er nødvendig å ta sikkerhetsmessige hensyn når man arbeider med nitrogen. DET ER SVÆRT VIKTIG AT LÆRERE VET, OG FØLGER, SIKKERHETSREGLER SOM GJELDER FOR ARBEID MED NITROGEN. Se sikkerhetsregler på nettstedet www.naturfagsenteret.no under Materiell og metode.

Tidsbruk

Hvor lang tid dette opplegget vil ta avhenger av klassen, fordi dybden og omfanget av undervisningen vil

være ulik i naturfagklasse og en fysikkklasse. Demonstrasjonene vil kun ta rundt 30 minutter. En rekke læringsaktiviteter som er foreslått, kan ta opp til to eller tre undervisningsøkter: Læreren må tilpasse aktivitetene til omstendighetene.

Forslag til rekkefølge på læringsaktivitetene:

1. Elektriske egenskaper ved superledere (bruke sekundærkilder: f.eks. lærerens egen beretning, bøker, CD rom...)
2. Demonstrasjoner med flytende nitrogen og problemløsningsoppgaver
3. Forskning i sekundære kilder
4. Oppfølgingsoppgaver
5. Rapportering av det man har funnet ut, og lærerens oppklaring og oppsummering

En mulig rekkefølge kan være:

(Undervisnings) økt A – del 1: økt B – del 2, 3 og 4; hjemmelektse: fortsett med del 4; økt C – del 5.

Forberedelse og bestilling

Superledningsutstyr er tilgjengelig hos Colorado Superconductor Inc. Fullstendig informasjon om tilgjengelig utstyr, forsiktigheten som må vises og demonstrasjoner som kan utføres, er oppført på hjemmesiden deres: http://www.users.qwest.net/~cscconductor/Lower_Frames_Pages/Resources.htm

Demonstrasjonene her kan utføres med enkelt utstyr. Selskapet har forøvrig større pakker med utstyr som tillater målinger av kritisk temperatur, kritisk strøm og kritisk magnetisk felt.

Med stor sannsynlighet blir flytende nitrogen benyttet av sykehus, universiteter og industri nær hvilken som helst by. Finn en leverandør som kan levere

små mengder eller gjør en avtale med et lokalt sykehus eller universitet. Det trengs ikke mer enn en liter.

Det er nødvendig for læreren å være kjent med innholdet på CD-en, siden dette er hovedforslaget til sekundærkilde for elevenes egen forskning. Andre ressurser slik som passende nettsider og bøker må være valgt ut på forhånd.

Husk sikkerhetsbestemmelsene.

Terminologi

Teoretisk sett bør man ikke referere til materiale som superledende før etter at det er nedkjølt til materialets kritiske temperatur.

Vi har forøvrig adoptert den vanlige måten å referere til brikker benyttet i demonstrasjoner som «superledende brikke» selv om de ikke er superledende når ikke temperaturen er under deres kritiske temperatur. Det er lettere enn å si «brikken som blir superledende når den kjøles ned under sin kritiske temperatur» hver gang vi vil referere til den.

Detaljert skisse

Del 1

Introduksjon til elektiske egenskaper hos superledere

Det er tilstrekkelig materiell på CD-en til å forberede en kort introduksjon om elektriske egenskaper ved superledere. Der er ideer til sammenlikning av grafer som viser resistans versus temperatur for en vanlig leder og for en superleder – elever kan merke det raske fallet til null resistans og reflektere over hva som skjer med strømmen når dette inntreffer (deres umiddelbare reaksjon vil være at den vil bli uendelig – men selvfølgelig blir den ikke det – de kan

tenke over hvorfor dette ikke skjer). Begrensende faktorer (kritisk strøm og kritisk magnetisk felt) kan også diskuteres ut i fra grafene som er tilgjengelig på CD-en.

Hvis læreren har den største utstyrspakken, kan de demonstrere «ingen resistans»-tilstanden.

Lærere kan ønske å starte med en historisk innfallsvinkel og snakke om hvordan Onnes gjorde eksperimenter flere ganger fordi han ikke kunne tro det han observerte – han trodde det var noe galt med utstyret.

En annen innfallsvinkel er en video av et Maglev-tog og en «scanner» på et sykehus – med en konstatering av at begge disse er avhengig av oppdagelsen av superledning.

Foreslått tidsbruk: 30 minutter

Demonstrasjoner

Del 2

Lærerdemonstrasjon og problemoppgaver.

Demonstrasjonene er av «uvanlige elektriske og magnetiske fenomen» som skjer ved lave temperaturer. Fenomenene er:

- Flytende nitrogen (LN_2) er veldig kaldt – f.eks. salatblader og gummi i flytende nitrogen blir sprø (ikke superledning)
- En aluminiumsring på en electromagnet “hopper” når strømmen slås på. Hoppene blir mye større dersom ringen først kjøles ned i LN_2 . (ikke superledning)
- Lyset fra en lysemitterende diode (LED) forandrer seg ved nedkjøling i LN_2 . (ikke superledning)
- En magnet svever over en superleder
- Den svevende magneten har en tendens til å returnere til sin opprinnelige posisjon selv etter at den har blitt dyttet ut sidelengs, eller så finner den en ny stabil posisjon
- Magnetten spinner rundt mens den svever over superlederen
- En superledende brikke endrer seg gradvis tilbake til sin “normale tilstand” (hvor den ikke er superledende lenger) i stedet for en plutselig endring
- En superleder som henger like under en magnet blir hengende og dingle når magneten flyttes forsiktig fra side til side

Foreslått tidsbruk: en halv time

Problemoppgaver relatert til demonstrasjoner

Problemoppgavene vil inspirere elevene til å stille spørsmål ved hva som skjer, og begynne å tenke på, f. eks. hvorfor aluminiumsringen hopper så mye høyere når den er nedkjølt, hvilket mønster på det magnetiske feltet som vil gi den observerte oppførselen når brikken svever og «henge-demonstrasjonen», hvorfor LED forandres i flytende nitrogen.

Anslått tidsbruk: 10 minutter. Det kan være verdifullt å la ulike grupper arbeide med ulike problemstillinger, slik at de kan rapportere til hverandre.

Del 3

Forskning fra sekundærkilder

Etter å ha gitt elevene lov til å støtte seg på sine egne kunnskaper ved disse problemoppgavene, vil det være nødvendig med noe fagkunnskap. Mulige former for kan være:

1. Systematiske «hint» eller spørsmål fra læreren
2. Et sett med utvalgte bøker, hvor relevante sider er markert.
3. Lærerens forklaring – som bygger på det som elevene har foreslått
4. Modul 5 i CD-en som inneholder diskusjoner av alle de stille spørsmålene

Foreslått tidsbruk: en halv time og ytterligere en time som hjemmelektse

Del 4

Oppfølgingsarbeid – hjemmelektse – prosjektarbeid

1. Benytte CD-en til å sjekke ideer og utvikle dem ytterligere
2. Benytte CD-en til å skrive dine egne notater om hva som menes med kritisk strøm, kritisk magnetisk felt og kritisk temperatur.
3. Finne ut hvordan fenomener relatert til superledning utvikles til å bli teknologiske løsninger på problemer.
4. Benytte CD-en til å utforske forklaringer på atomnivå. CD-en holder seg til det som kan være mulig for elever i skolen å forstå. Den inneholder ikke matematikk knyttet til kvantefysikk.

5. Benytte bestemte nettsider for ytterligere informasjonsinnhenting.

6. Sammenlikne forklaringer på sveving fra tre forskjellige kilder – hva er likhetene og hva er forskjellene i forklaringene? (Denne oppgaven kan selvfølgelig utvides til hvilket som helst av fenomenene og er en nyttig øvelse i «ikke alltid tro på det du finner på nettet eller i bøker». Læreren kan også diskutere årsaken til disse forskjellene – som delvis stammer fra behovet for å forenkle komplekse prosesser for et uinformert publikum).

7. På områder der elevene viser spesielt stor interesse, kan de i tillegg til å utforske CD-en og nettsider utvalgt av læreren, også gjøre et «Google»-søk på Internett. Følgende søkeord vil være nyttige: «LED and liquid nitrogen», «Meissner Effect» og «Superconductivity»

8. Dersom du har tilgang til et større superlednings-utstyrsett, kan elektriske målinger gjøres på superlederen. Læreren må håndtere flytende nitrogen, men elevene kan forklare oppsettet på kretsen og tolke resultatene.

Del 5

Tilbakemelding fra elevene og opplæring

Elevene forbereder seg til å presentere ideene sine (plakater/små foredrag/brosjyrer/forklaringer til fremtidige studenter – er alle mulige format). Grupper kan spørres om å innkludere:

«Hva er vi sikre på»

«Hva funderer vi fortsatt på»

Foreslått tidsbruk: En time (avhengig av formatet som benyttes)

Det vil være nødvendig med bidrag fra læreren – om ikke annet for å berolige elevene ved at mange av forklaringene er langt utenfor kunnskapsområdet som elevene befinner seg på det nåværende tidspunkt og at mye fortsatt ikke er forstått – superledning er fortsatt et omdiskutert område.

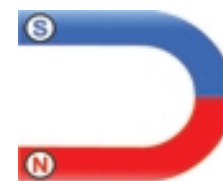
Gi elevene tilgang til en PC per gruppe når de arbeider med presentasjonen.

SUPERCOMET-lærerseminaret inneholder mer nyttig informasjon om demonstrasjonene.

For mer informasjon, se www.supercomet.no

Arbeidsark 1 – Introduksjon av magnetiske felt

Rundt i rommet vil du finne et visst antall magneter og papir som er dekket med jernfilspun. Jernfilspunet gjør at du kan se det magnetiske feltet som oppstår rundt ulike typer magneter. Følg med på læreren din og se hvordan hun bruker jernfilspunet til å vise det magnetiske feltet. Deretter gå to og to sammen, og tegn det magnetiske feltet som du ser for følgende magneter:

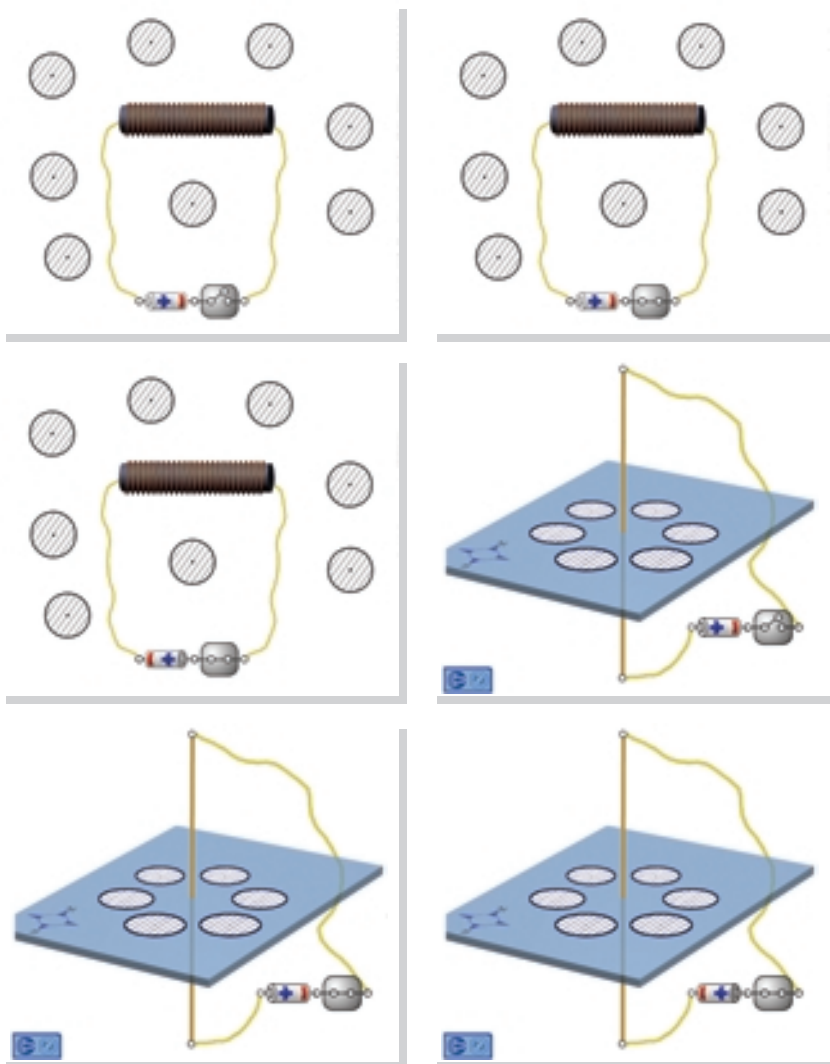


Figur 17: Eksempel på arbeidsark ved introduksjon av magnetisme

Når du er ferdig med å tegne de magnetiske feltene, benytt SUPERCOMET CD-en og undersøk de magnetiske feltene som oppstår rundt de ulike magnetene der. Er de magnetiske feltene like? Hvis ikke, hvorfor tror du at de er forskjellige?

Arbeidsark 2 – Elektromagneter, jernfilspon og kompass

Gjør samme eksperiment, denne gangen ved å bruke kompass til å utforske det magnetiske feltet som oppstår rundt elektromagneter.



Figur 18:
Eksempler på arbeidsark ved introduisering av elektromagnetisme

Nå kan du bruke SUPERCOMET CD-en til å sammenlikne dine magnetiske felt med de du kan finne der. Er de like?

Merknad til lærer: Vær forsiktig - batteriene blir varme og utlades veldig raskt.

Superledning i læreplanen

Du trenger ikke stjele tid fra emner i læreplanen for å undervise om superledning. Tabellene under viser hvordan du kan integrere dette emnet inn i læreplanen.

Muligheter for å undervise om superledning i Norge

Naturfag grunnkurs

I læreplanen for Naturfag grunnkurs finner vi under mål 4 følgende formuleringer:

Elevene skal

- ha tilegnet seg grunnleggende kunnskaper om elektrisk energi, og kunne gjøre rede for sammenhengen mellom strøm, spenning, resistans, energi og effekt
- Kunne gjøre rede for bruk av energi i hjem og samfunn (bruk av elektrisk energi, elektriske apparater, sikkerhet i hjem og samfunn, energibruk i ulike samfunn, konsekvenser av energibruk og økt energibruk, energisparing, ENØK)

Fysikk i videregående skole

I læreplanen for 2FY og 3FY finner vi følgende læreplanmål:

Fra Felles mål for fysikkfaget

Elevene skal

- kunne bruke sentrale lover i fysikken og kunne forstå fagets eksperimentelle natur
- kunne forklare hvordan fysikkens lover og teorier er tilnærmede beskrivelser av virkeligheten og hvordan modeller kan endre seg over tid
- kjenne til noen hovedtrekk av fysikkens historie, og kunne vise at fysikk er en viktig del av vår kulturarv
- kjenne til eksempler på fysikkens betydning i dagliglivet og for den teknologiske utviklingen
- vise nysgjerrighet og undrende holdning og kunne vise kreative evner når det gjelder teoretiske og praktiske problemstillinger
- kunne vise hvordan undring har vært grunnlag for erkjennelse og teori

Fysikk i videregående skole**Fra 2FY: (noen utvalgte mål)**

- 5a** kjenne til begrepet elektrisk ladning
- 5b** kunne beregne strømmer og spenninger i likestrømskretser som består av enkle serie- og parallellkoblinger der spenningskilden kan ha indre resistans
- 5c** kunne tegne, tolke og bruke koblingskjemaer
- 5d** kunne tegne og tolke strøm, spenning-grafer

Fra 3FY: (noen utvalgte mål)**Elevene skal**

- 3a** kunne gjøre rede for og gjøre beregninger med kraft, feltstyrke og energi i homogene elektriske felt, i felt rundt ladde partikler og i gravitasjonsfelt
- 3b** kunne gi en kvalitativ beskrivelse av magnetisk felt rundt permanente magneter og elektriske ledere
- 3c** kunne gjøre rede for og gjøre beregninger med magnetisk flukstetthet og kraft på ladde partikler og strømførende ledere i homogene magnetfelt
- 3d** kunne gjøre rede for induksjon og ha kjennskap til hvordan induksjon utnyttes i generator og transformator
- 3e** kunne bruke Faradays induksjonslov: $\epsilon = -d\Phi/dt$
- 3f** kjenne til enkel vekselstrømsgenerator: $\epsilon = \epsilon_0 \sin t$
- 6e** kunne gjøre rede for pardanning og annihilering
- 6g** kunne gi eksempler på hvordan kvantefysikken bryter med våre hverdagsforestillinger

Bøker om superledning

Buckel, W. and R. Kleiner (2003). **Superconductivity: fundamentals and applications**. Weinheim, Wiley.

