

# S-TEAM

## Collected papers no. 3

Inquiry and Initial Teacher Education

October 2010

The S-Team project has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme [FP7/2007-2013] under grant agreement n°234870.



The content of this publication reflects only the authors' views.  
The European Union is not liable for any use that may be made  
of the information contained herein.

# S-TEAM

Collected papers no. 3

Inquiry and Initial Teacher Education

October 2010

Lead authors:

Jim McNally

Allan Blake

Robert Evans

Dalius Dapkus

Editor: Peter Gray

ISBN: 978-82-93118-08-4

<b>Table of contents .....</b>	
Introduction .....	5
Section 1: Why is inquiry-led science education important? .....	6
Section 2: Getting started .....	8
Section 3: Some examples from more experienced teachers .....	10
Section 4: Types of engagement.....	11
Section 5: Connections to a bigger picture .....	13
Section 6: What will persuade teachers? .....	14
Section 7: Scientists talking about their science.....	16
Section 8: Being realistic .....	17
References .....	18
<b>S-TEAM Product 5.4: training package for science methods courses... 20</b>	
<b>Premise:.....</b>	<b>21</b>
<b>Ten IBST-units: .....</b>	<b>21</b>
Self-efficacy .....	21
Conceptions about inquiry teaching.....	21
Sharing an experience with science inquiry .....	21
Inquiring into inquiry .....	22
Explore inquiry teaching videos .....	22
Exploration of meaning of Scientific Literacy .....	22
Discover cross-disciplinary opportunities for teaching scientific literacy .....	22
Creating short ‘invitations to inquiry’ .....	22
Application of IBST to traditional teaching materials.....	23
Classroom tryouts of IBST .....	23
<b>Possible Combinations of IBST-units .....</b>	<b>23</b>
<b>S-TEAM Product 5.5: Integrated science and primary/secondary transition .....</b>	<b>27</b>
<b>Section 2. SUMMARY OF THE MODULES .....</b>	<b>29</b>
2.1. A MODULE OF BIOLOGY DIDACTICS .....	29
2.2. A MODULE OF CHEMISTRY DIDACTICS .....	30
2.3. A MODULE OF PHYSICS DIDACTICS .....	31
Text of Modules and course materials .....	33

## **S-TEAM Deliverable 5a: Training materials part 1: Inquiry in Initial Teacher Education**

### **Preface**

This document contains the initial teacher education guidelines (5.1) produced by WP5, University of Strathclyde together with the products 5.3, 5.4, 5.5 and 5.6 produced by WP5 partners.

## **S-TEAM product 5.1: Initial teacher education guideline for teacher educators in inquiry-based science teaching**

**Jim McNally and Allan Blake**  
**University of Strathclyde, Scotland**

## Introduction

This guideline comprises a set of arguments in support of Inquiry-based Science Teaching, supported by a number of references, apposite quotes and exploratory small-scale research. The intention is that the guideline will serve as a realistic pedagogy for beginning teachers of science in courses of Initial Teacher Education that, with some experience of teaching and support from tutors at school and university, it can help them to develop a disposition that favours opportunities for pupils to engage in inquiry in one way or another. The text of the guideline will also form the basis of a website that will have a range of links to, for example, video examples of inquiry in action, published papers from research, policy and practice and other sources of advice and ideas.

It is doubtful whether any course of Initial Teacher Education can realistically bring students to a level of knowledge that they would consider adequate for “confident” inquiry or investigative activity. That knowledge and confidence depend on a degree of familiarity with the particular context, for example, knowledge of pupils and resources. Familiarity with the whole curriculum also develops confidence in seeing and supporting opportunities for inquiry, but this is acquired and built up through teaching over the years. There will also be areas of science, not covered in a first degree, which expose the fragile confidence of beginners in their own scientific knowledge. The question facing us in ITE in Science concerns the extent to which we can assist new teachers to become effective in supporting investigative experiences for their pupils. This challenges us to make the case that such a method provides education in Science that is stimulating, authentic and supports attainment.

The very argument for the inclusion of inquiry-based activity in science teacher education has to be mediated, furthermore, by appreciation of the exigencies of school practice and compliance with a range of educational policy directives, which squeeze coverage in the ITE curriculum, arguably leaving little time for the creative engagement of student teachers.

The use of a number of closely related terms in the literature has led to some confusion and a lack of clarity, identified by Laws (1996). Descriptions such as ‘Inquiry’, ‘exploratory’,



'experimental', 'discovery', 'problem solving', 'open ended' and 'investigative' can all have similar connotations, but some have been used in a remarkably prescriptive manner, as if the spirit of inquiry could proceed along certain steps! What is important is that descriptions of what we have in mind convey to teachers and learners an activity that is open and accommodating of mistakes or error, something not too daunting and deterministic. That uncertainty of outcome, on the part of the pupil if not necessarily the teacher, is perhaps less associated with more routine practical work such as measurement, specific techniques, or standard experiments in a prescribed curriculum. We need to create an environment in which pupils can have 'a first go' at an idea, conduct a preliminary piece of inquiry that is not stifled at the outset by needless and excessive (so-called) scientific rigour. Aspects of rigour can be developed judiciously by the teacher in a progressive curriculum. Nascent inquirers need to find out about finding out, to feel that they are supported in this endeavour, and we need to promote this in ITE through the encouragement of sensitive and individuated deployment of accomplished pedagogy.

### **Section 1: Why is inquiry-led science education important?**

We can look to a number of sources to support the case for inquiry or investigation in science teaching. There is a substantial body of evidence and argument in the education literature, some of which argue that it is so fundamental that it should be at the very heart of science teaching (Woolnough 1991), that experiencing science as investigation is to understand the very nature of science (Shapiro 1996), that it meets the need to *do* science as well as to learn science and learn about science (Hodson 1993). There are also reservations about whether inquiry is justified in principle (e.g. Kirshner, Sweller and Clark 2006) but they do not tend engage with the reality of science classrooms or the successes of teachers and pupils, even in terms of inquiry-based learning. Often writers needlessly polarise positions on inquiry and fail to recognise the complexity of teaching and the fact that teachers employ a range of approaches that cover traditional transmission, resource-based learning, field work and even, ideally, inquiry in their science classrooms and other sites of learning. However, this body of literature has in sum had little effect on advancing inquiry as a method of teaching Science. The writing of academics – and perhaps indeed the inquiry-type of activities of some teachers – has not reached as far as changing practice in schools on the whole, leaving a gap that the current project seeks to bridge.

Science itself is perhaps too often presented as inexorably sequential and rational in its generation of knowledge. There is so much knowledge that the required knowledge content of the science curriculum tends to dominate syllabus statements, textbooks and other resources that teachers tend to use. Yet there is much evidence that the development of knowledge by scientists owes a great deal to unplanned events and chance connections.

Trying to interpret the future directions of science, it helps to remember that the great discoveries are rarely the outcomes of deliberate searches for universal answers, but more often the unanticipated dividends of careful research focussed on modest, specific questions (American Physical Society website).

Nearly four hundred years ago, for example, the German astronomer Johannes Kepler struggled for four years to remove a minute discrepancy in the calculated orbit of Mars – and discovered the laws that govern the motions of all the planets in the universe (von Baeyer 1999: 3).

In 1900 Planck made the breakthrough (towards a theory of quantum mechanics), not through a cool, calm and logical scientific insight, but as an act of desperation mixing luck and insight with a fortunate misunderstanding of one of the mathematical tools he was using (Gribbin 1998: 37).

The most exciting phrase to hear in science, the one that heralds the most discoveries, is not 'eureka!', but 'that's funny...'" (Isaac Asimov, science fiction writer and research biochemist, cited in Wainer & Lysen (2009: 272).

Admittedly, these scientists had a solid grasp of their discipline and bring this advanced knowledge to their inquiry but, at a more elementary level, learners in school do have knowledge in development through a planned science curriculum. Even at this level, questions arise which may be pursued from a base of knowledge and practical technique, as and when it is covered – or perhaps some time after coverage - in a particular science curriculum.

It is this openness to questions and the opportunity to pursue some of them at least that brings inquiry into science education and thus into the learning experiences of pupils – and their teachers. These activities are typically not grand designs – they need not and probably should not be – but they are the early play of an education in doing science, of doing what

scientists do. The questions are likely to be modest of course but are also likely to emerge from prescribed work and be of specific interest at that time. If the questions are caught in the moment, are relevant to their work, and pupils are judged ready to follow through on the question, then there is a real chance of very 'successful learning' (one of the four capacities of the new *Curriculum for Excellence*, introduced in 2010 by the Scottish Government). Whether learners or teachers employ the conventional discourse and categorisation of scientific procedure – observation, hypothesis formation, variables, method and so on - is not important at this stage. These concepts and terminology will emerge in due course in the hands of the educated teacher of science. What is important is that the 'received' terminology of scientific method does not obstruct or impede the initial impetus of inquiry and fracture the integrity of the endeavour as a holistic experience in context. The teacher can introduce points of scientific method as and when pupils are judged ready to use and understand such language. This leads us to the question of the 'educated' teacher of science, a central purpose of the S-TEAM Project and of this guide for the start of that education.

## **Section 2: Getting started**

In a modest pilot study of student science teachers on school placement, (Blake et al, 2010) we asked about their early experiences of opportunities for investigative work in the science classroom. At the end of a six-week practice placement (and as part of their professional portfolios) students were invited to submit a brief account and evaluation of an investigative activity in science that they carried out or observed during their school experience. We required only brief responses (about 200 words) but we obtained examples of what is possible, even in the early stages of their development as teachers:

The next lesson in the series looked at the use of chromatography in the separation of different inks or dyes. A pupil asked if the ink in the felt tip pens the class were using was one ink or a mixture of different inks. This presented an opportunity to carry an experiment to determine which inks made up the colours in the class's favourite felt tip pens. The pupils were especially surprised at the presence of bright blue or yellow ink in a black felt tip pen. This final experiment really cemented the notion that a mixture is something which can be separated in pure substances. I found the use of relevant real life examples was invaluable for explaining relatively abstract concepts and cemented the pupils understanding

An investigative task I carried out with a first year class was an investigation into the pH of soft drinks. This was a great task which was very simple to set up and the kids really enjoyed. It was relevant to their lives and they were very keen to find out the pH of their drink of choice! This obviously tied in well to the Acids and Metals topic and got the children to use pH paper, measuring cylinders and practise recording their results..... This investigation allowed the children themselves to discover that the fizzy drinks had a high acidity and they then started asking questions such as “what does that do to your teeth?” etc which led nicely on to a lesson with photos of corroded and damaged teeth. The kids all wanted to test their own juice and left the lesson talking about how they “won’t be drinking that again”..... Questions about what could be done about it led on to the pH of toothpaste which we then tested in the next lesson ... The lessons were fun and easy to manage because the children were so involved.

The first phase of results support the suggestion of a number of implicit components of developing confidence in undertaking investigative activity – for example, knowledge of the subject curriculum, class, resources – and also a range of teaching methods, from structured additions to the more opportunistic and ad hoc, that practitioners employ. The examples from the students suggest that getting started may be much easier than we have so far thought. Although components of confidence for teaching investigative science had been identified, caution had been recommended regarding their introduction into classes taught by beginning teachers (McNally 2006). It does appear now that the opportunities for inquiry appear to be closer than had been realised and the possibility of actual practice much earlier in the development of new teachers. What is clear is that the standard activities within the science syllabus itself often have within them the potential for feasible inquiry and achievable success. They are there in front of you and need not take much if any extra time; indeed some prescribed activities are investigative in form or can be made so through a simple rephrasing of the aim or purpose.

There were of course reports from the students in which they were unable to pursue inquiry or it was deemed unfeasible. Of the 28 students we sampled, a few reported that the required resources were not readily available or that inquiry was discouraged by colleagues because of pressure of time or examinations:

After discussing friction, the next question was, “What would happen if we put butter all over the ramp?” As before, the class predicted that the sledge would

have more  $E_k$  as the butter on the ramp's surface would reduce friction and allow the sledge to travel faster. Unfortunately, we could not carry out either of these extensions to the investigation as we ran out of time. We also had no wheels. And no butter;

Unfortunately throughout my school experience I did not witness an "investigative learning" activity. The pressure of meeting deadlines and ensuring the adequate preparation of students for upcoming exams constricted teachers from deviating from focusing upon these priorities;

I did notice in the learning outcomes of the S1 and S2<sup>1</sup> topics that there were investigations outlined and suggested for pupils to carry out. However, I did not see any being utilised by the teaching staff. I asked members of staff if they had or ever used the investigations and received similar responses from each of them; that due to a lack of time, they very rarely if at all, used the investigations. The teachers felt that they were generally pressed for time to complete each topic and test the students.

It is often claimed that the enthusiasm and idealism of new teachers is curtailed by a prevailing culture of conservatism in schools but, though we have given the only three examples of this above (from 28), it is not clear if the remarks were particular to that activity or meant as a general point. We would not, therefore, want to invoke that rather untested assertion that teachers in school discourage students on placement, in developing our case for promoting inquiry in science classrooms. Many may well be doing investigative work without realising it, or they may simply think it is not novel or radical enough to merit particular attention.

### **Section 3: Some examples from more experienced teachers**

Another point to make here is that beginning teachers probably benefit from engagement with the experiences of more experienced colleagues, directly so during placement, but also indirectly through second hand contact with their accounts. Such accounts could be of actual experiences and might take a variety of forms e.g. text, audio or video. They would probably be fairly brief (perhaps five minutes maximum) and act as a basis for discussion by students. One of our S-TEAM colleagues (S-TEAM 2010a) already has some evidence to suggest that student teachers engage well with brief video clips of teachers in action in the classroom. We acknowledge that source and would suggest from our own experience of working with

---

<sup>1</sup> S1, S2 are Secondary School first/second year, typically 13/14 years old

beginning teachers and researching their learning experience that this approach should be pursued as an important element in the education of the nascent teacher of science. It may also be that a conceptual model of experienced teachers' thinking can also be introduced to students at this stage, one that clearly accommodates the range of actual examples given and discussed. Although some tentative progress has been made on such theorising (e.g. McNally 2006; Smith et al. 2010), there is still some way to go on developing an empirical basis of support for any strong theoretical claims. Further contact with groups of experienced teachers should offer additional ideas and evidence for this development.

#### **Section 4: Types of engagement**

What do we know of how student teachers engage with Investigative Science? From our modest pilot study referred to in section 2, we have first of all learned that some of them already do or can engage. Our analysis of their brief reports so far suggests that their engagement with inquiry-type teaching in the science classroom may itself be described and categorised, and so further data collection and analysis may lead to an initial typology of inquiry-type activity in science teaching. Our initial thoughts are that how the inquiry is originated is important. We have found origins of investigative activity in topics that:

1. Are in the prescribed curriculum;
2. Have a close and parallel relation to or arise from the prescribed curriculum;
3. Are ideas that are separate from the prescribed curriculum.

The actual initiation of the inquiry needs some human agency of course. In the case of the prescribed curriculum topic, the teacher is the main agent, drawing on the curriculum as written. The degree to which children engage with a prescribed topic is largely determined by teacher disposition. There may well be cases where little engagement takes place, despite the efforts of the curriculum writers. Then there are situations where opportunities for inquiry are recognised in the course of following the prescribed activities. This may come from the teacher or from a question by a pupil. Both are important origins and may well have different motivation and other characteristics. There is a possible argument that if a teacher sees opportunities then she is more likely to be disposed to nurturing the formation of questions by children and indeed the pursuit of them, where feasible.

Investigation can therefore be teacher-led or pupil-led with teacher support – which support may take different forms and levels. However, there is not yet any strong evidential basis for different levels at which inquiry or investigative activity might be categorised. This would imply grades of difficulty or of sophistication or of pupil impact, for example, which are not yet clear and perhaps do not matter. Though we do have examples from S1 to S6, we do not have enough examples or case studies to guide us to any clear sense of difference or distinction according to year or stage of learners, or indeed sector (we have no data yet from teachers in Primary schools, from P1-P7 data. Nevertheless, a tentative model and explanation of levels of inquiry is explored by Smith et al (2010), represented in the following table (S-TEAM 2010a) and explanation:

**Table 1: Levels of inquiry in the science laboratory**

Level of inquiry	Problem	Material	Procedure	Answer
0	Given	Given	Given	Given
1	Given	Given	Given	Open
2 (A)	Given	Given, totally or partly	Open or partly given	Open
2 (B)	Given	Open	Open	Open
3	Open	Open	Open	Open

Level 0 can be thought of as eliminating inquiry because the teacher gives everything – the problem to be investigated, the materials or apparatus to be used, the procedure to be followed and the answer. The answer might even be given in advance by entitling the activity as, for example, ‘Experiment to show that plants need carbon dioxide for photosynthesis’, which in effect tells the pupil that even rephrasing the title as ‘Do plants need carbon dioxide for photosynthesis?’ might be enough to give the students the answer, since it would be highly unusual to carry out an experiment like this to get a negative result. As written then there is little if any sense of inquiry in this approach, though in the reality of the classroom (unreported and under-researched), opportunities for inquiry could still spring from this apparent non-inquiry.

We would also question whether the larger scale investigations required through formal assessment schemes do in fact foster a spirit of investigation. Gott and Duggan (2002), for example, claim that the obsessive quest for reliability and consequent focus on the readily

measurable has neglected the need for what counts as valid, worthwhile scientific activity in the classroom and has inhibited open-ended practical science. In arguing that doing science is an untidy, unpredictable, idiosyncratic activity that depends crucially on tacit knowledge, Hodson (1992) condemns skills-based assessment of investigative practical work as philosophically unsound (not science), educationally worthless (trivialises learning) and pedagogically dangerous (encourages bad teaching).

## **Section 5: Connections to a bigger picture**

Learning science through inquiry is vitally important but there are other ways of learning. There are times and topics when the teacher may judge that other methods are more appropriate. Inquiry-based learning as a practical 'hands-on' experience is also an essential part of developing an understanding of the nature of science, through participation in the process as well as in making meaning of 'content'. However, not all questions can be followed through in a practical way in school, so there should be space for pupil discussion. Indeed discussion should have a place in its own right. Perhaps because of the amount of knowledge that has accumulated in science and the need to ensure that pupils obtain an adequate grounding in that knowledge, covering that knowledge base as curriculum content tends to dominate both curriculum and pedagogy in science to a greater extent than other subjects and areas of the curriculum. It is argued that teachers of Science have difficulty in managing discussion in the classroom (Bryce & Gray 2004; Day 2010), an absent feature of science teaching also identified by Her Majesty's Inspectorate of education (HMIe 2008: 19), drawing on their inspections of primary and secondary schools between 2004 and 2008. In stating that practical, inquiry or investigative learning activities are 'key to developing successful learners in science', and that discussion is part of this process, the HMIe 'portrait' also shows that 'the use of debates and class discussions to help children and young people develop informed, ethical views of topical issues in science was not a common feature of learners' experiences'.

Yet there are so many potential opportunities for discussion, particularly from contemporary life with its major advances in science and social and ethical issues that are often raised by these advances. The science underpinning these advances should be brought into the classroom by the teacher as accessible knowledge and discussion by pupils encouraged. There is much to be learned by teachers of science from teachers of other subjects on how to manage discussion. In Initial Teacher Education, therefore, student teachers of science



need the opportunity to practise and observe classroom discussion, both on placement and within their university programme under the tutelage of university tutors who themselves may need to develop their own understanding.

This takes the argument into the development of scientific ideas as a historical perspective, the biographies of scientists and indeed the philosophy of science – but that is for another paper. Suffice it to say that if an education in science is to be more authentic, then student teachers of science ought to practise and promote a more authentic science through inquiry, discussion and engagement with more topical and human dimensions. This would require that they be introduced into ITE, as an introduction to the nature of science - practically through experiences and principles such as those covered above in this paper, but also theoretically and philosophically; and that this be continued into teachers' professional development post-qualification.

## **Section 6: What will persuade teachers?**

Perhaps the most persuasive evidence comes from teachers themselves – from their stories, observations and interactions. This paper supports and illustrates that argument and recommends that development of a pedagogy of inquiry or investigation is more likely to develop if teachers are supported in real or virtual interactions, centred on actual experiences but also incorporating an understanding of Science which shows scientists as people asking and pursuing questions in different ways. The opinion of at least one teacher educator who contributed to a project report on the state of the art of inquiry in science education (S-TEAM 2010b), was:

...that there is a need for some sort of evidence that [inquiry-based learning] can take place, that it is successful. And the evidence doesn't need to be academic; in fact you could maybe argue that academic evidence wouldn't make that much impact in teachers' practice, that it needs to be anecdotal to an extent, from their peers, or from people they are working with, [evidence] that it actually is worth doing and that it can deliver.

A common reservation is that examination performance would suffer if time is given to activity which is seen as non-essential. Accounts from practising teachers who achieve both good examination results and a high level of pupil engagement in science – enjoyment, satisfaction, further study of science – may be important in persuading teachers that examinations and inquiry are not polar opposites but reconcilable responsibilities of teachers and elements of good teaching in science. There is scope for the development of

indicators that may be used formatively by teachers for this purpose. Interestingly, Her Majesty's Inspectorate for education has recommended that the S-TEAM project in fact avoids attempting to measure pupil attainment or exam outcomes, and thinks instead 'about teacher attitudes and how we could measure those: is teacher confidence in doing inquiry based work improving; has it improved as a result of CPD, or ITE; were gains of some kind made?' (S-TEAM 2010b).

Within the S-TEAM Project itself (WP5), two indicators continue to be refined – *scepsati* and *inquiract* – which are intended to offer beginning science teachers a degree of formative, self-evaluation of classroom practice. The first of these indicators, *scepsati* – the Science Classroom Environment Pupil Satisfaction & Achievement Instrument – reflects the important contribution of pupil voice to professional development in teaching: the use of pupils' ideas in teachers' practice (McIntyre et al. 2005), and evidence of the willingness of new teachers to use pupil opinion to effect self-evaluation (McNally et al. 2008). Further analysis of the pilot study of students' evaluations of inquiry activity identified 16 variables, reworded so as to be comprehensible to pupils in the classroom and thus amenable to measurement.

First analysis of *scepsati* from a small sample (65 pupils in classes of two experienced teachers), may serve as an illustration of potential results. The table below provides the top five correlations for the classroom dimension 'The investigations that I do help me to understand science better'.

**Table 2: Top five rank order correlations (Spearman's rho) between classroom dimensions and 'The investigations that I do help me to understand science better'**

Rank	Rho	No.	Classroom event
1	0.504	64	The teacher knows the class well
2	0.472	65	The teacher makes investigations fun
3	0.464	65	I am surprised by the results from investigations
4	0.390	65	I do as well as I can in this class
5	0.384	65	Investigations involve me in practical work during the lesson

Correlations are significant at  $p < 0.01$  (2-tailed).

Without reading too deeply into the meaning of these initial results, it is perhaps worth noting the presence of the affective and the relational in the model of investigative activity

captured by the instrument, and the connection in particular of these dimensions to the sense that investigations might help pupils to better understand science. There is some indication, then, that those components of confidence that might lead new science teachers to employ inquiry activity in their practice will perhaps depends on the ontologically challenging and occasionally fragile socio-emotional conditions that are experienced in school by the beginner (McNally 2006). If, as these preliminary results appear to suggest, the affective and relational are important for *experienced* teachers, the challenge of employing these more advanced methods might be all the greater for the beginner, and thus the case for evidence of their efficacy all the more vital.

## **Section 7: Scientists talking about their science**

Some quotations from scientists have been included in this paper. This could be further extended within a website and also include currently active scientists, using video clips of interviews. For example, a Strathclyde research scientist working on the Linking of Renewable Energy Sources into Power Networks remarked that often it was a case of:

...learning as you go ... (that the work) ... is a bit non-linear ... (sometimes ... you are just doing stuff ...seeing what happens ...you try something, it fails, you talk to someone else...you come across a good paper... you go back to the theory'. A project might start with saying 'let's put panels on people's roofs and see what we get ... (leading to) ... why don't we change the tariffs and observe results of that? ...different things [and] ideas have to be tried out ... with solar panels the energy is affected by clouds, dirty rain, degradation of panel materials, wavelength of light...

This spoken account is in contrast, of course, to more formal accounts of science which tend to invoke a 'process systems metaphor' (Usher 2001: 52) so as to project an image of determinacy that exists in the reporting rather than in nature, and which both denies the circumstantiality of the world around us and persuades against alternative approaches or interpretations (Edwards *et al.* 2004). But the physical world is often more strange than can be caught by those theories which seek to explain it. Take for example the description by the physicist Sir Arthur Eddington (in a lecture given to scientists in Edinburgh in 1927) of the atom: 'something unknown is doing we don't know what' (Gribbin 1991: 92).

The incorporation of more such examples - from actual interviews and from more readable narrative accounts by scientists or about science - not just in text, but in other media that

could be linked to a website, for example, would bring the real activity of scientists closer to the discourse of teachers and pupils in schools.

## Section 8: Being realistic

There is clearly greater scope for extensive support in post-qualification CPD. Within ITE, there is an opportunity right at the start to introduce new teachers to inquiry and to at least lay the foundations for the development of good practice. However the difficulties have to be recognised. The demands from the policy makers, schools themselves and of course student teachers with immediate concerns about qualifying are all realistic and relevant. The development of the website as a universally accessible resource with links to other valuable sources would be a priority. Structured input to an ITE course would have to be limited and manageable, so a minimum recommendation might be an early professional learning package which incorporates:

4. Introductory lecture
5. Practical workshop session
6. Protected experience of teaching investigatively
7. Small assignment requiring reflection on the experience
8. 2/3 seminars introducing perspectives on the nature of science, history of scientific ideas, biographies of scientists
9. Set of required readings introducing theoretical perspectives

A final thought on the recruitment of students:

“The disciplines of science and technology are often perceived as being difficult, and the results obtained by pupils are frequently used as selection criteria – a worrying phenomenon for both pupils and their parents. Better educational methods are necessary to overcome these obstacles and to convince them of the positive intrinsic value of science and technology, and the jobs associated with this field. **However, teachers are often recruited on the basis of their specific competence in certain subjects and not on the basis of their teaching ability.**” (Sgard 2007, p.19)

## References

- American Physical Society, [www.timeline.aps.org.uk](http://www.timeline.aps.org.uk)
- Blake A., Chambers P., Souter N. & McNally J. (2010), First Encounters with Inquiry in Science Teaching: student teachers on school experience, work in progress, University of Strathclyde.
- Bryce, T. & Gray, D. (2004), Tough acts to follow: the challenges to science teachers presented by biotechnological progress, *International Journal of Science Education*, 26, pp. 717-733.
- Day S. (2010), Developing Scientific Literacy through Cooperative Learning in School Science: One Science Department's Effort to Implement Curriculum for Excellence, PhD thesis, University of Strathclyde.
- Edwards, R., Nicoll, K., Solomon, N. & Usher, R. (2004), *Rhetoric and Educational Discourse: Persuasive Texts?* London: RoutledgeFalmer.
- Gott, R., & Duggan, S. (2002), Problems with the assessment of performance in practical science: Which way now? *Cambridge Journal of Education*, 32, pp. 83–201.
- Gribbin, J. (1998), *In Search of Schrödinger's Cat: Quantum Physics and Reality*, London: Black Swan.
- HMIe (2008), *Science: A portrait of current practice*, HM Inspectorate of Education
- Hodson, D. (1992), Assessment of practical work: Some considerations in philosophy of science, *Science and Education*, 1, pp. 115–144.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science, *Studies in Science Education*, 22, pp. 85–142.
- Kirshner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006), Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching, *Educational Psychologist*, 41, pp. 75–86.
- Laws, P. M. (1996) Investigative work in the Science National Curriculum, *School Science Review*, 77, pp.17–25.
- McIntyre, D., Pedder, D. and Rudduck, J. (2005), Pupil voice: comfortable and uncomfortable learnings for teachers. *Research Papers in Education*, 20, pp. 149-168.
- McNally J (2006), Confidence and loose opportunism in the science classroom: towards a pedagogy of investigative science for beginning teachers, *International Journal of Science Education* 28, pp. 423-438.
- McNally J., Blake A., Corbin B. & Gray P. (2008), Finding an identity and meeting a standard: connecting the conflicting in teacher induction. *Journal of Education Policy*. 23, pp. 287-298.
- Roth, W. M., & Tobin, K. (2001), Learning to teach science as practice, *Teaching and Teacher Education*, 17, pp. 741–762.
- The Scottish Government (2008), *Curriculum for Excellence: Building the Curriculum 3, a framework for learning and teaching*, Edinburgh: The Scottish Government.