Evetts, J., Ed. (1992). **Concise Encyclopedia of Magnetic & Superconducting Materials**. Advances in materials science and engineering. Oxford, Pergamon.

Fossheim, K. and A. Sudbo (2004). **Superconductivity: Physics and Applications**, John Wiley & Sons.

Rose-Innes, A. C. and E. H. Rhoderick (1978). **Introduction to Superconductivity**. Oxford, Pergamon.

Tinkham, M. (1996). **Introduction to Superconductivity**. New York; London, Mc Graw Hill.

Vidali, G. (1993). **Superconductivity: the next revolution?** Cambridge, Cambridge University Press.

Internettider om superledning

<http://superconductors.org> – Supeconductors.org er en ikke-kommersiell, ikke-affiliert internettside som har til hensikt å introdusere nybegynnere og ikke-tekniske personer til den superledende verden.

<http://superconductors.org/Links.htm> – Her finnes et stort antall lenker om superledning på en og samme internettside.

<http://www.ornl.gov/info/reports/m/ornlm3063r1/contents.html> – Veiledning for lærere om superledning for videregående elever, produsert av Oak Ridge National Laboratory

<http://www.physicscentral.com/action/action-01-3.html> – Kort introduksjon til superledning, av Physics Central.

<http://physicsweb.org/bestof/superconductivity> – «Best of Physics Web» produsert av «the Institute of Physics».

<http://hypertextbook.com/physics/modern/superconductivity/> – kort nybegynnerbok om superledning



Undervisningsmaterieell om superledning på Internett

<http://www.resourcefulphysics.org> – en abonnementsbasert online ressurs for elever og lærere, fysikk for aldersgruppen 11-19 år.

<http://alpha.smete.org/smete/> – Database for læringsobjekter utviklet og vedlikeholdt av SMETE Open Federation.

<http://www.psigate.ac.uk/> – Fysikk-informasjonsportal

<http://www.practicalphysics.org> – Internettside for lærere som vil dele eksperimenter med andre

<http://www.teachingphysics.iop.org> – the Institute of Physics lager mye nyttig undervisningsmateriale i fysikk, inkludert materiale om superledning

Superlednings-demonstrasjonsutstyr

<http://www.superconductors.org/Play.htm> – En internasjonal liste over leverandører av demonstrasjonsutstyr, først og fremst i USA.

Referanser for bruk av IKT i naturfagundervisning

Barton, R., Ed. (2004). *Teaching Secondary Science with ICT*. Learning & Teaching with Information & Communications Technology. Maidenhead and New York, Open University Press.

Osborne, J. and S. Hennessey (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*, NESTA Futurelab.

www.ictadvice.org.uk «Becta's one-stop shop» som retter seg mot praktiserende i skolen i England, tilbyr et bredt spekter av informasjon, råd og veiledning i bruk av IKT.

Andre referanser som er brukt i dette veiledningsheftet for lærere

Barton, R. (2004). Management and organization of practical work. *Teaching Secondary Science with ICT*. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Barton, R., Ed. (2004). *Teaching Secondary Science with ICT*. Learning & Teaching with Information & Communications Technology. Maidenhead and New York, Open University Press.

Barton, R. (2004). Why use computers in practical science? *Teaching Secondary Science with ICT*. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Fullick, P. (2004). Using the Internet in School Science. *Teaching Secondary Science with ICT*. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Harris, R. (1997). *VirtualSalt: Evaluating Internet Research Sources*.

Institute of Physics (2004). *The post-16 Initiative*. Radical, forward looking initiative by the Institute of Physics, shaping and developing physics for all involved post-16.

Osborne, J. and S. Hennessey (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*, NESTA Futurelab.

Wellington, J. (2004). Multimedia in science teaching. *Teaching Secondary Science with ICT*. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Arbeide med flytende nitrogen

Mange praktiske demonstrasjoner innenfor feltet superledning krever at man benytter flytende nitrogen. Dette er et stoff som må behandles med stor forsiktighet:

- Benytt Dewar-flasker eller termoser av stål til å transportere små mengder med flytende nitrogen, men SKRU ALDRI KORKEN PÅ. Det kan dannes et stort trykk inni termosen som kan føre til at den eksploderer.
- Velg beholdere med omhu. Unngå vanlig glass eller plastikk, siden disse vil knuse når de blir sprø og forårsake skade.
- Hold det flytende nitrogenet borte fra elevene.
- Demonstrer for elevene hva som kan skje når et materiale er ekstremt nedkjølt (for eksempel fryse ned og deretter knuse en blomst).
- Se til at det flytende nitrogenet ikke kommer i kontakt med kroppen.
- Ha alltid på vernebriller.
- Ta aldri på en nedkjølt gjenstand slik som superledere eller magneter. Benytt alltid pinsetter som er testet tidligere for å være sikker på at ikke de blir sprø når de blir kalde.
- Ha på isolerte hansker.
- Se til at rommet du arbeider i, er godt ventilert.

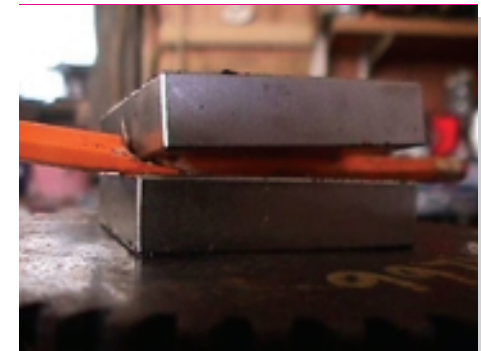


Figur 19-20: Eple (til venstre) og appelsin (til høyre) som har vært nedsenket i flytende nitrogen og deretter knust i biter

Arbeide med magneter

Enkelte magneter (f.eks. niob-magneter) kan være svært kraftige og må behandles med forsiktighet:

- Ikke ha magnetene i nærheten av PC-er, disketter, kassetter eller kredittkort
- Ha på vernebriller i tilfelle to magneter tiltrekkes kraftig mot hverandre og sender ut små metallsplinter i støtprosessen
- Pass på at ikke du får fingrene mellom to kraftige magneter som tiltrekker hverandre
- Hold kraftige magneter fra hverandre



Figur 21: Blyant som blir klemt mellom to magneter

Om SUPERCOMET

SUPERCOMET CD-en ble utviklet som en del av SUPERCOMET-prosjektet med økonomisk støtte fra Leonardo da Vinci-programmet fase II i den Europeiske Union (Prosjekt nr. N/01/B/PP/131.014.)

Målene til SUPERCOMET-prosjektet

SUPERCOMET-prosjektet hadde som mål å:

- Bygge opp et internasjonalt samarbeid med kompetanse relatert til fornyelse av fysikkundervisning over hele Europa.www
- Etablere forbindelse mellom firma og eksisterende organisasjoner for fysikk-utdannere, forskere innen fysikkutdanning, så vel som læreplan-ansvarlige og politikere.
- Utvikle et konsept av produkter relatert til fysikkundervisning som kan benyttes umiddelbart, på samme tid tillate utvidelse med hensyn til tema og omfang.

Samarbeidspartnerne i prosjektet var:

- Norges tekniske naturvitenskaplige universitet (NTNU)
- Simplicatus AS, Norge
- Istituto Tecnico Commerciale Statale 'Enrico Tosi', Italia
- Zanichelli Editore Spa, Italia
- Katedralskolen i Trondheim, Norge
- Faculty of Education, University of Ljubljana, Slovenia
- Institute of Education, University of London, Storbritannia

SLOVENSKO



SUPERCOMET

Multimedijskem učni pripomoček za razlago superprevodnosti

VODNIK ZA UČITELJA

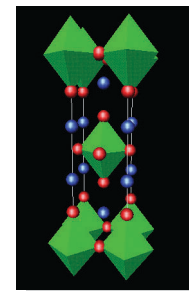


Multimedijskem učni
pripomoček za razlago
superprevodnosti

- Vodnik za učitelja

Vsebina

SUPERCOMET – Kaj je na CD-ju?	164
Na pomoč – Res nimam časa za to...(hitri vodnik)	165
Cilji SUPERCOMET-ovega CD-ja in vodnik	166
Kako začnem uporabljati program SUPERCOMET?	167
Kako se znajdem na SUPERCOMET-u?	168
Nekatera najpogostejša vprašanja o poučevanju s SUPERCOMET-om	169
Kaj se dogaja s poučevanjem fizike?	170
Kako program SUPERCOMET lahko pomaga?	171
SUPERCOMET-OVE animacije oživijo fiziko in pomagajo študentom pri učenju	173
Uporaba informacij in komunikacijske tehnologije pri poučevanju znanosti	175
Modul 1. Magnetizem električnih vodnikov in magnetov	185
Modul 2. Magnetizem tuljav in snovi	187
Modul 3. Električna indukcija	189
Modul 4. Električna prevodnost	190
Modul 5. Uvod v superprevodnost	191
Modul 6. Zgodovina superprevodnosti	193
Primeri dejavnosti in uporabe SUPERCOMET CD ROMA	194
Integracija tematike superprevodnosti v gimnazijski učni načrt za fiziko v Sloveniji	203
Koristni viri	204
Delo s tekočim dušikom (TD)	208
Delo z magneti	209
Dodatek	210



Slika 1:
Superprevodna
mrežna struktura

Copyright © 2004 by Simplicatus AS,
Richard Birkelands vei 2B, 7491 Trondheim, NO

Slovenija: Prepovedano je razmnoževanje kateregakoli dela tega Priročnika za učitelje ali CD-ROMa (vključno fotokopiranje in shranjevanje v elektronski obliki). Namestitve vsebine tega CD-ROMa na šolske računalnike in izobraževalne ustanove ni mogoče razumeti kot kršitev avtorskih pravic v zgoraj navedeni obliki, če je bilo pridobljeno pisno dovoljenje Simplicatus AS.

Prispevali so: Priročnik za učitelje

Redakcija:
Lorenzo Rossi, Vegard Engstrøm

Avtorji:
Aileen Earle, Jenny Frost, Vegard Engstrøm, Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Gren Ireson, Sara Ciapparelli

Prevod:
Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Jerneja Paulin, Bernarda Urankar

SUPERCOMET

Kaj je na CD-ju?

SUPERCOMET vsebuje 6 zaključenih modulov¹ in je opremljen tudi z zbirko drugih uporabnih virov, ki nas vodijo, pomagajo pri poučevanju in koristnih informacijah kot je prikazano v spodnji shemi.

Usmeritve

Iskalna orodja

Glavni meni

Modul 1. Magnetno polje vodnikov in magnetov

Modul 2. Magnetno polje tuljav in materialov

Modul 3. Električna indukcija

Modul 4. Električna prevodnost

Modul 5. Zgodovina superprevodnosti

Modul 6. Uvod v superprevodnost

Animacije

Tekstovni viri

Označevanje

Pripomočki

Pomoč (vključno z informacijami o SCORM primerljivosti)

Slovar fizikalne terminologije

Pogosta vprašanja povezana s fiziko

Viri informacij (priporočila, internetne povezave)

Vodnik v PDF formatu

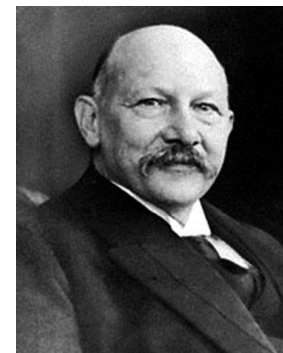
O SUPERCOMETU

note

1. Naslednji SUPERCOMET 2 PROJEKT se testira in razširja v Superprevodnost v multimedijem učnem pripomočku z drugimi moduli. Za več informacij naveži stik z info@supercomet.no.

Na pomoč – Res nimam

časa za to... (hitri vodnik)



Slika 2: Heike Kamerlinge Onnes – 1913 Nobelova nagrada za fiziko

- 1** ☺ Poglej kurikulum na SUPERCOMET-u na strani 203, da boš videl kako le-ta pomaga tvojim študentom pri učenju bistvenih tem kurikula.
- 2** ☺ Ko si našel določeno temo (npr. električna prevodnost), prebrskaj primerne vsebine, ki so v vodniku za uporabnike (od strani 185 do 193).
- 3** ☺ Preveri na strani 194 do 202 (Primeri učiteljeve dejavnosti), da boš videl ali je že kaj narejenih učiteljevih priprav, ki jih lahko uporabiš. Sicer pojdi na internetno stran www.SUPERCOMET.no in prebrskaj gradiva, ki so jih pripravili drugi učitelji.
- 4** ☺ Zaženi SUPERCOMET CD-ROM (poglej stran 167) in se seznanj z njegovo usmeritveno strukturo (strani 164 do 168).
- 5** ☺ Uporabi glavni meni, pojdi na modul, ki je najbolj primeren za temo, ki jo obravnavaš in se z njo seznanj.
- 6** ☺ Drugače uporabi SUPERCOMET kot je predlagano v učiteljevih pripravah, ki si jih našel v vodniku ali pa si sam sestavi načrt učne ure. (Poglej strani 175 do 184 za informacije pri uporabi IKT pri tvojem poučevanju.)
- 7** ☺ Po končani uri ovrednoti delo s SUPERCOMET CD-ROM. Mogoče bi želel deliti svoje izkušnje z drugimi učitelji, s tem da se povežeš na internetno stran www.supercomet.no.

Cilji **SUPERCOMET**-ovega CD-ja in vodnik

SUPERCOMET je bil oblikovan kot računalniški program, ki je sestavljen iz slik, animacij, besedila in povezav na medmrežje, da lahko pripraviš izbrane vsebine fizikalnega kurikulumuma za višje letnike srednjih šol bolj zanimive in razumljive.

SUPERCOMET CD – ROM Učni cilji

SUPERCOMET CD ROM je predstavlja uvod v superprevodnost, teorij na katerih temelji odkritje superprevodnosti (vključno z magnetizmom in prevodnostjo) in zgodovino. Učni cilji so zasnovani na podlagi

SUPERCOMETovega gradiva. Po učni uri bodo sposobnejši učenci sposobni:

1. znati zagovarjati kako je teorija povezana z dokazi
2. učinkovito raziskati možne uporabe pojavov
3. učinkovito raziskati tehnološko uporabo novih odkritij
4. opisati kako znanstveniki pridobivajo in razlagajo podatke
5. opisati kako znanost in tehnologija uporabljata nove ideje
6. posredovati znanstvene ideje različnemu občinstvu
7. sami sebi zastavljati vprašanja iz fizike in kako je le-ta povezana z vsakodnevnim življenjem
8. naštetih nekaj povezav med različnimi področji fizike

Cilji vodnika

Učiteljev vodnik je namenjen okvirnim načrtom pedagoške racionalne uporabe **SUPERCOMET**-a in predlaga učinkovite načine uporabe v razredu, a oboje na neizenačen način in v kombinaciji s praktičnimi demonstracijami in drugimi informacijami in komunikacijsko tehnologijo.

Ciljno občinstvo

SUPERCOMET naj bi predvideno uporabljali učenci srednjih šol. Poglej stran 203 za kurikulum v vsebino CD-ROM-a.

Kako začnem uporabljati program **SUPERCOMET**?

Računalnik

Za običajno uporabo **SUPERCOMETA** moraš preveriti, da ima tvoj računalnik sledeče minimalne karakteristike:

PC

- Microsoft Windows 98 SE / Me / 2000 / XP / NT
- 500 MHz Pentium 4 processor (1 GHz Pentium 4 priporočljiv)
- 64 MB RAM (256 MB RAM priporočljiv)
- 16-bit barve - optimalno
- 800x600 ločljivost
- 4x CD-ROM
- Macromedia Flash Player (verzija 7.x – na voljo brez plačila na www.flash.com)

Zahteve brskalnika

PC

Platforma	Brskalnik
Windows NT	MS Internet Explorer 6.0, Netscape 7.x, Mozilla 1.x, Opera 7.11
Windows 98	MS Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows Me	MS Internet Explorer 5.5, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows 2000	MS Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11
Windows XP	MS Internet Explorer 6.0, Netscape 4.7, Netscape 7.x, Opera 7.11

Namestitev **SUPERCOMET-a**

Vstavi zgoščenko v CD pogon. V primeru, da se CD ne zažene avtomatično, poskusite naslednje:

PC Uporabniki

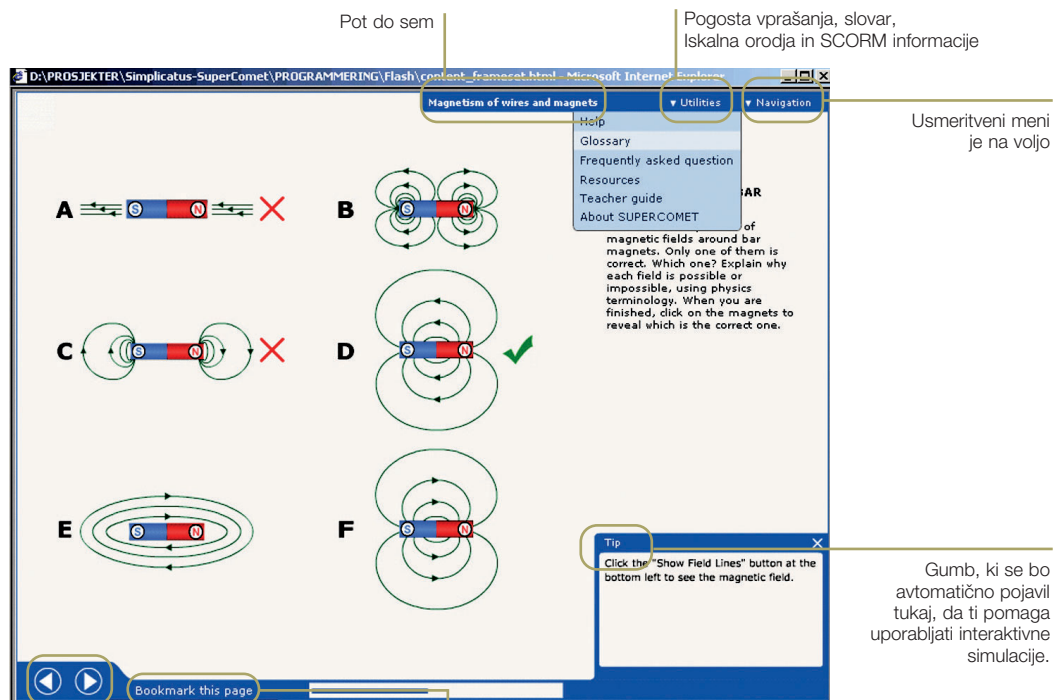
- Dvoklik na ikono "Moj računalnik"
- Dvoklik na ikono CD-ROM (ponavadi pogon D: ali E:)

Pomoč pri namestitvi programa **SUPERCOMET**

V primeru težav pri nameščanju ali uporabi programa **SUPERCOMET** najprej odpri datoteko "READ.ME" (preberi), lahko jo najdeš na CD-ju, če imaš še vedno težave se poveži z [www. Simplicatus.no](http://www.Simplicatus.no) za tehnično podporo.

Kako se znajdem na SUPERCOMET-u?

Lahko slediš naslednjim usmeritvenim linkom, ki so na voljo (glej spodaj...)



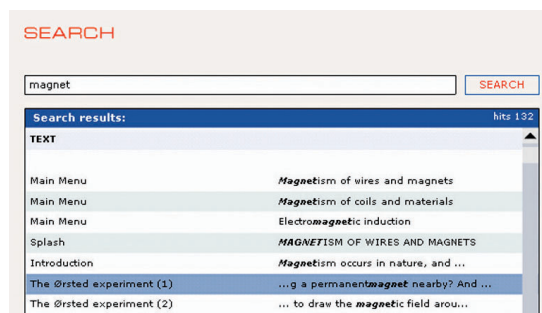
Tukaj so gumbi za kontroliranje in usmerjanje poteka animacij. Z njihovo uporabo lahko usmerjaš simulacijo. S pritiskom na gumb vplivamo na predvajajočo animacijo.

Ta gumb omogoča, da si označiš željeno stran, na katero bi se rad kasneje vrnil. Ni možno označiti več strani naenkrat.

Slika 3: Izsek iz SUPERCOMET-OVE animacije in usmerjevalno orodje

Lahko pa uporabiš iskalno orodje, da najdeš vire:

Iskalno orodje je lahko dosegljivo z usmeritvenega menija na vrhu zaslona.



Slika 4: Iskalno orodje SUPERCOMET CD-ROM

Nekatera najpogostejša vprašanja o poučevanju s SUPERCOMET-om:

V Superprevodnosti ni v kurikulumu, zakaj bi jo torej učil?

D Superprevodnost se lahko uporablja za prikupen način poučevanja učencev o strukturi snovi, o elektriki in elektrostatici, o magnetizmu in magnetni indukciji. (Poglej stran 202 o kurikulumni mapi o superprevodnosti.)

V Učim otroke pod 16. letom starosti. Ali lahko superprevodnost uporabljam pri svojem poučevanju?

D Preproste demonstracije iz superprevodnosti se lahko navežejo na nekatere teme v kurikulumu.

V Nimam časa, da bi se prebil čez cel CD? Ali ga lahko uporabim kako drugače?

D Čeprav lahko delaš s CD-jem od začetka do konca, lahko uporabiš le različne dele vsebine (besedilo, slike, animacije) po lastni izbiri. Obsežne iskalne funkcije so bile predvidene, da ti pomagajo najti gradiva, ki bi bila primerna za tvoj razred.

V Ko poskušam zagnati animacijo, dobim sporočilo o napaki (ERROR), ki mi pravi, da "Windows ne more odpreti te datoteke."

D Animacija je bila ustvarjena v formatu imenovanem FLASH. Če želiš pogledati animacijo, moraš imeti naložen program "FLASH PLUG-IN". Kopijo imaš tudi na CD-ROM.

V Našel sem nekaj uporabnih animacij na CD-ROM-u. Ali jih lahko uporabim v svojih gradivih ali v gradivih študentov, kot na primer internetne strani in Power Point predstavitev?

D SUPERCOMETova gradiva so avtorsko zaščiteni in se uporabljajo le v izobraževalne namene v skladu z nakupnim dovoljenjem (nakupno pogodbo). Poglej na internetno stran www.supercomet.no za več informacij.

V Zakaj bi uporabil CD-ROM namesto izvedbe demonstracije v živo, ob katerih učenci uživajo?

D Lahko ga ravno tako uporabiš, ne pa le namesto demonstracij v živo. Študentje lahko po eksperimentu uporabijo CD-ROM, da preverijo rezultate svojih eksperimentov. V nekaterih primerih CD-ROM lahko uporabimo za take demonstracije, ki jih v šolskem laboratoriju ni možno izvesti. Glej "SUPERCOMET-ove animacije, ki oživijo fiziko in pomagajo študentom pri učenju" na strani 173-174 za več informacij kako animacije lahko pomagajo študentom pri učenju.

V Ali lahko nadomestim praktične laboratorijske vaje s SUPERCOMET-ovim CD-ROM-om?

D Ne, raziskava kaže, da imajo študentje več koristi z učenjem s simulacijami ob pravih praktičnih demonstracijah.

V Ali so na voljo učne priprave ali druga gradiva za učitelje, ki jih lahko uporabim?

D Da, ta učiteljev vodnik vsebuje kar lepo število uporabnih gradiv in kar nekaj predlogov za učne aktivnosti. Drugi viri so dostopni na internetu. Glej stran 182, da najdeš nasvete za iskanje, ovrednotenje in prirejanje gradiv drugih učiteljev.

V Pripravil sem kar nekaj gradiva o superprevodnosti, ki bi ga rad delil z drugimi. Kaj naj naredim z njim?

D Projekt SUPERCOMET 2 bo zgradil (pripravil) mednarodno skupnost učiteljev, ki uporabljajo superprevodnost pri poučevanju. Za več informacij pišite na info@supercomet.no.

Kaj se dogaja s poučevanjem fizike?

Vsakdo, ki poučuje fiziko, se zagotovo zaveda nekaterih težav pri predmetu:

Problemi z učenci in študenti fizike

- Število študentov, ki izbere predmet fizike na maturi (ali najvišji nivo pri študiju) pada
- Pri 16. letu starosti fizika ne predstavlja atraktivne možnosti za študente (učence)
- Število vpisanih na študij fizike je po 1990 padlo, čeprav se je število vseh študirajočih povečalo.
- Le 20% populacije, ki študira fiziko na univerzi, je ženskega spola
- Več kot 10 oddelkov fizike na univerzi se je zaprlo v zadnjem desetletju.
- Zahteve delodajalcev po znanstvenike in inženirje niso bile velike.

Problemi, s katerimi se soočajo učitelji fizike

- Primanjkljaj učiteljev fizike je dolgo obstoječ problem
- Do nedavnega je le 200 fizikov, ki so diplomirali, šlo poučevati (podatki veljajo za Anglijo)
- Agencija za poučevanje učiteljev ocenjuje, da bi za nadomestitev primanjkljaja bila potrebna celotna generacija fizikov (podatki veljajo za Anglijo)
- Dve tretjini učiteljev, ki poučujejo fiziko učence do 16. leta nimajo diplome iz fizike. (podatki veljajo za Anglijo)
- Ti učitelji nimajo časa, da bi se doizobraževali.
- Učitelji potrebujejo lahek, hiter in poceni dostop do različnih vrst virov in pomoči.

Problemi s kurikulumom fizike

- Sedanji kurikulum fizike omogoča avtoritativno poučevanje
- Vsebina je pogosto poudarjena in ima prednost pred načinom poučevanja
- Pouk fizike je bolj naklonjen teoriji in računanju kot uporabi fizike
- Kaj fiziki delajo se komaj kaj odraža v učnih temah fizike
- Fizikalni kurikulum nima stika z znanostjo 21. stoletja
- Fizikalni kurikulum je tog, dolgočasen in ne pusti dovolj prostora domišljiji, praktičnim spretnostim in novejšim odkritjem – dokazom.
- Spremenjen matematični kurikulum ne omogoča učencem in študentom, da bi razvili matematične spretnosti, ki jih potrebujejo pri fiziki in sicer:
 - Znati se s števili
 - Analizirati in predstavljati podatke
 - Razbrati zakonitosti

Kako program SUPERCOMET lahko pomaga?

Superprevodnost je vznemirljivo sredstvo za učenje fizike



Superprevodnost se lahko uporablja kot zanimiv način poučevanja mnogih fizikalnih konceptov

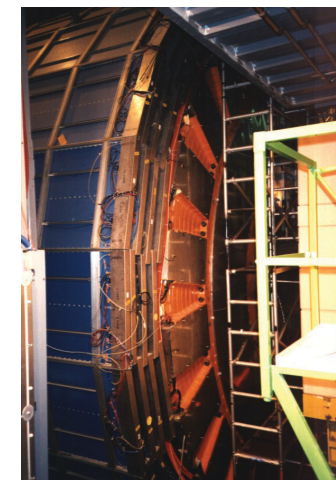
Superprevodnost lahko uporabljamo pri učenju:

- Magnetizma
- Električne indukcije in prevodnosti
- Povezav med temperaturo in odpornostjo kovinskih prevodnikov
- Vpliva temperature na nihanje kristalnih rešetak različnih snovi

Z uporabo superprevodnosti pri pouku različnih konceptov, npr. temperatura in magnetizem, študentje lahko takoj povežejo teorijo z življenjem.