- Sgard Frédéric (2007), *Special issue of the magazine of the European Research area Research EU*.
- Shapiro, B. L. (1996). A case study of change in elementary student teacher thinking during an independent investigation in science: Learning about the “face of science that does not yet know”, *Science Education*, 80, 535–560.
- Smith, C., Kelly, F., Blake, A., Gray, P., MacKenzie, S., McNally, J. & Stanfield, D. (2010), Empowering Teacher Collaboration To Promote Scientific Thinking Through Inquiry: Towards Lessons For Initial Teacher Education (ITE), *ECER*, Helsinki.
- S-TEAM (2010a), *Developing Scientific Thinking in the Classroom Through Inquiry*, available at <https://www.ntnu.no/wiki/download/attachments/8325736/Deliverable+6a+April+2010.pdf?version=1>
- S-TEAM (2010b), Preliminary Report on IBST in Europe, available at <https://www.ntnu.no/wiki/display/steam/Deliverables>
- Usher, R. (2001), Telling a story about research and research as story-telling: postmodern approaches to social research in C. Paechter, M. Preedy, D. Scott & J. Soler (Eds.) *Knowledge, Power and Learning*, London: The Open University Press.
- Woolnough, B. E. (Ed.). (1991), *Practical science*, Buckingham: The Open University Press.
- Wainer, H. & Lysen, S. (2009), That's Funny... A window on data can be a window on discovery, *American Scientist*, 97, 272.
- von Baeyer, H. C. (1999), A Century of Physics, *American Physical Society News*, 8, 3.

**S-TEAM Product 5.4: training package for science methods  
courses**

**Robert Evans, Department of Science Education, University of Copenhagen,**

### ***Premise:***

We have developed a training package for science methods courses for new teachers comprised of 'IBST-units', which can be reassembled in various ways by teacher educators to meet different needs and constraints. So, for example, in methods courses which are already quite full, IBST-units could be selected for the unique contribution they make to existing material. Whereas, for in-service teacher education, all of the IBST-units could be used together in an extended series of workshops for the teachers.

### ***Ten IBST-units:***

#### **Self-efficacy**

**Goal:** Develop teacher self-efficacy with IBST both to increase the likelihood that they will use inquiry in their teaching, as well as to measure and track the effect of the IBST-units in increasing IBST relevant self-efficacy.

**Method:** Measure self-efficacy before the first IBST-unit and periodically afterwards, including when teachers return to their classrooms. Consciously use four methods for increasing self-efficacies among participants: enactive mastery experiences, vicarious experiences, verbal persuasion and physiological and affective states.

#### **Conceptions about inquiry teaching**

**Goal:** Elicit conceptions about IBST and scientific literacy to discover just where participants stand in their basic understanding of these concepts. Such perceptions are useful both for making teaching decisions and assessing module effectiveness.

**Method:** Use open-ended questionnaire to assess conceptions before major methods teaching sequences and at the conclusion of development programmes

#### **Sharing an experience with science inquiry**

**Goal:** To give all participants an authentic experience with inquiry at a level that is both fresh and challenging to them. The analysis and discussion of the activity can stimulate renewed understanding and motivation to emulate inquiry teaching strategies.



**Method:** Teach the lesson to the participants (about 40 minutes) and share reflections about the experience afterwards.

### **Inquiring into inquiry**

**Goal:** Discover the elements of inquiry through reflection and discussion.

**Method:** Facilitate participant construction of the concept of IBST by analyzing a given inquiry lesson to discover its fundamental sequences and elements. Introduce a nomenclature for the discovered elements of inquiry (e.g. engage, explore, explain, extend, evaluate).

### **Explore inquiry teaching videos**

**Goal:** Discover both good and deficient examples of teachers using inquiry teaching methods.

**Method:** Watch short segments of science teachers using IBST methods to identify which of the teaching acts result in inquiry among students and which do not.

### **Exploration of meaning of Scientific Literacy**

**Goal:** Discover the meaning of scientific literacy in both national and international contexts.

**Method:** Use inquiry methods to compare and contrast concept maps of what scientific literacy means in different countries. Discuss similarities and differences.

### **Discover cross-disciplinary opportunities for teaching scientific literacy**

**Goal:** Discover synergies among different disciplines which provide opportunities for cross-disciplinary teaching of scientific literacy.

**Method:** Comparing and contrasting various national scientific literacy concept maps provide suggestions and even obligations for non-scientific concepts which relate to scientific literacy to be taught in science classrooms.

### **Creating short 'invitations to inquiry'**

**Goal:** Apply understanding about inquiry by creating an 'invitation' to inquiry for students in their content area.

**Method:** In small groups, participants create five minute 'invitations to inquiry' which could be used to set-up an inquiry lesson with a class. The group actually 'teaches' this invitation

to the workshop participants. All discuss each lesson looking for good elements of inquiry teaching.

### **Application of IBST to traditional teaching materials**

**Goal:** Use understanding of IBST to examine typical good science teaching activities and suggest revisions for them which would make them more inquiry oriented for students.

**Method:** Participants will as a whole group revise a traditional science activity, applying the tenets learned in other IBST-units. Then, in pairs the teachers will similarly revise plans in their own content area and at their teaching level to make them more inquiry oriented, using the tenets of IBST. Each pair will share their ideas with the entire group.

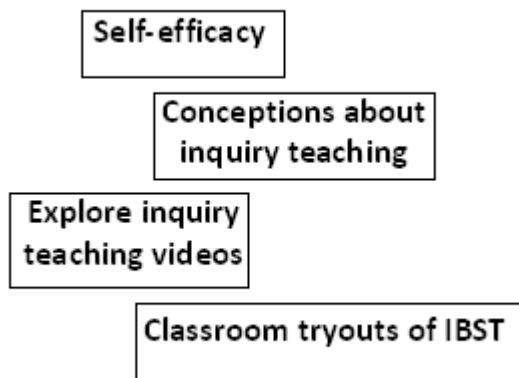
### **Classroom tryouts of IBST**

**Goal:** Participants will evaluate their growing understanding of IBST by teaching such a lesson to school students.

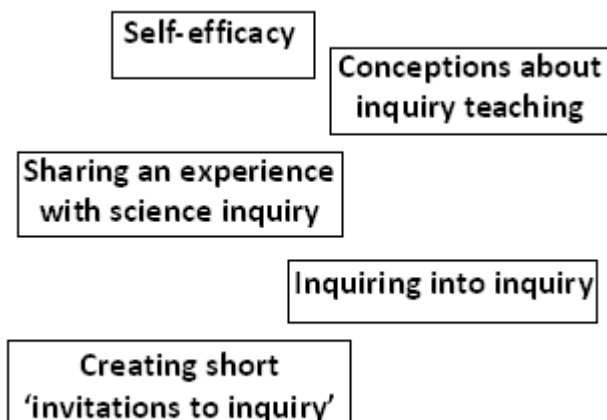
**Method:** Each participant will design an IBST lesson, based on the tenets developed from other IBST-units and try it with school pupils. They will record the lesson and write reflections about the results. They will then share from five to eight salient minutes of the lesson with either IBST participating teachers from their own school, workshop participants at a succeeding meeting or via teaching sharing Web places such as YouTube. In all cases they will reflect upon their lesson with colleagues.

### ***Possible Combinations of IBST-units***

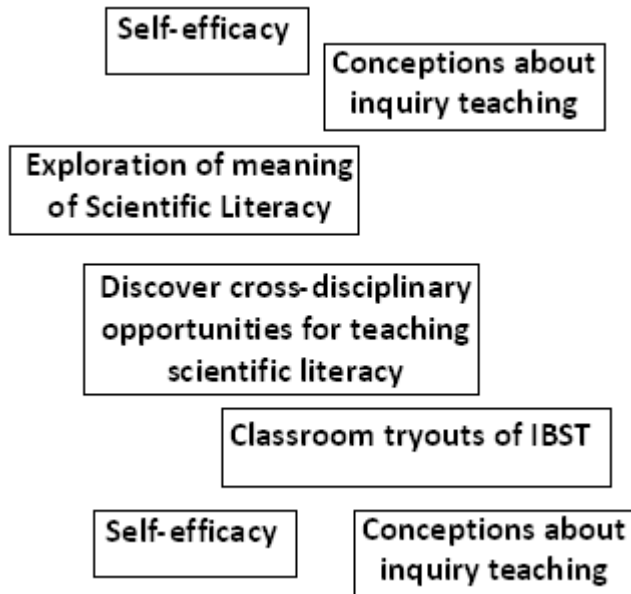
The ten IBST-units might be used in many ways. When inserted into existing initial teacher education courses, any of the ten could be used to enhance existing material. For workshops, some useful combinations could include the following configurations.



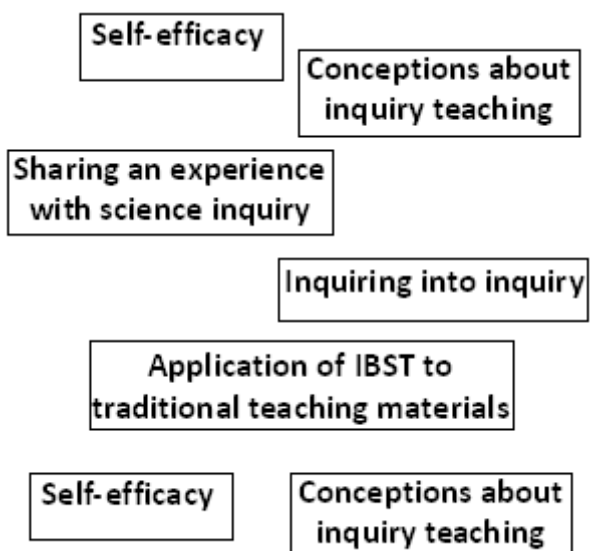
A possible Combination of IBST-units for CPD workshop where experienced teachers use the stimulation of videos of other teachers using inquiry to develop and try out their own lessons.



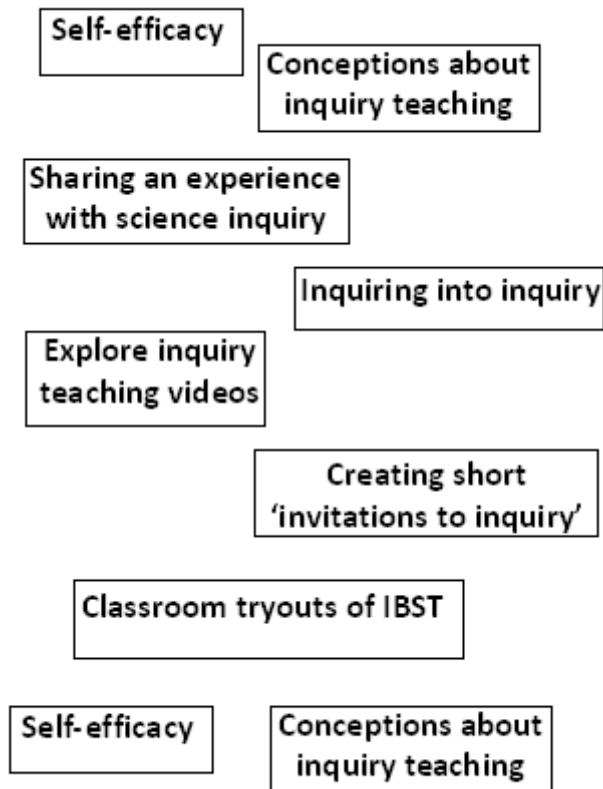
A possible combination of IBST-units for pre-service teachers' initial introduction to IBST methods:



This combination of IBST-units could be useful for continuing professional development where understanding and using scientific literacy goals as a means of introducing more cross-disciplinary teaching is a goal.



This sequence could be useful for either pre-service or in-service teachers to develop their concept of inquiry teaching and immediately apply it to the revision and alignment of typical science teaching activities.



These IBST-units would provide a beginning or experienced teacher with a constructive experience in evolving their concept of IBST and testing it.

Of course all ten of the IBST-units could be used together sequentially for initial teacher science teaching methods by adding the 'self-efficacy' and 'conceptions about inquiry teaching' components to the end to assess progress.

### 5.3 Workbook for science methods courses

The workbook associated with the 5C training package will include all of the materials relevant to the various IBST-units. These would include inquiry videos, scientific literacy concept maps, assessment instruments, examples of typical science teaching activities, etc. These materials are included on the USB memory stick supplied for review purposes and will also be available on the S-TEAM website: [www.ntnu.no/s-team](http://www.ntnu.no/s-team)

## **S-TEAM Product 5.5: Integrated science and primary/secondary transition**

**Dalius Dapkus and colleagues, Vilnius Pedagogical University**

## ***Section 1. Introduction***

The necessity for a transformation of teaching in science subjects became apparent in the USA, UK, Scandinavian and other countries in the 1970s. Science and technologies developed quite quickly and were followed by the enrichment of information and modernizing of society. These factors influenced scientists to find ways of managing scientific information. Representatives of natural sciences came to the conclusion that it is necessary to interconnect science subjects and teach them as an integrated unit. This idea was accepted by educators as well, and problems of teaching integrated science subjects became the object of pedagogic studies (*New trends in integrated science teaching*, 1991).

In Lithuania, as a former country of the Soviet Union, separate, non-integrated subjects of biology, chemistry, physics and mathematics were taught till 1990. After independence in 1990, Lithuania started to change its educational system, and the teaching of integrated science subjects became a reality. In newly created documents regulating education, such as *Concept of Lithuanian Education* (1992), *Guidelines of Reformation of Lithuanian Education* (1993), *General Programmes and Standards of Education* (1994, 1997, 2003, 2008), the need for a new quality of teaching in the natural sciences was stressed.

This transformation of educational theories in Lithuania raised many problems and questions, as there was no experience of teaching integrated science subjects. The subjects of natural science are not only connected through interdisciplinary relationships, but also through common concepts and conceptions, methodological principles, and solutions of general practical problems. It was, therefore, decided to integrate these subjects into the general course of natural science with the aim of helping pupils understand nature as a whole, to understand concepts and acquire skills, and to form comprehensive (holistic) views of man, society, nature and the world.

Interdisciplinary situations could be used during problem-based teaching, where the solution of a problem should not be limited to the material of only one theme. Rather, in the educational practice of interdisciplinary integration, different themes from various subjects should be combined. It is necessary to shift pupils' knowledge from one subject to another in each interdisciplinary teaching situation (horizontal shift). The shift of knowledge from one subject into the context of the teaching situation of another subject provides new

perspectives, creates new problem situations and encourages the acquisition of new information, or the conceptualising of new aspects of the knowledge acquired. A similar psychological situation is created when applying inner integration, but here ‘vertical shift’ is used, whereby more intricate competences and skills are formed.

In Lithuania, the integrated course of science subjects is taught at primary school (grades 1–4) and it is continued in classes of lower secondary school (grades 5–6). The course consists of Biology, Ecology, Chemistry, Physics, Earth science, Health education, and Technology (some elements of Geography are integrated at the 5th grade, while it becomes a separate subject from the 6th grade). Biology, Chemistry and Physics become separate disciplines starting from grades 7 and 8, and proceeding through the 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> grades as well.

The aim of this training package is to promote the use of interdisciplinary relationships with the help of problematic situations whilst teaching non-integrated science subjects in general education school. Student teachers and science teachers compose the target audience. Three didactic modules for science subjects (physics, chemistry and biology) are created. The aim of each module is to teach student teachers and science teachers how to create problematic situations on the basis of interdisciplinary integration.

## ***Section 2. SUMMARY OF THE MODULES***

### **2.1. A MODULE OF BIOLOGY DIDACTICS**

Title of the module	Realization of interdisciplinary relationships of biology, physics, chemistry and mathematics studying biology at 7-10 grades
Author of the module	Kęstutis Grinkevičius
Duration (for practising teachers)	One day seminar (8 hours)
Duration (for students - future teachers)	2 credits (80 hours: 16 hours of auditorium work, 64 hours of independent work)
Methods of studies	Practical – workshops. Creative – creation of educational problemical situations



	(discussions, debates, mind mapping, experiments, reflexions. Preparation and realization of a cycle of problemal situations is based on the method of A. Foldevi (1995).
Aim of the module	To educate didactic competences of biology students and practising teachers, to teach how to create problemal situations using inquiry-based methods while teaching science subjects (biology, chemistry, physics and mathematics) at the 7th-10th grades.
Tasks of the module	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To give theoretical and practical knowledge of pedagogy and modern didactics;</li> <li>• To introduce or deepen knowledge of contents of subjects of natural sciences and mathematics taught at school;</li> <li>• To develop skills of usage of interdisciplinary relationships in educational practice;</li> <li>• To present international science-related projects and the experience of usage of the inquiry-based methods while teaching different science subjects;</li> <li>• To develop skills of creation of problemal situations on the basis of interdisciplinary relationships using the inquiry-based methods while teaching biology;</li> <li>• To form uniform and holistic outlook towards science subjects.</li> </ul>

## 2.2. A MODULE OF CHEMISTRY DIDACTICS

Title of the module	Realization of interdisciplinary relationships of biology, physics, chemistry and mathematics studying chemistry at 8-10 grades
Author of the module	Almeda Kuriene
Duration (for practising teachers)	One day seminar (8 hours)
Duration (for students - future teachers)	2 credits (80 hours: 16 hours of auditorium work, 64 hours of independent work)
Methods of studies	Practical – workshops, chemical experiments. Creative – creation of educational problemal situations (discussions, debates, mind mapping, experiments, reflexions. Preparation and realization of a cycle of problemal

	situations is based on the method of A. Foldevi (1995).
Aim of the module	To educate didactic competences of chemistry students and practising teachers, to teach how to create problemical situations using inquiry-based methods while teaching science subjects (biology, chemistry, physics and mathematics) at the 8th-10th grades.
Tasks of the module	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To give theoretical and practical knowledge of pedagogy and modern didactics;</li> <li>• To introduce or deepen knowledge of contents of subjects of natural sciences and mathematics taught at school;</li> <li>• To develop skills of usage of interdisciplinary relationships in educational practice;</li> <li>• To present international science-related projects and the experience of usage of the inquiry-based methods while teaching different science subjects;</li> <li>• To develop skills of creation of problemical situations on the basis of interdisciplinary relationships using the inquiry-based methods while teaching chemistry;</li> <li>• To form uniform and holistic outlook towards science subjects.</li> </ul>

### 2.3. A MODULE OF PHYSICS DIDACTICS

Title of the module	Realization of interdisciplinary relationships of biology, physics, chemistry and mathematics studying physics at 7-10 grades
Author of the module	Palmira Pečiuliauskienė
Duration (for practising teachers)	One day seminar (8 hours)
Duration (for students - future teachers)	2 credits (80 hours: 16 hours of auditorium work, 64 hours of independent work)
Methods of studies	<p>Practical – workshops.</p> <p>Creative – creation of educational problemical situations (discussions, debates, mind mapping, experiments, reflexions.</p> <p>Preparation and realization of a cycle of problemical situations is based on the method of A. Foldevi (1995).</p>
Aim of the module	To educate didactic competences of physics students and practising teachers, to teach how to create problemical

	<p>situations using inquiry-based methods while teaching science subjects (biology, chemistry, physics and mathematics) at the 7th-10th grades.</p>
<p>Tasks of the module</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To give theoretical and practical knowledge of pedagogy and modern didactics;</li> <li>• To introduce or deepen knowledge of contents of subjects of natural sciences and mathematics taught at school;</li> <li>• To develop skills of usage of interdisciplinary relationships in educational practice;</li> <li>• To present international science-related projects and the experience of usage of the inquiry-based methods while teaching different science subjects;</li> <li>• To develop skills of creation of problemical situations on the basis of interdisciplinary relationships using the inquiry-based methods while teaching physics;</li> <li>• To form uniform and holistic outlook towards science subjects.</li> </ul>

### **Text of Modules and course materials**

The following Lithuanian text is being used as a foundation for the pilot versions of the module. An English translation will be provided once the modules have been optimised, by Month 24 (April 2011).

### 3. ĮVADAS

Gamtos mokslų mokymo kaitos būtinybė pribrendo praėjusio šimtmečio septintame dešimtmetyje JAV, Anglijoje, Skandinavijos ir kitose šalyse, kuriose sparčiai vystantis mokslams ir tobulėjant technologijoms, daugėjo mokslinės informacijos ir modernėjo visuomenė. Pastarieji reiškiniai paskatino mokslininkus ieškoti būdų, kaip valdyti mokslinę informaciją. Po svarstymų, gamtos mokslų atstovai priėjo bendros išvados, kad išeitis – gamtos mokslų jungimas ir integruotas jų mokymas. Šią idėją iš gamtos mokslų atstovų perėmus edukologams, gamtamokslio (integruoto) ugdymo klausimai tapo edukologijos tyrimų objektu (*New trends in integrated science teaching // Paris : Unesco, vol. 6, 1991*).

Tuometinėje Tarybų Sąjungoje, kurios švietimo sistemai priklausė ir Lietuva, buvo vykdomas dalykinis (diferencijuotas) biologijos, fizikos, chemijos mokymas. Po paskelbtos nepriklausomybės 1990 metais, švietimo pertvarka atgaivino anuomet Lietuvoje plėtoti pradėtą mokslų integracijos mintį. Integruoto mokymo aktualumas Lietuvoje iškilio reformuojant švietimą. Jis akcentuojamas ugdymo tobulinimui skirtuose dokumentuose: Lietuvos švietimo koncepcijoje (Vilnius, 1992), Lietuvos švietimo reformos gairėse (Vilnius, 1993), Bendrosiose programose (1994, 1997, 2003, 2008). Šie dokumentai pažymėjo naują gamtos dalykų mokymo kokybę.

Vykstant ugdymo teorijų permainai Lietuvoje, iškilio klausimas, kaip mokyti gamtos mokslų, nes juos sieja ne tik tarpdalykinių ryšių, bet ir bendrų sąvokų bei sampratų, metodologinių principų, bendrų praktinių problemų sprendimų jungtys. Dėl šių dalykų dermės nuspręsta juos jungti į bendrą gamtos mokslų kursą, siekiant, kad gamtą mokiniai suvoktų kaip visumą, susiformuotų išsamų *žmogaus-visuomenės-gamtos-pasaulio* (holistinį) vaizdą, išmoktų remtis gamtos mokslų žiniomis bei gebėjimais.

Tarpdalykinės integracijos elementai gali būti naudojami probleminio mokymo metu. Problemos sprendimas negali būti susijęs tik su vienos temos medžiaga, ir todėl įvairių disciplinų žinios turi būti panaudotos. Kiekvienoje tarpdalykinio pobūdžio mokomojoje situacijoje mokiniams tenka perkelti žinias iš vieno dalyko į kitą (horizontalus perkėlimas). Tuomet tenka įveikti psichologinės inercijos sąlygojamus prieštaravimus tarp savo prigimtimi dalykinių žinių ir jų tarpdalykinio panaudojimo naujose mokymo situacijose. Vieno dalyko žinių perkėlimas į kito dalyko turinio mokomąją situaciją, suteikia toms žinioms naujumo pobūdį, sudaro problemines situacijas, skatina atrasti naujas žinias arba įžvelgti naujus jau įgytų žinių aspektus. Panaši psichologinė mokymosi situacija susidaro ir taikant vidinę integraciją. Skirtumas tik tas, kad šiuo atveju taikomas vertikalus perkėlimas, kai formuojasi vis sudėtingesni mokėjimai ir įgūdžiai.

Tarpdalykiniai ryšiai - svarbus Bendrųjų programų principas, kuris realizuojamas skirtingais lygmenimis. Integruoti gamtos mokslų kursai šiuo metu dėstomi pradinės mokyklos 1-4 klasių ir, išlaikant integracijos tęstinumą, 5-6 klasių mokymosi centruose. 5–6 klasėse mokomasi integruoto gamtos mokslų kurso „Gamta ir žmogus“, apimančio biologijos, fizikos, chemijos, Žemės mokslo, sveikos gyvensenos, ekologijos, technikos mokslų žinių elementus (5 klasėje šiame kurse integruojami ir kai kurie geografijos elementai), o nuo 6 klasės geografija atsiskiria į savarankišką dalyką. 5–6 klasių gamtos mokslų kursas integruojamas neišskiriant atskirų mokomųjų dalykų. 7–8 klasėse atsiskiria biologijos, chemijos ir fizikos dalykai. Dalykinis gamtamokslinių dalykų dėstymas tęsiamas 9-10 klasėje.

Šio mokomojo paketo tikslas – skatinti tarpdalykinių ryšių naudojimą ir probleminių situacijų sudarymą dėstant neintegruotas gamtos mokslų disciplinas pagrindinėje mokykloje. Jis yra skirtas studentams – būsimiesiems mokytojams ir jau dirbantiems gamtos mokslų mokytojams. Sukurti 3 didaktiniai moduliai (biologijos, chemijos ir fizikos). Kiekvieno modulio tikslas yra supažindinti studentus ir mokytojus su probleminių situacijų sukūrimu tarpdalykinės integracijos pagrindu.

#### 4. BIOLOGIJOS DIDAKTIKOS MODULIS

Modulio pavadinimas	Biologijos, fizikos, chemijos ir matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis biologijos 7-10 klasėje
Modulio autorius	Kęstutis Grinkevičius
Modulio apimtis (mokytojams)	1 dienos seminaras (8 val.)
Modulio apimtis (studentams)	2 kreditai (80 valandų: 16 auditorinių valandų ir 64 savarankiško darbo valandos)
Studijų metodai	<b>Praktiniai</b> – <i>pratybos</i> <b>Kūrybiniai</b> – <i>edukacinių probleminių situacijų kūrimas (diskusijos, debatai, minčių žemėlapis, eksperimentai, refleksijos)</i> Probleminių situacijų ciklo rengimas ir realizavimas grindžiamas A. Foldevi (1995) metodika.
Modulio tikslas	Ugdyti biologijos studijų programos studentų ir mokytojų didaktinę kompetenciją, kurti problemines mokymosi situacijas gamtamokslinių dalykų (biologijos, chemijos, fizikos ir matematikos) turinio pagrindu pagrindinės mokyklos 7-10 klasėse, taikant tyrinėjimu pagrįstus metodus.
Modulio siekiniai	Pedagoginę studijų programą pasirinkę bakalaurai ir mokytojai, studijuodami biologijos didaktikos modulį

	<p>„Biologijos, fizikos, chemijos ir matematikos tarpdalykiniai ryšiai“ :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• įgys teorinių ir praktinių žinių iš pedagogikos, šiuolaikinės didaktikos;</li> <li>• susipažins su gamtamokslinių dalykų ir matematikos turiniu pagrindinėje mokykloje;</li> <li>• lavins tarpdalykinių ryšių taikymo biologijos edukacinėje praktikoje gebėjimus;</li> <li>• susipažins su tarptautiniais gamtamoksliniais projektais ir tyrinėjimu pagrįstų metodų taikymo patirtimi gamtamokslinių dalykų edukacinėje praktikoje;</li> <li>• mokysis per biologijos pamokas kurti problemines mokymosi situacijas tarpdalykinių ryšių pagrindu, taikant tyrinėjimu pagrįstus metodus</li> <li>• formuosis vientisą, holistinį gamtamokslinį pasaulėvaizdį.</li> </ul>
--	---

#### **4.1. GAMTAMOKSLINIO UGDYMO TURINIO PASISKIRSTYMAS MOKYMOSI KONCENTRUOSE**

Gamtos tyrimų dėmuo yra bendras visiems gamtos mokslams, todėl visose pagrindinės mokyklos klasėse jis yra integruojamas į kitus tris dėmenis. Vengiant pasikartojimų, fizikoje nėra išskirta medžiagos sandaros dalies, nes chemijoje tai nagrinėjama plačiau ir išsamiau.