Superprevodnost dosega vrhunce

- Nedavno, leta 2003, je bila podeljena Nobelova nagrada raziskovalcem superprevodnosti
- Raziskave superprevodnosti so nedavno vpeljali na večino univerz, v veliko tehnološko naprednih podjetij in raziskovalnih inštitucij, vključno:
 - CERN
 - Oak Ridge National Laboratory
 - University of Cambridge Interdisciplinary Research Centre in Superconductivity
 - US Department of Energy
 - Siemens AG
 - Mitsubishi Electric Company
 - Hitachi Research Laboratory
 - Oxford Instruments Plc



Slika 5: Pospeševalnik delcev iz Zerna



Teorija superprevodnosti je uporabljena v mnogih zanimivih uporabnih modernih sredstvih:

- Medicinskih sistemih (magnetna resonanca – MR)
- Lebdeči vlaki
- Magnetna zaščita
- Pospesovalniki delcev
- Napredna mobilna telefonija
- SQUID magnetometer (Ultra občutljiv detektor magnetnih polj)
- Električni kablji za velike tokove
- Naprave za shranjevanje energije



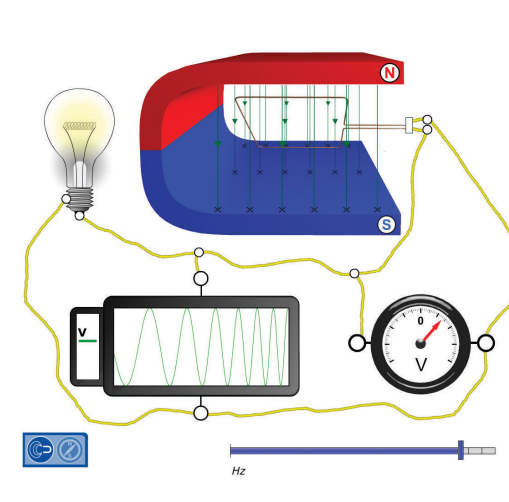
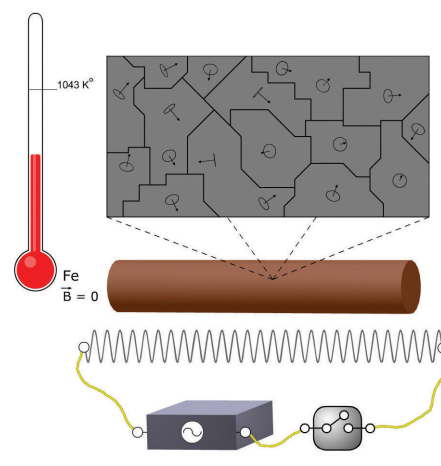
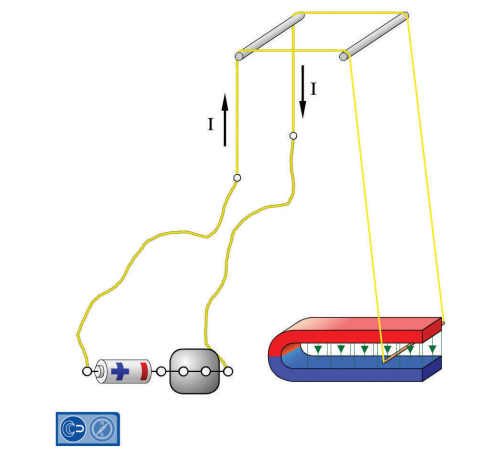
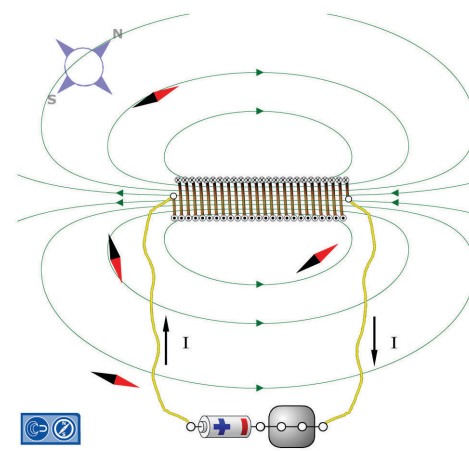
Slika 6-8: Slikanje z jedrsko magnetno resonanco
Slika 7: Vlakov MagLev

Superprevodnost v bistvu pokaže, kaj fiziki danes delajo

- Stotine fizikov širom sveta je vključenih v raziskave o superprevodnosti
- Do sedaj je dobilo Nobelovo nagrado za delo povezano s superprevodnostjo 12 raziskovalcev (v letih 1913, 1972, 1973, 1987 in 2003)



Kljub temu, da CD SUPERCOMET vsebuje obsežno tekstovno referenčno gradivo, povezave, slovar, slike, video posnetke demonstracijskih poskusov in preizkuse znanja, kateri skupaj pomagajo k odličnemu poučevanju superprevodnosti, je najbolj pomembna sestavina SUPERCOMETA veliko število interaktivnih animacij fizikalnih procesov, ki jih CD omogoča. Spodaj je nekaj slik izsekov iz SUPERCOMET-ovih animacij, ki so le majhen del od mnogo interaktivnih animacij, ki jih lahko najdete na CD-ju.



Slika 9: Slike izsekov interaktivnih animacij iz CD-ja

Kako animacije pomagajo pri učenju

- Virtualni laboratorij omogoča učencem dostop do velikega števila eksperimentov, ki bi jih bilo sicer nemogoče preizkusiti v običajnem razredu zaradi varnostnih razlogov ali pa zato, ker so efekti prehitri, prepočasni ali premajhni.
- Pri delu z animacijo pa zlahka vplivamo na določene faktorje in preverjamo učinke teh sprememb, študentje lahko pridobijo vpogled, ki bi jim bil sicer prikrit zaradi šuma in zahtevnosti praktičnega eksperimentiranja.
- Če uporabljamo kombinacijo resničnih demonstracijskih eksperimentov in animacij, lahko le-te pomagajo študentom razumeti odnose med modeli in realnostjo, in potemtakem pridejo do spoznanja, kako "se dela" znanost.
- Animacije naredijo učenje zahtevnih pojavov bolj zabavno in privlačno za učence.
- Animacije so pokazale veliko bolj učinkovito ilustriranje kompleksnih in funkcionalnih odnosov, ki jih pogosto najdemo pri učenju fizike.
- Z dodatkom interpretacij konceptov simulacij, ki posnemajo realnost, animacije lahko pomagajo študentom povezati konceptualne modele z resničnimi življenjskimi pojavi.
- Animacije podajajo učencem slike in gibanje, oboje pa je potrebno za razumevanje in pomnjenje znanstvenih konceptov.
- Animacije imajo odstranjen moteč šum, ki ga srečamo pri resničnih eksperimentih in omogočajo učencem lažje skonstruiranje modelov fizikalnih pojavov.
- Interaktivne animacije fizikalnih konceptov študentom omogočajo testirati in izpopolniti njihove lastne modele novih pojavov.
- Primerne animacije omogočajo študentom razvozljati pomen besedila.
- Animacije dovoljujejo študentom, da so bolj aktivni pri študiju, potemtakem se manj zanašajo na učitelja kot glavni vir znanja.

Pripomba za učitelja

Raziskave so pokazale, da učenci lahko vzamejo simulacije in animacije preveč dobesedno, in potemtakem preveč poenostavijo razumevanje zapletenih fizikalnih pojavov, ki jih le-te predstavljajo. Zaradi teh razlogov je pomembno, če je mogoče, da so simulacije uporabljene v kombinaciji z realnimi eksperimenti, in da učitelji aktivno pomagajo učencem, da si zgradijo razumljivo sliko o naravi modelov in njihovi funkciji v znanosti. (Wellington, 2004)

Glavne oblike IKT, primerne za šolsko fiziko

Veliko oblik IKT je uporabnih v učilnici fizike:

Orodja za pridobivanje podatkov, obdelavo in predstavitev

Ta orodja² lahko pomagajo podpirati praktične aktivnosti znanstvenih raziskav. Priklop na sistem s podatki lahko spremeni kvantitativno izmerjene podatke (npr. temperatura, tok, energija) v podatke na zaslonu; orodja za postopanje s podatki študentom dovoljujejo tabelirati zbrane podatke preko priklopa ali eksperimentiranja.

Delovni listi se potemtakem uporabljajo za preoblikovanje podatkov.



Slika 10: Učenje fizike z uporabo IKT

note

2. na BECTA-i lahko najdemo koristne povezave in programje za obdelavo podatkov
<http://curriculum.becta.org>

Programska oprema za multimedijo

za demonstracije pojavov (npr. SUPERCOMET) in/ali simulacije procesov v dejanskih eksperimentih (npr. "krokodilčki")

Multimedijska programska oprema, kot je SUPERCOMET, ponavadi vsebuje vizualne in slušne efekte, pojasnjevalne nize, animirane grafike, inštruktorske ali interaktivne naloge, prikaze slik in interaktivno enciklopedijo. To omogoča študentom, da izvršijo dejansko tiste eksperimente, ki jih drugače v razredu ne bi mogli. Hkrati jim dovoljuje primerjavo podatkov, ki jih dobijo iz modelov.

Informacijski sistem

CD-ROM-i, DVD-ji, internet, intranet in video, objavljala in predstavljena orodja (npr. Word, Power Point), digitalna snemalna oprema – fotografski aparati in videokamere

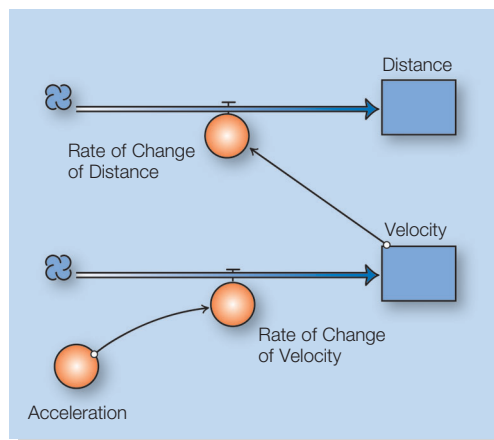
Internet in CD-ROM-i se lahko uporabljajo kot vir informacij, hkrati pa je to podpora

k učiteljevemu načrtovanju in analizi. Učitelji in študentje lahko uporabljajo kamere za snemanje filmov, ki jih lahko vključijo v predstavitve, ki so narejene z ustrežno programsko opremo, npr. Power point, ali pa jih vključijo v svoje spletne strani, kot npr. FirstClass.

Računalniško projekcijska tehnologija

interaktivne bele table, projektor in zaslon, zunanji monitor ali TV

Računalniška projekcijska tehnologija je pomembna pri poučevanju znanosti: lahko se uporablja v kombinaciji z vso višjo tehnologijo za predstavitve ali za izvedbo demonstracij in njihovo snemanje. Interaktivna bela tabla omogoča študentom, da so bolj aktivni pri učni uri.



Slika 11: Preprost model kinematike STELLA

Zakaj uporaba IKT pri poučevanju fizike?³

Uporaba IKT v kurikulumu (anglija) je bila s statutom določena zahteva od leta 1989, ko je bil nacionalni kurikulum prvič upeljan. Nedaven pregled (Osborne & Hennessy, 2003) je razkril, da ima IKT potencialne možnosti, da bo resnično preoblikovala poučevanje in učenje v razredu. Naštejmo nekaj prednosti:

IKT pomaga stopnjevati delovno uspešnost; izločitev težavnih procesov

- Uporaba IKT (zlasti shranjevanje podatkov, rokovanje in risanje) lahko poenostavi reševanje zahtevnih nalog, kot je zahtevno merjenje, izvedba zahtevnega preračunavanja ali risanje grafov.
- Možno je zajeti in primerjati veliko število rezultatov, ki jih zajemamo med razredi v različnem času.
- IKT izboljšuje produktivnost študentov in kvaliteto njihovega dela.
- Interaktivne računalniške simulacije preprečujejo, da bi izgubljali čas pri pripravi opreme.
- IKT je hitrejša od ročnih procesov, zasnovana je bolj natančno in povzroča manj zmešnjav s podatki, hkrati bolj jasno ilustrira pojav.
- Vnaprej izbrane povezave na delovnih listih prihranijo študentom čas pri iskanju zanesljivih virov.
- IKT ponuja učiteljem vzajemno delovanje, učitelj ima več časa za študente, za nudenje pomoči in analizo njihovega dela.
- Izpis trenutnih podatkov je lahko močna vzpodbuda za diskusijo in razlago in dovoljuje učiteljem takojšnjo povezavo med pojavom in njegovim modelom.
- Uporaba računalniškega modeliranja in simulacij omogoča študentom raziskati veliko več zahtevnih modelov in procesov, kot bi jih bilo možno izvesti v razredu.

note

³ za širšo debato o uporabi IKT v poučevanju naravoslovja naj se bralec seznani z "Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions," Osborne & Hennessy (2003).

Širitev pouka z novimi metodami

- IKT in internet dajeta študentom dostop do obsežnih območij sodobnih orodij in virov informacij, ter s tem narašča veljavnost in verodostojnost šolskega dela bolj kot le z uporabo knjig in drugih virov.
- Študentje so sposobni bolj tesno povezati naučeno z življenjem.
- Stik z različnimi idejami učencem nudi razvoj višjih spretnosti in zaznati je naraščanje zanimanja za učenje, kar je več kot jim lahko nudi učitelj ali kar je predpisano s kurikulumom.
- Učitelji in učenci imajo z uporabo IKT omogočeno opazovanje in vplivanje na simulacije, animacije ali pojave na nov način, kateri bi bili nevarni, prezapleteni in predragi za šolsko uporabo.
- Pri virtualnem prikazovanju dejanskih pojavov imamo možnost mnogokratnih ponovitev, kolikokrat je potrebno za učence, kar pa je nemogoče pri resnični izvedbi.



Slika 12: Interaktivna bela tabla

Podpora raziskavam in eksperimentiranju

- Uporaba grafičnih in modelirnih orodij, tako kot interaktivnih simulacij, predstavlja več eksperimentiranja, igrivega načina, pri katerem se učenci usmerijo v raziskovanje in lahko preverjajo ideje.
- Ključna pedagoška tehnika Predvidi-Opazuj-Razloži je močno olajšana preko opazovanja grafov ali modelov na zaslonu.
- Hitre predstavitve podatkov in vplivanje na računalniške modele prikazujejo znanstvene pojave ali ideje, na samo da predvidevajo neposredne možnosti za učenje in analizo, ampak tudi vzpodbujajo učence, da se vprašajo "Kaj pa če...?" in s tem sledijo vodenim aktivnostim, potem ko so že predvideli potek ali rezultat.
- Medsebojno vplivajoča in dinamična narava IKT orodij, kot so delovni listi, podpira ponavljanje in utrjevanje učne snovi.

Osredotočanje na problemsko reševanje vprašanj

IKT orodja lahko pomagajo:

- Študentje si zamislijo proces bolj jasno in izpeljujejo kvalitativne ali numerične odnose med ustreznimi spremenljivkami.
- Usmerjajo pozornost na problemsko reševanje vprašanj.
- Pozornost študentov narašča pri osnovnih značilnostih vprašanj (problemov) in težko razumljivih konceptih (npr. tok in magnetno polje).
- Učenci lažje in hitreje dobijo ideje, izoblikujejo nove ideje in jih prenesejo v miselne povezave.
- Med nastajanjem grafa imajo učenci osredotočeno pozornost na zaslon, kar je posebno pomembno pri obnašanju nepričakovanih podatkov.
- Računalniški analitični pripomočki so prednostni pred ročnimi metodami, ki dovoljujejo holističen in kvalitativen pristop, ker učenčeve analize in odnose med spremenljivkami prikažejo grafično, kar je boljše kot s številčnimi prikazi.

Vzgojanje samostojnega in sodelovalnega učenja

- Uporaba IKT za raziskovalne in eksperimentalne namene ponuja učiteljem močno vzpodbudo za aktivno učenje, učečim pa več odgovornosti in kontrole.
- Učenci izvršijo raziskave ali praktične aktivnosti z uporabo IKT, pri čemer naredijo več, ne pa vsega, neodvisno od učitelja.
- 'Neodvisno' ne pomeni, da učenci delajo sami. Bližnje sodelovanje študentov, ki delajo skupaj na nalogi, si delijo znanje in izkušnje, in oblikujejo skupne zaključke, pa postaja prevladujoč model pri uporabi izobraževalne tehnologije.

Izboljšanje motivacije in dela

- Dobro so dokumentirani motivacijski efekti ob uporabi IKT, kar je videti bistveno bolj zanimivo in vznemirljivo za učence, kot pa uporaba drugih virov.
- IKT ponuja možnosti za veliko povečanje kvalitete predstavitev, ki vključujejo uporabo gibanja, svetlobe, zvoka, barv in je bolj zanimivo in pristno kot mirujoč tekst in slika.