5–8 klasių koncentras dalijamas į dvi dalis, kurios skiriasi gamtos mokslų integracijos laipsniu.

5–6 klasėse mokomasi integruoto gamtos mokslų kurso, apimančio biologijos, fizikos, chemijos, Žemės mokslo, sveikos gyvensenos, ekologijos, technikos mokslų žinių elementus. 5 klasėje šiame kurse integruojami ir kai kurie geografijos elementai, o nuo 6 klasės geografija atsiskiria į savarankišką dalyką. 5–6 klasių gamtos mokslų kursas integruojamas neišskiriant atskirų mokomųjų dalykų.

7–8 klasėse, išlaikant gana tvirtus tarpdalykinius ryšius, atsiskiria biologijos, chemijos ir fizikos dalykai.

9–10 klasėse mokomasi apibendrinamųjų biologijos, chemijos ir fizikos kursų, kurie skirti baigti formuoti mokinių gamtamokslinę kompetenciją.

#### **4.2. TARPDALYKINIS INTEGRAVIMAS**

Tai atskirų dalykų turinio ir metodų siejimas į visumą. Pavyzdžiui, gamtos mokslai: biologija, chemija, fizika – vieni integraliausių savaime, nes juos sieja daug bendrų sąvokų ir sampratų, problemų sprendimų būdų, tyrimo metodų. Daugelio biologijos dėsningumų neįmanoma paaiškinti be fizikos arba chemijos sampratų. Tai pagrindžia ir iš šių dalykų susiformavę atskiri (integralūs) mokslai, pvz., Bioorganinė

chemija, Biofizika, fizikinė chemija. Gyvename neišdalytame pasaulyje, kuriame vykstantys reiškiniai ir procesai turi tarpusavio dėsningumą. Todėl ir mokant gamtos mokslų, tuos dėsningumus reikia atskleisti mokiniams, kad jie susiformuotų vientisą (holistinį) žmogaus-visuomenės-pasaulio vaizdą ir gamtamokslinę sampratą.

Integracija su matematika – įgytieji skaičiavimo, skaičių apvalinimo, reiškinių sudarymo, palyginimo, prastinimo ir pertvarkymo, procentų nustatymo, funkcijų grafikų brėžimo bei skaitymo ir kt. gebėjimai plačiai taikomi mokantis gamtos mokslų.

Integracija su informacinėmis technologijomis – mokoma naudotis IKT teikiama galimybėmis ieškant, apibendrinant ir pateikiant gamtamokslinę informaciją, apdorojant tyrimų, bandymų ir stebėjimų duomenis, tiriant ar modeliuojant gamtinius reiškinius.

### 4.3. MODULIO TURINYS IR APIMTIS

Modulis „Biologijos, chemijos, fizikos ir matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis biologijos 7-10 klasėje“, skirtas biologijos pedagoginę studijų programą pasirinkusiems bakalauro pakopos studentams, yra integrali biologijos didaktikos programos dėstymo dalis. Modulis grindžiamas pedagogikos, šiuolaikinės didaktikos, gamtamokslinių dalykų: biologijos, fizikos, chemijos ir matematikos žiniomis. Šio modulio turinys ir struktūra buvo projektuojama atsižvelgiant į gamtamokslinių dalykų ir matematikos bendrąsias programas bendrojo lavinimo mokyklai<sup>2</sup>.

„Biologijos, fizikos, chemijos ir matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis biologijos 7-10 klasėje“ modulį sudaro 4 skyriai: 1) „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 7 klasėje“; 2) „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 8 klasėje“; 3) „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 9 klasėje“; 4) „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 10 klasėje“.

Taikant šiame modulyje numatytus biologijos ir chemijos tarpdalykinius (integracinius) ryšius bendrojo lavinimo mokyklos 7-ai klasei, paralelinė integracija negalima. Mat chemijos dalyko diferencijuotai mokytį pradėdama tik nuo 8 klasės. Chemijos sąvokos į 7 klasės biologijos kursą integruojamos prisimenant/kartojant 5-6 klasėje išeito integruotų gamtos mokslų kurso žinias.

#### 4.3.1. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 7 klasėje“ turinys

Skyrių turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 16 valandų savarankiško darbo. Septintos klasės biologijos turinį sudaro šie skyriai: „Žvilgsnis į organizmą“, „Audinių neturintys organizmai“, „Augalai“, „Gyvūnai“, „Organizmas ir aplinka“.

**Veiklos sritis: gamtos tyrimai.** Tyrimas – universalus pažinimo metodas, taikomas per visų gamtamokslinių dalykų pamokas. Prieš pradėdami tyrinėti,

---

<sup>2</sup> Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos. (2008).[Interaktyvus] Prieiga per Internetą adresu: <http://www.pedagogika.lt>



mokiniai turėtų prisiminti bendrąją eksperimentinio metodo schemą, kuri buvo pateikta 5-6 klasių koncentro vadovėliuose: *problema* → *hipotezė* → *tyrimui atlikti reikalingos priemonės* → *tyrimo eiga* → *tyrimo rezultatai* → *išvados ir jų palyginimas su hipoteze* → *atlikto darbo pristatymas (individualus, poromis ar grupėmis)*. Penktoje-šeštoje klasėje ypač daug dėmesio buvo skirta projekto metodui, kuris paremtas tyrimo atlikimo pagrindu. Todėl mokiniai jau turi pakankamai gebėjimų atlikti gamtamokslinius tyrimus aukštesniuose centruose. 7-8 klasės mokiniai turi gebėti pagal pavyzdį susiplanuoti ir atlikti stebėjimus ir bandymus, formuluoti išvadas. Įvairiuose šaltiniuose savarankiškai rasti, apibendrinti, klasifikuoti reikiamą informaciją apie gamtos reiškinius, diskutuoti apie artimiausios aplinkos gyvenimo sąlygų gerinimo būdus panaudojant gamtos mokslų laimėjimus. Pagal pavyzdį susiplanuoti ir atlikti stebėjimus ir bandymus, formuluoti išvadas. Įvairiuose šaltiniuose savarankiškai rasti, apibendrinti, klasifikuoti reikiamą informaciją apie gamtos reiškinius, diskutuoti apie artimiausios aplinkos gyvenimo sąlygų gerinimo būdus panaudojant gamtos mokslų laimėjimus. Mokytojo padedami, bendradarbiaudami mokiniai mokosi apdoroti tyrimų rezultatus: apibendrinti juos ir aprašyti, pateikti lentelėmis, paprasčiausiomis diagramomis. Mokiniais sudaromos sąlygos tyrimų rezultatus pateikti ne tik raštu, bet ir pristatyti vieni kitiems.

**„Žvilgsnis į organizmą“.** Nagrinėjamos gyviems organizmams egzistuoti būtinos ir netinkamos sąlygos, aiškinamasi, kaip radosi gyvybė. Nagrinėjant šią temą galima integracija tiek su chemijos, tiek su fizikos dalykais. Mokinių prašoma remtis anksčiau įgytomis žiniomis, užduodami klausimai: „Prisiminkite, iš kokių dujų susideda šiandieninė atmosfera“; prašoma paaiškinti: „Kokią reikšmę susidarant gyvybei turėjo fotosintezė“. Mokiniai turėtų prisiminti ir paaiškinti sąvoką „Ozono sluoksnis“ (15-25 km nuo Žemės paviršiaus esantis dujų ( $O_3$ ) sluoksnis, kuris sugeria didumą kenksmingų Saulės spindulių). Tuo pačiu prisimenamos fizikinės sąvokos: „Ultravioletiniai spinduliai“ (biologijoje apibūdinami, kaip kenksmingi viskam kas gyva), taip pat sąvoka „Saulės šviesos energija“.

Ląstelės temoje remiantis augalų ir gyvūnų pavyzdžiais nagrinėjamos ląstelės sudarančios struktūros ir organelės; akcentuojami augalo ir gyvūno ląstelių panašumai ir skirtumai; lyginami ląstelių dydžiai. Nagrinėjant šią temą galima integracija turinio pagrindu su chemija, fizika ir matematika. Prisimenamas fotosintezės procesas: *gaminamos organinės medžiagos ir išskiriamas kvėpavimui reikalingas deguonis*. Mitochondrijos lyginamos su „ląstelių jėgainėmis“, nes jose vykstant reakcijoms ląstelės apsirūpina energija. Ląstelės paprastai tokios mažos, kad be mikroskopo dažnai neįžiūrimos. Pakartojama mikroskopo optinė sandara (nagrinėta 6-oje klasėje): okuliaras, objektyvas. Integracija su matematika: mikroskopo didinamosios gebos skaičiavimas (sudauginant ant okuliario ir objektyvo įspaustus skaičius – didinimo indeksus. Kad mokiniai geriau įsivaizduotų ląstelių dydžius, palyginimui pateikiami pavyzdžiai: moters kiaušialąstės 0,1-0,2 milimetro; smegenų ląstelės – 0,005 milimetro.

Nagrinėjant ląstelių funkcijas, integracija galima su chemijos dalyku. Primenamas fotosintezės procesas, nagrinėjama fotosintezės reakcijos lygtis (be cheminių simbolių):

**Anglies dioksidas+ vanduo+Saulės šviesos energija----cukrus +deguonis**

Ląstelinis kvėpavimas aiškinamas kaip maisto medžiagų jungimasis su deguonimi, po kurio susidaro anglies dioksidas bei vanduo ir išsiskiria energija. Aiškinimas iliustruojamas reakcijos lygtimi (be simbolių):

**Angliavandeniai (gliukozė) + deguonis ----anglies dioksidas + vanduo + energija**

Kartojama fizikos sąvoka – „Saulės šviesos energija“.

Temos „Medžiagos juda į ląstelę ir iš jos“ turinio pagrindu galimi integraciniai ryšiai su chemija, fizika. Su fizika difuzijos paralelinė integracija negalima, nes per biologijos pamokas difuzijos reiškinys nagrinėjamas mokslo metų pradžioje (rugsėjis). Difuzijos sąvoka fizikos ir chemijos vadovėlyje apibrėžiama skirtingai. Osmo sąvoka fizikos kurse nenaudojama. Devintoje klasėje per biologijos pamokas difuzijos ir osmo reiškinys taip pat apibrėžiamas. Osmo reiškinį, kuris nagrinėjamas septintoje ir devintoje klasėje per biologijos pamokas, galima palyginti su diodo veikimu. Diodas elektros srovę praleidžia tik viena kryptimi. Galima palyginti su puslaidininkių sandūroje vykstančiais reiškiniais. Biologijos vadovėlyje (7 klasė), nagrinėjant difuzijos reiškinį, pateikiami bandymai su dažais, rašalu. Apibrėžiant difuzijos sąvoką daugiau dėmesio skiriama difuzijos reiškiniui gamtoje, labiau akcentuojamas taikomasis difuzijos reiškinio aspektas. Difuzija ląstelėse: difuzijos būdu deguonis patenka į ląstelę, o anglies dioksidas pašalinamas iš jos. Difuzija plaučiuose: deguonis skverbiasi iš plaučių į kraują, anglies dioksidas – iš kraujo į plaučius. Difuzijos būdu maisto medžiagos patenka į ląsteles, ląstelės aprūpinamos deguonimi, o iš jų šalinamas anglies dioksidas. Dėl osmo vanduo organizmuose juda iš ląstelės į ląstelę, iš dirvožemio į augalo šaknies ląsteles. Taip pat svarbu pakartoti molekulės sąvoką. Prisimenamos chemijos sąvokos: „Koncentracija – medžiagos kiekis mišinyje, tirpale“; „Tirpalas – vientisas dviejų ar kelių skirtingų medžiagų mišinys“.

**„Audinių neturintys organizmai“.** Skyrių nagrinėti pradedama nuo ląstelinės sandaros neturinčios gyvybės formos – virusų. Nagrinėjant virusų temą, integracija galima su matematika ir informacinėmis technologijomis. Pateikiami skaičiai apie viruso dauginimosi greitį, pvz., viruso dauginimosi ciklas, trunka 30 min. Per vieną ciklą susidaro apie 200 naujų virusinių dalelių. Remdamiesi duomenimis mokiniai skaičiuoja, kaip greitai virusas dauginasi, kiek jų bus po valandos, dviejų ir pan. Gautus rezultatus gali naudoti grafikams, kreivėms braižyti ar lentelėms sudaryti. Palygina kompiuterinį ir biologinį virusus.

Bakterijų nagrinėjimas taip pat gali būti sietinas su matematika. Ugdant mikropasaulio, egzistuojančio kartu su mumis supratimą, akcentuojamas bakterijų dydis. Bakterijų gausa siejama su jų dauginimosi greičiu (ląstelei skylant pusiau). Pagal pateiktus arba pačių gautus (pvz., Internete surastus) duomenis skaičiuoti bakterijų dauginimosi greitį. Rezultatus gali naudoti grafikams, kreivėms braižyti ar lentelėms sudaryti. Taip pat integracija su fizikos dalyku aiškinant temperatūrų poveikį bakterijų dauginimosi intensyvumui. Primenama, kad kuo aplinkos temperatūra aukštesnė, tuo bakterijos sparčiau dauginasi. Norint, kad maisto produktai negestų ir ilgiau išliktų švieži, jie laikomi šaldytuve ar šaldiklyje, nes jų skleidžiamoje žemoje temperatūroje bakterijos negeba daugintis. Paprašoma mokinius išsiaiškinti, kokia žemiausia šių prietaisų skleidžiama temperatūra. Bet norint bakterijų užsiauginti, pavyzdžiui, tyrimams laboratorijose, tam skirti prietaisai termostatai (šilumos šaltiniai), kurie palaiko pastovią aukštą temperatūrą.

Nagrinėjant vienaląsčius protistus (ameba, klumpelė), integracija galima kartojant fizikos sąvokas. Kadangi šie organizmai gyvena vandens aplinkoje, tad dėl osmoso jų ląstelės nuolat prisipildo vandens, kurio perteklių kaskart iššvirkščia pro tik jiems būdingą pulsuojančiąją vakuolę. Pakartojama difuzija, nes tokiu būdu pro ląstelės plazminę membraną į vienaląsčių protistų ląstelių vidų patenka vandenyje ištirpęs deguonis reikalingas ląstelės kvėpavimui.

**„Augalai“.** Kalbant apie augalų žiedų spalvas, kurias lemia dažinės medžiagos – pigmentai, integracija galima su chemija. Beveik visi gamtiniai pigmentai, išskyrus geltonus, nudažantys gėlių žiedus, vaisius įvairiausiomis spalvomis, keičia spalvą ir rūgščių, ir bazių tirpaluose. Pvz., daržininkų indikatoriumi gali būti hortenzijų žiedai: šarminiame dirvožemyje jie yra raudoni, rūgštiniame dirvožemyje – mėlyni.

Nagrinėjant žiedinių (magnolijūnų) augalų prisitaikymą kuo plačiau paskleisti ir išplatinti vaisius su sėklomis, mokiniams aiškinama vaizdžiai iliustruojant: kiaulpienės vaisius – skristuko (panašus į parašiotą) ir klevo – sparnavaisio pavyzdžiais. Akcentuojama, kad daug idėjų žmogus „pasiskolino“ iš augalų. Pvz., skristuko principu (paremtu fizikos dėsniais) veikia parašiotas ir parasparnis.

Kalbant apie svetimžemius augalus (pvz., amerikine galinsoga), kurie beveik visi yra piktžolės, galima integracija su chemija aptariant nepageidaujamų augalų naikinimą cheminėmis medžiagomis (herbicidai) ir šių medžiagų poveikį aplinkai.

Analizuojant temą „Visokeriopa augalų naudą“, aptariamasi iš augalų gaunamos natūralios medžiagos: medvilnė, lino pluoštas, mediena, aliejai. Galima prisiminti 5-6-ose klasėse jau nagrinėtas sąvokas: natūralios ir dirbtinės medžiagos (natūralios medžiagos – gamtoje randamos medžiagos: smėlis, akmenys, vanduo, gintaras, arba gaunamos iš gamtinės žaliavos: vilna, medvilnė, aliejai ir pan.). Sintetinės medžiagos – tai dirbtiniu būdu gaunamos medžiagos, perdirbant naftą, gamtines dujas, anglis). Iš ankstesnių gamtos mokslų kursų prisimena, kad sveikiau naudoti daiktus pagamintus iš natūralių medžiagų. Šias žinias vėliau mokiniai galės sieti su chemijos 8 klasės skyriaus „Medžiaga. Natūralios ir sintetinės medžiagos“ nagrinėjamomis sąvokomis. Mokantis chemijos formuojamos žinios ir įgūdžiai apie sintetinių medžiagų svarbą šiuolaikiniame pasaulyje.

**„Gyvūnai“.** Nagrinėjant vabzdžių prisitaikymą gyventi įvairiose aplinkose, galima tarpdalykinė integracija su chemija ir fizika. Pvz., nagrinėjant vandens aplinkoje gyvenančių vabzdžių biologinius ypatumus, kaip antai balinio čiuožiko, išsiaiškinama vandens įtempimo samprata. Žemesnių klasių vadovėliuose vandens įtempimo samprata iliustruojama kaip „Vandens oda“. Tokiu būdu mokiniams ugdoma vaizdinė atmintis asocijuojant. Norint akivaizdžiai tai įrodyti, galima atlikti bandymą su adata/degtuku atsargiai juos padedant ant dubenio vandens. Per chemijos pamokas su vandens paviršiaus įtempio sąvoka susipažįstama 9-oje klasėje. Sąvoka paaiškinama taip: *skysčio paviršiuje ir skysčio viduje vandens molekulių sąveikos jėgos yra skirtingos, todėl skysčio paviršiuje susidaro plonytė plėvelė, atsiradusi dėl vandens paviršiaus įtempio.* Per fizikos pamokas ši sąvoka nagrinėjama 11 klasėje, todėl paralelinė integracija negalima su abiem dalykais.

Nagrinėjant žuvų prisitaikymą gyventi vandenyje, jų biologinės sandaros ypatumai siejami su fizikos dalyku: aptaki kūno forma, kad įveiktų vandens srovės priešpriešą; plaukiojamoji pūslė: reguliuodama joje esantį oro dujų kiekį žuvis gali panerti ir iškilti taip pat plūduriuoti. Galima integracija su chemija, primenant, kad vandenyje gyvenantys organizmai taip pat kvėpuoja deguonimi, bet ne laisvu, o

ištirpusiu vandenyje. Kad vandenyje yra ištirpusio deguonies, galima iliustruoti bandymu: stiklinę vandens pastatyti saulėtoje vietoje. Kai vanduo sušils, jame ištirpęs deguonis mažais burbuliukais ims kilti į viršų.

Paukščių gebėjimas skraidyti turėtų būti nagrinėjamas fizikinius ir cheminius dėsnius siejant su paukščio biologiniais ypatumais (*Paukščio morfologinė ir anatominė sandara: aptaki kūno forma, kontūrinės plunksnos ir plasnojamosios plunksnos, stiprūs krūtinės raumenys, lengvi kaulai*). Organizmų judėjimas (žeme, vandeni, oru) viena integraliausių temų su fizikos dalyku. Remiantis ankstesne mokinio patirtimi, svarbu prisiminti/pakartoti sąvokas: judėjimas, jėgos, energija. *Kartojant šias sąvokas pateikiami klausimai: „Kokį judėjimą vadiname skridimu?“ (Gebėjimas tam tikrą atstumą judėti oru); „Kas priverčia paukštį skristi?“ (Kūno raumenyse sukaupta energija panaudojama sparnams mojuoti ir sukurti skrydžio judesį. Tai padeda įveikti Žemės traukos jėgą ir pakilti į orą. Tekėdamas virš paukščio sparnų oras sukuria aukštyn nukreiptą keliamąją jėgą); „Kokios jėgos veikia skrendantį paukštį?“ (Žemės traukos jėga, oro priešpriešinė tėkmė).* Taip pat akcentuoti, jog skrendant energijos reikia daug daugiau negu paprastai judant. Kad jos gautų – papildomai reikia deguonies. Tam kūne paukščiai turi oro rezervuarus – oro maišus.

**„Organizmas ir aplinka“.** Remiantis pavyzdžiais nagrinėjami įvairių organizmų mitybos ypatumai. Integracija su fizika: pakartoti sąvokas energija ir energijos virsmas. Akcentuoti, kad energija niekur nedingsta – ji tik iš vienos formos pereina į kitą. Integracija su matematika: naudodamiesi informaciniais šaltiniais (pvz., Internetu) suranda duomenų ir skaičiuoja įvairių organizmų energijos poreikius.

Nagrinėjant neigiamą žmogaus įtaka aplinkai ir gamtai galima integracija su fizika ir chemija. Aptariami šie aspektai: įvairaus kuro deginimas (gamyklos, automobiliai) Žemėje sparčiai didina anglies dioksido kiekį. Rūgštieji lietūs (krituliai, kurių pH rodiklis yra žemesnis nei 5,6. Vandens garams sureagavus su sieros dioksidu ar azoto oksidais, susidaro rūgštys. Jos iškrenta į žemę kartu su krituliais); šiltnamio reiškinys (kai atmosferoje pagausėjus anglies dioksido dujų, pakyla oro temperatūra, keičia klimatą. Šios dujos kaupiasi apatiniuose atmosferos sluoksniuose. Panašiai kaip šiltnamio stiklas jos gerai praleidžia saulės spindulius, tačiau sulaiko nuo žemės sklindančią šilumą). Chemijoje su panašiomis sąvokomis: ekologinėmis ozono sluoksnio nykimo ir šiltnamio reiškinio sukeliama problema bei jų sprendimo būdais supažindinama 8 klasėje.

Analizuojant žmonių veiksmus saugant aplinką ir gamtą aptariamas atliekų rūšiavimas, cheminis jų perdirbimas, saugus cheminių medžiagų utilizavimas ir pan.

#### **4.3.2. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 8 klasėje“ turinys**

Aštuntos klasės biologijos turinyje tarpdalykinei integracijai tinkami šie skyriai: „Įvadas“, „Mityba“, „Medžiagų pernaša“, „Kvėpavimas“, „Šalinimas“, „Atrama ir judėjimas“, „Nervų sistema“, „Dauginimasis ir vystymasis“.

Turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 16 valandų savarankiško darbo.

**Įvadas.** Plečiamas supratimas apie gyvybę, analizuojami gyvybės požymiai: „Judėjimas“ „Mityba“, „Kvėpavimas“, „Dirglumas“, „Šalinimas“, „Dauginimasis“.

Integracijai su fizika aktualios šios savokos: dirglumas, nes kalbant apie jį galima prisiminti elektrinio impulso sampratą. Taip pat ir judėjimas. Fizikoje jis vadinamas mechaniniu judėjimu (būdingas visai Visatai: juda ne tik milžiniškos planetos, keliaudamos erdve, bet ir mažiausios dalelytės, sudarančios įvairias medžiagas). Fizikos vadovėliuose *mechaninis judėjimas* apibūdinamas kaip kūno padėties kitimas erdvėje laikui bėgant. Matematikos vadovėliuose judėjimo sąvoka yra dažnai naudojama 5 klasėje sprendžiant judėjimo uždavinius. Vadinasi, per matematikos pamokas judėjimo sąvoka naudojama buitine prasme, neatskleidžiama jos esmė. Judėjimas neatsiejamas nuo „Jėgos“ sampratos. Ji verčia judantį kūną keisti greitį, kryptį arba visai sustoti. Taip pat „Energijos“ sampratos. Taigi judėjimas – plati sąvoka, todėl jos pagrindu galima tarpdalykinė integracija su matematika (skaičiuojamas greitis), chemija (judėjimo metu vykstančios cheminės reakcijos). Taip pat turėtų būti pakartojamos chemijos sąvokos: deguonis, anglies dioksidas. Jos siejamos su kvėpavimu – procesu, kurio metu kvėpavimo organai dalyvauja pasiimant deguonį ir pašalinant anglies dioksidą. Taip pat su chemija siejamas šalinimas – atsikratymas nereikalingų medžiagų tuštinantis, šlapinantis, prakaituojant, iškvepiant. Atliekant BP ir biologijos vadovėlių analizę niekur neakcentuojamas gebėjimas įvardinti, kodėl Žemės planeta palanki gyvybei būti. Tad įvade galima paminėti aspektus, užtikrinančius gyvybės egzistavimą Žemėje: optimalus planetos atstumas nuo Saulės; daugiausia skysto vandens; Žemė turi atmosferą (gyvybei svarbūs ozono (O<sub>3</sub>) sluoksnis ir deguonis). Kadangi 5-6 klasių kurse buvo nagrinėjamos planetos, tad galima trumpai prisiminti, kodėl kitose planetose pvz., Marse ar Veneroje, gyvybei sąlygos neįmanomos. Per chemijos pamokas 8 klasėje nagrinėjama: oras, susipažįstama su ozono sandara, nagrinėjama, kuo panašios bei skirtingos jo ir deguonies molekulės.

„**Mityba**“. Augalų mityba neatsiejama nuo fotosintezės proceso. Mokinių paprašyti prisiminti ir paaiškinti 7 klasės kurse nagrinėtos fotosintezės sąvokos. Prisiminti ir pakartoti cheminę fotosintezės reakcijos lygtį. Nagrinėjant augalų mitybą svarbu prisiminti fizikos sąvoką „Saulės šviesos energija“ – *tai iš Saulės gaunama energija*. Sąvokos aiškinimą galima iliustruoti buitiniu pavyzdžiu apie lauko žibintus su saulės baterijomis, kurios saulės šviesą paverčia elektros srove. Nagrinėjant gyvūnų mitybą svarbu prisiminti sampratas: kaupiamoji energija ir judėjimo energija. Taip pat pakartoti judėjimo sąvoką, nes judėjimas daugumai gyvūnų leidžia susirasti maisto ir išgyventi.

Plečiant mokinių supratimas apie organizmams būtinas maisto medžiagas, reali integracija su chemija. Prisimenamos ir aptariamoms sąvokos: angliavandeniai, gliukozė, krakmolas, baltymai, riebalai, palyginami augalų (aliejai) ir gyvūnų riebalai. Į šią temą integruojant matematinius gebėjimus, atliekama produktų etikečių analizė, pagrįsta matematiniais skaičiavimais ir lyginimais.

Apibendrinant anksčiau išeitą medžiagą, ugdomi mokinių sveikos ir visavertės mitybos įgūdžiai bei gebėjimas paaiškinti, kaip subalansuota mityba žmogui padeda išsaugoti sveikatą. Mokinių paprašoma prisiminti fizikos sąvokas: svoris ir masė (5-6 kl). Džauliai; kalorijos (kalorija – (cal) energijos matavimo vienetas, lygus 4,184 J. 1 cal atitinka energiją, reikalingą vieno gramo vandens temperatūra pakelti 1<sup>o</sup>C. Ant maisto produktų pakuotės nurodomos kilokalorijos. 1000 kalorijų = 1 kcal. Integracija su matematika: žmogaus dienos raciono matematinė analizė; KMI skaičiavimas.