Uporaba IKT lahko večja učenčeva vztrajnost in sodelovanje preko privlačnosti laboratorijskih aktivnosti, ne samo v smislu novosti in raznolikosti, ampak tudi s predvidevanji takojšnjih in natančnih rezultatov in zmanjšanja trdega dela.

Načini uporabe IKT v razredu

Ena od možnosti, ki se ponujajo ob uporabi pričujočega CD-ROMa, je serija dejansko izvedenih poskusov ob zajemanju podatkov s pomočjo računalniških vmesnikov in sočasnim risanjem različnih grafov. Poskusi so ob ponavljanju podprti s simulacijami na CD-ROMu. Experimente lahko tudi posnamemo in ob analizi in ponavljanju predvajamo posnetke.

Čeprav je videti poln razred računalnikov in ustrezne programske opreme idealno za poučevanje, si šole tega ne morejo privoščiti. To pa ni vedno slabo: uporabijo naj alternativne metode dela, ki kličejo po aktivnem delu študentov, kar je zelo učinkovito.

Demonstracijski poskusi

Demonstracijski poskusi uporabljeni v povezavi s priklopom na sistem podatkov in sočasno risanje grafov je lahko zelo učinkovito, posebno če učitelji povprašajo učence, kaj predvidevajo in kakšen graf pričakujejo, preden začnejo z demonstracijo. Ta možnost je najbolj primerna za eksperimente, ki vključujejo drage in manj vzdržljive senzorce ali nevarne snovi, kot je npr. tekoči dušik. Uporabljanje grafov oblikovanih med uro je lahko koristno pri ponavljanju, pomaga študentom osvežiti že videne eksperimente in demonstracije.

Uporaba podatkovnih povezav kot običajna oprema

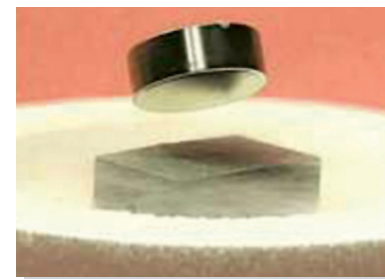
Ko imamo na voljo več kot en komplet opreme, toda ne dovolj za cel razred, potem obstajajo druge možnosti. Učitelj in /ali skupina študentov lahko zbirajo podatke s priklopom na podatkovne baze, medtem ko drugi uporabljajo običajno opremo. To je posebno uporabno, ko proučujemo pojav, ki ga ne moremo dokončati znotraj ene ure, npr. ko opazujemo ohlajevalno krivuljo in latentno toploto.

Nabor eksperimentov in podatkovno-obdelovalna ura

Če je v razredu na voljo le določeno število računalnikov s priklopom na podatkovne baze ali s simulacijsko programsko opremo, jih lahko uporabiš kot del eksperimentov po postajah ali kot podatkovno-obdelovalno uro. Krog eksperimentov tipično vključuje določeno število praktičnih aktivnosti razporejenih po razredu, z učenci, ki krožijo po posameznih eksperimentih. Lahko npr. postaviš niz kratkih eksperimentov iz magnetizma. Podatkovno-obdelovalna ura je podobna, toda glavno osredotočenje razredne aktivnosti ni na praktičnih eksperimentih, ampak na uporabi, primerjavi, pregledu in izpisu podatkov.

Pol-pol ura

Tak pristop je uporaben v primeru, ko je dovolj računalnikov za polovico razreda. Polovica razreda dela z računalnikom, druga polovica pa je zaposlena z drugimi praktičnimi aktivnostmi. Po polovici ure se učenci zamenjajo.



Slika 13: Magnet lebdi nad superprevodnim diskom

Uporaba obstoječih virov o superprevodnosti

Iskanje gesla superprevodnost z iskalnikom Google, prinese skoraj pol milijona povezav (linkov). Torej lahko pričakuješ, da je velika količina gradiva dosegljiva in ga lahko uporabiš pri poučevanju. Ta sestavek ti ponuja nekaj namigov, kako najti in ovrednotiti to gradivo. Drugi viri namigov so bili predvideni na koncu tega vodnika, da vam pomagajo pri odločitvi za ustrezen vir.

Nakaj nasvetov pri iskanju znanstvenih in sorodnih informacij na internetu

Ponavadi ni pametno dovoliti študentom iskati povezav uporabnih virov na internetu med poukom, ker to pomeni izgubo časa, učitelj pa tudi ne more kontrolirati kvalitete najdenih virov. Bolje je dati študentom preizkušen in varen seznam URL naslovov, ki naj jim sledijo. Brez predhodne izbire le-teh, nepotrebno trošimo čas v učni uri. Naslednja vprašanja bodo mogoče pomagala:

- Ali je informacija, ki jo iščeš, lahko najti v enciklopediji? Če je, obišči on-line enciklopedijo, ki ti ponudi uporabne povezave in tudi druge informacije.
- Ali bi rad našel informacije na točno določenem mestu? Npr. slike lebdečega vlaka lahko najdeš na www.maglev-train.com, medtem ko informacije o CERN pospeševalcu delcev lahko poiščeš na www.cern.ch.
- Če ti ne uspe, poskusi z direktorijem, kot so le-ti dosegljivi na ASE strani (www.ase.org.uk) ali na www.superconductivity.org.

Če nič od zgoraj navedenega ne ustreza, moraš nadaljevati z iskanjem.

Nasveti pri uporabi z iskalnikom

- Uporabi različne črkovalnike, da si prepričan, da ne izpustiš ameriških virov. Npr. iskanje 'behavior' kot tudi 'behaviour'.
- Uporabi različne izraze. Npr. 'teaching materials' in tudi 'teaching resources'.
- Uporabi več različnih iskalnikov. Uporaba le enega iskalnika ne določa izčrpnega iskanja.

Vrednotenje informacij

BECTA (www.ictadvice.org.uk) ponuja naslednje predloge za vrednotenje internetnih strani:

- Ali vsebina nedvoumno določa učne cilje?
- Ali je vsebina točna, sodobna, razumno obsežna, objektivna, ali tudi razčisti s predsodki, primerna za učečega in uporablja ustrezen besednjak?
- Ali je vmesnik spoznaven, z dobro organiziranim gradivom in jasnimi usmeritvami?
- Ali je vsebina pomembno interaktivna, ali zaposli učečega s ključnimi vsebinami ali koncepti? Ali pa oblikuje le navidezne aktivnosti, ki učečega zlahka prevzamejo, boljše učinke pa bi dosegel brez računalnika. Npr. "dice-rolling" ali simulacija magnetnega privlaka.
- Ali vir omogoča podporo in daje povratno informacijo?
- Ali vir poveča sodelovalno učenje, s tem da vzpodbuja učeče k pogovoru o problemih, k delitvi informacij in idej, in doseganju skupnih dogovorov?
- Ali je vir tehnično stabilen?

Iskanje, prirejanje in delitev učnega gradiva o superprevodnosti

Uporaba obstoječih virov o superprevodnosti

Pojavlja se vedno večje število 'online' baz podatkov in virov učnih gradiv. Čeprav nekaj podatkovnih baz vsebuje samo gradivo o superprevodnosti, mnogo pa jih vsebuje tudi o magnetizmu in elektriki. Ali bi tudi ti prispeval svoje učno gradivo? www.resourcefulphysics.org – prispevki, ki jih dobimo na tej internetni strani so namenjeni študentom in učiteljem fizike za poučevanje 11-19-letnikov.

<http://alpha.smete.org/smete/> – podatkovna baza za učne pripomočke, ki jih odkriva, vzdžuje in dopolnjuje SMETE Open Federation

www.practicalphysics.org – internetna stran za učitelja, da si izmenjujejo eksperimente

www.physics.org – Inštitut za fiziko, ki ima mnogo povezav na učna gradiva o superprevodnosti

Prirrejanje učnih gradiv

Ko najdemo določeno učno gradivo, naj bi si zastavili naslednja vprašanja:

- Ali je vir primeren glede na učne cilje?
- Ali gradivo ustreza ravni tvojih učencev?
- Ali vir predstavlja del, ki bo ustrezal tvojemu učnemu načrtu?
- Kako lahko je gradivo za uporabo?
- Ali imate na voljo potrebne pripomočke in računalniško opremo, ki jo zahteva vir?
- Ali so gradiva dosegljiva? (Glej www.techdis.ac.uk za nasvet)

Verjetno boste morali uvesti nekaj sprememb v vir, preden ga boste uporabili pri poučevanju v določenem kontekstu.

Izmenjava učnih gradiv

Če ustvarite nova učna gradiva o superprevodnosti za učence in učitelje, pomislite, morda bi jih delili z drugimi? Ustvarjena je nova SUPERCOMET 'online' skupnost – glej stran www.supercomet.no za več informacij.

Avtorske pravice izdaj

Vedno pozorno preverite intelektualne avtorske pravice (Intellectual Property Rights) vseh gradiv, ki jih uporabite. BECTA zagotavlja uporaben vodnik na tem področju: (dosegljivo na www.ictadvice.org.uk)

Modul 1. Magnetizem električnih vodnikov in magnetov

Ta modul povezuje magnetne sile, ki se pojavljajo v naravi in jih je enostavno opazovati, s konceptom magnetnega polja. Kose snovi z magnetnimi lastnostmi imenujemo magneti, okoli magnetov (in v njih) obstaja magnetno polje.

Pri pripravi gradiva so sodelovali Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm in Sara Ciapparelli

Predznanje

Za delo s SUPERCOMETom je potrebno, da učenci

1. vedo, da v naravi obstajajo magnetne sile.
2. vedo, da imajo magneti dva pola in da se pola privlačita ali odbijata na daljavo.
3. vedo, da je v področju, kjer obstajajo magnetne sile, magnetno polje.
4. vedo, da je mogoče magnetno polje vizualizirati s silnicami.

Učni cilji

Kot rezultat dela z učnim materialom, ki ga ponuja SUPERCOMET, bi morali biti učenci sposobni

Znanje

- vedeti, za obstoj zemeljskega magnetnega polja.
- vedeti, da imajo nekatere kamnine magnetne lastnosti, kar je vodilo do odkritja mnogih pojavov povezanih z magnetizmom.
- vedeti, da sta elektrika in magnetizma dva obraza istega pojava.
- vedeti, da so ob električnih tokovih vedno pojavi magnetno polje.

Razumevanje

- opisati pomembnost Ørstedovega poskusa.

Veščine

- uporaba pravila desne roke za določanje smeri magnetnega polja okoli električnega vodnika.
- risanje silnic magnetnega polja okoli magnetov običajnih geometrij (paličasti magnets, podkvasti magnets).

Učni cilji, ki niso obdelani v SUPERCOMETu

Izhajajoč iz SUPERCOMETu komplemetnarnih učnih aktivnosti, naj bi bili učenci sposobni:

1. spoznati, da je magnetno polje vedno povezano z gibajočimi se nabitimi delci.
2. spoznati, da je odboj med magnetoma test le za permanentne magnetne.
3. navesti pogoje, pri katerih se lahko pojavi odboj zaradi magnetne sile.
4. naštetih aparate ali stroje v katerih so uporabljeni permanentni magneti.
5. si predstavljati, kako se obnaša kompas na zemeljskih polih.
6. raziskati probleme uporabe kompasa na železnih ladjah.
7. uporabiti kompas pri orientaciji.
8. razložiti, zakaj so ljudje (posebej otroci) navdušeni nad magneti.

Predlogi dejavnosti pri pouku

Učni cilji, obravnavani v tem modulu, so lahko pri pouku povezani z različnimi dejavnostmi:

1. Načrtovanje in komuniciranje

Izdelajte zabavno magnetno igrabo za majhne otroke. Izdelajte letak kot spremljevalno gradivo k igrački ter opišite in razložite delovanje igrabe za starše, ki bodo morali odgovoriti na otroška vprašanja.

2. Načrt orientacijskega pohoda z uporabo kompasa

Učenci imajo pred seboj zemljevid z začrtano potjo. Načrtujte navodilo za skupino ljudi, ki bo pot

poskušala prehoditi le ob pomoči kompasa. Predpostavite, da so koraki odraslih ljudi dolgi približno en meter.

3. Kje in kdaj so prvič odkrili magnet?**Za kaj so jih uporabljali?**

Podoben scenarij kot zgoraj. Razložite, kako kompas pomaga mornarjem na morju. Na kaj so se morali zanašati pred poznavanjem kompasa? Zakaj samo kompas za mornarja ni dovolj? Napišite in zaigrajte igro o zgodnjem odkrivanju magnetnih snovi. Predpostavite, da ste zgodovinski uporabniki teh zgodnjih odkritij. Poskusite prepričati nekoga, da je v megli z vami varen, saj boste znali najti pot.

Silka 14-15: Zelo velik in močan magnet.



Ta modul povezuje magnetne sile, ki se pojavljajo v naravi in jih je enostavno opazovati, s konceptom magnetnega polja. Nekatere snovi imajo magnetne lastnosti, nekatere pa ne. Kose snovi z magnetnimi lastnostmi imenujemo magneti, okoli magnetov (in v njih) obstaja magnetno polje.

Pri pripravi gradiva so sodelovali Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm in Sara Ciapparelli

Predznanje

Za delo s SUPERCOMETom je potrebno, da učenci

1. vedo, da v naravi obstajajo magnetne sile.
2. vedo, da imajo magneti dva pola in da se pola privlačita ali odbijata na daljavo.
3. vedo, da je v področju, kjer obstajajo magnetne sile, magnetno polje.
4. vedo, da je mogoče magnetno polje vizualizirati s silnicami.
5. vedo, da so ob električnih tokovih vedno pojavi magnetno polje.

Učni cilji

Kot rezultat dela z učnim materialom, ki ga ponuja SUPERCOMET, bi morali biti učenci sposobni

Znanje

- vedeti, da sta elektrika in magnetizema dva obraza istega pojava.
- vedeti, da je magnetno polje okoli tuljave podobno magnetnemu polju paličastega magneta
- poznati razliko med lastnostmi paramagnetnih, diamagnetnih in feromagnetnih materialov.
- vedeti, da se lahko feromagnetni materiali v zunanjem magnetnem polju namagnetijo.
- vedeti, da feromagnetni materiali izgubijo

magnetne lastnosti in postanejo paramagnetni, če jih dovolj segrejemo.

Razumevanje

- opisati, kako je magnetno polje tuljave povezano z magnetnim poljem električnega vodnika
- opisati pomen železnega jedra v tuljavah.
- predstaviti enostaven opis magnetnih domen.

Veščine

- uporabiti pravilo desne roke za določanje smeri magnetnega polja v tuljavi
- vizualizirati magnetno polje okoli zanke in tuljave.

Učni cilji, ki niso obdelani v SUPERCOMETu

Izhajajoč iz SUPERCOMETu komplemetnarnih učnih aktivnosti, naj bi bili učenci sposobni:

1. raziskati uporabo tuljav kot elektromagnetov.
2. raziskati razlike med tuljavami z in brez železnih jeder.
3. raziskati, kako so magneti izdelani in katere snovi uporabijo za njihovo izdelavo.
4. raziskati, kako je bil magnetizem odkrit in kako so bili poimenovani poli.
5. raziskati probleme uporabe kompasa na železnih ladjah.

Predlogi dejavnosti pri pouku

Učni cilji, obravnavani v tem modulu, so lahko pri pouku povezani z različnimi dejavnostmi:

1. Išči

Uporabite kompas pri iskanju skritih magnetov in koščkov železa.

2. Domišljija

Predstavljajte si, da so v podplatih vaših čevljev vgrajeni močni magneti. Morate prehoditi področje, kjer so tla na določenih mestih iz železa. Na železo nočete stopiti, ker bi vas prilepilo ob podlago. Kako

boste izbrali svojo pot čez področje? Kaj boste naredili, da se ognete področjem iz železa? Čevljev ne morete sneti.

3. Izdelava magnetov

Danes uporabljamo magnetne v mnogih aparatih (dinamo, igrače, na vratih omar, v elektromotorjih), da mora obstajati tovarna, ki jih izdeluje v velikih količinah. Poskusite se povezati s proizvajalcem magnetov in poizvedeti, kako jih delajo, iz česa jih delajo in koliko jih naredijo v enem dnevu. Poiščite informacije tudi na internetu ali v šolski knjižnici.

Prevod ni enak angleškemu izvorniku, ker je le-ta mestoma napačen. Ta modul uporablja animacije, ki povezujejo pojave magnetizma in elektrike. Magnete in tuljave lahko uporabimo za pretvorbo mehanske energije v energijo povezano z električnimi tokovi. Del te energije predstavlja tudi energija magnetnega polja, ki obda električni vodnik, po katerem teče električni tok. Pojavi, ki so tema tega modula, omogočajo delovanje transformatorja.

Pri pripravi gradiva so sodelovali, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engström in Sara Ciapparelli

Predznanje

Za delo s SUPERCOMETom je potrebno, da učenci

1. znajo uporabiti koncepte: magnetno polje, magnetna sila in magnetizem.
2. vedo, da je v prostoru okoli električnega naboja električno polje.
3. vedo, da se po električnih vodnikih gibljejo elektroni.
4. vedo, da sta "elektrika" in "magnetizem" povezana
5. vedo, da so ob električnih tokovih vedno pojavi magnetno polje.

Učni cilji

Kot rezultat dela z učnim materialom, ki ga ponuja SUPERCOMET, bi morali biti učenci sposobni

Znanje

- poznati pomen in pravilno uporabljati besede: indukcija, tuljava, električni krog, električni tok, magnetni pretok, generator, rotor, stator, dinamo
- prepoznati, da sta elektromotor in generator isti električni aparat
- naštetih primere uporabe tuljav v vsakdanjem življenju (transformator, elektromotor, generator, mikrofona, zvočnik, SQUID)

Razumevanje

- opisati elektromagnetno indukcijo.
- pojasniti vlogo magneta pri elektromagnetni indukciji.
- opisati delovanje generatorja za izmenični tok in vlogo tuljav, magnetov, vrtenja in indukcije.

Učni cilji, ki niso obdelani v SUPERCOMETu

Izhajajoč iz SUPERCOMETu komplemetnamnih učnih aktivnosti, naj bi bili učenci sposobni:

1. Opisati in razložiti delovanja transformatorja.

Predlagane teme za pogovor

1. Kako je mogoče polniti akumulatorsko baterijo prenosnika ali mobilnega telefona (npr. aparat deluje na napetost 3,5 V) preko vtičnice z napetostjo 220 V?
2. Zakaj se transformator greje?

Predlogi dejavnosti pri pouku**1. Transformatorji**

Razgradite star neuporaben transformator (od mobilnega telefona ali prenosnika) in pogledajte, kako je sestavljen.

Modul 4

Električna prevodnost

V modul so vključene animacije, ki vizualizirajo dogajanja povezana z električno prevodnostjo. Nekateri materiali prevajajo električni tok, drugi so izolatorji, nekateri so polprevodni, drugi so superprevodni.

Pri pripravi gradiva so sodelovali Jenny Frost, Helge Ræder, Knut Bodsberg, Carl-Axel Husberg, Vegard Engstrøm in Sara Ciapparelli

Predznanje

Za delo s SUPERCOMETom je potrebno, da učenci

1. znajo uporabljati koncepte električne upornosti, električnega toka itd.
2. vedo, da je telo električno nabito, če je na ali v njem več ali manj negativno kot pozitivno nabitih delcev
3. znajo opisati lupinski model atomov
4. prepoznajo premo in obratno sorazmerje med opazovanimi spremenljivkami
5. ločijo med toploto in temperaturo

Učni cilji

Kot rezultat dela z učnim materialom, ki ga ponuja SUPERCOMET, bi morali biti učenci sposobni

Znanje

- uporabljati besede in razumeti njihov pomen: prevodnik, polprevodnik, uporni, izolator, presek, upornost, prevodnost, temperaturni koeficient, povprečna prosta pot, mreže, nosilec naboja, elektron, vrzel, ion, energetska izguba
- prepoznati elektrone, vrzeli in ione kot nosilce naboja
- prepoznati nekatere znane prevodnike, izolatorje in polprevodnike

Razumevanje

- opisati povezavo med energijo kristalne mreže zaradi nihanja atomov (in njeno povezavo s temperaturo) in upornostjo električnega prevodnika

- opisati razliko med enosmernim in izmeničnim tokom glede na gibanje nosilcev električnega naboja in električno polje.
- zapisati povezavo med električno napetostjo, električnim tokom in uporom (Ohmov zakon)
- zapisati povezavo med uporom, presekom, dolžino upornika in upornostjo snovi

Veščine

- uporabiti Ohmov zakon v konkretnih izračunih
- uporabiti povezavo med električnim delom in gretjem snovi
- izračunati upor upornika iz podane snovi in njegove geometrije

Predlagane teme za pogovor

1. Koliko električnega dela se porabi za nekoristno gretje okolja zaradi električnega toka skozi žice od elektrarne do uporabnika?
2. Koliko električnega dela je mogoče prihraniti s povečanjem napetosti na daljnovodih?

Predlogi dejavnosti pri pouku

1. Merjenje izmeničnega toka

Uporabite merilnik za merjenje enosmernega toka in poskusite izmeriti izmenični tok. Uporabite frekvenčno spremenljiv vir električnega toka. Kaj se dogaja z merilnikom, ko frekvenca izmeničnega toka narašča?

Modul 5

Uvod v superprevodnost

Ta modul uvaja uporabnika v koncept superprevodnosti in povezave z elektriko in magnetizmom. Podan je pregled osnovnih pojavov, ki jih zaobjema superprevodnost, lastnosti različnih oblik superprevodnikov in teoretična razlaga.

Prispevali so Jenny Frost, Mojca Čepič, Gorazd Planinšič, Anton Ramšak, Jo Smiseth, Kristian Fosheim, Vegard Engstrøm

Predznanje

Za razumevanje poglavja je za učence potrebno, da:

1. poznajo elektriko in magnetizem
2. so sposobni ločiti med električnimi prevodniki, polprevodniki in izolatorji
4. poznajo povezavo med električno prevodnostjo in temperaturo za električne prevodnike vključno z osnovami mrežne dinamike

Učni cilji

Pojavi

Učenec naj bi ob koncu tega modula:

- imel vzbujeno zanimanje za obnašanje superprevodnikov
- bil sposoben opisati pojave iz elektrike in magnetizma povezane s superprevodnostjo
- bil sposoben primerjati obnašanje superprevodnikov in polprevodnikov oziroma prevodnikov;
- bil sposoben ločevati magnetne lastnosti permanentnih magnetov in superprevodnikov;
- bil sposoben pojasniti pomen naslednjih terminov v povezavi s pojavi v superprevodnosti: upornost; keramični materiali; kritična temperatura; kritično magnetno polje; kritični tok; diamagnetizem; fazna

spremenba; levitacija; Meissnerjev pojav; "pinning"; superprevodnik tipa I in tipa II; visoko in nizko temperaturni prevodniki;

- imel dovolj znanja, da razume, zakaj so superprevodniki uporabni v medicini in prometu

Teorija

Ob koncu tega modula naj bi učenec:

- uvidel teoretične težave, ki jih je predstavljala (jih še vedno predstavlja) superprevodnost za znanstvenike;
- razumel, izhajajoč iz nekaterih že osvojenih področij elektrike in magnetizma ter vedenja o dinamiki kristalne mreže, nekatere razlage superprevodnosti;
- razumel, da so kvantni pojavi pomembni pri zelo nizkih temperaturah in da nekatere razlage niso preproste;
- se zavedal naslednjih izrazov, ki jih se uporabljajo pri razlagah superprevodnosti: povprečna hitrost elektronov, vrtilnični električni tokovi, vdorna globina magnetnega polja, Cooperjevi pari, fononi, vrtinci, fermioni, bozoni.

Opomba: Obravnava te snovi bo različna za različne starostne skupine in izobraževalne programe.

Učni cilji, ki niso obdelani v SUPERCOMETu

Če se učenci dotaknejo problema delovanja polprevodniških diod pri nizkih temperaturah, bodo razširili tudi svoje znanje o vplivu nizkih temperatur na valenčne in prevodne pasove v polprevodnikih. CD Rom za ta pojav ne ponuja razlage, čeprav ponuja vire z odgovori.

Predlogi dejavnosti pri pouku

Iz področja superprevodnosti obstaja mnogo dejavnosti, kot npr.

1. Demonstracijski poskusi
2. Razmislek
3. Raziskava drugi (sekundarnih) virov

Stran 194-202, Tema 'Predlagane učne ure iz superprevodnosti', podaja nekatere predloge za dejavnosti pri pouku.

Ta modul vsebuje kronološki pregled eksperimentalnih odkritij in teoretičnih spoznanj ter uporabe superprevodnikov. Kdo so bili znanstveniki in sodelavci dobitnikov Nobelovih nagrad? Kaj so najnovejša odkritja na tem področju?

Pri pripravi gradiva so sodelovali **Jo Smiseth, Kristian Fosheim, Asle Sudbo and Vegard Engström**

Predznanje

Za delo s SUPERCOMETom je potrebno, da učenci

1. vedo, da obstaja pojav imenovan superprevodnost
2. vedo, da je superprevodnost povezana z elektriko in magnetizmom
3. vedo za značilne lastnosti superprevodnega stanja (upornost in magnetna permeabilnost izgine)
4. vedo, da je potrebno snov ohladiti pod kritično temperaturo, da postane superprevodna

Učni cilji

Kot rezultat dela z učnim materialom, ki ga ponuja SUPERCOMET, bi morali biti učenci sposobni

Znanje

- poznajo nekatera pomembnejša odkritja in teorije povezane s superprevodnostjo
- poznajo znanstvenike in sodelovanja med njimi, ki so vodila do odkritij in teorij
- poznajo današnja prizadevanja za izboljšanje eksperimentalnega poznavanja lastnosti in teoretične razlage zanje

Razumevanje

- razumejo, kako raziskave privedejo do podatkov in kako razložiti njihov pomen
- utemeljijo, kako so eksperimentalna spoznanja o superprevodnosti povezana s teorijo superprevodnosti

- razpravljajo, ali so bila odkritja v superprevodnosti vzpodbujena s teoretičnimi ali eksperimentalnimi raziskavami

Učni cilji, ki niso obdelani v SUPERCOMETu

Ta modul je težko dopolnjevati z dodatnimi aktivnostmi razen branja knjig in člankov, ki pa so najverjetneje zanimivi le za močno motivirane posameznike.

Predlogi dejavnosti pri pouku

Učne cilje tega modula je mogoče povezati z nekaterimi dejavnostmi pri pouku:

1. Razmislite, ali bi bilo mogoče, da superprevodnost ne bi bila odkrita do danes (pojav je bil odkrit leta 1911) in kakšni bi lahko bili razlogi.
2. Razmislite, ali bi bilo mogoče, da visokotemperaturna superprevodnost ne bi bila odkrita do danes (pojav je bil odkrit leta 1985) in kakšni bi lahko bili razlogi.
3. Predstavljajte si, da jutri odkrijejo superprevodne materiale pri sobnih temperaturah. Kaj bi to lahko pomenilo za uporabo?
4. Preberite nekaj knjig in člankov o raziskovalcih superprevodnosti.
5. Naredite nekaj modelov in/ali predstavitev (pisno, ustno ali elektronsko) o možni uporabi sobno temperaturnih superprevodnikov.



Upoštevajte, da morajo biti vse dejavnosti prilagojene posebnostim učnega programa in morebitnim posebnostim razreda. Dejavnosti v nadaljevanju so le predlogi in jih po potrebi za delo v svojem razredu prilagodite ali spremenite. Ljudje, ki se ukvarjajo s SUPERCOMETom bodo veseli vaših pripomb in predlogov, v ta namen obiščite internetno stran SUPERCOMETa na www.supercomet.no.

Učinek temperaturnih sprememb na upornost kovin in superprevodnost

Datum: **Razred:** **Blok - ura**

Učni cilji

Ob koncu ure naj bi učenec:

- Razumel učinek temperaturnih sprememb na upornost kovin in vedel, da postanejo nekatere snovi superprevodne
- Vedel, da se superprevodniki obnašajo drugače kot prevodniki
- Poznal razliko med nizko temperaturnimi in visoko temperaturnimi superprevodniki
- Bi bil sposoben skicirati graf temperaturne odvisnosti upornosti za električni prevodnik in za superprevodnik.
- Razumeti pomen najvišje kritične temperature

Potrebujete

Računalniki za skupine po štiri učence
LED
SUPERCOMET software naložen na vse računalnike
Tekoči dušik
Bakrena žica s priključki
YBCO superprevodnik s priključki
2 bateriji
3 volt žarnice z držalom
Merilnik napetosti
Računalnik, ki omogoča sprotno zapisovanje meritev

Varnost

Rokovanje s tekočim dušikom je nevarno.

Čas Struktura učne ure

Najpomembnejši cilji: Kako vplivajo spremembe temperature na upornost različnih materialov? Ponovitev: upornost različnih, že znanih materialov.

5. min

Vprašajte učence, kaj se bo zgodilo, ko v tekoči dušik potopimo LED? Izvedite pokus. V tekoči dušik za 10 sekund potopite LED. Opazujete, kaj se dogaja. Vprašajte učence, kaj so pri poskusu opazili. Razložite učinek znižanja temperature na baker.

Čas

Struktura učne ure

20. min

Učenci naj napovedo odvisnost prevodnosti od temperature tudi za zelo nizke temperature in naj ga narišejo. Eden od učencev naj nariše skiciran graf na tablo. Povežite baterije, polprevodnik in merilnik napetosti povezan na računalnik. Potopite polprevodnik za 10 sekund v tekoči dušik, odstranite ga iz tekočega dušika in ga pustite in naj se na sobni temperaturi greje. Rezultate meritev posredujte celotni skupini. Vpeljite temperaturni koeficient upornosti

35. min

Učenci naj v skupinah po tri z uporabo SUPERCOMETa (in po potrebi interneta) skicirajo graf upornosti v odvisnosti od temperature. Eden od učencev naj napoved skicira na tablo.