Remiantis gyvūnų ir žmogaus pavyzdžiais, nagrinėjamas mechaninis ir cheminis maisto apdorojimas tam tikroje virškinamojo trakto vietoje. Integracija su chemija: fermentas – *biologiškai aktyvi baltymo molekulė, kuri, pagreitina cheminių reakcijų eigą*; kartojamose sąvokos: krakmolas; gliukozė.

**„Medžiagų pernaša“**. Galima paralelinė integracija su fizika. Panašiu laikotarpiu 8 klasėje nagrinėjama difuzija; osmosas; slėgis; garinimas. Per biologijos pamokas panašiu metu nagrinėjama vandens apytaka augaluose: nuo osmoso iki garavimo. Siūloma atlikti bandymą – dažyto vandens judėjimas stiebu. Bandymu iliustruojama, kad vanduo indais teka po visą augalą. Vandens judėjimą sieti su temperatūra: kuo ji aukštesnė, tuo vanduo juda greičiau. Tam įrodyti galima atlikti paprastą bandymą: palikite nuskintą gėlę (geriausia – rožę), kad ji apvystų, lengvai nusvirtų lapai ir žiedas. Į du indus pripilkite vandens: į pirmąjį karšto, o į antrąjį šalto. Nuvytusią gėlę merkite pirma į karštą, paskui į šaltą vandenį ir abiejuose palaikykite apie penkias sekundes. Taip kartokite, kol gėlė atsigaus. Tai truks daugiausia 2 minutes. Atlikdami galėsite mokiniams paaiškinti, kad vanduo svarbus ir formai palaikyti. Vanduo greičiau juda dėl aukštos temperatūros. Į šaltą vandenį merkiame tam, kad aukšta temperatūra turėtų kuo mažiau neigiamos įtakos augalo audiniams. Taip pat reikėtų atkreipti mokinių dėmesį į tai, kad dėl vandens garinimo pro lapų žioteles, nuskinti ir į vandenį pamerkti augalai nevysta. Garinimas verčia vandenį kilti stiebu.

Remiantis žmogaus kraujo savybėmis ir sudėtimi aiškinama, kaip kraujas padeda apsirūpinti medžiagomis ir energija. Kadangi kraujas yra skystis, jame gali ištirpti medžiagos. Tik ištirpusios jos gali būti išnešiojamos po visą organizmą, todėl ši tema sietina su fizikos ir chemijos sąvokomis: skystis, tirpalas, tirpumas, taip pat energijos sąvoka. Energija reikalinga judėti, naujoms medžiagoms susidaryti, ląstelėms dalintis, augti. Nagrinėjant kraujo savybes ir sudėtį išskyla vidinės integracijos aspektas, nes kraujas siejasi su kitomis organizmo funkcijomis: mityba, kvėpavimu, šalinimu.

Pagal žmogaus kraujotakos pavyzdį aiškinama, kaip sudaryta ir kaip veikia medžiagų pernašos sistema. Nagrinėjamos su fizika sietinos sampratos: slėgis; jėga (kraujospūdis – *kraujo spaudimas į kraujagyslių sienelės. Jis priklauso kokia jėga ir kiek širdis išstumia kraujo, kraujo klampumo, kraujagyslių sienelių pasipriešinimo; pulsas – arterijų sienelių bangavimas*). Aptariami spaudimą ir pulsą išmatuojantys aparatai bei širdies darbą (elektrinius jos virpesius) fiksuojantys prietaisai. Integracija su chemija – tai magnio (Mg) ir kalio (K) elementų svarba normaliam širdies darbui.

Remiantis augalų, gyvūnų, žmogaus pavyzdžiais aiškinama sausumos organizmų dujų apykaita. Mokinių prašoma prisiminti atmosferos oro sąvoką: „žemę supantis dujų mišinys“ ir oro sudėtį: azotas – iki 78 proc., deguonis – apie 21 proc., anglies dioksidas sudaro 0,03 proc. Kartojama 5-6 klasėje išmokta medžiaga, nes „Deguonis. Oksidai. Žemės atmosfera“ sąvokos per chemijos pamokas 8 klasėje nagrinėjamos daug vėliau nei per biologijos.

Remiantis augalų ir gyvūnų pavyzdžiais aiškinama vandens aplinkoje gyvenančių organizmų dujų apykaita. Priminti mokiniams, kad vandenyje ištirpusio deguonies koncentracija yra mažesnė, todėl jame gyvenantys organizmai tam yra prisitaikę. Deguonis į šiuos organizmus patenka difuzijos ir osmoso būdu.

Plečiant ląstelės organelių – chloroplasto ir mitochondrijos veiklos sampratą, analizuojami energijos išlaisvinimo procesai, be kurių negalima gyvybinė veikla.

**„Šalinimas“**. Aiškinamas inkstų, odos ir plaučių vaidmuo vandens šalinimo procese. Integracija su fizika: garavimas – *skysčio virtimas dujomis*; garinimas (pvz.,

augalai pro lapų žioteles – transpiracija, per plaučius - kvėpuojant). Aptariant šalinimą pro odą, galima panagrinti prakaito cheminę sudėtį.

Nagrindžiant odos priežiūrą, kartojama fizikos sąvoka - ultravioletiniai saulės spinduliai. Aptariamas šių spindulių poveikis odos sveikatai. Integracija su chemija galima aptariant chemines odos priežiūros (pvz., prausimo) ir apsaugos priemonės.

**„Atrama ir judėjimas“.** Nagrinėjamas augalų dirglumas (jautrumas tam tikriems aplinkos pokyčiams ir faktoriams). Aptiriamos ir pavyzdžiais iliustruojamos augalų reakcijos į dirgiklius (tropizmai): fototropizmas – iliustruojamas pavyzdžiu, kai nuo lango šviesos nugaržta gėlė, po tam tikro laikotarpio vėl atsisuka į šviesą. Pvz., saulėgrąžų žiedynai nuolat gręžiasi Saulės šviesos link. Gravitropizmas – rodo, kad augalai jaučia žemės trauką, pvz., vos iš sėklos išdygusi šaknelė jau ima krypti link žemės, o daigo lapeliai – link šviesos. Hidrotropizmas – tai augalo dalių judėjimas link drėgmės ar vandens. Kai kurie augalai reaguoja į mechaninius dirginimus. Prisilietus prie tokio augalo, jame keičiasi skysčių (vandens turgorinis slėgis) ir augalas akivaizdžiai keičia formą. Pvz., jautrioji mimozė. Vos palietus šį augalą, akimirksniu jis keičia išvaizdą (tampa tarsi apvytęs). Pastebėtina, kad tai yra šio augalo prisitaikymas apsisaugoti nuo žolėdžių ir išlikti. Jautrioji mimozė – vienas pastebimiausių judančių augalų. Tokiam staigiam formos keitimui šis augalas išieškoja daug energijos. Paprastai augalai juda nežymiai ir norint pastebėti augalo judesį – reikia laiko. Dar augalai jaučia atmosferos slėgio pokyčius, pvz., artėjant lietui, žiediniai augalai suveria vainiklapius. Judėjimas siejamas su fizikos mechanikos sąvoka – kūno koordinate – kūno padėtimi bet kuriuo laiko momentu.

Biologijoje gyvūnų judėjimas akcentuojamas kaip bendra kaulų ir raumenų veikla. Integracija su chemija – kaulus sudarančių mineralinių ir organinių medžiagų nagrinėjimas. Aptiriamos kaulų tvirtumui svarbios medžiagos, pvz., kalcis. Kad įrodytume, jog organinės medžiagos kaulams suteikia elastingumo, galima atlikti bandymą: kaulą kelioms valandoms panardinti į silpną HCl. Druskos rūgštis ištirpina mineralines medžiagas, liks tik organinės. Rūgštyje išmirkytas kaulas tampa lankstus ir elastingas. Integracija su fizika – kartojamos sąvokos: judėjimas; greitis, kaip objekto sparta ir kryptis. Galima integracija su matematika: įvairių gyvūnų judėjimo greičio skaičiavimas.

**„Nervų sistema“.** Nagrinėjami jutimo analizatoriai: rega, klausa, uoslė, skonis, lytėjimas, jų vaidmuo aplinkos suvokimui siejant su nervų sistema. Akis ir ausis – ypač su fizika susietos temos. Kalbant apie akies optinę sistemą prisimenamos fizikos sąvokos: šviesa – *akimi matoma elektromagnetinės spinduliuotės forma*. Šviesos lūžimas – *šviesos spindulių greičio pakitimas jiems pereinant iš vienos terpės į kitą (pvz., lęšiai, optiniai prietaisai)*. Kalbant apie spalvos suvokimą prisimenamas spektras, spalvos suvokimą (skyrimą) sieti su biologine akies sandara; priminti, kad kai kurie žmonės turi įgimtą ydą – neskiria tam tikrų spektro spalvų. Per biologijos pamokas 8 klasėje nagrinėjama kaip mato paukščiai, gyvūnai. Tačiau nei fizikinis nei biologinis matymo mechanizmas giliau nenagrinėjamas.

Kalbant apie ausies akustinę sistemą nagrinėjamas garsas (garso banga) – *aplinkos virpesiai juntami klausos organais*.

Nagrindžiant galvos ir stuburo smegenis integracija galima su fizika, prisimenant nervinio impulso apibrėžtį – *elektrinės prigimties signalai, sklindantys nervine ląstele*.

**„Dauginimasis ir vystymasis“.** Analizuojant požymių perdavimo ir paveldėjimo dauginantis dėsniumus integracija galima su matematika: sprendžiami

paveldėjimo tikimybių uždaviniai, grindžiami paprasčiausiais matematiniais skaičiavimais ir analize.

#### **4.3.3. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 9 klasėje“ turinys**

Devintos klasės biologijos turinyje tarpdalykinei integracijai tinkamiausi yra skyriai: „Ląstelė“, „Energijos virsmai organizmuose“, „Medžiagų pernaša“, „Mityba ir virškinimas“, „Organizmo homeostazė ir nervų sistema“, „Atrama ir judėjimas“, „Organizmų dauginimasis ir vystymasis“, „Organizmai ir aplinka“.

Turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 16 valandų savarankiško darbo.

9-10 klasės koncentro biologijos turinys yra daugiau apibendrinamojo pobūdžio, todėl kartojamos ir gilinamos ankstesniuose centruose įgytos žinios ir sampratos, siekiant mokiniams baigti formuoti gamtamokslinę pasaulio sampratą. 9-10 klasių koncentre organizmų funkcijos nagrinėjamos remiantis žmogaus pavyzdžiu.

**Veiklos sritis: gamtos tyrimai.** 9-10 klasės mokiniai turi gebėti savarankiškai susiplanuoti ir atlikti nesudėtingus stebėjimus ir bandymus, formuluoti pagrįstas išvadas, analizuoti ir paaiškinti savo ir draugų gautų stebėjimų ir bandymų rezultatų skirtumus ir jų priežastis. Įvairiuose šaltiniuose savarankiškai rasti, apibendrinti ir klasifikuoti reikiamą informaciją, vertinti jos patikimumą argumentuojant savo nuomonę, diskutuoti apie Lietuvos ir vietinės bendruomenės gyvenimo sąlygų gerinimo būdus.

Mokytojo padedami, bendradarbiaudami mokiniai mokosi apdoroti tyrimų rezultatus: apibendrinti juos ir aprašyti, pateikti lentelėmis, paprasčiausiomis diagramomis. Mokiniais sudaromos sąlygos tyrimų rezultatus pateikti ne tik raštu, bet ir pristatyti vieni kitiems

**„Ląstelė“.** Devintoje klasėje vėl grįžtama prie ląstelės sandaros nagrinėjimo. Apibendrinama samprata apie ląstelės cheminę sudėtį. Tema integrali su chemijos aštuntos klasės skyriumi „Cheminiai elementai“. Kalbant apie augalo ląstelę svarbu remtis anksčiau įgytomis chemijos žiniomis, apibūdinti angliavandenių (mono ir polisacharidai) sąvoką, ją pagrįsti konkrečių medžiagų pavyzdžiais. Celiuliozę išskirti, kaip struktūrinę augalų sienelės medžiagą. Apibrėžti ląstelių nukleorūgštis, kaip branduolyje aptinkamas medžiagas: DNR ir RNR.

Devintoje klasėje per biologijos pamokas nagrinėjama mikroskopo sandara. Aptariamoms šviesinio mikroskopo sudėtinėms dalys: objektyvas, okuliaras, mikroskopo didinimas. Paminėtas elektroninis mikroskopas, tačiau detaliau jis nenagrinėjamas.

**„Energijos virsmai organizmuose“.** Šiame skyriuje apibendrinamos difuzijos ir osmoso sąvokos. Remiantis įgytomis fizikos ir chemijos žiniomis apibūdinama pasyvioji (difuzija ir osmosas) ir aktyvioji medžiagų pernašą ląstelėse, kaip procesai, užtikrinantys organizmo aprūpinimą medžiagomis, atliekų šalinimą ir medžiagų pusiausvyros organizme palaikymą. Integracija su chemija: siejama su egzotermėmis ir endotermėmis reakcijomis. Apibendrinant organizmų medžiagų apykaitą, įvardijamos organizmui naudingos ir šalintinos medžiagos. Remdamiesi fizikos žiniomis mokiniai atlieka bandymus, kurių metu stebi difuziją ir osmosą. Nagrinėja aktyviosios medžiagų pernašos pavyzdžius.



Analizuodami rūgimo, kaip energijos susidarymo būdo nesant deguonies procesą, mokiniai remiasi ir taiko chemijos pamokose įgytas žinias ir gebėjimus. *Medžiagų skaidymas, kuriam nereikia deguonies vadinamas rūgimu*. Pateikia įvairių pavyzdžių, parodančių, kas veikia rūgimo greitį (pvz., tešlos kilimą). Atlikdami bandymus ir stebėjimus (remdamiesi buitinais pavyzdžiais) mokiniai aiškinasi rūgimo procesą, kaip aerobinį procesą: **gliukozė-etanolis+anglies dioksidas+energija**. Akcentuojamas šio proceso praktinis pritaikomumas: duonos ir kitų kepinų tešlai išpūsti (CO<sub>2</sub>). Nagrinėjama fermentacija: *cheminė reakcija, kuriai vykstant krakmolos ar cukrus virsta į etanolį (alkoholis) ir anglies dioksidą*. Fermentacijos taikymas alaus, vyno gamyboje.

**„Medžiagų pernaša“**. Apibendrinant ankstesniuose centruose įgytas žinias apie medžiagų pernašą mokiniai remiasi chemijos žiniomis. Nurodo, kaip kraujotakos ir kvėpavimo organų sistemos dalyvauja šalinant medžiagų apykaitos atliekas. Įvardija šalintinas medžiagas, pvz., prakaito, šlapimo, iškvepiamo oro chemines sudėtis. Apibūdina hemoglobiną, kaip baltymą, kuris reguliuoja deguonies ir anglies dioksido judėjimą organizme. Medžiagų pernašą siejami su fizikos žiniomis prisimena ir paaiškina slėgio ir jėgos sampratą, kurios svarbios apibendrinant kraujo spaudimo sąvoką.

**„Mityba ir virškinimas“**. Nagrinėjant „Maistas ir energija“ temą vėl grįžtama prie energijos matavimo vienetų: kilokalorijų, kilodžaulių. Mokomasi apskaičiuoti žemės riešuto, žirnio energijos kiekį eksperimentiškai. Skaičiavimui taikoma šilumos kiekio formulė, kuri naudojama per fizikos pamokas, tačiau ji užrašoma nenaudojant per fizikos pamokas įprastų fizikinių dydžių simbolių. Nagrinėjama, kiek energijos suvartoja įvairių specialybių žmonių organizmas (nuo 8 500 kJ iki 15 000 kJ).

Maisto medžiagų apdorojimo virškinamajame trakte tema savaime integrali su chemija, nes be cheminių sampratų neįmanoma paaiškinti fermentų: amilazės, pepsino, lipazės vaidmens virškinimui. Taip pat nagrinėjama, kas daro įtaką fermentų aktyvumui, pvz., pH. Chemijos kurse pH sąvoka įvedama nagrinėjant 9 klasės skyrių: „Indikatoriai. pH“. 10 klasės chemijos skyriuje „Katalizatoriai. Fermentai“ biokatalizatoriai vadinami fermentais.

**„Organizmo homeostazė ir nervų sistema“**. Šio skyriaus nagrinėjimui svarbios ankstesniuose centruose įgytos chemijos ir fizikos žinios bei gebėjimai paaiškinti, kaip žmogaus organizmas palaiko pastovią vandens koncentraciją kraujyje, kaip oda padeda palaikyti pastovią kūno temperatūrą. Paaiškinti, kaip kasos išskiriami hormonai palaiko pastovų gliukozės kiekį kraujyje. Apibendrinamos sąvokos: hormonai – *endokrinių liaukų gaminamos chemiškai aktyvios medžiagos reguliuojančios organizmo veiklą: tiroksinas, adrenalinas, lytiniai hormonai, insulinas*. Monosacharidų (gliukozės) cheminė struktūra. Gliukozė, glikogenas. Anglaivandeniai, kaip energijos šaltinis, pvz., suskilus 1g angliavandenių išsiskiria apie 17 kJ enerijos. Kūno skysčiai (slėgis). Gyvenamoji aplinka ir organizmų energijos atsargos.

Remiantis žmogaus pavyzdžiu nagrinėjama akies ir ausies sandara bei regos ir klausos pojūčių suvokimas. Nagrinėjant šią temą apibendrinamos 8 klasės biologijos kurse įgytos žinios, jos siejamos su fizikos sąvokomis: šviesa, šviesos lūžimas, lęšiai. Vaizdo suvokimas siejamas su nervų sistema: nervinis impulsas. Aptariamas daltonizmas, kaip įgimtas žmogaus negebėjimas skirti tam tikrų spektro spalvų. Apibendrinant ausies akustinę sistemą pakartojama garso (garso bangos) sąvoka.

Taip pat prisimenamos su garsu susijusios fizikos sąvokos: tembras, akustika, garso aukštis (tonas), aidas.

Remiantis žmogaus pavyzdžiu nagrinėjami prarastą ar susilpnėjusią regą ir klausą koreguojantys prietaisai (*neprograminė tema*). Akiniai – *prarastą regą taisantys lęšiai*. Klausos aparatai.

**„Atrama ir judėjimas“**. Pagal žmogaus pavyzdį apibendrinama atramos ir judėjimo sistema. Apibendrinamos žemesniuose mokymosi centruose įgytos biologijos sąvokos, jos siejamos su fizikos sampratomis, pvz., judėjimas, vidinė energija. Taip pat galima integracija su fizikos skyriumi *„Mechaniniai svyravimai“*.

#### **4.3.4. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 10 klasėje“ turinys**

Dešimtos klasės biologijos turinyje tarpdalykinei integracijai tinkamiausi yra *„Evoliucija“*, *„Organizmų dauginimasis ir vystymasis“*, *„Organizmai ir aplinka“* skyriai.

Turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 16 valandų savarankiško darbo.

**„Evoliucija“**. Nagrinėjant *„Pirmąsios Žemės“* temą galima integracija su chemija. Kalbama apie besiformuojančios Žemės gelmėse vykusias chemines reakcijas, dėl kurių išskiriamų dujų formavosi atmosfera: joje gausu buvo vandenilio, anglies monoksido ir azoto, tačiau deguonies – nebuvo. Ši tema siejasi su 8 klasės chemijos skyriais: *„Cheminiai elementai“*, *„Fizikiniai ir cheminiai kitimai“*, *„Atmosfera“*.

**„Organizmų dauginimasis ir vystymasis“**. Nagrinėjant veiksnius, galinčius įtakoti mutacijas (chromosomų ir genų struktūros negrįžtamus pakitimus) integracija galima su chemija. Aptariamos narkotinės medžiagos, nikotinas, alkoholis, vaistai, aplinkos tarša cheminiais junginiais.

Taip pat su chemija galima integracija kalbant apie šeimos planavimą ir apsisprendimą gimdyti vaikus. Aptariamos priemonės, kuriomis ribojamas žmogaus vaisingumas, pvz., cheminis vaisingumo mažinimas kontraceptinėmis priemonėmis. Nagrinėjamos žmogaus psichinę ir fizinę sveikatą veikiančios medžiagos, kaip jų vartojamas gali atliepti būsimųjų palikuonių sveikatai.

**„Organizmai ir aplinka“**. Nagrinėjama, kokį neigiamą poveikį aplinkai turi žmonių populiacijos didėjimas. Galima integracija su chemija, akcentuojant, kad vienas iš neigiamų žmonių veiksmų aplinkai – jos teršimas cheminiais junginiais ir medžiagomis, pvz., pesticidai, herbicidai ir pan. Kalbant apie žmonių populiacijos didėjimą svarbu pažymėti cheminių vaistų svarbą gydant daugelį susirgimų. Ypatingai antibiotikų atradimas sumažino žmonių mirtingumą nuo infekcinių ligų. Integruojant su fizikos žiniomis akcentuojama energijos gavyba ir besaikis jos eikvojimas. Kalbama, kokius atmosferos pokyčius gali lemti aplinkos tarša, vieną iš jų – Pasaulinį atšilimą (vidutinės Žemės temperatūros kilimas). Pastarieji klausimai nagrinėjami fizikos ir chemijos skyriuose – *„Atmosfera“*. Kalbant apie kuro degimą verta prisiminti 9 klasės fizikos kurso temą *„Šiluminiai reiškiniai ir ekologinės problemos“*. Joje akcentuojama, kad šiluminiai reiškiniai susiję su didelių kuro kiekių deginimu. Dėl to kasmet į Žemės atmosferą išmetama daug pelenu, azoto oksidų (NO, NO<sub>2</sub>), anglies dioksido.

Dauguma šių medžiagų tirpsta vandenyje – Žemėje iškrinta rūgštūs lietūs. Automobilių išmetamos dujos sudaro trečdalį visų atmosferos teršalų.

Integracija su matematika: pagal pateiktus duomenis atlikti populiacijos augimo matematinius skaičiavimus ir juos pavaizduoti grafiškai (nubraižyti kreivę)

Aptariama ir vertinama vandens, dirvožemio kokybė, aplinkos tarša, siejama su biologine įvairove, sprendžiamos aplinkosaugos problemos Žemės ūkyje naudojamos cheminės medžiagos, blogai tvarkomų atliekų teršalai patekę į vandenį ir dirvą kaupiasi organizmų kūnuose. Su maistu patenka į kitą lygmenį mitybos grandinėse ir nuodija organizmus. Apibūdinama eutrofizacija, kaip vandens tarša fosforo ir azoto junginiais.

#### 4.4. MODULIO TURINIO ĮGYVENDINIMAS

Studentai mokysis sukurti pamokoje problemines (teorines ar praktines) situacijas. Jose atsiranda poreikis dalyko turinį papildyti kitų gamtamokslinių dalykų turiniu. Studentai bus mokomi formuluoti problemas, sudaryti jų sprendimo planus, organizuoti problemos sprendimą bei įsivertinti veiklos rezultatus.

Studentų veikla didaktikos paskaitose bus organizuojama taikant A. Foldevi (1995) probleminio mokymo metodiką.

Pirmasis etapas – pateikiamas problemos scenarijus. Studentai išsiaiškina nežinomas sąvokas, terminus.

Antrasis etapas – kariamasis grupės planas. Studentai tyrinėja problemos situaciją, bando ieškoti atsakymų į klausimus.

Trečiasis etapas – keliama problemos sprendimo hipotezė. Analizuodami problemą, studentai išsiaiškina galimus paaiškinimus problemos scenarijui.

Ketvirtasis etapas – „smegenų šturmas“. Šio etapo metu kiekvienas grupės narys išsako savo nuomonę, idėjas. Jos visos užrašomos, įvertinamos, grupuojamos

Penktasis etapas – „problemos apibrėžimas“. Šiame etape iš gautos informacijos, išsakytų minčių, idėjų studentai apibrėžia problemą.

Šeštasis etapas – „mokymosi tikslų formulavimas“. Šiame etape studentai nustato problemos sprendimo tikslus bei uždavinius.

Septintasis etapas – „gilinimasis į žinias“. Šiame etape vyksta savarankiškas darbas, savimoka. Studentas dirba savarankiškai, studijuoja literatūros šaltinius, ieško atsakymų į jam iškilusius klausimus

Aštuntasis etapas – „svarstymai ir rūpestingos žinių paieškos“. Studentai vėl susirenka grupėje, dalijasi žiniomis, informacija, ją sistemina, apdoroja, atrenka, integruoja žinias.

Devintasis etapas – „pritaikymas“. Įgytas žinias stengiamasi pritaikyti praktikoje.

Mokymosi proceso metu vyksta kiekvieno veiklos etapo vertinimas.

#### 4.5. MODULIO PLANAS

Temos	Paskaitos (val.)	Savarankiškas darbas (val.)
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 7 klasėje	4	16

Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 8 klasėje	4	16
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 9 klasėje	4	16
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant biologijos 10 klasėje	4	16

#### 4.6. ŽINIŲ IR GEBĖJIMŲ VERTINIMO TVARKA

Taikomas kaupiamasis vertinimas. Numatomi keturi atsiskaitymai - už kiekvieną programos skyrių. Vertinami du komponentai: turinys ir turinio įgyvendinimo edukacinėje praktikoje metodika.

Vertinant turinį, atsižvelgiama į studentų parengtos mokomosios medžiagos probleminių situacijų sprendimui kokybę: tarpdalykinių ir vidinių ryšių įvairovę, atskleistus ryšius tarp sąvokų, reiškinių, objektų.