50. min

En učenec iz skupine naj se pridruži skupini A, drugi skupini B, tretji skupini C in četrti skupini D. Vsaka od skupin naj s pomočjo SUPERCOMETa in interneta poišče podatke za upornosti in kritično temperaturo za spodaj naštetih materiale.

Skupina A	Skupina B	Skupina C	Skupina D
Baker	Živo srebro	YBCO	Ogljik
Srebro	Svince	BSCCO	Guma
Zlato	Niobij	Tl ₂ Ba ₂ Ca ₂ Cu ₃ O ₁₀	Porcelan

Vsaka skupina naj nariše graf upornosti v odvisnosti od temperature. Upošteva naj tudi kritično temperaturo, kjer ta obstaja.

70. min

Učenci naj ponovno formirajo začetne skupine in poročajo o svojih podatkih. S pomočjo SUPERCOMETa naj poskušajo razložiti svoje podatke.

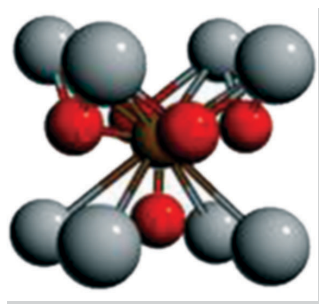
90. min

Po en učenec iz prvih treh skupin (A, B, C) naj na tablo skicira odvisnost upornosti od temperature za materiale, ki so jih obravnavali. Grafi naj vsebujejo tudi kritične temperature. Učitelj povzame zaključke učne blok ure.

Tabelna slika (Na tabli naj bodo narisane tudi osi za risanje grafa)

Upornost	T_c	T_c
Skupina A	Tip materiala	
Baker		
Srebro		
Zlato		
Skupina B	Tip materiala	
Živo srebro		
Svinec		
Niobij		
Skupina C	Tip materiala	
YBCO		
BSCCO		
$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$		
Skupina D	Tip materiala	
Ogljik		
Guma		
Porcelan		

Slika 16: Mrežna struktura superprevodnika.



Predlogi in nasveti za pripravo predavanj o superprevodnosti

Uvod

Umetnost dobre predstavitve je v tem, da uspe predstaviti, nepredstavljivo.

Mnogi fiziki so očarani nad pojavom superprevodnosti, posebno ko vidijo lebdenje magneta nad superprevodnikom. Drugače je z učenci. Veliko učencev bo menilo, da v tem pojavu ni nič posebnega. "Nič posebnega, saj to je tako kot pri magnetih", bodo rekli. 'Posebnosti' se zavemo šele, če vemo, da je nemogoče doseči prosto lebdenje magneta nad drugim magnetom. V trenutku, ko zgornji magnet spustimo, ta odfrči vstran, tako da stabilnega lebdenja nikakor ne moremo izvesti. Za doseganje učinkovitega pouka je torej zelo pomembna učiteljeva sposobnost, da prikaže na videz nepomembne malenkosti v dramatični luči nasprotij in tako postavi provokativno misel, ki pritegne učenčevo razmišljanje.

Varnostna opozorila pri demonstracijskih poskusih

Praktični del pouka lahko izvaja le učitelj, saj varnostna pravila prepovedujejo, da bi učenci rokovali s tekočim dušikom (LN₂). Tako iz varnostnih, kot iz pedagoških razlogov mora učitelj vse poskuse sam preizkusiti pred nastopom v razredu. Potrebna znanja in izkušnje za varno rokovanje s tekočim dušikom naj bi učitelji pridobili na spopolnjevanju v okviru organiziranih seminarjev. UČITELJ MORA OBVEZNO POZNATI IN SLEDITI VSEM VARNOSTNIM NAPOTKOM V ZVEZI Z ROKOVANJEM S TEKOČIM DUŠIKOM.

Časovni potek dela

Časovni potek dela je odvisen od razreda in učnega programa. Za izvedbo demonstracijskih poskusov

potrebujemo tipično 30 minut. Predlagan je niz učnih aktivnosti, ki zahtevajo do največ tri učne ure za izvedbo, pri čemer je jasno, da bo vsak učitelj izvajanje prilagodil danim okoliščinam.

Predlagamo naslednji vrstni red učnih aktivnosti:

1. Električne lastnosti superprevodnikov (z uporabo sekundarnih virov: npr. učiteljski zapiski, knjige, CD Romi...)
2. Demonstracijski poskusi (s tekočim dušikom) in naloge za razmišljanje
3. Iskanje in izbor podatkov, razlag... iz sekundarnih virov
4. Nadaljevalne aktivnosti: domače naloge, projektno delo
5. Pridobivanje povratnih informacij od učencev in pojasnjevanje

Predlagamo naslednji vrstni red izvajanja:

Predavanje A – 1. del: Predavanje B – 2, 3 in 4 del; domača naloga: nadaljevanje 4. dela: Predavanje C – 5 del.

Priprave in naročanje kompletov

Komplete za izvedbo poskusov iz superprevodnosti ponuja več proizvajalcev (npr: Leybold iz Nemčije, Colorado Superconductor Inc iz Amerike...). Podrobne informacije o vsebini, načinu rokovanja in dobavi kompletov so dosegljive na spletnih straneh proizvajalcev (npr http://www.users.qwest.net/~csconductor/Lower_Frames_Pages/Resources.htm).

Demonstracijski poskusi, ki so opisani tukaj, so izvedljivi z osnovnimi kompleti. Proizvajalci ponujajo tudi razširjene komplete, ki omogočajo še meritve kritičnih temperatur, kritičnih tokov in kritičnih magnetnih polj.

Tekoči dušik je pogosto najlažje dobiti v najbližji bolnišnici, univerzi ali določenih industrijskih obratih, obstajajo pa tudi dobavitelji (npr. podjetje Messer), ki dobavljajo tekoči dušik. Za opisane poskuse povsem zadostuje 1 liter tekočega dušika, seveda pa se je treba zavedati, da liter t. dušika ne zdrži kaj več kot en dan tudi v najboljši termovki.

Učitelji morajo poznati vsebino CD Rom-a, ki je tudi priporočen kot glavni sekundarni vir za naloge učencev. Druge sekundarne vire, kot so na primer Internetne strani in učbeniki je potrebno v naprej poznati in izbrati ustrezne.

Ne pozabite na varnostne ukrepe.

Izrazoslovje (Terminologija)

Če smo dosledni, ne smemo imenovati snovi superprevodnik, dokler ni ohlajena pod kritično temperaturo. V praksi pa je sprejet dogovor, da ploščice, ki jih uporabljamo pri poskusih, imenujemo "superprevodne tablete", čeprav to postanejo šele, ko jih dovolj ohladimo. Tako se izognemo nepotrebnemu kopičenju besed.

IZVEDBENE PODROB NOSM

1. del

Uvod v električne lastnosti superprevodnikov

Na CD Romu je dovolj gradiva za tak uvod. V njem so predlogi, da učenci iz primerjave grafov temperature odvisnosti upora običajnih kovin in superprevodnikov opazijo nenaden skok v

prevodnosti slednjih. Naprej naj razmišljajo, kako se ob tej spremembi spremeni tok v vezju v katerem je superprevodnik. Morda bodo prišli do zaključka, da tok naraste čez vse meje, toda seveda ni tako. Ali lahko najdejo faktorje, ki omejujejo tok? O faktorjih, ki omejujejo tok (kritični tok, kritično polje) lahko spregovorimo ob prikazu grafov, ki se prav tako nahajajo na CD Romu.

Z razširjenim kompletom lahko učitelj demonstrira 'izginotje' upora superprevodnika.

Učitelj lahko začne poglavje o superprevodnosti s predstavitvijo zgodovinskega ozadja, na primer z zgodbo o Onnesu, ki je dolgo časa mislil, da je nekaj narobe z delovanjem poskusa, ker ni mogel verjeti, da gre resnično za izginotje upora.

V alternativnem pristopu začnemo lahko z obravnavo uporabe superprevodnikov v sodobni tehnologiji, na primer s predvajanjem video posnetka o t.i. Mag Lev vlakih ali napravah za slikanje z magnetno resonanco, kakršne uporabljajo v medicini.

Predvideni čas: 30 minut

Demonstracijski poskusi

2. del

Demonstracijski poskusi

S poskusi predstavimo čudne električne in magnetne pojave, ki jih lahko opazimo pri nizkih temperaturah.

To so:

- S tekočim dušikom lahko ohladimo snovi do zelo nizkih temperatur. Na primer, solatni list list ali radirka postaneta po ohladitvi na temp. tekočega dušika krhka in lomljiva (toda ne superprevodna).
- Obroček (zanka) iz aluminija, ki ga postavimo na jedro tuljave in tuljavo priključimo na izmenično napetost, odskoči visoko v zrak. Če obroček ohladimo s tek. dušikom, odskoči tako visoko, da se dotakne stropa učilnice (aluminiju se pri ohlajanju zmanjša upor, zato steče po zanki večji tok; prav tako ne gre za superprevodnost).
- Barva svetlobe, ki jo oddaja svetleča dioda (LED) se spremeni, ko jo potopimo v tekoči dušik (LED oddaja svetlobo s krajšo valovno dolžino).
- Lebdenje magneta nad ohlajeno superprevodno tableto (supp. druge vrste)
- Lastnost lebdečega magneta iz prejšnjega poskusa, da se vrne v začetno lego, tudi če ga nekoliko izmaknemo iz nje, ali da obstane v novi mirovni legi.
- Ko lebdeči magnet nad superprevodnikom rahlo sunemo v tangencialni smeri, se prične vrteti in se ustavi šele čez nekaj časa.
- Gibanje lebdečega magneta daje vtis, da se pri segrevanju supeprevodna tableta počasi vrne v normalno (ne-superprevodno) stanje (potreben je učiteljev komentar o krajevno odvisni temperaturi).
- Superprevodna tableta lahko nekaj časa visi pod magnetom, s katerim smo tableto potegnili iz tekočega dušika. Tableta ostane 'obešena' pod magnetom, tudi če magnet rahlo premikamo sem in tja (tega poskusa z običajno dostopn opremo ni mogoče narediti).

Predlagan čas za izvedbo: pol ure.

Naloge in vprašanja za razmišljanje povezane z demonstracijskimi poskusi

Naloge in vprašanja naj vzpodbujajo učence da postavljajo vprašanja o dogajanju med poskusi in tako pričeno aktivno razmišljati o pojavih. Na primer, zakaj aluminijasti obroč odskoči mnogo višje, če ga ohladimo v tekočem dušiku, kakšna oblika magnetnih silnic lahko pojasni lebdenje magneta in obešanje superprevodne tablete, zakaj se spremeni barva LED, ko jo ohladimo?

Predvideni čas: 10 minut. Koristno je dati različne naloge različnim skupinam in na koncu pustiti čas za poročanje.

3. del

Iskanje in izbor gradiva iz sekundarnih virih

Pri iskanju odgovorov na naloge in vprašanja, bodo učenci poleg lastnega znanja potrebovali dodatno znanje iz drugih virov. Možne oblike virov tega znanja so:

1. Premišljen niz namigov ali vprašanj, ki jih zastavi učitelj
2. Niz premišljeno izbranih knjig z označenimi relevantnimi stranmi.
3. Učiteljeva razlaga, grajena na osnovi vprašanj, ki jih zastavljajo učenci
4. Uporaba Modula 5 na CD Romu, kjer so obravnavana vsa vprašanja, ki so bila tukaj zastavljena.

Predviden čas za izvedbo: pol ure v obliki učne ure in nadaljni čas v obliki domačih nalog



4. del

Nadaljevalne aktivnosti: domače naloge, projektno delo

1. Uporaba CD Roma za preverjanje, dopolnjevanje in razširitev idej
2. Uporaba CD Roma kot opora za pripravljanje lastnih zapiskov o tem kaj pomenijo pojmi kot so kritični tok, kritično polje in kritična temperatura.
3. Iskanje podatkov o tem, kako je pojav superprevodnosti uporabljen pri reševanju tehnoloških problemov (modul 5).
4. Uporaba CD Roma za obravnavo pojava na atomskem nivoju. CD Rom se skuša držati tem, ki so primerne za učence na srednješolskem nivoju. CD Rom se povsem izogne uporabi matematičnega formalizma kvantne fizike.
5. Uporaba izbranih Internetnih strani za nadaljnje pridobivanje gradiva
6. Primerjava razlage o levitaciji iz treh različnih virov. Katere podobnosti in kakšne razlike med viri najdeš? (Takšen pristop lahko seveda razširimo na obravnavo katerekoli pojava.) Pristop predstavlja koristno vajo, ki pokaže, da ne gre vedno verjeti vsemu kar piše na Internetnih straneh ali celo kar najdemo v knjigah. O razlikah med različnimi viri se lahko pogovor učitelj z učenci v razredu. Razlike lahko nastanejo tudi zaradi potrebe po poenostavitvi kompleksnih pojavov, ki jih želimo na enostaven in razumljiv način razložiti laični publiki.
7. Če so učenci zelo navdušeni nad tematiko superprevodnosti, lahko več o tem izvedo na spletnih brskalnikih z iskanjem po ključnih besedah kot so 'LED and liquid nitrogen', 'Meissner Effect' in 'Superconductivity'.

8. Če imate dostop do razširjenih kompletov za demonstracijo superprevodnosti, lahko izvedete električne meritve na superprevodnih snoveh. Pri tem naj učitelj sam rokuje s tekočim dušikom, učenci pa naj poskušajo interpretirati rezultate meritev .

Part 5

Pridobivanje povratnih informacij od učencev in pojasnjevanje

Učenci pripravijo predstavitve v obliki postrov, kratkih nastopov, brošur, razlag za mlajše učence ipd. Delo naj poteka v skupinah. Predstavitve lahko vključujejo odgovore na vprašanja kot npr:

'kaj razumem, kaj zagotovo vem';

'česa ne razumem, katera vrašanja nas še vedno begajo';

Predvideni čas za izvedbo: ena ura (odvisno od oblike dela)

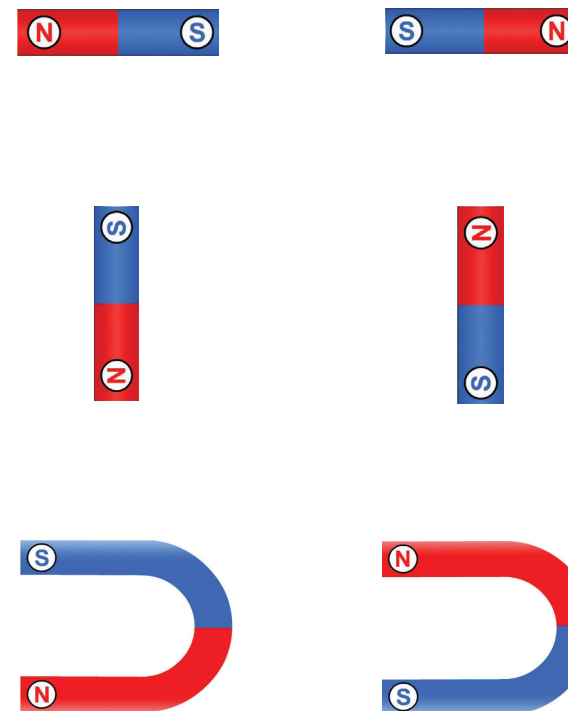
Pri opisanem delu bo potrebna pomoč s strani učitelja, pogosto že zato, da potrdi učencem, da številne razlage presegajo nivo znanja učencev in da tudi sodobna znanost še vedno ne zna pojasniti marsikaterega pojava v superprevodnikih. Prav zato je to eno od najbolj 'vročih' področij sodobne znanosti.

Vsaka skupina naj ima dostop do računalnika za delo na predstavitvah.

SUPERCOMETov Seminar za učitelje vsebuje še več podatkov o demonstracijskih poskusih. Več o tem lahko preberete na naslovu www.supercomet.no.

Uvod v magnetno polje – Delovni list 1

Dobil boš več magnetov, liste papirja in škatlico z železnimi opilki s katerimi lahko narediš vidne magnetne silnice različnih magnetov. Opazuj kako učitelj uporablja železne opilke, da pojasni obliko magnetnih silnic v bližini magneta. Nato nariši magnetna polja, ki si jih opazil v naslednjih primerih:

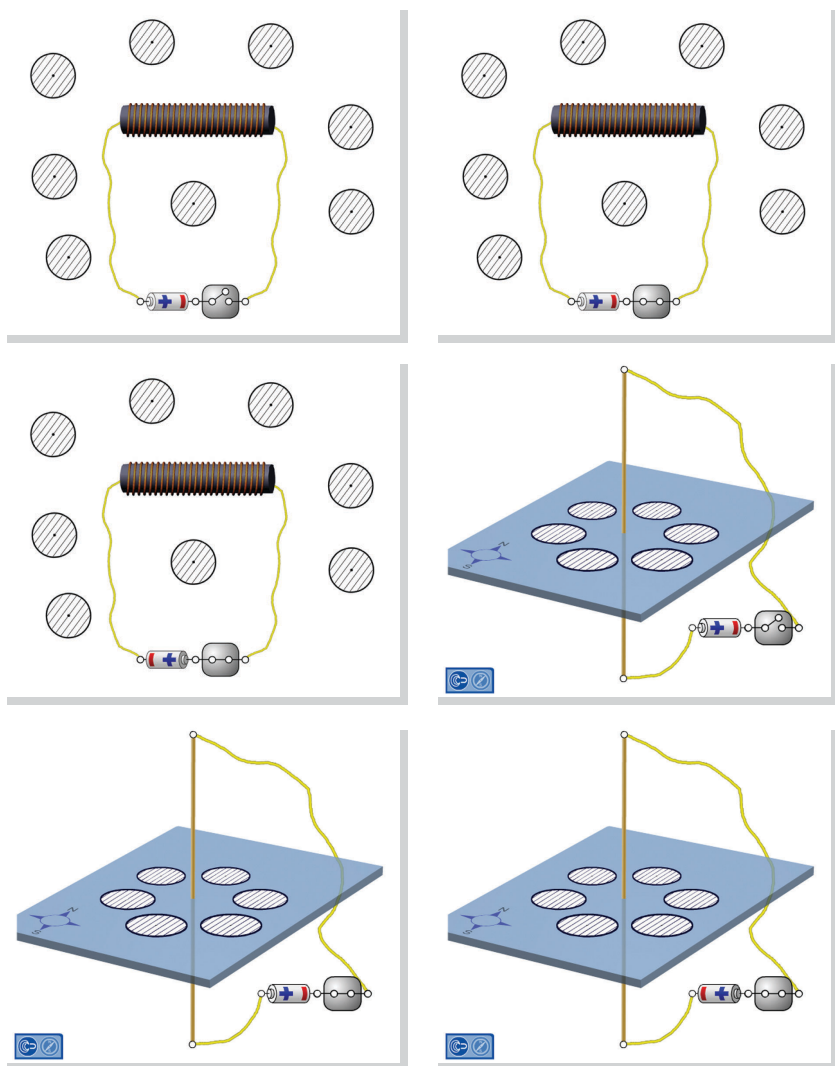


Slika 17: primer delovnega lista za uvod v magnetizem

Ko si končal z risanjem magnetnih silnic, odpri Supercometov CD Rom in primerjaj svoje rezultate s slikami na CD Romu. Ali so slike magnetnih silnic, ki si jih dobil enake tistim na CD Romu? Če niso, poskusi pojasniti zakaj so odstopanja.

Delovni list 2 – elektromagneti, železni opilki in kompas

Naredi nekaj nalog, pri katerih boš opazoval magnetno polje okrog elektromagnetov s pomočjo kompasa.



Slika 18: Primer delovnega lista za uvod v elektromagnetizem

Ko si končal, odpri Supercometov CD Rom in primerjaj svoje rezultate s slikami na CD Romu. Ali so slike magnetnih silnic, ki si jih dobil enake tistim na CD Romu?

Integracija tematike superprevodnosti v gimnazijski učni načrt za fiziko v Sloveniji

Ni potrebno približati kurikulumu pouku superprevodnosti. Superprevodnost lahko vključite v že obstoječe kurikularne teme.

Poglavja iz učnega načrta, ki so primerna za navezavo na superprevodnost

ELEKTRIČNI TOK

Dijak naj zna:

- uporabiti zakon o ohranitvi naboja in energijski zakon pri obravnavi električnih krogov (prvi in drugi Kirchhoffov zakon)
- zapisati Ohmov zakon in definirati upor in specifični upor
- pojasniti vezavo ampermetra in voltmetra v električnem krogu
- zapisati in uporabiti enačbe za električno delo in moč pri enosmernem in izmeničnem toku

MAGNETNO POLJE

Dijak naj zna:

- ponazoriti magnetna polja stalnih magnetov, ravnega vodnika in tuljave s silnicami
- določiti smer sile na vodnik s tokom, v danem magnetnem polju
- definirati gostoto magnetnega polja
- opisati delovanje elektromotorja na enosmerni tok
- definirati magnetni pretok skozi dano ploskev v homogenem magnetnem polju

INDUKCIJA

- napisati splošni indukcijski zakon in ga uporabiti pri premikanju vodnika v homogenem magnetnem polju in pri spreminjanju magnetnega pretoka skozi zanko
- uporabiti Lenzovo pravilo za določitev smeri induciranege toka



Literatura in drugi viri

V slovenščini:

Power point predstavitev kot priloga k predavanju prof.dr. Antona Ramšaka.

V tujem jeziku:

Knjige o superprevodnosti

Buckel, W. and R. Kleiner (2003). **Superconductivity: fundamentals and applications**. Weinheim, Wiley.

Evetts, J., Ed. (1992). **Concise Encyclopedia of Magnetic & Superconducting Materials**. Advances in materials science and engineering. Oxford, Pergamon.

Fossheim, K. and A. Sudbo (2004). **Superconductivity: Physics and Applications**, John Wiley & Sons.

Rose-Innes, A. C. and E. H. Rhoderick (1978). **Introduction to Superconductivity**. Oxford, Pergamon.

Tinkham, M. (1996). **Introduction to Superconductivity**. New York ; London, Mc Graw Hill.

Vidali, G. (1993). **Superconductivity: the next revolution?** Cambridge, Cambridge University Press.

Spletne strani:

<http://superconductors.org> – Superconductors.org je neprofitna internetna stran namenjena osnovnim informacijam za novince in ljudi brez tehnične izobrazbe o superprevodnosti.

<http://superconductors.org/Links.htm> – Na strani je zbrana množica internetnih povezav iz področja superprevodnosti.

<http://www.ornl.gov/info/reports/m/ornlm3063r1/contents.html> – Vodnik po superprevodnosti za učitelje na srednjih šolah avtorjev iz Oak Ridge National Laboratory

<http://www.physicscentral.com/action/action-01-3.html> – Krate uvod v superprevodnost avtorje iz Physics Central's

<http://physicsweb.org/bestof/superconductivity> – Najboljše internetne strani o superprevodnosti avtorje iz Institute of Physics.

<http://hypertextbook.com/physics/modern/superconductivity/> – kratek tekst o superprevodnosti za začetnike



Učno gradivo na spletu:

www.resourcefulphysics.org – na članstvu temelječ “online” vir za učence starosti 11 – 19 let in njihove učitelje

<http://alpha.smete.org/smete/> – Podatkovna baza učnih ciljev, ki so jo razvili v SMETE Open Federation.

<http://www.psigate.ac.uk/> – “Gateway” za pouk fizikalnega področja

www.practicalphysics.org – “website” za izmenjavo eksperimentov med učitelji

<http://www.teachingphysics.iop.org> – na straneh Institute of Physics je mogoče najti raznovrstne učne materiale, tudi o superprevodnosti

Demonstracijski kompleti

<http://www.superconductors.org/Play.htm> ponuja informacije o različnih dobaviteljih učnih pripomočkov

Literatura o uporabi IKT pri pouku

Barton, R., Ed. (2004). *Teaching Secondary Science with ICT*. Learning & Teaching with Information & Communications Technology. Maidenhead and New York, Open University Press.

Osborne, J. and S. Hennessy (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*, NESTA Futurelab.

www.ictadvice.org.uk Becta's one-stop shop aimed at school practitioners offering a wide range of information, advice and guidance on using ICT.

Druga literatura, ki je bila uporabljena v tem priročniku

Barton, R. (2004). Management and organization of practical work. **Teaching Secondary Science with ICT**. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Barton, R., Ed. (2004). **Teaching Secondary Science with ICT**. Learning & Teaching with Information & Communications Technology. Maidenhead and New York, Open University Press.

Barton, R. (2004). Why use computers in practical science? **Teaching Secondary Science with ICT**. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Fullick, P. (2004). Using the Internet in School Science. **Teaching Secondary Science with ICT**. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Harris, R. (1997). **VirtualSalt: Evaluating Internet Research Sources**.

Institute of Physics (2004). **The post-16 Initiative**. Radical, forward looking initiative by the Institute of Physics, shaping and developing physics for all involved post-16.

Osborne, J. and S. Hennessy (2003). **Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions**, NESTA Futurelab.

Wellington, J. (2004). Multimedia in science teaching. **Teaching Secondary Science with ICT**. R. Barton. Maidenhead; New York, Open University Press.

Delo s tekočim dušikom (TD)

Številni poskusi s področja superprevodnosti zahtevajo uporabo tekočega dušika. Ker uporaba tekočega dušika predstavlja potencialno nevarnost, je treba pri rokovanju upoštevati naslednja priporočila:

- Za prenos TD vedno uporabljajte termovke toda pri tem pazite, da nikdar ne zavijete zamaška do konca, saj bi zaradi izparevanja TD v tem primeru v termovki nastal zelo visok tlak, ki bi lahko povzročil eksplozijo posode.
- Pri izbiri termovk se raje odločite za takšne iz nerjavnega jekla kot za steklene.
- TD hranite na mestu do katerega učenci nimajo dostopa
- Učencem nazorno predočite s poskusi kakšne so posledice ohladitve snovi na temperaturo TD (zmrznjena vrtnica, ki jo vržemo na tla se razbije kot steklo)
- Poskrbite, da v nobenem primeru ne pride TD v stik s telesom.
- Pri rokovanju s TD vedno nosite zaščitna očala
- Nikoli se ne dotikajte predmetov, ki so ohlajeni s TD. Vedno uporabljajte pinceto.
- Nosite zaščitne rokavice.
- Poskrbite, da bo prostor, v katerem izvajate poskuse s TD, dobro prezračen.

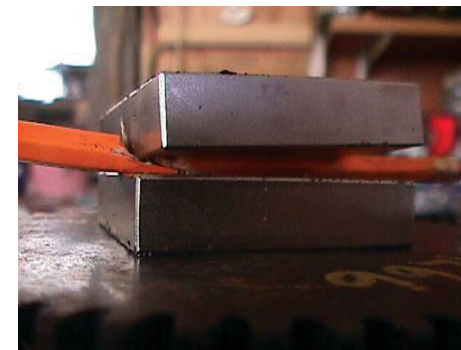


Sliki 19, 20: Jabolko (levo) in pomaranča (desno), ki sta bila potopljena v tekoči dušik in nato razbita na kose.

Delo z magneti

Nekateri magneti (predvsem t.i. NIB magneti) so zelo močni (se močno privlačijo, odbijajo) in je zato pri rokovanju z njimi potrebna dodatna previdnost.

- Magneti naj bodo vedno daleč stran od računalnikov (predvsem monitorjev na katodne cevi), magnetnih pomnilnih enot, avdio-video trakov, kreditnih kartic ipd.
- Nosite zaščitna očala, saj lahko dva magnetna, ki se močno privlačita, pospešita drug drugega do takšne hitrosti, da se pri trku razleti eden ali oba. Delci, ki pri tem letijo naokrog so nevarni projektili (npr. če priletijo v oko).
- Pazite, da vas magnetna, ki se privlačita, ne uščipneta za prst ali del kože. Takšna poškodba lahko vodi do manjše krvavitve.
- Hranite magnetne ločeno (ali npr. tako, da vstavite med pola magnetna karton)



Slika 21: svinčnik, ki ga je zdrobila privlačna sila med magnetoma . Glej <http://www.wondermagnet.com>

O SUPERCOMETU

CD SUPERCOMET je bil razvit kot del SUPERCOMETovega projekta s finančno pomočjo Leonardo da Vinci programa faza II iz evropske skupnosti (projekt št. N/01/B/PP/131.014.)

Cilji projekta SUPERCOMET

Projekt SUPERCOMET je usmerjen k:

- Ustanoviti mednarodno združenje s pristojnostjo, ki se nanaša na poučevanje fizike po Evropi.
- Osnovati trdne povezave z obstoječimi organizacijami za učitelje fizike, raziskovalce v fizikalnem izobraževanju, in tudi za strokovnjake za kurikulum (Predmetna kurikulumna komisija) in strokovnjake na Ministrstvu za šolstvo, znanost in šport.
- Razviti koncept za izdelke v zvezi z fizikalnim izobraževanjem, ki bi bili lahko hitro uporabni in bi sočasno omogočali širjenje z ozirom na učni predmet in cilje.

Pri projektu so sodelovali:

- Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
- Simplicatus AS, Norway
- Istituto Tecnico Commerciale Statale 'Enrico Tosi', Italy
- Zanichelli Editore Spa, Italy
- Katedralskolen i Trondheim, Norway
- Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Slovenija
- Institute of Education, University of London, UK



Leonardo da Vinci

About SUPERCOMET

The SUPERCOMET CD was developed as part of the SUPERCOMET Project with financial support from the Leonardo da Vinci programme phase II of the European Union (Project no. N/O1/B/PP/131.014.)

The SUPERCOMET Project aimed to

- Set up an international partnership with competence related to the renewal of physics teaching across Europe.
- Establish firm connections with existing organizations for physics educators, researchers in physics education, as well as curriculum authorities and policy makers.
- Develop a concept for products related to physics education that may be put to use immediately, simultaneously allowing for expansion with regard to subject and scope.

The project partners were

- Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
- Simplicatus AS, Norway
- Istituto Tecnico Commerciale Statale 'Enrico Tosi', Italy
- Zanichelli Editore Spa, Italy
- Katedralskolen i Trondheim, Norway
- Faculty of Education, University of Ljubljana, Slovenia
- Institute of Education, University of London, UK



ITC Enrico Tosi



Zanichelli

SØR-TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE
TRONDHEIM KATEDRALSKOLE