Vertinant turinio įgyvendinimo edukacinėje praktikoje metodiką atsižvelgiama į studento gebėjimą tyrinėti probleminę situaciją, gebėjimą išsiaiškinti galimus problemos sprendimo būdus, problemos suformulavimą, problemos sprendimo tikslų ir uždavinių nusakymą, gebėjimą pristatyti surinktą tarpdalykinio pobūdžio mokomąją medžiagą taikant aktyviuosius mokymosi metodus.

$$\text{Galutinio balo skaičiavimo formulė: } GB = \sum_{i=1}^n K_i \times TVP_i$$

GB – galutinis balas,

$TVP_i$  – tarpinio vertinimo pažymys,

$K_i$  – koeficientas,

$i=1,n$

$TVP_1$ . pirmojo tarpinio vertinimo pažymys

$TVP_2$ . antrojo tarpinio vertinimo pažymys

$TVP_3$ . trečiojo tarpinio vertinimo pažymys

$TVP_4$ . ketvirtojo tarpinio vertinimo pažymys

$K = 0,25$

#### 4.7. REKOMENDUOJAMA LITERATŪRA

Eil. Nr.	Leidinio autoriai ir pavadinimas	Leidimo metai
1.	Arends R. I. <i>Mokomės mokytį</i>	1998
2.	Ardley N. <i>Mokslas. Mokyklinė enciklopedija.</i>	2001
3.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau. 1 d. VII kl.</i>	2007
4.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau. 2 d. VII kl</i>	2007
5.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus 1 d. VII kl.</i>	2010
6.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus 2 d. VII kl.</i>	2010
7.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 1 d. VIII kl.</i>	2010

8.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 2 d. VIII kl.</i>	2010
9.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 1 d. IX kl.</i>	2009
10.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 2 d. IX kl.</i>	2009
11.	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 7. Biologija. 1 d. VII kl.</i>	2008
12.	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 7. Biologija. 2 d. VII kl.</i>	2008
13.	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 8. Biologija. VIII kl.</i>	2009
14.	Bigelienė D., Kirkutytė-Aleknieienė I., Miglinienė I., Salickaitė-Bunikiene L. <i>Cheminės medžiagos Bendrojo lavinimo mokykloje</i>	1996
15.	Bižys N., Linkaitytė G., Voliuškevičienė A. <i>Pamokos mokytojui</i>	1996
16.	Butkienė G., Kepalaitė A. <i>Mokymasis ir asmenybės brendimas</i>	1996
17.	Butkus E., Dienys G., Vaitkus R. <i>Chemija: bendrasis kursas: vadovėlis 11 klasei.</i>	2006
18.	Cibulskaitė N. <i>Matematika XXI a. 1 d. V kl.</i>	2005
19.	Cibulskaitė N. <i>Matematika XXI a. 2 d. V kl.</i>	2005
20.	Charles C. M. <i>Pedagoginio tyrimo įvadas</i>	1990
21.	Gage N. L., Berliner D. C. <i>Pedagoginė psichologija</i>	1993
22.	Jasiūnienė R., Valentinavičienė V. <i>Chemija 8 klasei</i>	2008
23.	Jasiūnienė R., Valentinavičienė V. <i>Chemija 9 klasei</i>	2008
24.	Johnson K. <i>Fizika tau. IX kl.</i>	2009
25.	<i>Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir bendrojo išsilavinimo standartai. XI-XII klasės</i>	2002
26.	<i>Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos. Gamtamokslinis ugdymas</i>	2009
27.	Petty, G. <i>Šiuolaikinis mokymas</i>	2006
28.	Pollard A. <i>Refleksyvusis mokymas</i>	2006
29.	Rajeckas V. <i>Pedagogikos pagrindai</i>	2004
30.	Rajeckas V. <i>Ugdymo tikslas ir uždaviniai</i>	2002
31.	Rajeckas V. <i>Mokymo organizavimas.</i>	1999
32.	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 8 klasei</i>	2005
33.	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 9 klasei</i>	2005
34.	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 12 klasei</i>	2001
35.	Ryan. L. <i>Chemija tau 8 klasei</i>	2007
36.	Ryan. L. <i>Chemija tau 9 klasei.</i>	2007
37.	Ryan. L. <i>Chemija tau 10 klasei</i>	2007
38.	Ryan. L. <i>Chemija tau 11 klasei</i>	2002
39.	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K., Skurauskienė D. <i>Biologija. 1-oji kn. VII kl.</i>	2007
40.	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K., Skurauskienė D. <i>Biologija. 2-oji kn. VII kl.</i>	2007
41.	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K. <i>Biologija. VIII kl.</i>	2008
42.	Moliai L. ir S. <i>Žmogaus biologija ir sveikata. IX kl.</i>	2000
43.	Molienė L., Molis S. <i>Pažink gyvybę. Biologija. 1-oji kn. IX kl.</i>	2009
44.	Molienė L., Molis S. <i>Pažink gyvybę. Biologija. 2-oji kn. IX kl.</i>	2009
45.	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Formulė. Matematika. 1-oji kn. V kl. (serija „Šok“)</i>	2008
46.	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Formulė. Matematika. 2-oji kn. V kl. (serija „Šok“)</i>	2008
47.	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Formulė. Matematika. 2-oji kn. VI kl. (serija „Šok“)</i>	2009

48.	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Matematika. 1-oji kn. VII kl. (serija „Šok“)</i>	2010
49.	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Matematika. 2-oji kn. VII kl. (serija „Šok“)</i>	2010
50.	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Matematika. 1-oji kn. IX kl.</i>	2009
51.	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Matematika. 2-oji kn. IX kl.</i>	2009
52.	Šiaučiukėnienė, L., Visockienė, O., Taliūnienė, P., <i>Šiuolaikinės didaktikos pagrindai</i>	2006
53.	Šiaučiukėnienė, L., <i>Bendrosios didaktikos pagrindai</i>	2003
54.	Pečiuliauskienė, P. <i>Studento pedagoginės praktikos vadovas pamokoje.</i>	2008
55.	Price G., Taylor, J. <i>Biologija. Vadovėlis 9-10 klasei.</i>	2002
56.	Šulčius A. <i>Chemijos pamokos su „Crocodile Chemistry“ programa</i>	2001
57.	Vaitkus R. <i>Nemetalų chemija. Vadovėlis X klasei. Pirmoji knyga</i>	2009
58.	Vaitkus R. <i>Nemetalų chemija. Vadovėlis X klasei. Antroji knyga</i>	2009
59.	Valentinavičius V. <i>Fizika. VII kl.</i>	2003
60.	Valentinavičius V. <i>Fizika. IX kl.</i>	2005
61.	Valentinavičius V. <i>Fizika. X kl.</i>	2006
62.	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. <i>Fizika. 1-oji kn. VII kl.</i>	2008
63.	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. <i>Fizika. 2-oji kn. VII kl.</i>	2008
64.	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. <i>Fizika. 1-oji kn. VIII kl.</i>	2009
65.	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. <i>Fizika. 2-oji kn. VIII kl.</i>	2009
66.	Williams G. <i>Biologija tau. 1-oji kn. IX–X kl.</i>	2005
67.	Williams G. <i>Biologija tau. 2-oji kn. IX–X kl.</i>	2005

#### Kai kurie aktualūs puslapiai Internete:

1. [www.smm.lt](http://www.smm.lt) / Švietimo ir mokslo ministerija;
2. [www.pedagogika.lt](http://www.pedagogika.lt) /Švietimo plėtotės centras;
3. <http://www.ipc.lt> (švietimo informacinių technologijų centras);
4. <http://www.egzaminai.lt> (nacionalinis egzaminų centras);
5. [www.portalas.emokykla.lt](http://www.portalas.emokykla.lt) (kompiuterinės mokymosi priemonės: chemijos ir kitų mokslų laboratoriniai darbai, testai ir teorinė medžiaga);
6. [www.mkp.emokykla.lt/imo/lt](http://www.mkp.emokykla.lt/imo/lt) (6 mokomųjų dalykų: biologijos, chemijos, fizikos, istorijos, lietuvių kalbos ir matematikos interaktyvių audiovizualinių mokymo modulių kursas I - IV gimnazijos klasėms);

### 5. CHEMIJOS DIDAKTIKOS MODULIS

Modulio pavadinimas	Chemijos, fizikos, biologijos ir matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis chemijos 8-10 klasėje
Modulio autorius	Almeda Kuriėnė
Modulio apimtis (mokytojams)	1 dienos seminaras (8 val.)
Modulio apimtis (studentams)	2 kreditai (80 valandų: 16 auditorinių valandų ir 64 savarankiško darbo valandos)

Studijų metodai	<p><b>Praktiniai</b> – <i>pratybos, cheminis eksperimentas</i></p> <p><b>Kūrybiniai</b> – <i>edukacinių probleminių situacijų kūrimas (diskusijos, debatai, minčių žemėlapis, eksperimentai, refleksijos)</i></p> <p>Probleminių situacijų ciklo rengimas ir realizavimas grindžiamas A. Foldevi (1995) metodika.</p>
Modulio tikslas	<p>Ugdyti chemijos studijų programą pasirinkusių studentų ir mokytojų didaktinę kompetenciją kurti problemines mokymosi situacijas gamtamokslinių dalykų (chemijos, biologijos, fizikos ir matematikos) turinio pagrindinėje mokykloje (8-10 klasė) pagrindu, taikant <i>Inquiry based</i> metodus.</p>
Modulio siekiniai	<p>Pedagoginę studijų programą pasirinkę bakalaurai ir mokytojai, studijuodami chemijos didaktikos modulį „Chemijos, fizikos, biologijos ir matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis chemijos 8-10 klasėje“:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• įgys teorinių ir praktinių žinių iš pedagogikos, šiuolaikinės didaktikos;</li> <li>• susipažins su gamtamokslinių dalykų ir matematikos turiniu pagrindinėje mokykloje;</li> <li>• lavins tarpdalykinių ryšių taikymo chemijos edukacinėje praktikoje gebėjimus;</li> <li>• susipažins su tarptautiniais gamtamoksliniais projektais ir <i>Inquiry based</i> metodų taikymo patirtimi gamtamokslinių dalykų edukacinėje praktikoje;</li> <li>• mokysis per chemijos pamokas kurti problemines mokymosi situacijas tarpdalykinių ryšių pagrindu, taikant <i>Inquiry based</i> metodus;</li> <li>• formuosis vientisą, holistinį gamtamokslinį pasaulėvaizdį.</li> </ul>

### 5.1. MODULIO TURINYS IR APIMTIS

Modulis „Chemijos, fizikos, biologijos ir matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis chemijos 8-10 klasėje“, skirtas chemijos pedagoginę studijų programą pasirinkusiems bakalauro pakopos studentams, yra integrali chemijos didaktikos programos dėstymo dalis. Modulis grindžiamas pedagogikos, šiuolaikinės didaktikos, gamtamokslinių dalykų (fizikos, chemijos, biologijos) ir matematikos žiniomis. Šio modulio turinys ir struktūra buvo projektuojama atsižvelgiant į gamtamokslinio ugdymo ir matematikos pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrąsias programas, patvirtintas švietimo ir mokslo ministro 2008 m. rugpjūčio 26 d. įsakymu Nr. ISAK -2433.

Modulį „Chemijos, fizikos, biologijos ir matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis chemijos 8- 10 klasėje“ sudaro trys skyriai: 1) „Tarpdalykinių

ryšių taikymas mokant chemijos 8 klasėje“; 2) „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant chemijos 9 klasėje“; 3) „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant chemijos 10 klasėje“;

### 5.1.1. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant chemijos 8 klasėje“ turinys

Modulio skyriaus turinio nagrinėjimui skiriamos 6 akademinės valandos pratybų ir 22 valandos savarankiško darbo.

Paralelinė integracija nei su vienu gamtamoksline dalyku ir matematika yra negalima. Tačiau aštuntos klasės chemijos kurse yra daug integralaus pobūdžio sąvokų:

- Chemijos objektas (fizika).
- Bendrojo eksperimento metodo schema (fizika, biologija).
- Medžiaga. Natūralios ir dirbtinės medžiagos (fizika, biologija).
- Medžiagų agregatinės būsenos (fizika).
- Masė. Tankis (fizika, matematika).
- Medžiagų savybių tyrimas. Elektrinis laidumas. Šilumos laidumas. Virimo ir lydymosi temperatūra (fizika).
- Vienalyčiai ir nevienalyčiai mišiniai. Jų išskirstymo būdai (fizika, biologija).
- Tirpalai. Tirpumas (fizika, matematika, biologija).
- Kiekybinė mišinių sudėtis (matematika, fizika).
- Atomai. Molekulės. Jonai (fizika).
- Atomo sandara (fizika).
- Cheminiai elementai (fizika).
- Izotopai. Radioaktyvumas (fizika).
- Santykinė atominė masė. Santykinė molekulinė masė (matematika, fizika).
- Periodinė elementų sistema. Periodinis dėsnis (fizika).
- Molis. Molinė masė. Avogadro skaičius (fizika, matematika).
- Fizikiniai ir cheminiai kitimai (fizika)
- Egzoterminės ir endoterminės reakcijos. Šilumos kiekis. (fizika, biologija).
- Atmosfera (fizika).
- Deguonies ir anglies apytaka gamtoje. Kvėpavimas. Fotosintezė (biologija).

**Chemijos objektas.** Nagrinėjant temą „Kas yra chemija“ galimi tarpdalykiniai ryšiai su fizika. Galima palyginti chemijos ir fizikos mokslo tyrimo objektus. Chemija – mokslas, tiriantis medžiagų sudėtį, savybes ir vienu medžiagų virtimą kitomis. Chemijos objektas – cheminiai elementai ir jų junginiai, taip pat dėsniniai, kuriems paklūsta įvairios cheminės reakcijos. Viena iš fizikos tyrimo sričių – medžiagos ir jų savybės.

**Bendrojo eksperimento metodo schema.** Eksperimentas (tyrimas) – universalus pažinimo metodas taikomas visų gamtamokslių dalykų pamokose. 5-6 klasėje ypač daug dėmesio buvo skirta projekto metodui, kuris paremtas tyrimo atlikimo pagrindu. Todėl mokiniai jau turi pakankamai gebėjimų atlikti gamtamoksline tyrimus. Jie jau gali gebėti pagal pavyzdį susiplanuoti ir atlikti stebėjimus ir bandymus, formuluoti išvadas. O mokytojo padedami, apdoroti tyrimų rezultatus: juos apibendrinti ir aprašyti, pateikti lentelėmis, diagramomis. Prieš



pradėdami tyrinėti medžiagas mokiniai turėtų prisiminti bendrąją eksperimentinio metodo schemą, kuri buvo pateikta 7 klasės fizikos vadovėlyje: *problema* → *hipotezė* → *bandymui atlikti reikalingos priemonės* → *bandymo eiga* → *bandymo rezultatai* → *išvados ir jų palyginimas su hipoteze*.

**Medžiaga. Natūralios ir sintetinės medžiagos.** 5-6 klasėje mokiniai sužino, kad pagal kilmę medžiagos yra natūralios ir sintetinės (natūralios medžiagos – gamtoje randamos medžiagos: smėlis, akmenys, vanduo, gintaras, arba gaunamos iš gamtinės žaliavos: vilna, medvilnė, aliejai ir pan. Sintetinės medžiagos – tai dirbtiniu būdu gaunamos medžiagos, perdurbant naftą, gamtines dujas, anglis).

Mokiniai iš 7 klasės fizikos kurso žino, kad kūnai sudaryti iš įvairių medžiagų, kaip antai geležies, vandens, stiklo ar plastiko. Kiekviena medžiaga pasižymi jai būdingomis savybėmis: spalva, skoniu, kvapu, tankumu ir kt. Per chemijos pamokas mokiniai sužino, kad kiekviena atskira medžiagos rūšis, tam tikromis sąlygomis turinti pastovias savybes, vadinama cheminė medžiaga. Kad pastovias būdingas savybes turi tik grynosios medžiagos, sudarytos iš vienodų vienos medžiagos dalelių – arba atomų, arba molekulių, arba jonų.

Mokantis chemijos formuojamos žinios ir įgūdžiai apie sintetinių medžiagų svarbą šiuolaikiniame pasaulyje. Iš ankstesnių gamtos mokslų kursų prisimenama, kad sveikiau naudoti daiktus pagamintus iš natūralių medžiagų.

**Medžiagų agregatinės būsenos.** Mokiniai apie medžiagų būsenas mokėsi 6-7 klasėje gamtos mokslų kursuose. 7 klasės fizikos kurse medžiagos būsenos aiškinamos medžiagos molekulinės atominės sandaros požiūriu, tačiau medžiagų būsenų kitimai nenagrinėjami. Medžiagų būsenų (kieta, skysta, dujine) pavadinimai nagrinėjami per chemijos pamokas aštuntoje klasėje nagrinėjant nemetalus. Nurodoma, kad nemetalai gali būti dujinės, skystos, kietos būsenos. 9 klasės chemijos ir fizikos kursuose nagrinėjamos vandens agregatinės būsenos.

**Masė. Tankis.** Nagrinėjant temą būtina prisiminti 7 klasės fizikos kurse įgytas žinias, kad masė yra kūno inertiškumo matas, o pagrindinis masės matavimo vienetas kg.

8 klasės chemijos kurso pradžioje akcentuojamos fizikinės medžiagų savybės – *masė, tankis*, tačiau medžiagos masė nėra apibrėžiama.

Skiriasi tankio sąvokos aiškinimas per fizikos ir chemijos pamokas. Fizikos kurse tankis apibrėžiamas kaip vienas iš fizikinių dydžių, per chemijos pamokas – kaip viena iš medžiagos savybių. Skiriasi ir matavimo vienetų vartojimas. Fizikoje tankio matavimo vienetas  $\text{kg/m}^3$ , o chemijoje naudojamas tankio vienetas reiškiamas gramais kubiniam centimetrui  $\text{g/cm}^3$ . 7 klasėje mokydamiesi fizikos mokiniai išmoko nustatyti vandens ir metalinio kūno tankį. Per chemijos pamokas aštuntokai atlikdami praktikos darbą „Medžiagų tankio nustatymas“, išmoksta nustatyti saulėgrąžų aliejaus, cinko, švino, geležies tankį.

Atlikdami praktikos darbą ir sprendami temos „Tankis“ uždavinius, mokiniai taiko ir per matematikos pamokas įgytas žinias. Aštuntokai turėtų mokėti teisingai skaityti ir užrašyti matavimų rezultatus bei atlikti veiksmus (sudauginti ir dalyti) su matiniais skaičiais.

**Medžiagų savybių tyrimas. Elektrinis laidumas. Šilumos laidumas. Virimo ir lydymosi temperatūra.** Nagrinėjant temą „Medžiagų savybių tyrimas“ reikia remtis ankstesnėse klasėse įgytomis žiniomis ir gebėjimais tirti medžiagas. Tirdami medžiagų savybes, medžiagų elektrinį laidumą ir šilumos laidumą, mokiniai iš 7 klasės

fizikos kurso prisimena: kurių dalelių kryptingas judėjimas metaluose vadinamas elektros srove. Kuo ir kaip matuojama temperatūra, pvz. žmogaus, kūno ir oro. (Mokiniai matuoti temperatūrą išmoko jau 6-7 klasėje). Kaip kinta medžiagos sudarančių dalelių išsidėstymas ir jų tarpusavio sąveika, kai medžiagos lydos ir verda?

Mokydamiesi tirti medžiagų savybes per chemijos pamokas mokiniai atlieka laboratorinius darbus – 1) išlydo kai kurias medžiagas ir išmatuoja jų lydymosi temperatūrą; 2) pakaitina kai kurias medžiagas ir išmatuoja jų virimo temperatūras. Sužino, kad dujinės medžiagos verda ir lydosi temperatūroje, žemesnėje už nulinę. Tačiau chemijos kurse virimo ir lydymosi temperatūros, garavimo sąvokos neapibrėžiamos, jos naudojamos buitine prasme.

8 klasės chemijos kurse įgytas žinias ir praktinius gebėjimus mokiniai galės taikyti mokantis fizikos 9 klasėje. Fizikos kurse kalbama apie virimo ir lydymosi temperatūrą, šilumos laidumą. Išskiriami šie šilumos perdavimo būdai – šilumos laidumas, konvekcija ir šiluminis spinduliavimas. Paaiškinama, kodėl vienos medžiagos yra laidžios šilumai, o kitos – ne. Šilumos laidumas aiškinamas vidine medžiagų sandara.

**Vienalyčiai ir nevienalyčiai mišiniai, jų išskirstymo būdai.** Skiriasi savokų vienalyčiai ir nevienalyčiai mišiniai aiškinimas fizikoje ir chemijoje. 7 klasės fizikos kurse akcentuojama, kad vienalyčiais vadinami kūnai pagaminti iš vienos rūšies medžiagos, o nevienalyčiais – iš skirtingų rūšių medžiagos. Chemijos kurse vienalyčiai mišiniai yra tokie, kuriuos sudarančių dalelių negalima pamatyti net pro stipriausią mikroskopą; nevienalyčiai mišiniai – tokie mišiniai, kuriuos sudarančios dalelės matomos plika akimi. Mišiniai išskirstomi atsižvelgiant į juos sudarančių medžiagų fizikines savybes. Nevienalyčiai mišiniai skirstomi filtruojant, sijoant, paliekant nusistovėti, distilijuojant. Vienalyčiai mišiniai – distilijuojant ir kristalizuojant. Kristalizacijos sąvoka fizikos ir chemijos dalyke apibrėžiama skirtingai. Per chemijos pamokas: kristalizavimas – kristalų gavimas iš garų, tirpalų, lydalu, kietųjų medžiagų. Per fizikos pamokas: kristalizacija – skystos medžiagos virtimas kietąja.

Aštuntokams, atliekant praktikos darbą „Nevienalyčio mišinio išskirstymas“, galima priminti 6 klasėje atliktą filtravimą pašalinant iš skysčio neištirpusias medžiagas.

Žinias įgytas apie frakcinį distiliavimą, taikomą perdirbant naftą, kai norima gauti įvairių produktų – benzino, žibalo, dyzelinio kuro, mazuto, galima pritaikyti 9 klasėje nagrinėjant šiluminius variklius.

Integracija su biologija galima aptariant garinimo sąvoką, pvz. augalai pro lapų žioteles – transpiracija, per plaučius – kvėpuojant.

**Tirpalai. Tirpumas.** 8 klasėje per chemijos pamokas nagrinėjamos medžiagų tirpumo kreivės – medžiagų tirpumo priklausomybės nuo temperatūros kreivės. Galima integracija su matematika. Svarbios matematikos kurso žinios apie grafinį judėjimo vaizdavimą, supratimas, kiek taškų reikia pasirinkti, norint nubraižyti grafiko eskizą; mokėjimas patikrinti, ar taškas priklauso grafikui, gebėjimas paprastais atvejais iš grafiko nustatyti vieno dydžio reikšmę, kai nurodyta kito dydžio reikšmė.

Galima tarpdalykinė integracija su biologija. Kadangi kraujas yra skystis, jame gali ištirpti medžiagos. Tik ištirpusios medžiagos gali būti išnešiojamos po visą organizmą.

**Kiekybinė mišinių sudėtis.** 8 klasės kurse įvedama sąvoka medžiagos masės dalis. Medžiagos masės dalis mišinyje yra lygi tos medžiagos (atskiros sudedamosios dalies) ir mišinio masių santykiui. Ji reiškia vieneto dalimis (nuo 0 iki 1) arba procentais (nuo 0% iki 100%) ir žymima  $w$  (tariama omega). Mokiniai sužino, kad mišinio sudėtis procentais (%) rodo, kiek atskiros medžiagos masės dalių yra 100 masės dalių mišinio. Išmoksta pagaminti norimos sudėties tirpalą.

Skaičiuodami medžiagos masės dalyje mišinyje mokiniai pritaiko žinias įgytas per matematikos pamokas. Jie jau žino, kokia skaičiaus dalis vadinama procentu ir kaip ji žymima. Geba paaiškinti, kaip surasti skaičiaus (dydžio) dalį (jos procentinę išraišką), kai žinomas skaičius (dydis) ir kaip surasti skaičių (dydį), kai žinoma jo dalis (procentinė dalis). Jie geba taikyti pagrindinę proporcijos taisyklę. Skaičiuojant procentus moka naudotis skaičiuotuvu.

Fizikoje koncentracijos sąvoka naudojama vienuoliktoje klasėje.

**Atomai. Molekulės. Jonai.** Mokiniai pakartoja 7 klasės fizikos kurse išmoktas atomo, molekulės, jono sąvokas. Jie prisimena, kad atomas yra mažiausia cheminio elemento dalelė, o molekulė yra smulkiausia daugelio medžiagų dalelė, turinti toms medžiagoms būdingų cheminių savybių. Kai kurios medžiagos, sudarytos iš jonų. Atomas, netekęs vieno ar kelių elektronų, vadinamas teigiamuoju jonu, o prisijungęs vieną ar kelis papildomus elektronus – neigiamuoju jonu. Atomo, molekulės, jono sąvokos toliau gilinamos ir plėtojamos mokantis chemijos.

**Atomo sandara.** Nagrinėjant atomo sandara svarbūs tarpdalykiniai ryšiai su fizika. Paralelinė integracija negalima, nes atomo sandara chemijos kurse nagrinėjama tik aštuntoje klasėje, kai fizikos kurse – septintoje, devintoje, dešimtoje, dvyliktoje klasėje. 7 klasėje, mokydamiesi, fizikos, mokiniai susipažino su atomo sandara. Jie išmoko, kad atomas yra mažiausia cheminio elemento dalelė. Atomai nėra nedalomai, jie susideda iš dar smulkesnių dalelių, vadinamų protonais ir neutronais ir elektronais. Protonai ir neutronai yra susitelkę mažytėje atomo tūrio dalyje – atomo centre. Jie sudaro atomo branduolį. Aplink jį nuolat skrieja elektronai. Šios žinios yra gilinamos 8 klasės chemijos temoje „Atomo sandara“.

10 klasėje per fizikos pamokas, nagrinėjant atomo ir jo branduolio sandarą mokiniai prisimins iš 8 klasės chemijos kurso atomo sandarą, cheminius elementus, periodinę elementų sistemą. Mokiniai įtvirtins žinias kaip žymimas cheminio elemento atomas, nurodant elemento atominį skaičių (elektronų skaičių) ir masės skaičių.

**Cheminis elementas.** Mokiniai iš 7 klasės fizikos kurso žino, kad tos pačios rūšies atomai vadinami cheminiais elementais. Chemijos kurse sužino, kad svarbiausias požymis, pagal kurį atomai priskiriami kuriam nors elementui, yra protonų skaičius, t.y. branduolio krūvis. Išmoksta žymėti elemento atomo sandarą skaičiais.

**Molis. Molio masė. Avogadro skaičius.** 7 klasėje per fizikos pamokas mokydamiesi pagrindinius tarptautinės sistemos matavimo vienetų sužino, kad medžiagos kiekio matavimo vienetas yra molis (mol).

Molio, molio masės, Avogadro skaičiaus sąvokas mokiniai prisimins 11 klasėje mokydamiesi fizikos skyrių „Molekulinės kinetikos pagrindai“. Šios sąvokos giliau nagrinėjamos ir 12 klasės chemijos kurse.

Aiškinant Avogadro skaičių  $N_A$  mokiniai iš matematikos kurso prisimena laipsnį su natūraliuoju ir sveikuoju rodikliu, žino, kaip jis žymimas, geba paaiškinti, ką

vadiname laipsnio pagrindu ir rodikliu. Sprendžiant temos „Molis. Avogadro skaičius“ uždavinius mokiniai moka atlikti veiksmus su skaičių laipsniu.

**Izotopai. Radioaktyvumas.** Izotopų, radioaktyvumo sąvokos apibrėžiamos chemijos ir fizikos pamokose skirtingai. Radioaktyvumo sąvoką mokiniai sužino pirmą kartą per chemijos pamokas 8 klasėje, nagrinėjant A. Bekereelio bandymus. 8 klasės chemijos kurse mokiniai išmoka kokie elementai yra radioaktyvūs, kas yra radioaktyvumas (savaiminis atomų branduolių skilimas), branduolinė energija, pusėjimo trukmė, kaip skyla radioaktyviųjų elementų branduoliai. Šias sąvokas mokiniai prisimins ir toliau gilins 10 klasėje mokydamiesi fizikos temos „Radioaktyvumas“. Per fizikos pamokas dešimtoje klasėje radioaktyvumu vadinama medžiagos savybė savaime, be išorinių veiksnių įtakos, skleisti  $\alpha$ ,  $\beta$  ir  $\gamma$  spinduliuotę, kuri laisvai pereina neskaidrius kūnus. Tas pats tik giliau akcentuojama dešimtoje ir dvyliktoje klasėje. 8 klasės chemijos kurse nagrinėjant radioaktyvumą užsimenama ir apie atominės elektrines. Tuo tarpu per fizikos pamokas atominės elektrinės nagrinėjamos dešimtos klasės pradžioje, o radioaktyvumas nagrinėjamas tik dešimtos klasės pabaigoje.

Radioaktyviojo elemento skilimo greitis tiek fizikoje, tiek chemijoje nusakomas jo skilimo pusėjimo trukme, t.y. laiku, per kurį suskyla pusė jo kiekio. Iš atomų branduolių išlėkusios dalelės gali vienus cheminius elementus paversti kitais: pakinta branduolio krūvis ir susidaro naujas elementas. Per fizikos pamokas pusėjimo trukmė nagrinėjama tik 12 klasėje.

8 klasės chemijos kurse nurodoma, kad to paties elemento atomai, branduolyje turintys po lygiai protonų, bet skirtingą neutronų skaičių, vadinami izotopais. Chemijos kurse su izotopo sąvoka mokiniai dar kartą susiduria nagrinėdami vandenilio izotopus dešimtoje klasėje. 10 klasės fizikos kurse akcentuojama, kad atomai, kurių branduolio krūvis tas pats (vienodas protonų skaičius), o atominė masė skirtinga (skirtingas neutronų skaičius), vadinami izotopais.

**Santykinė atominė masė. Santykinė molekulinė masė.** Galima tarpdalykinė integracija su matematika. Santykinė molekulinė masė gaunama sudėjus visų elementų atomų, esančių formulėje, santykinės mases. Todėl mokiniai iš matematikos kurso prisimena skaičių apvalinimo taisykles, sudėties ir dauginimo veiksmus.

Sąvokos santykinė atominė masė ir santykinė molekulinė masė bus naudojamos fizikos 11 klasės kurse.

**Periodinė elementų sistema. Periodinis dėsnis.** Mokiniai sužino, kad cheminio elemento vietą periodinėje lentelėje galima nusakyti jo atomo sandara. Elementų atomų sandara periodiškai kartojasi. Šios žinios svarbios 10 klasės fizikos kurse nagrinėjant atomo sandarą.

**Fizikiniai ir cheminiai kitimai.** Jau 7 klasėje mokantis fizikos mokiniai sužino, kad vykstant fizikiniams reiškiniams medžiagų molekulės išlieka, vykstant cheminiams – neišlieka. Chemijos kurse išmoka, kad kitimai, kuriems vykstant iš vieno medžiagų susidaro kitos medžiagos, vadinamos cheminiais reiškiniais, arba cheminėmis reakcijomis. Joms vykstant susidaro įvairūs cheminiai junginiai.

Kitimai, kuriems vykstant vienos medžiagos nevirsta kitomis, vadinami fizikiniais kitimais, arba fizikiniais reiškiniais. Fizikiniai kitimai nagrinėjami fizikos 9 klasės skyriuje „Medžiagos agregatinių būsenų kitimas“. Mokiniai iš 8 klasės chemijos

kurso galės prisiminti garavimo ir garų kondensacijos, kristalizacijos, lydymosi sąvokas.

**Egzoterminės ir endoterminės reakcijos. Reakcijos šiluma.** Galima tarpdalykinė integracija su biologija ir fizika. Energija reikalinga ląstelėms judėti, naujoms medžiagoms susidaryti, augti, dalintis. Energijos sąvoką galima sieti su 7 klasės biologijos mokomąja medžiaga apie fotosintezę ir ląstelės kvėpavimą bei 8 klasės apie mitybą, prakaitavimą, šalinimą.

Energijos matavimo vienetus (kalorija, džaulis) mokiniai išmoko mokydami biologijos 8 klasėje spalio mėnesį. 9 klasėje nagrinėjant temą „Maistas ir energija“ vėl grįžtama prie energijos matavimo vienetų: kilokalorijų, kilodžaulių. Mokomasi apskaičiuoti žemės riešuto, žirnio energijos kiekį eksperimentiškai. Nagrinėjama, kiek energijos suvartoja įvairių specialybių žmonių organizmas (nuo 8 500 kJ iki 15 000 kJ). Per fizikos pamokas džaulio samprata įvedama 9 klasėje skyriuje „Vidinė energija“.

Per chemijos pamokas aštuntoje klasėje mokiniai išmoksta aktyvacijos energijos sąvoką, susipažįsta su degimo reakcijomis. Nagrinėdami chemines reakcijas (atlikdami praktinius darbus, taikydami modeliavimo būdus, mokomąsias kompiuterių programas ar kitas pasirinktas priemones) aiškinasi endoterminių ir egzoterminių reakcijų skirtumus. Todėl chemijos dalyko tema „Egzoterminės ir endoterminės reakcijos“ yra svarbi nagrinėjant vidinę kūnų energiją per fizikos pamokas devintoje klasėje. Bei aiškinant branduolinių reakcijų išėigą 10 klasėje.

**Atmosfera.** Prisimenama 5-6 klasėje išmokta medžiaga apie atmosferos orą: „žemę supantis dujų mišinys“ ir oro sudėtį: azotas – iki 78%, deguonis – apie 21%, anglies dioksidas sudaro 0,03%. Detalesnė integracija galima su fizika, nagrinėjant temą „Atmosfera“. Per chemijos pamokas mokiniai sužino oro sudėtį (tūrio %) – 78% azoto, 21% deguonies, 1% kitų dujų: daugiausia argono, 0,03% anglies dioksido ir truputis kitų inertinių dujų (helio, neono, kriptono ir ksenono). Taip pat mokosi kaip susidarė Žemės atmosfera. Fizikos vadovėlyje atmosferos sudėtis beveik nenagrinėjama. Tik skliausteliuose paminėtos atmosferą sudarančios dujos (azotas, deguonis, argonas, anglies dioksidas). Atmosfera per fizikos pamokas nagrinėjama šiais aspektais: atmosferos masė, atmosferos slėgis, atmosferos tankis.

Palyginus atmosferos nagrinėjimą per fizikos ir chemijos pamokas, pastebime, kad per fizikos pamokas visai nesigilinama į atmosferos sandarą. Su ja susiję reiškiniai yra svarbūs ir fizikos moksle, tai – degimas, ozono sluoksnio kitimas, šiltnamio efektas, klimato kaita, fotosintezė, kvėpavimas.

Atmosfera, tik jau gilesniu aspektu, nagrinėjama ir 10 klasės chemijos kurse.

**Deguonies ir anglies apytaka gamtoje. Kvėpavimas. Fotosintezė.** Mokiniai, nagrinėdami deguonies ir anglies apytaką gamtoje per chemijos pamokas, naudojami ir pritaiko biologijos pamokose įgytas žinias ir gebėjimus. 8 klasės biologijos kurse remiantis augalų ir gyvūnų pavyzdžiais aiškinamas medžiagų ir energijos apykaitos procesas, o iš ankstesnių klasių (5-6 kl.) prisimena fotosintezės sąvoką – tai augaluose vykstantis procesas, kurio metu iš neorganinių medžiagų naudojant Saulės šviesos energiją, pagaminama organinė medžiaga ir išsiskiria deguonis. Galima prisiminti ir pakartoti cheminę fotosintezės reakcijos lygtį.

Per chemijos pamokas nagrinėjama: oras, deguonis, oksidai, ozonas: apibūdinama oro sudėtis, deguonies ir anglies apytakos rato elementai, oksidai kaip deguonies junginiai, susipažįstama su ozono sandara, nagrinėjama, kuo panašios bei skirtingos jo ir deguonies molekulės. Aptariamoms žmogaus veiklos poveikis aplinkai:

susipažįstama su ekologinėmis ozono sluoksnio nykimo ir šiltnamio efekto sukeliomomis problemomis bei jų sprendimo būdais. Nagrinėjamos degimo reakcijos, kurios svarbios 9 klasėje per fizikos pamokas nagrinėjant vidinę energiją.

### 5.1.2. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant chemijos 9 klasėje“ turinys

Skyriaus turinio nagrinėjimui skiriamos 6 akademinės valandos pratybų ir 22 valandos savarankiško darbo.

Pagrindinės aštuntos klasės chemijos kurso integralaus pobūdžio sąvokos yra:

- Cheminiai ryšiai (fizika).
- Vanduo. Vandens savybės (fizika).
- Elektrolitinė disociacija (fizika).
- Indikatoriai. pH (biologija, matematika).
- Neutralizacijos reakcija (biologija).
- Metalai. Metališkasis ryšys (fizika).
- Metalai žmogaus organizme, augaluose. Metalų gavimas ir aplinkos tarša (biologija).
- Oksidacijos-redukcijos lygtys (matematika, fizika, biologija).
- Elektrolizė (fizika).

**Cheminiai ryšiai.** Paralelinė integracija iš dalies galima su fizikos dalyku. Mokslo metų pradžioje devintoje klasėje per chemijos pamokas nagrinėjamas cheminis ryšys – joniniai, kovalentiniai junginiai. Remiantis chemijos žiniomis per fizikos pamokas galima aiškinti medžiagos būsenas remiantis detalesne medžiagos sandara – cheminiais ryšiais. Fizikos kurse akcentuojama laidumo elektros srovei, lydymosi, virimo temperatūros priklausomybė nuo medžiagos sandaros (cheminiai ryšiai).

**Joninis ryšys.** Nagrinėjant joninį ryšį per chemijos pamokas reikia remtis septintos klasės fizikos žiniomis, nes devintos klasės fizikos kurse elektrostatika nagrinėjama mėnesiu vėliau, nei per chemijos pamokas nagrinėjamas joninis ryšys. Septintoje klasėje mokiniai sužino, kas yra kūrų įsielektrinimas, kaip jis vyksta. Įsielektrinimo metu elektronai pereina iš vieno kūno į kitą. Nagrinėjama įelektrintų kūrų sąveika: kūnai įgiję to paties ženklo krūvį, vienas kitą stumia, priešingo – traukia. Apie jonus mokiniai per fizikos pamokas sužino nedaug. 9 klasės chemijos kurse aiškinama, kad priešingą krūvį turintys natrio ir chlorido jonai vieni kitus traukia (tai elektrostatinė sąveika) stipriomis elektrostatinėmis jėgomis ir tarp jų atsiranda joninis ryšys.

Dėstant fiziką, galima panaudoti chemijos žinias apie elektrinį neigiamumą, joninį ryšį, joninius junginius. Apie šiuos dalykus fizikos programose ir vadovėliuose neužsimenama. Šias chemijos žinias reikėtų prisiminti dėstant temą „Elektros srovė skysčiuose“.

**Kovalentinis ryšys.** Per fizikos pamokas, nagrinėjant elektros srovę puslaidininkiuose, puslaidininkių taikymą praktikoje svarbios per chemijos pamokas įgytos žinios apie kovalentinį ryšį.

Per fizikos pamokas kovalentinis ryšys nagrinėjamas 12 klasėje. Fizikos kurso medžiagoje nenagrinėjamas kovalentinis polinis ir kovalentinis nepolinis ryšiai, nesigilinama į tai, kad yra viengubas, dvigubas, trigubas kovalentinis ryšys

**Vandenilinis ryšys.** Nagrinėjant vandenilinį ryšį devintoje klasėje, per chemijos pamokas, reikėtų mokiniams priminti žinias apie šiluminį kietųjų kūnų ir skysčių plėtimąsi, kurios buvo įgytos per fizikos pamokas 7 klasėje.

**Vanduo. Vandens savybės.** Paralelinė integracija galima su fizika, nagrinėjant skyrių „Vanduo ir tirpalai“. Per chemijos pamokas nagrinėjama vandens molekulės sandara ir savybės. Per fizikos pamokas nagrinėjant skyrių „Medžiagų agregatinių būsenų kitimas“ nagrinėjamas agregatinių būsenų kitimo pavyzdys – vandens virsmas. Išsiaiškinama, kokiomis sąlygomis medžiaga yra vienokios ar kitokios būsenos, ko reikia, kad medžiagos būseną pasikeistų, t.y. vienos agregatinės būsenos medžiaga virstų kitos būsenos medžiaga.

7 klasėje per fiziką nagrinėjant temą „Vandens šiluminio plėtimosi ypatumai“ mokiniai sužino, kaip kinta šildomo ir šaldomo vandens tūris. Šiluminio plėtimosi tema plėtojama nagrinėjant vandens tankio priklausomybę nuo temperatūros 9 klasėje per chemijos pamokas. Skiriasi tik šios temos kontekstas. Fizikos vadovėlyje ši tema nagrinėjama skyriuje „Šiluminis kūnų plėtimasis“, chemijos vadovėlyje – „Vanduo ir tirpalai“.

Per chemijos pamokas devintokai susipažįsta su vandens paviršiaus įtempio sąvoka. Skysčio paviršiuje ir skysčio viduje vandens molekulių sąveikos jėgos yra skirtingos, todėl skysčio paviršiuje susidaro plonytė plėvelė, atsiradusi dėl vandens paviršiaus įtempio. Vandens paviršiaus įtempį lemia vandeniliniai ryšiai tarp molekulių. Per fizikos pamokas vandens paviršiaus įtempis nagrinėjamas tik 11 klasėje.

Žinias įgytas apie vandens kietumą ir jo šalinimo būdus galima sieti su energijos taupymu per fizikos pamoką. Nuoviros ant arbatinuko didina elektros energijos sąnaudas.

**Elektrolitinė disociacija.** Per chemijos pamokas elektrolitinė disociacija nagrinėjama anksčiau ir kitokiu aspektu nei per fizikos pamokas. Per fizikos pamokas elektrolitinės disociacijos reiškinys nagrinėjamas nesigilinant į medžiagos sandarą, joninį ryšį, akcentuojamas elektrinio lauko veikiamas jonų judėjimas elektrolito tirpale. Todėl dėstant fizikos kurso temą „Elektros srovė skysčiuose“ reikėtų remtis chemijos pamokų metu įgytomis žiniomis.

**Indikatoriai. pH.** 9 klasės chemijos kurse įvedamos sąvokos indikatoriai, pH. Galima šių sąvokų tarpdalykinė integracija su biologija ir matematika.

Kalbant apie augalų žiedų spalvas, kurias lemia dažinės medžiagos – pigmentai, integracija galima su biologija. Beveik visi gamtiniai pigmentai (lot. Pigmentum – dažiklis), išskyrus geltonus, nudažantys gėlių žiedus, augalus, vaisius įvairiausiomis spalvomis, keičia spalvą ir rūgščių, ir bazių tirpaluose. Daržininkų indikatoriumi gali būti hortenzijų žiedai: šarminiame dirvožemyje jie yra raudoni, rūgštiniame dirvožemyje – mėlyni.

pH yra vandenilio jonų koncentracijos neigiamas dešimtainis logaritmas. Matematikos kurse su logaritmais mokiniai susipažįsta vienuoliktoje klasėje. Vandenilio jonų rodikliu (pH) naudojasi ne tik chemikai, bet ir biologai, medikai, agrochemikai. Juo apibūdinamas kraujo, skrandžio sulčių, dirvožemio rūgštingumas.

**Neutralizacijos reakcija.** Neutralizacija yra labai svarbi kasdieniniame mūsų gyvenime. Nuo jos priklauso rūgščių ir bazių pusiausvyrą gamtoje. Todėl įgytos žinios apie neutralizacijos reakcijas per chemijos pamokas, turi būti akcentuojamos ir biologijos kurse nagrinėjant dirvožemio neutralizavimą, skrandžio rūgštingumo mažinimą.

**Metalai. Metališkasis ryšys.** Septintoje klasėje per fizikos pamokas bendrais bruožais mokiniai susipažino su elektros srove ir šiluminiu, magnetiniu bei cheminiu jos veikimu, o devintoje klasėje nagrinėjo elektros srovę metaluose. Todėl mokantis apie metalus per chemijos pamokas reikėtų atsižvelgti į elektrines metalų savybes, metalų varžą.

Chemijos kurse, remiantis metališkuoju ryšiu nagrinėjamos metalų savybės (kalumas, plastiškumas, elektrinis ir šiluminis laidumas, tankis, lydymosi temperatūra, blizgesys, neskaidrumas). Fizikos kurse metališkasis ryšys ir iš jo išplaukiančios savybės nagrinėjamos mėnesiu anksčiau nei chemijos kurse. Per fizikos pamokas metalų savybės (kalumas, plastiškumas, tamprumas) nagrinėjamos 11 klasėje, o metališkasis ryšys 12 klasėje.

Chemijos kurse akcentuojamas metalų blizgesys, neskaidrumas. Šias sąvokas galima sieti su įgytomis žiniomis apie skaidrius ir neskaidrius kūnus per fizikos pamokas septintoje klasėje. Permatomi, arba skaidrūs kūnai yra tokie, kurie praleidžia šviesą, o visi nepermatomi – neskaidrūs, nes jie ne praleidžia šviesą, o atspindi ar sugeria šviesos spindulius. Per chemijos pamokas akcentuojama, kad neskaidrumo ir blizgesio priežastis- laisvieji elektronai.

**Metalai žmogaus organizme, augaluose. Metalų gavimas ir aplinkos tarša.**

Galima integracija su biologija, prisimenant magnio ir kalio elementų svarbą normaliam širdies darbui, kalcio – kaulų tvirtumui. 9 klasės chemijos kurse ypač akcentuojamas metalų (Fe, Cu, Al, Zn, Ca, Mg) poveikis gyviems organizmams. Devintokai sužino, kad Cu, Pb, Zn, Hg, Cr – tai sunkieji metalai, kurių didelis kiekis nuodija aplinką. Šie metalai, patenkantys į organizmą valgant ar geriant vandenį, pamažu kaupiasi ir nuodija jį.

Išgaunant metalus į aplinką patenka įvairių teršalų, tarp jų – per reakcijas susidariusių dujų: CO<sub>2</sub> – vienu iš svarbiausių šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų, CO – nuodingų dujų, trikdančių kvėpavimą, SO<sub>2</sub> – dujų, didinančių galimybę susidaryti rūgščiam lietai.

Vykdamas elektrolizę, panauduotuose elektrolitų tirpaluose lieka sunkiųjų metalų jonų. Jais užteršiamos upės, ežerai, jeigu išleidžiamas nepakankamai išvalytas vanduo.

**Oksidacijos-redukcijos lygtys.** Kvėpavimas ir rūdijimas yra oksidacijos ir redukcijos reakcijos. Todėl nagrinėjant kvėpavimo ir rūdijimo reiškinius per fizikos ir biologijos pamokas galima remtis per chemijos pamokas nagrinėta mokomąją medžiaga apie oksidacijos ir redukcijos reakcijas.

Lygindami oksidacijos ir redukcijos reakcijos lygtis, mokiniai taiko gebėjimus įgytus per matematikos pamokas. Devintokai turi gebėti į pusiaulygtę ar nurodytą formulę vietoje kintamųjų įrašyti skaitines jų reikšmes.

**Elektrolizė.** Galėtų būti paralelinė integracija su fizika mokantis temą „Elektrolizė“. Per fizikos pamokas elektrolizės reiškinys nagrinėjamas vasario mėnesį. Nagrinėjant elektrolizę svarbios žinios apie elektrinį lauką, apie elektros srovę. Mokantis chemijos mokiniai susipažįsta su elektrolizės esme bei kaip elektrolizės



būdu daromos metalinės dangos ir kaip gryninami metalai. Išmoksta gauti varj elektrolizės būdu. 9 klasės fizikos kurse mokiniai išmoksta elektrolizės dėsnį, skaičiuoja ant elektrodų nusėdusios medžiagos masę, susipažįsta su elektrolizės taikymu pramonėje.

Per fizikos pamokas, mokantis elektrolizės reiškinį, galima remtis žiniomis apie oksidacijos – redukcijos reakcijas.

### 5.1.3. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant chemijos 10 klasėje“ turinys

Skyriaus turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 20 valandų savarankiško darbo.

Pagrindinės dešimtos klasės chemijos kurso integralaus pobūdžio sąvokos yra

- Dujos (fizika, matematika).
- Silicis – puslaidininkis (fizika).
- Katalizatoriai. Fermentai (biologija).
- Kuro degimo šiluma (fizika).
- Maisto medžiagos – baltymai, riebalai, angliavandeniai, mineralinės medžiagos, vitaminai (biologija).

**Dujos.** Iš 7 klasės fizikos, mokiniai sužino, kad dujos neturi pastovios formos ir gana lengvai keičia tūrį. Tarpai tarp dujų molekulių dešimtis kartų didesni už jas pačias. Molekulės laisvai juda visomis kryptimis beveik neveikdamos viena kitos.

Mokantis chemijos 10 klasėje dar kartą akcentuojama, kad dujos neturi pastovios formos ir gana lengvai keičia tūrį. Jos yra spūdzios. Atstumai tarp dujų molekulių yra labai dideli, daug didesni negu skysčiuose ir kietuosiuose kūnuose.

Galima tarpdalykinė integracija ir su matematika. Mokiniai, taikydami matematikos kurso žinias, geba pateikti pavyzdžių, iliustruojančių  $1 \text{ cm}^3$ ,  $1 \text{ dm}^3$ ,  $1 \text{ m}^3$ , nurodyti tūrio, talpos matavimo vienetų, žino gretimų matavimo vienetų sąryšius, moka apskaičiuoti skaičius (dydis), kuris yra keletą vienetų (kartų) didesnis (mažesnis) už kitą.

**Silicis – puslaidininkis.** 9 klasės fizikos kurse nagrinėjant temą „Elektros srovė puslaidininkiuose“ mokiniai susipažįsta su puslaidininkių sąvoka, puslaidininkių laidumu ir sandūra. Puslaidininkių elektrinio laidumo ypatybės aiškinamos remiantis silicio sandara. Šias žinias būtina prisiminti 10 klasės chemijos kurse nagrinėjant silicį, jo sandarą ir savybes.

**Katalizatoriai. Fermentai.** 8 klasės biologijos kurse mokydamiesi temos „Maisto medžiagų apdorojimas“ mokiniai sužino apie fermentus – baltymo molekules, kurios veikia kaip katalizatoriai, pagreitinantys cheminių reakcijų eigą. Fermentai maistą organizme skaido greitai ir veiksmingai. 10 klasės chemijos kurse biokatalizatoriai vadinami fermentais.

**Kuro degimo šiluma.** Su degimo sąvoka mokiniai susipažino 8 klasės chemijos kurse. Degimas – greita, daug šilumos išskirianti medžiagos reakcija su deguonimi. 9 klasės fizikos kurse temoje „Kuro degimo šiluma“ mokiniai sužino svarbiausius kokybinius kuro rodiklius: kaitrumas, peleningumas ir drėgnumas. Išmoksta apskaičiuoti kuro degimo šilumą, lyginti įvairių rūšių kurą, nustatant kiek šilumos

išsiskiria visiškai sudegus vienodam jo kiekiui. Šias žinias dešimtokai gali pritaikyti per chemijos pamokas nagrinėdami temą „Degimo šiluma“.

Kalbant apie kuro pavojingumą 10 klasėje per chemijos pamokas reikėtų prisiminti 9 klasės fizikos kurso temą „Šiluminiai reiškiniai ir ekologinės problemos“, kurioje akcentuojama, kad šiluminiai reiškiniai susiję su didelių kuro kiekių deginimu. Dėl to kasmet į Žemės atmosferą išmetama daug pelenų, azoto oksidų (NO, NO<sub>2</sub>), anglies dioksido. Dauguma šių medžiagų tirpsta vandenyje – Žemėje iškrinta rūgštūs lietūs. Automobilių išmetamos dujos sudaro trečdalį visų atmosferos teršalų.

**Maisto medžiagos – baltymai, riebalai, angliavandeniai, mineralinės medžiagos, vitaminai.** Plečiant mokinių supratimą apie gyviems organizmams būtinas maisto medžiagas būtina integracija su biologija. Prisimenamos ir aptariamoms biologijos kurse išmoktos sąvokos: angliavandeniai, gliukozė, krakmolai, baltymai, riebalai, palyginami augalų (aliejai) ir gyvūnų riebalai. Remiantis gyvūnų ir žmogaus pavyzdžiais, prisimenamas mechaninis ir cheminis maisto apdorojimas tam tikroje virškinamojo trakto vietoje.

## 5.2. MODULIO TURINIO ĮGYVENDINIMAS

Studentai mokysis sukurti pamokoje problemines (teorines ar praktines) situacijas. Jose atsiranda poreikis dalyko turinį papildyti kitų gamtamokslinių dalykų turiniu. Studentai bus mokomi formuluoti problemas, sudaryti jų sprendimo planus, organizuoti problemos sprendimą bei įvertinti veiklos rezultatus.

Studentų veikla didaktikos paskaitose bus organizuojama taikant A. Foldevi (1995) probleminio mokymo metodiką.

Pirmasis etapas – pateikiamas problemos scenarijus. Studentai išsiaiškina nežinomas sąvokas, terminus.

Antrasis etapas – kuriamas grupės planas. Studentai tyrinėja problemos situaciją, bando ieškoti atsakymų į klausimus.

Trečiasis etapas – keliama problemos sprendimo hipotezė. Analizuodami problemą, studentai išsiaiškina galimus paaiškinimus problemos scenarijui.

Ketvirtasis etapas – „smegenų šturmas“. Šio etapo metu kiekvienas grupės narys išsako savo nuomonę, idėjas. Jos visos užrašomos, įvertinamos, grupuojamos.

Penktasis etapas – „problemos apibrėžimas“. Šiame etape iš gautos informacijos, išsakytų minčių, idėjų studentai apibrėžia problemą.

Šeštasis etapas – „mokymosi tikslų formulavimas“. Šiame etape studentai nustato problemos sprendimo tikslus bei uždavinius.

Septintasis etapas – „gilinimasis į žinias“. Šiame etape vyksta savarankiškas darbas, savimoka. Studentas dirba savarankiškai, studijuoja literatūros šaltinius, ieško atsakymų į jam iškilusius klausimus

Aštuntasis etapas – „svarstymai ir rūpestingos žinių paieškos“. Studentai vėl susirenka grupėje, dalijasi žiniomis, informacija, ją sistemina, apdoroja, atrenka, integruoja žinias.

Devintasis etapas – „pritaikymas“. Įgytas žinias stengiamasi pritaikyti praktikoje.

Mokymosi proceso metu vyksta kiekvieno veiklos etapo vertinimas.

### 5.3. MODULIO PLANAS

Temos	Paskaitos (val.)	Savarankiškas darbas (val.)
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant chemijos 8 klasėje	6	22
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant chemijos 9 klasėje	6	22
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant chemijos 10 klasėje	4	20

### 5.4. ŽINIŲ IR GEBĖJIMŲ VERTINIMO TVARKA

Taikomas kaupiamasis vertinimas. Numatomi trys atsiskaitymai – už kiekvieną programos skyrių. Vertinami du komponentai: turinys ir turinio įgyvendinimo edukacinėje praktikoje metodika.

Vertinant turinį, atsižvelgiama į studentų parengtos mokomosios medžiagos probleminių situacijų sprendimui kokybę: tarpdalykinių ir vidinių ryšių įvairovę, atskleistus ryšius tarp sąvokų, reiškinių, objektų.

Vertinant turinio įgyvendinimo edukacinėje praktikoje metodiką atsižvelgiama į studento gebėjimą tyrinėti probleminę situaciją, gebėjimą išsiaiškinti galimus problemos sprendimo būdus, problemos suformulavimą, problemos sprendimo tikslų ir uždavinių nusakymą, gebėjimą pristatyti surinktą tarpdalykinio pobūdžio mokomąją medžiagą taikant aktyviuosius mokymosi metodus.

$$\text{Galutinio balo skaičiavimo formulė: } GB = \sum_{i=1}^n K_i \times TVP_i$$

GB – galutinis balas,

$TVP_i$  – tarpinio vertinimo pažymys,

$K_i$  – koeficientas,

$i=1,n$

$TVP_1$ . pirmojo tarpinio vertinimo pažymys

$TVP_2$ . antrojo tarpinio vertinimo pažymys

$TVP_3$ . trečiojo tarpinio vertinimo pažymys

$K = 0,33$

### 5.5. REKOMENDUOJAMA LITERATŪRA

Eil. Nr.	Leidinio autoriai ir pavadinimas	Leidimo metai
68.	Arends R. I. <i>Mokomės mokyti</i>	1998
69.	Ardley N. <i>Mokslas . Mokyklinė enciklopedija</i>	2001
70.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau. 1 d. VII kl.</i>	2007
71.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau. 2 d. VII kl</i>	2007

72.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus 1 d. VII kl.</i>	2010
73.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus 2 d. VII kl.</i>	2010
74.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 1 d. VIII kl.</i>	2010
75.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 2 d. VIII kl.</i>	2010
76.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 1 d. IX kl.</i>	2009
77.	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 2 d. IX kl.</i>	2009
78.	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 7. Biologija. 1 d. VII kl.</i>	2008
79.	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 7. Biologija. 2 d. VII kl.</i>	2008
80.	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 8. Biologija. VIII kl.</i>	2009
81.	Bigelienė D., Kirkutytė-Alekniienė I., Miglinienė I., Salickaitė-Bunikiene L. <i>Cheminės medžiagos Bendrojo lavinimo mokykloje</i>	1996
82.	Bižys N., Linkaitytė G., Voliuškevičienė A. <i>Pamokos mokytojui</i>	1996
83.	Butkienė G., Kepalaitė A. <i>Mokymasis ir asmenybės brendimas</i>	1996
84.	Butkus E., Dienys G., Vaitkus R. <i>Chemija: bendrasis kursas: vadovėlis 11 klasei.</i>	2006
85.	Cibulskaitė N. <i>Matematika XXI a. 1 d. V kl.</i>	2005
86.	Cibulskaitė N. <i>Matematika XXI a. 2 d. V kl.</i>	2005
87.	Charles C. M. <i>Pedagoginio tyrimo įvadas</i>	1990
88.	Gage N. L., Berliner D. C. <i>Pedagoginė psichologija</i>	1993
89.	Jasiūnienė R., Valentinavičienė V. <i>Chemija 8 klasei</i>	2008
90.	Jasiūnienė R., Valentinavičienė V. <i>Chemija 9 klasei</i>	2008
91.	Johnson K. <i>Fizika tau. IX kl.</i>	2009
92.	<i>Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir bendrojo išsilavinimo standartai. XI-XII klasės</i>	2002
93.	Petty G. <i>Šiuolaikinis mokymas</i>	2006
94.	<i>Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos. Gamtamokslinis ugdymas</i>	2009
95.	Price G., Taylor J. <i>Biologija. Vadovėlis 9-10 klasei.</i>	2002
96.	Pollard A. <i>Refleksyvusis mokymas</i>	2006
97.	Rajeckas V. <i>Pedagogikos pagrindai</i>	2004
98.	Rajeckas V. <i>Ugdymo tikslas ir uždaviniai</i>	2002
99.	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 8 klasei</i>	2005
100.	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 9 klasei</i>	2005
101.	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 12 klasei</i>	2001
102.	Ryan. L. <i>Chemija tau 8 klasei</i>	2007
103.	Ryan. L. <i>Chemija tau 9 klasei.</i>	2007
104.	Ryan. L. <i>Chemija tau 10 klasei</i>	2007
105.	Ryan. L. <i>Chemija tau 11 klasei</i>	2002
106.	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K., Skuruskienė D. <i>Biologija. 1-oji kn. VII kl.</i>	2007
107.	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K., Skuruskienė D. <i>Biologija. 2-oji kn. VII kl.</i>	2007
108.	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K. <i>Biologija. VIII kl.</i>	2008
109.	Moliai L. ir S. <i>Žmogaus biologija ir sveikata. IX kl.</i>	2000
110.	Molienė L., Molis S. <i>Pažink gyvybę. Biologija. 1-oji kn. IX kl.</i>	2009
111.	Molienė L., Molis S. <i>Pažink gyvybę. Biologija. 2-oji kn. IX kl.</i>	2009

112	Sičiūnienė V. ir kt. Formulė. Matematika. 1-oji kn. V kl. (serija „Šok“)	2008
113	Sičiūnienė V. ir kt. Formulė. Matematika. 2-oji kn. V kl. (serija „Šok“)	2008
114	Sičiūnienė V. ir kt. Formulė. Matematika. 2-oji kn. VI kl. (serija „Šok“)	2009
115	Sičiūnienė V. ir kt. Matematika. 1-oji kn. VII kl. (serija „Šok“)	2010
116	Sičiūnienė V. ir kt. Matematika. 2-oji kn. VII kl. (serija „Šok“)	2010
117	Sičiūnienė V. ir kt. Matematika. 1-oji kn. IX kl.	2009
118	Sičiūnienė V. ir kt. Matematika. 2-oji kn. IX kl.	2009
119	Šiaučiukėnienė, L., Visockienė, O., Talijūnienė, P., Šiuolaikinės didaktikos pagrindai	2006
120	Šiaučiukėnienė, L., Bendrosios didaktikos pagrindai	2003
121	Pečiuliauskienė, P. Studento pedagoginės praktikos vadovas pamokoje	2008
122	Šulčius A. Chemijos pamokos su „Croccodile Chemistry“ programa	2001
123	Vaitkus R. Nemetaly chemija. Vadovėlis X klasei. Pirmoji knyga	2009
124	Vaitkus R. Nemetaly chemija. Vadovėlis X klasei. Antroji knyga	2009
125	Valentinavičius V. Fizika. VII kl.	2003
126	Valentinavičius V. Fizika. IX kl.	2005
127	Valentinavičius V. Fizika. X kl.	2006
128	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. Fizika. 1-oji kn. VII kl.	2008
129	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. Fizika. 2-oji kn. VII kl.	2008
130	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. Fizika. 1-oji kn. VIII kl.	2009
131	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. Fizika. 2-oji kn. VIII kl.	2009
132	Williams G. Biologija tau. 1-oji kn. IX–X kl.	2005
133	Williams G. Biologija tau. 2-oji kn. IX–X kl.	2005

**Kai kurie rekomenduotini periodiniai leidiniai ir aktualūs puslapiai internete:**

7. Chemical Education (VPU periodinių leidinių skaitykla – 1 vnt.);
8. Химия в школе (VPU periodinių leidinių skaitykla – 1 vnt.);
9. [www.smm.lt](http://www.smm.lt) / Švietimo ir mokslo ministerija;
10. [www.pedagogika.lt](http://www.pedagogika.lt) /Švietimo plėtotės centras;
11. <http://www.ipc.lt> (švietimo informacinių technologijų centras);
12. <http://www.egzaminai.lt> (nacionalinis egzaminų centras);
13. [www.portalas.emokykla.lt](http://www.portalas.emokykla.lt) (kompiuterinės mokymosi priemonės: chemijos ir kitų mokslų laboratoriniai darbai, testai ir teorinė medžiaga);
14. [www.periodicvideos.com](http://www.periodicvideos.com) (vaizdo filmai apie daugumą Periodinės lentelės elementų su trumpa teorine paskaita (anglų kalba);
15. [www.mkp.emokykla.lt/imo/lt](http://www.mkp.emokykla.lt/imo/lt) (6 mokomųjų dalykų: biologijos, chemijos, fizikos, istorijos, lietuvių kalbos ir matematikos interaktyvių audiovizualinių mokymo modulių kursas I - IV gimnazijos klasėms);
16. [www.mkp.emokykla.lt/saugi-chemija](http://www.mkp.emokykla.lt/saugi-chemija) (chemijos virtualieji laboratoriniai darbai 9-10 klasei).

## 6. FIZIKOS DIDAKTIKOS MODULIS

Modulio pavadinimas	Fizikos, chemijos, biologijos, matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis fizikos 7- 10 klasėje
Modulio autorius	Palmira Pečiuliauskienė
Modulio apimtis (mokytojams)	1 dienos seminaras (8 val.)
Modulio apimtis (studentams)	2 kreditai (80 valandų: 16 auditorinių valandų ir 64 savarankiško darbo valandos)
Studijų metodai	<p><b>Praktiniai – pratybos</b>  <b>Kūrybiniai – edukacinių probleminių situacijų kūrimas (diskusijos, debatai, minčių žemėlapis, eksperimentai, refleksijos)</b>          Probleminių situacijų ciklo rengimas ir realizavimas grindžiamas A. Foldevi (1995) metodika.</p>
Modulio tikslas	Ugdyti fizikos pedagoginę studijų programą pasirinkusių studentų ir mokytojų didaktinę kompetenciją kurti problemines mokymosi situacijas fizikos, chemijos, biologijos dalykų ir matematikos turinio pagrindinėje mokykloje (7-10 klasė) pagrindu, taikant tyrinėjimu pagrįstus metodus.
Modulio siekiniai	<p>Pedagoginę studijų programą pasirinkę bakalaurai ir mokytojai, studijuodami fizikos didaktikos modulį „Fizikos, chemijos, biologijos, matematikos tarpdalykiniai ryšiai“ :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• įgys teorinių ir praktinių žinių iš pedagogikos, šiuolaikinės didaktikos;</li> <li>• susipažins su gamtamokslinių dalykų ir matematikos turiniu pagrindinėje mokykloje;</li> <li>• lavins tarpdalykinių ryšių taikymo fizikos edukacinėje praktikoje gebėjimus;</li> <li>• susipažins su tarptautiniais gamtamoksliniais projektais ir tyrinėjimu pagrįstų metodų taikymo patirtimi gamtamokslinių dalykų edukacinėje praktikoje;</li> <li>• mokysis fizikos pamokose kurti problemines mokymosi situacijas tarpdalykinių ryšių pagrindu, taikant tyrinėjimu pagrįstus metodus;</li> <li>• formuosis vientisą, holistinį gamtamokslinį pasaulėvaizdį.</li> </ul>

## 6.1. MODULIO TURINYS IR APIMTIS

Modulis „Fizikos, chemijos, biologijos, matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis fizikos 7- 10 klasėje“, skirtas fizikos pedagoginę studijų programą pasirinkusiems bakalauro pakopos studentams, yra integrali fizikos didaktikos programos dėstymo dalis. Modulis grindžiamas pedagogikos, šiuolaikinės didaktikos, gamtamokslinių dalykų (fizikos, chemijos, biologijos) ir matematikos žiniomis. Šio modulio turinys ir struktūra buvo projektuojama atsižvelgiant į gamtamokslinių dalykų ir matematikos bendrąsias programas bendrojo lavinimo mokyklai<sup>3</sup>.

„Fizikos, chemijos, biologijos, matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimas mokantis fizikos 7- 10 klasėje“ modulį sudaro keturi skyriai: 1) „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 7 klasėje“; „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 8 klasėje“; „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 9 klasėje“; „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 10 klasėje“.

### 6.1.1. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 7 klasėje“ turinys

Skyriaus turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 16 valandų savarankiško darbo. Septintos klasės fizikos turinį sudaro šie skyriai: *Įvadas, Fizikiniai dydžiai, Medžiagos būsenos, Šiluminis plėtimasis, Šviesos reiškiniai, Elektra*. Palankus tarpdalykinei integracijai *Įvado, Fizikinių dydžių, Medžiagos būsenų* skyriaus turinys.

Nagrinėjant *Įvadą* galimi tarpdalykiniai ryšiai su chemija. Galima palyginti fizikos ir chemijos mokslo tyrimo objektą. Viena iš fizikos tyrimo sričių – medžiagos ir jų savybės. Chemijos objektas – medžiagos ir jų virtimas kitomis. Galima palyginti kokias medžiagų savybes nagrinėja fizika ir chemija. Galima palyginti fizikinių ir cheminių reiškinių apibrėžimus.

Fizikos *Įvade* pateikiama detali eksperimento schema: problema, hipotezė, bandymo įrenginiai, bandymo eiga, bandymo rezultatai, išvados – hipotezės tikrinimas. Eksperimentas – universalus pažinimo metodas taikomas visų gamtamokslinių dalykų pamokose. Todėl šią eksperimento schemą rekomenduotina vėliau priminti per chemijos, biologijos pamokas.

Skyriuje *Fizikiniai dydžiai* nagrinėjama fizikinio dydžio samprata, aiškinama ką reiškia išmatuoti fizikinį dydį. Šis fizikos skyrius taip pat siejasi su žemesnių klasių (5-6 kl.) matematikos turiniu.

<sup>3</sup> Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos. (2008).[Interaktyvus] Prieiga per Internetą adresu: <http://www.pedagogika.lt>

Per matematikos pamokas V-VI klasėse nagrinėjamos, o aukštesnėse klasėse gilinamos sąvokos: ilgio vienetai, jų sąryšiai; ilgio matavimas, liniuotė; atkarpos ilgis; skaičių spindulys; skalė; sveikųjų, paprastųjų ir dešimtainių trupmenų vaizdavimas skaičių spindulyje; ploto vienetai, jų sąryšiai; trikampio, stačiakampio ir kvadrato perimetras ir plotas; tūrio vienetai, jų sąryšiai; stačiakampio gretasienio ir kubo paviršiaus plotas ir tūris; neigiamieji skaičiai, modulio sąvoka; greičio, laiko, kelio sąryšis, kelio formulė; aritmetinis vidurkis; vidutinis greitis; mastelis; masė, masės matavimo vienetai ir jų sąryšiai; laikas; mokoma spręsti uždavinius, kuriuose reikia naudoti įvairius matavimo rezultatus, tvarkaraščiais ir kitomis lentelėmis. Visos šio sąvokos yra svarbios mokantis fizikos skyrių *Fizikiniai dydžiai*.

Tankio sąvoka nagrinėjama *Fizikinių dydžių* skyrelyje. Per fizikos pamokas tankis apibrėžiamas kaip vienetinio tūrio medžiagos masė. Per chemijos pamokas tankis nagrinėjamas tik po metų (aštuntoje klasėje) ir jis apibrėžiamas kitaip: kiekvienos medžiagos masės ir jos tūrio santykis yra pastovus dydis ir vadinamas tankiu. Skiriasi matavimo vienetų vartojimas. Fizikoje –  $\text{kg/m}^3$ , chemijoje –  $\text{g/cm}^3$ .

Skiriasi prieiga prie tankio sąvokos per fizikos ir chemijos pamokas. Per fizikos pamokas tankis apibrėžiamas kaip vienas iš fizikinių dydžių, per chemijos pamokas – kaip viena iš medžiagos savybių. Chemijos vadovėlyje tankio temoje išvardijamos ir kitos fizikinės medžiagų savybės – agregatinė būsena, spalva, blizgesys, kvapas, skonis, kietumas, elektrinis ir šilumos laidumas, lydymosi ir virimo temperatūra, tankis.

Skyriaus *Medžiagos būsenos* turinio pagrindu galimi integraciniai ryšiai su chemija, biologija. Paralelinė integracija negalima su chemija, nes per chemijos pamokas ir fizikos pamokas panašiu laiku – gruodžio mėnesį nagrinėjama medžiagos sandara. Tačiau per fizikos pamokas – septintoje klasėje, per chemijos- aštuntoje. Su biologijos tema difuzija, paralelinė integracija negalima, nes per biologijos pamokas difuzijos reiškinys nagrinėjamas mokslo metų pradžioje (rugsėjis).

Medžiagos sandara dar bus nagrinėjama aštuntoje klasėje per chemijos pamokas, devintoje ir dešimtoje klasėje per fizikos pamokas. Vadinasi, medžiagos sandaros tema nagrinėjama keturis kartus – kiekvienais metais 7-10 klasėje.

Difuzijos sąvoka fizikos ir chemijos vadovėlyje apibrėžiama skirtingai. Osmoso sąvoka fizikos kurse nenaudojama. Devintoje klasėje per biologijos pamokas difuzijos ir osmoso reiškinys apibrėžiamas taip pat. Difuzijos reiškinys per fizikos pamokas nagrinėjamas 11 klasėje.

Osmoso reiškinį, kuris nagrinėjamas septintoje ir devintoje klasėje per biologijos pamokas, galima palyginti su diodo veikimu. Diodas elektros srovę praleidžia tik viena kryptimi. Galima palyginti su puslaidininkių pn sandūroje vykstančiais reiškiniais.

Biologijos vadovėlyje (7 klasė), nagrinėjant difuzijos reiškinį, pateikiami bandymai su dažais, rašalu. Apibrėžiama difuzija kitaip nei fizikos vadovėlyje ir daugiausiai dėmesio skiriama difuzijos reiškiniui gamtoje paaiškinti. Vadinasi, labai išryškintas taikomasis difuzijos reiškinio aspektas. Difuzija ląstelėse: difuzijos būdu deguonis patenka į ląstelę, o anglies dioksidas pašalinamas iš jos. Difuzija plaučiuose: deguonis skverbiasi iš plaučių į kraują, anglies dioksidas – iš kraujo į plaučius. Difuzijos būdu maisto medžiagos patenka į ląsteles, ląstelės aprūpinamos deguonimi, o iš jų šalinamas anglies dioksidas. Dėl osmoso vanduo [organizmuose](#) juda iš [ląstelių](#) į ląstelę, iš dirvožemio į [augalo](#) šaknies ląsteles



Skyrius *Šiluminis kūnų plėtimasis* sudaro prielaidas integracijai su chemijos turiniu.

Paralelinė integracija negalima. Šiluminio plėtimosi tema bus išplėtotą nagrinėjant vandens tankio priklausomybę nuo temperatūros per chemijos pamokas – vandens šiluminio plėtimosi ypatumus. Per chemijos pamokas 9 klasėje vandens tankio priklausomybė nuo temperatūros paaiškinama per vandenilinį ryšį. Vandeniliniu ryšiu paaiškinamas ledo, snaigių susidarymas.

Skiriasi šiluminio kūnų plėtimosi temos kontekstas. Fizikos vadovėlyje ši tema nagrinėjama skyriuje „Šiluminis kūnų plėtimasis“. Chemijos vadovėlyje – „Vanduo ir tirpalai“.

Kietųjų kūnų šiluminis kūnų plėtimasis svarbus fizikinis reiškinys. Per fizikos pamokas jis nagrinėjamas 7 klasėje (reiškinio samprata), devintoje klasėje (elektros prietaisų naudojimas – bimetalinės plokštelės). Skysčių šiluminis plėtimasis yra svarbus nagrinėjant termometro veikimą (7 klasė). Dujų šiluminio plėtimosi reiškiniai nagrinėjami 11 klasėje. Nagrinėjant vandenilinį ryšį devintoje klasėje, per chemijos pamokas, reikėtų mokiniams priminti žinias apie šiluminį kietųjų kūnų ir skysčių plėtimąsi, kurios buvo įgytos per fizikos pamokas 7 klasėje.

### **6.1.2. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 8 klasėje“ turinys**

Aštuntos klasės fizikos turinyje tarpdalykinei integracijai palankūs šie skyriai: *Mechaninis judėjimas, Mechaninis darbas. Energija, Atmosfera, Kūnų pusiausvyra*. Skyriaus turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 16 valandų savarankiško darbo.

Mechaninis judėjimas- labai plataus turinio sąvoka, todėl jos pagrindu galima tarpdalykinė integracija su matematika, chemija, biologija.

Paralelinė integracija su chemija ir matematika yra negalima. Galima paralelinė integracija su biologija. Panašiu laikotarpiu 8 klasėje nagrinėjama vandens apytaka augaluose: nuo osmoso iki garavimo. Be to, nagrinėjamas žmogaus kraujo judėjimas kraujagyslėmis, įvairių organizmų medžiagų perneša.

Mechanikos skyrius susijęs su matematikos mokomąja medžiaga, kuri yra nagrinėta per matematikos pamokas žemesnėse klasėse.

Siūloma pakartoti 7 klasėje per biologijos pamokas nagrinėtą kirmėlių sandarą ir jos įtaką judėjimui. Galima priminti bičių judėjimo trajektorijas, kuriomis šoka bitės: šokis ratu reiškia, kad žiedai yra arti avilio, aštuoniukė rodo, kad žiedai yra tolėliau.

Fizikos vadovėliuose *mechaninis judėjimas* apibūdinamas kaip kūno padėties kitimas erdvėje laikui bėgant. Matematikos vadovėliuose judėjimo sąvoka yra dažnai naudojama 5 klasėje sprendžiant judėjimo uždavinius. Vadinasi, per matematikos pamokas judėjimo sąvoka naudojama buitine prasme, neatskleidžiama jos esmė.

Kūno koordinatė – labai svarbi mechanikos sąvoka, kadangi pagrindinis mechanikos uždavinys yra nustatyti kūno padėtį (koordinates) bet kuriuo laiko momentu. Pagrindinio mechanikos uždavinio sprendimas yra labai svarbus ir baigiamajame fizikos mokymo konkurse (11-12 klasėje), jis įtrauktas į valstybinio fizikos egzamino programą. Mokantis nustatyti kūno koordinates per fizikos

pamokas 8 klasėje reikia prisiminti, kaip jos buvo nustatomos per matematikos pamokas 5 klasėje. Tiek per fizikos, tiek per matematikos pamokas mokoma nustatyti kūno koordinatę kai kūnas yra (arba juda) tiese, plokštumoje, erdvėje.

Svarbios žinios apie grafines judėjimo vaizdavimą per matematikos pamokas. Per chemijos pamokas 8 klasėje nagrinėjamos medžiagų tirpumo kreivės. Tirpumo kreivės – medžiagų tirpumo priklausomybės nuo temperatūros kreivės.

Judėjimo sąvoka naudojama per biologijos pamokas: kambaryje prie lango auginamos gėlės nukrypsta šviesos link, saulėgrąžų žiedynai nuolat gręžiasi į Saulę. Augalai reaguoja į žemės trauką, lietimą, orų permainas. Augalų judėjimui pastebėti reikia laiko. Gyvūnai juda laisvai. Gyvūnų judėjimo sistema – griaučiai, raumenys.

Mechaninio judėjimo skyrius per fizikos pamokas nagrinėjamas sausio- vasario mėn. Per chemijos pamokas – vasario-kovo mėnesį. Todėl paralelinė integracija beveik galima.

Skyriaus *Mechaninis darbas. Energija*. Sąsajos su anksčiau nagrinėta mokomąja medžiaga. Energijos temą galima sieti su biologijos mokomąja medžiaga iš 7 klasės. Tuomet nagrinėjama fotosintezė ir ląstelės kvėpavimas.

Fotosintezei reikalinga Saulės energija:

**Anglies dioksidas+ vanduo+Saulės šviesos energija----cukrus +deguonis**

Ląstelės kvėpavimas:

**Cukrus+deguonis ----anglies dioksidas + vanduo + energija**

Energija reikalinga ląstelėms judėti, naujoms medžiagoms susidaryti, augti , dalintis. Ląstelinis kvėpavimas vyksta ląstelės mitochondrijose.

**Žmogaus kvėpavimas:** žmogaus kvėpavimui būdingas deguonis – aerobinis kvėpavimas.

**Gliukozė + deguonis ----anglies dioksidas + vanduo + energija**

Šis fizikos skyrius svarbus chemijos dalyko mokymuisi. Chemijos vadovėlyje (aštunta klasė) nagrinėjama tema reakcijos šiluma. Egzoterminės ir endoterminės reakcijos. Chemijos vadovėlyje esantį egzoterinių ir endoterminių reakcijų modelį galima panaudoti nagrinėjant branduolinių reakcijų išėigą per fizikos pamokas tiek 10-oje, tiek 12- oje klasėje. Ši chemijos dalyko tema apie endotermines ir egzotermines reakcijas yra svarbi nagrinėjant vidinę energiją per fizikos pamokas devintoje klasėje.

Tarpdalykinė integracija nagrinėjant fizikos skyrių *Atmosfera*. Paralelinė integracija galima su chemija. Per chemijos pamokas balandžio – gegužės mėnesį nagrinėjamas skyrius „Deguonis. Oksidai. Žemės atmosfera“. Nagrinėdami šį skyrių mokiniai sužino , kad oksidai yra deguonies junginiai, deguonies ir oksidų savybes, ozoną, nagrinėja svarbiausius deguonies ir anglies kitimus gamtoje. Nagrinėja kvėpavimo, degimo, rūdijimo reiškinius. Mokosi apie ozono sluoksnį, šiltnamio efektą.

*Atmosferos* skyrius siejasi su prieš tai nagrinėtu skyriumi apie kūnų slėgį. Galima palyginti kietųjų kūnų ir atmosferos slėgio skaičiavimą, matavimo vienetus.

*Atmosferos* skyrius glaudžiai siejasi su kitu fizikos skyriumi „Kūnai skysčiuose ir dujose“, kuris nagrinėjamas iš karto po šio skyriaus. Žinios apie atmosferos slėgį padeda paaiškinti Archimedo jėgos atsiradimą, suprasti jos apskaičiavimą.

Per chemijos pamokas 8 klasėje nagrinėjama: oras, deguonis, oksidai, ozonas: apibūdinama oro sudėtis, deguonies ir anglies apytakos rato elementai, oksidai kaip deguonies junginiai, susipažįstama su ozono sandara, nagrinėjama, kuo panašios bei

skirtingos jo ir deguonies molekulės. Aptariamos žmogaus veiklos poveikis aplinkai: susipažinama su ekologinėmis ozono sluoksnio nykimo ir šiltnamio efekto sukeliama problemomis bei jų sprendimo būdais. Nagrinėjamos degimo reakcijos, kurios svarbios 9 klasėje per fizikos pamokas nagrinėjant vidinę energiją.

Palyginus atmosferos nagrinėjimą per fizikos ir chemijos pamokas, pastebime, kad per fizikos pamokas visai nesigilinama į atmosferos sandarą. Su ja susiję reiškiniai yra svarbūs ir fizikos moksle, tai – degimas, ozono sluoksnio kitimas, šiltnamio efektas, klimato kaita, fotosintezė, kvėpavimas. Ypač svarbi atmosferos sandara nagrinėjant astronomiją (nagrinėjant šiltnamio efektą Veneroje, Marse).

### **6.1.3. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 9 klasėje“ turinys**

Devintos klasės fizikos turinyje tarpdalykinei integracijai palankūs šie skyriai: *Vidinė energija, Medžiagos būsenų kitimas, Šiluminiai varikliai, Elektros srovė, Elektros srovė įvairiose aplinkose*. Skyriaus turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 16 valandų savarankiško darbo.

Skyrius *Medžiagų agregatinių būsenų kitimas*. Paralelinė integracija galima su chemijos dalyku. Mokslo metų pradžioje devintoje klasėje nagrinėjamas cheminis ryšys: joniniai, kovalentiniai junginiai. Per fizikos pamokas galima aiškinti medžiagos būsenas remiantis detalesne medžiagos sandara – cheminiais ryšiais. Be to, chemijos vadovėlyje taip pat minima, kad medžiagų lydymosi temperatūra, elektrinis laidumas yra susijęs su medžiagos sandara – cheminiais ryšiais, pateikiamas joninių ir kovalentinių junginių fizikinių savybių palyginimas. Remiantis chemijos žiniomis galima paaiškinti laidumo elektros srovei, lydymosi, virimo temperatūros priklausomybę nuo medžiagos sandaros (cheminiai ryšiai). Remiantis vandeniliniu ryšiu nagrinėjamas vandens garavimas, virimas, ledo susidarymas. Nagrinėjamas *vandens paviršiaus įtempis*. Skysčio paviršiuje ir skysčio viduje vandens molekulių sąveikos jėgos yra skirtingos, todėl skysčio paviršiuje susidaro plonytė plėvelė, atsiradusi dėl vandens paviršiaus įtempio. Vandens paviršiaus įtempį lemia vandeniliniai ryšiai tarp molekulių. Per fizikos pamokas vandens paviršiaus įtempis nagrinėjamas tik 11 klasėje.

Kristalizacijos sąvoka fizikos ir chemijos dalyke apibrėžiama skirtingai. Per fizikos pamokas: kristalizacija – skystos medžiagos virtimas kietąja. Per chemijos pamokas: kristalizacija – medžiagos kristalų išskyrimas iš tirpalo arba lydalo.

Galima tarpdalykinė integracija su chemijos aštuntos klasės tema *Medžiagų savybių tyrimas*. Joje nagrinėjama virimo temperatūra. Mokydamiesi tirti medžiagų savybes mokiniai atlieka laboratorinius darbus – 1) išlydo kai kurias medžiagas ir išmatuoja jų lydymosi temperatūrą; 2) pakaitina kai kurias medžiagas ir išmatuoja jų virimo temperatūras. Sužino, kad dujinės medžiagos verda ir lydosi temperatūroje, žemesnėje už nulinę. Lydymosi, lydymosi temperatūros, garavimo sąvokos chemijos vadovėlyje naudojamos jau aštuntoje klasėje. Tačiau jos neapibrėžiamos, naudojamos buitine prasme. Pavyzdžiui, teigiama, kad daugelio metalų yra aukšta lydymosi temperatūra, jie yra geri šilumos, elektros laidininkai..

Medžiagų būsenų (kieta, skysta, dujine) pavadinimai naudojama per chemijos pamokas aštuntoje klasėje nagrinėjant nemetalus. Teigiama, kad nemetalai gali būti dujinės, skystos, kietos būsenos. Nematų žema lydymosi, virimo temperatūra.

Galimi tarpdalykiniai ryšiai su biologija. Garavimo reiškinių galima susieti su aštuntos klasės biologijos mokomąja medžiaga apie augalų kvėpavimą. Galima priminti augalo žiotelės sandarą, paaiškinti kaip augalai kvėpuoja.

Skyrius *Vidinė energija*. Šio skyriaus medžiaga siejasi su chemijos (degimo reakcijos, 8 klasė), biologijos (mityba, prakaitavimas, šalinimas, 8 klasė) temomis.

Per chemijos pamokas aštuntoje klasėje mokiniai mokosi aktyvacijos energijos sąvoką. Mokiniai nagrinėdami chemines reakcijas (atlikdami praktinius darbus, taikydami modeliavimo būdus, mokomąsias kompiuterių programas ar kitas pasirinktas priemones) aiškinasi endoterminių ir egzoterminių reakcijų skirtumus.

Vidinės energijos skyriuje ir per chemijos pamokas aštuntoje klasėje nagrinėjamas degimo procesas. Chemijos vadovėlyje apibrėžiama kuro sąvoka - kuras yra cheminės medžiagos, iš kurių gaunama energija. Degantis kuras reaguoja su deguonimi ir išsiskiria šiluma, ją naudojame būstams šildyti, maistui gaminti, patalpoms apšviesti, metalams suvirinti be pjauti ir kt. Tokios reakcijos vadinamos degimo reakcijomis.

Per fizikos pamokas *Vidinės energijos* skyriuje įvedama džaulio samprata. Džaulis – pagrindinis darbo matavimo vienetas. Vienas džaulis – toks darbas, kurį 1 N jėga atlieka 1 m kelyje. Tačiau aštuntos klasės biologijos vadovėlyje naudojama džaulio sąvoka, kaip išvestinė kalorijos sąvoka. Biologijos kurse jos esmė neatskleidžiama. Kalorijos sąvoka fizikos kurse taip pat neapibrėžiama.

Devintoje klasėje per biologijos pamokas nagrinėjama tema *Maistas ir energija*. Joje vėl grįžtama prie energijos matavimo vienetų: kilokalorijų, kilodžaulių. Mokomasi apskaičiuoti žemės riešuto, žirnio energijos kiekį eksperimentiškai. Skaičiavimui taikoma šilumos kiekio formulė, kuri naudojama per fizikos pamokas, tačiau ji užrašoma nenaudojant per fizikos pamokas įprastų fizikinių dydžių simbolių. Nagrinėjama, kiek energijos suvartoja įvairių specialybių žmonių organizmas (nuo 500 kJ iki 15 000 kJ).

Mokant fizikos aštuntoje klasėje reikia priminti energijos matavimo vienetus, kuriuos mokiniai išmoko mokymdamiesi biologijos: kalorija, džaulis. Šias sąvokas per biologijos pamokas mokiniai aštuntoje klasėje sužino koku mėnesiu anksčiau. Tačiau per biologijos pamokas neatskleidžiama šių sąvokų prasmė.

Skyrius *Šiluminiai varikliai*. Paralelinė integracija galima su chemija. Kuomet per fizikos pamokas nagrinėjami šiluminiai varikliai, per chemijos pamokas nagrinėjami oksidai – galima susieti oksidų temą su ketvirtuoju vidaus degimo variklio ciklu – sudegusių dujų išmetimu. Nagrinėjama išmetamųjų dujų sudėti, konstatuojama, kad jose yra daug oksidų.

Šis fizikos skyrius ypač tinka integravimui reiškinio pagrindu. Integravimo pagrindu pasirinkus automobilį, galima su šia tema susieti daug chemijos kurso temų: metalai, jų gavimas, rūdijimas, apsauga nuo korozijos ir daugelis kitų (žiūrėti 1 užduotį).

Kitos chemijos kurso temos, kurias galima susieti su automobilio tema, nagrinėjamos vėliau. Paralelinė integracija šiuo požiūriu yra negalima.

Buityje svarbus automobilio rūdijimo procesas. Jis nagrinėjamas per chemijos pamoką. Rūdijimas – drėgname ore geležis reaguoja su deguonimi ir vandeniu ir susidaro rudys. 1912 m. nuskenusio Titaniko korpusas beveik nesurūdijo, nes vandenyje nėra deguonies. Gryni metalai, ir gryna geležis beveik nerūdija. Tačiau jų

gamtoje mažai. Korozijos žiniams atsirasti padeda įvairios metaluose esančios priemaišos, paviršiaus įbrėžimai, įtrūkimai. Siekiant apsaugoti nuo korozijos dirbinius, jie tepami alyva, dažomi, lakuojami.

Šią fizikos temą galima papildyti chemijos tema - benzino gavimu. 8 klasėje per chemijos pamokas nagrinėjama tema vienalyčių mišinių išskirstymo būdai. *Frakcinis distiliavimas* – taikomas perdirbant naftą, iš kurios galima gauti benzina, žibala, dyzelinį kurą, mazutą.

Šis skyrius siejasi su prieš tai nagrinėtu skyriumi apie kūnų vidinę energiją. Variklio viduje vyksta benzino degimo reakcija. Kuro degimas, kuro degimo šiluma buvo nagrinėta ankstesniame skyriuje.

Galima integracija su mechanika, kurios pradmenys nagrinėjami aštuntoje klasėje: automobilio greitis, pagreitis, grafinis judėjimo vaizdavimas, saugos diržai ir tamprumo jėga, oro pagalvės ir slėgis.

Skyrius *Elektros srovė*. Šiame fizikos skyriuje svarbi metalų sandara, nes žinant ją galima paaiškinti elektros srovės atsiradimą, varžą, elektrinį laidumą. Paralelinė integracija. Paralelinė integracija galima su chemijos dalyku iš dalies. Per chemijos pamoką šiek tiek vėliau nagrinėjamas skyrius Metalai. Metalų savybės (kalumas, plastiškumas, tamprumas) nagrinėjamos per fizikos pamokas 11 klasėje.

Chemijos vadovėlyje teigiama: valentiniai elektronai nepriklauso kuriam nors vienam atomui, o sudaro bendrą elektronų debesį, kuris jungia visus teigiamus jonus, juos tarsi sucementuoja ir neleidžia metalo kristalui iširti. Elektrostatinė sąveika (per fizikos pamoką nagrinėjama ši sąvoka koku 1 mėn. anksčiau) tarp teigiamų metalo jonų ir neigiamų elektronų neleidžia metalo kristalui iširti. Ši sąveika vadinama metališkuoju ryšiu. Metališkąjį ryšį turi ir kieti ir skysti metalai.

Chemijos vadovėlyje, remiantis metališkuoju ryšiu nagrinėjamos metalų savybės (kalumas, plastiškumas, elektrinis ir šiluminis laidumas, tankis, lydymosi temperatūra, blizgesys, neskaidrumas). Išvada: fizika metališkojo ryšio ir iš jo išplaukiančių savybių atžvilgiu aplenkia chemiją.

Per chemiją (prie metališkojo ryšio) užsimenama apie metalų blizgesį, neskaidrumą. Teigiama, kad neskaidrumo ir blizgesio priežastis- laisvieji elektronai.

Skyrius *Elektros srovė įvairiose terpėse*. Per fizikos pamokas nagrinėjama elektros srovė elektrolituose. Paralelinė integracija su chemijos dalyku negalima. Tačiau galima remtis per chemijos pamokas nagrinėta mokomąja medžiaga apie elektrolizę (ji nagrinėjama 9 klasėje gruodžio mėnesį). Per fizikos pamokas elektrolizės, elektrolitinės disociacijos reiškinys nagrinėjamas vasario mėnesį. Per fizikos pamokas nagrinėjant elektros srovę įvairiose terpėse, reikia remtis per chemijos pamokas įgytomis žiniomis apie cheminį joninį ryšį, kuris nagrinėjamas devintoje klasėje rugsėjo – spalio mėnesį.

Nagrinėjant elektrolizę svarbios žinios apie elektrinį lauką, apie elektros srovę.

Per fizikos pamokas elektrolitinė disociacija nagrinėjama kitaip nei per chemijos pamokas:

- Per fizikos pamokas nenagrinėjami šiluminiai hidratacijos reiškinio procesai, kurie vyksta elektrolitinės disociacijos metu.
- Per fizikos pamokas nenagrinėjamos oksidacijos ir redukcijos reakcijos, kurios vyksta ant elektrodų.
- Per fizikos pamokas skaičiuojama ant elektrodų nusėdusios medžiagos masė, per chemijos pamokas neskaičiuojama.

- Per fizikos pamokas nagrinėjamas elektrinio lauko veikiamas jonų judėjimas elektrolito tirpalu.
- Per chemijos ir fizikos pamokas nagrinėjama kaip elektrolizės būdu daromos metalinės dangos, kaip gryninami metalai.

Per fizikos pamokas, nagrinėjant elektros srovę puslaidininkiuose, svarbios chemijos dalyko žinios apie kovalentinį ryšį. Paralelinė integracija su chemijos dalyku šia tema negalima. Tačiau galima remtis per chemijos pamokas nagrinėta mokomąja medžiaga apie kovalentinį ryšį (jis nagrinėjamas 9 klasėje rugsėjo-spalio mėnesį).

Per fizikos pamokas nagrinėjant elektros srovę puslaidininkiuose, reikia remtis per chemijos pamokas įgytomis žiniomis apie kovalentinį ryšį, kuris nagrinėjamas devintoje klasėje rugsėjo – spalio mėnesį.

#### **6.1.4. Modulio skyriaus „Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 10 klasėje“ turinys**

Dešimtos klasės fizikos turinyje tarpdalykinei integracijai palankūs šie skyriai: *Šviesos reiškiniai, Mechaniniai svyravimai, Atomo sandara, Astronomija*. Skyriaus turinio nagrinėjimui skiriamos 4 akademinės valandos pratybų ir 16 valandų savarankiško darbo.

Nagrinėjant *Šviesos reiškinių* skyrių, paralelinė integracija nei su vienu gamtamoksline dalyku ir matematika yra negalima. Šio skyriaus medžiaga siejasi su anksčiau nagrinėtu matematikos turiniu: trikampių panašumo, lygumo požymiai, lygiagrečios tiesės, trigonometrinės funkcijos. Per matematikos pamokas IX-X klasėje mokoma taikyti lygumo, panašumo, ašinės ir centrinės simetrijos sąvokas sprendžiant paprastus uždavinius (atpažinti lygias ir panašias figūras plokštumoje ir erdvėje. Nurodyti trikampio lygumo ir panašumo požymių sąsajas);

Su biologijos turiniu glaudžiausiai siejasi tema *Akies sandara. Optiniai prietaisai*. Per biologijos pamokas 8 klasėje nagrinėjama kaip mato paukščiai, gyvūnai. Tačiau nei fizikinis nei biologinis matymo mechanizmas giliau nenagrinėjamas. Aptarimas žmogaus akies rainelės savitumas. Devintoje klasėje per biologijos pamokas nagrinėjama mikroskopo sandara. Aptariamos paprasto mikroskopo sudėtinės dalys: objektyvas, okuliaras, mikroskopo didinimas. Paminėtas elektroninis mikroskopas, tačiau detaliau jis nenagrinėjamas.

Nagrinėjant fizikos skyrių *Mechaniniai svyravimai* galima tarpdalykinė integracija su matematikos turiniu ir su biologijos turiniu. IX-X klasėje per matematikos pamokas mokoma tų temų, kurios svarbios nagrinėjant mechaninius svyravimus: taikyti trigonometrinius sąryšius stačiojo trikampio elementams rasti (apskaičiuoti smailiojo kampo sinusą, kosinusą, tangentą. Iš reikšmių lentelės ir skaičiuotuvu rasti laipsniais išreikšto kampo sinuso, kosinuso ir tangento reikšmes nurodytu tikslumu).

Per biologijos pamokas nagrinėjama daug svyravimo reiškinių: vabzdžių sparnų svyravimas, krūtinės ląstos svyravimas.

Nagrinėjant skyrių *Atomo sandara* svarbūs tarpdalykiniai ryšiai su chemija. Paralelinė integracija su chemijos kursu yra negalima. Tačiau atomo sandara nagrinėjama per fizikos ir chemijos pamokas labai dažnai. Atomo sandara fizikos kurse nagrinėjama septintoje, devintoje, dešimtoje klasėje. Chemijos kurse –

aštuntoje klasėje. Vadinasi, kiekvienais metais per skirtingų dalykų pamokas (7-10 klasė) nagrinėjama atomo sandara.

Radioaktyvumo sąvoką mokiniai sužino pirmą kartą per chemijos pamokas 8 klasėje. Čia pateikiamas ir klasikinis istorinis faktas apie A. Bekerelio bandymus. Per fizikos pamokas tas pats kartojama dešimtoje ir dvyliktoje klasėje.

Izotopų, radioaktyvumo sąvokos apibrėžiamos fizikos ir chemijos pamokose skirtingai.

Radioaktyviojo elemento skilimo greitis tiek fizikoje, tiek chemijoje nusakomas jo skilimo pusėjimo trukme, t.y. laiku, per kurį suskyla pusė jo kiekio. Iš atomų branduolių išlėkusios dalelės gali vienus cheminius elementus paversti kitais: pakinta branduolio krūvis ir susidaro naujas elementas. Per fizikos pamokas pusėjimo trukmė nenagrinėjama pagrindinėje mokykloje. Ši tema nagrinėjama tik 12 klasėje.

Per chemijos pamokas neįvedami radioaktyvių branduolių aktyvumo matavimo vienetai, neapibrėžiama sugertoji spindulių dozė, neįvedami sugertosios spindulių dozės matavimo vienetai.

Per chemijos pamokas 8 klasėje jau užsimenama apie atominės elektrines. Tuo tarpu per fizikos pamokas atominės elektrinės nagrinėjamos dešimtos klasės pradžioje, o radioaktyvumas nagrinėjamas tik dešimtos klasės pabaigoje. Vadinasi, nagrinėjant atominės elektrines 10 kl. pradžioje patartina remtis radioaktyvumo žiniomis iš 8 klasės.

Nagrinėjant *Astronomijos* skyrių svarbūs tarpdalykiniai ryšiai su chemija ir biologija. Su chemija – dangaus kūnų sudėtis ir jos nustatymo būdai. Su biologija – gyvybės kilmės ir egzistencijos Visatoje problema.

## 6.2. MODULIO TURINIO ĮGYVENDINIMAS

Studentai mokysis sukurti pamokoje problemines (teorines ar praktines) situacijas. Jose atsiranda poreikis dalyko turinį papildyti kitų gamtamokslinių dalykų turiniu. Studentai bus mokomi formuluoti problemas, sudaryti jų sprendimo planus, organizuoti problemos sprendimą bei įsivertinti veiklos rezultatus.

Studentų veikla didaktikos paskaitose bus organizuojama taikant A. Foldevi (1995) probleminio mokymo metodiką.

Pirmasis etapas – pateikiamas problemos scenarijus. Studentai išsiaiškina nežinomas sąvokas, terminus.

Antrasis etapas – kariamasi grupės planas. Studentai tyrinėja problemos situaciją, bando ieškoti atsakymų į klausimus.

Trečiasis etapas – keliama problemos sprendimo hipotezė. Analizuodami problemą, studentai išsiaiškina galimus paaiškinimus problemos scenarijui.

Ketvirtasis etapas – „smegenų šturmas“. Šio etapo metu kiekvienas grupės narys išsako savo nuomonę, idėjas. Jos visos užrašomos, įvertinamos, grupuojamos

Penktasis etapas – „problemos apibrėžimas“. Šiame etape iš gautos informacijos, išsakytų minčių, idėjų studentai apibrėžia problemą.

Šeštasis etapas – „mokymosi tikslų formulavimas“. Šiame etape studentai nustato problemos sprendimo tikslus bei uždavinius.

Septintasis etapas – „gilinimasis į žinias“. Šiame etape vyksta savarankiškas darbas, savimoka. Studentas dirba savarankiškai, studijuoja literatūros šaltinius, ieško atsakymų į jam iškilius klausimus

Aštuntasis etapas – “svarstymai ir rūpestingos žinių paieškos”. Studentai vėl susirenka grupėje, dalijasi žiniomis, informacija, ją sistemina, apdoroja, atrenka, integruoja žinias.

Devintasis etapas – “pritaikymas”. Įgytas žinias stengiamasi pritaikyti praktikoje.

Mokymosi proceso metu vyksta kiekvieno veiklos etapo vertinimas.

### 6.3. MODULIO PLANAS

Temos	Paskaitos (val.)	Savarankiškas darbas (val.)
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 7 klasėje	4	16
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 8 klasėje	4	16
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 9 klasėje	4	16
Tarpdalykinių ryšių taikymas mokant fizikos 10 klasėje	42	16

### 6.4. ŽINIŲ IR GEBĖJIMŲ VERTINIMO TVARKA

Taikomas kaupiamasis vertinimas. Numatomi keturi atsiskaitymai - už kiekvieną programos skyrių. Vertinami du komponentai: turinys ir turinio įgyvendinimo edukacinėje praktikoje metodika.

Vertinant turinį, atsižvelgiama į studentų parengtos mokomosios medžiagos probleminių situacijų sprendimui kokybę: tarpdalykinių ir vidinių ryšių įvairovę, atskleistus ryšius tarp sąvokų, reiškinių, objektų.

Vertinant turinio įgyvendinimo edukacinėje praktikoje metodiką atsižvelgiama į studento gebėjimą tyrinėti probleminę situaciją, gebėjimą išsiaiškinti galimus problemos sprendimo būdus, problemos suformulavimą, problemos sprendimo tikslų ir uždavinių nusakymą, gebėjimą pristatyti surinktą tarpdalykinio pobūdžio mokomąją medžiagą taikant aktyviuosius mokymosi metodus.

$$\text{Galutinio balo skaičiavimo formulė: } GB = \sum_{i=1}^n K_i \times TVP_i$$

GB – galutinis balas,

TVP<sub>i</sub> – tarpinio vertinimo pažymys,

K<sub>i</sub> – koeficientas,

i=1,n

TVP<sub>1</sub>. pirmojo tarpinio vertinimo pažymys

TVP<sub>2</sub>. antrojo tarpinio vertinimo pažymys

TVP<sub>3</sub>. trečiojo tarpinio vertinimo pažymys



TVP<sub>4</sub> ketvirtojo tarpinio vertinimo pažymys

K = 0,25

**6.5. REKOMENDUOJAMA LITERATŪRA**

Eil. Nr.	Leidinio autoriai ir pavadinimas	Leidimo metai
134	Arends R. I. <i>Mokomės mokytį</i>	1998
135	Ardley N. <i>Mokslas . Mokyklinė enciklopedija</i>	2001
136	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau. 1 d. VII kl.</i>	2007
137	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau. 2 d. VII kl</i>	2007
138	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus 1 d. VII kl.</i>	2010
139	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus 2 d. VII kl.</i>	2010
140	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 1 d. VIII kl.</i>	2010
141	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 2 d. VIII kl.</i>	2010
142	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 1 d. IX kl.</i>	2009
143	Autorių kolektyvas. <i>Matematika Tau plus. 2 d. IX kl.</i>	2009
144	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 7. Biologija. 1 d. VII kl.</i>	2008
145	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 7. Biologija. 2 d. VII kl.</i>	2008
146	Baleišis E., Zdanevičienė V. <i>BIOS 8. Biologija. VIII kl.</i>	2009
147	Bigelienė D., Kirkutytė-Aleknieienė I., Miglinienė I., Salickaitė-Bunikienė L. <i>Cheminės medžiagos Bendrojo lavinimo mokykloje</i>	1996
148	Bižys N., Linkaitytė G., Voliuškevičienė A. <i>Pamokos mokytojui</i>	1996
149	Butkienė G., Kepalaitė A. <i>Mokymasis ir asmenybės brendimas</i>	1996
150	Butkus E., Dienys G., Vaitkus R. <i>Chemija: bendrasis kursas: vadovėlis 11 klasei.</i>	2006
151	Cibulskaitė N. <i>Matematika XXI a. 1 d. V kl.</i>	2005
152	Cibulskaitė N. <i>Matematika XXI a. 2 d. V kl.</i>	2005
153	Charles C. M. <i>Pedagoginio tyrimo įvadas</i>	1990
154	Gage N. L., Berliner D. C. <i>Pedagoginė psichologija</i>	1993
155	Jasiūnienė R., Valentinavičienė V. <i>Chemija 8 klasei</i>	2008
156	Jasiūnienė R., Valentinavičienė V. <i>Chemija 9 klasei</i>	2008
157	Johnson K. <i>Fizika tau. IX kl.</i>	2009
158	<i>Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir bendrojo išsilavinimo standartai. XI-XII klasės</i>	2002
159	Petty G. <i>Šiuolaikinis mokymas</i>	2006
160	<i>Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios rogramos. Gamtamokslinis ugdymas</i>	2009
161	Price G., Taylor J. <i>Biologija. Vadovėlis 9-10 klasei.</i>	2002
162	Pollard A. <i>Refleksyvusis mokymas</i>	2006
163	Rajeckas V. <i>Pedagogikos pagrindai</i>	2004
164	Rajeckas V. <i>Ugdymo tikslas ir uždaviniai</i>	2002
165	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 8 klasei</i>	2005
166	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 9 klasei</i>	2005

167	Raudonis R. <i>Chemija: vadovėlis 12 klasei</i>	2001
168	Ryan. L. <i>Chemija tau 8 klasei</i>	2007
169	Ryan. L. <i>Chemija tau 9 klasei.</i>	2007
170	Ryan. L. <i>Chemija tau 10 klasei</i>	2007
171	Ryan. L. <i>Chemija tau 11 klasei</i>	2002
172	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K., Skuruskienė D. <i>Biologija. 1-oji kn. VII kl.</i>	2007
173	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K., Skuruskienė D. <i>Biologija. 2-oji kn. VII kl.</i>	2007
174	Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K. <i>Biologija. VIII kl.</i>	2008
175	Moliai L. ir S. <i>Žmogaus biologija ir sveikata. IX kl.</i>	2000
176	Molienė L., Molis S. <i>Pažink gyvybę. Biologija. 1-oji kn. IX kl.</i>	2009
177	Molienė L., Molis S. <i>Pažink gyvybę. Biologija. 2-oji kn. IX kl.</i>	2009
178	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Formulė. Matematika. 1-oji kn. V kl. (serija „Šok“)</i>	2008
179	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Formulė. Matematika. 2-oji kn. V kl. (serija „Šok“)</i>	2008
180	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Formulė. Matematika. 2-oji kn. VI kl. (serija „Šok“)</i>	2009
181	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Matematika. 1-oji kn. VII kl. (serija „Šok“)</i>	2010
182	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Matematika. 2-oji kn. VII kl. (serija „Šok“)</i>	2010
183	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Matematika. 1-oji kn. IX kl.</i>	2009
184	Sičiūnienė V. ir kt. <i>Matematika. 2-oji kn. IX kl.</i>	2009
185	Šiaučiukėnienė, L., Visockienė, O., Taliūnienė, P., <i>Šiuolaikinės didaktikos pagrindai</i>	2006
186	Šiaučiukėnienė, L., <i>Bendrosios didaktikos pagrindai</i>	2003
187	Pečiuliauskienė, P. <i>Studento pedagoginės praktikos vadovas pamokoje</i>	2008
188	Šulčius A. <i>Chemijos pamokos su „Crocodile Chemistry“ programa</i>	2001
189	Vaitkus R. <i>Nemetalų chemija. Vadovėlis X klasei. Pirmoji knyga</i>	2009
190	Vaitkus R. <i>Nemetalų chemija. Vadovėlis X klasei. Antroji knyga</i>	2009
191	Valentinavičius V. <i>Fizika. VII kl.</i>	2003
192	Valentinavičius V. <i>Fizika. IX kl.</i>	2005
193	Valentinavičius V. <i>Fizika. X kl.</i>	2006
194	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. <i>Fizika. 1-oji kn. VII kl.</i>	2008
195	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. <i>Fizika. 2-oji kn. VII kl.</i>	2008
196	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. <i>Fizika. 1-oji kn. VIII kl.</i>	2009
197	Valentinavičius V., Šliavaitė Z. <i>Fizika. 2-oji kn. VIII kl.</i>	2009
198	Williams G. <i>Biologija tau. 1-oji kn. IX–X kl.</i>	2005
199	Williams G. <i>Biologija tau. 2-oji kn. IX–X kl.</i>	2005

#### Kai kurie rekomenduotini periodiniai leidiniai ir aktualūs puslapiai internete:

17. [www.smm.lt](http://www.smm.lt) / Švietimo ir mokslo ministerija;
18. [www.pedagogika.lt](http://www.pedagogika.lt) /Švietimo plėtotos centras;
19. <http://www.ipc.lt> (švietimo informacinių technologijų centras);
20. <http://www.egzaminai.lt> (nacionalinis egzaminų centras);
21. [www.portalas.emokykla.lt](http://www.portalas.emokykla.lt) (kompiuterinės mokymosi priemonės: fizikos ir kitų mokslų laboratoriniai darbai, testai ir teorinė medžiaga);

22. [www.mkp.emokykla.lt/imo/lt](http://www.mkp.emokykla.lt/imo/lt) (6 mokomųjų dalykų: biologijos, chemijos, fizikos, istorijos, lietuvių kalbos ir matematikos interaktyvių audiovizualinių mokymo modulių kursas I - IV gimnazijos klasėms).





## S-TEAM Partners

ISBN 978-82-93118-08-4

Cyprus	• European University – Cyprus *
Czech R.	• University of South Bohemia *
Denmark	• University of Copenhagen *
	• Aarhus Universitet
Estonia	• University of Tallinn *
Finland	• Abo Akademi University
	• Helsinki University *
	• University of Jyväskylä
France	• Centre National de la Recherche Scientifique
	• Université Pierre Mendes-France *
	• Université Rennes 2 – Haute Bretagne
Germany	• Friedrich Schiller University of Jena <sup>(1)</sup>
	• Leibniz Institute for Science Education at the University of Kiel *
	• Technical University Munich <sup>(2)</sup>
Israel	• Technion – Israel Institute of Technology *
Lithuania	• Kaunas University of Technology *
	• Vilnius Pedagogical University
Norway	• <b>Norwegian University of Science and Technology (coordinator)</b>
	• University of Oslo *
Spain	• Universidade de Santiago de Compostela *
Sweden	• Karlstad University * <sup>(3)</sup>
	• Mälardalen University
Turkey	• Hacettepe University *
	• Gazi University
UK	• University of Bristol *
	• University of Leeds
	• University of Strathclyde *

\* National Liaison Partner

(1) To March 2010

(2) From April 2010

(3) From June 2010